

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE GRADO

**“CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH
Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE
HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA”**

POSTULANTE: Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez

TUTOR COLECTIVO: Ing. José Luis Richard Manrique Sanabria

ASESOR: Ing. Wilson Guardia Zabala

Cobija – Pando – Bolivia

2023

AGRADECIMIENTOS

Al ver el resultado logrado con este proyecto de grado, solamente se me ocurre una palabra: ¡Gracias!, primeramente, a Dios por darme la vida, brindarme la fortaleza necesaria para poder lograr mi objetivo y haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, fomentándome el deseo de superación y de triunfo en la vida.

Todo el trabajo realizado en este proyecto fue posible gracias al apoyo incondicional de mi querida madre Gloria Iris, y de mi abuelita Rosa cariñosamente “Pita”, gracias totales por estar ahí siempre para mí y ayudarme a cumplir mis metas, así mismo agradecer a toda mi familia por el apoyo incondicional brindado en todo momento a pesar de la distancia.

De igual modo, agradecer a todos aquellos docentes que a lo largo de la carrera aportaron en mi formación profesional, inculcando en mí la disciplina y hambre de conocimiento que fueron formando la persona que soy ahora, en especial al ingeniero Wilson Guardia por su orientación y atención a mis consultas, a los ingenieros Ivan Vildoza, Alfredo Escobar, Mirko Ulloa y Neil flores por la guía y consejos brindados en momentos de duda, y al Ing. Richard Manrique por la revisión cuidadosa que ha realizado de este trabajo.

Finalmente, a todos aquellos amigos y compañeros que me apoyaron moralmente siempre y me motivaron a seguir adelante, muchas gracias por su amistad y los buenos momentos.

A todos, muchas gracias.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres:

Gloria Iris Añez Ruiz y Arnulfo Beckrich Párraga,
por guiarme en mis primeros pasos y ser la razón
para sentir orgullo de mis logros, en honor a
ustedes siempre lo que logre en esta vida.

RESUMEN

El proyecto de grado titulado: “Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica - económica entre losas de entrepiso de hormigón armado maciza y alivianada” tiene el fin de comparar el uso de los sistemas de losa de entrepiso maciza y losa de entrepiso alivianada, fabricadas de hormigón armado vaciado in situ, teniendo como parámetros de comparación las características estructurales y costos de construcción de ambos sistemas para identificar cuál es más rentable; realizando para cumplir dicho objetivo el levantamiento topográfico, estudio de suelos, diseño de la mezcla de hormigón, cálculo estructural y presupuesto de dos estructuras de idéntica geometría y uso, variando solamente el sistema de losa de entrepiso empleado en cada una, dicha estructura es el bloque académico mencionado.

El resultado del cálculo estructural fueron dos juegos de planos estructurales, uno donde se diseña con losa maciza en la edificación y otro donde se diseña con losa alivianada, realizando sus respectivos presupuestos y análisis de precios unitarios para cada uno de los elementos que componen el módulo estructural del bloque académico; con la finalidad de realizar la comparación anterior mencionada, es así que para las losas de entrepiso en cuestión se toma como parámetros de comparación técnica las resistencias de diseño a flexión y cortante, el peso por metro cuadrado y consumo de acero de refuerzo, así mismo la influencia en los demás elementos estructurales de aplicar uno u otro sistema de losa, y como parámetro de comparación económica los análisis de precios unitarios y presupuestos obtenidos; dando como conclusión que la losa alivianada es más rentable que la losa maciza en la estructura en lo económico y en lo técnico los únicos puntos a favor de la losa maciza es su mayor resistencia de diseño a cortante y menor consumo de acero de refuerzo; así mismo se hace notorio el precio elevado del alivianante de polietileno expandido (plastoformo) en la ciudad de Cobija y se recomienda encarar el tema de la producción y comercialización de este material necesario para la construcción de losas alivianadas en nuestro medio, para evitar pérdidas de tiempo en envíos desde otras partes del país y abaratar costos.

PALABRAS CLAVES: Cálculo estructural, losa maciza, losa alivianada, acero de refuerzo, presupuesto del módulo estructural, comparación técnica, comparación económica.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1 Descripción del problema.....	3
1.2.2 Formulación del problema.....	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN	4
1.4.1 Justificación teórica.....	5
1.4.2 Justificación social	5
1.5 METODOLOGÍA	5
1.6 ALCANCES.....	7
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 TOPOGRAFÍA	9
2.1.1 División básica de la topografía	9
2.1.2 Levantamiento topográfico.....	9
2.1.3 Estación total	10
2.2 ESTUDIO GEOTÉCNICO	10
2.2.1 Ensayo de penetración estándar “SPT” (ASTM D 1586)	10
2.2.2 Espaciamiento entre perforaciones.....	11
2.2.3 Profundidad de las perforaciones	11
2.2.4 Descripción e identificación de suelos (ASTM D 2488)	12
2.2.5 Contenido de humedad (ASTM D 2216)	13
2.2.6 Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422).....	13
2.2.7 Límites de consistencia (ASTM D 4318).....	13
2.2.8 Clasificación de suelos (ASTM D 2487)	14
2.2.9 Corrección para el valor del número de golpes “N”	15
2.2.10 Peso específico del suelo.....	16
2.2.11 Cálculo de la capacidad de carga admisible del suelo.....	16

2.3	AGREGADOS SELECCIONADOS.....	17
2.3.1	Agregado Fino.....	17
2.3.2	Agregado Grueso.....	17
2.3.3	Requisitos de los agregados para el hormigón.....	17
2.3.4	Muestreo de agregados (ASTM D 75).....	18
2.3.5	Reducción de muestras de agregados a tamaño de prueba (ASTM C 702) ...	19
2.3.6	Análisis granulométrico por tamices (ASTM C 136).....	19
2.3.7	Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos (ASTM C 127)..	20
2.3.8	Gravedad específica y absorción de los agregados finos (ASTM C 128).....	21
2.3.9	Peso unitario e índice de huecos en los agregados (ASTM C 29).....	21
2.3.10	Contenido de humedad total evaporable en los agregados (ASTM C 566) .	21
2.4	DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN.....	22
2.4.1	Dosificación por el método de la norma ACI 211.1.....	22
2.4.2	Revenimiento en el hormigón de cemento hidráulico (ASTM C 143).....	22
2.4.3	Preparación y curado de especímenes en la obra (ASTM C 31).....	22
2.4.4	Esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos (ASTM C 39).....	23
2.5	CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	23
2.5.1	Análisis estructural.....	23
2.5.2	Dimensionamiento estructural.....	24
2.5.3	Elementos estructurales.....	24
2.5.4	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	26
2.5.5	Cargas sobre la estructura.....	28
2.5.6	Método de diseño por resistencia.....	31
2.6	COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OBRA.....	39
2.6.1	Cómputos métricos.....	39
2.6.2	Análisis de precios unitarios y su estructura.....	39
2.6.3	Costos directos.....	40
2.6.4	Costos indirectos.....	40
	CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO.....	42
3.1	DESCRIPCIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	42
3.1.1	Datos y ubicación del predio.....	42

3.1.2	Equipos y materiales utilizados	43
3.1.3	Trabajo de campo	43
3.1.4	Trabajo de gabinete	44
3.2	DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO	44
3.2.1	Trabajo de campo	45
3.2.2	Ensayos de laboratorio	46
3.2.3	Trabajo de gabinete	47
3.3	AGREGADOS OBTENIDOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA	48
3.3.1	Ensayos de laboratorio	49
3.3.2	Combinación de agregados	50
3.3.3	Gradación obtenida de los agregados finos.....	50
3.3.4	Gradación obtenida de los agregados gruesos.....	51
3.4	DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN.....	51
3.5	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	54
3.5.1	Descripción del proyecto.....	54
3.5.2	Consideraciones para el diseño	55
3.5.3	Acero de refuerzo	56
3.5.4	Definición de la geometría de la estructura.....	57
3.5.5	Determinación de cargas sobre la estructura	59
3.5.6	Predimensionamiento	62
3.5.7	Análisis y obtención de esfuerzos en la estructura.....	63
3.5.8	Diseño de los elementos estructurales.....	63
3.6	ANÁLISIS ECONÓMICO	73
3.7	ANÁLISIS TÉCNICO	74
CAPÍTULO 4.	RESULTADOS	75
4.1	RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	75
4.2	RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO	76
4.3	RESULTADOS DEL DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN.....	77
4.3.1	Proporción para la combinación de agregados finos.....	77
4.3.2	Proporción para la combinación de agregados gruesos.....	78
4.3.3	Dosificación del hormigón fabricado	79

4.3.4	Resistencia alcanzada del hormigón fabricado	79
4.4	RESULTADOS DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL	81
4.5	COMPARACIÓN TÉCNICA.....	84
4.5.1	Peso propio de ambos sistemas de losa de entrepiso.....	84
4.5.2	Resistencia a flexión y cortante de ambos sistemas de losas	86
4.5.3	Esfuerzos de momento flector obtenidos en la losa de entrepiso.....	87
4.5.4	Armadura y cuantía de ambos sistemas de losas.....	91
4.5.5	Consumo de hormigón de ambos sistemas de losas.....	92
4.5.6	Influencia en las vigas	94
4.5.7	Influencia en las columnas	98
4.5.8	Influencia en las fundaciones	104
4.6	COMPARACIÓN ECONÓMICA.....	108
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		115
CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA		118
CAPÍTULO 7. ANEXOS		121

INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1	<i>Espaciamiento aproximado entre perforaciones.....</i>	11
TABLA 2.2	<i>Profundidad de perforación de muestras obtenidas.....</i>	12
TABLA 2.3	<i>Criterios para describir la consistencia de suelos</i>	12
TABLA 2.4	<i>Criterios para la descripción de la condición de humedad</i>	13
TABLA 2.5	<i>Serie de tamices utilizados en el ensayo de granulometría.....</i>	13
TABLA 2.6	<i>Símbolos para la clasificación de suelos.....</i>	14
TABLA 2.7	<i>Variación de parámetros de corrección de N60</i>	15
TABLA 2.8	<i>Requisitos de gradación para los agregados finos</i>	18
TABLA 2.9	<i>Requisitos de gradación para los agregados gruesos.....</i>	18
TABLA 2.10	<i>Masa de muestreo de agregados gruesos y finos</i>	19
TABLA 2.11	<i>Masa mínima de la muestra de ensayo.....</i>	20
TABLA 2.12	<i>Masa mínima de la muestra de ensayo.....</i>	20
TABLA 2.13	<i>Masa mínima de la muestra de ensayo de contenido de humedad.....</i>	21
TABLA 2.14	<i>Requisitos de moldeado por varillado.....</i>	22
TABLA 2.15	<i>Espesores mínimos de losas armadas en una dirección y vigas</i>	26
TABLA 2.16	<i>Espesor mínimo de losas de dos direcciones con vigas entre sus apoyos.....</i>	27
TABLA 2.17	<i>Coeficientes según la ubicación de columna.....</i>	28
TABLA 2.18	<i>Valores seleccionados para el cálculo del caudal de diseño</i>	31
TABLA 2.19	<i>Altura sobre evaluación hidráulica “dh” (mm).</i>	31
TABLA 2.20	<i>Cálculo de la carga de lluvia</i>	31
TABLA 3.1	<i>Coordenadas de puntos de partida.....</i>	44
TABLA 3.2	<i>Coordenadas de los vértices del predio</i>	44
TABLA 3.3	<i>Información in situ de muestras obtenidas.....</i>	45
TABLA 3.4	<i>Registro de campo del número de golpes del ensayo “SPT”</i>	46
TABLA 3.5	<i>Descripción del uso de ambientes por nivel.....</i>	55
TABLA 3.6	<i>Dimensiones y pesos nominales del acero corrugado.....</i>	57
TABLA 3.7	<i>Peso específico de materiales estructurales</i>	59
TABLA 3.8	<i>Carga permanente sobre losa de primer piso</i>	59
TABLA 3.9	<i>Carga permanente sobre losa de terraza</i>	60
TABLA 3.10	<i>Carga permanente sobre escalera.....</i>	60

TABLA 3.11	<i>Carga permanente de muro de ladrillo (6h) con revoque interno y externo</i>	60
TABLA 3.12	<i>Sobrecarga de servicio establecidas</i>	60
TABLA 3.13	<i>Presiones de diseño debidas al viento en las superficies de la estructura.....</i>	61
TABLA 4.1	<i>Clasificación de suelos mediante el sistema unificado (SUCS)</i>	76
TABLA 4.2	<i>Perfil estratigráfico del sondeo SPT-1</i>	76
TABLA 4.3	<i>Resumen de resultados del estudio geotécnico.....</i>	77
TABLA 4.4	<i>Características físicas de la combinación de agregados finos</i>	77
TABLA 4.5	<i>Características físicas de la combinación de agregados gruesos.....</i>	78
TABLA 4.6	<i>Dosificación calculada para 1 m³ de hormigón</i>	79
TABLA 4.7	<i>Resultados de la resistencia promedio de las probetas por edad</i>	80
TABLA 4.8	<i>Peso de propio de losa alivianada (Dos direcciones).....</i>	84
TABLA 4.9	<i>Peso de propio de losa alivianada (Una dirección).....</i>	85
TABLA 4.10	<i>Peso de propio de losa maciza</i>	85
TABLA 4.11	<i>Momento y cortante de diseño de losa alivianada</i>	86
TABLA 4.12	<i>Momento y cortante de diseño de losa maciza</i>	87
TABLA 4.13	<i>Resumen de momentos flectores p_simos en losa.....</i>	90
TABLA 4.14	<i>Resumen de cantidades de acero y cuantía de losa maciza</i>	91
TABLA 4.15	<i>Resumen de cantidades de acero y cuantía de losa alivianada</i>	92
TABLA 4.16	<i>Consumo de hormigón de losa maciza</i>	92
TABLA 4.17	<i>Consumo de hormigón de losa alivianada (Dos Direcciones).....</i>	93
TABLA 4.18	<i>Consumo de hormigón de losa alivianada (Una Dirección).....</i>	93
TABLA 4.19	<i>Resumen de cantidades - Vigas de H^aA^o (Aplicando losa maciza).....</i>	94
TABLA 4.20	<i>Resumen de cantidades - Vigas de H^aA^o (Aplicando losa alivianada)</i>	95
TABLA 4.21	<i>Armaduras obtenidas en columnas</i>	98
TABLA 4.22	<i>Resumen de cantidades de acero - Columnas de H^aA^o</i>	99
TABLA 4.23	<i>Esfuerzos p_simos en columnas aplicando losa maciza.....</i>	100
TABLA 4.24	<i>Esfuerzos p_simos en columnas aplicando losa alivianada</i>	101
TABLA 4.25	<i>Aumento de esfuerzos en columnas en porcentaje</i>	102
TABLA 4.26	<i>Resumen de cantidades de acero - Zapatas de H^aA^o</i>	104
TABLA 4.27	<i>Carga axial de servicio en Zapatas</i>	105
TABLA 4.28	<i>Consumo de hormigón en zapatas (Aplicando losa maciza).....</i>	106

TABLA 4.29	<i>Consumo de hormigón en zapatas (Aplicando losa alivianada)</i>	106
TABLA 4.30	<i>Resumen de cantidades de acero – Vigas de fundación</i>	107
TABLA 4.31	<i>Consumo total de acero de refuerzo por elemento estructural</i>	107
TABLA 4.32	<i>Resumen de costos de materiales de construcción, mano de obra y equipos</i>	108
TABLA 4.33	<i>Presupuesto: Módulo estructural (Aplicando losa alivianada)</i>	109
TABLA 4.34	<i>Presupuesto: Módulo estructural (Aplicando losa maciza)</i>	110
TABLA 4.35	<i>Costo total de consumo de acero de refuerzo por elemento estructural</i>	110
TABLA 4.36	<i>Comparación de costos y ahorros entre ambos sistemas de losa</i>	111
TABLA 4.37	<i>Comparación de costos de alivianantes de plastoformo</i>	113
TABLA 4.38	<i>Cuadro comparativo de resultados obtenidos</i>	114

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1	<i>Gráfica de plasticidad</i>	14
FIGURA 2.2	<i>Distancias para el cálculo de carga de lluvia</i>	30
FIGURA 2.3	<i>Variación de $\emptyset$ en función de la deformación de la armadura a tracción</i>	33
FIGURA 2.4	<i>Condición de deformación balanceada en flexión</i>	34
FIGURA 2.5	<i>Ubicación del esfuerzo de corte mayorado</i>	35
FIGURA 2.6	<i>Diagrama de interacción de resistencias (Columna con estribos cerrados)</i>	37
FIGURA 2.7	<i>Deformaciones correspondiente a los puntos del diagrama de interacción.</i>	38
FIGURA 3.1	<i>Ubicación espacial y datos del predio levantado</i>	42
FIGURA 3.2	<i>Materiales y equipos usados en el levantamiento</i>	43
FIGURA 3.3	<i>Hincado de la cuchara bipartida en el terreno</i>	46
FIGURA 3.4	<i>Ensayos de límites líquido y plástico en laboratorio</i>	47
FIGURA 3.5	<i>Obtención y acopio de agregados gruesos y finos</i>	48
FIGURA 3.6	<i>Cuarteo manual del agregado grueso</i>	49
FIGURA 3.7	<i>Ensayo de peso unitario compactado en laboratorio</i>	50
FIGURA 3.8	<i>Elaboración de probetas cilíndricas de hormigón</i>	52
FIGURA 3.9	<i>Curado inicial y final de probetas cilíndricas</i>	53
FIGURA 3.10	<i>Prensa hidráulica utilizada y probetas a ensayar</i>	54
FIGURA 3.11	<i>Vista arquitectónica en planta del nivel +3,00 (m)</i>	58
FIGURA 3.12	<i>Idealización estructural de la edificación</i>	58
FIGURA 3.13	<i>Acción del viento (vista en planta)</i>	61
FIGURA 3.14	<i>Acción del viento (vista en elevación)</i>	61
FIGURA 3.15	<i>Elementos principales de la estructura predimensionados</i>	62
FIGURA 3.16	<i>Modelado de la estructura en software especializado</i>	63
FIGURA 3.17	<i>Diagramas de momento y cortante en vigas del primer Piso</i>	65
FIGURA 3.18	<i>Sección adoptada de losa de entrepiso maciza y alivianada</i>	66
FIGURA 3.19	<i>Tipos de paneles en un piso típico de edificio</i>	67
FIGURA 3.20	<i>Isovalores de momento flector en dirección “X e Y” (Primer piso)</i>	68
FIGURA 3.21	<i>Esfuerzos axial y de momento en dirección “X” y “Y” en columna</i>	69
FIGURA 3.22	<i>Vista en planta del nivel de fundación de la estructura (-2.00 m.)</i>	71

FIGURA 3.23	<i>Geometría de la escalera de hormigón armado</i>	72
FIGURA 3.24	<i>Isovalores de momento flector en dirección "X" de la escalera</i>	73
FIGURA 4.1	<i>Replanteo del terreno y curvas de nivel obtenidas</i>	75
FIGURA 4.2	<i>Curva granulométrica de la combinación de agregados finos.....</i>	78
FIGURA 4.3	<i>Curva granulométrica de la combinación de agregados gruesos</i>	79
FIGURA 4.4	<i>Evolución de la resistencia a compresión del hormigón</i>	80
FIGURA 4.5	<i>Disposición de viguetas en los paños de losa alivianada (Primer Piso).....</i>	82
FIGURA 4.6	<i>Disposición de acero en los paños de losa maciza (Primer Piso).....</i>	83
FIGURA 4.7	<i>Momentos flectores pésimos en dirección X</i>	88
FIGURA 4.8	<i>Momentos flectores pésimos en dirección Y</i>	89
FIGURA 4.9	<i>Esfuerzos de momento flector en vigas horizontales (+3.00m.)</i>	96
FIGURA 4.10	<i>Esfuerzo cortante en vigas horizontales (+3.00m.)</i>	97
FIGURA 4.11	<i>Esfuerzos en columna central "C6"</i>	103
FIGURA 4.12	<i>Comparación de costos por elemento estructural</i>	112

CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

Cuando se ejecutan edificaciones de más de una planta se emplean elementos estructurales llamados losas, sirven de separación entre pisos consecutivos de un edificio por lo que también se les conoce como losas de entrepiso; son diseñadas para soportar las cargas que actúan sobre ellas, como así transmitir las hacia otros elementos estructurales como vigas, columnas (formando así un sistema estructural aporticado) y finalmente a la fundación, la cual transmite la carga al suelo en donde está ubicada la edificación.

Las losas de entrepiso pueden ser armadas en una dirección o dos direcciones según su geometría lo permita, estas se pueden clasificar según los materiales y los procedimientos con que son construidas. En la ciudad de Cobija, es común el uso de losas de hormigón armado alivianadas usando bloques de polietileno expandido (Plastoformo) como alivianantes y también se emplea en ciertos casos las losas de hormigón armado macizas.

La carencia de investigación especializada que permita examinar y comparar las características técnicas y principalmente económicas de este elemento estructural, hace necesario un estudio con información recopilada referente a los materiales de construcción disponibles en nuestro medio, el cual pueda ser utilizado como referencia en la elección de uno de estos sistemas de losas de entrepiso en la estructura que se planea ejecutar.

La comparación técnica - económica es el fin del presente proyecto, enfocado en identificar cual sistema es más rentable, tanto del lado técnico como lo son las resistencias de diseño al esfuerzo de flexión como al cortante, el consumo de acero de refuerzo y hormigón por metro cuadrado; y del lado económico, obteniendo los precios unitarios y presupuesto del módulo estructural aplicando ambos sistemas de losas de entrepiso.

Tomando como estructura la edificación del proyecto del nuevo bloque académico para el Área de Ciencias Sociales y Humanísticas de la Universidad Amazónica de Pando, efectuando el estudio de suelos y levantamiento topográfico al predio establecido. Por consiguiente se realiza el cálculo estructural de la edificación (Diseño de losa, vigas, columnas y fundaciones) generando como resultados los planos estructurales, empleando como entrepiso los sistemas de losa maciza en un caso y alivianada en el otro; también se obtienen los rendimientos de los materiales de construcción necesarios para fabricar el hormigón llevando a cabo el diseño de la mezcla, además se cotizan los precios de dichos materiales en la ciudad de Cobija, datos necesarios para el análisis de precios unitarios, para finalmente lograr la comparación técnica y económica mencionada.

1.1 ANTECEDENTES

El sector de la construcción durante las últimas décadas se ha desarrollado mucho en Bolivia, ejecutándose obras civiles de gran magnitud, con inversiones económicas tanto privadas como públicas, por ello, al ejecutarse edificaciones de más de un nivel de altura, como solución estructural se hace uso de losas de entrepiso de hormigón armado, así pues estos elementos horizontales están diseñados para poder soportar las cargas que se apliquen sobre ella y transmitir las a los demás elementos estructurales que forman parte de la edificación.

Este elemento estructural en la ciudad de Cobija, capital del departamento de Pando, como así en gran parte de Bolivia, se tiene como uno de los sistemas más utilizados, la losa alivianada usando bloques de plastoformo (Polietileno expandido) y en algunos casos se emplea losa maciza, fabricados ambos sistemas de hormigón armado vaciado in situ, donde según su geometría, las losas pueden disponer su acero de refuerzo (Armadura) ya sea en una o dos direcciones, generando en el caso de las losas alivianadas que sus nervios (Viguetas) se posicionen según lo mencionado, dando forma de tiras rectangulares o bloques (Casetones) a los alivianantes de plastoformo.

La Universidad Amazónica de Pando, inició sus actividades académicas oficialmente el 3 de diciembre de 1993, cumpliendo desde ese entonces 30 años este 2023, acogiendo cada gestión una gran cantidad de estudiantes en sus ambientes, por consiguiente, se han construido edificaciones destinadas tanto al sector estudiantil como al administrativo.

Así mismo se planifican nuevos proyectos desde la unidad de infraestructura de la U.A.P, como el bloque académico para el Área de Ciencias Sociales y humanísticas (ACSyH), localizándolo dentro del predio donde desarrolla sus actividades la Televisión Universitaria Canal 21 (Tv U) ubicado en el distrito N°1, manzano N°96, predio N°7, barrio Internacional, sobre la Av. Internacional y la calle Eliodoro Villazón, con el fin de contar con nuevos ambientes destinados a la educación de los estudiantes universitarios de dicha área.

Los sistemas de losas de entrepiso mencionados son distintos en muchos aspectos, desde los materiales que se emplean para elaborarlas como en la cantidad de estos. Decidir qué sistema de losas usar en proyectos como el anterior mencionado es de suma importancia tanto técnica como económicamente, ejecutándose así la que sea más rentable según la edificación analizada y la ubicación donde esta se considere ejecutar.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción del problema

El desarrollo dado en el sector de la construcción civil, ha estado evolucionando en el tiempo, gracias a eso hoy existen distintos tipos de losas de entrepiso, en nuestro medio, están las macizas y alivianadas, fabricadas estas de hormigón vaciado in situ, siendo estas las más comunes aplicadas en estructuras que precisen de una losa de entrepiso en las edificaciones que se diseñan y ejecutan en la ciudad de Cobija, puesto que la elección del uso de una de ellas es una importante decisión considerando un análisis tanto estructural como económico.

Para tomar esta decisión, es importante conocer las características de este elemento estructural según el sistema que se considere ejecutar, así mismo, la falta de estudios con fines comparativos, hace evidente la necesidad en la ciudad de Cobija de una referencia económica y técnica de estos sistemas de losas de entrepiso, teniendo en cuenta la disponibilidad de los materiales de construcción y el costo de estos en nuestro medio.

1.2.2 Formulación del problema

Teniendo esta premisa, este proyecto tiene como problema principal la carencia de investigación especializada en nuestro medio, la cual permita examinar y comparar las características estructurales como ser la resistencia de diseño, peso por unidad de área, consumo de acero de refuerzo y hormigón; así mismo examinar y comparar los costos directos respecto a los materiales de construcción, de una losa de entrepiso tanto maciza como alivianada, ambos sistemas fabricados de hormigón armado vaciado in situ.

Este proyecto tendrá como fin, el conocer las diferencias entre los sistemas de losas de entrepiso mencionados y así poder determinar cuál será la opción más rentable en la estructura desde el punto de vista económico y técnico; así mismo aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería civil para realizar el cálculo estructural referente al proyecto del nuevo bloque académico para el Área de Ciencias Sociales y Humanísticas (ACSyH) de la Universidad Amazónica de Pando (UAP) que se considera ejecutar en la ciudad de Cobija.

Aplicada esta comparación tomando en cuenta la estructura mencionada, se plantean las siguientes interrogantes: ¿Qué sistema de losas de entrepiso es más económico? ¿El presente trabajo ayudará como referencia a los involucrados en el diseño de la edificación?, así mismo ¿Podrá contribuir en la toma de decisiones de qué sistema de losas emplear?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Realizar el cálculo estructural del nuevo bloque académico para el Área de Ciencias Sociales y Humanísticas de la Universidad Amazónica de Pando, con el fin de comparar de manera técnica y económica, el uso de los sistemas de losa de entrepiso maciza y alivianada, fabricadas de hormigón armado vaciado in situ, comparando las características estructurales y costos de ambos sistemas para identificar cuál es más rentable.

1.3.2 Objetivos específicos

- Desarrollar el diseño y cálculo de las losas de entrepiso en la estructura aplicando los sistemas de losa maciza y alivianada, fabricadas de hormigón armado vaciado in situ, siguiendo los requerimientos de la norma de hormigón estructural: NB 1225001-1.
- Realizar el cálculo estructural de los elementos del sistema aporticado como lo son las vigas, escalera, columnas y fundación de la estructura, fabricadas de hormigón armado vaciado in situ, haciendo uso de software especializado en ingeniería estructural.
- Calcular el presupuesto del módulo estructural de la edificación referente a los costos directos, aplicando losa de entrepiso tanto maciza como alivianada en la estructura.
- Comparar las características estructurales como lo es la resistencia de diseño, peso propio por metro cuadrado, consumo de acero de refuerzo y hormigón de ambos sistemas de losas de entrepiso dispuestos en la estructura.
- Comparar el costo en bolivianos de los precios unitarios y el presupuesto del módulo estructural de la edificación, referentes a los costos directos de ambos sistemas de losas de entrepiso dispuestos en la estructura.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto incluye la comparación técnica y económica respecto a la losa de entrepiso empleada en la estructura en cuestión, desde el desarrollo del diseño de las losas usando métodos de cálculo normados, el cálculo estructural de los demás elementos mediante software de cálculo de estructuras; la dosificación de los materiales seleccionando entre los disponibles en la ciudad de Cobija para fabricar el hormigón, precios unitarios, cálculos métricos y presupuesto referente al módulo estructural de la edificación, todo esto obtenido al emplear ambos sistemas de losas de entrepiso, teniendo la siguiente justificación teórica y social.

1.4.1 Justificación teórica

El proyecto se realiza con el fin de conocer las características técnicas y económicas de una losa de entrepiso maciza y otra alivianada, armados ambos sistemas en una como en dos direcciones dentro de la estructura, fabricadas de hormigón armado vaciado in situ; obtenidas dichas características, se genera como producto una comparación que servirá de referencia respecto al uso de estos sistemas de losa de entrepiso en nuestro medio, encontrando las diferencias entre estos para así identificar qué sistema es más rentable ejecutar en comparación al otro, desde el punto de vista económico y estructural.

1.4.2 Justificación social

En el ámbito social, el proyecto se realiza con el propósito de aportar un material informativo con datos precisos, generando así una referencia en forma de análisis técnico y económico comparativo, que permita a los involucrados en el sector de la construcción como ser los ingenieros civiles, arquitectos e inversionistas de nuestro medio, tener a disposición un documento al cual acudir, que permita colaborar en la toma de decisiones de qué sistema de losas de entrepiso emplear en la ciudad de Cobiya respecto a la rentabilidad de estas.

Para este análisis comparativo se usa como referencia para el desarrollo del mismo, al proyecto de la estructura del nuevo bloque académico para el Área de Ciencias Sociales y Humanísticas de la Universidad Amazónica de Pando; siendo la unidad de infraestructura de la U.A.P. con sus profesionales encargados de ejecutar dicho proyecto, los beneficiados directos de este proyecto de grado, teniendo como resultado una propuesta del diseño y cálculo estructural para dicha edificación considerando el uso de losa de entrepiso tanto maciza como alivianada.

1.5 METODOLOGÍA

Como primer paso se realiza el levantamiento topográfico del terreno donde se plantea ejecutar la estructura, determinando la planimetría del mismo, con la finalidad de elaborar un plano representativo real, que describa la geometría de la superficie disponible donde proyectar la edificación y así poder realizar el cálculo estructural de manera correcta; haciendo uso de un instrumento topográfico electro-óptico llamado estación total.

De igual manera, se realiza el estudio geotécnico del terreno donde se plantea ubicar la estructura, con la finalidad de obtener la información necesaria para el dimensionamiento de la cimentación de la edificación en cuestión, realizando el ensayo de penetración estándar o SPT (del

inglés Standard Penetration Test), el cual es una prueba de penetración dinámica, empleada para ensayar terrenos en los que se quiere realizar un reconocimiento geotécnico.

La disposición final de los elementos estructurales para el bloque académico, son definidos según el plano arquitectónico de la edificación, este se obtiene en coordinación con la unidad de infraestructura de la U.A.P. definiendo así las dimensiones y uso de los ambientes en beneficio de los estudiantes universitarios del ACSyH.

Se lleva a cabo el cálculo estructural haciendo uso de software especializado aplicado en ingeniería estructural llamado CYPECAD v.2018, con el fin de realizar el diseño de los elementos estructurales que componen a la edificación (Vigas, columnas, losas de entrepiso, escaleras y fundaciones) por el método de factores de carga y resistencia, aplicando los requisitos de resistencia y funcionamiento, condiciones máximas y mínimas correspondientes, que presenta la Norma Boliviana de Hormigón estructural NB 1225001-1. Obteniendo los planos estructurales como resultado final, en este caso se generan dos juegos de planos distintos, ya que se diseña la estructura aplicando losa maciza y así mismo aplicando losa alivianada.

Se definen los datos iniciales para el diseño según las características de los materiales de construcción a emplearse en la edificación, como así también los valores de las cargas gravitatorias que actúan sobre los elementos estructurales donde ambos sistemas están bajo las mismas cargas de servicio, siguiendo las norma NB 1225002-1.

Se realiza la dosificación del hormigón con los materiales de construcción requeridos para la mezcla, disponibles en la zona urbana de la ciudad de Cobija; determinando las proporciones de los componentes del mismo, los cuales son el agregado grueso, agregado fino, agua y cemento, para obtener un hormigón que reúna las características y propiedades exigidas para el proyecto.

Los datos necesarios iniciales para determinar las cantidades y obtener el hormigón deseado son la resistencia especificada a la compresión del hormigón, el revenimiento o consistencia requerida, la condición de exposición de la estructura (Suave, moderada o severa); como también el tamaño máximo del agregado grueso, granulometría y módulos de finuras de los agregados, siendo estos últimos datos obtenidos de ensayos de laboratorio, realizados en el laboratorio de suelos y hormigones con el que cuenta el Área de ciencias y tecnología de la U.A.P.

Obteniendo así el rendimiento de los materiales componentes del hormigón necesarios, por otra parte, la cantidad en kilogramos de acero de refuerzo a usarse, se obtiene de los planos estructurales dentro de las planillas de acero del diseño y cálculo mencionado anteriormente.

Así mismo, se tiene en cuenta, materiales como la madera de construcción, analizando por metro cuadrado de losa, obteniendo su rendimiento en pie tablar, extraído del diseño del encofrado constructivo del entrepiso; de igual forma para el plastoformo usado como alivianante se obtiene su rendimiento según el diseño geométrico de la losa alivianada; por último para los clavos y el alambre de amarre se hará uso de valores teóricos confiables, mismo caso para la mano de obra, equipo y herramientas, extrayendo dichos valores de guías de productos y servicios.

Se realizan los cálculos métricos para cada ítem de los elementos de hormigón armado, se calcula el análisis de precios unitarios y presupuesto del módulo estructural de la edificación aplicando cada sistema de losa de entrepiso (maciza y alivianada) referente a los costos directos, obteniendo el resultado de estos en bolivianos; con el fin de realizar la comparación económica.

Para la comparación técnica, se tienen en cuenta como parámetros de comparación las resistencias de diseño de la losa de entrepiso, tanto la resistencia a flexión como la resistencia al cortante, identificando las diferencias entre ambos sistemas. Así mismo, se usa como parámetro de comparación el peso propio por metro cuadrado de losa; de igual modo el consumo de hormigón y de acero de refuerzo, esto último también en los demás elementos estructurales que se ven influenciados por el uso de uno u otro sistema de losa de entrepiso en la edificación.

1.6 ALCANCES

Durante el desarrollo del presente proyecto de grado, debe considerarse como parte del mismo lo siguiente:

- Levantamiento topográfico y estudio geotécnico del terreno.
- Dosificación del hormigón con materiales seleccionados disponibles en la ciudad de Cobija, cotización de sus precios y ensayo de laboratorio de los agregados.
- Diseño y cálculo de la estructura (losa de entrepiso, vigas, columnas, escalera y fundaciones) aplicando el sistema de losa alivianada en base a la geometría establecida, fabricada de hormigón armado vaciado in situ; siguiendo las normativas de hormigón estructural aplicando software especializado para ingeniería (CYPECAD v.2018).
- Diseño y cálculo de la estructura (losa de entrepiso, vigas, columnas, escalera y fundaciones) aplicando el sistema de losa maciza en base a la geometría establecida, fabricada de hormigón armado vaciado in situ, siguiendo las normativas de hormigón estructural aplicando software especializado para ingeniería (CYPECAD v.2018).

- Planos estructurales generales y de detalle, de vista en planta y en corte, con sus respectivas planillas de acero por elemento que compone la estructura de hormigón armado: Losa de entrepiso, vigas, escalera, columnas y fundaciones en la edificación.
- Cálculos métricos y análisis de precios unitarios en bolivianos de ambas estructuras aplicando los sistemas de losas de entrepiso mencionados respecto a los costos directos.
- Presupuesto del módulo estructural en bolivianos de ambas estructuras aplicando los sistemas de losas de entrepiso mencionados respecto a los costos directos.
- Comparación técnica sobre las características estructurales mencionadas aplicando ambos sistemas de losas de entrepiso.
- Comparación económica sobre los precios unitarios y presupuesto, aplicando ambos sistemas de losas de entrepiso.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realiza el cálculo estructural del proyecto como propuesta para la edificación del nuevo bloque del Área de Ciencias Sociales y Humanísticas de la Universidad Amazónica de Pando; generando los planos estructurales mencionados.

Así mismo, con el propósito de aportar un material informativo con datos precisos sobre el uso en nuestro medio de losas de entrepiso maciza y losas de entrepiso alivianada con bloques de polietileno expandido, se genera un análisis en forma de comparación técnica y económica usando como referencia la edificación en cuestión.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 TOPOGRAFÍA

Una de las primeras actividades a realizar antes de siquiera iniciar la construcción de una estructura, es el levantamiento topográfico en el predio donde se plantea ejecutar dicha obra; para esto debemos conocer que es la topografía, Mendoza (2015) nos dice que es una rama de la ingeniería, la cual se encarga de realizar mediciones a una porción de la superficie terrestre, para luego aplicar procedimientos matemáticos con la finalidad de representar dicha superficie en un plano a una escala determinada.

2.1.1 División básica de la topografía

La topografía aplicada en el terreno y sus respectivos resultados obtenidos, se pueden dividir en tres partes:

Planimetría: Mendoza (2015) explica que esta “se encarga de representar gráficamente una porción de tierra, sin tener en cuenta los desniveles o diferentes alturas que pueda tener el mencionado terreno”.

Altimetría: Esta división de la topografía “se encarga de representar gráficamente las diferentes altitudes de los puntos de la superficie terrestre respecto a una superficie de referencia” (Mendoza, 2015).

Topografía integral: Por ultimo y como principal fin de la topografía en la ingeniería civil en el ámbito de la construcción de estructuras, tenemos la topografía integral, la cual Mendoza (2015) nos dice que esta “se encarga de representar gráficamente los diferentes puntos sobre la superficie terrestre, teniendo presente su posición planimétrica y altimétrica”.

Esta última mencionada, es la que se aplica en este proyecto de grado con la obtención final de un plano planimétrico – altimétrico en el cual poder identificar las características del predio o terreno donde se ejecutará la estructura, en dicho plano, la parte planimétrica se la vera a través de los puntos y líneas rectas que se obtengas al unirlos, y la parte altimétrica mediante la denominadas curvas de nivel la cual “es una línea imaginaria que une los puntos que tienen igual cota respecto a un plano de referencia” (Mendoza, 2015).

2.1.2 Levantamiento topográfico

La finalidad de este es representar en un plano de manera gráfica una superficie terrestre mediante un conjunto de operaciones y métodos correspondientes, ubicando la posición de los puntos naturales o artificiales más importantes dentro de dicha superficie (Mendoza, 2015).

Las etapas del levantamiento topográfico pueden dividirse en tres según Mendoza (2015); la primera es el reconocimiento del terreno y plan de trabajo, esta consiste en actividades como la visita al terreno, búsqueda de planos ya existentes, realizar preguntas a los lugareños, para así definir una estrategia a usar en campo; la segunda es el trabajo de campo, el cual consiste en realizar las mediciones in situ necesarias, como ser distancias, ángulos y desniveles, usando algún equipo topográfico y llevando las anotaciones correspondientes en la libreta de campo; finalmente está el trabajo de gabinete, donde se realizan todos los cálculos matemáticos usando los datos obtenidos en campo con la finalidad de elaborar los planos.

2.1.3 Estación total

Para llevar a cabo el levantamiento topográfico de este proyecto de grado, se utilizó la estación total, de acuerdo a Mendoza (2015) “es aquel instrumento topográfico constituido por un teodolito electrónico unido solidariamente con un distanciómetro, estos a su vez llevan en su interior una libreta electrónica y un microprocesador, el cual le permite registrar los datos de campo, obviando la libreta tradicional, así como para compensar y procesar los datos obtenidos para registrarlos en un archivo de su memoria”.

La estación total nos permite obtener trabajos con una gran precisión y ahorro de tiempo, podemos realizar mediciones de distancias inclinadas como así ángulos horizontales y verticales, también nos permite calcular la coordenada de los puntos medidos, todo esto realizando el correcto manejo de la estación total por parte del operador del equipo y el portaprisma.

2.2 ESTUDIO GEOTÉCNICO

Un estudio de suelos, también conocido como estudio geotécnico, es un conjunto de actividades que nos permiten obtener la información de un determinado terreno. Esta información es de las más importantes para la planificación, diseño y ejecución de un proyecto de construcción; teniendo en cuenta esto, “el estudio geotécnico se realiza previamente al proyecto de un edificio y tiene por objeto determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarios para definir el tipo y condiciones de cimentación” (Rodríguez Ortiz y otros, 1989).

2.2.1 Ensayo de penetración estándar “SPT” (ASTM D 1586)

Generalmente conocido como SPT (Standard Penetration Test), es el ensayo realizado en campo, que consiste de la penetración de la cuchara bipartida a través de la caída de un martillo de peso igual a 63.5 (kg) a una altura igual a 760 (mm) que permite la cuantificación de la resistencia del suelo a penetración mediante el conteo de número de golpes necesarios para introducir la

cuchara de terzaghi, así mismo permite la obtención de muestras representativas del suelo dentro del muestreador (ASTM, 2003).

2.2.2 Espaciamiento entre perforaciones

Para poder estimar la distancia entre puntos de sondeo, se hacen uso de ciertos criterios como el que presenta Braja M. Das (2012) en la siguiente tabla, pero no hay una estricta ley que defina dicha distancia entre perforaciones.

TABLA 2.1 *Espaciamiento aproximado entre perforaciones*

Tipo de proyecto	Espaciamiento (m)
Edificios de muchos pisos	10-30
Plantas industriales de un piso	20-60
Carreteras	250-500
Subdivisión residencial	250-500
Presas y diques	40-80

Fuente: Braja M. Das (2012) fundamentos de ingeniería de cimentaciones. Tabla 2.4. pág77

El área donde se plantea la ubicación de la estructura para este proyecto de grado es donde actualmente se ubican los almacenes del predio de televisión universitaria (Tv U), teniendo como espacio libre tan solo una parte del pasillo para realizar las perforaciones, y que la longitud disponible era menor que 10 metros, se adoptó realizar una sola perforación.

Así mismo el área del proyecto es de 480 m², teniendo en cuenta también lo que propone el reglamento nacional de construcciones (1997) del Perú mediante la norma técnica E.050 de suelos y cimentaciones, donde indica realizar un sondeo mecánico cada 650 m² de superficie de construcción; es así que se justifica la decisión de realizar una sola perforación, tomando de referencia dicha norma, ya que aún en nuestro país no contamos con una dedicada a la geotecnia.

2.2.3 Profundidad de las perforaciones

Para determinar la profundidad de la perforación para el sondeo realizado, se toma en cuenta el criterio presentado por Braja M. Das (2012) el cual usa la siguiente formula:

$$\frac{D_b}{S^{0.7}} = a$$

Dónde:

Db= Profundidad de perforación

S= Número de pisos y a= 3 si Db está en metros.

Entonces, empleando dicha formula se define la profundidad de perforación del sondeo.

$$\frac{D_b}{2^{0.7}} = 3 \quad D_b = 4.87 \text{ (m)}$$

Teniendo en cuenta el valor obtenido, y para poder conocer un poco más del estrato de suelo del predio donde se plantea ubicar la estructura, toma la decisión de realizar una perforación de 5.50 metros de profundidad respecto al sondeo denominado SPT-1, donde se obtienen muestras a distintas profundidades detalladas en la siguiente tabla.

TABLA 2.2 *Profundidad de perforación de muestras obtenidas*

SONDEO SPT-1	
Identificación de la muestra	Profundidad (m)
Muestra 1 – M1	1.00
Muestra 2 – M2	2.50
Muestra 3 – M3	4.00
Muestra 4 – M4	5.50

Fuente: Elaboración propia

2.2.4 Descripción e identificación de suelos (ASTM D 2488)

Al realizar el hincado de la cuchara y posteriormente extraer las muestras representativas de cada profundidad establecida, se puede en ese momento determinar la consistencia, color y humedad natural del suelo obtenido mediante los siguientes criterios dados por la ASTM (2003), con la finalidad de lograr describir e identificar suelos mediante procedimiento visual–manual para propósitos ingenieriles.

TABLA 2.3 *Criterios para describir la consistencia de suelos*

Descripción	Criterio
Muy suave	Pulgar penetra el suelo más de 1 pulg (25 mm).
Suave	Pulgar penetra el suelo cerca de 1 pulg (25 mm).
Firme	Pulgar penetra el suelo cerca de ¼ pulg (6mm).
Dura	Pulgar no mella en el suelo pero es fácilmente mellado por la uña del pulgar.
Muy dura	La uña del pulgar no mella el suelo.

Fuente: UMSS. Manual de ensayos de laboratorio. Tabla 6. pág. 55

TABLA 2.4 *Criterios para la descripción de la condición de humedad*

Descripción	Criterio
Seca	Ausencia de humedad, polvoriento, seco al tacto.
Húmeda	Húmedo pero sin presencia visible de agua.
Mojada	Agua libre visible, usualmente suelos por debajo del nivel freático.

Fuente: UMSS. Manual de ensayos de laboratorio. Tabla 4. pág. 54

2.2.5 Contenido de humedad (ASTM D 2216)

El propósito de este ensayo es determinar el contenido de humedad en una muestra de suelo mediante secado en horno. El contenido de humedad es la relación entre la masa del agua presente en los poros del suelo “Mw”, y la masa de los sólidos del suelo “Ms” (ASTM, 2003).

2.2.6 Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422)

Este ensayo abarca la determinación de la distribución del tamaño de partículas mayores a 0.075 mm por medio de un proceso de tamizado y el cálculo de los coeficientes de uniformidad “Cu” y curvatura “Cc” siempre y cuando sean aplicables. (ASTM, 2003).

El ensayo se realizó a las muestras obtenidas del sondeo, y fue trabajado principalmente con los siguientes tamices debido a la finura de los suelos ensayados.

TABLA 2.5 *Serie de tamices utilizados en el ensayo de granulometría*

Nº Tamiz	Diámetro (mm)
4	4.75
10	2.00
30	0.60
50	0.30
100	0.15
200	0.075

Fuente: Elaboración propia

2.2.7 Límites de consistencia (ASTM D 4318)

Este ensayo consiste en la determinación de los límites de consistencia de una muestra de suelo por medio de una serie de mediciones y procedimientos normalizados. El límite líquido es el contenido de agua de un suelo definido arbitrariamente como la frontera entre los estados semilíquido y plástico. El límite plástico es el contenido de agua de un suelo ubicado en la frontera entre los estados plástico y semisólido (ASTM, 2003).

El límite líquido se realiza en el laboratorio de suelos, usando el equipo conocido como cuchara de casa grande teniendo en cuenta el número de golpes que ejecuta dicha máquina, y el límite plástico se realiza usando una placa de vidrio con sus respectivos utensilios.

2.2.8 Clasificación de suelos (ASTM D 2487)

Con los resultados de los ensayos de análisis granulométrico y límites de consistencia, se procede a la clasificación de las muestras de suelo según el procedimiento de las normas ASTM (2003), dicha clasificación se realiza mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos “SUCS”. Teniendo en cuenta lo anterior mencionado, se logra identificar los suelos de cada una de las muestras obtenidas a diferentes profundidades en el sondeo.

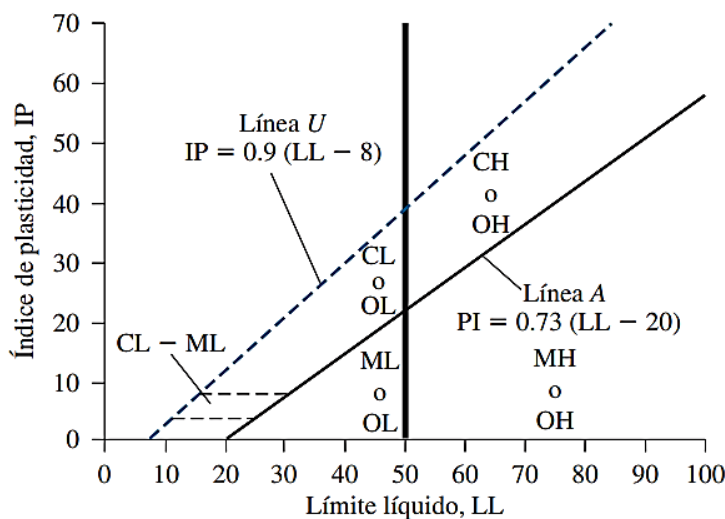
En la siguiente tabla se muestran los símbolos que utiliza el sistema unificado y así mismo, la gráfica para seleccionar el tipo de suelo al que pertenece la muestra obtenida.

TABLA 2.6 Símbolos para la clasificación de suelos

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos orgánicos y arcilla	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

Fuente: Braja M. Das (2012) fundamentos de ingeniería de cimentaciones. pág.19.

FIGURA 2.1 Gráfica de plasticidad



Fuente: Braja M. Das (2012) fundamentos de ingeniería de cimentaciones. pág.20.

2.2.9 Corrección para el valor del número de golpes “N”

Según Braja M. Das (2012) existen diversos factores que hacen variar el “valor N” a cierta profundidad incluso en estratos de suelos similares, entre ellos destaca la eficiencia energética del martinete del “SPT”, durante el trabajo de campo esta eficiencia puede variar entre de 30% a 90%; la práctica constante de este ensayo en Estados Unidos es expresar para el valor “N” una eficiencia energética de 60% (N_{60}), es así que según los ensayos realizados en campo y en base también de las observaciones realizadas, se llega a la siguiente ecuación:

$$N_{60} = \frac{N * n_H * n_B * n_S * n_R}{60}$$

Donde:

N_{60} = Número de penetración estándar, corregido por las condiciones en el campo

N= Número de penetración medido “Valor N”

n_H = Eficiencia del martinete (%)

n_B = Corrección por el diámetro de perforación

n_S = Corrección del muestreador

n_R =Corrección por longitud de la barra

A continuación, se describen las tablas con sus respectivos valores para corregir el valor N según las condiciones de campo del ensayo.

TABLA 2.7 Variación de parámetros de corrección de N_{60}

Variación de η_H					
País	Tipo de martinete	Liberación del martinete	η_H (%)		
Japón	Toroide	Caída libre	78		
	Toroide	Cuerda y polea	67		
Estados Unidos	De seguridad	Cuerda y polea	60		
	Toroide	Cuerda y polea	45		
Argentina	Toroide	Cuerda y polea	45		
China	Toroide	Caída libre	60		
	Toroide	Cuerda y polea	50		
				Variación de η_R	
Variación de η_S		Variación de η_B		Longitud de la barra, m	
Variable	η_S	Diámetro, mm	η_B		η_R
Muestreador estándar	1.0	60-120	1	> 10	1.0
Con recubrimiento para arena y arcilla densas	0.8	150	1.05	6-10	0.95
Con recubrimiento para arena suelta	0.9	200	1.15	4-6	0.85
				0-4	0.75

Fuente: Braja M. Das (2012) fundamentos de ingeniería de cimentaciones. Pág. 84.

2.2.10 Peso específico del suelo

A partir de todas las muestras obtenidas de campo del sondeo a diferentes profundidades se calcula el peso específico de suelo teniendo como referencia el volumen de la muestra siendo este cilíndrico ya que se obtiene de la cuchara bipartida, así mismo se aplica las ecuaciones de relación peso volumen dadas por Braja M. Das (2012) para poder obtener el peso específico del suelo tanto húmedo como seco.

$$\text{Peso específico húmedo} = \gamma_h = \frac{W}{V}$$

$$\text{Peso específico seco} = \gamma_d = \frac{\gamma_h}{1 + w}$$

Donde:

W= Peso total de la muestra de suelo.

V= Volumen total de la muestra de suelo.

w= Contenido de humedad de la muestra de suelo.

2.2.11 Cálculo de la capacidad de carga admisible del suelo

Para el cálculo de las cimentaciones superficiales se debe obtener la capacidad de carga admisible del suelo “ q_{adm} ”, aplicando un factor de seguridad a la capacidad de carga ultima “ q_u ”, dicho factor debe ser al menos de 3 en todos los casos (Braja M. Das, 2012).

Bibliografía moderna como el trabajo de investigación de Schnaid y Odebrecht (2014), respecto a la capacidad de carga admisible de los suelos en el vecino país de Brasil, donde en base a los resultados de las pruebas de campo, estos se aplican a la predicción de propiedades constituyentes de los suelos, lo que permite la adopción de conceptos y formulaciones clásicas de mecánica de suelos como enfoque de diseño.

En dicha investigación se presenta un método de estimación de capacidad de carga admisible específico para suelos residuales (similares a los obtenidos en el ensayo de penetración estándar realizado en este proyecto de grado), expresado en términos de valores medios con un nivel de fiabilidad del 99% mediante la siguiente expresión.

$$q_{adm} = 9,54 * N_{SPT60} \left(\frac{KN}{m^2} \right)$$

Donde:

q_{adm} = Capacidad de carga admisible

N_{SPT60} = N_{60} = Número de penetración estándar corregido

2.3 AGREGADOS SELECCIONADOS

El agregado es uno de los componentes necesarios para la fabricación del hormigón (alrededor del 75% del volumen del hormigón es ocupado por estos), son materiales granulares inertes que pueden ser de origen natural resultantes de la desintegración y desgastes de las rocas, como también artificiales, los cuales se obtienen de la trituración de estas, mayormente estos agregados usados en la elaboración de hormigón se clasifican por su tamaño en agregado grueso y fino. (Quiroz y Salamanca, 2006).

2.3.1 Agregado Fino

Es aquel agregado que pasa por el tamiz de 3/8" (9.5 mm) y casi pasa por completo por el tamiz No. 4 (4.75 mm) y es retenido en su mayoría por el tamiz No. 200 (0.075 mm); o bien es aquella porción de un agregado que pasa por el tamiz No. 4 (4.75 mm) y es retenida de modo predominante por el No. 200 (0.074 mm) (Quiroz y Salamanca, 2006).

Como agregado fino disponible en la ciudad de Cobija, capital del departamento de Pando, tenemos la "arena" fina proveniente del Río Acre y el "polvo de brita" proveniente del Brasil.

2.3.2 Agregado Grueso

Es el agregado retenido de modo predominante por el tamiz No. 4 (4.75 mm); o bien, aquella porción de un agregado que es retenida por el tamiz No. 4 (Quiroz y Salamanca, 2006).

El agregado grueso utilizado en la ciudad de Cobija, capital del departamento de Pando, es denominado "Brita", que son piedras trituradas provenientes del Brasil en fracciones de tamaño individual, siendo usadas para el diseño de la mezcla de hormigón para este proyecto de grado las siguientes: 3/4" (Brita 1), 5/8" (Brita 5/8") y 3/8" (Brita Cero).

2.3.3 Requisitos de los agregados para el hormigón

La ASTM (2003) en su norma C33 nos establece los requisitos de gradación de los agregados gruesos y finos, es decir los límites entre los cuales se deben encontrar las curvas granulométricas de estos, para considerarlos adecuados para la fabricación del hormigón.

Así mismo debemos tener en cuenta lo siguiente, el tamaño máximo designado para el agregado, siempre es un tamaño menor del tamiz del cual se requiere que pase el 100% del material granular y el tamaño mínimo del agregado es la máxima abertura de tamiz por el que pase menos del 15% en peso o se retenga en su totalidad (Quiroz y Salamanca, 2006), teniendo en cuenta esto, en las siguientes tablas se presentan los requisitos dados por la ASTM C33.

TABLA 2.8 Requisitos de gradación para los agregados finos

Tamiz	Porcentaje que pasa
$\frac{3}{8}$ "	100
No. 4	95-100
No. 8	80-100
No. 16	50-85
No. 30	25-60
No. 50	10-30
No. 100	2-10

Fuente: Norma ASTM C33 (Especificación estándar para agregados para concreto)

TABLA 2.9 Requisitos de gradación para los agregados gruesos

Tamaño nominal	Cantidades mas finas que cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas), % en peso												
	4" 100 mm	3½" 90 mm	3" 75 mm	2½" 63 mm	2" 50 mm	1½" 37.5 mm	1" 25.0 mm	¾" 19.0 mm	½" 12.5 mm	⅜" 9.5 mm	No. 4 4.75 mm	No. 8 2.36 mm	No. 16 1.18 mm
3½" a 1½"	100	90-100	-	25-60	-	0-15	-	0-5					
2½" a 1½"	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5					
2" a No. 4	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30 I	-	0-5		
1½" a No. 4	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30 I	0-5		
1" a ¾"	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40 I	0-15	0-5		
1" a No. 4	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	
¾" a No. 4	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	
2" a 1"	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5				
1½" a ¾"	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5			
1 a ½"	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5			
¾" a ⅝"	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5		
1½" a No. 4	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	
¾" a No. 8	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30 I	0-10	0-5

Fuente: Norma ASTM C33 (Especificación estándar para agregados para concreto)

Así mismo se debe tener en cuenta que el tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes según la ACI 318 (2019) que nos especifica: 1/3 de la altura de la losa, ¾ de la separación mínima entre armaduras y 1/5 de la menor dimensión estructural. Adoptando así para el diseño de mezcla del hormigón como tamaño máximo del agregado grueso la brita 1 (¾") para este proyecto de grado.

2.3.4 Muestreo de agregados (ASTM D 75)

Esta práctica cubre el muestreo de agregados gruesos y finos para los siguientes propósitos: investigación preliminar de los recursos de almacenamiento, control de los productos de los recursos de almacenaje, control de las operaciones en el sitio de uso, y aceptación o rechazo de los materiales (ASTM, 2003).

Así mismo, esta norma proporciona las cantidades especificadas en la siguiente tabla del material suficiente para los análisis de las propiedades mecánicas de los agregados, datos necesarios para este proyecto de grado en el diseño de la mezcla de hormigón.

TABLA 2.10 Masa de muestreo de agregados gruesos y finos

TAMAÑO DE MUESTRAS	
Tamaño del agregado	Masa de la muestra del campo, mínimo, Kg
Agregado fino	
2,36 mm	10
4,75 mm	10
Agregado grueso	
9,5 mm	10
12,5 mm	15
19,0 mm	25
25,0 mm	50
37,5 mm	75
50 mm	100
63 mm	125
75 mm	150
90 mm	175

Fuente: Norma ASTM D 75 (Practica estándar para el muestreo de agregados)

2.3.5 Reducción de muestras de agregados a tamaño de prueba (ASTM C 702)

En esta práctica se proporcionan los procedimientos para reducir la muestra obtenida en el campo a un tamaño conveniente para llevar a cabo una serie de pruebas para describir el material y medir su calidad de una manera que la porción de muestra más pequeña sea representativa de la muestra más grande (ASTM, 2003). Así mismo, los métodos de ensayo individuales de laboratorio proporcionan para la cantidad mínima de material a ensayar.

2.3.6 Análisis granulométrico por tamices (ASTM C 136)

Este método de ensayo cubre la determinación por tamizado de la distribución por tamaño de partículas de agregados finos y grueso. Una muestra de ensayo de agregado seco de masa conocida se separa a través de una serie de mallas de aberturas progresivamente más pequeñas. Este método de ensayo se utiliza para determinar la graduación de materiales propuestos para su uso como agregados o que están siendo utilizados como agregados (ASTM, 2003).

Así mismo, esta norma nos indica que la determinación exacta de material más fino que la malla No.200 no puede lograrse utilizando únicamente este método de ensayo. Se debe emplear el método por lavado para materiales más finos que la malla de No.200.

Para agregado fino, el tamaño de la muestra de la prueba, después del secado, será de 300 gramos mínimo y para el agregado grueso debe concordar con la siguiente tabla según la ASTM (2003) en su norma C 136.

TABLA 2.11 Masa mínima de la muestra de ensayo

TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO ABERTURAS CUADRADAS		TAMAÑO MÍNIMO DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
		[kg]	[lb]
9,5 mm	3/8"	1	2
12,5 mm	1/2"	2	4
19,0 mm	3/4"	5	11
25,0 mm	1"	10	22
37,5 mm	1 1/2"	15	33
50 mm	2"	20	44
63 mm	2 1/2"	35	77
75 mm	3"	60	130
90 mm	3 1/2"	100	220
100 mm	4"	150	330
125 mm	5"	300	660

Fuente: Norma ASTM C 136 (Método estándar de análisis granulométrico de agregados)

2.3.7 Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos (ASTM C 127)

La densidad relativa (gravedad específica aparente) es la característica generalmente utilizada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en varias mezclas que contienen agregado, incluyendo el hormigón de cemento portland y otras mezclas que son proporcionadas o analizadas en una base de volumen absoluta (ASTM, 2003).

Los valores de absorción se usan para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida en los poros dentro de las partículas constituyentes, en comparación con el estado seco, cuando se considere que el agregado ha estado en contacto con el agua suficiente como para satisfacer la mayor parte del potencial de absorción (ASTM, 2003). La mínima masa de muestra de ensayo por norma, se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 2.12 Masa mínima de la muestra de ensayo

TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO		MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
		[kg]	[lb]
12,5 mm	1/2"	2	4,4
19 mm	3/4"	3	6,6
25 mm	1"	4	8,8
37,5 mm	1 1/2"	5	11
50 mm	2"	8	18
63 mm	2 1/2"	12	26
75 mm	3"	18	40
90 mm	3 1/2"	25	55
100 mm	4"	40	88
112 mm	4 1/2"	50	110
125 mm	5"	75	165
150 mm	6"	125	276

Fuente: Norma ASTM D 127 (Gravedad específica y absorción de agregados gruesos)

2.3.8 Gravedad específica y absorción de los agregados finos (ASTM C 128)

Así como en el anterior ensayo descrito, este tiene la finalidad de calcular la gravedad específica aparente, bruta, “SSS” y absorción de los agregados finos en este caso (ASTM, 2003). El procedimiento del ensayo es distinto al de los agregados gruesos, estos datos son de utilidad para el diseño de la mezcla de hormigón.

2.3.9 Peso unitario e índice de huecos en los agregados (ASTM C 29)

Este método de ensayo permite determinar el valor del peso unitario (Relación masa/volumen) ya sea en su condición compactada o suelta de un agregado fino como así en un agregado grueso (ASTM, 2003); valores utilizados por varios métodos para seleccionar la dosificación de las mezclas de hormigón. Este método se aplica a los áridos que no exceden las 5” de tamaño máximo nominal.

2.3.10 Contenido de humedad total evaporable en los agregados (ASTM C 566)

Este método se utiliza para determinar el porcentaje de humedad evaporable en una muestra de agregado grueso o fino, por el método de secado en horno, tanto de la humedad contenida en la superficie como en los poros de los agregados. Este método de ensayo es lo suficientemente preciso para los propósitos normales, tal como ajustar la dosificación de los componentes para el hormigón, en especial del agua de mezclado (ASTM, 2003).

Se debe proteger la muestra del agregado obtenido contra pérdidas de humedad, previa a la determinación de la masa, la cual no debe ser menor que lo especificado en la siguiente tabla.

TABLA 2.13 Masa mínima de la muestra de ensayo de contenido de humedad

TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO		MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA
[mm]	[Pulgadas]	DE ENSAYO (Kg)
4,75	No.4	0,5
9,5	3/8	1,5
12,5	1/2	2
19	3/4	3
25	1	4
37,5	1 1/2	6
50	2	8
60	2 1/2	10
75	3	13
90	3 1/2	16
100	4	25
150	6	50

Fuente: Norma ASTM C 566 (Contenido de humedad total evaporable de los agregados)

2.4 DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN

La dosificación (Proporcionamiento) de un hormigón tiene por objeto determinar las cantidades, ya sea en peso o en volumen, en que hay que mezclar los distintos componentes del mismo, usando materiales disponibles en la zona, para obtener hormigones que reúnan las características y propiedades exigidas en un proyecto. Así mismo, un hormigón adecuadamente dosificado debe presentar las siguientes cualidades: En su estado fresco debe tener trabajabilidad aceptable para tener un vaciado satisfactorio, en su estado ya endurecido debe lograr la resistencia suficiente y durabilidad esperada, para así la estructura ejecutada y puesta en servicio sea segura durante su vida útil (Quiroz y Salamanca, 2006).

2.4.1 Dosificación por el método de la norma ACI 211.1

Esta práctica estándar describe el método para seleccionar proporciones para concreto de cemento hidráulico hecho con y sin otros materiales cementicios y aditivos químicos. Este concreto consiste en agregados normales y/o de alta densidad (a diferencia de los agregados livianos) con una trabajabilidad adecuada para la construcción colada en el lugar (ACI, 2002).

2.4.2 Revenimiento en el hormigón de cemento hidráulico (ASTM C 143)

Este método de ensayo cubre la determinación del asentamiento de concreto de cemento hidráulico, tanto en laboratorio como en el campo. Este ensayo es aplicable a hormigón plástico con agregado grueso de tamaño máximo de hasta 40mm (ASTM, 2003).

2.4.3 Preparación y curado de especímenes en la obra (ASTM C 31)

Esta práctica trata sobre procedimientos para preparar y curar especímenes cilíndricos de muestras representativas de hormigón fresco para un proyecto de construcción. El hormigón utilizado para realizar especímenes debe ser muestreado después de que hayan sido hechos todos los ajustes in situ, incluyendo la incorporación de agua de mezclado y aditivos (ASTM, 2003).

Para realizar el moldeado por varillado de las probetas cilíndricas, se debe tener en cuenta la cantidad del número de golpes por capa, y esto se define según la siguiente tabla:

TABLA 2.14 *Requisitos de moldeado por varillado*

Tipo y Tamaño del espécimen Cilíndricos Diámetro	Número de Capas de Aproximadamente Igual profundidad	Número de golpes de Varilla por capa
100 mm [4 in]	2	25
150 mm [6 in]	3	25
225 mm [9 in]	4	50

Fuente: ASTM C31 (Preparación de especímenes de hormigón en la obra)

2.4.4 Esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos (ASTM C 39)

Este método de ensayo es usado para determinar el esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos preparados y curados de acuerdo con las Prácticas ASTM C 31.

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a la probeta cilíndrica a una razón que está dentro del rango prescrito antes de que la falla ocurra, utilizando una maquina motorizada de prensa hidráulica. El esfuerzo de compresión de la probeta es calculado dividiendo la carga máxima obtenida durante el ensayo por el área de la sección transversal del espécimen (ASTM, 2003)

Los valores obtenidos dependerán del tamaño y forma del espécimen, procedimiento de mezclado, los métodos de muestreo, moldeo, fabricación y edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado. Los resultados de este método de ensayo son usados como una base para el control de calidad de las operaciones de dosificación, mezclado y vaciado del hormigón.

2.5 CÁLCULO ESTRUCTURAL

El cálculo estructural o también conocido como diseño estructural, de acuerdo a Meli (2002) “abarca las diversas actividades que desarrolla el proyectista para determinar la forma, dimensiones y características detalladas de una estructura, ósea de aquella parte de una construcción que tiene como función absorber las solicitaciones que se presentan durante las distintas etapas de su existencia”.

Así mismo, realizar el cálculo estructural es parte fundamental y básica previa a la construcción de una obra civil, ya que se definen las características que debe tener la estructura para cumplir de manera adecuada las funciones que está destinada a desempeñar, logrando así una correcta ejecución y durabilidad de la obra.

Como nos indica Meli (2002) cualquier intento de clasificación o subdivisión del proceso del cálculo estructural resulta hasta cierto punto arbitrario, en este proyecto de grado y para entender la esencia, se considera dos aspectos fundamentales: El análisis y dimensionamiento.

2.5.1 Análisis estructural

El análisis de la estructura consiste en lo siguiente de acuerdo con Meli (2002):

Estructuración: Es la parte del proceso de cálculo estructural, donde se determinan los materiales de los que va a estar constituida la estructura, la forma global de ésta, la ubicación de los elementos estructurales y sus dimensiones preliminares.

Modelación de la estructura: Idealizar la estructura real por medio de un modelo teórico factible de ser analizado con los procedimientos de cálculos disponibles.

Establecimiento de las cargas: Las cargas y otros agentes que introducen esfuerzos en la estructura están definidos por las normas vigentes y es obligación del proyectista conocerlas, sin embargo, queda como responsabilidad del mismo determinar acciones como el viento, lluvia, nieve o al menos la obtención de datos ambientales locales que definen dicha acción.

Obtención de esfuerzos en la estructura: En esta etapa, que constituye el análisis propiamente dicho, se determinan las fuerzas internas (momentos flexionantes, fuerzas axiales y cortantes), así como las flechas y deformaciones de la estructura.

2.5.2 Dimensionamiento estructural

Este resulta del diseño de cada elemento estructural, donde en esta etapa se define en detalle la estructura y se revisa si cumple con los requisitos de seguridad adoptados. Finalmente, estos resultados necesitan ser transmitidos de manera clara y completa mediante la elaboración de planos estructurales a escala y en detalle (Meli, 2002).

2.5.3 Elementos estructurales

Tal y como nos indica la norma ACI 318 (2019) un sistema estructural consiste en miembros, nudos y conexiones, donde cada uno cumple un rol o función específico; dicho sistema estructural debe diseñarse tal que pueda resistir las cargas mayoradas, sin exceder las resistencias de diseño adecuadas de cada uno de los miembros denominados también elementos estructurales.

El sistema estructural incluye: Losas de entrepiso, columnas, vigas, escaleras, fundaciones (ACI, 2019). Para este proyecto de grado y como principal sistema utilizado en nuestro medio, se emplea el sistema aporricado, en el cual se hace uso de vigas peraltadas.

Los elementos estructurales de acuerdo a Vargas (2007), se definen:

Vigas: Elemento estructural que soporta cargas transversales, es decir, perpendiculares a su eje, como también su peso propio por medio de momentos (flexión) y fuerzas cortantes internas (Corte) que se desarrollan a lo largo del elemento.

Losa de entrepiso: Elemento estructural bidimensional, en los que la tercera dimensión es pequeña comparada con las otras dos dimensiones básicas. Las cargas que actúan sobre las losas son esencialmente perpendiculares al plano principal de las mismas, por lo que su comportamiento está dominado por la flexión; en general, las losas se clasifican como losas en una y dos direcciones, las losas cuyas deflexiones ocurren principalmente en una dirección se denominan

losas unidireccionales y cuando las deflexiones se producen en ambas direcciones se denominan losas bidireccionales.

Se puede considerar en losa en una dirección cuando el lado largo es mayor o igual a dos veces el lado corto, y si es menor a dos veces se considera losa en dos direcciones (Blanco,1994); así mismo el sistema de losa de entrepiso adoptado es apoyado en sus en sus cuatro lados sobre las vigas de hormigón armado del sistema estructural aporticado.

Columnas: Elemento vertical que soporta cargas a compresión de los pórticos estructurales, y sirven para apoyar las vigas cargadas. En general, las columnas también soportan momentos flectores con respecto a uno o los dos ejes de la sección transversal y esta acción tiende a producir fuerzas de tracción sobre una parte de dicha sección. Aún en estos casos, se hace referencia a las columnas como elementos a compresión puesto que las fuerzas axiales de compresión dominan su comportamiento.

Las columnas pueden clasificarse debido a la posición de la carga en la sección transversal, logrando clasificarlas en columna cargada axialmente (No soporta momento) o en columna con carga excéntrica en donde se produce un momento (Uniaxial o Biaxial) al existir una excentricidad de la carga axial respecto al centro de la sección transversal.

Escaleras: Elementos inclinados que constan de peldaños consecutivos que sirven para comunicar diferentes niveles en una edificación, dichos peldaños están conformados por la huella y la contrahuella, disponiendo de los necesarios para cumplir con la altura entre niveles.

Fundaciones: Es aquella parte de la edificación que está en contacto directo con el terreno, teniendo la función de distribuir las cargas provenientes de la estructura al suelo, de manera que este sea capaz de resistirlo, y no sufra asentamientos mayores a los permitidos; estas se clasifican en superficiales y profundas (Camacho y Sempertegui, 2009), en este proyecto de grado se hará uso de fundaciones superficiales.

Zapatas: Son las que transmiten la carga de una sola columna al suelo. Este tipo de zapatas puede ser de diversas formas geométricas de acuerdo a las necesidades, su uso es indicado para casos en los que la carga es pequeña como edificaciones menores a cinco plantas y/o a suelo que tenga buena resistencia (Camacho y Sempertegui, 2009).

Zapatas conectadas: La zapata conectada es una solución alternativa a la zapata combinada para el caso de columnas en límite de propiedad. Empleando una viga de fundación que absorbe y equilibra la mala distribución de esfuerzos (Camacho y Sempertegui, 2009).

2.5.4 Predimensionamiento de elementos estructurales

Una de las inquietudes previa al diseño de los elementos estructurales principales que componen el edificio (losas, vigas, columnas) es justamente las dimensiones que deben tener estos, es ahí donde se debe realizar un predimensionamiento, con el fin de poder iniciar los cálculos correspondientes con una sección de referencia, cabe recalcar que como su nombre lo dice, es solo una estimación, no es la sección final, esta se obtendrá una vez finalizado de manera satisfactoria el análisis y diseño del cálculo estructural de la edificación.

Existen muchos mecanismos para determinar preliminarmente las dimensiones de los elementos estructurales de una edificación, a continuación, se presentan los criterios seleccionados para cada elemento estructural.

Losas dispuestas en una dirección y vigas:

Para las losas armadas en una dirección tanto alivianadas como macizas, y vigas de hormigón armado, se calcula la altura mínima para el predimensionamiento según IBNORCA (2017) mediante la siguiente tabla dada en la Norma Boliviana NB 1225001-1 para elementos sometidos a flexión diseñándolos para que tengan una rigidez adecuada con el fin de limitar cualquier deflexión o deformación que pudiese afectar la resistencia o el funcionamiento de la estructura.

TABLA 2.15 *Espesores mínimos de losas armadas en una dirección y vigas*

	ESPESOR MÍNIMO, h (mm)			
	Simple-mente apo-yados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$l/16$	$l/18,5$	$l/21$	$l/8$

Fuente: NB 1225001-1, Figura 9.5.2.1, Pág. 122

Losas dispuestas en dos direcciones:

Para las losas de hormigón armado armadas en dos direcciones tanto macizas como alivianadas (mediante altura equivalente), la altura mínima se calcula según IBNORCA (2017) mediante la tabla 2.16 dada en la Norma Boliviana NB 1225001-1, calculando la relación de rigidez viga - losa mediante el método de pórticos equivalentes dispuesto en el capítulo 13 de dicha norma, todo esto es necesario para calcular el valor promedio de las rigideces viga y losa de un paño (el más desfavorable) y poder aplicar las ecuaciones dispuestas a continuación:

TABLA 2.16 *Espesor mínimo de losas de dos direcciones con vigas entre sus apoyos*

α_m	Espesor mínimo h , mm	
$\alpha_m \leq 0,2$	Se aplican las disposiciones de 9.5.3.2	
$0,2 < \alpha_m \leq 2,0$	$h \geq$	$\frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1.400} \right)}{36 + 5 \beta (\alpha_{fm} - 0,2)}$
		120 mm
$\alpha_m > 2,0$	$h \geq$	$\frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1.400} \right)}{36 + 9 \beta}$
		90 mm

Fuente: NB 1225001-1, Figura 9.5.3.3, Pág. 125

Donde:

l_n =Corresponde a la luz libre en la dirección larga medida de cara a cara de vigas (mm).

α_{fm} =Valor promedio de α_f para todas las vigas en los bordes de un panel.

$\alpha_f = \frac{E_{cb} * I_b}{E_{cs} * I_s} = \frac{I_b}{I_s}$ =Relación de inercias entre viga y losa.

β = Relación de la luz libre en la dirección larga a la luz libre en la dirección corta.

f_y = Resistencia de fluencia del acero.

Columnas:

De acuerdo a Morales (2006) en su libro “Diseño de concreto armado” (Basado en la ACI 318) nos presente el siguiente criterio según ensayos experimentales en Japón.

$$Ac = \frac{P}{n * f'_c}$$

Donde:

Ac = Área de la columna predimensionada (cm²)

P = Carga total que soporta la columna (Kg).

n = Valor que depende del tipo de columna (Adimensional).

f'_c = Resistencia especificada del hormigón a compresión (kg/cm²).

P_g = Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna (Kg).

Los valores “n” dependen de la posición de la columna en la estructura, ya sea interior, exterior y esquina, y el valor de “P” resulta de la multiplicación de P_g por un coeficiente de mayoración según el mismo criterio anterior mencionado, a continuación, se muestran los valores de dichos coeficientes en la siguiente tabla.

TABLA 2.17 *Coeficientes según la ubicación de columna*

TIPO C1 (Para los primeros pisos)	Columna Interior	$P = 1,10 P_G$ $n = 0,30$
TIPO C1 (Para los 4 últimos pisos superiores)	Columna Interior	$P = 1,10 P_G$ $n = 0,25$
TIPO C2, C3	Columnas extremas de pórticos interiores	$P = 1,25 P_G$ $n = 0,25$
TIPO C4	Columna de esquina	$P = 1,50 P_G$ $n = 0,20$

Fuente: Ing. Roberto Morales, Diseño en concreto armado, Pág. 128.

2.5.5 Cargas sobre la estructura

Las cargas consideradas son de suma importancia para el cálculo estructural de la edificación, estas cargas se definen según el peso de los materiales que se vayan a utilizar, la zona de la estructura, la utilidad de los ambientes de la edificación y demás.

Para el presente proyecto de grado se toman en consideración las siguientes cargas para el cálculo estructural:

- Carga muerta: Peso propio y carga permanente
- Carga variable: Sobrecarga de servicio y de lluvia
- Acción del viento.

Carga muerta por peso propio (Dg):

Son las que corresponden a la acción del peso propio de la estructura misma, como ser las losas de entrepiso, vigas, columnas, etc. Estas se definen según la sección de dichos elementos y los materiales de cual están compuestos (IBNORCA, 2013).

Carga muerta permanente (Dp):

De acuerdo a la NB 1225002, corresponde al peso del resto de las cargas muertas, pisos, muros, instalaciones y otros elementos de presencia permanente y que no son parte de la estructura resistente (IBNORCA, 2013).

Sobrecarga de servicio (L):

Las sobrecargas de servicio o también denominadas cargas vivas, son de acuerdo al IBNORCA (2013) cargas debidas a la ocupación y uso o servicio que presta la estructura; por ejemplo: peso de personas y muebles en edificios, mercaderías en depósitos, etc. Estos valores se pueden adoptar de la norma boliviana NB 1225002.

Acción del viento (W):

De acuerdo a IBNORCA (2014) es la acción producida por las presiones y succiones que el viento origina sobre las superficies de una estructura ya sea abierta o cerrada, esta acción se trata a detalle en la norma “Acciones sobre las estructuras - acción del viento” NB 1225003.

Esta norma contiene dos métodos admitidos para el cálculo de la acción del viento, el método usado en este proyecto de grado es el procedimiento analítico. Según este método el viento produce una presión, la cual está relacionado con varios factores en relación a la velocidad básica del viento, importancia y exposición de la estructura, entre otros.

Las presiones de diseño para los sistemas principales resistentes a la fuerza del viento de edificios de todas las alturas se deben determinar mediante la siguiente ecuación:

$$p = q G C_p - q_i (G C_{pi}) [N/m^2]$$

Donde:

p = Presión de diseño del viento

q = q_z Presión dinámica evaluada a la altura z sobre el nivel del suelo.

q_i = Presión dinámica en paredes de barlovento, laterales, sotavento y techos.

G = Factor de ráfaga.

C_p = Coeficiente de presión externa.

$G C_{pi}$ = Coeficiente de presión interna.

$$q_z = 0,613 * K_z * K_{zt} * K_d * V^2 * I [N/m^2]$$

K_z = Coeficiente de exposición.

K_{zt} = Factor topográfico.

K_d = Factor de direccionalidad del viento.

V = velocidad básica del viento (m/s).

I = Factor de importancia.

Sobrecarga de lluvia (R):

Cada parte de un techo debe diseñarse para soportar la carga de toda el agua de lluvia que se acumulará en él si el sistema de drenaje primario para esa parte está bloqueado, más la carga uniforme causada por el agua que se eleva por encima de la entrada del sistema de drenaje secundario (ASCE/SEI, 2017). Siguiendo las recomendaciones de la sección 8.3 de la ASCE/SEI 7-16, se puede determinar la carga de lluvia mediante la siguiente ecuación.

$$R = 0.0098 * (d_s + d_h)$$

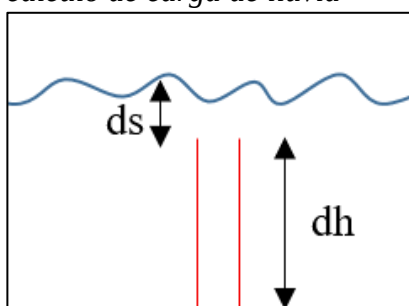
Donde:

R = Carga de lluvia en el techo (KN/m²)

ds = Profundidad de agua en el techo hasta la entrada del sistema de drenaje secundario, cuando el primario se encuentra bloqueado (mm).

dh = Sobre elevación hidráulica, es decir la altura del agua por encima de la boca de entrada del sistema de desagüe secundario (mm).

FIGURA 2.2 Distancias para el cálculo de carga de lluvia



Fuente: Elaboración propia

En el caso común en nuestro medio, la altura “dh” es igual a cero, ya que las bajantes (Tubos de PVC) se encuentran al nivel del techo esperando recibir el agua de lluvia mediante la pendiente de este.

Para calcular el valor de la distancia “ds” se debe estimar el caudal de lluvia, es por esto que acudimos al reglamento nacional de instalaciones domiciliarias desarrollado por el MMyA (2011) aplicado a nivel nacional, el cual en la sección 3.5.1 nos permite determinar el caudal de diseño para instalaciones de drenajes pluviales con la ecuación del método racional.

$$Q_d = \frac{10^{-6}}{3.6} * C * i * A$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento (Adimensional)

i = Intensidad de lluvia a considerar (mm/h)

A = Área de la superficie drenada (m²)

Reemplazando los valores seleccionados para este proyecto de grado en la ecuación se obtiene el resultado expresado en la siguiente tabla:

TABLA 2.18 Valores seleccionados para el cálculo del caudal de diseño

C (Adimensional)	I (mm/h)	A (m ²)	Qd (m ³ /s)
<i>Tabla 3.1 (NB 688)</i>	<i>Tabla 3.2 (NB 688)</i>	<i>Área de la azotea</i>	<i>Caudal de diseño</i>
1,00	170,00	458,27	0,022

Fuente: Elaboración propia

Conocido el valor del caudal de diseño de drenaje pluvial, con la ayuda de la tabla 2.19 de acuerdo con la ASCE/SEI (2017), se determina el valor de “dh”, asumiendo un diámetro de 8”, teniendo en cuenta los valores presentados a continuación:

TABLA 2.19 Altura sobre evaluación hidráulica “dh” (mm).

Drainage System	Hydraulic Head d_h , mm									
	25	51	64	76	89	102	114	127	178	203
102 mm diameter drain	.0051	.0107	.0114							
152 mm diameter drain	.0063	.0120	.0170	.0240	.0341					
203 mm diameter drain	.0079	.0145	.0214	.0353	.0536	.0694	.0738			
152 mm wide, channel scupper ^b	.0011	.0032	^a	.0057	^a	.0088	^a	.0122	.0202	.0248
610 mm wide, channel scupper	.0045	.0126	^a	.0227	^a	.0353	^a	.0490	.0810	.0992
152 mm wide, 102 mm high, closed scupper ^b	.0011	.0032	^a	.0057	^a	.0088	^a	.0112	.0146	.0160
610 mm wide, 102 mm high, closed scupper	.0045	.0126	^a	.0227	^a	.0353	^a	.0447	.0583	.0638
152 mm wide, 152 mm high, closed scupper	.0011	.0032	^a	.0057	^a	.0088	^a	.0122	.0191	.0216
610 mm wide, 152 mm high, closed scupper	.0045	.0126	^a	.0227	^a	.0353	^a	.0490	.0765	.0866

Fuente: ASCE/SEI 7-16, tabla C8-2.

TABLA 2.20 Cálculo de la carga de lluvia

ds (mm)	dh(mm)	R (KN/m ²)
0,00	64,00	0,6272

Fuente: Elaboración propia

Es importante al final de todo el procedimiento, notar que, la carga determinada obedece a un sistema de drenaje pluvial de 8”, considerando la aplicación de 4 bajantes de tuberías de 4” de PVC de desagüe pluvial, la carga calculada se reduciría a:

$$R = 0,1568 \left(\frac{KN}{m^2} \right) = 15,68 \left(\frac{Kg}{m^2} \right)$$

2.5.6 Método de diseño por resistencia

El método de diseño aplicado en este proyecto de grado es el método por Resistencia, el cual requiere que en cualquier sección la resistencia de diseño de un elemento sea mayor o igual que la resistencia requerida calculada mediante las combinaciones de cargas mayoradas de acuerdo a IBNORCA (2017) especificadas en la NB 1225001-1, esto se expresa de la siguiente manera:

$$\phi * Rn \geq U$$

Donde:

Rn= Resistencia nominal de la sección de un elemento estructural.

U= Resistencia requerida de acuerdo a las cargas mayoradas.

ϕ =Factor de reducción de resistencia.

Resistencia requerida:

La resistencia requerida (U) debe ser por lo menos igual al efecto de las cargas mayoradas según las combinaciones que se presentan a continuación.

Estructura vacía: $U=1,4 (D+F)$

Estructura con sobrecarga: $U= 1,2 (D+F+T) +1,6 (L+H) +0,5 (Lr \text{ o } S \text{ o } R)$

Estructura de cubierta: $U= 1,2 D +1,6 (Lr \text{ o } S \text{ o } R) + (1,0 L \text{ o } 0,8 W)$

Acción de viento: $U= 1,2 D +1,0 W +1,0 L +0,5 (Lr \text{ o } S \text{ o } R)$

Acción sísmica: $U= 1,2 D +1,0 E +1,0 L +0,2 S$

Acción de viento + empujes de suelo: $U= 0,9 D +1,0 W +1,6 H$

Acción sísmica + empuje de suelos: $U= 0,9 D +1,0 E +1,6 H$

Donde:

D= Cargas muertas

E= efecto de carga producidos por el sismo

F= Cargas debidas al peso y presión de fluidos

H= Cargas debidas al peso y empuje del suelo.

L=Cargas vivas

Lr= Cargas vivas de cubierta

R= Cargas por lluvia

S= Cargas por nieve

T= Efectos acumulados de variación e temperatura y retracción del hormigón.

W= Carga de viento.

Los factores de cargas señalados anteriormente tienen el propósito de dar seguridad adecuada contra un aumento en las cargas de servicio más allá de las especificaciones en el diseño, para que sea improbable la falla de la estructura, así mismo nos ayudan a asegurar que las deformaciones bajo cargas de servicio no sean excesivas.

Resistencia de diseño:

La resistencia de diseño proporcionada por un elemento estructural, sus uniones con otros elementos y su sección transversal, en términos de flexión, carga axial, corte y torsión, es igual a la resistencia nominal calculada, multiplicada por un factor de reducción de la resistencia ϕ , que es menor que la unidad (IBNORCA, 2017).

Los factores de reducción toman en cuenta las inexactitudes en los cálculos y fluctuaciones en la resistencia del material, en la mano de obra y en las dimensiones. En las vigas se considera el más alto valor de ϕ debido a que están diseñadas para fallar por flexión de manera dúctil con fluencia del acero en tracción. En las columnas tienen el valor más bajo de ϕ , puesto que pueden fallar en modo frágil cuando la resistencia del hormigón es el factor crítico, adicionalmente la falla de una columna puede significar el desplome de toda la estructura y es de difícil reparación (Morales, 2006).

Los valores de ϕ son los siguientes:

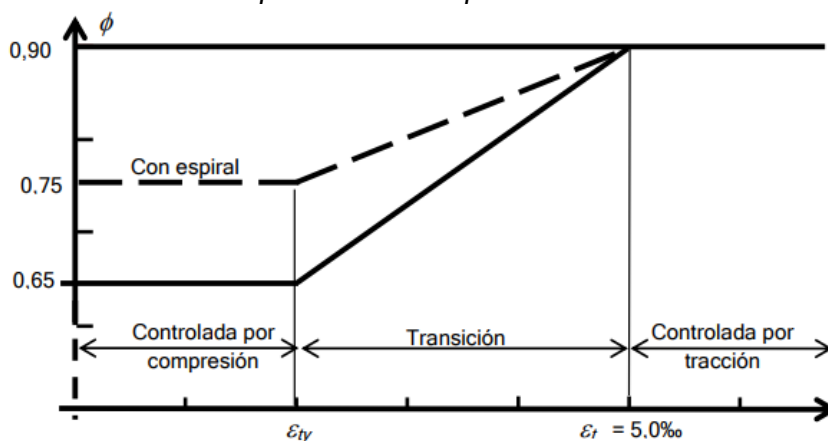
Para flexión = 0,90

Para corte y torsión = 0,75

Para flexo compresión = 0,75 (Columnas zunchadas)

= 0,65 (Columnas estribadas)

FIGURA 2.3 Variación de ϕ en función de la deformación de la armadura a tracción



Fuente: NB 1225001-1, Figura 9.3.2.2, Pág. 119

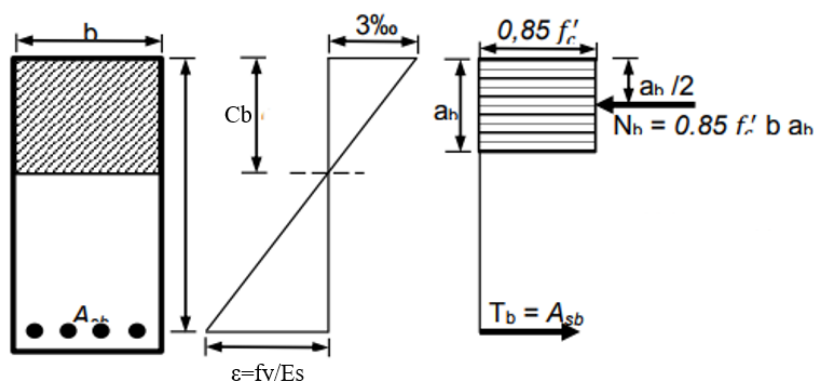
Diseño a flexión:

Se realiza el diseño a flexión aplicando los conceptos establecidos de la falla balanceada de acuerdo a IBNORCA (2017) en la norma boliviana NB 1225001-1, la cual sucede cuando existe suficiente cantidad de acero para colocar el eje neutro en una ubicación donde el esfuerzo de

fluencia del acero y la máxima deformación del hormigón de 0.003 existan al mismo tiempo, es un estado idealizado el cual la falla se produce simultáneamente, se inicia la fluencia del acero y el aplastamiento del hormigón.

Evitando una falla frágil, la cual se presenta cuando hay más acero que lo requerido, y así mismo evitar la falla dúctil, la cual se presenta cuando hay menos acero que el requerido en la condición balanceada (Vargas, 2007).

FIGURA 2.4 Condición de deformación balanceada en flexión



Fuente: NB 1225001-1, Figura 10.3.2, Pág. 131.

Para un elemento estructural que tiene armadura en zona de tracción y con una distribución rectangular de esfuerzos equivalentes como en la anterior figura, asumiendo que la armadura entra en fluencia antes que el aplastamiento del hormigón, la resistencia nominal al momento se puede calcular en base a la condición de equilibrio de fuerzas y momentos (Vargas, 2007), obteniendo entonces la siguiente ecuación para calcular el momento reducido nominal (μ_n):

$$\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$$

Para luego reemplazar en la siguiente ecuación y obtener la cuantía mecánica (ω):

$$\omega = 0,85 * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}}\right)$$

Y finalmente poder calcular el área de acero longitudinal (**As**):

$$As = \omega * \frac{b * d * f'c}{fy} \text{ (cm}^2\text{)}$$

Ya con este resultado, poder definir el número de barras, dividiendo dicho valor entre el área de las barras de acero a usar; así mismo, siguiendo lo que nos indica el IBNORCA (2017) en

la norma NB 1225001 calcular las áreas de acero mínimo para elementos a flexión que se debe tener según las dimensiones de la sección del elemento estructural mediante la siguiente ecuación:

$$A_{s \min} = \frac{4\sqrt{f'c} * b * d}{5 f_y} \geq \frac{14 * b * d}{f_y}$$

Donde para las ecuaciones anterior vistas:

$f'c$ = Resistencia Especificada a compresión del hormigón.

f_y = Resistencia de fluencia del acero.

ϕ = Factor de reducción a la flexión (0,90).

b = Ancho de la viga.

d = Altura efectiva de la viga.

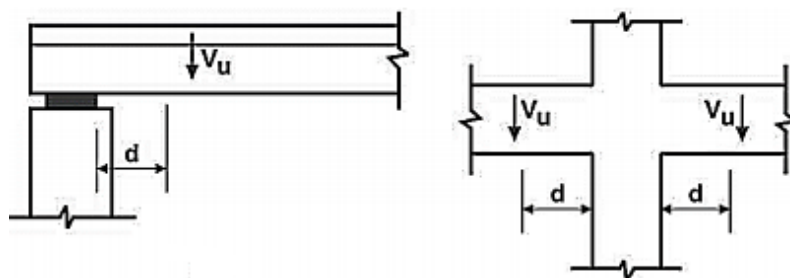
M_u = Momento último o mayorado en la sección.

Diseño a corte:

De acuerdo a Vargas (2007) la falla por tensión diagonal es el termino correcto para describir la falla por corte de elementos de hormigón, la falla por corte es frecuentemente repentina y brusca, es por eso que se deben diseñar los elementos con una resistencia a corte para asegurar que la falla por flexión ocurra primero; la determinación de la cantidad de armadura de corte es basada en una forma modificada de la analogía del reticulado, asumiendo que el refuerzo de corte absorbe el exceso de corte que no absorbe la proporcionada por el hormigón.

Así mismo IBNORCA (2017) en la NB 1225001-1 nos permite diseñar secciones utilizando la fuerza cortante mayorada (V_u) localizada a una distancia “ d ” medida desde la cara del apoyo, como se muestra en la siguiente figura.

FIGURA 2.5 Ubicación del esfuerzo de corte mayorado



Fuente: NB 1225001-1, Figura 11.1.3, Pág. 149.

Es así que teniendo en cuenta esto, IBNORCA (2017) nos presenta lo siguiente: El esfuerzo cortante nominal es igual a $V_n = V_c + V_s$, y así mismo $V_n = V_u / \phi$, donde:

$$V_c = 0,53\lambda\sqrt{f'c} * b * d$$

Y teniendo en cuenta esto, $V_s = V_n - V_c$. Donde la fuerza de corte perpendicular al elemento resistida por los estribos se calcula mediante:

$$V_s = \frac{A_v * f_{yt} * d}{s}$$

Donde para las ecuaciones anterior vistas:

$f'c$ = Resistencia Especificada a compresión del hormigón.

f_{yt} = Resistencia de fluencia del acero.

ϕ = Factor de reducción al corte (0,75).

V_u = Fuerza cortante mayorada en la sección considerada.

V_n = Resistencia nominal al cortante de la sección.

V_c = Resistencia al cortante proporcionada por el hormigón.

V_s = Resistencia al cortante proporcionada por la armadura.

s = Separación entre estribos.

b = Ancho de la viga.

d = Altura efectiva de la viga.

A_v = Dos veces el área de la barra de un estribo.

Teniendo en cuenta el área transversal de dichas barras, se puede llegar a calcular el espaciamiento de los estribos de acero para el elemento estructural, siempre que dicho espaciamiento sea menor a “ $d/2$ ” ó “30 cm.” cómo nos indica la NB 1225001-1. Así mismo nos indica la armadura mínima al cortante, que tiene que ser el mayor valor obtenido entre las siguientes ecuaciones.

$$\frac{A_v \min}{s} \geq \frac{\sqrt{f'c}}{5} \frac{b}{f_{yt}} \quad \frac{A_v \min}{s} \geq 3,5 \frac{b}{f_{yt}}$$

Para el diseño de corte por punzonamiento en zapatas de hormigón armado, la ACI (2018) nos presenta las siguientes ecuaciones:

$$V_c = 0,53 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f'c}$$

$$V_c = 0,27 * \left(\frac{\alpha s * d}{p_o} + 2\right) * \sqrt{f'c}$$

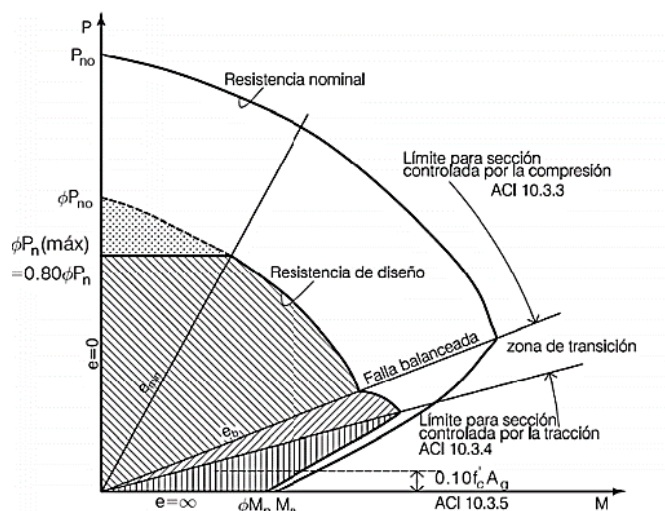
$$V_c = 1,06 * \sqrt{f'c}$$

Donde: β es la relación entre el lado largo y corto de la zapata y αs es un valor que varía según la ubicación de la carga aplicada, y sea esquina, borde o centro siendo estos 20, 30 y 40 respectivamente.

Diseño a flexo compresión en columnas:

De acuerdo a Vargas (2007) un diagrama de interacción de resistencia de columnas de hormigón armado, es un gráfico que define la resistencia utilizable para diferentes combinaciones de carga axial y momento de falla para determinada columna en el intervalo completo de excentricidades desde cero hasta infinito, sobre el eje vertical se dibujan las cargas axiales y sobre el eje horizontal se representan los correspondientes momentos flectores resistentes, medidos en relación a un eje principal centroidal de la sección transversal de la columna.

FIGURA 2.6 Diagrama de interacción de resistencias (Columna con estribos cerrados)



Fuente: Micky Vargas (2007) Texto guía de hormigón armado, Pág. 346.

Para la evaluación de la resistencia de las columnas sujetas a diferentes combinaciones de cargas axiales y momentos flectores es posible deducir una familia de ecuaciones, las cuales pueden resultar tediosas, por esta razón los diagramas de interacción de columnas generalmente son calculados suponiendo series de distribuciones de deformaciones, cada una correspondiente a un punto en particular del diagrama, y a partir de ellos se calculan los correspondientes valores de P (resistencia a la carga axial) y M (resistencia al momento flector); una vez calculado la suficiente cantidad de puntos, los resultados son resumidos en un diagrama de interacción (Vargas, 2007).

De acuerdo a Vargas (2007) los puntos correspondientes a los estados de transición para la elaboración del diagrama de interacción se definen como sigue:

- Estado 1: Compresión axial pura (No existe momentos flectores).
- Estado 2: Máxima compresión axial (Excentricidad mínima).

Estado 3: Esfuerzo en el refuerzo cercano a la cara de tracción = 0 ($f_s=0$).

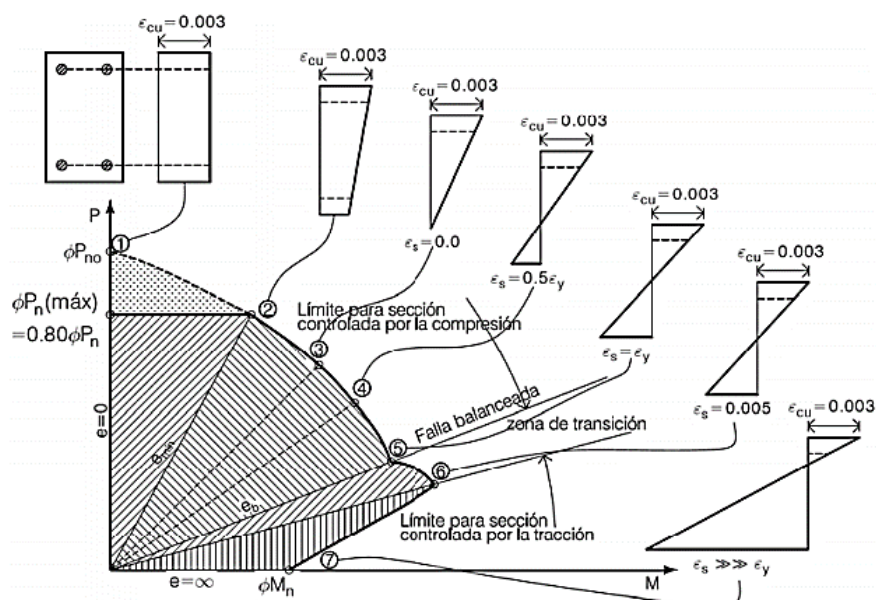
Estado 4: Esfuerzo en el refuerzo cercano a la cara de tracción = $0.5 f_y$ ($f_s=0.5f_y$).

Estado 5: Punto balanceado; esfuerzo en el refuerzo cercano a la cara de tracción = f_y ($f_s=f_y$). Este punto representa la falla balanceada en la cual desarrollan simultáneamente el aplastamiento del hormigón y la fluencia del acero a tracción.

Estado 6: Punto de control de tracción.

Estado 7: Flexión pura (No existe carga axial).

FIGURA 2.7 Deformaciones correspondiente a los puntos del diagrama de interacción.



Fuente: Micky Vargas (2007) Texto guía de hormigón armado, Pág. 347.

Así mismo, según lo establecido en la NB 1225001-1 (IBNORCA, 2017) la resistencia axial de diseño máxima ($\phi P_n, \max$), para elementos no pretensados con estribos cerrados no debe tomarse mayor que el resultado de aplicar la siguiente ecuación.

$$\phi P_n, \max = 0,80 * \phi [0,85 * f'c (A_g - A_{st}) + f_y * A_{st}]$$

Donde:

$f'c$ = Resistencia Especificada a compresión del hormigón.

f_y = Resistencia de fluencia del acero.

ϕ = Factor de reducción a la flexo compresión (0,65).

$P_n \max$ = Resistencia axial nominal máxima de la sección transversal.

A_{st} = Área total de la armadura longitudinal.

A_g = Área bruta de la sección.

2.6 COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OBRA

La estimación de costos y la elaboración de presupuestos, representa uno de los pasos más importantes en lo que se refiere la planificación de una obra. En cada etapa de la construcción, el presupuesto representa la base para la toma de decisiones y, en los que se refiere en obras de carácter público (licitaciones), es el factor más importante en la adjudicación de contratos. Actualmente, la gran competitividad en el sector de la construcción, hace que la estimación de costos sea una de las causas de éxito o fracaso de empresas.

De acuerdo a Padilla Carreño (2011) la elaboración de un presupuesto, tiene su base en la asignación de un precio unitario a cada una de las actividades que se desarrollan representadas por una cantidad o volumen de obra. El costo total es la sumatoria de la multiplicación de los precios unitarios y la cantidad de cada ítem del presupuesto.

La determinación de los volúmenes de obra se basa en la interpretación de los planos y de las especificaciones técnicas, realizando lo que se conoce como cómputos métricos, estos junto con los precios unitarios son los factores determinantes para la realización de un presupuesto de obra.

2.6.1 Cómputos métricos

Los cómputos métricos son mediciones de longitudes, áreas y volúmenes que requieren el manejo de fórmulas geométricas; los términos cómputo, cubicación y metrado son palabras equivalentes. No obstante, de su simplicidad, el cómputo métrico requiere del conocimiento de procedimientos constructivos y de un trabajo ordenado y sistemático. La responsabilidad de la persona encargada de los cómputos, es de mucha importancia, debido a que este trabajo puede representar pérdidas o ganancias a los propietarios o contratistas (Padilla, 2011).

2.6.2 Análisis de precios unitarios y su estructura

Los análisis de precios unitarios, se calculan para cada uno de los ítems de una obra en base a las especificaciones y planos, juntamente con los volúmenes de cada ítem, sirven para determinar el presupuesto de una obra. Los elementos que componen un Precio Unitario son:

- 1) Materiales
- 2) Mano de obra
- 3) Equipo, maquinaria y herramientas
- 4) Gastos generales y administrativos
- 5) Utilidad
- 6) Impuestos

Actualmente, el Modelo de Documento Base de Contratación para la Contratación de Obras en la modalidad de Licitación Pública, aprobado por el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, establece un formato de análisis de precios unitarios (formulario B-2), de uso obligatorio, que permite homogeneizar la forma de presentación de las propuestas y coadyuvar en el cumplimiento de las obligaciones sociales y tributarias (CDCC, 2010).

2.6.3 Costos directos

El costo directo del precio unitario de cada ítem debe incluir todos los costos en que se incurre para realizar cada actividad, en general, este costo directo está conformado por tres componentes que dependen del tipo de ítem o actividad que se esté presupuestando (Padilla, 2011):

Materiales: Son los recursos que se utilizan en cada una de las actividades o ítems de la obra y están determinados por las especificaciones técnicas, el costo de estos consiste en una cotización adecuada de los materiales a utilizar en una determinada actividad o ítem, esta cotización debe ser diferenciada por el tipo de material y buscando al proveedor más conveniente

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta en lo que se refiere a los materiales es el rendimiento que tienen estos, es decir la cantidad de material que se necesita en una determinada actividad o ítem.

Mano de obra: La mano de obra es un recurso determinante en la preparación de los precios unitarios. Se compone de diferentes categorías de personal tales como: Albañiles, mano de obra especializada, peones y demás personal que afecta directamente al costo de la obra.

Los salarios de los recursos de mano de obra están basados en el número de horas por día, y el número de días por semana, respecto al rendimiento se puede definir como el tiempo que requiere de un obrero para hacer una unidad del ítem en cuestión.

Equipo, maquinaria y herramientas: Se considera a todas las maquinarias como ser: grúas, volquetes, cargadores frontales, etc. dependiendo el tipo de actividad o ítem que se analice. Respecto a las herramientas este monto está reservado para la reposición del desgaste de las herramientas y equipos menores que son de propiedad de las empresas constructoras.

2.6.4 Costos indirectos

De acuerdo a Padilla (2011) Son aquellos gastos que no son fácilmente cuantificables para ser cobrados directamente al cliente, estos incluyen: gastos generales, utilidades y los impuestos.

Gastos generales y administrativos: Son aquellos gastos no incluidos en los costos directos y son muy variables, dependiendo de aspectos como el lugar donde se debe realizar la

obra. Así, por ejemplo, las obras locales tienen gastos generales más bajos que los que están ubicados en el campo y también es obvio que una empresa constructora grande tiene gastos generales mayores que la de una pequeña.

También tiene influencia el tipo de garantía (boletas bancarias o pólizas de seguro), el monto de contratos anuales y la magnitud de la empresa constructora, depende entonces de cada empresa constructora determinar el porcentaje de gastos generales para cada una de sus obras.

Utilidad: Las utilidades deben ser calculadas en base a la política empresarial de cada empresa, al mercado de la construcción, a la dificultad de ejecución de la obra y a su ubicación geográfica (urbana o rural).

Impuestos: Comprende los impuestos fijados por ley con sus respectivas alícuotas. En la estructura de precios unitarios el Impuesto a las Transacciones (IT) se aplica sobre todos los componentes y el Impuesto al Valor Agregado (IVA) se aplica solamente sobre la mano de obra conforme el formulario B-2 del Modelo del Documento Base de Contrataciones (CDCC, 2010).

CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El presente trabajo fue ejecutado dentro del predio de la Televisión Universitaria Canal 21 (Tv U) de la universidad amazónica de Pando ubicado sobre la Av. Internacional, lugar donde se plantea la ejecución de la estructura y responde a las necesidades de contar con la información geométrica, georreferenciada, precisa y confiable sobre el área levantada.

El objetivo principal es representar en un plano a escala los detalles del predio, como ser: su ubicación, límites, longitud y otros datos que se consideren necesarios para la construcción del bloque académico del ACSyH, mediante procedimientos topográficos apropiados y enlazados a la Red Geodésica Municipal existente a la fecha.

Para el levantamiento topográfico del predio se utilizó un aparato electro-óptico denominado Estación Total y sus respectivos accesorios, se tomó como base de partida dos localizaciones que tienen su respectivo código catastral denominados “BM” con coordenadas UTM zona/huso 19 WGS 84.

3.1.1 Datos y ubicación del predio

El predio en cuestión se encuentra en el distrito 1 en el municipio de Cobija, instalaciones de la Televisión universitaria propiedad de la Universidad Amazónica de Pando, siendo la construcción existente en el predio de muros de ladrillo y cubierta metálica con techo de calamina; realizada la visita y reconocimiento del terreno, se obtienen los siguientes datos:

FIGURA 3.1 Ubicación espacial y datos del predio levantado



Fuente: Elaboración Propia

3.1.2 Equipos y materiales utilizados

Para llevar a cabo el levantamiento topográfico se hizo uso de:

- Una estación total marca Leica modelo TS02 plus.
- Un trípode
- Un bastón con prisma
- Un flexómetro
- Libreta de anotaciones
- Estacas de madera y clavos de calamina
- Un mazo y una pintura en spray.

FIGURA 3.2 *Materiales y equipos usados en el levantamiento*



Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Trabajo de campo

Se inició el trabajo de campo del levantamiento topográfico colocando el trípode de manera que esté lo más nivelado posible, ubicando la estación total sobre la plataforma base del trípode para poder situarlo en el punto a estacionar, tomando como primer punto el banco de marca conocido denominado BM DC-15 y como segundo punto el BM DC-16 ubicados sobre la avenida Pando correspondientes a la red geodésica municipal.

Una vez estacionado el equipo se da inicio al levantamiento topográfico realizando un total de 8 estacionamientos denominados puntos auxiliares “AUX P1-P8”, para poder llegar hasta el predio, donde se procede a visar (Usando el prisma) todos los puntos necesarios registrándose así sus respectivas coordenadas y dándoles un nombre a cada punto visado guardándose automáticamente en la memoria del equipo.

TABLA 3.1 *Coordenadas de puntos de partida*

Punto	Este	Norte	Elevación
BM DC-15	526228,660	8781000,447	221,650
BM DC-16	525957,824	8780713,105	226,354

Fuente: Secretaría municipal de infraestructura, Municipio de Cobija

3.1.4 Trabajo de gabinete

Concluido el trabajo de campo, con todos los datos obtenidos del levantamiento se procedió a realizar los cálculos y el análisis correspondiente mediante ordenador haciendo uso del software correspondiente. Producto de esta actividad, se obtiene la tabla de puntos y sus respectivas coordenadas como también de los vértices del predio, así mismo se realiza el plano de levantamiento topográfico del predio y el plano de curvas de nivel del terreno. Lo anterior mencionado se adjunta en el anexo “A”.

TABLA 3.2 *Coordenadas de los vértices del predio*

Punto	Este	Norte	Elevación
V1	526447,671	8780881,631	219,640
V2	526466,834	8780885,755	218,919
V3	526477,489	8780836,944	217,820
V4	526477,536	8780797,312	216,188
V5	526463,072	8780795,320	216,902
V6	526448,975	8780828,116	218,372
V7	526458,488	8780833,633	218,970

Fuente: Elaboración propia

3.2 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

El presente estudio geotécnico se realizó para el proyecto de grado: Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica-económica entre losas de entepiso de hormigón armado maciza y alivianada; requisito fundamental para el cálculo de las fundaciones de la estructura, ya que nos permite conocer las características del terreno necesarias para seleccionar el tipo de fundación y realizar un correcto dimensionado de la misma, tomando en cuenta la seguridad y economía de la obra.

Es por eso que para este estudio geotécnico se contempla lo que es el trabajo de campo y ensayos de laboratorio para así conocer las propiedades geotécnicas del suelo cómo también determinar la capacidad de carga admisible del mismo.

3.2.1 Trabajo de campo

La primera etapa para llevar a cabo un estudio geotécnico es realizar un trabajo de campo, en el cual las muestras de suelo son extraídas mediante un sondeo mecánico de exploración a percusión (Ensayo “SPT”), con esta técnica se perfora el terreno con una sonda cilíndrica que va extrayendo la tierra atrapada conocida como cucharas estándar tipo Terzaghi, a medida que se saca las muestras, se va colocando por orden de profundidad en bolsas, con el objetivo de realizar los respectivos ensayos de laboratorio del suelo obtenido a distintas profundidades.

A continuación, los datos referentes al sondeo realizado denominado “SPT-1”:

- Ubicación:
Predio de Televisión Universitaria Canal 21 de la U.A.P. (Tv U) ubicado entre la avenida Internacional y la calle Eliodoro Villazón
- Grupo de trabajo:
Postulante: Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez
Técnico de laboratorio de suelos: Tec. Wilder Mendoza Salas
Auxiliar de laboratorio: Univ. Rodrigo Justiniano y Univ. Alexa Puerta
- Fecha del sondeo: Se realizó el 09/10/21 desde las 09:00am hasta las 15:00pm.
- Condiciones meteorológicas: Clima soleado con temperatura promedio de 36°C durante el transcurso del trabajo de campo.

En el trabajo de campo realizado, el nivel de referencia (nivel cero) desde donde se mide la profundidad de perforación es el correspondiente al nivel superficial del piso del área de almacenes del predio mencionado; así mismo no se encontró el nivel freático en ningún punto de la perforación del sondeo realizado; a continuación, se presenta en la siguiente tabla la información de las muestras de suelo obtenidas in situ.

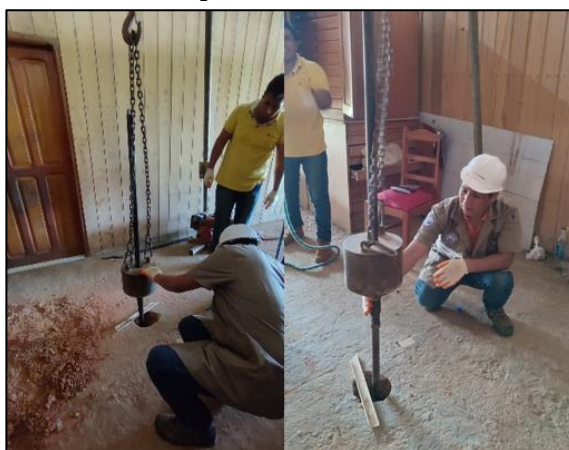
TABLA 3.3 Información in situ de muestras obtenidas

SONDEO SPT-1 “TRABAJO DE CAMPO”				
Identificación de la muestra	Profundidad (m)	Color	Consistencia o compacidad	Humedad
M1	1.00	Marrón claro	Suave	Húmeda
M2	2.50	Rojo	Dura	Húmeda
M3	4.00	Rojo claro	Dura	Húmeda
M4	5.50	Marrón rojizo claro	Dura	Húmeda

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el ensayo de exploración a percusión “SPT”, se registra el número de golpes efectuados cada 15cm de penetración, cuando se alcanza los 45cm de profundidad se toma la muestra de suelos, la suma del número de golpes requeridos para el segundo y tercer avance de 15 cm de penetración, se le denomina "resistencia a la penetración normal" o “valor N”; en la siguiente figura y tabla se puede observar el ensayo realizado, como así los registros de campo del mismo.

FIGURA 3.3 *Hincado de la cuchara bipartida en el terreno*



Fuente: Elaboración propia

TABLA 3.4 *Registro de campo del número de golpes del ensayo “SPT”*

SONDEO SPT-1					
Identificación de la muestra	Profundidad (m.)	Número de golpes			Valor “N” 30 cm – 45 cm
		15 cm	30 cm	45 cm	
M1	1.00	6	11	7	18
M2	2.50	6	8	9	17
M3	4.00	4	6	10	16
M4	5.50	3	5	5	10

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Ensayos de laboratorio

Los ensayos se ejecutaron sobre las muestras de suelos previamente obtenidas en el sondeo del punto denominado SPT-1, así mismo se procedieron de acuerdo a los estándares de la Sociedad Americana para pruebas y materiales (ASTM) y la clasificación de las muestras mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

Los ensayos de laboratorio de las muestras de suelos obtenidas se realizaron en la Universidad Amazónica de Pando, dentro de la facultad de ingeniería y tecnología (F.I.T), la cual cuenta con un laboratorio de suelos con equipos calificados para poder realizar:

- Contenido de humedad (ASTM D 2216)
- Análisis granulométrico (ASTM D 422)
- límites de consistencia (ASTM D 4318)
- Clasificación del suelo (ASTM D 2487)
- Ensayo de penetración estándar (ASTM D 1586)

Con la guía de los técnicos y jefe de laboratorio, estos ensayos fueron realizados, presentando el procedimiento y cálculo de resultados en el anexo “B” del presente proyecto de grado mediante planillas de elaboración propia según lo descrito en las normas ASTM.

FIGURA 3.4 *Ensayos de límites líquido y plástico en laboratorio*



Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Trabajo de gabinete

Habiéndose culminado los ensayos de laboratorio realizados a las muestras de suelo obtenidas en el trabajo de campo del estudio geotécnico, se procede al trabajo de gabinete que consiste en la interpretación y resumen de resultados obtenidos que caracterizan a los estratos de las diferentes profundidades que abarca el sondeo realizado.

Esto con la finalidad de obtener la clasificación mediante el sistema unificado de las muestras de suelo, como también la corrección para el valor del número de golpes N del ensayo “SPT”, y finalmente poder calcular la capacidad de carga admisible del suelo de cada uno de los estratos; las planillas elaboradas en el trabajo de gabinete se presentan en el anexo “B”.

3.3 AGREGADOS OBTENIDOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

Se obtienen las cantidades de muestras tanto de los agregados gruesos (Brita 1, Brita 5/8” y Brita Cero), como de los finos (Arena fina y polvo de brita) disponibles en nuestro medio para realizar los respectivos ensayos necesarios, con la finalidad de conocer sus características físico-mecánicas de dichos agregados para así poder realizar el diseño de la mezcla de hormigón y posterior rotura de probetas en el laboratorio de suelos y hormigones.

FIGURA 3.5 *Obtención y acopio de agregados gruesos y finos*



Fuente: Elaboración propia

Obtenidas las muestras de agregados, se transportan al laboratorio de suelos y hormigones ubicado en el campus universitario de la U.A.P. y se realiza el método por cuarteo, siguiendo lo que nos dice la norma ASTM C 702, que consiste en colocar la muestra original en una superficie limpia, dura y nivelada donde no habrá ni pérdida de material ni la adición accidental de material extraño; se debe mezclar bien el material girando con una pala toda la muestra más de tres veces.

Con el último giro, se forma una pila cónica mediante el depósito de cada palada en la parte superior de la anterior. Cuidadosamente se aplanla la pila cónica a un espesor uniforme presionando hacia abajo con una pala para que cada cuarto sector de la pila resultante contenga el material original en ella.

Se divide la masa aplanada en cuatro cuartos iguales con una pala o espátula y se retira dos cuartos diagonalmente opuestos, incluido todo el material fino, y debe cepillar el espacio dejándolo limpio, finalmente se mezcla y cuartea sucesivamente el material restante hasta que la muestra se reduzca al tamaño que se vaya a emplear en el ensayo de laboratorio; aplicando este procedimiento en los agregados gruesos seleccionados en este proyecto de grado.

FIGURA 3.6 Cuarteo manual del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio de las muestras de agregados obtenidos se realizaron en la Universidad Amazónica de Pando, dentro de la facultad de ingeniería y tecnología (F.I.T), la cual cuenta con un laboratorio de hormigones con equipos calificados para poder realizar:

- Análisis granulométrico por tamices de los agregados (ASTM C 136).
- Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos (ASTM C 127).
- Gravedad específica y absorción de los agregados finos (ASTM C 128).
- Peso unitario e índice de huecos en los agregados (ASTM C 29).
- Contenido de humedad total evaporable de los agregados (ASTM C 566).

Con la guía de los técnicos y jefe de laboratorio, estos ensayos fueron realizados, presentando el procedimiento y cálculo de resultados en el anexo “C” del presente proyecto de grado mediante planillas de elaboración propia según lo descrito en las normas ASTM.

Para poder realizar la combinación de los agregados tanto gruesos como finos, se debe tener el grafico de la curva granulométrica representativa de cada agregado seleccionado, y este grafico se obtiene de realizar el ensayo de análisis granulométrico mencionado, el cual también nos brinda el valor del módulo de finura de las muestras ensayadas.

Obtenida la combinación de los agregados mediante los resultados del ensayo de análisis granulométrico y para realizar el diseño de la mezcla de hormigón, se deben obtener también los

resultados de los demás ensayos de laboratorios mencionados, tanto para agregados finos y gruesos, se necesitan para cada muestra la gravedad específica y porcentaje de absorción, peso unitario suelto y compactado, como así el porcentaje de humedad.

FIGURA 3.7 Ensayo de peso unitario compactado en laboratorio



Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Combinación de agregados

La combinación de agregados tiene diversos fines, por ejemplo, para mejorar un agregado con otro de mejor calidad y así obtener un agregado combinado que resulte aceptable dentro de los límites que nos presenta la norma ASTM C 33 (tanto en agregados gruesos y finos) o para corregir las deficiencias en la gradación que puedan tener.

3.3.3 Gradación obtenida de los agregados finos

El agregado denominado Arena fina, no cumple con los requisitos de gradación para los agregados finos que nos otorga la norma ASTM C33, esto se puede evidenciar en su respectiva curva granulométrica obtenida del ensayo realizado; teniendo partículas muy finas retenidas en mayor cantidad a partir del tamiz No. 50.

Así mismo el módulo de finura obtenido es de 1.71, y la norma mencionada nos exige que el agregado fino para uso en mezclas debe ser mayor a 2.30 pero menor a 3.1.

Referente al agregado fino denominado polvo de brita, este presenta mejores porcentajes de gradación, están muy cerca de los límites establecidos por la norma, pero aun así no cumpliendo en varios tamices; su módulo de finura es de 3.08 siendo sus partículas mucho más gruesas que las de la arena fina.

Teniendo en cuenta lo anterior mencionado, se realiza la combinación de ambos agregados finos, mediante el método por tanteos, para obtener uno que se encuentre mejor establecido dentro de la gradación; aunque el polvo de brita tenga mejores porcentajes, la diferencia de precio es muy grande, por lo cual, desde el punto de vista económico es necesario dicha combinación con la arena fina para obtener un hormigón de buena calidad cuidando a la vez los costos del mismo.

3.3.4 Gradación obtenida de los agregados gruesos

Los agregados gruesos denominados $\frac{3}{4}$ " (Brita 1), $\frac{5}{8}$ " (Brita $\frac{5}{8}$ ") y $\frac{3}{8}$ " (Brita Cero), tienen módulo de finura de 4.24, 3.02 y 1.33 respectivamente, notándose la diferencia de grosor de mayor a menor tamaño; en lo que respecta a su gradación, la brita 1 no cumple con la mayoría de los límites establecidos por la norma ASTM C33, así mismo sucede con la brita cero; en lo que respecta a la brita $\frac{5}{8}$ " es la que cumple mejor con dichos límites, pero aun así estando al borde de estos al principio y final de su curva granulométrica.

Teniendo en cuenta lo anterior mencionado, es conveniente y necesario realizar las combinaciones en agregados gruesos mediante el método por tanteos, de estos tres materiales de piedra triturada, para así evitar vacíos en ciertos tamaños de partículas, y a la vez obtener una mejor gradación que cumpla dentro de los límites otorgados por la norma mencionada.

3.4 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN

Existen varios métodos para el diseño de mezcla de hormigón, para este proyecto de grado se adopta el método de dosificación descrito en el ACI 211.1, siendo este el más ampliamente utilizado, el cual consiste en una secuencia de 9 pasos; los datos necesarios iniciales, y con los que se debe contar para determinar las cantidades necesarias de agua, cemento y agregados para obtener el hormigón deseado al más bajo costo posible, son:

- Resistencia especificada a la compresión (f'_c).
- Exposición de la estructura (Suave, Moderada o severa).
- Revenimiento del hormigón en masa (Según la consistencia deseada).
- Determinación del uso de aditivos (Usa o no).

De los agregados finos y gruesos se deben tener los siguientes datos:

- Contenido de humedad (%).
- Porcentaje de absorción (%).
- Módulo de finura (Adimensional).
- Gravedad específica (Adimensional).

- Peso unitario compactado (Kg/m³).
- Tamaño máximo del agregado grueso y rango de gradación.

Y respecto al cemento se debe obtener el siguiente dato:

- Gravedad específica (Adimensional).

Con todos los datos mencionados, se lleva a cabo el diseño de mezcla obteniendo los valores necesarios para la fabricación de hormigón bajo condiciones de laboratorio; es así que con la mezcla de hormigón fabricada se deben realizar los ensayos de control de calidad, mismos que permiten conocer el comportamiento del hormigón en estado fresco (Trabajabilidad) y en estado endurecido (Resistencia); lo anterior mencionado mediante la elaboración de probetas cilíndricas fabricadas con la dosificación establecida.

Los materiales seleccionados obtenidos de la zona (Cobija) son el agregado grueso (combinación de piedra triturada), el agregado fino (Combinación de arena fina y polvo de brita), cemento (VIACHA IP-30) y agua obtenida de la red de agua potable.

En la fabricación del hormigón para los cilindros de prueba, se utilizó una mezcladora con capacidad de 150 litros, teniendo preparadas las porciones previamente pesadas necesarias de cada componente del hormigón (Cemento, agua, agregado grueso y fino) para fabricar la mezcla.

En el inicio de rotación de la mezcladora, se adiciona parte del agua de mezclado junto con el agregado grueso, luego se adiciona el agregado fino, cemento y agua restante, con la mezcladora funcionando; se mezcla el hormigón al menos durante 3 minutos hasta que se pueda observar que tenga la consistencia deseada.

FIGURA 3.8 *Elaboración de probetas cilíndricas de hormigón*



Fuente: Elaboración propia

Se debe vaciar la muestra en una carretilla, con muestra suficiente para realizar la prueba de asentamiento (ASTM C 143) y elaborar los moldes cilíndricos correspondientes (ASTM C31); se lleva la muestra a una superficie rígida y nivelada, cerca de donde vayan a ser almacenados, colocando la muestra dentro de los moldes metálicos en tres capas de igual altura con un numero de golpes de varilla de 25 por capa para el molde usado de 15cm de diámetro, como estipula la norma ASMT C 31; finalmente la parte superior se enrasa con la varilla metálica con un movimiento similar al del serrucho, retirando el excedente del material.

Acabado de enrasar las probetas cilíndricas, se procede a cubrir con un material impermeable (plástico) la superficie de estas, para evitar la pérdida de humedad y se deja así por un periodo aproximado de 24 h. en un ambiente protegido de la luz directa del sol; a este periodo se le conoce como curado inicial de los especímenes de hormigón.

Posteriormente se procede a realizar el curado final, el cual consiste en retirar los moldes metálicos de los especímenes cilíndricos, para curar estos en una inmersión en agua libre por encima de su superficie todo el tiempo a una temperatura de $23.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, antes de la inmersión en la piscina se deben marcar las probetas con sus datos que le corresponde, como ser el número de probeta, fecha de fabricación, resistencia y toda información necesaria para identificar cada probeta individualmente una de otra.

Para este proyecto de grado se realizaron 9 probetas con la dosificación diseñada anteriormente, esto para poder ensayar a compresión 3 probetas a los 7, 14, 28 días de edad.

FIGURA 3.9 *Curado inicial y final de probetas cilíndricas*

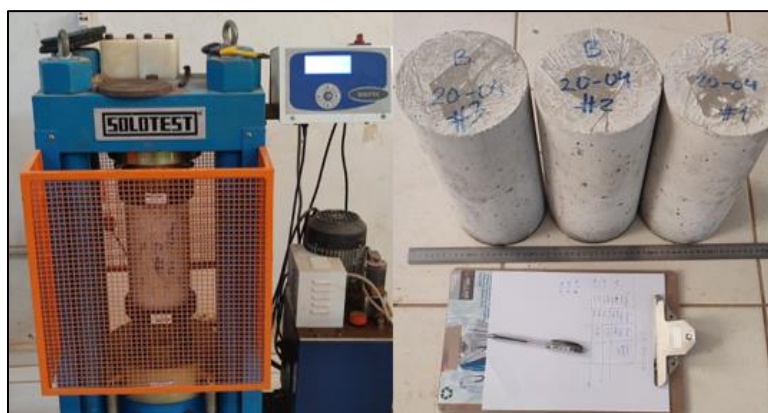


Fuente: Elaboración propia

Finalmente se realiza la rotura de las probetas fabricadas con el hormigón diseñado según lo estipula la norma ASTM C 39, donde previo a la rotura se registran las dimensiones de diámetro y peso del cilindro, y se limpian las superficies, donde las caras de aplicación de carga son cabeceadas con tapas de almohadillas de neopreno. Los cilindros se deben alinear y centrar cuidadosamente en la máquina de ensayo de compresión y deben ser cargados hasta completar la ruptura, se aplica la carga hasta que aparezca la falla de ruptura, registrándola en el informe las lecturas de la carga y resistencia; finalmente, se calcula la resistencia a la compresión del cilindro, dividiendo la carga axial máxima soportada durante la prueba entre el área promedio de la sección transversal determinada con el diámetro medido.

La combinación de agregados mediante el método por tanteos, el informe de lectura de cargas, asentamientos de las mezclas diseñadas, y datos de los moldes cilíndricos realizados, se presenta en el anexo “C” del presente proyecto de grado.

FIGURA 3.10 Prensa hidráulica utilizada y probetas a ensayar



Fuente: Elaboración propia

3.5 INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.5.1 Descripción del proyecto

El proyecto del nuevo bloque académico para el Área de Ciencias Sociales y Humanísticas de la Universidad Amazónica de Pando corresponde a una edificación de dos plantas, conforme a los planos arquitectónicos obtenidos de la unidad de infraestructura de la U.A.P. El predio donde se ubica el proyecto tiene un área total de 1817.88 m², donde actualmente son los ambientes de la televisión universitaria Canal 21 (Tv U). A continuación, se detalla el funcionamiento de los ambientes de cada nivel de dicho proyecto:

TABLA 3.5 Descripción del uso de ambientes por nivel

DESCRIPCIÓN DE LOS AMBIENTES DEL PROYECTO			SUPERFICIE (m ²)
Planta Baja (Nivel +0.00)	Aula (Capacidad 70 estudiantes)	2	184.68
	Aula (Capacidad 55 estudiantes)	2	134.46
	Aula (Capacidad 33 estudiantes)	1	42.93
	Pasillo de circulación	1	75.00
	Biblioteca	1	42.93
	Escalera	1	30.30
Planta Alta (Nivel +3.00)	Aula (Capacidad 60 estudiantes)	2	136.08
	Aula (Capacidad 55 estudiantes)	4	268.92
	Pasillo de circulación	1	75.00
	Escalera	1	30.30
Terraza (Nivel +6.00)	Terraza inaccesible	1	397.50
	Cubierta	1	82.50
TOTAL (m ²):			1500.60

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Consideraciones para el diseño

En la etapa de cálculo estructural se debe tener un análisis confiable que suministre datos lo más aproximados posibles a la realidad respecto a los materiales y acciones consideradas para poder realizar el diseño de los elementos que conforman la estructura, teniendo en cuenta esto, para el cálculo estructural en cuestión del presente proyecto de grado se aplicará lo siguiente:

Normas consideradas:

En el desarrollo análisis y diseño de la estructura del presente proyecto de grado, se utilizan como guías las siguientes normas:

- Hormigón armado: NB 1225001-1, ACI 318-19
- Cargas consideradas: NB 1225002-1, ASCE/SEI 7-16
- Resultados Geotécnicos: ASTM 1586

Unidades:

Las unidades empleadas para el desarrollo del cálculo estructural son las del sistema M.K.S, la correspondencia entre estas y las del sistema internacional son las presentadas a continuación:

- Fuerza: 1 Kg (Kilogramo fuerza) = 10 N (Newton)
- Tensión: $10 \text{ Kg/cm}^2 = 1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$
- Densidad: $1000 \text{ Kg/cm}^3 = 10 \text{ kN/m}^3$

Estudio de suelos:

Del estudio geotécnico realizado en el terreno, se obtienen los siguientes datos para el diseño de las fundaciones de la estructura:

- Profundidad de cimentación: - 2,00 (m)
- Descripción del suelo: Arcilla gruesa arenosa CH
- Capacidad de carga admisible (***qadm***): 1,2 (Kg/cm²)
- Peso específico del suelo (γ_d): 13.96 (KN/m³)

En el Anexo “B” se presenta todos los formularios e información referente al estudio geotécnico realizado.

Hormigón armado:

La combinación de agregado grueso, agregado fino, cemento, agua, aditivos y acero corrugado, forma lo que se conoce como hormigón armado, siendo el resultado un material heterogéneo capaz de resistir esfuerzos de compresión y tracción (Vargas, 2007); las características mecánicas de este material a ser tomadas en cuenta para el cálculo estructural en este proyecto de grado son las siguientes:

- Resistencia especificada a la compresión ***f'c***: 210 (Kg/cm²)
- Hormigón tipo: Normal
- Peso específico: 2400 (Kg/m³)
- Módulo de elasticidad del hormigón ***E_c***: 175512.65 (Kg/cm²)

Los valores mencionados son los más adecuados para el diseño de los elementos estructurales, cumpliendo con lo establecido según INBORCA (2017) en la NB 1225001-1.

3.5.3 Acero de refuerzo

El acero de refuerzo o armadura representa a las barras que se empotran en el hormigón, de manera tal que estos elementos y el hormigón actúan conjuntamente para resistir los esfuerzos, el hormigón resiste la compresión y el acero la tracción (Vargas, 2007).

El acero de refuerzo considerado para el diseño de los elementos estructurales de hormigón armado para este proyecto de grado, es la barra de construcción de acero corrugado NB 732 – 500 de industria peruana Arequipa, que cuenta con las siguientes características:

- Acero corrugado: AH 500 S
- Resistencia especificada a la fluencia de la armadura f_y : 5000 (Kg/cm²)
- Resistencia a la tracción: 6000 (Kg/cm²)
- Dimensiones y pesos nominales:

TABLA 3.6 Dimensiones y pesos nominales del acero corrugado

DIÁMETRO NOMINAL DE LA BARRA (mm)	SECCIÓN NOMINAL (mm ²)	PERÍMETRO NOMINAL (mm)	PESO NOMINAL (Kg/m)
6	28.3	18.8	0.222
8	50.3	25.1	0.395
9.5	70.9	29.8	0.560
12	113.0	37.7	0.888
16	201.0	50.3	1.578
20	314.0	62.8	2.466
25	491.0	78.5	3.853

Fuente: Ficha técnica Aceros Arequipa

3.5.4 Definición de la geometría de la estructura

Se define la geometría de la edificación en base al sistema de ejes y elevaciones del plano arquitectónico obtenido de la unidad de infraestructura de la U.A.P, la nomenclatura de las plantas o niveles para el modelo estructural es la siguiente:

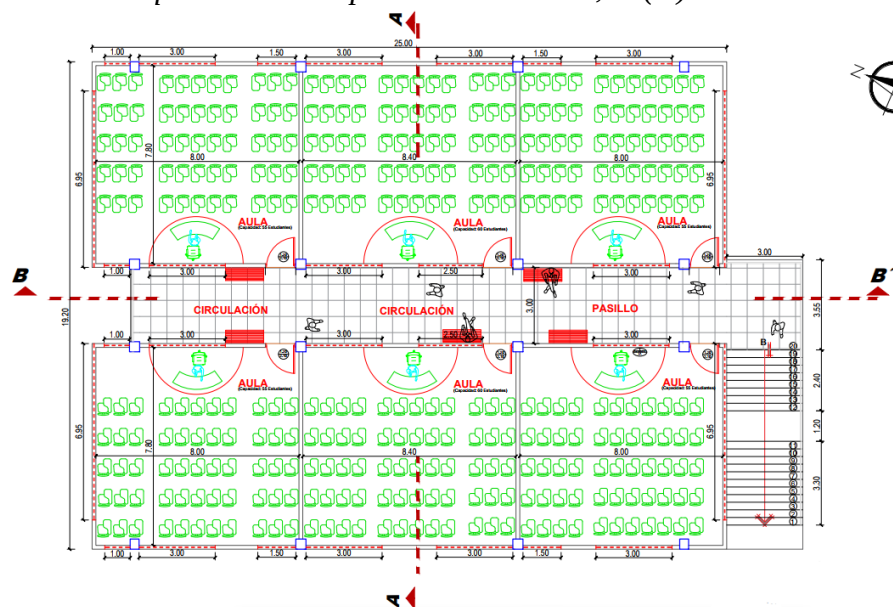
- Terraza - Cota: +6,00 (m)
- Planta Alta - Cota: +3,00 (m)
- Planta Baja – Cota: +0,00 (m)
- Cimentación – Cota: -2,00 (m)

Los criterios básicos de estructuración son: la funcionalidad, seguridad, simpleza, estética y la economía del proyecto. Así mismo se busca regularidad y continuidad estructural que garantice una buena rigidez lateral e hiperestaticidad.

Teniendo en cuenta lo anterior mencionado, se define la ubicación de los elementos que componen el modelo estructural, los cuales son: Vigas, Losas (macizas y alivianadas, sistemas de losas que son el tema de estudio del presente proyecto de grado), columnas, escalera y por último zapatas como elementos de fundación que recibirán toda la carga de la estructura para transmitirla al suelo.

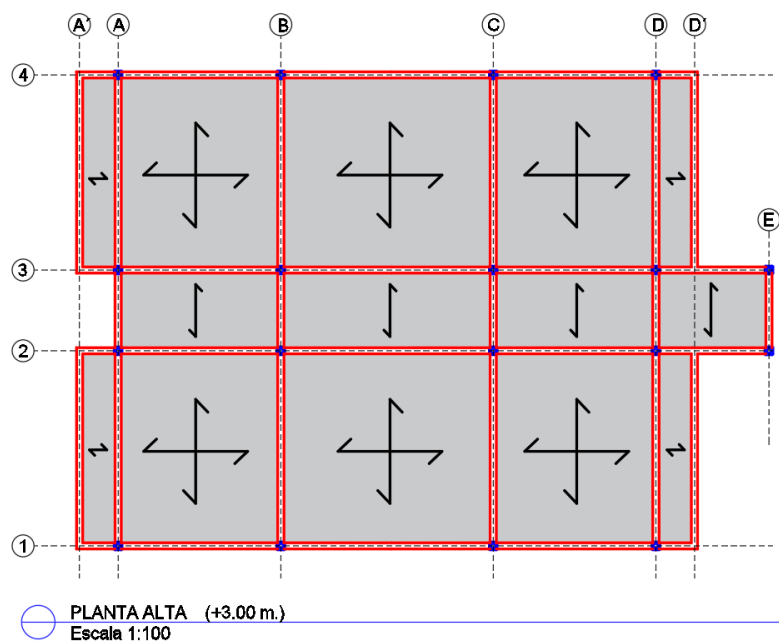
El modelo estructural se ha definido como un sistema de pórticos tridimensionales para realizar una simulación la más próxima posible de la realidad de modo que se obtengan resultados precisos en cuanto a esfuerzos de cada elemento estructural.

FIGURA 3.11 Vista arquitectónica en planta del nivel +3,00 (m)



Fuente: Unidad de Infraestructura de la U.A.P.

FIGURA 3.12 Idealización estructural de la edificación



Fuente: Elaboración propia

3.5.5 Determinación de cargas sobre la estructura

Las cargas consideradas son de suma importancia para el cálculo estructural de la edificación, estas cargas se definen según el peso de los materiales que se vayan a utilizar, la zona de la estructura, la utilidad de los ambientes de la edificación y demás.

Para el presente proyecto de grado se toman en consideración las siguientes cargas para el cálculo estructural:

- Carga muerta: Peso propio y carga permanente
- Carga variable: Sobrecarga de servicio y de lluvia
- Acción del viento.

Carga muerta por peso propio (Dg) y peso permanente (Dp):

La densidad de los materiales de construcción planteados en esta edificación se muestra en la siguiente tabla, valores tomados de la NB 1225002 -1.

TABLA 3.7 *Peso específico de materiales estructurales*

Materiales	Peso específico (KN/m3)
Hormigón de peso normal sin armar	21,00
Hormigón armado	24,00
Mortero de cemento y arena	21,00
Baldosa ceramica	18,00
Mamposteria de ladrillo (% huecos >50)	10,00

Fuente: NB 1225002-1, tabla 3.1 y 3.2, Pág. 8

A continuación, se detallan las cargas permanentes de manera superficial por cada planta de la estructura (Primer piso y terraza), como así de los muros de ladrillo, estas cargas serán aplicadas sobre los elementos horizontales (Losas) y estas a su vez mediante la transferencia de cargas pasan a las vigas, columnas y finalmente a las fundaciones de la estructura.

TABLA 3.8 *Carga permanente sobre losa de primer piso*

Materiales	Peso específico (KN/m3)	Espesor (m)	Peso Superficial (KN/m2)
Piso Cerámico	18,00	0,01	0,18
Contrapiso de mortero e=3cm	21,00	0,03	0,63
Instalaciones			0,10
Cielo falso			0,10
TOTAL CARGA ADOPTADA (Kg/m2):			101,00

Fuente: Elaboración propia

TABLA 3.9 *Carga permanente sobre losa de terraza*

Materiales	Peso específico (KN/m3)	Espesor (m)	Peso Supercial (KN/m2)
Cubierta impermeabilizante			0,10
Contrapiso de mortero e=3cm	21,00	0,03	0,63
Instalaciones			0,10
Cielo falso			0,10
TOTAL CARGA ADOPTADA (Kg/m2):			93,00

Fuente: Elaboración propia

TABLA 3.10 *Carga permanente sobre escalera*

Materiales	Peso específico (KN/m3)	Espesor (m)	Peso Supercial (KN/m2)
Piso Cerámico	18,00	0,01	0,18
Contrapiso de mortero e=3cm	21,00	0,03	0,63
TOTAL CARGA ADOPTADA (Kg/m2):			81,00

Fuente: Elaboración propia

TABLA 3.11 *Carga permanente de muro de ladrillo (6h) con revoque interno y externo*

LM, longitud de muro sobre losa de analisis (m)	27,95
AM, Altura de los muros (m)	2,40
PM, peso de muro + revoque ambos lados (Kg/m2)	184,00
AL, Área de la losa de analisis (m2)	60,15
CARGA ADOPTADA (Kg/m2)	$\frac{LM(m) * AM(m) * PM(kgf/m2)}{AL(m2)} = 205,00$

Fuente: Elaboración propia

Sobrecarga de servicio (L):

A continuación, se detallan las sobrecargas de servicio definidas para este proyecto de grado según el uso de ambientes de la estructura:

TABLA 3.12 *Sobrecarga de servicio establecidas*

TIPO DE SERVICIO	SOBRECARGA UNIFORME (kg/m2)
Aulas	300
Corredores en pisos superiores	400
Escalera.	500
Azoteas.	100

Fuente: NB 1225002-1, tabla 4.1, Pág. 18

Acción del viento (W):

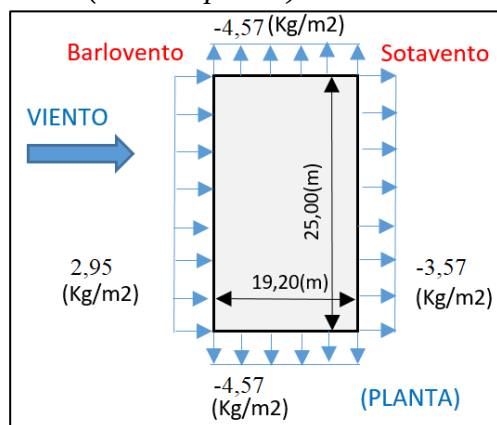
Todo el procedimiento analítico de diseño realizado para la estructura planteada de este proyecto de grado, se presenta en el anexo “D”. A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos, respecto a la presión de diseño (p).

TABLA 3.13 Presiones de diseño debidas al viento en las superficies de la estructura

Superficie	z (m)	P (N/m ²)	P (Kg/m ²)
Pared a barlovento	3,00	28,07	2,81
	6,00	29,49	2,95
Sotavento	Todas	-35,68	-3,57
Paredes laterales	Todas	-45,71	-4,57
Azotea	6,00	-55,74	-5,57
	6,0-12,0	-35,68	-3,57
	12-19,20	-25,66	-2,57

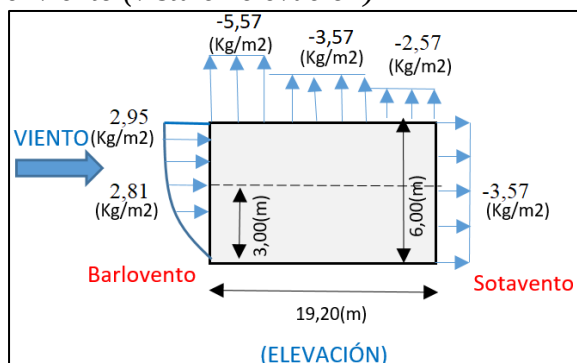
Fuente: Elaboración propia

FIGURA 3.13 Acción del viento (vista en planta)



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 3.14 Acción del viento (vista en elevación)



Fuente: Elaboración propia

Sobrecarga de lluvia (R):

La carga determinada obedece a un sistema de desagüe pluvial considerando la aplicación de 4 bajantes de tuberías de 4" de PVC, la carga calculada es la siguiente:

$$R = 0,1568 \left(\frac{KN}{m^2} \right) = 15,68 \left(\frac{Kg}{m^2} \right)$$

3.5.6 Predimensionamiento

Teniendo en cuenta los criterios anteriores mencionados en el marco teórico del presente proyecto de grado, se realizó el predimensionamiento de los elementos estructurales principales de la edificación, obteniendo lo siguiente:

Losa Maciza: h =18 (cm.)

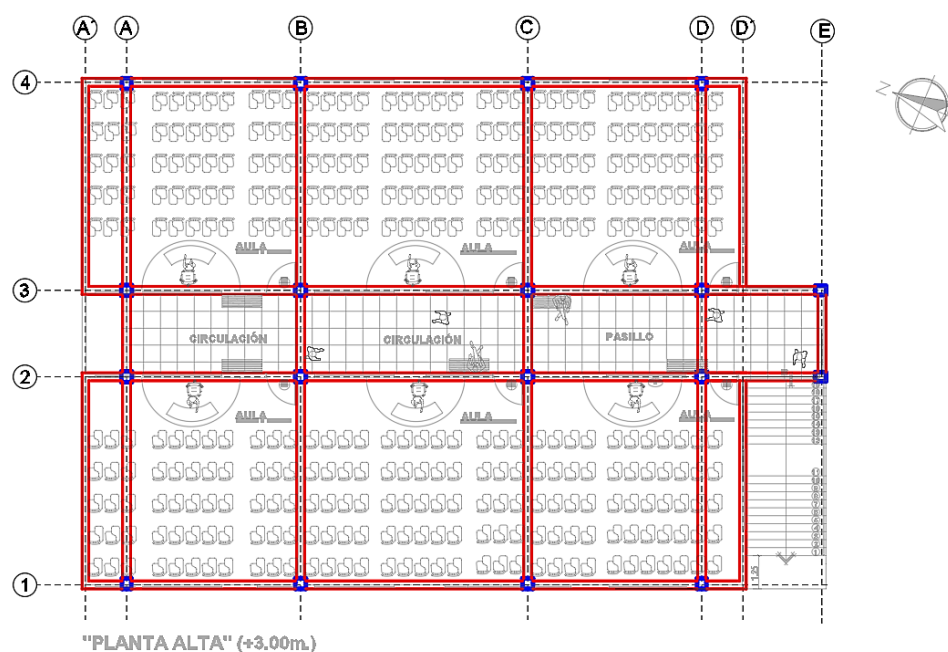
Losa Alivianada: h =25 (cm.)

Columnas: Central y perimetral (40cm. x 40 cm.) Esquina (35cm. x 40cm.)

Vigas: Ejes horizontales (30cm. x 60cm.) Ejes Verticales (30cm. x 60cm.)

Para así iniciar con una sección referencial el diseño de los elementos estructurales, el procedimiento y desarrollo se presenta en el anexo "D"; así mismo se definen los ejes referenciales para poder modelar la edificación y posteriormente realizar los planos estructurales, identificando los ejes verticales mediante letras y los ejes horizontales mediante números.

FIGURA 3.15 *Elementos principales de la estructura predimensionados*

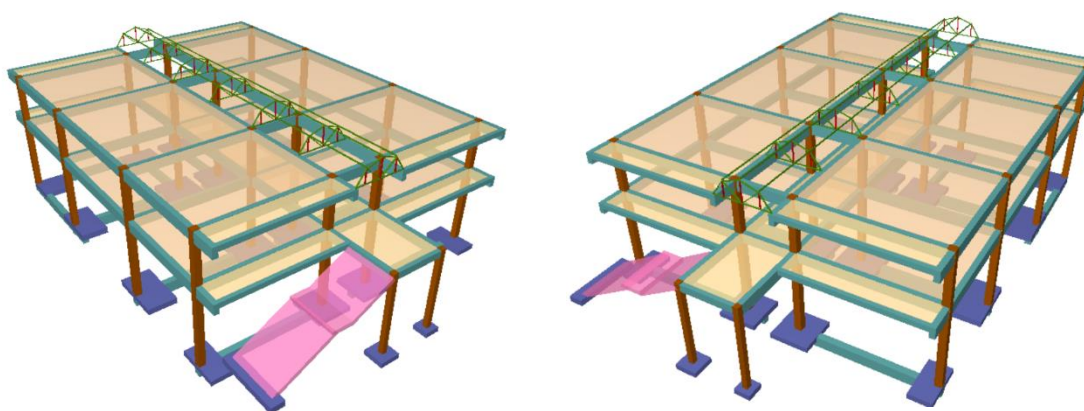


Fuente: Elaboración propia

3.5.7 Análisis y obtención de esfuerzos en la estructura

Se realiza el análisis estructural teniendo en cuenta las cargas anteriores mencionadas y sus respectivas combinaciones siguiendo los requisitos mínimos de diseño de refuerzo dados por la norma NB 1225001-1; se determinan las fuerzas internas (momentos flexionantes, fuerzas axiales y cortantes) de los elementos estructurales: Vigas, losa de entrepiso, columna, escalera y fundaciones. El modelado de la edificación se realiza mediante un software especializado para ingeniería estructural llamado CYPECAD (v.2018) y así mismo se verifica los resultados obtenidos de manera manual mediante hojas de cálculo de elaboración propia, aplicando las ecuaciones de diseño correspondientes vistas en el marco teórico del presente proyecto de grado.

FIGURA 3.16 Modelado de la estructura en software especializado



Fuente: Elaboración propia en Software CYPECAD (v. 2018)

Para este proyecto de grado se realiza dos veces la modelación de la estructura, debido a que se hace uso de los sistemas de losa maciza para el primer modelado y para el segundo el de losa alivianada, esto para poder llevar a cabo la comparación técnica -económica de ambos sistemas de losa de entrepiso en la estructura, generando planos estructurales distintos para cada modelado, ya que el aplicar uno u otro sistema de losa genera cambios importantes en los esfuerzos obtenidos y por ende distintos resultados de refuerzo de acero.

3.5.8 Diseño de los elementos estructurales

Obtenidos los esfuerzos internos a los que están sometidos cada elemento estructural, se procede a realizar el dimensionamiento estructural o diseño estructural, con la finalidad de obtener las secciones óptimas para cada elemento considerando el método del diseño por resistencia, el cual nos indica que en cualquier sección la resistencia de diseño de un elemento debe ser mayor o igual que la resistencia requerida calculada mediante las combinaciones de cargas mayoradas de acuerdo

a IBNORCA (2017); para finalmente calcular los aceros de refuerzo necesarios para cada elemento estructural, tanto en cantidad de estos como su ubicación dentro de la sección, estos resultados se plasman en los planos estructurales de la edificación, los cuales son la guía para llevar a cabo la construcción de cualquier obra civil.

Diseño de vigas:

Las vigas de hormigón simple son ineficaces como elementos sometidos a flexión, ya que esta produce en la sección del elemento zonas en tracción y zonas en compresión, debido a que la resistencia a la tracción del hormigón es solo una pequeña fracción de la resistencia a la compresión, es por esto que las vigas fallan en el lado sometido a tracción mucho antes que se desarrolle la resistencia completa del hormigón en el lado a compresión (Vargas, 2007).

Por esta razón se colocan barras de acero de refuerzo en el lado sometido a tracción tan cerca como sea posible del extremo de la fibra sometida a tracción, conservando una protección adecuada del acero contra el fuego y la corrosión llamada recubrimiento; formando así las vigas de hormigón armado donde el acero de refuerzo resiste la tracción causada por los momentos flectores, mientras que el hormigón resiste la compresión.

Se realiza el diseño aplicando los conceptos establecidos de la falla balanceada, la cual sucede cuando existe suficiente cantidad de acero para colocar el eje neutro en una ubicación donde el esfuerzo de fluencia del acero y la máxima deformación del hormigón de 0.003 existan al mismo tiempo, es un estado idealizado el cual la falla se produce simultáneamente, se inicia la fluencia del acero y el aplastamiento del hormigón.

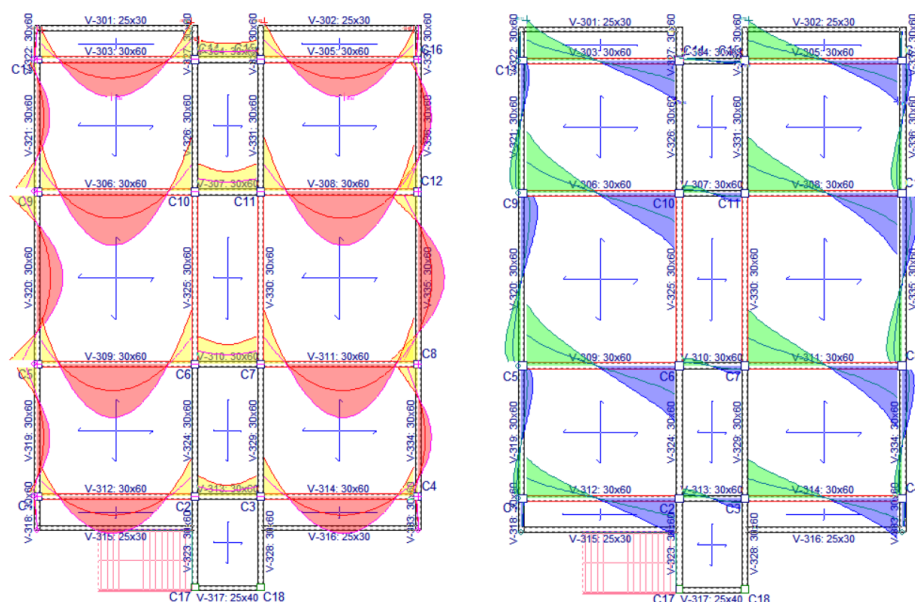
Evitando una falla frágil, la cual se presenta cuando hay más acero que lo requerido, y así mismo evitar la falla dúctil, la cual se presenta cuando hay menos acero que el requerido en la condición balanceada. Así mismo se debe realizar el diseño a corte, el cual consiste en calcular la resistencia al corte que proporciona la sección del hormigón, y el exceso de esfuerzo de corte se absorbe mediante el refuerzo de acero transversal llamado estribo.

Realizada la modelación de la edificación en un software de cálculo estructural, se obtienen los esfuerzos envolventes de momentos flectores y cortantes (como se observa la siguiente figura) los cuales, siguiendo el método de diseño establecido, se calculan los refuerzos de acero longitudinal y transversal necesarios para satisfacer las exigencias y limitaciones impuestas por la norma adoptada en este proyecto de grado.

Así mismo se realiza la verificación de una de las vigas de hormigón armado mediante el diseño manual haciendo uso de una hoja de cálculo presentada en el anexo “D”, para comprobar que los resultados del diseño del software son correctos demostrando el uso adecuado del mismo.

En el anexo “E” se presentan los resultados del cálculo del refuerzo de acero obtenido del diseño de todas las vigas de hormigón armado de los pórticos en los ejes horizontales y verticales que componen la estructura, en planos estructurales a detalle y en escala, con sus respectivas planillas de acero.

FIGURA 3.17 *Diagramas de momento y cortante en vigas del primer Piso*

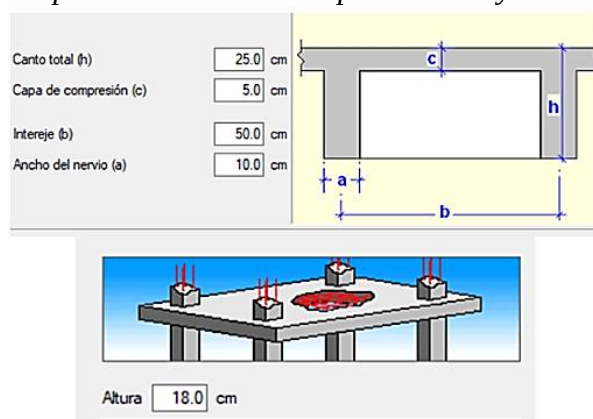


Fuente: Elaboración propia en Software CYPECAD (v. 2018)

Diseño de losas de entrepiso:

Para este proyecto de grado se consideran dos sistemas de losa de entrepiso, la losa maciza de hormigón armado con una altura “h” constante y la losa alivianada que consiste en filas de viguetas de hormigón armado regularmente espaciadas y perpendiculares entre sí, y una carpeta de compresión colocada en la parte superior, en los espacios que se forman entre viguetas se colocan casetones de polietileno expandido también conocido como plastoformo.

Las características geométricas de las losas aplicadas en este proyecto de grado, son las siguientes: Losa maciza $h = 18\text{cm}$, losa alivianada $h = 25\text{cm}$. La altura de ambos sistemas de losa se obtuvo mediante una equivalencia de inercias ya que es una propiedad que más influye en el diseño de las mismas, esta equivalencia se presenta en el anexo “D”.

FIGURA 3.18 Sección adoptada de losa de entrepiso maciza y alivianada

Fuente: Elaboración propia en Software CYPECAD (v. 2018)

Al igual que en las vigas de hormigón armado se aplica la falla balanceada de la sección, y para el diseño a flexión se analiza la losa de entrepiso como una viga, pero con una base de 100 (cm.) obteniendo entonces el cálculo del refuerzo solo del acero longitudinal, ya que el esfuerzo de corte lo absorbe la sección de hormigón y no se aplica armadura transversal de acero (estribos).

Teniendo como resultado de la losa maciza, una barra de diámetro establecido que cumpla con el área de acero calculado (cm^2), dicha barra dispuesta cada cierta distancia; en cambio en la losa alivianada se coloca la barra de acero en las viguetas, por lo que el espaciamiento entre ellas ya está definido, debiendo calcular la cantidad de barras necesarias en cada una de estas; ambos casos se dispone de armadura que absorba los momentos flectores positivos (Cara inferior) y negativos (Cara superior) que solicitan a la losa.

Así mismo, que para este proyecto de grado, se realiza el diseño manual de la losa de entrepiso tanto maciza como alivianada, y para la determinación de los momentos flectores se aplica el “análisis por el método de los coeficientes” de acuerdo a Córdova (2015) el cual nos indica que este es presentado en el código ACI-63, dicho método utiliza coeficientes para una variedad de condiciones de apoyo, estos coeficientes están basados en un análisis elástico, pero consideran la redistribución inelástica de esfuerzos; este método se presenta en el anexo “D” mediante una hoja de cálculo, aplicando las siguientes formulas.

$$Ma = Ca * w * l_a^2$$

$$Mb = Cb * w * l_b^2$$

Donde:

Ca y Cb = Coeficientes de momentos para la dirección a y b respectivamente.

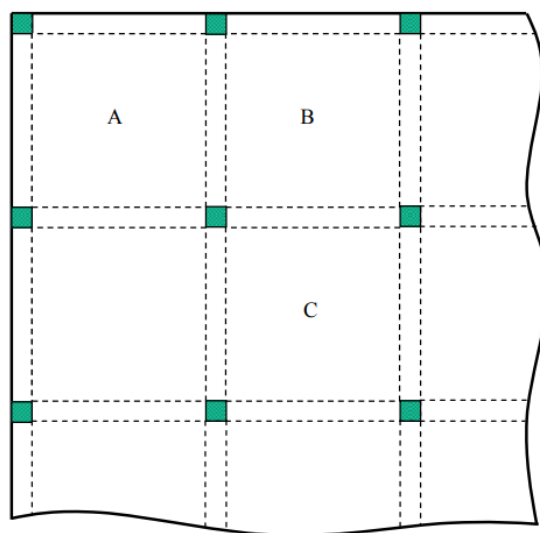
w = Carga uniformemente repartida (Kg/m²).

l_a y l_b = Longitud de la luz libre en la dirección corta y larga respectivamente.

El análisis realizado en este método es por cada panel aislado simplemente apoyado en sus cuatro lados, pero en un sistema real de losa de piso se tienen muchos paneles con diferentes condiciones de apoyo, por lo que se debe considerar la condición de apoyo de cada uno de los lados del panel porque de acuerdo a esa condición los momentos positivos a medio tramo y los negativos en los apoyos continuos o empotrados pueden ser hallados.

En la siguiente figura se muestra una parte de un sistema de piso típico de un edificio que está compuesto por losas y vigas que coinciden con los ejes de las columnas. Los espacios delimitados por las vigas son llamados paneles y en el piso se pueden distinguir tres tipos de paneles que son identificados con las letras A (panel de esquina), B (panel de borde) y C (panel interior).

FIGURA 3.19 *Tipos de paneles en un piso típico de edificio*



Fuente: Carlos Córdova (2015) Diseño de estructuras de hormigón armado, Pág. 507.

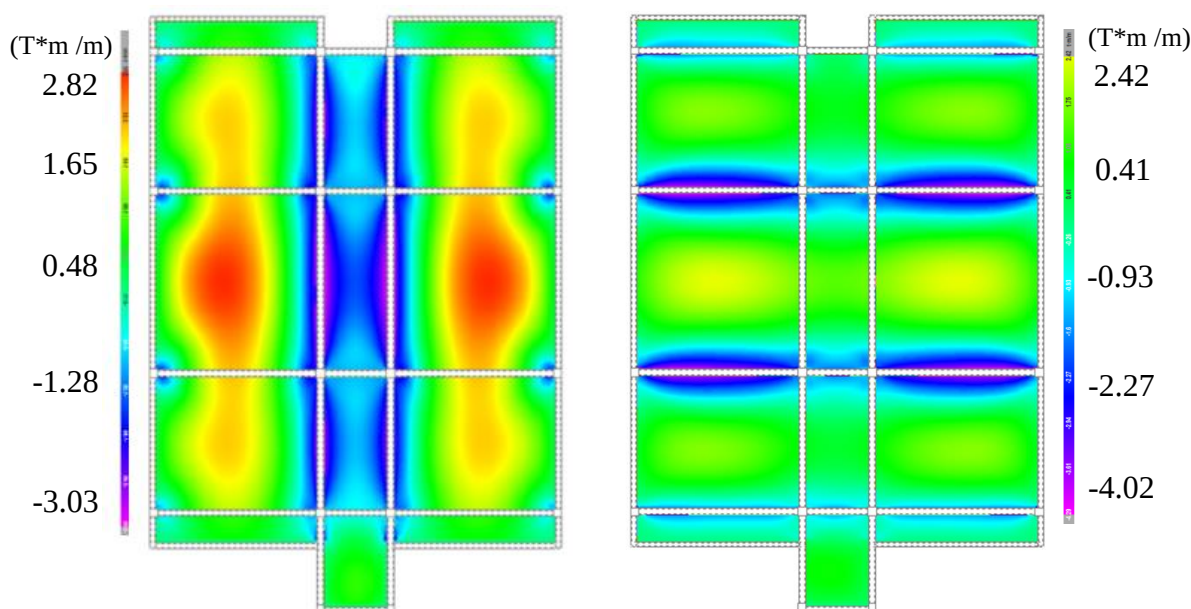
El panel A tiene dos bordes externos discontinuos mientras que sus otros dos bordes son continuos. El panel B tiene un borde discontinuo y tres continuos. El panel C tiene todos sus bordes continuos. En bordes continuos de las losas, los momentos son negativos. También, la magnitud de los momentos positivos depende de las condiciones de continuidad de sus cuatro bordes. En las tablas presentadas en el anexo “D”, se muestran los coeficientes C_a y C_b para los momentos positivos, momentos negativos, en paneles con distintas condiciones de apoyo en sus bordes.

Realizada la modelación de la edificación en un software de cálculo estructural, se obtienen los esfuerzos de momentos flectores mediante los Isovalores mostrados por el software; siguiendo el método de diseño establecido, se calculan los refuerzos de acero longitudinal necesarios para satisfacer las exigencias y limitaciones impuestas por la norma adoptada en este proyecto de grado.

Así mismo se realiza la verificación de la losa de entrepiso más solicitada (Primer Piso) de hormigón armado maciza y alivianada, desarrollando el diseño manual mencionado con la ayuda de una hoja de cálculo presentada en el anexo “D”, para comparar y verificar con los resultados del cálculo estructural del software demostrando el uso adecuado del mismo.

En el anexo “E” se presentan los resultados del cálculo del refuerzo de acero obtenido del diseño de la losa de entrepiso de hormigón armado aplicando los sistemas de losa maciza como alivianada para toda la estructura, en planos estructurales a detalle y en escala, con sus respectivas planillas de acero.

FIGURA 3.20 Isovalores de momento flector en dirección “X e Y” (Primer piso)



Fuente: Elaboración propia en Software CYPECAD (v. 2018)

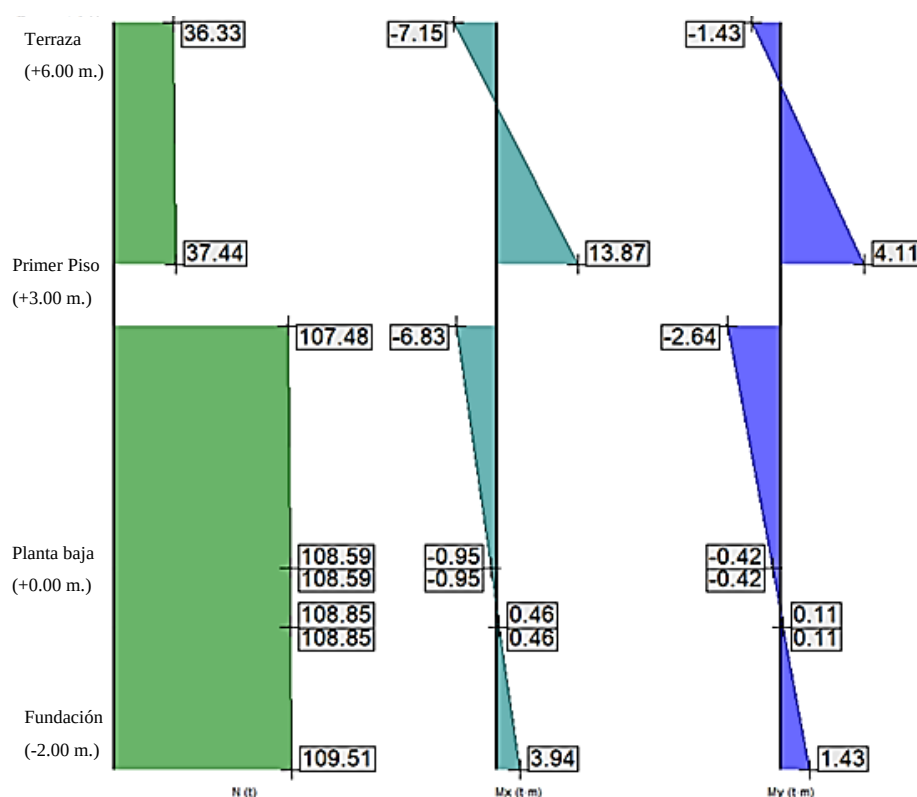
Diseño de columnas:

Se obtienen los esfuerzos axiales y de momento en “X” e “Y”, producto del análisis estructural realizado mediante la modelación de la edificación en un software especializado en ingeniería estructural llamado CYPECAD (v. 2018); con dichos esfuerzos y siguiendo el método de diseño establecido en columnas para resistir la flexo compresión, se calculan los refuerzos de acero longitudinal y transversal necesarios para satisfacer las exigencias y limitaciones impuestas

por la norma adoptada en este proyecto de grado. Así mismo se realiza la verificación de una de las columnas de hormigón armado mediante el diseño manual haciendo uso de una hoja de cálculo presentada en el anexo “D”, la cual demuestra la verificación del diagrama de interacción teniendo en cuenta los estados de transición, para comprobar que los resultados del cálculo estructural del software son correctos demostrando el uso adecuado del mismo.

Por último, en el anexo “E” se presentan los resultados del cálculo del refuerzo de acero obtenido del diseño de todas las columnas de hormigón armado que componen la estructura, en planos estructurales a detalle y en escala, con sus respectivas planillas de acero.

FIGURA 3.21 Esfuerzos axial y de momento en dirección “X” y “Y” en columna



Fuente: Elaboración propia en Software CYPECAD (v. 2018)

Diseño de fundaciones:

Las zapatas de fundación, son elementos estructurales de hormigón armado, que sirven para transmitir las cargas de las columnas de la edificación al suelo, de tal manera que la capacidad de resistencia del suelo las soporte. Las zapatas son económicas y de una realización práctica, es por este motivo que son las más utilizadas en nuestro medio (Camacho y Sempertegui, 2009).

Así mismo, las zapatas se pueden dividir de la siguiente manera según Camacho y Sempertegui (2009): Zapatas aisladas, zapatas de medianería y zapatas de esquina, siendo estas dos últimas muy frecuentes al existir límites de propiedad en el terreno donde se construirá la estructura, necesitando estar conectadas con una viga centradora a la zapata interior más cercana, generando como resultado una distribución de presiones uniforme en ambas.

De acuerdo a Camacho y Sempertegui (2009) como primer paso del diseño se debe realizar el dimensionamiento en planta de la zapata, el cual consiste en estimar el área de la zapata en función de la capacidad admisible de carga del suelo y de la carga de servicio axial en la columna; para dimensionar una zapata rectangular se puede asumir uno de los dos lados (A o B) y calcular el otro, y en caso de una zapata cuadrada asumir que los dos lados son iguales.

Cómo segundo paso se debe realizar el dimensionamiento en elevación, se debe estimar el valor del canto útil “d” en función a las verificaciones de corte por punzonamiento y corte por flexión, teniendo un canto útil mínimo de 15 cm.

La verificación a corte por punzonamiento consiste en que la columna apoyada en la zapata produce un efecto de punzonamiento a causa de los esfuerzos cortantes que actúan en la zapata alrededor del perímetro de la columna; y el corte por flexión puede ocurrir en una sección ubicada a una distancia “d” de la cara de la columna, siendo para ambos casos necesario que los esfuerzos de corte obtenidos sean menores a los proporcionados por el hormigón, evitando así el uso de refuerzo de acero transversal.

Habiéndose realizado el dimensionamiento en planta y elevación, se procede a realizar el cálculo del refuerzo de acero por flexión considerando un ancho de 100 cm. como si fuese una losa maciza, obteniendo el refuerzo de acero tanto en dirección “X” y “Y”.

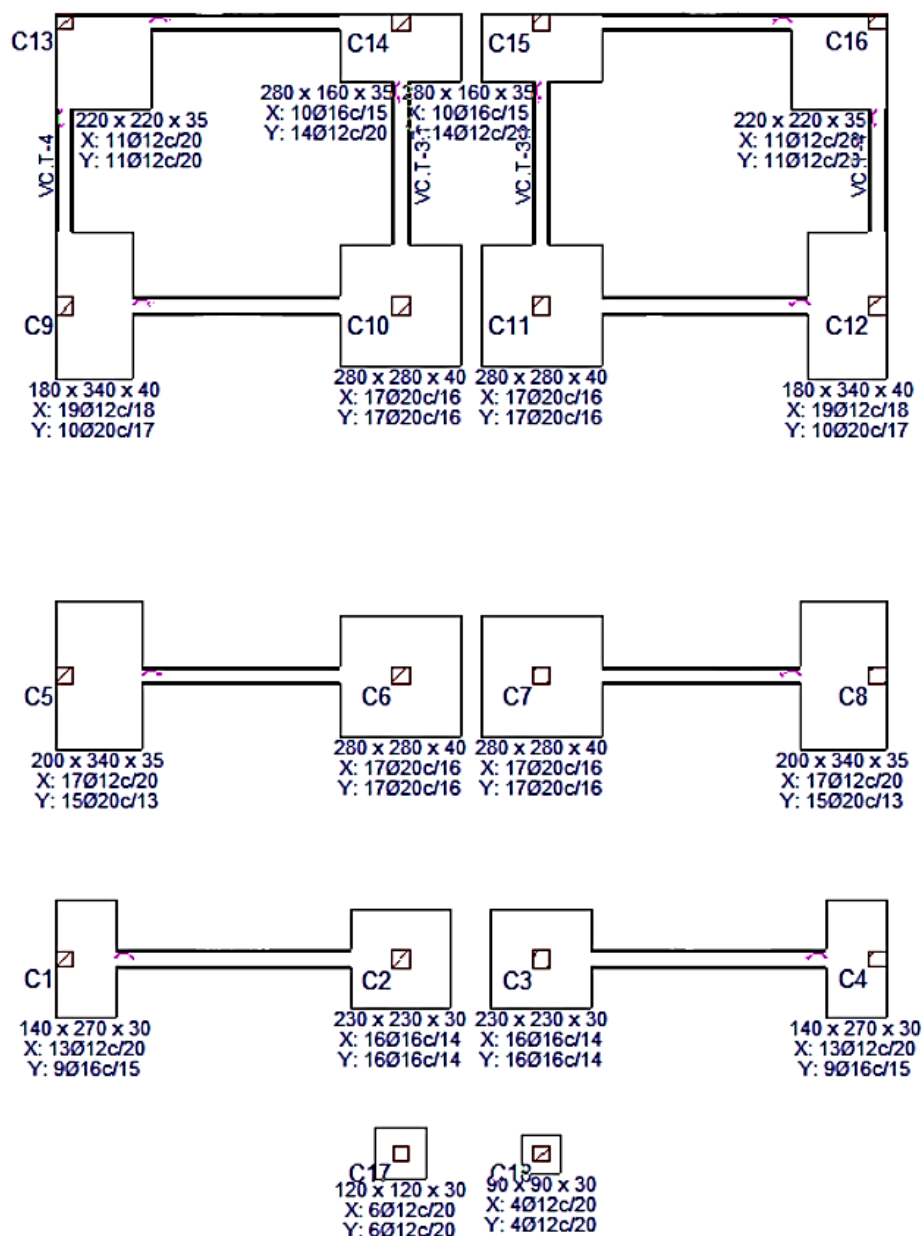
Entonces, para este proyecto de grado, realizada la modelación de la estructura, se obtienen los esfuerzos de momentos flectores y cargas axiales, para aplicar el método de diseño establecido y calcular los refuerzos de acero longitudinal necesarios, comprobar la altura de la zapata evitando el corte ya sea por flexión o punzonamiento; para finalmente satisfacer las exigencias y limitaciones impuestas por la norma adoptada, tanto en la dirección “X” y “Y” de las zapatas.

Así mismo se realiza la verificación mediante el diseño manual de una zapata aislada céntrica con la ayuda de una hoja de cálculo presentada en el anexo “D”, como así también el diseño manual de una de las vigas centradoras, necesarias en las zapatas de medianería, con la

finalidad de comprobar que los resultados del cálculo estructural del software son correctos demostrando el uso adecuado del mismo.

Por último, en el anexo “E” se presentan los resultados del cálculo del refuerzo de acero obtenido del diseño de las zapatas de hormigón armado aisladas, de medianería y esquina, en planos estructurales a detalle y en escala, con sus respectivas planillas de acero.

FIGURA 3.22 Vista en planta del nivel de fundación de la estructura (-2.00 m.)



Fuente: Elaboración propia en Software CYPECAD (v. 2018)

Diseño de escalera:

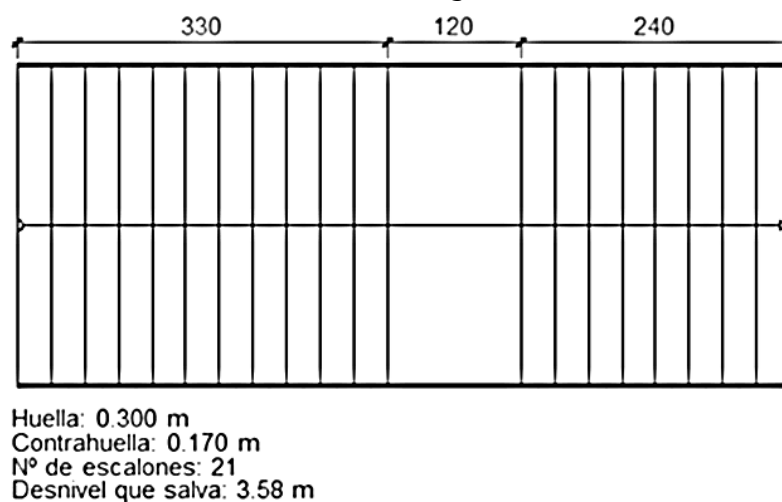
Las escaleras son estructuras que constan de peldaños consecutivos que sirven para comunicar diferentes niveles en una edificación, dichos peldaños están conformados por la huella y la contrahuella, la huella no debe ser menor a 28 cm. y la contrahuella debe tener una altura menor o igual a 18 cm. según la NB 1220002, norma enfocada en la accesibilidad de las personas al medio físico haciendo el uso de escaleras.

Para este proyecto de grado se realiza el diseño de una escalera de hormigón armado que conecta la planta baja con el primer piso del bloque académico, teniendo una huella de 30 cm. y una contrahuella de 17 de cm.

La escalera se analiza como una viga inclinada simplemente apoyada, obteniendo el cálculo del refuerzo solo del acero longitudinal, ya que el esfuerzo de corte lo absorbe la sección de hormigón y no se aplica armadura transversal de acero (Estribos).

Teniendo como resultado, una barra de diámetro establecido que cumpla con el área de acero calculado (cm^2), dicha barra dispuesta cada cierta distancia, y se dispone de armadura que absorba los momentos flectores positivos (Cara inferior) y negativos (Cara superior) que solicitan a la escalera.

FIGURA 3.23 Geometría de la escalera de hormigón armado

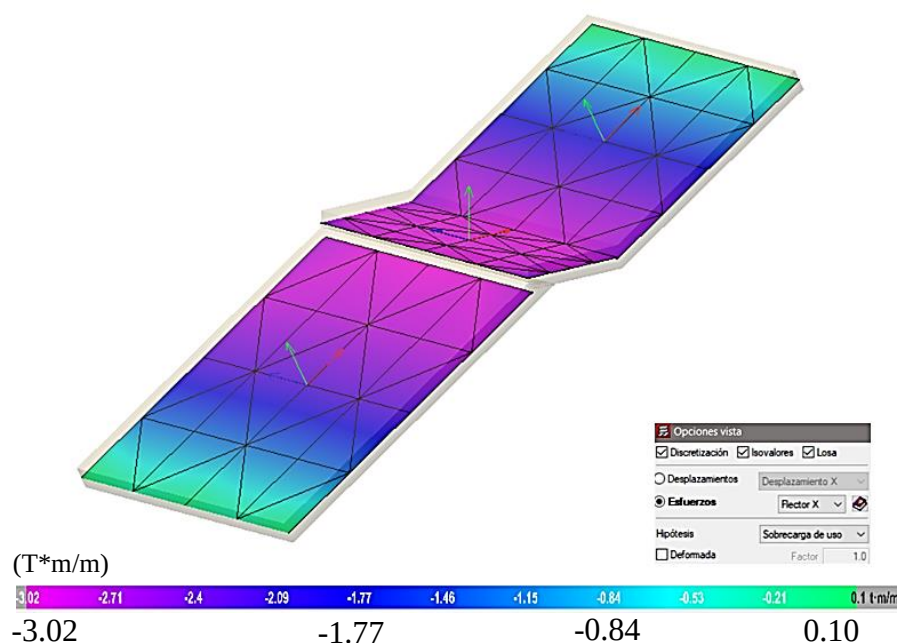


Fuente: Elaboración propia en Software CYPECAD (v. 2018)

Realizada la modelación de la edificación en un software especializado en ingeniería estructural, se obtienen los esfuerzos de momentos flectores mediante los Isovalores, para poder aplicar el método de diseño establecido, se calculan los refuerzos de acero longitudinal necesarios para satisfacer las exigencias y limitaciones impuestas por la norma adoptada.

Así mismo se realiza la verificación del diseño de la escalera con la ayuda de una hoja de cálculo presentada en el anexo “D”, para comprobar que los resultados del cálculo estructural del software son correctos demostrando el uso adecuado del mismo. En el anexo “E”, se presentan los resultados del cálculo del refuerzo de acero obtenido del diseño de la escalera de hormigón armado en planos estructurales a detalle y en escala, con su respectiva planilla de acero.

FIGURA 3.24 Isovalores de momento flector en dirección “X” de la escalera



Fuente: Elaboración propia en Software CYPECAD (v. 2018)

3.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para elaborar el presupuesto del módulo estructural de la edificación, se toma en cuenta que los mercados de abasto para los materiales de construcción de los elementos fabricados de hormigón armado vaciado in situ, son de la ciudad de Cobija, ya que la obra se encuentra en el radio urbano de dicha ciudad, por otra parte, se tomaron en cuenta las siguientes incidencias:

- Beneficios sociales: 55,00%
- Herramientas: 5,00 %
- Gatos Generales: 10,00%
- Utilidades: 10,00%
- Impuesto IVA: 0,00 %
- Impuesto IT: 0,00 %

Las incidencias mencionadas, se hacen presentes en los precios unitarios de cada uno de los ítems del presupuesto del módulo estructural, dichos precios unitarios se presentan en el anexo “E” del presente proyecto de grado, junto con los presupuestos aplicando tanto losa maciza como alivianada en la edificación.

Así mismo, se adjuntan los planos referenciales para la obtención de los cálculos métricos de cada ítem con su respectiva hoja de cálculo para obtener las cantidades de cada ítem, como también, el resumen de costos de los materiales de construcción cotizados en el radio urbano de la ciudad de Cobija.

3.7 ANÁLISIS TÉCNICO

Se toman en cuenta las características estructurales de ambos sistemas de losa de entrepiso, tales como: Peso propio, resistencia a flexión, resistencia a cortante, consumo y cuantías de acero de refuerzo obtenidas de los planos estructurales.

Así mismo se analiza la influencia en los demás elementos estructurales de la edificación, tales como vigas, columnas y fundaciones; tanto en los esfuerzos internos obtenidos del análisis estructural como en el consumo de acero de refuerzo y dimensiones de dichos elementos.

Todo esto con la finalidad de realizar la comparación técnica del uso entre sistemas de losa de entrepiso maciza y alivianada en la edificación en estudio del presente proyecto de grado, siendo esta el bloque académico para el Área de Ciencias Sociales y Humanísticas (ACSyH) de la Universidad Amazónica de Pando (UAP).

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

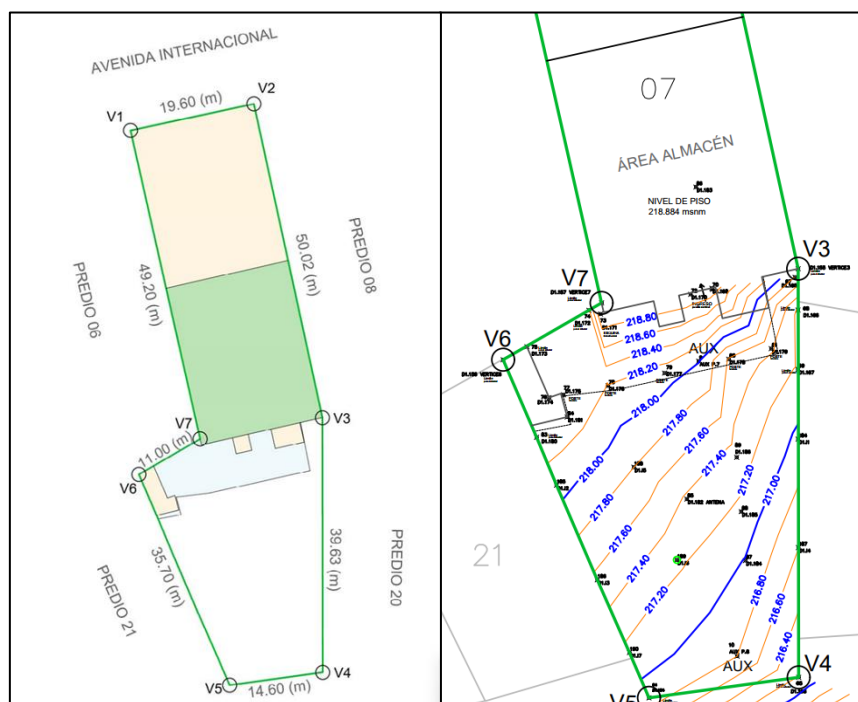
4.1 RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Realizado tanto el trabajo de campo como el de gabinete respecto al levantamiento topográfico georreferenciado, como resultado se obtiene un plano a escala de la situación y ubicación actual, tanto del predio como de las edificaciones ubicadas dentro de él y las características del terreno para los fines consiguientes.

Se obtiene las coordenadas de la zona de almacenes, lugar donde se proyecta la ejecución de la estructura del presente proyecto de grado, con una elevación de 218.88 m.s.n.m., siendo este el punto más alto dentro del predio, manteniendo dicha elevación en toda la superficie debido a que es una zona nivelada, y el punto más bajo se encuentra en la parte posterior del predio con una elevación de 216.40 m.s.n.m; estos resultados se observan en el plano de curvas de nivel, siendo las curvas delgadas (Naranjas) cada 0.20 m. y las gruesas (Azules) cada 1.00 m. dentro del plano.

La superficie del predio obtenida fue de 1817.88 (m²), contando con 7 vértices de los cuales fueron obtenidas sus coordenadas para así poder ejecutar el plano de replanteo donde se muestre la planimetría del terreno, con la finalidad de obtener la información necesaria para verificar el correcto emplazamiento geométrico de la estructura del presente proyecto de grado.

FIGURA 4.1 *Replanteo del terreno y curvas de nivel obtenidas*



Fuente: Elaboración propia

4.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

Se realizó la clasificación de suelos mediante el sistema unificado de cada una de las muestras obtenidas del sondeo a diferentes profundidades, a continuación, se describen los resultados obtenidos de dicha clasificación en la siguiente tabla.

TABLA 4.1 Clasificación de suelos mediante el sistema unificado (SUCS)

SONDEO SPT-1			
Identificación de la muestra	Profundidad (m)	Clasificación del suelo según "SUCS"	Simbología de grupo
M1	1.00	Limo arenoso	ML
M2	2.50	Arcilla gruesa arenosa	CH
M3	4.00	Arcilla gruesa arenosa	CH
M4	5.50	Arcilla mal gradada arenosa	CL

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados y de la clasificación de suelos definida, se realizó un perfil estratigráfico del sondeo denominado como SPT-1 como se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 4.2 Perfil estratigráfico del sondeo SPT-1

Profundidad (m)	N° de muestra	Descripción	Clasificación	Contenido de humedad (%)	Consistencia
1,00	M1	Limo arenosa Color: Marrón claro	ML	9,55	Suave
2,50	M2	Arcilla gruesa arenosa Color: Rojo	CH	18,78	Dura
4,00	M3	Arcilla gruesa arenosa Color: Rojo claro	CH	20,15	Dura
5,50	M4	Arcilla mal gradada arenosa con grava Color: Marrón rojizo claro	CL	23,17	Dura

Fuente: Elaboración propia

Realizado el trabajo de campo, ensayos de laboratorio y trabajo de gabinete correspondiente a las muestras de suelos obtenidas del sondeo denominado SPT-1, se presenta la siguiente tabla con los resultados respecto a las propiedades del suelo necesarias para poder realizar el diseño de fundaciones correspondiente a la estructura del presente proyecto de grado.

TABLA 4.3 *Resumen de resultados del estudio geotécnico*

RESULTADOS DEL SONDEO SPT-1									
Identificación de la muestra	Prof. (m)	Simb. Clasif.	Contenido de humedad (%)	LL (%)	LP (%)	γ_h (KN/m ³)	γ_d (KN/m ³)	N ₆₀	q_{adm} (Kg/cm ²)
M-1	1.00	ML	9.55	17.31	14.50	14.67	13.39	14	1.34
M-2	2.50	CH	18.78	57.58	30.71	16.58	13.96	13	1.24
M-3	4.00	CH	20.15	55.64	27.88	16.50	13.73	12	1.14
M-4	5.50	CL	23.17	45.06	22.17	18.30	14.86	9	0.86

Fuente: Elaboración propia

4.3 RESULTADOS DEL DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN

A continuación, se presentan los resultados tanto de la combinación de los agregados finos y gruesos, obteniendo las características físicas mediante los ensayos de laboratorio; como también la dosificación del hormigón empleada, producto del diseño de mezcla realizado y los resultados de la rotura de probetas fabricadas de dicho hormigón y su resistencia a compresión alcanzada.

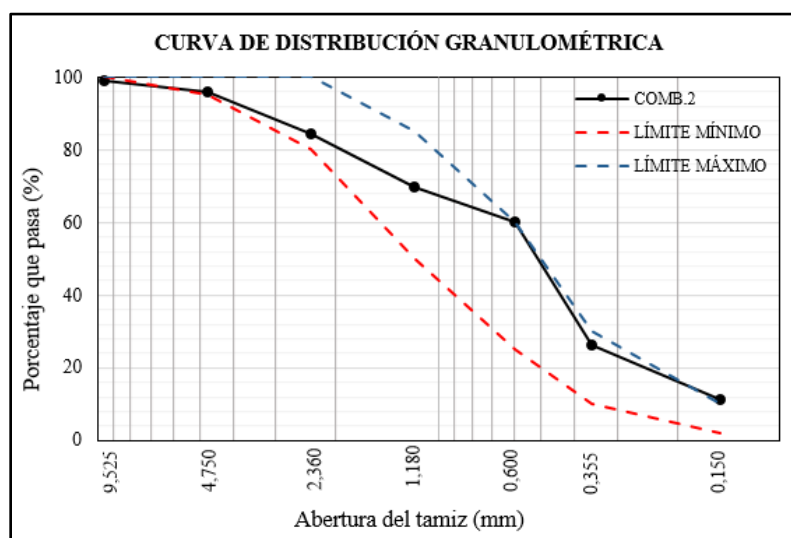
4.3.1 Proporción para la combinación de agregados finos

Para realizar la combinación se usó el método por tanteos, como mejor resultado se obtiene una proporción 60/40 de polvo de brita y arena fina respectivamente, obtenido un módulo de finura de 2.53 para dicha combinación, así mismo estando dentro de los límites de gradación presentados por la norma ASTM C 33, se presenta entonces en la siguiente tabla los resultados de las características físicas de la combinación, datos necesarios para el diseño de mezcla de hormigón.

TABLA 4.4 *Características físicas de la combinación de agregados finos*

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	CANTIDAD
Gravedad específica	-	2,57
Modulo de Finura	-	2,53
Peso unitario suelto	Kg/m3	1231,33
Peso unitario compactado	Kg/m3	1473,14
Porcentaje de humedad	%	1,47
Porcentaje de absorción	%	1,70

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4.2 Curva granulométrica de la combinación de agregados finos

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Proporción para la combinación de agregados gruesos

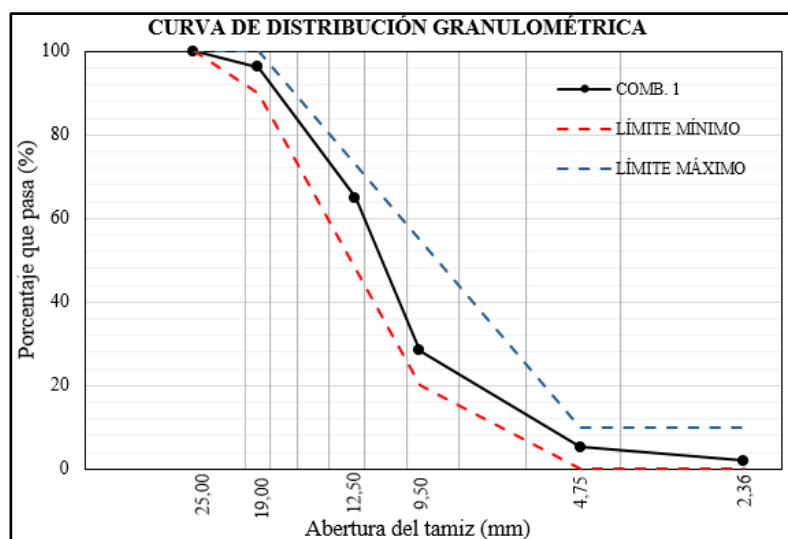
Para realizar la combinación se usó el método por tanteos, como mejor resultado se obtiene una proporción 15/75/10 de Brita 1 ($\frac{3}{4}$ "), Brita $\frac{5}{8}$ " y Brita cero ($\frac{3}{8}$ ") respectivamente, logrando un módulo de finura de 3.03 para dicha combinación, así mismo estando dentro de los límites de gradación presentados por la norma ASTM C 33 como se muestra en la figura 4.3.

Esta combinación de agregados gruesos (piedra triturada) es la establecida para realizar el diseño de mezcla de hormigón para su posterior fabricación y elaboración de cilindros para comprobar que cumpla con la resistencia establecida; se presenta entonces en la siguiente tabla los resultados de las características físicas de la combinación, datos necesarios más adelante.

TABLA 4.5 Características físicas de la combinación de agregados gruesos

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	CANTIDAD
Gravedad específica	-	2,66
Modulo de Finura	-	3,03
Peso unitario suelto	Kg/m3	1388,83
Peso unitario compactado	Kg/m3	1519,89
Porcentaje de humedad	%	0,10
Porcentaje de absorción	%	1,42

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4.3 Curva granulométrica de la combinación de agregados gruesos

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Dosificación del hormigón fabricado

Se llevó a cabo el diseño de la mezcla de hormigón mediante el método de la ACI 211.1, en base a los datos de los componentes necesarios para la fabricación del hormigón, obtenidos de los ensayos de laboratorio (agregado grueso y fino) y ficha técnica del producto (cemento), siendo los resultados presentados en la siguiente tabla, la dosificación calculada por metro cúbico.

TABLA 4.6 Dosificación calculada para 1 m³ de hormigón

Agua de mezclado			204,81	(Kg)
Cemento			345,45	(Kg)
Agregado grueso húmedo			988,92	(Kg)
Brita 1	3/4"	15,00%	148,34	(Kg)
Brita 5/8"	5/8"	75,00%	741,69	(Kg)
Brita cero	3/8"	10,00%	98,89	(Kg)
Agregado fino húmedo			779,73	(Kg)
Polvo de brita		60,00%	467,84	(Kg)
Arena del río Acre		40,00%	311,89	(Kg)
TOTAL =			2318,91	(Kg)

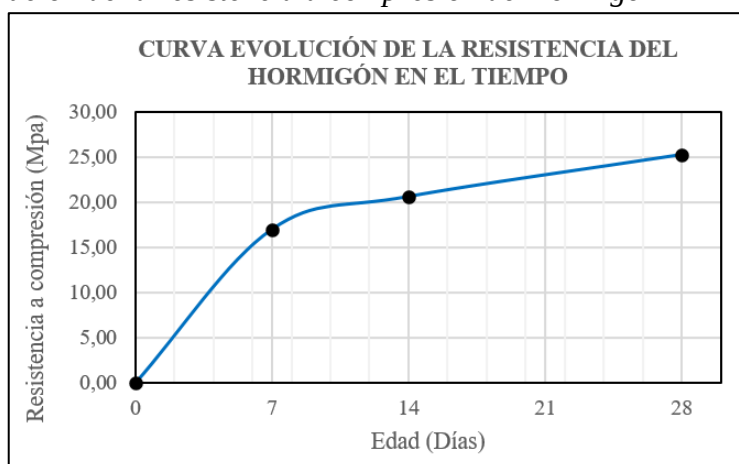
Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Resistencia alcanzada del hormigón fabricado

La resistencia especificada del hormigón para este proyecto de grado es de 21.00 (Mpa), elaborando 9 probetas cilíndricas de hormigón, para realizar su respectiva rotura a los 7, 14 y 28 días de edad, siendo esta última la edad donde el hormigón adquiere el 100% de su resistencia; los

resultados de esta prueba son de suma importancia, ya que son el principal indicador de la calidad del hormigón que se fabrica, indicando si este logra o no alcanzar con la resistencia a compresión del proyecto donde se aplicará dicho hormigón en la fabricación de los elementos estructurales; se presentan a continuación la curva de evolución de la resistencia del hormigón en el tiempo y los resultados de las roturas de probetas por edad, en la siguiente figura y tabla respectivamente.

FIGURA 4.4 *Evolución de la resistencia a compresión del hormigón*



Fuente: Elaboración propia

TABLA 4.7 *Resultados de la resistencia promedio de las probetas por edad*

Edad del hormigón (Días)	Resistencia a compresión promedio	
	(Mpa)	(%)
0	0,00	0,00
7	17,013	67,62
14	20,649	81,65
28	25,291	100,00

Fuente: Elaboración propia

Habiéndose fabricado el hormigón con el diseño de mezcla determinado, cumpliendo con la consistencia planteada y realizado el ensayo de rotura de probetas cilíndricas, se puede señalar que los resultados obtenidos son satisfactorios, logrando superar la resistencia especificada a la compresión (f'_c) para la estructura del presente proyecto de grado, siendo el hormigón diseñado correcto para su aplicación en obra, con la dosificación planteada de los materiales seleccionados en nuestro medio (Cobija - Pando).

4.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL

Una vez realizado el cálculo estructural de la edificación, al emplear los sistemas de losa de entrepiso de hormigón armado tanto maciza, como alivianada con bloques de polietileno expandido (conocido mayormente como plastoformo), se obtienen distintos resultados en el análisis estructural realizado mediante la modelación de la edificación en el software especializado en ingeniería estructural llamado CYPECAD (v. 2018); por lo que el uso de uno u otro sistema influye en los demás elementos estructurales, debido a que por la transferencia de carga están ligados unos con los otros, por lo que la diferencia es notable entre los pesos propios de dichas losas de entrepiso, ya que las demás cargas aplicadas son las mismas para ambos casos, esto se logra apreciar en los planos estructurales de la edificación, siendo estos los resultados del cálculo estructural y la finalidad del mismo; ya que dichos planos son la guía para la construcción de cualquier obra civil que se planea ejecutar.

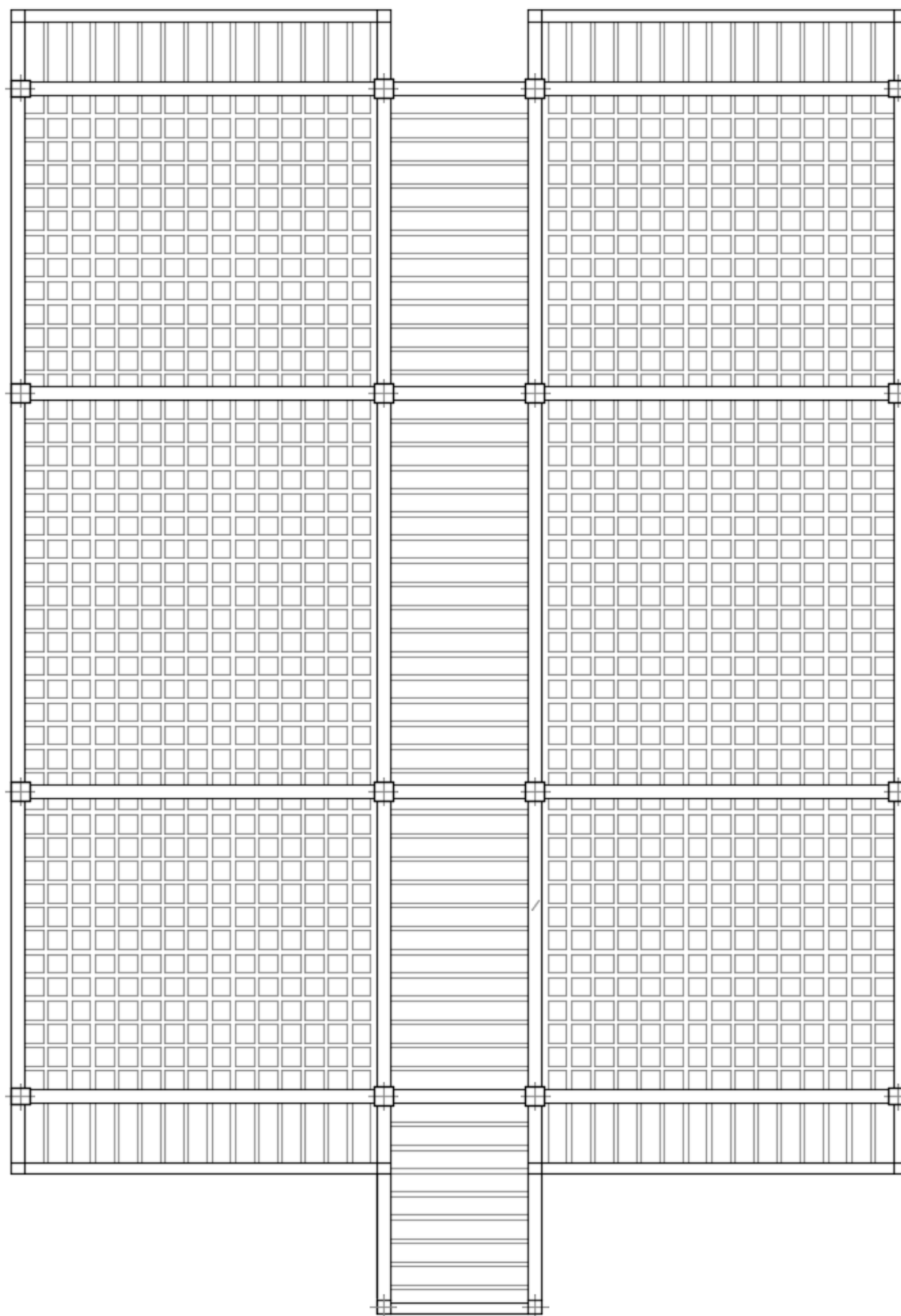
Es así, que como resultado se logra realizar un juego de planos a detalle y en escala, en los cuales se pueda observar la posición y cantidad de los aceros de refuerzo (mediante las planillas de acero), como así las dimensiones geométricas de los elementos estructurales que conforman la edificación; los planos realizados para este proyecto de grado son los siguientes:

- Replanteo de la estructura - Lamina: 1/5
- Fundaciones - Lamina: 2/5
- Columnas y cubierta - Lamina: 3/5
- Losa de entrepiso y vigas (+3.00 m.) – Lamina 4/5
- Losa de entrepiso, vigas (+6.00 m.) y escalera – Lamina 5/5

Siendo estas laminas, las que forman el juego de planos estructurales de la edificación, presentándose para este proyecto de grado dos juegos de planos, el primero con la estructura aplicando sistema de losa de entrepiso maciza y el segundo aplicando losa de entrepiso alivianada, los juegos de planos mencionados se presentan en el Anexo “E” del presente proyecto de grado, dichas laminas son de tamaño de hoja A1 (594 mm. x 841mm.), ya que este tamaño es recomendable para imprimir planos estructurales y para su fácil manejo en obra de los planos.

Respecto a las losas de entrepiso de la estructura, se presentan en las siguientes figuras la disposición de nervios (viguetas) adoptadas del sistema de losa alivianada, teniendo en cuenta la relación entre los lados de los paños, como también la disposición adoptada del sistema de losa maciza, definiendo así la disposición de acero ya sea en una o dos direcciones en los paños.

FIGURA 4.5 Disposición de viguetas en los paños de losa alivianada (Primer Piso)



Fuente: Elaboración Propia

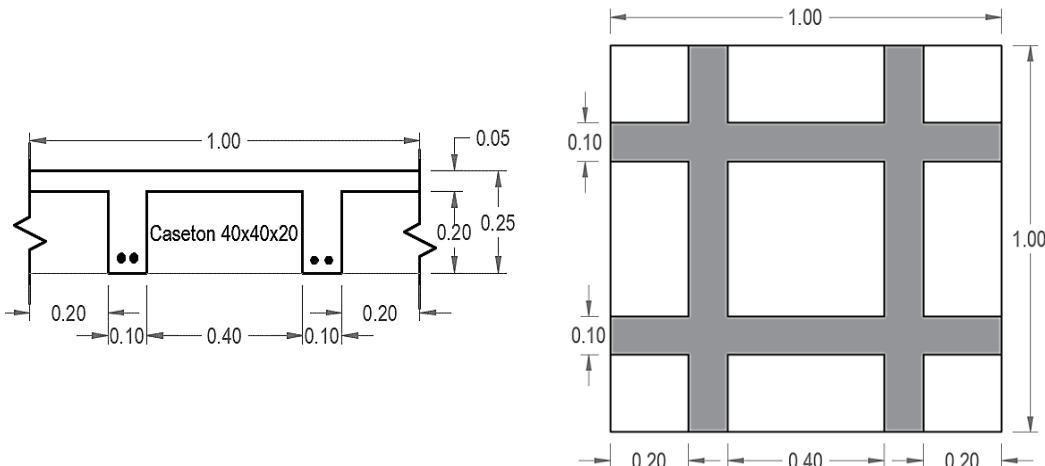
4.5 COMPARACIÓN TÉCNICA

Realizado el cálculo estructural de la edificación, dando como resultados los esfuerzos a los que están sometidos los distintos elementos que componen la estructura (losas, columnas, vigas, fundaciones) y principalmente los planos estructurales de la edificación, donde se plasma los armados de los aceros de refuerzos, planillas de acero y resumen de cantidades de los elementos estructurales; con dichos resultados obtenidos, se realizó la siguiente comparación técnica:

4.5.1 Peso propio de ambos sistemas de losa de entrepiso

Se detalla en las siguientes tablas los pesos por metro cuadrado de los sistemas de losa maciza y alivianada, donde para esta última se comparan también, los pesos de los paños donde las viguetas se disponen en una y dos direcciones:

TABLA 4.8 *Peso de propio de losa alivianada (Dos direcciones)*

Peso propio - Losa Alivianada h =25 cm. (Dos direcciones)	
	
Carpeta de compresión = $2400 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,05(\text{m}) =$	120,00 (Kg/m ²)
Nervios (Viguetas) = $2400 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,10(\text{m}) * 0,20 * 3,60(\text{m}) =$	172,80 (Kg/m ²)
Casetones de plastoformo (40x40x20) = $10 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,40(\text{m}) * 0,40 * 0,20(\text{m}) * 4 =$	1,28 (Kg/m ²)
TOTAL (Kg/m²) =	294,08

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 4.9 *Peso de propio de losa alivianada (Una dirección)*

Peso propio - Losa Alivianada h =25 cm. (Una dirección)	
$\text{Carpeta de compresión} = 2400 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,05(\text{m}) =$	120,00 (Kg/m ²)
$\text{Nervios (Viguetas)} = 2400 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,10(\text{m}) * 0,20(\text{m}) * 2,00(\text{m}) =$	96,00 (Kg/m ²)
$\text{Tiras de plastoformo (40x20x100)} = 10 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,40(\text{m}) * 1,00(\text{m}) * 0,20(\text{m}) * 2 =$	1,60 (Kg/m ²)
TOTAL (Kg/m²) =	217,60

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 4.10 *Peso de propio de losa maciza*

Peso propio - Losa Maciza h =18 cm.	
$\text{Peso propio losa maciza de H}^\circ\text{A}^\circ = 2400 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,18(\text{m}) =$	432,00 (Kg/m ²)
TOTAL (Kg/m²) =	432,00

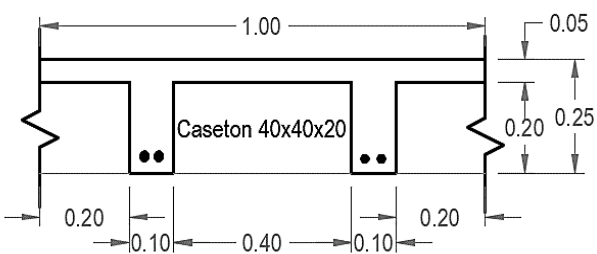
Fuente: Elaboración Propia

Con los pesos por metro cuadrado obtenidos, se observa una diferencia entre la losa de entrepiso maciza con la losa alivianada tanto en una como en dos direcciones de 137.92 (Kg/m²) y de 214.40 (Kg/m²) respectivamente, siendo este el parámetro de comparación más notable entre ambos sistemas; la losa maciza es 46.90% más pesada que la losa alivianada en dos direcciones y 98.53% más pesada que la losa alivianada en una dirección; así mismo este resultado se hará notorio en el diseño de los demás elementos estructurales de la edificación.

4.5.2 Resistencia a flexión y cortante de ambos sistemas de losas

Para conocer la resistencia a flexión de ambas losas, se aplica la teoría de la falla balanceada, donde si bien dicha teoría es para vigas, la aplicación a losas es exactamente igual. Es así entonces, que se analizó un paño de la losa de entrepiso diseñada (entre los ejes B-C y 1-2), con el fin de obtener la resistencia de diseño a momento y cortante, donde en ambos sistemas se tiene como la armadura adoptada barras de acero corrugado de $\varnothing 12$ (mm) para absorber los esfuerzos de flexión positivos, considerando un metro de ancho para el análisis tal y como se muestra en las siguientes tablas.

TABLA 4.11 Momento y cortante de diseño de losa alivianada

Losa alivianada h=0,25 (m)			
			
$f'c =$	210,00	(Kg/cm ²)	$\phi M_n = \text{Momento de diseño}$ $\phi M_n = 0,9 * f_y * A_s * \left(d - \frac{A_s * f_y}{2 * 0,85 * f'c * b} \right)$ $\phi M_n =$ 3,81 (Ton*m)
$f_y =$	5000,00	(Kg/cm ²)	
$b =$	20,00	(cm)	
$d =$	21,90	(cm)	
$A_s =$	4,52	(cm ²)	
ϕ (Flexión) = 0,90 ϕ (Flexión) = 0,75 Armadura = 4 $\varnothing 12$			$\phi V_n = \text{Cortante de diseño}$ $\phi V_n = 0,75 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$ $\phi V_n =$ 2,52 (Ton)

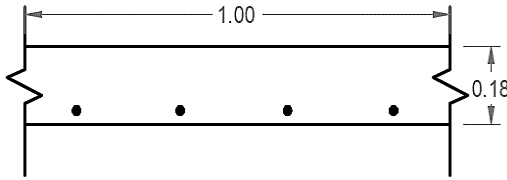
Fuente: Elaboración propia

Respecto a los datos se base (b) y altura efectiva(d), para el caso de losa maciza se adopta un ancho $b = 100$ (cm) y una altura efectiva $d = 14.90$ (cm), y para la losa alivianada se considera que las viguetas o nervios trabajan como dos vigas simultaneas, donde el ancho de ambas vigas trabajando juntas será de $b = 20$ (cm) y la altura efectiva será $d = 21.90$ (cm).

Por otro lado, ambas losas se refuerzan con la misma cantidad de acero, 4 barras de acero corrugado de $\varnothing 12$ (mm.) equivalente a un área de acero $A_s = 4.52$ (cm²) en la sección analizada. Con estos datos, más la resistencia del hormigón de $f'c = 21$ (MPa) y fluencia del acero de $f_y = 500$ (MPa) se obtiene la resistencia de diseño a flexión de ambos sistemas.

La resistencia de diseño a cortante puede calcularse a partir de una fórmula dada por la norma NB 1225001-1 en el capítulo correspondiente al diseño de dicho esfuerzo, donde según la geometría se puede obtener dicha resistencia para un elemento que no lleve estribos, siendo la sección de hormigón la que resistirá esfuerzo de corte en la losa de entrepiso.

TABLA 4.12 *Momento y cortante de diseño de losa maciza*

Losa maciza h=0,18 (m)			
			
$f'c =$	210,00	(Kg/cm ²)	$\phi M_n =$ Momento de diseño
$f_y =$	5000,00	(Kg/cm ²)	$\phi M_n = 0,9 * f_y * A_s * \left(d - \frac{A_s * f_y}{2 * 0,85 * f'c * b} \right)$
$b =$	100,00	(cm)	$\phi M_n =$ 2,90 (Ton*m)
$d =$	14,90	(cm)	
$A_s =$	4,52	(cm ²)	
ϕ (Flexión) = 0,90			$\phi V_n =$ Cortante de diseño
ϕ (Flexión) = 0,75			$\phi V_n = 0,75 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$
Armadura = 4 $\phi 12$			$\phi V_n =$ 8,58 (Ton)

Fuente: Elaboración propia

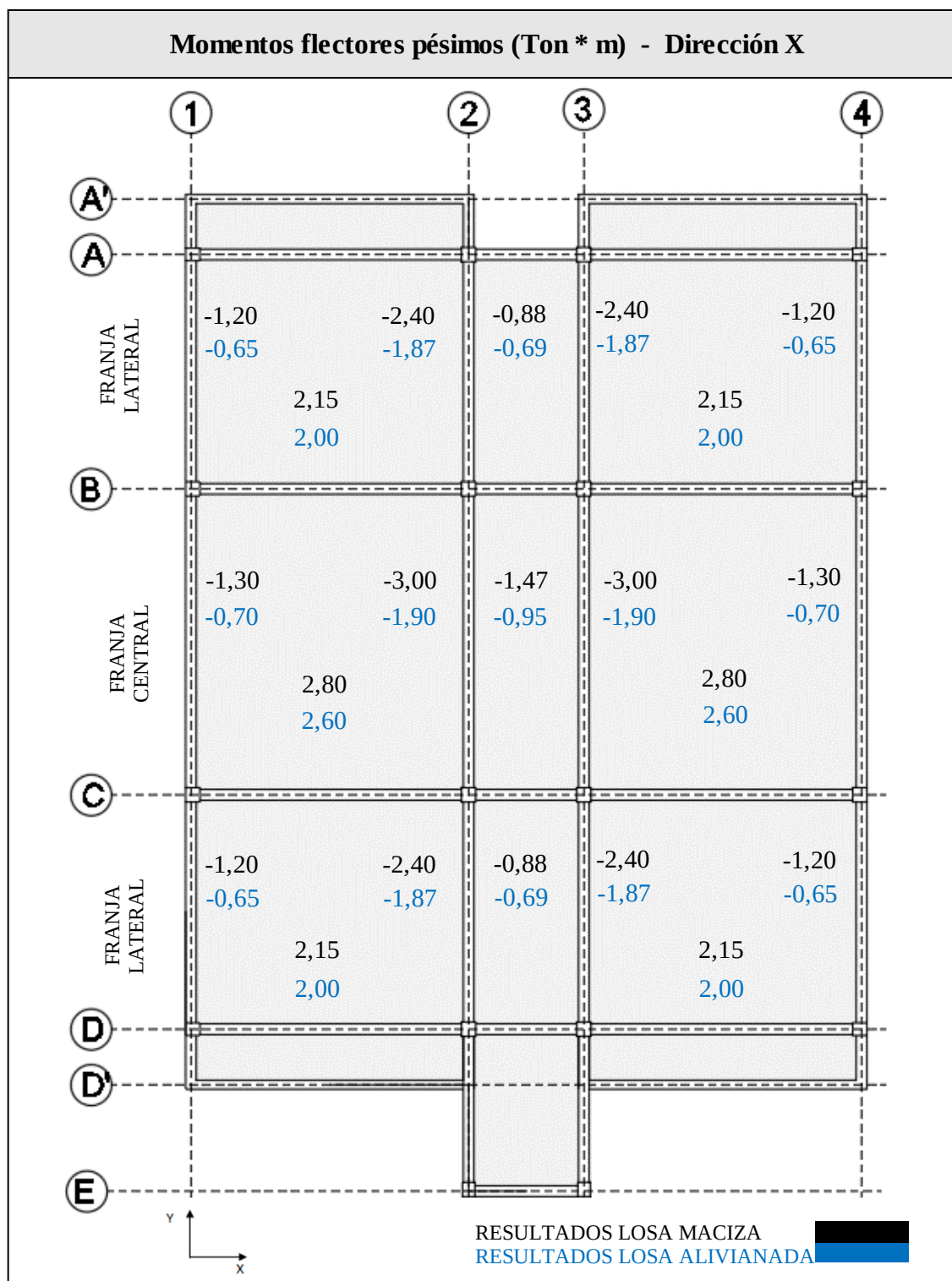
Con los resultados obtenidos se puede señalar que la losa Maciza resiste solo un 75% de la resistencia a flexión de la losa alivianada, para una cantidad igual de acero en ambos casos. Respecto a la resistencia a cortante de diseño, las losas alivianadas pueden resistir sólo un 30% de la resistencia a corte de la losa maciza.

4.5.3 Esfuerzos de momento flector obtenidos en la losa de entrepiso

El modelo de la edificación realizado en el software CYPECAD (v.2018) especializado para ingeniería estructural, nos permite conocer los esfuerzos a los que están solicitados los diferentes elementos estructurales, en este caso en la losa de entrepiso, se obtienen los momentos flectores más solicitados en dicho elemento, producto de las combinaciones realizadas, mayorando las cargas con sus respectivos factores, se obtuvo así los momentos pésimos positivos y negativos en los tramos y apoyos en los paños de la losa de entrepiso tanto en dirección “X” como en “Y”.

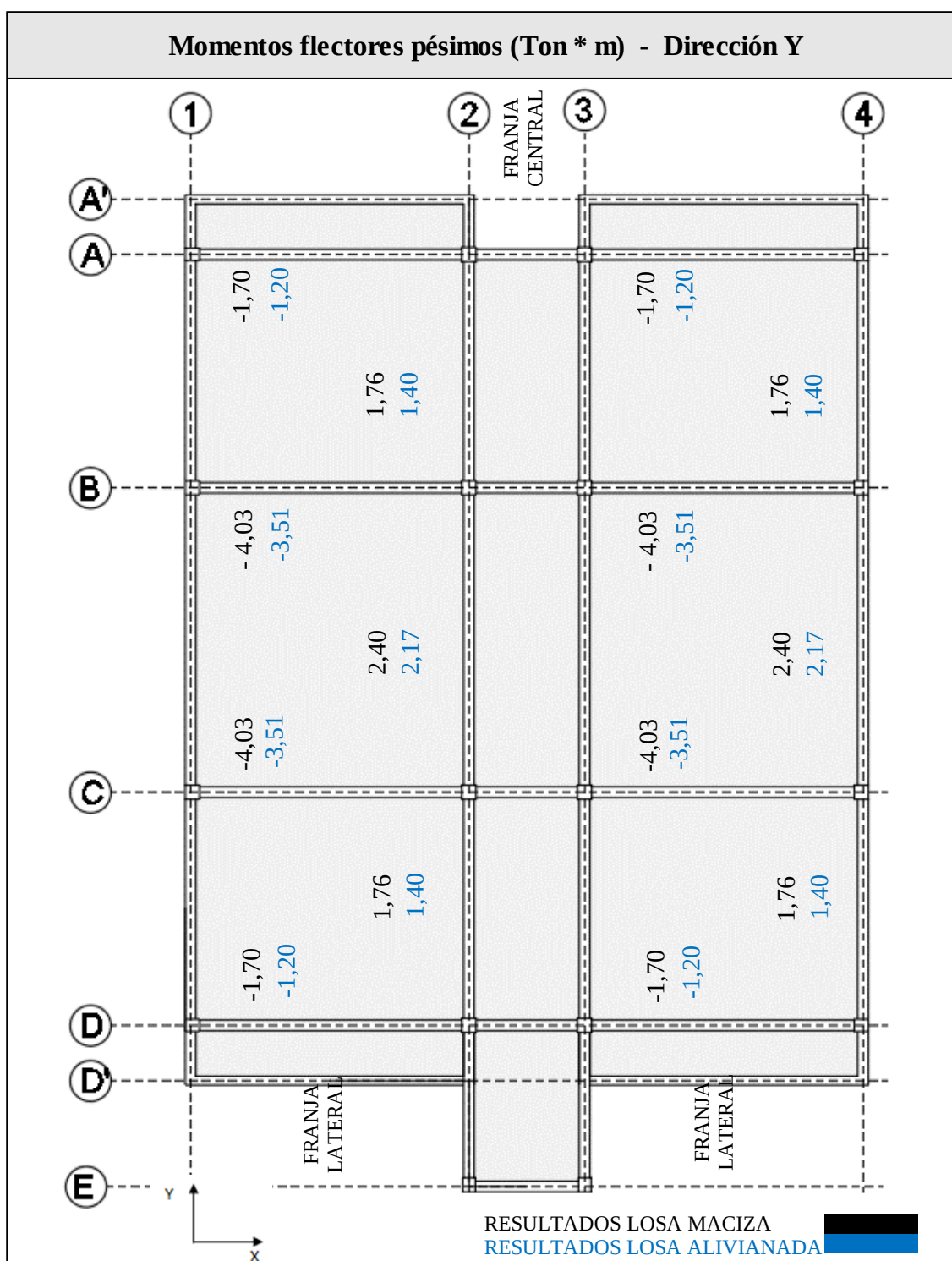
Se presentan los valores de los momentos flectores pésimos en ambas direcciones tanto negativos como positivos en la losa del primer piso:

FIGURA 4.7 Momentos flectores pésimos en dirección X



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4.8 Momentos flectores pésimos en dirección Y



Fuente: Elaboración propia

Se presenta un resumen de los momentos flectores positivos y negativos obtenidos, tanto en dirección “X” como en “Y” en la losa del primer piso:

TABLA 4.13 Resumen de momentos flectores pésimos en losa

MOMENTO FLECTOR (Ton*m) EN DIRECCIÓN X						
EJE 1		EJE 2		EJE 3		EJE 4
FRANJAS LATERALES						
Losa Maciza:						
-1,20	2,15	-2,40	-0,88	-2,40	2,15	-1,20
Losa Alivianada:						
-0,65	2,00	-1,87	-0,69	-1,87	2,00	-0,65
Aumento de esfuerzos al aplicar losa maciza:						
85,00%	8,00%	28,00%	28,00%	28,00%	8,00%	85,00%
FRANJA CENTRAL						
Losa Maciza:						
-1,30	2,80	-3,00	-1,47	-3,00	2,80	-1,30
Losa Alivianada:						
-0,70	2,60	-1,90	-0,95	-1,90	2,60	-0,70
Aumento de esfuerzos al aplicar losa maciza:						
86,00%	8,00%	58,00%	55,00%	58,00%	8,00%	86,00%
MOMENTO FLECTOR (Ton*m) EN DIRECCIÓN Y						
EJE A		EJE B		EJE C		EJE D
FRANJAS LATERALES						
Losa Maciza:						
-1,70	1,76	-4,03	2,40	-4,03	1,76	-1,70
Losa Alivianada:						
-1,20	1,40	-3,51	2,17	-3,51	1,40	-1,20
Aumento de esfuerzos al aplicar losa maciza:						
42,00%	26,00%	15,00%	11,00%	15,00%	26,00%	42,00%

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la anterior tabla, que los momentos flectores en la dirección “X” aumentan al aplicar losa maciza en el entrepiso de la estructura, hasta un 86.00% y mínimo 58.00% en los apoyos donde se generan los momentos negativos, y en los tramos donde se generan los momentos positivos hasta un 55.00% y mínimo 8.00%.

Los momentos flectores en la dirección “Y” aumentan al aplicar losa maciza en el entrepiso de la estructura, hasta un 42.00% y mínimo 15.00% en los apoyos donde se generan los momentos negativos, y en los tramos donde se generan los momentos positivos hasta un 26.00% y mínimo 11.00%, como se observa en la tabla 4.13.

4.5.4 Armadura y cuantía de ambos sistemas de losas

Del análisis por metro cuadrado de losa de entrepiso, se obtuvo una cantidad de 424.29 m² para el nivel de primer piso, y de 350.64 m² para el nivel de terraza, los cálculos métricos para obtener dichas cantidades se presentan en el anexo “E” del presente proyecto de grado. Es así, que aplicado para ambos niveles de la estructura los sistemas de losa de entrepiso maciza (e =18 cm.) y alivianada (h = 25 cm.), con la misma área de análisis en ambos casos y concluido el diseño de las losas de entrepiso, se obtienen como resultado las armaduras adoptadas descritas en los planos estructurales de la edificación, generando así las planillas de acero y su respectivo resumen de cantidades (medidos en kilogramos) por diámetro de barra adoptado.

Tomando en cuenta el peso total de acero de refuerzo calculado en el diseño, en ambos niveles de la estructura, se divide dicha cantidad entre el área total de losa de entrepiso, obteniendo así la cuantía de acero en Kg/m², dicho valor también será utilizado en el cálculo de los precios unitarios para ambos sistemas de losa empleados en la estructura.

Se observa en los datos de las tablas 4.14 y 4.15 que el consumo de acero de refuerzo (barras corrugadas 500 S), es mayor en el sistema de losa alivianada, dando una diferencia en peso de 601.67 kg respecto al consumo de acero obtenido en el sistema de losa maciza, de igual manera, referente al valor de las cuantías sucede lo mismo, dando una diferencia de 0.78 kg/m².

TABLA 4.14 Resumen de cantidades de acero y cuantía de losa maciza

LOSA DE ENTREPISO MACIZA (e= 18 cm.)			
NIVEL: PRIMER PISO (+3.00 m.)		AREA: 424.29 m2.	
AH 500 S	Ø 8	Ø 10	Ø 12
Peso lineal (Kg/m)	0,395	0,560	0,888
Longitud (m)	597,00	3198,60	2684,00
Peso (Kg)	235,82	1791,22	2383,39
Peso Total +7% perdidas (Kg)		4719,16	
NIVEL: TERRAZA (+6.00 m.)		AREA: 350.64 m2.	
AH 500 S	Ø 8	Ø 10	Ø 12
Peso lineal (Kg/m)	0,395	0,560	0,888
Longitud (m)	192,00	3430,00	1072,80
Peso (Kg)	75,84	1920,80	952,65
Peso Total +7% perdidas (Kg)		3155,74	
Área total de entrepiso (m²)		775,13	
Cuantía de acero (Kg/m²)		10,16	
Peso Total de ambos niveles (Kg)		7874,90	

Fuente: Elaboración propia

TABLA 4.15 Resumen de cantidades de acero y cuantía de losa alivianada

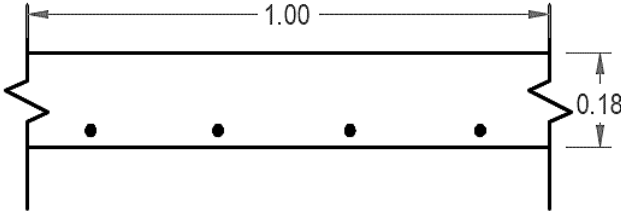
LOSA DE ENTREPISO ALIVIANADA (h= 25 cm.)				
NIVEL: PRIMER PISO (+3.00 m.)			AREA: 424.29 m2.	
AH 500 S	Ø 6	Ø 10	Ø 12	Ø 16
Peso lineal (Kg/m)	0,222	0,560	0,888	1,578
Longitud (m)	3872,00	767,20	3284,72	480,00
Peso (Kg)	859,58	429,63	2916,83	757,44
Peso Total +7% perdidas (Kg)			5310,92	
NIVEL: TERRAZA (+6.00 m.)			AREA: 350.64 m2.	
AH 500 S	Ø 6	Ø 10	Ø 12	
Peso lineal (Kg/m)	0,222	0,560	0,888	
Longitud (m)	3256,20	2388,80	1011,20	
Peso (Kg)	722,88	1337,72	897,95	
Peso Total +7% perdidas (Kg)			3165,65	
Área total de entrepiso (m²)			775,13	
Cuantía de acero (Kg/m²)			10,94	
Peso Total de ambos niveles (Kg)			8476,57	

Fuente: Elaboración propia

4.5.5 Consumo de hormigón de ambos sistemas de losas

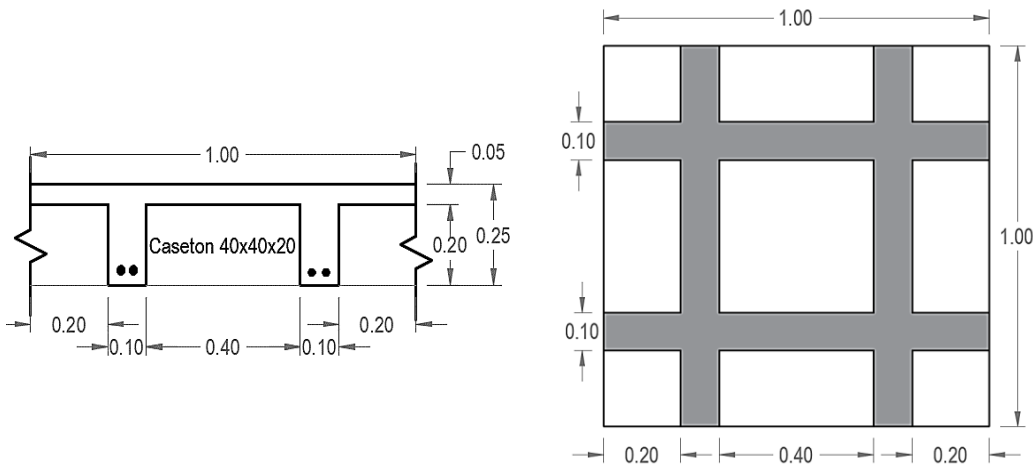
Respecto a la comparación del consumo de hormigón por metro cuadrado en ambos sistemas de losa de entrepiso, tomando como referencia el consumo de la losa maciza, se puede distinguir que la losa alivianada en dos direcciones consume el 66.67% del volumen de hormigón respecto a esta, y un 50% hablando de la losa alivianada en una dirección, esto se puede evidenciar en los resultados presentados en las siguientes tablas.

TABLA 4.16 Consumo de hormigón de losa maciza

Consumo de hormigón - Losa Maciza h =18 cm.	
	
Volumen de hormigón = $0,18(m) \times 1,0(m) \times 1,0(m) =$	0,18 (m ³)
TOTAL (m³/m²) =	0,18

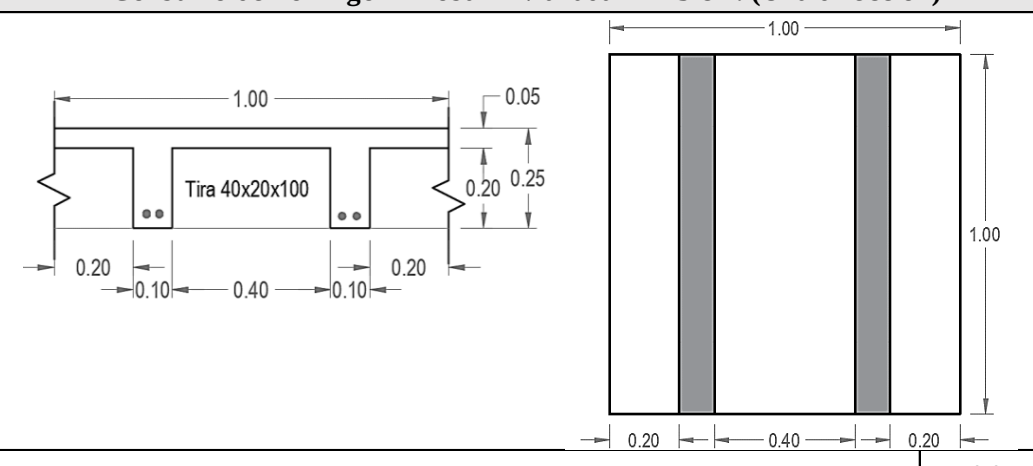
Fuente: Elaboración propia

TABLA 4.17 Consumo de hormigón de losa alivianada (Dos Direcciones)

Consumo de hormigón - Losa Alivianada h =25 cm. (Dos direcciones)	
	
Carpeta de compresión = $1,0(\text{m}) * 1,0(\text{m}) * 0,05(\text{m}) =$	0,05 (m ³)
Nervios (Viguetas) = $0,10(\text{m}) * 0,20(\text{m}) * 3,60(\text{m}) =$	0,07 (m ³)
TOTAL (m³/m²) =	0,12

Fuente: Elaboración propia

TABLA 4.18 Consumo de hormigón de losa alivianada (Una Dirección)

Consumo de hormigón - Losa Alivianada h =25 cm. (Una dirección)	
	
Carpeta de compresión = $1,0(\text{m}) * 1,0(\text{m}) * 0,05(\text{m}) =$	0,05 (m ³)
Nervios (Viguetas) = $0,10(\text{m}) * 0,20(\text{m}) * 2,00(\text{m}) =$	0,04 (m ³)
TOTAL (m³/m²) =	0,09

Fuente: Elaboración propia

4.5.6 Influencia en las vigas

Las losas de entrepiso están apoyadas sobre las vigas distribuyendo sus cargas en estas, y las vigas a su vez transmiten sus cargas a las columnas, llegando finalmente esta transferencia hasta las fundaciones de la estructura que están en contacto con el suelo del predio, que es el lugar de apoyo de toda la edificación.

Es por eso que al aplicar ya sea el sistema de losa de entrepiso maciza o alivianada en la estructura, se generan cambios en las cargas que recibirán los demás elementos estructurales, debido a la diferencia de peso que hay entre estas; a causa de esto, en las vigas varían los esfuerzos de momento flector y cortante, y por consecuencia también las armaduras adoptadas, generando diferencias en las planillas de acero de los planos producto del cálculo estructural realizado.

Se presenta el resumen de cantidades (medidos en kilogramos) por diámetro de barra empleado de las vigas por nivel, obtenidas del diseño de la estructura realizado con losa maciza y así mismo con losa alivianada.

TABLA 4.19 Resumen de cantidades - Vigas de H°A° (Aplicando losa maciza)

VIGAS DE H°A° (Aplicando losa maciza)						
NIVEL: PRIMER PISO (+3.00 m.)				VOLUMEN: 33.10 m3.		
AH 500 S	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
Peso lineal (Kg/m)	0,222	0,395	0,560	0,888	1,580	2,470
Longitud (m)	624,28	577,92	391,48	450,00	472,40	284,00
Peso (Kg)	138,59	228,27	219,22	399,60	746,39	701,48
Peso Total +7% perdidas (Kg) :				2603,90		
NIVEL: TERRAZA (+6.00 m.)				VOLUMEN: 31.82 m3.		
AH 500 S	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
Peso lineal (Kg/m)	0,222	0,395	0,560	0,888	1,580	2,470
Longitud (m)	1230,68	230,48	133,60	625,00	269,20	136,00
Peso (Kg)	273,21	91,04	74,81	555,00	425,33	335,92
Peso Total +7% perdidas (Kg) :				1878,18		
Volumen total de vigas (m³)				64,92		
Cuantía de acero (Kg/m³)				69,04		
Peso Total de ambos niveles (Kg)				4482,08		

Fuente: Elaboración propia

Se puede notar que el consumo de acero de refuerzo (barras corrugadas 500 S) en las vigas de hormigón armado es mayor cuando se aplica el sistema de losa maciza, dando una diferencia en peso de 377.14 kg con el consumo de acero obtenido en las vigas aplicando el sistema de losa alivianada, de igual manera, referente al valor de las cuantías sucede lo mismo, dando una diferencia de 5.81 kg/m³.

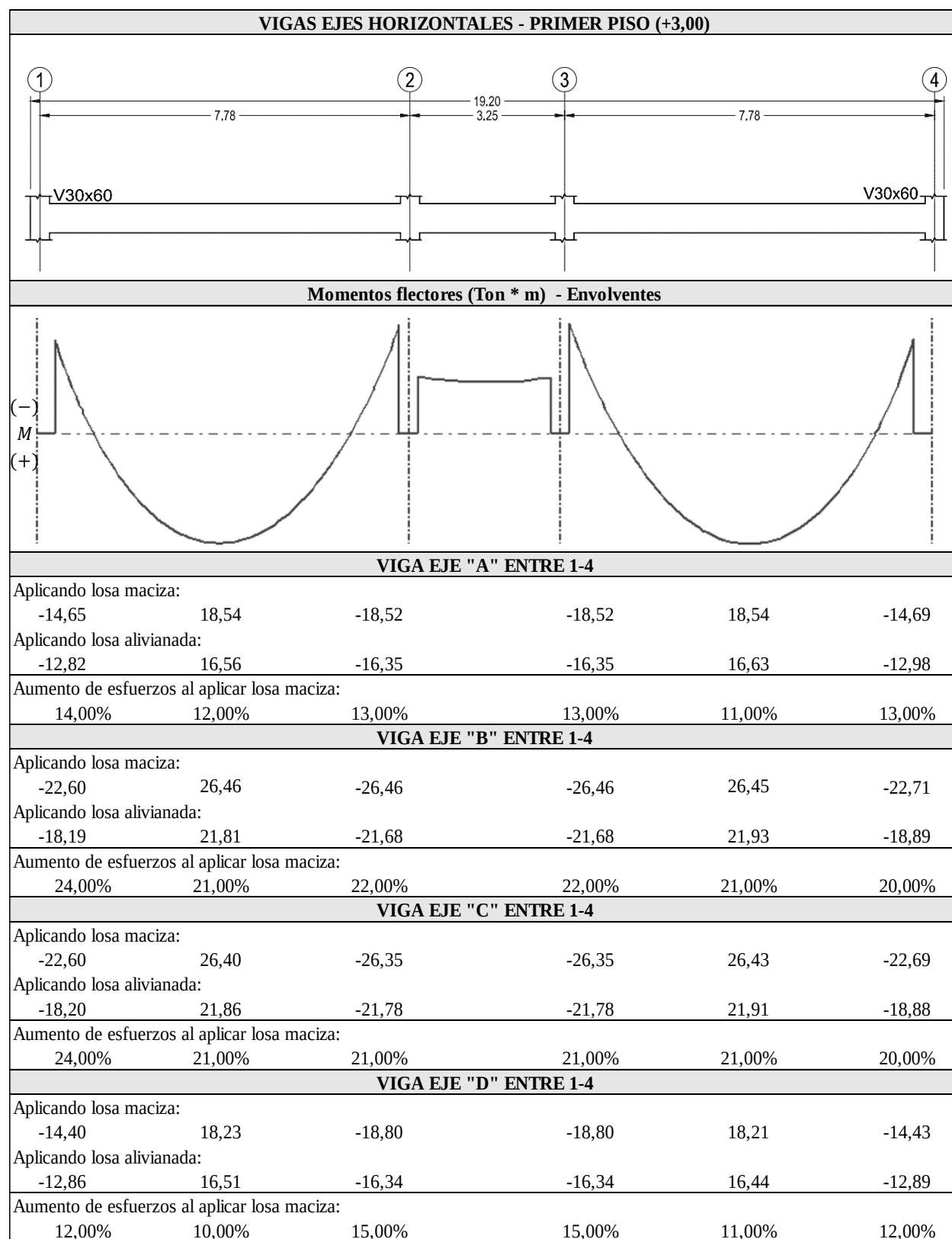
TABLA 4.20 Resumen de cantidades - Vigas de H°A° (Aplicando losa alivianada)

VIGAS DE H°A° (Aplicando losa alivianada)						
NIVEL: PRIMER PISO (+3.00 m.)				VOLUMEN: 33.10 m3.		
AH 500 S	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
Peso lineal (Kg/m)	0,222	0,395	0,560	0,888	1,580	2,470
Longitud (m)	624,28	577,92	391,48	450,00	422,40	248,00
Peso (Kg)	138,59	228,27	219,22	399,60	667,39	612,56
Peso Total +7% perdidas (Kg):				2424,22		
NIVEL: TERRAZA (+6.00 m.)				VOLUMEN: 31.82 m3.		
AH 500 S	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
Peso lineal (Kg/m)	0,222	0,395	0,560	0,888	1,580	2,470
Longitud (m)	1230,68	230,48	133,60	637,00	233,20	80,00
Peso (Kg)	273,21	91,04	74,82	565,65	368,45	197,60
Peso Total +7% perdidas (Kg)				1680,72		
Volumen total de vigas (m³)				64,92		
Cuantía de acero (Kg/m³)				63,23		
Peso Total de ambos niveles (Kg)				4104,94		

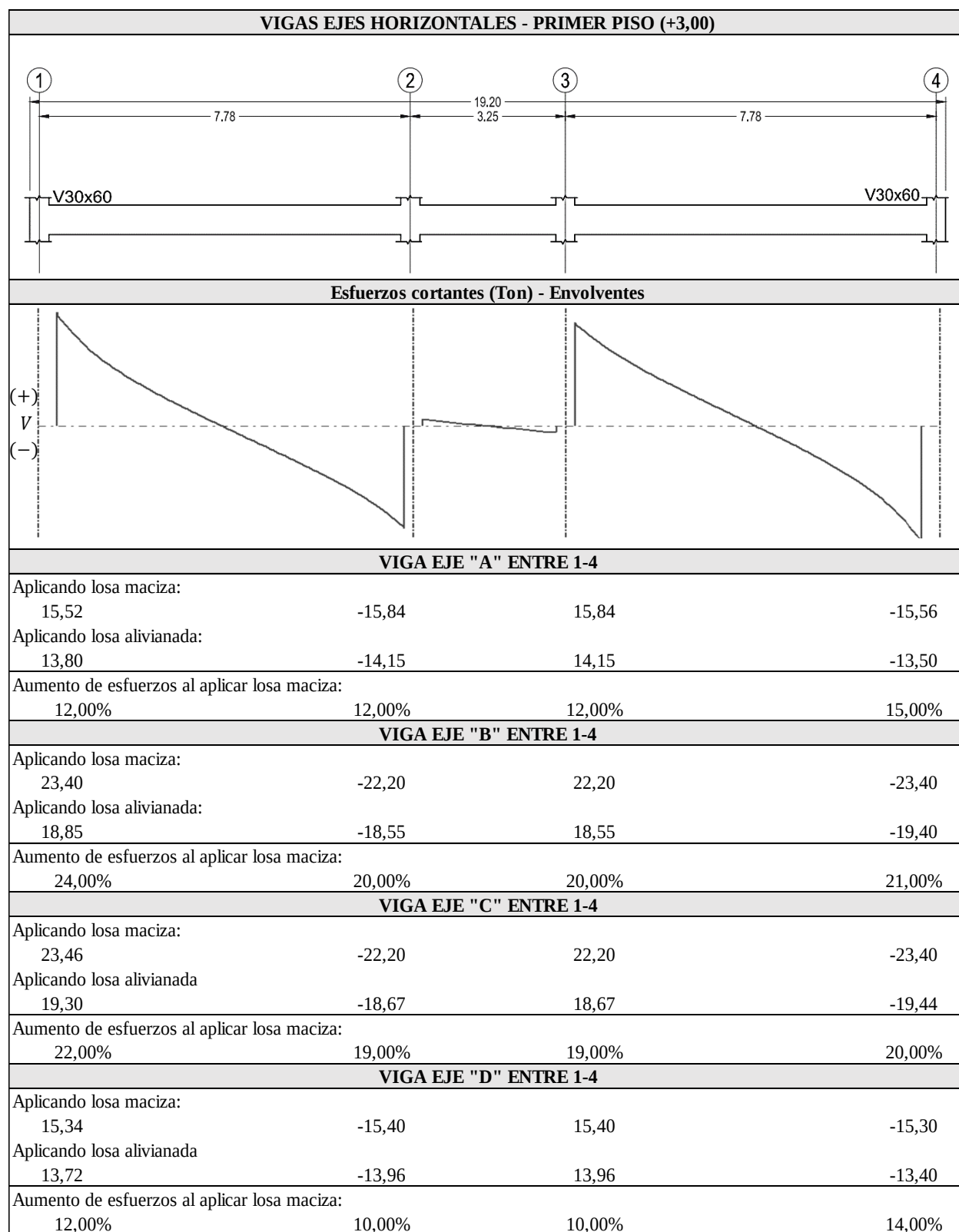
Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, los esfuerzos de momento flector y esfuerzo cortante varían al aplicar en la estructura una losa de entrepiso maciza o alivianada, en las siguientes figuras, se observan los esfuerzos obtenidos del software especializado en ingeniería estructural CYPECAD (v.2018), en las vigas de los ejes horizontales A, B, C y D, entre los ejes del 1 al 4 del nivel de primer piso (+3.00 m.) de la edificación; estos esfuerzos se expresan en Ton*m (momento flector) y Ton (cortante), los mismos fueron usados para el diseño de la armadura longitudinal adoptada, tanto de los tramos para los momentos positivos, como en los apoyos para los momentos negativos, así mismo para la armadura transversal siendo estos los estribos y sus espaciamientos.

En los valores presentados a continuación en las figuras 4.9 y 4.10, se observa que tanto en los esfuerzos de momento flector positivos aumentan al aplicar losa maciza en la estructura entre 10.00% a 21.00%, mientras que en los negativos tienen un rango de aumento entre 12.00% a 24.00%; en lo que respecta a los esfuerzos cortantes positivos aumentan entre 10.00% a 24.00%, mientras que los negativos tienen un rango de aumento entre 10.00% a 21.00%; esto nos indica que, consecuentemente, al tener esfuerzos mayores, se requerirá de mayor cantidad de acero de refuerzo para satisfacer dichas solicitudes, tal y como se mencionó en los resultados de resumen de armadura, necesitando más cantidad en peso para el diseño de la viga aplicando losa de entrepiso maciza que aplicando losa alivianada en la estructura.

FIGURA 4.9 Esfuerzos de momento flector en vigas horizontales (+3.00m.)

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4.10 Esfuerzo cortante en vigas horizontales (+3.00m.)

Fuente: Elaboración propia

4.5.7 Influencia en las columnas

Al igual que lo demostrado anteriormente en las vigas, pasa lo mismo en las columnas, es decir, se genera un incremento en los esfuerzos que actúan sobre esta, en este caso el momento y la carga axial, debido a la diferencia de peso entre ambos sistemas de losa de entrepiso; por consecuencia las armaduras adoptadas se modificarán, como se observa en la siguiente tabla.

TABLA 4.21 Armaduras obtenidas en columnas

COLUMNAS	Dimensión		Armadura longitudinal			Armadura transversal		Cuantía Geométrica (ρ)
	X (cm)	Y (cm)	Esquinas	Cara X	Cara Y	Estribos	Separación	
C6, C7, C10 y C11	40	40	4 Ø16	2 Ø16	2 Ø16	Ø8	15 cm.	1,00
	40	40	4 Ø20	2 Ø16	2 Ø16	Ø10	15 cm.	1,30
C5, C8, C9 y C12	40	40	4 Ø20	2 Ø20	2 Ø20	Ø10	15 cm.	1,60
	40	40	4 Ø20	4 Ø20	4 Ø20	Ø10	15 cm.	2,40
C2, C3, C14 y C15	40	40	4 Ø16	2 Ø16	2 Ø16	Ø8	15 cm.	1,00
	40	40	4 Ø16	2 Ø16	2 Ø16	Ø8	15 cm.	1,00
C1, C4, C13 y C16	40	35	4 Ø16	2 Ø12	2 Ø16	Ø8	15 cm.	1,00
	40	35	4 Ø20	2 Ø12	2 Ø12	Ø10	15 cm.	1,20
C17 y C18	30	30	4 Ø12	2 Ø12	2 Ø12	Ø6	15 cm.	1,00
	30	30	4 Ø12	2 Ø12	2 Ø12	Ø6	15 cm.	1,00
Armadura en columnas aplicando losa maciza:								
Armadura en columnas aplicando losa alivianada:								

Fuente: Elaboración propia

El aumento de esfuerzos en columnas de hormigón armado, produce que se tenga que colocar más acero de refuerzo, principalmente en las armaduras longitudinales, generando cambios en los resúmenes de cantidades de acero presentados en los planos estructurales, como se observa en la siguiente tabla, donde el consumo de acero de refuerzo es mayor cuando se aplica el sistema de losa maciza, dando una diferencia en peso de 858.09 Kg respecto al consumo de acero obtenido en las columnas aplicando el sistema de losa alivianada, de igual manera, referente al valor de las cuantías sucede lo mismo, dando una diferencia de 41.37 kg/m³.

TABLA 4.22 Resumen de cantidades de acero - Columnas de H°A°

COLUMNAS DE H°A° (Aplicando losa maciza)						
NIVEL: DESDE FUNDACIÓN HASTA TERRAZA				VOLUMEN: 20,74 m3.		
AH 500 S	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
Peso lineal (Kg/m)	0,222	0,395	0,560	0,888	1,580	2,470
Longitud (m)	76,32	319,68	992,96	273,60	516,80	865,60
Peso (Kg)	16,94	126,27	556,06	242,96	816,54	2138,03
Peso Total +7% perdidas (Kg):				4169,58		
Cuantía de acero (Kg/m³):				201,04		
COLUMNAS DE H°A° (Aplicando losa alivianada)						
NIVEL: DESDE FUNDACIÓN HASTA TERRAZA				VOLUMEN: 20,74 m3		
AH 500 S	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
Peso lineal (Kg/m)	0,222	0,395	0,560	0,888	1,580	2,470
Longitud (m)	76,34	972,16	340,45	191,20	941,60	342,40
Peso (Kg)	16,95	384,00	190,65	169,79	1487,73	845,73
Peso Total +7% perdidas (Kg):				3311,49		
Cuantía de acero (Kg/m³):				159,67		

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los esfuerzos en las columnas de hormigón armado de la estructura, en las siguientes tablas, se observan la carga axial “N” (Ton), momento “Mx” y “My”, como también el corte “Qx” y “Qy” (Ton), obtenidos del software especializado en ingeniería estructural CYPECAD (v.2018), donde es notorio el aumento de dichos esfuerzos al modelar la estructura con losa maciza en el entrepiso, respecto a los esfuerzos al modelar con losa alivianada.

Se obtuvo los siguientes aumentos en porcentaje de dichos esfuerzos:

- Carga axial “N”: Máximo 14.00 % - Mínimo 10.00 %.
- Momento “Mx”: Máximo 19.00 % - Mínimo 2.00 %.
- Momento “Y”: Máximo 17.00 % - Mínimo 8.00 %.
- Corte “Qx”: Máximo 21.00 % - Mínimo 6.00 %.
- Corte “Qy”: Máximo 23.00 % - Mínimo 7.00 %.

De igual forma, se presenta en la figura 4.11, de manera visual el aumento de los esfuerzos mencionados, obtenidos de la modelación de la estructural, tomando como referencia la columna central “C6”.

TABLA 4.23 Esfuerzos pésimos en columnas aplicando losa maciza

COLUMNA	ESFUERZOS PÉSIMOS				
	Carga Axial "N" (Ton)	Momento "Mx" (Ton*m)	Momento "My" (Ton*m)	Corte "Qx" (Ton)	Corte "Qy" (Ton)
C1	47,36	-13,32	-2,58	-8,28	1,56
C2	75,94	9,15	1,33	5,82	1,12
C3	68,80	-9,01	-3,07	-5,73	1,89
C4	47,28	13,27	-2,59	8,25	1,56
C5	82,86	-20,93	-3,27	-13,07	1,98
C6	107,94	13,85	-5,25	8,75	2,89
C7	108,42	-13,88	-5,09	-8,77	2,84
C8	82,91	20,95	-3,25	13,08	1,97
C9	83,05	-20,97	2,65	-13,08	-1,59
C10	109,54	13,87	4,08	8,76	-2,29
C11	109,50	-13,89	4,08	-8,77	-2,29
C12	83,03	20,96	2,65	13,08	-1,60
C13	47,23	-13,45	2,20	-8,32	-1,32
C14	59,75	9,96	5,09	6,18	-2,70
C15	59,73	-9,99	5,09	-6,20	-2,70
C16	47,22	13,43	2,21	8,31	-1,32

Fuente: Elaboración propia

TABLA 4.24 Esfuerzos pésimos en columnas aplicando losa alivianada

COLUMNA	ESFUERZOS PÉSIMOS				
	Carga Axial "N" (Ton)	Momento "Mx" (Ton*m)	Momento "My" (Ton*m)	Corte "Qx" (Ton)	Corte "Qy" (Ton)
C1	42,66	-11,97	-2,39	-7,34	1,43
C2	68,97	8,94	1,23	5,49	0,91
C3	61,68	-8,81	-2,85	-5,41	1,76
C4	42,66	11,96	-2,37	7,32	1,42
C5	72,63	-17,61	-2,86	-10,80	1,72
C6	94,93	12,15	-4,62	7,50	2,53
C7	95,42	-12,19	-4,53	-7,52	2,51
C8	72,67	17,63	-2,91	10,80	1,74
C9	73,03	-17,71	2,27	-10,84	-1,35
C10	96,58	12,25	3,60	7,55	-2,00
C11	96,34	-12,23	3,65	-7,54	-2,03
C12	72,86	17,63	2,33	10,80	-1,38
C13	42,34	-11,96	1,98	-7,32	-1,17
C14	54,31	9,00	4,61	5,51	-2,46
C15	54,37	-9,05	4,63	-5,54	-2,47
C16	42,44	11,99	1,99	7,33	-1,17

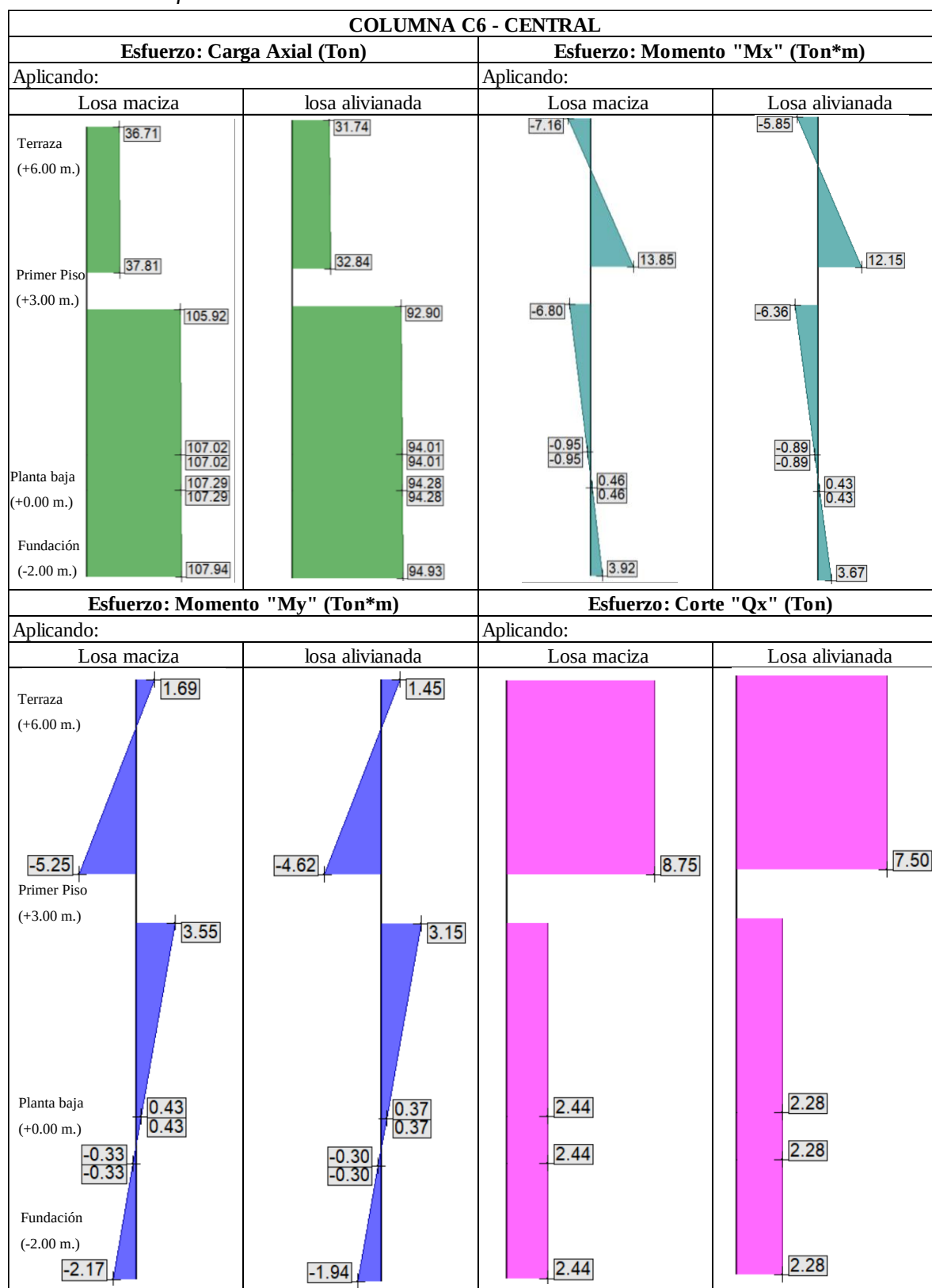
Fuente: Elaboración propia

TABLA 4.25 *Aumento de esfuerzos en columnas en porcentaje*

COLUMNA	Aumento de esfuerzos al aplicar losa maciza (%)				
	Carga Axial "N"	Momento "Mx"	Momento "My"	Corte "Qx"	Corte "Qy"
C1	11,00%	11,00%	8,00%	13,00%	9,00%
C2	10,00%	2,00%	8,00%	6,00%	23,00%
C3	12,00%	2,00%	8,00%	6,00%	7,00%
C4	11,00%	11,00%	9,00%	13,00%	10,00%
C5	14,00%	19,00%	14,00%	21,00%	15,00%
C6	14,00%	14,00%	14,00%	17,00%	14,00%
C7	14,00%	14,00%	12,00%	17,00%	13,00%
C8	14,00%	19,00%	12,00%	21,00%	13,00%
C9	14,00%	18,00%	17,00%	21,00%	18,00%
C10	13,00%	13,00%	13,00%	16,00%	15,00%
C11	14,00%	14,00%	12,00%	16,00%	13,00%
C12	14,00%	19,00%	14,00%	21,00%	16,00%
C13	12,00%	12,00%	11,00%	14,00%	13,00%
C14	10,00%	11,00%	10,00%	12,00%	10,00%
C15	10,00%	10,00%	10,00%	12,00%	9,00%
C16	11,00%	12,00%	11,00%	13,00%	13,00%

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4.11 Esfuerzos en columna central "C6"



Fuente: Elaboración propia

4.5.8 Influencia en las fundaciones

En el caso de las fundaciones de la estructura, estas son las que están en contacto directo con el suelo, para este proyecto de grado se optó por aplicar zapatas cuadradas y rectangulares como solución estructural, así mismo se aplican vigas de fundación centradoras con el fin de dar equilibrio a las zapatas perimetrales y esquineras.

El dimensionamiento en planta de las zapatas depende de la carga axial que reciban, es por esto que la diferencia de peso que hay entre el sistema de losa maciza y alivianada por metro cuadrado, hace que las cargas que llegan a la fundación sean más elevadas aplicando losa maciza, generando que las dimensiones en planta de las zapatas sean mayores que al aplicar losa alivianada, así mismo las armaduras adoptadas se modificarán para cada caso, generando cambios en las planillas de acero y resúmenes de cantidades de estas.

Se presenta en las siguientes tablas, los resúmenes de cantidades de acero de refuerzo obtenidas de los planos estructurales, volumen de hormigón de zapatas obtenidas de los cálculos intercalo y los esfuerzos que llegan a nivel de fundación obtenidos de la modelación en el software especializado en ingeniería estructural CYPECAD (v.2018).

TABLA 4.26 Resumen de cantidades de acero - Zapatas de H°A°

ZAPATAS DE H°A° (Aplicando losa maciza)				
NIVEL: FUNDACIONES (-2.00 m.)			VOLUMEN: 34,84 m³	
AH 500 S	ø 10	ø 12	ø 16	ø 20
Peso lineal (Kg/m)	0,560	0,888	1,580	2,470
Longitud (m)	30,60	348,40	274,00	593,00
Peso (Kg)	17,14	309,38	432,92	1464,71
Peso Total +7% perdidas (Kg)		2379,84		
Cuantía de acero (Kg/m³)		68,31		
ZAPATAS DE H°A° (Aplicando losa alivianada)				
NIVEL: FUNDACIONES (-2.00 m.)			VOLUMEN: 28,37 m³	
AH 500 S	ø 10	ø 12	ø 16	ø 20
Peso lineal (Kg/m)	0,560	0,888	1,580	2,470
Longitud (m)	30,60	296,80	305,60	413,00
Peso (Kg)	17,14	263,55	482,85	1020,11
Peso Total +7% perdidas (Kg)		1908,51		
Cuantía de acero (Kg/m²)		67,27		

Fuente: Elaboración propia

TABLA 4.27 Carga axial de servicio en Zapatas

ZAPATA TIPO "Z1" (COL: C10)								
Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Carga axial de servicio (Ton)					Aumento de Carga Axial
			Peso Propio	Carga Permanente	Carga de servicio	Carga de lluvia	Total	
2,80	2,80	0,40	45,33	21,13	18,33	0,92	85,71	15,00%
2,60	2,60	0,35	34,45	21,13	18,33	0,92	74,83	
ZAPATA TIPO "Z2" (COL: C2)								
Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Carga axial de servicio (Ton)					Aumento de Carga Axial
			Peso Propio	Carga Permanente	Carga de servicio	Carga de lluvia	Total	
2,30	2,30	0,30	32,00	13,90	12,89	0,50	59,29	11,00%
2,20	2,20	0,30	25,98	13,90	12,89	0,50	53,27	
ZAPATA TIPO "Z3" (COL: C1)								
Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Carga axial de servicio (Ton)					Aumento de Carga Axial
			Peso Propio	Carga Permanente	Carga de servicio	Carga de lluvia	Total	
1,40	2,70	0,30	21,92	8,78	6,48	0,32	37,50	12,00%
1,30	2,50	0,30	18,05	8,78	6,48	0,32	33,63	
ZAPATA TIPO "Z4" (COL: C8)								
Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Carga axial de servicio (Ton)					Aumento de Carga Axial
			Peso Propio	Carga Permanente	Carga de servicio	Carga de lluvia	Total	
2,00	3,40	0,35	36,87	15,95	12,01	0,62	65,45	14,00%
1,80	3,20	0,35	28,79	15,95	12,01	0,62	57,37	
ZAPATA TIPO "Z5" (COL: C9)								
Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Carga axial de servicio (Ton)					Aumento de Carga Axial
			Peso Propio	Carga Permanente	Carga de servicio	Carga de lluvia	Total	
1,80	3,40	0,40	36,91	15,97	12,05	0,62	65,55	14,00%
1,70	3,10	0,40	28,89	15,97	12,05	0,62	57,53	
ZAPATA TIPO "Z6" (COL: C14)								
Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Carga axial de servicio (Ton)					Aumento de Carga Axial
			Peso Propio	Carga Permanente	Carga de servicio	Carga de lluvia	Total	
2,80	1,60	0,35	26,80	11,03	8,81	0,51	47,15	12,00%
2,60	1,50	0,30	21,89	11,03	8,81	0,51	42,24	
ZAPATA TIPO "Z7" (COL: C16)								
Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Carga axial de servicio (Ton)					Aumento de Carga Axial
			Peso Propio	Carga Permanente	Carga de servicio	Carga de lluvia	Total	
2,20	2,20	0,35	21,87	8,76	6,44	0,32	37,39	12,00%
2,00	2,00	0,35	17,99	8,76	6,44	0,32	33,51	

Fuente: Elaboración propia

TABLA 4.28 Consumo de hormigón en zapatas (Aplicando losa maciza)

REFERENCIA	Nº de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	TOTAL
NIVEL DE FUNDACIÓN (-2,00 m.)					
Z1	4,00	2,80	2,80	0,40	12,54
Z2	2,00	2,30	2,30	0,30	3,17
Z3	2,00	1,40	2,70	0,30	2,27
Z4	2,00	2,00	3,40	0,35	4,76
Z5	2,00	1,80	3,40	0,40	4,90
Z6	2,00	2,80	1,60	0,35	3,14
Z7	2,00	2,20	2,20	0,35	3,39
Z8	1,00	1,20	1,20	0,30	0,43
Z9	1,00	0,90	0,90	0,30	0,24
TOTAL (m3) :					34,84

Fuente: Elaboración propia

TABLA 4.29 Consumo de hormigón en zapatas (Aplicando losa alivianada)

REFERENCIA	Nº de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	TOTAL
NIVEL DE FUNDACIÓN (-2,00 m.)					
Z1	4,00	2,60	2,60	0,35	9,46
Z2	2,00	2,20	2,20	0,30	2,90
Z3	2,00	1,30	2,50	0,30	1,95
Z4	2,00	1,80	3,20	0,35	4,03
Z5	2,00	1,70	3,10	0,40	4,22
Z6	2,00	2,60	1,50	0,30	2,34
Z7	2,00	2,00	2,00	0,35	2,80
Z8	1,00	1,20	1,20	0,30	0,43
Z9	1,00	0,90	0,90	0,30	0,24
TOTAL (m3) :					28,37

Fuente: Elaboración propia

El consumo de hormigón en las zapatas de hormigón armado es mayor al aplicar losas macizas que al aplicar losa alivianada en los entrepisos de la estructura, con una diferencia de 6.47 m³ de volumen de hormigón, así mismo, el consumo de acero de refuerzo es mayor cuando se aplica el sistema de losa maciza, dando una diferencia en peso de 471.33 kg. respecto al consumo de acero obtenido en las zapatas aplicando el sistema de losa alivianada en la edificación, de igual manera, con el valor de las cuantías sucede lo mismo, dando una diferencia de 1.04 kg/m³; y finalmente se genera un aumento entre el 11.00% y 15.00% en la carga axial de servicio.

Referente a las vigas de fundación de hormigón armado diseñadas, el consumo de acero de refuerzo (barras corrugadas 500 S) es mayor cuando se aplica el sistema de losa maciza, dando una diferencia en peso de 50.22 Kg respecto al consumo de acero obtenido en las vigas de

fundación aplicando el sistema de losa alivianada, de igual manera, con el valor de las cuantías sucede lo mismo, dando una diferencia de 2.35 kg/m³, como se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 4.30 *Resumen de cantidades de acero – Vigas de fundación*

VIGAS DE FUNDACIÓN DE H°A° (Aplicando losa maciza)		
NIVEL: FUNDACIONES (-2.00 m.)		VOLUMEN: 21,38 m³
AH 500 S	Ø 10	Ø 20
Peso lineal (Kg/m)	0,560	2,470
Longitud (m)	651,44	510,20
Peso (Kg)	364,81	1260,19
Peso Total +7% perdidas (Kg)		1738,75
Cuantía de acero (Kg/m³)		81,33
VIGAS DE FUNDACIÓN DE H°A° (Aplicando losa alivianada)		
NIVEL: FUNDACIONES (-2.00 m.)		VOLUMEN: 21,38 m³
AH 500 S	Ø 10	Ø 20
Peso lineal (Kg/m)	0,560	2,470
Longitud (m)	651,44	491,20
Peso (Kg)	364,81	1213,26
Peso Total +7% perdidas (Kg)		1688,53
Cuantía de acero (Kg/m³)		78,98

Fuente: Elaboración propia

Se presenta en la tabla 4.31 el resumen del consumo de acero de refuerzo para cada elemento estructural presentado en la comparación técnica realizada, donde se observa la diferencia de dicho consumo tanto en kilogramos (Kg) como en porcentaje (%), donde el mayor ahorro en acero de refuerzo al aplicar el sistema de losa alivianada en la estructura se presenta en las columnas, siendo el único ahorro a favor de la losa maciza su menor consumo de acero de refuerzo en comparación con el necesario al diseñar el entrepiso con losa alivianada.

TABLA 4.31 *Consumo total de acero de refuerzo por elemento estructural*

Elemento estructural	Unidad	Consumo de acero de refuerzo (Kg)		Diferencia (Kg)	Diferencia (%)
		Aplicando losa Maciza	Aplicando losa Alivianada		
Losa de entrepiso de H°A°	m2	7.874,90	8.476,57	601,67	7,10%
Viga de H°A°	m3	4.482,08	4.104,94	377,14	8,41%
Columna de H°A°	m3	4.169,58	3.311,49	858,09	20,58%
Zapata de H°A°	m3	2.379,84	1.908,51	471,33	19,81%
Viga de fundación de H°A°	m3	1.738,75	1.688,53	50,22	2,89%

Fuente: Elaboración propia

4.6 COMPARACIÓN ECONÓMICA

Para la comparación económica se realizaron los análisis de precios unitarios para cada elemento estructural, siendo estos ítems que forman parte del presupuesto del módulo estructural de la edificación, por lo tanto, se realizó la cotización de los precios de los materiales de construcción disponibles en la ciudad de Cobija, como también de la mano de obra y el equipo necesario para fabricar hormigón, dicha cotización se presenta en la siguiente tabla.

TABLA 4.32 *Resumen de costos de materiales de construcción, mano de obra y equipos*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO
1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN			
AGREGADO GRUESO			
PIEDRA TRITURADA 3/4" (BRITA N°1)	M3	1,00	Bs 450,00
PIEDRA TRITURADA 5/8" (BRITA 5/8")	M3	1,00	Bs 500,00
PIEDRA TRITURADA 3/8" (BRITA CERO)	M3	1,00	Bs 540,00
AGREGADO FINO			
POLVO DE BRITA	M3	1,00	Bs 500,00
ARENA FINA (RIO ACRE)	M3	1,00	Bs 50,00
CEMENTO			
CEMENTO VIACHA IP-30 (50 KG)	SC	1,00	Bs 57,00
ACERO ESTRUCTURAL			
BARRA DE ACERO CORRUGADO (AH 500 S)	TN	1,00	Bs 8.352,00
COMPLEMENTO ALIVIANANTE			
TIRA DE PLASTOFORMO 40cm x20cm. x1m.	PZA	1,00	Bs 30,00
CASETON DE PLASTOFORMO 40cm. x40cm.x20cm.	PZA	1,00	Bs 21,00
OTROS			
ALAMBRE DE AMARRE	KG	1,00	Bs 10,00
CLAVOS 2"	KG	1,00	Bs 18,00
CLAVOS 2 1/2"	KG	1,00	Bs 18,00
MADERA PARA ENCOFRADO	P2	1,00	Bs 5,00
2, MANO DE OBRA			
ALBAÑIL	HR	1,00	Bs 20,00
ARMADOR	HR	1,00	Bs 20,00
ENCOFRADOR	HR	1,00	Bs 20,00
AYUDANTE	HR	1,00	Bs 12,50
3. EQUIPOS			
MEZCLADORA DE HORMIGÓN	HR	1,00	Bs 25,00
VIBRADORA DE HORMIGÓN	HR	1,00	Bs 20,00

Fuente: Elaboración propia

Los rendimientos de los materiales necesarios para fabricar hormigón (cemento, agregado grueso, agredo fino y agua), son resultado de haber realizado el diseño de la mezcla del mismo con materiales de construcción disponibles en la ciudad de Cobija, como también las cuantías de acero de refuerzo (barras corrugadas) para cada uno de los elementos que componen la edificación (losa, viga, columna, fundaciones, escalera) se obtuvieron usando los planos producto del cálculo estructural de la obra; siendo estos datos necesarios para realizar los análisis de precios unitarios.

El rendimiento de los alivianantes de polietileno expandido (plastoformo) se realizó por metro cuadrado de losa, haciendo uso de 4 bloques (40cm x40cm x20cm) para la losa casetonada y dos tiras (40cm x20cm x1m) en los paños de losa en una dirección. Para los rendimientos de los clavos, alambre de amarre y madera de construcción, por unidad del ítem, se recurrió a valores teóricos obtenidos de guía de productos y servicios “Presupuesto & construcción” (P&C, 2022).

El presupuesto en bolivianos del módulo estructural de la edificación, se obtuvo calculando los precios unitarios de cada ítem, como también sus cantidades mediante planillas de cómputos métricos, con la previa cotización de los precios de los materiales de construcción disponibles en la ciudad de Cobija, con el fin de seleccionar los más bajos para ejecutar la obra lo más económica posible; las planillas de precios unitarios y cómputos métricos se presentan en el anexo “E”.

Los presupuestos tanto para la edificación diseñada con losa de entrepiso maciza como también con losa de entrepiso alivianada, se calcularon con la intención de comparar los resultados y contemplar el impacto económico del uso de uno u otro sistema en la edificación y en los elementos estructurales que la componen, en las siguientes tablas se presentan dichos presupuestos del módulo estructural de la edificación del presente proyecto de grado.

TABLA 4.33 Presupuesto: Módulo estructural (Aplicando losa alivianada)

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
1	Losa Alivianada de H°A° (Casetonada h=25 cm.)	m2	624,16	618,84	386.255,17
2	Losa Alivianada de H°A° (1 dirección h=25 cm.)	m2	150,97	538,95	81.365,28
3	Viga de H°A°	m3	64,92	4.283,20	278.065,34
4	Columna de H°A°	m3	20,74	5.239,31	108.663,29
5	Zapata de H°A°	m3	28,37	3.736,70	106.010,18
6	Viga de fundación de H°A°	m3	21,38	3.848,01	82.270,45
7	Escalera de H°A°	m3	7,32	4.544,98	33.269,25
COSTO TOTAL (Bs) :					1.075.898,96
Son: Un millón setenta y cinco mil ochocientos noventa y ocho 96/100 Pesos Bolivianos					

Fuente: Elaboración propia

TABLA 4.34 Presupuesto: Módulo estructural (Aplicando losa maciza)

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
1	Losa maciza de H°A° (e= 18 cm.)	m2	775,13	729,89	565.759,64
2	Viga de H°A°	m3	64,92	4.341,91	281.876,80
3	Columna de H°A°	m3	20,74	5.657,30	117.332,40
4	Zapata de H°A°	m3	34,84	3.747,22	130.553,14
5	Viga de fundación de H°A°	m3	21,38	3.871,76	82.778,23
6	Escalera de H°A°	m3	7,32	4.544,98	33.269,25
COSTO TOTAL (Bs) :					1.211.569,46
Son: Un millón doscientos once mil quinientos sesenta y nueve 46/100 Pesos Bolivianos					

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se puede apreciar una notoria diferencia entre los presupuestos calculados para ambas estructuras con distintos sistemas de losa de entrepiso, siendo el ahorro en el costo total del presupuesto del módulo estructural de Bs. 135.670,50 al diseñar losa de entrepiso alivianada, lo que representa que, al considerar construir dicho sistema de losa en la estructura, disminuye 11.20 % respecto al presupuesto calculado con losa maciza.

Así mismo, el impacto económico entre el uso de uno u otro sistema de losa, se hace notar también en los demás elementos estructurales de hormigón armado, como la viga, columna, zapata y vigas de fundación, esto debido a que la cuantía de acero calculada resultó mayor al aplicar losa maciza, como se detalló anteriormente en la comparación técnica, dando como resultado que también se obtengan diferencias económicas en el costo total del consumo de acero de refuerzo en los ítems de los elementos estructurales mencionados, generándose un ahorro económico a favor del sistema de losa alivianada, a excepción de que este sistema tiene un consumo de acero de refuerzo superior al del sistema de losa maciza, tal y como se expresa a continuación.

TABLA 4.35 Costo total de consumo de acero de refuerzo por elemento estructural

Elemento estructural	Costo total de consumo de acero de refuerzo (Bs)		Diferencia (Bs)	Ahorro (%)
	Aplicando losa Maciza	Aplicando losa Alivianada		
Losa de entrepiso de H°A°	65.755,42	70.779,36	-5.023,94	7,10%
Viga de H°A°	37.425,37	34.276,25	3.149,12	8,41%
Columna de H°A°	34.815,99	27.650,94	7.165,05	20,58%
Zapata de H°A°	19.871,66	15.936,06	3.935,61	19,81%
Viga de fundación de H°A°	14.518,56	14.099,23	419,34	2,89%
Ahorro total en el consumo de acero aplicando losa alivianada (Bs):			9.645,17	

Fuente: Elaboración propia

En la anterior tabla se evidenció que el costo total del consumo de acero de refuerzo al diseñar la estructura con el sistema de losa de entrepiso maciza es más notorio en las columnas y zapatas, respecto al costo obtenido al diseñar con el sistema de losa alivianada, con una diferencia de Bs. 7.165,05 y Bs. 3.935,61 respectivamente, lo que representa un ahorro del 20.58% y 19.81% a favor del sistema la losa de entrepiso alivianada en el diseño de columnas y zapatas.

El sistema de losa de entrepiso alivianada resultó con un consumo de acero de refuerzo superior al del sistema de losa maciza, por lo que su costo total respecto a dicho consumo de acero también sería mayor, con una diferencia de Bs. 5.023,94 a favor del sistema de losa maciza, sin embargo, aún se tiene un ahorro económico de Bs. 9.645,17 en el consumo de acero a favor de la losa alivianada en la estructura del presente proyecto de grado.

En la siguiente tabla se detalla la comparación de costos por ítems del módulo estructural y ahorros económicos en bolivianos de la edificación del presente proyecto de grado.

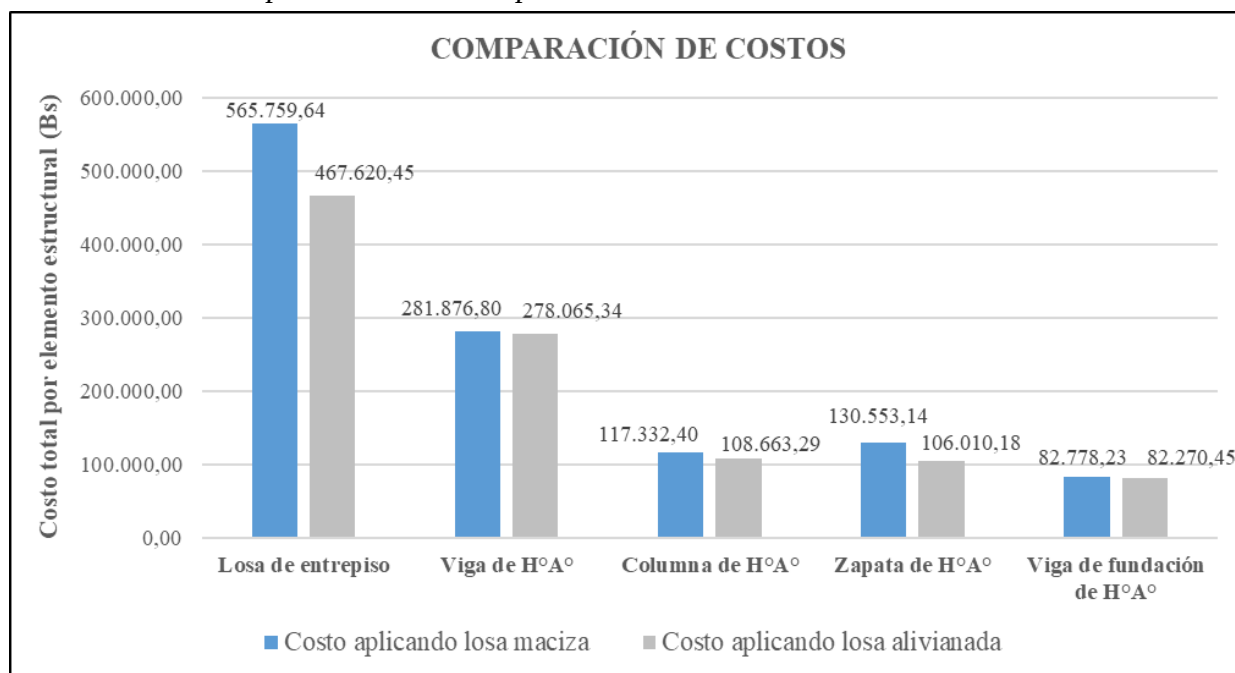
TABLA 4.36 Comparación de costos y ahorros entre ambos sistemas de losa

Item	Unidad	Costo aplicando losa maciza	Costo aplicando losa alivianada	Diferencia (Bs)	Ahorro (%)
Losa de entrepiso	m2	565.759,64	467.620,45	98.139,19	17,35%
Viga de H°A°	m3	281.876,80	278.065,34	3.811,46	1,35%
Columna de H°A°	m3	117.332,40	108.663,29	8.669,11	7,39%
Zapata de H°A°	m3	130.553,14	106.010,18	24.542,96	18,80%
Viga de fundación de H°A°	m3	82.778,23	82.270,45	507,78	0,61%
COSTO TOTAL DE LA ESTRUCTURA:		1.211.569,46	1.075.898,96	135.670,50	11,20%

Fuente: Elaboración propia

Uno de los ítems con más diferencia económica es la zapata de hormigón armado, ya que, al diseñar la estructura con losa de entrepiso alivianada, se tiene una diferencia en el costo del ítem de Bs. 24.542,96 lo que representa un ahorro de 18.80 % en base al valor del costo total del ítem de zapatas obtenido al diseñar la estructura con losa de entrepiso maciza.

La losa de entrepiso, objeto principal de estudio y comparación de este proyecto de grado, generó una diferencia de Bs. 98.139,19 entre diseñar la estructura con el sistema de losa maciza y el sistema de losa alivianada en la edificación, favoreciendo económicamente a esta última, dando como resultado un ahorro del 17.35% respecto al costo del ítem de losa maciza; el costo total de la losa de entrepiso diseñada con sistema alivianado, se obtuvo de sumar los ítems de losa casetonada y losa en 1 dirección plasmados en la tabla 4.33, dando un total de Bs 467.620,45 siendo la suma de sus cantidades un total de 775.13 m² al igual que en el ítem de losa maciza.

FIGURA 4.12 Comparación de costos por elemento estructural

Fuente: Elaboración propia

Respecto al costo por metro cuadrado de ambos sistemas de losa de entrepiso, se tiene una diferencia de Bs. 111,05 entre el precio unitario del ítem de losa alivianada casetonada y el ítem de losa maciza, generando un ahorro del 15.21% respecto al precio unitario de este último, así mismo, comparando los precios unitarios de la losa maciza y losa alivianada en una dirección, se tiene una diferencia de Bs. 190,94 generando un ahorro del 26.16% en los paños de la losa de entrepiso diseñados como unidireccionales, respecto al precio unitario del ítem de losa maciza.

Como resultado de la cotización realizada, se evidencio que los alivianantes de polietileno expandido (plastoformo), tanto los casetones y las tiras necesarias para la ejecución en obra del sistema de losa alivianada tanto en una como en dos direcciones, no se encuentran a disposición inmediata en los puntos de ventas de materiales de construcción en la ciudad de Cobija, siendo estos obtenidos solamente a través de pedidos en grandes cantidades, mediante envíos por vía terrestre mayormente desde la ciudad de La Paz, ocasionando que se eleven los precios de dichos alivianantes por unidad, a comparación de sus precios de venta por el fabricante.

Se cotizó los precios de los casetones y tiras de plastoformo necesarios para la construcción de la edificación del presente proyecto de grado, al fabricante de dichos alivianantes en la ciudad de La Paz, siendo la empresa Tecnopor S.A. la consultada, dando como resultado que los precios por unidad de los casetones (40cm.x40cm.x20cm.) es de Bs. 9,60 y el de las tiras de plastoformo

(40cm.x20cm.x1m.) es de Bs. 18,00 a comparación con los precios cotizados en la ciudad de Cobija de Bs. 21,00 y Bs. 30,00 respectivamente, dando una diferencia de Bs. 11,40 en el caso de los casetones y de Bs. 12,00 en el caso de las tiras, como se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 4.37 Comparación de costos de alivianantes de plastoformo

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO "COBIJA"	PRECIO UNITARIO "LA PAZ"	DIFERENCIA (BS)
COMPLEMENTO ALIVIANANTE					
TIRA DE PLASTOFORMO 40cm x20cm.x1m.	PZA	1,00	Bs 30,00	Bs 18,00	Bs 12,00
CASETÓN DE PLASTOFORMO 40cm. x40cm.x20cm.	PZA	1,00	Bs 21,00	Bs 9,60	Bs 11,40

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se debe tener en cuenta que, en la estructura para el bloque académico, se disponen de paños de losa de entrepiso en una y dos direcciones, generando así los ítems de losa de entrepiso alivianada de H°A° casetonada h= 25 cm. y en 1 dirección h= 25cm; en lo que corresponde al diseño del entrepiso de la estructura con el sistema de la losa maciza, todos los paños son de H°A° con un espesor de 18 cm, obteniendo así los respectivos ítems presentados en el presupuesto del módulo estructural de la edificación, los precios unitarios realizados de cada ítem de la estructura diseñada tanto con el sistema de losa maciza como alivianada se presentan en el anexo “E” del presente proyecto de grado.

Respecto a los rendimientos de los materiales de construcción usados en los análisis de precios unitarios de los diferentes ítems del módulo estructural, tienen los siguientes porcentajes de pérdidas: Hormigón (5%), Acero corrugado de refuerzo (7%), madera de construcción (10%). Esto con la finalidad de que el material calculado sea el necesario, al tener en cuenta los desperdicios generados en la etapa constructiva de la edificación.

Para finalizar, se presenta en la tabla 4.38 un cuadro comparativo con el resumen de los resultados obtenidos de la comparación técnica-económica realizada, teniendo en cuenta los sistemas de losa alivianada y maciza para el diseño del entrepiso de la edificación del presente proyecto de grado, para así lograr identificar de rentabilidad de uno u otro sistema de losa.

TABLA 4.38 Cuadro comparativo de resultados obtenidos

	Losa Alivianada		Losa Maciza	
Peso propio del sistema de losa de entrepiso por m²		El uso de alivianantes disminuye el peso.		1,5 veces > L.A. (2D) 2,0 veces > L.A. (1D)
Resistencia a flexión		Mejor resistencia de diseño a flexión.		75% de lo que resiste el sistema de L.A.
Resistencia a cortante		Alcanza el 30% de lo que resiste el sistema de L.M.		Mejor resistencia de diseño a cortante.
Consumo de hormigón en ambos sistemas de losa		L.A.(2D) : 66,67% L.M. L.A.(1D) : 50,00% L.M		Mayor consumo de hormigón por m ² .
Consumo de acero en ambos sistemas de losa		Mayor consumo de acero de refuerzo en el entrepiso de la edificación.		Menor consumo de acero de refuerzo en el entrepiso de la edificación.
Momento flector en la losa de entrepiso		Esfuerzos menores al aplicar el sistema de L.A.		Momentos : 55,00% > L.A.
Influencia en los demás elementos estructurales		Menor consumo de acero de refuerzo y hormigón.		Mayor consumo de acero de refuerzo y hormigón.
Costo total del consumo de acero en la estructura		Menor costo en el consumo total de acero de refuerzo en la estructura.		Mayor costo en el consumo total de acero de refuerzo en la estructura.
Presupuesto módulo estructural		Disminute 11,20% < L.M.		Mayor costo total del presupuesto obtenido.
Precio unitario de los sistemas de losa		Ahorro (2D) : 101,05 Bs. Ahorro (1D) : 190,94 Bs.		Mayor costo del precio unitario de losa maciza.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De la observación y análisis de los resultados obtenidos en el presente proyecto de grado, a partir de las comparaciones realizadas, se concluye que:

- El estudio geotécnico realizado con el ensayo de penetración estándar o SPT (del inglés Standard Penetration Test), determina tres estratos de suelos, de arriba para abajo son: Limo arenoso ML, Arcilla gruesa arenosa CH y Arcilla mal gradada arenosa con grava CL (Tabla 4.2); así mismo, se logra determinar la capacidad admisible del suelo de 1,20 kg/cm² a una profundidad de 2,00 (m.), misma que será el nivel de fundación de la estructura.
- Según los resultados obtenidos de la determinación de las características físico mecánicas de los agregados disponibles en la ciudad de Cobija, se debe realizar combinaciones tanto en los agregados gruesos como en los finos, con el fin de realizar la adecuación en su granulometría para que resulte aceptable dentro de los límites de la norma ASTM C 33 (tabla 2.8 y 2.9).
- La mejor combinación para el agregado grueso se obtiene con una proporción 15/75/10 de brita 1 (¾”), brita 5/8” y brita cero (3/8”) respectivamente, donde se obtiene un módulo de finura de 3,03 (tabla 4.4); y para el agregado fino una proporción 60/40 de polvo de brita y Arena fina respectivamente, obtenido un módulo de finura de 2,53 (tabla 4.5), estando ambas combinaciones dentro de los límites de gradación que presenta la norma ASTM C 33.
- Realizado el diseño de la mezcla de hormigón, con los materiales disponibles en la ciudad de Cobija, como también el ensayo de rotura de probetas cilíndricas elaboradas en laboratorio, se llega a la conclusión que los resultados obtenidos (tabla 4.7) son satisfactorios con la dosificación propuesta (25,29 Mpa a los 28 días), logrando superar la resistencia especificada de 21 Mpa (f’c), siendo el hormigón diseñado correcto para su aplicación en obra
- Se obtuvieron los rendimientos de los materiales para la fabricación de hormigón (tabla 4.6), mismos que son utilizados en los precios unitarios de los elementos estructurales de la edificación (con un 5% de pérdidas), con el fin de obtener resultados que representen la realidad respecto al costo de fabricación de estructuras de hormigón armado en la ciudad de Cobija, cotizando los precios de los materiales necesarios (tabla 4.32) disponibles en el radio urbano.

- De la comparación técnica de las características estructurales entre losas de entrepiso alivianada y maciza, se puede evidenciar que la losa maciza es prácticamente 1,5 veces más pesada que la alivianada casetonada y 2 veces más que los paños donde se aplica losa en una dirección, esto se debe a que el consumo de hormigón es mayor en la losa maciza, contando como únicos puntos a favor del sistema de losa de entrepiso maciza, su menor consumo de acero de refuerzo y mayor resistencia a esfuerzos de corte en comparación con el sistema de losa alivianada, aunque esta última tiene una mayor resistencia a flexión (tablas 4.8, 4.9 y 4.10).
- Se puede evidenciar la influencia del uso del sistema de losa maciza en los demás elementos estructurales al diseñar el entrepiso de la estructura, como ser vigas, columnas y fundaciones, en el aumento del consumo de acero de refuerzo en estos, ya que, al tener mayor peso que el sistema de losa alivianada, se obtendrán mayores esfuerzos como se observó en la comparación técnica y por ende se tendrá que reforzar con una mayor armadura (tabla 4.31); en el caso de las zapatas, se amplían sus dimensiones en planta aumentando así su consumo de hormigón.
- Respecto al consumo de acero de refuerzo, a pesar de que el sistema de losa alivianada requiere mayor cantidad de acero, el ahorro está en el consumo de los demás elementos estructurales, obteniendo un ahorro económico en el costo total de Bs. 9.645,17 en el consumo de acero de la estructura; por otra parte, el ítem de zapata de H°A° del módulo estructural, es el del mayor ahorro económico respecto a los costos de ambos presupuestos generados, obteniendo un monto de Bs. 24.542,96 a favor de la estructura diseñada con el sistema de losa alivianada.
- La diferencia del 11,20% entre el costo total de los presupuestos obtenidos del módulo estructural de la edificación aplicando los sistemas de losa de entrepiso maciza y alivianada, genera un ahorro de Bs. 135.670,50 a favor de esta última, volviendo a la losa alivianada el sistema más rentable económicamente, ya que al aplicar losa maciza se hace notorio que los costos de los ítems del módulo estructural se incrementan como se observa en la tabla 4.36.
- Al seleccionar el sistema de losa alivianada en el entrepiso de la estructura en vez del sistema de losa maciza, se tiene un ahorro económico del 17,35% entre ambos ítems, representando un monto de Bs. 98.139,19 demostrando así cual sistema de losa es el más económico (tabla 4.36).

- Los alivianantes de plastoformo (casetones y tiras) se consiguen en la capital Pandina la mayoría de las veces mediante envíos del interior del país, generando así un costo elevado de dichos alivianantes, debido a que los envíos son por vía terrestre principalmente desde la ciudad de La Paz, elevando así su precio unitario 2.19 veces (más del doble) en el caso de los casetones y 1.67 veces su precio unitario de las tiras de plastoformo.
- Respecto al costo por metro cuadrado de los ítems de losa de entrepiso, se tiene una diferencia de Bs. 111,05 entre el precio unitario de la losa alivianada casetonada ($h=25\text{cm.}$) y la losa maciza ($e=18\text{cm.}$) diseñadas para el entrepiso de la edificación (tablas 4.33 y 4.34), generando un ahorro del 15,21% respecto al costo del ítem de losa maciza, dando como resultado una diferencia menor al 20%, haciendo notorio el elevado costo por metro cuadrado del sistema de losa de entrepiso alivianada casetonada en la ciudad de Cobija.
- La diferencia por metro cuadrado entre el precio unitario de los ítems de losa alivianada en una dirección y casetonada obtenidos del presupuesto del módulo estructural de la edificación es de Bs. 79,89 siendo más factible entonces, aplicar losa unidireccional en los paños que lo ameritan (relación de lado largo y lado corto mayor que dos), ya que se tiene un considerable ahorro económico del 12,91% respecto al valor del precio unitario del ítem de losa casetonada.
- Se recomienda a los empresarios, emprendedores, comerciantes y otros, dedicados al sector de la construcción en la ciudad de Cobija, capital del departamento de Pando, encarar el tema de la producción y comercialización en nuestro medio de alivianantes de plastoformo utilizados en la ejecución de obras civiles donde se requiera ejecutar losas de entrepiso alivianadas, para así abaratar los costos de construcción de este elemento estructural, evitando así también pérdidas de tiempo en envíos desde otras partes del país.
- Mi persona el postulante Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez, recomienda en el entrepiso de la estructura del presente proyecto de grado ubicada en la ciudad de Cobija, optar por el sistema de losa alivianada usando bloques y tiras de polietileno expandido (plastoformo) por su mayor rentabilidad técnica y económica, comparada con el sistema de losa maciza, siendo ambos de hormigón armado vaciado in situ y puestos en igualdad de condiciones en la edificación.

CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA

- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Test Method for Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soils* (D 1586). Annual book of ASTM standards.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Description and Identification of Soils (Visual – Manual)* (D 2488). Annual book of ASTM standards.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass* (D 2216). Annual book of ASTM standards.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Test Method for Particle Size Analysis of Soil* (D 422). Annual book of ASTM standards.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils* (D 4318). Annual book of ASTM.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes - Unified Soil Classification System* (D 2487). Annual book of ASTM standards.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Specification for Concrete Aggregates* (C 33). Annual book of ASTM standards.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Practice for Sampling Aggregates* (D 75). Annual book of ASTM standards.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size* (C 702). Annual book of ASTM standards.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates* (C 136). Annual book of ASTM standards.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate* (C 127). Annual book of ASTM standards.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate* (C 128). Annual book of ASTM standards.

- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate* (C 29). Annual book of ASTM.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying* (C 566). Annual book of ASTM standards.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Test Method for Slump Of Portland Cement Concrete* (C 143). Annual book of ASTM standards.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field* (C 31). Annual book of ASTM.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2003). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens* (C 39). Annual book of ASTM.
- ASCE (American Society of Civil Engineers) SEI (Structural Engineering Institute). (2017). *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures* (ASCE/SEI 7-16). Reston, Virginia, USA.
- ACI (American Concrete Institute) Comité ACI 211. (2002). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete* (ACI 211.1-91) Reapproved 2002. USA.
- ACI (American Concrete Institute) Comité ACI 318. (2019). *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318-19) y comentario (ACI 318R-19)*. Farmington Hills, Michigan, USA.
- Blanco, B. A. (1994). *Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado*. Concejo departamental de Lima.
- Braja M. Das. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (Séptima edición). CENCAGE Learning.
- CDCC - Cámara Departamental de la construcción Cochabamba (2010). *Análisis de Precios Unitarios de Referencia para la Construcción*, BOL.
- Camacho, L. C., & Sempertegui, G. (2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de fundaciones I*. [Trabajo dirigido por adscripción]. Universidad Mayor de San Simón, BOL.
- Córdova, A. C. (2015). *Diseño de estructuras de hormigón armado* (Tercera edición). Editorial USACH.

- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y calidad). (2013). *Acciones sobre estructuras - Parte 1: Especificaciones (NB 1225002-1)*. BOL.
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y calidad). (2017). *Hormigón estructural - Parte 1: Especificaciones (NB 1225001-1)*. BOL.
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y calidad). (2014). *Acciones sobre estructuras - Acción del viento - Parte 1: Especializaciones (NB 1225003-1)*. BOL.
- Mendoza Dueñas, J. (2015). *Topografía: Técnicas Modernas*. Editora SEGRIN EIRL.
- Morales, M. R. (2006) *Diseño en concreto armado*. Instituto de la construcción y gerencia.
- MMyA. (Ministerio de medio ambiente y agua). (2011). *Reglamento nacional de instalaciones sanitarias domiciliarias*. BOL.
- Meli, P. R. (2002). *Diseño estructural (Segunda edición)*. LIMUSA.
- Rodríguez Ortiz J. M., Serra Gesta J., Oteo Mazo C. y Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. (1989). *Curso aplicado de cimentaciones* (4a. ed.). Servicio de Publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.
- Reglamento Nacional de Construcciones (1997). *Suelos y Cimentaciones* (E.050). PE.
- Padilla Carreño U. (2011). *Costo y presupuesto de la obra*. Universidad de Valparaíso
- PCA (portland cement association). (2002). *Notas sobre ACI 318-02 requisitos para hormigón estructural con ejemplos de diseño*. USA.
- Presupuesto & construcción (2022). *Guía de productos y servicios N°74 marzo – junio 2022*. BOL.
- Quiroz, M. V. y Salamanca L. E. (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de “tecnología del hormigón”*. [Trabajo dirigido por adscripción]. Universidad Mayor de San Simón, BOL.
- Salinas Rodríguez C. N., Rojas Vidovic J.C. y Salinas Pereira L.M. (2010). *Manual de ensayos de laboratorio*. Laboratorio de geotecnia de la UMSS.
- Schnaid F. y Odebrecht E. (2014). *Ensaio de campo e suas aplicacoes a Engenharia de fundacoes*. CEP 04013-043 - Sao Paulo - Brasil: Segunda edición.
- Vargas M. (2007). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de “hormigón armado”*. [Trabajo dirigido por adscripción]. Universidad Mayor de San Simón, BOL.

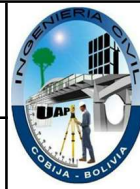
CAPÍTULO 7. ANEXOS

ANEXO “A”



- **Reporte de datos**
- **Puntos de Partida**
- **Memoria fotográfica**
- **Plano topográfico del predio**
- **Curvas de nivel**

REPORTE DE DATOS



REPORTE DE DATOS
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO "CANAL UNIVERSITARIO" - UAP

1. DESCRIPCIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El presente trabajo fue ejecutado en el CANAL UNIVERSITARIO "TVU" DE LA UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO y responde a las necesidades de contar con la información geométrica, georreferenciada, precisa y confiable sobre el área levantada.

Con el objetivo Principal de representar en un plano a escala los detalles del predio, como ser: su ubicación, limites, longitud y otros datos que se consideren necesarios para la construcción del BLOQUE ACADEMICO DEL ACSyH, mediante procedimientos topográficos apropiados y enlazados a la Red Geodésica Municipal existente a la fecha.

Para el levantamiento topográfico del predio se utilizó un aparato electro-óptico denominado Estación Total y sus respectivos accesorios, se tomó como base de partida dos localizaciones que tienen su respectivo código catastral denominados "BM" con coordenadas UTM zona/huso 19 WGS84.

Concluido el trabajo de campo, con todos los datos obtenidos se procedió a realizar los cálculos y el análisis correspondiente. Producto de esta actividad, se adjunta los puntos obtenidos y el plano de levantamiento topográfico del predio como tambien sus curvas de nivel.

2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Croquis de ubicación



Vista satelital del predio



Departamento: **Pando**

Provincia: **Nicolás Suárez**

Distrito: **1**

Zona: **Barrio Internacional**

Manzana: **96**

Predio: **7**

Superficie medida: **1817,88 (m²)**

Fecha: **16 de noviembre de 2021**

3. RESULTADOS

3.1 VERTICES DEL PREDIO

Nº	ESTE	NORTE	ALTURA	DESCRIPCIÓN
1	526447,671	8780881,631	219,640	V1
2	526466,834	8780885,755	218,919	V2
3	526477,489	8780836,944	217,820	V3
4	526477,536	8780797,312	216,188	V4
5	526463,072	8780795,320	216,902	V5
6	526448,975	8780828,116	218,372	V6
7	526458,488	8780833,633	218,970	V7

3.2 PUNTOS OBTENIDOS DEL LEVANTAMIENTO

Nº	ESTE	NORTE	ALTURA	DESCRIPCIÓN
1	526228,660	8781000,447	221,650	BM DC15
2	525957,824	8780713,105	226,354	BM DC16
3	526344,685	8780905,711	223,584	AUX P.1
4	526369,556	8780880,050	222,456	AUX P.2
5	526339,458	8780845,719	222,776	AUX P.3
6	526469,760	8780890,390	218,581	AUX P.4
7	526418,410	8780777,306	218,604	AUX P.5
8	526469,480	8780783,830	216,295	AUX P.6
9	526467,872	8780827,980	218,009	AUX P.7
10	526471,590	8780799,365	216,800	AUX P.8
11	526392,642	8780778,165	219,133	D1.100
12	526386,559	8780765,434	219,103	D1.101
13	526387,26	8780763,272	218,686	D1.102
14	526391,178	8780767,073	219,066	D1.103
15	526391,355	8780764,912	218,364	D1.104
16	526397,283	8780769,137	218,908	D1.105
17	526397,715	8780766,847	218,809	D1.106
18	526402,198	8780770,693	218,879	D1.107
19	526402,543	8780767,137	218,632	D1.108
20	526407,615	8780766,989	218,216	D1.109
21	526406,387	8780772,171	218,837	D1.110
22	526413,552	8780769,636	217,392	D1.111
23	526412,828	8780773,82	218,489	D1.112
24	526423,662	8780771,269	217,542	D1.113
25	526424,784	8780776,82	218,336	D1.114
26	526429,843	8780774,51	218,075	D1.115
27	526429,896	8780777,613	218,083	D1.116
28	526402,918	8780760,157	214,294	D1.117
29	526408,204	8780751,955	211,476	D1.118
30	526410,328	8780752,25	211,695	D1.119
31	526415,167	8780755,072	211,907	D1.120
32	526414,236	8780752,064	211,678	D1.121
33	526418,416	8780756,575	212,171	D1.122
34	526424,147	8780762,939	213,068	D1.123
35	526424,047	8780765,618	213,931	D1.124
36	526421,956	8780778,043	218,324	D1.126
37	526409,853	8780787,258	218,674	D1.127
38	526429,955	8780779,231	217,943	D1.128
39	526420,684	8780787,05	218,298	D1.129
40	526438,654	8780780,542	217,608	D1.130
41	526449,199	8780782,042	217,113	D1.131
42	526458,039	8780782,968	216,689	D1.132
43	526465,132	8780783,584	216,326	D1.133
44	526433,844	8780788,402	217,747	D1.134

Nº	ESTE	NORTE	ALTURA	DESCRIPCIÓN
45	526441,741	8780789,195	217,478	D1.135
46	526450,028	8780790,029	217,103	D1.136
47	526456,047	8780790,673	216,812	D1.137
48	526462,913	8780791,335	216,436	D1.138
49	526477,447	8780784,752	215,671	D1.139
50	526470,646	8780791,945	216,086	D1.140
51	526484,013	8780785,548	215,253	D1.141
52	526476,587	8780792,76	215,756	D1.142
53	526493,398	8780786,229	214,52	D1.143
54	526481,958	8780793,272	215,324	D1.144
55	526501,931	8780786,797	213,757	D1.145
56	526487,92	8780793,8	214,941	D1.146
57	526509,898	8780787,328	212,99	D1.147
58	526497,23	8780794,426	214,14	D1.148
59	526517,402	8780787,872	212,177	D1.149
60	526505,533	8780794,981	213,346	D1.150
61	526513,356	8780795,491	212,594	D1.151
62	526524,268	8780788,272	211,491	D1.152
63	526520,948	8780795,824	211,792	D1.153
64	526463,072	8780795,32	216,902	D1.154 VERTICE 5
65	526477,536	8780797,312	216,188	D1.158 VERTICE 4
66	526443,331	8780888,256	219,555	D1.16
67	526477,189	8780836,124	217,787	D1.165
68	526477,473	8780832,943	217,168	D1.166
69	526477,465	8780827,184	217,175	D1.167
70	526469,150	8780835,049	218,925	D1.168
71	526425,952	8780885,344	220,204	D1.17
72	526467,098	8780834,462	218,944	D1.170
73	526458,391	8780832,552	218,961	D1.171
74	526457,265	8780832,914	218,369	D1.172
75	526451,272	8780829,381	218,390	D1.173
76	526453,417	8780824,442	218,376	D1.174
77	526454,802	8780824,717	218,321	D1.175
78	526459,120	8780825,596	218,193	D1.176
79	526464,582	8780826,823	218,091	D1.177
80	526470,782	8780828,173	217,581	D1.178
81	526474,885	8780829,194	217,428	D1.179
82	526404,606	8780881,517	221,048	D1.18
83	526452,208	8780820,589	218,344	D1.180
84	526455,167	8780822,566	218,322	D1.181
85	526466,735	8780814,601	217,368	D1.182 ANTENA
86	526467,604	8780844,869	218,884	D1.183
87	526472,390	8780808,636	216,989	D1.184
88	526471,986	8780813,381	217,159	D1.185
89	526471,546	8780818,652	217,307	D1.186
90	526447,671	8780881,631	219,640	D1.188 VERTICE 1

Nº	ESTE	NORTE	ALTURA	DESCRIPCIÓN
91	526400,612	8780882,272	221,145	D1.19
92	526466,834	8780885,755	218,919	D1.191 VERTICE 2
93	526440,470	8780887,665	219,668	D1.192
94	526446,131	8780888,929	219,423	D1.193
95	526500,584	8780903,028	216,339	D1.194
96	526454,349	8780890,963	219,076	D1.195
97	526495,547	8780901,741	216,640	D1.196
98	526462,257	8780893,073	218,705	D1.197
99	526489,877	8780900,259	216,994	D1.198
100	526467,663	8780897,006	218,334	D1.199
101	526348,230	8780850,186	222,449	D1.20
102	526483,026	8780898,450	217,402	D1.200
103	526469,904	8780897,619	218,196	D1.201
104	526478,786	8780897,401	217,695	D1.202
105	526472,830	8780895,913	218,031	D1.203
106	526475,660	8780896,567	217,880	D1.204
107	526486,692	8780893,324	217,622	D1.205
108	526480,806	8780891,984	217,909	D1.206
109	526476,478	8780890,942	218,115	D1.207
110	526466,449	8780888,656	218,848	D1.208
111	526447,062	8780884,551	219,676	D1.209
112	526394,275	8780878,803	221,310	D1.21
113	526444,288	8780884,529	219,788	D1.210
114	526439,947	8780883,574	219,954	D1.211
115	526432,983	8780881,674	220,235	D1.212
116	526348,829	8780853,732	222,645	D1.22
117	526387,421	8780875,085	221,569	D1.24
118	526363,916	8780862,283	222,369	D1.25
119	526383,540	8780872,976	221,718	D1.26
120	526372,270	8780866,802	222,113	D1.27
121	526380,116	8780871,092	221,814	D1.28
122	526377,053	8780869,407	221,936	D1.29
123	526385,761	8780881,991	221,649	D1.30
124	526380,920	8780879,454	221,803	D1.31
125	526354,900	8780865,266	222,558	D1.32
126	526379,072	8780878,907	221,865	D1.33
127	526359,559	8780867,813	222,496	D1.34
128	526377,789	8780880,179	221,942	D1.35
129	526365,166	8780870,865	222,338	D1.36
130	526366,901	8780872,111	222,303	D1.37
131	526377,876	8780885,941	221,992	D1.38
132	526368,677	8780874,818	222,241	D1.39
133	526378,843	8780887,866	221,950	D1.40
134	526369,927	8780877,955	222,213	D1.41
135	526381,759	8780888,271	221,870	D1.42
136	526370,035	8780883,504	222,182	D1.43

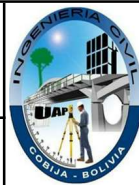
Nº	ESTE	NORTE	ALTURA	DESCRIPCIÓN
137	526368,178	8780887,764	222,236	D1.44
138	526363,278	8780891,806	222,355	D1.45
139	526419,774	8780777,676	218,408	D1.50
140	526349,336	8780862,244	222,644	D1.51
141	526414,864	8780776,494	218,568	D1.52
142	526345,464	8780860,172	222,726	D1.53
143	526408,138	8780774,334	218,638	D1.54
144	526340,773	8780857,539	222,817	D1.55
145	526332,833	8780853,420	222,919	D1.56
146	526336,551	8780847,172	222,850	D1.57
147	526338,831	8780846,891	222,692	D1.58
148	526341,488	8780845,546	222,466	D1.59
149	526407,058	8780788,174	218,750	D1.60
150	526344,224	8780842,462	222,294	D1.61
151	526402,195	8780790,407	219,063	D1.62
152	526346,767	8780839,546	222,140	D1.63
153	526398,502	8780793,752	219,375	D1.64
154	526350,085	8780835,831	221,929	D1.65
155	526394,955	8780797,574	219,480	D1.66
156	526353,322	8780832,319	221,762	D1.67
157	526390,505	8780802,454	219,728	D1.68
158	526385,738	8780807,523	219,995	D1.69
159	526360,033	8780824,622	221,323	D1.70
160	526382,950	8780810,576	220,174	D1.71
161	526379,273	8780814,621	220,417	D1.72
162	526375,029	8780819,253	220,650	D1.73
163	526369,308	8780814,141	220,690	D1.74
164	526370,661	8780824,015	220,944	D1.75
165	526373,158	8780809,919	220,401	D1.76
166	526360,949	8780834,870	221,563	D1.77
167	526378,604	8780803,728	220,075	D1.78
168	526356,620	8780839,648	221,832	D1.79
169	526384,401	8780797,160	219,709	D1.80
170	526389,196	8780791,851	219,440	D1.81
171	526348,534	8780849,524	222,417	D1.82
172	526393,563	8780786,933	219,225	D1.83
173	526365,347	8780764,925	219,272	D1.88
174	526370,923	8780760,978	219,238	D1.89
175	526368,831	8780766,581	219,238	D1.90
176	526373,778	8780768,996	219,217	D1.91
177	526380,420	8780765,047	219,141	D1.92
178	526378,243	8780771,175	219,175	D1.93
179	526384,134	8780774,022	219,175	D1.94
180	526388,728	8780767,938	218,974	D1.95
181	526394,923	8780770,061	218,837	D1.97
182	526388,641	8780776,169	219,150	D1.98

Nº	ESTE	NORTE	ALTURA	DESCRIPCIÓN
183	526401,732	8780772,359	218,726	D1.99
184	526477,481	8780820,419	216,952	D1.i1
185	526454,131	8780815,951	218,080	D1.i2
186	526458,073	8780806,770	217,558	D1.i3
187	526477,506	8780809,900	216,604	D1.i4
188	526461,611	8780817,693	217,800	D1.i5
189	526465,770	8780808,700	217,242	D1.i6
190	526461,185	8780799,713	217,142	D1.i7
191	526410,786	8780761,985	215,367	D1.i8
192	526428,246	8780759,054	212,620	D1.i9
193	526423,062	8780754,403	211,378	D1.i10
194	526401,550	8780749,989	211,586	D1.i11
195	526397,118	8780758,620	214,294	D1.i12
196	526477,489	8780836,944	217,820	D1.155 VERTICE 3
197	526448,975	8780828,116	218,372	D1.156 VERTICE 6
198	526458,488	8780833,633	218,970	D1.157 VERTICE 7

PUNTOS DE PARTIDA



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



PUNTOS DE PARTIDA
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO "CANAL UNIVERSITARIO" - UAP

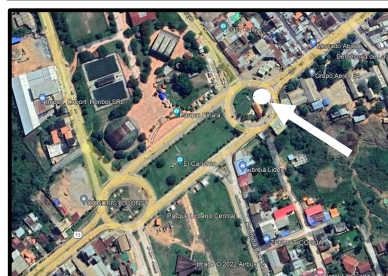
DESIGNACIÓN DEL PUNTO: DC-15



DEPARTAMENTO: PANDO
PROVINCIA: NICOLAS SUÁREZ
CIUDAD: COBIJA
ZONA O LUGAR: PARQUE PIÑATA
UBICACIÓN: AV. 9 DE FEBRERO LADO
MUSEO HISTORICO MUNICIPAL

COORDENADAS UTM:

ESTE	NORTE	ALTURA
526228,660	8781000,447	221,650



DESIGNACIÓN DEL PUNTO: DC-16



DEPARTAMENTO: PANDO
PROVINCIA: NICOLAS SUÁREZ
CIUDAD: COBIJA
ZONA O LUGAR: EL CRISTO
UBICACIÓN: AV. 9 DE FEBRERO DENTRO DE
LA ROTONDA DEL CRISTO

COORDENADAS UTM:

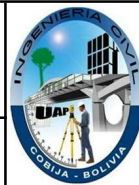
ESTE	NORTE	ALTURA
525957,824	8780713,105	226,354



MEMORIA FOTOGRÁFICA



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



MEMORIA FOTOGRÁFICA
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO "CANAL UNIVERSITARIO" - UAP

A. TRABAJO DE CAMPO REALIZADO EN INMEDIACIONES DE "TV U"

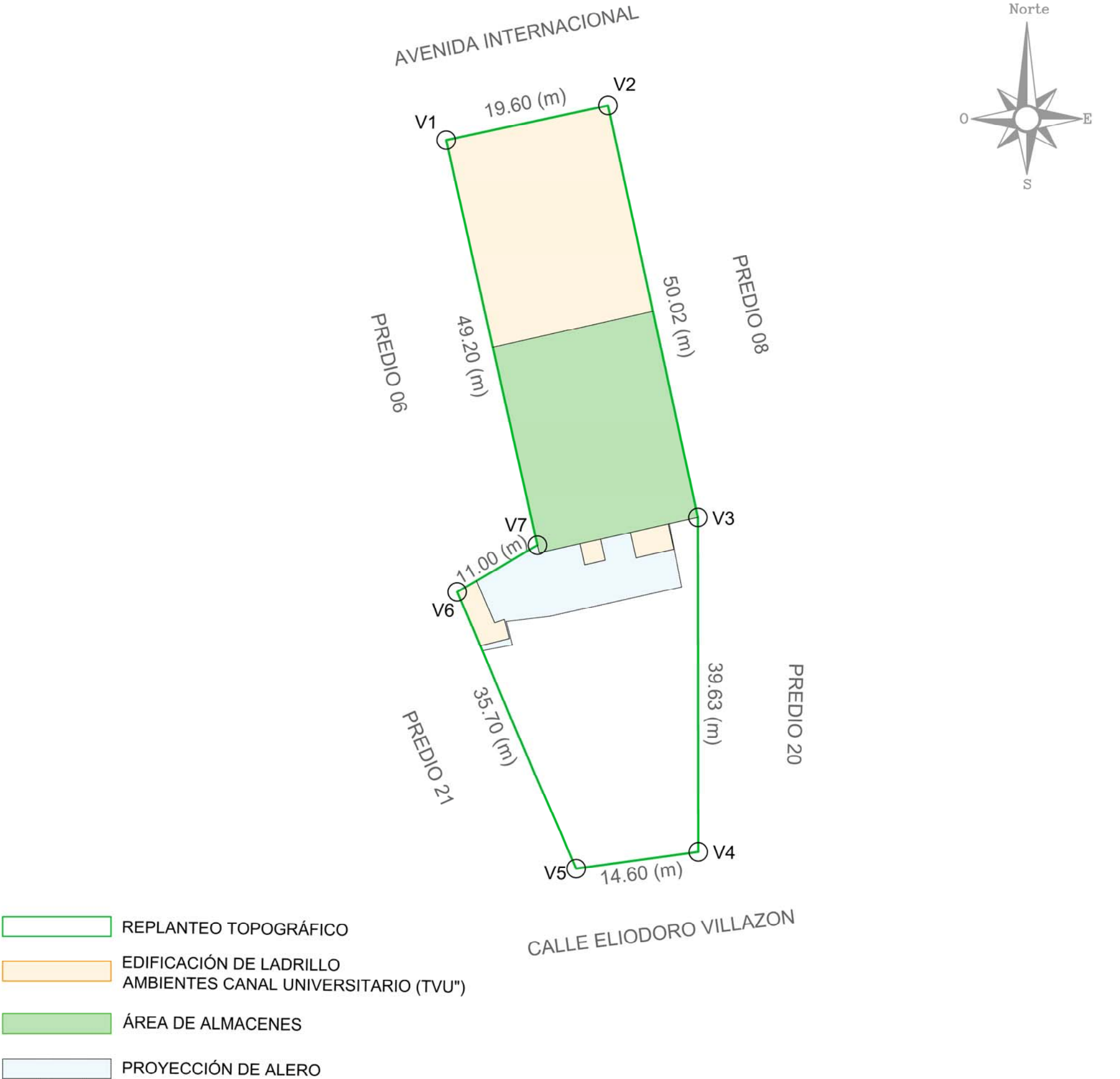


B. EVIDENCIA FOTOGRAFICA DE LOS MATERIALES USADOS PARA EL LEVANTAMIENTO

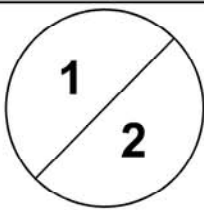


PLANO TOPOGRÁFICO DEL PREDIO

PLANO TOPOGRÁFICO

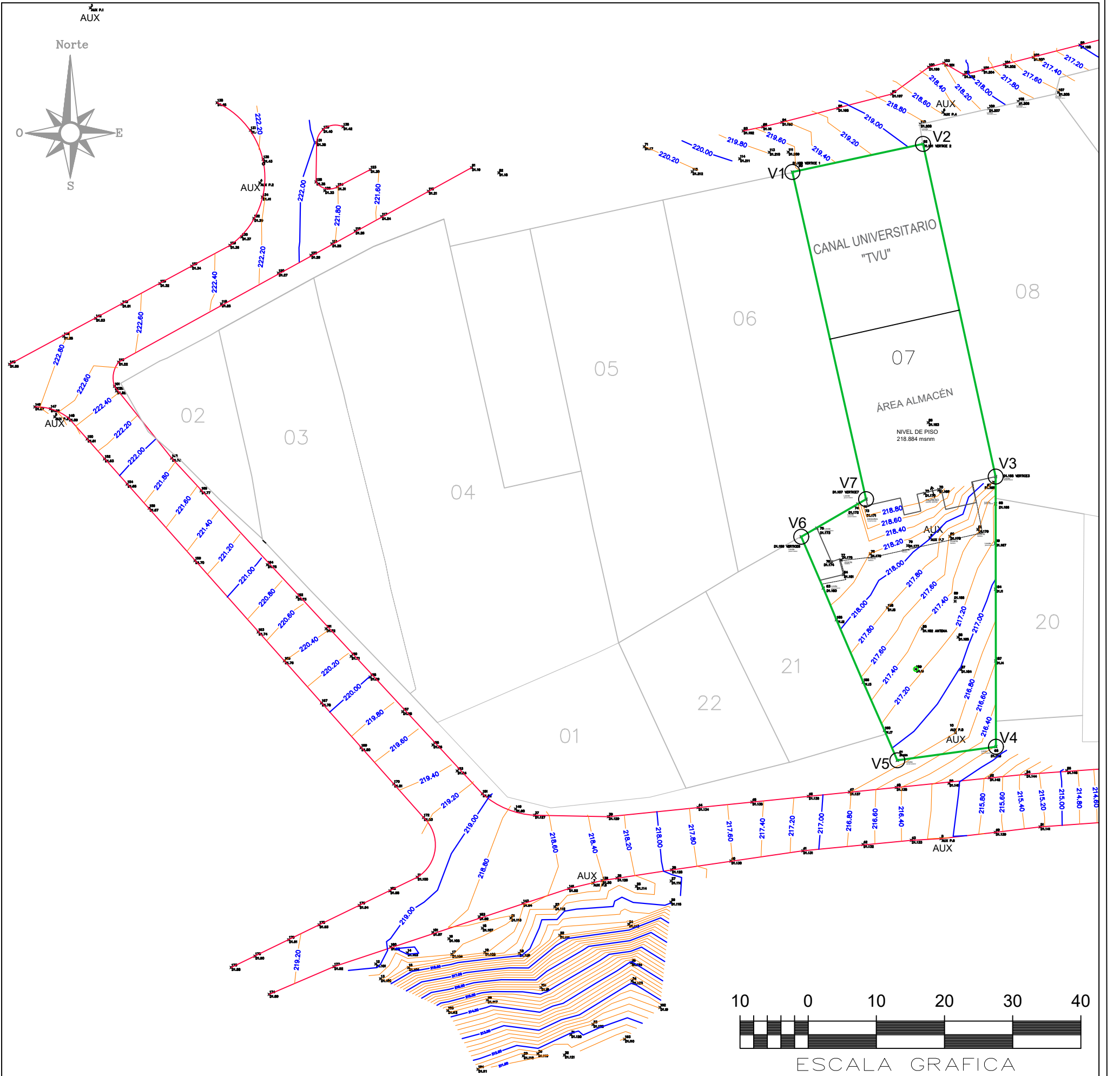


CANAL UNIVERSITARIO - UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

PLANO DE UBICACIÓN	DATOS DEL LEVANTAMIENTO	DATOS TÉCNICOS			
	UBICACIÓN: COBIJA - PANDO - BOLIVIA	SISTEMA: WGS 84			
	ZONA: BARRIO INTERNACIONAL	ZONA GEOGRÁFICA: 19			
	DIRECCIÓN: AV. INTERNACIONAL C/ ELIODORO VILLAZON	COORDENADAS (UTM) ALTURA (m.s.n.m)			
	DISTRITO: 01	PTO.	ESTE	NORTE	ALTURA
	MANZANA: 096	1	526447,671	8780881,631	219,640
	PREDIO: 007	2	526466,834	8780885,755	218,919
	SUP. TOTAL: 1817.88 (m2)	3	526477,489	8780836,944	217,820
	SUP. CONST.: 1168.59 (m2)	4	526477,536	8780797,312	216,188
	NRO. DE PLANTAS: 1	5	526463,072	8780795,320	216,902
		6	526448,975	8780828,116	218,372
		7	526458,488	8780833,633	218,970
 UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO ÁREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (GABINETE DE TOPOGRAFÍA)	PROYECTO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA".	ESCALA: 1:500		LAMINA: 	
	FECHA: NOVIEMBRE 2021				

CURVAS DE NIVEL

CURVAS DE NIVEL



CANAL UNIVERSITARIO - UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

PLANO DE UBICACIÓN		DATOS DEL LEVANTAMIENTO		DATOS TÉCNICOS	
		UBICACIÓN: COBIJA - PANDO - BOLIVIA		SISTEMA: WGS 84	
		ZONA: BARRIO INTERNACIONAL		ZONA GEOGRÁFICA: 19	
		DIRECCIÓN: AV. INTERNACIONAL C/ ELIODORO VILLAZON		PUNTO DE COORDENADAS DE INICIO DE ESTACIÓN: BM DC-15	
		DISTRITO: 01		DISTANCIA MAXIMA ENTRE PUNTOS: 25 (m)	
		MANZANA: 096		CURVAS DE NIVEL:	
		PREDIO: 007		CURVAS DELGADAS CADA 0.20(m)	
		SUP. TOTAL: 1817.88 (m2)		CURVAS GRUESAS CADA 1.00(m)	
		SUP. CONST.: 1168.59 (m2)		*Se dejan 8 puntos de ref. estaca con clavo y/o marcado en piso	
		NRO. DE PLANTAS: 1		ESCALA: 1:600	
		PROYECTO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA".		FECHA: NOVIEMBRE 2021	
UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO ÁREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (GABINETE DE TOPOGRAFÍA)				LAMINA:	

ANEXO “B”



- **Contenido de humedad ASTM D 2216**
- **Análisis granulométrico ASTM D 422**
- **Límites de consistencia ASTM D4318**
- **Clasificación de suelos ASTM D2487**
- **Descripción e identificación de suelos ASTM D 2488**
- **Peso específico del suelo**
- **Ensayo de penetración estándar ASTM 1586**
- **Cálculo de la capacidad de carga admisible**
- **Resultados obtenidos**
- **Evidencia Fotográfica**

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D2216-98

A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 15/10/2021

Operador: Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez

Profundidad: 1,00 (m)

Identificación de la muestra: M1

B. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de contenedor	O2	5	40	38
Masa de contenedor, M_c , (g)	21,49	21,41	21,42	21,69
Masa de suelo húmedo +contenedor, M_1 , (g)	69,77	60,07	69,61	74,61
Masa de suelo seco +contenedor, M_2 , (g)	65,21	56,65	65,58	70,27
Masa de suelo seco, $M_s=M_2-M_c$, (g)	43,72	35,24	44,16	48,58
Masa de agua, $M_w= M_1-M_2$, (g)	4,56	3,42	4,03	4,34
Contenido de humedad, w , (%)	10,43	9,70	9,13	8,93
9,55				

A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 15/10/2021

Operador: Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez

Profundidad: 2,50 (m)

Identificación de la muestra: M2

B. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de contenedor	10	39*	45	2
Masa de contenedor, M_c , (g)	21,17	21,23	21,17	21,17
Masa de suelo húmedo +contenedor, M_1 , (g)	61,49	72,90	81,59	72,18
Masa de suelo seco +contenedor, M_2 , (g)	54,70	64,71	72,46	64,31
Masa de suelo seco, $M_s=M_2-M_c$, (g)	33,53	43,48	51,29	43,14
Masa de agua, $M_w= M_1-M_2$, (g)	6,79	8,19	9,13	7,87
Contenido de humedad, w , (%)	20,25	18,84	17,80	18,24
18,78				



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D2216-98

A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 15/10/2021

Operador: Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez

Profundidad: 4,00 (m)

Identificación de la muestra: M3

B. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de contenedor	O6	39	O7	42
Masa de contenedor, M_c , (g)	21,52	21,51	20,87	21,35
Masa de suelo húmedo +contenedor, M_1 , (g)	72,84	66,06	82,42	73,84
Masa de suelo seco +contenedor, M_2 , (g)	63,23	58,89	71,09	66,67
Masa de suelo seco, $M_s=M_2-M_c$, (g)	41,71	37,38	50,22	45,32
Masa de agua, $M_w= M_1-M_2$, (g)	9,61	7,17	11,33	7,17
Contenido de humedad, w , (%)	23,04	19,18	22,56	15,82

20,15

A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 15/10/2021

Operador: Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez

Profundidad: 5,50 (m)

Identificación de la muestra: M4

B. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de contenedor	O61	4	8	O8
Masa de contenedor, M_c , (g)	21,40	21,14	21,17	21,44
Masa de suelo húmedo +contenedor, M_1 , (g)	70,47	71,48	62,48	71,60
Masa de suelo seco +contenedor, M_2 , (g)	61,22	61,71	54,61	62,61
Masa de suelo seco, $M_s=M_2-M_c$, (g)	39,82	40,57	33,44	41,17
Masa de agua, $M_w= M_1-M_2$, (g)	9,25	9,77	7,87	8,99
Contenido de humedad, w , (%)	23,23	24,08	23,53	21,84

23,17

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D422



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D422



A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 15/10/2021

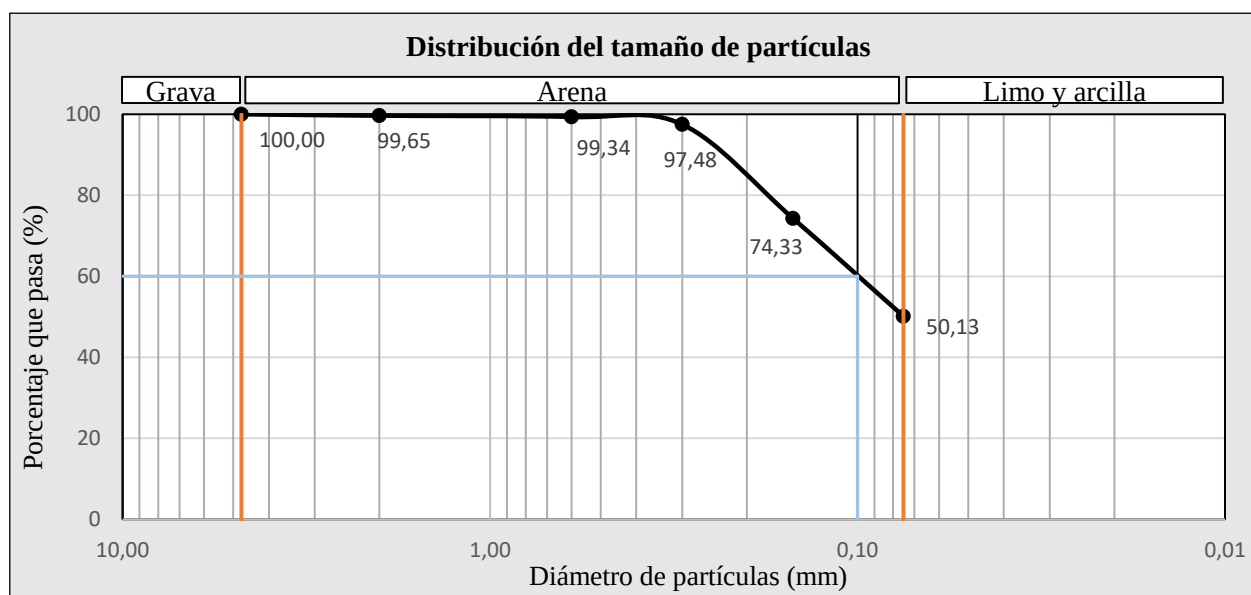
Identificación de la muestra: M1

Profundidad: 1,00(m)

B. DATOS TÉCNICOS

Masa del recipiente (M recipiente):	57,07 (g)
Masa de la muestra seca + recipiente (Ms+recipiente):	450,59 (g)
Masa de la muestra seca (Ms):	393,52 (g)
Masa de la muestra seca retenida en el N° 200 después del lavado (M grueso):	197,01 (g)
Masa de finos (M finos):	196,51 (g)
Sumatoria de todas las masas retenidas registradas (M tamizado):	196,82 (g)
$M \text{ tamizado} \geq 0,98 * M \text{ grueso}$ cumple	

Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret. (g)	Masa ret. Acum. (g)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
4	4,750	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	1,38	1,38	0,35	0,35	99,65
30	0,600	1,21	2,59	0,31	0,66	99,34
50	0,300	7,31	9,90	1,86	2,52	97,48
100	0,150	91,07	100,97	23,15	25,67	74,33
200	0,075	95,18	196,15	24,20	49,87	50,13
Bandeja	0,000	0,67	393,33	50,13	100,00	0,00



D₆₀: 0,10

% de grava: 0,00

C_c (coeficiente de curvatura): -

D₃₀: -

% de arena: 49,87

C_u (coeficiente de uniformidad): -

D₁₀: -

% de finos: 50,13



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D422



A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 15/10/2021

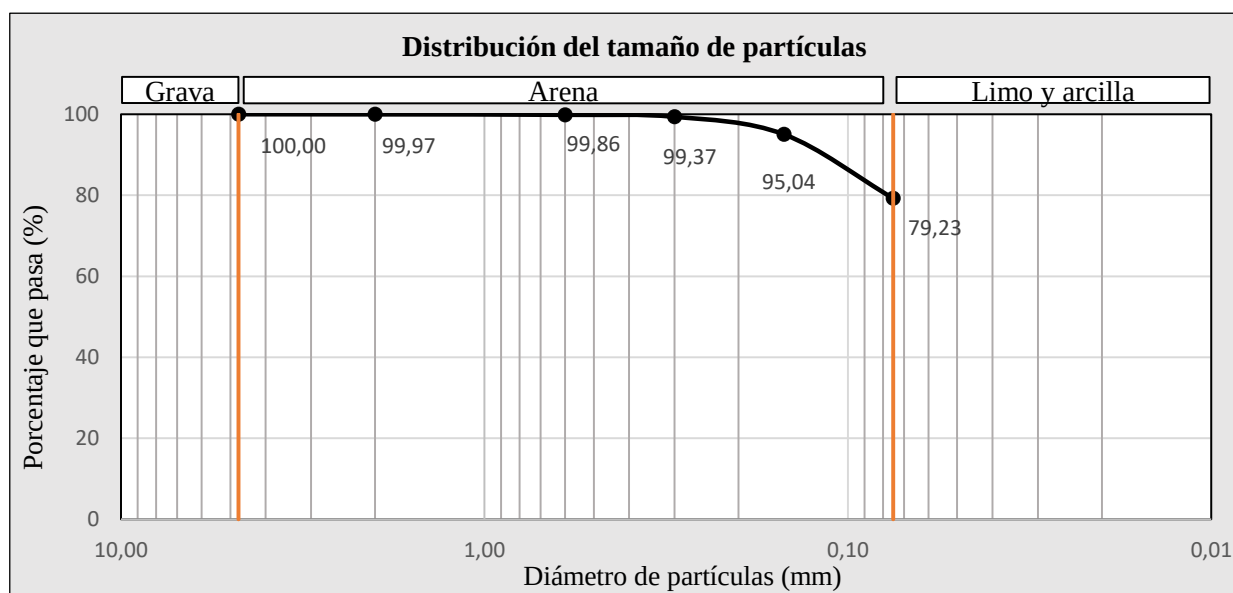
Identificación de la muestra: M2

Profundidad: 2,50(m)

B. DATOS TECNICOS

Masa del recipiente (M recipiente):	58,91 (g)
Masa de la muestra seca + recipiente (Ms+recipiente):	395,62 (g)
Masa de la muestra seca (Ms):	336,71 (g)
Masa de la muestra seca retenida en el N° 200 después del lavado (M grueso):	69,99 (g)
Masa de finos (M finos):	266,72 (g)
Sumatoria de todas las masas retenidas registradas (M tamizado):	69,96 (g)
M tamizado $\geq 0,98 * M$ grueso cumple	

Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret. (g)	Masa ret. Acum. (g)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
4	4,750	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,09	0,09	0,03	0,03	99,97
30	0,600	0,38	0,47	0,11	0,14	99,86
50	0,300	1,64	2,11	0,49	0,63	99,37
100	0,150	14,58	16,69	4,33	4,96	95,04
200	0,075	53,24	69,93	15,81	20,77	79,23
Bandeja	0,000	0,03	336,68	79,23	100,00	0,00



D₆₀: -
D₃₀: -
D₁₀: -

% de grava: 0,00
% de arena: 20,77
% de finos: 79,23

C_c (coeficiente de curvatura): -
C_u (coeficiente de uniformidad): -



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D422



A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 15/10/2021

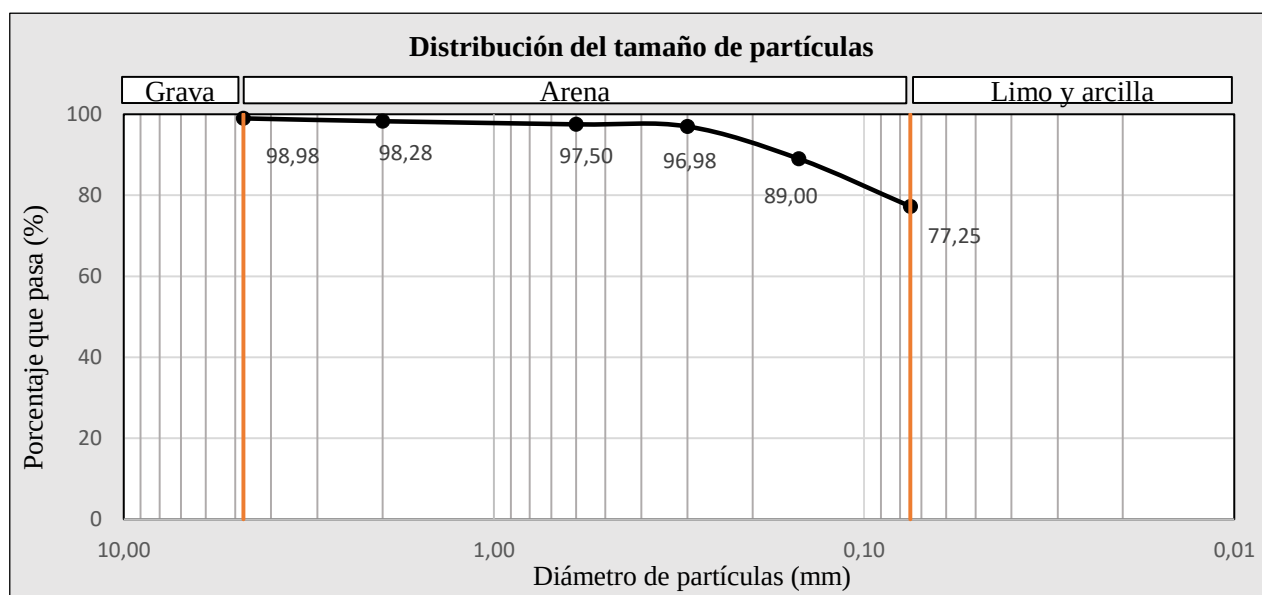
Identificación de la muestra: M3

Profundidad: 4,00(m)

B. DATOS TECNICOS

Masa del recipiente (M recipiente):	62,90	(g)
Masa de la muestra seca + recipiente (Ms+recipiente):	420,76	(g)
Masa de la muestra seca (Ms):	357,86	(g)
Masa de la muestra seca retenida en el N° 200 después del lavado (M grueso):	81,48	(g)
Masa de finos (M finos):	276,38	(g)
Sumatoria de todas las masas retenidas registradas (M tamizado):	81,44	(g)
$M \text{ tamizado} \geq 0,98 * M \text{ grueso}$ cumple		

Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret. (g)	Masa ret. Acum. (g)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
4	4,750	3,66	3,66	1,02	1,02	98,98
10	2,000	2,51	6,17	0,70	1,72	98,28
30	0,600	2,76	8,93	0,77	2,50	97,50
50	0,300	1,89	10,82	0,53	3,02	96,98
100	0,150	28,53	39,35	7,97	11,00	89,00
200	0,075	42,05	81,40	11,75	22,75	77,25
Bandeja	0,000	0,04	357,82	77,25	100,00	0,00



D₆₀: -
D₃₀: -
D₁₀: -

% de grava: 1,02
% de arena: 21,73
% de finos: 77,25

C_c (coeficiente de curvatura): -
C_u (coeficiente de uniformidad): -



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D422



A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 15/10/2021

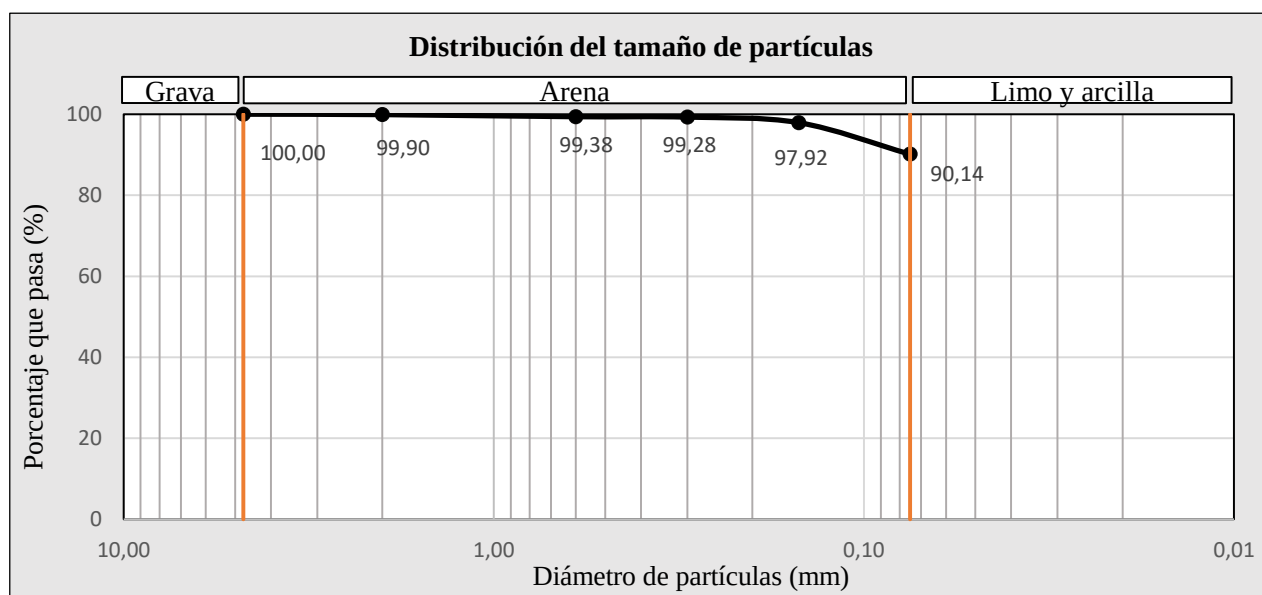
Identificación de la muestra: M4

Profundidad: 5,50(m)

B. DATOS TECNICOS

Masa del recipiente (M recipiente):	60,02 (g)
Masa de la muestra seca + recipiente (Ms+recipiente):	421,92 (g)
Masa de la muestra seca (Ms):	361,90 (g)
Masa de la muestra seca retenida en el N° 200 después del lavado (M grueso):	35,76 (g)
Masa de finos (M finos):	326,14 (g)
Sumatoria de todas las masas retenidas registradas (M tamizado):	35,73 (g)
$M \text{ tamizado} \geq 0,98 * M \text{ grueso}$ cumple	

Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret. (g)	Masa ret. Acum. (g)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
4	4,750	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,35	0,35	0,10	0,10	99,90
30	0,600	1,89	2,24	0,52	0,62	99,38
50	0,300	0,38	2,62	0,11	0,72	99,28
100	0,150	4,90	7,52	1,35	2,08	97,92
200	0,075	28,17	35,69	7,78	9,86	90,14
Bandeja	0,000	0,04	361,87	90,14	100,00	0,00



D60: -	% de grava: 0,00	Cc (coeficiente de curvatura): -
D30: -	% de arena: 9,86	Cu (coeficiente de uniformidad): -
D10: -	% de finos: 90,14	

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318-00

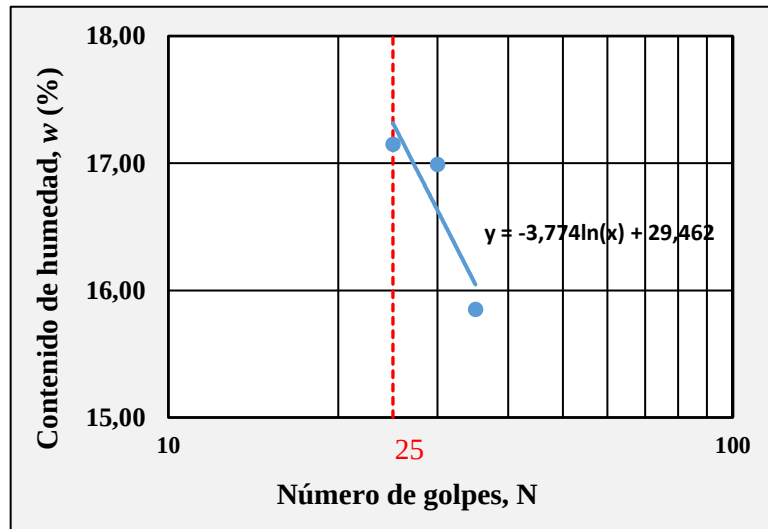
A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera
Identificación de la muestra: M1

Fecha: 21/10/2021
Profundidad: 1,00 (m)

B. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LIQUIDO

Número de contenedor	O8	O7	43
Masa de contenedor, M_c , (g)	21,37	20,88	21,32
Número de golpes, N	35	30	25
Masa de suelo húmedo +contenedor, M_1 , (g)	25,61	25,08	24,53
Masa de suelo seco +contenedor, M_2 , (g)	25,03	24,47	24,06
Masa de suelo seco, $M_s = M_2 - M_c$, (g)	3,66	3,59	2,74
Masa de agua, $M_w = M_1 - M_2$, (g)	0,58	0,61	0,47
Contenido de humedad, w , (%)	15,85	16,99	17,15



Límite liquido, LL (%)	17,31
Límite plástico, LP (%)	14,50
Índice de plasticidad, IP (%)	2,81

C. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Número de contenedor	13	32	23
Masa de contenedor, M_c , (g)	17,09	29,49	25,17
Masa de suelo húmedo +contenedor, M_1 , (g)	18,65	30,67	26,75
Masa de suelo seco +contenedor, M_2 , (g)	18,45	30,53	26,54
Masa de suelo seco, $M_s = M_2 - M_c$, (g)	1,36	1,04	1,37
Masa de agua, $M_w = M_1 - M_2$, (g)	0,20	0,14	0,21
Contenido de humedad, w , (%)	14,71	13,46	15,33
		14,50	



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318-00

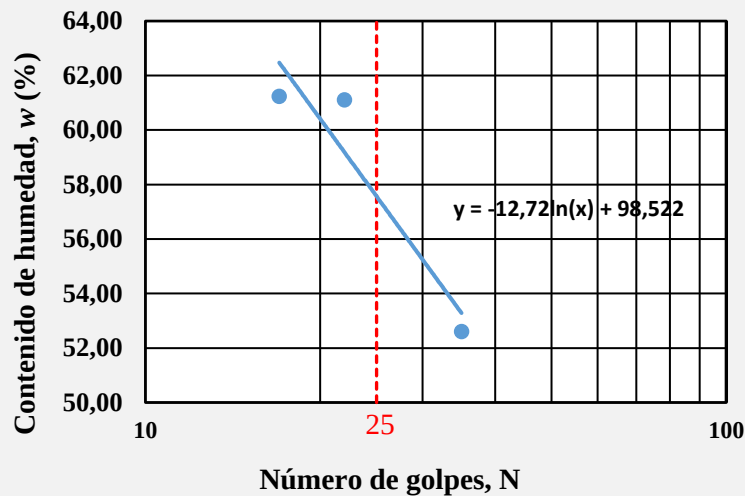
A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera
Identificación de la muestra: M2

Fecha: 21/10/2021
Profundidad: 2,50 (m)

B. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LIQUIDO

Número de contenedor	19	26	16
Masa de contenedor, M_c , (g)	25,40	23,72	24,49
Número de golpes, N	35	22	17
Masa de suelo húmedo +contenedor, M_1 , (g)	30,68	28,94	28,65
Masa de suelo seco +contenedor, M_2 , (g)	28,86	26,96	27,07
Masa de suelo seco, $M_s=M_2-M_c$, (g)	3,46	3,24	2,58
Masa de agua, $M_w= M_1-M_2$, (g)	1,82	1,98	1,58
Contenido de humedad, w , (%)	52,60	61,11	61,24



Límite liquido, LL (%) 57,58
Límite plástico, LP (%) 30,71
Índice de plasticidad, IP (%) 26,87

C. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Número de contenedor	40	39*	2
Masa de contenedor, M_c , (g)	21,46	21,25	21,20
Masa de suelo húmedo +contenedor, M_1 , (g)	23,89	23,04	22,58
Masa de suelo seco +contenedor, M_2 , (g)	23,32	22,64	22,24
Masa de suelo seco, $M_s=M_2-M_c$, (g)	1,86	1,39	1,04
Masa de agua, $M_w= M_1-M_2$, (g)	0,57	0,40	0,34
Contenido de humedad, w , (%)	30,65	28,78	32,69
		30,71	



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318-00

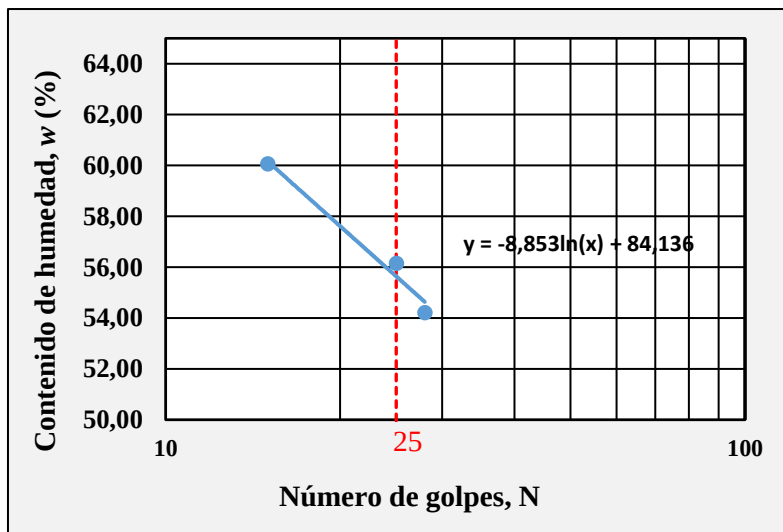
A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera
Identificación de la muestra: M3

Fecha: 21/10/2021
Profundidad: 4,00 (m)

B. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LIQUIDO

Número de contenedor	O61	10	33
Masa de contenedor, M_c , (g)	21,43	21,21	24,26
Número de golpes, N	28	25	15
Masa de suelo húmedo + contenedor, M_1 , (g)	24,90	25,91	28,55
Masa de suelo seco + contenedor, M_2 , (g)	23,68	24,22	26,94
Masa de suelo seco, $M_s = M_2 - M_c$, (g)	2,25	3,01	2,68
Masa de agua, $M_w = M_1 - M_2$, (g)	1,22	1,69	1,61
Contenido de humedad, w , (%)	54,22	56,15	60,07



Límite liquido, LL (%)	55,64
Límite plástico, LP (%)	27,88
Índice de plasticidad, IP (%)	27,76

C. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Número de contenedor	4	O6	O7
Masa de contenedor, M_c , (g)	21,14	21,52	20,89
Masa de suelo húmedo + contenedor, M_1 , (g)	23,12	23,71	21,83
Masa de suelo seco + contenedor, M_2 , (g)	22,71	23,27	21,60
Masa de suelo seco, $M_s = M_2 - M_c$, (g)	1,57	1,75	0,71
Masa de agua, $M_w = M_1 - M_2$, (g)	0,41	0,44	0,23
Contenido de humedad, w , (%)	26,11	25,14	32,39
		27,88	



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D4318-00

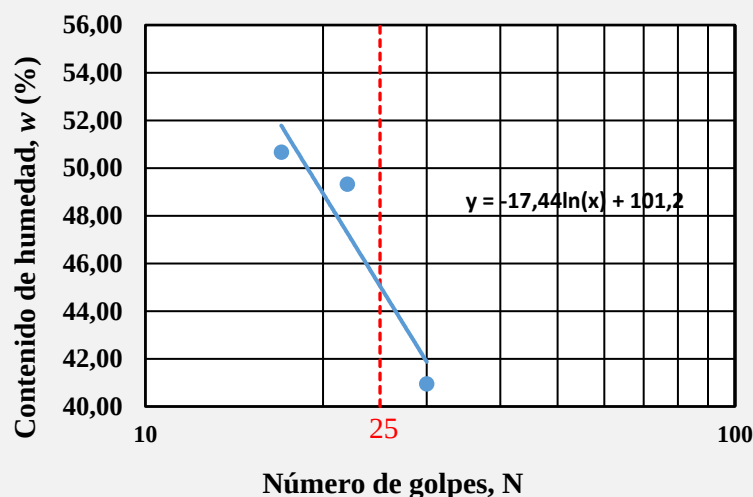
A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera
Identificación de la muestra: M4

Fecha: 21/10/2021
Profundidad: 5,50 (m)

B. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LIQUIDO

Número de contenedor	35	8	O2
Masa de contenedor, M_c , (g)	21,47	21,17	21,50
Número de golpes, N	30	22	17
Masa de suelo húmedo +contenedor, M_1 , (g)	27,39	27,71	27,12
Masa de suelo seco +contenedor, M_2 , (g)	25,67	25,55	25,23
Masa de suelo seco, $M_s=M_2-M_c$, (g)	4,20	4,38	3,73
Masa de agua, $M_w= M_1-M_2$, (g)	1,72	2,16	1,89
Contenido de humedad, w , (%)	40,95	49,32	50,67



Límite liquido, LL (%)	45,06
Límite plástico, LP (%)	22,17
Índice de plasticidad, IP (%)	22,89

C. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Número de contenedor	45	39	O8
Masa de contenedor, M_c , (g)	21,17	21,51	21,44
Masa de suelo húmedo +contenedor, M_1 , (g)	23,76	23,70	23,30
Masa de suelo seco +contenedor, M_2 , (g)	23,30	23,36	22,91
Masa de suelo seco, $M_s=M_2-M_c$, (g)	2,13	1,85	1,47
Masa de agua, $M_w= M_1-M_2$, (g)	0,46	0,34	0,39
Contenido de humedad, w , (%)	21,60	18,38	26,53
		22,17	

CLASIFICACIÓN DE SUELOS
ASTM D2487



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)



A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera
Identificación de la muestra: M1

Fecha: 21/10/2021
Profundidad: 1,00 (m)

B. DATOS TÉCNICOS

Fracción fina = % que pasa el tamiz núm. 200 =	50,13	(%)
Fracción gruesa = % retenido en el tamiz núm. 200 =	49,87	(%)
Fracción grava = % retenido en el tamiz núm. 4 =	0,00	(%)
Fracción arena = (% retenido en el tamiz núm. 200) – (% retenido en el tamiz núm. 4) =	49,87	(%)
Coefficiente de uniformidad (Cu) =	-	
Coefficiente de gradación (Cc) =	-	
Límite líquido (LL) =	17,31	(%)
Índice de plasticidad (IP) =	2,81	(%)

C. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo	
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas	Gravas limpias	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW	
	Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Menos de 5% finos ^a	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP	
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Gravas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM	
		Más de 12% finos ^{a,d}	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC	
		Arenas limpias	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW	
		Menos de 5% finos ^b	$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP	
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Arenas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM	
		Más de 12% finos ^{b,d}	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC	
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) ^e	CL	
		Orgánico	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) ^e	ML	
		Inorgánico	Límite líquido: secado	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
			Gráficos PI en o por encima de línea "A" (figura 4.2)		CH
Gráficos PI por debajo de "A" línea (figura 4.2)				MH	
Orgánico	Límite líquido: secado	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH		
Suelos altamente orgánicos Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico				Pt	

^aGravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

^bArenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

^dSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

^eSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)



D. DETERMINAR NOMBRE DE GRUPO DEL SUELO

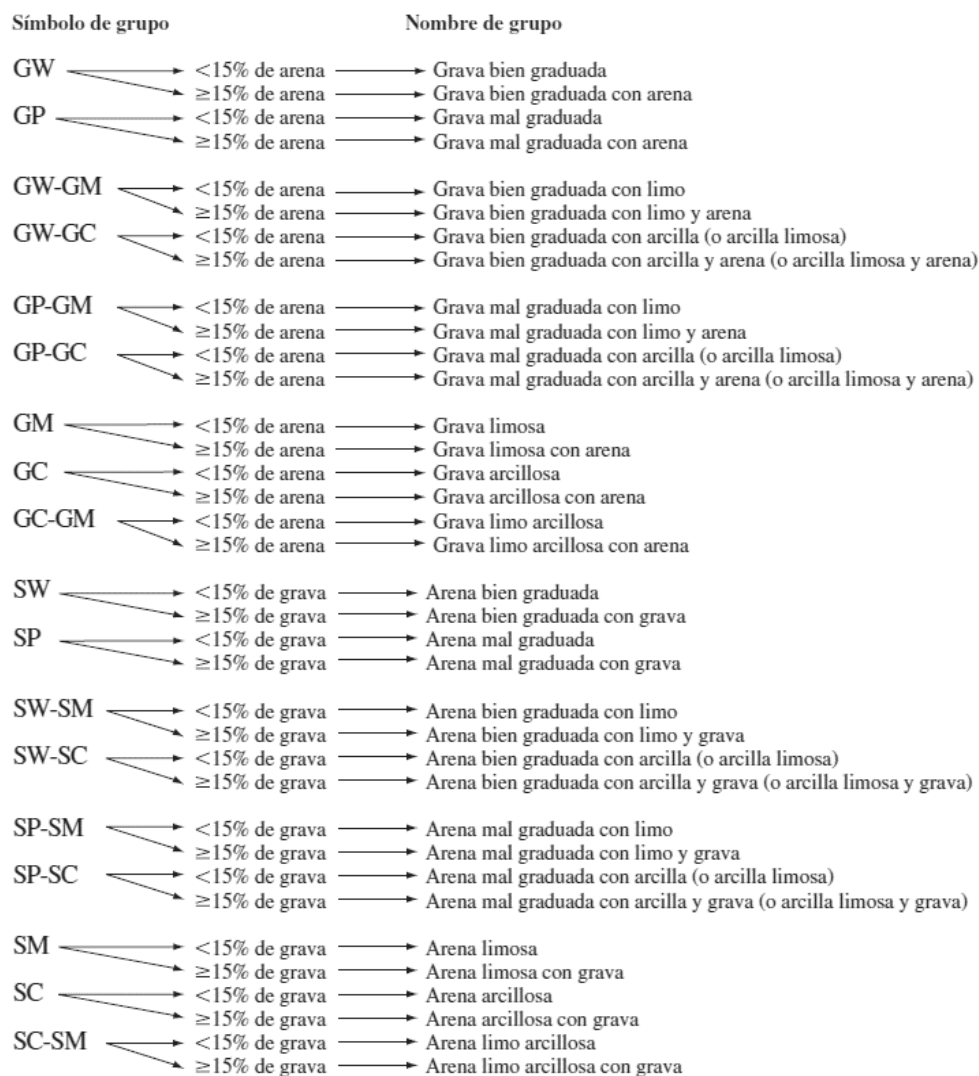


Figura 4.3 Diagrama de flujo para los nombres de los grupos de grava y arena del suelo

El suelo analizado es de grano fino

Entonces la figura 4.3 : NO USAR PARA ELECCIÓN DEL NOMBRE DE GRUPO



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)

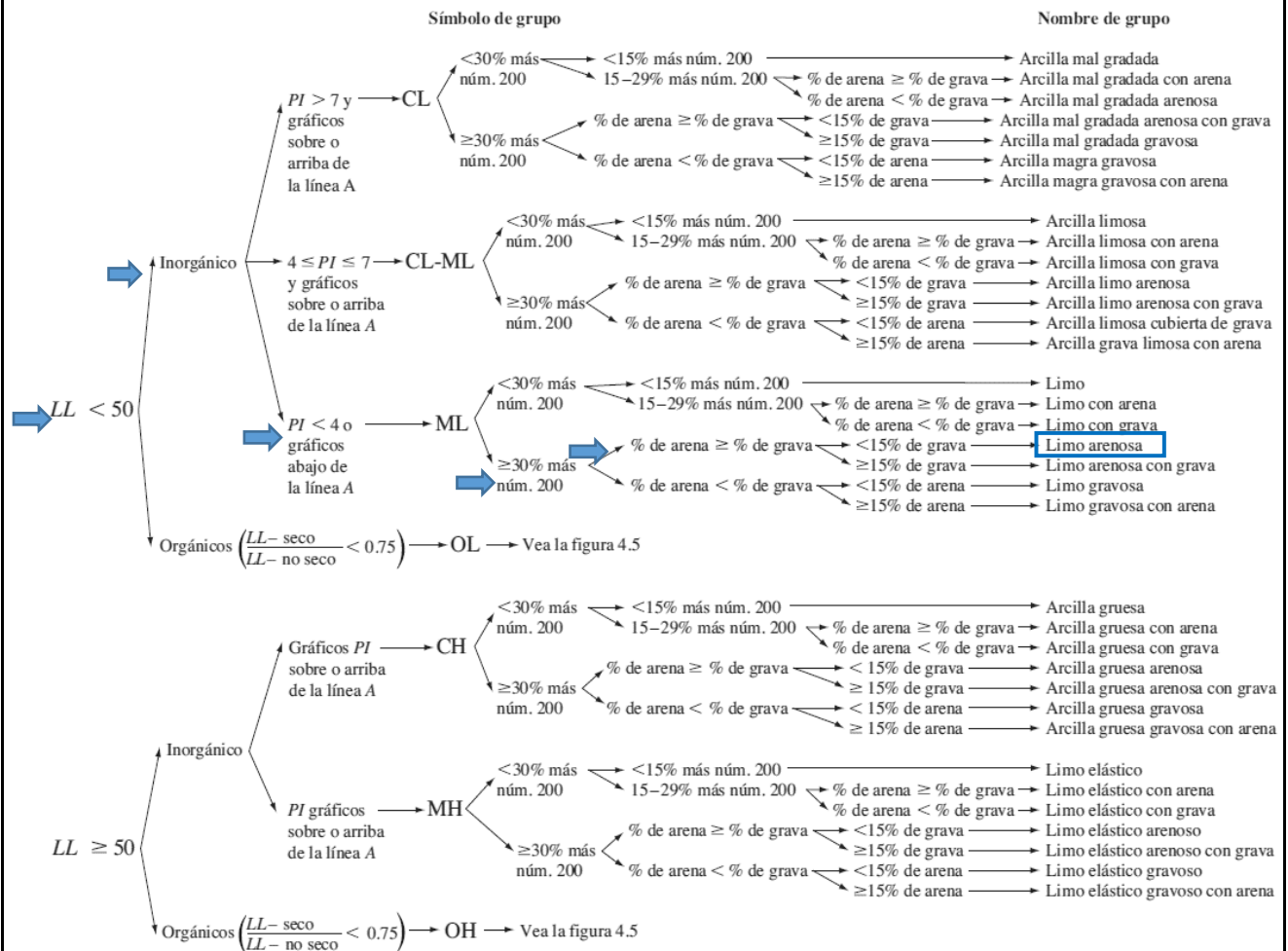


Figura 4.4 Diagrama de flujo de nombres de los grupos para limo inorgánico y suelos arcillosos

El suelo analizado es de grano fino

Entonces la figura 4.4 : USAR PARA ELECCIÓN DEL NOMBRE DE GRUPO



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)

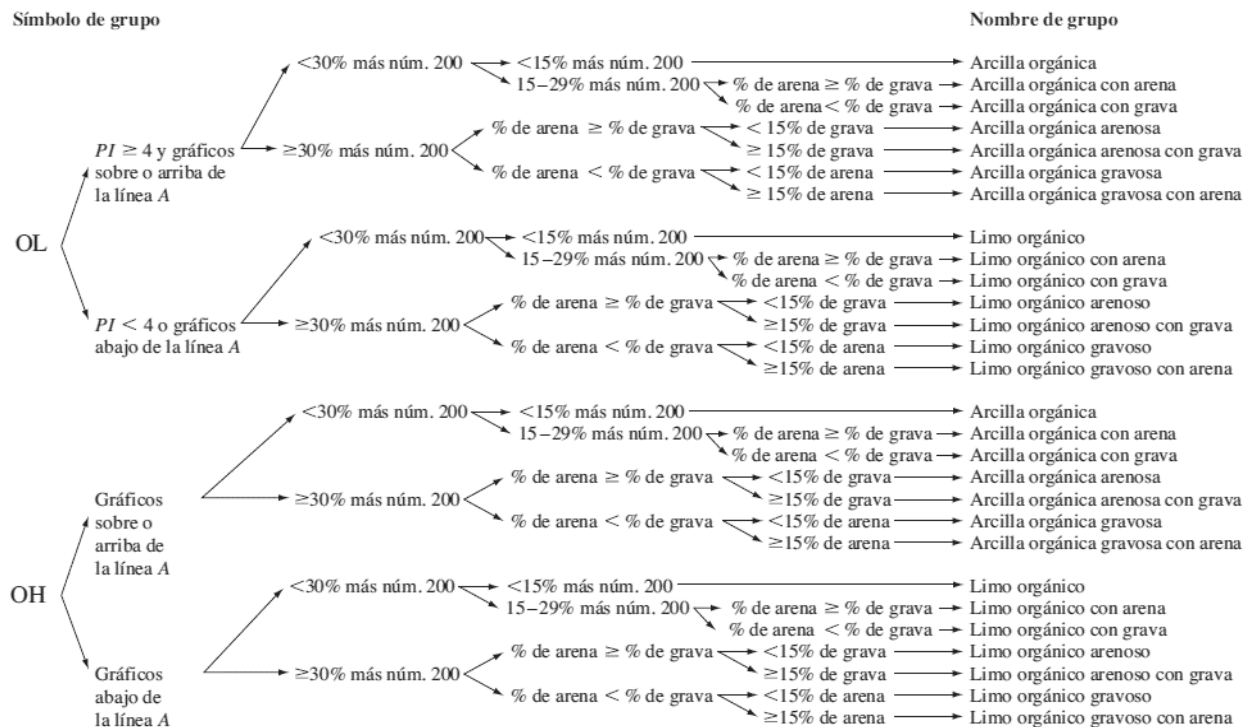


Figura 4.5 Diagrama de flujo de nombres de los grupos para limoso orgánico y suelos arcillosos

Si el suelo analizado tiene como símbolo de grupo: OH - OL

Usar la figura 4.5 para la elección del nombre de grupo

D. RESULTADOS

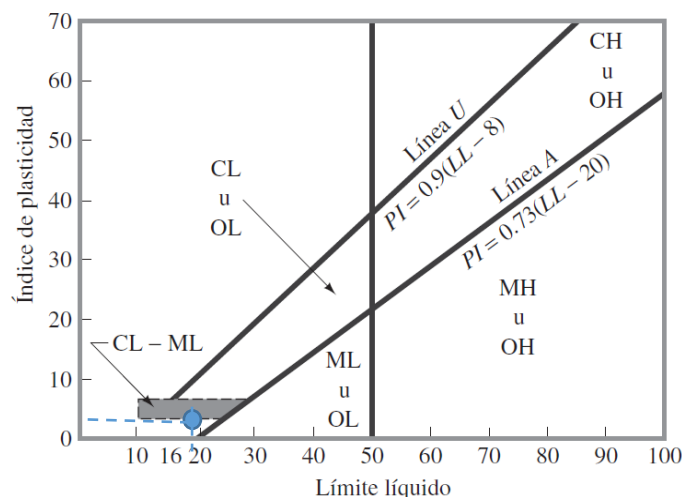


Figura 4.2 Gráfica de plasticidad

GRUPO DE CLASIFICACIÓN
DEL SUELO:

ML

NOMBRE DE GRUPO:

Limo arenosa



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)



A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 21/10/2021

Identificación de la muestra: M2

Profundidad: 2,50 (m)

B. DATOS TÉCNICOS

Fracción fina = % que pasa el tamiz núm. 200 =	79,23	(%)
Fracción gruesa = % retenido en el tamiz núm. 200 =	20,77	(%)
Fracción grava = % retenido en el tamiz núm. 4 =	0,00	(%)
Fracción arena = (% retenido en el tamiz núm. 200) – (% retenido en el tamiz núm. 4) =	20,77	(%)
Coefficiente de uniformidad (C_u) =	-	
Coefficiente de gradación (C_c) =	-	
Límite líquido (LL) =	57,58	(%)
Índice de plasticidad (IP) =	26,87	(%)

C. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos ^a	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$ $C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GW GP
		Gravas con finos Más de 12% finos ^{a,d}	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GM GC
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos ^b	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$ $C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SW SP
		Arenas con finos Más de 12% finos ^{b,d}	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SM SC
	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) ^e $PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) ^e	CL ML
		Orgánico	Límite líquido: secado Límite líquido: no secado	OL
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Gráficos PI en o por encima de línea "A" (figura 4.2) Gráficos PI por debajo de "A" línea (figura 4.2)	CH MH
		Orgánico	Límite líquido: secado Límite líquido: no secado	OH
Suelos altamente orgánicos Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico				Pt

^aGravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

^bArenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

^dSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

^eSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)



D. DETERMINAR NOMBRE DE GRUPO DEL SUELO

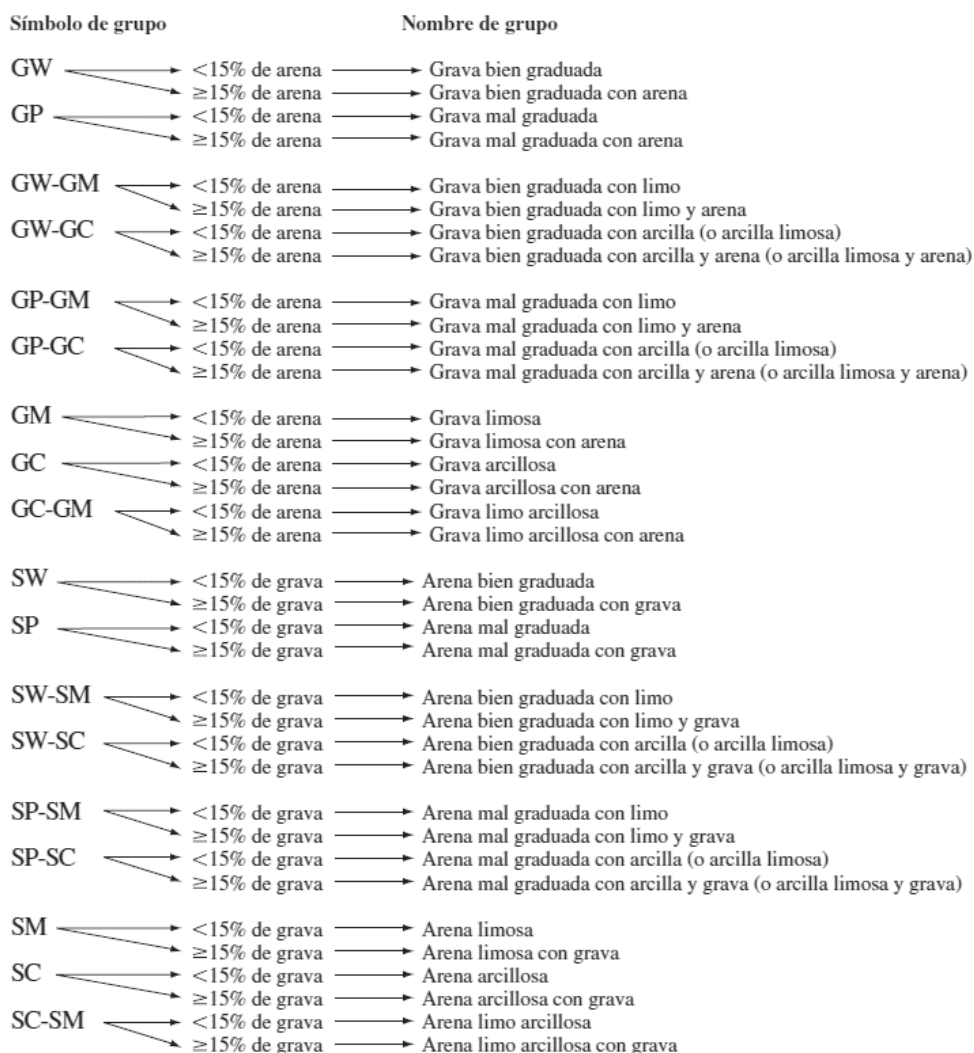


Figura 4.3 Diagrama de flujo para los nombres de los grupos de grava y arena del suelo

El suelo analizado es de grano fino

Entonces la figura 4.3 : NO USAR PARA ELECCIÓN DEL NOMBRE DE GRUPO



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)

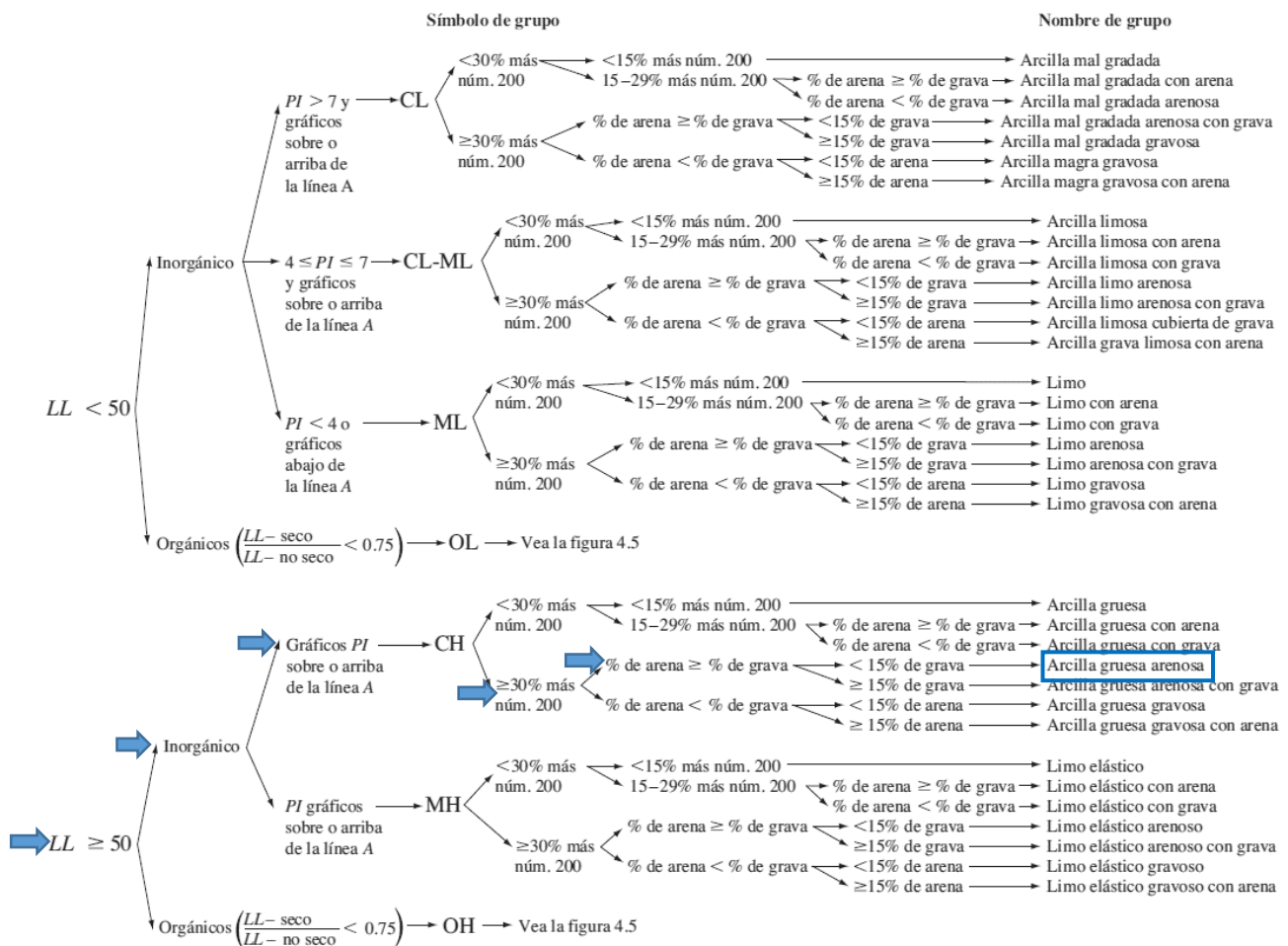


Figura 4.4 Diagrama de flujo de nombres de los grupos para limo inorgánico y suelos arcillosos

El suelo analizado es de grano fino

Entonces la figura 4.4 : USAR PARA ELECCIÓN DEL NOMBRE DE GRUPO



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)

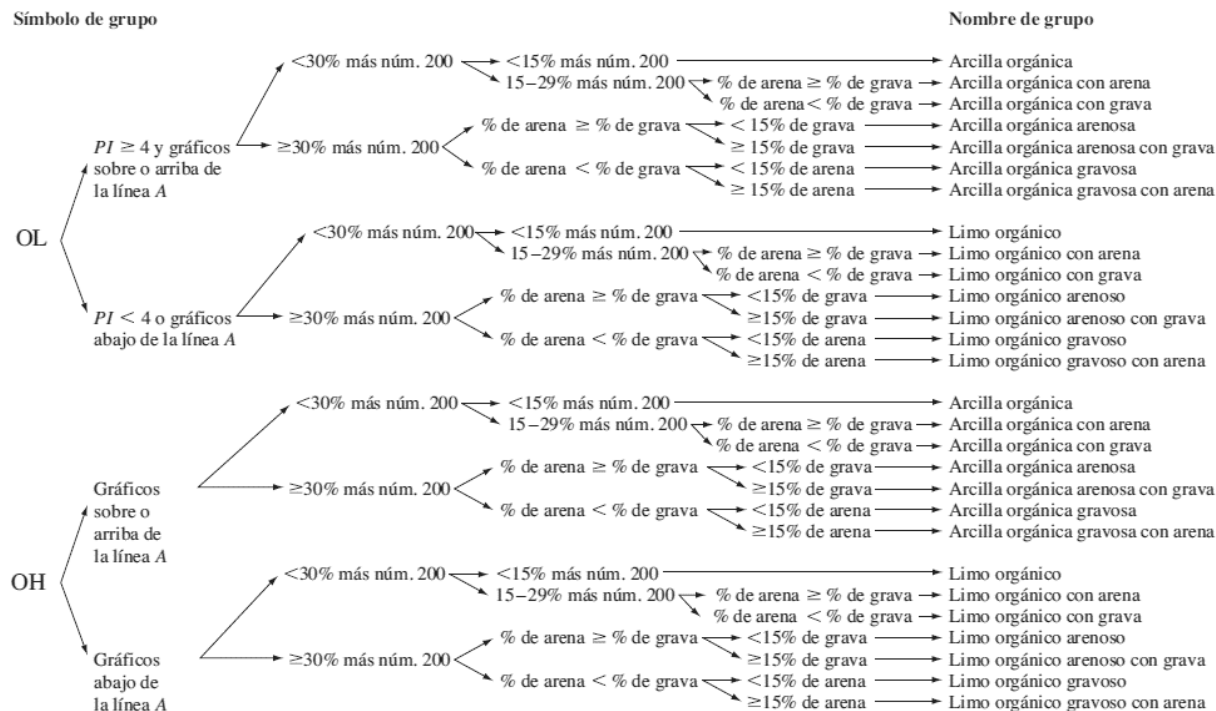


Figura 4.5 Diagrama de flujo de nombres de los grupos para limoso orgánico y suelos arcillosos

Si el suelo analizado tiene como símbolo de grupo: OH - OL

Usar la figura 4.5 para la elección del nombre de grupo

D. RESULTADOS

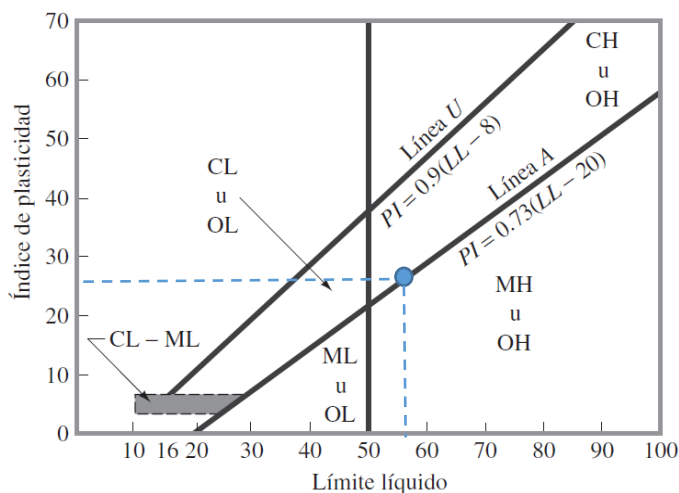


Figura 4.2 Gráfica de plasticidad

GRUPO DE CLASIFICACIÓN
DEL SUELO:

CH

NOMBRE DE GRUPO: **Arcilla gruesa arenosa**



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)



A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera
Identificación de la muestra: M3

Fecha: 21/10/2021
Profundidad: 4,00 (m)

B. DATOS TÉCNICOS

Fracción fina = % que pasa el tamiz núm. 200 =	77,25	(%)
Fracción gruesa = % retenido en el tamiz núm. 200 =	22,75	(%)
Fracción grava = % retenido en el tamiz núm. 4 =	1,02	(%)
Fracción arena = (% retenido en el tamiz núm. 200) – (% retenido en el tamiz núm. 4) =	21,73	(%)
Coefficiente de uniformidad (C_u) =	-	
Coefficiente de gradación (C_c) =	-	
Límite líquido (LL) =	55,64	(%)
Índice de plasticidad (IP) =	27,76	(%)

C. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos ^a	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$ $C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GW GP
		Gravas con finos Más de 12% finos ^{a,d}	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GM GC
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos ^b	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$ $C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SW SP
		Arenas con finos Más de 12% finos ^{b,d}	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SM SC
	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) ^e $PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) ^e	CL ML
		Orgánico	Límite líquido: secado Límite líquido: no secado	OL
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Gráficos PI en o por encima de línea "A" (figura 4.2) Gráficos PI por debajo de "A" línea (figura 4.2)	CH MH
		Orgánico	Límite líquido: secado Límite líquido: no secado	OH
Suelos altamente orgánicos Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico				Pt

^aGravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

^bArenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

^dSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

^eSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)



D. DETERMINAR NOMBRE DE GRUPO DEL SUELO

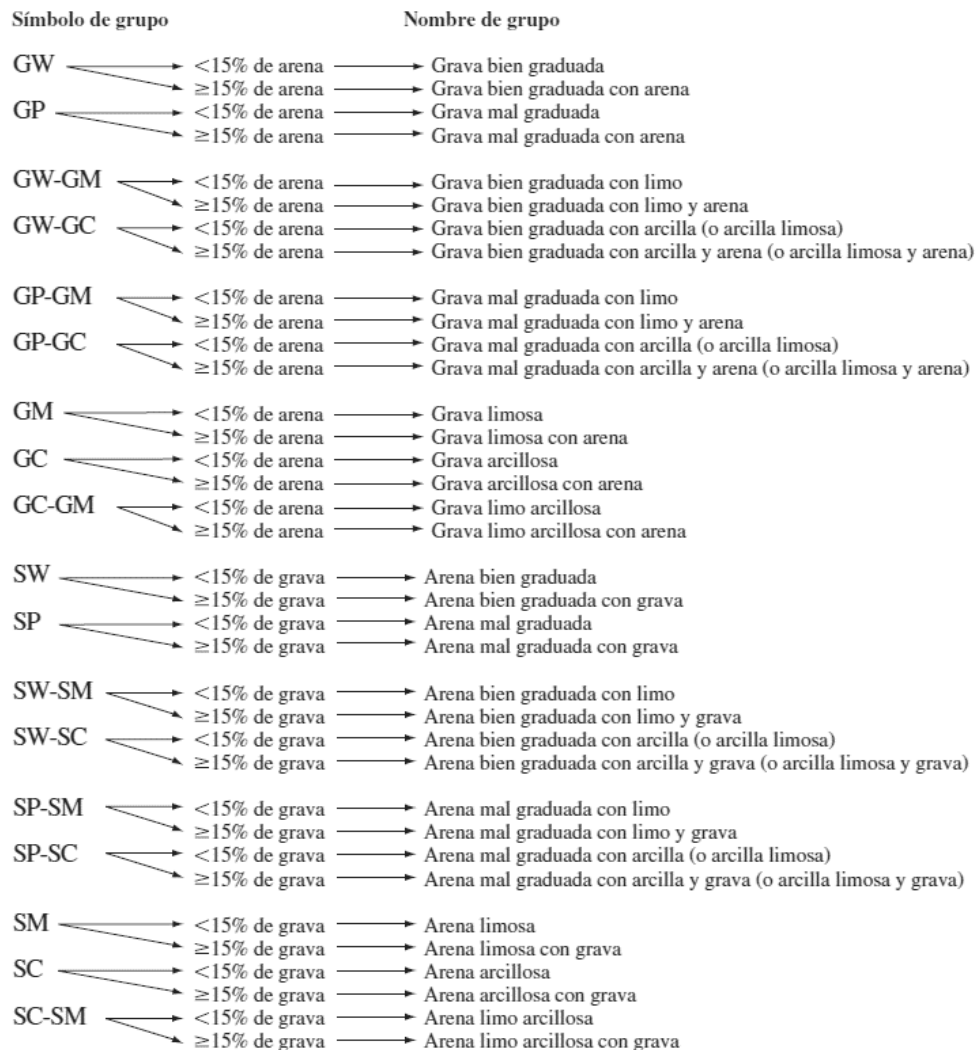


Figura 4.3 Diagrama de flujo para los nombres de los grupos de grava y arena del suelo

El suelo analizado es de grano fino

Entonces la figura 4.3 : NO USAR PARA ELECCIÓN DEL NOMBRE DE GRUPO



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)

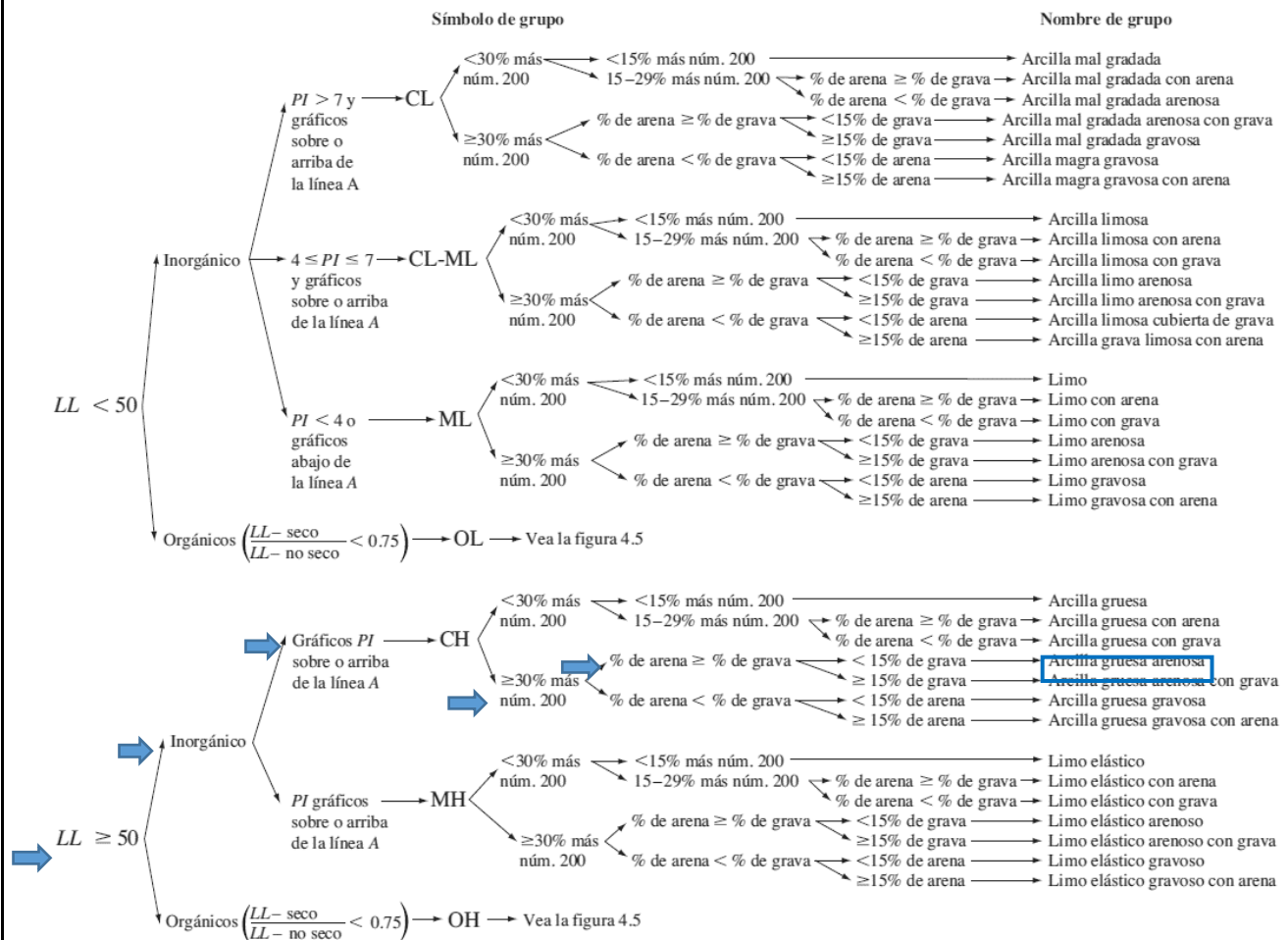


Figura 4.4 Diagrama de flujo de nombres de los grupos para limo inorgánico y suelos arcillosos

El suelo analizado es de grano fino

Entonces la figura 4.4 : USAR PARA ELECCIÓN DEL NOMBRE DE GRUPO



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)



Simbolo de grupo

Nombre de grupo

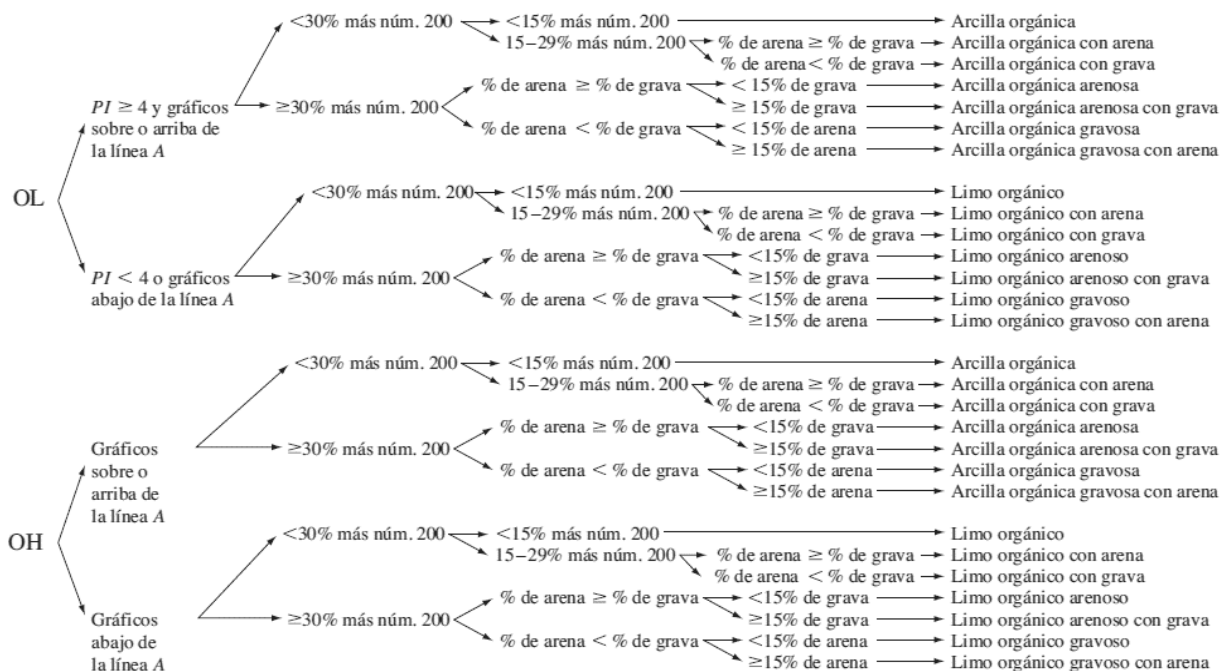


Figura 4.5 Diagrama de flujo de nombres de los grupos para limoso orgánico y suelos arcillosos

Si el suelo analizado tiene como simbolo de grupo: OH - OL

Usar la figura 4.5 para la elección del nombre de grupo

D. RESULTADOS

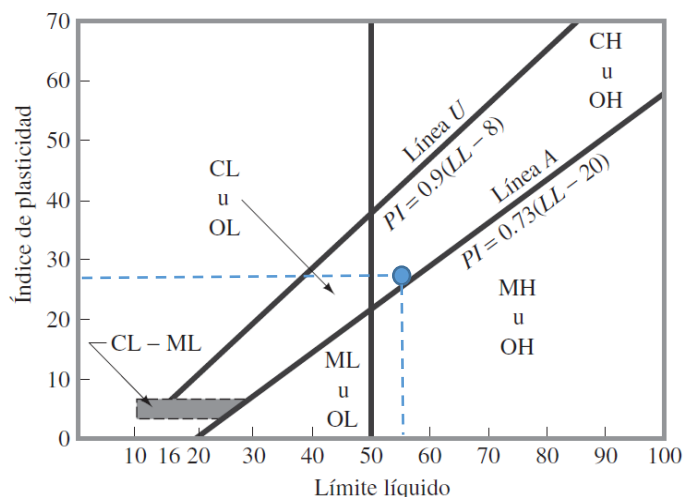


Figura 4.2 Gráfica de plasticidad

GRUPO DE CLASIFICACIÓN
DEL SUELO:

CH

NOMBRE DE GRUPO: **Arcilla gruesa arenosa**



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)



A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera
Identificación de la muestra: M4

Fecha: 21/10/2021
Profundidad: 5,50 (m)

B. DATOS TÉCNICOS

Fracción fina = % que pasa el tamiz núm. 200 =	90,14	(%)
Fracción gruesa = % retenido en el tamiz núm. 200 =	9,86	(%)
Fracción grava = % retenido en el tamiz núm. 4 =	0,00	(%)
Fracción arena = (% retenido en el tamiz núm. 200) – (% retenido en el tamiz núm. 4) =	9,86	(%)
Coefficiente de uniformidad (C_u) =	-	
Coefficiente de gradación (C_c) =	-	
Límite líquido (LL) =	45,06	(%)
Índice de plasticidad (IP) =	22,89	(%)

C. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos ^a	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$ $C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GW GP
		Gravas con finos Más de 12% finos ^{a,d}	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GM GC
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos ^b	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$ $C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SW SP
		Arenas con finos Más de 12% finos ^{b,d}	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SM SC
	➡ Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	➡ Inorgánico	➡ $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) ^e ➡ $PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) ^e	➡ CL ➡ ML
	Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Orgánico	Límite líquido: secado Límite líquido: no secado	OL
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Gráficos PI en o por encima de línea "A" (figura 4.2) Gráficos PI por debajo de "A" línea (figura 4.2)	CH MH
		Orgánico	Límite líquido: secado Límite líquido: no secado	OH
Suelos altamente orgánicos Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico				Pt

^aGravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

^bArenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$$^c C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

^dSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

^eSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)



D. DETERMINAR NOMBRE DE GRUPO DEL SUELO

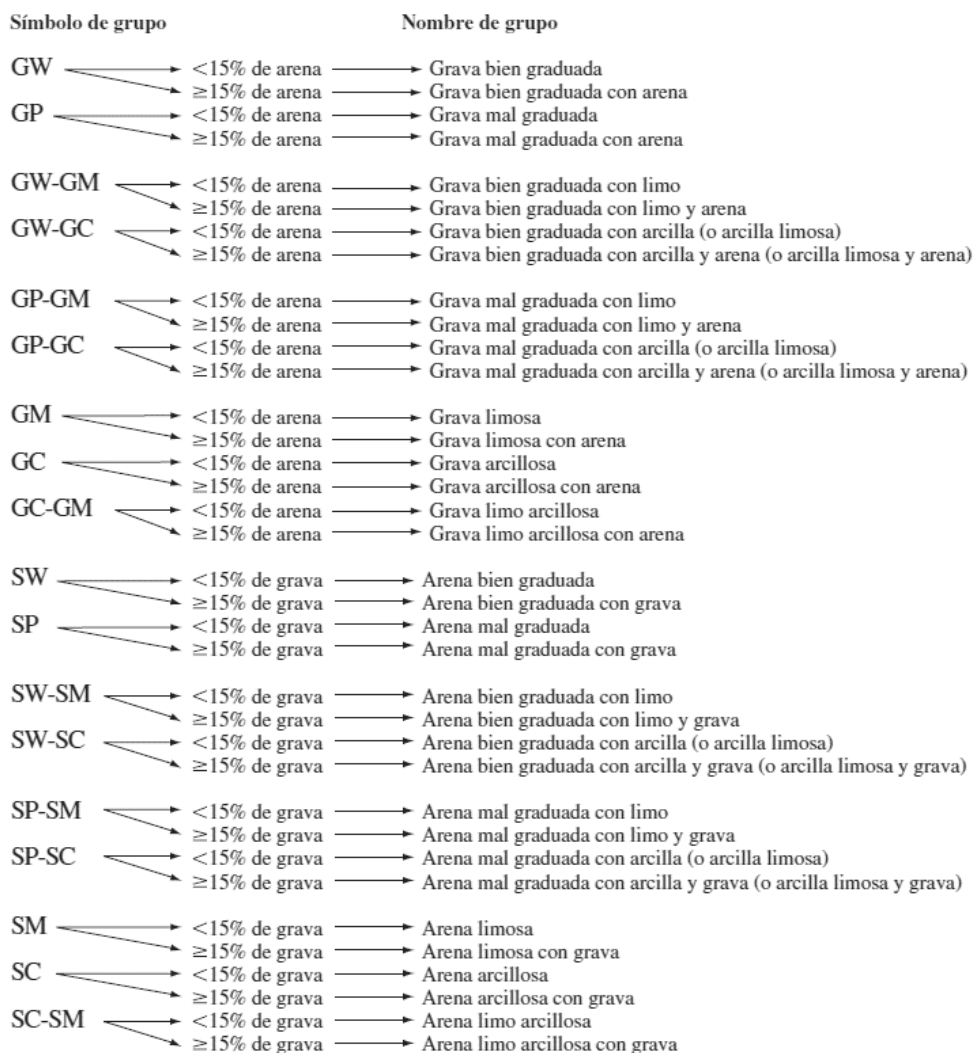


Figura 4.3 Diagrama de flujo para los nombres de los grupos de grava y arena del suelo

El suelo analizado es de grano fino

Entonces la figura 4.3 : NO USAR PARA ELECCIÓN DEL NOMBRE DE GRUPO



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)

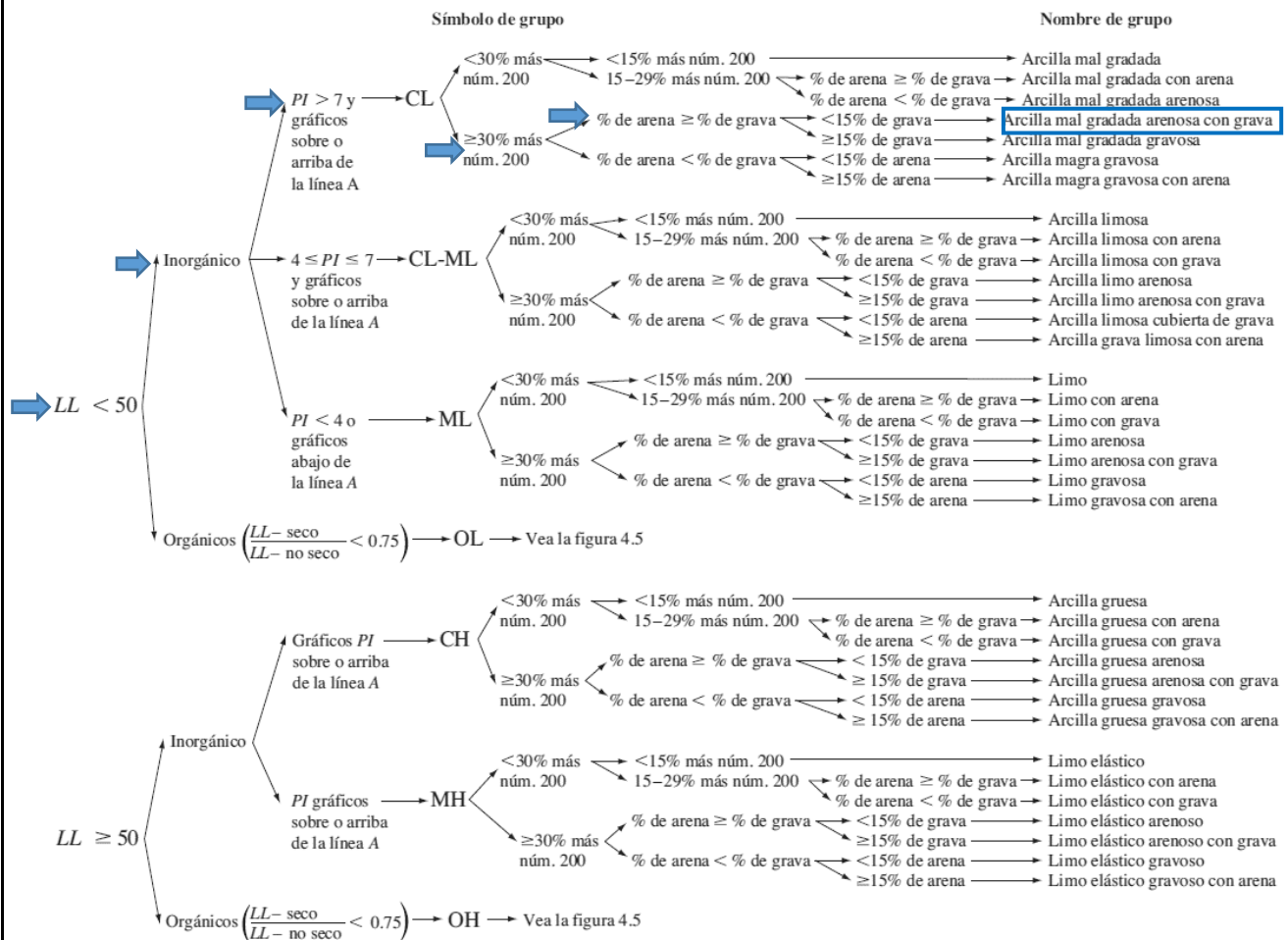
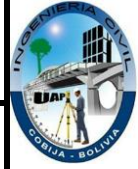


Figura 4.4 Diagrama de flujo de nombres de los grupos para limo inorgánico y suelos arcillosos

El suelo analizado es de grano fino

Entonces la figura 4.4 : USAR PARA ELECCIÓN DEL NOMBRE DE GRUPO



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO (ASTM D-2487)

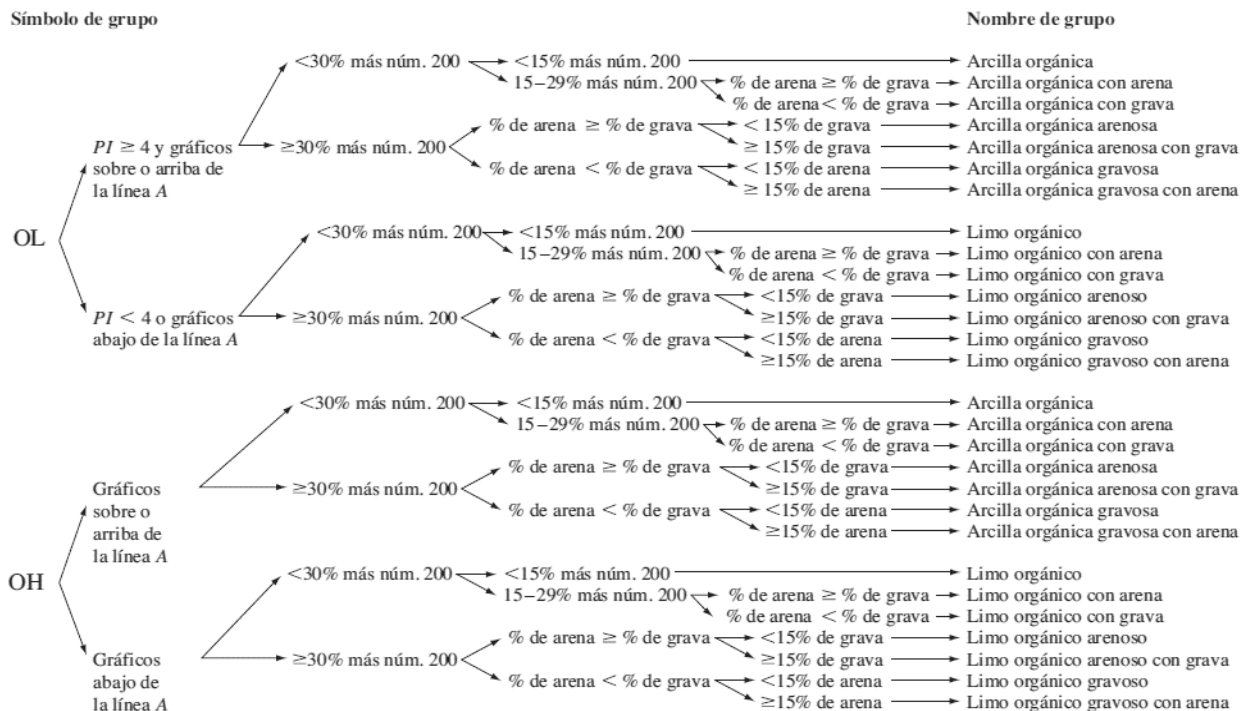


Figura 4.5 Diagrama de flujo de nombres de los grupos para limoso orgánico y suelos arcillosos

Si el suelo analizado tiene como simbolo de grupo: OH - OL

Usar la figura 4.5 para la elección del nombre de grupo

D. RESULTADOS

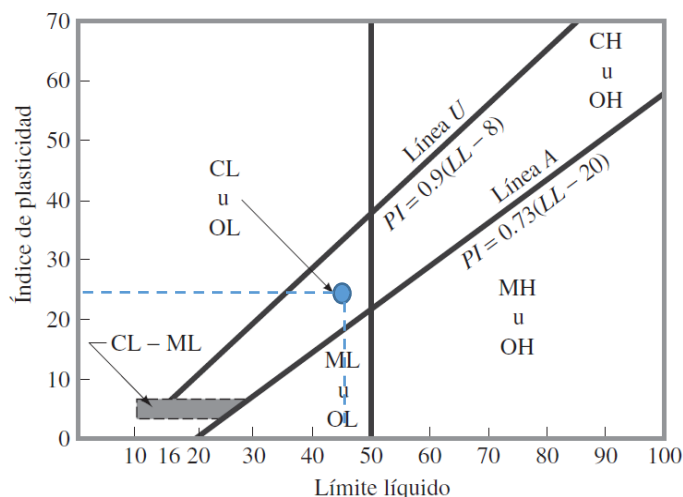


Figura 4.2 Gráfica de plasticidad

GRUPO DE CLASIFICACIÓN
DEL SUELO:

CL

NOMBRE DE GRUPO:

Arcilla mal gradada
arenosa con grava

DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

ASTM D2488



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS
ASTM - D2488

A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 15/10/2021

B. CRITERIOS PARA DESCRIBIR LA CONDICIÓN DE HUMEDAD

Descripción	Criterio
Seco	Ausencia de humedad, polvoriento, seco al tacto.
Húmedo	Húmedo pero sin agua visible.
Saturado	Agua libre visible, usualmente el suelo está por debajo del nivel freático.

C. CRITERIOS PARA DESCRIBIR LA CONSISTENCIA

Descripción	Criterio
Muy Suave	Pulgar penetra en el suelo más de 1" (25 mm)
Suave	Pulgar penetra en el suelo cerca de 1" (25 mm)
Firme	Pulgar mella en el suelo cerca de 1/4" (6 mm)
Dura	Pulgar no mella en el suelo pero mella facilmente con la uña
Muy Dura	La uña no se abolla en el suelo

D. CRITERIOS PARA DESCRIBIR EL COLOR

* Si la muestra contiene capas de varios colores, será notificado y todos los colores representativos serán descritos. El color descrito será para muestras húmedas. Si el color representa la condición seca, esto será indicado en el reporte.



E. RESULTADOS

Identificación de la muestra	Prof. (m)	Color	Consistencia	Humedad
M1	1,00	Marrón claro	Suave	Húmeda
M2	2,50	Rojo	Dura	Húmeda
M3	4,00	Rojo claro	Dura	Húmeda
M4	5,50	Marrón rojizo claro	Dura	Húmeda

PESO ESPECÍFICO DEL SUELO



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



CÁLCULO DEL PESO ESPECÍFICO DE SUELO

A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 15/10/2021

B. DATOS TECNICOS

$$\text{Peso total del suelo} = W = m * g \left(\text{Kg} * \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$\text{Volumen total del suelo} = V = \frac{\pi * D^2}{4} * L \quad (\text{m}^3)$$

$$\text{Peso específico húmedo} = \gamma_h = \frac{W}{V} \left(\frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Peso específico seco} = \gamma_d = \frac{\gamma_h}{1 + w} \left(\frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \right)$$

Donde:

$$w = \frac{\text{Contenido de humedad (\%)}}{100}$$

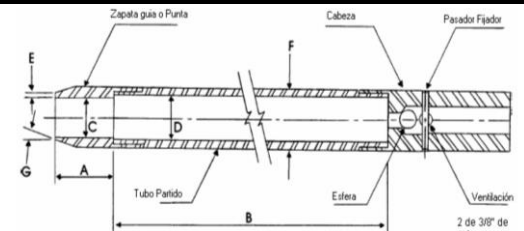
m= Masa de muestra húmeda (Kg)

g= Gravedad (9,81 m/s²)

D= Diametro interior de la cuchara bipartida (38,50 mm)

L= Longitud de la muestra (m)

Cuchara bipartida usada para extracción de muestras



(ASTM D – 1586)

A = 25 a 50 mm

B = 0.457 a 0.762 m

C = 34.93 ± 0.13 mm

D = 38.1 ± 1.3 - 0.0 mm

E = 2.54 ± 0.25 mm

F = 50.8 ± 1.3 - 0.0 mm

G = 16 a 23°

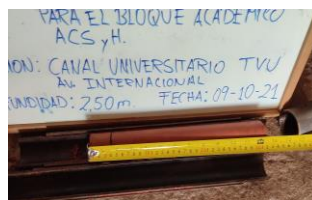
D= 38,5 (mm)

Muestra: M1



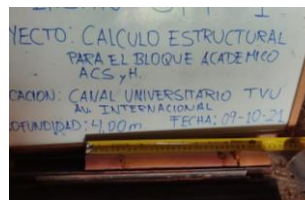
L = 42,00 (cm)
m = 731,20 (g)

Muestra: M2



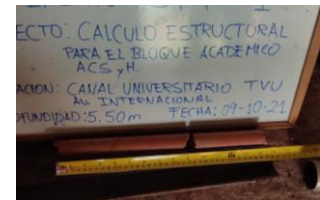
L = 32,00 (cm)
m = 629,80 (g)

Muestra: M3



L = 32,50 (cm)
m = 636,40 (g)

Muestra: M4

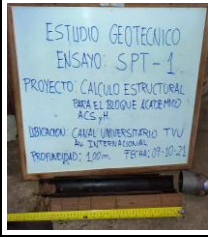
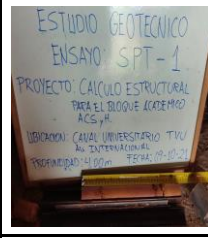
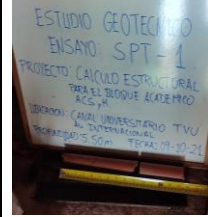


L = 32,50 (cm)
m = 705,72 (g)

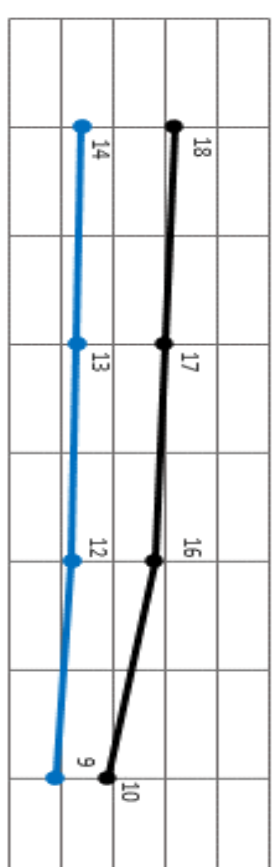
C. RESULTADOS

Identificación de la muestra	Prof. (m)	γ_h (KN/m ³)	γ_d (KN/m ³)
M1	1,00	14,67	13,39
M2	2,50	16,58	13,96
M3	4,00	16,50	13,73
M4	5,50	18,30	14,86

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR
ASTM D1586

	UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (ASTM 1586) REGISTRO DE CAMPO		
1. DATOS GENERALES			<i>Croquis de ubicación</i>
Proyecto: Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica-económica entre losas de entepiso de hormigón armado maciza y alivianada. Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera Coordenadas, DD: -11.028670, -68.757724 ID Sondeo: SPT -1 Fecha: 09/10/21 Condiciones del clima: Soleado Operadores: Tec. Lab. Wilder Mendoza Salas Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez			
2. DATOS TÉCNICOS			
Prof. (m)	Datos de la muestra extraída	Número de golpes (N)	Descripción de la muestra
1,00 (m)	Identificación muestra: M1 Color: Marrón claro (6/3 Light brown) Consistencia: Suave Humedad: Húmeda Observaciones: 42 cm de largo de muestra en cuchara bipartida	1° 6	 
		2° 11	
		3° 7	
2,50 (m)	Identificación muestra: M2 Color: Roja (5/6 Red) Consistencia: Dura Humedad: Húmeda Observaciones: 32,00 cm de largo de muestra en cuchara bipartida	1° 6	 
		2° 8	
		3° 9	
4,00 (m)	Identificación muestra: M3 Color: Rojo claro (6/6 Light Red) Consistencia: Dura Humedad: Húmeda Observaciones: 32,50 cm de largo de muestra en cuchara bipartida	1° 4	 
		2° 6	
		3° 10	
5,50 (m)	Identificación muestra: M4 Color: Marrón rojizo claro (6/4 Light Reddish brown) Consistencia: Dura Humedad: Húmeda Observaciones: 32,50 cm de largo de muestra en cuchara bipartida	1° 3	 
		2° 5	
		3° 5	

	UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																																														
ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (ASTM 1586) PLANILLA DE CÁLCULO DE CORRECCIONES PARA N60																																															
1. DATOS GENERALES: FORMULAS Y TABLAS PARA EL CÁLCULO DE N60																																															
$N_{60} = \frac{N * n_H * n_B * n_S * n_R}{60}$																																															
Donde: N60= Número de penetración estándar, corregido por las condiciones de campo N= Número de penetración medido n_H= Eficiencia del martillo (%) n_B= Corrección para el diámetro de la perforación n_S= Corrección del muestreador n_R= Corrección para la longitud de varilla																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4">1. Variación de n_H</th> </tr> <tr> <th>País</th> <th>Tipo de martillo</th> <th>Lanzamiento del martillo</th> <th>n_H (%)</th> </tr> <tr> <td rowspan="2">Japón</td> <td>Anillos</td> <td>Caída libre</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>Anillos</td> <td>Cuerda y polea</td> <td>67</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Estados Unidos</td> <td>Seguridad</td> <td>Cuerda y polea</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Anillos</td> <td>Cuerda y polea</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Argentina</td> <td>Anillos</td> <td>Cuerda y polea</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">China</td> <td>Anillos</td> <td>Cuerda y polea</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Anillos</td> <td>Cuerda y polea</td> <td>50</td> </tr> </table>			1. Variación de n_H				País	Tipo de martillo	Lanzamiento del martillo	n_H (%)	Japón	Anillos	Caída libre	78	Anillos	Cuerda y polea	67	Estados Unidos	Seguridad	Cuerda y polea	60	Anillos	Cuerda y polea	45	Argentina	Anillos	Cuerda y polea	45	China	Anillos	Cuerda y polea	60	Anillos	Cuerda y polea	50												
1. Variación de n_H																																															
País	Tipo de martillo	Lanzamiento del martillo	n_H (%)																																												
Japón	Anillos	Caída libre	78																																												
	Anillos	Cuerda y polea	67																																												
Estados Unidos	Seguridad	Cuerda y polea	60																																												
	Anillos	Cuerda y polea	45																																												
Argentina	Anillos	Cuerda y polea	45																																												
China	Anillos	Cuerda y polea	60																																												
	Anillos	Cuerda y polea	50																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">2. Variación de n_S</th> <th colspan="2">3. Variaciones de n_B</th> <th colspan="2">4. Variación de n_R</th> </tr> <tr> <th>Variable</th> <th>n_S</th> <th>Diámetro (mm)</th> <th>n_B</th> <th>Longitud de la varilla (m)</th> <th>n_R</th> </tr> <tr> <td>Muestreado estándar</td> <td>1,00</td> <td>60-120</td> <td>1,00</td> <td>>10,0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Con revestimiento para arena densa y arcilla</td> <td>0,80</td> <td>150</td> <td>1,05</td> <td>6,0 - 10,0</td> <td>0,95</td> </tr> <tr> <td>Con revestimiento para arena suelta</td> <td>0,90</td> <td>200</td> <td>1,15</td> <td>4,0 - 6,0</td> <td>0,85</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,0 -4,0</td> <td>0,75</td> </tr> </table>			2. Variación de n_S		3. Variaciones de n_B		4. Variación de n_R		Variable	n_S	Diámetro (mm)	n_B	Longitud de la varilla (m)	n_R	Muestreado estándar	1,00	60-120	1,00	>10,0	1	Con revestimiento para arena densa y arcilla	0,80	150	1,05	6,0 - 10,0	0,95	Con revestimiento para arena suelta	0,90	200	1,15	4,0 - 6,0	0,85					0,0 -4,0	0,75									
2. Variación de n_S		3. Variaciones de n_B		4. Variación de n_R																																											
Variable	n_S	Diámetro (mm)	n_B	Longitud de la varilla (m)	n_R																																										
Muestreado estándar	1,00	60-120	1,00	>10,0	1																																										
Con revestimiento para arena densa y arcilla	0,80	150	1,05	6,0 - 10,0	0,95																																										
Con revestimiento para arena suelta	0,90	200	1,15	4,0 - 6,0	0,85																																										
				0,0 -4,0	0,75																																										
2. CÁLCULO DE N60																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>ID Muestra</th> <th>Prof. (m)</th> <th>Nombre de grupo</th> <th>Símbolo de Grupo</th> <th>Color</th> <th>Contenido de Humedad (%)</th> <th>N</th> <th>N60</th> </tr> <tr> <td>M1</td> <td>1,00</td> <td>Limo arenosa</td> <td>ML</td> <td>Marrón claro</td> <td>9,55</td> <td>18</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>M2</td> <td>2,50</td> <td>Arcilla gruesa arenosa</td> <td>CH</td> <td>Rojo</td> <td>18,78</td> <td>17</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>M3</td> <td>4,00</td> <td>Arcilla gruesa arenosa</td> <td>CH</td> <td>Rojo claro</td> <td>20,15</td> <td>16</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>M4</td> <td>5,50</td> <td>Arcilla mal gradada arenosa con grava</td> <td>CL</td> <td>Marrón rojizo claro</td> <td>23,17</td> <td>10</td> <td>9</td> </tr> </table>								ID Muestra	Prof. (m)	Nombre de grupo	Símbolo de Grupo	Color	Contenido de Humedad (%)	N	N60	M1	1,00	Limo arenosa	ML	Marrón claro	9,55	18	14	M2	2,50	Arcilla gruesa arenosa	CH	Rojo	18,78	17	13	M3	4,00	Arcilla gruesa arenosa	CH	Rojo claro	20,15	16	12	M4	5,50	Arcilla mal gradada arenosa con grava	CL	Marrón rojizo claro	23,17	10	9
ID Muestra	Prof. (m)	Nombre de grupo	Símbolo de Grupo	Color	Contenido de Humedad (%)	N	N60																																								
M1	1,00	Limo arenosa	ML	Marrón claro	9,55	18	14																																								
M2	2,50	Arcilla gruesa arenosa	CH	Rojo	18,78	17	13																																								
M3	4,00	Arcilla gruesa arenosa	CH	Rojo claro	20,15	16	12																																								
M4	5,50	Arcilla mal gradada arenosa con grava	CL	Marrón rojizo claro	23,17	10	9																																								

	UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL					
ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (ASTM 1586) DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS						
1. DATOS GENERALES						
Proyecto: Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica-económica entre losas de entrepiso de hormigón armado maciza y alivianada.						
Operadores: Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez Tec. Lab. Wilder Mendoza Salas						
2. DATOS DEL SONDEO						
Identificación del sondeo: SPT-1			Fecha del ensayo: 09-10-21			
Método de perforación: Extractor manual			Condiciones del clima: Soleado			
Tipo de entibado: Ninguno			Profundidad del sondeo: 1,00 (m) - 5,50 (m)			
Coordenadas, DD: -11.028670, -68.757724			Profundidad del nivel freático: No se encontró			
Profundidad (m)	Nº de muestra	Descripción	Clasificación	Contenido de humedad (%)	Consistencia	N SPT Número de golpes
1,00	M1	Limo arenosa Color: Marrón claro	ML	9,55	Suave	
2,50	M2	Arcilla gruesa arenosa Color: Rojo	CH	18,78	Dura	
4,00	M3	Arcilla gruesa arenosa Color: Rojo claro	CH	20,15	Dura	
5,50	M4	Arcilla mal gradada arenosa con grava Color: Marrón rojizo claro	CL	23,17	Dura	

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE



CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (q_{adm})

A. DATOS GENERALES

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 25/10/2021

B. DESCRIPCIÓN DEL METODO DE CÁLCULO

Con el objetivo de orientar al ingeniero con respecto a la identificación de enfoques disponibles para la interpretación de análisis de resultados de ensayos de campo realizados in situ con vistas a un estudio geotécnico, este puede ser llevado a cabo de acuerdo con dos enfoques distintos:

Método directo: De naturaleza empírica o semi-empírica, tienen fundamento estadístico, a partir del cual las mediciones de prueba se correlacionan directamente con el desempeño de ensayos geotécnicos. El SPT es el ejemplo más conocido del uso de métodos directos, aplicados tanto a la estimación de asentamientos como a la capacidad de carga de cimentaciones.

Métodos Indirectos: Los resultados de las pruebas se aplican a la predicción de propiedades constituyentes de los suelos, lo que permite la adopción de conceptos y formulaciones clásicas de Mecánica de suelos como enfoque de diseño.

Lo anterior mencionado, es obtenido en la bibliografía "*Ensaio de campo e suas aplicacoes a Engenharia de fundacoes*" de Fernando Schnaid & Edgar Odebrecht, donde desarrollan en su libro investigación respecto a este tema en el vecino país del Brasil, dicha bibliografía será el sustento del presente cálculo de la capacidad de carga admisible referente a los resultados obtenidos con el ensayo de penetración estándar realizado.

C. CÁLCULO DE q_{adm} MEDIANTE EL MÉTODO DIRECTO

Ruver y Consoli (2006) establecieron un método de estimación de capacidad de carga admisible específico para suelos residuales (similares a los obtenidos en el SPT realizado), expresado en términos de valores medios con un nivel de fiabilidad del 99%:

$$q_{adm} = 9,54 * N_{SPT60} \left(\frac{KN}{m^2} \right) \quad \text{Donde:} \quad N_{SPT60} = N60 \quad (\text{anteriormente calculado})$$

Identificación de la muestra	Prof. (m)	q_{adm} (Kg/cm ²)
M1	1,00	1,34
M2	2,50	1,24
M3	4,00	1,14
M4	5,50	0,86

RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO



RESUMEN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

A. DATOS GENERALES

Proyecto: Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica-económica entre losas de entepiso de hormigón armado maciza y alivianada.

Ubicación: Av. Internacional entre c/ Elvira Gutiérrez y Av. Petrolera

Fecha: 09/10/21

Coordenadas, DD: -11.028670, -68.757724

ID Sondeo: SPT -1

B. RESULTADOS OBTENIDOS

Sondeo SPT 1

ID muestra	Prof. (m)	Simbolo de grupo	Nombre de grupo	Contenido de humedad (%)	LL (%)	IP (%)	γ_d (KN/m ³)	q_{adm} (Kg/cm ²)
M1	1,00	ML	Marrón claro	9,55	17,31	2,81	13,39	1,34
M2	2,50	CH	Rojo	18,78	57,58	26,87	13,96	1,24
M3	4,00	CH	Rojo claro	20,15	55,64	27,76	13,73	1,14
M4	5,50	CL	Marrón rojizo claro	23,17	45,06	22,89	14,86	0,86

C. CONCLUSIONES

Analizados los resultados obtenidos del presente estudio geotécnico, el cual tiene el fin de ser usado para la realización del Proyecto de Grado mencionado, por lo tanto se establece que:

1. Se establece un punto de sondeo, el cual se realiza tomando muestras de diferentes estratos de suelo hasta una profundidad de 5,50 (m), según recomendaciones de bibliografía consultada, dicha profundidad es la necesaria para el tipo de edificaciones como la planteada en el proyecto de grado en cuestión.
2. El estudio geotécnico realizado con el ensayo de SPT, determinan tres estratos de suelos. De arriba para abajo son: Limo arenoso ML, Arcilla gruesa arenosa CH y Arcilla mal gradada arenosa con grava CL
3. En el estudio geotécnico para el sondeo (SPT 1), se determinó la capacidad de carga admisible del suelo entre 0.86 Kg/cm² y 1.34 Kg/cm² haciendo uso del método directo obtenido de la bibliografía brasilera; mientras que por el método obtenido de la bibliografía de autores de origen Americano y australiano, se determina la capacidad de carga admisible de 2.11 Kg/cm², a una profundidad de fundación de la zapata de 2,50 (m); seleccionando entonces el valor más desfavorable para el diseño de las fundaciones de la estructura.
4. Los ensayos del estudio geotécnico en cuestión fueron realizados en base a las normas establecidas para cada ensayo específico, con los equipos óptimos y las herramientas necesarias.

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

ENSAYO "SPT" REALIZADO IN SITU



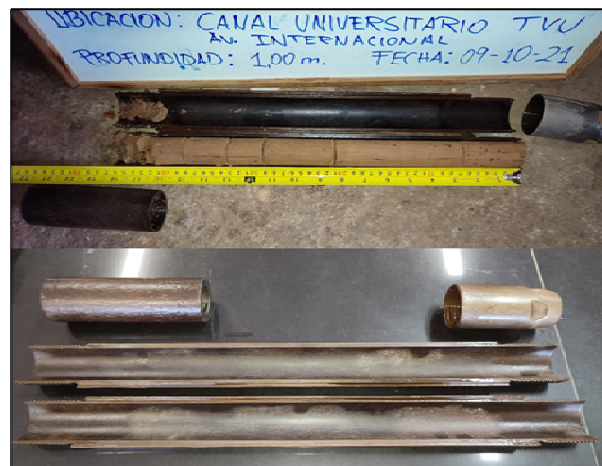
HINCADO DE LA CUCHARA BIPARTIDA



OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO



CUCHARA BIPARTIDA USADA



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD



ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA



ANEXO “C”



- **Análisis granulométrico ASTM C 136**
- **Combinación de agregados (Método por tanteos)**
- **Gravedad específica y absorción ASTM C 127 y ASTM C 128**
- **Peso unitario y vacíos en los agregados ASTM C 29**
- **Contenido de humedad ASTM C 566**
- **Resumen de resultados**
- **Diseño de mezcla de hormigón ACI 211.1**
- **Control de calidad del hormigón ASTM C 143 y ASTM C 39**
- **Evidencia fotográfica**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM C 136



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS
ASTM C- 136

A. DATOS GENERALES

Identificación de la muestra: M-1 / BRITA N°1 (3/4")

Fecha: 05/04/2022

Operador: Luis A. Beckrich

Procesado: Luis A. Beckrich

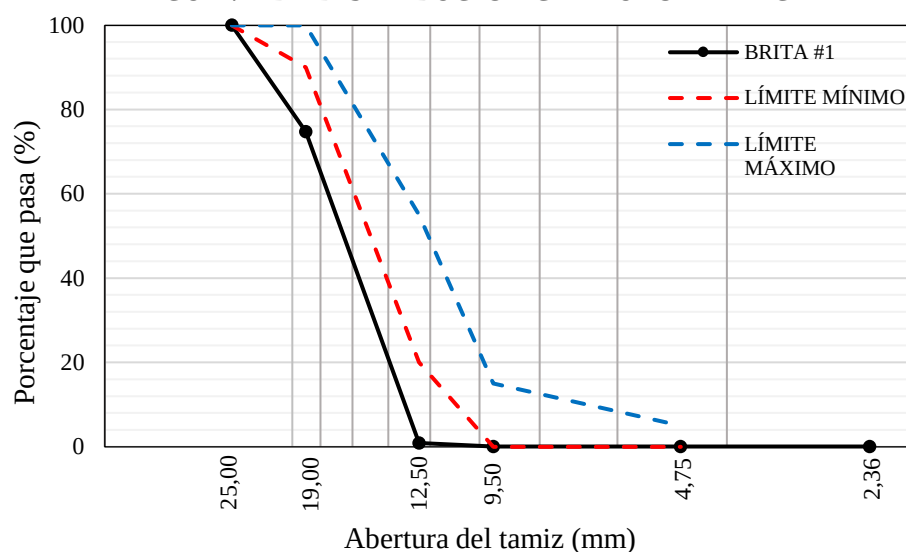
B. DATOS TÉCNICOS

Masa del recipiente (R):	181,00 (g)
Masa de la muestra seca + recipiente (Ms+ R):	5166,00 (g)
Masa de la muestra seca (Ms):	4985,00 (g)
M. de la muestra seca reten. en el N° 200 después del lavado (M grueso):	4981,00 (g)
Material que pasa el N° 200 (Mf):	4,00 (g)
Sumatoria de todas las masas retenidas registradas (M tamizado):	4981,00 (g)

% requisito que pasa (ASTM C-33)

Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret. (g)	Masa ret. Acum. (g)	% retenido	% retenido acumulado	Min.	% que pasa	Max.
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	0,00			
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	100,00	100
3/4"	19,00	1259,00	1259,00	25,26	25,26	90	74,74	100
1/2"	12,50	3683,00	4942,00	73,88	99,14	20	0,86	55
3/8"	9,50	39,00	4981,00	0,78	99,92	0	0,08	15
4	4,75	0,00	4981,00	0,00	99,92	0	0,08	5
8	2,36	0,00	4981,00	0,00	99,92		0,08	
Bandeja	0,00	0,00	4985,00	0,08	100,00		0,00	

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



% que pasa el tamiz N°200

$$\%P = \frac{Mf}{Ms} * 100 = 0,08\%$$

% Perdidas durante el tamizado

$$\%Perdidas = \frac{Mg - Mt}{Mg} * 100$$

$$\%Perdidas = 0,00\%$$

Módulo de Finura (MF)

$$MF = \frac{\sum \% Acum.}{100} = 4,24$$



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS
ASTM C- 136

A. DATOS GENERALES

Identificación de la muestra: M-2 / BRITA 5/8"

Fecha: 05/04/2022

Operador: Luis A. Beckrich

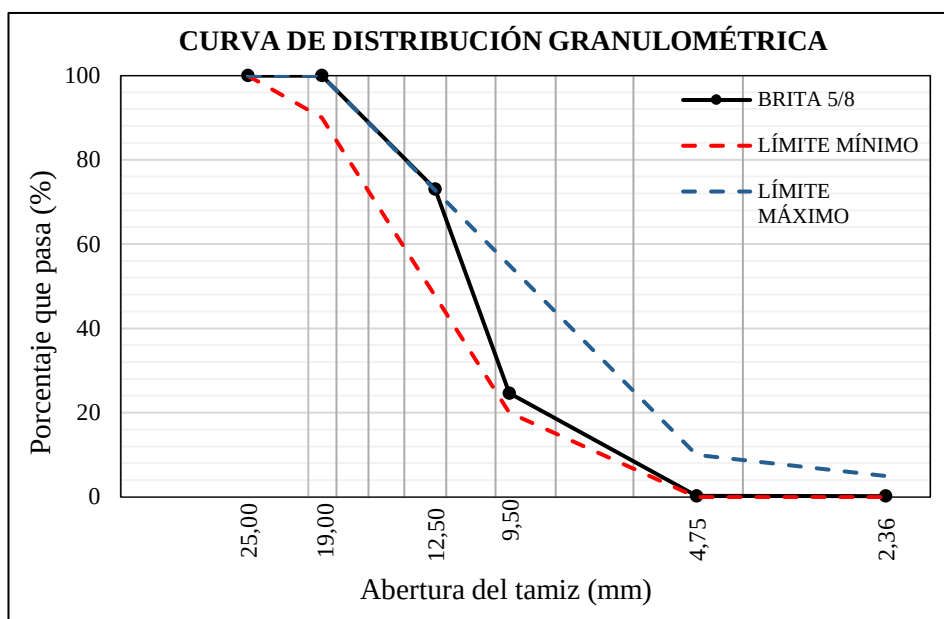
Procesado: Luis A. Beckrich

B. DATOS TÉCNICOS

Masa del recipiente (R):	181,10 (g)
Masa de la muestra seca + recipiente (Ms+ R):	4311,00 (g)
Masa de la muestra seca (Ms):	4129,90 (g)
M. de la muestra seca reten. en el N° 200 después del lavado (M grueso):	4123,00 (g)
Material que pasa el N° 200 (Mf):	6,90 (g)
Sumatoria de todas las masas retenidas registradas (M tamizado):	4122,00 (g)

% requisito que pasa (ASTM C-33)

Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret. (g)	Masa ret. Acum. (g)	% retenido	% retenido acumulado	Min.	% que pasa	Max.
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	0,00		100,00	
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	100,00	100
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	90	100,00	100
1/2"	12,50	1111,00	1111,00	26,91	26,91		73,09	
3/8"	9,50	2001,00	3112,00	48,46	75,37	20	24,63	55
4	4,75	1005,00	4117,00	24,34	99,71	0	0,29	10
8	2,36	2,00	4119,00	0,05	99,76	0	0,24	5
Bandeja	0,00	3,00	4128,90	0,07	100,00		0,00	



% que pasa el tamiz N°200

$$\%P = \frac{Mf}{Ms} * 100 = 0,17\%$$

% Perdidas durante el tamizado

$$\%Perdidas = \frac{Mg - Mt}{Mg} * 100$$
$$\%Perdidas = 0,02\%$$

Módulo de Finura (MF)

$$MF = \frac{\sum \% Acum.}{100} = 3,02$$



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS
ASTM C- 136

A. DATOS GENERALES

Identificación de la muestra: M-3 / BRITA CERO (3/8")

Fecha: 05/04/2022

Operador: Luis A. Beckrich

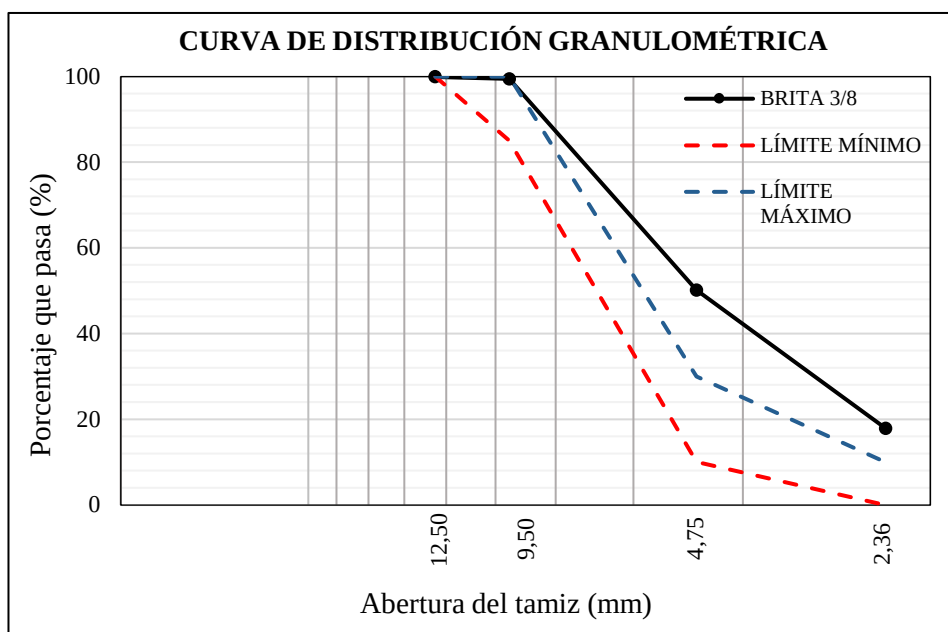
Procesado: Luis A. Beckrich

B. DATOS TÉCNICOS

Masa del recipiente (R):	305,00 (g)
Masa de la muestra seca + recipiente (Ms+ R):	3815,00 (g)
Masa de la muestra seca (Ms):	3510,00 (g)
M. de la muestra seca reten. en el N° 200 después del lavado (M grueso):	3348,00 (g)
Material que pasa el N° 200 (Mf):	162,00 (g)
Sumatoria de todas las masas retenidas registradas (M tamizado):	3346,00 (g)

% requisito que pasa (ASTM C-33)

Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret. (g)	Masa ret. Acum. (g)	% retenido	% retenido acumulado	Min.	% que pasa	Max.
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	0,00		100,00	
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00		100,00	
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00		100,00	
1/2"	12,50	3,00	3,00	0,09	0,09	100	99,91	100
3/8"	9,50	16,00	19,00	0,46	0,54	85	99,46	100
4	4,75	1729,00	1748,00	49,29	49,83	10	50,17	30
8	2,36	1133,00	2881,00	32,30	82,13	0	17,87	10
Bandeja	0,00	465,00	3508,00	13,26	100,00		0,00	



% que pasa el tamiz N°200

$$\%P = \frac{Mf}{Ms} * 100 = 4,62\%$$

% Perdidas durante el tamizado

$$\%Perdidas = \frac{Mg - Mt}{Mg} * 100$$

$$\%Perdidas = 0,06\%$$

Módulo de Finura (MF)

$$MF = \frac{\sum \% Acum.}{100} = 1,33$$



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS
ASTM C- 136

A. DATOS GENERALES

Identificación de la muestra: M-4 / POLVO DE BRITA

Fecha: 05/04/2022

Operador: Luis A. Beckrich

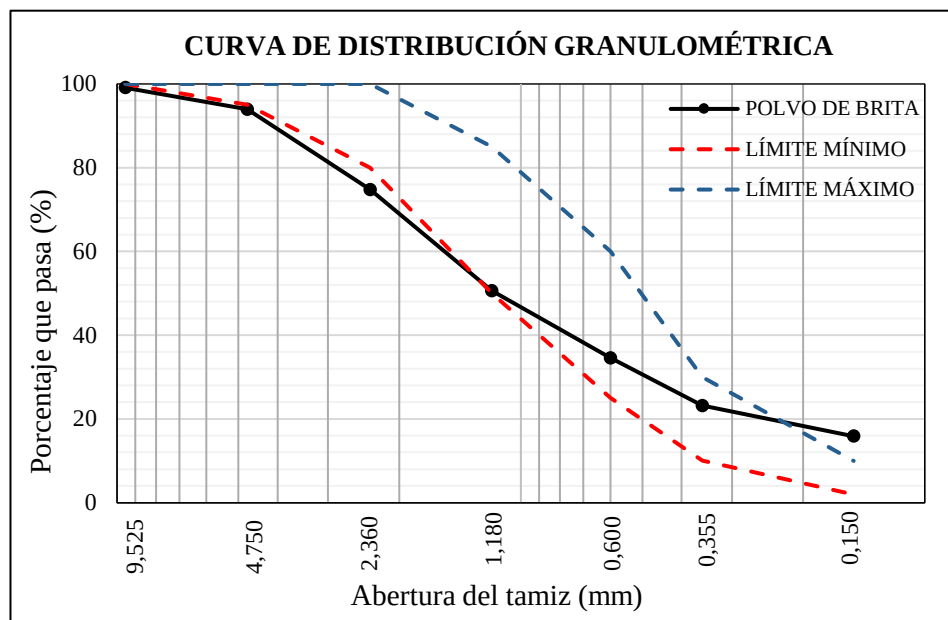
Procesado: Luis A. Beckrich

B. DATOS TÉCNICOS

Masa del recipiente (R):	126,00 (g)
Masa de la muestra seca + recipiente (Ms+ R):	1591,00 (g)
Masa de la muestra seca (Ms):	1465,00 (g)
M. de la muestra seca reten. en el N° 200 después del lavado (M grueso):	1293,00 (g)
Material que pasa el N° 200 (Mf):	172,00 (g)
Sumatoria de todas las masas retenidas registradas (M tamizado):	1293,00 (g)

% requisito que pasa (ASTM C-33)

Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret. (g)	Masa ret. Acum. (g)	% retenido	% retenido acumulado	Min.	% que pasa	Max.
3/8 "	9,525	13,00	13,00	0,89	0,89	100	99,11	100
4	4,750	76,00	89,00	5,19	6,08	95	93,92	100
8	2,360	281,00	370,00	19,18	25,26	80	74,74	100
16	1,180	354,00	724,00	24,16	49,42	50	50,58	85
30	0,600	235,00	959,00	16,04	65,46	25	34,54	60
50	0,355	166,00	1125,00	11,33	76,79	10	23,21	30
100	0,150	107,00	1232,00	7,30	84,10	2	15,90	10
Bandeja	0,00	61,00	1465,00	4,16	100,00		0,00	



% que pasa el tamiz N°200

$$\%P = \frac{Mf}{Ms} * 100 = 11,74\%$$

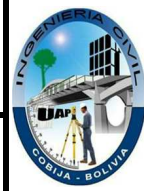
% Perdidas durante el tamizado

$$\%Perdidas = \frac{Mg - Mt}{Mg} * 100$$

$$\%Perdidas = 0,00\%$$

Módulo de Finura (MF)

$$MF = \frac{\sum \% Acum.}{100} = 3,08$$



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS
ASTM C- 136

A. DATOS GENERALES

Identificación de la muestra: M-5 / ARENA RÍO ACRE

Fecha: 05/04/2022

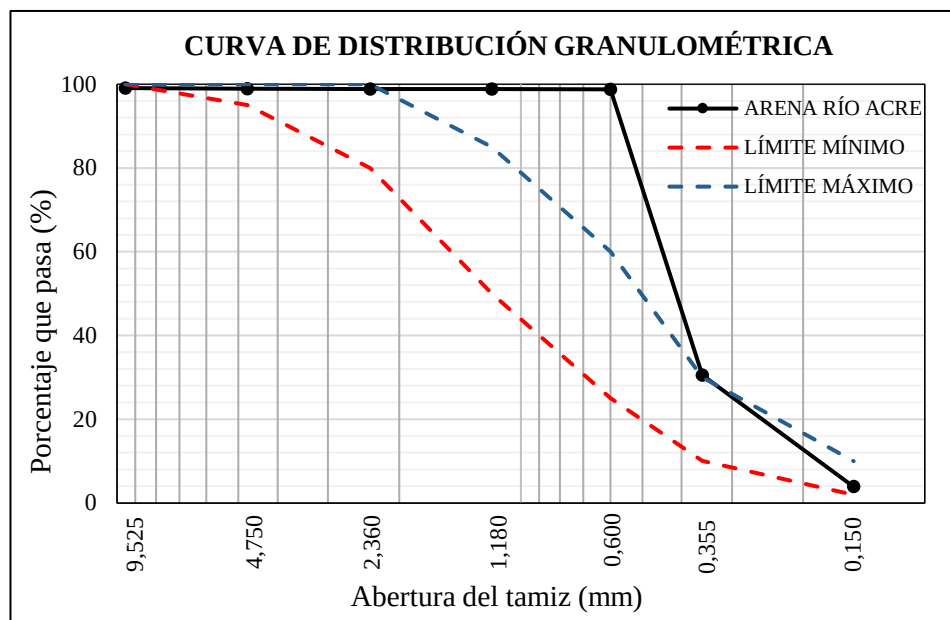
Operador: Luis A. Beckrich

Procesado: Luis A. Beckrich

B. DATOS TÉCNICOS

Masa del recipiente (R):	124,00 (g)
Masa de la muestra seca + recipiente (Ms+ R):	1629,00 (g)
Masa de la muestra seca (Ms):	1505,00 (g)
M. de la muestra seca reten. en el N° 200 después del lavado (M grueso):	1467,00 (g)
Material que pasa el N° 200 (Mf):	38,00 (g)
Sumatoria de todas las masas retenidas registradas (M tamizado):	1467,00 (g)

% requisito que pasa (ASTM C-33)								
Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret. (g)	Masa ret. Acum. (g)	% retenido	% retenido acumulado	Min.	% que pasa	Max.
3/8 "	9,525	14,00	14,00	0,93	0,93	100	99,07	100
4	4,750	2,00	16,00	0,13	1,06	95	98,94	100
8	2,360	1,00	17,00	0,07	1,13	80	98,87	100
16	1,180	1,00	18,00	0,07	1,20	50	98,80	85
30	0,600	1,00	19,00	0,07	1,26	25	98,74	60
50	0,355	1027,00	1046,00	68,24	69,50	10	30,50	30
100	0,150	400,00	1446,00	26,58	96,08	2	3,92	10
Bandeja	0,00	21,00	1505,00	1,40	100,00		0,00	



% que pasa el tamiz N°200

$$\%P = \frac{Mf}{Ms} * 100 = 2,52\%$$

% Perdidas durante el tamizado

$$\%Perdidas = \frac{Mg - Mt}{Mg} * 100$$

$$\%Perdidas = 0,00\%$$

Módulo de Finura (MF)

$$MF = \frac{\sum \% Acum.}{100} = 1,71$$

COMBINACIÓN DE AGREGADOS (MÉTODO POR TANTEOS)



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
COMBINACIÓN DE AGREGADOS
MÉTODO POR TANTEOS



A. DATOS GENERALES

Identificación de la muestra: Combinación 1 - "Agregados Gruesos" (M1-M2-M3)

Operador: Luis A. Beckrich

Procesado: Luis A. Beckrich

Fecha: 05/04/2022

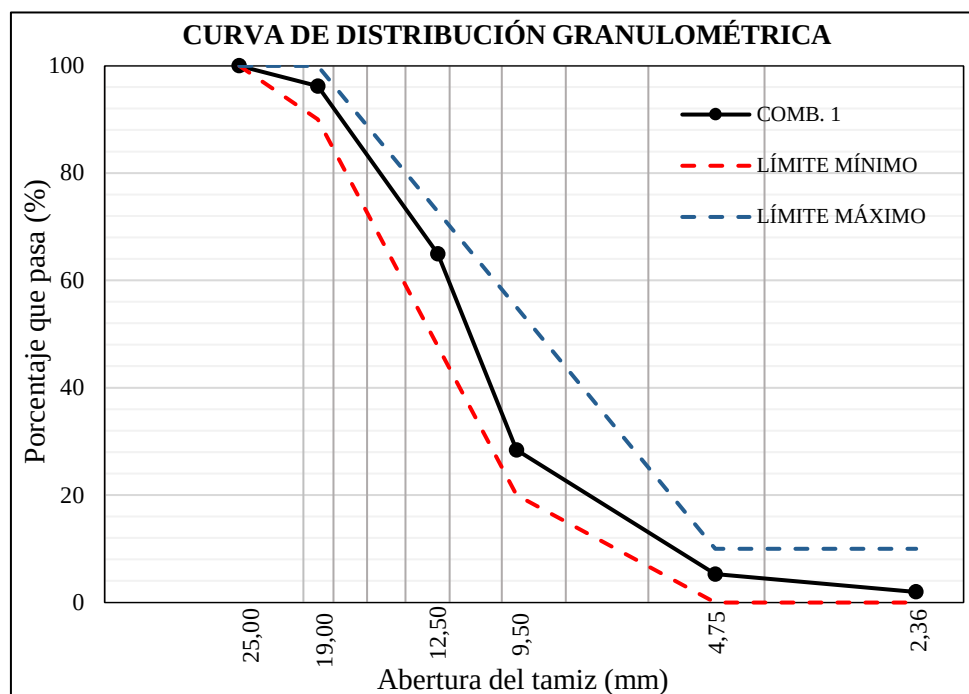
B. COMBINACIÓN - MÉTODO POR TANTEOS

COMBINACIÓN		
Agregado G.		(%)
3/4"	Brita 1	15,00%
5/8"	Brita 5/8"	75,00%
3/8"	Brita Cero	10,00%

Módulo de Finura (MF)

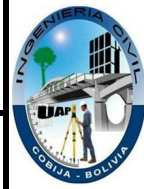
$$MF = \sum \frac{MF * P}{100} = 3,03$$

Tamiz No.	Diámetro (mm)	% que pasa			% requisito que pasa (ASTM C-33)		
		3/4"	5/8"	3/8"	Min.	Comb. % que pasa	Max.
1 1/2"	37,50	100,00	100,00	100,00		100,00	
1"	25,00	100,00	100,00	100,00	100	100,00	100
3/4"	19,00	74,74	100,00	100,00	90	96,21	100
1/2"	12,50	0,86	73,09	99,91		64,94	
3/8"	9,50	0,08	24,63	99,46	20	28,43	55
4	4,75	0,08	0,29	50,17	0	5,25	10
8	2,36	0,08	0,24	17,87	0	1,98	10
Bandeja	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	





UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
COMBINACIÓN DE AGREGADOS
MÉTODO POR TANTEOS



A. DATOS GENERALES

Identificación de la muestra: Combinación 2 - "Agregado Fino" (M3-M4)

Operador: Luis A. Beckrich

Procesado: Luis A. Beckrich

Fecha: 05/04/2022

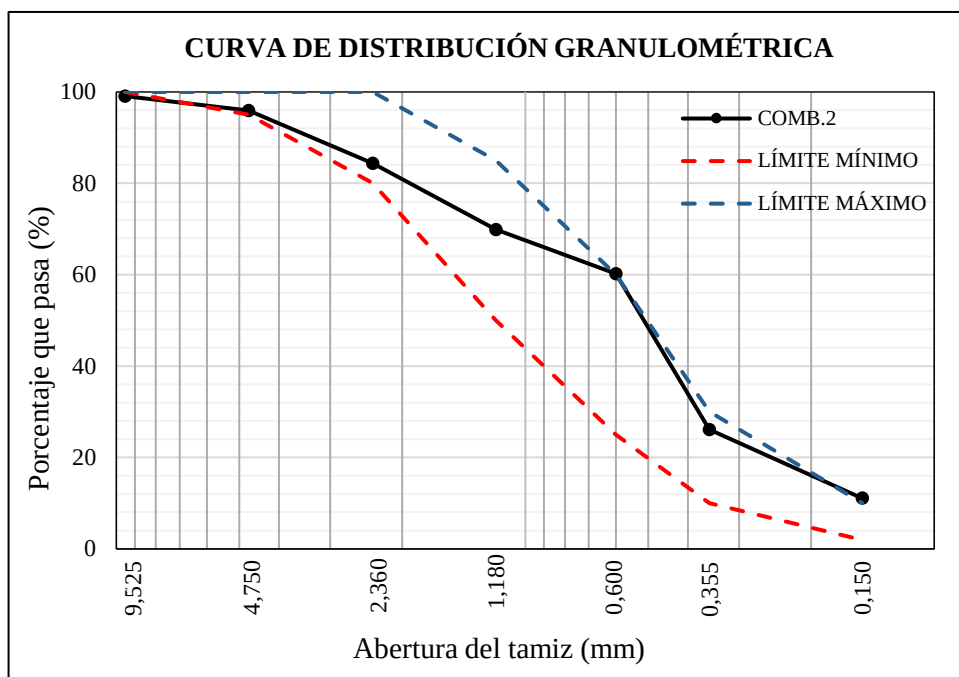
B. COMBINACIÓN - MÉTODO POR TANTEOS

COMBINACIÓN		
Agregado Fino		(%)
Polvo	Polvo de brita	60,00%
Fina	Arena Río Acre	40,00%

Módulo de Finura (MF)

$$MF = \sum \frac{MF * P}{100} = 2,53$$

Tamiz No.	Diámetro (mm)	% que pasa		Min.	Comb. % que pasa	Max.
		Polvo	Fina			
3/8 "	9,525	99,11	99,07	100	99,10	100
4	4,750	93,92	98,94	95	95,93	100
8	2,360	74,74	98,87	80	84,39	100
16	1,180	50,58	98,80	50	69,87	85
30	0,600	34,54	98,74	25	60,22	60
50	0,355	23,21	30,50	10	26,12	30
100	0,150	15,90	3,92	2	11,11	10
Bandeja	0,00	0,00	0,00		0,00	



GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN
ASTM C 127 y ASTM C 128



GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
ASTM C-127

A. DATOS GENERALES

Identificación de la muestra: "Agregados Gruesos" (M1-M2-M3)

Operador: Luis A. Beckrich

Procesado: Luis A. Beckrich

Fecha: 28/03/2022

B. DATOS TÉCNICOS

Identificación de la muestra	A	B	C
	Masa seca de la muestra (g)	Masa saturada-superficie seca de la muestra (g)	Masa saturada sumergida de la muestra (g)
BRITA 1 (3/4")	3770,00	3787,40	2441,80
BRITA 5/8"	3449,00	3502,00	2149,90
BRITA CERO (3/8")	1010,30	1029,80	604,40

C. RESULTADOS

Identificación de la muestra	Gs	Gs	Gs	Absorción
	Bruta	aparente	Bruta SSS	(%)
BRITA 1 (3/4")	2,80	2,84	2,81	0,46
BRITA 5/8"	2,55	2,65	2,59	1,54
BRITA CERO (3/8")	2,37	2,49	2,42	1,93

$$G_s = \frac{A}{B - C}$$

G_s = Gravedad específica bruta

$$G_{sss} = \frac{B}{B - C}$$

G_{sss} = Gravedad específica saturada de superficie seca

$$G_{s\text{ aparente}} = \frac{A}{A - C}$$

G_{s aparente} = Gravedad específica aparente

% Abs. = Porcentaje de absorción

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{B - A}{A} * 100$$



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS
ASTM C-128

A. DATOS GENERALES

Identificación de la muestra: "Agregados Finos" (M4-M5)

Operador: Luis A. Beckrich

Procesado: Luis A. Beckrich

Fecha: 28/03/2022

B. DATOS TÉCNICOS

	A	B	C	S
Identificación de la muestra	Masa seca de la muestra (g)	Masa del picnómetro más agua (g)	Masa del picnómetro más agregado fino y agua (g)	Masa de la muestra en estado saturado, superficialmente seca (g)
POLVO DE BRITA	490,00	716,65	1014,00	500,00
ARENA RÍO ACRE	501,00	707,00	1016,00	507,00

C. RESULTADOS

Identificación de la muestra	G _s Bruta	G _s aparente	G _s Bruta SSS	Absorción (%)
POLVO DE BRITA	2,42	2,54	2,47	2,04
ARENA RÍO ACRE	2,53	2,61	2,56	1,20

$$G_s = \frac{A}{B + S - C}$$

G_s = Gravedad específica bruta

$$G_{sss} = \frac{S}{B + S - C}$$

G_{sss} = Gravedad específica saturada de superficie seca

$$G_{s\text{ aparente}} = \frac{A}{B + A - C}$$

G_s aparente = Gravedad específica aparente

% Abs. = Porcentaje de absorción

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{S - A}{A} * 100$$

PESO UNITARIO Y VACÍOS EN LOS AGREGADOS
ASTM C 29



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



PESO UNITARIO Y VACÍOS EN LOS AGREGADOS
ASTM C-29

A. DATOS GENERALES

Identificación de la muestra: "Agregados Gruesos y Finos" (M1-M2-M3-M4-M5)

Operador: Luis A. Beckrich

Procesado: Luis A. Beckrich

Fecha: 29/03/2022

B. DATOS TÉCNICOS Y RESULTADOS

Datos del molde cilíndrico

Identificación	Masa del molde (Kg)	Diámetro del molde (cm)	Altura del molde (cm)	Área del molde (cm ²)	Volumen del molde (m ³)
Molde cilíndrico "A.G"	8,019	15,20	16,70	181,46	0,00303
Molde cilíndrico "A.F"	6,506	15,20	11,60	181,46	0,00210

Peso Unitario Suelto

Identificación de la muestra	Masa del molde (Kg)	Masa del molde más muestra (Kg)	Masa de la muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso unitario suelto (Kg/m ³)
BRITA 1 (3/4")	8,019	12,261	4,242	0,00303	1400,00
BRITA 5/8"	8,019	12,206	4,187	0,00303	1381,85
BRITA CERO (3/8")	8,019	12,335	4,316	0,00303	1424,42
POLVO DE BRITA (N°4)	6,506	9,159	2,653	0,00210	1263,33
ARENA RÍO ACRE	6,506	8,991	2,485	0,00210	1183,33

Peso Unitario Compactado

Identificación de la muestra	Masa del molde (Kg)	Masa del molde más muestra (Kg)	Masa de la muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso unitario compactado (Kg/m ³)
BRITA N°1 (3/4")	8,019	12,752	4,733	0,00303	1562,05
BRITA 5/8"	8,019	12,577	4,558	0,00303	1504,29
BRITA CERO (3/8")	8,019	12,787	4,768	0,00303	1573,60
POLVO DE BRITA (N°4)	6,506	9,820	3,314	0,00210	1578,10
ARENA RÍO ACRE	6,506	9,269	2,763	0,00210	1315,71

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM C 566



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



**CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD EVAPORABLE EN EL AGREGADO
ASTM C-566**

A. DATOS GENERALES

Identificación de la muestra: "Agregados Gruesos y Finos" (M1-M2-M3-M4-M5)

Operador: Luis A. Beckrich

Procesado: Luis A. Beckrich

Fecha: 18/04/2022

B. DATOS TÉCNICOS Y RESULTADOS

Agregado grueso				
Identificación de la muestra	Masa del recipiente (g)	Masa muestra húmeda más recipiente (g)	Masa muestra seca más recipiente (g)	Porcentaje de humedad (%)
BRITA N°1 (3/4")	131,00	4233,50	4230,00	0,09
BRITA 5/8"	304,00	3594,40	3591,00	0,10
BRITA CERO (3/8")	130,00	2120,60	2118,00	0,13

Agregado fino				
Identificación de la muestra	Masa del recipiente (g)	Masa muestra húmeda más recipiente (g)	Masa muestra seca más recipiente (g)	Porcentaje de humedad (%)
POLVO DE BRITA (N°4)	124,00	1751,30	1724,00	1,71
ARENA RÍO ACRE	124,00	1633,50	1617,00	1,11

RESUMEN DE RESULTADOS



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



RESUMEN DE RESULTADOS
CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

A. AGREGADO GRUESO

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	BRITA 1	BRITA 5/8"	BRITA CERO
Gravedad específica	-	2,84	2,65	2,49
Modulo de Finura	-	4,24	3,02	1,33
Peso unitario suelto	Kg/m3	1400,00	1381,85	1424,42
Peso unitario compactado	Kg/m3	1562,05	1504,29	1573,60
Porcentaje de humedad	%	0,09	0,10	0,13
Porcentaje de absorción	%	0,46	1,54	1,93

B. AGREGADO FINO

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	POLVO DE BRITA	ARENA RÍO ACRE
Gravedad específica	-	2,54	2,61
Modulo de Finura	-	3,08	1,71
Peso unitario suelto	Kg/m3	1263,33	1183,33
Peso unitario compactado	Kg/m3	1578,10	1315,71
Porcentaje de humedad	%	1,71	1,11
Porcentaje de absorción	%	2,04	1,20

C. COMBINACIÓN AGREGADO GRUESO

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	CANTIDAD
Gravedad específica	-	2,66
Modulo de Finura	-	3,03
Peso unitario suelto	Kg/m3	1388,83
Peso unitario compactado	Kg/m3	1519,89
Porcentaje de humedad	%	0,10
Porcentaje de absorción	%	1,42

COMBINACIÓN		
Agregado G.		(%)
3/4"	Brita 1	15,00%
5/8"	Brita 5/8"	75,00%
3/8"	Brita Cero	10,00%

D. COMBINACIÓN AGREGADO FINO

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	CANTIDAD
Gravedad específica	-	2,57
Modulo de Finura	-	2,53
Peso unitario suelto	Kg/m3	1231,33
Peso unitario compactado	Kg/m3	1473,14
Porcentaje de humedad	%	1,47
Porcentaje de absorción	%	1,70

COMBINACIÓN	
Agregado Fino	
(%)	
Polvo de brita	60,00%
Arena Río Acre	40,00%

DISEÑO DE MEZCLA DE HORMIGÓN
ACI 211.1



DISEÑO DE MEZCLA DE HORMIGÓN DE PESO NORMAL
ACI 211.1

A. DATOS GENERALES

Identificación: Diseño de mezcla "H21" - Combinación de agregados finos y gruesos.

Operador: Luis A. Beckrich

Procesado: Luis A. Beckrich

B. MATERIALES

AGREGADOS	Agregado	
	Grueso	Fino
Contenido de humedad (%)	0,10	1,47
Porcentaje de absorción (%)	1,42	1,70
Módulo de finura	3,03	2,53
Gravedad especifica	2,66	2,57
Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)	1519,89	1473,14
CEMENTO	VIACHA IP-30	
Gravedad especifica	2,87	
AGUA	Red de Agua Potable	
Gravedad especifica	1,00	

B. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA

Resistencia especificada a la compresión del hormigón f'_c : **21,00 (MPa)**

Resistencia promedio requerida a la compresion f'_{cr} = **29,50 (MPa)**

Resistencia especificada a la compresión (Mpa)	Resistencia promedio requerida a la compresión (Mpa)
$f'_c < 20$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$
$20 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,5$
$f'_c \geq 35$	$f'_{cr} = 1,10 f'_c + 5,0$

Fuente: Tabla 5.3.2.2 NB1225001-1 (2017)

C. DISEÑO DE MEZCLA

Paso 1) Selección del revenimiento

Un valor apropiado del revenimiento se muestra en la tabla: *Revenimiento recomendado para varios tipo de construcción*

Revenimiento (mm)		
Mínimo	Máximo	Seleccionado
25	75	50

Revenimiento = 5,00 (cm)

Consistencia: Plástica (Consolidación por vibrado)

Paso 2) Selección del tamaño máximo del agregado

Respecto a la granulometría del agregado grueso, este tiene una gradación de:
19 mm (3/4") a 4,75 mm (Tamiz N°4)

Tamaño máximo del agregado: **19,00** (mm)

Paso 3) Estimación de la cantidad de agua de mezclado y del contenido de aire

De la tabla: *Requisitos Aproximados de Agua de Mezcla y Contenido de Aire para diferentes revenimientos y Tamaños Máximos del Agregado (ACI 211.1)*

Se obtiene la cantidad aproximada de agua de mezclado, con los siguientes datos:

Exposición de la estructura: **Suave**

Cantidad aproximada de agua mezcla: **190,00** (Kg/m³)

Uso de aditivos incorporadores de aire: **No**

Cantidad aproximada de aire: **2,00** (%)

Revenimiento: **25 (mm) a 75 (mm)**

Tamaño máximo del agregado: **19 mm (3/4")**

Paso 4) Selección de la relación agua-cemento

De la siguiente tabla se obtiene el valor de la relación A/C, con los siguientes datos:

Aire incorporado: **No**

f'cr = **29,50** (MPa)

$$A/C_{requerida} = \frac{(f'cr - f'cr_{sup}) * (\frac{A}{C}_{sup} - \frac{A}{C}_{inf})}{(f'cr_{sup} - f'cr_{inf})} + A/C_{sup}$$

$$A/C_{requerida} = \mathbf{0,55}$$

Relaciones entre la relación A/C y la resistencia a la compresión del hormigón		
Resistencia a la compresión a los 28 días (Mpa)	Relación A/C, por peso	
	Hormigón sin aire incluido	Hormigón con aire incluido
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

Fuente: Tabla 6.3.4 (a) ACI 211

Paso 5) Cálculo de la cantidad del cemento

De la información obtenida en los pasos 3 y 4, el contenido requerido de cemento, despejando de la relación A/C, será:

$$C_{requerido} = \frac{\text{Cantidad aproximada de agua de mezcla}}{\text{Relación Agua - Cemento}} = \mathbf{345,45} \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

Paso 6) Estimación de la cantidad de agregado grueso

De la siguiente tabla se obtiene el volumen varillado seco de agregado grueso, con los siguientes datos:

Modulo de finura del agregado fino (MF) = **2,53**

Tamaño máximo del agregado: **19,00** (mm)

Interpolación	2,40	2,60
	0,66	0,64

Volumen varillado seco del agregado grueso, **Vseco**= **0,65** (m³)

Peso seco requerido de agregado grueso

P.U.C * Vseco = **987,93** (Kg/m³)

Volumen de agregado grueso por unidad de hormigón

Tamaño máximo del agregado (mm)	Volumen varillado seco de agregado grueso por unidad de volumen de hormigón para diferentes módulos de finura de la arena*			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

*Los volúmenes se basan en agregados de condición varillado seco (Peso unitario compactado) como se describe en la ASTM C-29

Fuente: Tabla 6.3.6 ACI 212

Paso 7) Estimación del contenido del agregado fino

Las cantidades de agua, cemento, y agregado grueso ya fueron establecidas.

El requerimiento de agregado fino, será determinado por el método de volúmenes absolutos:

Material	Gravedad específica, Gs	Densidad, ρ (Kg/m ³)	Peso calculado de los materiales (kg)	Volumen del material = Peso mat. / ρ (m ³)
Agua	1,00	1000	190,00	0,190
Cemento	2,87	2870	345,45	0,120
Agregado grueso	2,66	2660	987,93	0,371
Aire 2,0 (%)	-	-	-	0,020
Volumen Total de materiales, sin el agregado fino (Vo) =				0,701
Volumen del agregado fino (Vf) = 1- Vo =				0,299
Agregado fino	2,57	2570	768,43	

El resumen de cantidades de cada material por m³ de hormigón es:

Materiales	Peso (Kg)
Agua	190,00
Cemento	345,45
Agregado grueso (seco)	987,93
Agregado fino (seco)	768,43

1756,36
0,437513

Paso 8) Ajustes por Humedad del Agregado

Ajuste en el peso de los agregados:

$$\text{Agregado grueso húmedo} = \text{Peso A.G.} * (1 + \% \text{ Cont. Humedad}) = \mathbf{988,92} \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\text{Agregado fino húmedo} = \text{Peso A.F.} * (1 + \% \text{ Cont. Humedad}) = \mathbf{779,73} \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

Ajuste en el peso del agua de mezclado:

El agua absorbida por los agregados no se convierte en parte del agua de mezclado, por lo tanto solo se considera el agua superficial que será:

$$\text{Agua superficial en el agregado grueso} = (\% \text{ Cont. Humedad} - \% \text{ absorción}) = -1,32 \text{ (\%)}$$

$$\text{Agua superficial en el agregado fino} = (\% \text{ Cont. Humedad} - \% \text{ absorción}) = -0,23 \text{ (\%)}$$

El agua que se añadirá a la mezcla será:

$$Agua_{Req} = Agua_{Cal} - \text{Peso A.G seco} * \left(\frac{\%hum. - \%abs.}{100} \right) - \text{Peso A.G seco} * \left(\frac{\%hum. - \%abs.}{100} \right)$$

$$\text{Agua requerida} = \text{Agua calculada} - \text{Agua aportada por los agregados} = \mathbf{204,81} \text{ (Kg)}$$

Pesos requeridos de los materiales necesarios para **1 m3 de hormigón**, ajustados por humedad:

Agua de mezclado			204,81 (Kg)
Cemento			345,45 (Kg)
Agregado grueso húmedo			988,92 (Kg)
Brita 1	3/4"	15,00%	148,34 (Kg)
Brita 5/8"	5/8"	75,00%	741,69 (Kg)
Brita cero	3/8"	10,00%	98,89 (Kg)
Agregado fino húmedo			779,73 (Kg)
Polvo de brita		60,00%	467,84 (Kg)
Arena del río Acre		40,00%	311,89 (Kg)
TOTAL =			2318,91 (Kg)

Paso 9) Ajustes de la mezcla de prueba

Para las pruebas en laboratorio se considera que se necesitará un volumen de hormigón capaz de llenar las probetas que se realicen, para lo que se reducen en proporción las cantidades requeridas de cada material:

$$\text{Diámetro del molde, } d = \mathbf{0,15} \text{ (m)}$$

$$\text{Altura del molde, } h = \mathbf{0,30} \text{ (m)}$$

$$\text{Cantidad de moldes} = \mathbf{3,00}$$

$$\text{Volumen del molde} = 0,0053 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\% \text{ de pérdidas} = 30,00$$

$$\text{Volumen del número de moldes a ensayar} + \% \text{ pérdidas} = \mathbf{0,0207} \text{ (m}^3\text{)}$$

Cantidades de materiales en base al peso para la mezcla de prueba (Ensayo en laboratorio) :

Agua de mezclado			4,24	(Kg)
Cemento			7,15	(Kg)
Agregado grueso húmedo			20,47	(Kg)
Brita 1	3/4"	15,00%	3,07	(Kg)
Brita 5/8"	5/8"	75,00%	15,35	(Kg)
Brita cero	3/8"	10,00%	2,05	(Kg)
Agregado fino húmedo			16,14	(Kg)
Polvo de brita		60,00%	9,68	(Kg)
Arena del río Acre		40,00%	6,46	(Kg)
TOTAL =			48,00	

Observaciones del ensayo en laboratorio: Ninguna.

Resumen de cantidades (ajustada) de cada material por m3 de hormigón es:

Agua de mezclado			205,0	(Kg)
Cemento			345,0	(Kg)
Agregado grueso húmedo			989,0	(Kg)
Brita 1	3/4"	15,00%	148,0	(Kg)
Brita 5/8"	5/8"	60,00%	593,0	(Kg)
Brita cero	3/8"	25,00%	247,0	(Kg)
Agregado fino húmedo			780,0	(Kg)
Polvo de brita		80,00%	624,0	(Kg)
Arena del río Acre		20,00%	156,0	(Kg)
TOTAL =			2319,0	(Kg)

CONTROL DE CALIDAD DEL HORMIGÓN
ASTM C 143 Y ASTM C 39



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



CONTROL DE CALIDAD DEL HORMIGÓN EN LABORATORIO
DETERMINACIÓN DE REVENIMIENTO (ASTM C143) - ENSAYO A COMPRESION (ASTM C39)

A. DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN ENSAYADO:

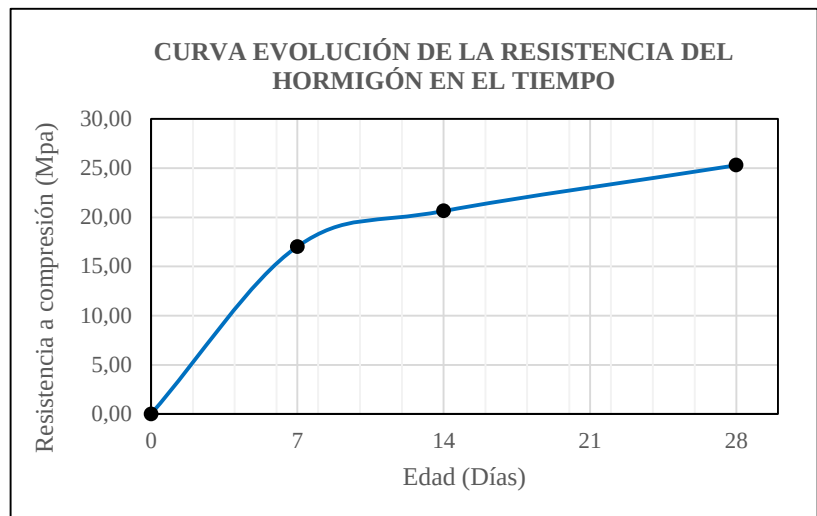
Resistencia especificada (f'c) =	21,00 (MPa)	Agregado Grueso: 988,92 (Kg/m3)	Agregado Fino: 779,73 (Kg/m3)
Cemento (Viacha IP-30):	345,45 (Kg/m3)	Brita: 3/4" 15,00%	Arena Fina: 40,00%
Cantidad de Agua:	204,81 (Kg/m3)	Brita: 5/8" 75,00%	Polvo de Brita: 60,00%
Relación A/C:	0,55 (Kg/m3)	Brita: 3/8" 10,00%	

B. DATOS TÉCNICOS Y RESULTADOS:

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA							RESULTADOS DE ENSAYO			
N°	Edad	Slump	Dia- metro	Altura	Peso Cilindro	Densidad Cilindro	Carga de rotura	Resisten- cia de Rotura	Resistencia a compresión promedio (Mpa)	
	(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(Kg)	(Kg/m3)	(N)	(N/mm2)	(Mpa)	%
1	7	55	150	304	12,80	2382,67	268545	15,197	17,103	67,62
2	7	55	151	304	13,20	2424,69	310049	17,314		
3	7	55	151	304	13,20	2424,69	336627	18,798		
FECHAS DE:				FABRICACIÓN: 20/04/2024				ENSAYO: 27/04/2022		
4	14	60	153	303	13,20	2369,51	393128	21,383	20,649	81,65
5	14	60	150	305	12,80	2374,86	360405	20,395		
6	14	60	153	304	13,00	2325,93	370804	20,168		
FECHAS DE:				FABRICACIÓN: 21/04/2024				ENSAYO: 05/05/2022		
7	28	45	151	303	13,20	2432,69	453683	25,334	25,291	100,00
8	28	45	150	305	12,80	2374,86	435167	24,625		
9	28	45	151	305	13,20	2416,74	464039	25,913		
FECHAS DE:				FABRICACIÓN: 21/04/2024				ENSAYO: 19/05/2022		

C. DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN

Edad del hormigón	Resistencia a compresión promedio	
(Días)	(Mpa)	(%)
0	0,00	0,00
7	17,013	67,62
14	20,649	81,65
28	25,291	100,00



EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

AGREGADOS SELECCIONADOS



TRANSPORTE Y ACOPIO DE AGREGADOS



CUARTEO MANUAL DEL AGREGADO GRUESO



ANALISIS GRANULOMETRICO



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (A. GRUESO)



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABS. (A. FINO)





EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO



PESO UNITARIO AGREGADO FINO



AGREGADOS SECADOS EN HORNO



PRUEBA DE ASENTAMIENTO



FABRICACIÓN DE HORMIGÓN PARA PROBETAS



PROBETAS FABRICADAS Y ROTURA EN LAB.



ANEXO “D”



- **Predimensionamiento de elementos estructurales.**
- **Cargas sobre la estructura.**
- **Diseño losa maciza.**
- **Diseño losa alivianada.**
- **Diseño columna de H°A°.**
- **Diseño viga de H°A°.**
- **Diseño zapata aislada de H°A°.**
- **Diseño zapata medianera de H°A°.**
- **Diseño escalera de H°A°.**
- **Modelación de la estructura**

PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES



PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

1. PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

Las columnas se predimensionan con la siguiente expresión:

$$Ac = \frac{P}{n * f'c} \quad (\text{Ing. Roberto Morales})$$

Donde: P= Carga total que soporta la columna (Kg)

n= Valor que depende del tipo de columna

f'c= Resistencia especificada del hormigón a compresión (kg/cm²)

Pg= Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna (Kg)

n	P	
0,30	1,10*Pg	Columna Interior
0,25	1,25*Pg	Columna Externas
0,20	1,50*Pg	Columna de esquina

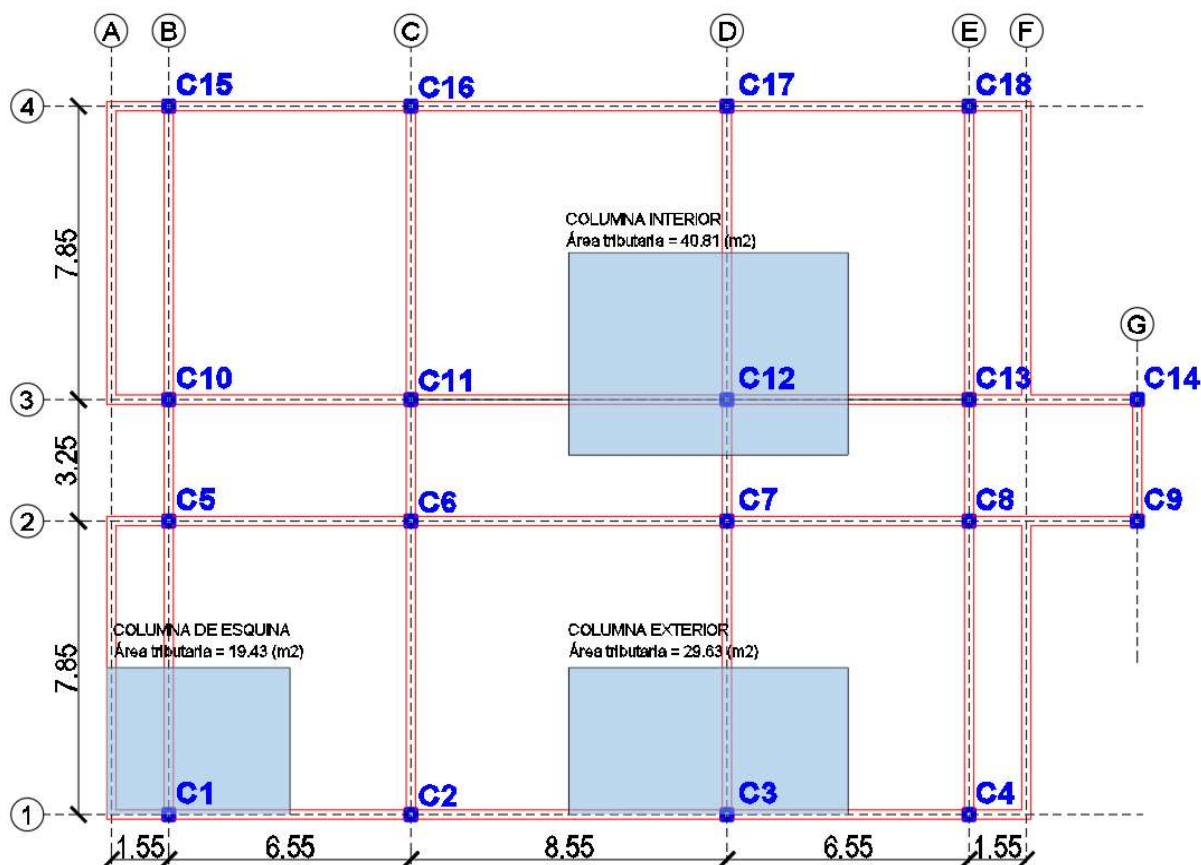
Datos:

Pservicio = 1000 (Kg/m²)

f'c= 210,00 (Kg/cm²)

Número de Pisos= 2

ESTRUCTURA PLANTEADA – VISTA EN PLANTA



Columna Interior (C 12)

Área Tributaria= 40,81 (m²)

Pg = At * Pservicio= 40810 (Kg)

Ac= Área de columna = 1425,11 (cm²)

Considerando Ac= B* B

Columna: 40 cm x 40 cm = 1600 (cm²)

Cumple

Columna Exterior (C 3)

Área Tributaria= 29,63 (m²)

Pg = At * Pservicio= 29630 (Kg)

Ac= Área de columna = 1411 (cm²)

Considerando Ac= B* B

Columna: 40 cm x 40 cm = 1600 (cm²)

Cumple



PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Columna de esquina (C 1)

$\text{Área Tributaria} = 19,43 \text{ (m}^2\text{)}$
 $P_g = A_t * P_{\text{servicio}} = 19430 \text{ (Kg)}$
 $A_c = \text{Área de columna} = 1387,86 \text{ (cm}^2\text{)}$

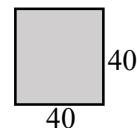
Considerando $A_c = A * B$

Columna: 35 cm x 40 cm = 1400 (cm²)

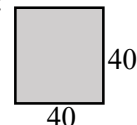
Cumple

RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS:

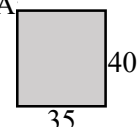
COLUMNAS INTERNAS:



COLUMNAS EXTERNAS:



COLUMNAS DE ESQUINA:



2. PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

El predimensionamiento de las vigas para el proyecto de asignatura de Edificaciones, se realizará mediante la tabla 9.5.2.1 dada en la Norma Boliviana NB 1225001-1; para elementos sometidos a flexión diseñándolos para que tengan una rigidez adecuada con el fin de limitar cualquier deflexión o deformación que pudiese afectar la resistencia o el funcionamiento de la estructura.

TABLA 9.5.2.1- Alturas o espesores mínimos de vigas no pretensadas o losas armadas en una dirección a menos que calculen las deflexiones

	ESPESOR MÍNIMO, h (mm)			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$l/16$	$l/18,5$	$l/21$	$l/8$

CASO 1 CASO 2 CASO 3 CASO 4

VIGAS DISPUESTAS EN EL EJE X-X

VIGA	longitud (m)	Hmin (cm)
Entre A-B	1,55 CASO 4	19,38
Entre B-C	6,55 CASO 3	31,19
Entre C-D	8,55 CASO 3	40,71
Entre D-E	6,55 CASO 3	31,19
Entre E-F	1,55 CASO 4	19,38

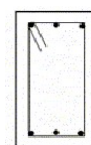
VIGAS DISPUESTAS EN EL EJE Y-Y

VIGA	longitud (m)	Hmin (cm)
Entre 1-2	7,85 CASO 2	42,43
Entre 2-3	3,25 CASO 3	15,48
Entre 3-4	7,85 CASO 2	42,43

Teniendo en cuenta el valor más elevado (Hmin) y dando uniformidad a la continuidad de las vigas dispuestas en ambos ejes:

$H = 50,00 \text{ cm}$

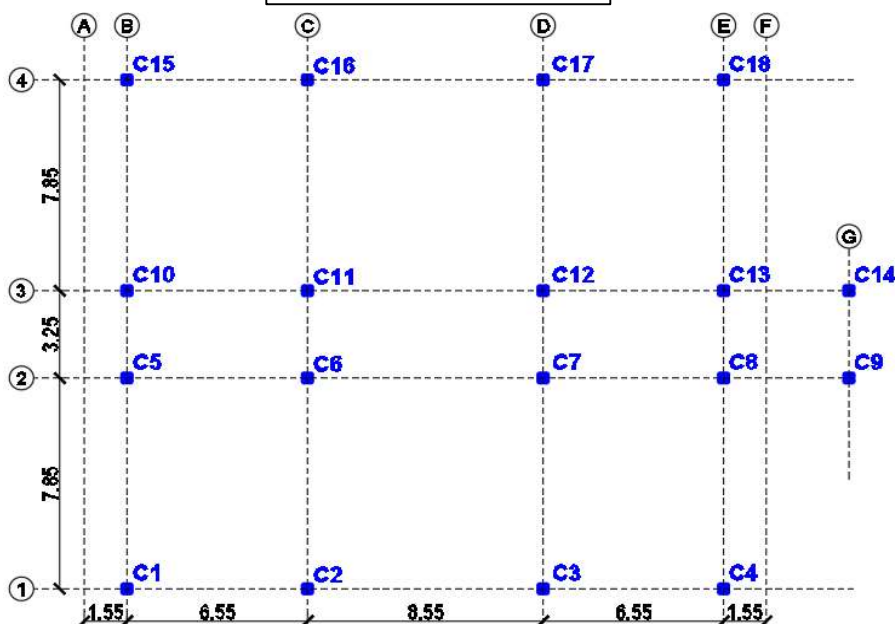
La sección de viga predimensionada para iniciar el cálculo estructural será:



60,00 . = h
(cm)

b = 30,00 (cm)

ESTRUCTURA PLANTEADA

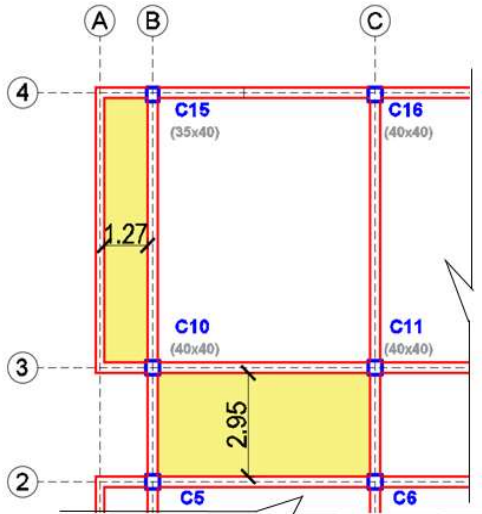


PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

3. PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSAS DE ENTREPISO

3.1 LOSAS DISPUESTAS EN UNA DIRECCIÓN

Para las losas armadas en una dirección tanto alivianadas como macizas de hormigón armado, se calcula la altura mínima para el predimensionamiento correspondiente, se realizará mediante la tabla 9.5.2.1 dada en la Norma Boliviana NB 1225001-1 para elementos sometidos a flexión diseñándolos para que tengan una rigidez adecuada con el fin de limitar cualquier deflexión o deformación que pudiese afectar la resistencia o el funcionamiento de la estructura.



$$\text{Losa maciza} - h_{\min} = \frac{l}{20} = \frac{2,95(m)}{20} = 14,75 = 15 \text{ (cm)}$$

$$\text{Losa alivianada} - h_{\min} = \frac{l}{16} = \frac{2,95(m)}{16} = 18,44 = 20 \text{ (cm)}$$

TABLA 9.5.2.1- Alturas o espesores mínimos de vigas no pretensadas o losas armadas en una dirección a menos que calculen las deflexiones

Elementos	ESPESOR MÍNIMO, h (mm)			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Losas macizas en una dirección	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$l/16$	$l/18,5$	$l/21$	$l/8$

3.2 LOSAS DISPUESTAS EN DOS DIRECCIONES

Para las losas armadas en dos direcciones tanto alivianadas como macizas de hormigón armado, la altura mínima se calcula mediante la tabla 9.5.3.3 dada en la Norma Boliviana NB 1225001-1 calculando la relación de rigidez viga - losa mediante el método de porticos equivalentes dispuesto en el capítulo 13 de dicha norma, todo esto es necesario calcular el valor promedio de las rigideces viga y losa y poder aplicar las ecuaciones dispuestas en la siguiente tabla:

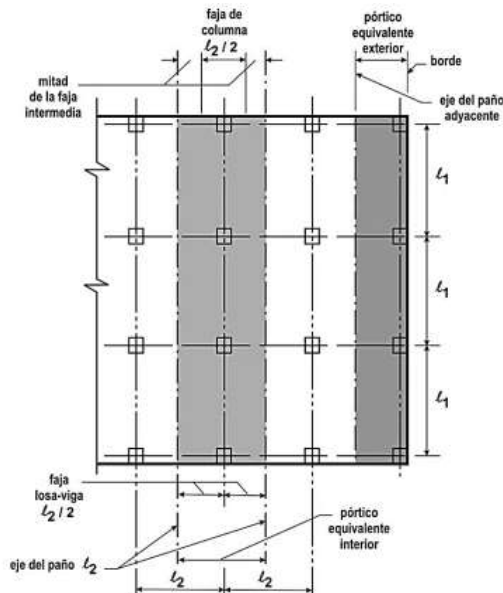


Figura 13.7.2.1.b) – Definición de pórtico equivalente en planta

Tabla 9.5.3.3 Espesor mínimo de las losas de dos direcciones con vigas entre los apoyos en todos los lados

α_m	Espesor mínimo h, mm	
$\alpha_m \leq 0,2$	Se aplican las disposiciones de 9.5.3.2	
$0,2 < \alpha_m \leq 2,0$	$h \geq$	$\frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1.400} \right)}{36 + 5 \beta (\alpha_{fm} - 0,2)}$
		120 mm
$\alpha_m > 2,0$	$h \geq$	$\frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1.400} \right)}{36 + 9 \beta}$
		90 mm

donde

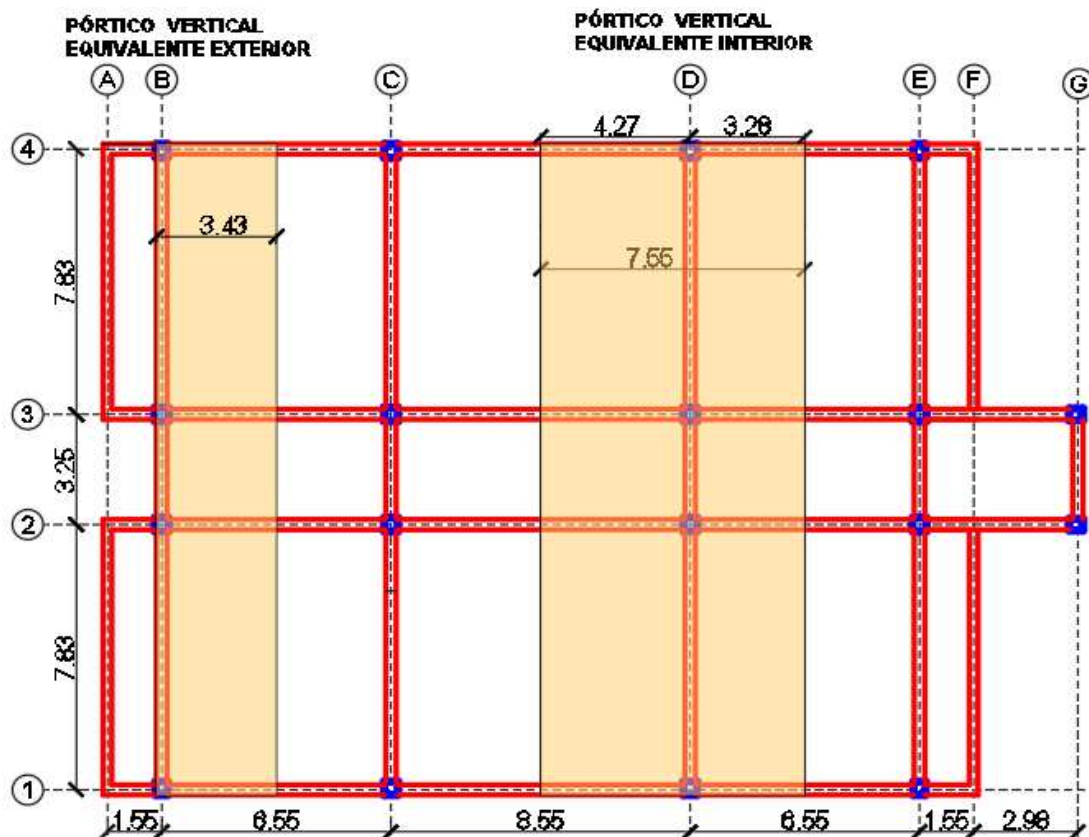
l_n = corresponde a la luz libre en la dirección larga medida cara a cara de las vigas (mm).

α_m = Valor promedio de α para todas las vigas en los bordes de un panel y α se calcula de acuerdo a 13.6.1.6

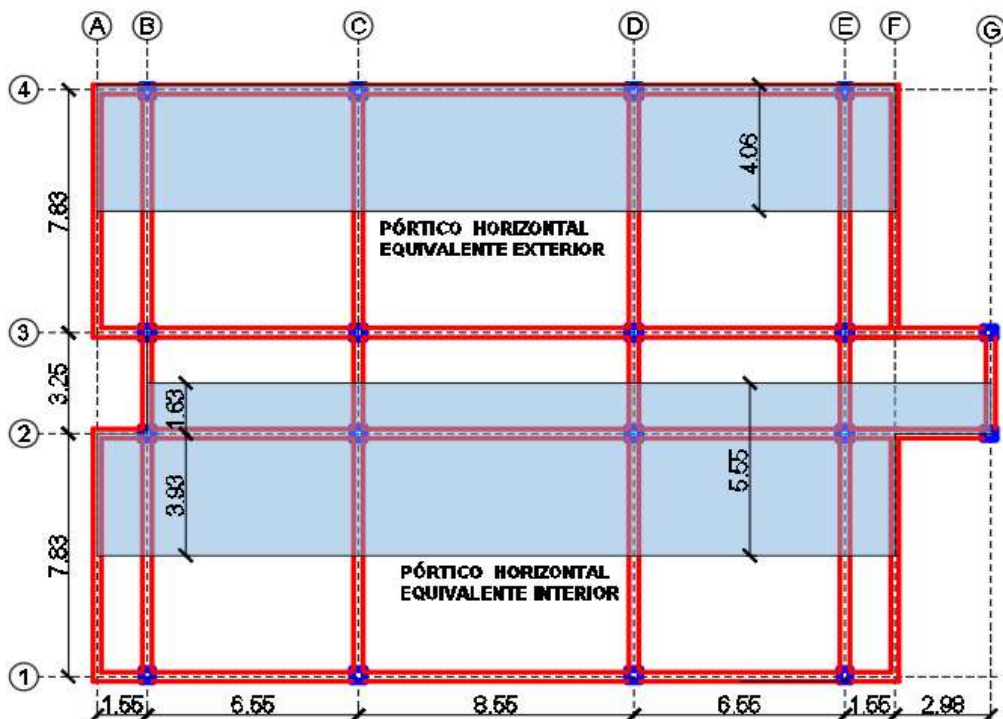
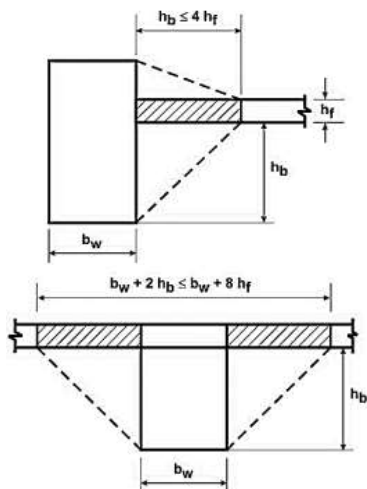
β = Relación de la luz libre en la dirección larga a la luz libre en la dirección corta para losas en dos direcciones.

PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Porticos equivalentes horizontales y verticales definidos según el capítulo 13 de la NB 1225001-1 para la estructura planteada para el desarrollo de este proyecto de grado, a continuación se realiza el procedimiento correspondiente para la calcular el h_{min} para la disposición de **losas macizas en 2 direcciones**, tomando como referencia inicial un $h = 15\text{cm}$.



Ejemplos de la parte de la losa que aporta rigidez a la viga de acuerdo con el artículo 13.2.4 de la NB 1225001-1



DIRECCIÓN X-X (PORTICOS HORIZONTALES)

VALORES DE α (Ecuación 13-3 // Pag 216 // NB 1225001-1)

$$\alpha f = \frac{E_{cb} * I_b}{E_{cs} * I_s} = \frac{I_b}{I_s} \quad \begin{array}{l} \text{(Viga)} \\ \text{(Losa)} \end{array} \quad \alpha f = \text{Relación entre la rigidez de una sección de viga y de una franja de losa.}$$

(El modulo de elasticidad de ambas secciones son los mismos)

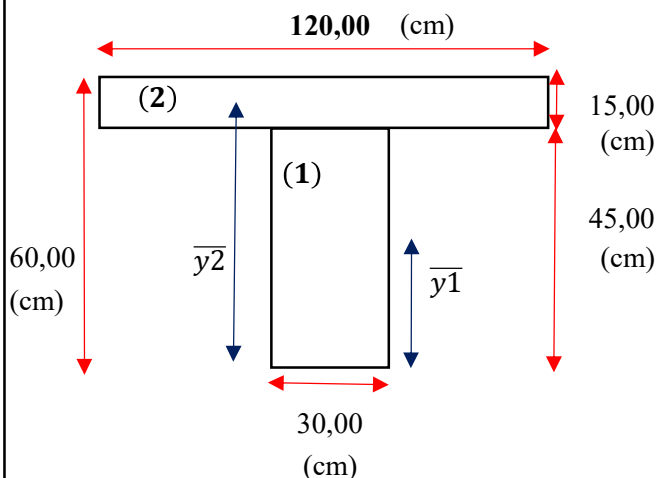
***Para vigas interiores**

(Pórtico horizontal equivalente interior)

hf=	15,00	(cm)
hb=	45,00	(cm)
be=	120,00	(cm)
bw=	30,00	(cm)

Parte de la losa que aporta rigidez a la viga
(Subíndice 13.2.4 // Pag 208 // NB 1225001-1)

$$bw + 2 * hb \leq bw + 8 * hf$$
$$120,00 \leq 150,00$$



VIGA

$$\bar{y}_1 = 22,50 \quad (\text{cm})$$

$$\bar{y}_2 = 52,50 \quad (\text{cm})$$

$$A_1 = 1350,00 \quad (\text{cm}^2)$$

$$A_2 = 1800,00 \quad (\text{cm}^2)$$

$$I_{x1} = 227812,50 \quad (\text{cm}^4)$$

$$I_{x2} = 33750,00 \quad (\text{cm}^4)$$

$$(d_1)^2 = 293,78 \quad (\text{cm}^2)$$

$$(d_2)^2 = 165,38 \quad (\text{cm}^2)$$

Eje centroidal de la figura compuesta

$$\bar{Y}_{cg} = \frac{\sum(A_i * \bar{Y}_i)}{\sum(A_i)} = 39,64 \quad (\text{cm})$$

Inercia de la figura compuesta (Teorema de Steiner)

$$I_x = I_{xo} + A * d^2 = 955848,24 \quad (\text{cm}^4)$$

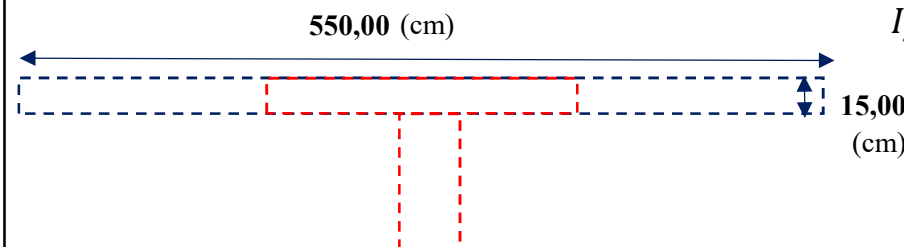
$$I_b = 9,56\text{E}+05 \quad (\text{cm}^4)$$

LOSA

Momento de inercia de la Losa

$$I_x = \frac{b * h^3}{12} = 154687,50 \quad (\text{cm}^4)$$

$$I_s = 1,55\text{E}+05 \quad (\text{cm}^4)$$



$$\alpha_1 = \frac{I_b}{I_s} = 6,18$$

***Para vigas de borde**

(Pórtico horizontal equivalente exterior)

hf=	15,00	(cm)
hb=	45,00	(cm)
be=	90,00	(cm)
bw=	30,00	(cm)

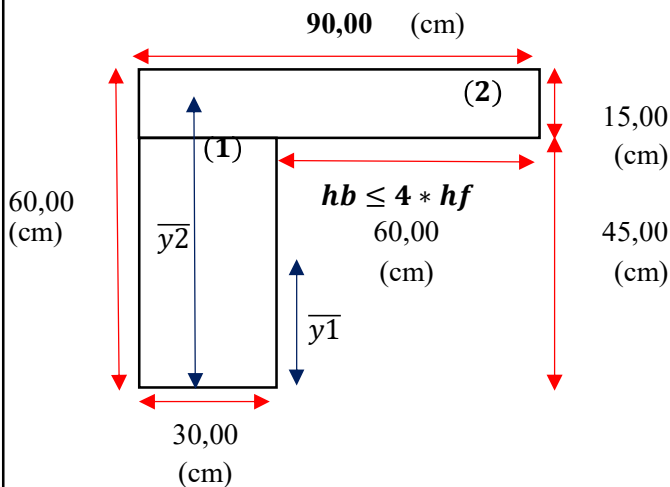
Parte de la losa que aporta rigidez a la viga

(Subíndice 13.2.4 // Pag 208 // NB 1225001-1)

$$hb \leq 4 * hf$$

$$45,00 \leq 60,00$$

VIGA



VIGA

$$\bar{y}_1 = 22,50 \text{ (cm)}$$

$$\bar{y}_2 = 52,50 \text{ (cm)}$$

$$A_1 = 1350,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_2 = 1350,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$I_{x1} = 227812,50 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$I_{x2} = 25312,50 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$(d_1)^2 = 225,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$(d_2)^2 = 225,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Eje centroidal de la figura compuesta

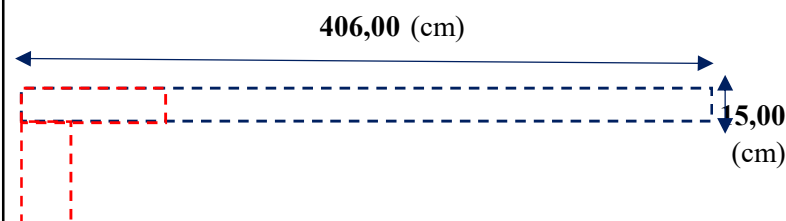
$$\bar{Y}_{cg} = \frac{\sum(A_i * \bar{Y}_i)}{\sum(A_i)} = 37,50 \text{ (cm)}$$

Inercia de la figura compuesta (Teorema de Steiner)

$$I_x = I_{xo} + A * d^2 = 860625,00 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$I_b = 8,61E+05 \text{ (cm}^4\text{)}$$

LOSA



Momento de inercia de la Losa

$$I_x = \frac{b * h^3}{12} = 114187,50 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$I_s = 1,14E+05 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$\alpha_2 = \frac{I_b}{I_s} = 7,54$$

DIRECCIÓN Y-Y (PORTICOS VERTICALES)

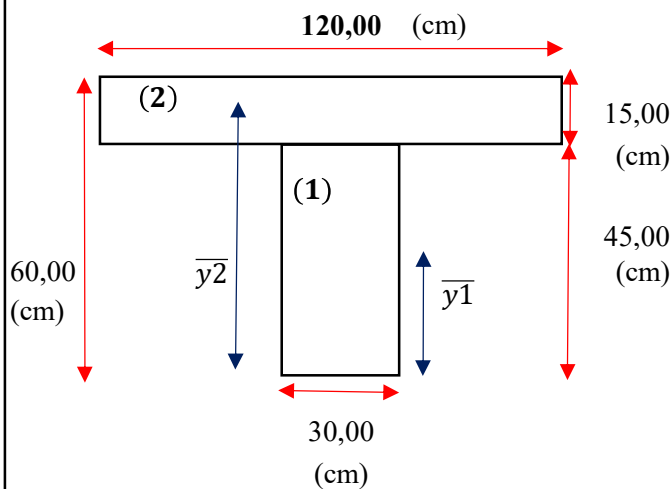
***Para vigas interiores**

(Pórtico vertical equivalente interior)

hf=	15,00	(cm)
hb=	45,00	(cm)
be=	120,00	(cm)
bw=	30,00	(cm)

Parte de la losa que aporta rigidez a la viga
(Subíndice 13.2.4 // Pag 208 // NB 1225001-1)

$$bw + 2 * hb \leq bw + 8 * hf$$
$$120,00 \leq 150,00$$



VIGA

$$\bar{y}_1 = 22,50 \quad (\text{cm})$$

$$\bar{y}_2 = 52,50 \quad (\text{cm})$$

$$A_1 = 1350,00 \quad (\text{cm}^2)$$

$$A_2 = 1800,00 \quad (\text{cm}^2)$$

$$I_{x1} = 227812,50 \quad (\text{cm}^4)$$

$$I_{x2} = 33750,00 \quad (\text{cm}^4)$$

$$(d_1)^2 = 293,78 \quad (\text{cm}^2)$$

$$(d_2)^2 = 165,38 \quad (\text{cm}^2)$$

Eje centroidal de la figura compuesta

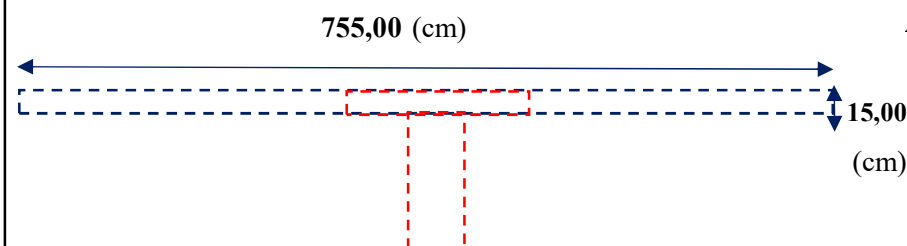
$$\bar{Y}_{cg} = \frac{\sum(A_i * \bar{Y}_i)}{\sum(A_i)} = \boxed{39,64} \quad (\text{cm})$$

Inercia de la figura compuesta (Teorema de Steiner)

$$I_x = I_{xo} + A * d^2 = \boxed{955848,24} \quad (\text{cm}^4)$$

$$I_b = \boxed{9,56\text{E}+05} \quad (\text{cm}^4)$$

LOSA



Momento de inercia de la Losa

$$I_x = \frac{b * h^3}{12} = \boxed{212343,75} \quad (\text{cm}^4)$$

$$I_s = \boxed{2,12\text{E}+05} \quad (\text{cm}^4)$$

$$\alpha_3 = \frac{I_b}{I_s} = 4,50$$

***Para vigas de borde**

(Pórtico vertical equivalente exterior)

hf=	15,00	(cm)
hb=	45,00	(cm)
be=	90,00	(cm)
bw=	30,00	(cm)

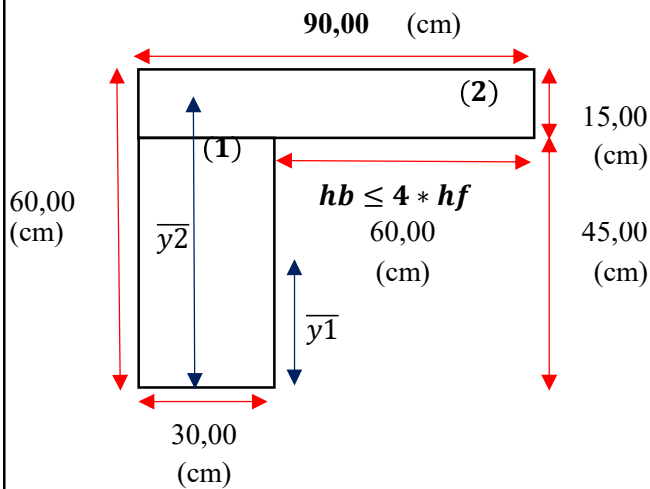
Parte de la losa que aporta rigidez a la viga

(Subíndice 13.2.4 // Pag 208 // NB 1225001-1)

$$hb \leq 4 * hf$$

$$45,00 \leq 60,00$$

VIGA



VIGA

$$\bar{y1} = 22,50 \text{ (cm)}$$

$$\bar{y2} = 52,50 \text{ (cm)}$$

$$A1 = 1350,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A2 = 1350,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$Ix1 = 227812,50 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$Ix2 = 25312,50 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$(d1)^2 = 225,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$(d2)^2 = 225,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Eje centroidal de la figura compuesta

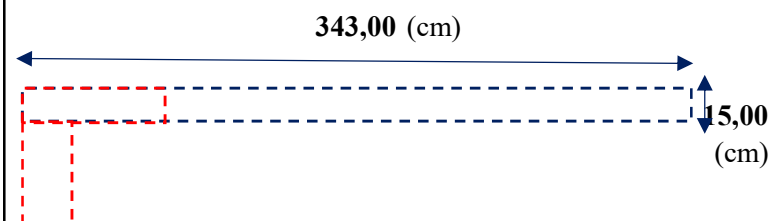
$$\bar{Y}_{cg} = \frac{\sum(Ai * \bar{Y}i)}{\sum(Ai)} = 37,50 \text{ (cm)}$$

Inercia de la figura compuesta (Teorema de Steiner)

$$Ix = Ixo + A * d^2 = 860625,00 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$I_b = 8,61E+05 \text{ (cm}^4\text{)}$$

LOSA



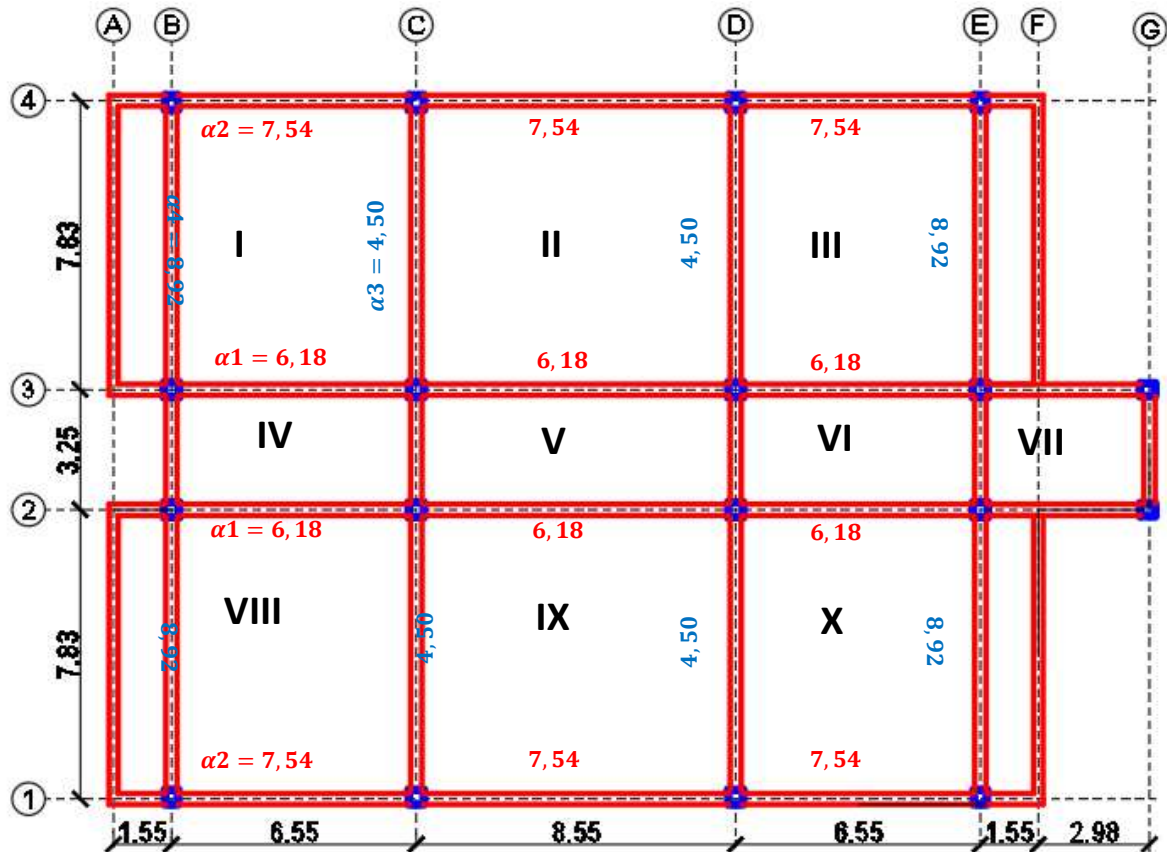
Momento de inercia de la Losa

$$Ix = \frac{b * h^3}{12} = 96468,75 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$I_s = 9,65E+04 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$\alpha 4 = \frac{I_b}{I_s} = 8,92$$

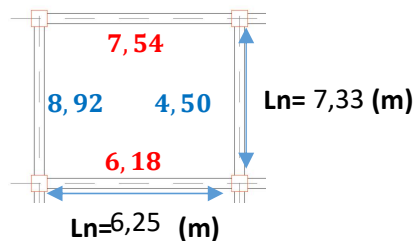
RESUMEN DE VALORES DE α



El paño más desfavorable es el I (De esquina)

$$\alpha_{fm} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} = \boxed{6,78}$$

α_{fm} = Valor promedio de α para todas las vigas en los bordes de un paño



$$\beta = \frac{\text{Luz libre mayor}}{\text{Luz libre menor}} = \boxed{1,1728}$$

β = Relación de la luz libre en la dirección larga a la luz libre en la dirección corta para losas en dos direcciones

Espesor mínimo de las losas en dos direcciones con vigas entre los apoyos en todos los lados

(Tabla 9.5.3.3 // Pag 125 // NB 1225001-1)

$$\alpha_{fm} = 6,27 \geq 2 \quad \text{Entonces:} \quad h \geq \frac{ln * \left(0,8 + \frac{fy}{1400}\right)}{36 + 9 * \beta} \quad \text{ó} \quad 90\text{mm} = \boxed{182,19} \text{ (mm)}$$

$f_y = 500,00$ (Mpa)

$l_n = 7,33$ (m)

$$h_{min} \geq \boxed{18,22} \text{ (cm)}$$

Corresponde a la luz libre en la dirección larga medida de cara a cara de las vigas.

$$\beta = 1,1728$$

$$h_{inicial} \geq h_{min}$$

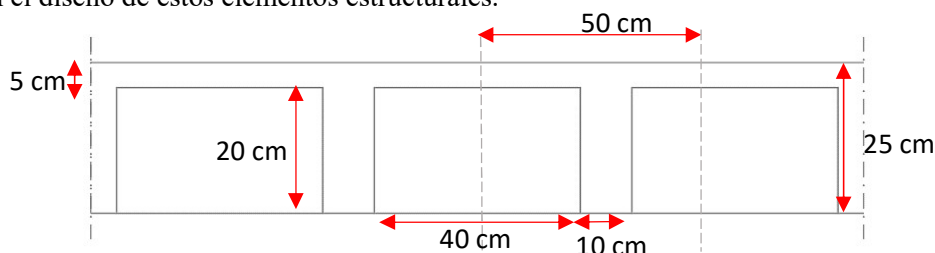
$$15,00 \geq 18,22$$

(cm) (cm)

$$h_{adop} = \boxed{18,00} \text{ (cm)}$$

PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Para conseguir el **h_{min} de losas alivianadas en dos direcciones**, se realiza considerando el h_{min} calculado para losas macizas en dos direcciones; para esto se realiza la equivalencia de inercias entre ambas losas, ya que es la propiedad que influye mucho en el diseño de estos elementos estructurales.



DETALLES DE LA LOSA ALIVIANADA

hf=	5,00	(cm)
hb=	15,00	(cm)
be=	50,00	(cm)
bw=	10,00	(cm)

$$\bar{y}_1 = 10,00 \text{ (cm)}$$

$$\bar{y}_2 = 22,50 \text{ (cm)}$$

$$A_1 = 200,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

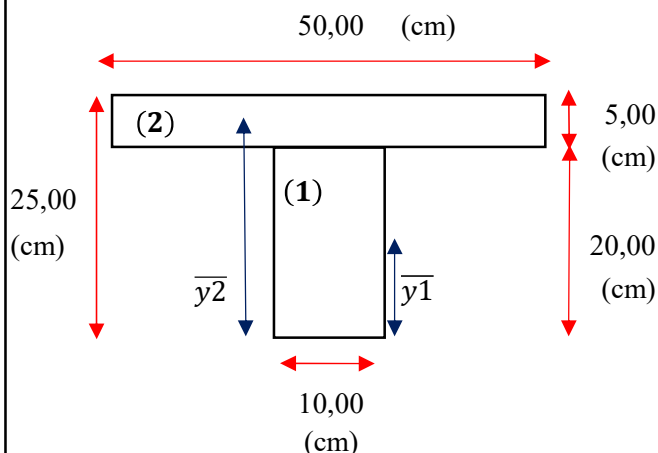
$$A_2 = 250,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$I_{x1} = 6666,67 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$I_{x2} = 520,83 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$(d_1)^2 = 48,16 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$(d_2)^2 = 30,91 \text{ (cm}^2\text{)}$$



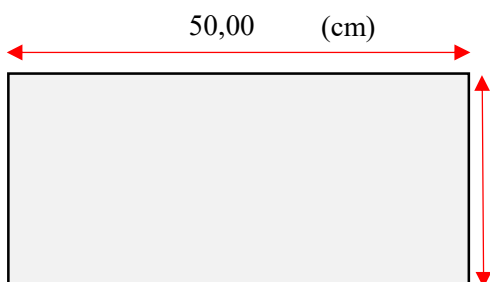
Eje centroidal de la figura compuesta

$$\bar{Y}_{cg} = \frac{\sum(A_i \cdot \bar{Y}_i)}{\sum(A_i)} = 16,94 \text{ (cm)}$$

Inercia de la figura compuesta (Teorema de Steiner)

$$I_x = I_{xo} + A \cdot d^2 = I_g = 24548,62 \text{ (cm}^4\text{)}$$

1.2 Determinar el peralte equivalente de la sección rectangular



Igualdad de inercias para obtener sección equivalente.

$$I = I_g$$

$$\text{Inercia sección rectangular} = I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$\frac{50(\text{cm}) \cdot h_{\text{equi}}^3}{12} = 24548,62 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$h_{\text{equi}} = 18,06 \text{ (cm)}$$

CONCLUSIÓN: La equivalencia de inercias da como resultado un h_{min} igual al de la losa maciza

Entonces, peralte de la losa alivianada para comenzar con el diseño estructural **25,00** (cm)

CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA



DETERMINACIÓN DE CARGAS CONSIDERADAS

1. CARGA MUERTA (D) - PESO PROPIO Y PERMANENTE

Materiales	Peso específico (KN/m3)
Hormigón de peso normal sin armar	21,00
Hormigón armado	24,00
Mortero de cemento y arena	21,00
Baldosa ceramica	18,00
Mamposteria de ladrillo (% huecos >50)	10,00

PESO MATERIALES ESTRUCTURALES

Materiales	Peso específico (KN/m3)	Espesor (m)	Peso Supercial (KN/m2)
Piso Cerámico	18,00	0,01	0,18
Contrapiso de mortero e=3cm	21,00	0,03	0,63
Instalaciones			0,10
Cielo falso			0,10
TOTAL CARGA ADOPTADA (Kg/m2):			101,00

LOSA PRIMER PISO

Materiales	Peso específico (KN/m3)	Espesor (m)	Peso Supercial (KN/m2)
Cubierta impermeabilizante			0,10
Contrapiso de mortero e=3cm	21,00	0,03	0,63
Instalaciones			0,10
Cielo falso			0,10
TOTAL CARGA ADOPTADA (Kg/m2):			93,00

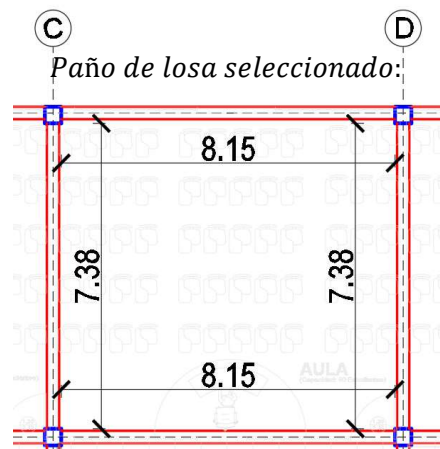
LOSA TERRAZA

Materiales	Peso específico (KN/m3)	Espesor (m)	Peso Supercial (KN/m2)
Piso Cerámico	18,00	0,01	0,18
Contrapiso de mortero e=3cm	21,00	0,03	0,63
TOTAL CARGA ADOPTADA (Kg/m2):			81,00

ESCALERA

LM, longitud de muro sobre losa de analisis (m)	27,95
AM, Altura de los muros (m)	2,40
PM, peso de muro + revoque ambos lados (Kg/m2)	184,00
AL, Área de la losa de analisis (m2)	60,15
CARGA ADOPTADA (Kg/m2)	$\frac{LM(m) * AM(m) * PM(kgf/m2)}{AL(m2)} = 205,00$

**MURO DE LADRILLO 6H
REVOQUE AMBOS LADOS**



2. SOBRECARGA DE SERVICIO (L)

TIPO DE SERVICIO	SOBRECARGA UNIFORME (kg/m2)
Aulas	300
Corredores en pisos superiores	400
Escalera.	500
Azoteas.	100

DETERMINACIÓN DE CARGAS CONSIDERADAS

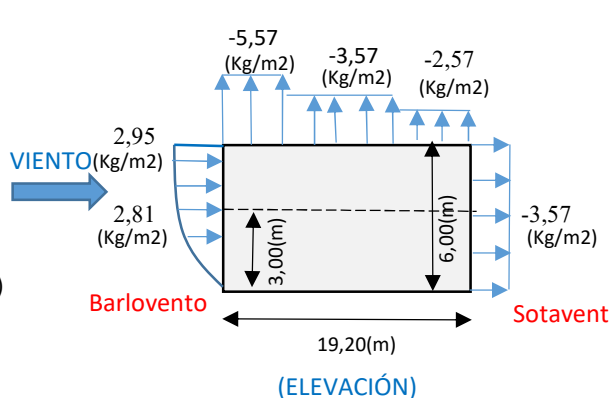
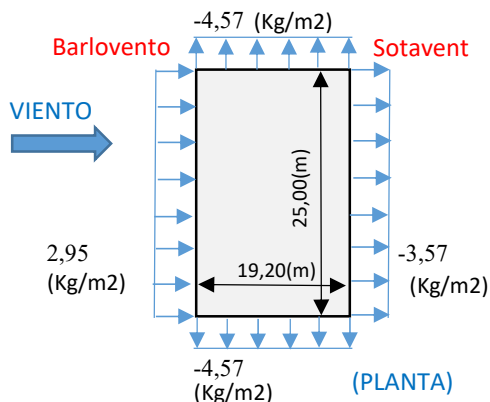
3. ACCIÓN DEL VIENTO (W)

METODO 1 - PROCEDIMIENTO ANALITICO (NB 1225003-1)

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO:

- 1) Velocidad básica del viento (V) = 12,60 (m/s) [Tabla 5,3]
Factor de direccionalidad (Kd) = 0,85 (Edificios) [Tabla 5,3,4]
- 2) Factor de importancia (I) = 1,15 (Categoria III) [Tabla 5,4,2]
- 3) Categoria de exposición = B
 $\alpha = 7,00$
 $Z_g = 366,00$ [Tabla 5,5,4 - 2]
 Coeficiente de exposición: $K_z = 0,59$ Z = 3,00 (m) (Nivel Primer piso)
 $K_z = 0,62$ Z = 6,00 (m) (Nivel Terraza)
- 4) Factor topografico (Kzt) = 1,00 (No cumple con topografía en loma o acantilado)
- 5) Factor de ráfaga (G) = 0,85 (Estructura rígida)
- 6) Clasificación de cerramiento = CERRADO
- 7) Coeficiente de presión interna (GC_{pi}) = 0,18
-0,18 [Tabla 7,2,1 - 1]
- 8) Presión dinámica (q_z) = 56,13 (N/m²)
58,98 (N/m²)
 $q_z = 0,613 * K_z * K_{zt} * K_d * V^2 * I$ [N/m²]
 (Subtitulo 5,8)
- 9) Coeficientes de presión externa (Cp)
 Pared a barlovento = 0,80
 Pared a sotavento = -0,50 [Tabla 7,2,1 - 2]
 Paredes laterales = -0,70
 Cubierta con viento paralelo = -0,90 -0,50 -0,30 [Tabla 7,2,1 - 3]

10) Presión de diseño de viento (P) $p = q G C_p - q_i (GC_{pi})$ [N/m²] (Subtitulo 7,2)



Superficie	(N/m ²)
Barlovento	28,07
Barlovento	29,49
Sotavento	-35,68
Laterales	-45,71
Terraza	-55,74
Terraza	-35,68
Terraza	-25,66

DISEÑO LOSA MACIZA

ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE COEFICIENTES

El método utiliza coeficientes para una variedad de condiciones de apoyo. Estos coeficientes están basados en un análisis elástico, pero consideran la redistribución inelástica de esfuerzos.

$$M_a = C_a * w * l_a^2$$

$$M_b = C_b * w * l_b^2$$

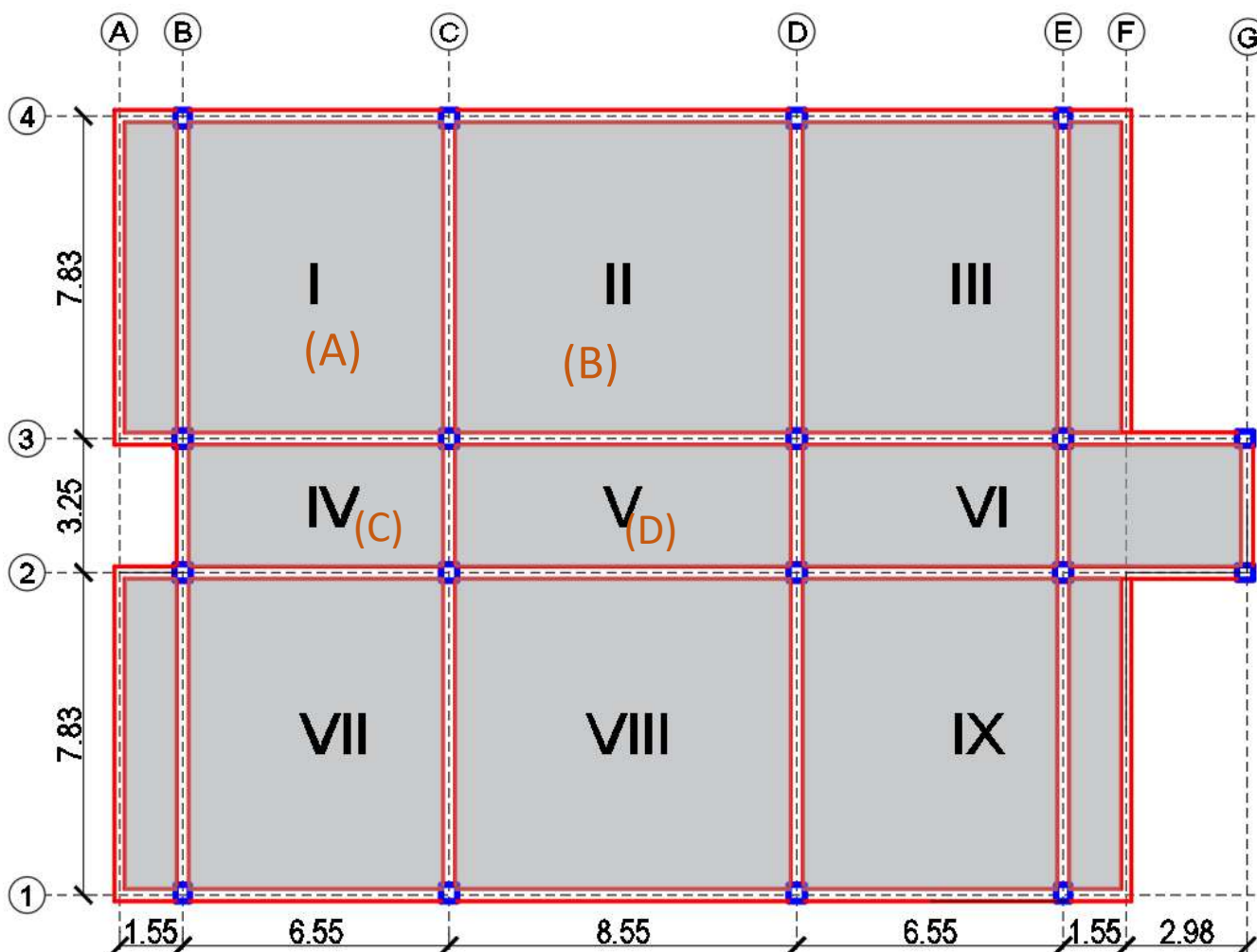
C_a y C_b = Coeficientes de momento para la dirección a y b respectivamente

$w = w_u$ = Carga uniformemente repartida ($Kg * m^2$)

l_a y l_b = Longitud de la luz libre en la dirección corta y larga respectivamente.

El análisis realizado es para un panel aislado simplemente apoyado en sus cuatro lados, pero en un sistema real de losa de piso se tienen muchos paneles con diferentes condiciones de apoyo, por lo que se debe considerar la condición de apoyo de cada uno de los lados del panel porque de acuerdo a esa condición los momentos positivos a medio tramo y los negativos en los apoyos continuos o empotrados pueden ser hallados.

En la siguiente figura se muestra el sistema de entrepiso de la estructura de este proyecto de grado que está compuesto por losas y vigas que coinciden con los ejes de las columnas. Los espacios delimitados por las vigas son llamados paneles y en el piso se pueden distinguir cuatro tipos de paneles que son identificados con las letras A (panel de esquina), B, C (paneles de borde) y D (panel interior).





En las siguientes tablas se presentan los coeficientes C_a y C_b para los momentos positivos, momentos negativos en paneles con distintas condiciones de apoyo en sus bordes.

Coeficientes para momentos negativos en losas										
Relación $m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 
1.00	$C_{a\ neg}$		0.045		0.050	0.075	0.071		0.033	0.061
	$C_{b\ neg}$		0.045	0.076	0.050		0.071	0.061	0.033	
0.95	$C_{a\ neg}$		0.050		0.055	0.079	0.075		0.038	0.065
	$C_{b\ neg}$		0.041	0.072	0.045		0.067	0.056	0.029	
0.90	$C_{a\ neg}$		0.055		0.060	0.080	0.079		0.043	0.068
	$C_{b\ neg}$		0.037	0.070	0.040		0.062	0.052	0.025	
0.85	$C_{a\ neg}$		0.060		0.066	0.082	0.083		0.049	0.072
	$C_{b\ neg}$		0.031	0.065	0.034		0.057	0.046	0.021	
0.80	$C_{a\ neg}$		0.065		0.071	0.083	0.086		0.055	0.075
	$C_{b\ neg}$		0.027	0.061	0.029		0.051	0.041	0.017	
0.75	$C_{a\ neg}$		0.069		0.076	0.085	0.088		0.061	0.078
	$C_{b\ neg}$		0.022	0.056	0.024		0.044	0.036	0.014	
0.70	$C_{a\ neg}$		0.074		0.081	0.086	0.091		0.068	0.081
	$C_{b\ neg}$		0.017	0.050	0.019		0.038	0.029	0.011	
0.65	$C_{a\ neg}$		0.077		0.085	0.087	0.093		0.074	0.083
	$C_{b\ neg}$		0.014	0.043	0.015		0.031	0.024	0.008	
0.60	$C_{a\ neg}$		0.081		0.089	0.088	0.095		0.080	0.085
	$C_{b\ neg}$		0.010	0.035	0.011		0.024	0.018	0.006	
0.55	$C_{a\ neg}$		0.084		0.092	0.089	0.096		0.085	0.086
	$C_{b\ neg}$		0.007	0.028	0.008		0.019	0.014	0.005	
0.50	$C_{a\ neg}$		0.086		0.094	0.090	0.097		0.089	0.088
	$C_{b\ neg}$		0.006	0.022	0.006		0.014	0.010	0.003	

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas										
Relación $m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	
1.00	$C_{a\ D}$	0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{b\ D}$	0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{a\ D}$	0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{b\ D}$	0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{a\ D}$	0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{b\ D}$	0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{a\ D}$	0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{b\ D}$	0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{a\ D}$	0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{b\ D}$	0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{a\ D}$	0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{b\ D}$	0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{a\ D}$	0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{b\ D}$	0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{a\ D}$	0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{b\ D}$	0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{a\ D}$	0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{b\ D}$	0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{a\ D}$	0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{b\ D}$	0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{a\ D}$	0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{b\ D}$	0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas										
Relación $m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 
1.00	C_{aL}	0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	C_{bL}	0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	C_{aL}	0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	C_{bL}	0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	C_{aL}	0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	C_{bL}	0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	C_{aL}	0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	C_{bL}	0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	C_{aL}	0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	C_{bL}	0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	C_{aL}	0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	C_{bL}	0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	C_{aL}	0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	C_{bL}	0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	C_{aL}	0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	C_{bL}	0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	C_{aL}	0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	C_{bL}	0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	C_{aL}	0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	C_{bL}	0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	C_{aL}	0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	C_{bL}	0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

FUENTE: Carlos Córdova (2015) Diseño de estructuras de hormigón armado (3ra. Ed.)

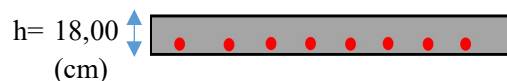


ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE COEFICIENTES

Para el desarrollo del cálculo manual de la losa de entrepiso tanto maciza como alivianada, se tendrá en cuenta la carga muerta (D) por peso propio y peso permanente, y la sobrecarga de servicio (L) correspondiente según el uso de los ambientes de la estructura. Ya que son las actuantes en este elemento estructural horizontal.

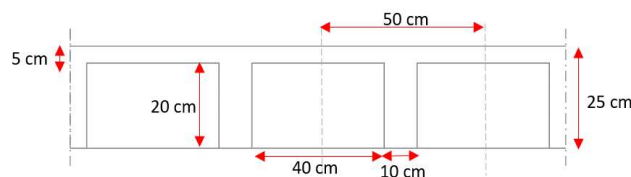
1.1 Carga por peso propio (Dg) - LOSA MACIZA

$$\text{Peso propio losa maciza de } H^{\circ}A^{\circ} = 2400 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,18(\text{m}) = \boxed{432,00} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$



1.2 Carga por peso de propio (Dg) - LOSA ALIVIANADA

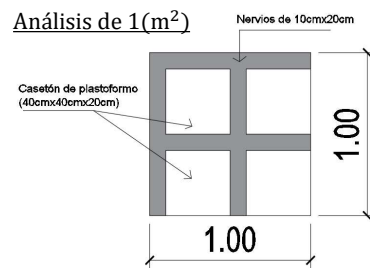
$$\text{Peso propio carpeta de compresión} = 2400 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,05(\text{m}) = \boxed{120,00} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$



$$\text{Peso propio nervios (Viguetas)} = 2400 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,10(\text{m}) * 0,20 * 3,60(\text{m}) = \boxed{172,80} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{Peso casetones de plastoformo (40x40x20)} = 10 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,40(\text{m}) * 0,40 * 0,20(\text{m}) = \boxed{0,32} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{Peso total losa aliviada } h = 25 \text{ cm (2 direcciones Casetonada)} = \boxed{293,12} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$



3. Sobrecarga de servicio (L)

TIPO DE SERVICIO	SOBRECARGA UNIFORME (kg/m²)	
Corredores planta alta	400,00	Paños: IV,V,VI
Aulas	300,00	Paños: I,I,III,VI,VII,IX

3. Carga muerta permanente (Dp)

Losa de Primer piso =	101,00	(Kg/m²)
Carga debida a muros=	205,00	(Kg/m²)

3. Carga última - Carga mayorada (Wu)

$$\text{Combinación de Carga} \\ U = 1,2 * D + 1,6 * L$$

	Losa Alivianada
	Losa Maciza

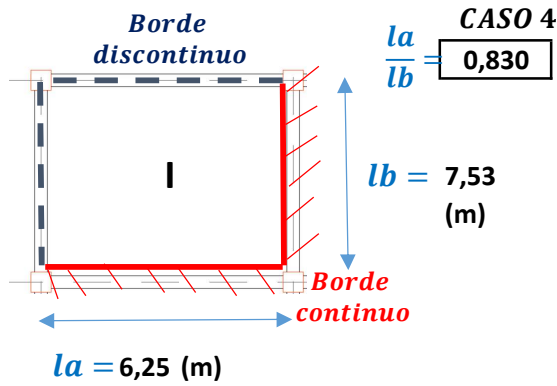
$$\text{Carga última (Wu)} = \begin{matrix} \boxed{1525,60} & \boxed{1358,94} \\ \boxed{1365,60} & \boxed{1198,94} \end{matrix} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{Carga última debido a carga muerta (W}_{UD}\text{)} = 1,2 * D = \begin{matrix} \boxed{885,60} & \boxed{718,94} \end{matrix} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{Carga última debido a carga viva (W}_{UL}\text{)} = 1,6 * L = \begin{matrix} \boxed{640,00} & \boxed{640,00} \\ \boxed{480,00} & \boxed{480,00} \end{matrix} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

DETERMINACIÓN DE MOMENTOS DE FLEXIÓN – LOSA MACIZA

Tableros I, III, VII, IX



*** Momentos negativos en bordes continuos**

$$Ma_{neg} = -Ca * Wu * la^2$$

$$Mb_{neg} = -Cb * Wu * lb^2$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,066$$

$$Cb = 0,034$$

0,85

$$Ca = 0,071$$

$$Cb = 0,029$$

0,80

$$Ca = 0,0680$$

$$Cb = 0,0320$$

0,83

$$Wu = 1365,60 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uD} = 885,60 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uL} = 480,00 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$Ma_{neg} = -0,0680 * 1365,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 6,25^2 (\text{m}^2) = -3627,38 \text{ (kg*m)}$$

$$Mb_{neg} = -0,0320 * 1365,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 7,53^2 (\text{m}^2) = -2477,78 \text{ (kg*m)}$$

*** Momentos positivos por carga muerta**

$$Ma_{D(+)} = Ca * Wu_D * la^2 = 0,0372 * 885,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 6,25^2 (\text{m}^2) = 1286,89 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{D(+)} = Cb * Wu_D * lb^2 = 0,0178 * 885,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 7,53^2 (\text{m}^2) = 893,81 \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,036$$

$$Cb = 0,019$$

0,85

$$Ca = 0,039$$

$$Cb = 0,016$$

0,80

$$Ca = 0,0372$$

$$Cb = 0,0178$$

0,83

*** Momentos positivos por carga viva**

$$Ma_{L(+)} = Ca * Wu_L * la^2 = 0,0450 * 480,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 6,25^2 (\text{m}^2) = 843,75 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{L(+)} = Cb * Wu_L * lb^2 = 0,0218 * 480,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 7,53^2 (\text{m}^2) = 593,32 \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,043$$

$$Cb = 0,023$$

0,85

$$Ca = 0,048$$

$$Cb = 0,020$$

0,80

$$Ca = 0,0450$$

$$Cb = 0,0218$$

0,83

*** Momentos positivos TOTALES**

$$Ma_{(+)} = Ma_{L(+)} + Ma_{D(+)} = 2130,64 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{(+)} = Mb_{L(+)} + Mb_{D(+)} = 1487,13 \text{ (Kg*m)}$$

*** Momentos negativos en bordes discontinuos**

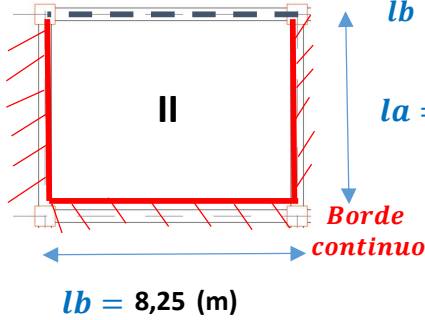
$$Ma_{(-)} = -\frac{Ma_{(+)}}{3} = -710,21 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{(-)} = -\frac{Mb_{(+)}}{3} = -495,71 \text{ (Kg*m)}$$

DETERMINACIÓN DE MOMENTOS DE FLEXIÓN – LOSA MACIZA

Tableros II, VII

Borde discontinuo



$$\frac{la}{lb} = \boxed{0,913} \quad \text{CASO 8}$$

* Momentos negativos en bordes continuos

$$Ma_{neg} = -Ca * Wu * la^2$$

$$Mb_{neg} = -Cb * Wu * lb^2$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,038$$

$$Cb = 0,056$$

$$\underline{0,95}$$

$$Ca = 0,043$$

$$Cb = 0,052$$

$$\underline{0,90}$$

$$Ca = \mathbf{0,0417}$$

$$Cb = \mathbf{0,0530}$$

$$\underline{\mathbf{0,913}}$$

$$Wu = \boxed{1365,60} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uD} = \boxed{885,60} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uL} = \boxed{480,00} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$Ma_{neg} = -0,0417 * 1365,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 7,53^2 (\text{m}^2) = \mathbf{-3228,86} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{neg} = -0,0530 * 1365,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 8,25^2 (\text{m}^2) = \mathbf{-4926,15} \text{ (Kg*m)}$$

* Momentos positivos por carga muerta

$$Ma_{D(+)} = Ca * Wu_D * la^2 = 0,0242 * 885,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 7,53^2 (\text{m}^2) = \mathbf{1215,19} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{D(+)} = Cb * Wu_D * lb^2 = 0,0195 * 885,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 8,25^2 (\text{m}^2) = \mathbf{1175,38} \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,022$$

$$Cb = 0,021$$

$$\underline{0,95}$$

$$Ca = 0,025$$

$$Cb = 0,019$$

$$\underline{0,90}$$

$$Ca = \mathbf{0,0242}$$

$$Cb = \mathbf{0,0195}$$

$$\underline{\mathbf{0,913}}$$

* Momentos positivos por carga viva

$$Ma_{L(+)} = Ca * Wu_L * la^2 = 0,0340 * 480,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 7,53^2 (\text{m}^2) = \mathbf{925,36} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{L(+)} = Cb * Wu_L * lb^2 = 0,0248 * 480,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 8,25^2 (\text{m}^2) = \mathbf{810,22} \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,031$$

$$Cb = 0,027$$

$$\underline{0,95}$$

$$Ca = 0,035$$

$$Cb = 0,024$$

$$\underline{0,90}$$

$$Ca = \mathbf{0,0340}$$

$$Cb = \mathbf{0,0248}$$

$$\underline{\mathbf{0,913}}$$

* Momentos positivos TOTALES

$$Ma_{(+)} = Ma_{L(+)} + Ma_{D(+)} = \mathbf{2140,55} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{(+)} = Mb_{L(+)} + Mb_{D(+)} = \mathbf{1985,6} \text{ (Kg*m)}$$

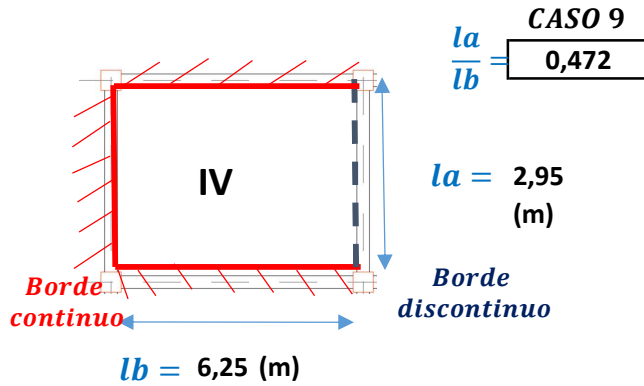
* Momentos negativos en bordes discontinuos

$$Ma_{(-)} = -\frac{Ma_{(+)}}{3} = \mathbf{-713,52} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{(-)} = -\frac{Mb_{(+)}}{3} = \mathbf{-661,87} \text{ (Kg*m)}$$

DETERMINACIÓN DE MOMENTOS DE FLEXIÓN – LOSA MACIZA

Tableros IV , VI



* Momentos negativos en bordes continuos

$$Ma_{neg} = -Ca * Wu * la^2$$

$$Mb_{neg} = -Cb * Wu * lb^2$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,088$$

$$Cb = 0,003$$

0,50

$$Ca = 0,088$$

$$Cb = 0,003$$

0,50

$$Ca = 0,0880$$

$$Cb = 0,0030$$

0,50

$$Wu = 1525,60 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uD} = 885,60 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uL} = 640,00 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$Ma_{neg} = -0,0880 * 1525,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 2,95^2 (\text{m}^2) = -1168,33 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{neg} = -0,0030 * 1525,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 6,25^2 (\text{m}^2) = -178,78 \text{ (Kg*m)}$$

* Momentos positivos por carga muerta

$$Ma_{D(+)} = Ca * Wu_D * la^2 = 0,0380 * 4,97 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 2,95^2 (\text{m}^2) = 292,86 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{D(+)} = Cb * Wu_D * lb^2 = 0,0020 * 4,97 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 6,25^2 (\text{m}^2) = 69,19 \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,038$$

$$Cb = 0,002$$

0,50

$$Ca = 0,038$$

$$Cb = 0,002$$

0,50

$$Ca = 0,0380$$

$$Cb = 0,0020$$

0,5

* Momentos positivos por carga viva

$$Ma_{L(+)} = Ca * Wu_L * la^2 = 0,0670 * 640,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 2,95^2 (\text{m}^2) = 373,16 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{L(+)} = Cb * Wu_L * lb^2 = 0,0104 * 640,00 \left(\frac{\text{KN}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 6,25^2 (\text{m}^2) = 100,00 \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,067$$

$$Cb = 0,004$$

0,50

$$Ca = 0,067$$

$$Cb = 0,004$$

0,50

$$Ca = 0,0670$$

$$Cb = 0,0040$$

0,5

* Momentos positivos TOTALES

$$Ma_{(+)} = Ma_{L(+)} + Ma_{D(+)} = 666,02 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{(+)} = Mb_{L(+)} + Mb_{D(+)} = 169,19 \text{ (Kg*m)}$$

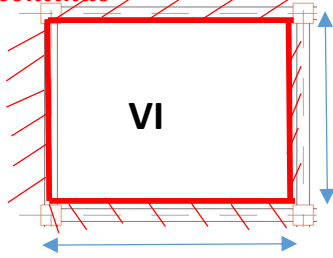
* Momentos negativo en borde discontinuo

$$Mb_{(-)} = -\frac{Mb_{(+)}}{3} = -56,40 \text{ (Kg*m)}$$

DETERMINACIÓN DE MOMENTOS DE FLEXIÓN – LOSA MACIZA

Tablero V

Borde continuo



$$\frac{la}{lb} = \boxed{0,358} \quad \text{CASO 2}$$

$$la = 2,95 \text{ (cm)}$$

$$lb = 8,25 \text{ (m)}$$

$$Wu = \boxed{1525,60} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uD} = \boxed{885,60} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uL} = \boxed{640,00} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

*** Momentos negativos en bordes continuos**

$$Ma_{neg} = -Ca * Wu * la^2$$

$$Mb_{neg} = -Cb * Wu * lb^2$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,086$$

$$Cb = 0,006$$

$$0,50$$

$$Ca = 0,086$$

$$Cb = 0,006$$

$$0,50$$

$$Ca = \mathbf{0,0860}$$

$$Cb = \mathbf{0,0060}$$

$$0,5$$

$$Ma_{neg} = -0,0860 * 1525,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * m \right) * 2,95^2 (\text{m}^2) = \mathbf{-1141,78} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{neg} = -0,0060 * 1525,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * m \right) * 8,25^2 (\text{m}^2) = \mathbf{-623,02} \text{ (Kg*m)}$$

*** Momentos positivos por carga muerta**

$$Ma_{D(+)} = Ca * Wu_D * la^2 = 0,0370 * 885,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * m \right) * 2,95^2 (\text{m}^2) = \mathbf{285,16} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{D(+)} = Cb * Wu_D * lb^2 = 0,0020 * 885,60 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * m \right) * 8,25^2 (\text{m}^2) = \mathbf{120,55} \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,037$$

$$Cb = 0,002$$

$$0,50$$

$$Ca = 0,037$$

$$Cb = 0,002$$

$$0,50$$

$$Ca = \mathbf{0,0370}$$

$$Cb = \mathbf{0,0020}$$

$$0,5$$

*** Momentos positivos por carga viva**

$$Ma_{L(+)} = Ca * Wu_L * la^2 = 0,0660 * 640,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * m \right) * 2,95^2 (\text{m}^2) = \mathbf{367,59} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{L(+)} = Cb * Wu_L * lb^2 = 0,0040 * 640,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * m \right) * 8,25^2 (\text{m}^2) = \mathbf{174,24} \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,066$$

$$Cb = 0,004$$

$$0,50$$

$$Ca = 0,066$$

$$Cb = 0,004$$

$$0,50$$

$$Ca = \mathbf{0,0660}$$

$$Cb = \mathbf{0,0040}$$

$$0,5$$

*** Momentos positivos TOTALES**

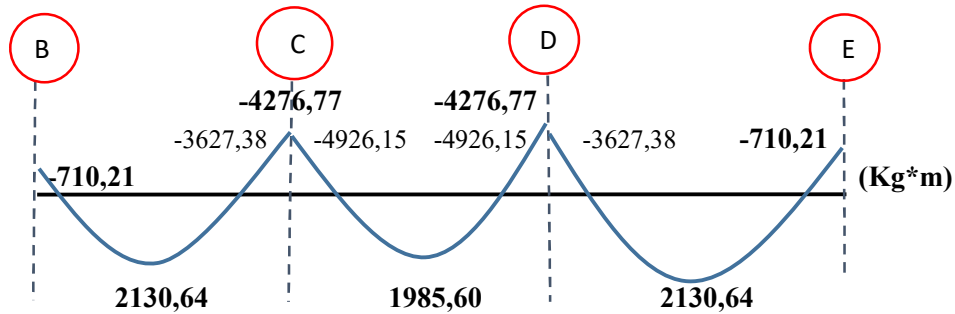
$$Ma_{(+)} = Ma_{L(+)} + Ma_{D(+)} = \mathbf{652,75} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{(+)} = Mb_{L(+)} + Mb_{D(+)} = \mathbf{294,79} \text{ (Kg*m)}$$

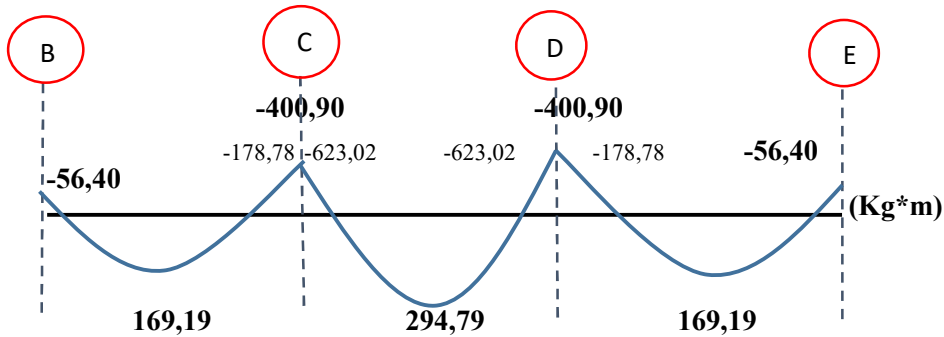
RESUMEN DE MOMENTOS OBTENIDOS MEDIANTE METODO DE LOS COEFICIENTES

LOSA MACIZA

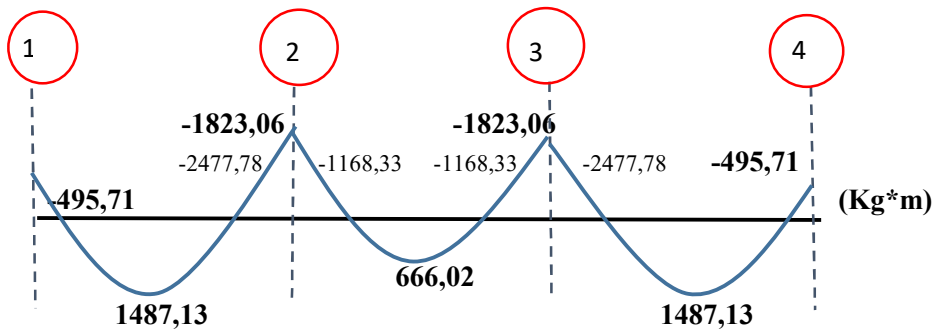
Dirección X – X (Coordenadas locales dirección "lb")
FRANJAS LATERALES



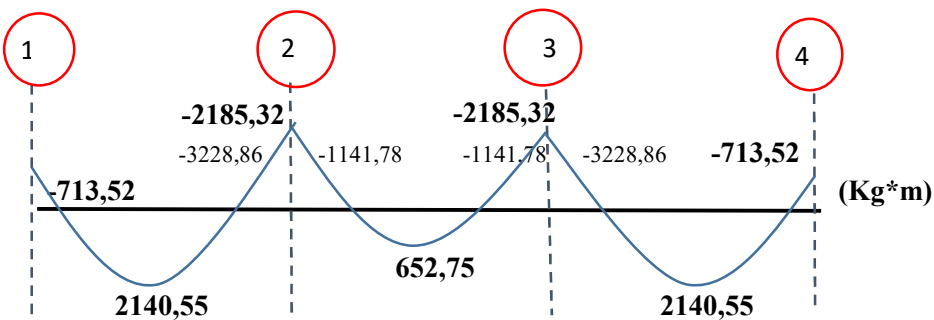
Dirección X – X (Coordenadas locales dirección "lb")
FRANJA CENTRAL



Dirección Y – Y (Coordenadas locales dirección "la")
FRANJAS LATERALES



Dirección Y – Y (Coordenadas locales dirección A)
FRANJA CENTRAL





ACERO LONGITUDINAL CON ESFUERZOS DEL METODO DE COEFICIENTES

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	10,00	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura de losa h	18,00	cm
Altura efectiva de la losa $d = h - r - (db/2)$	15,00	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

Dirección X – X (Coordenadas locales dirección "lb")
FRANJAS LATERALES

	Apoyo B	tramo B-C	Apoyo C	Tramo C-D	Apoyo D	Tramo D-E	Apoyo E
Momento último (Mu) (Kg*m)	710,21	2130,64	4276,77	1985,60	4276,77	2130,64	710,21
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,01670	0,05010	0,10057	0,04669	0,10057	0,05010	0,01670
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,01687	0,05167	0,10735	0,04805	0,10735	0,05167	0,01687
Área de acero longitudinal (As) $As = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y} \text{ (cm}^2\text{)}$	1,06	3,26	6,76	3,03	6,76	3,26	1,06
Armadura mínima (As min) $As \text{ min} = 0,0015 * b * d \text{ (cm}^2\text{)}$	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Armadura adoptada (As adop.) (cm ²)	2,25	3,26	6,76	3,03	6,76	3,26	2,25
Espaciamiento de la armadura (e) $e = \frac{\text{Ancho de losa} * A_{barra}}{As_{adop}} \text{ (cm)}$	31,51	21,75	10,49	23,40	10,49	21,75	31,51
Espaciamiento máximo de las armaduras e max (cm)	$e \leq \begin{cases} 2 * h = 36,00 \text{ (cm)} \\ 450 \text{ mm} = 45,00 \text{ (cm)} \end{cases} \quad e \text{ max} = \boxed{36,00} \text{ (cm)}$						
Espaciamiento adoptado (e adop) (cm)	30,00	20,00	15,00	30,00	15,00	20,00	30,00
RESULTADOS:	Apoyo B	tramo B-C	Apoyo C	Tramo C-D	Apoyo D	Tramo D-E	Apoyo E
db (mm)	10,00	10,00	12,00	12,00	12,00	10,00	10,00
$c/$ (cm)	30,00	20,00	15,00	30,00	15,00	20,00	30,00



ACERO LONGITUDINAL DE PAÑO EN 1 DIRECCIÓN (CORREDOR)

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	10,00	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura de losa h	18,00	cm
Altura efectiva de la losa $d = h - r - (db/2)$	15,00	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

	Apoyo B	tramo B-C	Apoyo C
Momento último (M_u) (Kg*m)	1128,91	524,46	1128,91
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,02655	0,01233	0,02655
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,02698	0,01242	0,02698
Área de acero longitudinal (A_s) $A_s = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y}$ (cm ²)	1,70	0,78	1,70
Armadura mínima ($A_s \text{ min}$) $A_s \text{ min} = 0,0015 * b * d$ (cm ²)	2,25	2,25	2,25
Armadura adoptada ($A_s \text{ adop.}$) (cm ²)	2,25	2,25	2,25
Espaciamiento de la armadura (e) $e = \frac{\text{Ancho de losa} * A_{barra}}{A_{s \text{ adop}}}$ (cm)	31,51	31,51	31,51
Espaciamiento máximo de las armaduras $e \text{ max}$ (cm)	$e \leq \begin{cases} 2 * h = 36,00 & (\text{cm}) \\ 450 \text{ mm} = 45,00 & (\text{cm}) \end{cases}$		
Espaciamiento adoptado ($e \text{ adop}$) (cm)	30,00	30,00	30,00
RESULTADOS:	Apoyo B	tramo B-C	Apoyo C
db (mm)	10,00	10,00	10,00
c (cm)	30,00	30,00	30,00

Analisis de cargas

Carga muerta por peso propio= $(0,18 * 2400) =$

Dg 436 (Kg/m²)

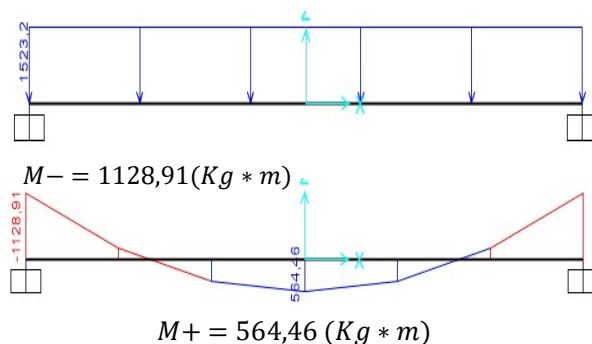
Carga muerta permanente= **Dp=306 (Kg/m²)**

Carga muerta D =736 (kg/m²)

Sobrecarga de servicio L=400 (kg/m²)

Carga última Wu= 1,2D +1,6L= 1523,2(kg/m²)

Momento maximo en apoyos y tramo





DISEÑO MANUAL LOSA MACIZA DE HORMIGÓN ARMADO

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	10,00	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura de losa h	18,00	cm
Altura efectiva de la losa $d = h - r - (db/2)$	15,00	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

Dirección Y – Y (Coordenadas locales dirección "la") FRANJA LATERALES

	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
Momento último (M_u) (Kg*m)	495,71	1487,13	1823,06	666,02	1823,06	1487,13	495,71
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,01166	0,03497	0,04287	0,01566	0,04287	0,03497	0,01166
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,01174	0,03572	0,04401	0,01581	0,04401	0,03572	0,01174
Área de acero longitudinal (A_s) $A_s = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y}$ (cm ²)	0,74	2,25	2,77	1,00	2,77	2,25	0,74
Armadura mínima ($A_s \min$) $A_s \min = 0,0015 * b * d$ (cm ²)	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Armadura adoptada ($A_s \text{ adop.}$) (cm ²)	2,25	2,25	2,77	2,25	2,77	2,25	2,25
Espaciamiento de la armadura (e) $e = \frac{\text{Ancho de losa} * A_{\text{barra}}}{A_{s \text{ adop.}}}$ (cm)	31,51	31,51	25,60	31,51	25,60	31,51	31,51
Espaciamiento máximo de las armaduras $e \max$ (cm)	$e \leq \begin{cases} 2 * h = 36,00 & (\text{cm}) \\ 450 \text{ mm} = 45,00 & (\text{cm}) \end{cases}$ $e \max = \boxed{36,00}$ (cm)						
Espaciamiento adoptado ($e \text{ adop.}$) (cm)	30,00	30,00	25,00	30,00	25,00	30,00	30,00
RESULTADOS:	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
db (mm)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
$c/$ (cm)	30,00	30,00	25,00	30,00	25,00	30,00	30,00



DISEÑO MANUAL LOSA MACIZA DE HORMIGÓN ARMADO

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	10,00	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura de losa h	18,00	cm
Altura efectiva de la losa $d = h - r - (db/2)$	15,00	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

Dirección Y – Y (Coordenadas locales dirección "la")
FRANJA CENTRAL

	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
Momento último (Mu) (Kg*m)	713,52	2140,55	2185,32	652,75	2185,32	2140,55	713,52
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,01678	0,05034	0,05139	0,01535	0,05139	0,05034	0,01678
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,01695	0,05193	0,05305	0,01549	0,05305	0,05193	0,01695
Área de acero longitudinal (As) $As = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y} \text{ (cm}^2\text{)}$	1,07	3,27	3,34	0,98	3,34	3,27	1,07
Armadura mínima (As min) $As \text{ min} = 0,0015 * b * d \text{ (cm}^2\text{)}$	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Armadura adoptada (As adop.) (cm ²)	2,25	3,27	3,34	2,25	3,34	3,27	2,25
Espaciamiento de la armadura (e) $e = \frac{\text{Ancho de losa} * A_{barra}}{As_{adop}} \text{ (cm)}$	31,51	21,68	21,23	31,51	21,23	21,68	31,51
Espaciamiento máximo de las armaduras $e \text{ max (cm)}$	$e \leq \begin{cases} 2 * h = 36,00 \text{ (cm)} \\ 450 \text{ mm} = 45,00 \text{ (cm)} \end{cases} \quad e \text{ max} = \boxed{36,00} \text{ (cm)}$						
Espaciamiento adoptado (e adop) (cm)	30,00	20,00	20,00	30,00	20,00	20,00	30,00
RESULTADOS:	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
$db \text{ (mm)}$	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
$c / \text{(cm)}$	30,00	20,00	20,00	30,00	20,00	20,00	30,00



ARMADURA POR RETRACCIÓN Y TEMPERATURA LOSA MACIZA

*ARMADURA POR RETRACCIÓN Y TEMPERATURA

EN PAÑOS DE LOSA CON ACERO DE REFUERZO EN UNA SOLA DIRECCIÓN

$$\rho = \frac{0,0018 * 420}{fy} = \frac{As}{b * d} \quad \frac{\text{Área del acero}}{\text{Área de la sección del hormigón}}$$

Referencia: NB 1225001-1 /Cap7 Subindice 7.12.2.1 / Pag.102

$$\rho = \frac{0,0018 * 420}{fy} = \frac{0,0018 * 4200}{5000} = 0,0015121$$

Datos:

b =	100,00	cm
d =	15,00	cm
fy =	5000,00	Kg/cm2

*Área de acero de la armadura A_s (cm²)

$$A_s = 0,0015121 * b * d = 2,27 \text{ cm}^2$$

*Espaciamiento de la armadura e (cm)

Longitud=	100,00	(cm)
(Análisis de Losa de 1,00 m. de ancho)		
Barra de acero usado:	db=	8,00 (mm)
Abarra=	50,30	(mm ²)

$$e \leq \begin{cases} 3h(\text{ de la losa}) = & 54,00 \text{ (cm)} \\ 300mm = & 30,00 \text{ (cm)} \end{cases}$$

Referencia: NB 1225001-1 /Cap.7 Subindice 17.12.2.1 / Pag.102

Espaciamiento Máximo $e_{\max} = 30,00$ (cm)

$$e = \frac{\text{Longitud} * A \text{ barra}}{A_s}$$

$$e = \frac{100(\text{cm}) * 0,503(\text{cm}^2)}{2,25(\text{cm}^2)} = 22,16 \text{ (cm)}$$

Espaciamiento adoptado: $e_{adop} = 20,00$ (cm)

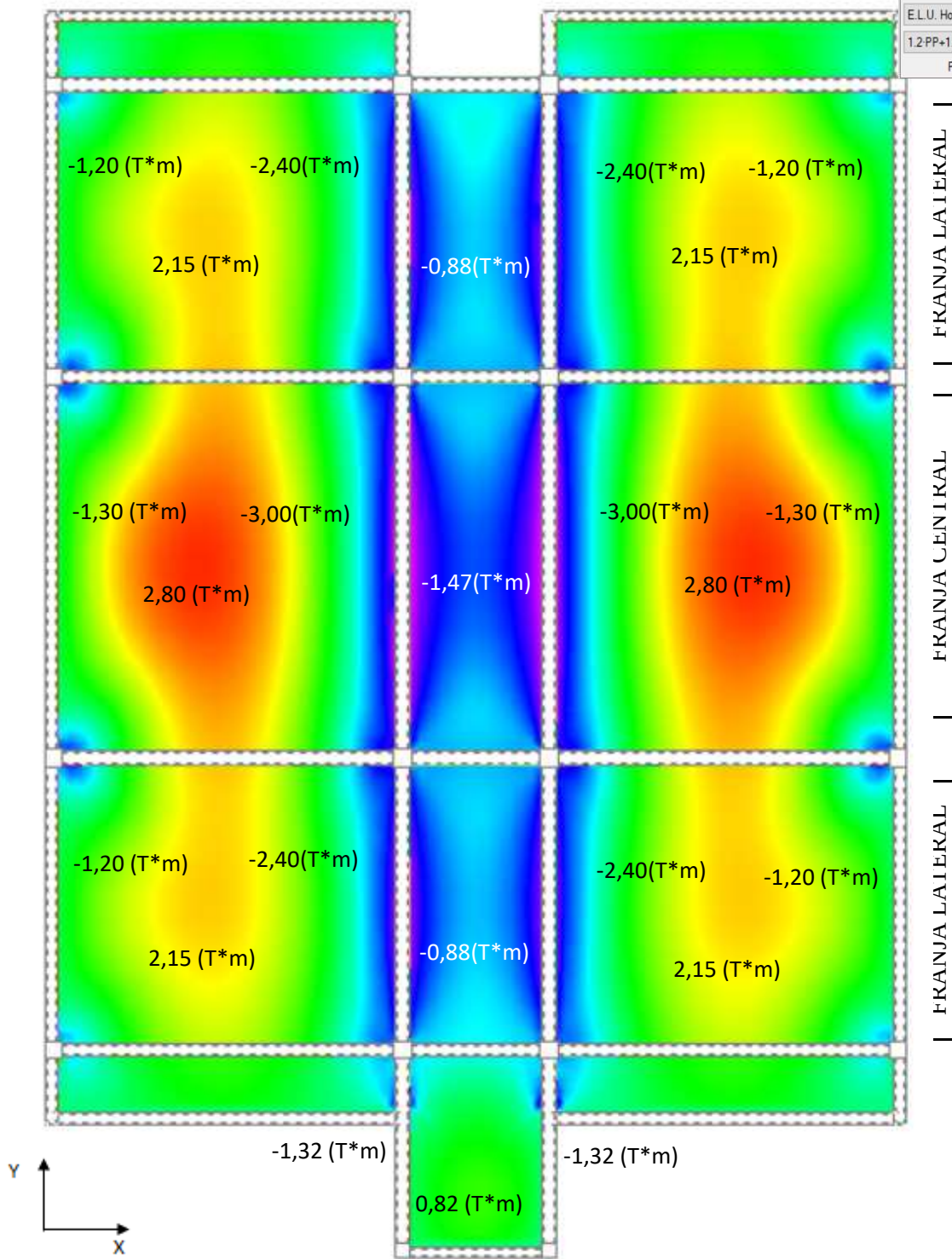
RESULTADO : db= 8 mm. c/ 20cm

Datos de barras de acero utilizadas

DIÁMETRO NOMINAL DE LA BARRA (mm)	SECCIÓN NOMINAL (mm ²)	PERÍMETRO NOMINAL (mm)	PESO NOMINAL (Kg/m)
6	28.3	18.8	0.222
8	50.3	25.1	0.395
9.5	70.9	29.8	0.560
12	113.0	37.7	0.888
16	201.0	50.3	1.578
20	314.0	62.8	2.466
25	491.0	78.5	3.853



ESFUERZOS DIRECCIÓN X-X (FRANJAS LATERALES Y CENTRAL)



Hipótesis y plantas

Esfuerzos

Momento X

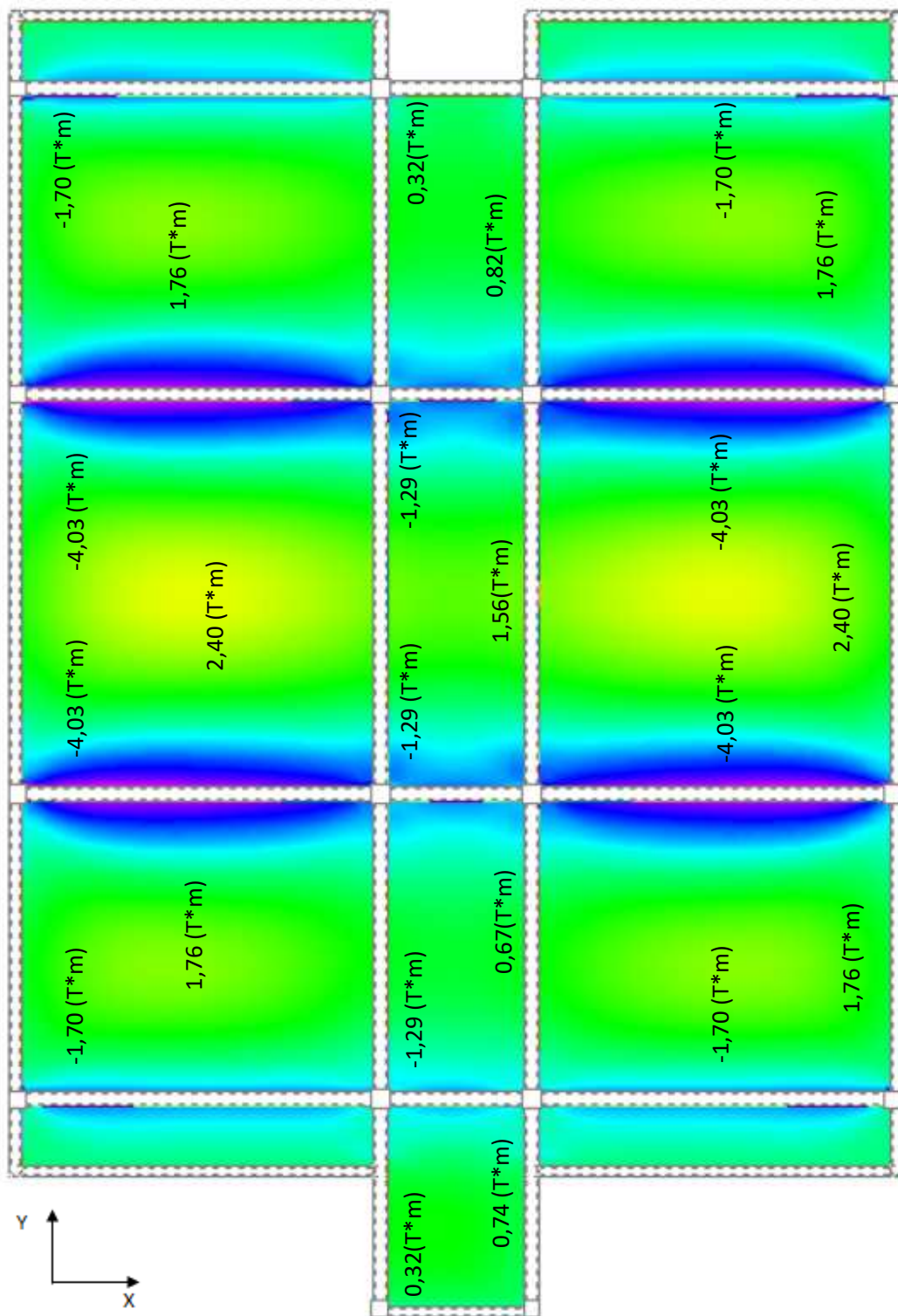
☐ Hipótesis ☒ Combinaciones

E.L.U. Homigón

1.2 PP+1.2 CM+1.6 Qa

Primer Piso (+3.00 m.)

ESFUERZOS DIRECCIÓN Y-Y (FRANJAS LATERALES Y CENTRAL)



FRANJA LATERAL	CENTRAL	FRANJA LATERAL
----------------	---------	----------------

Hipótesis y plantas

Esfuerzos

Momento Y

☐ Hipótesis ☒ Combinaciones

E.L.U. Hormigón

1.2 PP+1.2 CM+1.6 Qa

Primer Piso (+3.00 m.)





ACERO LONGITUDINAL CON ESFUERZOS DE SOFTWARE ESTRUCTURAL

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	10,00	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura de losa h	18,00	cm
Altura efectiva de la losa $d = h - r - (db/2)$	15,00	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

Dirección X – X
FRANJAS LATERALES

	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
Momento último (Mu) (Kg*m)	1200,00	2050,00	2400,00	880,00	2400,00	2050,00	1200,00
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,02822	0,04821	0,05644	0,02069	0,05644	0,04821	0,02822
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,02870	0,04966	0,05845	0,02095	0,05845	0,04966	0,02870
Área de acero longitudinal (As) $As = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y} \text{ (cm}^2\text{)}$	1,81	3,13	3,68	1,32	3,68	3,13	1,81
Armadura mínima (As min) $As_{min} = 0,0015 * b * d \text{ (cm}^2\text{)}$	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Armadura adoptada (As adop.) (cm ²)	2,25	3,13	3,68	2,25	3,68	3,13	2,25
Espaciamiento de la armadura (e) $e = \frac{\text{Ancho de losa} * A_{barra}}{As_{adop}} \text{ (cm)}$	31,51	22,65	19,27	31,51	19,27	22,65	31,51
Espaciamiento máximo de las armaduras $e_{max} \text{ (cm)} \quad e \leq \begin{cases} 2 * h = 36,00 \text{ (cm)} \\ 450 \text{ mm} = 45,00 \text{ (cm)} \end{cases}$	$e_{max} = \boxed{36,00} \text{ (cm)}$						
Espaciamiento adoptado (e adop.) (cm)	30,00	20,00	25,00	30,00	25,00	20,00	30,00
RESULTADOS ADOPTADOS:	Apoyo 1	Tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
$db \text{ (mm)}$	10,00	10,00	12,00	10,00	12,00	10,00	10,00
$c / (cm)$	30,00	20,00	25,00	30,00	25,00	20,00	30,00



ACERO LONGITUDINAL CON ESFUERZOS DE SOFTWARE ESTRUCTURAL

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	10,00	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura de losa h	18,00	cm
Altura efectiva de la losa $d = h - r - (db/2)$	15,00	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

Dirección X – X
FRANJA CENTRAL

	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
Momento último (Mu) (Kg*m)	1300,00	2800,00	3000,00	1470,00	3000,00	2800,00	1300,00
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,03057	0,06584	0,07055	0,03457	0,07055	0,06584	0,03057
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,03114	0,06861	0,07375	0,03530	0,07375	0,06861	0,03114
Área de acero longitudinal (As) $As = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y} \quad (\text{cm}^2)$	1,96	4,32	4,65	2,22	4,65	4,32	1,96
Armadura mínima (As min) $As \text{ min} = 0,0015 * b * d \quad (\text{cm}^2)$	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Armadura adoptada (As adop.) (cm ²)	2,25	4,32	4,65	2,25	4,65	4,32	2,25
Espaciamiento de la armadura (e) $e = \frac{\text{Ancho de losa} * A_{barra}}{As_{adop}} \quad (\text{cm})$	31,51	16,41	15,25	31,51	15,25	16,41	31,51
Espaciamiento máximo de las armaduras $e \text{ max} (\text{cm}) \quad e \leq \begin{cases} 2 * h = 36,00 & (\text{cm}) \\ 450 \text{ mm} = 45,00 & (\text{cm}) \end{cases}$	$e \text{ max} = \boxed{36,00} \quad (\text{cm})$						
Espaciamiento adoptado (e adop) (cm)	30,00	25,00	20,00	30,00	20,00	25,00	30,00
RESULTADOS ADOPTADOS:	Apoyo 1	Tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
$db \text{ (mm)}$	10,00	12,00	12,00	10,00	12,00	12,00	10,00
$c / (cm)$	30,00	25,00	20,00	30,00	20,00	25,00	30,00



ACERO LONGITUDINAL CON ESFUERZOS DE SOFTWARE ESTRUCTURAL

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	10,00	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura de losa h	18,00	cm
Altura efectiva de la losa $d = h - r - (db/2)$	15,00	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

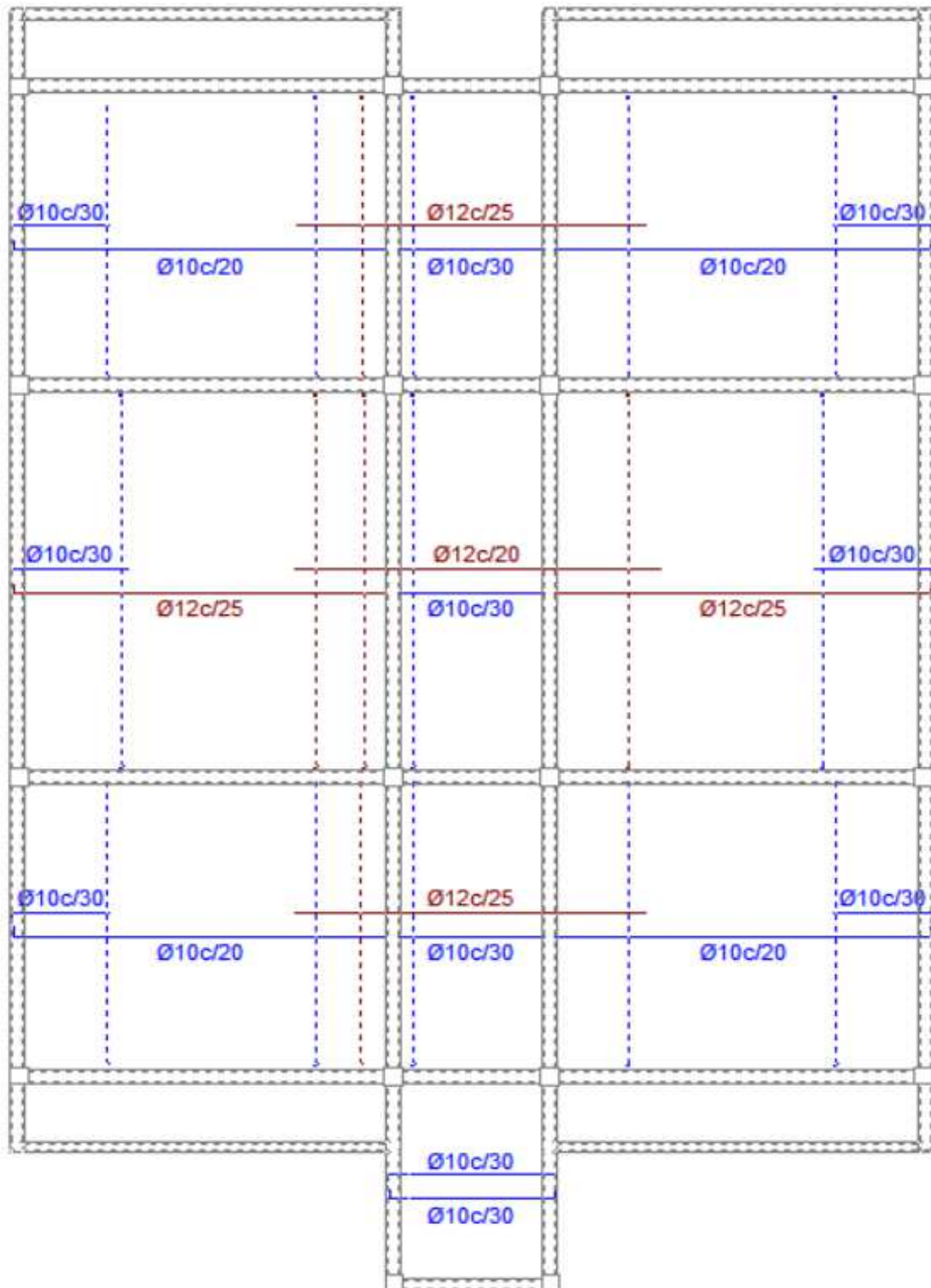
Dirección Y – Y
FRANJAS LATERALES

	Apoyo B	tramo B-C	Apoyo C	Tramo C-D	Apoyo D	Tramo D-E	Apoyo E
Momento último (Mu) (Kg*m)	1700,00	1760,00	4030,00	2400,00	4030,00	1760,00	1700,00
Momento reducido nominal (μn) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,03998	0,04139	0,09477	0,05644	0,09477	0,04139	0,03998
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,04097	0,04245	0,10074	0,05845	0,10074	0,04245	0,04097
Área de acero longitudinal (As) $As = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y} \quad (\text{cm}^2)$	2,58	2,67	6,35	3,68	6,35	2,67	2,58
Armadura mínima (As min) $As_{min} = 0,0015 * b * d \quad (\text{cm}^2)$	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Armadura adoptada (As adop.) (cm ²)	2,58	2,67	6,35	3,68	6,35	2,67	2,58
Espaciamiento de la armadura (e) $e = \frac{\text{Ancho de losa} * A_{barra}}{As_{adop}} \quad (\text{cm})$	27,48	26,55	11,17	19,27	11,17	26,55	27,48
Espaciamiento máximo de las armaduras $e_{max} \quad (\text{cm}) \quad e \leq \begin{cases} 2 * h = 36,00 \quad (\text{cm}) \\ 450 \text{ mm} = 45,00 \quad (\text{cm}) \end{cases}$	$e_{max} = \boxed{36,00} \quad (\text{cm})$						
Espaciamiento adoptado (e adop.) (cm)	30,00	25,00	15,00	30,00	15,00	25,00	30,00
RESULTADOS ADOPTADOS:	Apoyo B	Tramo B-C	Apoyo C	Tramo C-D	Apoyo D	Tramo D-E	Apoyo E
$db \quad (\text{mm})$	12,00	10,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
$c / (cm)$	30,00	25,00	15,00	30,00	15,00	25,00	30,00



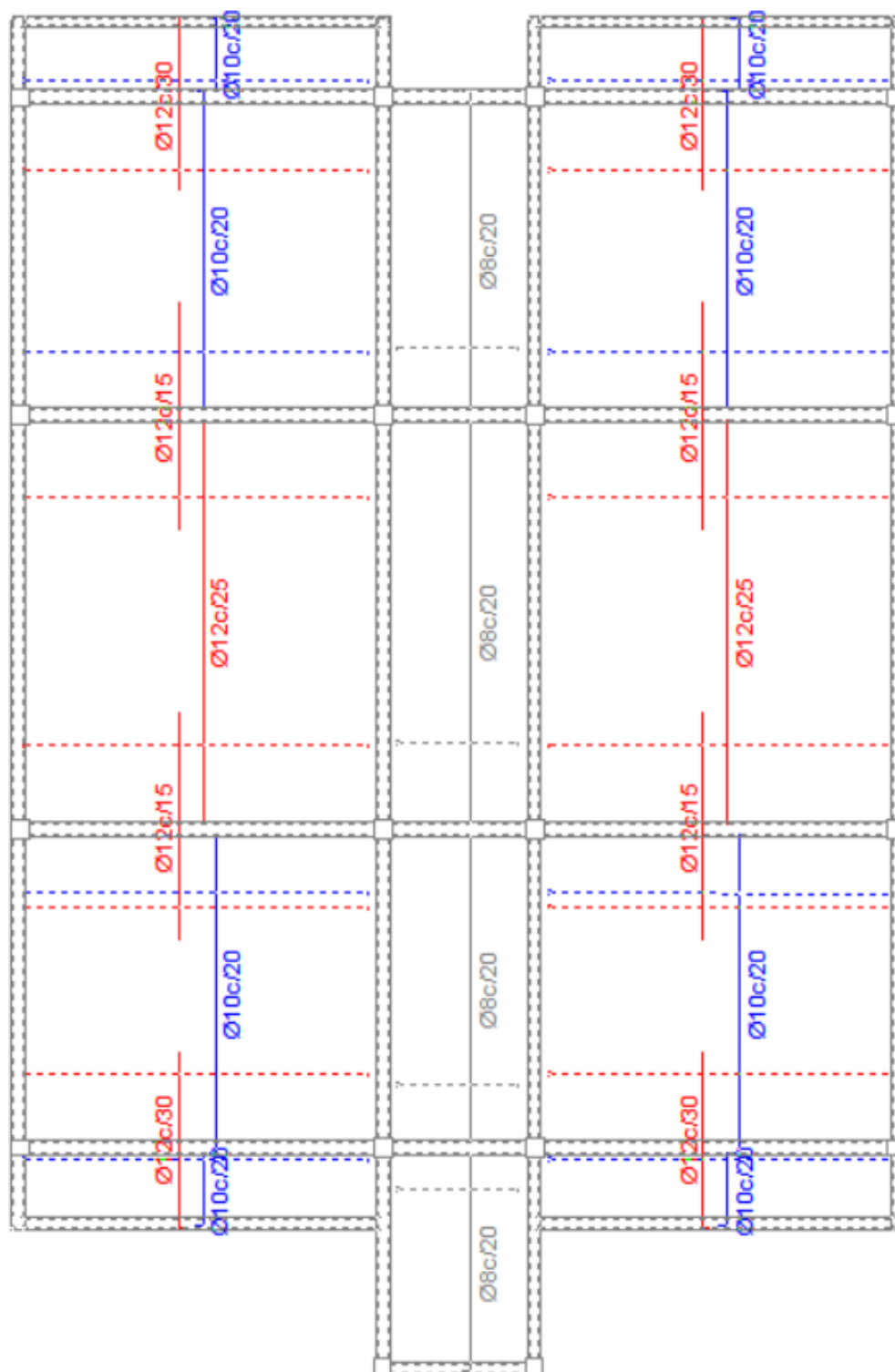
Teniendo en cuenta los resultados obtenidos mediante el diseño manual de la losa de entrepiso maciza y los resultados de la simulación de la estructura en un software de calculo estructural, se adoptan los siguientes aceros y espaciamientos obteniendo la armadura necesaria en la dirección X-X.

Las posiciones, cortes y tablas de acero de la armadura propuesta se detallan en los planos estructurales de la losa maciza.



Teniendo en cuenta los resultados obtenidos mediante el diseño manual de la losa de entepiso maciza y los resultados de la simulación de la estructura en un software de calculo estructural, se adoptan los siguientes aceros y espaciamientos obteniendo la armadura necesaria en la dirección Y-Y.

Las posiciones, cortes y tablas de acero de la armadura propuesta se detallan en los planos estructurales de la losa maciza.



DISEÑO LOSA ALIVIANADA

ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE COEFICIENTES

El método utiliza coeficientes para una variedad de condiciones de apoyo. Estos coeficientes están basados en un análisis elástico, pero consideran la redistribución inelástica de esfuerzos.

$$M_a = C_a * w * l_a^2$$

$$M_b = C_b * w * l_b^2$$

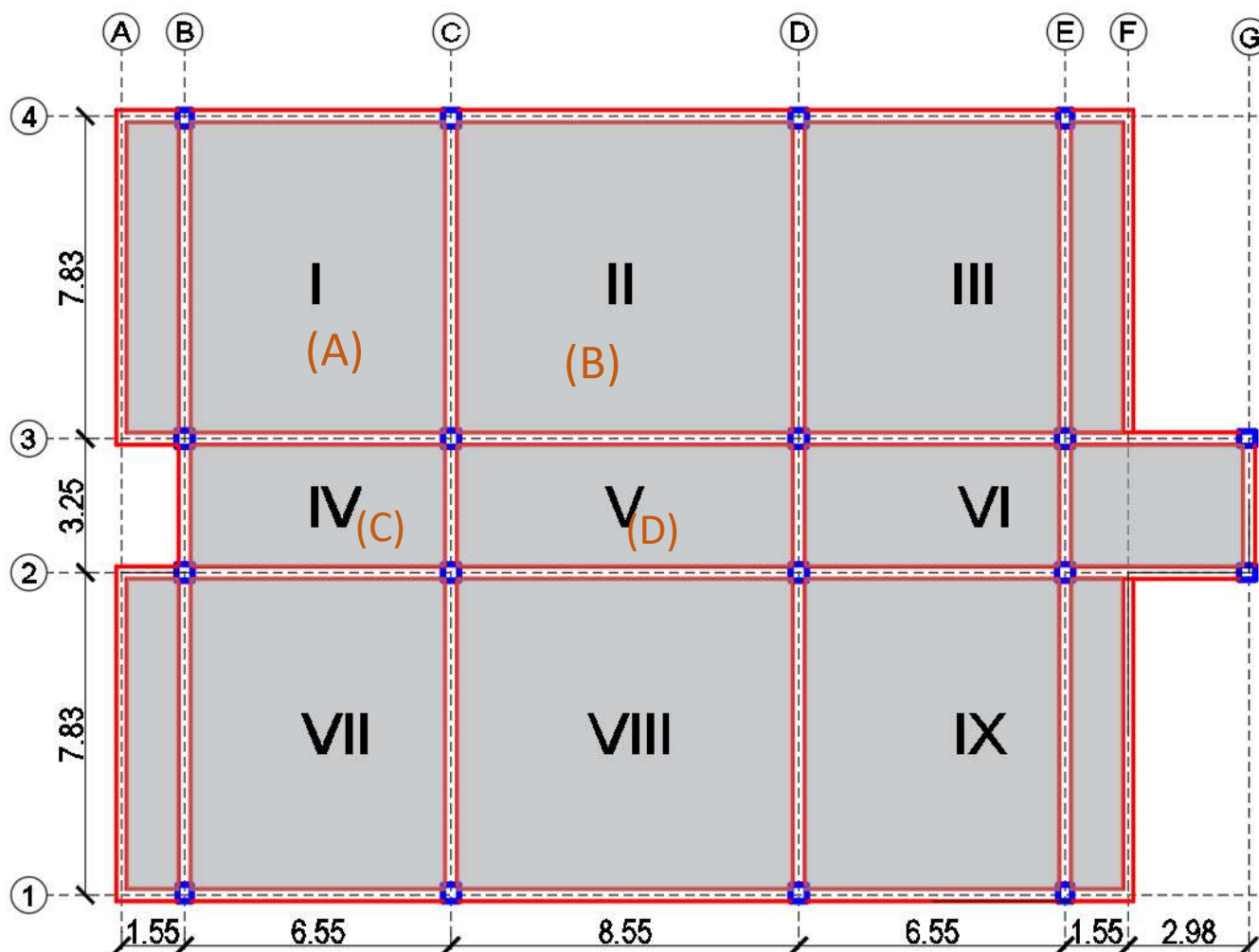
C_a y C_b = Coeficientes de momento para la dirección a y b respectivamente

$w = w_u$ = Carga uniformemente repartida ($Kg * m^2$)

l_a y l_b = Longitud de la luz libre en la dirección corta y larga respectivamente.

El análisis realizado es para un panel aislado simplemente apoyado en sus cuatro lados, pero en un sistema real de losa de piso se tienen muchos paneles con diferentes condiciones de apoyo, por lo que se debe considerar la condición de apoyo de cada uno de los lados del panel porque de acuerdo a esa condición los momentos positivos a medio tramo y los negativos en los apoyos continuos o empotrados pueden ser hallados.

En la siguiente figura se muestra el sistema de entrepiso de la estructura de este proyecto de grado que está compuesto por losas y vigas que coinciden con los ejes de las columnas. Los espacios delimitados por las vigas son llamados paneles y en el piso se pueden distinguir cuatro tipos de paneles que son identificados con las letras A (panel de esquina), B, C (paneles de borde) y D (panel interior).



En las siguientes tablas se presentan los coeficientes C_a y C_b para los momentos positivos, momentos negativos en paneles con distintas condiciones de apoyo en sus bordes.

Coeficientes para momentos negativos en losas										
Relación $m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 
1.00	$C_{a\ neg}$		0.045		0.050	0.075	0.071		0.033	0.061
	$C_{b\ neg}$		0.045	0.076	0.050		0.071	0.061	0.033	
0.95	$C_{a\ neg}$		0.050		0.055	0.079	0.075		0.038	0.065
	$C_{b\ neg}$		0.041	0.072	0.045		0.067	0.056	0.029	
0.90	$C_{a\ neg}$		0.055		0.060	0.080	0.079		0.043	0.068
	$C_{b\ neg}$		0.037	0.070	0.040		0.062	0.052	0.025	
0.85	$C_{a\ neg}$		0.060		0.066	0.082	0.083		0.049	0.072
	$C_{b\ neg}$		0.031	0.065	0.034		0.057	0.046	0.021	
0.80	$C_{a\ neg}$		0.065		0.071	0.083	0.086		0.055	0.075
	$C_{b\ neg}$		0.027	0.061	0.029		0.051	0.041	0.017	
0.75	$C_{a\ neg}$		0.069		0.076	0.085	0.088		0.061	0.078
	$C_{b\ neg}$		0.022	0.056	0.024		0.044	0.036	0.014	
0.70	$C_{a\ neg}$		0.074		0.081	0.086	0.091		0.068	0.081
	$C_{b\ neg}$		0.017	0.050	0.019		0.038	0.029	0.011	
0.65	$C_{a\ neg}$		0.077		0.085	0.087	0.093		0.074	0.083
	$C_{b\ neg}$		0.014	0.043	0.015		0.031	0.024	0.008	
0.60	$C_{a\ neg}$		0.081		0.089	0.088	0.095		0.080	0.085
	$C_{b\ neg}$		0.010	0.035	0.011		0.024	0.018	0.006	
0.55	$C_{a\ neg}$		0.084		0.092	0.089	0.096		0.085	0.086
	$C_{b\ neg}$		0.007	0.028	0.008		0.019	0.014	0.005	
0.50	$C_{a\ neg}$		0.086		0.094	0.090	0.097		0.089	0.088
	$C_{b\ neg}$		0.006	0.022	0.006		0.014	0.010	0.003	

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas										
Relación $m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$	Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 	
1.00	$C_{a\ D}$	0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{b\ D}$	0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{a\ D}$	0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{b\ D}$	0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{a\ D}$	0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{b\ D}$	0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{a\ D}$	0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{b\ D}$	0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{a\ D}$	0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{b\ D}$	0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{a\ D}$	0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{b\ D}$	0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{a\ D}$	0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{b\ D}$	0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{a\ D}$	0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{b\ D}$	0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{a\ D}$	0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{b\ D}$	0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{a\ D}$	0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{b\ D}$	0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{a\ D}$	0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{b\ D}$	0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas										
Relación $m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 
1.00	C_{aL}	0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	C_{bL}	0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	C_{aL}	0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	C_{bL}	0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	C_{aL}	0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	C_{bL}	0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	C_{aL}	0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	C_{bL}	0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	C_{aL}	0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	C_{bL}	0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	C_{aL}	0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	C_{bL}	0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	C_{aL}	0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	C_{bL}	0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	C_{aL}	0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	C_{bL}	0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	C_{aL}	0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	C_{bL}	0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	C_{aL}	0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	C_{bL}	0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	C_{aL}	0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	C_{bL}	0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

FUENTE: Carlos Córdova (2015) Diseño de estructuras de hormigón armado (3ra. Ed.)

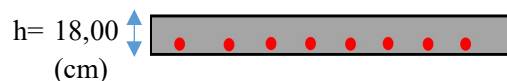


ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE COEFICIENTES

Para el desarrollo del cálculo manual de la losa de entrepiso tanto maciza como alivianada, se tendrá en cuenta la carga muerta (D) por peso propio y peso permanente, y la sobrecarga de servicio (L) correspondiente según el uso de los ambientes de la estructura. Ya que son las actuantes en este elemento estructural horizontal.

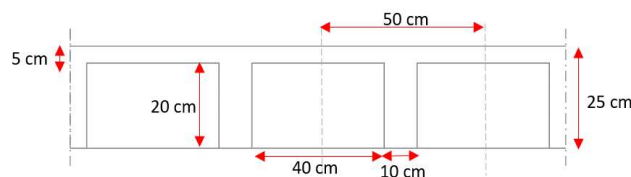
1.1 Carga por peso propio (Dg) - LOSA MACIZA

$$\text{Peso propio losa maciza de } H^{\circ}A^{\circ} = 2400 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,18(\text{m}) = \boxed{432,00} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$



1.2 Carga por peso de propio (Dg) - LOSA ALIVIANADA

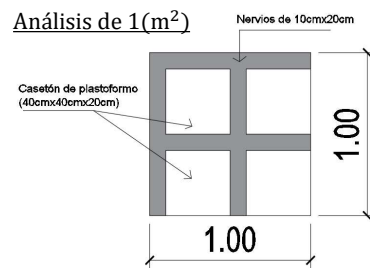
$$\text{Peso propio carpeta de compresión} = 2400 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,05(\text{m}) = \boxed{120,00} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$



$$\text{Peso propio nervios (Viguetas)} = 2400 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,10(\text{m}) * 0,20 * 3,60(\text{m}) = \boxed{172,80} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{Peso casetones de plastoformo (40x40x20)} = 10 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 0,40(\text{m}) * 0,40 * 0,20(\text{m}) = \boxed{0,32} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{Peso total losa aliviada } h = 25 \text{ cm (2 direcciones Casetonada)} = \boxed{293,12} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$



3. Sobrecarga de servicio (L)

TIPO DE SERVICIO	SOBRECARGA UNIFORME (kg/m²)	
Corredores planta alta	400,00	Paños: IV,V,VI
Aulas	300,00	Paños: I,I,III,VI,VII,IX

3. Carga muerta permanente (Dp)

Losa de Primer piso =	101,00	(Kg/m²)
Carga debida a muros=	205,00	(Kg/m²)

3. Carga última - Carga mayorada (Wu)

$$\text{Combinación de Carga} \\ U = 1,2 * D + 1,6 * L$$

	Losa Alivianada
	Losa Maciza

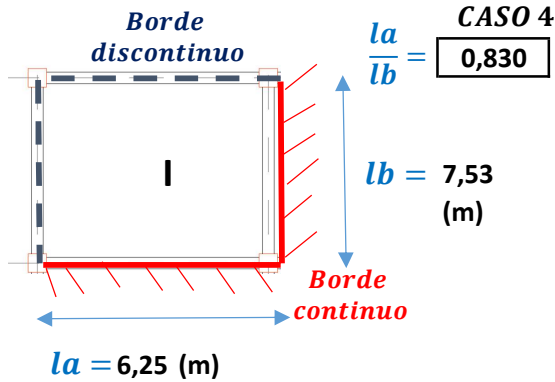
$$\text{Carga última (Wu)} = \begin{matrix} \boxed{1525,60} & \boxed{1358,94} \\ \boxed{1365,60} & \boxed{1198,94} \end{matrix} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{Carga última debido a carga muerta (W}_{UD}\text{)} = 1,2 * D = \begin{matrix} \boxed{885,60} & \boxed{718,94} \end{matrix} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{Carga última debido a carga viva (W}_{UL}\text{)} = 1,6 * L = \begin{matrix} \boxed{640,00} & \boxed{640,00} \\ \boxed{480,00} & \boxed{480,00} \end{matrix} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

DETERMINACIÓN DE MOMENTOS DE FLEXIÓN – LOSA ALIVIANADA

Tableros I, III, VII, IX



*** Momentos negativos en bordes continuos**

$$Ma_{neg} = -Ca * Wu * la^2$$

$$Mb_{neg} = -Cb * Wu * lb^2$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,066$$

$$Cb = 0,034$$

0,85

$$Ca = 0,071$$

$$Cb = 0,029$$

0,80

$$Ca = 0,0680$$

$$Cb = 0,0320$$

0,83

$$Wu = 1198,94 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uD} = 718,94 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uL} = 480,00 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$Ma_{neg} = -0,0680 * 1198,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 6,25^2 (\text{m}^2) = -3184,68 \text{ (kg*m)}$$

$$Mb_{neg} = -0,0320 * 1198,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 7,53^2 (\text{m}^2) = -2175,39 \text{ (kg*m)}$$

*** Momentos positivos por carga muerta**

$$Ma_{D(+)} = Ca * Wu_D * la^2 = 0,0372 * 718,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 6,25^2 (\text{m}^2) = 1044,71 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{D(+)} = Cb * Wu_D * lb^2 = 0,0178 * 718,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 7,53^2 (\text{m}^2) = 725,61 \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,036$$

$$Cb = 0,019$$

0,85

$$Ca = 0,039$$

$$Cb = 0,016$$

0,80

$$Ca = 0,0372$$

$$Cb = 0,0178$$

0,83

*** Momentos positivos por carga viva**

$$Ma_{L(+)} = Ca * Wu_L * la^2 = 0,0450 * 480,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 6,25^2 (\text{m}^2) = 843,75 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{L(+)} = Cb * Wu_L * lb^2 = 0,0218 * 480,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 7,53^2 (\text{m}^2) = 593,32 \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,043$$

$$Cb = 0,023$$

0,85

$$Ca = 0,048$$

$$Cb = 0,020$$

0,80

$$Ca = 0,0450$$

$$Cb = 0,0218$$

0,83

*** Momentos positivos TOTALES**

$$Ma_{(+)} = Ma_{L(+)} + Ma_{D(+)} = 1888,46 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{(+)} = Mb_{L(+)} + Mb_{D(+)} = 1318,93 \text{ (Kg*m)}$$

*** Momentos negativos en bordes discontinuos**

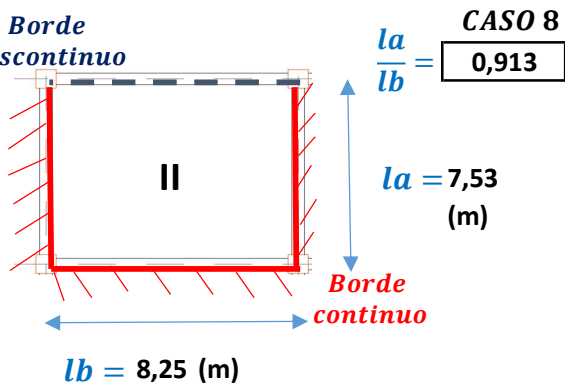
$$Ma_{(-)} = -\frac{Ma_{(+)}}{3} = -629,49 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{(-)} = -\frac{Mb_{(+)}}{3} = -439,64 \text{ (Kg*m)}$$

DETERMINACIÓN DE MOMENTOS DE FLEXIÓN – LOSA ALIVIANDA

Tableros II, VII

Borde discontinuo



* Momentos negativos en bordes continuos

$$Ma_{neg} = -Ca * Wu * la^2$$

$$Mb_{neg} = -Cb * Wu * lb^2$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,038$$

$$Cb = 0,056$$

0,95

$$Ca = 0,043$$

$$Cb = 0,052$$

0,90

$$Ca = 0,0417$$

$$Cb = 0,0530$$

0,913

$$Wu = 1198,94 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uD} = 718,94 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uL} = 480,00 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$Ma_{neg} = -0,0417 * 1198,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 7,53^2 (\text{m}^2) = -2834,81 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{neg} = -0,0530 * 1198,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 8,25^2 (\text{m}^2) = -4324,95 \text{ (Kg*m)}$$

* Momentos positivos por carga muerta

$$Ma_{D(+)} = Ca * Wu_D * la^2 = 0,0242 * 718,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 7,53^2 (\text{m}^2) = 986,50 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{D(+)} = Cb * Wu_D * lb^2 = 0,0195 * 718,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 8,25^2 (\text{m}^2) = 954,19 \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,022$$

$$Cb = 0,021$$

0,95

$$Ca = 0,025$$

$$Cb = 0,019$$

0,90

$$Ca = 0,0242$$

$$Cb = 0,0195$$

0,913

* Momentos positivos por carga viva

$$Ma_{L(+)} = Ca * Wu_L * la^2 = 0,0340 * 480,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 7,53^2 (\text{m}^2) = 925,36 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{L(+)} = Cb * Wu_L * lb^2 = 0,0248 * 480,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 8,25^2 (\text{m}^2) = 810,22 \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,031$$

$$Cb = 0,027$$

0,95

$$Ca = 0,035$$

$$Cb = 0,024$$

0,90

$$Ca = 0,0340$$

$$Cb = 0,0248$$

0,913

* Momentos positivos TOTALES

$$Ma_{(+)} = Ma_{L(+)} + Ma_{D(+)} = 1911,86 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{(+)} = Mb_{L(+)} + Mb_{D(+)} = 1764,41 \text{ (Kg*m)}$$

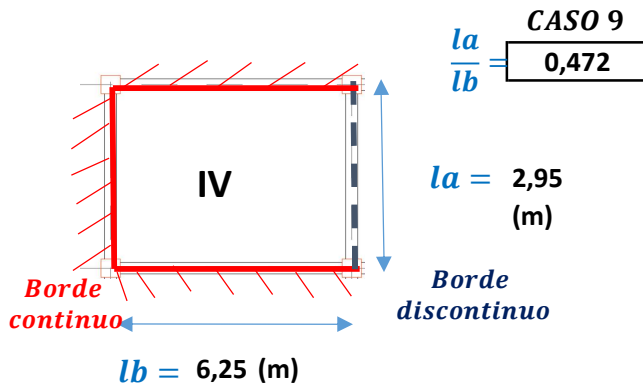
* Momentos negativos en bordes discontinuos

$$Ma_{(-)} = -\frac{Ma_{(+)}}{3} = -637,29 \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{(-)} = -\frac{Mb_{(+)}}{3} = -588,14 \text{ (Kg*m)}$$

DETERMINACIÓN DE MOMENTOS DE FLEXIÓN – LOSA ALIVIANADA

Tableros IV, VI



*** Momentos negativos en bordes continuos**

$$Ma_{neg} = -Ca * Wu * la^2$$

$$Mb_{neg} = -Cb * Wu * lb^2$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,088$$

$$Cb = 0,003$$

0,50

$$Ca = 0,088$$

$$Cb = 0,003$$

0,50

$$Ca = \mathbf{0,0880}$$

$$Cb = \mathbf{0,0030}$$

0,50

$$Wu = \boxed{1358,94} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uD} = \boxed{718,94} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uL} = \boxed{640,00} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$Ma_{neg} = -0,0880 * 1358,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 2,95^2 (\text{m}^2) = \mathbf{-1040,70} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{neg} = -0,0030 * 1358,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 6,25^2 (\text{m}^2) = \mathbf{-159,25} \text{ (Kg*m)}$$

*** Momentos positivos por carga muerta**

$$Ma_{D(+)} = Ca * Wu_D * la^2 = 0,0380 * 718,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 2,95^2 (\text{m}^2) = \mathbf{237,75} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{D(+)} = Cb * Wu_D * lb^2 = 0,0020 * 718,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 6,25^2 (\text{m}^2) = \mathbf{56,17} \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,038$$

$$Cb = 0,002$$

0,50

$$Ca = 0,038$$

$$Cb = 0,002$$

0,50

$$Ca = \mathbf{0,0380}$$

$$Cb = \mathbf{0,0020}$$

0,5

*** Momentos positivos por carga viva**

$$Ma_{L(+)} = Ca * Wu_L * la^2 = 0,0670 * 640,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 2,95^2 (\text{m}^2) = \mathbf{373,16} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{L(+)} = Cb * Wu_L * lb^2 = 0,0104 * 640,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * \text{m} \right) * 6,25^2 (\text{m}^2) = \mathbf{100,00} \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,067$$

$$Cb = 0,004$$

0,50

$$Ca = 0,067$$

$$Cb = 0,004$$

0,50

$$Ca = \mathbf{0,0670}$$

$$Cb = \mathbf{0,0040}$$

0,5

*** Momentos positivos TOTALES**

$$Ma_{(+)} = Ma_{L(+)} + Ma_{D(+)} = \mathbf{610,91} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{(+)} = Mb_{L(+)} + Mb_{D(+)} = \mathbf{156,17} \text{ (Kg*m)}$$

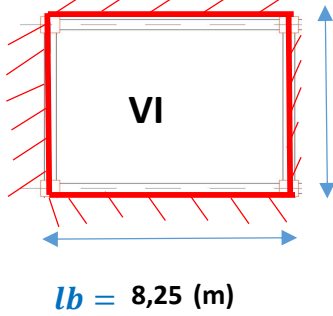
*** Momentos negativo en borde discontinuo**

$$Mb_{(-)} = -\frac{Mb_{(+)}}{3} = \mathbf{-52,06} \text{ (Kg*m)}$$

DETERMINACIÓN DE MOMENTOS DE FLEXIÓN – LOSA ALIVIANADA

Tablero V

Borde continuo



$$\frac{la}{lb} = \boxed{\text{CASO 2}} \\ \boxed{0,358}$$

*** Momentos negativos en bordes continuos**

$$Ma_{neg} = -Ca * Wu * la^2$$

$$Mb_{neg} = -Cb * Wu * lb^2$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,086$$

$$Cb = 0,006$$

0,50

$$Ca = 0,086$$

$$Cb = 0,006$$

0,50

$$Ca = 0,0860$$

$$Cb = 0,0060$$

0,5

$$Wu = \boxed{1358,94} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uD} = \boxed{718,94} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$W_{uL} = \boxed{640,00} \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$Ma_{neg} = -0,0860 * 1358,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * m \right) * 2,95^2 (\text{m}^2) = \boxed{-1017,05} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{neg} = -0,0060 * 1358,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * m \right) * 8,25^2 (\text{m}^2) = \boxed{-554,96} \text{ (Kg*m)}$$

*** Momentos positivos por carga muerta**

$$Ma_{D(+)} = Ca * Wu_D * la^2 = 0,0370 * 718,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * m \right) * 2,95^2 (\text{m}^2) = \boxed{231,49} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{D(+)} = Cb * Wu_D * lb^2 = 0,0020 * 718,94 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * m \right) * 8,25^2 (\text{m}^2) = \boxed{97,87} \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,037$$

$$Cb = 0,002$$

0,50

$$Ca = 0,037$$

$$Cb = 0,002$$

0,50

$$Ca = 0,0370$$

$$Cb = 0,0020$$

0,5

*** Momentos positivos por carga viva**

(Tabla 1.9)

$$Ma_{L(+)} = Ca * Wu_L * la^2 = 0,0660 * 640,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * m \right) * 2,95^2 (\text{m}^2) = \boxed{367,59} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{L(+)} = Cb * Wu_L * lb^2 = 0,0040 * 640,00 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * m \right) * 8,25^2 (\text{m}^2) = \boxed{174,24} \text{ (Kg*m)}$$

Coefficientes Ca-Cb

$$Ca = 0,066$$

$$Cb = 0,004$$

0,50

$$Ca = 0,066$$

$$Cb = 0,004$$

0,50

$$Ca = 0,0660$$

$$Cb = 0,0040$$

0,5

*** Momentos positivos TOTALES**

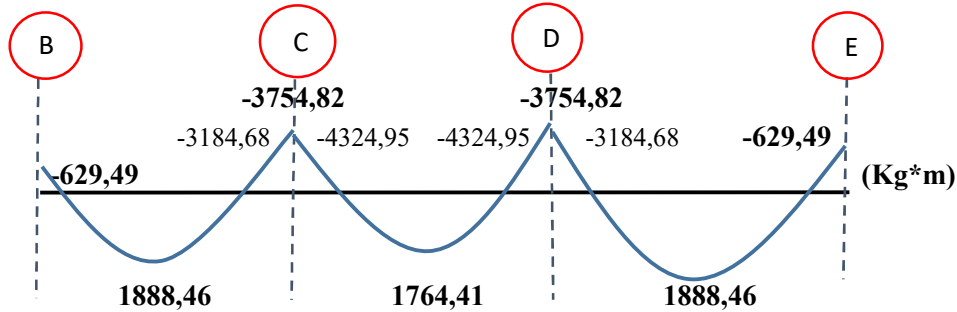
$$Ma_{(+)} = Ma_{L(+)} + Ma_{D(+)} = \boxed{599,08} \text{ (Kg*m)}$$

$$Mb_{(+)} = Mb_{L(+)} + Mb_{D(+)} = \boxed{272,11} \text{ (Kg*m)}$$

RESUMEN DE MOMENTOS OBTENIDOS MEDIANTE METODO DE LOS COEFICIENTES
LOSA ALIVIANADA

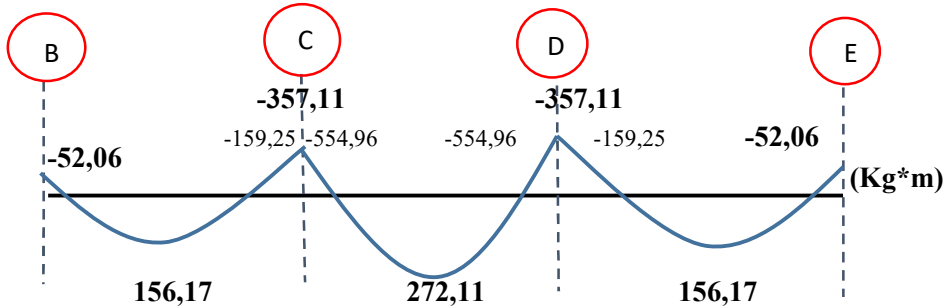
Dirección X – X (Coordenadas locales dirección "lb")

FRANJAS LATERALES



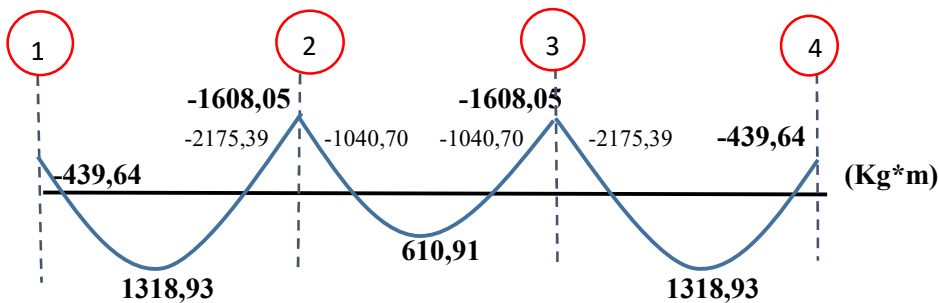
Dirección X – X (Coordenadas locales dirección "lb")

FRANJA CENTRAL



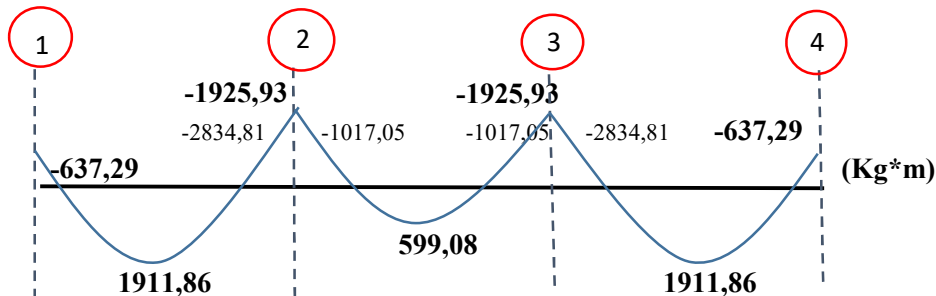
Dirección Y – Y (Coordenadas locales dirección "la")

FRANJAS LATERALES



Dirección Y – Y (Coordenadas locales dirección A)

FRANJA CENTRAL

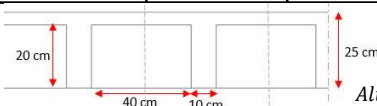




ACERO LONGITUDINAL CON ESFUERZOS DEL METODO DE COEFICIENTES

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	9,50	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura equivalente de losa $h_{equi.}$	18,06	cm
Altura efectiva de la losa equivalente $d = h-r-(db/2)$	15,09	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

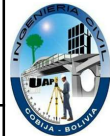
Dirección X – X (Coordenadas locales dirección "Ib")
FRANJAS LATERALES

	Apoyo B	tramo B-C	Apoyo C	Tramo C-D	Apoyo D	Tramo D-E	Apoyo E
Momento último (M_u) (Kg*m)	629,49	1888,46	3754,82	1764,41	3754,82	1888,46	629,49
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,01463	0,04388	0,08725	0,04100	0,08725	0,04388	0,01463
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,01476	0,04508	0,09226	0,04204	0,09226	0,04508	0,01476
Área de acero longitudinal (A_s) $A_s = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y}$ (cm ² /m)	0,94	2,86	5,85	2,66	5,85	2,86	0,94
Armadura mínima ($A_{s \min}$) $A_{s \min} = \frac{14}{f_y} * 2 * b_w * d$ (cm ² /m)	1,23						25,00 (cm)
							10,00 (cm)
							22,03 (cm)
Armadura adoptada ($A_{s \text{ adop.}}$) (cm ² /m)	1,23	2,86	5,85	2,66	5,85	2,86	1,23
Área de acero por nervio (A_{nervio}) $A_{\text{nervio}} = \frac{A_{s \text{ adopt}}}{2}$ (cm ²)	0,62	1,43	2,93	1,33	2,93	1,43	0,62

Configuraciones de acero disponibles para nervios de la losa >>>

1 db = 9,50 (mm)	0,709 (cm ²)	1 db = 12 (mm)	1,13 (cm ²)	1 db = 16 (mm)	2,01 (cm ²)
2 db = 9,50 (mm)	1,418 (cm ²)	2 db = 12 (mm)	2,26 (cm ²)	1 db = 20 (mm)	3,14 (cm ²)

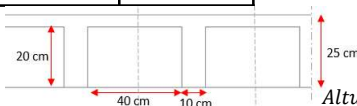
RESULTADOS	Apoyo B	tramo B-C	Apoyo C	Tramo C-D	Apoyo D	Tramo D-E	Apoyo E
Diámetro de barra db (mm):	10,00	12,00	16,00	10,00	16,00	12,00	10,00
Número de barras por nervio:	1	2	2	2	2	2	1



ACERO LONGITUDINAL DE PAÑO EN 1 DIRECCIÓN (CORREDOR)

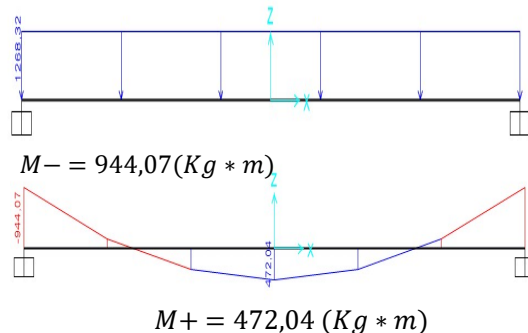
Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	9,50	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura equivalente de losa $h_{equi.}$	18,06	cm
Altura efectiva de la losa equivalente $d = h - r - (db/2)$	15,09	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

	Apoyo 2	tramo 2-3	Apoyo 3
Momento último (M_u) (Kg*m)	944,07	472,04	944,07
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,02194	0,01097	0,02194
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,02223	0,01104	0,02223
Área de acero longitudinal (A_s) $A_s = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y}$ (cm ² /m)	1,41	0,70	1,41
Armadura mínima ($A_{s \min}$) $A_{s \min} = \frac{14}{f_y} * 2 * bw * d$ (cm ² /m)	1,23		
Armadura adoptada ($A_{s \text{ adop.}}$) (cm ² /m)	1,41	1,23	1,41
Área de acero por nervio (A_{nervio}) $A_{\text{nervio}} = \frac{A_{s \text{ adopt}}}{2}$ (cm ²)	0,71	0,62	0,71



Altura de la vigueta (h) = 25,00 (cm)
Ancho del nervio (bw) = 10,00 (cm)
Altura efectiva de la vigueta (d) = 22,03 (cm)

Momento maximo en apoyos y tramo



Configuraciones de acero disponibles para nervios de la losa >>>

1 db = 9,50 (mm)	0,709 (cm ²)	1 db = 12 (mm)	1,13 (cm ²)
2 db = 9,50 (mm)	1,418 (cm ²)	2 db = 12 (mm)	2,26 (cm ²)

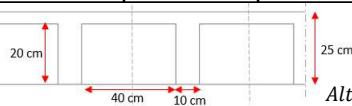
RESULTADOS	Apoyo 2	tramo 2-3	Apoyo 3
Diámetro de barra db (mm):	10,00	10,00	10,00
Número de barras por nervio:	1	1	1



ACERO LONGITUDINAL CON ESFUERZOS DEL METODO DE COEFICIENTES

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	9,50	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura equivalente de losa h_{equi}	18,06	cm
Altura efectiva de la losa equivalente $d = h - r - (db/2)$	15,09	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

Dirección Y – Y (Coordenadas locales dirección "la")
FRANJAS LATERALES

	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
Momento último (Mu) (Kg*m)	439,64	1318,93	1608,05	610,91	1608,05	1318,93	439,64
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,01022	0,03065	0,03736	0,01420	0,03736	0,03065	0,01022
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,01028	0,03122	0,03822	0,01432	0,03822	0,03122	0,01028
Área de acero longitudinal (As) $As = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y} \text{ (cm}^2\text{/m)}$	0,65	1,98	2,42	0,91	2,42	1,98	0,65
Armadura mínima (As min) $As_{min} = \frac{14}{f_y} * 2 * bw * d \text{ (cm}^2\text{/m)}$	1,23					Altura de la vigaeta (h) = 25,00 (cm) Ancho del nervio (bw) = 10,00 (cm) Altura efectiva de la vigaeta (d) = 22,03 (cm)	
Armadura adoptada (As adop.) (cm ² /m)	1,23	1,98	2,42	1,23	2,42	1,98	1,23
Área de acero por nervio (A nervio) $A_{nervio} = \frac{As_{adop}}{2} \text{ (cm}^2\text{)}$	0,62	0,99	1,21	0,62	1,21	0,99	0,62

Configuraciones de acero disponibles para nervios de la losa >>>

1 db = 9,50 (mm)	0,709 (cm ²)	1 db = 12 (mm)	1,13 (cm ²)	1 db = 16 (mm)	2,01 (cm ²)
2 db = 9,50 (mm)	1,418 (cm ²)	2 db = 12 (mm)	2,26 (cm ²)	1 db = 20 (mm)	3,14 (cm ²)

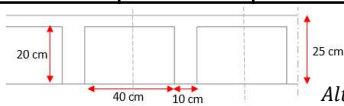
RESULTADOS	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
Diámetro de barra db (mm):	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Número de barras por nervio:	1	2	2	1	2	2	1



ACERO LONGITUDINAL CON ESFUERZOS DEL METODO DE COEFICIENTES

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	9,50	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura equivalente de losa $h_{equi.}$	18,06	cm
Altura efectiva de la losa equivalente $d = h - r - (db/2)$	15,09	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

Dirección Y – Y (Coordenadas locales dirección "la")
FRANJA CENTRAL

	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
Momento último (M_u) (Kg*m)	637,29	1911,86	1925,93	599,08	1925,93	1911,86	637,29
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,01481	0,04442	0,04475	0,01392	0,04475	0,04442	0,01481
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,01494	0,04565	0,04599	0,01404	0,04599	0,04565	0,01494
Área de acero longitudinal (A_s) $A_s = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y}$ (cm ² /m)	0,95	2,89	2,91	0,89	2,91	2,89	0,95
Armadura mínima ($A_s \min$) $A_s \min = \frac{14}{f_y} * 2 * b_w * d$ (cm ² /m)	1,23	 Altura de la vigueta (h) = 25,00 (cm) Ancho del nervio (b_w) = 10,00 (cm) Altura efectiva de la vigueta (d) = 22,03 (cm)					1,23
Armadura adoptada ($A_s \text{ adop.}$) (cm ² /m)	1,23	2,89	2,91	1,23	2,91	2,89	1,23
Área de acero por nervio (A_{nervio}) $A_{nervio} = \frac{A_s \text{ adopt}}{2}$ (cm ²)	0,62	1,45	1,46	0,62	1,46	1,45	0,62

Configuraciones de acero disponibles para nervios de la losa >>>

1 db = 9,50 (mm)	0,709 (cm ²)	1 db = 12 (mm)	1,13 (cm ²)	1 db = 16 (mm)	2,01 (cm ²)
2 db = 9,50 (mm)	1,418 (cm ²)	2 db = 12 (mm)	2,26 (cm ²)	1 db = 20 (mm)	3,14 (cm ²)

RESULTADOS	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
Diametro de barra db (mm):	10,00	12,00	12,00	10,00	12,00	12,00	10,00
Número de barras por nervio:	1	2	2	1	2	2	1



ARMADURA POR RETRACCIÓN Y TEMPERATURA LOSA EN 2 DIRECCIONES

*ARMADURA POR RETRACCIÓN Y TEMPERATURA

$$\rho = \frac{0,0018 * 420}{fy} = \frac{As}{b * d} \quad \frac{\text{Área del acero}}{\text{Área de la sección del hormigón}}$$

Referencia: NB 1225001-1 /Cap7 Subindice 7.12.2.1 / Pag.102

$$\rho = \frac{0,0018 * 420}{fy} = \frac{0,0018 * 4200}{5000} = 0,0015121$$

Datos:

b =	100,00	cm
d =	15,09	cm
fy =	5000,00	Kg/cm ²

*Área de acero de la armadura A_s (cm²)

$$A_s = 0,0015121 * b * d = 2,28 \text{ cm}^2$$

*Espaciamiento de la armadura e (cm)

Longitud=	100,00	(cm)
(Análisis de Losa de 1,00 m. de ancho)		
Barra de acero usado:	db=	6,00 (mm)
	Abarra=	0,283 (mm ²)

$$e \leq \begin{cases} 3h(\text{ de la losa}) = & 54,00 \text{ (cm)} \\ 300\text{mm} = & 30,00 \text{ (cm)} \end{cases}$$

Referencia: NB 1225001-1 /Cap.7 Subindice 17.12.2.1 / Pag.102

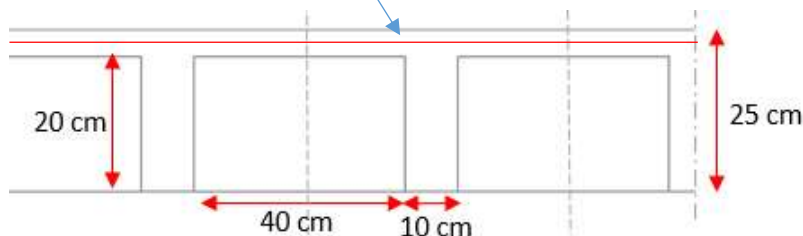
Espaciamiento Máximo $e_{\max} = 30,00$ (cm)

$$e = \frac{\text{Longitud} * A \text{ barra}}{A_s}$$

$$e = \frac{100(\text{cm}) * 0,283(\text{cm}^2)}{(2,28/2)(\text{cm}^2)} = 24,82 \text{ (cm)}$$

Espaciamiento adoptado: $e_{\text{adop}} = 25,00$ (cm)

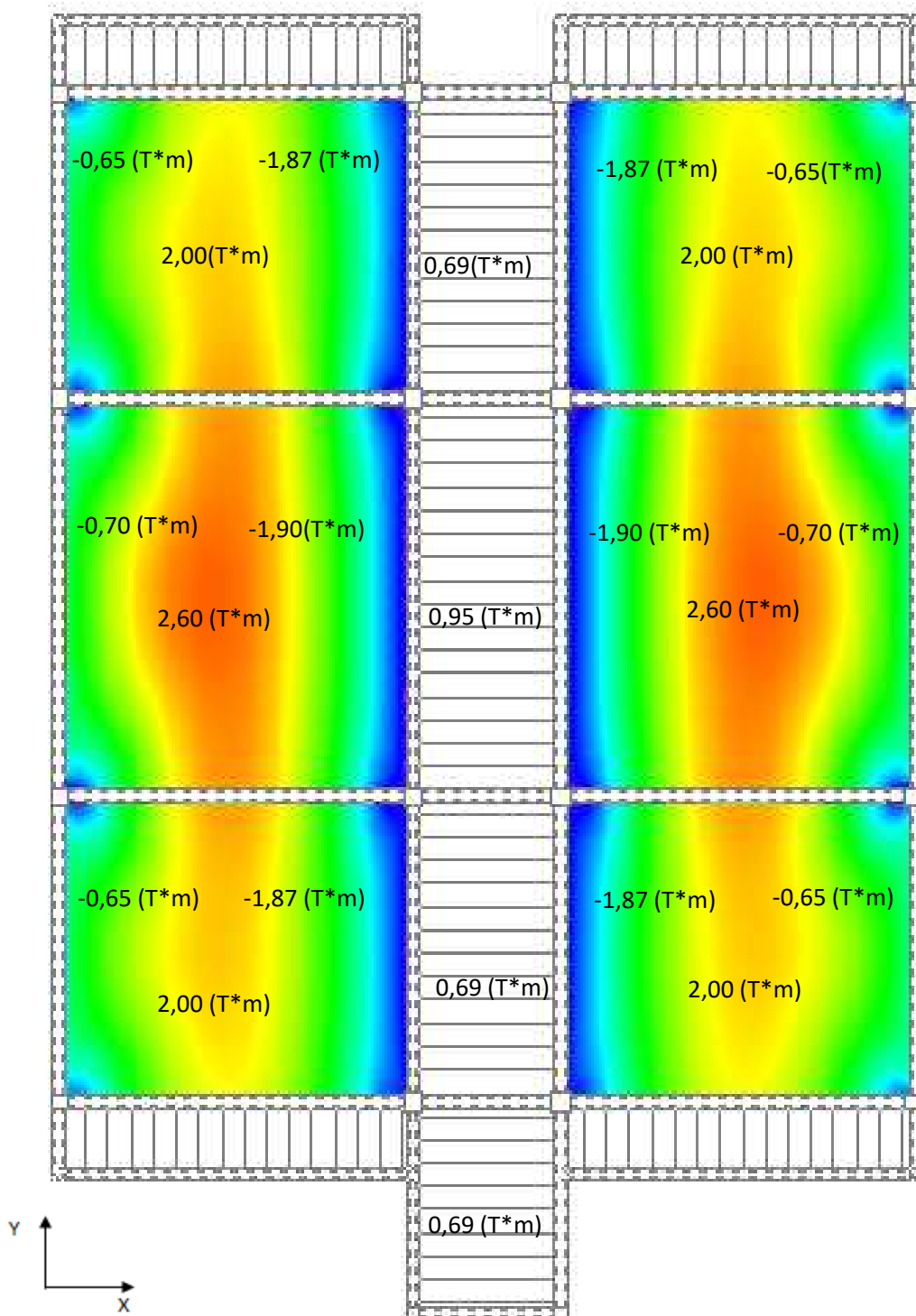
RESULTADO : db= 6 mm. c/ 25cm



Datos de barras de acero utilizadas

DIÁMETRO NOMINAL DE LA BARRA (mm)	SECCIÓN NOMINAL (mm ²)	PERÍMETRO NOMINAL (mm)	PESO NOMINAL (Kg/m)
6	28.3	18.8	0.222
8	50.3	25.1	0.395
9.5	70.9	29.8	0.560
12	113.0	37.7	0.888
16	201.0	50.3	1.578
20	314.0	62.8	2.466
25	491.0	78.5	3.853

ESFUERZOS DIRECCIÓN X-X (FRANJAS LATERALES Y CENTRAL)



Hipótesis y plantas

Esfuerzos

Momento X

☐ Hipótesis ☒ Combinaciones

E.L.U. Hormigón

1.2 PP+1.2 CM+1.6 Qa

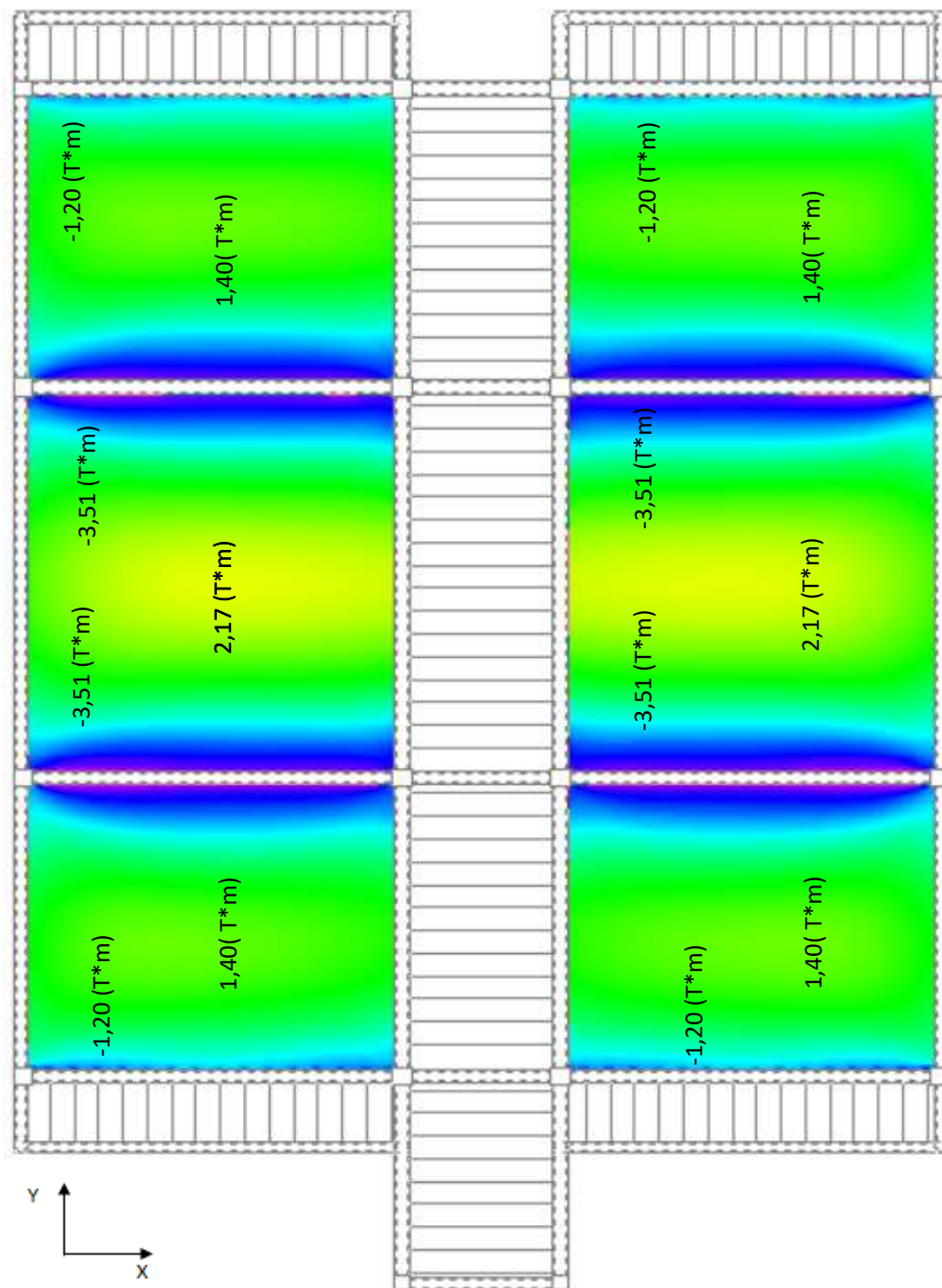
Primer Piso (+3.00 m.)

FRANJA LATERAL

FRANJA CENTRAL

FRANJA LATERAL

ESFUERZOS DIRECCIÓN Y-Y (FRANJAS LATERALES Y CENTRAL)



FRANJA LATERAL

FRANJA CENTRAL

FRANJA LATERAL

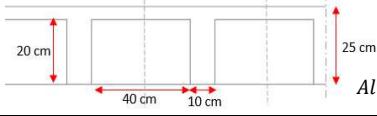




ACERO LONGITUDINAL CON ESFUERZOS DE SOFTWARE ESTRUCTURAL

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	9,50	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura equivalente de losa h_{equi}	18,06	cm
Altura efectiva de la losa equivalente $d = h - r - (db/2)$	15,09	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

Dirección X – X
FRANJAS LATERALES

	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
Momento último (M_u) (Kg*m)	650,00	2000,00	1870,00	690,00	1870,00	2000,00	650,00
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,01510	0,04647	0,04345	0,01603	0,04345	0,04647	0,01510
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,01524	0,04781	0,04462	0,01618	0,04462	0,04781	0,01524
Área de acero longitudinal (A_s) $A_s = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y} \text{ (cm}^2\text{/m)}$	0,97	3,03	2,83	1,03	2,83	3,03	0,97
Armadura mínima ($A_{s \min}$) $A_{s \min} = \frac{14}{f_y} * 2 * b_w * d \text{ (cm}^2\text{/m)}$	1,23						25,00 (cm) 10,00 (cm) 22,03 (cm)
Armadura adoptada ($A_{s \text{ adop.}}$) (cm ² /m)	1,23	3,03	2,83	1,23	2,83	3,03	1,23
Área de acero por nervio (A_{nervio}) $A_{\text{nervio}} = \frac{A_{s \text{ adopt}}}{2} \text{ (cm}^2\text{)}$	0,62	1,52	1,42	0,62	1,42	1,52	0,62

Configuraciones de acero disponibles para nervios de la losa >>>

1 db = 9,50 (mm)	0,709	(cm ²)	1 db = 12 (mm)	1,13	(cm ²)	1 db = 16 (mm)	2,01	(cm ²)
2 db = 9,50 (mm)	1,418	(cm ²)	2 db = 12 (mm)	2,26	(cm ²)	1 db = 20 (mm)	3,14	(cm ²)

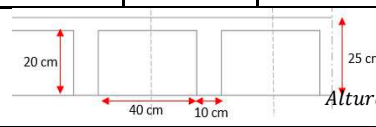
RESULTADOS	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
Diámetro de barra db (mm):	10,00	12,00	10,00	10,00	10,00	12,00	10,00
Número de barras por nervio:	1	2	2	1	2	2	1



ACERO LONGITUDINAL CON ESFUERZOS DE SOFTWARE ESTRUCTURAL

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	9,50	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura equivalente de losa h_{equi}	18,06	cm
Altura efectiva de la losa equivalente $d = h - r - (db/2)$	15,09	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

Dirección X – X
FRANJA CENTRAL

	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
Momento último (M_u) (Kg*m)	700,00	2600,00	1900,00	950,00	1900,00	2600,00	700,00
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,01627	0,06041	0,04415	0,02207	0,04415	0,06041	0,01627
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,01643	0,06272	0,04536	0,02236	0,04536	0,06272	0,01643
Área de acero longitudinal (A_s) $A_s = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y}$ (cm ² /m)	1,04	3,98	2,87	1,42	2,87	3,98	1,04
Armadura mínima ($A_{s \min}$) $A_{s \min} = \frac{14}{f_y} * 2 * b_w * d$ (cm ² /m)	1,23						25,00 (cm)
							10,00 (cm)
							22,03 (cm)
Armadura adoptada ($A_{s \text{ adop.}}$) (cm ² /m)	1,23	3,98	2,87	1,42	2,87	3,98	1,23
Área de acero por nervio (A_{nervio}) $A_{\text{nervio}} = \frac{A_{s \text{ adopt}}}{2}$ (cm ²)	0,62	1,99	1,44	0,71	1,44	1,99	0,62

Configuraciones de acero disponibles para nervios de la losa >>>

1 db = 9,50 (mm)	0,709 (cm ²)	1 db = 12 (mm)	1,13 (cm ²)	1 db = 16 (mm)	2,01 (cm ²)
2 db = 9,50 (mm)	1,418 (cm ²)	2 db = 12 (mm)	2,26 (cm ²)	1 db = 20 (mm)	3,14 (cm ²)

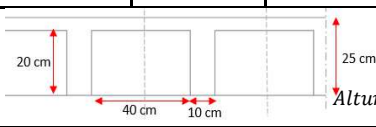
RESULTADOS	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2	Tramo 2-3	Apoyo 3	Tramo 3-4	Apoyo 4
Diametro de barra db (mm):	10,00	12,00	12,00	10,00	12,00	12,00	10,00
Número de barras por nervio:	1	2	2	1	2	2	1



ACERO LONGITUDINAL CON ESFUERZOS DE SOFTWARE ESTRUCTURAL

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	9,50	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura equivalente de losa h_{equi}	18,06	cm
Altura efectiva de la losa equivalente $d = h - r - (db/2)$	15,09	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Área de la barra de armadura principal (Abarra)	0,709	cm ²

Dirección Y – Y
FRANJAS LATERALES

	Apoyo B	tramo B-C	Apoyo C	Tramo C-D	Apoyo D	Tramo D-E	Apoyo E
Momento último (M_u) (Kg*m)	1200,00	1400,00	3510,00	2170,00	3510,00	1400,00	1200,00
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,02788	0,03253	0,08156	0,05042	0,08156	0,03253	0,02788
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,02835	0,03318	0,08590	0,05201	0,08590	0,03318	0,02835
Área de acero longitudinal (A_s) $A_s = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y}$ (cm ² /m)	1,80	2,10	5,44	3,30	5,44	2,10	1,80
Armadura mínima ($A_{s \min}$) $A_{s \min} = \frac{14}{f_y} * 2 * b_w * d$ (cm ² /m)	1,23						25,00 (cm)
							10,00 (cm)
							22,03 (cm)
Armadura adoptada ($A_{s \text{ adop.}}$) (cm ² /m)	1,80	2,10	5,44	3,30	5,44	2,10	1,80
Área de acero por nervio (A_{nervio}) $A_{\text{nervio}} = \frac{A_{s \text{ adopt}}}{2}$ (cm ²)	0,90	1,05	2,72	1,65	2,72	1,05	0,90

Configuraciones de acero disponibles para nervios de la losa >>>

1 db = 9,50(mm)	0,709	(cm ²)	1 db = 12 (mm)	1,13	(cm ²)	1 db = 16(mm)	2,01	(cm ²)
2 db = 9,50 (mm)	1,418	(cm ²)	2 db = 12 (mm)	2,26	(cm ²)	1db = 20 (mm)	3,14	(cm ²)

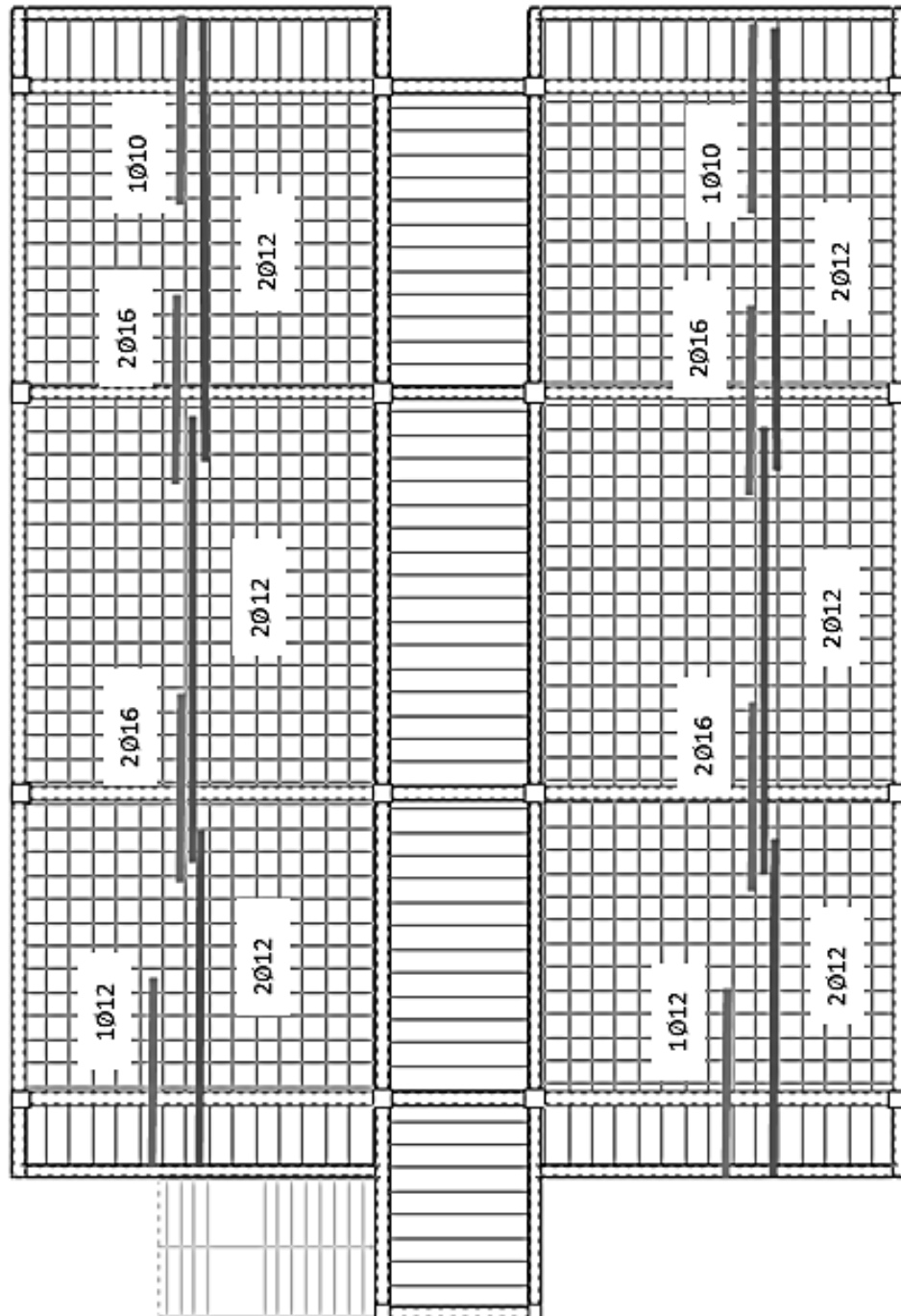
RESULTADOS	Apoyo B	tramo B-C	Apoyo C	Tramo C-D	Apoyo D	Tramo D-E	Apoyo E
Diametro de barra db (mm):	12,00	10,00	16,00	12,00	16,00	10,00	12,00
Número de barras por nervio:	1	2	2	2	2	2	1



ARMADURA ADOPTADA DIRECCIÓN Y-Y

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos mediante el diseño manual de la losa de entrepiso alivianada y los resultados de la simulación de la estructura en un software de calculo estructural, se adoptan los siguientes aceros obteniendo la armadura necesaria en la dirección Y-Y.

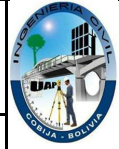
Las posiciones, cortes y tablas de acero de la armadura propuesta se detallan en los planos estructurales de la losa alivianada.



DISEÑO COLUMNA DE H°A°



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DISEÑO MANUAL COLUMNA DE H°A°



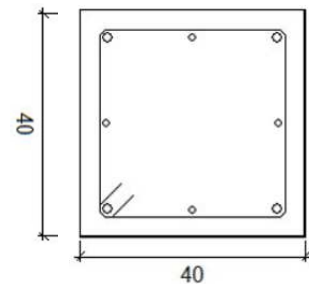
A. DATOS DE DISEÑO

SECCIÓN TRANSVERSAL

Base, $b = 40,00$ (cm)
Altura, $h = 40,00$ (cm)
Area Bruta, $A_g = 1600,00$ (cm²)

MATERIALES

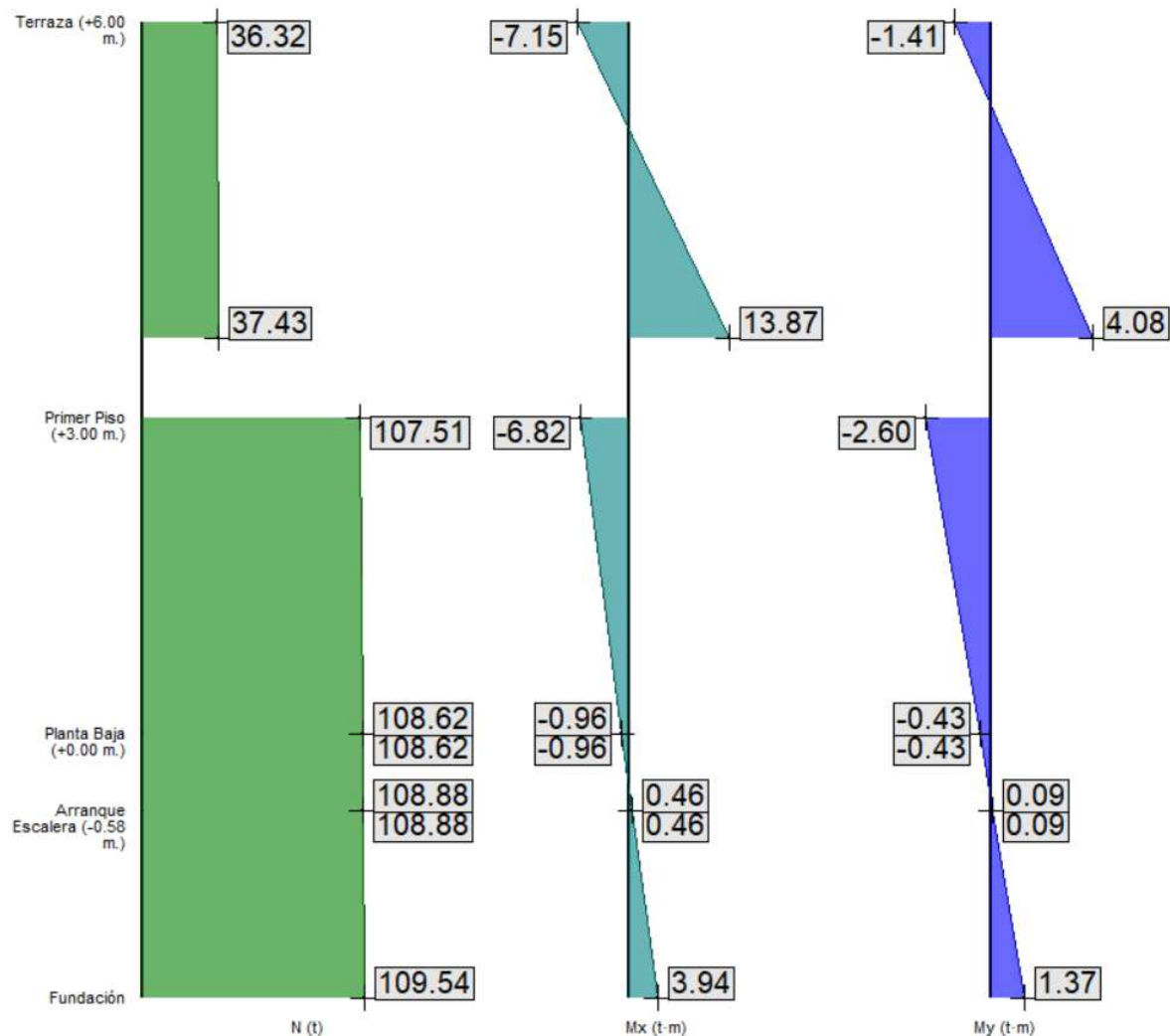
Hormigón: Peso normal
 $f'_c = 210,00$ (Kg/cm²)
Acero, $f_y = 5000,00$ (Kg/cm²)
Recubrimiento, $r = 3,00$ (cm)



ESFUERZOS ÚLTIMOS OBTENIDOS

Combinaciones
1.2 PP+1.2 CM+1.6 Qa+0.5 CL

COLUMNA C10



ENTONCES: $\phi P_n, max = P_u = 109,54$ (ton) = 109540 (Kg)



DISEÑO MANUAL COLUMNA DE H°A°

CON LOS DATOS ANTERIORMENTE PLANTEADOS SE CALCULA EL ÁREA NECESARIA DE ACERO LONGITUDINAL PARA LA COLUMNA CON LA FORMULA DE MÁXIMA COMPRESIÓN AXIAL QUE NOS PRESENTA LA NB 1225001-1.

$$\phi P_{n, max} = 0,80 * \phi [0,85 * f'c (A_g - A_{st}) + f_y * A_{st}]$$

$$\phi P_{n, max} = P_u = 109540 (Kg)$$

$$109540 (Kg) = 0,80 * \phi [0,85 * f'c (A_g - A_{st}) + f_y * A_{st}]$$

Reemplazando:

$$109540 (Kg) = 0,80 * 0,65 \left[0,85 * 210 \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) [1600 (cm^2) - A_{st}] + 5000 \left(\frac{kg}{cm^2} \right) * A_{st} \right]$$

Despejando A_{st} :

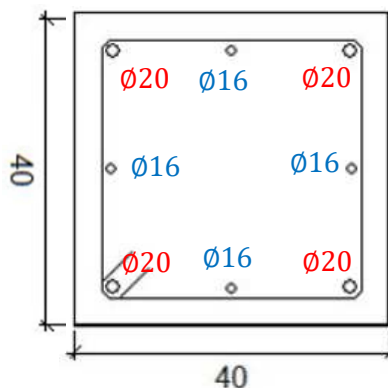
$$A_{st} = 15,54 (cm^2)$$

El area mínima de acero según la NB 1225001-1 es:

$$A_{s min} = 0,01 * 1600 (cm^2) = 16,00 (cm^2)$$

Se adopta entonces un refuerzo de acero longitudinal:

Materiales
Hormigón : $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Acero : AH-500
Armadura longitudinal
Esquina : 4Ø20
Cara X : 2Ø16
Cara Y : 2Ø16
Cuantía : 1.29 %



SIN EMBARGO, LAS COLUMNAS NO SOLO SE SOMETEN A CARGAS AXIALES PURAS, SINO TAMBIEN A MOMENTOS EN LA DIRECCIÓN "X" e "Y" DE LA SECCIÓN DE LA COLUMNA, POR LO TANTO SE REALIZA LA VERIFICACIÓN DE UNO DE LOS PUNTOS DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN OTORGADO POR EL SOFTWARE DE CÁLCULO ESTRUCTURAL (CYPECAD V2018):

PRIMER PUNTO DE ESTADO DE TRANSICIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN

REFUERZO

1) BAJO CARGA DE COMPRESIÓN AXIAL PURA

Calcular la resistencia de compresión axial pura, estado de excentricidad cero:

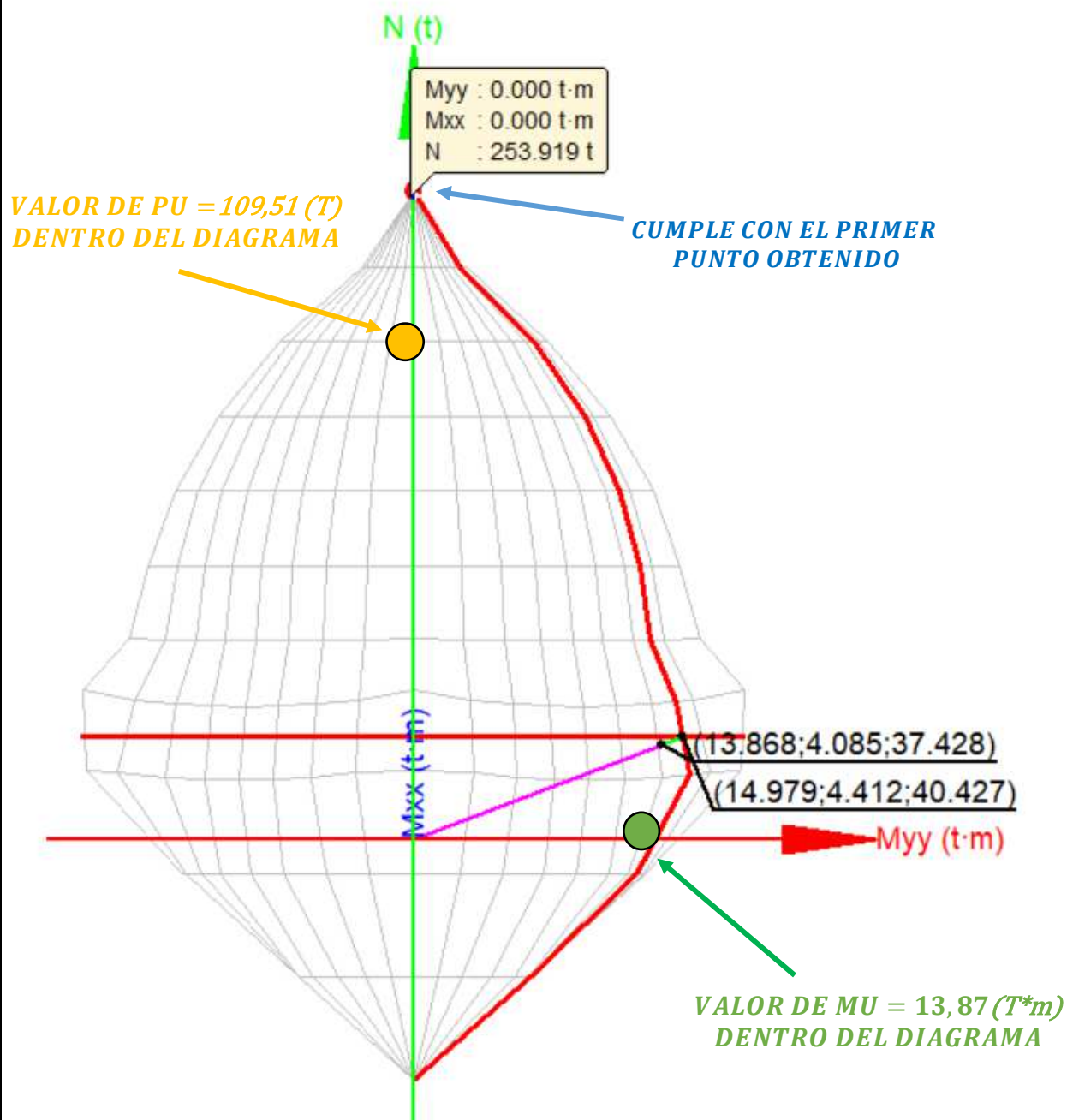
$$A_{st} = \boxed{20,60} (cm^2)$$

$$E_s = \boxed{2E+06} (Kg/cm^2)$$

$$\phi P_{no} = \phi [0,85 * f'c (A_g - A_{st}) + f_y * A_{st}] = \boxed{250,200} (ton)$$



DIAGRAMA DE INTERACCIÓN OBTENIDO DE SOFTWARE (CYPECAD V2018):





DISEÑO DE LA ARMADURA A ESFUERZO CORTANTE

$$V_u \leq \phi V_n$$

V_u = Fuerza cortante interna de diseño

V_n = Resistencia nominal al cortante

ϕ = Factor de reducción de resistencia igual a 0,75

$$V_n = V_c + V_s$$

V_c resistencia nominal al cortante proporcionada por el hormigón

V_s es la resistencia nominal al cortante proporcionada por la armadura de cortante

$$V_c = 0,53 \lambda \sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right) b_w d$$

$$N_u = 109,54 \text{ (ton)}$$

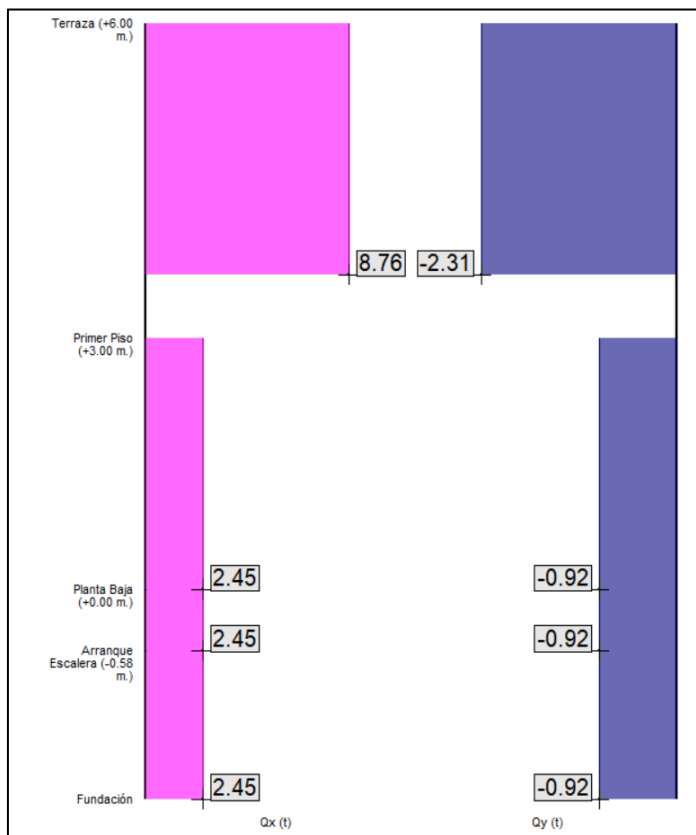
$$b = 40,00 \text{ (cm)}$$

$$d = 34,75 \text{ (cm)}$$

$$f'_c = 210 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$V_c = 17,15 \text{ (ton)}$$

Esfuerzos cortantes últimos obtenidos en software de calculo estructural (V_u)



Entonces: $\phi V_n \geq V_u$

$$12,86 \geq 8,76$$

(ton) (ton)

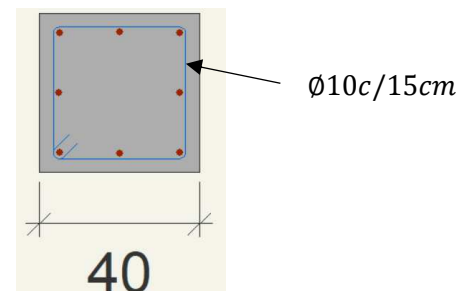
a) Refuerzo a cortante

$\phi V_c \leq V_u$ Necesita refuerzo a cortante

b) Refuerzo mínimo a cortante

$\phi V_c \geq V_u$ colocar armadura mínima a cortante

COLOCAR ARMADURA MINIMA!!



DIAMETRO DE ESTRIBO ADOPTADO: **10,00** (mm)

$$\text{Espaciamiento max} \leq \begin{cases} d/2 = 17,38 \text{ (cm)} \\ 30,00 \text{ (cm)} \end{cases}$$

ESPACIAMIENTO ADOPTADO: **15,00** (cm)

CUMPLE!!

DISEÑO VIGA DE H°A°

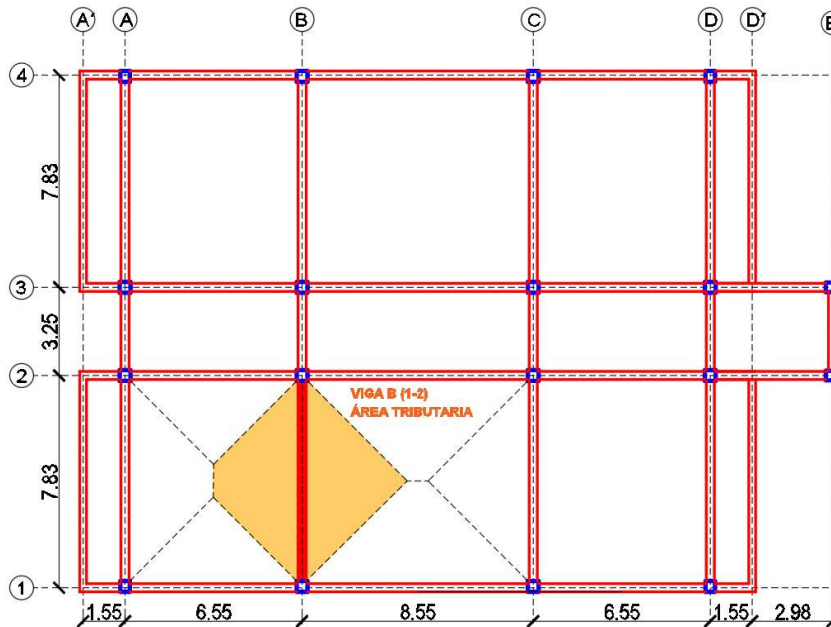


UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DISEÑO MANUAL VIGA DE H°A°

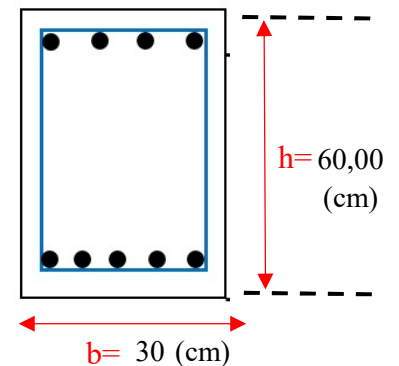


A. DATOS DE DISEÑO

LOSA DE ENTREPISO (1er Piso) - VIGA B TRAMO DE 1-2



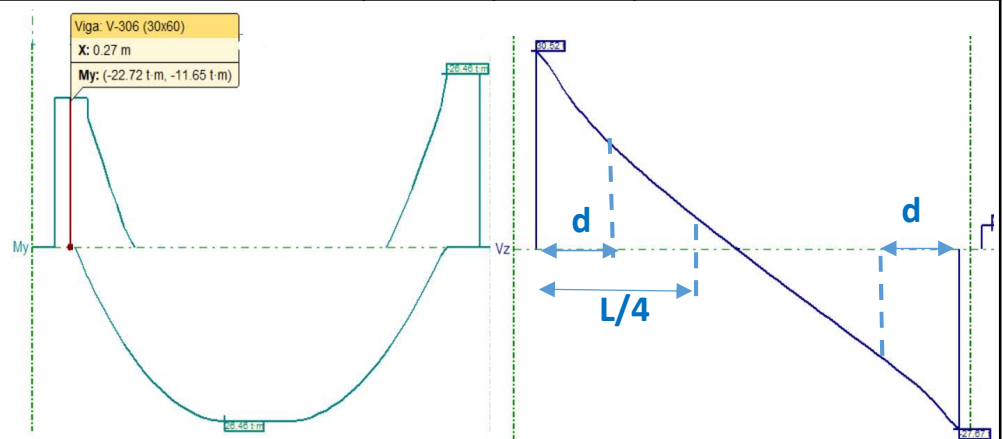
SECCION DE LA VIGA



Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón f'_c	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura longitudinal d_b	16,00	mm
Diámetro de armadura transversal d_e	10,00	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura de la viga h	60,00	cm
Altura efectiva de la viga $d = h - r - d_e - (d_b/2)$	55,70	cm
Ancho de la Viga b	30,00	cm

Esfuerzos últimos de momento flector y cortante:

	Mu
Apoyo 1	22,72 (ton*m)
Tramo 1-2	26,45 (ton*m)
Apoyo 2	26,46 (ton*m)
	Vu
Apoyo 1	22,96 (ton)
Apoyo 2	21,93 (ton)
Tramo 1-2	15,30 (ton)

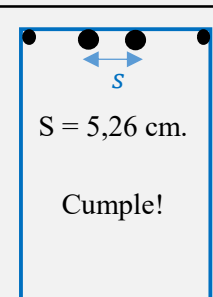
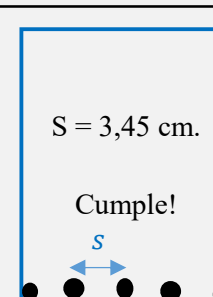
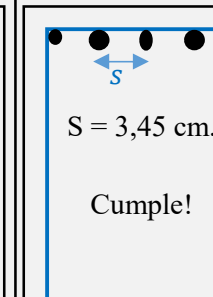




UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DISEÑO MANUAL VIGA DE H°A°



B. DISEÑO A FLEXIÓN

	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2
Momento último (M_u) (Kg*m)	22720,00	26450,00	26460,00
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,12916	0,15036	0,15042
Momento reducido Límite μ_{lim}	μ _{lim} =0,30273 <i>Para aceros con fy=500 Mpa.</i>		
Armadura simple Si μ_n < μ_{lim}	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Armadura doble Si μ_n > μ_{lim}	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,14083	0,16671	0,16678
Área de acero longitudinal (A_s) $A_s = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y} \text{ (cm}^2\text{)}$	9,88	11,70	11,70
Armadura mínima (A_{s min}) (cm ²) $A_{s min} = \frac{4\sqrt{f'c} * b * d}{5 f_y} \geq \frac{14 * b * d}{f_y}$	4,68	4,68	4,68
Área de la barra Ab (cm ²)	Ø16 = 2,01 cm ² Ø20 = 3,14cm ²		
Número de barras (A_s/ Ab)	2Ø16 + 2Ø20 <i>A_{s adopt} = 10,30cm²</i>	2Ø16 + 3Ø20 <i>A_{s adopt} = 13,44cm²</i>	2Ø16 + 3Ø20 <i>A_{s adopt} = 13,44cm²</i>
Espaciamiento mínimo entre barras longitudinales S_{min}	$S \geq \begin{matrix} db \\ 25mm \\ \frac{4}{3} \text{ tamaño maximo} \\ \text{del agregado grueso} \end{matrix}$	2,00 cm 2,5 cm 2,54 cm	2,54 cm
Espaciamiento adoptado entre barras longitudinales S $S = \frac{b - 2r - 2dbe - N^{\circ}db}{\text{Espacio entre db}}$	 S = 5,26 cm. Cumple!	 S = 3,45 cm. Cumple!	 S = 3,45 cm. Cumple!



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DISEÑO MANUAL VIGA DE H°A°



C. DISEÑO A CORTE

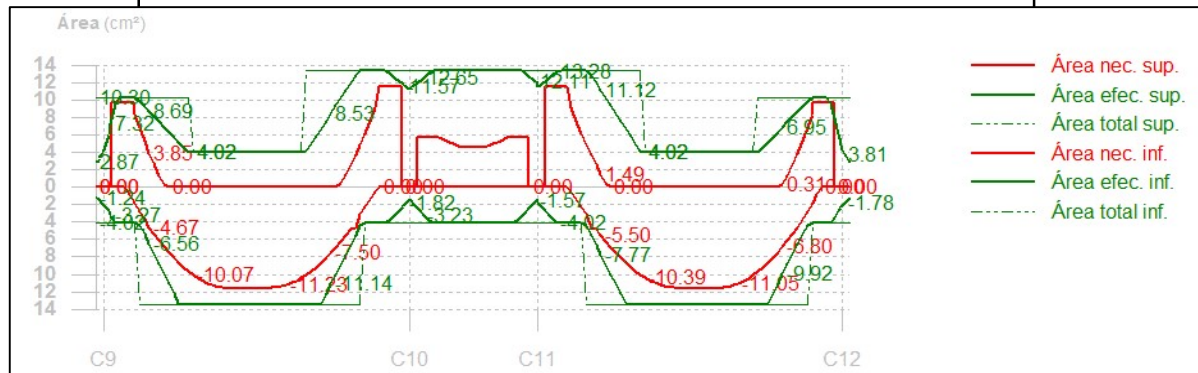
	Apoyo 1	tramo 1-2	Apoyo 2
Esfuerzo cortante último Vu (Kg)	22960,00	15300,00	21930,00
Esfuerzo cortante nominal Vn (Kg) $V_n = V_u / \phi$	30613,33	20400,00	29240,00
Resistencia al corte proporcionada por el hormigón Vc (Kg) $V_c = 0,53\lambda \sqrt{f'c} * b * d$	12834,00	12834,00	12834,00
Resistencia al corte proporcionada por la armadura Vs (Kg) $V_s = V_n - V_c$	17779,33	7566,00	16406,00
Área de la armadura para cortante Av (cm²)	1,42	Av= 2 veces el area de la barra de estribo	
Espaciamiento máximo de estribos Smax (cm)	$s \leq \left\{ \frac{d/2}{30 \text{ cm}} \right.$	27,85 (cm) 30,00 (cm)	27,85 (cm)
Relación área de la armadura de cortante y el espaciamento máximo (cm ² / cm)	$\left(\frac{Av}{s} \right) = 0,05099 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$		
Armadura mínima de cortante Av min $\left(\frac{Av}{s} \right)_{\text{min}}$	$\frac{Av \text{ min}}{s} \geq \frac{\sqrt{f'c} \cdot b}{5 \cdot f_{yt}}$	0,01739 $\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$	
	$\frac{Av \text{ min}}{s} \geq 3,5 \frac{b}{f_{yt}}$	0,02100 $\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$	
$\left(\frac{Av}{s} \right)_{\text{minimo adoptado}} =$		0,05099 $\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$	
$\left(\frac{Av}{s} \right)_{\text{calculado}} = \frac{V_s}{f_{yt} * d}$	0,06384 $\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$	0,02717 $\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$	0,05891 $\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$
$\left(\frac{Av}{s} \right)_{\text{adoptado}}$	0,06384 $\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$	0,05099 $\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$	0,05891 $\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$
Espaciamiento S = Av/(Av/s adoptado) (cm)	22,24	27,85	24,10
Espaciamiento S adoptado (cm)	22,00	27,00	24,00
Estribos adoptados	Ø10 c/22cm CUMPLE	Ø10 c/27cm CUMPLE	Ø10 c/24cm CUMPLE



D. VERIFICACIÓN CON RESULTADOS OBTENIDOS CON SOFTWARE DE CALCULO ESTRUCTURAL

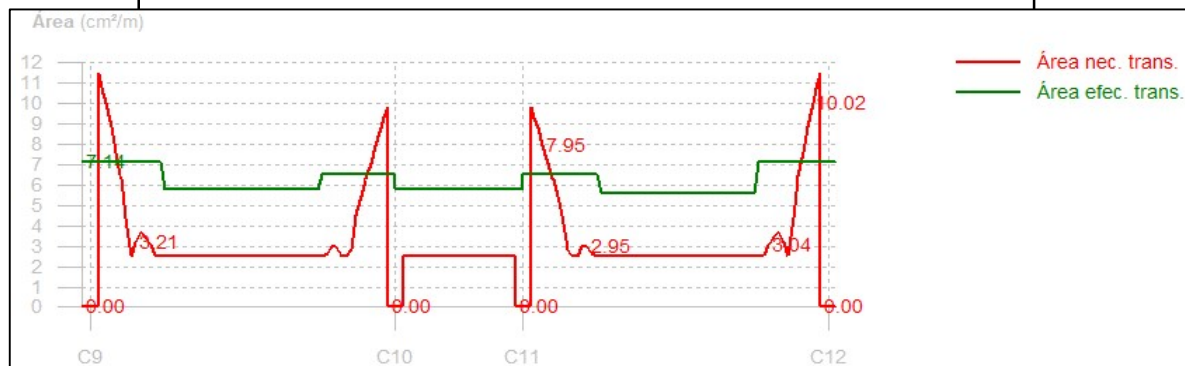
Grafica de áreas de acero para armadura longitudinal

CUMPLE!



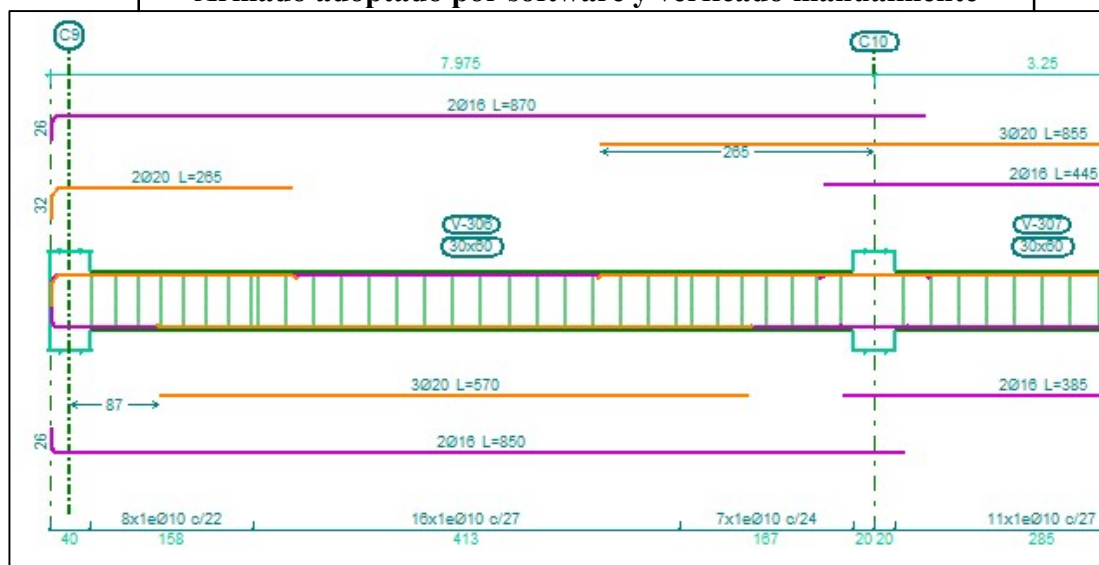
Grafica de áreas de acero para armadura transversal

CUMPLE!



Armado adoptado por software y verificado manualmente

CUMPLE!



DISEÑO ZAPATA AISLADA DE H°A°

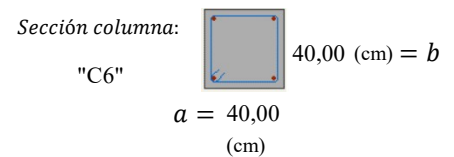
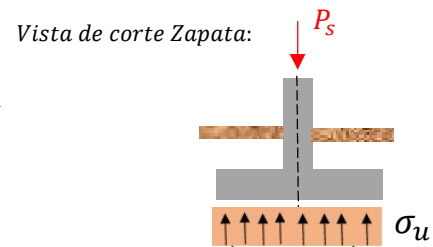


UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DISEÑO MANUAL ZAPATA CENTRAL



Datos:

$f_c' =$	210,00	(Kg/cm ²)	Resistencia especificada a la compresión
$f_y =$	5000,00	(Kg/cm ²)	Resistencia a la fluencia del acero
$q_{adm} =$	1,20	(Kg/cm ²)	Capacidad admisible del suelo
$P_s =$	84650,00	(Kg)	Carga Axial de Servicio = $D + L + R$
$P_u =$	108130,00	(Kg)	Carga Axial mayorada = $1,2 D + 1,6 L + 0,5 R$



1.- DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA

$$A_{(necesaria)} = \frac{1,1 * P_s}{\sigma_{adm}} = 77595,83 \text{ (cm}^2\text{)}$$

entonces: $A = B * B$ $*L = B$

$$B = \sqrt{\frac{P_s}{\sigma_{adm}}} = 278,56 \text{ (cm)}$$

Dimensiones adoptadas: $B = 280,00 \text{ (cm)}$

$$L = B = 280,00 \text{ (cm)}$$

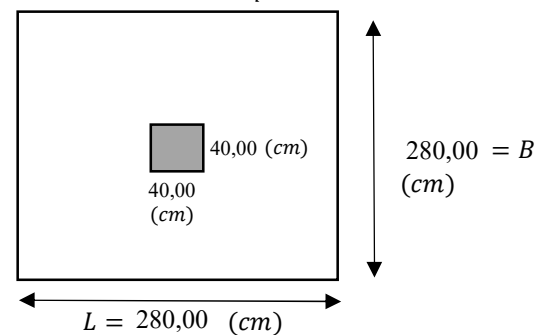
Cálculo de Esfuerzo último (σ_u)

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A(cal)} = 1,38 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Verificación de Capacidad calculada (q)

$$q = \frac{P_s}{A(cal)} = 1,08$$

Vista de Planta Zapata:



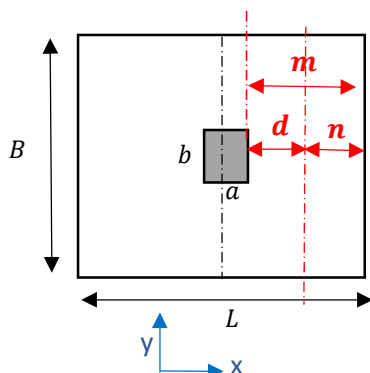
$$A(cal) = B * L = 78400,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Comprobación: $q \leq q_{adm}$
Cumple

2. DIMENSIONAMIENTO EN ELEVACIÓN

2.1 VERIFICACIÓN AL CORTE POR FLEXIÓN

Asumir $d = 35,00 \text{ (cm)}$



2.1.1 Para el eje X

Condición:

$$v_u \leq \phi * V_c$$

$$3,35 \leq 5,76$$

Cumple

$$m = \frac{L - a}{2} = 120,00 \text{ (cm)}$$

$$n = m - d = 85,00 \text{ (cm)}$$

Fuerza de Corte Resultante

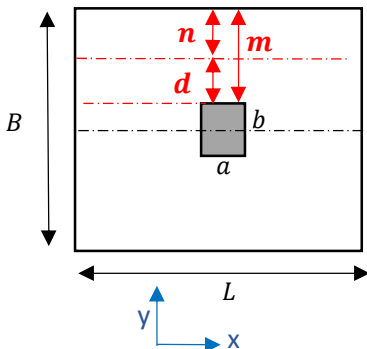
$$V_u = \sigma_u * n * B = 32844,00 \text{ (Kg)}$$

Esfuerzo de Corte en el área crítica

$$v_u = \frac{V_u}{B * d} = 3,35 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Esfuerzo del hormigón al corte

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f_c'} = 7,68 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$



2.1.2 Para el eje Y

Condición:

$$v_u \leq \phi * V_c$$

$$3,35 \leq 5,76$$

Cumple

$$m = \frac{B - b}{2} = 120,00 \text{ (cm)}$$

$$n = m - d = 85,00 \text{ (cm)}$$

Fuerza de Corte Resultante

$$V_u = \sigma_u * n * L = 32844,00 \text{ (Kg)}$$

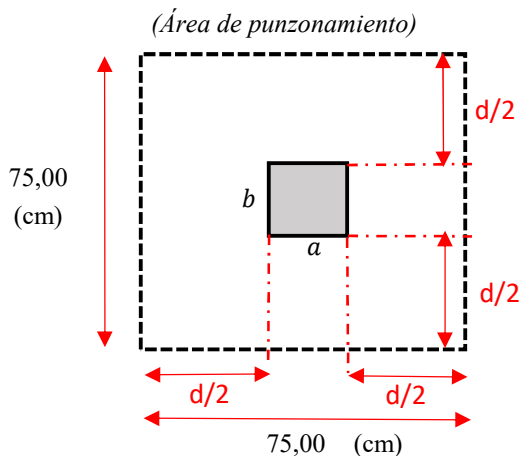
Esfuerzo de Corte en el área critica

$$\tau_u = \frac{V_u}{L * d} = 3,35 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Esfuerzo del hormigón al corte

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'c} = 7,68 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

3. VERIFICACIÓN AL PUNZONAMIENTO



$$A_p = B * L - (a + d) * (b + d) = 72775,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$P_o = 2 * (a + d) + 2 * (b + d) = 300,00 \text{ (cm)}$$

Fuerza de Corte por punzonamiento

$$V_u = \sigma_u * A_p = 100429,5 \text{ (Kg)}$$

Área critica de punzonamiento

$$A_c = P_o * d = 10500,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Esfuerzo de corte por punzonamiento

$$\tau_u = \frac{V_u}{A_c} = 9,56 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Esfuerzo del hormigón al corte por punzonamiento

$$V_c = 0,53 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f'c} = 23,04 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$V_c = 0,27 * \left(\frac{\alpha s * d}{P_o} + 2\right) * \sqrt{f'c} = 26,08 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$V_c = 1,06 * \sqrt{f'c} = 15,36 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\beta = 1,00$$

$\alpha s = 20$ esquina

$\alpha s = 30$ Borde

$\alpha s = 40$ Centro

Elegir el menor:

$$V_c = 15,36 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Condición: $v_u \leq \phi * V_c$

$$9,56 \leq 11,52$$

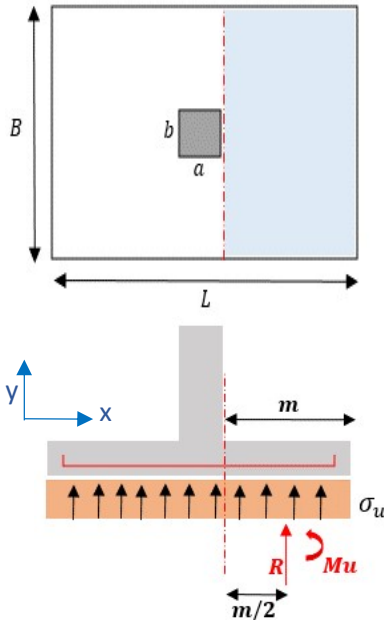
Cumple



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DISEÑO MANUAL ZAPATA CENTRAL



4. CÁLCULO DEL REFUERZO DE ACERO POR FLEXIÓN



4.1. Acero de refuerzo en dirección X

$$m = \frac{L - a}{2} = 120,00 \text{ (cm)}$$

Resultante del esfuerzo último en área crítica

$$R = \sigma_u * m * B = 46368,00 \text{ (Kg)}$$

Momento último

$$Mu = R * \left(\frac{m}{2}\right) = 27820,80 \text{ (Kg * m)}$$

*Cálculo de $As1$ $b=100,00 \text{ (cm)}$

Momento reducido nominal

$$\mu_n = \frac{Mu}{\phi * f_c' * b * d^2} = 0,1202$$

Cuantía Mecánica

$$\omega = 0,1310 \text{ (Entrar a tabla)}$$

Cuantía Geométrica

$$\rho = \omega * \left(\frac{f_c'}{f_y}\right) = 0,00550$$

Cálculo de área de acero

$$As1 = \rho * b * d = 19,25 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$As \text{ min} = 0,0018 * \frac{4200}{f_y} * b * d = 5,29 \text{ cm}^2$$

Tabla 7-1 — Resistencia a la flexión $M_u/\phi d^2$ o $M_u/\phi b d^2$ de secciones rectangulares sólo con armadura de tracción

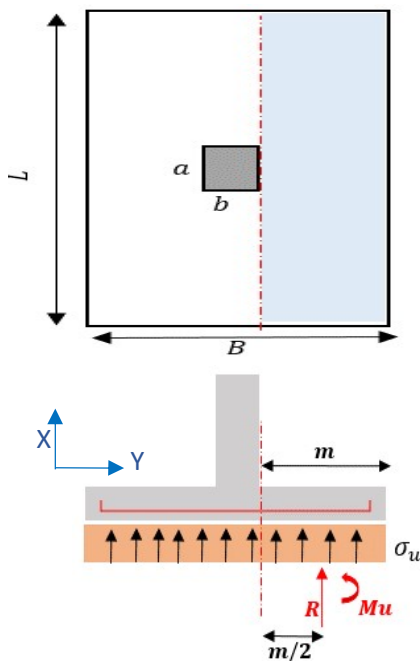
ω	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
0.00	0.0	0.0010	0.0020	0.0030	0.0040	0.0050	0.0060	0.0070	0.0080	0.0090
0.01	0.0099	0.0109	0.0119	0.0129	0.0139	0.0149	0.0159	0.0168	0.0178	0.0188
0.02	0.0197	0.0207	0.0217	0.0226	0.0236	0.0246	0.0256	0.0266	0.0275	0.0285
0.03	0.0295	0.0304	0.0314	0.0324	0.0333	0.0343	0.0352	0.0362	0.0372	0.0381
0.04	0.0391	0.0400	0.0410	0.0420	0.0429	0.0438	0.0448	0.0457	0.0467	0.0476
0.05	0.0485	0.0495	0.0504	0.0513	0.0523	0.0532	0.0541	0.0551	0.0560	0.0569
0.06	0.0579	0.0588	0.0597	0.0607	0.0616	0.0626	0.0634	0.0643	0.0653	0.0662
0.07	0.0671	0.0680	0.0689	0.0699	0.0708	0.0717	0.0726	0.0735	0.0744	0.0753
0.08	0.0762	0.0771	0.0780	0.0789	0.0798	0.0807	0.0816	0.0825	0.0834	0.0843
0.09	0.0852	0.0861	0.0870	0.0879	0.0888	0.0897	0.0906	0.0915	0.0923	0.0932
0.10	0.0941	0.0950	0.0959	0.0967	0.0976	0.0985	0.0994	0.1002	0.1001	0.1020
0.11	0.1029	0.1037	0.1046	0.1055	0.1063	0.1072	0.1081	0.1089	0.1098	0.1106
0.12	0.1115	0.1124	0.1133	0.1141	0.1149	0.1158	0.1166	0.1175	0.1183	0.1192
0.13	0.1200	0.1209	0.1217	0.1226	0.1234	0.1243	0.1251	0.1259	0.1268	0.1276
0.14	0.1284	0.1293	0.1301	0.1309	0.1318	0.1326	0.1334	0.1342	0.1351	0.1359
0.15	0.1367	0.1375	0.1384	0.1392	0.1400	0.1408	0.1416	0.1425	0.1433	0.1441
0.16	0.1449	0.1457	0.1465	0.1473	0.1481	0.1489	0.1497	0.1506	0.1514	0.1522
0.17	0.1529	0.1537	0.1545	0.1553	0.1561	0.1569	0.1577	0.1586	0.1593	0.1601
0.18	0.1609	0.1617	0.1624	0.1632	0.1640	0.1648	0.1656	0.1664	0.1671	0.1679
0.19	0.1687	0.1695	0.1703	0.1710	0.1718	0.1726	0.1733	0.1741	0.1749	0.1756
0.20	0.1764	0.1772	0.1779	0.1787	0.1794	0.1802	0.1810	0.1817	0.1825	0.1832
0.21	0.1840	0.1847	0.1855	0.1862	0.1870	0.1877	0.1885	0.1892	0.1900	0.1907
0.22	0.1914	0.1922	0.1929	0.1937	0.1944	0.1951	0.1959	0.1966	0.1973	0.1981
0.23	0.1988	0.1995	0.2002	0.2010	0.2017	0.2024	0.2031	0.2039	0.2046	0.2053
0.24	0.2060	0.2067	0.2075	0.2082	0.2089	0.2096	0.2103	0.2110	0.2117	0.2124
0.25	0.2131	0.2138	0.2145	0.2152	0.2159	0.2166	0.2173	0.2180	0.2187	0.2194
0.26	0.2201	0.2208	0.2215	0.2222	0.2229	0.2236	0.2243	0.2249	0.2256	0.2263
0.27	0.2270	0.2277	0.2284	0.2290	0.2297	0.2304	0.2311	0.2317	0.2324	0.2331
0.28	0.2337	0.2344	0.2351	0.2357	0.2364	0.2371	0.2377	0.2384	0.2391	0.2397
0.29	0.2404	0.2410	0.2417	0.2423	0.2430	0.2437	0.2443	0.2450	0.2456	0.2463
0.30	0.2469	0.2475	0.2482	0.2488	0.2495	0.2501	0.2508	0.2514	0.2520	0.2527

Tabla 1.5b. Planilla de aceros de losas

PLANILLA DE ACEROS PARA LOSAS				SEPARACION [cm]									
No de barra	Diámetro real [in]	Diámetro nom. [mm]	Área barras [cm ²]	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5
SECCION TRANSVERSAL As (cm ²)													
# 6	0.25	0.28	2.83	2.69	2.57	2.46	2.36	2.26	2.17	2.09	2.02	1.95	
# 8	0.50	5.03	4.79	4.57	4.37	4.19	4.02	3.87	3.72	3.59	3.47		
# 3/8	10	0.79	7.85	7.48	7.14	6.83	6.54	6.28	6.04	5.82	5.61	5.42	
# 4	12	1.13	11.31	10.77	10.28	9.83	9.42	9.05	8.70	8.38	8.08	7.80	
# 5	14	1.54	15.40	14.67	14.00	13.39	12.83	12.32	11.85	11.41	11.00	10.62	
# 5/8	16	2.01	20.11	19.15	18.28	17.48	16.76	16.08	15.47	14.89	14.36	13.87	
# 6	20	3.14	31.42	29.92	28.56	27.32	26.18	25.13	24.17	23.27	22.44	21.67	
# 7	22	3.80	38.01	36.20	34.56	33.05	31.68	30.41	29.24	28.16	27.15	26.22	
# 8	25	4.91	49.09	46.75	44.62	42.68	40.91	39.27	37.76	36.36	35.06	33.85	
PLANILLA DE ACEROS PARA LOSAS continuación													
No de barra	Diámetro real [in]	Diámetro nom. [mm]	Área barras [cm ²]	15	15.5	16	16.5	17	17.5	18	18.5	19	20
SECCION TRANSVERSAL As (cm ²)													
# 6	0.25	1.88	1.82	1.77	1.71	1.66	1.62	1.57	1.53	1.49	1.41		
# 8	0.50	3.35	3.24	3.14	3.05	2.96	2.87	2.79	2.72	2.65	2.51		
# 3/8	10	5.24	5.07	4.91	4.76	4.62	4.49	4.36	4.25	4.13	3.93		
# 4	12	7.54	7.30	7.07	6.85	6.65	6.46	6.28	6.11	5.95	5.65		
# 5	14	10.27	9.94	9.63	9.33	9.06	8.80	8.56	8.32	8.11	7.70		
# 5/8	16	13.40	12.97	12.57	12.19	11.83	11.49	11.17	10.87	10.58	10.05		
# 6	20	20.94	20.27	19.63	19.04	18.48	17.95	17.45	16.98	16.53	15.71		
# 7	22	25.34	24.52	23.76	23.04	22.36	21.72	21.12	20.55	20.01	19.01		
# 8	25	32.72	31.67	30.68	29.75	28.87	28.05	27.27	26.53	25.84	24.54		



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DISEÑO MANUAL ZAPATA CENTRAL



4.2 Acero de refuerzo en dirección Y

$$m = \frac{B - b}{2} = 120,00 \text{ (cm)}$$

Resultante del esfuerzo último en área crítica

$$R = \sigma_u * m * L = \mathbf{46368,00 \text{ (Kg)}}$$

Momento último

$$Mu = R * \left(\frac{m}{2}\right) = \mathbf{27820,80 \text{ (Kg * m)}}$$

*Cálculo de As2 b=100,00 (cm)

Momento reducido nominal

$$\mu n = \frac{Mu}{\phi * f_c' * b * d^2} = \mathbf{0,1202}$$

Cuantía Mecanica

$$\omega = \mathbf{0,1310} \text{ (Entrar a tabla)}$$

Cuantía Geometrica

$$\rho = \omega * \left(\frac{f_c'}{f_y}\right) = \mathbf{0,00550}$$

Cálculo de área de acero

$$As2 = \rho * b * d = \mathbf{19,25 \text{ (cm}^2\text{)}}$$

$$As \text{ min} = 0,0018 * \frac{4200}{f_y} * b * d = \mathbf{5,29 \text{ cm}^2}$$

Tabla 7-1 - Resistencia a la flexión $M_u/\phi f_c' b d^2$ o $M_u/\phi f_y A_s b d^2$ de secciones rectangulares sólo con armadura de tracción

ω	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,00	0,0	0,0010	0,0020	0,0030	0,0040	0,0050	0,0060	0,0070	0,0080	0,0090
0,01	0,0099	0,0109	0,0119	0,0129	0,0139	0,0149	0,0159	0,0168	0,0178	0,0188
0,02	0,0197	0,0207	0,0217	0,0226	0,0236	0,0246	0,0256	0,0266	0,0275	0,0285
0,03	0,0295	0,0304	0,0314	0,0324	0,0333	0,0343	0,0352	0,0362	0,0372	0,0381
0,04	0,0391	0,0400	0,0410	0,0420	0,0429	0,0438	0,0448	0,0457	0,0467	0,0476
0,05	0,0485	0,0495	0,0504	0,0513	0,0523	0,0532	0,0541	0,0551	0,0560	0,0569
0,06	0,0579	0,0588	0,0597	0,0607	0,0616	0,0626	0,0634	0,0643	0,0653	0,0662
0,07	0,0671	0,0680	0,0689	0,0699	0,0708	0,0717	0,0726	0,0735	0,0744	0,0753
0,08	0,0762	0,0771	0,0780	0,0789	0,0798	0,0807	0,0816	0,0825	0,0834	0,0843
0,09	0,0852	0,0861	0,0870	0,0879	0,0888	0,0897	0,0906	0,0915	0,0923	0,0932
0,10	0,0941	0,0950	0,0959	0,0967	0,0976	0,0985	0,0994	0,1002	0,1001	0,1000
0,11	0,1029	0,1037	0,1046	0,1055	0,1063	0,1072	0,1081	0,1089	0,1098	0,1106
0,12	0,1115	0,1124	0,1133	0,1141	0,1149	0,1158	0,1166	0,1175	0,1183	0,1192
0,13	0,1200	0,1209	0,1217	0,1226	0,1234	0,1243	0,1251	0,1259	0,1268	0,1276
0,14	0,1284	0,1293	0,1301	0,1309	0,1318	0,1326	0,1334	0,1342	0,1351	0,1359
0,15	0,1367	0,1375	0,1384	0,1392	0,1400	0,1408	0,1416	0,1425	0,1433	0,1441
0,16	0,1449	0,1457	0,1465	0,1473	0,1481	0,1489	0,1497	0,1506	0,1514	0,1522
0,17	0,1529	0,1537	0,1545	0,1553	0,1561	0,1569	0,1577	0,1585	0,1593	0,1601
0,18	0,1609	0,1617	0,1624	0,1632	0,1640	0,1648	0,1656	0,1664	0,1671	0,1679
0,19	0,1687	0,1695	0,1703	0,1710	0,1718	0,1726	0,1733	0,1741	0,1749	0,1756
0,20	0,1764	0,1772	0,1779	0,1787	0,1794	0,1802	0,1810	0,1817	0,1825	0,1832
0,21	0,1840	0,1847	0,1855	0,1862	0,1870	0,1877	0,1885	0,1892	0,1900	0,1907
0,22	0,1914	0,1922	0,1929	0,1937	0,1944	0,1951	0,1959	0,1966	0,1973	0,1981
0,23	0,1988	0,1995	0,2002	0,2010	0,2017	0,2024	0,2031	0,2039	0,2046	0,2053
0,24	0,2060	0,2067	0,2075	0,2082	0,2089	0,2096	0,2103	0,2110	0,2117	0,2124
0,25	0,2131	0,2138	0,2145	0,2152	0,2159	0,2166	0,2173	0,2180	0,2187	0,2194
0,26	0,2201	0,2208	0,2215	0,2222	0,2229	0,2236	0,2243	0,2249	0,2256	0,2263
0,27	0,2270	0,2277	0,2284	0,2290	0,2297	0,2304	0,2311	0,2317	0,2324	0,2331
0,28	0,2337	0,2344	0,2351	0,2357	0,2364	0,2371	0,2377	0,2384	0,2391	0,2397
0,29	0,2404	0,2410	0,2417	0,2423	0,2430	0,2437	0,2443	0,2450	0,2456	0,2463
0,30	0,2469	0,2475	0,2482	0,2488	0,2495	0,2501	0,2508	0,2514	0,2520	0,2527

Tabla 1.5b. Planilla de aceros de losas

PLANILLA DE ACEROS PARA LOSAS				SEPARACION [cm]									
No de barra	Diámetro real [in]	Diámetro nom. [mm]	Área barras [cm ²]	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5
SECCION TRANSVERSAL As (cm ²)													
# 6	0.25	6.35	2.83	2.69	2.57	2.46	2.36	2.26	2.17	2.09	2.02	1.95	
# 8	0.50	8.89	5.03	4.79	4.57	4.37	4.19	4.02	3.87	3.72	3.59	3.47	
# 3 3/8	1.0	25.4	7.85	7.48	7.14	6.83	6.54	6.28	6.04	5.82	5.61	5.42	
# 4 1/2	1.25	31.8	11.31	10.77	10.28	9.83	9.42	9.05	8.70	8.38	8.08	7.80	
# 5 5/8	1.5	38.1	15.40	14.67	14.00	13.39	12.83	12.32	11.85	11.41	11.00	10.62	
# 6 3/4	1.75	44.5	20.11	19.15	18.28	17.48	16.76	16.08	15.47	14.89	14.36	13.87	
# 7 7/8	2.0	50.8	31.42	29.92	28.56	27.32	26.18	25.13	24.17	23.27	22.44	21.67	
# 8 1	2.25	57.1	38.01	36.20	34.56	33.05	31.68	30.41	29.24	28.16	27.15	26.22	
# 9 1 1/8	2.5	63.5	49.09	46.75	44.62	42.68	40.91	39.27	37.76	36.36	35.06	33.85	

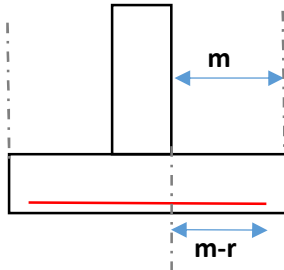
PLANILLA DE ACEROS PARA LOSAS continuación				SEPARACION [cm]									
No de barra	Diámetro real [in]	Diámetro nom. [mm]	Área barras [cm ²]	15	15.5	16	16.5	17	17.5	18	18.5	19	20
SECCION TRANSVERSAL As (cm ²)													
# 6	0.25	6.35	1.88	1.82	1.77	1.71	1.66	1.62	1.57	1.53	1.49	1.41	
# 8	0.50	8.89	3.35	3.24	3.14	3.05	2.96	2.87	2.79	2.72	2.65	2.51	
# 3 3/8	1.0	25.4	5.24	5.07	4.91	4.76	4.62	4.49	4.36	4.25	4.13	3.93	
# 4 1/2	1.25	31.8	7.54	7.30	7.07	6.85	6.65	6.46	6.28	6.11	5.95	5.65	
# 5 5/8	1.5	38.1	10.27	9.94	9.63	9.33	9.06	8.80	8.56	8.32	8.11	7.70	
# 6 3/4	1.75	44.5	13.40	12.97	12.57	12.19	11.83	11.49	11.17	10.87	10.58	10.05	
# 7 7/8	2.0	50.8	20.94	20.27	19.63	19.04	18.48	17.95	17.45	16.98	16.53	15.71	
# 8 1	2.25	57.1	25.34	24.52	23.76	23.04	22.36	21.72	21.12	20.55	20.01	19.01	
# 9 1 1/8	2.5	63.5	32.72	31.67	30.68	29.75	28.87	28.05	27.27	26.53	25.84	24.54	

5 ADHERENCIA ENTRE EL ACERO Y EL HORMIGÓN

As1

Asb = Área de acero de una barra
db = Diametro de una barra

a) Para el eje X



$$ld \geq \begin{cases} \frac{0,059 * Asb * fy}{\sqrt{fc'}} = 63,92 \text{ (cm)} \\ 0,0057 * db * fy = 57,00 \text{ (cm)} \\ 300 \text{ mm} = 30,00 \text{ (cm)} \end{cases}$$

$$Asb = 3,14 \text{ (cm}^2\text{)} \\ db = 2,00 \text{ (cm)}$$

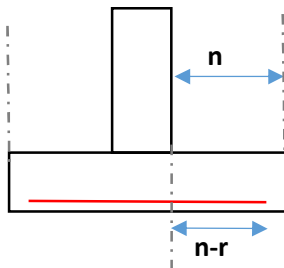
$$r = \text{recubrimiento} \\ r = 5,00$$

donde: $m - r \geq ld$
 $115,00 \geq 63,92$
 (cm) (cm)
 VERDADERO
 cumple

As2

Asb = Área de acero de una barra
db = Diametro de una barra

a) Para el eje Y



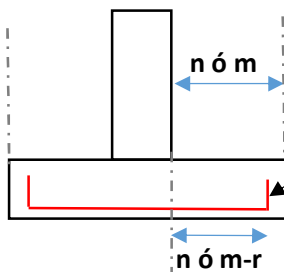
$$ld \geq \begin{cases} \frac{0,059 * Asb * fy}{\sqrt{fc'}} = 63,92 \text{ (cm)} \\ 0,0057 * db * fy = 57,00 \text{ (cm)} \\ 300 \text{ mm} = 30,00 \text{ (cm)} \end{cases}$$

$$Asb = 3,14 \text{ (cm}^2\text{)} \\ db = 2,00 \text{ (cm)}$$

$$r = \text{recubrimiento} \\ r = 5,00$$

donde: $n - r \geq ld$
 $115,00 \geq 63,92$
 (cm) (cm)
 VERDADERO
 cumple

En caso de: $(n \text{ ó } m) - r \leq ld$



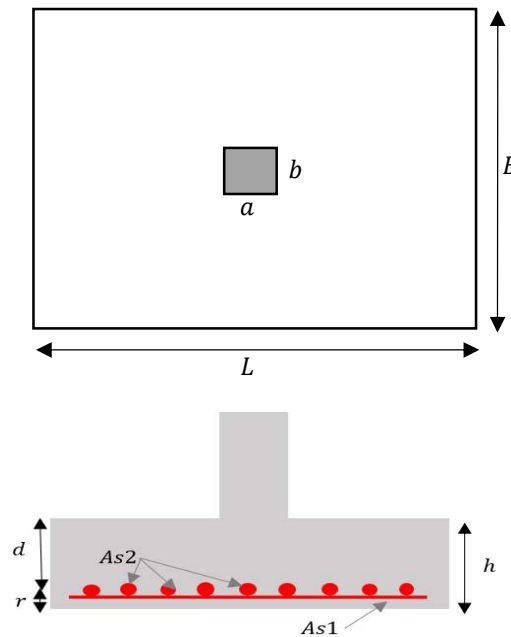
12 * Ø

En caso de que no se cumpla ld , se aumenta el gancho al acero con el valor de 12 veces el diametro de la barra y verifico nuevamente ld

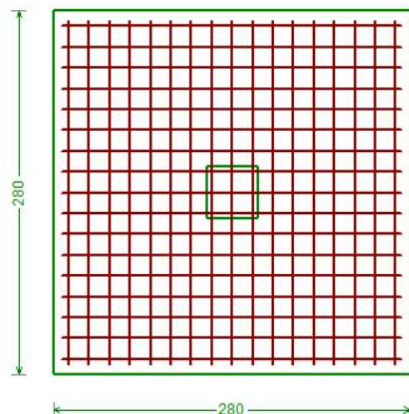
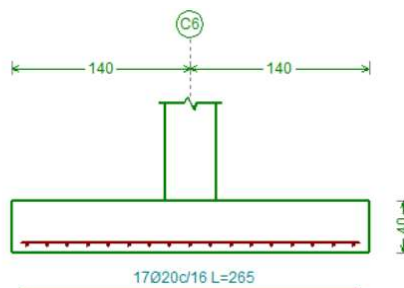
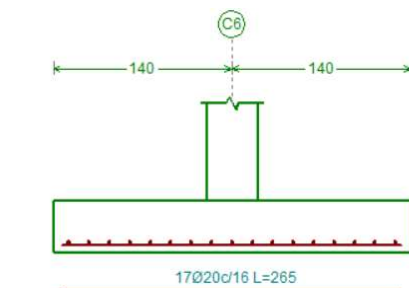
DISEÑO MANUAL ZAPATA CENTRAL

6. RESULTADOS OBTENIDOS DEL DISEÑO MANUAL

B =	2,80	(m)
L =	2,80	(m)
a =	0,40	(m)
b =	0,40	(m)
d =	0,35	(m)
r =	0,05	(m)
h =	0,40	(m)
As1 =	Ø20 C/16	
As2 =	Ø20 C/16	



7. VERIFICACIÓN CON RESULTADOS OBTENIDOS DE SOFTWARE ESTRUCTURAL



Elemento de fundación C6	
Materiales	
Hormigón	: f'c=210 kg/cm ²
Acero zapatas	: AH-500
Acero cabezales	: AH-500
Tensión admisible en situaciones persistentes	: 1.20 kp/cm ²
Tensión admisible en situaciones accidentales	: 1.80 kp/cm ²
Geometría	
Zapata cuadrada	
Ancho	: 280.0 cm
Altura	: 40.0 cm
Armadura	
X	: 17Ø20c/16
Y	: 17Ø20c/16
Tensiones sobre el terreno	
Tensión media en situaciones persistentes	: 1.18 kp/cm ²
Tensión máxima en situaciones persistentes	: 1.23 kp/cm ²
Esfuerzos de cálculo	
Momento X / Y	: 27.01 / 26.09 t m
Cortante X / Y	: 38.66 / 31.48 t

Pu (Ton): 108 - Nivel de fundación



CUMPLE!

DISEÑO ZAPATA MEDIANERA DE H°A°

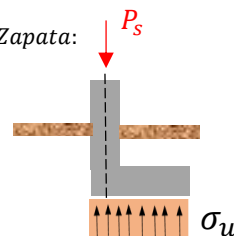


DISEÑO MANUAL ZAPATA MEDIANERA CONECTADA

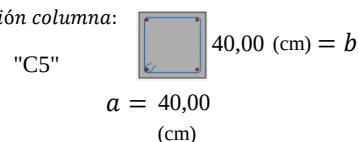
Datos:

$f_c' =$	210,00	(Kg/cm ²)	Resistencia especificada a la compresión
$f_y =$	5000,00	(Kg/cm ²)	Resistencia a la fluencia del acero
$q_{adm} =$	1,20	(Kg/cm ²)	Capacidad admisible del suelo
$P_s =$	65440,00	(Kg)	Carga Axial de Servicio = $D + L + R$
$P_u =$	82890,00	(Kg)	Carga Axial mayorada = $1,2 D + 1,6 L + 0,5 R$

Vista de corte Zapata:



Sección columna:



1.- DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA

$$A_{(necesaria)} = \frac{1,1 * P_s}{\sigma_{adm}} = 59986,67 \text{ (cm}^2\text{)}$$

entonces: $A = B * L$ *L = 2B (Aprox)

Dimensiones adoptadas:

$$B = 200,00 \text{ (cm)}$$

$$L = 340,00 \text{ (cm)}$$

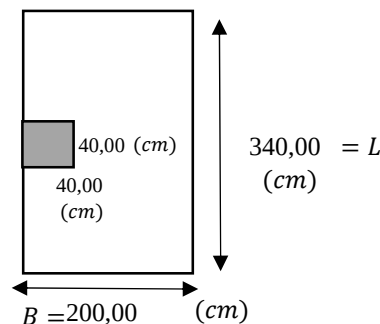
Cálculo de Esfuerzo último (σ_u)

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_{(cal)}} = 1,22 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Verificación de Capacidad calculada (q)

$$q = \frac{P_s}{A_{(cal)}} = 0,96$$

Vista de Planta Zapata:



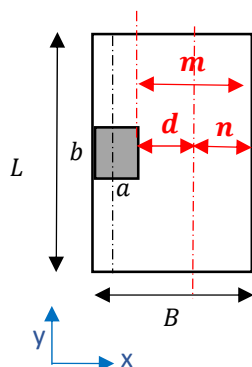
$$A_{(cal)} = B * L = 68000,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Comprobación: $q \leq q_{adm}$
Cumple

2. DIMENSIONAMIENTO EN ELEVACIÓN

2.1 VERIFICACIÓN AL CORTE POR FLEXIÓN

Asumir d = 30,00 (cm)



2.1.1 Para el eje X

Condición:

$$v_u \leq \phi * V_c$$

$$5,29 \leq 5,76$$

Cumple

$$m = B - a = 160,00 \text{ (cm)}$$

$$n = m - d = 130,00 \text{ (cm)}$$

Fuerza de Corte Resultante

$$V_u = \sigma_u * n * L = 53924,00 \text{ (Kg)}$$

Esfuerzo de Corte en el área crítica

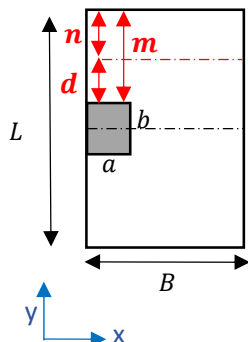
$$v_u = \frac{V_u}{L * d} = 5,29 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Esfuerzo del hormigón al corte

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f_c'} = 7,68 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$



DISEÑO MANUAL ZAPATA MEDIANERA CONECTADA



2.1.2 Para el eje Y

Condición:

$$v_u \leq \phi * V_c$$

$$4,88 \leq 5,76$$

Cumple

$$m = \frac{L - b}{2} = 150,00 \text{ (cm)}$$

$$n = m - d = 120,00 \text{ (cm)}$$

Fuerza de Corte Resultante

$$V_u = \sigma_u * n * B = 29280,00 \text{ (Kg)}$$

Esfuerzo de Corte en el área crítica

$$v_u = \frac{V_u}{B * d} = 4,88 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Esfuerzo del hormigón al corte

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'c} = 7,68 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

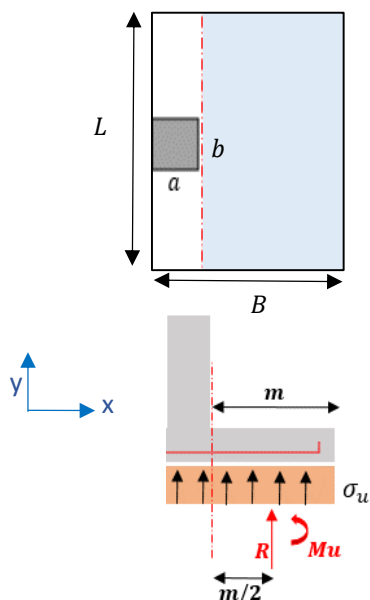
3. VERIFICACIÓN AL PUNZONAMIENTO

Para el dimensionado en elevación de las zapatas de medianera conectadas solo se realiza la verificación a corte por flexión, el esfuerzo de corte por punzonamiento es contrareestado por la viga centradora.



DISEÑO MANUAL ZAPATA MEDIANERA CONECTADA

4. CÁLCULO DEL REFUERZO DE ACERO POR FLEXIÓN



4.1. Acero de refuerzo en dirección X

La armadura en dirección "X" va distribuida paralelamente a la viga de conexión, y debe ser calculada con el acero minimo:

$$b=100,00 \text{ (cm)}$$

Cálculo de área de acero

$$As1 = \rho * b * d = 5,29 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$As_{min} = 0,0018 * \frac{4200}{f_y} * b * h = 5,29 \text{ cm}^2$$

ACERO ADOPTADO:
 $\phi 12 \text{ C/20}$

Tabla 7-1 — Resistencia a la flexión $M_u/f_t/bd^2$ ó $M_u/f_t/bd^3$ de secciones rectangulares sólo con armadura de tracción

μ	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,00	0,0	0,0010	0,0020	0,0030	0,0040	0,0050	0,0060	0,0070	0,0080	0,0090
0,01	0,0099	0,0109	0,0119	0,0129	0,0139	0,0149	0,0159	0,0168	0,0178	0,0188
0,02	0,0197	0,0207	0,0217	0,0226	0,0236	0,0246	0,0256	0,0266	0,0275	0,0285
0,03	0,0295	0,0304	0,0314	0,0324	0,0333	0,0343	0,0352	0,0362	0,0372	0,0381
0,04	0,0391	0,0400	0,0410	0,0420	0,0429	0,0438	0,0448	0,0457	0,0467	0,0476
0,05	0,0485	0,0495	0,0504	0,0513	0,0523	0,0532	0,0541	0,0551	0,0560	0,0569
0,06	0,0579	0,0588	0,0597	0,0607	0,0616	0,0626	0,0634	0,0643	0,0653	0,0662
0,07	0,0671	0,0680	0,0689	0,0699	0,0708	0,0717	0,0726	0,0735	0,0744	0,0753
0,08	0,0762	0,0771	0,0780	0,0789	0,0798	0,0807	0,0816	0,0825	0,0834	0,0843
0,09	0,0853	0,0861	0,0870	0,0879	0,0888	0,0897	0,0906	0,0915	0,0923	0,0932
0,10	0,0941	0,0950	0,0959	0,0967	0,0976	0,0985	0,0994	0,1002	0,1001	0,1020
0,11	0,1029	0,1037	0,1046	0,1055	0,1063	0,1072	0,1081	0,1089	0,1098	0,1106
0,12	0,1115	0,1124	0,1133	0,1141	0,1149	0,1158	0,1166	0,1175	0,1183	0,1192
0,13	0,1200	0,1209	0,1217	0,1226	0,1234	0,1243	0,1251	0,1259	0,1268	0,1276
0,14	0,1284	0,1293	0,1301	0,1309	0,1318	0,1326	0,1334	0,1342	0,1351	0,1359
0,15	0,1367	0,1375	0,1384	0,1392	0,1400	0,1408	0,1416	0,1425	0,1433	0,1441
0,16	0,1449	0,1457	0,1465	0,1473	0,1481	0,1489	0,1497	0,1506	0,1514	0,1522
0,17	0,1529	0,1537	0,1545	0,1553	0,1561	0,1569	0,1577	0,1585	0,1593	0,1601
0,18	0,1609	0,1617	0,1624	0,1632	0,1640	0,1648	0,1656	0,1664	0,1671	0,1679
0,19	0,1687	0,1695	0,1703	0,1710	0,1718	0,1726	0,1733	0,1741	0,1749	0,1756
0,20	0,1764	0,1772	0,1779	0,1787	0,1794	0,1802	0,1810	0,1817	0,1825	0,1832
0,21	0,1840	0,1847	0,1855	0,1862	0,1870	0,1877	0,1885	0,1892	0,1900	0,1907
0,22	0,1914	0,1922	0,1929	0,1937	0,1944	0,1951	0,1959	0,1966	0,1973	0,1981
0,23	0,1988	0,1995	0,2002	0,2010	0,2017	0,2024	0,2031	0,2039	0,2046	0,2053
0,24	0,2060	0,2067	0,2075	0,2082	0,2089	0,2096	0,2103	0,2110	0,2117	0,2124
0,25	0,2131	0,2138	0,2145	0,2152	0,2159	0,2166	0,2173	0,2180	0,2187	0,2194
0,26	0,2201	0,2208	0,2215	0,2222	0,2229	0,2236	0,2243	0,2249	0,2256	0,2263
0,27	0,2270	0,2277	0,2284	0,2290	0,2297	0,2304	0,2311	0,2317	0,2324	0,2331
0,28	0,2337	0,2344	0,2351	0,2357	0,2364	0,2371	0,2377	0,2384	0,2391	0,2397
0,29	0,2404	0,2410	0,2417	0,2423	0,2430	0,2437	0,2443	0,2450	0,2456	0,2463
0,30	0,2469	0,2475	0,2482	0,2488	0,2495	0,2501	0,2508	0,2514	0,2520	0,2527

Tabla 1.5b. Planilla de aceros de losas

PLANILLA DE ACEROS PARA LOSAS													
No de barra	Diámetro		Área barras [cm ²]	SEPARACION [cm]									
	real [in]	nom. [mm]		10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5
	SECCION TRANSVERSAL As (cm ²)												
#	#	6	0.23	2.83	2.69	2.57	2.46	2.36	2.26	2.17	2.09	2.02	1.95
	#	8	0.50	5.03	4.70	4.57	4.37	4.10	4.02	3.87	3.72	3.50	3.47
#3	3/8	10	0.79	7.85	7.48	7.14	6.83	6.54	6.28	6.04	5.82	5.61	5.42
	#4	1/2	12	1.13	11.31	10.77	10.28	9.83	9.42	9.05	8.70	8.38	8.08
		14	1.54	15.40	14.67	14.00	13.39	12.83	12.32	11.85	11.41	11.00	10.62
#5	5/8	16	2.01	20.11	19.15	18.28	17.48	16.76	16.08	15.47	14.89	14.36	13.87
#6	3/4	20	3.14	31.42	29.92	28.56	27.32	26.18	25.13	24.17	23.27	22.44	21.67
#7	7/8	22	3.80	38.01	36.20	34.56	33.05	31.68	30.41	29.24	28.16	27.15	26.22
#8	1	25	4.91	49.09	46.75	44.62	42.68	40.91	39.27	37.76	36.36	35.06	33.85

PLANILLA DE ACEROS PARA LOSAS continuación													
No de barra	Diámetro		Área barras [cm ²]	SEPARACION [cm]									
	real [in]	nom. [mm]		15	15.5	16	16.5	17	17.5	18	18.5	19	20
	SECCION TRANSVERSAL As (cm ²)												
#	#	6	0.23	1.88	1.82	1.77	1.71	1.66	1.62	1.57	1.53	1.49	1.41
	#	8	0.50	3.35	3.24	3.14	3.05	2.96	2.87	2.79	2.72	2.65	2.51
#3	3/8	10	0.79	5.24	5.07	4.91	4.76	4.62	4.49	4.36	4.25	4.13	3.93
	#4	1/2	12	1.13	7.54	7.30	7.07	6.85	6.65	6.46	6.28	6.11	5.95
		14	1.54	10.27	9.94	9.63	9.33	9.06	8.80	8.56	8.32	8.11	7.70
#5	5/8	16	2.01	13.40	12.97	12.57	12.19	11.83	11.49	11.17	10.87	10.58	10.05
#6	3/4	20	3.14	20.94	20.27	19.63	19.04	18.48	17.95	17.45	16.98	16.53	15.71
#7	7/8	22	3.80	25.34	24.52	23.76	23.04	22.36	21.72	21.12	20.55	20.01	19.01
#8	1	25	4.91	32.72	31.07	30.68	29.75	28.87	28.05	27.27	26.53	25.84	24.54



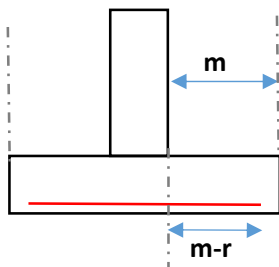
DISEÑO MANUAL ZAPATA MEDIANERA CONECTADA

5 ADHERENCIA ENTRE EL ACERO Y EL HORMIGÓN

As1

Asb = Área de acero de una barra
db = Diametro de una barra

a) Para el eje X



$$ld \geq \begin{cases} \frac{0,059 * Asb * fy}{\sqrt{fc'}} = 23,00 \text{ (cm)} \\ 0,0057 * db * fy = 34,20 \text{ (cm)} \\ 300 \text{ mm} = 30,00 \text{ (cm)} \end{cases}$$

$$Asb = 1,13 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$db = 1,20 \text{ (cm)}$$

r = recubrimiento

$$r = 5,00$$

donde: $m - r \geq ld$

$$155,00 \geq 34,20$$

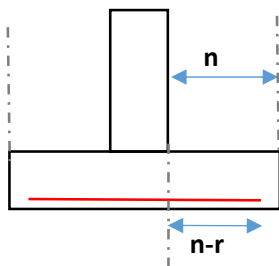
(cm) (cm)

VERDADERO
cumple

As2

Asb = Área de acero de una barra
db = Diametro de una barra

a) Para el eje Y



$$ld \geq \begin{cases} \frac{0,059 * Asb * fy}{\sqrt{fc'}} = 63,92 \text{ (cm)} \\ 0,0057 * db * fy = 57,00 \text{ (cm)} \\ 300 \text{ mm} = 30,00 \text{ (cm)} \end{cases}$$

$$Asb = 3,14 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$db = 2,00 \text{ (cm)}$$

r = recubrimiento

$$r = 5,00$$

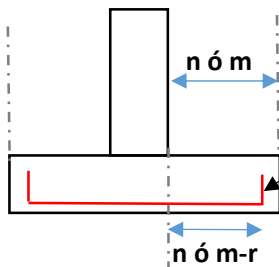
donde: $n - r \geq ld$

$$145,00 \geq 63,92$$

(cm) (cm)

VERDADERO
cumple

En caso de: $(n \text{ ó } m) - r \leq ld$



12 * Ø

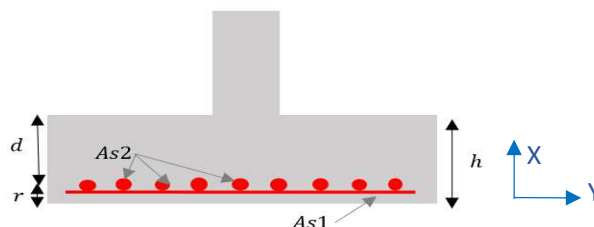
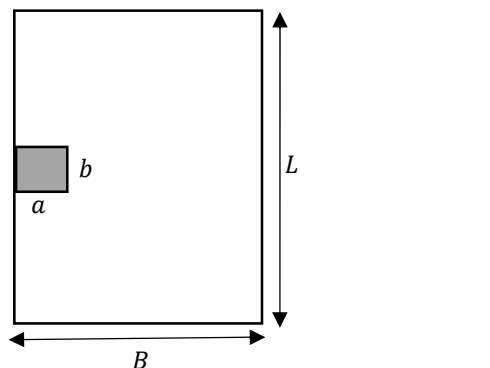
En caso de que no se cumpla ld, se aumenta el gancho al acero con el valor de 12 veces el diametro de la barra y verifico nuevamente ld



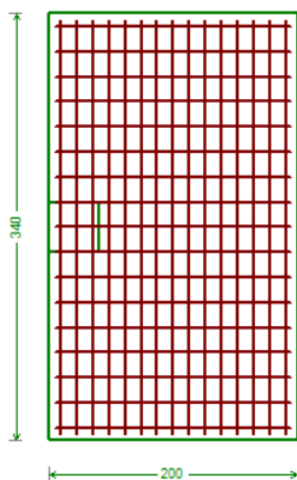
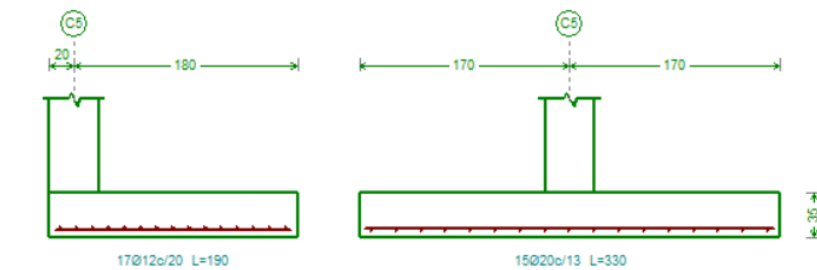
DISEÑO MANUAL ZAPATA MEDIANERA CONECTADA

6. RESULTADOS OBTENIDOS DEL DISEÑO MANUAL

L=	3,40	(m)
B=	2,00	(m)
a=	0,40	(m)
b=	0,40	(m)
d=	0,30	(m)
r=	0,05	(m)
h=	0,35	(m)
As1 =	Ø20 C/13	
As2 =	Ø12 C/20	



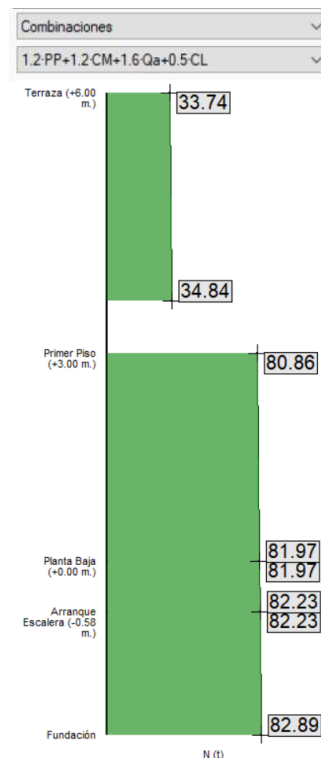
7. VERIFICACIÓN CON RESULTADOS OBTENIDOS DE SOFTWARE ESTRUCTURAL



Elemento de fundación C5	
Materiales	
Hormigón	f'c=210 kg/cm ²
Acero zapatas	AH-500
Acero cabezales	AH-500
Tensión admisible en situaciones persistentes	1.20 kp/cm ²
Tensión admisible en situaciones accidentales	1.80 kp/cm ²
Geometría	
Zapata rectangular excéntrica	
Ancho inicial X	20.0 cm
Ancho inicial Y	170.0 cm
Ancho final X	180.0 cm
Ancho final Y	170.0 cm
Ancho zapata X	200.0 cm
Ancho zapata Y	340.0 cm
Altura	35.0 cm
Armadura	
X	17Ø12c/20
Y	15Ø20c/13
Tensiones sobre el terreno	
Tensión media en situaciones persistentes	1.17 kp/cm ²
Tensión máxima en situaciones persistentes	1.20 kp/cm ²
Esfuerzos de cálculo	
Momento X / Y	0.00 / 31.48 t.m
Cortante X / Y	50.99 / 34.03 t

CUMPLE!

Pu (Ton): 82,89 - Nivel de fundación





DISEÑO MANUAL ZAPATA MEDIANERA CONECTADA

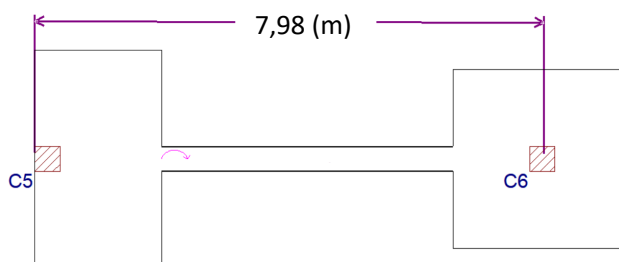
8. CÁLCULO DE LA VIGA DE CONEXIÓN

8,1 Diseño a flexión y corte de la viga

L= Longitud de columna a columna

h= Altura de la viga

b= base de la viga



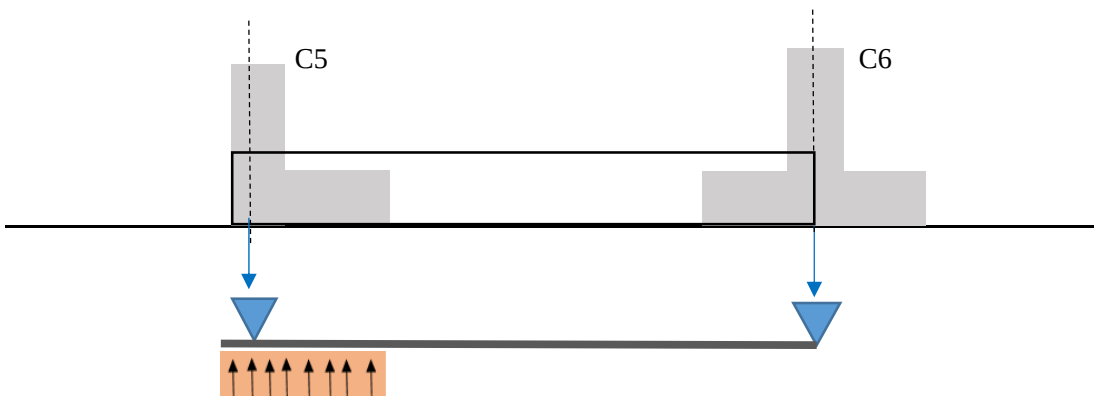
$$h = \frac{L}{12} = 66,50 \text{ (cm)}$$

$$b = \frac{L}{20} = 40,00 \text{ (cm)}$$

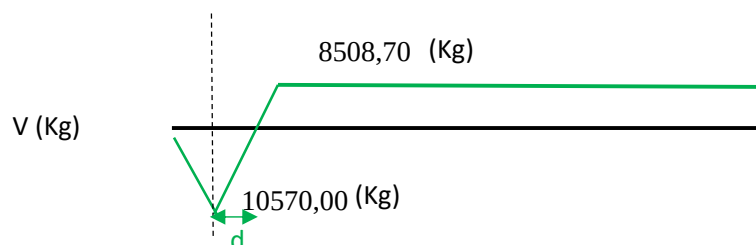
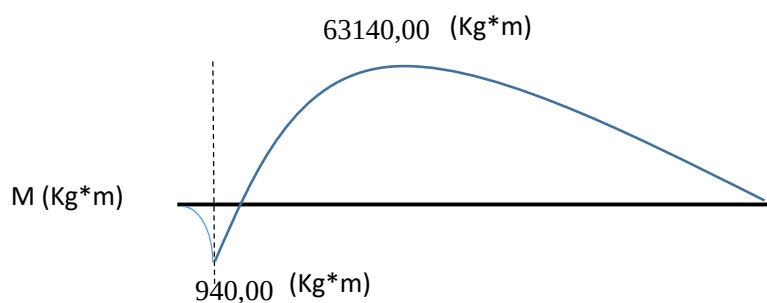
$$h = 70,00 \text{ (cm)}$$

$$b = 40,00 \text{ (cm)}$$

8,2 Esfueros en la Viga



$$q_x = q_u * L = 41480,00 \text{ (Kg*m)}$$





DISEÑO MANUAL ZAPATA MEDIANERA CONECTADA

***Cálculo de As1 Momento máximo positivo
(Cara superior)**

$$Mu = 63140,00 \text{ (Kg*m)}$$

Momento reducido nominal

$$\mu_n = \frac{Mu}{\phi * f_c' * b * d^2} = 0,1977$$

Cuantía Mecanica

$$\omega = 0,2290 \text{ (Entrar a tabla)}$$

Cuantía Geometrica

$$\rho = \omega * \left(\frac{f_c'}{f_y}\right) = 0,00962$$

Cálculo de área de acero

$$As1 = \rho * b * d = 25,01 \text{ (cm}^2\text{)}$$

ACERO ADOPTADO:
2Ø20 + 6Ø20 = 25,12 (cm2)

***Cálculo de As2 Momento máximo negativo
(Cara inferior)**

$$Mu = 940,00 \text{ (Kg*m)}$$

Momento reducido nominal

$$\mu_n = \frac{Mu}{\phi * f_c' * b * d^2} = 0,0029$$

Cuantía Mecanica

$$\omega = 0,0030 \text{ (Entrar a tabla)}$$

Cuantía Geometrica

$$\rho = \omega * \left(\frac{f_c'}{f_y}\right) = 0,00013$$

Cálculo de área de acero

$$As2 = \rho * b * d = 0,34 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$As_{min} = \frac{4\sqrt{f_c'} * b * d}{5 f_y} \geq \frac{14 * b * d}{f_y} = 6,16 \text{ (cm}^2\text{)}$$

ACERO ADOPTADO:
2Ø20 = 6,28 (cm2)

***Cálculo de Refuerzo por corte en la viga**

Estribos cerca de la zapata medianera

$$V_{di} = 10570,00 \text{ (Kg)}$$

$$v_{ui} = \frac{V_{Di}}{\phi * B * D} = 5,42 \text{ (Kg/cm2)}$$

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f_c'} = 7,68 \text{ (Kg/cm2)}$$

Si: $V_c > V_{ui}$ ARMADURA MINIMA

Si: $V_c < V_{ui}$ CALCULAR ARMADURA

$$Sep = \frac{A_v * f_y}{(v_{ui} - v_c) * B}$$

ACERO ADOPTADO:
Ø10c/30

Estribos a lo largo de la viga

$$V_{di} = 8508,70 \text{ (Kg)}$$

$$v_{ui} = \frac{V_{Di}}{\phi * B * D} = 4,36 \text{ (Kg/cm2)}$$

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f_c'} = 7,68 \text{ (Kg/cm2)}$$

Si: $V_c > V_{ui}$ ARMADURA MINIMA

Si: $V_c < V_{ui}$ CALCULAR ARMADURA

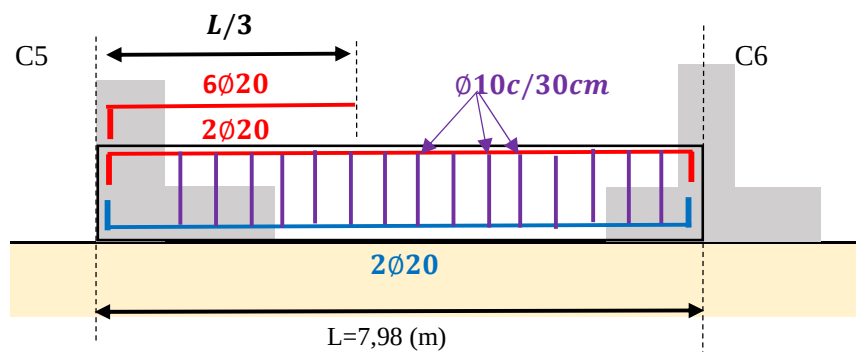
$$Sep = \frac{A_v * f_y}{(v_{ui} - v_c) * B}$$

ACERO ADOPTADO:
Ø10c/30

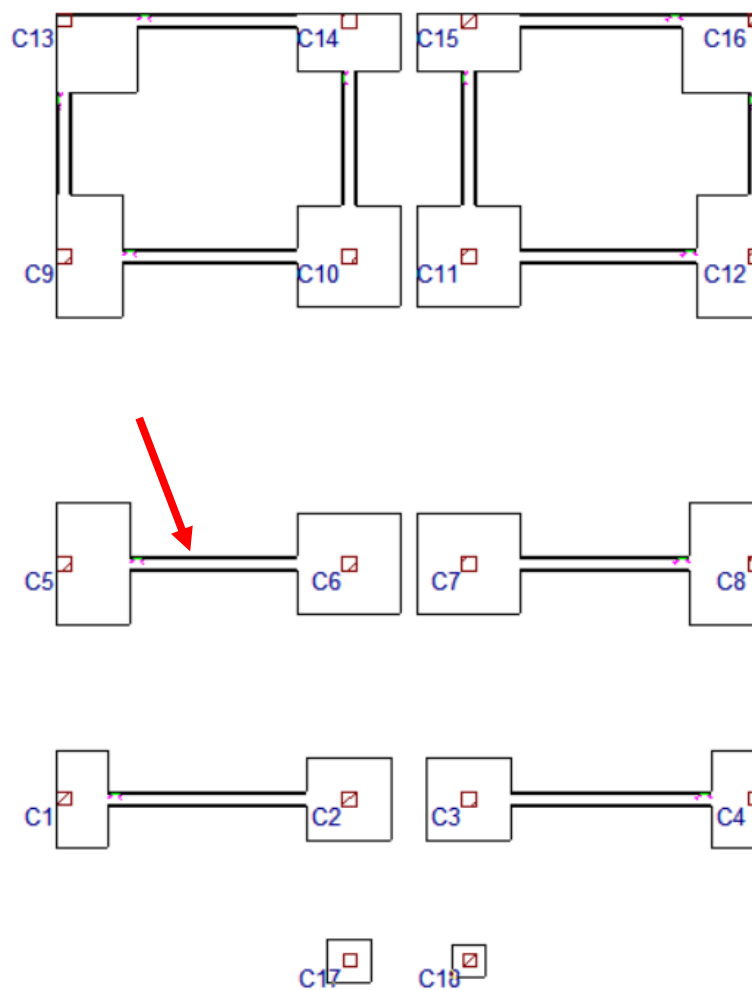


DISEÑO MANUAL ZAPATA MEDIANERA CONECTADA

9. ARMADO DE LA VIGA DE FUNDACIÓN



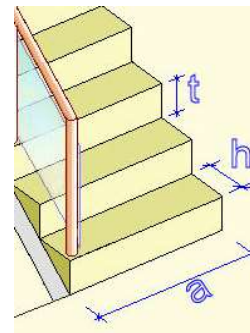
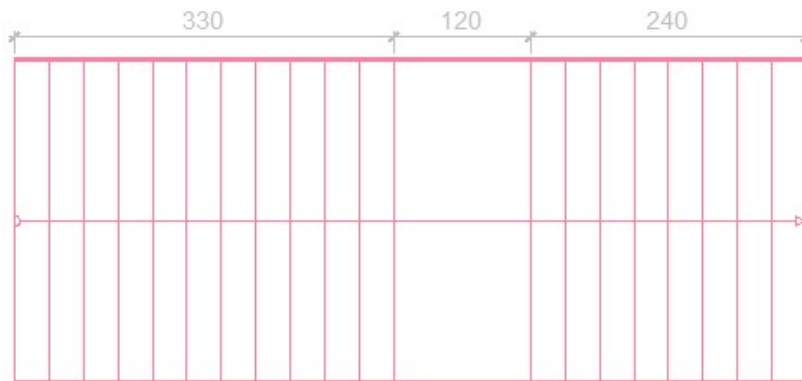
UBICACIÓN DE LA VIGA DE FUNDACIÓN



DISEÑO ESCALERA DE H°A°



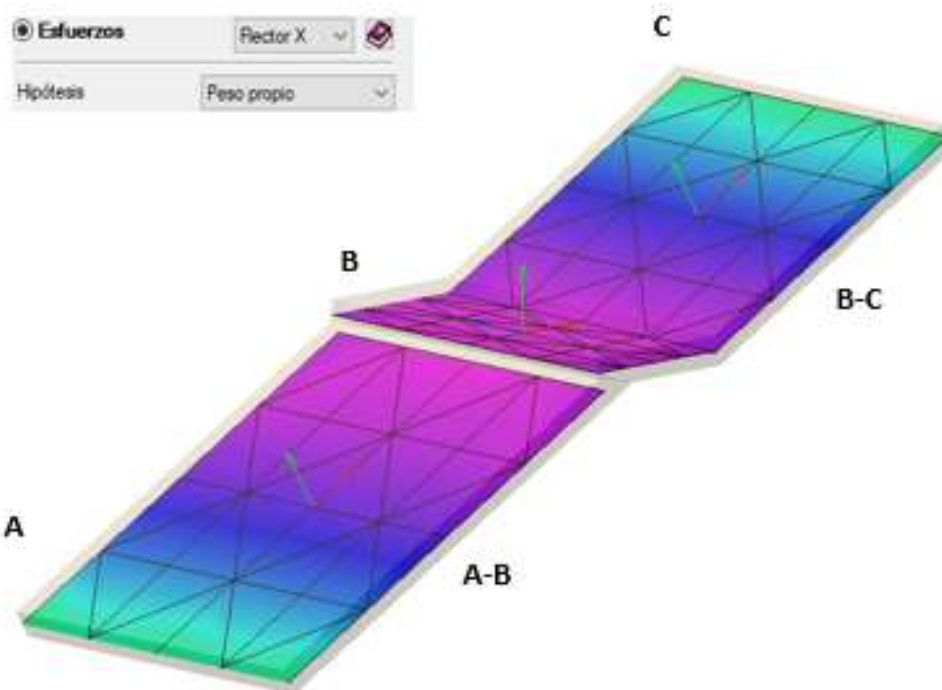
1. GEOMETRIA DE LA ESCALERA



Geometría	
Ancho (a)	3.000 m
Huella (h)	0.300 m
Contrahuella (t)	0.170 m

Huella: 0.300 m
Contrahuella: 0.170 m
Nº de escalones: 21
Desnivel que salva: 3.58 m

2. ESFUERZOS OBTENIDOS DE SOFTWARE DE CALCULO ESTRUCTURAL



Momento flector mayorado (M_u)

Apoyo A	0,388 (Ton*m)
Tramo A-B	9,8 (Ton*m)
Apoyo B	12,2 (Ton*m)
Tramo B-C	9,8 (Ton*m)
Apoyo C	0,388 (Ton*m)



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



DISEÑO MANUAL ESCALERA DE H°A°

3. CALCULO DE ACERO LONGITUDINAL

Datos de Diseño	Valor	Unidad
Resistencia Especificada a compresión del hormigón $f'c$	210,00	Kg/cm ²
Resistencia de fluencia del acero f_y	5000,00	Kg/cm ²
Factor de reducción a la flexión ϕ	0,90	
Factor de reducción al corte ϕ	0,75	
Diámetro de barra de la armadura principal db	16,00	mm
Recubrimiento r	2,50	cm
Altura de losa h	25,00	cm
Altura efectiva de la losa $d = h - r - (db/2)$	21,70	cm
Ancho de losa analizado b	100,00	cm
Area de la barra de armadura principal (Abarra)	2,01	cm ²

	Apoyo A	tramo A-B	Apoyo B	Tramo B-C	Apoyo C
Momento último (M_u) (Kg*m)	388,00	9800,00	12200,00	9800,00	388,00
Momento reducido nominal (μ_n) $\mu_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2 * f'c}$	0,00436	0,11011	0,13708	0,11011	0,00436
Cuantía mecánica $\omega = 0,85 * (1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_n}{0,425}})$	0,00437	0,11835	0,15038	0,11835	0,00437
Área de acero longitudinal (A_s) $A_s = \omega * \frac{b * d * f'c}{f_y} \text{ (cm}^2\text{)}$	0,40	10,79	13,71	10,79	0,40
Armadura mínima ($A_{s \text{ min}}$) $A_{s \text{ min}} = 0,0015 * b * d \text{ (cm}^2\text{)}$	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26
Armadura adoptada ($A_{s \text{ adop.}}$) (cm ²)	3,26	10,79	13,71	10,79	3,26
Espaciamiento de la armadura (e) $e = \frac{\text{Ancho de losa} * A_{\text{barra}}}{A_{s \text{ adop}}} \text{ (cm)}$	61,66	18,63	14,66	18,63	61,66

Espaciamiento máximo de las armaduras $e \text{ max (cm)}$	$e \leq$	$2 * h = 50,00 \text{ (cm)}$ $450 \text{ mm} = 45,00 \text{ (cm)}$	$e \text{ max} =$	45,00 (cm)
---	----------	---	-------------------	----------------------

Espaciamiento adoptado ($e \text{ adop}$) (cm)	20,00	10,00	10,00	10,00	20,00
RESULTADOS:	Apoyo A	tramo A-B	Apoyo B	Tramo B-C	Apoyo C
$db \text{ (mm)}$	8,00	16,00	16,00	16,00	8,00
$c / \text{(cm)}$	20,00	10,00	10,00	10,00	20,00

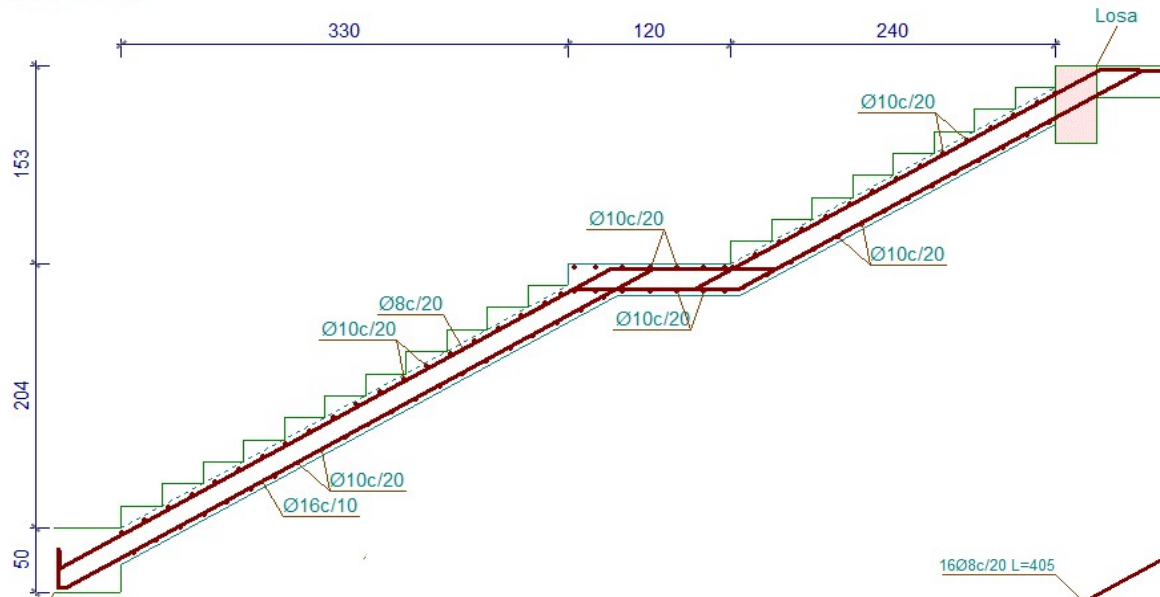


UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DISEÑO MANUAL ESCALERA DE H°A°

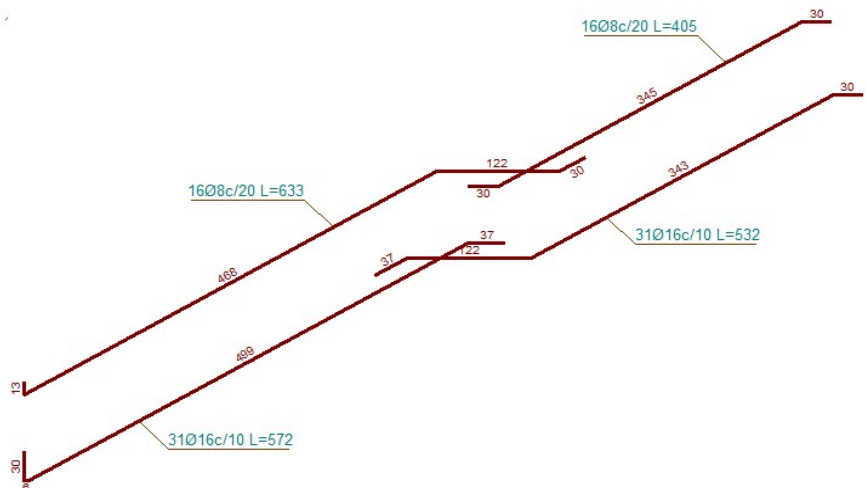


4. DISEÑO FINAL DE LA ESCALERA

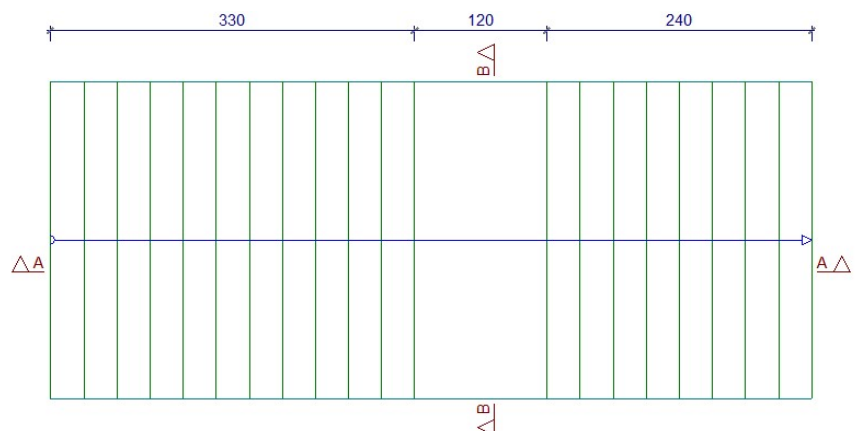
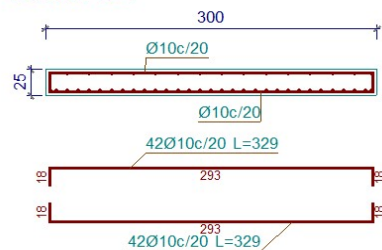
Sección A-A



Tramo 1	
Geometría	Ancho 3.000 m
	Espesor 0.25 m
	Huella 0.300 m
	Contrahuella 0.170 m
	Desnivel que salva 3.58 m
Cargas	Nº de escalones 21
	Planta final Primer Piso (+3.00 m.)
	Planta inicial Arranque Escalera (-0.58 m.)
	Peso propio 0.600 t/m²
	Peldaño (Hormigonado con la losa) 0.178 t/m²
Materiales	Solado 0.083 t/m²
	Barandillas 0.100 t/m
	Sobrecarga de uso 0.500 t/m²
	Hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
	Acero AH-500
Rec. geométrico 3.0 cm	



Sección B-B



MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA



MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

En el modelo se han asumido las siguientes propiedades de los materiales:

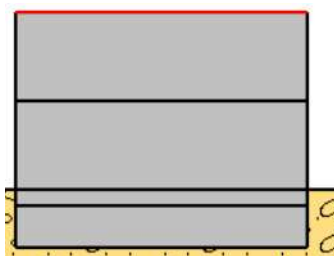
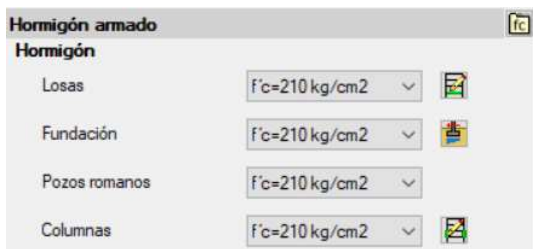
- Hormigón en columnas, vigas, losas, escalera: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Hormigón en fundaciones: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero en barras de refuerzo $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- $H^\circ A^\circ (\text{kg/m}^3)$: 2400 (Peso específico del Hormigón Armado)
- $q_{adm} (\text{kg/cm}^2) = 1.20$ (Capacidad portante admisible del suelo)

RECUBRIMIENTOS

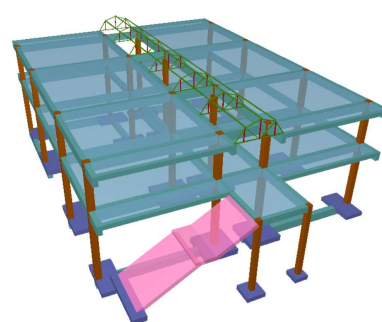
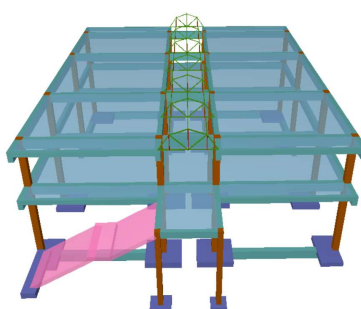
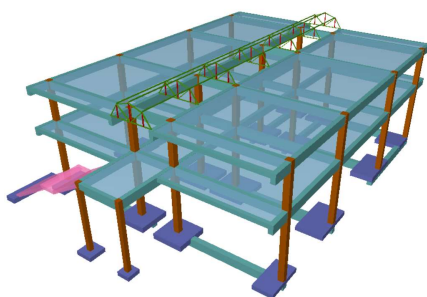
Columnas: 2.5cm
Vigas: 2.5cm
Losas de entrepiso: 2.5cm
Escalera: 2.5cm
Fundaciones: 5.0cm
Hormigón de Limpieza: 5.0cm

ALTURA Y COTAS DE PLANTAS:

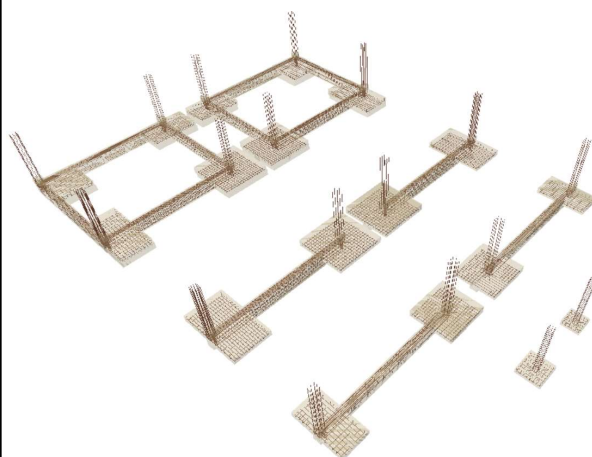
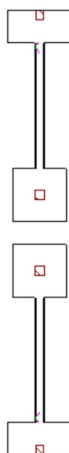
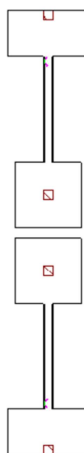
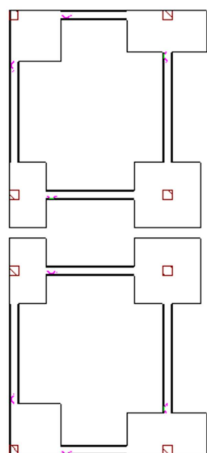
Nombre	Altura	Cota
Terraza (+6.00 m.)	3.00	6.00
Primer Piso (+3.00 m.)	3.00	3.00
Planta Baja (+0.00 m.)	0.58	0.00
Arranque Escalera (-0.58 m.)	1.42	-0.58
Fundación		-2.00



VISTA 3D DE LA ESTRUCTURA



VISTA EN PLANTA Y 3D (NIVEL: FUNDACIÓN)

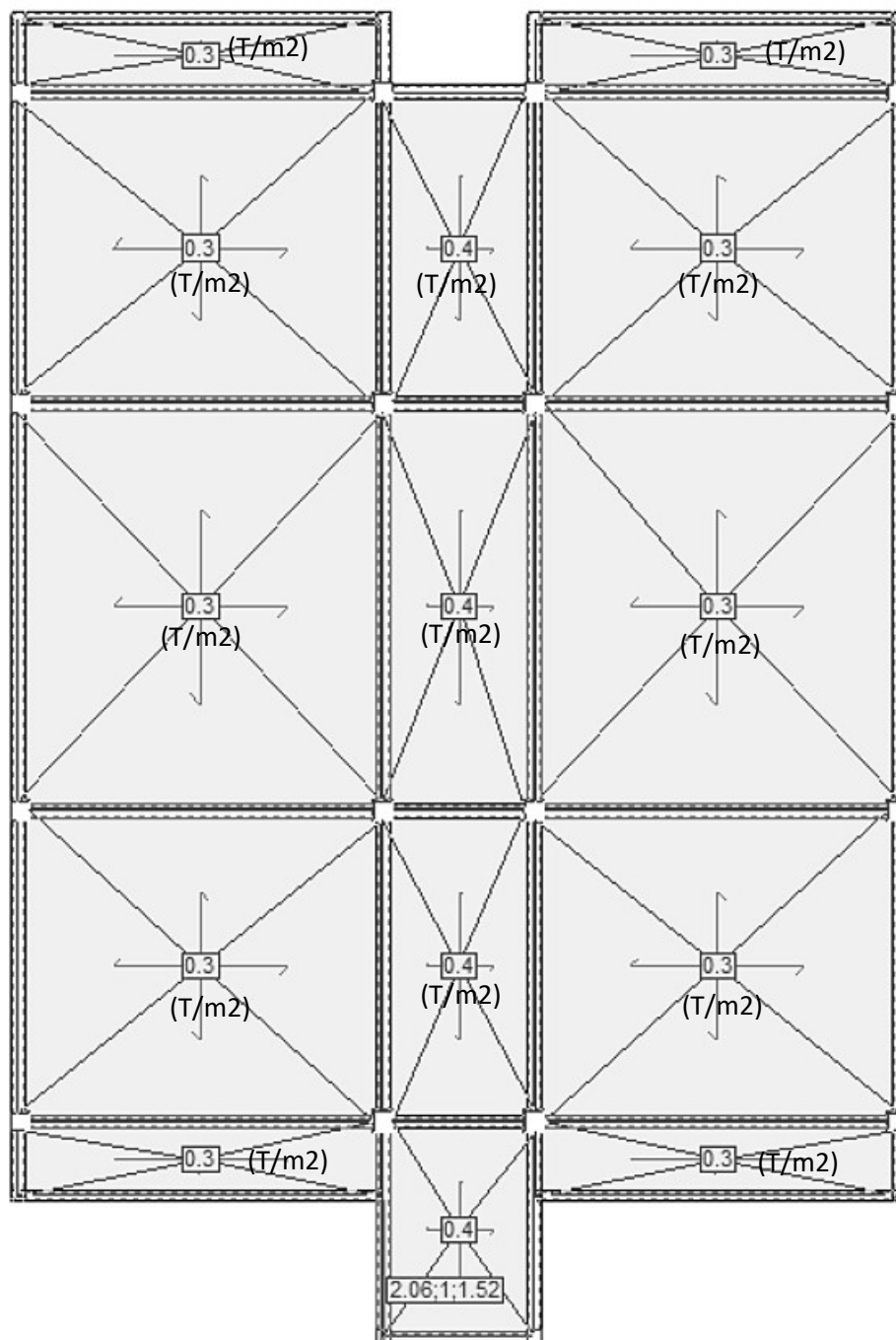




MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

SOBRECARGAS DE USO EN PLANTAS (NIVEL PRIMER PISO +3.00m)

TIPO DE SERVICIO	SOBRECARGA UNIFORME (kg/m ²)
Aulas	300
Corredores en pisos superiores	400
Escalera.	500
Azoteas.	100

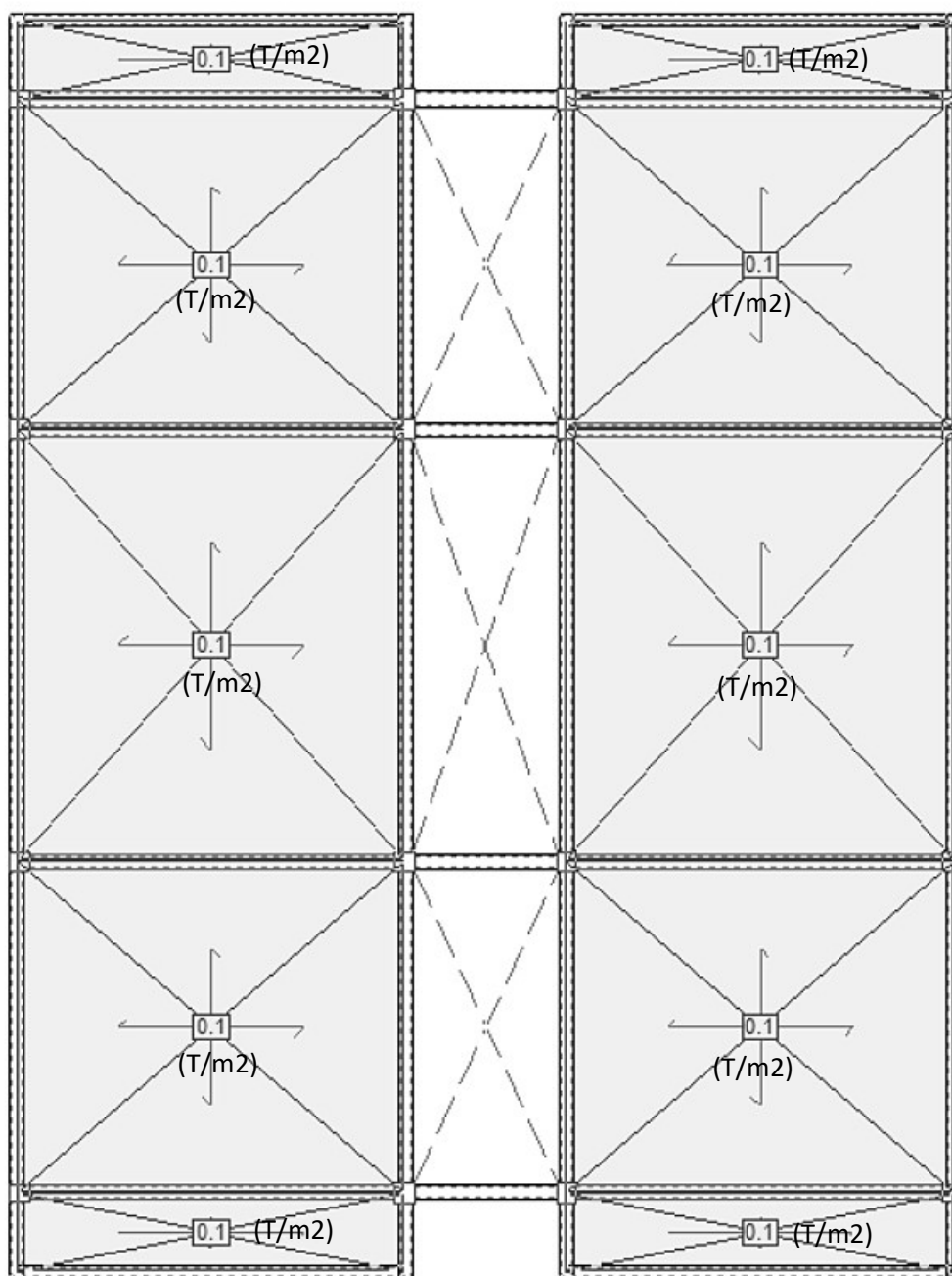




MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

SOBRECARGAS DE USO EN PLANTAS (NIVEL TERRAZA +6.00m.)

TIPO DE SERVICIO	SOBRECARGA UNIFORME (kg/m ²)
Aulas	300
Corredores en pisos superiores	400
Escalera.	500
Azoteas.	100





UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA



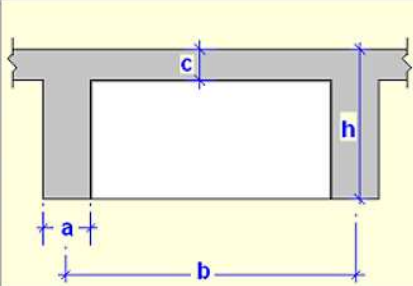
DATOS DE LOSA DE ENTREPISO

LOSA ALIVIANADA EN DOS DIRECCIONES (H=25cm.)

Material: De poliestireno N° de piezas:     

Datos geométricos: ☒ Iguales en X e Y ☐ Diferentes en X e Y

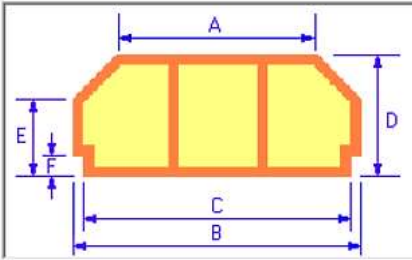
Canto total (h): 25.0 cm
Capa de compresión (c): 5.0 cm
Intereje (b): 50.0 cm
Ancho del nervio (a): 10.0 cm



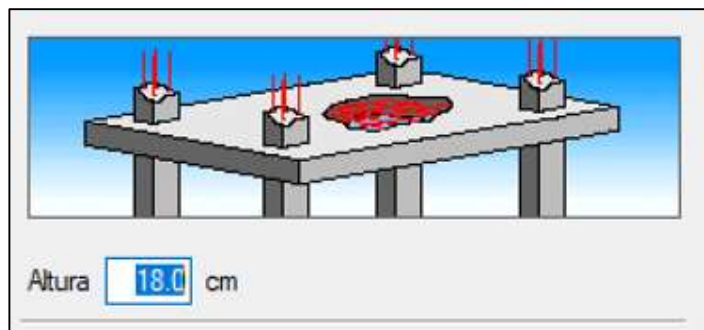
LOSA ALIVIANADA EN UNA DIRECCIÓN (H=25cm.)

Tipo de bovedilla: De poliestireno

Ancho superior (A): 40.0 cm
Ancho central (B): 40.0 cm
Ancho inferior (C): 40.0 cm
Altura total (D): 20.0 cm
Altura central (E): 19.0 cm
Altura inferior (F): 1.0 cm
Ancho longitudinal: 40.0 cm



LOSA MACIZA (H=18cm.)

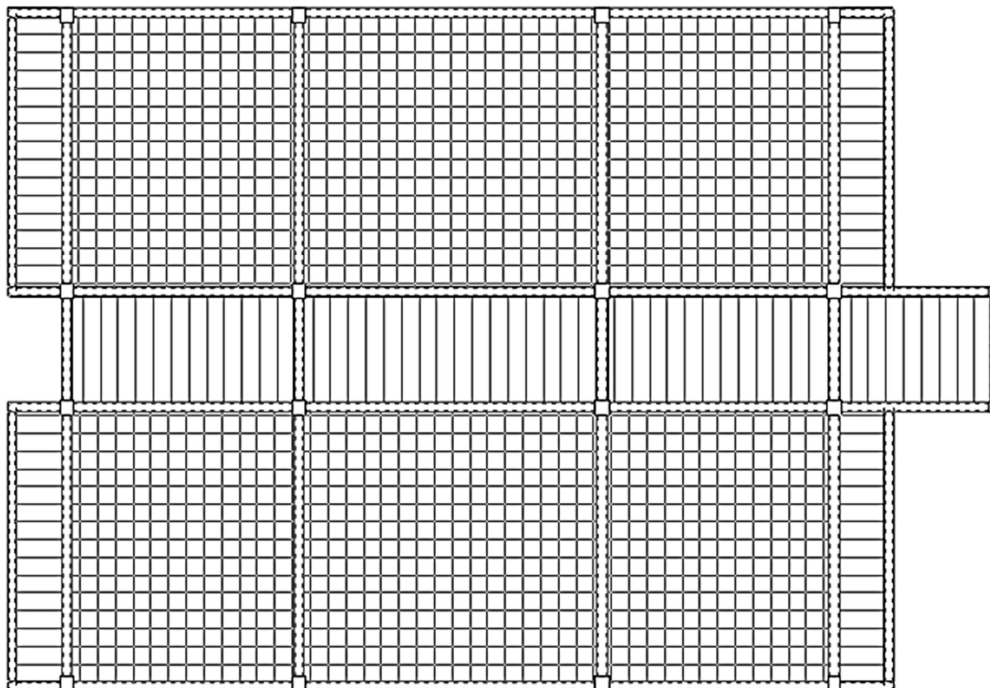




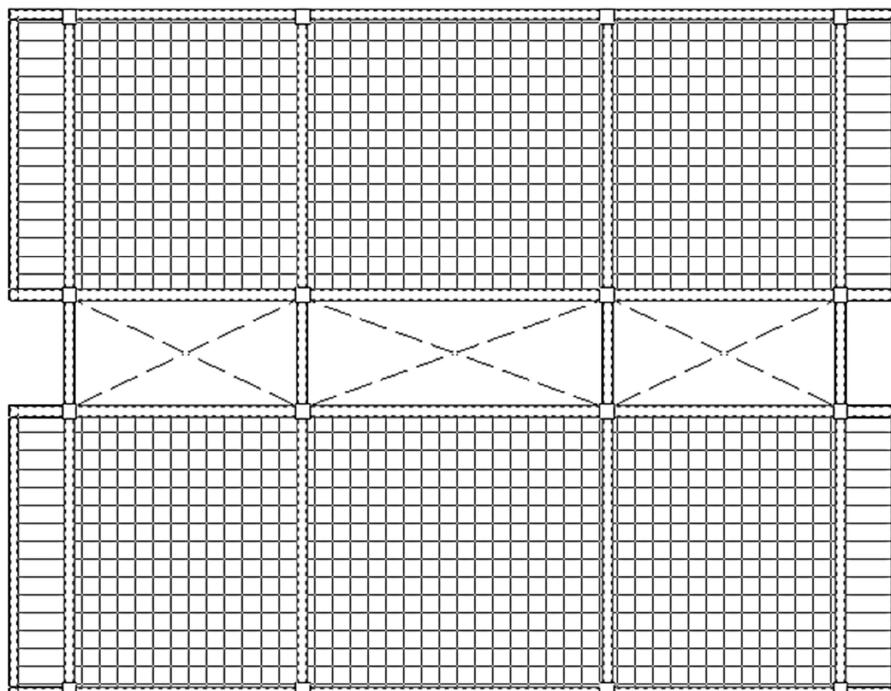
MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

VISTA EN PLANTA - DISPOSICIÓN DE NERVIOS DE LOSAS ALIVIANADAS

PLANTA PRIMER PISO - NIVEL: +3,00 m.



PLANTA TERRAZA - NIVEL: +6,00 m.

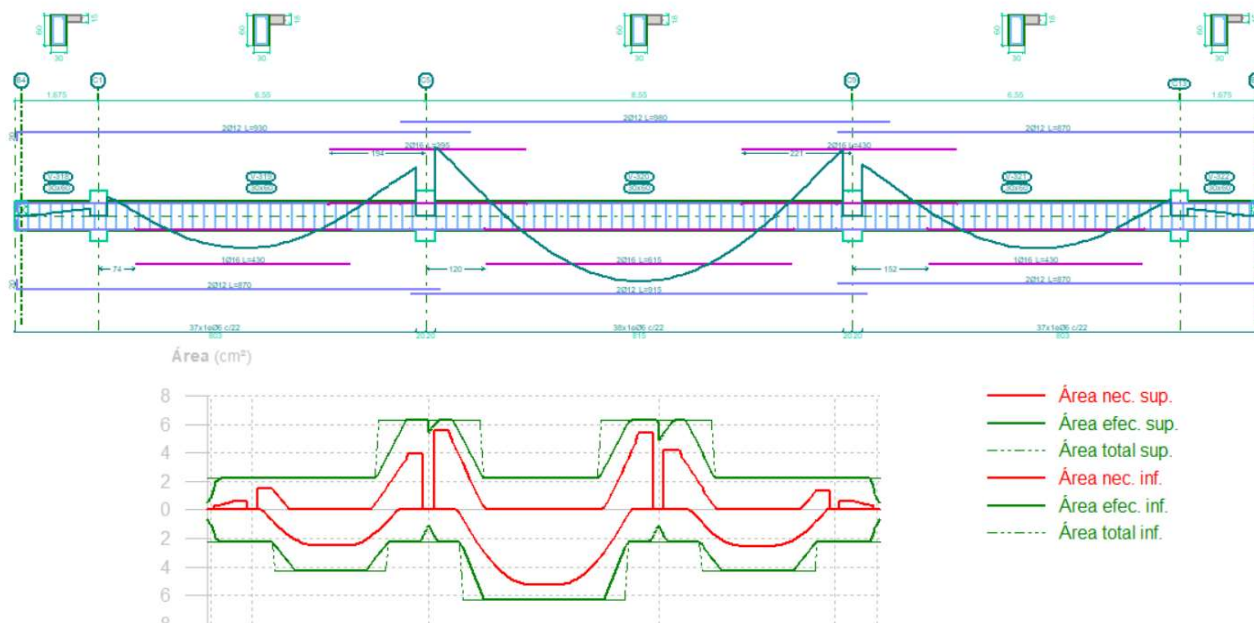




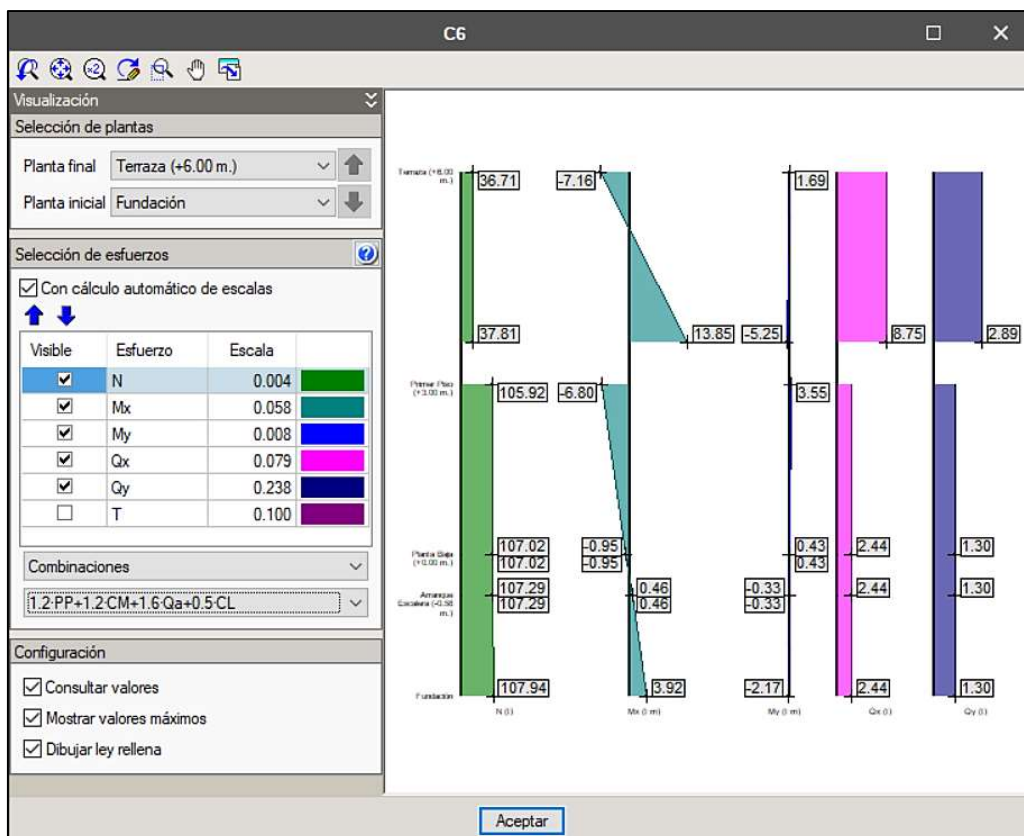
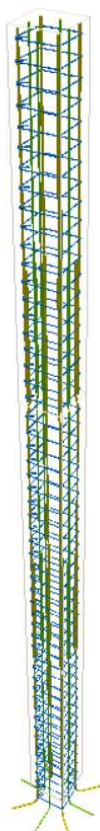
UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA



MODELACIÓN DE VIGAS DE H°A°



MODELACIÓN DE COLUMNAS DE H°A°

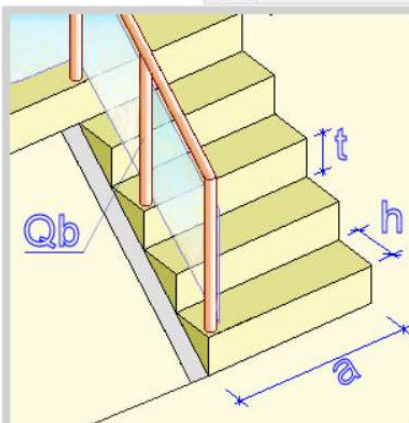




MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

MODELACIÓN DE ESCALERA DE H°A°

Datos del núcleo de escaleras Tramos



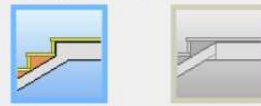
Geometría

Ancho (a) 3.000 m

Huella (h) 0.300 m

Contrahuella (t) 0.170 m

Giro: ☒ Izquierda ☐ Derecha



Cargas

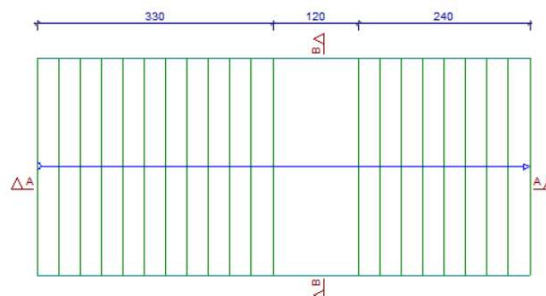
Peldaño: ☒ Hormigonado con la losa ☐ Realizado con ladrillo

Barandillas (Qb) 0.100 t/m

Solado 0.083 t/m²

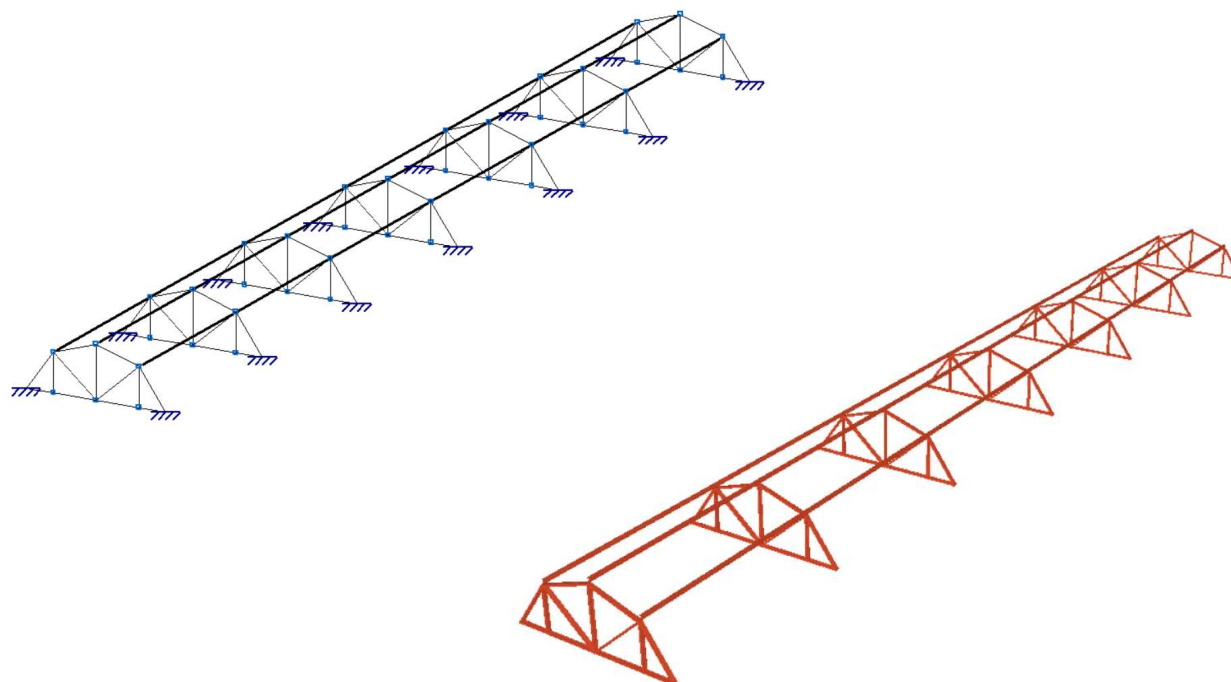
Categoría de uso Uso 1

Sobrecarga de uso 0.500 t/m²



Tramo 1	
Geometría	Ancho 3.000 m
	Espesor 0.25 m
	Huella 0.300 m
	Contrahuella 0.170 m
	Desnivel que salva 3.58 m
Cargas	Nº de escalones 21
	Planta final Primer Piso (+3.00 m.)
	Planta inicial Arranque Escalera (-0.58 m.)
	Peso propio 0.600 t/m ²
	Peldaño (Hormigonado con la losa) 0.178 t/m ²
	Solado 0.083 t/m ²
	Barandillas 0.100 t/m
	Sobrecarga de uso 0.500 t/m ²

MODELACIÓN DE CUBIERTA METÁLICA



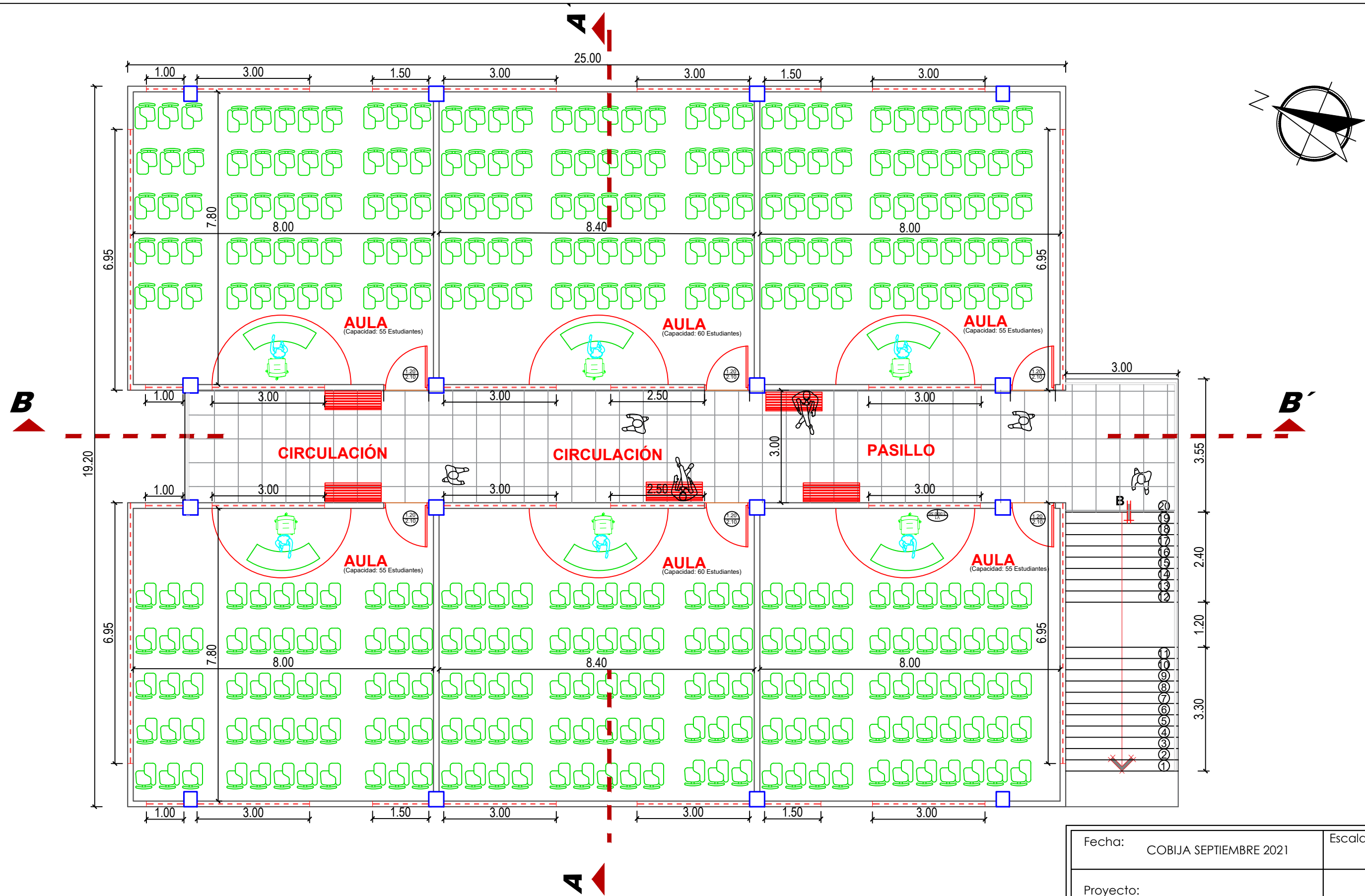
ANEXO “E”



- **Planos arquitectónicos.**
- **Planos estructurales – Losa Maciza.**
- **Planos estructurales – Losa Alivianada.**
- **Análisis de precios unitarios - Losa maciza.**
- **Análisis de precios unitarios - Losa alivianada.**
- **Presupuesto módulo estructural.**
- **Cómputos métricos.**
- **Planos referenciales de cómputos métricos.**
- **Cálculo de encofrado constructivo.**
- **Resumen de costos de materiales de construcción, mano de obra y equipo.**

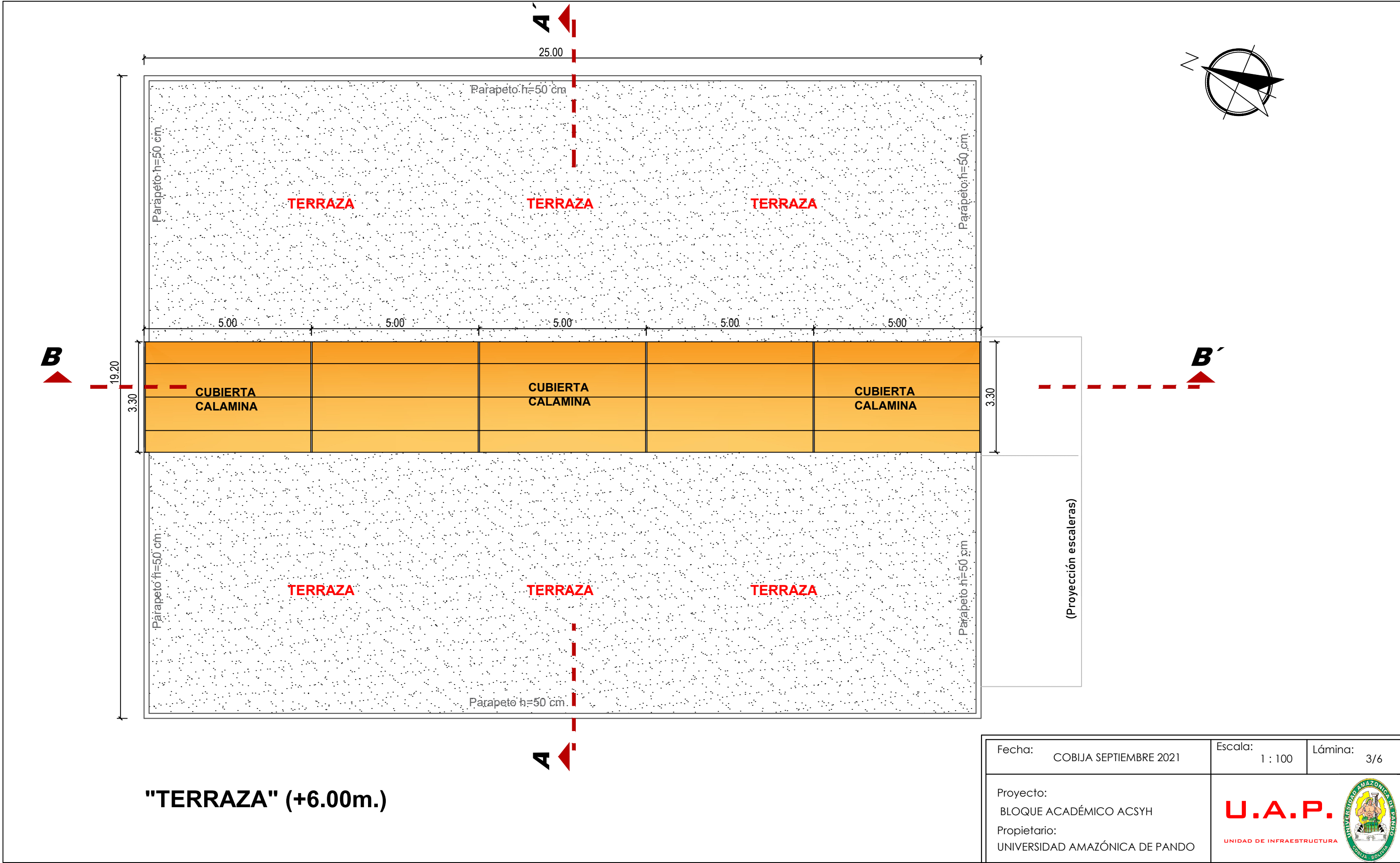
PLANOS ARQUITECTÓNICOS





"PLANTA ALTA" (+3.00m.)

Fecha:	COBIJA SEPTIEMBRE 2021	Escala:	1 : 100	Lámina:	2/6
Proyecto:	BLOQUE ACADÉMICO ACSYH				
Propietario:	UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO				



TERRAZA
+6.00 (m)

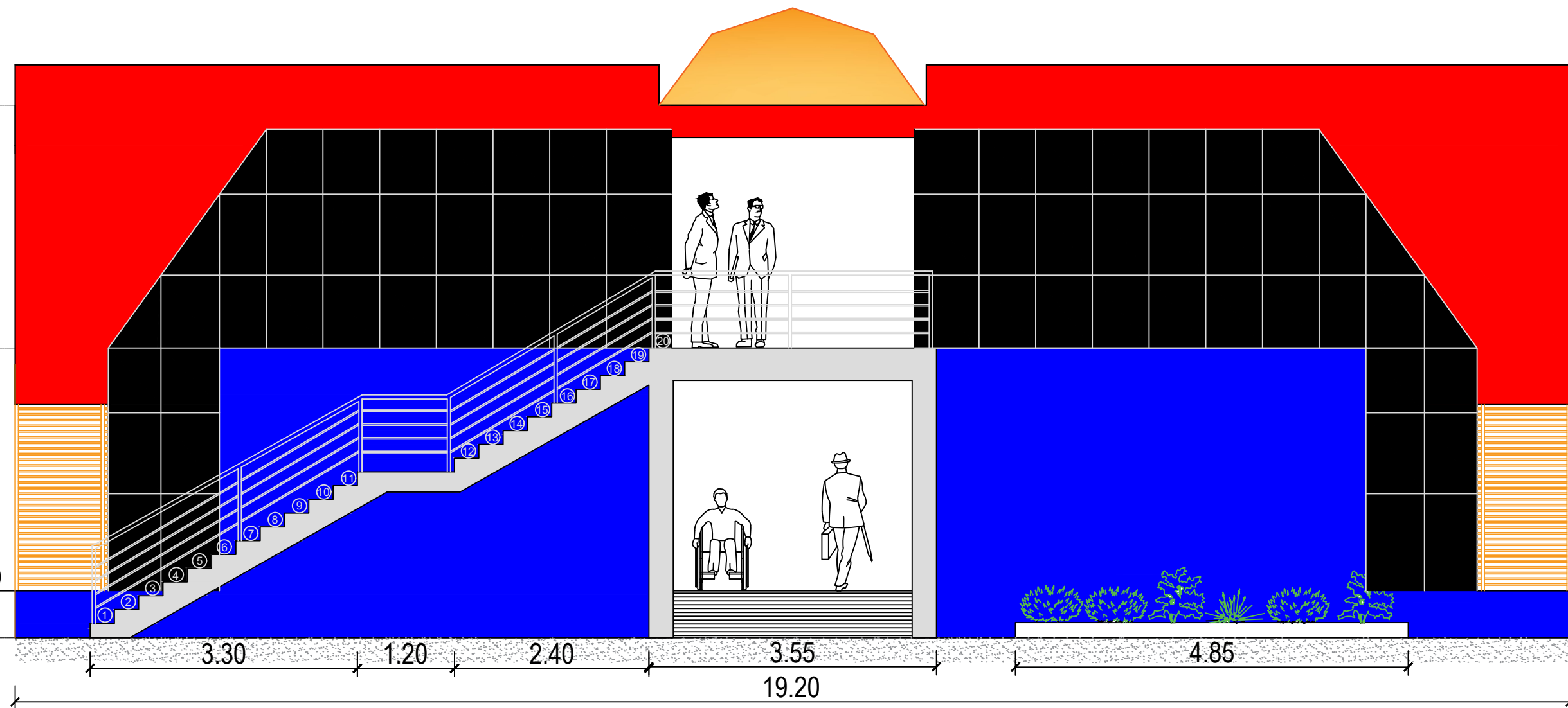
PLANTA ALTA
+3.00 (m)

PLANTA BAJA
Cota: 218,58 (m.s.n.m)

+/- 0.00 (m)

-0.58 (m)

NIVEL PATIO
Cota: 218,00 (m.s.n.m)



ELEVACIÓN FRONTAL

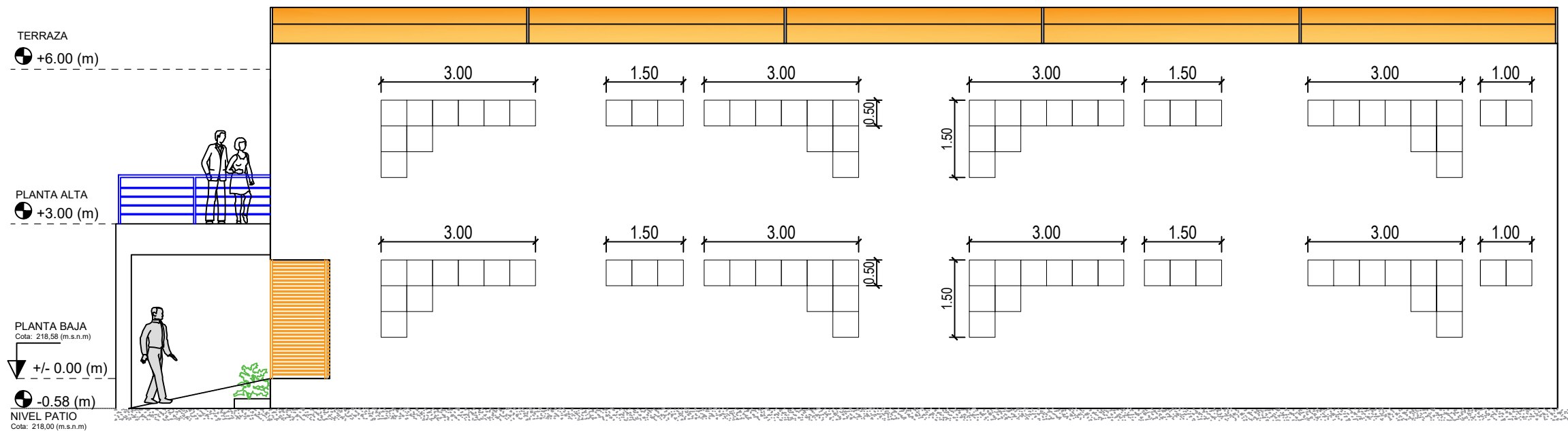
Fecha: COBIJA SEPTIEMBRE 2021

Escala: 1 : 60

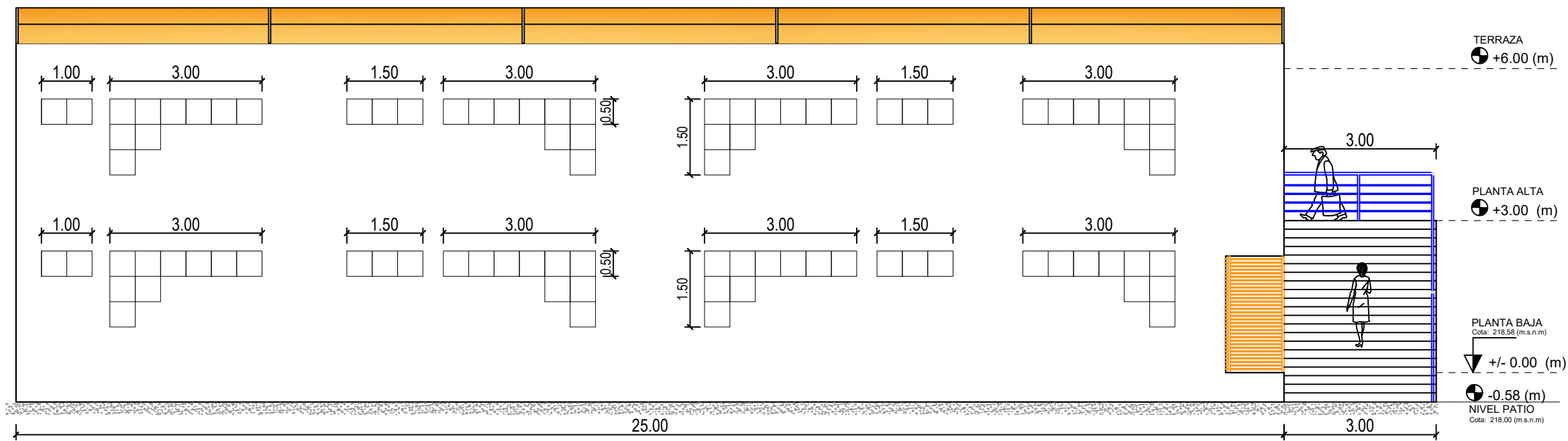
Lámina: 4/6

Proyecto:
BLOQUE ACADÉMICO ACSYH
Propietario:
UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO



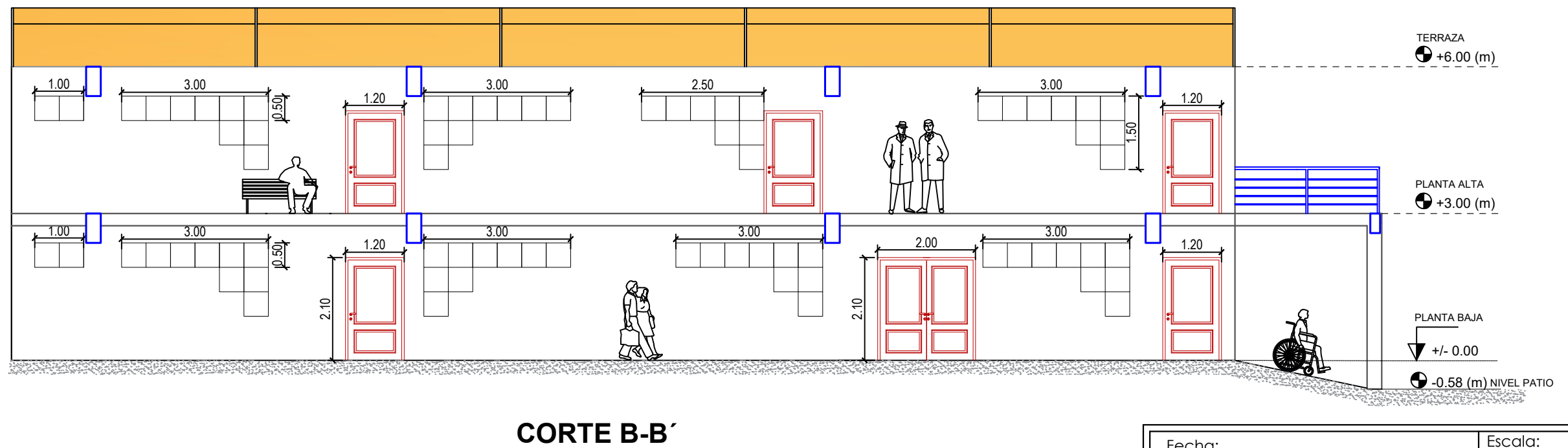
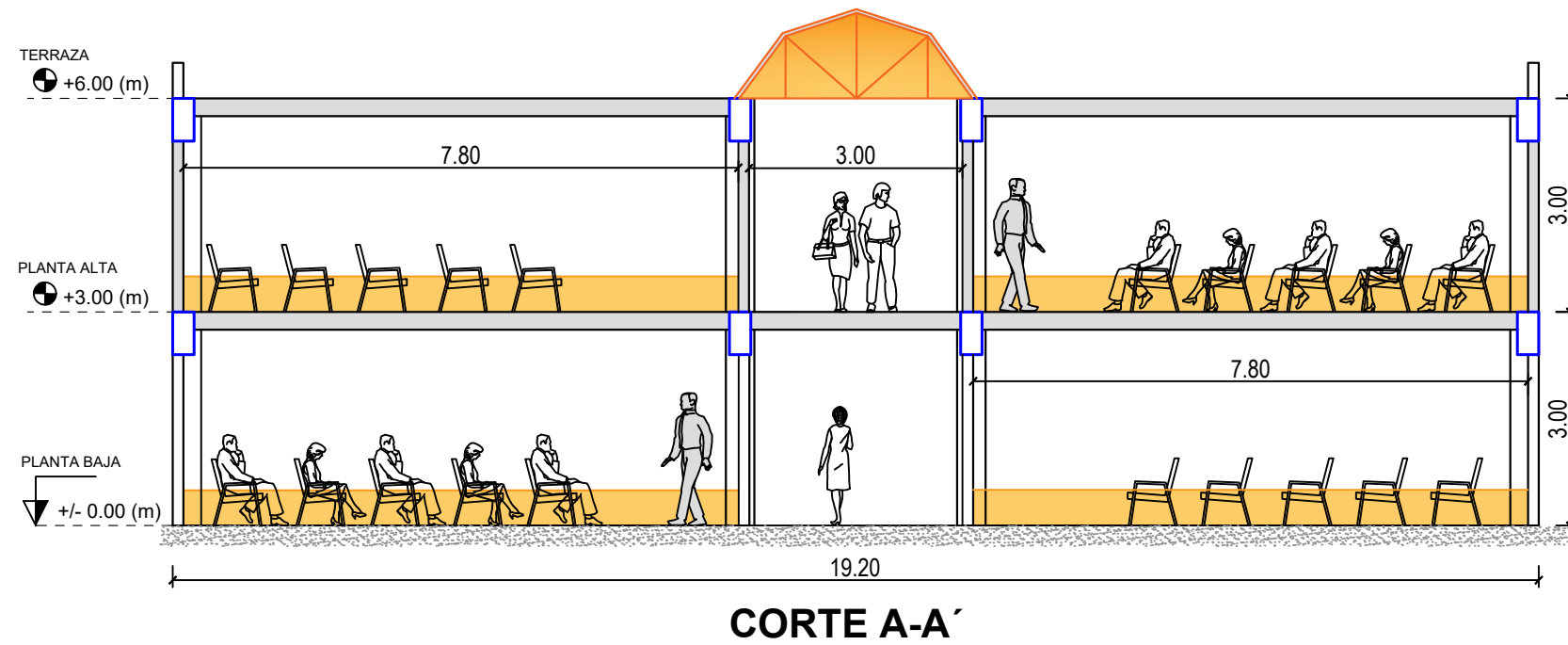


ELEVACIÓN LATERAL DERECHA



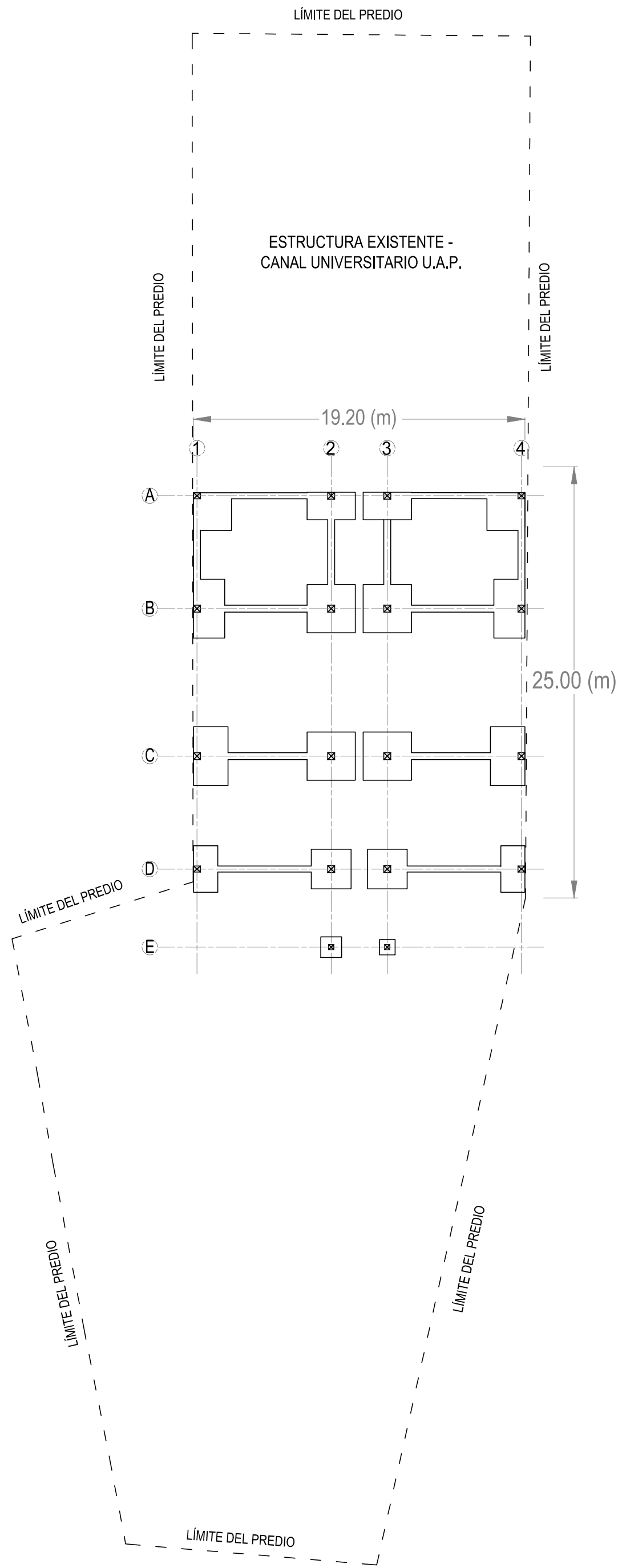
ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA

Fecha:	COBIJA SEPTIEMBRE 2021	Escala:	1 : 100	Lámina:	5/6
Proyecto:	BLOQUE ACADÉMICO ACSYH	U.A.P. UNIDAD DE INFRAESTRUCTURA			
Propietario:	UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO				

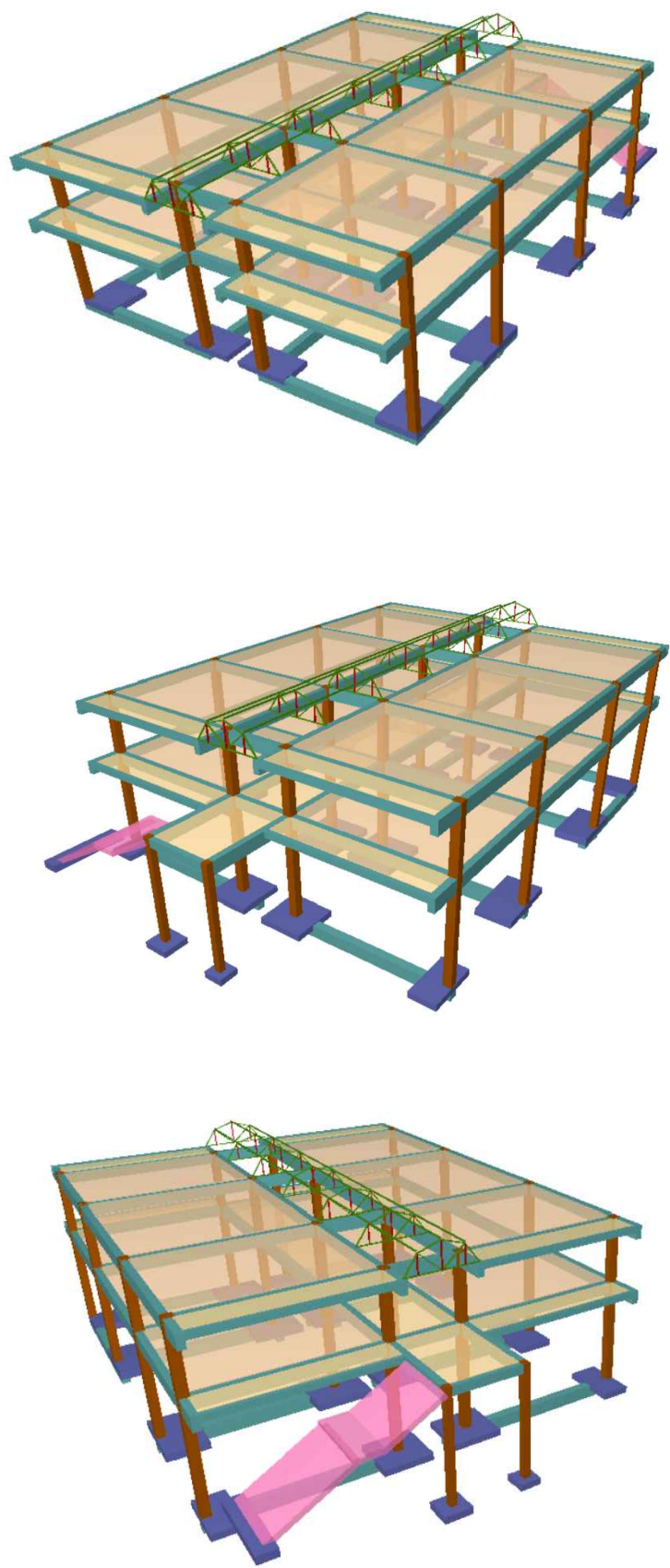


Fecha:	COBIJA SEPTIEMBRE 2021	Escala:	1 : 100	Lámina:	6/6
Proyecto:	BLOQUE ACADÉMICO ACSYH	U.A.P. UNIDAD DE INFRAESTRUCTURA 			
Propietario:	UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO				

PLANOS ESTRUCTURALES – LOSA MACIZA

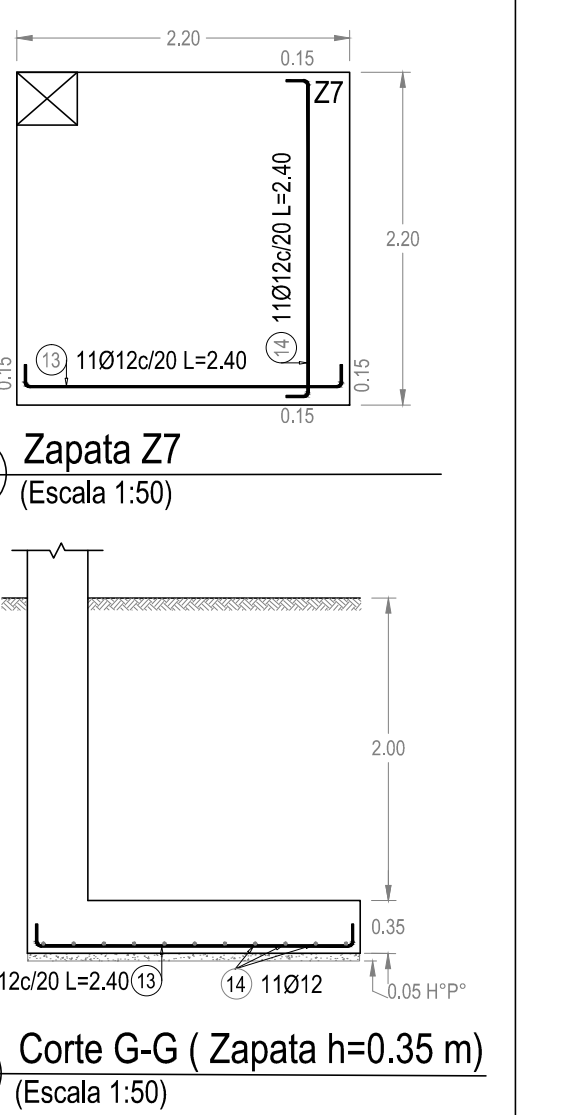
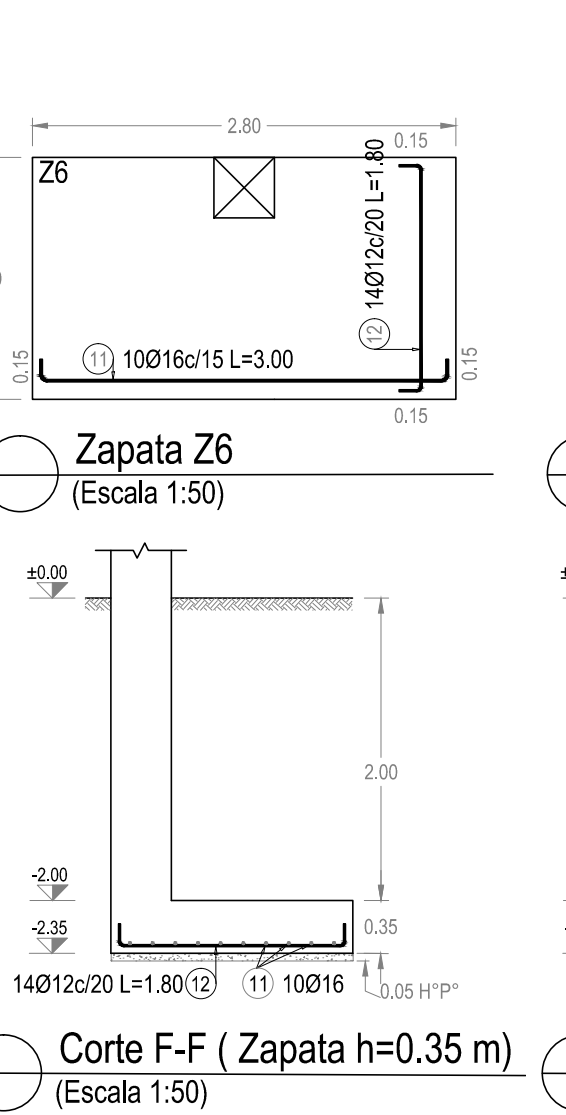
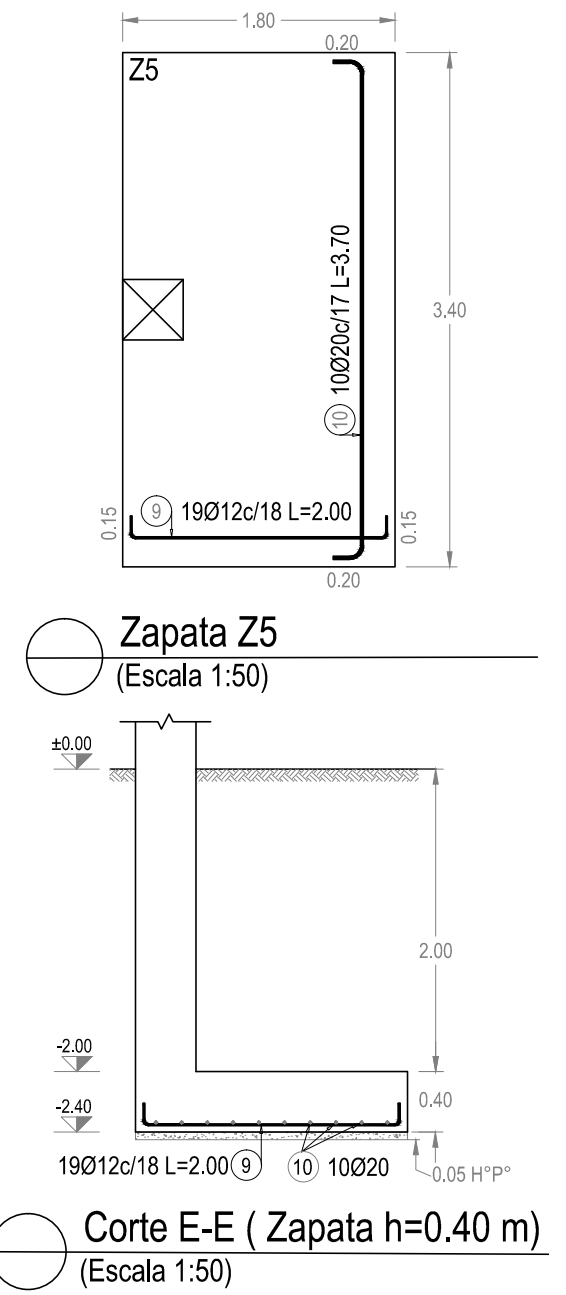
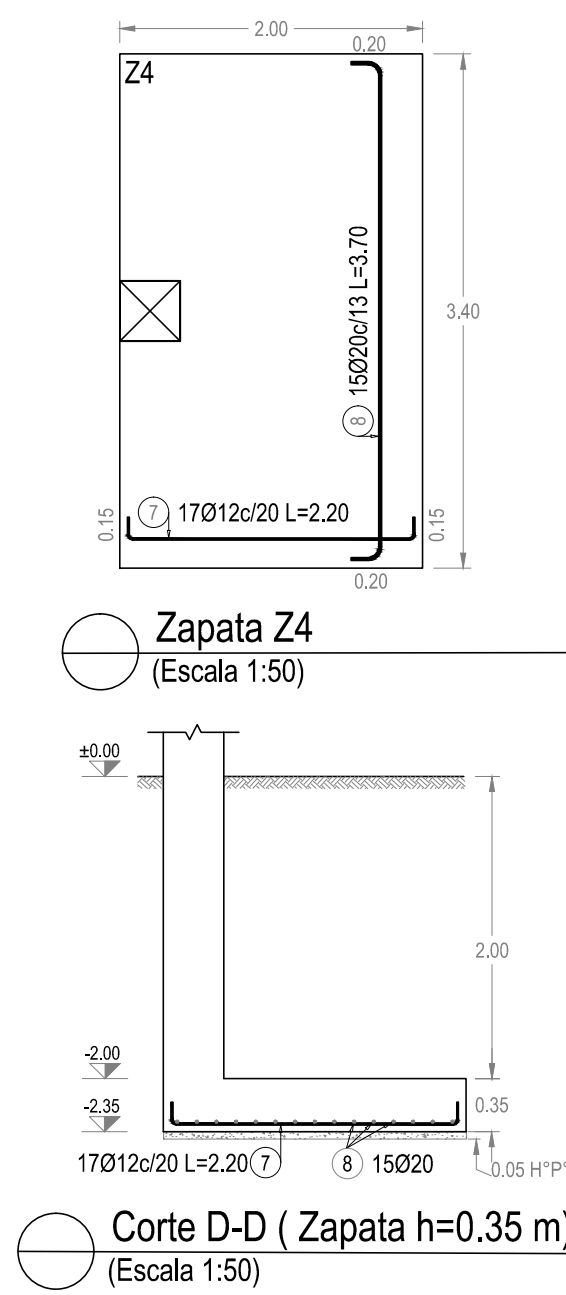
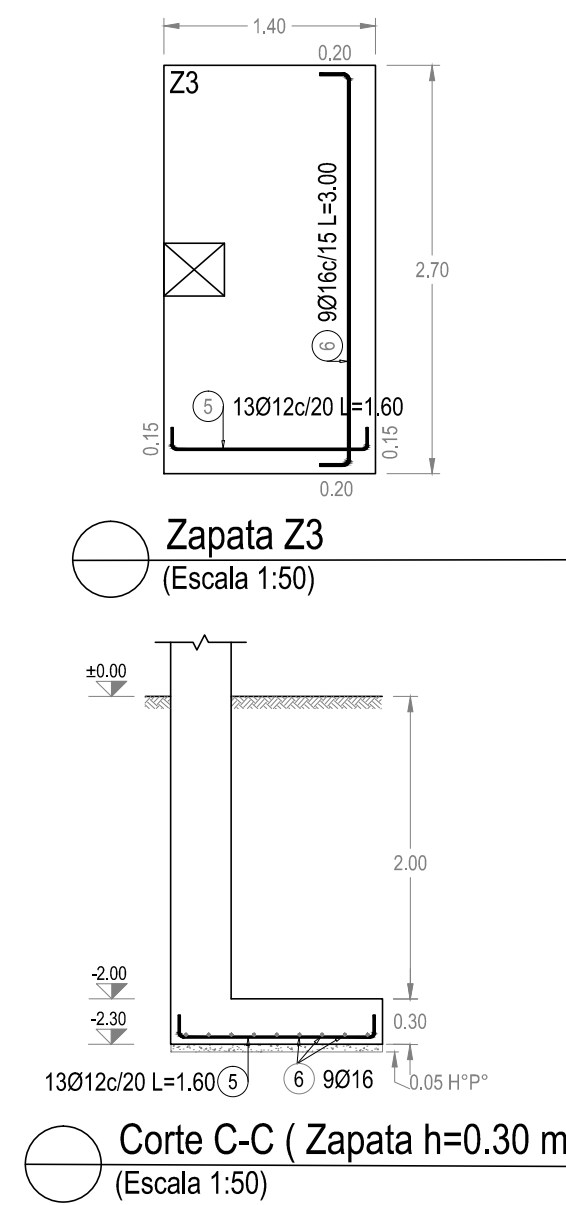
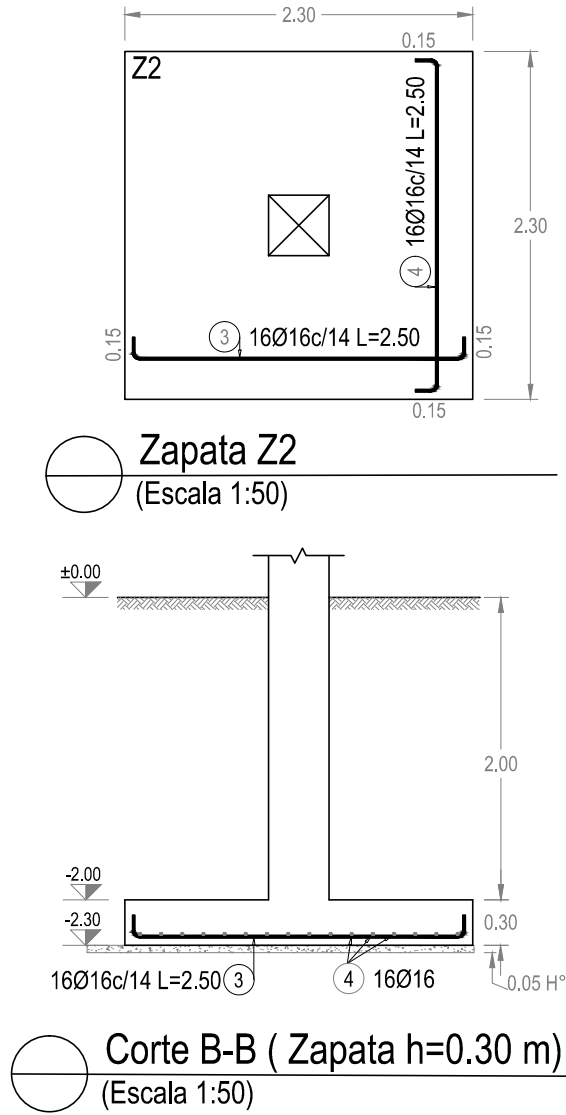
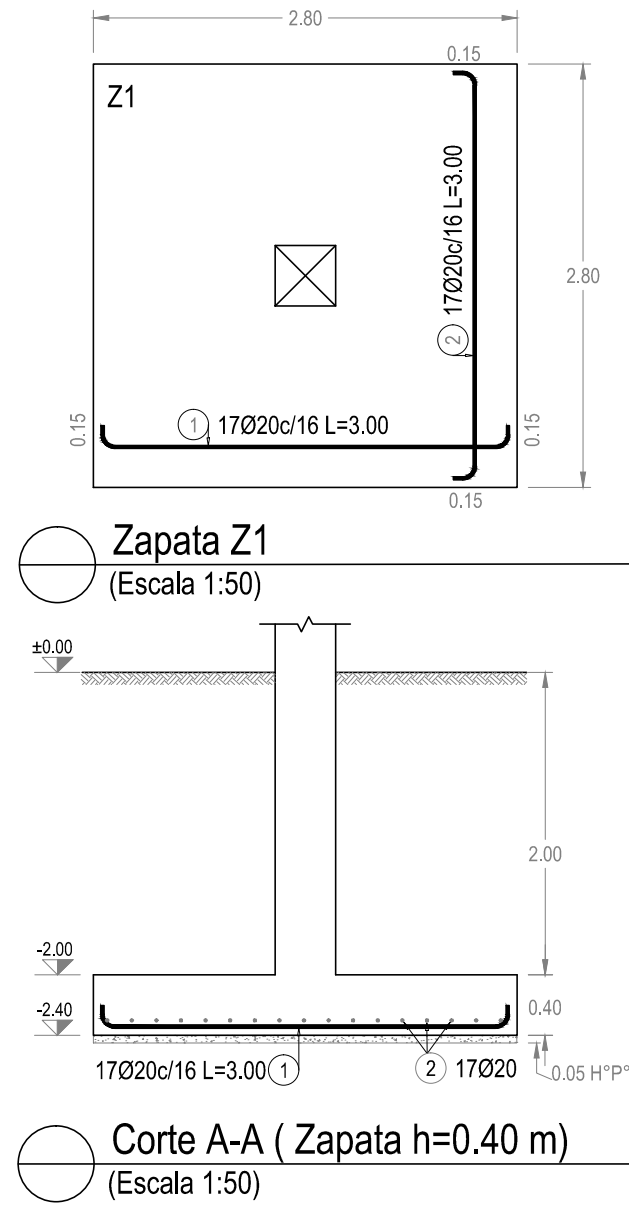
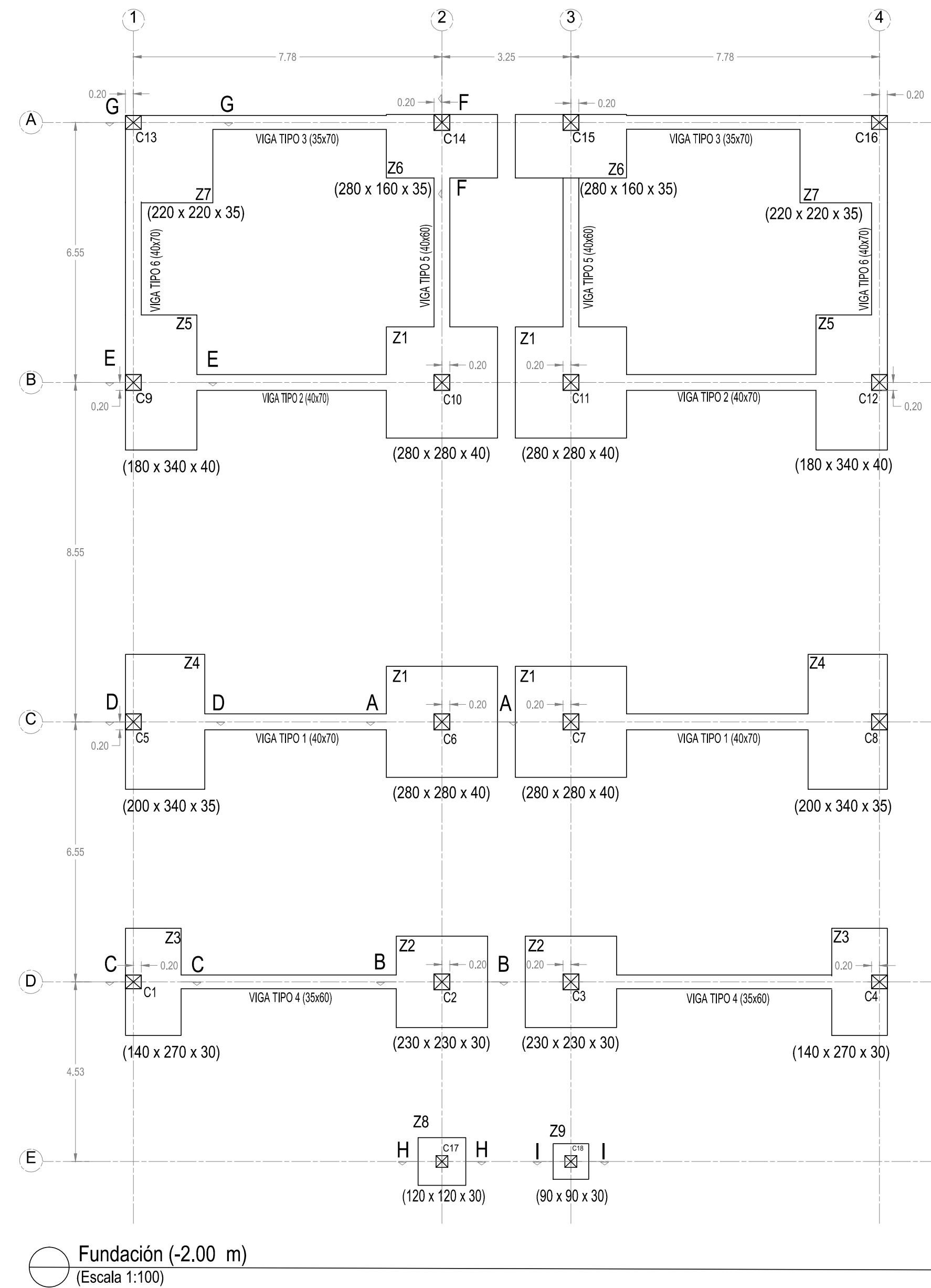


REPLANTEO DE FUNDACIONES DE LA ESTRUCTURA
(Escala 1:250)



VISTA 3D DE LA ESTRUCTURA

	UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE GRADO: Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica - económica entre losas de entrepiso de hormigón armado maciza y alivianada.	
RESPONSABLE DEL CÁLCULO. UNIV. LUIS ARNULFO BECKRICH AÑEZ ASESOR: ING. WILSON GUARDIA ZABALA	
NOTAS GENERALES.- 1. HORMIGÓN: $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2 \text{ H}^\circ\text{A}^\circ$ 2. ACERO: $f_y = 5000 \text{ kgf/cm}$ 3. RECUBRIMIENTO: 5.00 cm	FECHA : Cobija, 03 de Octubre de 2022
NOMBRE DE LÁMINA : REPLANTEO	
ESCALA : 1:100 0 0.5 1 2 5m 1:75 0 0.5 1 3m 1:50 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1 2m 1:25 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 1m 1:20 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 1m	LÁMINA 1/5

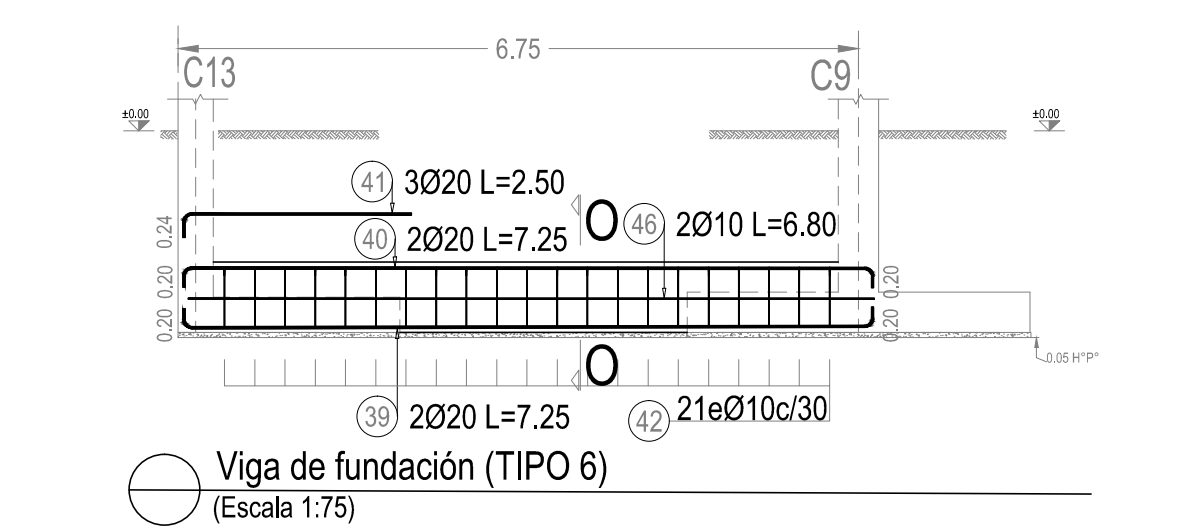
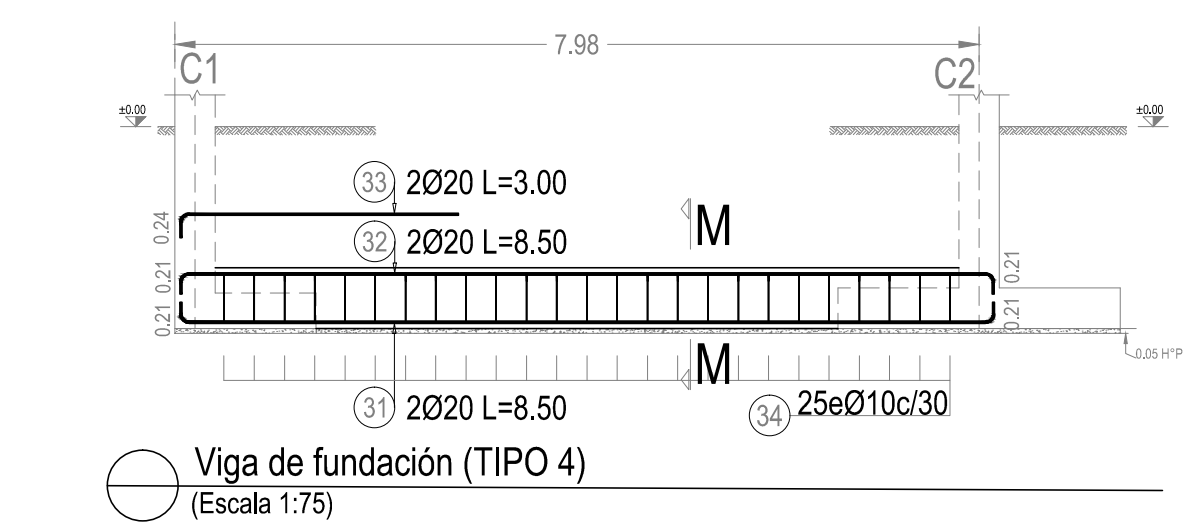
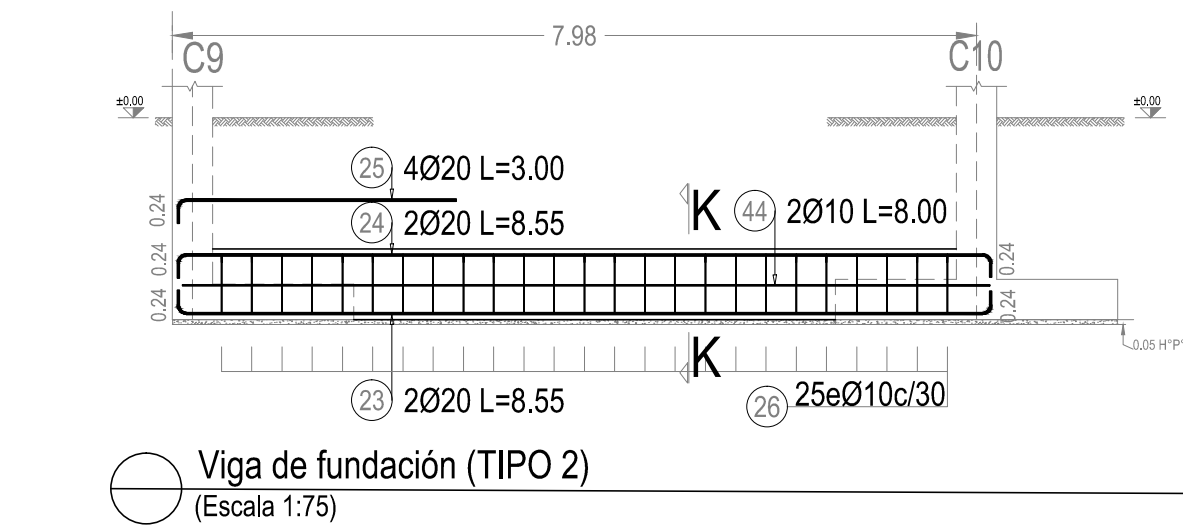
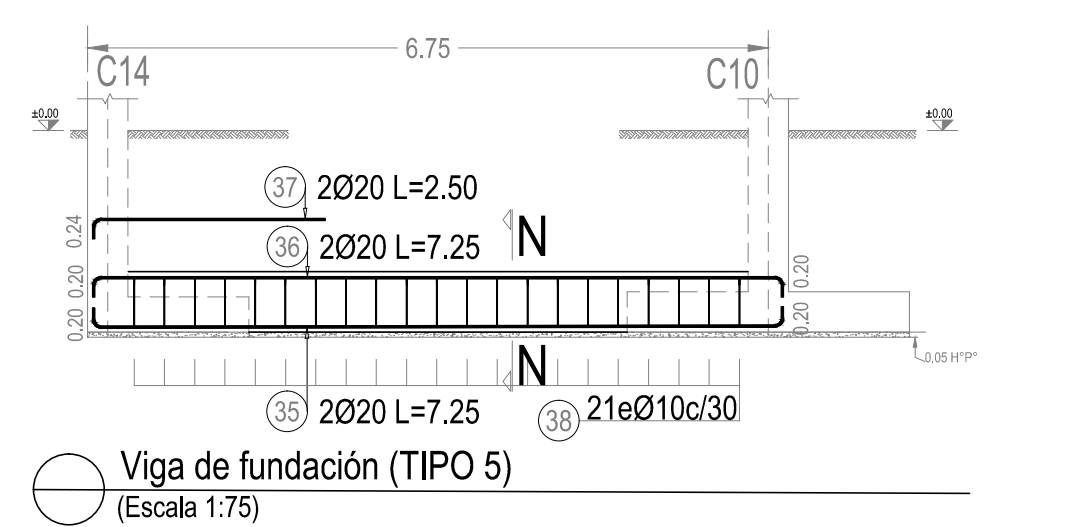
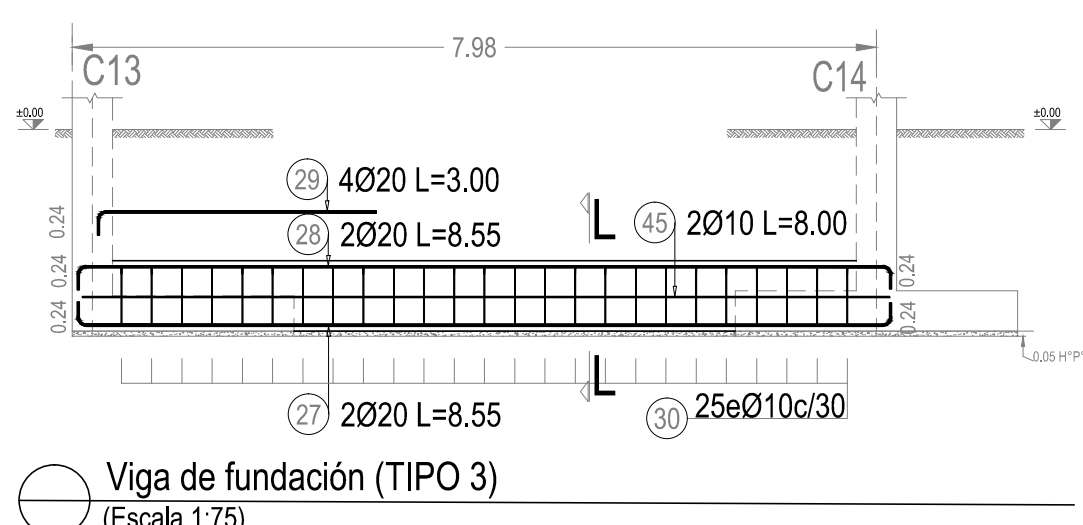
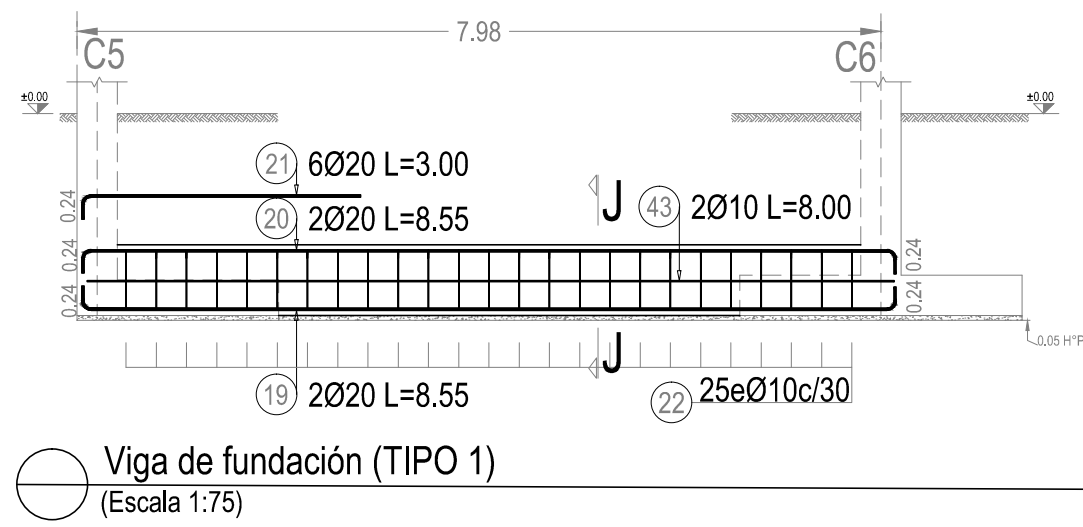
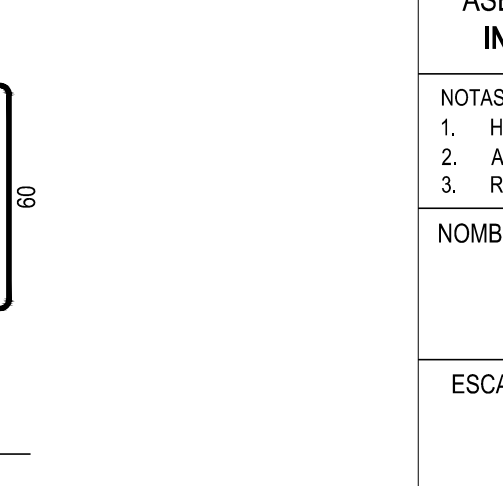
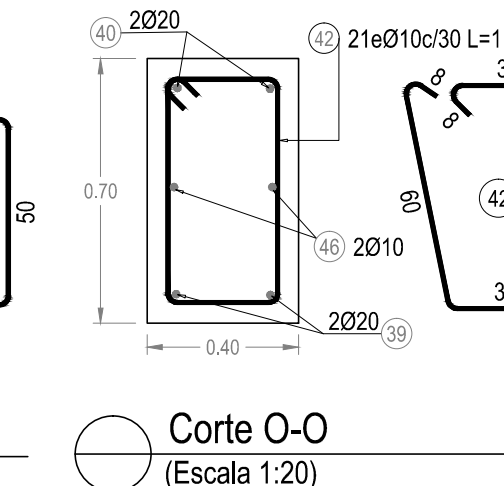
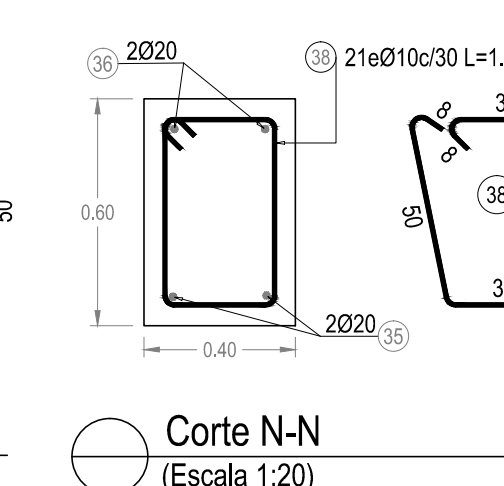
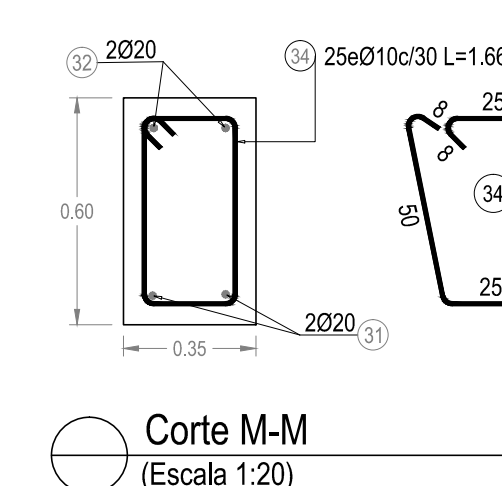
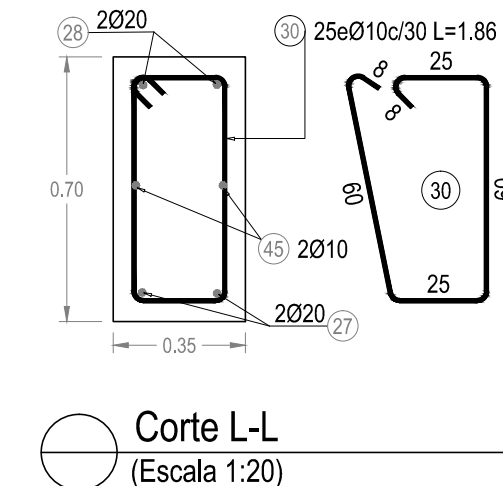
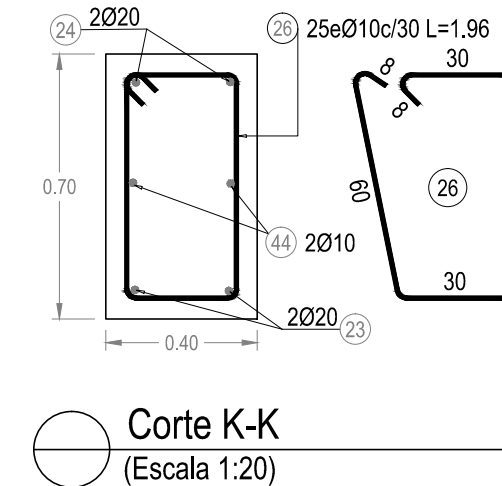
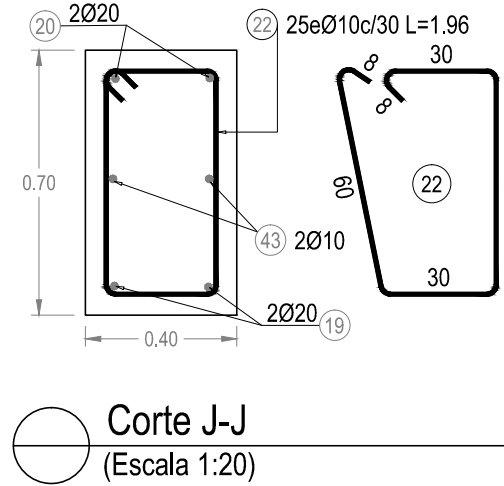


PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO																	
Elementos		Posición	Número		Dímetro	A (m)	B (m)	H1 (m)	H2 (m)	Gancho		Esquema (m)	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (kg)	Peso total (kg)	
Nombre	Cantidad		En un elemento	Total						Itz.	Der.						
VIGA TIPO 1	2	19	2	4	20	8.08		0.24	0.23	-1	-1	$\pi \cdot \frac{8.08}{2}$	8.55	34.20	84.474	338.078	
		20	2	4	20	8.08		0.23	0.24	1	1	$\pi \cdot \frac{8.08}{2}$	8.55	34.20	84.474		
		21	6	12	20	2.76		0.24			1	0	$\pi \cdot \frac{2.76}{2}$	3.00	36.00		88.920
		22	25	50	10	0.60	0.30	0.08	0.08	2	2	$\pi \cdot \frac{0.60}{2}$	1.96	98.00	60.466		
		43	2	4	10	8.00					0	0	$\pi \cdot \frac{8.00}{2}$	8.00	32.00		19.744
VIGA TIPO 2	2	23	2	4	20	8.08		0.24	0.23	-1	-1	$\pi \cdot \frac{8.08}{2}$	8.55	34.20	84.474	308.438	
		24	2	4	20	8.08		0.24	0.23	1	1	$\pi \cdot \frac{8.08}{2}$	8.55	34.20	84.474		
		25	4	8	20	2.76		0.24			1	0	$\pi \cdot \frac{2.76}{2}$	3.00	24.00		59.280
		26	25	50	10	0.60	0.30	0.08	0.08	2	2	$\pi \cdot \frac{0.60}{2}$	1.96	98.00	60.466		
		44	2	4	10	8.00					0	0	$\pi \cdot \frac{8.00}{2}$	8.00	32.00		19.744
VIGA TIPO 3	2	27	2	4	20	8.08		0.24	0.23	-1	-1	$\pi \cdot \frac{8.08}{2}$	8.55	34.20	84.474	305.353	
		28	2	4	20	8.08		0.24	0.23	1	1	$\pi \cdot \frac{8.08}{2}$	8.55	34.20	84.474		
		29	4	8	20	2.76		0.24			1	0	$\pi \cdot \frac{2.76}{2}$	3.00	24.00		59.280
		30	25	50	10	0.60	0.25	0.08	0.08	2	2	$\pi \cdot \frac{0.60}{2}$	1.86	93.00	57.381		
		45	2	4	10	8.00					0	0	$\pi \cdot \frac{8.00}{2}$	8.00	32.00		19.744
VIGA TIPO 4	2	31	2	4	20	8.08		0.21	0.21	-1	-1	$\pi \cdot \frac{8.08}{2}$	8.50	34.00	83.980	248.811	
		32	2	4	20	8.08		0.21	0.21	1	1	$\pi \cdot \frac{8.08}{2}$	8.50	34.00	83.980		
		33	2	4	20	2.76		0.24			1	0	$\pi \cdot \frac{2.76}{2}$	3.00	12.00		29.640
		34	25	50	10	0.50	0.25	0.08	0.08	2	2	$\pi \cdot \frac{0.50}{2}$	1.66	83.00	51.211		
		35	2	4	20	6.85		0.20	0.20	-1	-1	$\pi \cdot \frac{6.85}{2}$	7.25	29.00	71.630		
VIGA TIPO 5	2	36	2	4	20	6.85		0.20	0.20	1	1	$\pi \cdot \frac{6.85}{2}$	7.25	29.00	71.630	213.569	
		37	2	4	20	2.30		0.20			1	0	$\pi \cdot \frac{2.30}{2}$	2.50	10.00		24.700
		38	21	42	10	0.50	0.30	0.08	0.08	2	2	$\pi \cdot \frac{0.50}{2}$	1.76	73.92	45.609		
		39	2	4	20	6.85		0.20	0.20	-1	-1	$\pi \cdot \frac{6.85}{2}$	7.25	29.00	71.630		
		40	2	4	20	6.85		0.20	0.20	1	1	$\pi \cdot \frac{6.85}{2}$	7.25	29.00	71.630		
VIGA TIPO 6	2	41	3	6	20	2.26		0.24			1	0	$\pi \cdot \frac{2.26}{2}$	2.50	15.00	37.050	247.884
		42	21	42	10	0.60	0.30	0.08	0.08	2	2	$\pi \cdot \frac{0.60}{2}$	1.96	82.32	50.791		
		43	2	4	10	6.80					0	0	$\pi \cdot \frac{6.80}{2}$	6.80	27.20	16.782	
		44	2	4	10	6.80					0	0	$\pi \cdot \frac{6.80}{2}$	6.80	27.20	16.782	

PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO															
Elementos		Posición	Número		Diámetro	A (m)	H1 (m)	H2 (m)	Gancho	Esquema	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (kg)	Peso total (kg)	
Nombre	Cantidad		En un elemento	Total											Itz.
Z1	4	①	17	68	20	2.70	0.15	0.15	-1	-1	R-2.70	3.00	204.00	503.880	1007.760
		②	17	68	20	2.70	0.15	0.15	-1	-1	R-2.70	3.00	204.00	503.880	
Z2	2	③	16	32	16	2.20	0.15	0.15	-1	-1	R-2.20	2.50	80.00	126.400	252.800
		④	16	32	16	2.20	0.15	0.15	-1	-1	R-2.20	2.50	80.00	126.400	
Z3	2	⑤	13	26	12	1.30	0.15	0.15	-1	-1	R-1.30	1.60	41.60	36.941	122.261
		⑥	9	18	16	2.60	0.20	0.20	-1	-1	R-2.60	3.00	54.00	85.320	
Z4	2	⑦	17	34	12	1.90	0.15	0.15	-1	-1	R-1.90	2.20	74.80	66.422	340.592
		⑧	15	30	20	3.30	0.20	0.20	-1	-1	R-3.30	3.70	111.00	274.170	
Z5	2	⑨	19	38	12	1.70	0.15	0.15	-1	-1	R-1.70	2.00	76.00	67.488	250.268
		⑩	10	20	20	3.30	0.20	0.20	-1	-1	R-3.30	3.70	74.00	182.780	
Z6	2	⑪	10	20	16	2.70	0.15	0.15	-1	-1	R-2.70	3.00	60.00	94.800	139.555
		⑫	14	28	12	1.50	0.15	0.15	-1	-1	R-1.50	1.80	50.40	44.755	
Z7	2	⑬	11	22	12	2.10	0.15	0.15	-1	-1	R-2.10	2.40	52.80	46.886	93.773
		⑭	11	22	12	2.10	0.15	0.15	-1	-1	R-2.10	2.40	52.80	46.886	
Z8	1	⑮	7	7	10	1.10	0.15	0.15	-1	-1	R-1.10	1.40	9.80	6.047	12.093
		⑯	7	7	10	1.10	0.15	0.15	-1	-1	R-1.10	1.40	9.80	6.047	
Z9	1	⑰	5	5	10	0.80	0.15	0.15	-1	-1	R-0.80	1.10	5.50	3.394	6.787
		⑱	5	5	10	0.80	0.15	0.15	-1	-1	R-0.80	1.10	5.50	3.394	

Resumen de cantidades - Zapatas					
B 500 S	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	
Peso Lineal (kg/m)	0.580	0.888	1.580	2.470	
Longitud (m)	30.60	348.40	274.00	593.00	
Peso (kg)	17.14	309.38	432.92	1464.71	
Peso Total (kg)	2224.15				

Resumen de cantidades - Vigas de fundación			
B 500 S	Ø 10	Ø 20	
Peso Lineal (kg/m)	0.560	2.470	
Longitud (m)	651.44	510.20	
Peso (kg)	364.80	1260.19	
Peso Total (kg)	1624.99		





UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE GRADO:
Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica - económica entre losas de entropiso de hormigón armado maciza y alivianada.

RESPONSABLE DEL CÁLCULO.
UNIV. LUIS ARNULFO BECKRICH AÑEZ
ASESOR:
ING. WILSON GUARDIA ZABALA

NOTAS GENERALES.-
1. HORMIGÓN: $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2 \text{ H}^A$
2. ACERO: $f_s = 5000 \text{ kgf/cm}$
3. RECUBRIMIENTO: 5.00 cm

FECHA:
Cobija, 03 de Octubre de 2022

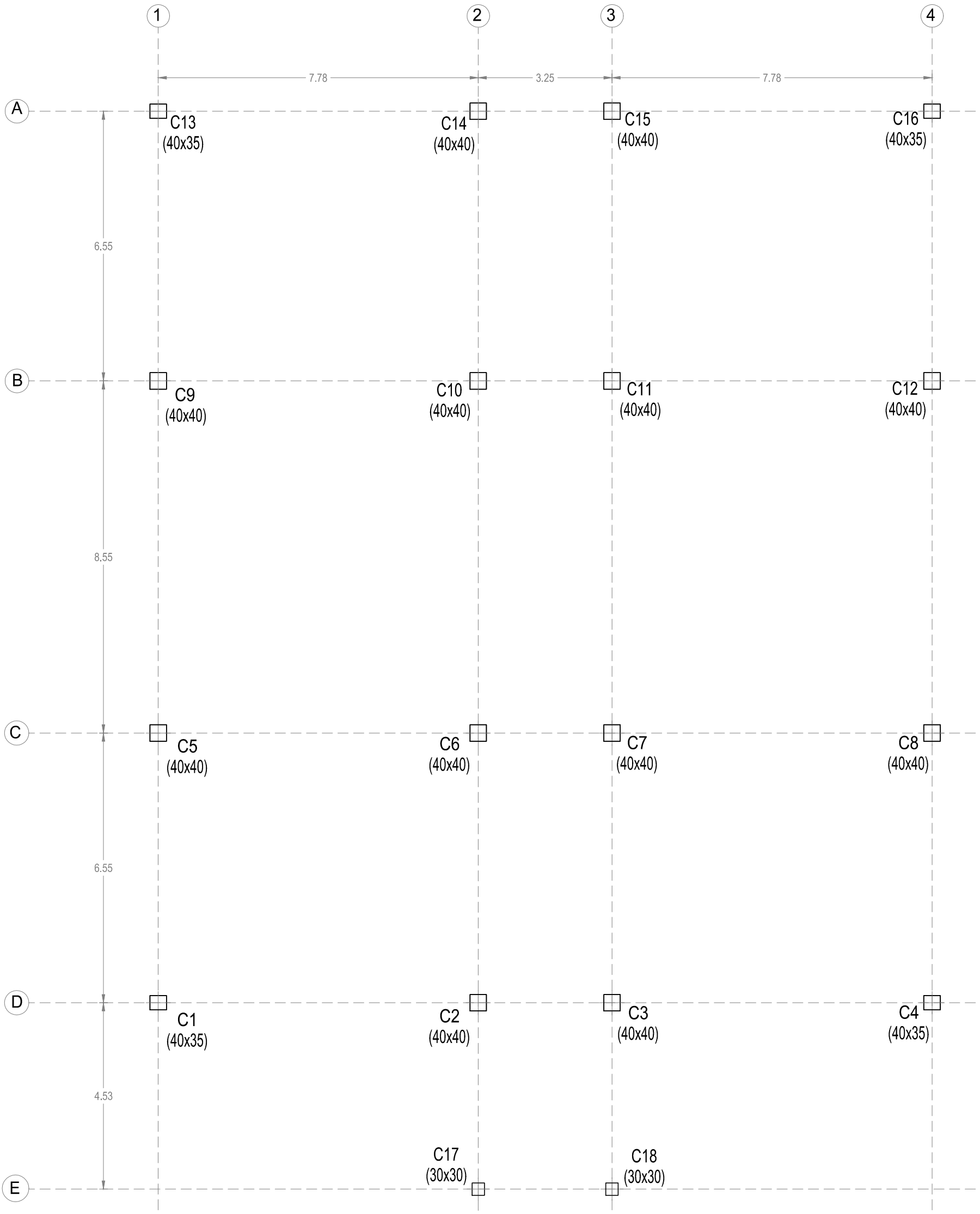
FUNDACIONES

ESCALA:
1:100
1:75
1:50
1:25
1:20

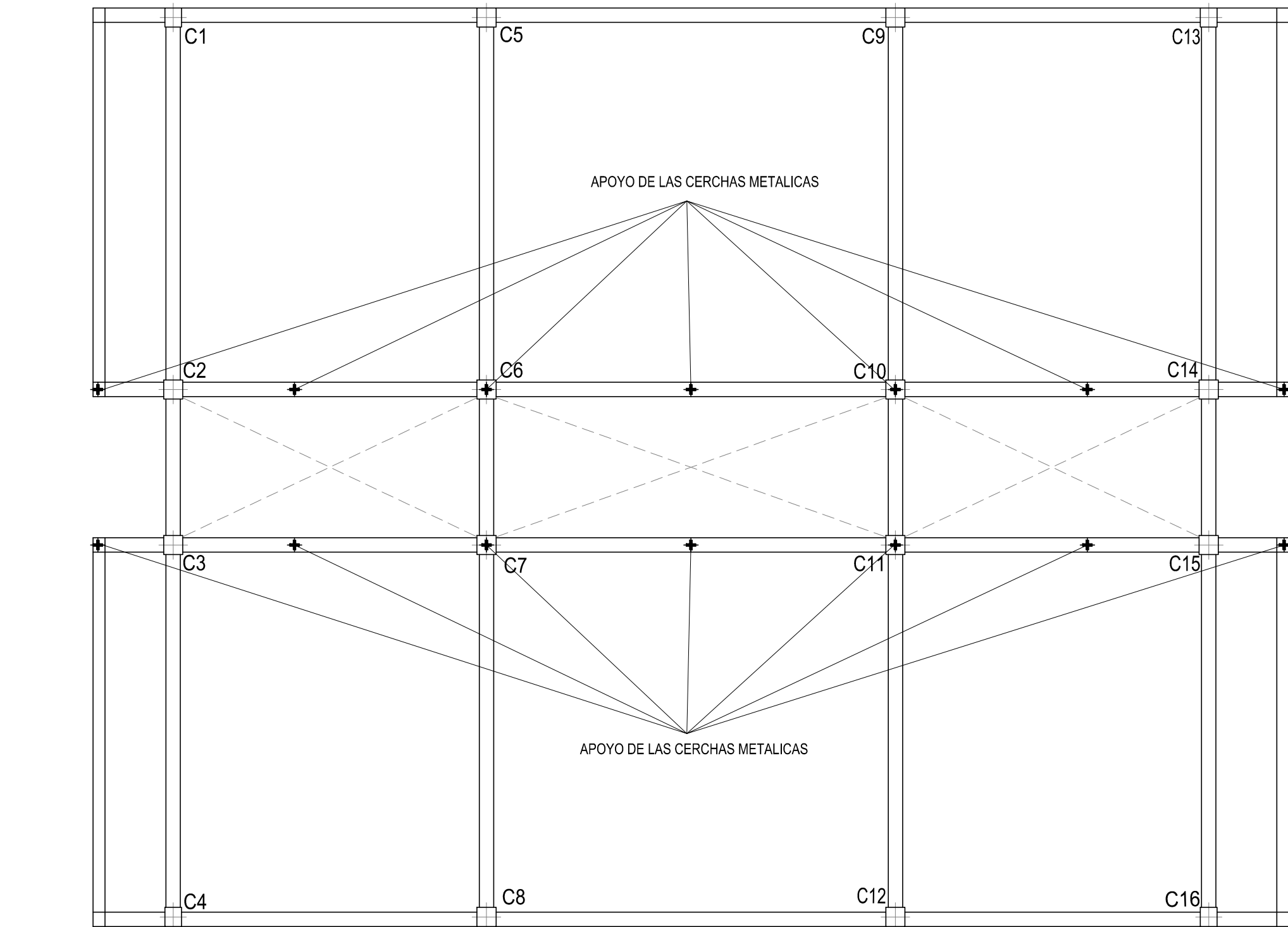
LÁMINA
2/5

PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO																	
Elementos		Posición	Número		Díametro	A (m)	B (m)	C (m)	H1 (m)	H2 (m)	Gancho		Esquema	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (kg)	Peso total (kg)
Nombre	Cantidad		En un elemento	Total							Izq.	Der.					
C6, C7, C10 y C11	4	1	15	60	10	0,34	0,34		0,08	0,08	2	2		1,52	91,20	56,270	912,845
		2	20	80	10	0,34	0,34		0,08	0,08	2	2		1,52	121,60	75,027	
		3	20	80	10	0,34	0,34		0,08	0,08	2	2		1,52	121,60	75,027	
		4	4	16	20	2,05	0,32	0,93	0,40	-1	0		3,70	59,20	146,224		
		5	4	16	20	2,40	0,61	0,99		0	0		4,00	64,00	158,080		
		6	4	16	20	2,90			0,30	0	1		3,20	51,20	126,464		
		7	4	16	16	2,05	0,32	0,93	0,40	-1	0		3,70	59,20	93,536		
		8	4	16	16	2,40	0,61	0,99		0	0		4,00	64,00	101,120		
		9	4	16	16	2,90			0,30	0	1		3,20	51,20	80,896		
C5, C6, C7 y C8	4	10	12	48	20	2,05	0,32	0,93	0,40	-1	0		3,70	177,60	438,672	1502,380	
		11	12	48	20	2,40	0,61	0,99		0	0		4,00	192,00	474,240		
		12	12	48	20	2,90			0,30	0	1		3,20	153,60	379,392		
		13	16	64	10	0,34	0,34		0,08	0,08	2	2		1,52	97,28		60,022
		14	20	80	10	0,34	0,34		0,08	0,08	2	2		1,52	121,60		75,027
		15	20	80	10	0,34	0,34		0,08	0,08	2	2		1,52	121,60		75,027
C2, C3, C14 y C15	4	16	16	64	8	0,34	0,34		0,06	0,06	2	2		1,48	94,72	37,414	667,266
		17	20	80	8	0,34	0,34		0,06	0,06	2	2		1,48	118,40	46,768	
		18	18	72	8	0,34	0,34		0,06	0,06	2	2		1,48	106,56	42,091	
		19	8	32	16	2,05	0,32	0,83	0,30	-1	0		3,50	112,00	176,960		
		20	8	32	16	2,40	0,61	0,99		0	0		4,00	128,00	202,240		
		21	8	32	16	2,90			0,30	0	1		3,20	102,40	161,792		
C1, C4, C13 y C16	4	22	16	64	10	0,29	0,34		0,08	0,08	2	2		1,42	90,88	56,073	760,399
		23	20	80	10	0,29	0,34		0,08	0,08	2	2		1,42	113,60	70,091	
		24	20	80	10	0,29	0,34		0,08	0,08	2	2		1,42	113,60	70,091	
		25	4	16	20	2,05	0,32	0,73	0,40	-1	0		3,50	56,00	138,320		
		26	4	16	20	2,40	0,61	0,79		0	0		3,80	60,80	150,176		
		27	4	16	20	2,90			0,30	0	1		3,20	51,20	126,464		
		28	4	16	12	2,05	0,32	0,73	0,40	-1	0		3,50	56,00	49,728		
		29	4	16	12	2,40	0,61	0,79		0	0		3,80	60,80	53,990		
		30	4	16	12	2,90			0,30	0	1		3,20	51,20	45,466		
		31	16	32	6	0,24	0,24		0,05	0,05	2	2		1,06	33,92	7,530	
C17 y C18	2	32	20	40	6	0,24	0,24		0,05	0,05	2	2		1,06	42,40	9,413	110,716
		34	8	16	12	2,95			0,25	0	1		3,20	51,20	45,466		

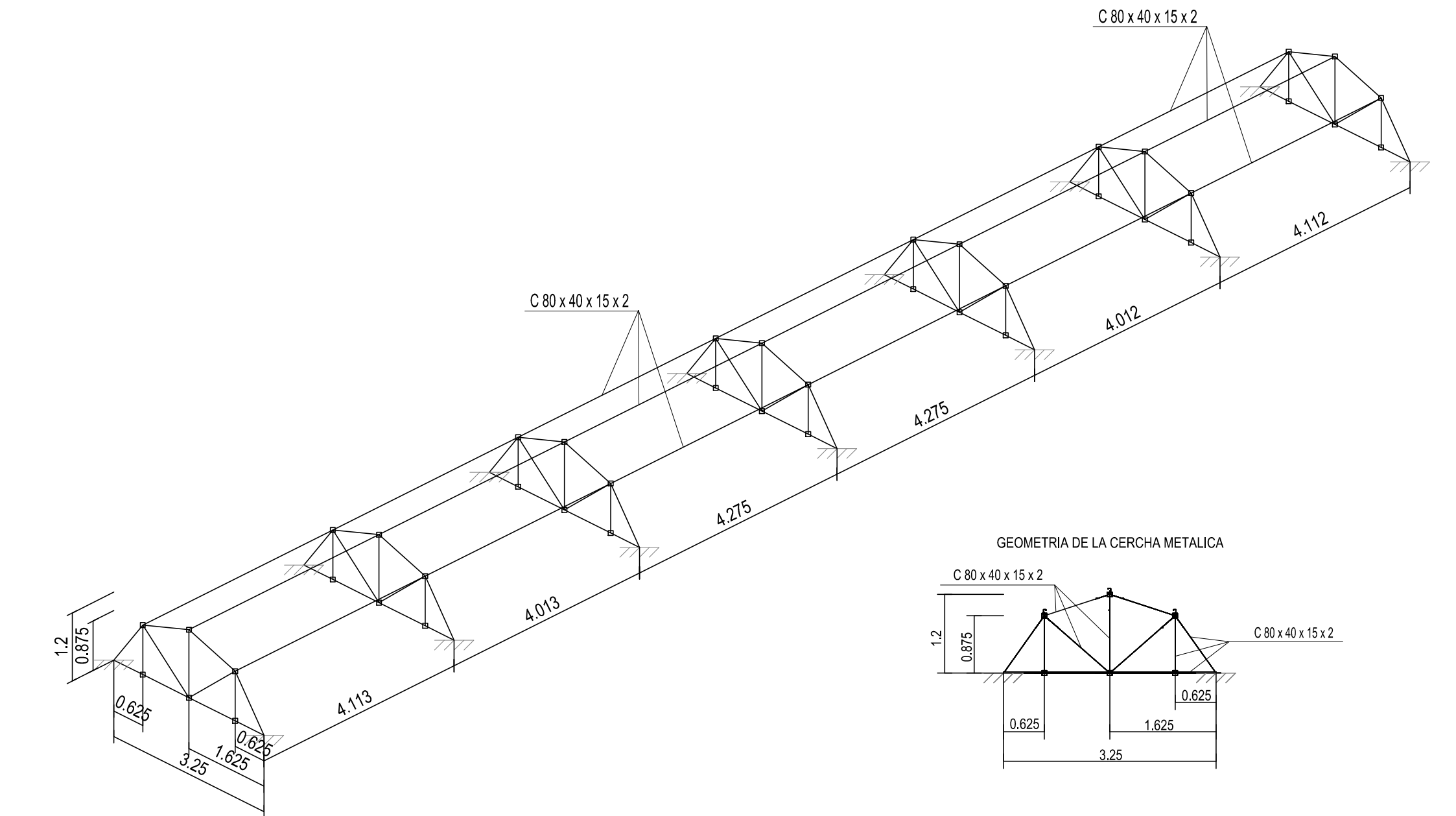
Resumen de cantidades - Columnas						
B 500 S	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
Peso Lineal (kg/m)	0,222	0,395	0,560	0,888	1,580	2,470
Longitud (m)	76,32	319,68	992,96	273,60	516,80	865,60
Peso (kg)	16,94	126,27	556,06	242,96	816,54	2138,03
Peso Total (kg)			3896,80			



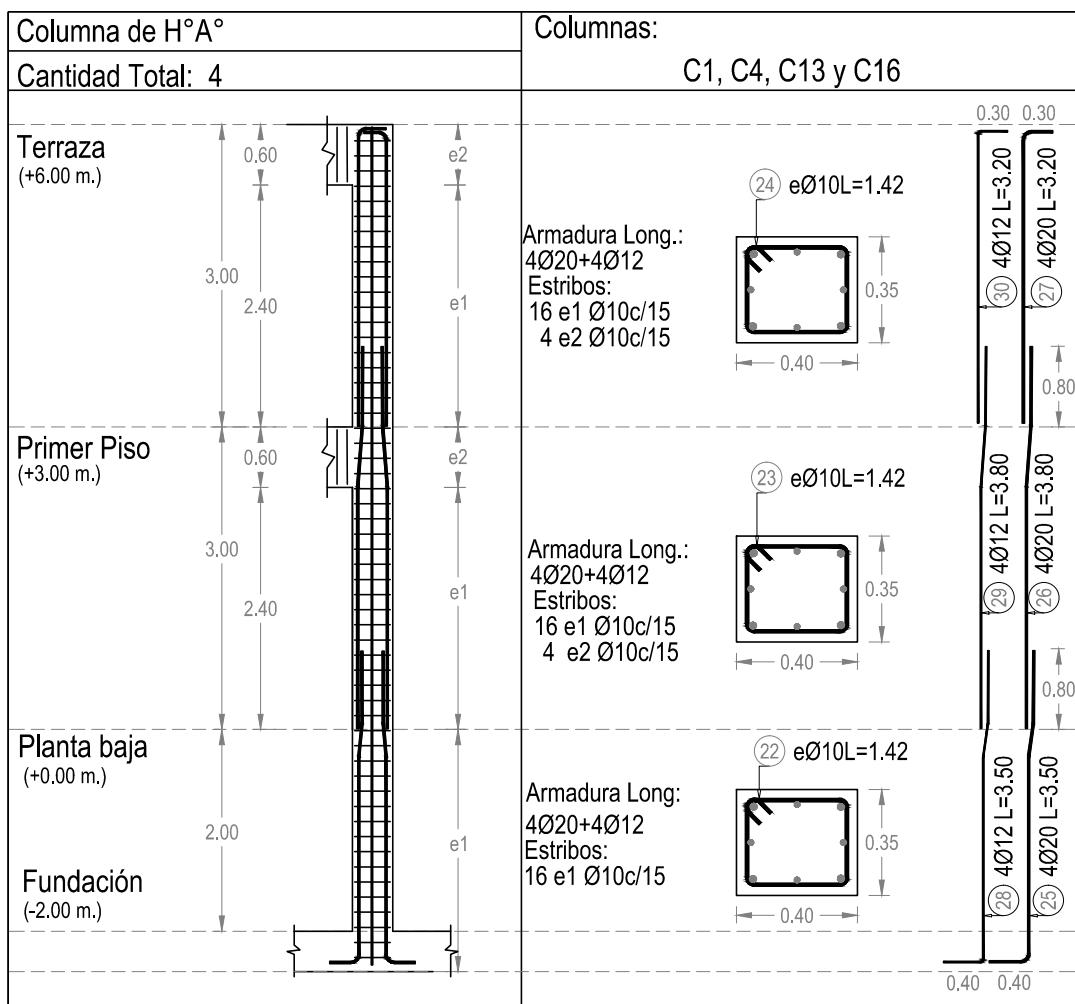
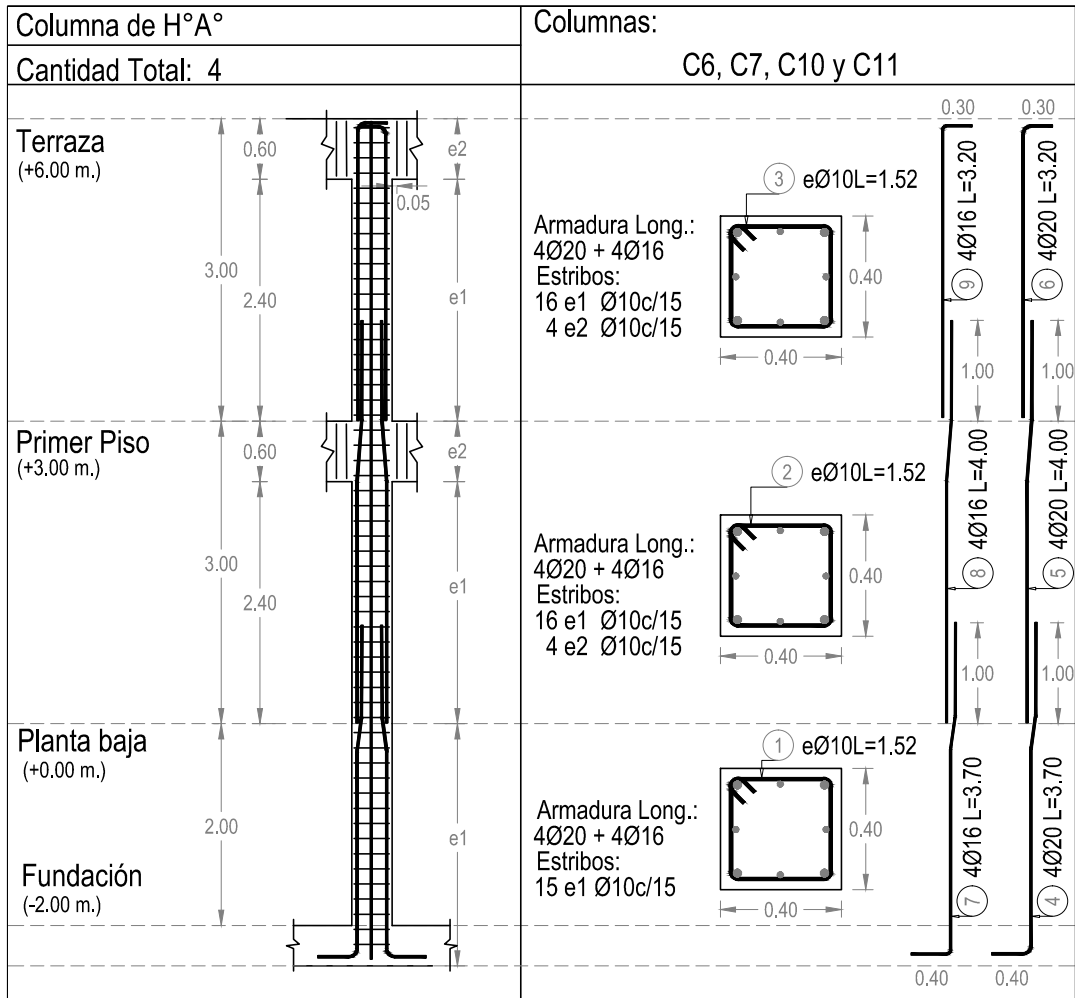
Vista en planta - Ubicación de columnas
(Escala 1:100)



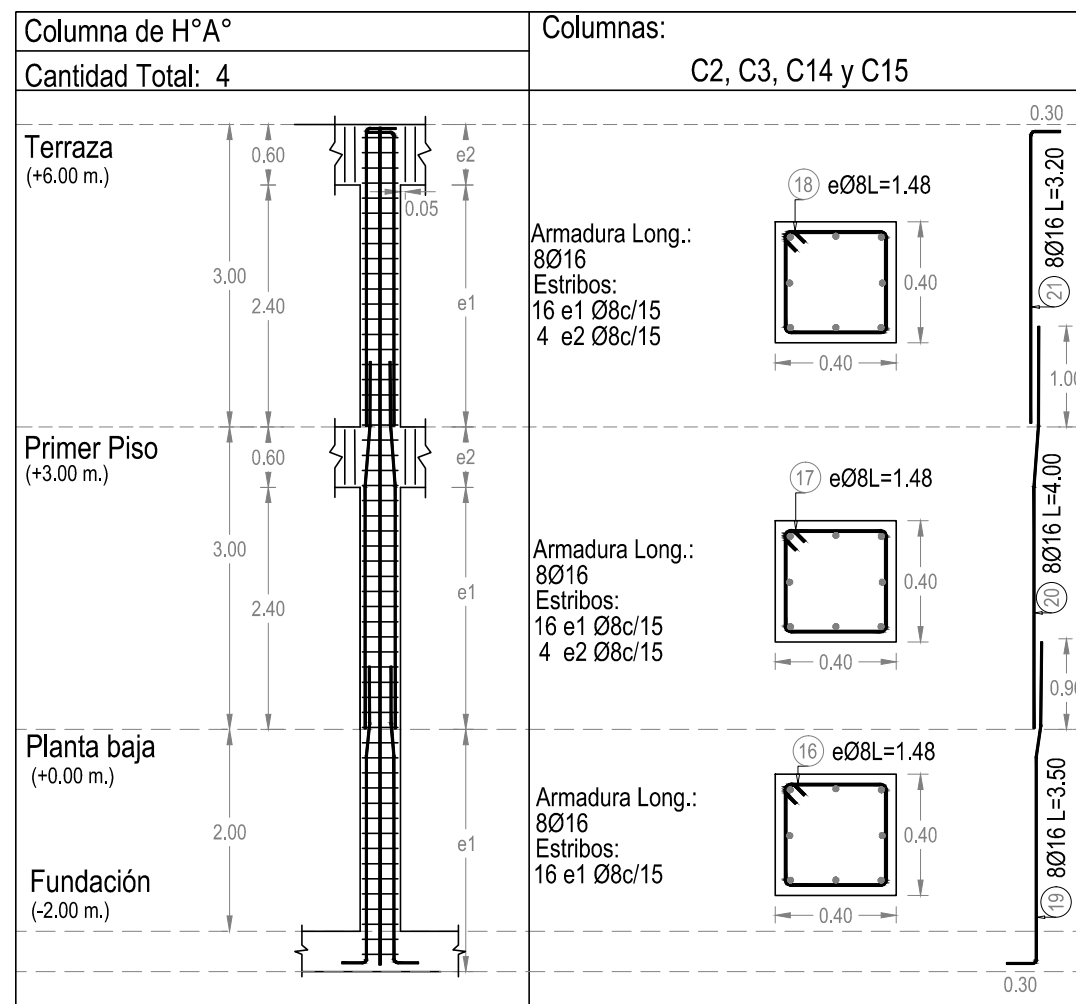
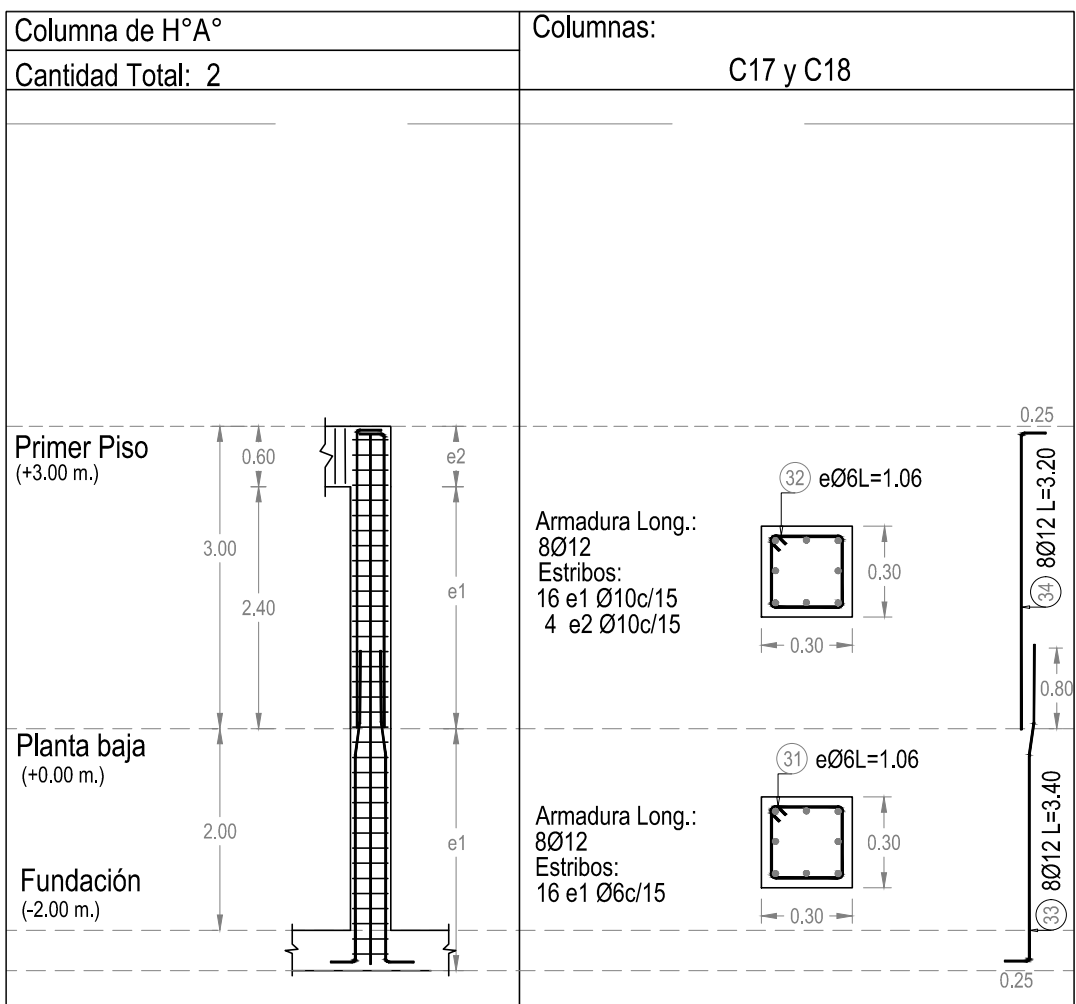
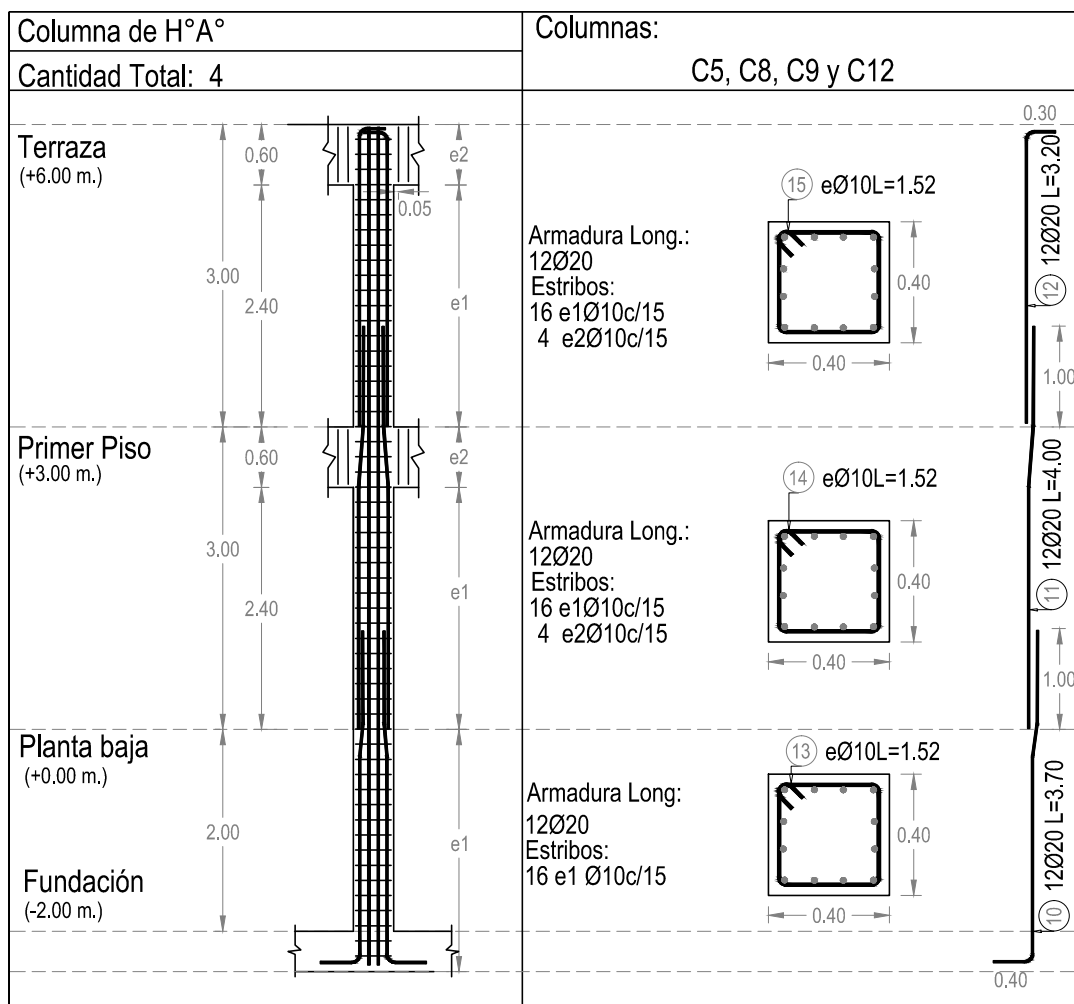
Vista en planta - Ubicación de cerchas metálicas (+6.00 m)
(Escala 1:100)



CUBIERTA METALICA
(Escala 1:75)



Columnas
(Escala 1:75 y 1:25)



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE GRADO:
Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH
y comparación técnica - económica entre losas de
entrepiso de hormigón armado maciza y alivianada.

RESPONSABLE DEL CÁLCULO.
UNIV. LUIS ARNULFO BECKRICH AÑEZ
ASESOR:
ING. WILSON GUARDIA ZABALA

NOTAS GENERALES.-
1. HORMIGÓN: $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ H²A°
2. ACERO: $f_s = 5000 \text{ kgf/cm}^2$
3. RECUBRIMIENTO: 3.00 cm

FECHA :
Cobija, 03 de Octubre de 2022

NOMBRE DE LÁMINA :
COLUMNAS Y CUBIERTA

ESCALA :
1:100
1:75
1:50
1:25
1:20

LÁMINA
3/5

PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO																
Elementos	Posición	Número	Dámetro	A (m)	B (m)	H1 (m)	H2 (m)	Gancho	Esquema	Longitud	Longitud	Peso (kg)	Peso total			
Nombre	Cantidad	En elemento	Total					Lqz.	Der.	(m)	total (m)	(kg)	(kg)			
VIGA A y D	2	42	2	4	16	3.80		0.20	1	0		4.00	16.00	25,280	492,296	
		43	2	4	16	12.00			0	0		12.00	48.00	75,840		
		44	2	4	16	4.80		0.20	0	1		2.50	10.00	15,800		
		45	2	4	16	11.80	0.20		-1	0		12.00	48.00	75,840		
		46	2	4	16	8.10		0.20	0	-1		8.30	33.20	52,456		
		47	1	2	20	2.76	0.24		1	0		3.00	6.00	14,820		
		48	2	4	16	8.00			0	0		32.00	50.560			
		49	1	2	20	2.76		0.24	0	1		3.00	6.00	14,820		
		50	2	4	16	6.00			0	0		24.00	37.920			
		51	2	4	16	6.00			0	0		24.00	37.920			
		52	67	134	8	0.55	0.25	0.06	0.06	2	2		1.72	230.48		91,040
VIGA B y C	2	53	2	4	16	3.80	0.20		1	0		4.00	16.00	25,280	766,553	
		54	2	4	16	12.00			0	0		12.00	48.00	75,840		
		55	2	4	16	4.80		0.20	0	1		2.50	10.00	15,800		
		56	2	4	16	11.80	0.20		-1	0		12.00	48.00	75,840		
		57	2	4	16	8.10		0.20	0	-1		8.30	33.20	52,456		
		58	2	4	20	2.76	0.24		1	0		3.00	12.00	29,640		
		59	3	6	20	8.00			0	0		48.00	118,560			
		60	2	4	20	2.76		0.24	0	1		3.00	12.00	29,640		
		61	3	6	20	6.00			0	0		36.00	88,920			
		62	3	6	20	6.00			0	0		36.00	88,920			
		63	89	138	10	0.55	0.25	0.08	0.08	2	2		1.76	242.88		149,857
VIGA A y D (-2-)	2	64	2	4	10	8.08	0.13	0.14	1	1		8.35	33.40	20,608	67,998	
		65	2	4	10	8.08	0.13	0.14	-1	-1		8.35	33.40	20,608		
VIGA A y D (-3-4)	2	66	58	116	6	0.25	0.20	0.07	0.07	2	2		1.04	120.64	26,782	67,998
		67	2	4	10	8.08	0.13	0.14	1	1		8.35	33.40	20,608		
VIGA E	1	68	2	4	10	8.08	0.13	0.14	-1	-1		8.35	33.40	20,608	13,517	
		69	58	116	6	0.25	0.20	0.07	0.07	2	2		1.04	120.64		26,782
		70	2	2	10	3.55	0.10	0.10	1	1		3.75	7.50	4,627		
		71	2	2	10	3.55	0.10	0.10	-1	-1		3.75	7.50	4,627		
		72	16	16	6	0.35	0.20	0.05	0.05	2	2		0.70	1.20		4,262
		73	2	4	12	5.85	0.15		1	0		6.00	24.00	21,312		
		74	2	4	12	6.00			0	0		24.00	21,312			
		75	2	4	12	9.00			0	0		36.00	31,968			
		76	2	4	12	5.85		0.15	0	1		6.00	24.00	21,312		
		77	2	4	12	9.85		0.15	-1	0		10.00	40.00	35,520		
		78	2	4	12	9.00			0	0		36.00	31,968			
VIGA 1 y 4	2	79	2	4	12	7.35		0.15	0	-1		7.50	30.00	26,640	371,916	
		80	2	4	16	4.00			0	0		2.00	8.00	12,640		
		81	2	4	16	4.00			0	0		4.00	16.00	25,280		
		82	1	2	16	4.00			0	0		4.00	8.00	12,640		
		83	2	4	16	6.00			0	0		24.00	37,920			
		84	1	2	16	4.00			0	0		4.00	8.00	12,640		
		85	107	214	6	0.55	0.25	0.05	0.05	2	2		1.70	363.80		80,764
		86	2	2	12	11.85	0.15		1	0		12.00	24.00	21,312		
		87	2	2	12	9.00			0	0		18.00	15,984			
		88	2	2	12	8.35		0.15	0	1		8.50	17.00	15,096		
		89	2	2	12	8.85		0.15	-1	0		9.00	18.00	15,984		
VIGA 2	1	90	2	2	12	8.50			0	0		17.00	15,096	342,743		
		91	2	2	12	11.85	0.15		0	-1		12.00	24.00		21,312	
		92	1	1	16	3.80	0.20		1	0		4.00	4.00		6,320	
		93	3	3	20	5.00			0	0		15.00	37,050			
		94	3	3	20	5.00			0	0		15.00	37,050			
		95	1	1	20	4.00			0	0		4.00	4.00		9,880	
		96	1	1	20	5.00			0	0		5.00	5.00		12,350	
		97	3	3	20	6.00			0	0		18.00	44,460			
		98	1	1	20	5.00			0	0		5.00	5.00		12,350	
		99	1	1	20	4.00			0	0		4.00	4.00		9,880	
		100	101	101	8	0.55	0.25	0.06	0.06	2	2		1.72		173.72	68,619
VIGA 3	1	101	2	2	12	11.85	0.15		1	0		12.00	24.00	21,312	332,863	
		102	2	2	12	9.00			0	0		18.00	15,984			
		103	2	2	12	8.35		0.15	0	1		8.50	17.00	15,096		
		104	2	2	12	8.85		0.15	-1	0		9.00	18.00	15,984		
		105	2	2	12	8.50			0	0		17.00	15,096			
		106	2	2	12	11.85	0.15		0	-1		12.00	24.00	21,312		
		107	1	1	16	3.80	0.20		1	0		4.00	4.00	6,320		
		108	3	3	20	5.00			0	0		15.00	37,050			
		109	3	3	20	5.00			0	0		15.00	37,050			
		110	1	1	20	4.00			0	0		4.00	4.00	9,880		
		111	1	1	20	5.00			0	0		5.00	5.00	12,350		

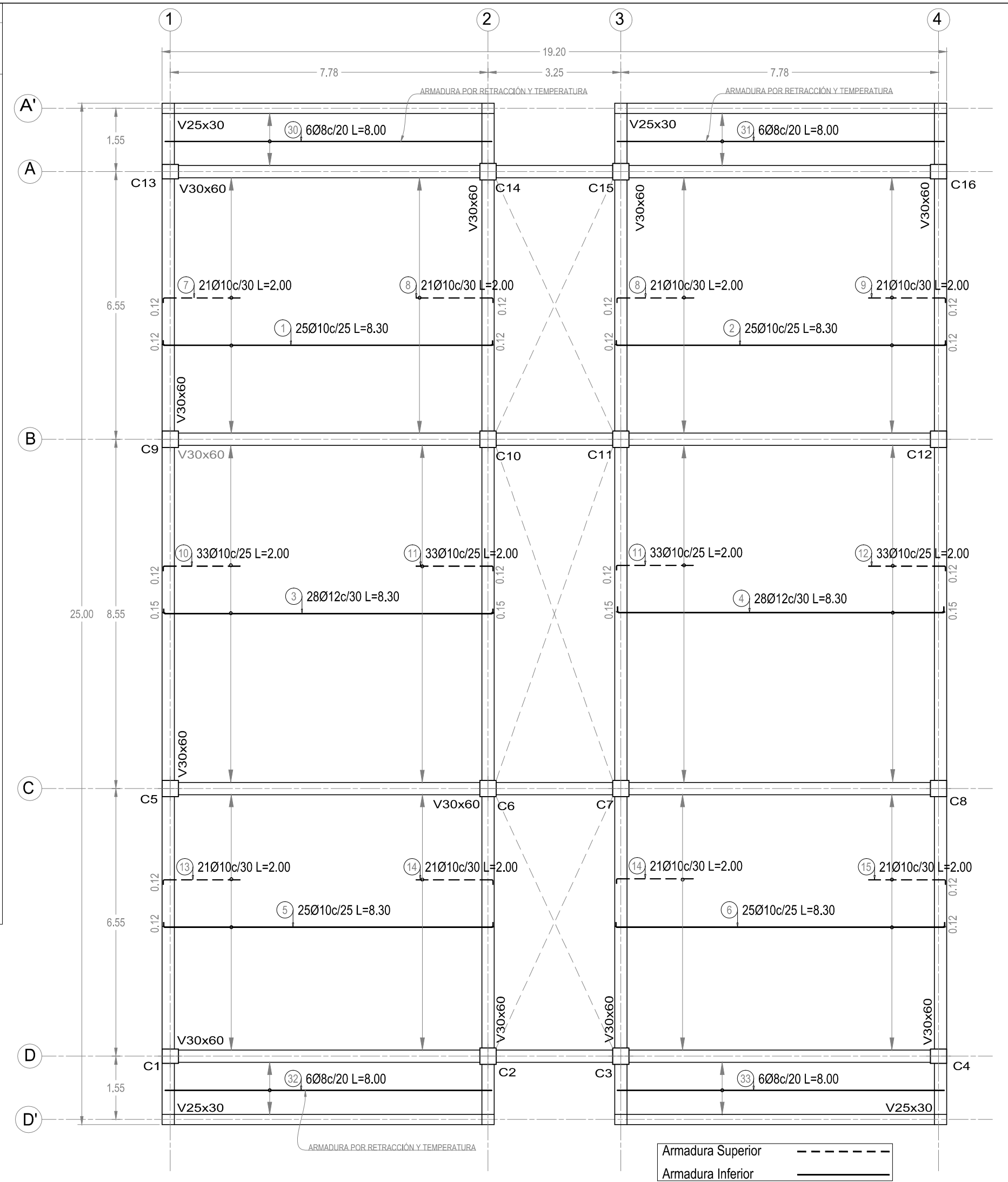
PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO														
Elementos	Posición	Número	Dámetro	A (m)	H1 (m)	H2 (m)	Gancho	Esquema	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (kg)	Peso total (kg)		
Nombre	Cantidad	En elemento	Total				Lqz.	Der.						
LOSA MACIZA Primer Piso	1	①	31	31	10	7,88	0,12	-1	0	$\frac{2 \times 7,88}{2}$	8,00	248,00	153,016	
		②	21	21	10	4,50		0	0	$\frac{4,50}{2}$	4,50	94,50	58,307	
		③	31	31	10	7,88		0,12	0	-1	$\frac{7,88 \times 2}{2}$	8,00	248,00	153,016
		④	33	33	12	7,85	0,15		-1	0	$\frac{2 \times 7,85}{2}$	8,00	264,00	234,432
		⑤	28	28	10	4,50			0	0	$\frac{4,50}{2}$	4,50	126,00	77,742
		⑥	33	33	12	7,85		0,15	0	-1	$\frac{7,85 \times 2}{2}$	8,00	264,00	234,432
		⑦	31	31	10	7,88	0,12		-1	0	$\frac{2 \times 7,88}{2}$	8,00	248,00	153,016
		⑧	21	21	10	4,50			0	0	$\frac{4,50}{2}$	4,50	94,50	58,307
		⑨	31	31	10	7,88		0,12	0	-1	$\frac{7,88 \times 2}{2}$	8,00	248,00	153,016
		⑩	14	14	10	3,46	0,12	0,12	-1	-1	$\frac{2 \times 3,46}{2}$	3,70	51,80	31,961
		⑪	21	21	10	2,88	0,12		1	0	$\frac{2 \times 2,88}{2}$	3,00	63,00	38,871
		⑫	25	25	12	6,00			0	0	$\frac{6,00}{2}$	6,00	150,00	133,200
		⑬	21	21	10	2,88		0,12	0	1	$\frac{2,88 \times 2}{2}$	3,00	63,00	38,871
		⑭	28	28	10	2,88	0,12		1	0	$\frac{2,88}{2}$	3,00	84,00	51,828
		⑮	41	41	12	6,00			0	0	$\frac{6,00}{2}$	6,00	246,00	219,448
		⑯	28	28	10	2,88		0,12	0	1	$\frac{2,88 \times 2}{2}$	3,00	84,00	51,828
		⑰	21	21	10	2,88	0,12		1	0	$\frac{2 \times 2,88}{2}$	3,00	63,00	38,871
		⑱	25	25	12	6,00			0	0	$\frac{6,00}{2}$	6,00	150,00	133,200
		⑲	21	21	10	2,88		0,12	0	1	$\frac{2,88 \times 2}{2}$	3,00	63,00	38,871
		⑳	14	14	10	3,46	0,12	0,12	1	0	$\frac{2 \times 3,46}{2}$	3,70	51,80	31,961
		㉑	25	25	12	3,85		0,15	0	1	$\frac{3,85 \times 2}{2}$	4,00	100,00	88,800
		㉒	50	50	12	4,00			0	0	$\frac{4,00}{2}$	4,00	200,00	177,600
		㉓	50	50	12	4,00			0	0	$\frac{4,00}{2}$	4,00	200,00	177,600
		㉔	25	25	12	3,85	0,15		1	0	$\frac{2 \times 3,85}{2}$	4,00	100,00	88,800
		㉕	38	38	10	8,88		0,12	0	-1	$\frac{8,88 \times 2}{2}$	9,00	342,00	211,014
		㉖	25	25	12	8,20			0	0	$\frac{8,20}{2}$	8,20	205,00	182,040
		㉗	38	38	10	8,88	0,12		-1	0	$\frac{2 \times 8,88}{2}$	9,00	342,00	211,014
		㉘	25	25	12	3,81		0,19	0	1	$\frac{3,81 \times 2}{2}$	4,00	100,00	88,800
		㉙	50	50	12	4,00			0	0	$\frac{4,00}{2}$	4,00	200,00	177,600
		㉚	50	50	12	4,00			0	0	$\frac{4,00}{2}$	4,00	200,00	177,600
		㉛	25	25	12	3,85	0,15		1	0	$\frac{2 \times 3,85}{2}$	4,00	100,00	88,800
		㉜	38	38	10	8,88	0,12		-1	0	$\frac{2 \times 8,88}{2}$	9,00	342,00	211,014
		㉝	25	25	12	8,20			0	0	$\frac{8,20}{2}$	8,20	205,00	182,040
		㉞	38	38	10	8,80		0,12	0	-1	$\frac{8,88 \times 2}{2}$	9,00	342,00	211,014
		㉟	15	15	8	12,00			0	0	$\frac{12,00}{2}$	12,00	180,00	71,100
		㊱	15	15	8	12,00			0	0	$\frac{12,00}{2}$	12,00	180,00	71,100
		㊲	15	15	8	3,00			0	0	$\frac{3,00}{2}$	3,00	45,00	17,775
		㊳	6	6	8	8,00			0	0	$\frac{8,00}{2}$	8,00	48,00	18,960
		㊴	6	6	8	8,00			0	0	$\frac{8,00}{2}$	8,00	48,00	18,960
		㊵	6	6	8	8,00			0	0	$\frac{8,00}{2}$	8,00	48,00	18,960
		㊶	6	6	8	8,00			0	0	$\frac{8,00}{2}$	8,00	48,00	18,960

PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO																
Elementos		Posición	Número		Diámetro	A (m)	B (m)	H1 (m)	H2 (m)	Gancho		Esquema (m)	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (kg)	Peso total (kg)
Nombre	Cantidad		En un elemento	Total						Isq.	Der.					
VIGA A y D	2	34	2	4	12	3,85		0,15		1	0	<u>3,85</u>	4,00	16,00	14,208	353,019
		35	2	4	12	12,00				0	0	<u>12,00</u>	12,00	48,00	42,624	
		36	2	4	12	4,85			0,15	0	1	<u>4,85</u>	5,00	20,00	17,760	
		37	2	4	12	11,85		0,15		-1	0	<u>11,85</u>	12,00	48,00	42,624	
		38	2	4	12	8,10			0,15	0	-1	<u>8,10</u>	8,25	33,00	29,304	
		39	1	2	16	2,80		0,20		1	0	<u>2,80</u>	3,00	6,00	9,480	
		40	2	4	16	8,00				0	0	<u>8,00</u>	8,00	32,00	50,560	
		41	1	2	16	2,80		0,20	0	1	<u>2,80</u>	3,00	6,00	9,480		
		42	2	4	16	6,00				0	0	<u>6,00</u>	6,00	24,00	37,920	
		43	2	4	16	6,00				0	0	<u>6,00</u>	6,00	24,00	37,920	
		44	81	162	6	0,55	0,25	0,05	0,05	2	2	<u>6,55</u>	1,70	275,40	61,139	
VIGA B y C	2	45	2	4	16	3,80		0,20		1	0	<u>3,80</u>	4,00	16,00	25,280	568,616
		46	2	4	16	12,00				0	0	<u>12,00</u>	12,00	48,00	75,840	
		47	2	4	16	4,80		0,20	0	1	<u>4,80</u>	5,00	20,00	31,600		
		48	2	4	16	11,80		0,20	-1	0	<u>11,80</u>	12,00	48,00	75,840		
		49	2	4	16	8,10		0,20	0	-1	<u>8,10</u>	8,30	33,20	52,456		
		50	1	2	16	2,80		0,20	1	0	<u>2,80</u>	3,00	6,00	9,480		
		51	2	4	20	8,00			0	0	<u>8,00</u>	8,00	32,00	79,040		
		52	1	2	16	2,80		0,20	0	1	<u>2,80</u>	3,00	6,00	9,480		
		53	2	4	20	6,00			0	0	<u>6,00</u>	6,00	24,00	59,280		
		54	2	4	20	6,00			0	0	<u>6,00</u>	6,00	24,00	59,280		
		55	67	134	8	0,55	0,25	0,06	0,06	2	2	<u>6,55</u>	1,72	230,48	91,040	
VIGA A' y D' (1-2)	2	56	2	4	10	8,08	0,13	0,14	1	1	<u>8,08</u>	8,35	33,40	20,608	67,998	
		57	2	4	10	8,08	0,13	0,14	-1	-1	<u>8,08</u>	8,35	33,40	20,608		
		58	58	116	6	0,25	0,20	0,07	0,07	2	2	<u>6,25</u>	1,04	120,64		26,782
		59	2	4	10	8,08	0,13	0,14	1	1	<u>8,08</u>	8,35	33,40	20,608		
VIGA A' y D' (3-4)	2	60	2	4	10	8,08	0,13	0,14	-1	-1	<u>8,08</u>	8,35	33,40	20,608	67,998	
		61	58	116	6	0,25	0,20	0,07	0,07	2	2	<u>6,25</u>	1,04	120,64		26,782
		62	2	4	12	5,85		0,15	1	0	<u>5,85</u>	6,00	24,00	21,312		352,654
		63	2	4	12	6,00			0	0	<u>6,00</u>	6,00	24,00	21,312		
64	2	4	12	9,00			0	0	<u>9,00</u>	9,00	36,00	31,968				
65	2	4	12	5,85		0,15	0	1	<u>5,85</u>	6,00	24,00	21,312				
66	2	4	12	9,85		0,15	-1	0	<u>9,85</u>	10,00	40,00	35,520				
67	2	4	12	9,00			0	0	<u>9,00</u>	9,00	36,00	31,968				
68	2	4	12	7,35		0,15	0	-1	<u>7,35</u>	7,50	30,00	26,640				
69	1	2	20	4,00			0	0	<u>4,00</u>	4,00	8,00	19,760				
70	1	2	20	4,00			0	0	<u>4,00</u>	4,00	8,00	19,760				
71	1	2	12	4,00			0	0	<u>4,00</u>	4,00	8,00	7,104				
72	1	2	20	6,00			0	0	<u>6,00</u>	6,00	12,00	29,640				
73	1	2	12	4,00			0	0	<u>4,00</u>	4,00	8,00	7,104				
74	105	210	6	0,55	0,25	0,05	0,05	2	2	<u>6,55</u>	1,70	357,00	79,254			
VIGA 2 y 3	2	75	2	4	12	5,85		0,15		1	0	<u>5,85</u>	6,00	24,00	21,312	352,654
		76	2	4	12	6,00				0	0	<u>6,00</u>	6,00	24,00	21,312	
		77	2	4	12	9,00				0	0	<u>9,00</u>	9,00	36,00	31,968	
		78	2	4	12	5,85		0,15	0	1	<u>5,85</u>	6,00	24,00	21,312		
		79	2	4	12	9,85		0,15	-1	0	<u>9,85</u>	10,00	40,00	35,520		
		80	2	4	12	9,00			0	0	<u>9,00</u>	9,00	36,00	31,968		
		81	2	4	12	7,35		0,15	0	-1	<u>7,35</u>	7,50	30,00	26,640		
		82	1	2	20	4,00			0	0	<u>4,00</u>	4,00	8,00	19,760		
		83	1	2	20	4,00			0	0	<u>4,00</u>	4,00	8,00	19,760		
		84	1	2	12	4,00			0	0	<u>4,00</u>	4,00	8,00	7,104		
		85	1	2	20	6,00			0	0	<u>6,00</u>	6,00	12,00	29,640		
		86	1	2	12	4,00			0	0	<u>4,00</u>	4,00	8,00	7,104		
		87	105	210	6	0,55	0,25	0,05	0,05	2	2	<u>6,55</u>	1,70	357,00	79,254	

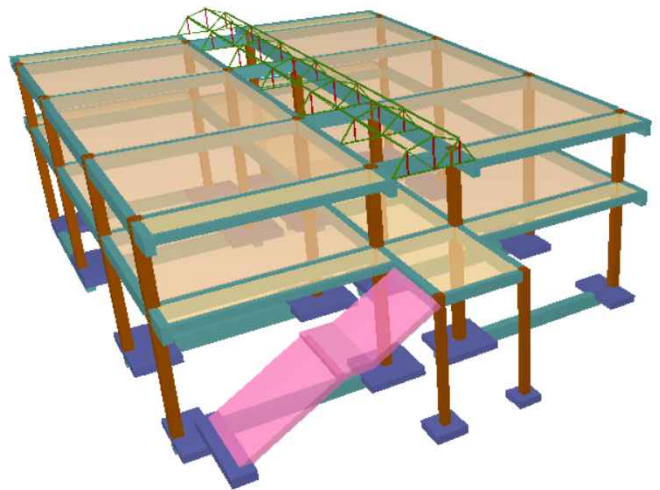
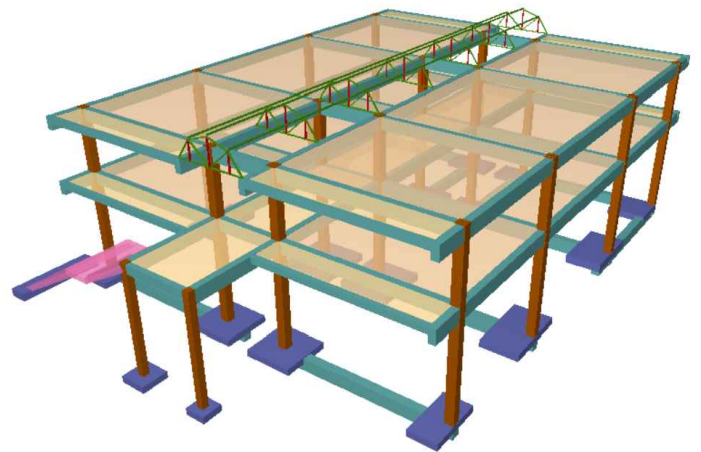
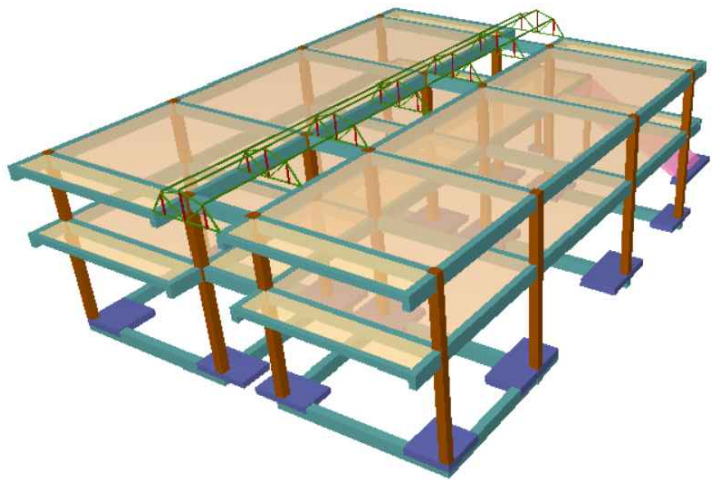
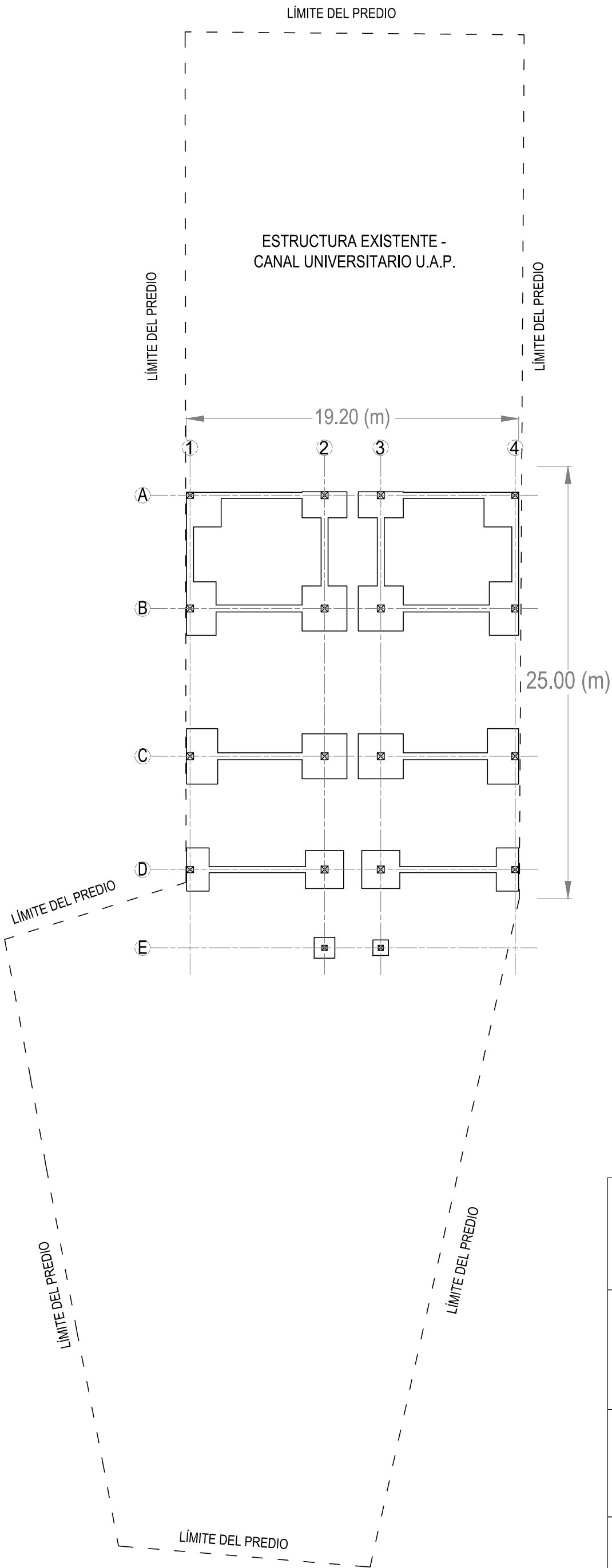
PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO														
Elementos	Número	Diámetro	A (m)	H1 (m)	H2 (m)	Isq.	Der.	Esquema (m)	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (kg)	Peso total (kg)		
Nombre	Cantidad	Posición	En un elemento	Total										
LOSA MACIZA Terraza	1	25	25	10	8,06	0,12	0,12	-1	-1	$27-\frac{8,06}{2}$	8,30	207,50	128,028	
	2	25	25	10	8,06	0,12	0,12	-1	-1	$27-\frac{8,06}{2}$	8,30	207,50	128,028	
	3	28	28	12	8,06	0,12	0,12	-1	-1	$27-\frac{8,06}{2}$	8,30	232,40	206,371	
	4	28	28	12	8,00	0,15	0,15	-1	-1	$27-\frac{8,00}{2}$	8,30	232,40	206,371	
	5	25	25	10	8,06	0,12	0,12	-1	-1	$27-\frac{8,06}{2}$	8,30	207,50	128,028	
	6	25	25	10	8,06	0,12	0,12	-1	-1	$27-\frac{8,06}{2}$	8,30	207,50	128,028	
	7	21	21	10	1,88	0,12		1	0	$27-\frac{1,88}{2}$	2,00	42,00	25,914	
	8	42	42	10	1,88		0,12	0	1	$1,88-\frac{1,88}{2}$	2,00	84,00	51,828	
	9	21	21	10	1,88		0,12	0	1	$1,88-\frac{1,88}{2}$	2,00	42,00	25,914	
	10	33	33	10	1,88	0,12		1	0	$27-\frac{1,88}{2}$	2,00	66,00	40,722	
	11	66	66	10	1,88		0,12	0	1	$1,88-\frac{1,88}{2}$	2,00	132,00	81,444	
	12	33	33	10	1,88		0,12	0	1	$1,88-\frac{1,88}{2}$	2,00	66,00	40,722	
	13	21	21	10	1,88	0,12		1	0	$27-\frac{1,88}{2}$	2,00	42,00	25,914	
	14	42	42	10	1,88		0,12	0	1	$1,88-\frac{1,88}{2}$	2,00	84,00	51,828	
	15	21	21	10	1,88		0,12	0	1	$1,88-\frac{1,88}{2}$	2,00	42,00	25,914	
	16	38	38	10	3,88		0,12	0	1	$3,88-\frac{3,88}{2}$	4,00	152,00	93,784	
	17	38	38	12	4,00			0	0	$4,00-\frac{4,00}{2}$	4,00	152,00	134,976	
	18	38	38	12	4,00			0	0	$4,00-\frac{4,00}{2}$	4,00	152,00	134,976	
	19	38	38	10	3,88	0,12		1	0	$27-\frac{3,88}{2}$	4,00	152,00	93,784	
	20	25	25	10	8,88		0,12	0	-1	$8,88-\frac{8,88}{2}$	9,00	225,00	138,825	
	21	30	30	10	8,20			0	0	$8,20-\frac{8,20}{2}$	8,20	246,00	151,782	
	22	25	25	10	8,88	0,12		-1	0	$8,88-\frac{8,88}{2}$	9,00	225,00	138,825	
	23	38	38	10	3,88		0,12	0	1	$3,88-\frac{3,88}{2}$	4,00	152,00	93,784	
	24	38	38	12	4,00			0	0	$4,00-\frac{4,00}{2}$	4,00	152,00	134,976	
	25	38	38	12	4,00			0	0	$4,00-\frac{4,00}{2}$	4,00	152,00	134,976	
	26	38	38	10	3,88	0,12		1	0	$27-\frac{3,88}{2}$	4,00	152,00	93,784	
	27	25	25	10	8,88	0,12		-1	0	$8,88-\frac{8,88}{2}$	9,00	225,00	138,825	
	28	30	30	10	8,20			0	0	$8,20-\frac{8,20}{2}$	8,20	246,00	151,782	
	29	25	25	10	8,88		0,12	0	-1	$8,88-\frac{8,88}{2}$	9,00	225,00	138,825	
	30	6	6	8	8,00			0	0	$8,00-\frac{8,00}{2}$	8,00	48,00	18,960	
	31	6	6	8	8,00			0	0	$8,00-\frac{8,00}{2}$	8,00	48,00	18,960	
	32	6	6	8	8,00			0	0	$8,00-\frac{8,00}{2}$	8,00	48,00	18,960	
	33	6	6	8	8,00			0	0	$8,00-\frac{8,00}{2}$	8,00	48,00	18,960	

Resumen de cantidades - Vigas nivel de Terraza						
B 500 S	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
Peso Lineal (kg/m)	0,222	0,395	0,560	0,888	1,580	2,470
Longitud (m)	1230,68	230,48	133,60	625,00	269,20	136,00
Peso (kg)	273,21	91,04	74,81	555,00	425,33	335,92
Peso Total (kg)	1755,31					

Resumen de cantidades - Losa Maciza Terraza			
B 500 S	Ø 8	Ø 10	Ø 12
Peso Lineal (kg/m)	0,395	0,560	0,888
Longitud (m)	192,00	3430,00	1072,80
Peso (kg)	75,84	1920,80	952,65
Peso Total: (kg)	2949,29		

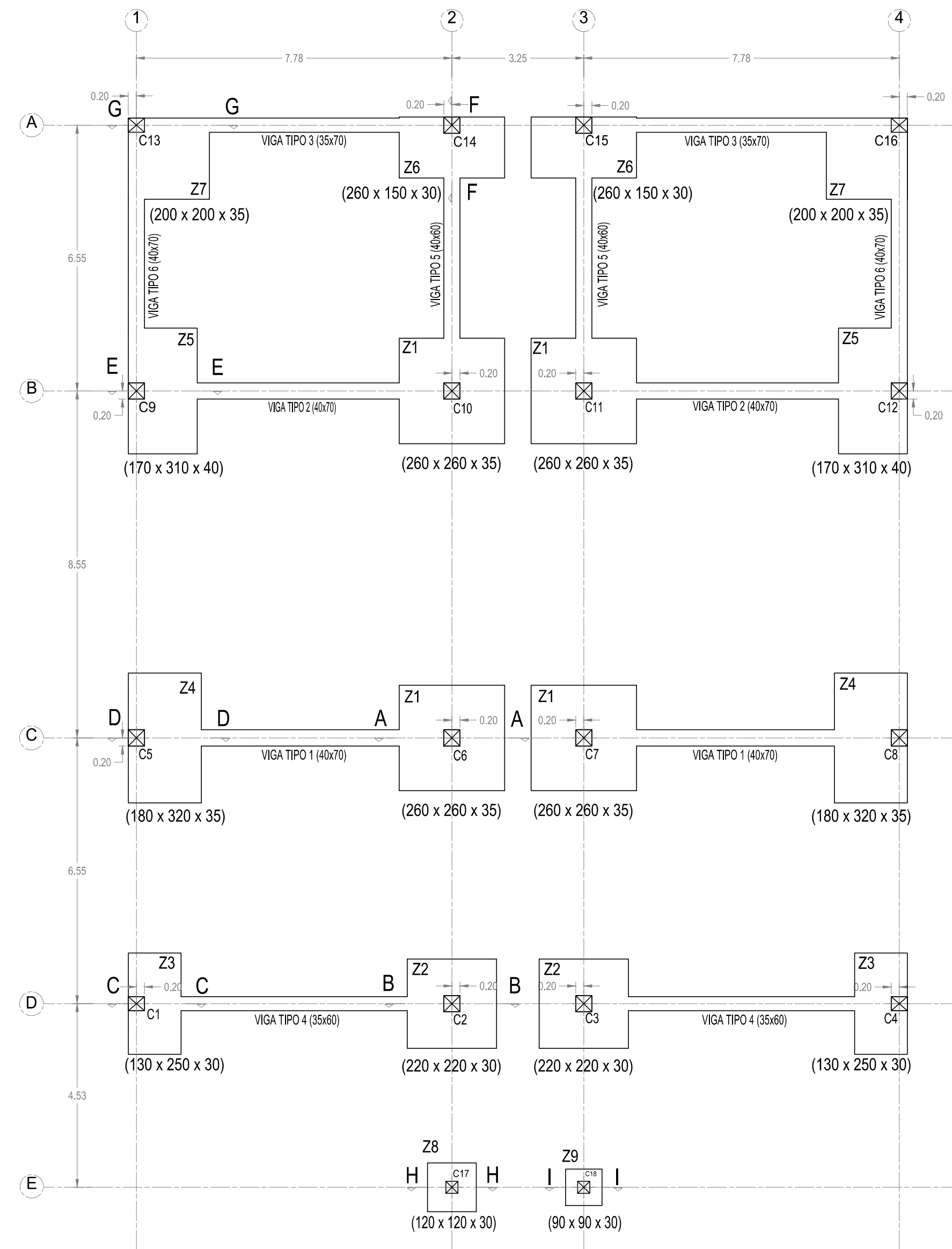


PLANOS ESTRUCTURALES – LOSA ALIVIANADA

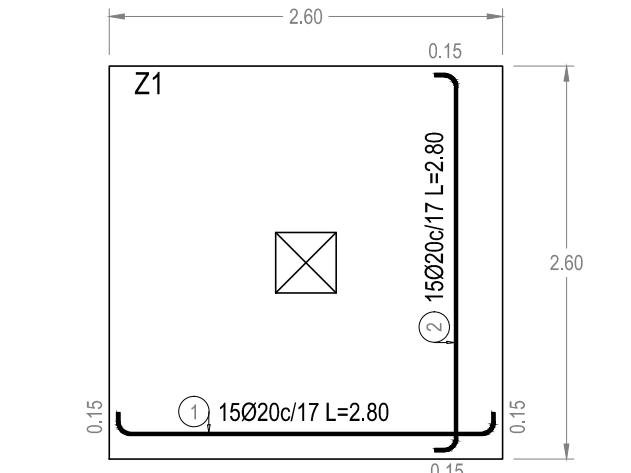


VISTA 3D DE LA ESTRUCTURA

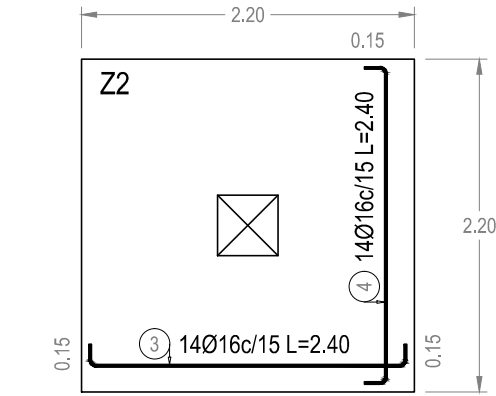
	UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE GRADO: Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica - económica entre losas de entrepiso de hormigón armado maciza y alivianada.	
RESPONSABLE DEL CÁLCULO. UNIV. LUIS ARNULFO BECKRICH AÑEZ ASESOR: ING. WILSON GUARDIA ZABALA	
NOTAS GENERALES.- 1. HORMIGÓN: $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2 \text{ H}^\circ \text{A}^\circ$ 2. ACERO: $f_y = 5000 \text{ kgf/cm}$ 3. RECUBRIMIENTO: 5.00 cm	FECHA : Cobija, 03 de Octubre de 2022
NOMBRE DE LÁMINA : REPLANTEO	
ESCALA : 1:100 1:75 1:50 1:25 1:20	LÁMINA 1/5



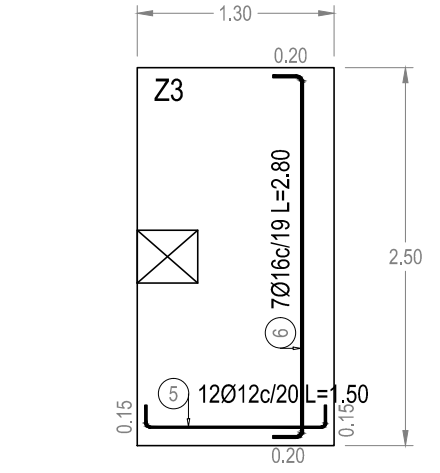
Fundación (-2.00 m)
(Escala 1:100)



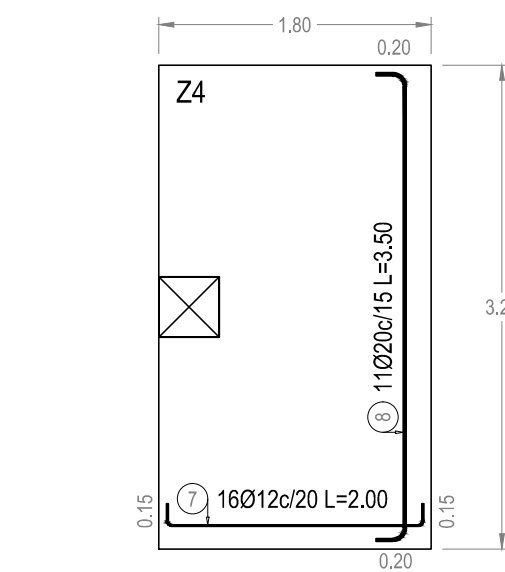
Zapata Z1
(Escala 1:50)



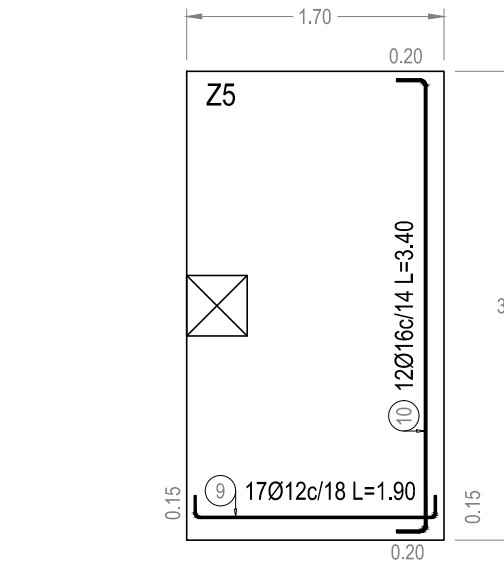
Zapata Z2
(Escala 1:50)



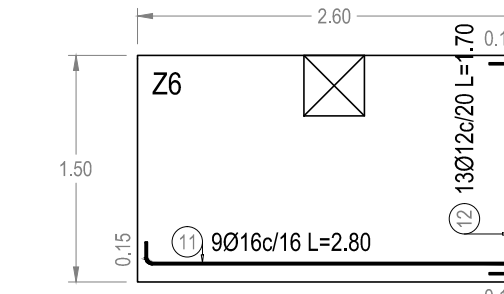
Zapata Z3
(Escala 1:50)



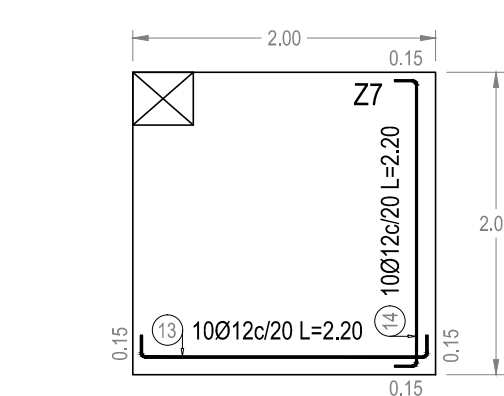
Zapata Z4
(Escala 1:50)



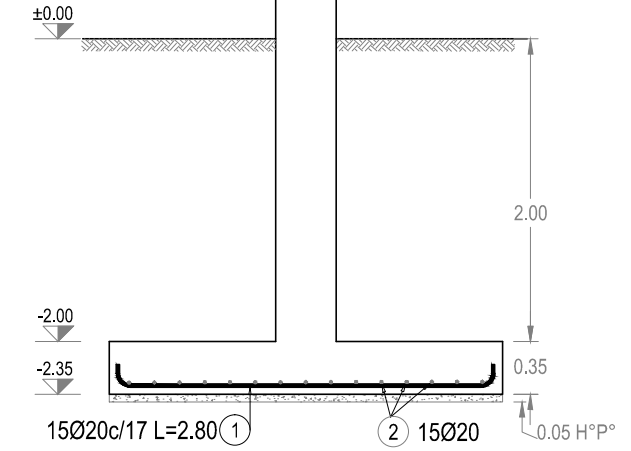
Zapata Z5
(Escala 1:50)



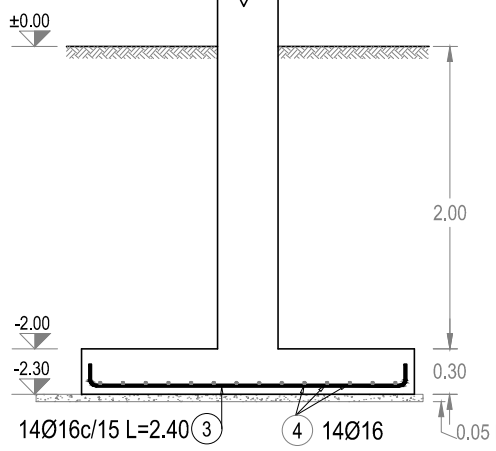
Zapata Z6
(Escala 1:50)



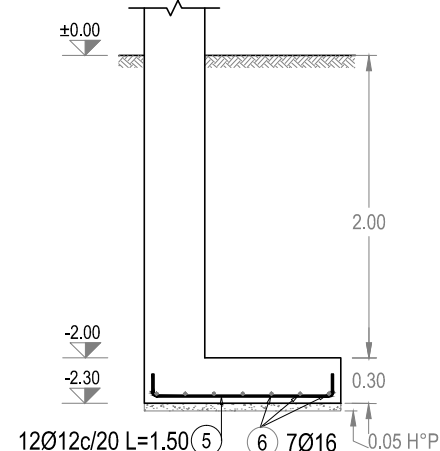
Zapata Z7
(Escala 1:50)



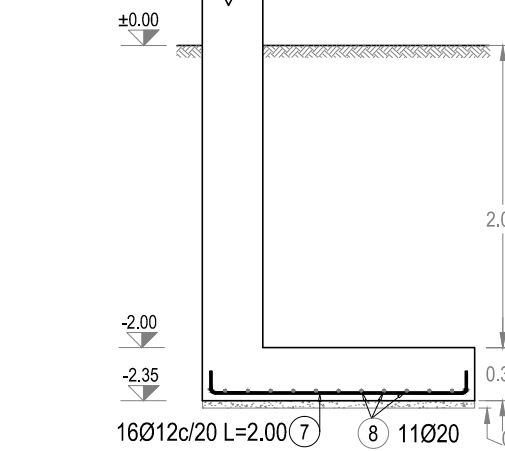
Corte A-A (Zapata h=0.35 m)
(Escala 1:50)



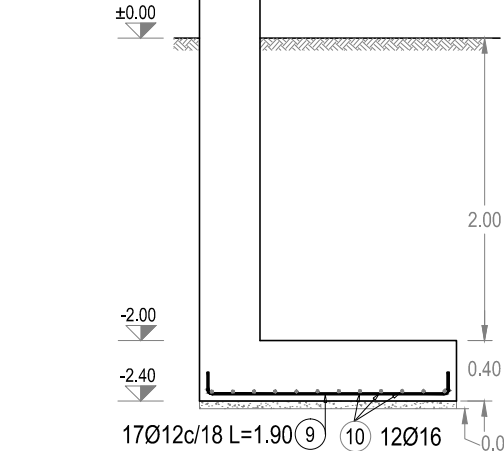
Corte B-B (Zapata h=0.30 m)
(Escala 1:50)



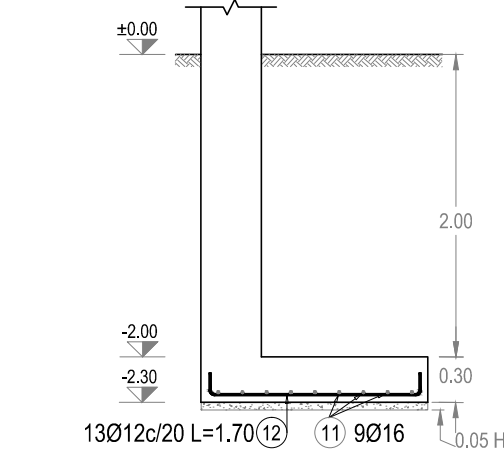
Corte C-C (Zapata h=0.30 m)
(Escala 1:50)



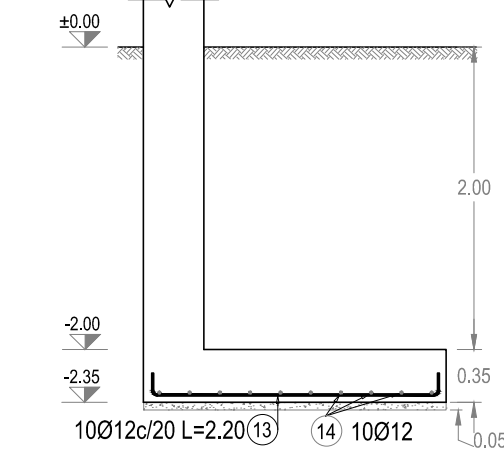
Corte D-D (Zapata h=0.35 m)
(Escala 1:50)



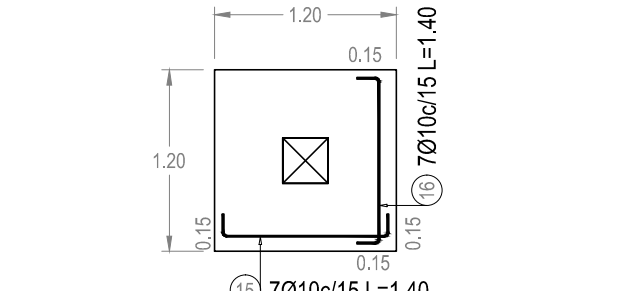
Corte E-E (Zapata h=0.40 m)
(Escala 1:50)



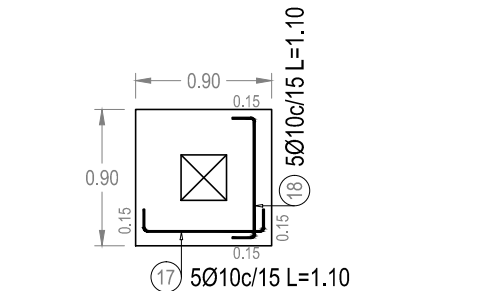
Corte F-F (Zapata h=0.30 m)
(Escala 1:50)



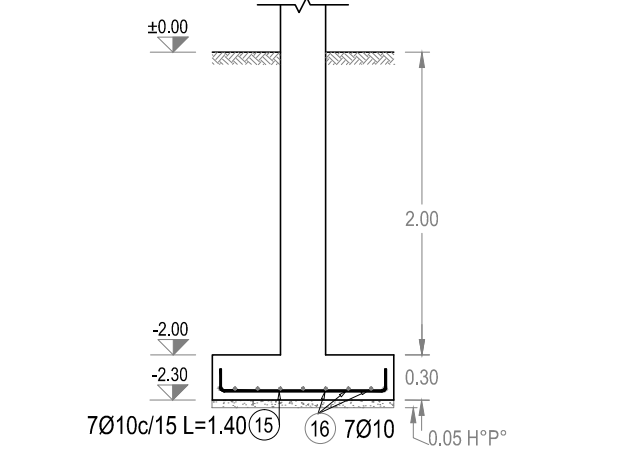
Corte G-G (Zapata h=0.35 m)
(Escala 1:50)



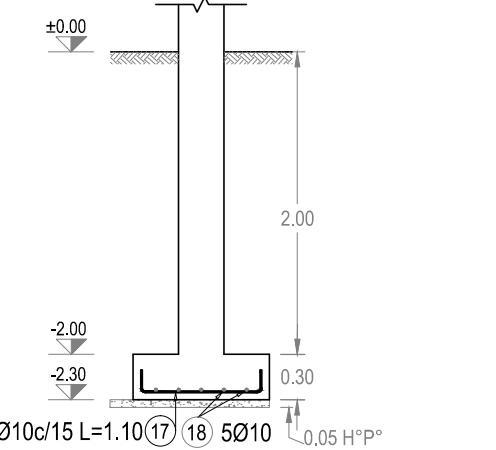
Zapata Z8
(Escala 1:50)



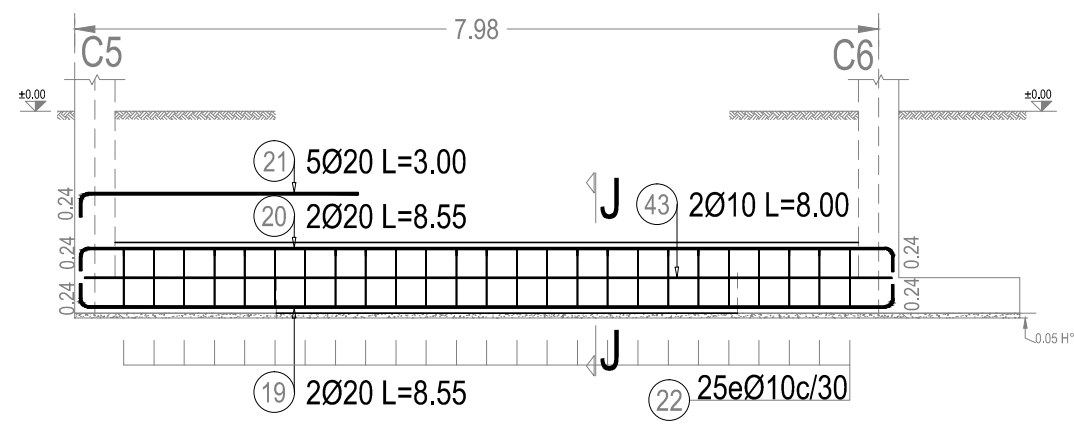
Zapata Z9
(Escala 1:50)



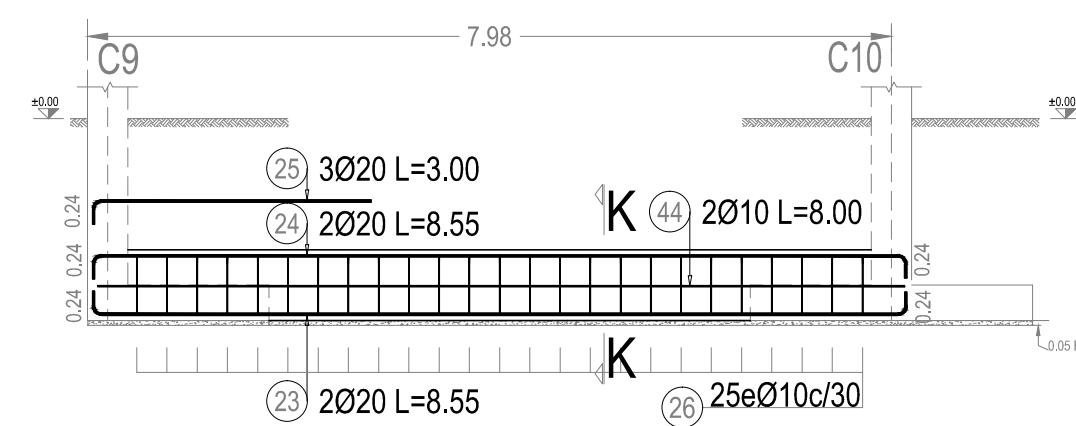
Corte H-H (Zapata h=0.30 m)
(Escala 1:50)



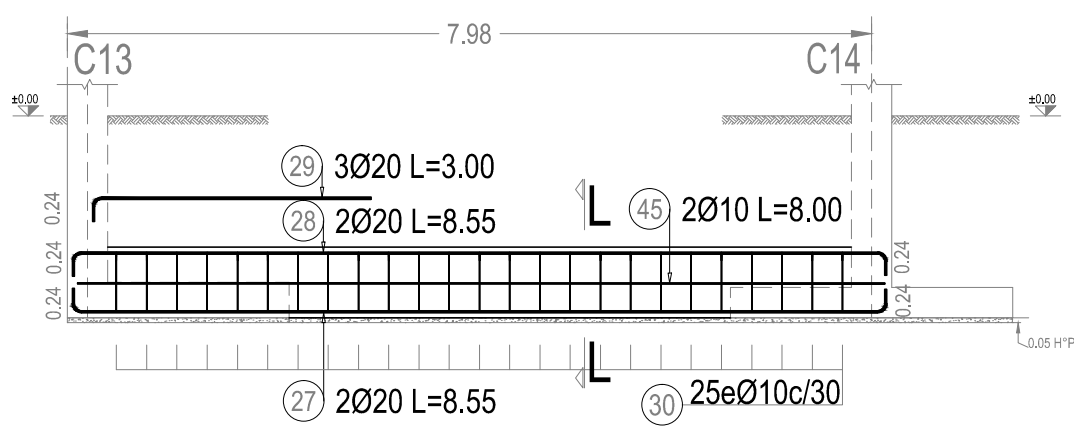
Corte I-I (Zapata h=0.30 m)
(Escala 1:50)



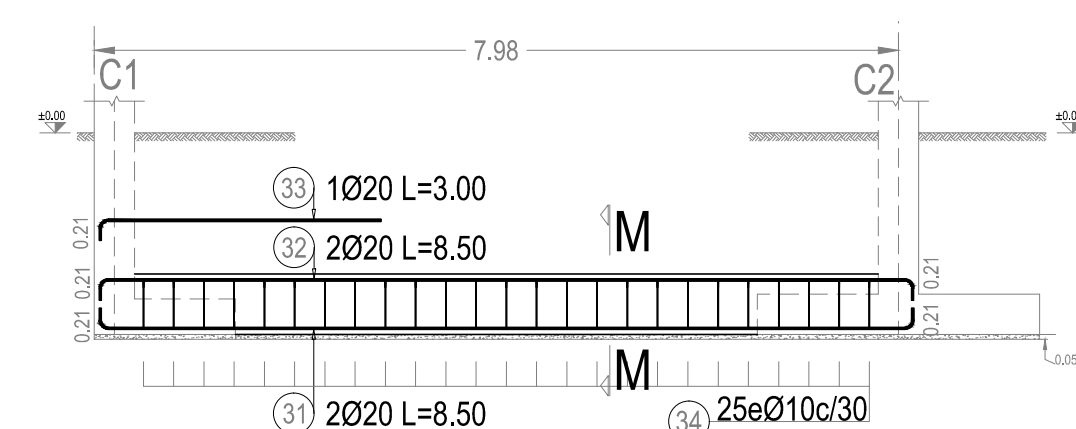
Viga de fundación (TIPO 1)
(Escala 1:75)



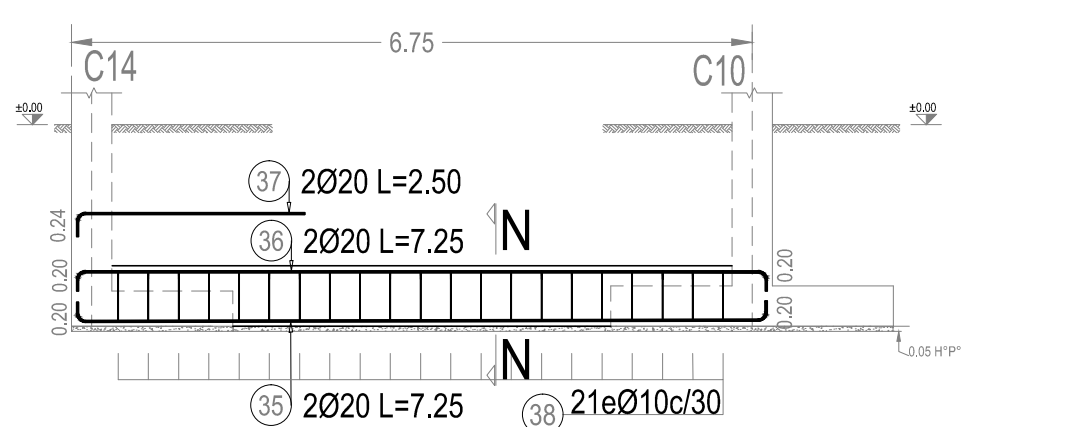
Viga de fundación (TIPO 2)
(Escala 1:75)



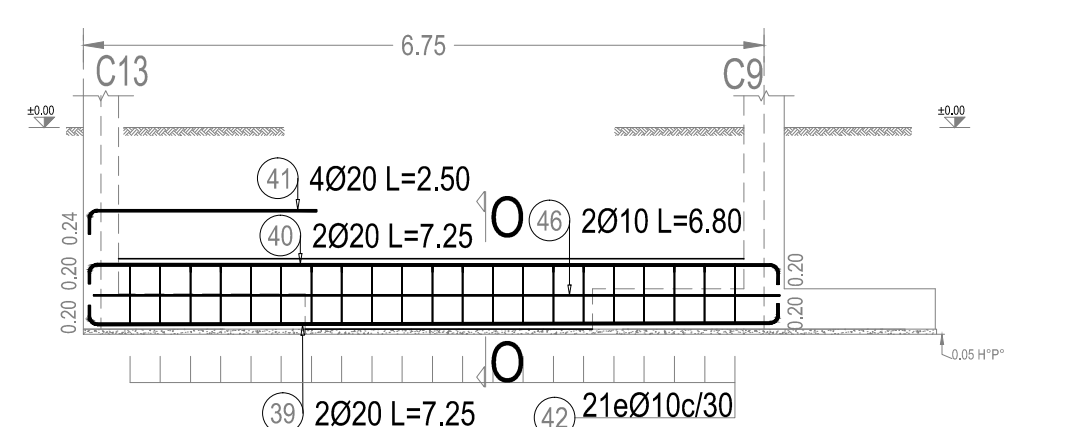
Viga de fundación (TIPO 3)
(Escala 1:75)



Viga de fundación (TIPO 4)
(Escala 1:75)



Viga de fundación (TIPO 5)
(Escala 1:75)



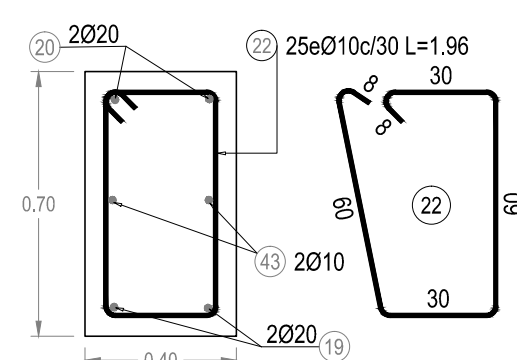
Viga de fundación (TIPO 6)
(Escala 1:75)

PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO																
Elementos		Posición	Número		Diámetro	A (m)	B (m)	H1 (m)	H2 (m)	Garcho		Esquema	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (kg)	Peso total (kg)
Nombre	Cantidad		En un elemento	Total						Itzq.	Der.					
VIGA TIPO 1	2	19	2	4	20	8,08		0,24	0,23	-1	-1		8,55	34,20	84,474	323,258
		20	2	4	20	8,08		0,23	0,24	1	1		8,55	34,20	84,474	
		21	5	10	20	2,76		0,24		1	0		3,00	30,00	74,100	
		22	25	50	10	0,60	0,30	0,08	0,08	2	2		1,96	98,00	60,466	
		43	2	4	10	8,00					0	0		8,00	32,00	
VIGA TIPO 2	2	23	2	4	20	8,08		0,24	0,23	-1	-1		8,55	34,20	84,474	293,818
		24	2	4	20	8,08		0,24	0,23	1	1		8,55	34,20	84,474	
		25	3	6	20	2,76		0,24		1	0		3,00	18,00	44,460	
		26	25	50	10	0,60	0,30	0,08	0,08	2	2		1,96	98,00	60,466	
		44	2	4	10	8,00					0	0		8,00	32,00	
VIGA TIPO 3	2	27	2	4	20	8,08		0,24	0,23	-1	-1		8,55	34,20	84,474	290,533
		28	2	4	20	8,08		0,24	0,23	1	1		8,55	34,20	84,474	
		29	3	6	20	2,76		0,24		1	0		3,00	18,00	44,460	
		30	25	50	10	0,60	0,25	0,08	0,08	2	2		1,86	93,00	57,381	
		45	2	4	10	8,00					0	0		8,00	32,00	
VIGA TIPO 4	2	31	2	4	20	8,08		0,21	0,21	-1	-1		8,50	34,00	83,980	233,991
		32	2	4	20	8,08		0,21	0,21	1	1		8,50	34,00	83,980	
		33	1	2	20	2,79		0,21		1	0		3,00	6,00	14,820	
		34	25	50	10	0,50	0,25	0,08	0,08	2	2		1,66	83,00	51,211	
		35	2	4	20	6,85		0,20	0,20	-1	-1		7,25	29,00	71,630	
VIGA TIPO 5	2	36	2	4	20	6,85		0,20	0,20	1	1		7,25	29,00	71,630	213,569
		37	2	4	20	2,26		0,24		1	0		2,50	10,00	24,700	
		38	21	42	10	0,50	0,30	0,08	0,08	2	2		1,76	73,92	45,609	
		39	2	4	20	6,85		0,20	0,20	-1	-1		7,25	29,00	71,630	
		40	2	4	20	6,85		0,20	0,20	1	1		7,25	29,00	71,630	
VIGA TIPO 6	2	41	4	8	20	2,26		0,24		1	0		2,50	20,00	49,400	260,234
		42	21	42	10	0,60	0,30	0,08	0,08	2	2		1,96	82,32	50,791	
		46	2	4	10	6,80				0	0		6,80	27,20	16,782	

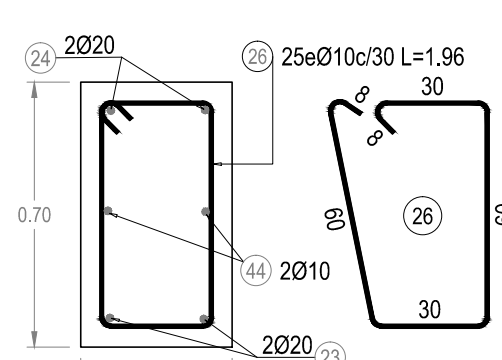
PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO															
Elementos		Posición	Número					Garcho							
Nombre	Cantidad		En un elemento	Total	Díametro	A (m)	H1 (m)	H2 (m)	Itzq.	Der.	Esquema (m)	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (kg)	Peso total (kg)
Z1	4	(1)	15	60	20	2.50	0.15	0.15	-1	-1		2.80	168.00	414.960	829.920
		(2)	15	60	20	2.50	0.15	0.15	-1	-1		2.80	168.00	414.960	
Z2	2	(3)	14	28	16	2.10	0.15	0.15	-1	-1		2.40	67.20	106.176	212.352
		(4)	14	28	16	2.10	0.15	0.15	-1	-1		2.40	67.20	106.176	
Z3	2	(5)	12	24	12	1.20	0.15	0.15	-1	-1		1.50	36.00	31.968	93.904
		(6)	7	14	16	2.40	0.20	0.20	-1	-1		2.80	39.20	61.936	
Z4	2	(7)	16	32	12	1.70	0.15	0.15	-1	-1		2.00	64.00	56.832	247.020
		(8)	11	22	20	3.10	0.20	0.20	-1	-1		3.50	77.00	190.190	
Z5	2	(9)	17	34	12	1.60	0.15	0.15	-1	-1		1.90	64.60	57.365	186.293
		(10)	12	24	16	3.00	0.20	0.20	-1	-1		3.40	81.60	126.928	
Z6	2	(11)	9	18	16	2.50	0.15	0.15	-1	-1		2.80	50.40	79.632	118.862
		(12)	13	26	12	1.40	0.15	0.15	-1	-1		1.70	44.20	39.250	
Z7	2	(13)	10	20	12	1.90	0.15	0.15	-1	-1		2.20	44.00	39.072	78.144
		(14)	10	20	12	1.90	0.15	0.15	-1	-1		2.20	44.00	39.072	
Z8	1	(15)	7	7	10	1.10	0.15	0.15	-1	-1		1.40	9.80	6.047	12.093
		(16)	7	7	10	1.10	0.15	0.15	-1	-1		1.40	9.80	6.047	
Z9	1	(17)	5	5	10	0.80	0.15	0.15	-1	-1		1.10	5.50	3.394	6.787
		(18)	5	5	10	0.80	0.15	0.15	-1	-1		1.10	5.50	3.394	

Resumen de cantidades - Zapatas					
B 500 S	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	
Peso Lineal (kg/m)	0.560	0.888	1.580	2.470	
Longitud (m)	30.60	296.80	305.60	413.00	
Peso (kg)	17.14	263.55	482.85	1020.11	
Peso Total (kg)			1783.65		

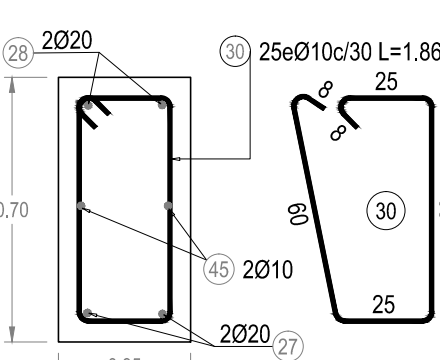
Resumen de cantidades - Vigas de fundación					
B 500 S	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	
Peso Lineal (kg/m)	0.560	0.888	1.580	2.470	
Longitud (m)	651.44	491.20			
Peso (kg)	364.81	1213.26			
Peso Total (kg)		1578.07			



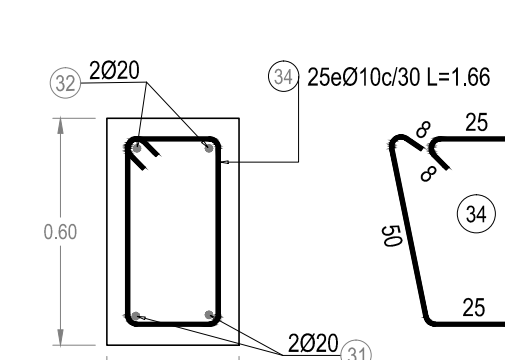
Corte J-J
(Escala 1:20)



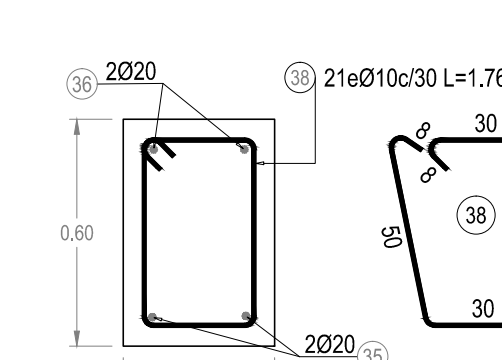
Corte K-K
(Escala 1:20)



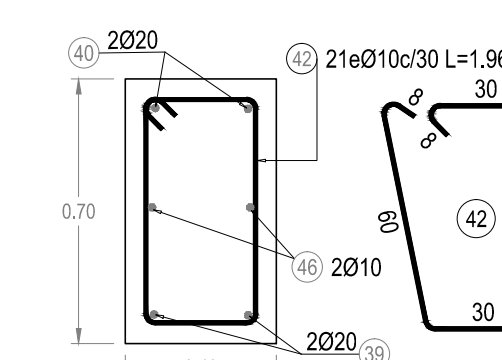
Corte L-L
(Escala 1:20)



Corte M-M
(Escala 1:20)



Corte N-N
(Escala 1:20)



Corte O-O
(Escala 1:20)



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE GRADO:
Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH
y comparación técnica - económica entre losas de
entrepiso de hormigón armado maciza y alivianada.

RESPONSABLE DEL CÁLCULO.
UNIV. LUIS ARNOLFO BECKRICH AÑEZ
ASESOR:
ING. WILSON GUARDIA ZABALA

NOTAS GENERALES.-
1. HORMIGÓN: $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2 \text{ H}^{\text{A}}^{\text{a}}$
2. ACERO: $f_t = 5000 \text{ kgf/cm}$
3. RECUBRIMIENTO: 5.00 cm

FECHA :
Cobija, 03 de Octubre de 2022

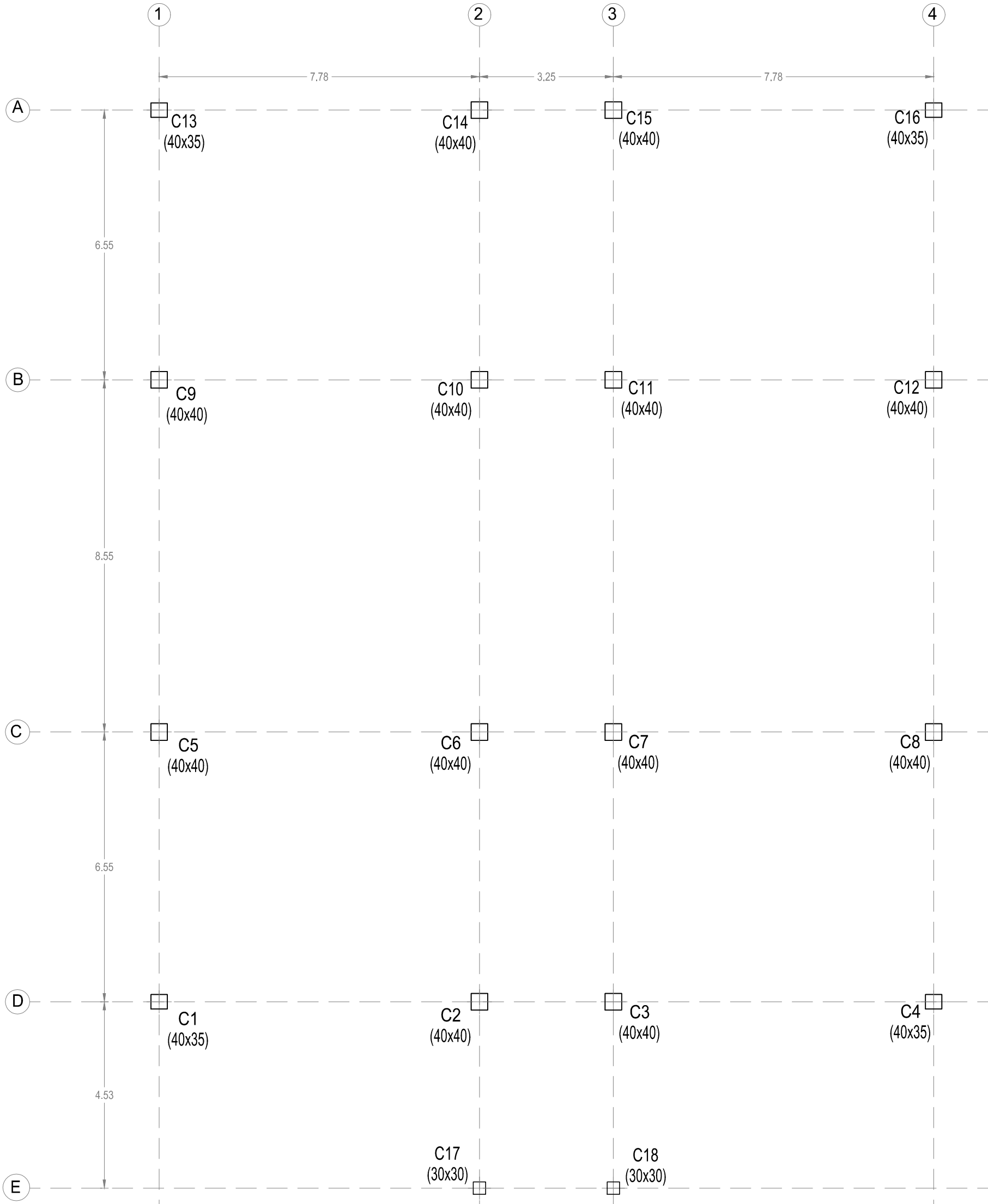
NOMBRE DE LÁMINA :
FUNDACIONES

ESCALA :
1:100
1:75
1:50
1:25
1:20

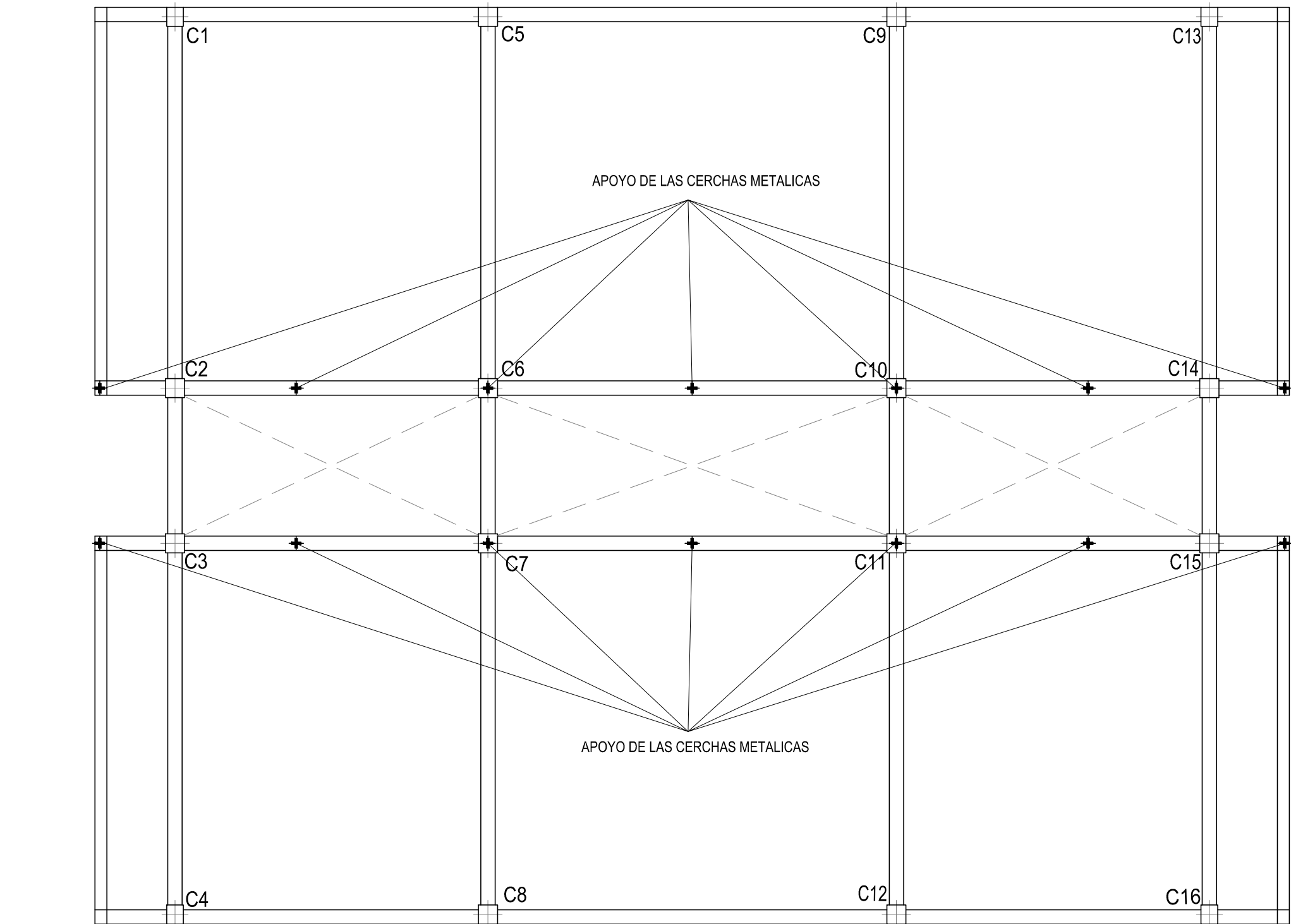
LÁMINA
2/5

PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO														
Elementos		Número												
Nombre	Cantidad	Posición	En un elemento	Total	Díámetro	A (m)	B (m)	C (m)	H1 (m)	H2 (m)	Gancho lzt.	Der.	Esquema	Peso total (kg)
C6, C7, C10 y C11	4	1	16	64	8	0,34	0,34		0,06	0,06	2	2		37,414
		2	20	80	8	0,34	0,34		0,06	0,06	2	2		46,768
		3	20	80	8	0,34	0,34		0,06	0,06	2	2		46,768
		4	8	32	16	2,05	0,32	0,83	0,30	-1	0	0		176,960
		5	8	32	16	2,40	0,61	0,99		0	0	0		202,240
		6	8	32	16	2,90				0,30	0	1		161,792
C5, C6, C7 y C8	4	7	16	64	10	0,34	0,34		0,08	0,08	2	2		60,022
		8	20	80	10	0,34	0,34		0,08	0,08	2	2		75,027
		9	20	80	10	0,34	0,34		0,08	0,08	2	2		75,027
		10	4	16	20	2,05	0,32	0,83	0,30	-1	0	0		138,320
		11	4	16	20	2,40	0,61	0,99		0	0	0		158,080
		12	4	16	20	2,90				0,30	0	1		126,464
		13	4	16	20	2,05	0,32	0,83	0,30	-1	0	0		138,320
		14	4	16	20	2,40	0,61	0,99		0	0	0		158,080
		15	4	16	20	2,90				0,30	0	1		126,464
		16	16	64	8	0,34	0,34		0,06	0,06	2	2		37,414
C2, C3, C14 y C15	4	17	20	80	8	0,34	0,34		0,06	0,06	2	2		46,768
		18	20	80	8	0,34	0,34		0,06	0,06	2	2		46,768
		19	8	32	16	2,05	0,32	0,83	0,30	-1	0	0		176,960
		20	8	32	16	2,40	0,61	0,99		0	0	0		202,240
		21	8	32	16	2,90				0,30	0	1		161,792
		22	16	64	8	0,29	0,34		0,06	0,06	2	2		34,886
C1, C4, C13 y C16	4	23	20	80	8	0,29	0,34		0,06	0,06	2	2		43,608
		24	20	80	8	0,29	0,34		0,06	0,06	2	2		43,608
		25	6	24	16	2,05	0,32	0,83	0,30	-1	0	0		132,720
		26	6	24	16	2,40	0,61	0,99		0	0	0		151,680
		27	6	24	16	2,90				0,30	0	1		121,344
		28	2	8	12	2,05	0,32	0,83	0,30	-1	0	0		24,864
		29	2	8	12	2,40	0,61	0,99		0	0	0		28,416
		30	2	8	12	2,90				0,30	0	1		22,733
		31	16	32	6	0,24	0,24		0,05	0,05	2	2		7,530
		32	20	40	6	0,24	0,24		0,05	0,05	2	2		9,413
C17 y C18	2	33	8	16	12	2,05	0,32	0,78	0,25	-1	0	0		48,307
		34	8	16	12	2,95				0,25	0	1		45,486

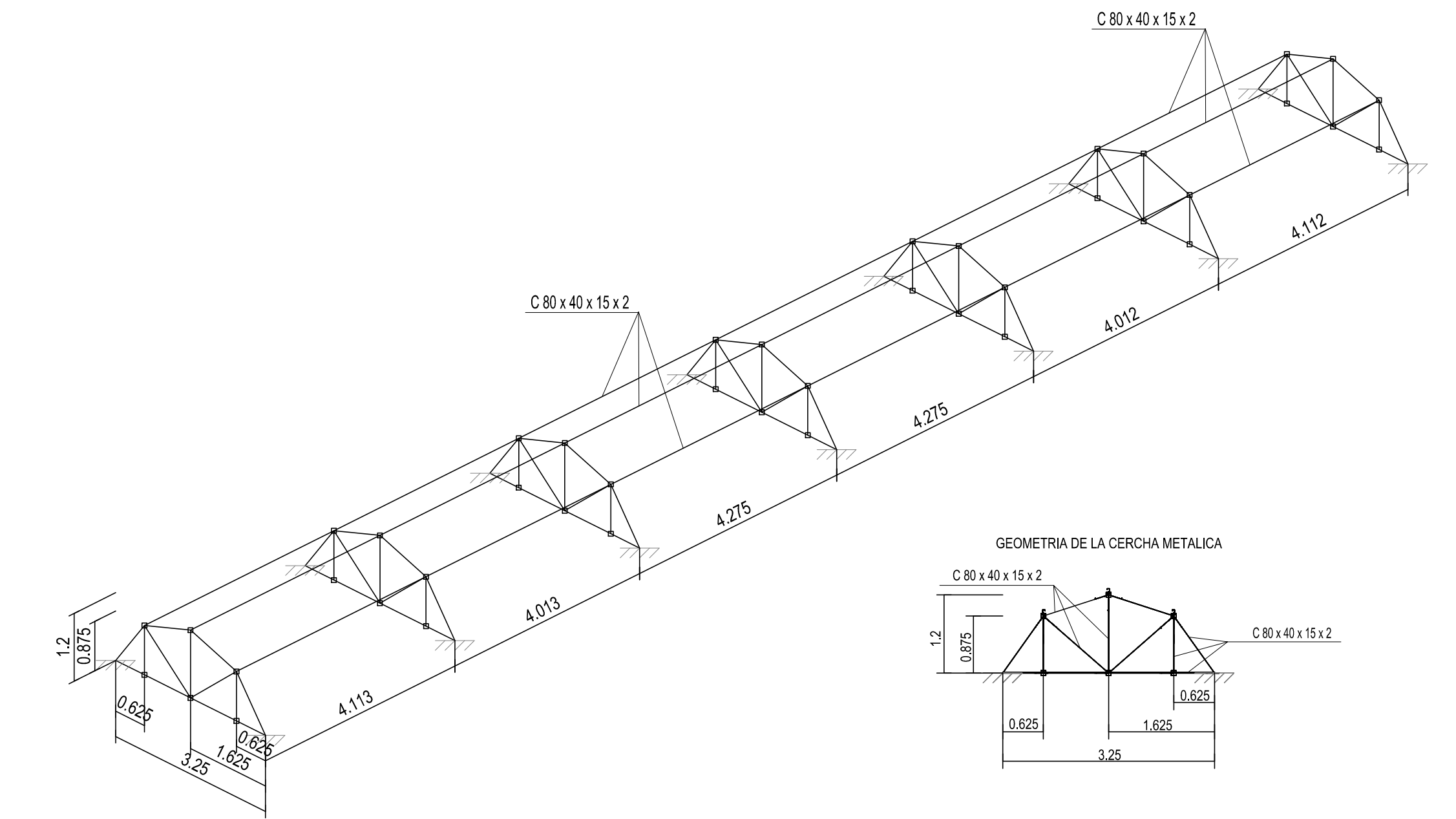
Resumen de cantidades - Columnas							
Ø 500 S	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	
Peso Lineal (kg/m)	0,222	0,395	0,560	0,888	1,580	2,470	
Longitud (m)	76,32	972,16	340,48	191,20	941,60	342,40	
Peso (kg)	16,95	384,00	190,65	169,79	1487,73	845,73	
Peso Total (kg)			3094,85				



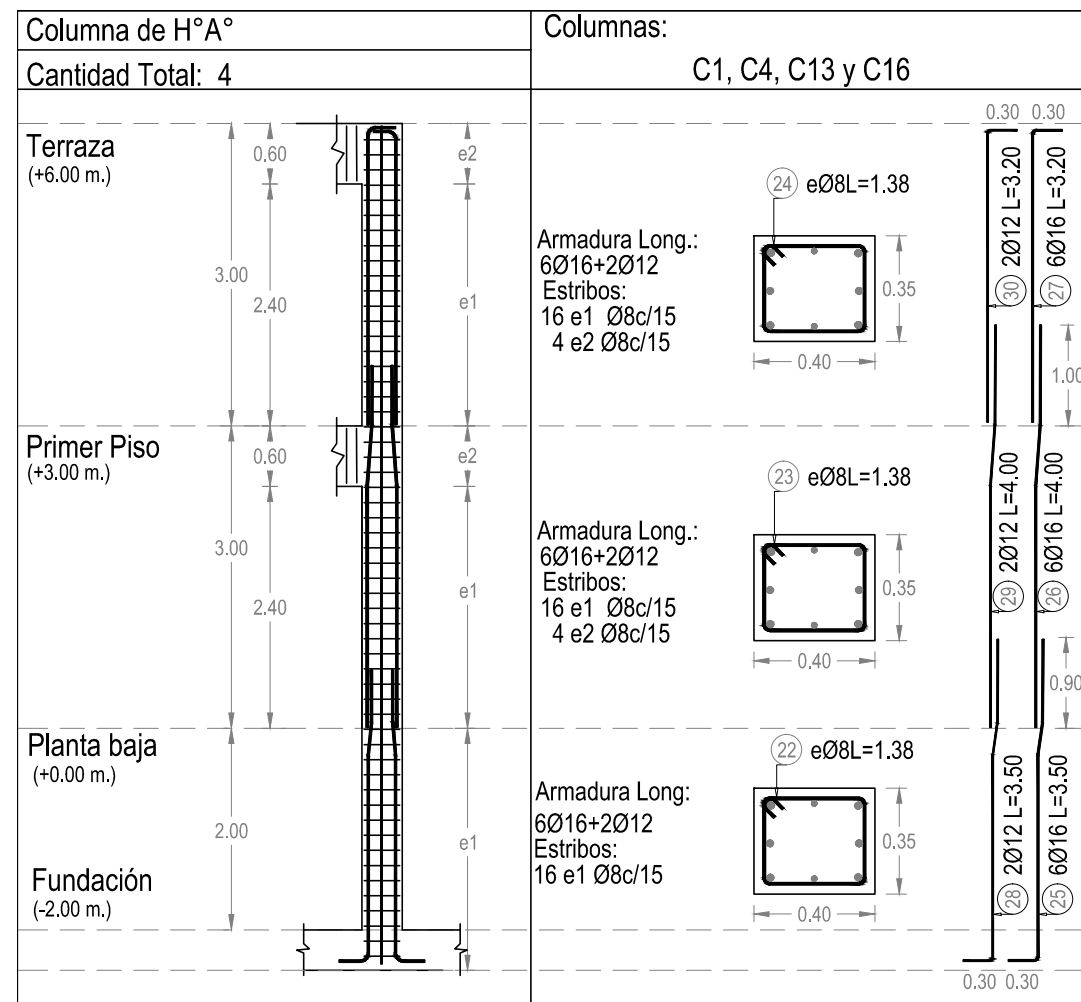
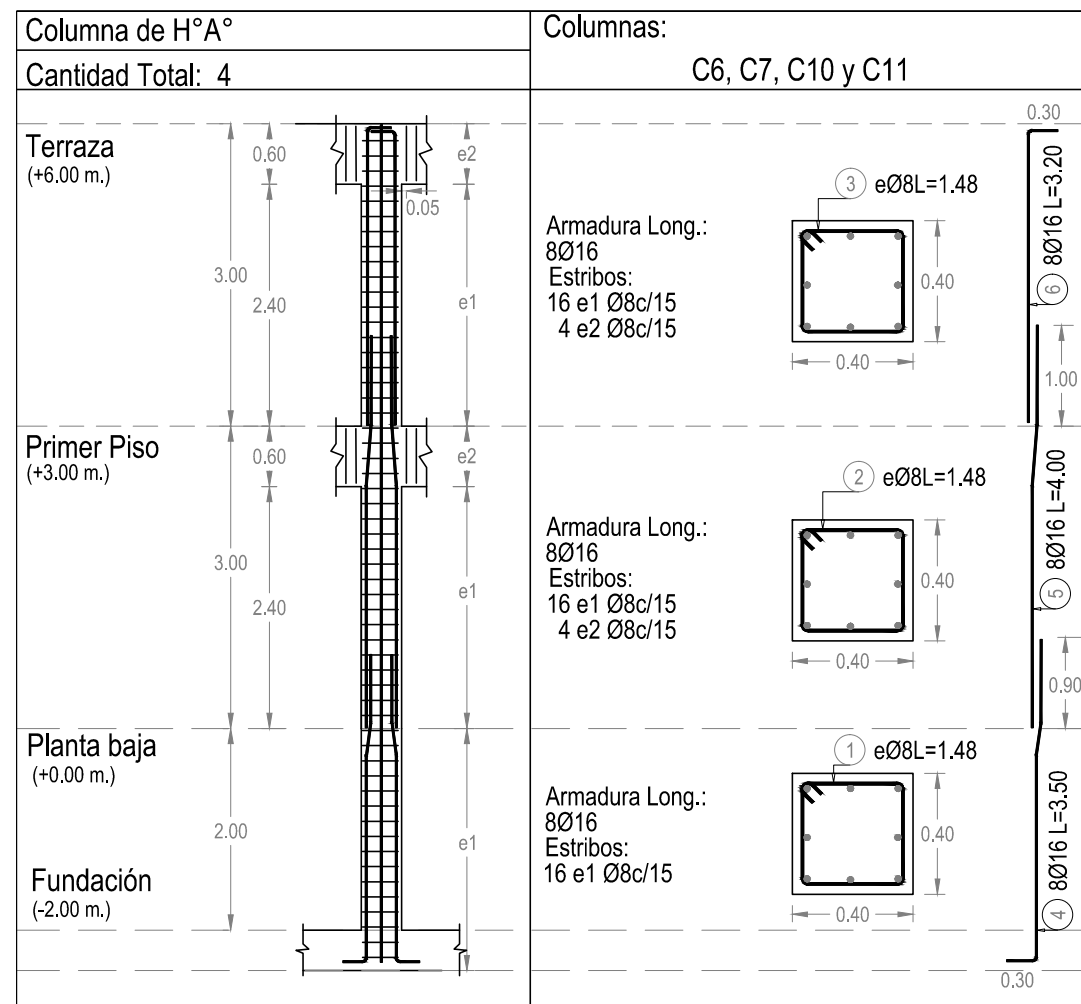
Vista en planta - Ubicación de columnas
(Escala 1:100)



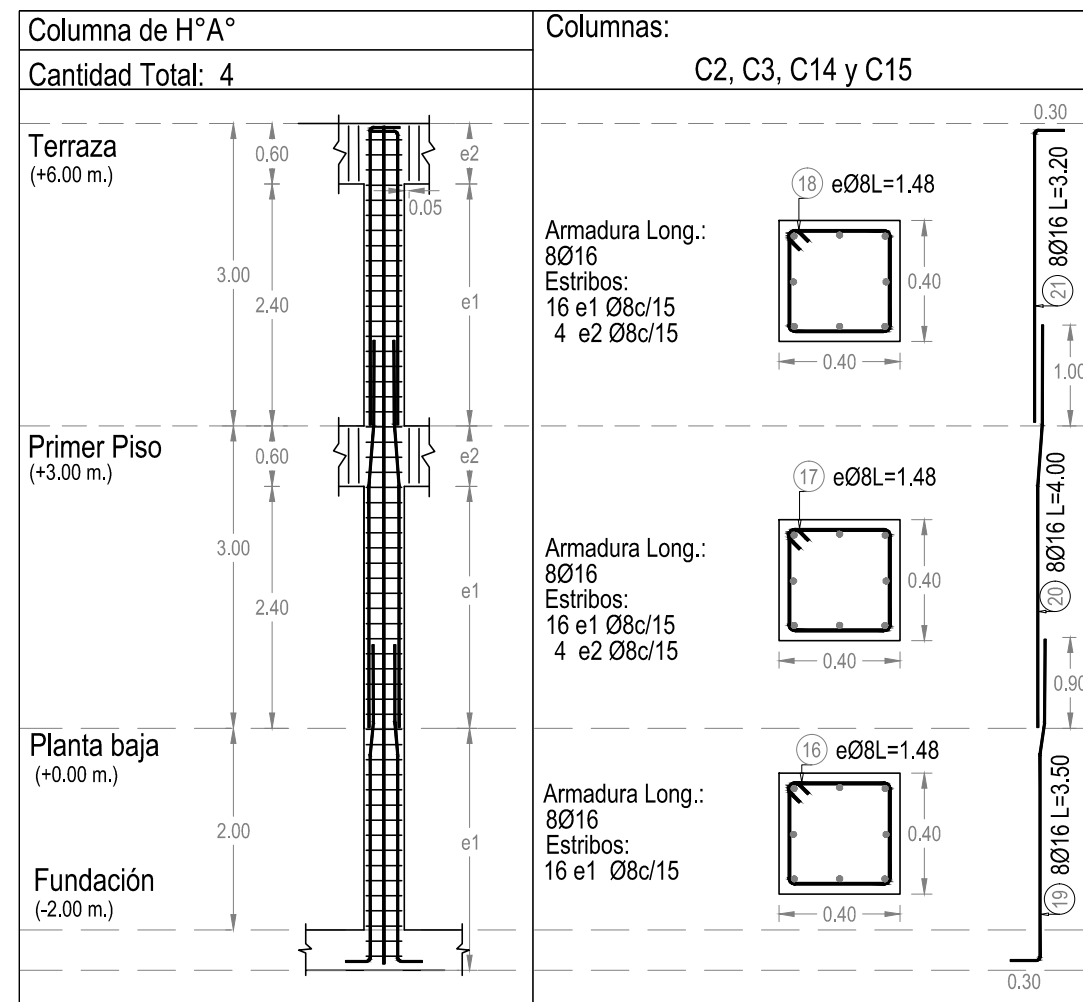
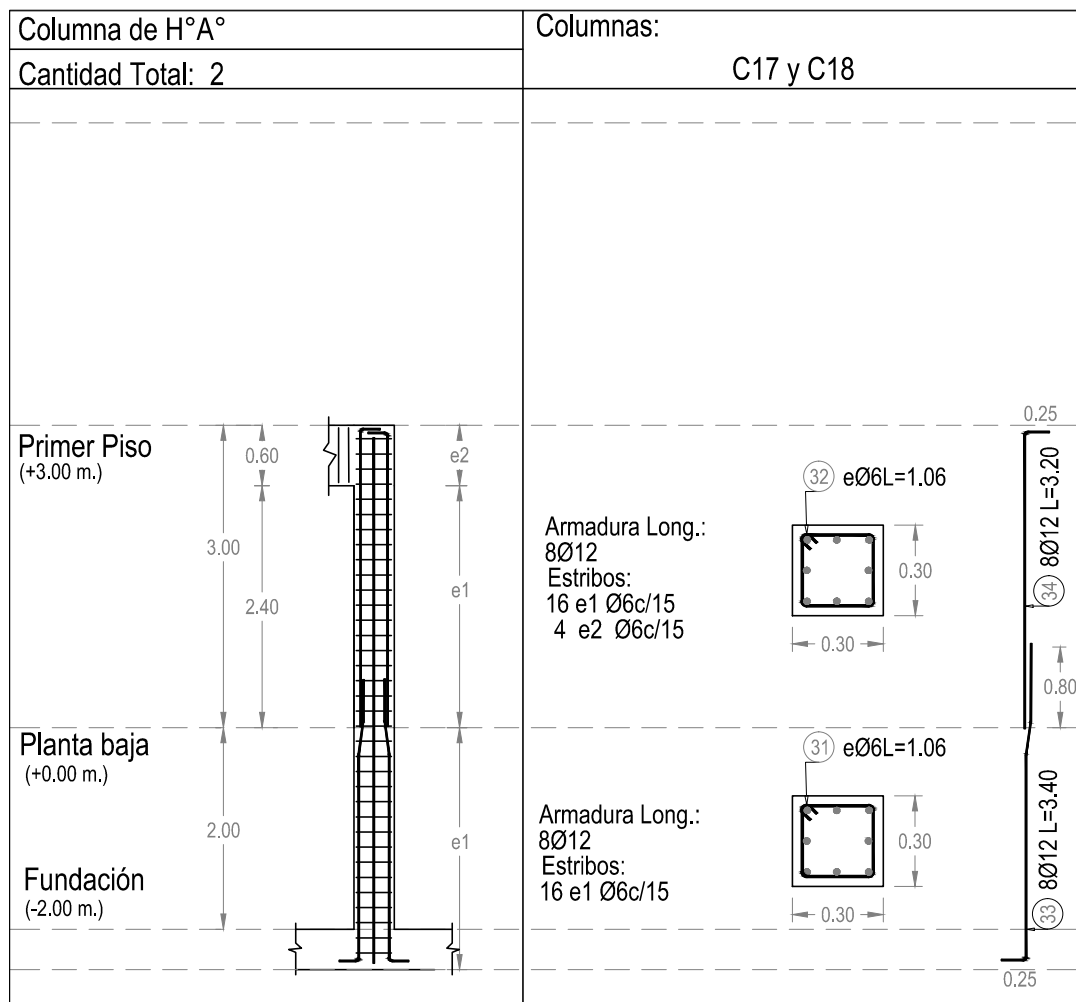
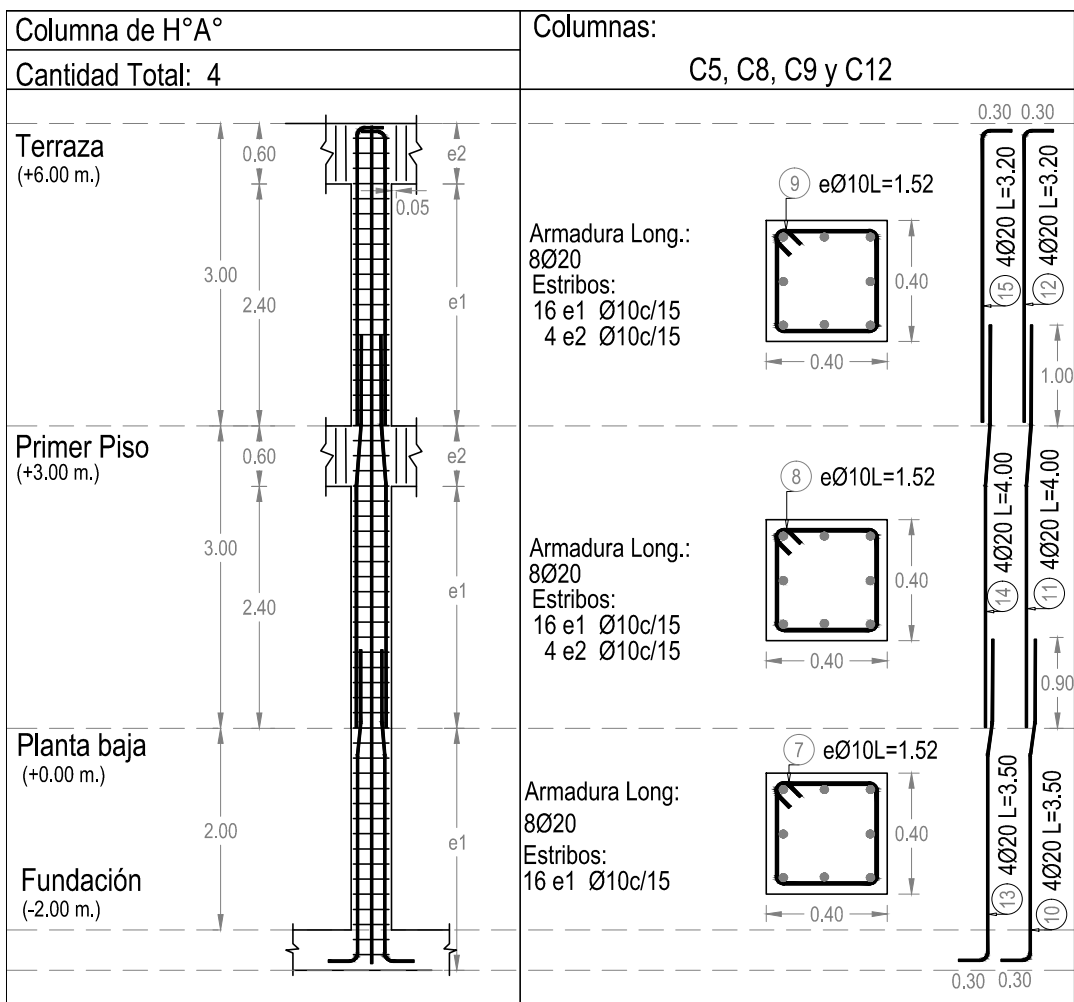
Vista en planta - Ubicación de cerchas metálicas (+6.00 m)
(Escala 1:100)



CUBIERTA METALICA
(Escala 1:75)



Columnas
(Escala 1:75 y 1:25)



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE GRADO:
Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH
y comparación técnica - económica entre losas de
entepiso de hormigón armado maciza y alivianada.

RESPONSABLE DEL CÁLCULO:
UNIV. LUIS ARNULFO BECKRICH AÑEZ
ASESOR:
ING. WILSON GUARDIA ZABALA

NOTAS GENERALES:-
1. HORMIGÓN: $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ H°A°
2. ACERO: $f_y = 5000 \text{ kgf/cm}^2$
3. RECUBRIMIENTO: 3.00 cm

FECHA:
Cobija, 03 de Octubre de 2022

NOMBRE DE LÁMINA:
COLUMNAS Y CUBIERTA

ESCALA:
1:100
1:75
1:50
1:25
1:20

LÁMINA
3/5

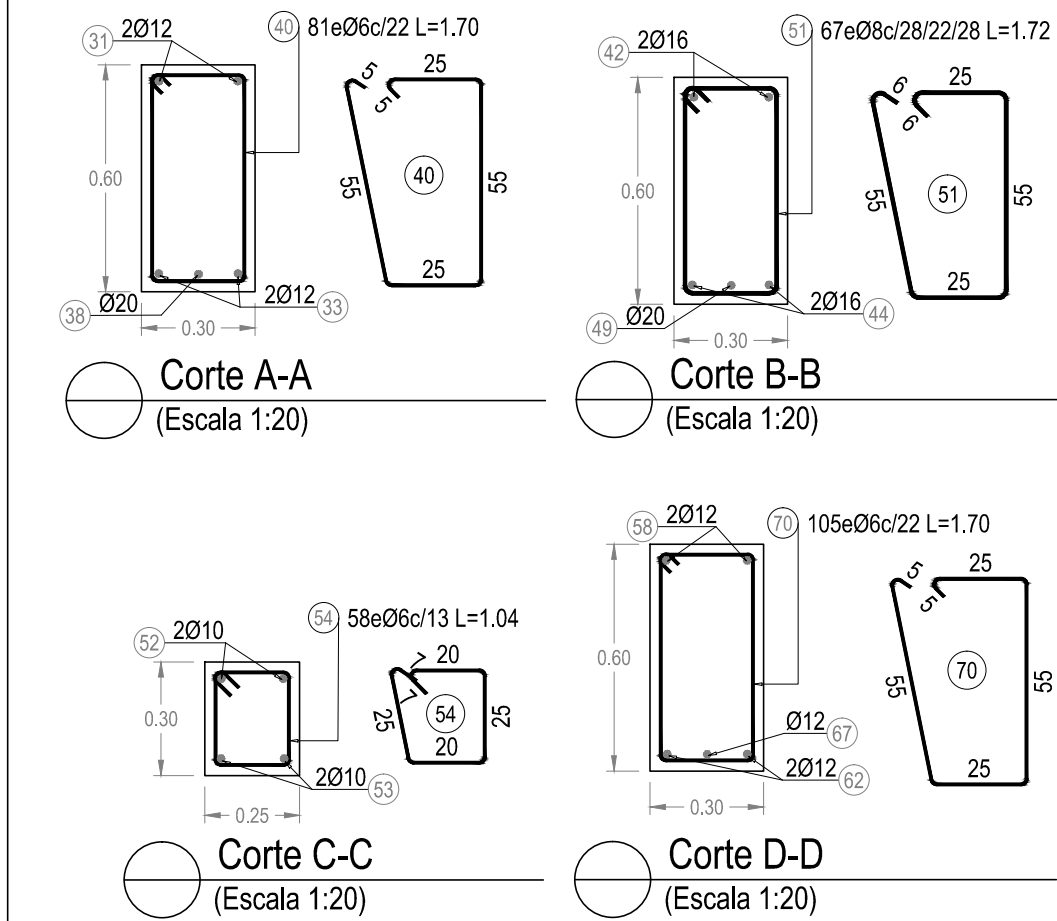
PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO															
Elementos	Posición	Número	Dámetro	A (m)	B (m)	H1 (m)	H2 (m)	Gancho	Esquema	Longitud	Longitud	Peso (kg)	Peso total		
Nombre	Cantidad	En un elemento	Total					lqz.	Der.	(m)	(m)	(kg)	(kg)		
VIGA A y D	2	36	2 4 16	3.80	0.20	1	0	0	0	3.80	4.00	16.00	25.280		
		37	2 4 16	12.00		0	0	0	0	12.00	48.00	75.840			
		38	2 4 16	4.80		0.20	0	1	0	4.80	5.00	20.00	31.600		
		39	2 4 16	11.80	0.20	-1	0	0	0	11.80	12.00	48.00	75.840		
		40	2 4 16	8.10		0.20	0	-1	0	8.10	8.30	33.20	52.456		
		41	1 2 16	2.80	0.20	1	0	0	0	2.80	3.00	6.00	9.480		
		42	1 2 16	8.00		0	0	0	0	8.00	16.00	36.00	59.520		
		43	1 2 16	2.80		0.20	0	1	0	2.80	3.00	6.00	9.480		
		44	1 2 20	6.00		0	0	0	0	6.00	6.00	12.00	29.640		
		45	1 2 20	6.00		0	0	0	0	6.00	6.00	12.00	29.640		
VIGA B y C	2	46	2 4 16	3.80	0.25	0.06	0.06	2	2	3.80	1.72	230.48	91.040		
		47	2 4 16	3.80	0.20	1	0	0	0	3.80	4.00	16.00	25.280		
		48	2 4 16	12.00		0	0	0	0	12.00	48.00	75.840			
		49	2 4 16	4.80		0.20	0	1	0	4.80	5.00	20.00	31.600		
		50	2 4 16	11.80	0.20	-1	0	0	0	11.80	12.00	48.00	75.840		
		51	2 4 16	8.10		0.20	0	-1	0	8.10	8.30	33.20	52.456		
		52	2 4 16	2.80	0.20	1	0	0	0	2.80	3.00	6.00	9.480		
		53	2 4 16	8.00		0	0	0	0	8.00	16.00	36.00	59.520		
		54	2 4 20	6.00		0	0	0	0	6.00	6.00	12.00	29.640		
		55	2 4 20	6.00		0	0	0	0	6.00	6.00	12.00	29.640		
VIGA A' y D' (1-2)	2	56	69 138	10.55	0.25	0.08	0.08	2	2	10.55	1.76	242.88	149.857		
		57	2 4 10	8.08	0.13	0.14	1	1	0	8.08	8.35	33.40	20.608		
		58	2 4 10	8.08	0.13	0.14	-1	-1	0	8.08	8.35	33.40	20.608		
		59	58 116	6	0.25	0.20	0.07	0.07	2	2	1.04	120.64	26.782		
		60	2 4 10	8.08	0.13	0.14	1	1	0	8.08	8.35	33.40	20.608		
		61	2 4 10	8.08	0.13	0.14	-1	-1	0	8.08	8.35	33.40	20.608		
		62	58 116	6	0.25	0.20	0.07	0.07	2	2	1.04	120.64	26.782		
		63	2 2 10	3.55	0.10	0.10	1	1	0	3.55	3.75	7.50	4.627		
		64	2 2 10	3.55	0.10	0.10	-1	-1	0	3.55	3.75	7.50	4.627		
		65	16 16	6	0.35	0.20	0.05	0.05	2	2	1.20	19.20	4.282		
VIGA E	1	66	2 4 12	5.85	0.15	1	0	0	0	5.85	6.00	24.00	21.312		
		67	2 4 12	6.00		0	0	0	0	6.00	6.00	24.00	21.312		
		68	2 4 12	9.00		0	0	0	0	9.00	9.00	36.00	31.968		
		69	2 4 12	5.85		0.15	0	1	0	5.85	6.00	24.00	21.312		
		70	2 4 12	9.85	0.15	-1	0	0	0	9.85	10.00	40.00	35.520		
		71	2 4 12	9.00		0	0	0	0	9.00	9.00	36.00	31.968		
		72	2 4 12	7.35	0.15	0	-1	0	0	7.35	7.50	30.00	26.640		
		73	2 4 16	4.00		0	0	0	0	4.00	4.00	16.00	25.280		
		74	2 4 16	4.00		0	0	0	0	4.00	4.00	16.00	25.280		
		75	1 2 16	4.00		0	0	0	0	4.00	4.00	8.00	12.640		
VIGA 1 y 4	2	76	1 2 20	6.00		0	0	0	0	6.00	6.00	12.00	29.640		
		77	1 2 16	4.00		0	0	0	0	4.00	4.00	8.00	12.640		
		78	107 214	6	0.55	0.25	0.05	0.05	2	2	1.70	363.80	80.764		
		79	2 2 12	11.85	0.15	1	0	0	0	11.85	12.00	24.00	21.312		
		80	2 2 12	9.00		0	0	0	0	9.00	9.00	18.00	15.984		
		81	2 2 12	8.35	0.15	0	1	0	0	8.35	8.50	17.00	15.096		
		82	2 2 12	8.85	0.15	-1	0	0	0	8.85	9.00	18.00	15.984		
		83	2 2 12	8.50		0	0	0	0	8.50	8.50	17.00	15.096		
		84	2 2 12	11.85	0.15	0	-1	0	0	11.85	12.00	24.00	21.312		
		85	1 1 16	3.80	0.20	1	0	0	0	3.80	4.00	4.00	6.320		
VIGA 2	1	86	3 3 20	5.00		0	0	0	0	5.00	5.00	15.00	37.050		
		87	3 3 20	5.00		0	0	0	0	5.00	5.00	15.00	37.050		
		88	1 1 20	4.00		0	0	0	0	4.00	4.00	4.00	9.880		
		89	1 1 20	5.00		0	0	0	0	5.00	5.00	5.00	12.350		
		90	2 2 20	6.00		0	0	0	0	6.00	6.00	12.00	29.640		
		91	1 1 20	5.00		0	0	0	0	5.00	5.00	5.00	12.350		
		92	1 1 20	4.00		0	0	0	0	4.00	4.00	4.00	9.880		
		93	101 101	8	0.55	0.25	0.06	0.06	2	2	1.72	173.72	68.619		
		94	2 2 12	11.85	0.15	1	0	0	0	11.85	12.00	24.00	21.312		
		95	2 2 12	9.00		0	0	0	0	9.00	9.00	18.00	15.984		
VIGA 3	1	96	2 2 12	8.35	0.15	0	1	0	0	8.35	8.50	17.00	15.096		
		97	2 2 12	8.85	0.15	-1	0	0	0	8.85	9.00	18.00	15.984		
		98	2 2 12	8.50		0	0	0	0	8.50	8.50	17.00	15.096		
		99	2 2 12	11.85	0.15	0	-1	0	0	11.85	12.00	24.00	21.312		
		100	1 1 16	3.80	0.20	1	0	0	0	3.80	4.00	4.00	6.320		
		101	3 3 20	5.00		0	0	0	0	5.00	5.00	15.00	37.050		
		102	3 3 20	5.00		0	0	0	0	5.00	5.00	15.00	37.050		
		103	1 1 20	4.00		0	0	0	0	4.00	4.00	4.00	9.880		
		104	1 1 20	5.00		0	0	0	0	5.00	5.00	5.00	12.350		
		105	2 2 20	6.00		0	0	0	0	6.00	6.00	12.00	29.640		
		106	1 1 20	5.00		0	0	0	0	5.00	5.00	5.00	12.350		
VIGA 4	2	107	101 101	8	0.55	0.25	0.06	0.06	2	2	1.72	173.72	68.619		

PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO															
Elementos	Posición	Número	Dámetro	A (m)	H1 (m)	H2 (m)	Gancho	Esquema	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (kg)	Peso total (kg)			
Nombre	Cantidad	En un elemento	Total					lqz.	Der.						
Losa alivada Primer Piso	1	1	24 24	12	7.85	0.15	-1	0	$\phi_{27.85}$	8.00	192.00	170.496			
		2	12 12	10	4.50		0	0	$\phi_{4.50}$	4.50	54.00	33.318			
		3	24 24	12	7.88		0.15	0	-1	$\phi_{7.88}$	8.03	192.72	171.135		
		4	32 32	12	7.85	0.15	-1	-1	0	$\phi_{7.85}$	8.00	256.00	227.328		
		5	16 16	10	4.50		0	0	0	$\phi_{4.50}$	4.50	72.00	44.424		
		6	32 32	12	7.85	0.15	0	-1	0	$\phi_{7.85}$	8.00	256.00	227.328		
		7	24 24	12	7.85	0.15	-1	-1	0	$\phi_{7.85}$	8.00	192.00	170.496		
		8	12 12	10	4.50		0	0	0	$\phi_{4.50}$	4.50	54.00	33.318		
		9	24 24	12	7.90		0.10	0	-1	$\phi_{7.90}$	8.00	192.00	170.496		
		10	8 8	10	3.46	0.12	0.12	-1	-1	$\phi_{3.46}$	3.70	29.60	18.363		
		11	12 12	10	2.88	0.12	1	0	0	$\phi_{2.88}$	3.00	36.00	22.212		
		12	24 24	10	6.00		0	0	0.00	6.00	144.00	88.848			
		13	12 12	10	2.88		0.12	0	1	$\phi_{2.88}$	3.00	36.00	22.212		
		14	16 16	10	2.88	0.12	1	0	0	$\phi_{2.88}$	3.00	48.00	29.616		
		15	32 32	12	6.00		0	0	0.00	6.00	192.00	170.496			
		16	16 16	10	2.88		0.12	0	1	$\phi_{2.88}$	3.00	48.00	29.616		
		17	12 12	10	2.88	0.12	1	0	0	$\phi_{2.88}$	3.00	36.00	22.212		
		18	24 24	10	6.00		0	0	0.00	6.00	144.00	88.848		4963.48	
		19	12 12	10	2.88	0.12	0	1	0	$\phi_{2.88}$	3.00	36.00	22.212		
		20	8 8	10	3.46	0.12	0.12	1	-1	$\phi_{3.46}$	3.70	29.60	18.363		
		21	15 15	12	3.85	0.15	0	1	0	$\phi_{3.85}$	4.00	60.00	53.280		
		22	30 30	16	4.00		0	0	0	$\phi_{4.00}$	4.00	120.00	189.600		
		23	30 30	16	4.00		0	0	0	$\phi_{4.00}$	4.00	120.00	189.600		
		24	15 15	12	3.85	0.15	1	0	0	$\phi_{3.85}$	4.00	60.00	53.280		
25	30 30	12	8.85		0.15	0	-1	$\phi_{8.85}$	9.00	270.00	239.760				
26	30 30	12	8.20		0	0	0	$\phi_{8.20}$	8.20	246.00	218.448				
27	30 30	12	8.85	0.15	-1	-1	0	$\phi_{8.85}$	9.00	270.00	239.760				
28	15 15	12	3.81		0.19	0	1	$\phi_{3.81}$	4.00	60.00	53.280				
29	30 30	16	4.00		0	0	0	$\phi_{4.00}$	4.00	120.00	189.600				
30	30 30	16	4.00		0	0	0	$\phi_{4.00}$	4.00	120.00	189.600				
31	15 15	12	3.85	0.15	1	0	0	$\phi_{3.85}$	4.00	60.00	53.280				
32	30 30	12	8.85	0.15	-1	0	0	$\phi_{8.85}$	9.00	270.00	239.760				
33	30 30	12	8.20		0	0	0	$\phi_{8.20}$	8.20	246.00	218.448				
34	30 30	12	8.85		0.15	0	-1	$\phi_{8.85}$	9.00	270.00	239.760				
108	88 88	6	22.00		0	0	0	$\phi_{22.00}$	22.00	1936.00	429.792				
109	88 88	6	22.00		0	0	0	$\phi_{22.00}$	22.00	1936.00	429.792				

PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO																	
Elementos		Posición	Número		A (m)	B (m)	H1 (m)	H2 (m)	Gancho		Esquema (m)	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (kg)	Peso total (kg)		
Nombre	Cantidad		En un elemento	Diámetro					lqz.	Der.							
VIGA A' y D'	2	30	2	4	12	3.85		0.15		1	0		4.00	16.00	14.208	317.115	
		31	2	4	12	12.00				0	0		12.00	48.00	42.624		
		32	2	4	12	4.80			0.20	0	1		5.00	20.00	17.760		
		33	2	4	12	11.85		0.15		-1	0		12.00	48.00	42.624		
		34	2	4	12	8.10			0.15	0	-1		8.25	33.00	29.304		
		35	1	2	12	2.85		0.15		1	0		3.00	6.00	5.328		
		36	1	2	20	8.00				0	0		8.00	16.00	39.520		
		37	1	2	12	2.85			0.15	0	1		3.00	6.00	5.328		
		38	1	2	20	6.00				0	0		6.00	12.00	29.640		
		39	1	2	20	6.00				0	0		6.00	12.00	29.640		
		40	81	162	6	0.55	0.25	0.05	0.05	2	2		1.70	275.40	61.139		
VIGA B' y C'	2	41	2	4	16	3.80		0.20		1	0		4.00	16.00	25.280	469.616	
		42	2	4	16	12.00				0	0		12.00	48.00	75.840		
		43	2	4	16	4.80			0.20	0	1		5.00	20.00	31.600		
		44	2	4	16	11.80		0.20		-1	0		12.00	48.00	75.840		
		45	2	4	16	8.10			0.20	0	-1		8.30	33.00	52.456		
		46	1	2	16	2.80		0.20		1	0		3.00	6.00	9.480		
		47	1	2	20	8.00				0	0		8.00	16.00	39.520		
		48	1	2	16	2.80			0.20	0	1		3.00	6.00	9.480		
		49	1	2	20	6.00				0	0		6.00	12.00	29.640		
		50	1	2	20	6.00				0	0		6.00	12.00	29.640		
		51	67	134	8	0.55	0.25	0.06	0.06	2	2		1.72	230.48	91.040		
VIGA A' y D' (1-2)	2	52	2	4	10	8.08		0.13	0.14	1	1		8.35	33.40	20.608	67.998	
		53	2	4	10	8.08		0.13	0.14	-1	-1		8.35	33.40	20.608		
		54	58	116	6	0.25	0.20	0.07	0.07	2	2		1.04	120.64	26.782		
		55	2	4	10	8.08		0.13	0.14	1	1		8.35	33.40	20.608		
VIGA A' y D' (3-4)	2	56	2	4	10	8.08		0.13	0.14	-1	-1		8.35	33.40	20.608	67.998	
		57	58	116	6	0.25	0.20	0.07	0.07	2	2		1.04	120.64	26.782		
		58	2	4	12	5.85		0.15		1	0		6.00	24.00	21.312		327.734
		59	2	4	12	6.00				0	0		6.00	24.00	21.312		
60	2	4	12	9.00				0	0		9.00	36.00	31.968				
61	2	4	12	5.85			0.15	0	1		6.00	24.00	21.312				
62	2	4	12	9.85		0.15		-1	0		10.00	40.00	35.520				
63	2	4	12	9.00				0	0		9.00	36.00	31.968				
64	2	4	12	7.35			0.15	0	-1		7.50	30.00	26.640				
65	1	2	16	4.00				0	0		4.00	8.00	12.640				
66	1	2	16	4.00				0	0		4.00	8.00	12.640				
67	1	2	12	4.00				0	0		4.00	8.00	7.104				
VIGA 2 y 3	2	68	1	2	16	6.00				0	0		6.00	12.00	18.960	327.734	
		69	1	2	12	4.00				0	0		4.00	8.00	7.104		
		70	105	210	6	0.55	0.25	0.05	0.05	2	2		1.70	357.00	79.254		
		71	2	4	12	5.85		0.15		1	0		6.00	24.00	21.312		
		72	2	4	12	6.00				0	0		6.00	24.00	21.312		
		73	2	4	12	9.00				0	0		9.00	36.00	31.968		
		74	2	4	12	5.85			0.15	0	1		6.00	24.00	21.312		
		75	2	4	12	9.85		0.15		-1	0		10.00	40.00	35.520		
		76	2	4	12	9.00				0	0		9.00	36.00	31.968		
		77	2	4	12	7.35			0.15	0	-1		7.50	30.00	26.640		
78	1	2	16	4.00				0	0		4.00	8.00	12.640				
79	1	2	16	4.00				0	0		4.00	8.00	12.640				
80	1	2	12	4.00				0	0		4.00	8.00	7.104				
81	1	2	16	6.00				0	0		6.00	12.00	18.960				
82	1	2	12	4.00				0	0		4.00	8.00	7.104				
		83	105	210	6	0.55	0.25	0.05	0.05	2	2		1.70	357.00	79.254		

Resumen de cantidades - Vigas nivel de Terraza									
B 500 S	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20			
Peso Lineal (kg/m)	0,222	0,395	0,560	0,888	1,580	2,470			
Longitud (m)	1230,68	230,48	133,60	637,00	233,20	80,00			
Peso (kg)	273,21	91,04	74,82	565,65	368,45	197,60			
Peso Total (kg)	1570,77								

Resumen de cantidades - Losa Aliviada - Terraza									
B 500 S	Ø 6	Ø 10	Ø 12						
Peso Lineal (kg/m)	0,222	0,395	0,560						
Longitud (m)	3256,20	2388,80	1011,20						
Peso (kg)	722,88	1337,72	897,95						
Peso Total (kg)	2958,55								



PLANILLA DE ACEROS POR ELEMENTO														
Elementos	Posición	Número	Diámetro	H1 (m)	H2 (m)	Gancho	Esquema	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (kg)	Peso total (kg)			
Nombre Cantidad	En un elemento	Total				Isq. Der.	(m)							
LOSA ALIVIANADA Terraza	1	①	24	24	10	8,06	0,12	0,12	-1	-1	$\frac{C_2}{C_2+8,06}$	8,30	199,20	122,906
		②	24	24	10	8,06	0,12	0,12	-1	-1	$\frac{C_2}{C_2+8,06}$	8,30	199,20	122,906
		③	32	32	12	8,06	0,12	0,12	-1	-1	$\frac{C_2}{C_2+8,06}$	8,30	265,60	235,853
		④	32	32	12	8,00	0,15	0,15	-1	-1	$\frac{C_2}{C_2+8,00}$	8,30	265,60	235,853
		⑤	24	24	10	8,06	0,12	0,12	-1	-1	$\frac{C_2}{C_2+8,06}$	8,30	199,20	122,906
		⑥	24	24	10	8,06	0,12	0,12	-1	-1	$\frac{C_2}{C_2+8,06}$	8,30	199,20	122,906
		⑦	12	12	10	1,88	0,12	1	0	$\frac{C_2}{C_2+1,88}$	2,00	24,00	14,808	
		⑧	24	24	10	1,88	0,12	1	0	$\frac{C_2}{C_2+1,88}$	2,00	48,00	29,616	
		⑨	12	12	10	1,88	0,12	0	1	$\frac{1,88}{C_2}$	2,00	24,00	14,808	
		⑩	16	16	10	1,88	0,12	1	0	$\frac{C_2}{C_2+1,88}$	2,00	32,00	19,744	
		⑪	32	32	10	1,88	0,12	0	-1	$\frac{1,88}{C_2}$	2,00	64,00	39,488	
		⑫	16	16	10	1,88	0,12	0	1	$\frac{1,88}{C_2}$	2,00	32,00	19,744	
		⑬	12	12	10	1,88	0,12	1	0	$\frac{C_2}{C_2+1,88}$	2,00	24,00	14,808	
		⑭	24	24	10	1,88	0,12	0	1	$\frac{1,88}{C_2}$	2,00	48,00	29,616	
		⑮	12	12	10	1,88	0,12	0	1	$\frac{1,88}{C_2}$	2,00	24,00	14,808	
		⑯	15	15	10	3,88	0,12	0	1	$\frac{3,88}{C_2}$	4,00	60,00	37,020	
		⑰	30	30	12	4,00		0	0	$\frac{4,00}{C_2}$	4,00	120,00	106,560	
		⑱	30	30	12	4,00		0	0	$\frac{4,00}{C_2}$	4,00	120,00	106,560	
		⑲	15	15	10	3,88	0,12	1	0	$\frac{C_2}{C_2+3,88}$	4,00	60,00	37,020	
		⑳	15	15	10	8,88	0,12	0	-1	$\frac{8,88}{C_2}$	9,00	135,00	83,295	
		㉑	30	30	10	8,20		0	0	$\frac{8,20}{C_2}$	8,20	246,00	151,782	
		㉒	15	15	10	8,88	0,12	-1	0	$\frac{C_2}{C_2+8,88}$	9,00	135,00	83,295	
		㉓	30	30	10	8,20		0	0	$\frac{8,20}{C_2}$	8,20	246,00	151,782	
		㉔	15	15	10	8,88	0,12	0	-1	$\frac{8,88}{C_2}$	9,00	135,00	83,295	
		㉕	81	81	6	20,10		0	0	$\frac{20,10}{C_2}$	20,10	1628,10	361,438	
		㉖	81	81	6	20,10		0	0	$\frac{20,10}{C_2}$	20,10	1628,10	361,438	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - LOSA MACIZA

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 1.- LOSA MACIZA DE H°A° (e=18 cm.)

Unidad: M2

Cantidad: 775,13

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	65,29			1,14	74,43
Brita 1 (3/4")	M3	0,018	148,34	1562,05	450,00	8,10
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,093	741,69	1504,29	500,00	46,50
Brita cero (3/8")	M3	0,012	98,89	1573,60	540,00	6,48
Polvo de brita (N°4)	M3	0,056	467,84	1578,10	500,00	28,00
Arena fina (Río Acre)	M3	0,045	311,89	1315,71	50,00	2,25
Acero corrugado (500 S)	KG	10,16			8,35	84,84
Clavos	KG	0,36			18,00	6,48
Madera de construcción	P2	11,68			5,00	58,40
Alambre de amarre	KG	0,36			10,00	3,60
TOTAL MATERIALES						319,08
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	1,44			20,00	28,80
Armador	HR.	1,80			20,00	36,00
Encofrador	HR.	3,24			20,00	64,80
Ayudante	HR.	3,24			12,50	40,50
SUBTOTAL MANO DE OBRA						170,10
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	93,56
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						263,66
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	0,18			25,00	4,50
Vibradora de hormigón	HR.	0,14			20,00	2,80
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	13,18
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						20,48
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	60,32
TOTAL GASTOS GENERALES						60,32
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	66,35
TOTAL UTILIDAD						66,35
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						729,89

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyY Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 2.- VIGA DE H°A°

Unidad: M3**Cantidad:** 64,92

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	362,72			1,14	413,50
Brita 1 (3/4")	M3	0,100	148,34	1562,05	450,00	45,00
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,518	741,69	1504,29	500,00	259,00
Brita cero (3/8")	M3	0,066	98,89	1573,60	540,00	35,64
Polvo de brita (N°4)	M3	0,311	467,84	1578,10	500,00	155,50
Arena fina (Río Acre)	M3	0,249	311,89	1315,71	50,00	12,45
Acero corrugado (500 S)	KG	69,04			8,35	576,48
Clavos	KG	2,00			18,00	36,00
Madera de construcción	P2	70,00			5,00	350,00
Alambre de amarre	KG	2,00			10,00	20,00
TOTAL MATERIALES						1.903,57
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	10,00			20,00	200,00
Armador	HR.	10,00			20,00	200,00
Encofrador	HR.	18,00			20,00	360,00
Ayudante	HR.	20,00			12,50	250,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA						1.010,00
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	555,50
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						1.565,50
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	1,00			25,00	25,00
Vibradora de hormigón	HR.	0,80			20,00	16,00
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	78,28
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						119,28
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	358,84
TOTAL GASTOS GENERALES						358,84
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	394,72
TOTAL UTILIDAD						394,72
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						4.341,91

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyY Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 3.- COLUMNA DE H°A°

Unidad: M3**Cantidad:** 20,74

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	362,72			1,14	413,50
Brita 1 (3/4")	M3	0,100	148,34	1562,05	450,00	45,00
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,518	741,69	1504,29	500,00	259,00
Brita cero (3/8")	M3	0,066	98,89	1573,60	540,00	35,64
Polvo de brita (N°4)	M3	0,311	467,84	1578,10	500,00	155,50
Arena fina (Río Acre)	M3	0,249	311,89	1315,71	50,00	12,45
Acero corrugado (500 S)	KG	201,04			8,35	1.678,68
Clavos	KG	2,00			18,00	36,00
Madera de construcción	P2	80,00			5,00	400,00
Alambre de amarre	KG	2,00			10,00	20,00
TOTAL MATERIALES						3.055,77
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	10,00			20,00	200,00
Armador	HR.	10,00			20,00	200,00
Encofrador	HR.	16,00			20,00	320,00
Ayudante	HR.	20,00			12,50	250,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA						970,00
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	533,50
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						1.503,50
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	1,00			25,00	25,00
Vibradora de hormigón	HR.	0,80			20,00	16,00
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	75,18
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						116,18
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	467,55
TOTAL GASTOS GENERALES						467,55
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	514,30
TOTAL UTILIDAD						514,30
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						5.657,30

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 4.- ZAPATA DE H°A°

Unidad: M3**Cantidad:** 34,84

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	362,72			1,14	413,50
Brita 1 (3/4")	M3	0,100	148,34	1562,05	450,00	45,00
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,518	741,69	1504,29	500,00	259,00
Brita cero (3/8")	M3	0,066	98,89	1573,60	540,00	35,64
Polvo de brita (N°4)	M3	0,311	467,84	1578,10	500,00	155,50
Arena fina (Río Acre)	M3	0,249	311,89	1315,71	50,00	12,45
Acero corrugado (500 S)	KG	68,31			8,35	570,39
Clavos	KG	1,20			18,00	21,60
Madera de construcción	P2	25,00			5,00	125,00
Alambre de amarre	KG	1,00			10,00	10,00
TOTAL MATERIALES						1.648,08
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	12,00			20,00	240,00
Armador	HR.	10,00			20,00	200,00
Encofrador	HR.	10,00			20,00	200,00
Ayudante	HR.	18,00			12,50	225,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA						865,00
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	475,75
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						1.340,75
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	1,00			25,00	25,00
Vibradora de hormigón	HR.	0,80			20,00	16,00
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	67,04
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						108,04
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	309,69
TOTAL GASTOS GENERALES						309,69
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	340,66
TOTAL UTILIDAD						340,66
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						3.747,22

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 5.- VIGA DE FUNDACIÓN DE H°A°

Unidad: M3**Cantidad:** 21,38

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	362,72			1,14	413,50
Brita 1 (3/4")	M3	0,100	148,34	1562,05	450,00	45,00
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,518	741,69	1504,29	500,00	259,00
Brita cero (3/8")	M3	0,066	98,89	1573,60	540,00	35,64
Polvo de brita (N°4)	M3	0,311	467,84	1578,10	500,00	155,50
Arena fina (Río Acre)	M3	0,249	311,89	1315,71	50,00	12,45
Acero corrugado (500 S)	KG	81,33			8,35	679,11
Clavos	KG	1,20			18,00	21,60
Madera de construcción	P2	45,00			5,00	225,00
Alambre de amarre	KG	1,00			10,00	10,00
TOTAL MATERIALES						1.856,80
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	12,00			20,00	240,00
Armador	HR.	10,00			20,00	200,00
Encofrador	HR.	8,00			20,00	160,00
Ayudante	HR.	16,00			12,50	200,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA						800,00
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	440,00
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						1.240,00
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	1,00			25,00	25,00
Vibradora de hormigón	HR.	0,80			20,00	16,00
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	62,00
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						103,00
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	319,98
TOTAL GASTOS GENERALES						319,98
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	351,98
TOTAL UTILIDAD						351,98
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						3.871,76

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 6.- ESCALERA DE H°A°

Unidad: M3**Cantidad:** 7,32

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	362,72			1,14	413,50
Brita 1 (3/4")	M3	0,100	148,34	1562,05	450,00	45,00
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,518	741,69	1504,29	500,00	259,00
Brita cero (3/8")	M3	0,066	98,89	1573,60	540,00	35,64
Polvo de brita (N°4)	M3	0,311	467,84	1578,10	500,00	155,50
Arena fina (Río Acre)	M3	0,249	311,89	1315,71	50,00	12,45
Acero corrugado (500 S)	KG	100,00			8,35	835,00
Clavos	KG	2,00			18,00	36,00
Madera de construcción	P2	60,00			5,00	300,00
Alambre de amarre	KG	2,00			10,00	20,00
TOTAL MATERIALES						2.112,09
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	10,00			20,00	200,00
Armador	HR.	10,00			20,00	200,00
Encofrador	HR.	18,00			20,00	360,00
Ayudante	HR.	18,00			12,50	225,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA						985,00
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	541,75
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						1.526,75
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	1,00			25,00	25,00
Vibradora de hormigón	HR.	0,80			20,00	16,00
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	76,34
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						117,34
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	375,62
TOTAL GASTOS GENERALES						375,62
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	413,18
TOTAL UTILIDAD						413,18
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						4.544,98

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - LOSA ALIVIANADA

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 1.- LOSA ALIVIANADA DE H°A° (CASETONADA h=25 cm.)

Unidad: M2

Cantidad: 624,16

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	43,53			1,14	49,62
Brita 1 (3/4")	M3	0,012	148,34	1562,05	450,00	5,40
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,062	741,69	1504,29	500,00	31,00
Brita cero (3/8")	M3	0,008	98,89	1573,60	540,00	4,32
Polvo de brita (N°4)	M3	0,037	467,84	1578,10	500,00	18,50
Arena fina (Río Acre)	M3	0,030	311,89	1315,71	50,00	1,50
Acero corrugado (500 S)	KG	10,94			8,35	91,35
Clavos	KG	0,20			18,00	3,60
Madera de construcción	P2	11,68			5,00	58,40
Alambre de amarre	KG	0,20			10,00	2,00
Caseton de plastoformo (40x40x20)	PZA	4,00			21,00	84,00
TOTAL MATERIALES						349,69
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	1,50			20,00	30,00
Armador	HR.	1,00			20,00	20,00
Encofrador	HR.	1,15			20,00	23,00
Ayudante	HR.	2,00			12,50	25,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA						98,00
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	53,90
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						151,90
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	0,05			25,00	1,25
Vibradora de hormigón	HR.	0,05			20,00	1,00
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	7,60
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						9,85
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	51,14
TOTAL GASTOS GENERALES						51,14
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	56,26
TOTAL UTILIDAD						56,26
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						618,84

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 2.- LOSA ALIVIANADA DE H°A° (1 DIRECCIÓN h=25 cm.)

Unidad: M2

Cantidad: 150,97

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	32,65			1,14	37,22
Brita 1 (3/4")	M3	0,009	148,34	1562,05	450,00	4,05
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,047	741,69	1504,29	500,00	23,50
Brita cero (3/8")	M3	0,006	98,89	1573,60	540,00	3,24
Polvo de brita (N°4)	M3	0,028	467,84	1578,10	500,00	14,00
Arena fina (Río Acre)	M3	0,022	311,89	1315,71	50,00	1,10
Acero corrugado (500 S)	KG	10,94			8,35	91,35
Clavos	KG	0,20			18,00	3,60
Madera de construcción	P2	8,72			5,00	43,60
Alambre de amarre	KG	0,20			10,00	2,00
Tira de plastoformo (40x20x100)	PZA	2,00			30,00	60,00
TOTAL MATERIALES						283,66
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	1,50			20,00	30,00
Armador	HR.	1,00			20,00	20,00
Encofrador	HR.	1,15			20,00	23,00
Ayudante	HR.	2,00			12,50	25,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA						98,00
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	53,90
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						151,90
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	0,05			25,00	1,25
Vibradora de hormigón	HR.	0,05			20,00	1,00
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	7,60
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						9,85
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	44,54
TOTAL GASTOS GENERALES						44,54
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	49,00
TOTAL UTILIDAD						49,00
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						538,95

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyY Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 3.- VIGA DE H°A°

Unidad: M3**Cantidad:** 64,92

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	362,72			1,14	413,50
Brita 1 (3/4")	M3	0,100	148,34	1562,05	450,00	45,00
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,518	741,69	1504,29	500,00	259,00
Brita cero (3/8")	M3	0,066	98,89	1573,60	540,00	35,64
Polvo de brita (N°4)	M3	0,311	467,84	1578,10	500,00	155,50
Arena fina (Río Acre)	M3	0,249	311,89	1315,71	50,00	12,45
Acero corrugado (500 S)	KG	63,23			8,35	527,97
Clavos	KG	2,00			18,00	36,00
Madera de construcción	P2	70,00			5,00	350,00
Alambre de amarre	KG	2,00			10,00	20,00
TOTAL MATERIALES						1.855,06
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	10,00			20,00	200,00
Armador	HR.	10,00			20,00	200,00
Encofrador	HR.	18,00			20,00	360,00
Ayudante	HR.	20,00			12,50	250,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA						1.010,00
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	555,50
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						1.565,50
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	1,00			25,00	25,00
Vibradora de hormigón	HR.	0,80			20,00	16,00
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	78,28
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						119,28
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	353,98
TOTAL GASTOS GENERALES						353,98
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	389,38
TOTAL UTILIDAD						389,38
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						4.283,20

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 4.- COLUMNA DE H°A°

Unidad: M3**Cantidad:** 20,74

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	362,72			1,14	413,50
Brita 1 (3/4")	M3	0,100	148,34	1562,05	450,00	45,00
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,518	741,69	1504,29	500,00	259,00
Brita cero (3/8")	M3	0,066	98,89	1573,60	540,00	35,64
Polvo de brita (N°4)	M3	0,311	467,84	1578,10	500,00	155,50
Arena fina (Río Acre)	M3	0,249	311,89	1315,71	50,00	12,45
Acero corrugado (500 S)	KG	159,67			8,35	1.333,24
Clavos	KG	2,00			18,00	36,00
Madera de construcción	P2	80,00			5,00	400,00
Alambre de amarre	KG	2,00			10,00	20,00
TOTAL MATERIALES						2.710,33
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	10,00			20,00	200,00
Armador	HR.	10,00			20,00	200,00
Encofrador	HR.	16,00			20,00	320,00
Ayudante	HR.	20,00			12,50	250,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA						970,00
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	533,50
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						1.503,50
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	1,00			25,00	25,00
Vibradora de hormigón	HR.	0,80			20,00	16,00
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	75,18
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						116,18
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	433,00
TOTAL GASTOS GENERALES						433,00
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	476,30
TOTAL UTILIDAD						476,30
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						5.239,31

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyY Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 5.- ZAPATA DE H°A°

Unidad: M3**Cantidad:** 28,37

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	362,72			1,14	413,50
Brita 1 (3/4")	M3	0,100	148,34	1562,05	450,00	45,00
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,518	741,69	1504,29	500,00	259,00
Brita cero (3/8")	M3	0,066	98,89	1573,60	540,00	35,64
Polvo de brita (N°4)	M3	0,311	467,84	1578,10	500,00	155,50
Arena fina (Río Acre)	M3	0,249	311,89	1315,71	50,00	12,45
Acero corrugado (500 S)	KG	67,27			8,35	561,70
Clavos	KG	1,20			18,00	21,60
Madera de construcción	P2	25,00			5,00	125,00
Alambre de amarre	KG	1,00			10,00	10,00
TOTAL MATERIALES						1.639,39
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	12,00			20,00	240,00
Armador	HR.	10,00			20,00	200,00
Encofrador	HR.	10,00			20,00	200,00
Ayudante	HR.	18,00			12,50	225,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA						865,00
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	475,75
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						1.340,75
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	1,00			25,00	25,00
Vibradora de hormigón	HR.	0,80			20,00	16,00
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	67,04
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						108,04
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	308,82
TOTAL GASTOS GENERALES						308,82
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	339,70
TOTAL UTILIDAD						339,70
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						3.736,70

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 6.- VIGA DE FUNDACIÓN DE H°A°

Unidad: M3**Cantidad:** 21,38

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	362,72			1,14	413,50
Brita 1 (3/4")	M3	0,100	148,34	1562,05	450,00	45,00
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,518	741,69	1504,29	500,00	259,00
Brita cero (3/8")	M3	0,066	98,89	1573,60	540,00	35,64
Polvo de brita (N°4)	M3	0,311	467,84	1578,10	500,00	155,50
Arena fina (Río Acre)	M3	0,249	311,89	1315,71	50,00	12,45
Acero corrugado (500 S)	KG	78,98			8,35	659,48
Clavos	KG	1,20			18,00	21,60
Madera de construcción	P2	45,00			5,00	225,00
Alambre de amarre	KG	1,00			10,00	10,00
TOTAL MATERIALES						1.837,17
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	12,00			20,00	240,00
Armador	HR.	10,00			20,00	200,00
Encofrador	HR.	8,00			20,00	160,00
Ayudante	HR.	16,00			12,50	200,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA						800,00
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	440,00
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						1.240,00
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	1,00			25,00	25,00
Vibradora de hormigón	HR.	0,80			20,00	16,00
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	62,00
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						103,00
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	318,02
TOTAL GASTOS GENERALES						318,02
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	349,82
TOTAL UTILIDAD						349,82
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						3.848,01

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Actividad: 7.- ESCALERA DE H°A°

Unidad: M3**Cantidad:** 7,32

Moneda: Bolivianos



Descripción	Unidad	Cantidad	Peso del material (Kg)	P.U.C. (Kg/m3)	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES						
Cemento VIACHA IP-30	KG	362,72			1,14	413,50
Brita 1 (3/4")	M3	0,100	148,34	1562,05	450,00	45,00
Brita 5/8 (5/8")	M3	0,518	741,69	1504,29	500,00	259,00
Brita cero (3/8")	M3	0,066	98,89	1573,60	540,00	35,64
Polvo de brita (N°4)	M3	0,311	467,84	1578,10	500,00	155,50
Arena fina (Río Acre)	M3	0,249	311,89	1315,71	50,00	12,45
Acero corrugado (500 S)	KG	100,00			8,35	835,00
Clavos	KG	2,00			18,00	36,00
Madera de construcción	P2	60,00			5,00	300,00
Alambre de amarre	KG	2,00			10,00	20,00
TOTAL MATERIALES						2.112,09
2.- MANO DE OBRA						
Albañil	HR.	10,00			20,00	200,00
Armador	HR.	10,00			20,00	200,00
Encofrador	HR.	18,00			20,00	360,00
Ayudante	HR.	18,00			12,50	225,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA						985,00
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					55,00%	541,75
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOTAL M.O.+ CARGAS SOCIALES					0,00%	0,00
TOTAL MANO DE OBRA						1.526,75
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Mezcladora de hormigón	HR.	1,00			25,00	25,00
Vibradora de hormigón	HR.	0,80			20,00	16,00
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA					5,00%	76,34
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS						117,34
4.- GASTOS GENERALES						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					10,00%	375,62
TOTAL GASTOS GENERALES						375,62
5.- UTILIDAD						
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4					10,00%	413,18
TOTAL UTILIDAD						413,18
6.- IMPUESTOS						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					0,00%	0,00
TOTAL IMPUESTOS						0,00
TOTAL PRECIO UNITARIO						4.544,98

PRESUPUESTO MÓDULO ESTRUCTURAL

PRESUPUESTO: MÓDULO ESTRUCTURAL

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Ubicación: Cobija - Pando - Bolivia

Moneda: Bolivianos



"Presupuesto del módulo estructural de la edificación diseñada con losa de entrepiso alivianada"

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
1	Losa Alivianada de H°A° (Casetonada h=25 cm.)	m2	624,16	618,84	386.255,17
2	Losa Alivianada de H°A° (1 dirección h=25 cm.)	m2	150,97	538,95	81.365,28
3	Viga de H°A°	m3	64,92	4.283,20	278.065,34
4	Columna de H°A°	m3	20,74	5.239,31	108.663,29
5	Zapata de H°A°	m3	28,37	3.736,70	106.010,18
6	Viga de fundación de H°A°	m3	21,38	3.848,01	82.270,45
7	Escalera de H°A°	m3	7,32	4.544,98	33.269,25
COSTO TOTAL (Bs) :					1.075.898,96
Son: Un millón setenta y cinco mil ochocientos noventa y ocho 96/100 Pesos Bolivianos					

PRESUPUESTO: MÓDULO ESTRUCTURAL

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

Ubicación: Cobija - Pando - Bolivia

Moneda: Bolivianos



"Presupuesto del módulo estructural de la edificación diseñada con losa de entrepiso maciza"

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
1	Losa maciza de H°A° (e= 18 cm.)	m2	775,13	729,89	565.759,64
2	Viga de H°A°	m3	64,92	4.341,91	281.876,80
3	Columna de H°A°	m3	20,74	5.657,30	117.332,40
4	Zapata de H°A°	m3	34,84	3.747,22	130.553,14
5	Viga de fundación de H°A°	m3	21,38	3.871,76	82.778,23
6	Escalera de H°A°	m3	7,32	4.544,98	33.269,25
COSTO TOTAL (Bs) :					1.211.569,46
Son: Un millón doscientos once mil quinientos sesenta y nueve 46/100 Pesos Bolivianos					

CÓMPUTOS MÉTRICOS

COMPUTOS MÉTRICOS



Item N°: 1

LOSA MACIZA DE H°A° (e= 18 cm.)

Unidad: m2

REFERENCIA	N° de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	TOTAL
PLANTA PRIMER PISO +3,00 (m.)					
P1	1,00	7,52	6,25		47,00
P2	1,00	2,95	6,25		18,44
P3	1,00	7,52	6,25		47,00
P4	1,00	7,52	8,25		62,04
P5	1,00	2,95	8,25		24,34
P6	1,00	7,52	8,25		62,04
P7	1,00	7,52	6,25		47,00
P8	1,00	2,95	6,25		18,44
P9	1,00	7,52	6,25		47,00
P10	1,00	2,95	4,28		12,63
P11	1,00	7,53	1,28		9,64
P12	1,00	7,53	1,28		9,64
P13	1,00	7,53	1,28		9,64
P14	1,00	7,53	1,28		9,64
PLANTA TERRAZA +6,00 (m.)					
P1	1,00	7,52	6,25		47,00
P2	1,00	7,52	6,25		47,00
P3	1,00	7,52	8,25		62,04
P4	1,00	7,52	8,25		62,04
P5	1,00	7,52	6,25		47,00
P6	1,00	7,52	6,25		47,00
P7	1,00	7,53	1,28		9,64
P8	1,00	7,53	1,28		9,64
P9	1,00	7,53	1,28		9,64
P10	1,00	7,53	1,28		9,64
TOTAL (m2) :					775,13

COMPUTOS MÉTRICOS



Item N°: 1

LOSA ALIVIANADA DE H°A° (CASETONADA h=25 cm.)

Unidad: m2

REFERENCIA	N° de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	TOTAL
PLANTA PRIMER PISO +3,00 (m.)					
P1	1,00	7,52	6,25		47,00
P3	1,00	7,52	6,25		47,00
P4	1,00	7,52	8,25		62,04
P6	1,00	7,52	8,25		62,04
P7	1,00	7,52	6,25		47,00
P9	1,00	7,52	6,25		47,00
PLANTA TERRAZA +6,00 (m.)					
P1	1,00	7,52	6,25		47,00
P2	1,00	7,52	6,25		47,00
P3	1,00	7,52	8,25		62,04
P4	1,00	7,52	8,25		62,04
P5	1,00	7,52	6,25		47,00
P6	1,00	7,52	6,25		47,00
TOTAL (m2) :					624,16

Item N°: 2

LOSA ALIVIANADA DE H°A° (1 DIRECCIÓN h=25 cm.)

Unidad: m2

REFERENCIA	N° de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	TOTAL
PLANTA PRIMER PISO +3,00 (m.)					
P2	1,00	2,95	6,25		18,44
P5	1,00	2,95	8,25		24,34
P8	1,00	2,95	6,25		18,44
P10	1,00	2,95	4,28		12,63
P11	1,00	7,53	1,28		9,64
P12	1,00	7,53	1,28		9,64
P13	1,00	7,53	1,28		9,64
P14	1,00	7,53	1,28		9,64
PLANTA TERRAZA +6,00 (m.)					
P7	1,00	7,53	1,28		9,64
P8	1,00	7,53	1,28		9,64
P9	1,00	7,53	1,28		9,64
P10	1,00	7,53	1,28		9,64
TOTAL (m2) :					150,97

COMPUTOS MÉTRICOS



Item N°: 2

VIGA DE H°A°

Unidad: m3

REFERENCIA	N° de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	TOTAL
PLANTA PRIMER PISO +3,00 (m.)					
<i>EJES HORIZONTALES</i>					
EJE A'	2,00	7,53	0,25	0,30	1,13
EJE A	1,00	17,59	0,30	0,60	3,17
EJE B	1,00	17,59	0,30	0,60	3,17
EJE C	1,00	17,59	0,30	0,60	3,17
EJE D	1,00	17,59	0,30	0,60	3,17
EJE D'	2,00	7,53	0,25	0,30	1,13
EJE E	1,00	2,95	0,25	0,40	0,30
<i>EJES VERTICALES</i>					
EJE 1	1,00	23,51	0,30	0,60	4,23
EJE 2	1,00	26,11	0,30	0,60	4,70
EJE 3	1,00	26,11	0,30	0,60	4,70
EJE 4	1,00	23,51	0,30	0,60	4,23
PLANTA TERRAZA +6,00 (m.)					
<i>EJES HORIZONTALES</i>					
EJE A'	2,00	7,53	0,25	0,30	1,13
EJE A	1,00	17,59	0,30	0,60	3,17
EJE B	1,00	17,59	0,30	0,60	3,17
EJE C	1,00	17,59	0,30	0,60	3,17
EJE D	1,00	17,59	0,30	0,60	3,17
EJE D'	2,00	7,53	0,25	0,30	1,13
<i>EJES VERTICALES</i>					
EJE 1	1,00	23,51	0,30	0,60	4,23
EJE 2	1,00	23,41	0,30	0,60	4,21
EJE 3	1,00	23,41	0,30	0,60	4,21
EJE 4	1,00	23,51	0,30	0,60	4,23
TOTAL (m3) :					64,92

COMPUTOS MÉTRICOS



Item N°: 3

COLUMNA DE H°A°

Unidad: m3

REFERENCIA	N° de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	TOTAL
DESDE NIVEL DE FUNDACIÓN (-2,00 m.) HASTA PRIMER PISO (+3,00 m.)					
C1	1,00	0,40	0,35	5,00	0,70
C2	1,00	0,40	0,40	5,00	0,80
C3	1,00	0,40	0,40	5,00	0,80
C4	1,00	0,40	0,35	5,00	0,70
C5	1,00	0,40	0,40	5,00	0,80
C6	1,00	0,40	0,40	5,00	0,80
C7	1,00	0,40	0,40	5,00	0,80
C8	1,00	0,40	0,40	5,00	0,80
C9	1,00	0,40	0,40	5,00	0,80
C10	1,00	0,40	0,40	5,00	0,80
C11	1,00	0,40	0,40	5,00	0,80
C12	1,00	0,40	0,40	5,00	0,80
C13	1,00	0,40	0,35	5,00	0,70
C14	1,00	0,40	0,40	5,00	0,80
C15	1,00	0,40	0,40	5,00	0,80
C16	1,00	0,40	0,35	5,00	0,70
C17	1,00	0,30	0,30	5,00	0,45
C18	1,00	0,30	0,30	5,00	0,45
DESDE PRIMER PISO (+3,00 m.) HASTA NIVEL DE TERRAZA (+6,00 m.)					
C1	1,00	0,40	0,35	3,00	0,42
C2	1,00	0,40	0,40	3,00	0,48
C3	1,00	0,40	0,40	3,00	0,48
C4	1,00	0,40	0,35	3,00	0,42
C5	1,00	0,40	0,40	3,00	0,48
C6	1,00	0,40	0,40	3,00	0,48
C7	1,00	0,40	0,40	3,00	0,48
C8	1,00	0,40	0,40	3,00	0,48
C9	1,00	0,40	0,40	3,00	0,48
C10	1,00	0,40	0,40	3,00	0,48
C11	1,00	0,40	0,40	3,00	0,48
C12	1,00	0,40	0,40	3,00	0,48
C13	1,00	0,40	0,35	3,00	0,42
C14	1,00	0,40	0,40	3,00	0,48
C15	1,00	0,40	0,40	3,00	0,48
C16	1,00	0,40	0,35	3,00	0,42
TOTAL (m3) :					20,74

COMPUTOS MÉTRICOS



Item N°: 4

ZAPATA DE H°A° (APLICANDO LOSA DE ENTREPISO MACIZA)

Unidad: m3

REFERENCIA	N° de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	TOTAL
NIVEL DE FUNDACIÓN (-2,00 m.)					
Z1	4,00	2,80	2,80	0,40	12,54
Z2	2,00	2,30	2,30	0,30	3,17
Z3	2,00	1,40	2,70	0,30	2,27
Z4	2,00	2,00	3,40	0,35	4,76
Z5	2,00	1,80	3,40	0,40	4,90
Z6	2,00	2,80	1,60	0,35	3,14
Z7	2,00	2,20	2,20	0,35	3,39
Z8	1,00	1,20	1,20	0,30	0,43
Z9	1,00	0,90	0,90	0,30	0,24
TOTAL (m3) :					34,84

Item N°: 4

ZAPATA DE H°A° (APLICANDO LOSA DE ENTREPISO ALIVIANADA)

Unidad: m3

REFERENCIA	N° de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	TOTAL
NIVEL DE FUNDACIÓN (-2,00 m.)					
Z1	4,00	2,60	2,60	0,35	9,46
Z2	2,00	2,20	2,20	0,30	2,90
Z3	2,00	1,30	2,50	0,30	1,95
Z4	2,00	1,80	3,20	0,35	4,03
Z5	2,00	1,70	3,10	0,40	4,22
Z6	2,00	2,60	1,50	0,30	2,34
Z7	2,00	2,00	2,00	0,35	2,80
Z8	1,00	1,20	1,20	0,30	0,43
Z9	1,00	0,90	0,90	0,30	0,24
TOTAL (m3) :					28,37

COMPUTOS MÉTRICOS



Item N°: 5

VIGA DE FUNDACIÓN DE H°A°

Unidad: m3

REFERENCIA	N° de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	TOTAL
NIVEL DE FUNDACIÓN (-2,00 m.)					
VIGA TIPO 1	2,00	7,37	0,40	0,70	4,13
VIGA TIPO 2	2,00	7,37	0,40	0,70	4,13
VIGA TIPO 3	2,00	7,37	0,35	0,70	3,61
VIGA TIPO 4	2,00	7,37	0,35	0,60	3,10
VIGA TIPO 5	2,00	6,15	0,40	0,60	2,95
VIGA TIPO 6	2,00	6,18	0,40	0,70	3,46
TOTAL (m3) :					21,38

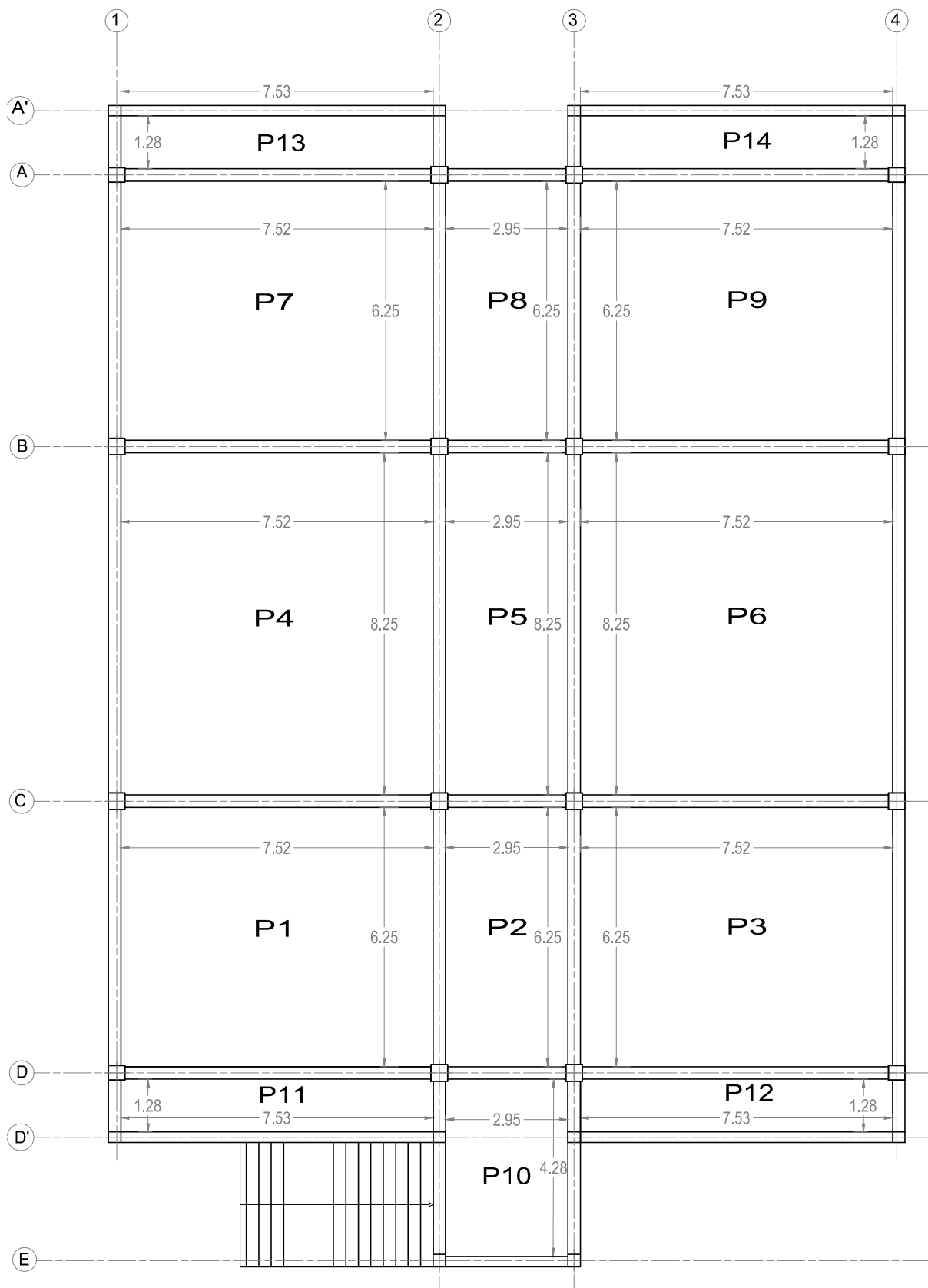
Item N°: 6

ESCALERA DE H°A°

Unidad: m3

REFERENCIA	N° de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	TOTAL
DESDE PLANTA BAJA A PRIMER PISO					
TRAMO 1	1,00	3,94	3,00	0,25	2,96
TRAMO 2	1,00	1,20	3,00	0,25	0,90
TRAMO 3	1,00	2,68	3,00	0,25	2,01
ESCALONES TRAMO 1	11,00	0,30	3,00	0,17	0,84
ESCALONES TRAMO 2	8,00	0,30	3,00	0,17	0,61
TOTAL (m3) :					7,32

PLANOS REFERENCIALES DE CÓMPUTOS MÉTRICOS



○ Losa de Entrepiso - Primer piso (+3.00 m.)
(Escala 1:140)



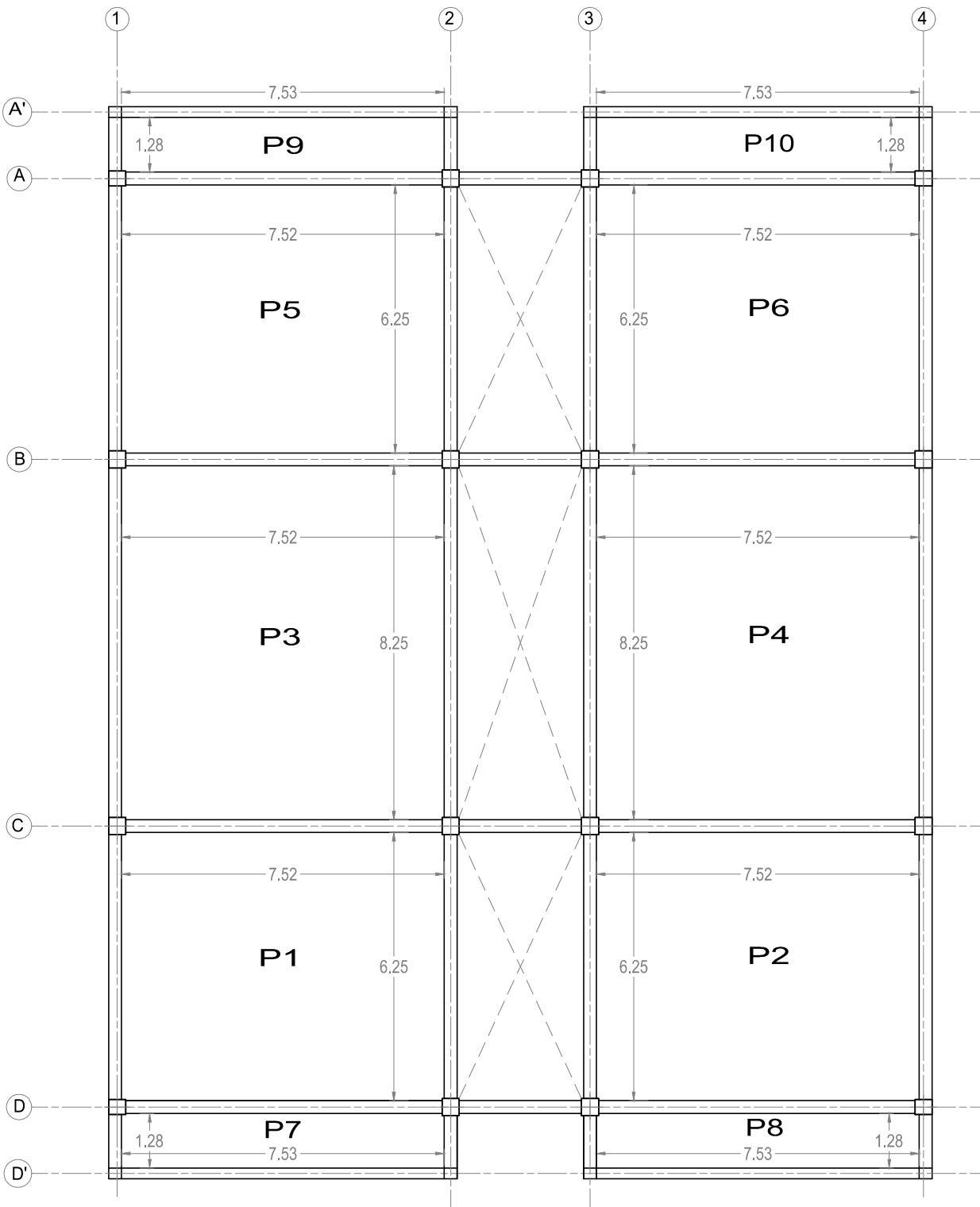
PROYECTO DE GRADO:

Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica - económica entre losas de entrepiso de hormigón armado maciza y alivianada.



PLANOS REFERENCIALES DE COMPUTOS METRICOS

Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez
RU: 23218



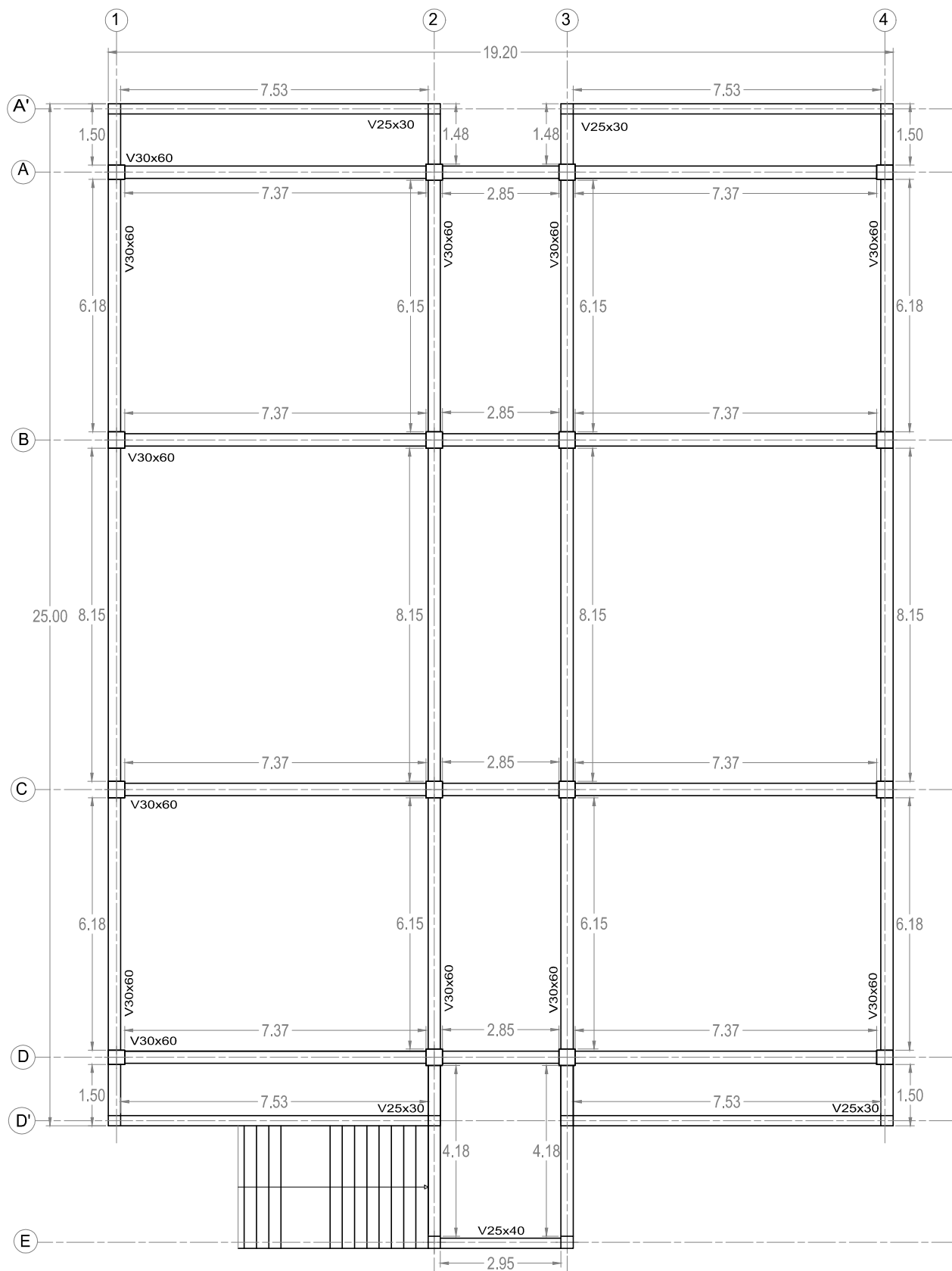

 Losa de Entrepiso - Terraza (+6.00 m.)
 (Escala 1:140)



PROYECTO DE GRADO:
 Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y
 comparación técnica - económica entre losas de entripiso
 de hormigón armado maciza y alivianada.



**PLANOS REFERENCIALES DE
 COMPUTOS METRICOS**
 Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez
 RU: 23218




 Viga de H°A° - Primer piso (+3.00 m.)
 (Escala 1:140)



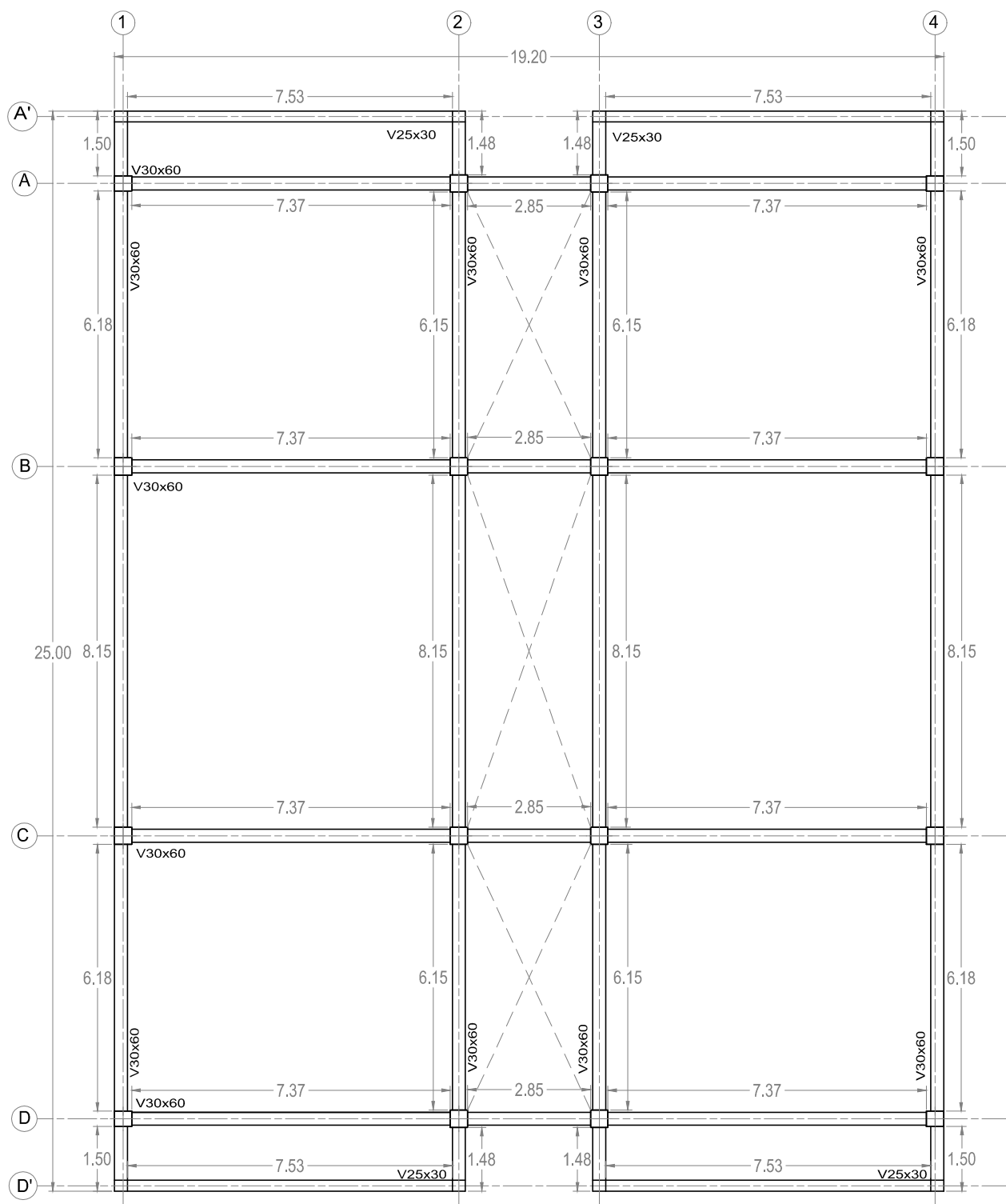
PROYECTO DE GRADO:

Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y
 comparación técnica - económica entre losas de entepiso
 de hormigón armado maciza y alivianada.



PLANOS REFERENCIALES DE COMPUTOS METRICOS

Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez
 RU: 23218



○ Viga de H°A° - Terraza (+6.00 m.)
(Escala 1:140)

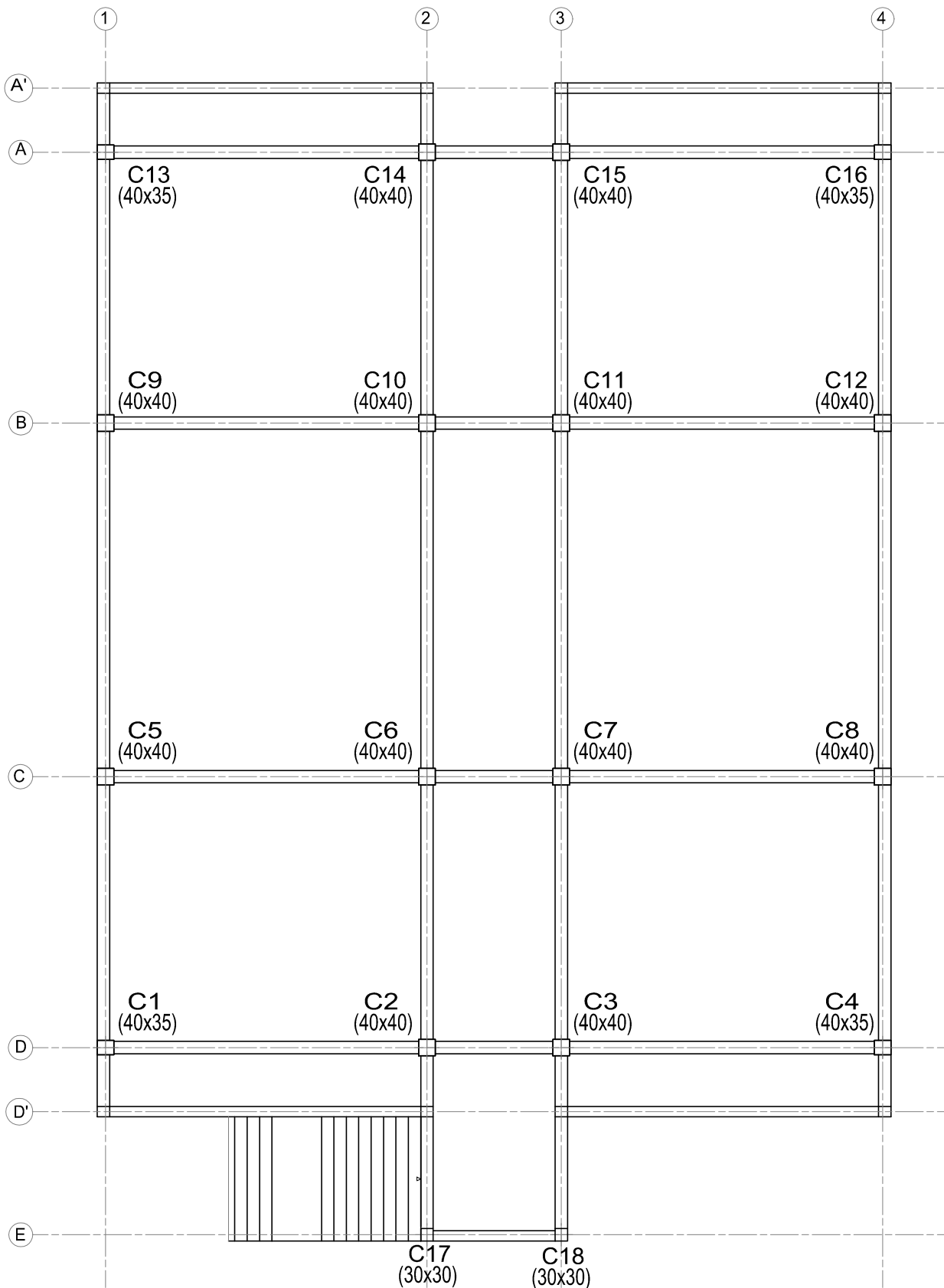


PROYECTO DE GRADO:
Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y
comparación técnica - económica entre losas de entripso
de hormigón armado maciza y alivianada.



**PLANOS REFERENCIALES DE
COMPUTOS METRICOS**

Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez
RU: 23218




 Columnas de H°A° - Desde Fundación (-2.00 m.) - Primer piso (+3.00 m.) - Hasta Terraza (+6.00 m.)
 (Escala 1:140)



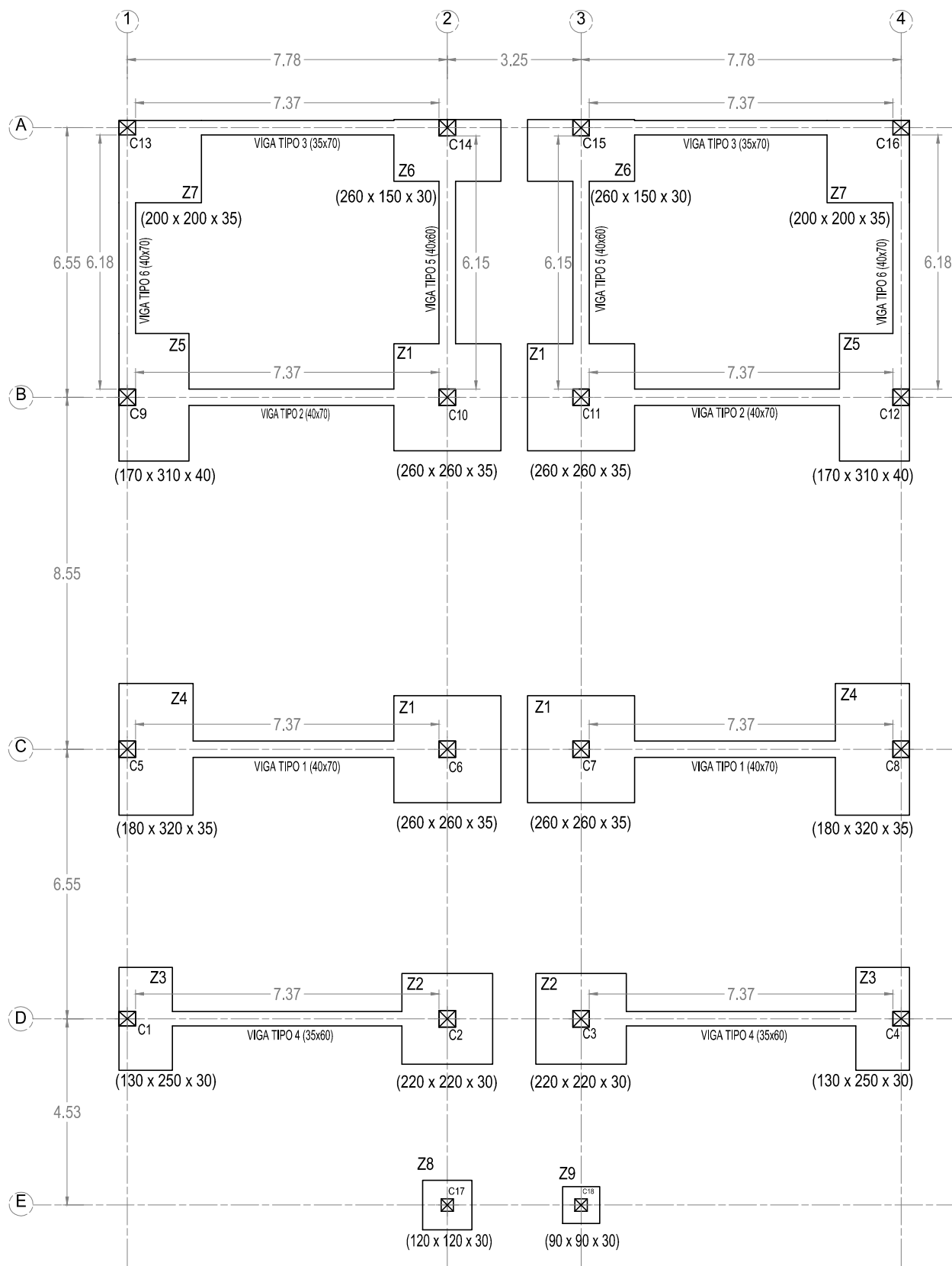
PROYECTO DE GRADO:

Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica - económica entre losas de entripiso de hormigón armado maciza y alivianada.



PLANOS REFERENCIALES DE COMPUTOS METRICOS

Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez
RU: 23218



○ Fundación (-2.00 m.) - Aplicando Losa Alivianada en la estructura
(Escala 1:100)



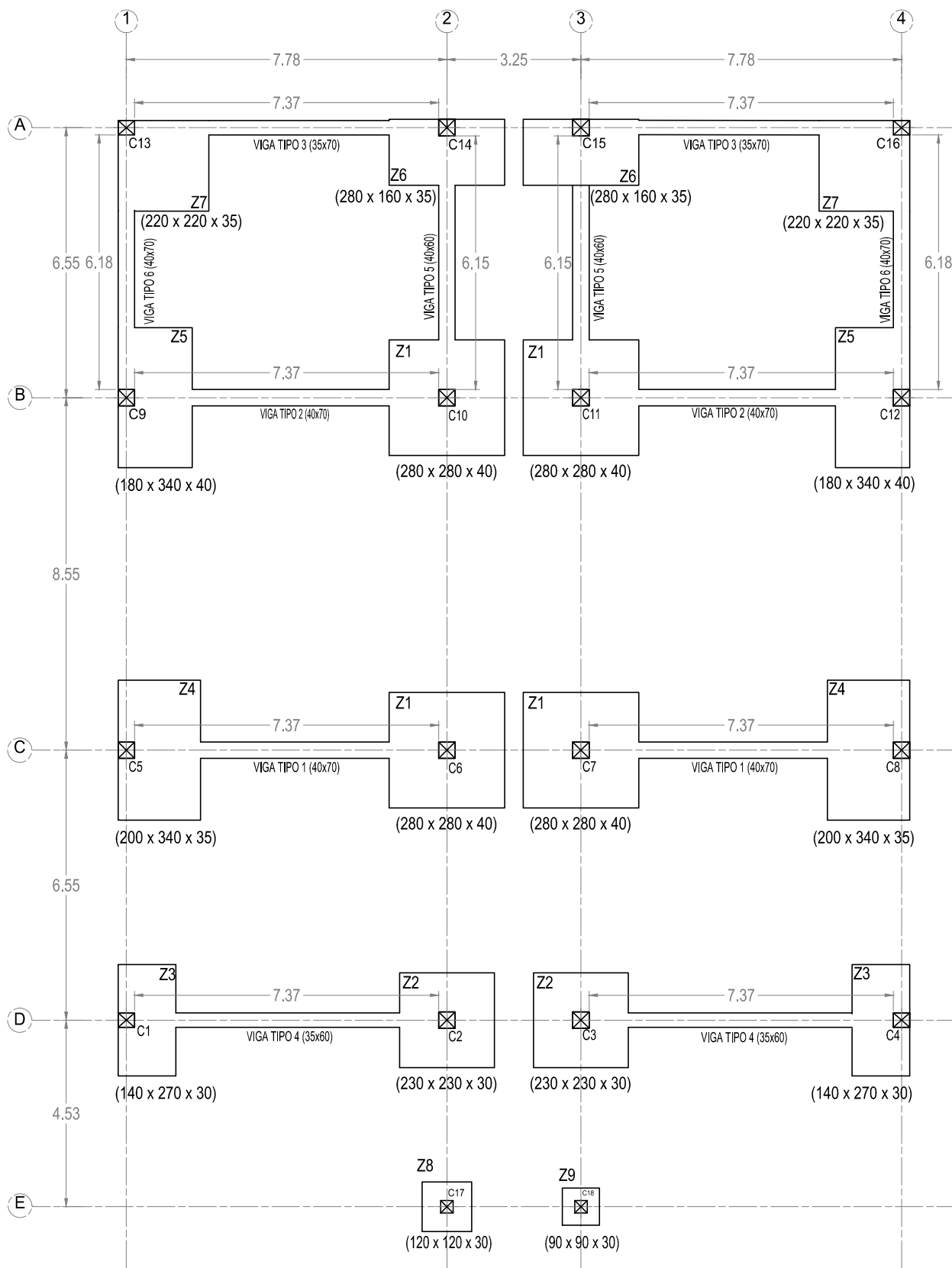
PROYECTO DE GRADO:

Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica - económica entre losas de entepiso de hormigón armado maciza y alivianada.



PLANOS REFERENCIALES DE COMPUTOS METRICOS

Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez
RU: 23218



○ Fundación (-2.00 m) - Aplicando Losa Maciza en la estructura
(Escala 1:140)



PROYECTO DE GRADO:

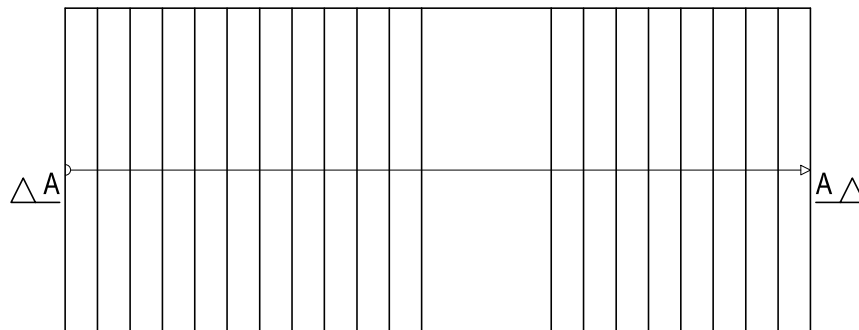
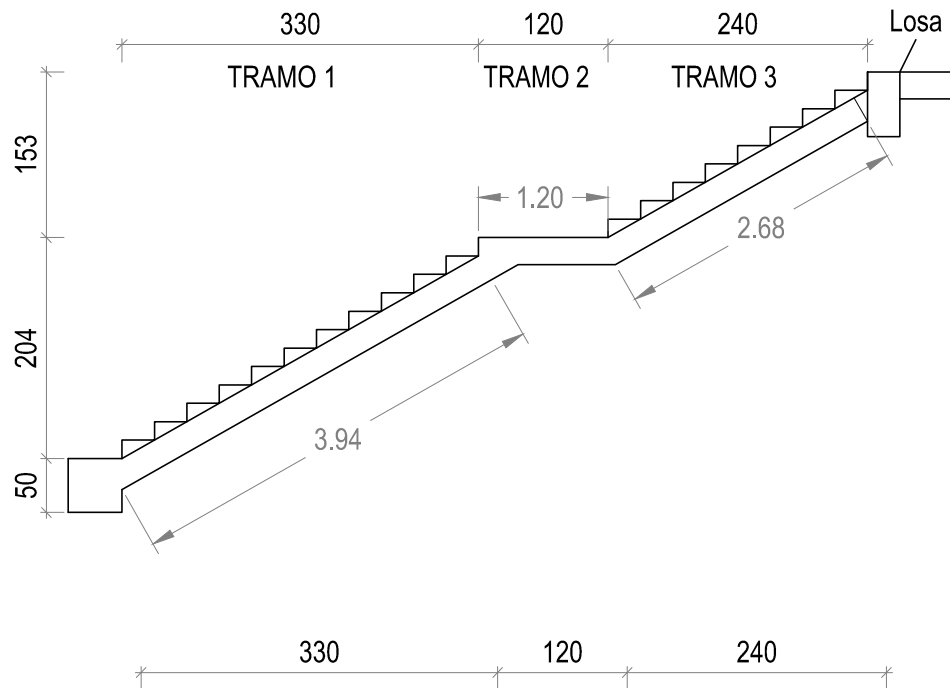
Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica - económica entre losas de entresolio de hormigón armado maciza y alivianada.



PLANOS REFERENCIALES DE COMPUTOS METRICOS

Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez
RU: 23218

Sección A-A



Escalera de H°A° (Escala 1:70)

Escalera h=0.25 (m) Ingreso al primer piso		
Geometría	Ancho	3.00 m
	Espesor	0.25 m
	Huella	0.30 m
	Contrahuella	0.17m
	Desnivel que salva	3.58 m
	Nº de escalones	19
	Planta final	Primer Piso (+3.00 m.)
	Planta inicial	Arranque Escalera (-0.58 m.)



PROYECTO DE GRADO:

Cálculo estructural del bloque académico para el ACSyH y comparación técnica - económica entre losas de entepiso de hormigón armado maciza y alivianada.



PLANOS REFERENCIALES DE COMPUTOS METRICOS

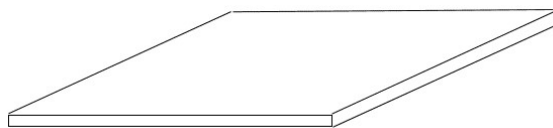
Univ. Luis Arnulfo Beckrich Añez
RU: 23218

CÁLCULO DE ENCOFRADO CONSTRUCTIVO

CÁLCULO DE ENCOFRADO CONSTRUCTIVO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

ANÁLISIS DE CANTIDAD (P2) DE MADERA DE CONSTRUCCIÓN POR METRO CUADRADO



*** Plancha de madera (1m X 1m x 1")**

$$P2 = \frac{1" \times 39,37" \times 1m.}{3,657} = 10,77$$



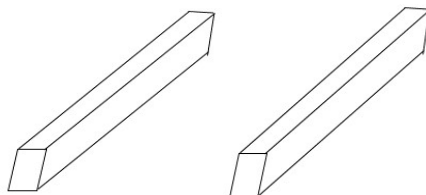
***Viga de entramado (2" X 3" x 1m) - 2 veces**

$$P2 = \frac{2" \times 3" \times 2m.}{3,657} = 3,28$$



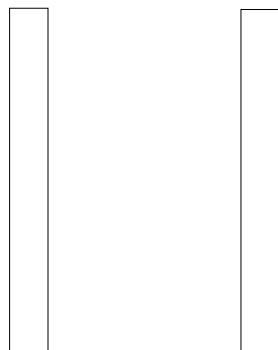
***Viga de solera (2" X 4" x 1m) - 2 veces**

$$P2 = \frac{2" \times 4" \times 2m.}{3,657} = 4,38$$



***Puntales (4" X 4" x 2,75m) - 2 veces**

$$P2 = \frac{4" \times 4" \times 5,5m.}{3,657} = 24,06$$



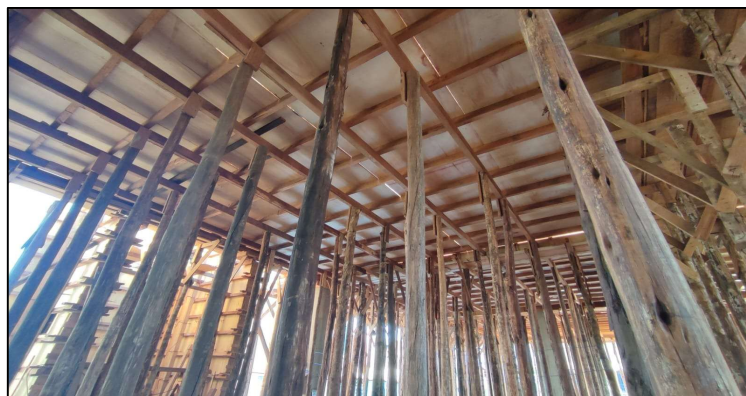
SUBTOTAL (P2) = 42,49

UTILIDAD DE MADERA = 4 veces

DESPERDICIO = 10%

TOTAL (P2/m2) = 11,68

REFERENCIA DE MÉTODO DE ENCOFRADO CONSTRUCTIVO:



OBRA: CONSTRUCCIÓN POLICLINICO N°59 PANDO (2022)

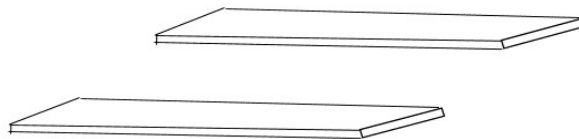
CÁLCULO DE ENCOFRADO CONSTRUCTIVO

PROYECTO DE GRADO: "CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA"

*ANÁLISIS DE CANTIDAD (P2) DE MADERA DE CONSTRUCCIÓN
POR METRO CUADRADO*

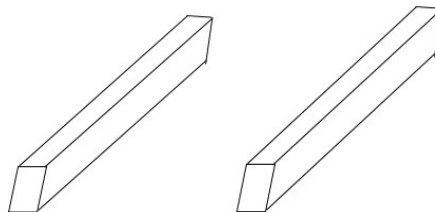


(Para losas alivianadas en una dirección)



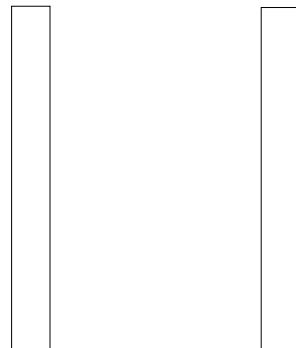
***Viga de entramado (1" X 6" x 1m) - 2 veces**

$$P2 = \frac{1" \times 6" \times 2m.}{3,657} = 3,28$$



***Viga de solera (2" X 4" x 1m) - 2 veces**

$$P2 = \frac{2" \times 4" \times 2m.}{3,657} = 4,38$$



***Puntales (4" X 4" x 2,75m) - 2 veces**

$$P2 = \frac{4" \times 4" \times 5,5m.}{3,657} = 24,06$$

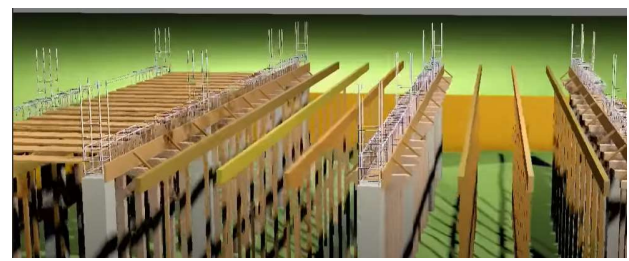
SUBTOTAL (P2) = 31,72

UTILIDAD DE MADERA = 4 veces

DESPERDICIO = 10%

TOTAL (P2/m2) = 8,72

REFERENCIA DE MÉTODO DE ENCOFRADO CONSTRUCTIVO:



REFERENCIA: ING. MARCELO PARDO (Proceso constructivo: Losa en una dirección)

**RESUMEN DE COSTOS DE MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN, MANO DE OBRA Y EQUIPO.**



COSTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, MANO DE OBRA Y EQUIPOS

PROYECTO: “CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE ACADÉMICO PARA EL ACSyH Y COMPARACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA ENTRE LOSAS DE ENTREPISO DE HORMIGÓN ARMADO MACIZA Y ALIVIANADA”.

UNIDAD: BOLIVIANOS

FECHA: 27/4/2023

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO
1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN			
AGREGADO GRUESO			
PIEDRA TRITURADA 3/4" (BRITA N°1)	M3	1,00	Bs 450,00
PIEDRA TRITURADA 5/8" (BRITA 5/8")	M3	1,00	Bs 500,00
PIEDRA TRITURADA 3/8" (BRITA CERO)	M3	1,00	Bs 540,00
AGREGADO FINO			
POLVO DE BRITA	M3	1,00	Bs 500,00
ARENA FINA (RIO ACRE)	M3	1,00	Bs 50,00
CEMENTO			
CEMENTO VIACHA IP-30 (50 KG)	SC	1,00	Bs 57,00
ACERO ESTRUCTURAL			
BARRA DE ACERO CORRUGADO (AH 500 S)	TN	1,00	Bs 8.352,00
COMPLEMENTO ALIVIANANTE			
TIRA DE PLASTOFORMO 40cm x20cm. x1m.	PZA	1,00	Bs 30,00
CASETON DE PLASTOFORMO 40cm. x40cm.x20cm.	PZA	1,00	Bs 21,00
OTROS			
ALAMBRE DE AMARRE	KG	1,00	Bs 10,00
CLAVOS 2"	KG	1,00	Bs 18,00
CLAVOS 2 1/2"	KG	1,00	Bs 18,00
MADERA PARA ENCOFRADO	P2	1,00	Bs 5,00
2, MANO DE OBRA			
ALBAÑIL	HR	1,00	Bs 20,00
ARMADOR	HR	1,00	Bs 20,00
ENCOFRADOR	HR	1,00	Bs 20,00
AYUDANTE	HR	1,00	Bs 12,50
3. EQUIPOS			
MEZCLADORA DE HORMIGÓN	HR	1,00	Bs 25,00
VIBRADORA DE HORMIGÓN	HR	1,00	Bs 20,00