

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño estructural de un condominio de uso residencial,
cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en
Punta Carnero, Salinas - Ecuador

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Silvia Leonor Andrade Llorente

Rosalía Nathaly Carranza Gonzabay

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado primeramente a Dios y a mis papás, Paola y Henry, a mis abuelos, Manuela y Elizardo y a mis hermanos, Henry y Fabricio por ser mi guía y apoyo en cada momento de mi vida, por confiar en mí e impulsarme a ser mejor cada día.

A Kevin Steeven, por ser incondicional conmigo, por acompañarme y apoyarme en todo momento.

Silvia Leonor Andrade Llorente

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres Roberto y Rosita que con amor, trabajo y sacrificio son quienes me motivan a ser mejor cada día.

A mis hermanos Valeria, Yaneisy y Roberto por su cariño, por apoyarme incondicionalmente durante todo este camino y por estar conmigo en todo momento.

Rosalía Nathaly Carranza Gonzabay

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a mis padres por todos sus esfuerzos para poder culminar mis estudios universitarios.

A mis tutores MSc. David Valverde, MSc. Eduardo Santos, PhD. Andrés Velástegui y Dis. Int. Carola Zavala, quienes han aportado con sus conocimientos para el desarrollo de este proyecto.

A la empresa Geocimientos S.A. por su colaboración para el desarrollo del presente proyecto.

Silvia Leonor Andrade Llorente

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme guía durante todos estos años, por darme fuerzas para no rendirme.

A mi familia por alentarme cada día, por apoyarme incondicionalmente.

A mis profesores por compartir sus conocimientos, por darme instrucciones.

A mis tutores que gracias a sus recomendaciones y correcciones hoy puedo culminar este trabajo.

A Espol por todos los amigos que conocí, por el camino que recorrí y por el sueño que hoy estoy cumpliendo.

Rosalía Nathaly Carranza Gonzabay

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Silvia Leonor Andrade Llorente y Rosalía Nathaly Carranza Gonzabay* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Silvia Leonor
Andrade Llorente

Rosalía Nathaly
Carranza Gonzabay

EVALUADORES

.....
PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
MSc. David Enrique Valverde Burneo

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Punta Carnero se encuentra en el cantón Salinas. Este lugar presenta un alto riesgo sísmico y cuenta con suelos arenosos susceptibles a fallas o colapsos. Analizando los problemas mencionados anteriormente en el lugar en estudio se puede establecer que existe la necesidad de encontrar una solución geotécnica que permita la construcción de edificios seguros en este lugar.

El presente proyecto muestra dos alternativas de soluciones geotécnicas para el diseño de un condominio de uso residencial formado por dos bloques de edificios de siete y cuatro niveles, respectivamente. El condominio está cementado sobre suelo licuable mediante la implementación de columnas de grava y cimentación profunda.

Se realizó una campaña de exploración geotécnica mediante pruebas de penetración estándar (SPT), en donde se obtuvieron muestras alteradas que fueron ensayadas en el laboratorio de suelos. Se obtuvieron parámetros que permitieron la identificación del fenómeno de licuefacción en el suelo del proyecto.

La implementación de una cimentación profunda con pilotes prebarrenados de 20 metros permitió llevar a cabo un diseño estructural del condominio basado en la filosofía de diseño sismorresistente, determinada en la normativa nacional, NEC 2015. El modelado de los bloques de edificios fue llevado a cabo mediante el uso de un software estructural.

Se estimó un presupuesto referencial de \$ 1'249.296,21 que incluye la obra estructural de los dos bloques de edificios, mejoramiento del suelo, cimentación profunda y el área de parqueo pavimentada mediante adoquines.

Palabras Clave: Licuefacción, pilotes, Sismo Resistente.

ABSTRACT

Punta Carnero is located in Salinas. This place presents a high seismic risk and sandy soils susceptible to failures or collapses. Analyzing the previously mentioned problems in the place under study it can be established that there is a need to find a geotechnical solution that allows the buildings construction that are considered safe.

This project presents two geotechnical solution alternatives for the design of a residential condominium, which consists of two buildings blocks of seven and four levels respectively. The condominium is cemented on liquefiable soil through the implementation of gravel columns and deep foundation.

A geotechnical exploration campaign was carried out using standard penetration tests (SPT), where altered samples were obtained and tested in the soil laboratory. Parameters that allowed the identification of the liquefaction phenomenon in the soil of the project were obtained.

The implementation of a deep foundation with a 20 meters pre-drilled piles allowed to carry out a structural design of the condominium based on the Earthquake-resistant design philosophy, determined in the national normative, NEC 2015. The modeling of the blocks of buildings was carried out by means of the use of a structural software.

A referential budget of \$ 1'249.296,21 was estimated, which includes the structural construction of the two buildings blocks, soil improvement, deep foundation and a paved parking area using cobblestones.

Keywords: Liquefaction, Piles, Earthquake-resistant.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	7
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
ÍNDICE GENERAL	X
ABREVIATURAS	XV
SIMBOLOGÍA	XVII
ÍNDICE DE FIGURAS	XX
ÍNDICE DE TABLAS	XXIII
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Información general	3
1.4.2 Ingeniería geotécnica.....	4
1.4.3 Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC 2015	10
1.4.4 Estado de carga - Factor de redundancia.....	11
1.4.5 Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones.....	12
1.4.6 Fenómeno de Licuefacción	15
1.4.7 Movimiento sísmico	19
1.4.8 Factor de seguridad (FS)	21

1.4.9	Método basado en fuerzas (DBF)	21
1.4.10	Programas Computacionales Especializados	23
1.4.11	Técnicas de mejoramiento de suelo	23
1.4.12	Separación entre estructuras adyacentes.....	28
CAPÍTULO 2		29
2.	METODOLOGÍA.....	29
2.1	Campaña de exploración geotécnica	29
2.1.1	Trabajo de campo	29
2.1.2	Estudios de suelos en laboratorio	31
2.1.3	Análisis de las propiedades geomecánicas del suelo	32
2.2	Consideraciones sísmicas.....	32
2.3	Análisis de licuefacción de suelos	33
2.4	Clasificación del suelo	34
2.5	Formulación, descripción de alternativas para cimentaciones	35
2.6	Diseño arquitectónico	36
2.7	Predimensionamiento estructural	37
2.8	Diseño de pavimento – adoquín.....	38
2.8.1	Tráfico	38
2.8.2	Capa de rodadura	39
2.8.3	Cama de asiento.....	39
2.8.4	Capa de la base.....	39
2.8.5	Capa de subbase.....	40
2.9	Diseño	41
2.10	Planos	42
2.11	Estudio Ambiental.....	42

2.12	Presupuesto	42
CAPÍTULO 3		43
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	43
3.1	Campaña de exploración geotécnica	43
3.1.1	Análisis de las propiedades geomecánicas de los suelos	43
3.1.2	Consideraciones sísmicas	46
3.1.3	Análisis de licuefacción	46
3.1.4	Clasificación del suelo	49
3.2	Selección de alternativa para cimentación	49
3.2.1	Pilas de agregado apisonado.....	50
3.2.2	Cimentación profunda.....	52
3.3	Diseño de la estructura.....	55
3.3.1	Estimación de cargas.....	56
3.3.2	Cálculo de Losa Steel Panel.....	56
3.3.3	Espectro de respuesta sísmica	57
3.3.4	Carga sísmica reactiva W	58
3.3.5	Coefficiente de respuesta sísmica	59
3.3.6	Cortante basal.....	59
3.3.7	Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales.....	60
3.3.8	Análisis estructural Bloque A	60
3.3.9	Análisis estructural Bloque B	64
3.4	Diseño del pavimento – adoquines	67
3.5	Presupuesto	69
CAPÍTULO 4		70
4.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	70

4.1	Línea Base Ambiental	70
4.2	Ubicación.....	70
4.3	Descripción del medio	71
4.3.1	Medio físico.....	71
4.3.1.1.	Clima.....	71
4.3.2	Temperatura	72
4.3.1.2.	Precipitación	72
4.3.1.3.	Suelos.....	72
4.3.1.4.	Geología y morfología.....	72
4.3.2.	Medio biótico.....	73
4.3.2.1.	Flora.....	73
4.3.2.2.	Fauna.....	73
4.3.3.	Medio Socioeconómico y cultural.....	74
4.3.3.1.	Población	74
4.3.3.2.	Actividades productivas	74
4.3.3.3.	Servicios sociales, educación y salud.....	74
4.3.3.4.	Sistema de agua potable y aguas residuales	75
4.3.3.5.	Energía eléctrica	75
4.3.3.6.	Telecomunicaciones	75
4.3.3.7.	Vías de acceso y transporte	75
4.4	Guía De Buenas Prácticas Ambientales.....	75
4.4.1	Descripción general de la actividad	75
4.4.2	Fase de Diseño.....	76
4.4.3	Fase de Construcción	76
4.5	Análisis del medio: el paisaje	77

CAPÍTULO 5	81
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
5.1 Conclusiones.....	81
5.2 Recomendaciones.....	82
BIBLIOGRAFÍA	83

ABREVIATURAS

ASTM	American Society for Testing and Materials
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
APU	Análisis de Precios Unitarios
ASTM	American Society for Testing and Materials
BVP	Bosques y Vegetación Protectora
CH	Arcilla de alta plasticidad
CL	Arcilla de baja plasticidad
CRR	Relación de resistencia cíclica
CSR	Tensiones cíclicas
DBF	Método basado en fuerzas
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
EMEPE	Empresa Eléctrica de la Península de Santa Elena
FS	Factor de seguridad
GBPA	Guía de Buenas Prácticas Ambientales
IL	Índice líquido
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
IP	Índice de plasticidad
LL	Límite líquido
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
NF	Nivel Freático
PCRM	Pórticos de Concreto Resistentes a Momento
PEA	Población Económicamente Activa
PFE	Patrimonio Forestal del Estado
S	Sondeo
SM	Arena limosa
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SP SM	Arena mal graduada con limo

SPT	Ensayo de penetración estándar
SUCS	Sistema unificado de clasificación de los suelos
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental

SIMBOLOGÍA

a_{max}	Aceleraciones máximas generadas por un sismo de diseño.
B	Espesor de la base
cm	Centímetros
Cs	Coefficiente de respuesta sísmica
C_v	Coefficiente de consolidación vertical
D	Diámetro
F_a	Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto.
F_d	Coefficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.
Fd	Factor de incremento de espesores por mal drenaje
F_s	Coefficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.
f_y	Resistencia a la fluencia del acero.
f'_c	Resistencia a la compresión simple.
g	aceleración de la gravedad.
hn	Altura total del edificio
I	Factor de importancia
Kg	Kilogramos
kPa	Kilo Pascales
L	Espesor de la cama de asiento
m	Metros
M_c	Peso del recipiente, g.
M_{CS}	Peso del recipiente + suelo seco, g.
M_{CWS}	Peso del recipiente + suelo húmedo, g.

mm	Milímetros
Mode	Número de periodos de vibración
M_s	Peso del suelo, g.
MSF	Factor de escala de acuerdo con la magnitud del sismo.
M_w	Magnitud del sismo de diseño
m^2/s	Metros cuadrados por segundo
N_{60}	Número de golpes corregidos del ensayo SPT
Pi	Sumatoria de la carga vertical sin mayoración
Qadm	Carga axial admisible
Qf	Resistencia por fuste
Qi	Índice de estabilidad
Qp	Resistencia por punta
Qult	Capacidad de carga última
R	Factor de redundacia.
s	Separación
S	Espesor de la capa de rodadura
S_a	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones
S_u	Resistencia al corte no drenado
Sum Ux	Sumatoria de los desplazamientos en direccion X
Sum Uy	Sumatoria de los desplazamientos en direccion Y
Sum Uz	Sumatoria de los desplazamientos en direccion Z
T	Período fundamental de vibración de la estructura.
Tc	Espesor total del pavimento indicado por el método de CBR.
Tg	Espesor total del pavimento por el método del índice de grupo.
Tsb	Espesor de la subbase
T/m ²	Toneladas por metro cuadrado
U_r	Grado de consolidación radial para un tiempo t.
U_t	Grado de consolidación total para un tiempo t.
U_v	Grado de consolidación vertical para un tiempo t.
Ux	Desplazamientos en direccion X

U_y	Desplazamientos en dirección Y
U_z	Desplazamientos en dirección Z
V	Cortante basal
V_s	Velocidad de la onda de corte
w	Contenido de humedad (%)
W	Peso sísmico de la estructura
z	Profundidad por debajo de la superficie del suelo en metros.
Z	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño.
Δ_i	Deriva de piso i
Φ_p	Factor de irregularidad en planta
Φ_e	Factor de irregularidad en elevación
γ_d	Coeficiente de reducción del suelo, que toma en cuenta la deformabilidad del perfil de subsuelo.
σ_{vo}	Esfuerzo normal vertical total, referido a la superficie del suelo.
σ'_{vo}	Esfuerzo normal vertical efectivo, referido a la superficie del suelo.
η	Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1 s$) y el valor de la aceleración sísmica máxima en el terreno para el período de retorno seleccionado.
τ_{avg}	Tensión de corte promedio.
ϕ	Ángulo de fricción interna

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación de proyecto. Fuente: Google Earth (2019).....	4
Figura 1.2 . Ubicación de la provincia de Santa Elena. Fuente: Google Earth (2019).....	4
Figura 1.3. Sistema unificado de clasificación de los suelos (basado en el material que pasa por el tamiz No. 75). Fuente: (Braja M., 2001).....	6
Figura 1.4. Clasificación de materiales de carreteras subrasantes. Fuente: (Braja M., 2001)	7
Figura 1.5. Carta de Plasticidad. Fuente: (Braja M., 2001).....	8
Figura 1.6. Conjunto de tamices para pruebas en laboratorio. Fuente: (Braja M., 2001)	9
Figura 1.7. Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño. Fuente: (MIDUVI, 2015).....	13
Figura 1.8. Licuefacción de suelos luego del sismo. Fuente: (Antón & Ávilés, 2017)....	15
Figura 1.9. Criterio Chino Modificado Fuente: (Martó & Soon, 2012)	16
Figura 1.10. Fuentes sísmicas de tipo subducción. Fuente: (Alvarado, 2012)	20
Figura 1.11. Espectros del terremoto Ecuador 2016 y recomendaciones por NEC 2015. a) Pedernales, b) Manta. Fuente: (Aguiar, Rivas Medina, & Iza, 2018).....	20
Figura 1.12. Diagrama de Flujo del Método FBD. Fuente: (Pérez Vargas, 2014)	22
Figura 1.13. Secuencia constructiva de columnas de grava: (1) Inyección de vibrador (2) Alcance de profundidad requerida (3) Aporte de grava, movimiento escalonado (4) Extracción del vibrador. Fuente: (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009).....	25
Figura 1.14. Esquema de ejecución de la vibroflotación. Fuente: (Henríquez Pantaleón, 2007)	27
Figura 1.15. Rangos granulométricos de aplicación de vibroflotación, vibrosustitucion y compactación dinámica. Fuente: (Henríquez Pantaleón, 2007)	27
Figura 2.16. Ubicación de los sondeos realizados. Fuente: Google Earth	30
Figura 2.17. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. Fuente: (NEC , 2015).....	33
Figura 2.18. Fachada frontal del edificio. Fuente: Geocimientos S.A. 2019	36
Figura 2.19. Fachada posterior del edificio. Fuente: Geocimientos S.A. 2019	37

Figura 2.20. Espesor del pavimento según el método CBR. Fuente: (Girón Wetjen, 1976)	41
Figura 2.21. Espesor del pavimento según el índice de grupo. (Girón Wetjen, 1976)	41
Figura 2.22. Proceso del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA). Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	42
Figura 3.23. Perfil estratigráfico del suelo in situ. Fuente: Geocimientos S.A. 2019	45
Figura 3.24. Cuadros de caracterización geotécnica. Fuente: Geocimientos S.A. 2019	46
Figura 3.25. Resultados del análisis de licuefacción del sondeo 2 (Settle 3D). Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	47
Figura 3.26. Resultados del análisis de licuefacción del sondeo 3 (Settle 3D). Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	47
Figura 3.27. Asentamientos del análisis de licuefacción del sondeo 2 (Settle 3D). Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	48
Figura 3.28. Asentamientos del análisis de licuefacción del sondeo 3 (Settle 3D). Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	48
Figura 3.29. Esquema de conformación de columnas de grava. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	50
Figura 3.30. Distribución de columnas de grava. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	51
Figura 3.31. Capacidad de carga última para pilotes prebarrenados de D=40 cm Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	53
Figura 3.32. Capacidad de carga última para pilotes prebarrenados de 50 cm de diámetro. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	54
Figura 3.33. Asentamientos en función de carga axial aplicada a un pilote de D=40 cm. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	55
Figura 3.34. Asentamientos en función de carga axial aplicada a un pilote de D=50 cm. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	55
Figura 3.35 Propiedades de la Losa Steel Panel. Fuente (NOVACERO, 2019)	56
Figura 3.36. Comparación entre las aceleraciones del espectro de respuesta elástico vs espectro inelástico de respuesta del bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	57

Figura 3.37. Comparación entre las aceleraciones del espectro de respuesta elástico vs espectro inelástico de respuesta del bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	58
Figura 3.38. Periodo de vibración, modo 1 – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	62
Figura 3.39. Periodo de vibración, modo 2 – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	62
Figura 3.40. Periodo de vibración, modo 1 – Bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	65
Figura 3.41. Periodo de vibración, modo 2 – Bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	66
Figura 3.42. Estructura del pavimento. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	68
Figura 4.43. División Política de Salinas. Fuente: Municipio de Salinas	71
Figura 4.44. Sumatoria total de precipitación para el periodo 1994 - 2009. Fuente: INAMHI	72
Figura 4.45. Mapa Geológico de la Provincia de Santa Elena. Fuente: (Pedoja et al., 2006).	73
Figura 4.46. Vista frontal del sitio del proyecto. Fuente: Google Earth	78
Figura 4.47. Vista lateral derecha del sitio del proyecto. Fuente: Google Earth	78
Figura 4.48. Vista lateral izquierda del sitio del proyecto. Fuente: Google Earth	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Criterio Chino Modificado. Fuente: (Andrews & Martin, 2000).....	17
Tabla 2.2. Clasificación de las unidades de construcción por categorías. Fuente: (NEC , 2015)	29
Tabla 2.3. Número mínimo de sondeos y profundidad por unidad de construcción. Fuente: (NEC , 2015)	30
Tabla 2.4. Coordenadas UTM de los sondeos realizados. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	31
Tabla 2.5. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada. Fuente: (NEC , 2015)	33
Tabla 2.6. Clasificación de los perfiles de suelo. Fuente: (NEC , 2015)	34
Tabla 2.7. Predimensionamiento de elementos estructurales. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	37
Tabla 2.8. Carga de diseño. Fuente: (Girón Wetjen, 1976)	38
Tabla 2.9. Espesores mínimos recomendados para capas de rodaduras de adoquín (Girón Wetjen, 1976)	39
Tabla 2.10. Espesores mínimos recomendados para capas de base. Fuente: (Girón Wetjen, 1976)	40
Tabla 2.11. Porcentaje de pasante para capas de base. Fuente: (Girón Wetjen, 1976)	40
Tabla 3.12. Selección del perfil de suelo. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019) ..	49
Tabla 3.13. Perfil de suelo analizado con sus parámetros geotécnicos. (Andrade S. & Carranza R., 2019)	50
Tabla 3.14. Capacidad de carga para pilotes prebarrenados D=40 cm, Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	52
Tabla 3.15. Capacidad de carga para pilotes prebarrenados D=50 cm, Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	53
Tabla 3.16. Carga muerta y viva de los bloques A y B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	56
Tabla 3.17 Parámetros y Coeficientes de perfil de suelo. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	57

Tabla 3.18. Periodo de vibración de los bloques A y B – Método 1 NEC 2015. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	58
Tabla 3.19. Periodo de vibración de los bloques A y B – Método 2 NEC 2015. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	58
Tabla 3.20. Coeficiente de respuesta sísmica del bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	59
Tabla 3.21. Coeficiente de respuesta sísmica del bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	59
Tabla 3.22. Cortante Basal. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	59
Tabla 3.23. Cálculo de la distribución de fuerzas sísmicas en cada piso del bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	60
Tabla 3.24 Cálculo de la distribución de fuerzas sísmicas en cada piso del bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	60
Tabla 3.25. Periodos de vibración – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	61
Tabla 3.26. Derivas en dirección X – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	63
Tabla 3.27. Derivas en dirección Y – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	63
Tabla 3.28. Índice de estabilidad en dirección X – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	64
Tabla 3.29. Índice de estabilidad en dirección Y – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	64
Tabla 3.30. Periodos de vibración – Bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	65
Tabla 3.31. Derivas en dirección X – Bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	66
Tabla 3.32. Derivas en dirección Y – Bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	66
Tabla 3.33. Índice de estabilidad en dirección X – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019).....	67

Tabla 3.34. Índice de estabilidad en dirección Y – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	67
Tabla 3.35. Espesores de pavimento. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	68
Tabla 3.36. Presupuesto referencial. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	69
Tabla 4.37. Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17S del proyecto. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	70
Tabla 4.38. Magnitud de los impactos visuales. Fuente: (Fondo Verde & De La Fuente)	79
Tabla 4.39. Clase de impactos visuales. Fuente: (Fondo Verde & De La Fuente)	80
Tabla 4.40. Valoración de impacto visual. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)	80

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador se encuentra propenso a eventos sísmicos, al formar parte del “Cinturón de Fuego del Pacífico”, en donde existe el proceso de subducción de la placa tectónica de Nazca debajo de la placa Sudamericana, lo que conlleva a desastres naturales devastadores para las ciudades, en especial aquellas que se encuentran formadas por suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, ya sean así; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos, entre otros.

Los movimientos sísmicos en el país han provocado severos daños en las estructuras, ya que la respuesta de las edificaciones ante estos fenómenos naturales depende de las vibraciones que presente el suelo y del diseño estructural de la misma. La estructura proporciona la resistencia, rigidez y estabilidad necesaria para evitar los colapsos, sin embargo, cuando se tiene suelos susceptibles a fallas (suelos licuables), se presenta la necesidad de investigar alternativas que permitan mejorar la capacidad portante del suelo.

En la presente investigación se diseñará un condominio de uso residencial formado por dos bloques de edificios de 7 y 4 niveles, ubicado en Punta Carnero, parroquia José Luis Tamayo de Salinas provincia de Santa Elena, el cual estará cimentado sobre suelo potencialmente licuable, por tal motivo se proporcionarán alternativas geotécnicas para la mejora de la capacidad portante del suelo en el sitio.

1.1 Descripción del problema

Punta Carnero se encuentra en la parroquia rural José Luis Tamayo del cantón Salinas, provincia de Santa Elena. Con un clima promedio anual de 23,4°C la playa se presenta como un destino que ofrece temperatura cálida y paisajes atractivos, ganando popularidad tanto en turistas nacionales como extranjeros. En la actualidad es considerada uno de los atractivos turísticos más populares de la Costa Ecuatoriana.

La construcción de condominios frente al mar se ha visto en aumento en los últimos años en la zona costera. Según las exigencias estas edificaciones pueden contar con distintas áreas de entretenimiento, gimnasios, parqueos, etc. Algunas construcciones de este tipo llegan a tener hasta 12 pisos de alto.

Se va a diseñar un condominio, que de acuerdo con los estudios geotécnicos realizados, el lugar donde se cimentará es susceptible al fenómeno conocido como licuefacción, el cual se presenta en suelos granulares saturados con bajo o poco contenido de finos y baja densidad relativa, estos ante una excitación sísmica llegan a perder gran parte de su resistencia al esfuerzo de corte.

Se conoce que las condiciones particulares del lugar podrían provocar el colapso de una estructura lo que conllevaría a la pérdida de vidas humanas, debido a la susceptibilidad que presenta el terreno. Por lo que, encontrar una solución geotécnica que mitigue estos riesgos es una de las principales motivaciones para la realización de este proyecto.

1.2 Justificación del problema

El principal motivo de ejecución de este proyecto es de brindar una solución geotécnica que proporcione seguridad a personas que residen en edificaciones cimentadas sobre suelos susceptibles a la licuefacción.

Debido a que la zona de la playa Punta Carnero presenta elevadas intensidades espectrales (que pueden llegar a los 0.50g, según un período de retorno de diseño de 475 años establecido por la NEC), se debe diseñar una estructura que presente la ductilidad necesaria para resistir sismos de magnitudes altas, considerando las características de la zona donde se asentará la edificación.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un condominio residencial formado por dos bloques de edificios de 7 y 4 niveles, respectivamente, ubicado en Punta Carnero - Salinas, mediante la implementación de

Pórticos de Concreto Resistentes a Momentos y cimentando sobre suelo potencialmente licuable.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el potencial de licuefacción del suelo donde se construirá la edificación.
- Considerar alternativas de mitigación del posible fenómeno de licuefacción en el suelo de estudio.
- Seleccionar la alternativa más viable para la mitigación del posible fenómeno de licuefacción del suelo.
- Predimensionar y modelar estructuralmente un condominio de uso residencial de 7 y 4 niveles respectivamente, mediante el uso de un software estructural.
- Considerar la normativa vigente, Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2015, para el diseño de la edificación.
- Elaborar planos estructurales, mediante el uso del software AutoCAD.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Información general

El proyecto se ubicará en la parroquia José Luis Tamayo del cantón Salinas provincia de Santa Elena como se indica en la Figura 1.1, cuenta con una superficie total de 34.1 km², con una población aproximada de 22.064 habitantes.

La provincia de Santa Elena se encuentra ubicada al centro-sur del Ecuador como se muestra en la Figura 1.2, creada el 7 de noviembre del 2007 (Santa Elena Prefectura, 2009). Presenta una superficie aproximadamente de 3,762 km², con una población residente de 308,693 habitantes.

Uno de los cantones que forma parte de esta provincia es Salinas, el cual está conformada por cuatro (4) parroquias: Salinas (urbana), Santa Rosa (urbana), Anconcito (rural) y José Luis Tamayo (rural).



Figura 1.1. Ubicación de proyecto. Fuente: Google Earth (2019)

Salinas presenta un clima tipo árido desértico con precipitaciones promedio anual de 125 mm a 150 mm, considerándose una de las ciudades más secas del país. Sus temperaturas varían de los 21°C a 33°C. (Alcaldía de Salinas, 2009).

Punta Carnero

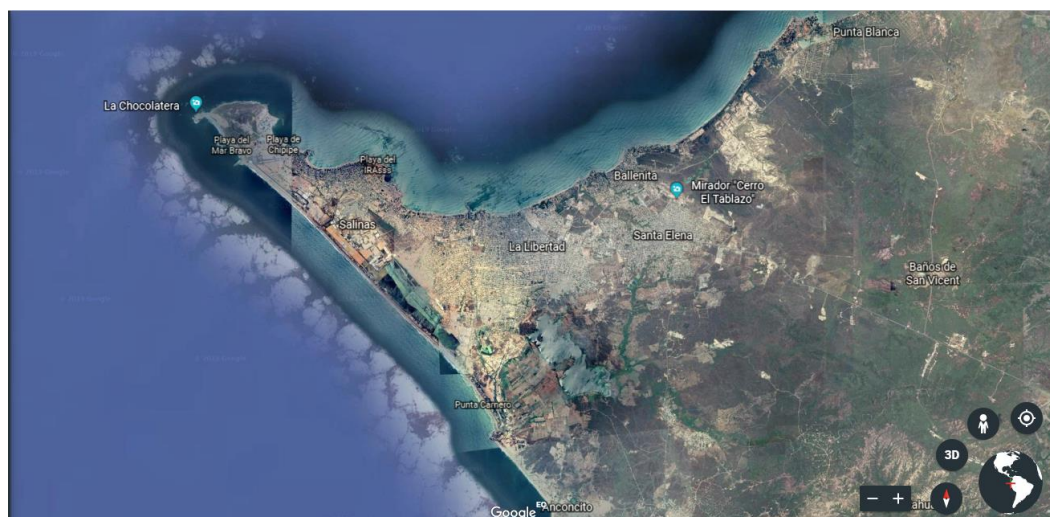


Figura 1.2 . Ubicación de la provincia de Santa Elena. Fuente: Google Earth (2019)

1.4.2 Ingeniería geotécnica

La ingeniería civil deriva una de sus ramas a la ingeniería geotécnica, la cual estudia las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los suelos y rocas (Universidad de Costa Rica, 2014), permitiendo establecer el diseño de la subestructura (cimentación)

para cualquier tipo de obra civil. El estudio geotécnico tiene como objetivo principal clasificar el suelo, determinando su naturaleza y propiedades (Pacheco, 2016)

1.4.2.1 Exploración geotécnica

La exploración geotécnica se basa en una campaña que busca el estudio del suelo por medio de ensayos de campo con la obtención de muestras alteradas o inalteradas. Las cuales son ensayados mediante pruebas de laboratorios que ayudan a determinar los perfiles de suelos encontrados in situ. (Suárez Díaz, 2015)

1.4.2.1.1 Ensayo de penetración estándar (SPT)

El SPT es un ensayo de penetración dinámica, creado en Estados Unidos de América en 1920, con el fin de lograr obtener la resistencia del suelo cuando se encuentra sometido a la penetración de un muestreador. El ensayo consiste en realizar una perforación por método de barreno continuo, lavado o rotación en donde se van obteniendo muestras cada cierta distancia (Aristizábal, López, Petruz, & Torres, 2016).

El equipo que se implementa en el ensayo está conformado por varillas de muestreo, muestreador tipo cuchara partida, martillo, yunque y sistema de caída. El sondeo se lo realiza en incrementos de 15 cm, midiendo el número de golpes que se dan en esta distancia (Aristizábal, López, Petruz, & Torres, 2016).

1.4.2.2 Clasificación de los suelos

1.4.2.2.1 Sistema unificado de clasificación de los suelos (SUCS)

Los suelos cuyas propiedades son similares pueden llegar ser clasificados en grupos y subgrupos en función de las características mecánicas que presenten. El SUCS indicado en la Figura 1.3 fue propuesto por Casagrande en 1932 (Narsilio & Santamaria), actualmente es uno de los principales sistemas de clasificación utilizados por los ingenieros (Norma ASTM D-2487). Presenta los siguientes grupos (Braja M., 2001).

- Suelos granulares (grava y arena), con menos del 50% de pasante del tamiz No. 200, se los caracteriza con los prefijos G (grava) o S (arena).

- Suelos finos, con 50% o más pasante del tamiz No. 200, se los caracteriza con los prefijos M (limo inorgánico), C (arcilla inorgánica), O (limos orgánicos y arcillas), Pt (turba).

Los siguientes prefijos también son utilizados en la clasificación SUCS y representan:

- W: suelo bien graduado
- P: suelo mal graduado
- L: suelo de baja plasticidad (Límite líquido < 50)
- H: suelo de alta plasticidad (Límite líquido > 50)

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	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	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	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; 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.

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

^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.

Figura 1.3. Sistema unificado de clasificación de los suelos (basado en el material que pasa por el tamiz No. 75). Fuente: (Braja M., 2001)

1.4.2.2.2 Sistema de clasificación AASHTO

El sistema AASHTO fue desarrollado en el año 1929, presentando varias actualizaciones; la más reciente fue propuesta por la Comisión de Clasificación de Materiales para los Tipos de Carreteras Subrasantes y Granulares de la Junta de Investigación de Carreteras en 1945 (Braja M., 2001). Establece un sistema que divide al suelo en siete (7) grupos A-1 a A-7 como se indica en la Figura 1.4.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el n.º. 200)						
	A-1			A-2			
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.						
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción de paso n.º. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena			
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno						

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el n.º. 200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6†
Grupo de clasificación				
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)				
Núm. 10				
Núm. 40				
Núm. 200	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción de paso n.º. 40				
Límite líquido	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Clasificación general de la subrasante	Regular a malo			

*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$
†Para A-7-6, $PI > LL - 30$

Figura 1.4. Clasificación de materiales de carreteras subrasantes. Fuente: (Braja M., 2001)

1.4.2.3 Carta de plasticidad

Casagrande (1932) estudió la relación entre el índice de plasticidad (IP) y el índice líquido (IL) de una amplia gama de suelos naturales, con lo cual obtuvo los resultados necesarios para realizar la carta de plasticidad, la cual es considerada como la base para clasificar los suelos finos por medio del SUCS (Braja M., 2001).

La carta de plasticidad presenta una línea empírica denominada “A”, que divide los suelos arcillosos inorgánicos de los limos inorgánicos, se la representa por la ecuación:

$$PI = 0.73 * (LL - 20) \quad (1.1)$$

La línea U que se muestra en la Figura 1.5, considera el límite máximo de la relación entre los índices de plasticidad y líquido, su ecuación es:

$$PI = 0.9 * (LL - 8) \quad (1.2)$$

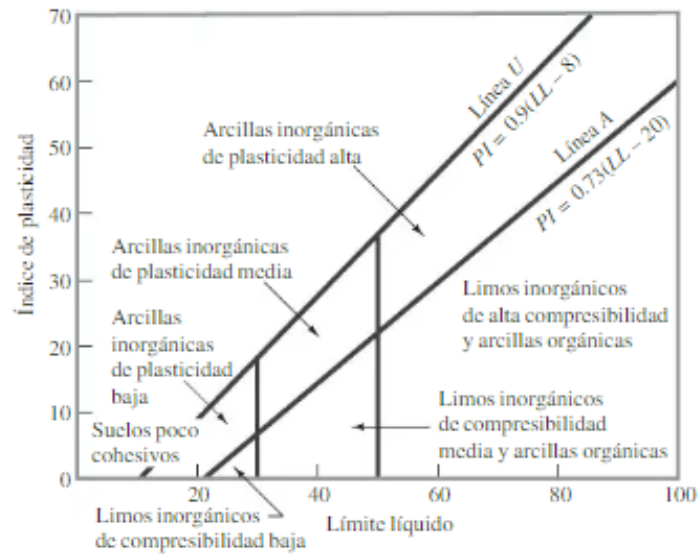


Figura 1.5. Carta de Plasticidad. Fuente: (Braja M., 2001)

1.4.2.4 Caracterización de los suelos – Ensayos geotécnicos

1.4.2.4.1 Contenido de humedad

La determinación del contenido de humedad es fundamental para la caracterización de los suelos (Pérez Cutillas, Barberá, & Conesa Gracia, Murcia). Representa la relación entre el suelo húmedo y el suelo seco, determinado mediante el ensayo establecido en la norma ASTM D2216 – 10, “Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

$$w = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} * 100 = \frac{M_w}{M_s} * 100 \quad (1.3)$$

Donde:

- w: contenido de humedad (%)
- M_{cws} = peso del recipiente + suelo húmedo, g.
- M_{cs} = peso del recipiente + suelo seco, g.
- M_c = peso del recipiente, g.
- M_w = peso del agua, g.
- M_s = peso del suelo, g.

1.4.2.4.2 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico o granulometría es el procedimiento por el cual se separan los agregados de acuerdo con su tamaño, obteniendo las cantidades parciales y totales del material (Simeon Cañas). El ensayo de granulometría se lo realiza de manera manual o mecánica como se muestra en la Figura 1.6, haciendo pasar el agregado por diversos tamices de diferentes tamaños de abertura en los que se va reteniendo el material, con lo que se calcula el porcentaje del peso retenido en cada tamiz (Braja M., 2001).



Figura 1.6. Conjunto de tamices para pruebas en laboratorio. Fuente: (Braja M., 2001)

1.4.2.4.3 Límites de Atterberg

Albert Mauritz Atterberg en 1990 desarrolló un método que permitía describir la consistencia de los suelos finos variando su contenido de humedad. Lo que determinó que el suelo presenta cuatro estados básicos: sólido, semisólido, plástico y líquido.

Límite líquido (LL)

El ensayo de determinación del límite líquido de un suelo utiliza un dispositivo denominado copa de Casagrande, la cual se deja caer por medio de una manivela sobre una base dura de goma. El suelo es colocado y ranurado en el centro de la copa de latón, por medio de un ranurador estándar, dejándolo caer desde una altura de 10 mm, hasta que la abertura se haya cerrado una distancia de 12.7 mm a lo largo de la parte inferior de la ranura. Después de los 25 golpes se define como el límite líquido. (Braja M., 2001).

Límite plástico (PL)

El límite plástico es definido como el contenido de humedad en porcentaje, que presenta el suelo al enrollarse en barras de 3.2 mm de diámetro. (Braja M., 2001).

El índice de plasticidad (IP) es la diferencia entre el índice líquido y plástico.

$$IP = LL - LP \quad (1.4)$$

1.4.3 Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC 2015

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), por medio de la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos promueve la implementación de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) de manera obligatoria en el Ecuador, con el objetivo de regular los procesos constructivos del país, considerando la seguridad y calidad en todo tipo de infraestructura (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, s.f.).

En la seguridad estructural de las edificaciones se presentan los siguientes capítulos:

- NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 1
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 2
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 3
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 4
- NEC-SE-RE: Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras
- NEC-SE-GC: Geotecnia y Cimentaciones
- NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado
- NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
- NEC-SE-MP: Mampostería Estructural
- NEC-SE-MD: Estructuras de Madera
- NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 1
- NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 2
- NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 3
- NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 4
- NEC-SE-GUADÚA: Estructuras de Guadúa

1.4.3.1 NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)

El capítulo de la NEC 2015 de cargas no sísmicas presenta las cargas permanentes y variables, con sus combinaciones de cargas.

Las cargas permanentes se atribuyen principalmente al peso propio de la estructura, mientras que las variables se dan debido a cargas vivas y cargas cíclicas (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

1.4.3.2 NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente

La NEC 2015 mediante el capítulo NEC-SE-DS, presenta los requerimientos y metodologías que se deben aplicar para el diseño de estructuras sismo resistentes, para edificaciones principales y otras estructuras, basándose en los conceptos de Ingeniería Sísmica (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

1.4.3.3 NEC-SE-GC: Geotecnia y Cimentaciones

El capítulo de geotecnia y cimentaciones de la NEC presenta las principales consideraciones a tomar para el diseño de las cimentaciones de las estructuras, estableciendo los estados límites de falla y servicio o asentamientos por deformaciones. Se determina las actividades a realizar para un estudio geotécnico preliminar y definitivo, mediante la exploración por sondeos, ensayos de campo y laboratorio. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

1.4.4 Estado de carga - Factor de redundancia

Diferentes reglamentos consideran la redundancia estructural como un concepto importante en el diseño sismorresistente (inicialmente fue introducida por el Código UBC en 1997, Bertero y Bertero, 1999). Normalmente se la define como el número de ecuaciones que se necesita para la solución de un problema estructural, adicionalmente a las ecuaciones de equilibrio.

Esta definición se fundamenta en aspectos vinculados al análisis, pero no resulta conveniente desde el punto de vista del diseño sismorresistente. Por esta razón se relaciona con la configuración estructural de la edificación y con la probabilidad de falla de sus elementos. Un sistema estructural compuesto por varios componentes diseñados para resistir la acción sísmica y en los cuales las fuerzas laterales se distribuyen dichos

elementos, presenta una probabilidad de falla menor que la de un sistema con pocos elementos.

Según los autores Bertero y Bertero (1999) los efectos de la redundancia son disipar la energía en la estructura, evitando la concentración de daño, la disminución de la demanda de desplazamientos y ductilidad como resultado de efectos torsionales en rango elástico. Las normas norteamericanas consideran un factor de redundancia, ρ , cuyo objetivo es aumentar la acción sísmica de diseño.

La consideración del factor de redundancia para aumentar la acción sísmica en estructuras con baja redundancia involucra, una reducción del factor de modificación de respuesta R . Desde un punto de vista conceptual, se consideran tres aspectos principales para la afectación de la respuesta de la estructura ante la acción sísmica: la ductilidad, la sobre resistencia y la redundancia estructural. De este modo, puede incluirse estos tres factores explícitamente en una única expresión (Crisafulli, 2018):

$$R = R_{\mu} \Omega_o^{1/\rho} \quad (1.5)$$

1.4.5 Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones

El espectro de respuesta elástico de aceleraciones S_a , expresado como fracción de la aceleración de la gravedad, para el nivel del sismo de diseño, se proporciona en la Figura 1.7, está constituido por (MIDUVI, 2015):

- Z que es el factor de zona sísmica,
- el tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura,
- F_a, F_d, F_s que son los valores de los coeficientes de amplificación de suelo

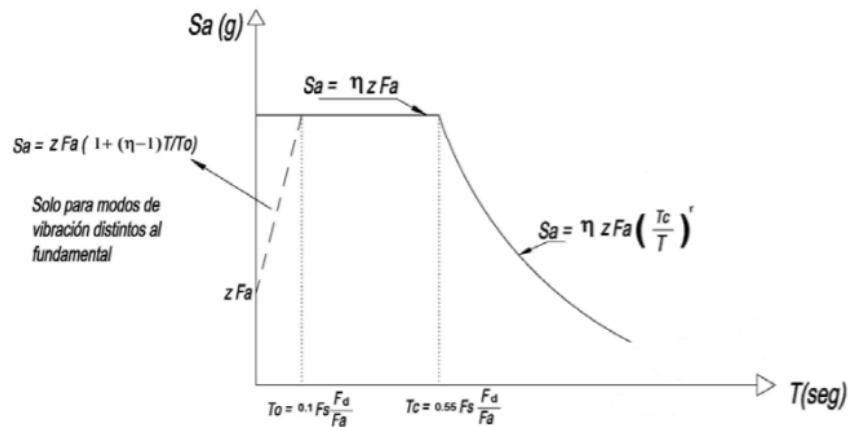


Figura 1.7. Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño. Fuente: (MIDUVI, 2015)

Dónde:

- η es la razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1 s$) y el valor de la aceleración sísmica máxima en el terreno para el período de retorno seleccionado.
- F_a es el coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto.
- F_d es el coeficiente de amplificación de suelo.
Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.
- F_s es el coeficiente de amplificación de suelo.
Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.
- S_a es el espectro de respuesta elástico de aceleraciones.
Depende del período o modo de vibración de la estructura.
- T es el período fundamental de vibración de la estructura.
- T_0 es el período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.
- T_c es el período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

- Z es la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g .

Dicho espectro, que cumple con una fracción de amortiguamiento crítico del 5%, se obtiene mediante las siguientes ecuaciones (válidas para períodos de vibración estructural T pertenecientes a 2 rangos) (MIDUVI, 2015):

$$S_a = \eta Z F a \quad (1.6)$$

$$S_a = \eta Z F a \left(\frac{T_c}{T} \right)^2 \quad (1.7)$$

Donde:

- r es el factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto
- $r = 1$ para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E
- $r = 1.5$ para tipo de suelo E

Así mismo, de los análisis de las ordenadas de los espectros de peligro uniforme en roca para el 10% de probabilidad de excedencia en 50 años (período de retorno 475 años), se definieron los valores de la relación de amplificación espectral, η que varían dependiendo de la región del país, donde se adoptan los siguientes valores (MIDUVI, 2015):

- $\eta = 1.80$: Para provincias de la Costa (excepto Esmeraldas),
- $\eta = 2.48$: Para provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos
- $\eta = 2.60$: Para provincias del Oriente
- Los límites para el período de vibración T_c y T_L se obtienen de las siguientes expresiones:

$$T_o = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (1.8)$$

$$T_L = 2.40 F_d \quad (1.9)$$

Finalmente, para el análisis dinámico y, únicamente para evaluar la respuesta de los modos de vibración diferentes al modo fundamental, el valor de S_a debe evaluarse mediante la siguiente expresión, para valores de período de vibración menores a T_0 (MIDUVI, 2015):

Para $T \leq T_0$

$$S_a = ZFa \left[1 + (n - 1) \frac{T}{T_0} \right] \quad (1.10)$$

$$T_0 = 0.10Fs \frac{Fd}{Fa} \quad (1.11)$$

1.4.6 Fenómeno de Licuefacción

Suelos granulares saturados con poco grado de compactación son propensos a grandes deformaciones ante la ocurrencia de movimientos sísmicos (García Núñez, 2017). En el fenómeno de licuefacción de los suelos se presenta un incremento en la presión de los poros bajo la condición de cargas no drenadas, reduciendo su presión intergranular, lo que provoca la pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante (Antón & Ávilés, 2017).

La susceptibilidad de este fenómeno se da en mayor grado en suelos granulares saturados (arenas), con baja densidad relativa y poco contenido de fino, sin embargo, los suelos arcillosos con baja plasticidad pueden llegar a presentar movilidad cíclica ocasionada por esfuerzos cortantes estáticos y cíclicos (Fernández Diéguez, 2015). En la Figura 1.8 se muestran algunos ejemplos de este fenómeno.



Figura 1.8. Licuefacción de suelos luego del sismo. Fuente: (Antón & Ávilés, 2017)

1.4.6.1 Criterio de Wang, 1979

Entre los criterios más utilizados para determinar la susceptibilidad de licuefacción se encuentra el Criterio Chino Modificado indicado en la Figura 1.9, fundado por Wang en 1979 siguiendo los terremotos de 1975 Haichang y Tangshan en 1976. Sin embargo, no incluye los datos de observación de suelos de baja plasticidad. La mayoría de los suelos ensayados tenían contenidos de arcilla inferiores al 15%, por lo tanto, la percepción es discriminatoria y menos significativa (Marto & Soon, 2012).

Con base en la reevaluación del trabajo de Wang y de Seed and Idriss en 1982 declararon que el suelo susceptible al comportamiento de licuefacción debe cumplir tres criterios básicos (Marto & Soon, 2012).

- Contener menos del 15% de fracción de arcilla (más fino que 0.005 mm);
- Límite de líquido (LL) inferior al 35%;
- Contenido de agua (w) superior al 90% de LL

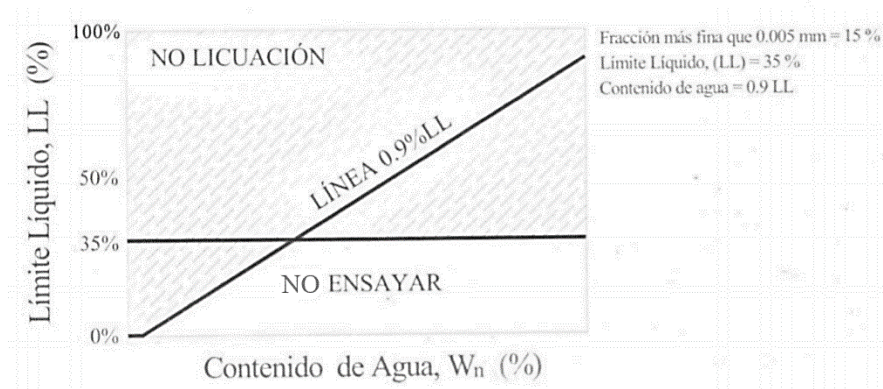


Figura 1.9. Criterio Chino Modificado Fuente: (Marto & Soon, 2012)

Este procedimiento es considerado conservador y poco confiable. La razón principal es que la práctica de la determinación del índice de suelo, como el límite de líquido, es diferente del procedimiento de la ASTM International. Por lo que, otros investigadores han realizado varios intentos para determinar una evaluación precisa de susceptibilidad (Marto & Soon, 2012).

Finn (1991) sugirió los siguientes ajustes de acuerdo con el estándar estadounidense:

- Disminuir el contenido de finos en un 5%;
- Aumentar el límite líquido en un 1%;
- Aumentar el contenido de agua por 2.

Andrews y Martin (2000) refinaron los datos empíricos y produjeron un nuevo índice de evaluación como se muestra en la siguiente Tabla 1.1. Es una transformación del Criterio Chino de acuerdo con el estándar estadounidense. Las principales diferencias entre los Criterios Chinos modificados y los Criterios Chinos originales son que se usó 0.0002 mm como límite entre las partículas de arcilla y limo, y el límite líquido se debe obtener utilizando equipos de tipo Casagrande (Martó & Soon, 2012).

Tabla 1.1. Criterio Chino Modificado. Fuente: (Andrews & Martin, 2000)

Contenido de arcilla	Límite líquido < 32%	Límite líquido ≥ 32%
< 10%	Susceptible	Se requieren más estudios (considerando granos de arcilla no plástica del tamaño de mica)
> 10%	Se requieren más estudios (considerando granos de arcilla no plástica del tamaño de residuos de minas y canteras)	No susceptible

1.4.6.2 Metodologías usadas para la determinación del potencial de licuefacción

1.4.6.2.1 Métodos empíricos

Se basan en observaciones in situ del comportamiento de los depósitos de arena durante movimientos sísmicos anteriores y correlaciones entre predios que no se han licuado y densidad relativa del número de golpes del ensayo de penetración estándar o SPT (Fernández, Guardado, Herrera, Oliva, & Díaz, 2016).

1.4.6.2.2 Métodos analíticos

Se basan en la determinación en laboratorio de las características de resistencia a la licuefacción de muestras no alteradas y el uso de análisis de respuestas dinámica del

predio para determinar la magnitud de las tensiones de corte inducidas por movimientos sísmicos (Fernández, Guardado, Herrera, Oliva, & Díaz, 2016).

El análisis del potencial de licuefacción sigue metodologías basadas en la determinación de la relación de tensiones cíclicas (CSR). Esta relación CSR depende directamente de la máxima aceleración horizontal en sitio (Fernández, Guardado, Herrera, Oliva, & Díaz, 2016).

1.4.6.3 Relación de resistencia cíclica (CRR)

Algunos investigadores como Seed y Idriss (1997), Tokimatsu y Yoshimi (1983), Liao y Whitman (1989), han elaborado graficas sobre la relación entre dos parámetros físicos que participan en la licuefacción de los suelos mediante datos obtenidos a partir de ensayos de penetración estándar o SPT. Estos parámetros son la relación de resistencia cíclica o CRR (siglas en inglés) y $(N_1)_{60}$, es decir el número de golpes que se le proporcionan al suelo, representado también como N (Fernández, Guardado, Herrera, Oliva, & Díaz, 2016).

- $(N_1)_{60}$: es el número de golpes del ensayo SPT normalizados para una energía del martillo de 60%;
- CRR: resistencia cíclica para un sismo de diseño de magnitud 7,5.

$$CRR = \frac{1}{34 - N} + \frac{N}{13.5} + \frac{50}{[10N + 45]^2} - \frac{1}{200} \quad (1.12)$$

Esta ecuación es válida para $(N_1)_{60} < 30$. Para $(N_1)_{60} \geq 30$ los suelos granulares limpios tienen un grado de compacidad muy alto por lo tanto clasifican como no licuables (Fernández, Guardado, Herrera, Oliva, & Díaz, 2016).

1.4.6.4 Enfoque de tensiones cíclicas (CSR)

El potencial de licuefacción de estratos arenosos puede evaluarse utilizando correlaciones entre datos de resistencia a la penetración, tales como el ensayo SPT, el ensayo de penetración con cono o CPT y la resistencia cíclica del material movilizado durante un fuerte movimiento vibratorio (Fernández, Guardado, Herrera, Oliva, & Díaz, 2016).

En este enfoque, la resistencia cíclica se caracteriza por la relación de tensiones cíclicas (CSR). Se define la CSR como el esfuerzo cortante promedio (τ_{avg}) actuante en un estrato, normalizado por el esfuerzo efectivo de sobrecarga (σ'_{vo}) (Alvarado, 2012). El estudio de licuefacción se basa en la correlación de esfuerzos que fue desarrollada originalmente por Seed y Idriss (1971, 1982) y modificada por Robertson y Wride en 1998. La expresión para el cálculo del CSR que propusieron es la siguiente (Fernández, Guardado, Herrera, Oliva, & Díaz, 2016):

$$CSR = \frac{\tau_{avg}}{\sigma'_{vo}} = 0.65 \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \right) \gamma_d \quad (1.13)$$

Donde:

- CSR : tensiones cíclicas, dependen directamente de la máxima aceleración horizontal del sitio.
- τ_{avg} : tensión de corte promedio;
- a_{max} : aceleraciones máximas generadas por un sismo de diseño;
- g : aceleración de la gravedad;
- σ_{vo} : esfuerzo normal vertical total, referido a la superficie del suelo;
- σ'_{vo} : esfuerzo normal vertical efectivo, referido a la superficie del suelo;
- γ_d : coeficiente de reducción del suelo, que toma en cuenta la deformabilidad del perfil de subsuelo. Lio y Witman (1986) sugieren, para la práctica de ingeniería rutinaria, en proyectos no críticos, utilizar las siguientes ecuaciones para estimarlo:
 - Para $z \leq 9,15 \text{ m}$ $\gamma_d = 1,0 - 0,00765z$
 - Para $9,15\text{m} < z \leq 23,0 \text{ m}$ $\gamma_d = 1,174 - 0,0267z$
- z : profundidad por debajo de la superficie del suelo en metros.

1.4.7 Movimiento sísmico

1.4.7.1 Sismo del 16 de abril de 2016 en Pedernales

La magnitud del sismo del 16 de abril de 2016 que afectó a miles de personas en el país fue de 7.8 y su epicentro se ubicó en la costa de Pedernales en las coordenadas 0.371°N

y 79.940°W con una profundidad de 19km, los valores de las aceleraciones máximas reportadas alcanzan intensidades de 0,6g (Quinde Martínez & Reinoso Angulo, 2016).

Las ciudades más afectadas fueron Pedernales, Portoviejo, Manta y Bahía de Caráquez de la provincia de Manabí. El sismo se produjo dentro de la fuente de subducción 2s indicada en la Figura 1.10 en la cual, alrededor de los últimos 100 años se han producido seis eventos con magnitud mayor a siete (Quinde Martínez & Reinoso Angulo, 2016).

En la Figura 1.11 se muestran los espectros del terremoto de las ciudades de Manta y Pedernales.

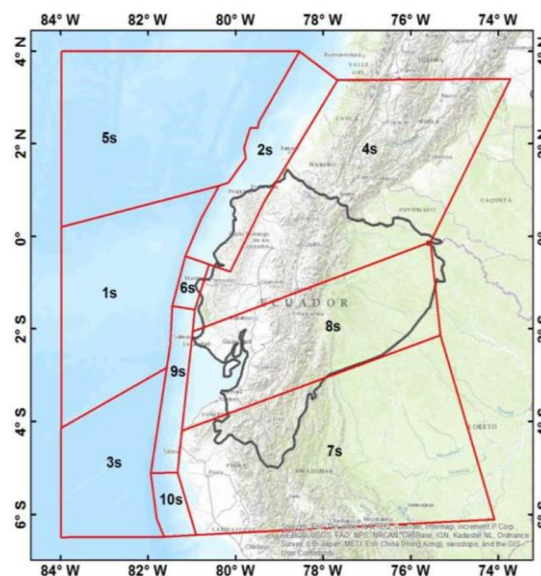


Figura 1.10. Fuentes sísmicas de tipo subducción. Fuente: (Alvarado, 2012)

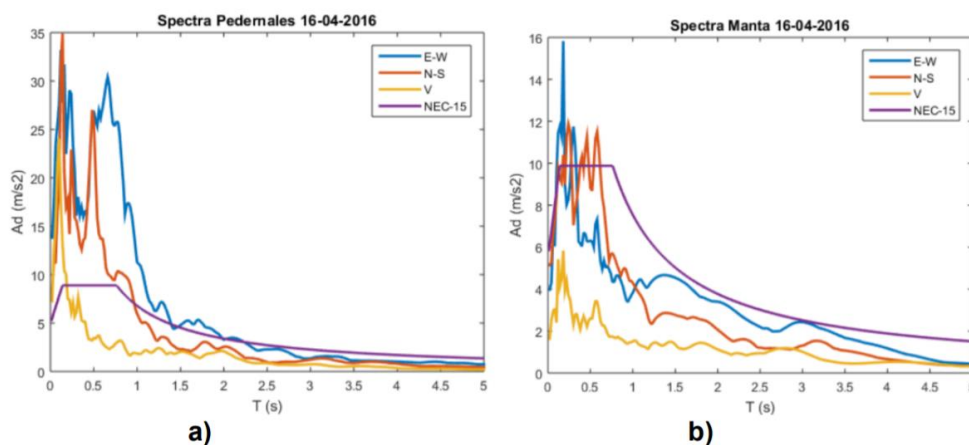


Figura 1.11. Espectros del terremoto Ecuador 2016 y recomendaciones por NEC 2015. a) Pedernales, b) Manta. Fuente: (Aguiar, Rivas Medina, & Iza, 2018)

1.4.8 Factor de seguridad (FS)

El factor de seguridad corregido se calcula con la siguiente ecuación:

$$FS = \frac{CRR}{CSR} MS \quad (1.14)$$

Donde:

- MSF : Factor de escala de acuerdo con la magnitud del sismo, se calcula con la siguiente ecuación:

$$MSF = 10^{2.24} / M_w^{2.56} \quad (1.15)$$

- M_w : Magnitud del sismo de diseño.

La mayoría de los datos usados en el desarrollo de estas correlaciones están asociados a sismos de magnitudes cercanas a 7,5; de forma que las curvas obtenidas representan sismos de esa magnitud (Fernández, Guardado, Herrera, Oliva, & Díaz, 2016).

1.4.9 Método basado en fuerzas (DBF)

El método basado en fuerzas realiza un análisis en el que considera la reducción del daño sísmico de las estructuras mediante factores R de reducción, además de factores que establecen la importancia y el grado de regularidad de la edificación (Ayala Piña, 2015).

En el DBF se establece que la rigidez y la resistencia de la estructura son independientes, mientras que los niveles de ductilidad y sobre resistencia son iguales en las estructuras que pertenezcan a una misma categoría (Ayala Piña, 2015).

1.4.9.1 Procedimiento del método DBF

El método basado en fuerzas inicia su diseño con la selección del sistema estructural a implementar, considerando los diferentes aspectos técnicos, funcionales, económicos, de servicio, constructivos, sísmicos, entre otros. Continúa con el predimensionamiento de los elementos estructurales (columnas, vigas, muros), el cual se basa en la geometría del edificio, materiales, masas y cargas a soportar (Pérez Vargas, 2014).

Como tercer paso, a la estructura se le realiza un modelo elástico, calculando el periodo fundamental de vibración (por cada dirección). Se continua con la obtención de las fuerzas sísmicas de diseño, calculadas de acuerdo con el espectro de aceleraciones, se establecen los desplazamientos producto de las fuerzas sísmicas y se revisa que las derivas cumplan con lo establecido en la normativa.

Las fuerzas de diseño de los elementos se las determina mediante la combinación de los efectos que producen las cargas verticales con las fuerzas sísmicas, divididas para un factor de reducción sísmica denominado "R".

Una vez obtenidas las fuerzas, se procede a realizar el diseño del refuerzo tanto a flexión como a cortante de todos los elementos estructurales. Para que finalmente se establezcan los planos para su posterior construcción (Pérez Vargas, 2014).

Un diagrama de flujo del método se muestra en la Figura 1.12.

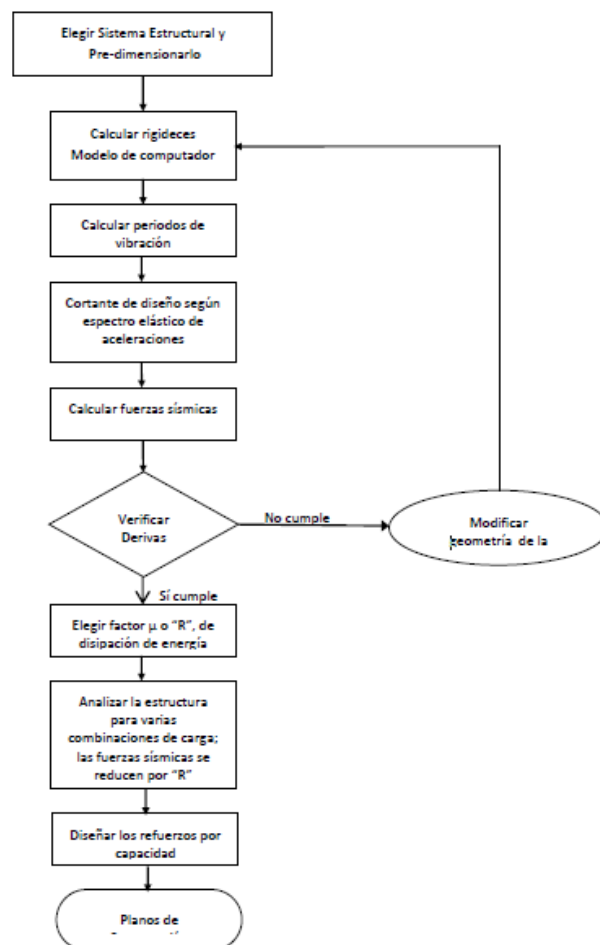


Figura 1.12. Diagrama de Flujo del Método FBD. Fuente: (Pérez Vargas, 2014)

1.4.10 Programas Computacionales Especializados

1.4.10.1 Settle 3D

EL software Settle 3D fue desarrollado por Roccience Inc. y es un programa tridimensional desarrollado para el análisis de asentamiento vertical y consolidación bajo cargas superficiales como cimientos y terraplenes. Este programa de modelado por computadora permite al usuario realizar rápidamente cálculos de asentamiento para condiciones de carga y suelo determinadas (Wang, Papanicolas, & Bobey, 2011).

El asentamiento calculado por el programa es debido al asentamiento inmediato o inicial, la solución debido a la consolidación y la solución secundaria (creep). El asentamiento inmediato es el asentamiento que ocurre inmediatamente después de que se aplica la carga y es elástico lineal, mientras que el asentamiento secundario puede ocurrir con un esfuerzo efectivo constante y, por lo tanto, es independiente de la disipación de agua de poro (Brisbin, 2010).

1.4.11 Técnicas de mejoramiento de suelo

Existen diferentes técnicas para mejorar de la calidad del suelo que van desde la utilización de refuerzos mediante pilotes, columnas de grava, entre otros, hasta la de mejorar las propiedades del suelo mediante métodos como la precarga, vibroflotación, vibrosustitución, compactación directa, entre otros. Varios autores clasifican estos métodos según distintos criterios (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009).

Por consiguiente, se entregan detalles de las siguientes técnicas:

- Pilotes
- Columnas de grava
- Vibroflotación

1.4.11.1 Pilotes

Los pilotes se utilizan para transmitir la carga de una estructura a estratos de mejor capacidad portante. En caso de no existir un estrato competente a una profundidad razonable, se utilizan para transmitir la carga gradualmente al suelo (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009).

1.4.11.1.1 Tipos de pilotes según el material

Dependiendo de las condiciones del subsuelo, la carga, y el nivel de la capa freática, se utilizan los siguientes tipos de pilotes (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009):

Pilotes de acero. - Perfiles de acero a base de tubos o sección H laminados que son hincados en el suelo. Una de las limitaciones es que cuando el suelo es granular de grava densa o roca, se dificulta el hincado por lo que se debe adaptar el pilote (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009).

Pilotes de hormigón. - Pueden ser prefabricados o contruidos in situ. El refuerzo que se utiliza debe ser capaz de resistir la flexión desarrollada durante el levantamiento (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009).

Pilotes de madera. - Son troncos de árboles a los que se ha quitado las ramas y la corteza (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009).

Pilotes compuestos. - Formados por materiales diferentes (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009).

1.4.11.1.2 Tipos de pilotes según la transferencia de carga

Estos se dividen en dos tipos:

Pilotes de punta. - Si a una profundidad razonable existe un estrato competente, la capacidad última del pilote depende completamente de la capacidad de carga de ese estrato (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009).

Pilotes de fricción. - Cuando el estrato competente se encuentra muy profundo, los pilotes se ubican a través del material blando. En este caso la carga será tomada por la fricción lateral superficial desarrollada lateralmente en el pilote, causada por la resistencia cortante entre el suelo y pilote (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009).

1.4.11.2 Columnas de grava

Las columnas de grava también conocidas como vibrosustitución son una técnica de mejoramiento de suelos mediante el aporte de gravas al terreno en un pozo producido por vibración, y se utiliza para mejorar suelos muy blandos a medios (arenas limosas, limos, limos arcillosos, arcillas, rellenos heterogéneos, etc.).

Para la construcción de las columnas se introduce al suelo un vibrador que incorpora aire a presión o un chorro de agua a presión en la punta al suelo, para facilitar el avance del dispositivo. Cuando se alcanza la profundidad requerida, cesa la inyección de aire (o agua) y se comienza el llenado del pozo con grava (2 – 80 mm) como se muestra en la Figura 1.13.

Se tiene como resultado un relleno densificado, donde se forma una columna de grava en cada punto tratado. Las columnas de grava actúan también como drenes verticales, puesto que permiten y aceleran el drenaje del suelo coherente, mejorando su resistencia (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009).

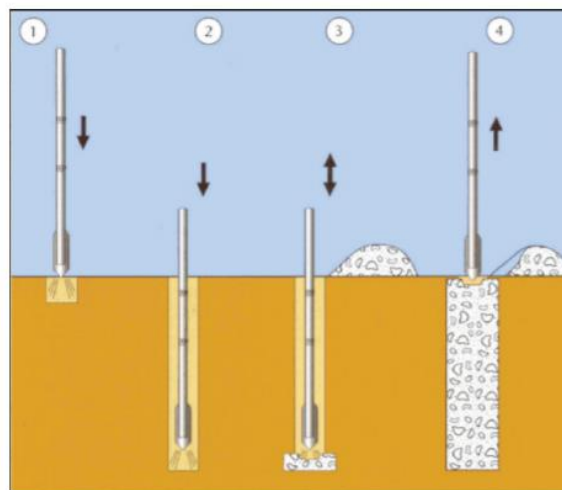


Figura 1.13. Secuencia constructiva de columnas de grava: (1) Inyección de vibrador (2) Alcance de profundidad requerida (3) Aporte de grava, movimiento escalonado (4) Extracción del vibrador. Fuente: (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009)

El análisis del proceso de consolidación para el suelo a mejorar con columnas de grava se basa en la Teoría de la consolidación unidimensional de Terzaghi [1925], y en la

formulación para un drenaje radial puro según Barron [1948]. Se empleada la expresión de Castillo [1942], donde (Henríquez, Pedrals, & Valdés, 2009):

$$1 - U_t = (1 - U_r)(1 - U_v) \quad (1.16)$$

Donde:

- U_t : Grado de consolidación total para un tiempo t
- U_r : Grado de consolidación radial para un tiempo t
- U_v : Grado de consolidación vertical para un tiempo t
- U_t se determina con el factor tiempo T_v , que es el porcentaje del tiempo total que se ha consumido para lograr el asiento con solo drenaje vertical. Se lo obtiene por medio de la siguiente ecuación.

$$T_v = \frac{C_v t}{\left(\frac{H}{n}\right)^2} \quad (1.17)$$

Donde

- C_v es el coeficiente de consolidación vertical (m^2/s) y $\left(\frac{H}{n}\right)$ corresponde a la distancia máxima que tiene que recorrer el agua (donde $n=1$, para drenaje simple y $n=2$ para drenaje doble) y t es el tiempo transcurrido.
- El grado de consolidación vertical U_v se calcula con el valor de T_v .
- Para $U_v = 0 - 60\%$

$$T_v = \frac{\pi}{4} \left(\frac{U_v\%}{100}\right)^2 \quad (1.18)$$

- Para $U_v > 60\%$

$$T_v = 1.781 - 0.933 \cdot \log(100 - U_v\%) \quad (1.19)$$

1.4.11.3 Vibroflotación

Es un método de mejora basado en la densificación del terreno, consiste en introducir un vibrador al terreno, penetrando hasta la profundidad requerida, por peso propio y las vibraciones; de ser requerido, se utiliza agua a presión lanzada. Las vibraciones se transmiten al suelo donde provocan un movimiento vibratorio, primariamente horizontal, de una frecuencia igual a la del vibrador y con una amplitud variable con la potencia y distancia de este.

El vibrador cuelga de una grúa donde se encuentra alojado en un tubo de 30 a 40 cm de diámetro. Anexo a la vibración, su efecto se refuerza mediante aletas en la punta y la inyección de agua con alto caudal (hasta 30 litros por segundo) y una presión máxima de 10 bares. (Henríquez Pantaleón, 2007).

Un esquema de ejecución de este método se muestra en la Figura 1.14.

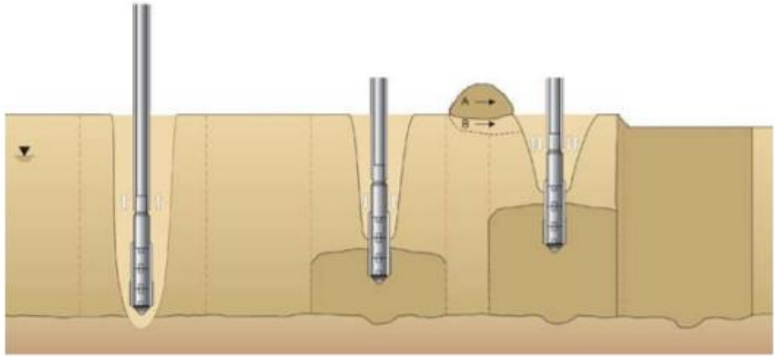
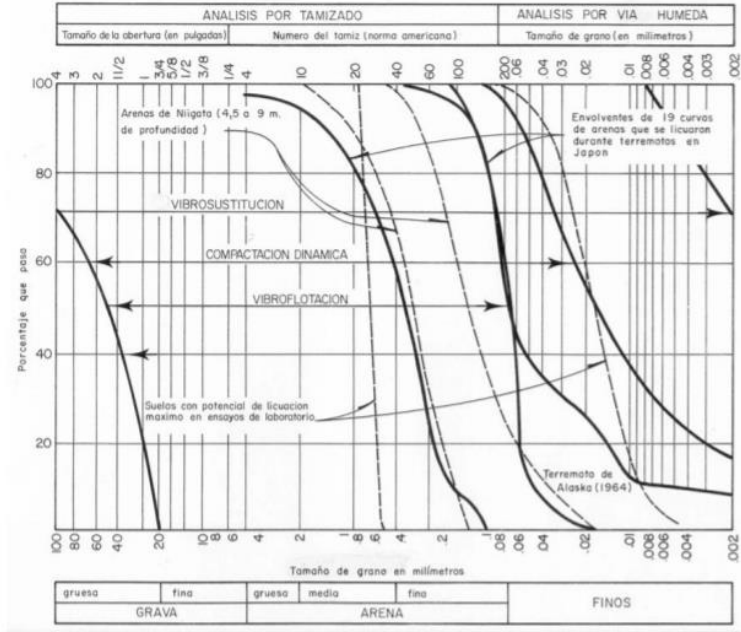


Figura 1.14. Esquema de ejecución de la vibroflotación. Fuente: (Henríquez Pantaleón, 2007)

Este tratamiento es efectivo para suelos con un contenido de finos Inferiores al 10 – 15 % indicado en la Figura 1.15 y la profundidad del tratamiento puede llegar a ser hasta 20 m.



1.4.12 Separación entre estructuras adyacentes

Para determinar la distancia mínima de separación entre elementos estructurales, se debe verificar si los sistemas de entrepiso de cada una de las partes separadas se encuentran a la misma cota de altura (NEC , 2015).

- En caso de no coincidir, la distancia mínima de separación de las estructuras será el promedio de los valores absolutos de desplazamientos máximos horizontales inelásticos Δ_M para cada una de las partes de la estructura que se desee actúen separadamente.
- En caso de coincidir las cotas de los entrepisos, la separación mínima de las estructuras debe ser la mitad del valor absoluto de desplazamiento máximo horizontal inelástico Δ_M de una de las partes, el más desfavorable.

Se establecen separaciones mínimas entre estructuras para evitar el golpeteo que pueda darse entre estructuras adyacentes o entre partes de la estructura debido a las deformaciones laterales. Se considera como efecto desfavorable cuando no coinciden las cotas de los sistemas de entrepisos de las partes separadas intencionalmente o de las estructuras adyacentes.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Campaña de exploración geotécnica

Para el desarrollo de la investigación se estableció una campaña de exploración geotécnica que consistió en tres etapas:

1. Trabajos de campo mediante la ejecución de sondeos SPT con recuperación de muestras alteradas.
2. Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.
3. Análisis de las propiedades geomecánicas del suelo.

2.1.1 Trabajo de campo

De acuerdo con lo establecido en el capítulo de geotecnia y cimentaciones de la NEC 2015 se procedió a categorizar el tipo de construcción a realizar utilizando lo descrito en la Tabla 2.2, con el fin de obtener el número mínimo de sondeos y profundidad a ejecutar en obra.

Tabla 2.2. Clasificación de las unidades de construcción por categorías. Fuente: (NEC , 2015)

Clasificación	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4 000
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4 001 y 8 000
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8 000

Tabla 2.3. Número mínimo de sondeos y profundidad por unidad de construcción.

Fuente: (NEC , 2015)

CATEGORÍA DE LA UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN (Véase en la sección 2.5)			
Baja	Media	Alta	Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m.	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m.	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m.	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m.
Número mínimo de sondeos: 3	Número mínimo de sondeos: 4	Número mínimo de sondeos: 4	Número mínimo de sondeos: 5

Al ser una construcción tipo “media” (7 niveles) la norma ecuatoriana de la construcción según la Tabla 2.3 establece que se deben realizar al menos 4 sondeos de profundidad mínima de 15 m, por lo que se procedió a realizar lo siguiente:

- Ejecutar cuatro (4) perforaciones o sondeos mecánicos en el área de estudio, de 6, 21.5, 14 y 17 metros de profundidad o hasta alcanzar el estrato resistente.
- Registrar el nivel freático en caso de encontrarlo.

La ubicación de los sondeos se la determinó de tal forma que permita obtener información geográfica del subsuelo presente en el sitio de estudio. Fue establecida mediante la utilización de un GPS marca Garmin. La siguiente Figura 2.16 muestra la ubicación de los sondeos.



Figura 2.16. Ubicación de los sondeos realizados. Fuente: Google Earth

Las coordenadas proyectadas UTM (con sistema de referencia WGS84) de las perforaciones realizadas se muestran en la siguiente Tabla 2.4:

Tabla 2.4. Coordenadas UTM de los sondeos realizados. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

SONDEO	COORDENADAS UTM			NIVEL FREÁTICO (m)	PROFUNDIDAD (m)
	ZONA	NORTE	ESTE		
S1	17 M	9748976 N	508447 E	3.80	6.0
S2	17 M	9748971 N	508432 E	3.50	17.0
S3	17 M	9748982 N	508463 E	3.80	14.0
S4	17 M	9748978 N	508445 E	3.60	21.5

Las perforaciones se las realizaron por el método de percusión y lavado. Se recuperaron muestras alteradas de suelo a cada metro de profundidad, mediante un muestreador tipo cuchara partida.

2.1.2 Estudios de suelos en laboratorio

Las muestras recuperadas de las perforaciones fueron ensayadas en el laboratorio de suelos cumpliendo con los procedimientos y especificaciones técnicas establecidas en las Normas ASTM (American Society for Testing and Materials). Los ensayos realizados fueron:

- Contenido de humedad del suelo – ASTM D - 2216.
- Determinación del material inferior a 75 um en suelos por lavado – ASTM D - 1140.
- Límites de Atterberg – ASTM D-4318
 - Límite líquido
 - Límite plástico
 - Índice de plasticidad

Mediante los ensayos realizados se determinaron las propiedades físicas y geomecánicas del suelo, lo que permitió realizar columnas estratigráficas del suelo para cada sondeo.

2.1.3 Análisis de las propiedades geomecánicas del suelo

Una vez realizados los sondeos mecánicos y ensayos de laboratorio, se procedió a realizar el análisis de las propiedades físicas y geomecánicas del suelo, estableciendo una secuencia estratigráfica en donde describió el perfil del material encontrado en el sitio de estudio.

Además, se procedió a realizar el cálculo de la resistencia al esfuerzo cortante en suelos granulares, como es el ángulo de fricción interna (ϕ), mediante el uso de correlaciones en función del número de golpes N_{60} del ensayo SPT, por medio del método establecido por Peck en 1974, el cual emplea la siguiente ecuación:

$$\phi = 27.1 + 0.3N_{60} - 0.00054 * (N_{60})^2 \quad (2.20)$$

Las muestras alteradas que se extrajeron por medio del muestreador tipo cuchara partida se utilizaron para emplear correlaciones empíricas propuestas por Hettiarachchi y Brown en 2009, en base al número de golpes N_{60} del ensayo SPT, para la determinación de la resistencia al corte no drenado (S_u), por medio de la siguiente ecuación:

$$S_u = 4.1 * N_{60} \quad [\text{kPa}] \quad (2.21)$$

2.2 Consideraciones sísmicas

La provincia de Santa Elena se encuentra ubicada en una zona altamente sísmica como se indica en la Figura 2.17, por lo cual la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015) en el capítulo NEC-SE-DS: Peligro Sísmico – Diseño Sismo Resistente, presenta una clasificación del suelo de acuerdo con las propiedades y ubicación del suelo en estudio. Según lo establecido en la tabla 19: “Poblaciones Ecuatorianas y Valor del Factor Z” de la NEC 2015, se obtuvo el factor de diseño Z para el cantón Salinas, provincia de Santa Elena.

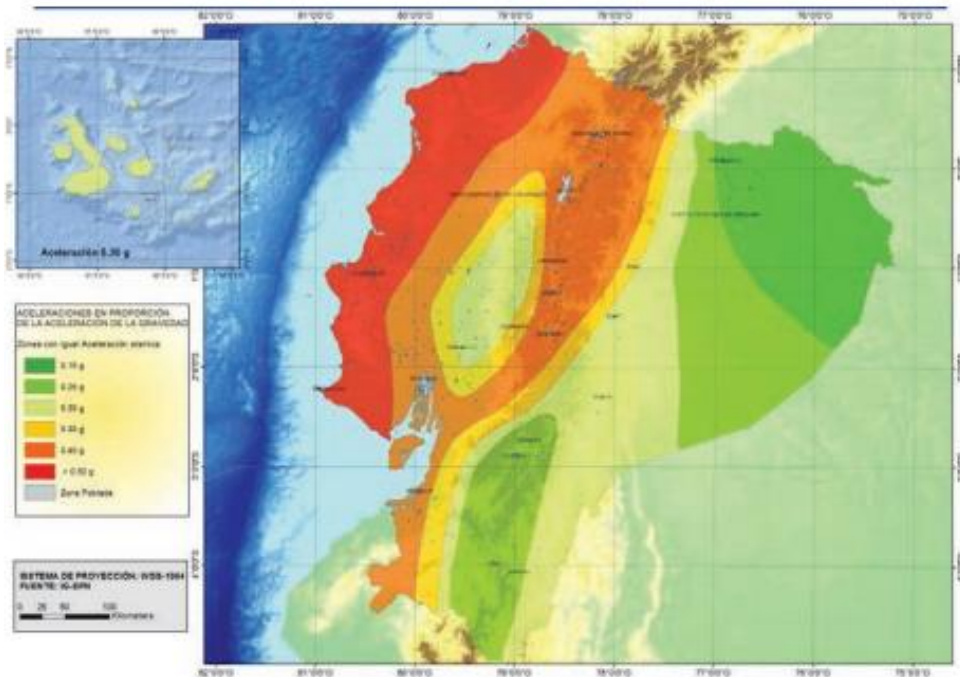


Figura 2.17. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. Fuente: (NEC , 2015)

Con el Factor Z en función de la zona sísmica adoptada se procedió a realizar la caracterización del peligro sísmico presente en la zona del proyecto, mediante la siguiente Tabla 2.5:

Tabla 2.5. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada. Fuente: (NEC , 2015)

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

2.3 Análisis de licuefacción de suelos

Una vez caracterizado el suelo, se estableció la susceptibilidad a la licuefacción, por lo cual se consideró realizar un análisis preliminar o análisis de susceptibilidad por medio de métodos determinísticos basados en la comparación de lugares donde han ocurrido o no el fenómeno de licuefacción durante los sismos.

El método se basa en los datos obtenidos del ensayo de penetración estándar (SPT). La relación de resistencia cíclica (CRR) es fundamentada en base al número de golpes N_{60} , y al esfuerzo efectivo de sobre carga $(N_1)_{60}$ lo cual se lo corrige en función del contenido de finos.

La relación al esfuerzo cíclico (CSR) se la calculó mediante la aceleración horizontal máxima del suelo (a_{max}) junto con varios factores de ajuste. La participación de masa de corte no lineal (r_d), magnitud del sismo (DWF_M) y esfuerzo de confinamiento efectivo en kilogramos (kg).

Este análisis se lo realizó por medio del software Settle 3D de Rocscience, en el cual se modeló el perfil del suelo encontrado por medio de la campaña de exploración geotécnica, con el fin de obtener un factor de seguridad (FS) mayor a 1.4, el cual garantice la estabilidad del suelo.

2.4 Clasificación del suelo

La Norma Ecuatoriana de la construcción clasifica a los suelos en seis tipos de perfil como se indica en la Tabla 2.6, según los parámetros correspondientes a los 30 metros por debajo del nivel de la superficie, ya sea por la velocidad de la onda de corte (V_s) o por el número de golpes del ensayo SPT.

A pesar de que la campaña de exploración geotécnica no se realizó hasta los 30 m de profundidad, se procedió a categorizar el suelo de manera tentativa, mediante el uso de la siguiente tabla:

Tabla 2.6. Clasificación de los perfiles de suelo. Fuente: (NEC , 2015)

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente.	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media.	1500 m/s $> V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s $> V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios.	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s $> V_s \geq 180$ m/s

	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones.	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas.	$IP > 20$, $w \geq 40\%$, $S_u < 50 \text{ kPa}$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.		

2.5 Formulación, descripción de alternativas para cimentaciones

El diseño de las cimentaciones se lo realizó de tal forma que pueda soportar las cargas aplicadas por la estructura, cumpliendo los estados límites de resistencia y servicio establecidos en la NEC 2015. Para esto se consideró un perfil de suelo que represente al suelo in situ, realizando una estratigrafía general que recopile los principales parámetros geotécnicos obtenidos de los sondeos realizados.

Con el fin de mitigar los posibles daños producto del fenómeno de licuefacción, se consideró realizar dos alternativas para la cimentación de la estructura. Estas fueron Pilas de agregado apisonado (columnas de grava) y Cimentación profunda (pilotes prebarrenados).

Las columnas de grava se las consideró de 50 cm de diámetro separadas 2 metros entre ellas y con una profundidad de 8.5 m y un relleno de 1.5 m.

Los pilotes prebarrenados se los consideró con una profundidad de 20 m, hasta encontrar el estrato de suelo resistente.

Para la selección de la alternativa más óptima se consideró las siguientes restricciones:

- Aspecto técnico: Desde el aspecto técnico se considera la solución que permita transmitir las cargas de manera uniforme, minimizando los asentamientos.

- Aspecto económico: Se considera el tipo de solución geotécnica que sea viable y económicamente rentable para el cliente, sin descuidar los aspectos técnicos y seguridad de la edificación.
- Aspecto ambiental: Se considera la mitigación de los impactos ambientales, mediante procesos constructivos ambientalmente amigables.

2.6 Diseño arquitectónico

La empresa cliente Geocimientos S.A. proporcionó el diseño arquitectónico del edificio de siete niveles, el cual se establece sobre un área de 792 m². Los seis primeros niveles se consideraron para apartamentos, mientras que el último se destinó para área social, además cuenta con un bloque adjunto de 4 niveles, los cuales están formados por departamentos (tres primeros niveles) y área social (cuarto nivel). Las siguientes Figura 2.18 y Figura 2.19 muestran las diferentes vistas del edificio.

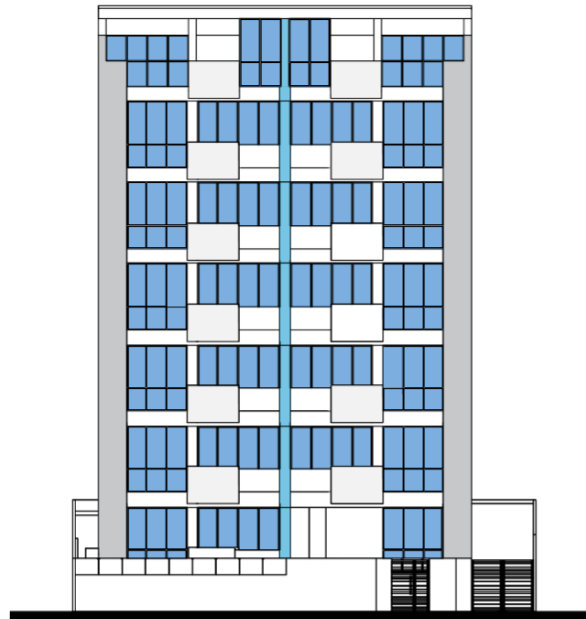


Figura 2.18. Fachada frontal del edificio. Fuente: Geocimientos S.A. 2019



Figura 2.19. Fachada posterior del edificio. Fuente: Geocimientos S.A. 2019

2.7 Predimensionamiento estructural

De acuerdo con la propuesta arquitectónica se realizaron pórticos de concreto resistente a momento (PCRM) siguiendo las especificaciones de la NEC 2015 obteniéndose las secciones especificadas en la siguiente Tabla 2.7.

Tabla 2.7. Predimensionamiento de elementos estructurales. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

BLOQUES	PISOS	ELEMENTOS	DIMENSIONES	
			Eje X	Eje Y
BLOQUE A	1-4	Vigas	30x45	30x50
	5-6		30x45	30x45
	Cubierta		20x40	20x40
	1-4	Columnas	40x60	
	5-6		40x50	
	Cubierta		30x30	
BLOQUE B	1-2	Vigas	20x40	20x40
	3		20x40	20x40
	Cubierta		20x40	20x40
	1-2	Columnas	30x50	
	3		30x40	
	Cubierta		30x40	

2.8 Diseño de pavimento – adoquín

Para el parqueadero del condominio se realizó un diseño de pavimento mediante el uso de adoquines. Se implementó el método desarrollado por el Ingeniero Civil Ernersto Giron Wetien, en donde toma como factores principales el valor soportante del suelo (CBR), el índice de grupo, el tráfico y un factor de drenaje. (Guashpa & Salazar, 2017). Se emplea la siguiente ecuación:

$$Tsb = \left\{ \left(\frac{2Tc + Tg}{3} \right) - (S + B + L) \right\} * Fd \quad (2.22)$$

Donde:

Tsb: Espesor de la subbase

Tc: Espesor total del pavimento indicado por el método de CBR.

Tg: Espesor total del pavimento por el método del índice de grupo.

S: Espesor de la capa de rodadura

B: Espesor de la base

L: Espesor de la cama de asiento

Fd: Factor de incremento de espesores por mal drenaje

Considera lo siguiente:

2.8.1 Tráfico

Considera el conteo de vehículos con su respectiva carga según se indica en la siguiente Tabla 2.8.

Tabla 2.8. Carga de diseño. Fuente: (Girón Wetjen, 1976)

TIPO DE TRÁNSITO	TRÁNSITO TOTAL DURANTE 24 HORAS			CARGA DE DISEÑO (LB/RUEDA)
	TOTAL DE VEHÍCULOS	CAMIONES AUTOBUSES	CAMIONES PESADOS	
Pesado	3000 min	700 min	150 min	140000
Mediano	1000-3000	250-700	50-150	120000
Liviano	1000 máx.	250 máx	50 máx.	10000

2.8.2 Capa de rodadura

Es la capa formada por los adoquines, la cual depende del tipo de tráfico que se tenga como se indica en la siguiente Tabla 2.9.

Tabla 2.9. Espesores mínimos recomendados para capas de rodaduras de adoquín (Girón Wetjen, 1976)

CLASIFICACIÓN DEL TRÁFICO	ESPESOR DEL ADOQUÍN	RECOMENDACIONES
Pesado	12 cm	Autopista de tráfico intenso calles de tráfico de autobuses y camiones Aeropuertos Patios para maquinaria pesada Patios para vehículos militares Patios industriales
Mediano	10 cm	Autopistas para tráfico moderado con calles tráfico de vehículo de carga liviana caminos vecinales con tráfico pesado escaso.
Liviano	8 cm	Parqueos para tráfico livianos Estaciones de servicio y gasolinera Calles secundarias de colonias y lotificaciones Calles en pequeños poblados Accesos a residencias Parqueos en centros comerciales
Otros	5 cm	Aceras para peatones Calles para bicicletas y motocicletas Veredas en parques, zoológicos, etc.

2.8.3 Cama de asiento

Se lo establece de acuerdo con las especificaciones del MOP-001-F 2002 la cama de asiento debe ser de 3 a 5 cm.

2.8.4 Capa de la base

Es considerado en función del tráfico analizado, generalmente se tiene un espesor uniforme en toda el área del proyecto, los espesores mínimos recomendados para capa

base se indican en la Tabla 2.10 así como el porcentaje de pasante para capas base en la Tabla 2.11.

Tabla 2.10. Espesores mínimos recomendados para capas de base. Fuente: (Girón Wetjen, 1976)

TRÁFICO	GRANULOMETRÍA AASHO	ESPESOR MÍNIMO (cm)	CBR DE 55 GOLPES MÍNIMO (%) AASHO T-193	LÍMITE LIQUIDO MÁXIMO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD MÁXIMO
Pesado	Cols. A o B	20	90	25	6
Mediano	Cols. A, B, C o D	18	75	25	7
Liviano	Cols. A, B, C, D, E o F	15	60	27	8

Tabla 2.11. Porcentaje de pasante para capas de base. Fuente: (Girón Wetjen, 1976)

No. DE TAMIZ	% PASANTE					
	TIPO A	TIPO B	TIPO C	TIPO D	TIPO E	TIPO F
2"	100	100	-	-	-	-
1"	-	75 - 95	100	100	100	100
3/8"	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100	-	-
No. 4	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
No. 10	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
No. 40	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
No. 200	2 - 8	5 - 20	5 - 15	10 - 25	6 - 20	8 - 25

2.8.5 Capa de subbase

El espesor de la subbase es calculado mediante la ecuación antes mencionada, en donde se consideran los ábacos indicados en la Figura 2.20 y Figura 2.21:

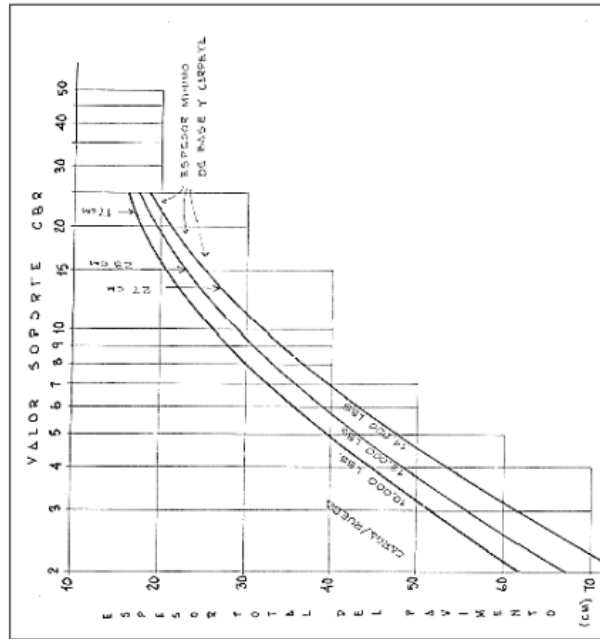


Figura 2.20. Espesor del pavimento según el método CBR. Fuente: (Girón Wetjen, 1976)

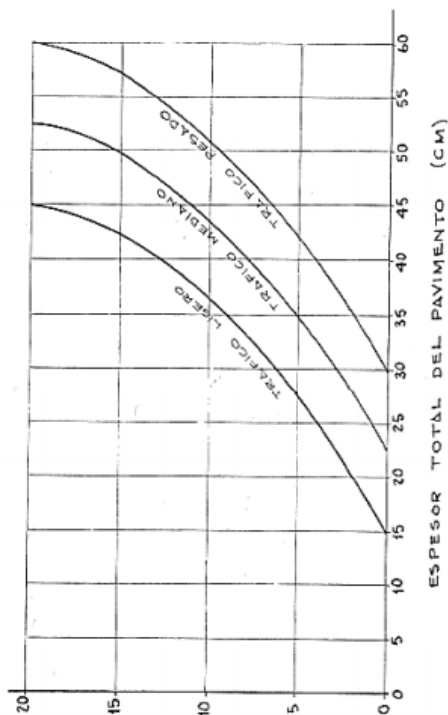


Figura 2.21. Espesor del pavimento según el índice de grupo. (Girón Wetjen, 1976)

2.9 Diseño

El diseño realizado se basó en las especificaciones sísmo resistentes establecidos en la NEC 2015 en los capítulos NEC-SE-DS de carga sísmica y diseño sísmo resistente con lo que se procedió a realizar un modelamiento y análisis estructural.

2.10 Planos

Una vez completado los diseños estructurales de la edificación, se procedió a realizar los planos estructurales, en donde se muestran los detallamientos, medidas y especificaciones técnicas de los elementos.

2.11 Estudio Ambiental

Se realizó una búsqueda del tipo de proceso ambiental a implementar, por medio del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) indicado en la Figura 2.22, en donde se determinó que se requiere de un Certificado Ambiental, para lo cual se debe considerar la Guía de Buenas Prácticas Ambientales.

Código	MAE-RA-2019-454598
Fecha de registro	18/12/2019
Proponente	ANDRADE LLORENTE SILVIA LEONOR
Ente responsable	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTA ELENA

Figura 2.22. Proceso del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA). Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Por medio del SUIA se obtuvo el mapa de intersección de áreas protegidas, que corrobora que el proyecto no se encuentra dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal del Estado (PFE), Boques y Vegetación Protectora (BVP).

2.12 Presupuesto

Se realizó el presupuesto mediante el uso de un Análisis de Precios Unitarios (APUs) de cada uno de los rubros involucrados en la construcción de la obra, en donde se incluye una memoria de respaldo de cantidades utilizadas, además del cronograma valorado de ejecución del proyecto.

CAPÍTULO 3

3. Resultados y análisis

3.1 Campaña de exploración geotécnica

3.1.1 Análisis de las propiedades geomecánicas de los suelos

En los sondeos realizados el nivel freático (NF), fue encontrado a los 3.50, 3.60 y 3.80 metros de profundidad a partir del nivel actual del terreno. Se debe considerar que las perforaciones se realizaron en el mes de septiembre, el cual es considerado época “seca” de la región.

Con los datos obtenidos de la fase de campo y laboratorio se elaboró un perfil estratigráfico que represente el suelo in situ.

En el sondeo 1 (S1), se encontró un estrato de 1 m de espesor de arena mal graduada (SP), de compacidad suelta y color gris claro. Presenta las siguientes propiedades geomecánicas: humedad natural (w) de 1%, pasante del tamiz No. 200 de 3% y con 5 golpes (N_{60}) del ensayo SPT. En los sondeos restantes, se tiene superficialmente un estrato de arena mal graduada con limo (SP SM), de 1 a 2 m de espesor, de compacidad suelta a media y color café amarillento, de humedad natural (w) de 1% a 8%, pasante del tamiz No. 200 de 8% a 12% y de 5 a 16 golpes (N_{60}) del ensayo SPT.

Debajo, en el S1 existe arena mal graduada con limo (SP SM), de compacidad media y color gris oscuro, de 12% de humedad natural (w), 7% pasante del tamiz No. 200 y 11 golpes (N_{60}) del ensayo SPT. Mientras que en el S2 se encontró arena mal graduada (SP), de compacidad suelta y color gris, su humedad natural varía de 10% a 16%, el pasante del tamiz No. 200 entre 4% y 5% y 8 a 14 golpes (N_{60}) del ensayo SPT. Finalmente, en el S3 presentó arena limosa (SM), de compacidad media y color café claro, de 15% de humedad natural (w), 14% del pasante del tamiz No. 200 y 15 golpes (N_{60}) del ensayo SPT.

De 3 a 4 m de profundidad en el S2, se encontró arena limosa (SM), de compacidad muy densa y color gris claro, con las siguientes propiedades geomecánicas: humedad natural de 12%, pasante del tamiz No. 200 de 13% y 50 golpes (N_{60}) del ensayo SPT en 6 cm. Debajo se tiene arena mal graduada con limo (SP SM) de compacidad muy densa y color gris amarillento, con 19% de humedad natural (w), 9% de pasante del tamiz No. 200 y 50 golpes (N_{60}) del ensayo SPT.

Seguido, existe arena mal graduada con limo (SP SM), de compacidad media y de color gris, con las siguientes propiedades geomecánicas: humedad natural (w) de 12% a 27%, pasante del tamiz No. 200 de 6% a 10% y con 21 a 27 golpes (N_{60}) del ensayo SPT. Luego, se tiene arena mal graduada (SP), de compacidad media y color gris, de 15% de humedad natural (w), 2% pasante del tamiz No. 200 y 22 golpes (N_{60}) del ensayo SPT.

Continúa con arena mal graduada (SP SM) de compacidad media y color gris oscuro con humedad natural de 25% a 26%, pasante del tamiz No. 200 de 7% a 9% y 18 a 21 golpes (N_{60}) del ensayo SPT. Al finalizar el sondeo 3, de 13 a 14 m de profundidad, se encontró arena limosa (SM) de compacidad media y color gris oscuro, de 25% de humedad natural (w), 2 % de índice de plasticidad, 31% pasante del tamiz No. 200 y 12 golpes (N_{60}) del ensayo SPT.

El sondeo 2 se continuó hasta los 17 m de profundidad, en donde se encontró un estrato de arcilla limosa arenosa (CL ML) de 1 m de espesor, de consistencia muy rígida y color gris verdoso, con 22% de humedad natural (w), 6% de índice plástico, 52% pasante del tamiz No. 200 y 26 golpes (N_{60}) del ensayo SPT. Seguido se obtuvo arcilla de baja plasticidad (CL), de consistencia dura y color gris amarillento, sus propiedades geomecánicas son: humedad natural (w) de 23%, índice de plasticidad de 25%, pasante del tamiz No. 200 del 94% y 32 golpes (N_{60}) del ensayo SPT.

Luego, se identificó arcilla de alta plasticidad (CH), de consistencia muy rígida a dura, presenta las siguientes propiedades geomecánicas: Humedad natural (w) de 25% a 28%, índice plástico de 30% a 38%, pasante del tamiz No. 200 de 91% a 96% y con 22 a 35 golpes (N_{60}) del ensayo SPT.

Debajo, existe residual de roca arcillolita, arcilla de baja plasticidad (CL) de consistencia dura. Su humedad natural (w) varía de 22% a 26%, el índice de plasticidad entre 27% a 29%, pasante del tamiz No. 200 de 92% al 99% y con valores de 32 a 75 golpes (N₆₀) del ensayo SPT.

Finalmente, en el S4, se encontró residual de roca arcillolita, arcilla de alta plasticidad (CH), residual de roca, de consistencia dura y color gris oscuro. Sus propiedades geomecánicas son: Humedad natural (w) de 23%, índice plástico 36%, pasante del tamiz No. 200 de 86% y con valores de 88 golpes (N₆₀) del ensayo SPT.

En la siguiente Figura 3.23 se muestra el perfil estratigráfico.

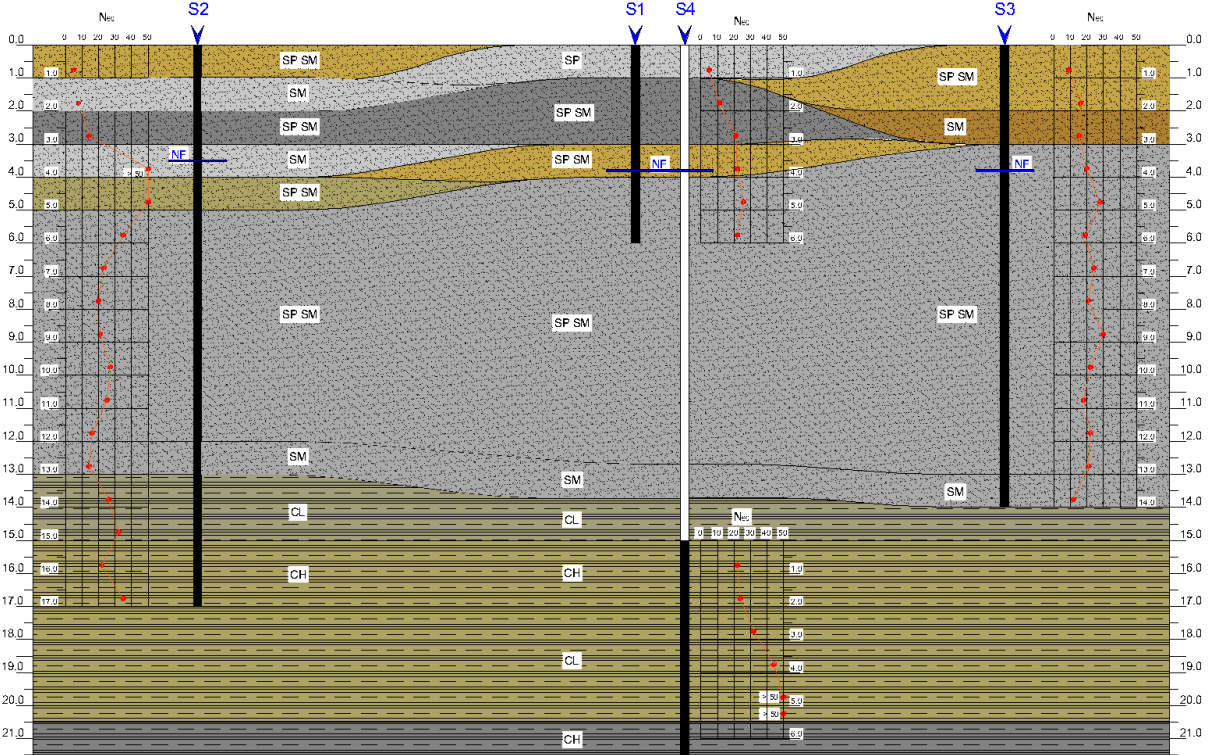


Figura 3.23. Perfil estratigráfico del suelo in situ. Fuente: Geocimientos S.A. 2019

Mediante la ecuación 2.21 se calculó la resistencia al corte no drenado (Su), obteniéndose valores entre 2.09 y 20.9 T/m², es decir 20.5 y 205 kPa. En la siguiente Figura 3.24 se presenta un cuadro comparativo de la variación los principales parámetros con la profundidad de exploración.

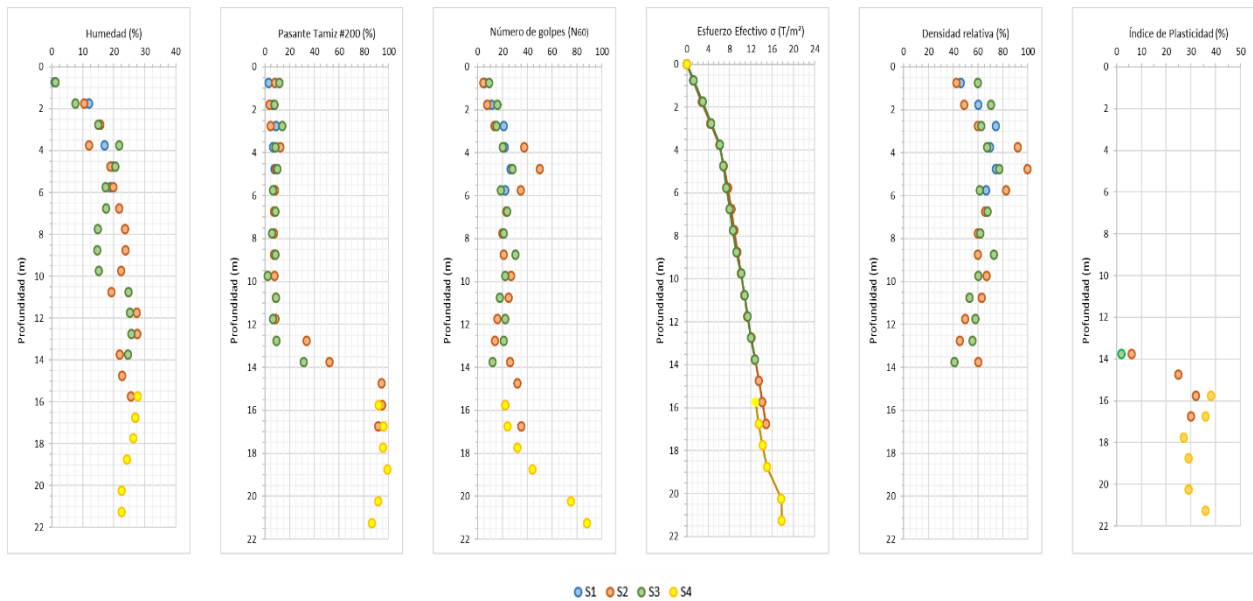


Figura 3.24. Cuadros de caracterización geotécnica. Fuente: Geocimientos S.A. 2019

3.1.2 Consideraciones sísmicas

El presente proyecto se desarrollará en el cantón Salinas, provincia de Santa Elena, por lo cual de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción se procedió a caracterizarla en la zona sísmica VI, es decir presenta un peligro sísmico denominado “Muy Alta”, con un factor de zona $Z=0.50g$.

3.1.3 Análisis de licuefacción

En el análisis de licuefacción se consideraron los sondeos 2 y 3 como se indica en la Figura 3.25 y Figura 3.26, en donde se implementó el software Settle 3D de Rocscienc, ingresando valores de $a_{max}=0.50$ y magnitud de sismo $M_w=7.5$, obteniéndose FS menores a 1.0 en los estratos de arena mal graduada con limo, presentes de 5 a 14 metros de profundidad, con lo que se estableció que existe una gran vulnerabilidad al fenómeno de licuefacción. Lo que provocaría asentamientos de aproximadamente 13 cm como se muestra en la Figura 3.27 y Figura 3.28.

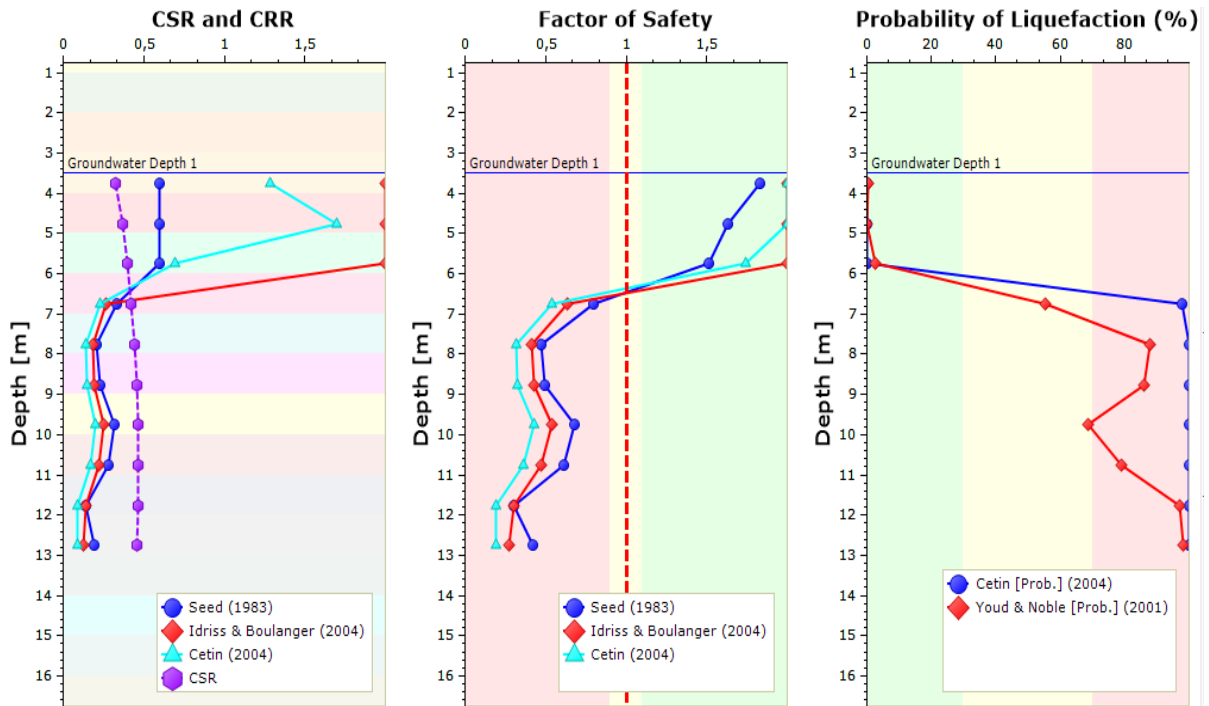


Figura 3.25. Resultados del análisis de licuefacción del sondeo 2 (Settle 3D). Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

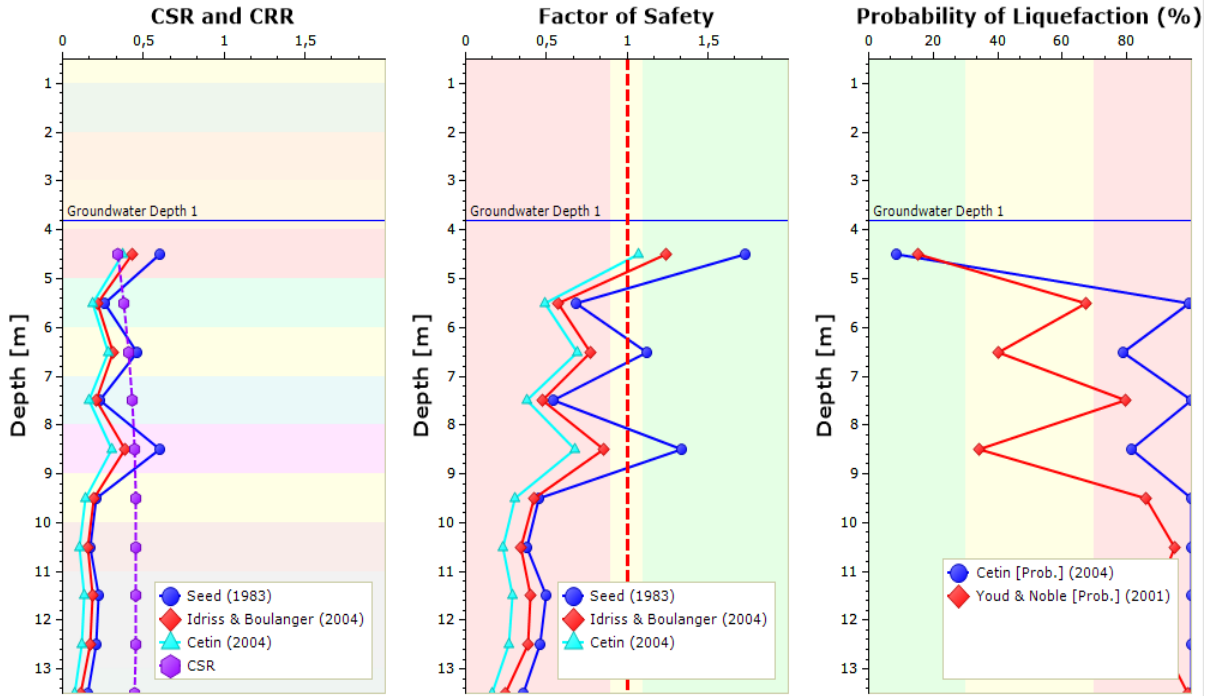


Figura 3.26. Resultados del análisis de licuefacción del sondeo 3 (Settle 3D). Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

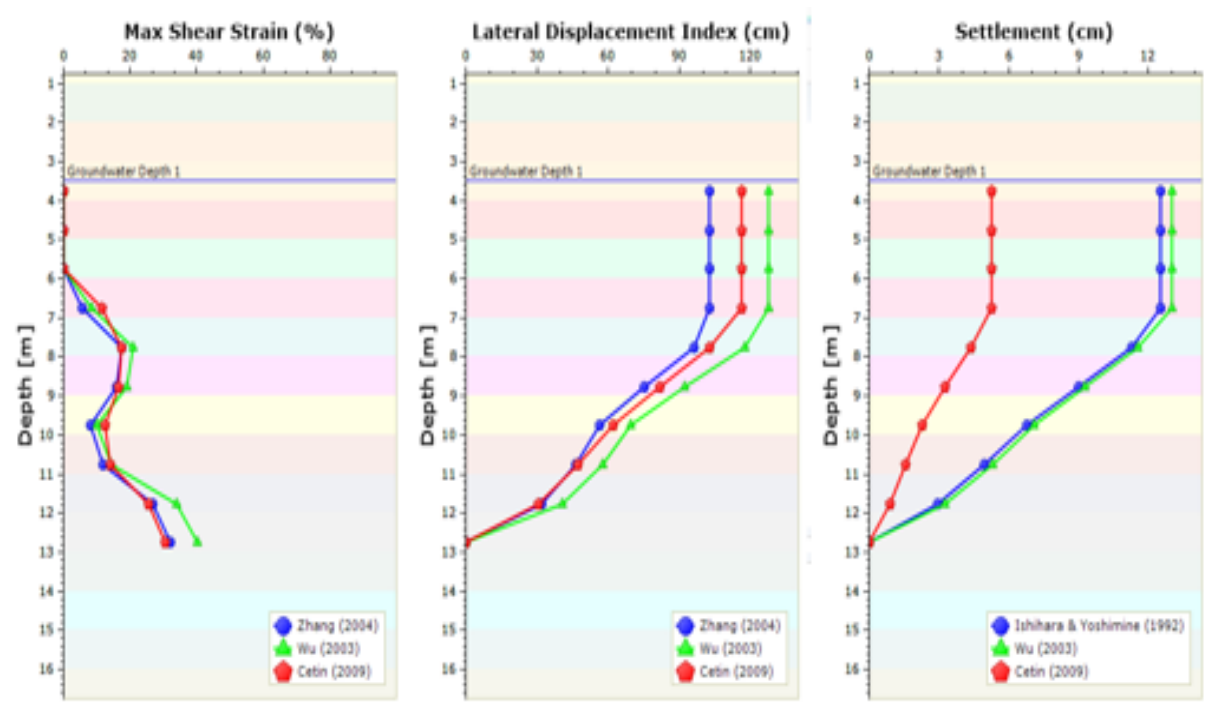


Figura 3.27. Asentamientos del análisis de licuefacción del sondeo 2 (Settle 3D). Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

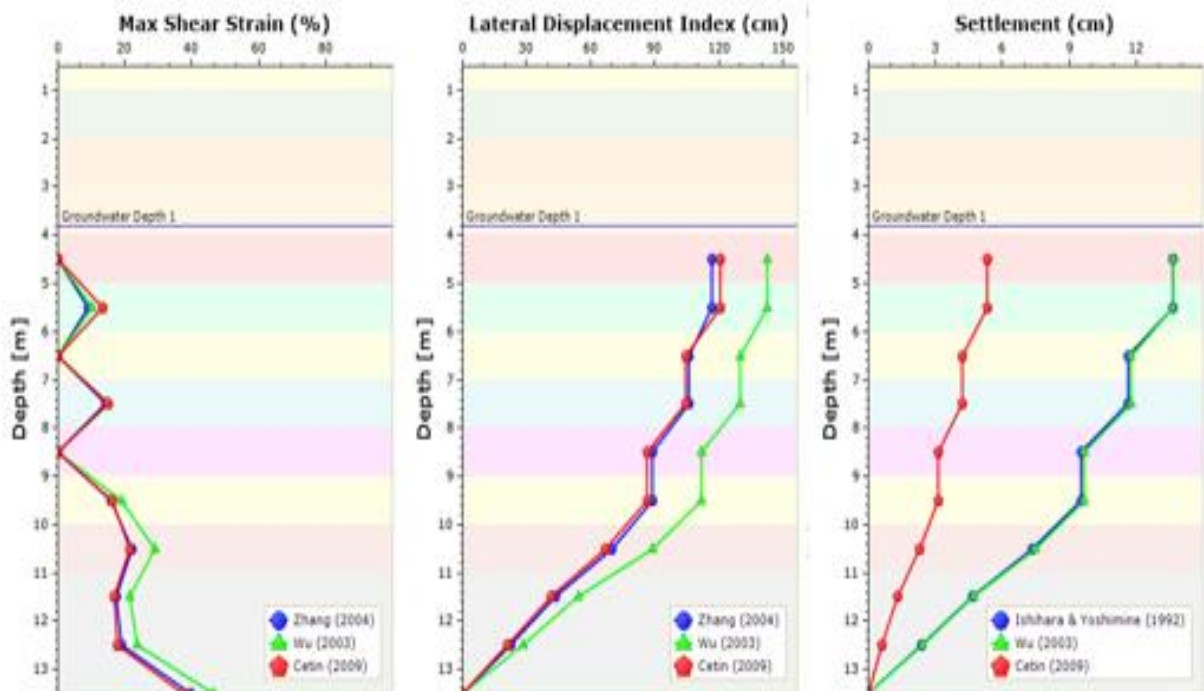


Figura 3.28. Asentamientos del análisis de licuefacción del sondeo 3 (Settle 3D). Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

3.1.4 Clasificación del suelo

Los sondeos realizados alcanzaron profundidades de hasta 21.5 metros por debajo del nivel del terreno, por lo que no se logró establecer un perfil definitivo para el tipo de suelo in situ. Sin embargo, de acuerdo con lo obtenido hasta la profundidad explorada, se podría catalogar al suelo como perfil tipo “F1”, el cual representa a Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc como se indica en la siguiente Tabla 3.12.

Tabla 3.12. Selección del perfil de suelo. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente.	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media.	1500 m/s $> V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s $> V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios.	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s $> V_s \geq 180$ m/s
E	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de los dos	$50 > N \geq 15.0$
	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
F	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas.	$IP > 20$, $w \geq 40\%$, $S_u < 50$ kPa
	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.		

3.2 Selección de alternativa para cimentación

Se considero un perfil general que represente la estratigrafía del suelo donde se desarrolla el proyecto, para esto se establecieron seis estratos de suelos conformados en su mayoría por arena mal graduada.

A continuación, en la Tabla 3.13 se presentan los principales parámetros geotécnicos con los que se realizaron los análisis para la cimentación:

Tabla 3.13. Perfil de suelo analizado con sus parámetros geotécnicos. (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Estrato	Tipo de suelo	Profundidad (m)	γ (T/m ²)	N_{60}	S_u (T/m ²)	ϕ° Peck (1974)
1	Arena	0,0 - 1,0	1,61	5 a 9	-	29 a 30
2	Arena	1,0 - 3,0	1,65	8 a 21	-	29 a 33
3	Arena	3,0 - 6,0	1,69	26	-	35
4	Arena	6,0 - 14,0	1,66	22	-	33
5	Arcilla	14,0 - 19,0	1,70	25 a 44	9,2 a 18,4	34 a 39
6	Arcilla	19,0 - 21,5	2,20	>75	31,3 a 36,8	47

3.2.1 Pilas de agregado apisonado

Las columnas de grava presentan un sistema de ejecución mediante perforaciones en las cuales se les vierte el material (grava) y se apisona por capas, obteniendo una densificación del suelo, mejorando su capacidad de carga y controlando asentamientos.

Se planteó la solución de columnas de grava separadas 2.0 m de distancia de eje a eje, con diámetro de 0.50 m, estableciendo un área tributaria de 3.46 m² por columna. La siguiente Figura 3.29 presenta la malla triangular equilátera obtenida y la Figura 3.30 muestra la distribución final de las columnas de grava del proyecto.

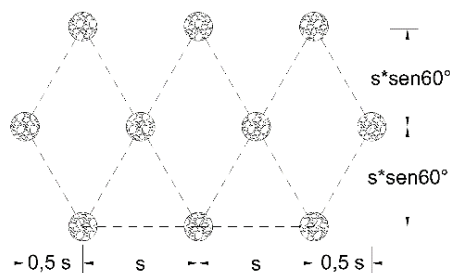


Figura 3.29. Esquema de conformación de columnas de grava. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

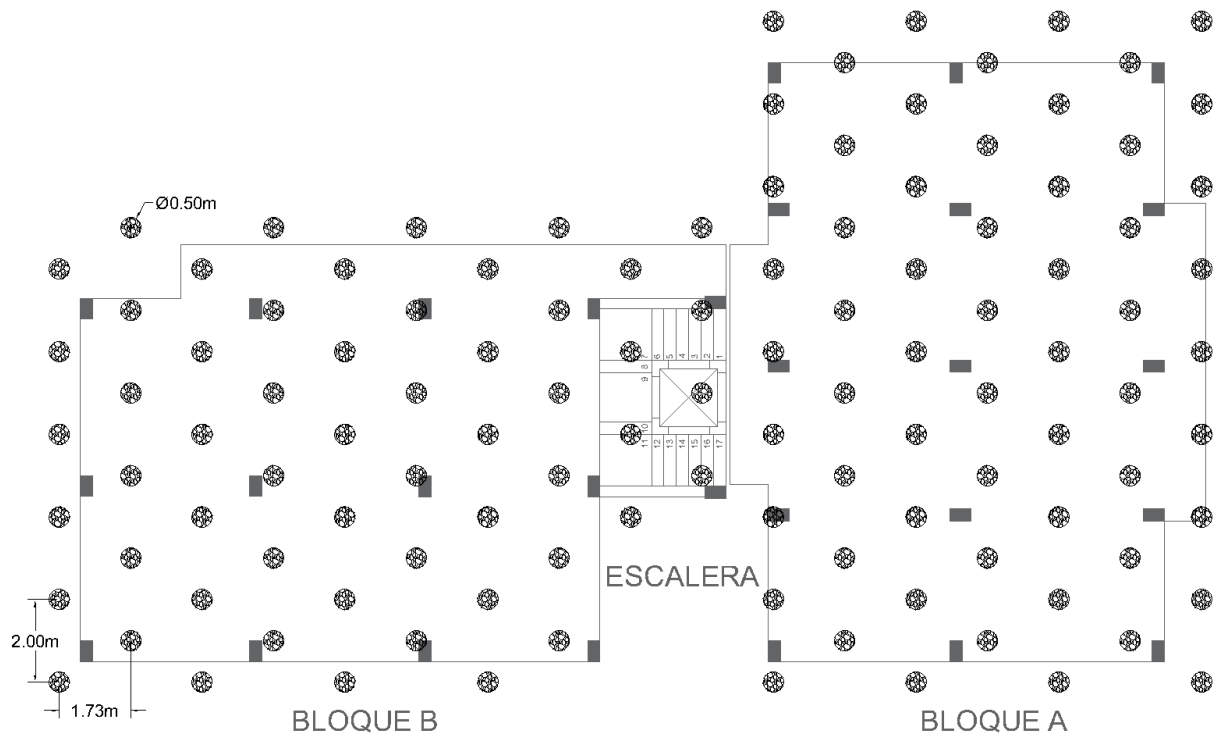


Figura 3.30. Distribución de columnas de grava. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

El material empleado para las columnas de grava debe garantizar la calidad de estas, por lo cual debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Limpia y sin presencia de finos (finos <2%)
- Granulometría limitada: entre 10-40mm
- Desgaste de los Ángeles inferior a 40%
- Ángulo de rozamiento de la grava: 38° (rodado) = 40° - 42° (machaqueo)

Para el mejoramiento del suelo, se consideró primero colocar un relleno formado por material granular de 1.5 m de espesor sobre el nivel actual, para luego realizar la colocación de las columnas de grava de 8.50 m de longitud.

3.2.2 Cimentación profunda

En el análisis de cimentación profunda se consideraron pilotes prebarrenados de sección transversal circular de 40 cm y 50 cm de diámetro, con 20 m de longitud, los cuales se asientan sobre un material competente, residual de roca arcillolita.

En el programa Shaft v.2017 de Ensoft Inc., se realizó el análisis de capacidad de carga de un pilote individual prebarrenado, obteniendo gráficas de variación de la carga última por compresión axial tanto para fuste como para punta con respecto a la profundidad.

Los pilotes preexcavados o prebarrenados de 40 cm de diámetro y 20 m de longitud presentan una capacidad de carga axial admisible (Q_{adm}) de cada pilote igual a 358.9 kN (36.6 T) como se indica en la Tabla 3.14 y Figura 3.31. Los de 50 cm de diámetro presentan una capacidad de carga axial admisible (Q_{adm}) de cada pilote igual a 484.7 kN (49.4 T) como se muestra en la Tabla 3.15 y Figura 3.32, considerando un factor de seguridad igual a 3, de acuerdo con lo establecido con la NEC 2015.

Tabla 3.14. Capacidad de carga para pilotes prebarrenados D=40 cm, Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Capacidad de Carga	Longitud L = 20 m
Resistencia por punta, Q_p	385.3 kN (39.3 T)
Resistencia por fuste, Q_f	750.6 kN (76.5 T)
Capacidad de carga última, Q_{ult}	1076.8 kN (109.8 T)
Capacidad de carga admisible, Q_{adm}	358.9 kN (36.6 T)

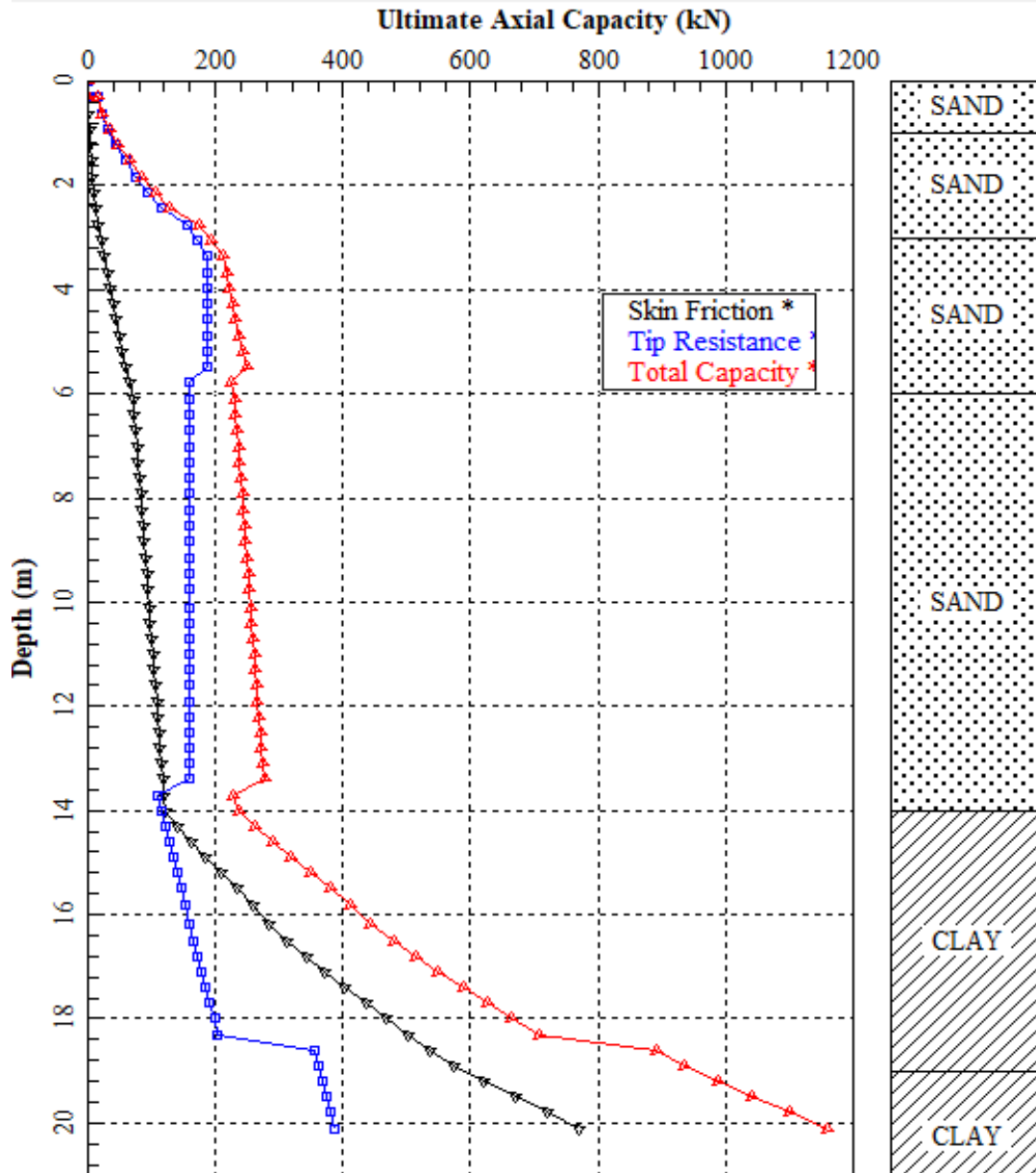


Figura 3.31. Capacidad de carga última para pilotes prebarrenados de D=40 cm Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Tabla 3.15. Capacidad de carga para pilotes prebarrenados D=50 cm, Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Capacidad de Carga	Longitud L = 20 m
Resistencia por punta, Q_p	608.0 kN (62.0 T)
Resistencia por fuste, Q_f	938.3 kN (95.7 T)
Capacidad de carga última, Q_{ult}	1454.0 kN (148.3 T)
Capacidad de carga admisible, Q_{adm}	484.7 kN (49.4 T)

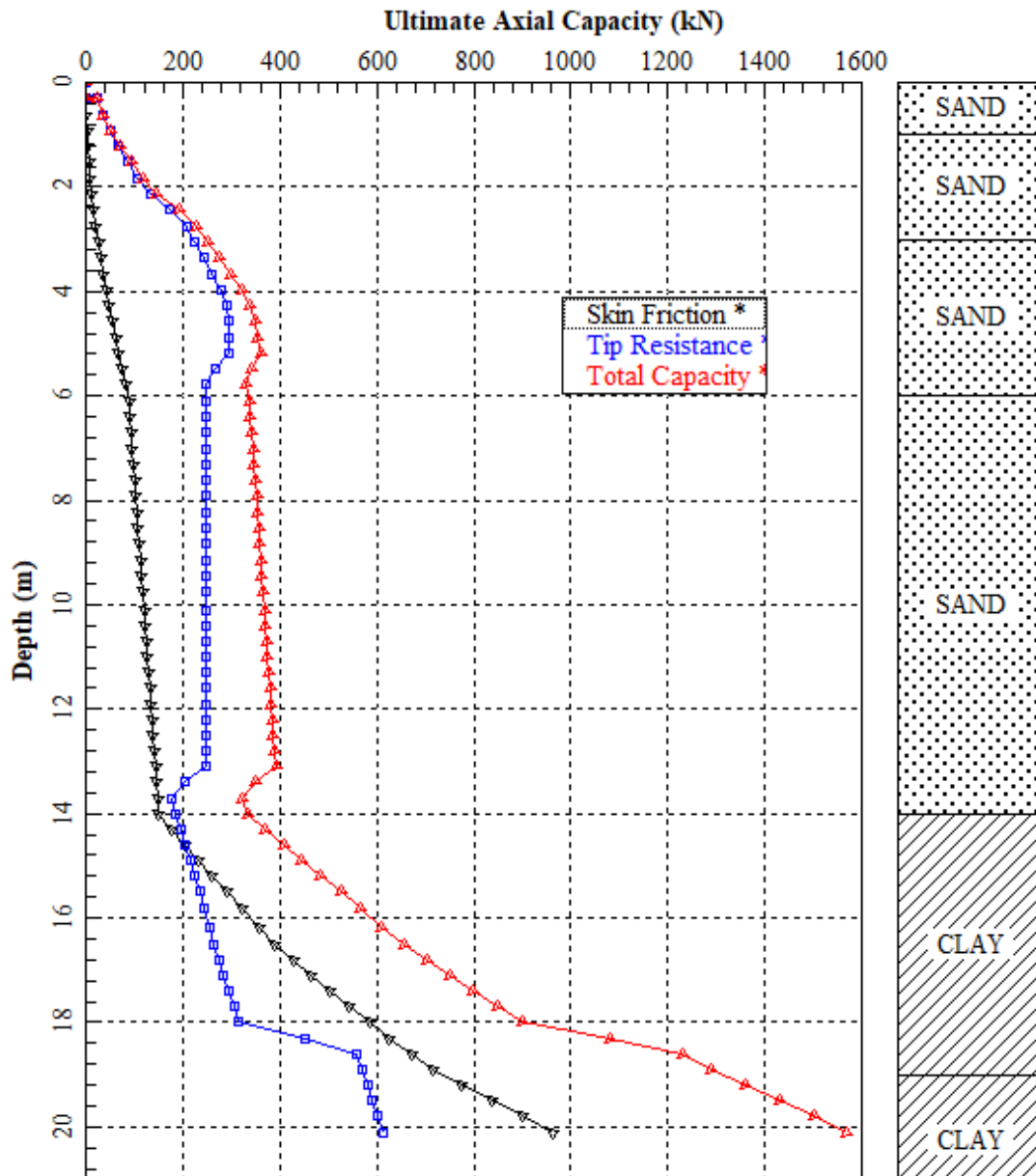


Figura 3.32. Capacidad de carga última para pilotes prebarrenados de 50 cm de diámetro.

Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Los asentamientos calculados mediante el mismo programa se establecieron dentro del límite máximo permitido por la NEC 2015, el cual es de 10 cm. A continuación, se presentan las gráficas de la variación de los asentamientos respecto a la carga axial aplicada al pilote en la Figura 3.33 y Figura 3.34.

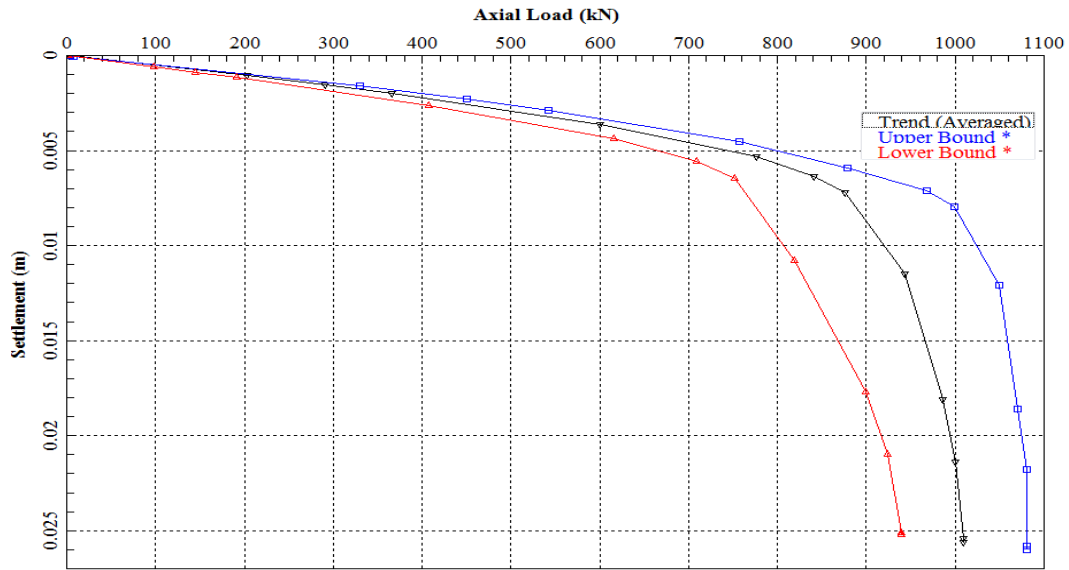


Figura 3.33. Asentamientos en función de carga axial aplicada a un pilote de D=40 cm.

Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

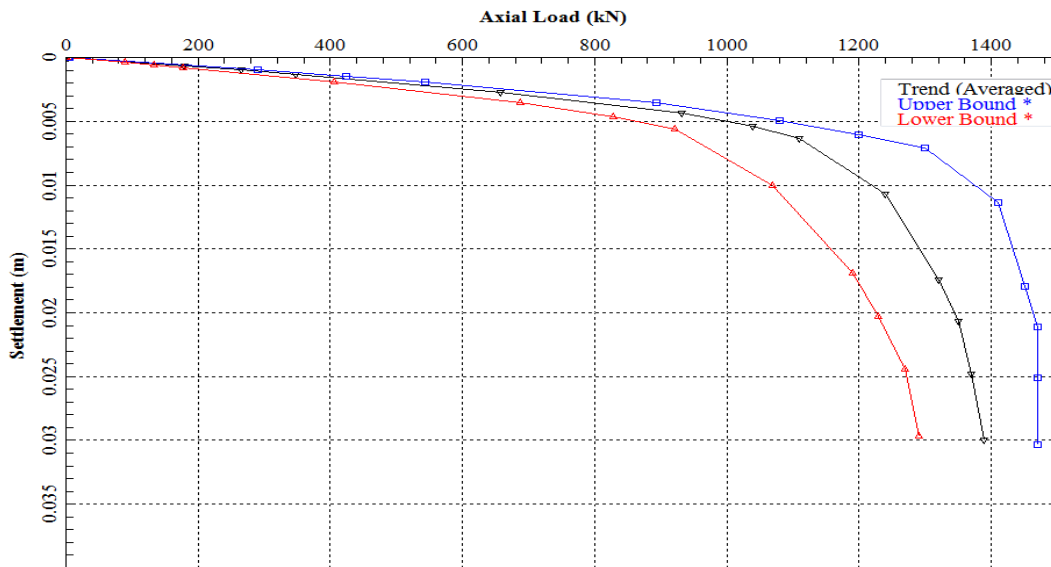


Figura 3.34. Asentamientos en función de carga axial aplicada a un pilote de D=50 cm.

Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

3.3 Diseño de la estructura

Se consideró dividir la estructura en dos bloques; A y B, de 7 y 4 niveles respectivamente, con separación entre ellos 10 cm, a lo que se le denomina junta sisma, siempre que se cumpla que sean menores las derivas de entre pisos.

3.3.1 Estimación de cargas

Se estimaron las cargas que estarán actuando sobre la estructura como se muestra en la Tabla 3.16, para lo cual se consideró lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción en el capítulo de Cargas No Sísmicas, estableciendo que los primeros pisos serán de uso residencial, un piso de área social y el último piso de terraza.

Tabla 3.16. Carga muerta y viva de los bloques A y B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

CARGA VIVA Y MUERTA				
BLOQUE A	Pisos	Carga muerta	Carga viva	Unidades
	1-5	0.640	0.20	T/m ²
	6	0.340	0.48	T/m ²
	Cubierta	0.280	0.07	T/m ²
BLOQUE B	Pisos	Carga muerta	Carga viva	Unidades
	1-2	0.540	0.20	T/m ²
	3	0.240	0.48	T/m ²
	Cubierta	0.180	0.07	T/m ²

3.3.2 Cálculo de Losa Steel Panel

Para las losas de entrepiso se consideró usar Losas Steel Panel de NOVALOSA que cumplan las normativas técnicas NTE INEN 2397, ASTM A653 Y ANSI/ASCE 3-91. Las cuales son empleadas para sistemas mixtos con una estructura principal de hormigón y vigas metálicas, las propiedades de esta losa se indican en la siguiente Figura 3.35.

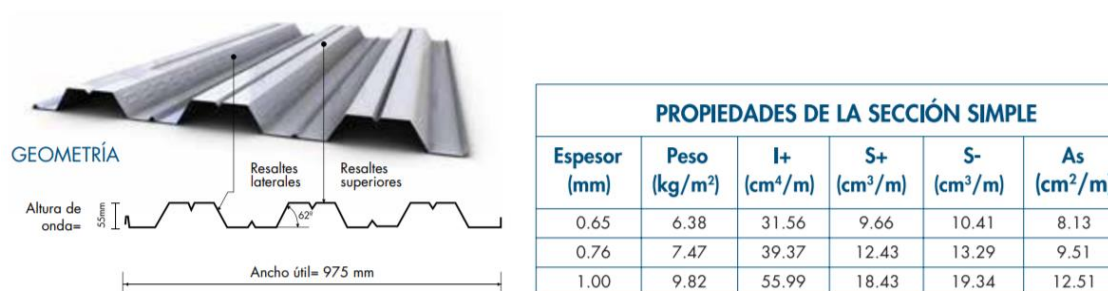


Figura 3.35 Propiedades de la Losa Steel Panel. Fuente (NOVACERO, 2019)

3.3.3 Espectro de respuesta sísmica

La estructura se encontrará cimentada mediante pilotes prebarrenados, los cuales estarán apoyados en un estrato de suelo clasificado como “Tipo C”, Perfiles de suelos muy densos o roca blanda; por lo tanto, el espectro de respuesta sísmica considera los siguientes parámetros indicados en la Tabla 3.17.

Tabla 3.17 Parámetros y Coeficientes de perfil de suelo. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Zona sísmica Z	0.5g
Tipo de suelo	C
Fa	1.18
Fd	1.06
Fs	1.23
η	1.80

Con lo que se obtuvo el espectro de respuesta sísmica elástico e inelástico para ambos bloques indicados en la Figura 3.36 y Figura 3.37.

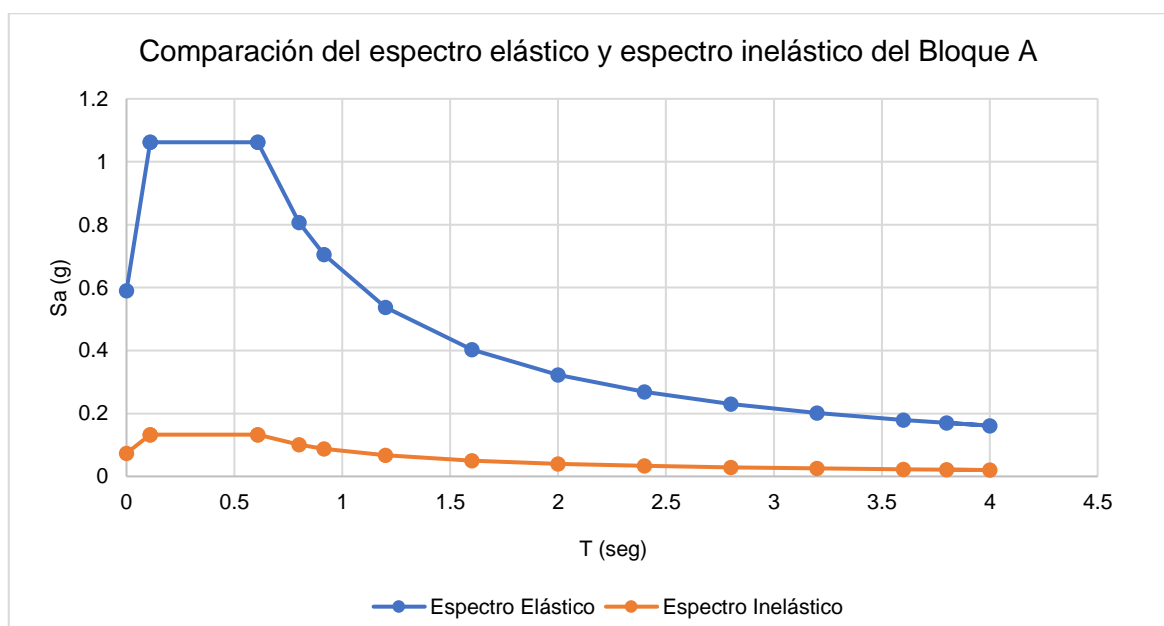


Figura 3.36. Comparación entre las aceleraciones del espectro de respuesta elástico vs espectro inelástico de respuesta del bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

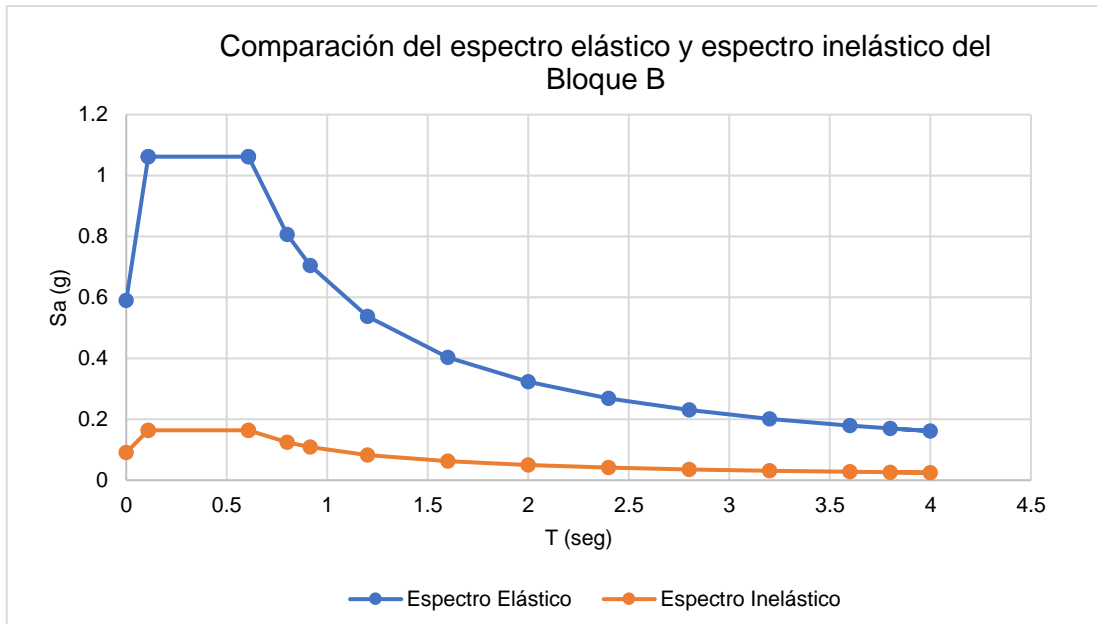


Figura 3.37. Comparación entre las aceleraciones del espectro de respuesta elástico vs espectro inelástico de respuesta del bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

El periodo de vibración de ambos bloques calculados por el método 1 y 2 indicados en la NEC 2015 se muestran en la Tabla 3.18 y Tabla 3.19.

Tabla 3.18. Periodo de vibración de los bloques A y B – Método 1 NEC 2015. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

	Bloque A	Bloque B
Ct	0.055	0.055
hn (m)	22.25	19.1
α	0.9	0.9
T (s)	0.90	0.78

Tabla 3.19. Periodo de vibración de los bloques A y B – Método 2 NEC 2015. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

	Bloque A	Bloque B
T (s)	1.17	1.01

De acuerdo con la NEC 2015 el periodo de vibración calculado por medio del método 2 no puede diferir del primero en más de un 30%.

3.3.4 Carga sísmica reactiva W

Para el cálculo del peso sísmico de cada bloque se consideró el peso muerto de la estructura, obteniéndose de 938.58T (bloque A) y 398.39T (bloque B).

3.3.5 Coeficiente de respuesta sísmica

La estructura será para uso residencial multifamiliar por lo cual se consideró un factor de importancia de 1.0 y un factor de reducción de resistencia igual a 8 debido a que se usó el sistema de pórticos especiales sísmos resistentes de hormigón armado.

Para el bloque A los factores de irregularidad en planta y elevación se consideraron estándares es decir igual a 1.0 mientras que para el bloque B se tienen irregularidades por lo que se escogieron valores de 0.9 para ambos factores. El coeficiente de respuesta sísmica obtenido para el bloque A se indica en la Tabla 3.20 y para el bloque B se indica en la Tabla 3.21.

Tabla 3.20. Coeficiente de respuesta sísmica del bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

	Dirección X	Dirección Y
I	1	1
Sa	0.7192	0.7192
Φ_p	1	1
ϕ_E	0.9	1
R	8	8
Cs	0.0998	0.0899

Tabla 3.21. Coeficiente de respuesta sísmica del bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

	Dirección X	Dirección Y
I	1	1
Sa	0.8251	0.8251
Φ_p	1	1
ϕ_E	0.9	0.9
R	8	8
Cs	0.1273	0.1273

3.3.6 Cortante basal

El cortante basal fue calculado de acuerdo con el coeficiente sísmico de respuesta multiplicado por el peso sísmico como se muestra en la Tabla 3.22.

Tabla 3.22. Cortante Basal. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

	Bloque A		Bloque B	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
Cs (g)	0.0998	0.0899	0.1273	0.1273
W (T)	939.58	939.58	398.39	398.39
V (T)	93.85	84.47	50.73	50.73

3.3.7 Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales

De acuerdo con la NEC 2015 en la sección 6.3.5 de peligro sísmico, las fuerzas horizontales que actúan la edificación se distribuyen en cada piso, basado en principios de dinámica.

La Tabla 3.23 y la

Tabla 3.24 muestran el cálculo de la distribución de fuerzas sísmicas en cada piso de ambos bloques.

Tabla 3.23. Cálculo de la distribución de fuerzas sísmicas en cada piso del bloque A.

Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Nivel	Altura (m)	Wx (T)	Dirección X, Vx		93.85	T	Dirección Y, Vy		84.47	T
			Wx.Hx^kx	CVx	Fx (T)	Vx (T)	Wx.Hx^ky	CVx	Fx (T)	Vx (T)
Cub.	22.25	73.03	3009.68	0.16	15.33	15.33	3009.68	0.16	13.79	13.79
Terr.	19.1	104.00	3569.43	0.19	18.18	33.50	3569.43	0.19	16.36	30.15
5	15.95	152.51	4217.05	0.23	21.47	54.97	4217.05	0.23	19.33	49.48
4	12.8	152.51	3239.48	0.18	16.50	71.47	3239.48	0.18	14.85	64.32
3	9.65	152.51	2308.97	0.13	11.76	83.23	2308.97	0.13	10.58	74.90
2	6.5	152.51	1437.84	0.08	7.32	90.55	1437.84	0.08	6.59	81.49
1	3.35	152.51	649.61	0.04	3.31	93.85	649.61	0.04	2.98	84.47
SUM.		939.58	18432.06				18432.06			

Tabla 3.24 Cálculo de la distribución de fuerzas sísmicas en cada piso del bloque B.

Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Nivel	H (m)	Wx (T)	Dirección X, Vx		50.73	T	Dirección Y, Vy		50.73	T
			Wx.Hx^kx	CVx	Fx (T)	Vx (T)	Wx.Hx^ky	CVx	Fx (T)	Vx (T)
6	19.10	23.73	687.16	0.13	6.59	6.59	687.16	0.13	6.59	6.59
5	15.95	34.41	811.2	0.16	8.12	14.71	811.2	0.16	8.12	14.71
Cub.	12.80	79.13	1451.29	0.28	14.2	28.91	1451.29	0.28	14.2	28.91
Terr.	9.65	84.93	1128.45	0.22	11.2	40.07	1128.45	0.22	11.1	40.07
2	6.50	86.92	735.73	0.14	7.1	47.17	735.73	0.14	7.10	47.17
1	3.35	89.27	354.67	0.07	3.55	50.72	354.67	0.07	3.55	50.72
SUM.		398.39	5168.5				5168.50			

3.3.8 Análisis estructural Bloque A

El bloque A consta de 7 niveles, de los cuales los 6 primeros son de uso residencial, mientras que el último nivel es terraza.

Periodos de vibración

Se cumple lo siguiente:

- En cada dirección (X,Y), el periodo de vibración tiene por lo menos el 90% de masa total de la estructura como se muestra en la Tabla 3.25.
- El periodo de vibración obtenido es menor al calculado por medio del método 2 de la NEC 2015, el cual difiere en más de un 30% con el del método 1.

En la Figura 3.38 se muestra el periodo de vibración del modo 1 del Bloque A y en la Figura 3.39 se muestra el periodo de vibración del modo 2 del Bloque A.

Tabla 3.25. Periodos de vibración – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Case	Mode	Period (s)	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Modal	1	1.033	0.0000	0.7593	0	0.0000	0.7593	0
Modal	2	0.934	0.8068	0.0000	0	0.8068	0.7593	0
Modal	3	0.801	0.0020	1.20E-05	0	0.8088	0.7593	0
Modal	4	0.355	0.0000	0.1169	0	0.8088	0.8762	0
Modal	5	0.334	0.1046	0.0000	0	0.9133	0.8762	0
Modal	6	0.285	0.0008	2.58E-06	0	0.9141	0.8762	0
Modal	7	0.207	0.0000	0.0503	0	0.9141	0.9265	0
Modal	8	0.206	0.0363	1.53E-05	0	0.9505	0.9265	0
Modal	9	0.173	0.0004	1.86E-06	0	0.9509	0.9265	0
Modal	10	0.141	0.0265	0.0000	0	0.9774	0.9265	0
Modal	11	0.13	0.0000	0.0342	0	0.9774	0.9607	0
Modal	12	0.114	0.0001	2.23E-06	0	0.9775	0.9607	0

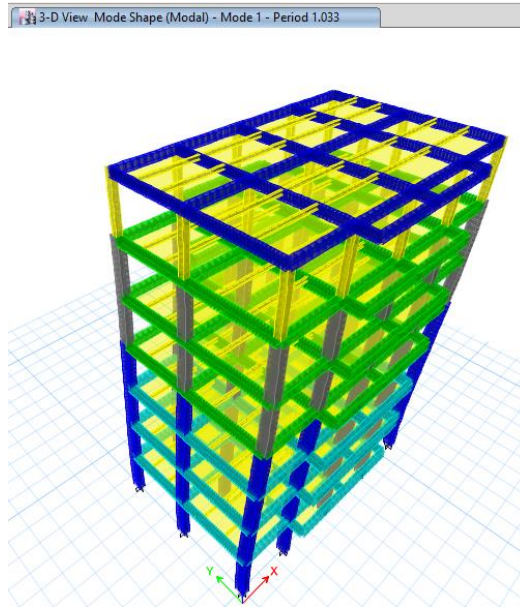


Figura 3.38. Periodo de vibración, modo 1 – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

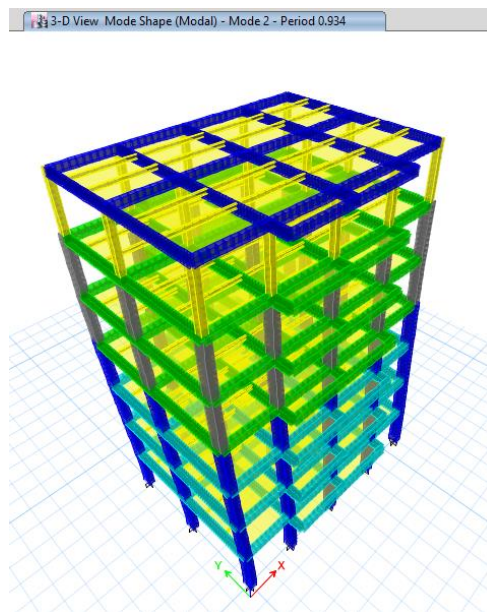


Figura 3.39. Periodo de vibración, modo 2 – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Derivas

El bloque A cumple con la deriva máxima inelástica establecida en la NEC 2015, las cuales no pueden ser mayor a 0.02 (2%).

Las derivas en la dirección X del bloque A se indican en la siguiente Tabla 3.26 y las derivas en la dirección Y en la Tabla 3.27.

Tabla 3.26. Derivas en dirección X – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

DERIVAS DIRECCION X					
PISO	Hsx (cm)	δxe (cm)	δxi (cm)	θx (cm)	Comprobación
7	315	4.1504	24.9024	0.006	OK
6	315	3.8252	22.9512	0.008	OK
5	315	3.4104	20.4624	0.012	OK
4	315	2.7929	16.7574	0.013	OK
3	315	2.0915	12.549	0.014	OK
2	315	1.3379	8.0274	0.015	OK
1	385	0.5638	3.3828	0.009	OK

Tabla 3.27. Derivas en dirección Y – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

DERIVAS DIRECCION Y					
PISO	Hsy (cm)	δye (cm)	δyi (cm)	θy (cm)	Comprobación
7	315	5.0844	30.5064	0.010	OK
6	315	4.5509	27.3054	0.012	OK
5	315	3.9415	23.649	0.016	OK
4	315	3.1149	18.6894	0.017	OK
3	315	2.2199	13.3194	0.017	OK
2	315	1.3108	7.8648	0.016	OK
1	385	0.4764	2.8584	0.007	OK

Análisis de esbeltez e índice de estabilidad

La norma establece que la estructura debe rigidizarse en caso de que el índice de estabilidad sea mayor a 0.30, ya que se considera que es potencialmente inestable. En la Tabla 3.28 y Tabla 3.29 se comprueba que el bloque A es estable por cada dirección.

Los casos en el que el índice de estabilidad se encuentre entre 0.1 y 0.3 se debe aplicar una mayoración en las fuerzas internas, momentos y derivas.

Tabla 3.28. Índice de estabilidad en dirección X – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

SX	Des. CM	Des. CM Inela.	Derivas Δ	Pi	hi	Vi	Ind. Estab	Comprobación
PISOS	Programa		m	Ton	m	Ton	Qi	
Cubierta	0.0394	0.236538	0.020424	67.777	3.15	15.33	0.03	No se rigidiza
Terraza	0.0360	0.216114	0.023424	240.658	3.15	33.50	0.05	No se rigidiza
5	0.0321	0.19269	0.034434	416.402	3.15	54.97	0.08	No se rigidiza
4	0.0263	0.158256	0.039822	596.298	3.15	71.47	0.11	No se rigidiza
3	0.0197	0.118434	0.042456	779.636	3.15	83.23	0.13	No se rigidiza
2	0.0126	0.075978	0.04377	962.975	3.15	90.55	0.15	No se rigidiza
1	0.0053	0.032208	0.032208	1148.043	3.35	93.85	0.12	No se rigidiza

Tabla 3.29. Índice de estabilidad en dirección Y – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

SY	Des. CM	Des. CM Inela.	Derivas Δ	Pi	hi	Vi	Ind. Estab	Comprobación
PISOS	Programa		m	Ton	m	Ton	Qi	
Cubierta	0.046422	0.278532	0.029376	67.7772	3.15	13.79	0.05	No se rigidiza
Terraza	0.041526	0.249156	0.033696	240.6577	3.15	30.15	0.09	No se rigidiza
5	0.03591	0.21546	0.045498	416.4016	3.15	49.48	0.10	No se rigidiza
4	0.028327	0.169962	0.049164	596.2984	3.15	64.32	0.14	No se rigidiza
3	0.020133	0.120798	0.049764	779.6365	3.15	74.90	0.16	No se rigidiza
2	0.011839	0.071034	0.04539	962.975	3.15	81.49	0.17	No se rigidiza
1	0.004274	0.025644	0.025644	1148.0433	3.35	84.47	0.10	No se rigidiza

3.3.9 Análisis estructural Bloque B

El bloque B consta de 4 niveles más las escaleras, de los cuales los 3 primeros son de uso residencial, mientras que el último nivel es terraza.

Periodos de vibración

Se cumple lo siguiente: En cada dirección (X,Y), el periodo de vibración tiene por lo menos el 90% de masa total de la estructura como se muestra en la Tabla 3.30. En la Figura 3.40 se muestra el periodo de vibración del modo 1 del Bloque B y en la Figura 3.41 Figura 3.39 se muestra el periodo de vibración del modo 2 del Bloque B.

El periodo de vibración obtenido es menor al calculado por medio del método 2 de la NEC 2015, el cual difiere en más de un 30% con el del método 1.

Tabla 3.30. Periodos de vibración – Bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
		(s)						
Modal	1	0.544	0.0031	0.7784	0	0.0031	0.7784	0
Modal	2	0.500	0.5545	0.0090	0	0.5577	0.7874	0
Modal	3	0.400	0.1864	0.0022	0	0.7441	0.7896	0
Modal	4	0.218	0.0003	0.1087	0	0.7443	0.8983	0
Modal	5	0.161	0.1193	0.0005	0	0.8636	0.8988	0
Modal	6	0.144	0.0332	0.0002	0	0.8968	0.8989	0
Modal	7	0.137	0.0108	0.0246	0	0.9076	0.9235	0
Modal	8	0.133	0.0101	0.0307	0	0.9178	0.9542	0
Modal	9	0.083	0.0003	0.0348	0	0.918	0.9890	0
Modal	10	0.078	0.0257	0.0004	0	0.9437	0.9894	0
Modal	11	0.069	0.0317	0.0001	0	0.9754	0.9894	0
Modal	12	0.061	4.4E-05	0.0066	0	0.9754	0.9960	0

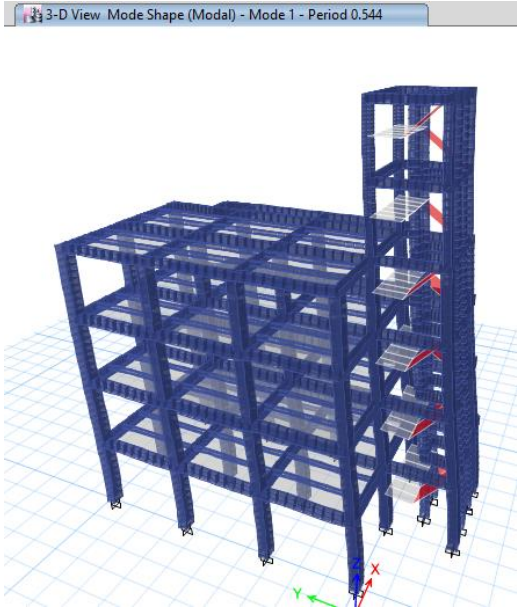


Figura 3.40. Periodo de vibración, modo 1 – Bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

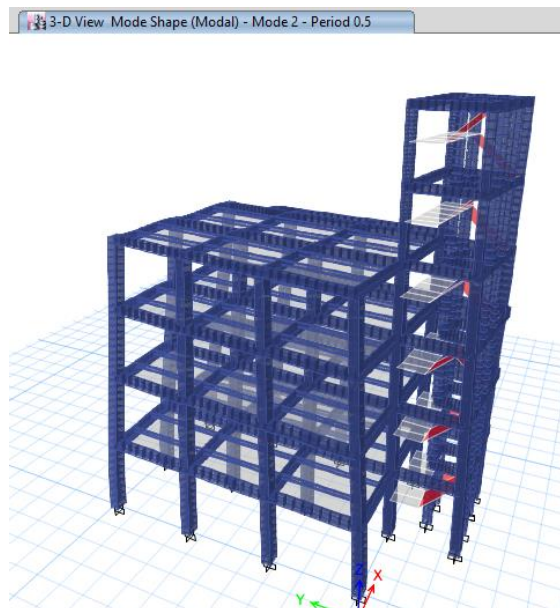


Figura 3.41. Periodo de vibración, modo 2 – Bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Derivas

El bloque B cumple con la deriva máxima inelástica establecida en la NEC 2015, las cuales no pueden ser mayor a 0.02 (2%). Las derivas se muestran en la Tabla 3.31 para la dirección X y en la Tabla 3.32 para la dirección Y.

Tabla 3.31. Derivas en dirección X – Bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

DERIVAS DIRECCION X					
PISO	Hsx (cm)	δ_{xe} (cm)	δ_{xi} (cm)	θ_x (cm)	Comprobación
6	315	1.5238	9.1428	0.004	OK
5	315	1.3154	7.8924	0.006	OK
4	315	1.6431	9.8586	0.008	OK
3	315	1.2487	7.4922	0.009	OK
2	315	0.7812	4.6872	0.009	OK
1	335	0.2893	1.7358	0.005	OK

Tabla 3.32. Derivas en dirección Y – Bloque B. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

DERIVAS DIRECCION Y					
PISO	Hsy (cm)	δ_{ye} (cm)	δ_{yi} (cm)	θ_y (cm)	Comprobación
6	315	2.1613	12.9678	0.004638	OK
5	315	1.9178	11.5068	0.006126	OK
4	315	1.5962	9.5772	0.006293	OK
3	315	1.2658	7.5948	0.008072	OK
2	315	0.842	5.0520	0.009261	OK
1	335	0.3558	2.1348	0.006373	OK

Análisis de esbeltez e índice de estabilidad

La norma establece que la estructura debe rigidizarse en caso de que el índice de estabilidad sea mayor a 0.30, ya que se considera que es potencialmente inestable. En la Tabla 3.33 y Tabla 3.34 se comprueba que el bloque B es estable por cada dirección.

Los casos en el que el índice de estabilidad se encuentre entre 0.1 y 0.3 se debe aplicar una mayoración en las fuerzas internas, momentos y derivas.

Tabla 3.33. Índice de estabilidad en dirección X – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

SX	Des. CM	Des. CM Inela.	Derivas Δ	Pi	hi	Vi	Ind. Estab	Comprobación
PISOS	Programa		m	Ton	m	Ton	Qi	
6	0.01399	0.08394	0.01230	28.627	3.15	6.59	0.02	No se rigidiza
5	0.01194	0.07165	0.00185	57.979	3.15	14.71	0	No se rigidiza
Cubierta	0.01225	0.07350	0.01916	147.832	3.15	28.91	0.03	No se rigidiza
Terraza	0.00906	0.05433	0.01914	308.012	3.15	40.07	0.05	No se rigidiza
2	0.00587	0.03519	0.02177	470.656	3.15	47.17	0.07	No se rigidiza
1	0.00224	0.01342	0.01342	634.966	3.35	50.72	0.05	No se rigidiza

Tabla 3.34. Índice de estabilidad en dirección Y – Bloque A. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

SY	Des. CM	Des. CM Inela.	Derivas Δ	Pi	hi	Vi	Ind. Estab	Comprobación
PISOS	Programa		m	Ton	m	Ton	Qi	
6	0.0212	0.1271	0.0143	28.627	3.15	6.59	0.02	No se rigidiza
5	0.0188	0.1128	0.0211	57.979	3.15	14.71	0.03	No se rigidiza
Cubierta	0.0153	0.0917	0.0188	147.832	3.15	28.91	0.03	No se rigidiza
Terraza	0.0121	0.0729	0.0243	308.012	3.15	40.07	0.06	No se rigidiza
2	0.0081	0.0485	0.0280	470.656	3.15	47.17	0.09	No se rigidiza
1	0.0034	0.0205	0.0205	634.966	3.35	50.72	0.08	No se rigidiza

3.4 Diseño del pavimento – adoquines

El diseño del pavimento se lo consideró para el parqueadero privado del proyecto, el cual solo será utilizado por los residentes de los departamentos, por ello se estableció como un tipo de tráfico “Liviano”.

El método de Girón recomienda para parqueos de tráfico liviano utilizar una capa de rodadura de adoquín de 8 cm de espesor, y para la cama de asiento (arena) las especificaciones del MOP-001-F 2002 recomiendan que sea de 3-5 cm, por lo cual se consideró colocar 5 cm de espesor de arena.

Se considera que relleno de 1.50m de espesor tenga un valor portante de suelo (CBR) mayor al 10% e índice de plasticidad menor al 9%, y con esto se calculó el espesor de la subbase del pavimento:

$$Tsb = \left\{ \left(\frac{2(25)+15}{3} \right) - (8 + 20 + 5) \right\} * 1 = 0 \quad (3.23)$$

No se requiere colocar subbase en el diseño del pavimento, sin embargo, por seguridad y vida útil del proyecto se colocará una base de 20cm de espesor.

El pavimento de adoquines consta de las capas especificadas en la Tabla 3.35:

Tabla 3.35. Espesores de pavimento. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Capa de base	20 cm
Cama de asiento	5 cm
Adoquín	8 cm
Espesor total	33 cm

La estructura del pavimento se muestra en la Figura 3.42.

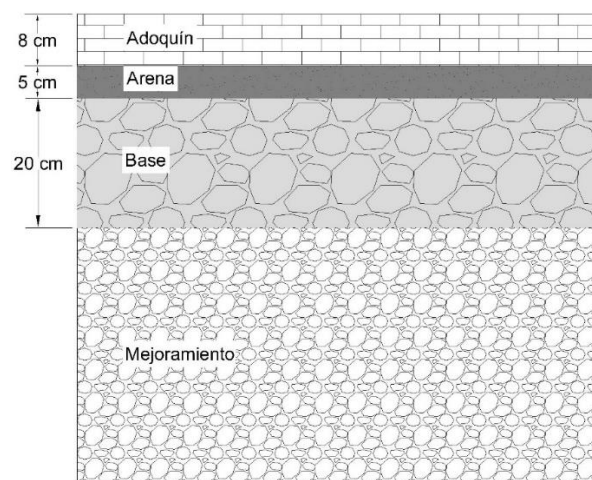


Figura 3.42. Estructura del pavimento. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

3.5 Presupuesto

El presupuesto calculado para proyecto es de \$1'249.296,21 considerando solo la parte estructural de los dos bloques de edificios además del área de parque pavimentada mediante adoquines

A continuación, en la Tabla 3.36, se presenta el detalle del presupuesto:

Tabla 3.36. Presupuesto referencial. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Proyecto:		Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas - Ecuador			
Ubicación:		Punta Carnero, Salinas - Ecuador		Fecha: Enero/2020	
No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario \$	Precio Total \$
OBRAS PRELIMINARES					
1.1	Limpieza y desbroce con retroexcavadora (incluye desalojo)	m2	792.00	0.92	727.58
1.2	Bodega provisional	m2	50.00	10.87	543.58
				SUBTOTAL	1271.16
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.1	Relleno de material de préstamo importado (incluye transporte y compactado)	m3	1425.60	16.35	23311.77
2.2	Excavación de cimientos y vigas de cimentación (incluye desalojo)	m3	139.70	12.24	1709.39
2.3	Hormigón armado para muros f _c =350	m3	167.40	353.01	59093.04
				SUBTOTAL	84114.20
CIMENTACION PROFUNDA					
3.1	Perforación para pilotes prebarrenados	ml	1320.00	110.18	145431.00
3.2	Encamisado metálico para pilotes prebarrenados φ=0.40 m y φ=0.50 m	ml	1320.00	120.33	158830.10
3.3	Limpieza y desalojo de material no apto en pilotes prebarrenados	m3	219.60	43.32	9512.56
3.4	Acero de refuerzo F _y =4200 kg/cm ² para pilotes prebarrenados	kg	27686.23	2.77	76665.03
3.5	Fundición de hormigón f _c =350 para pilotes prebarrenados	m3	219.60	314.51	69065.20
3.6	Acero de refuerzo F _y =4200 kg/cm ² para cabezales y vigas de amarre	kg	9687.77	2.08	20112.59
3.7	Hormigón f _c =350 kg/cm ² para cabezales y vigas de cimentación (incluye encofrado)	m3	69.25	326.22	22589.69
3.8	Hormigón simple f _c =210 kg/cm ² para contrapiso e=0.10m	m2	29.81	29.50	879.32
				SUBTOTAL	503085.49
ESTRUCTURA					
4.1	Acero de refuerzo F _y =4200 kg/cm ² para vigas principales, columnas y escaleras	kg	72521.00	1.93	139872.45
4.2	Hormigón f _c =350 kg/cm ² (incluye encofrado) para vigas principales, columnas y escaleras	m3	311.72	318.61	99318.37
4.3	Placa de acero empotrada (0.20 m x 0.25 m) (incluye pernos)	u	36.00	44.90	1616.23
4.4	Vigas de acero estructural A-36, Perfiles laminados IPE (incluye soldadura y montaje)	kg	13448.96	2.91	39151.30
4.5	Losa de placa colaborante e=10.5 cm solo estructura	m2	3301.56	39.63	130849.17
4.6	Hormigón f _c =240 kg/cm ² de losa colaborante e=10.5 cm	m3	127.94	225.10	28798.15
4.7	Pintura de elementos metálicos	m2	120.08	5.70	684.04
				SUBTOTAL	440289.72
PAVIMENTO - ADOQUINES					
5.1	Material de Base Clase 3 (incluye transporte y compactación)	m3	56.59	19.04	1077.47
5.2	Arena (incluye transporte y tendido)	m3	14.15	5.60	79.23
5.3	Adoquín f _c =350 kg/cm ² (incluye transporte e instalación)	m2	282.97	17.22	4872.11
				SUBTOTAL	6028.81
LIMPIEZA FINAL					
6.1	Limpieza (incluye desalojo)	m2	792.00	0.73	579.43
				SUBTOTAL	579.43
				TOTAL COSTOS CD	\$ 1035368.80
				TOTAL COSTOS CI	\$ 213927.41
				COSTO TOTAL DE LA OBRA	\$ 1249296.21

CAPÍTULO 4

4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Línea Base Ambiental

La línea base ambiental permite describir el estado en el que se encuentra el lugar donde se ejecutará el proyecto, sus condiciones ambientales mediante el análisis del medio físico, biológico y socioeconómico.

4.2 Ubicación

El proyecto será ubicado en Punta Carnero, parroquia de José Luis Tamayo del cantón Salinas, provincia de Santa Elena. Consta de un condominio formado por dos bloques de tres (3) y siete (7) niveles, los cuales serán para uso residencial.

La Tabla 4.37 muestra las coordenadas Geográficas del perímetro del terreno sobre el cual se construirá la edificación.

Tabla 4.37. Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17S del proyecto. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 S			
PUNTO	X	Y	DESCRIPCIÓN
1	508420	9748971	Inicio del levantamiento
2	508454	9748997	Perímetro
3	508467	9748984	Perímetro
4	508432	9748958	Perímetro
5	508420	9748971	Fin del levantamiento

El terreno sobre el cual se implantará el proyecto tiene un área de 792 m², en donde se encuentra el bloque A con 143.2 m² y el bloque B con 118.1 m².

4.3 Descripción del medio

4.3.1 Medio físico

El primero de enero de 1938 se dio la creación del cantón Salinas mediante el decreto expedido por el Jefe Supremo de aquella época. Integrando al cantón con cuatro parroquias urbanas y dos rurales. Presentando una extensión territorial de 7356.7 Ha. La Figura 4.43 presenta la división política del cantón Salinas.



Figura 4.43. División Política de Salinas. Fuente: Municipio de Salinas

4.3.1.1. Clima

Salinas presenta un clima árido y semidesértico ya que un ramo de la corriente de Humboldt se encuentra pasando cerca de la península. El promedio de precipitación es de 100 a 150mm, considerándose como una de las zonas más secas del Ecuador.

La temporada lluviosa se da durante los meses de enero a abril, en la que se tienen registros de precipitaciones de aproximadamente el 90% de la pluviosidad anual. Su temperatura se encuentra entre 21°C a 33°C.

4.3.2 Temperatura

De acuerdo con la clasificación universal de Köppen, Salinas presenta clima seco, árido o desértico, con precipitaciones medias anuales promedio de 126 mm y temperatura promedio general anual de 23.4°C.

4.3.1.2. Precipitación

Se presenta el promedio anual de precipitaciones para un periodo de 1994 al 2009 en la Figura 4.44.

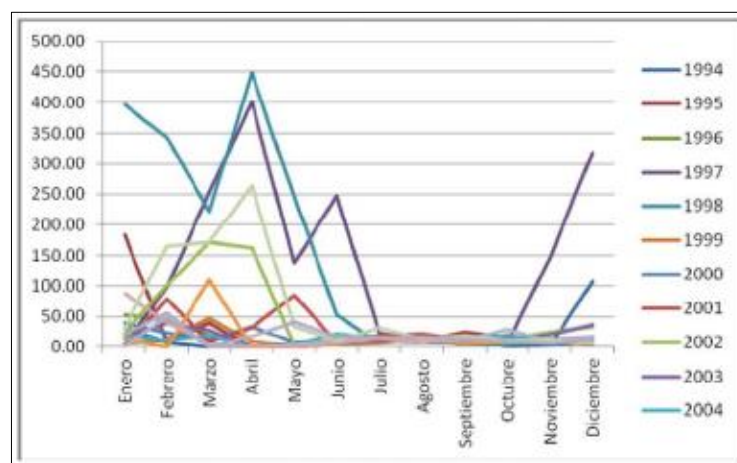


Figura 4.44. Sumatoria total de precipitación para el periodo 1994 - 2009. Fuente: INAMHI

4.3.1.3. Suelos

El terreno donde se implantará el proyecto está ubicado en una zona plana frente al mar, formado por grandes estrados de arena limosa y luego a los 20 metros de profundidad aproximadamente, se encuentra formación rocosa.

4.3.1.4. Geología y morfología

Salinas se encuentra constituido por una gran planicie triangular que ocupa parte suroccidental de la Península de Santa Elena. Presenta elevaciones como la colina de “Punta Carnero” y el Cerro de Salinas (La Puntilla).

En el aspecto geológico indicado en la Figura 4.45, el rasgo de mayor importancia es el promontorio de la Formación Cayo, integrado por areniscas, chert y arcillas silicificadas. Se tienen depósitos cuaternarios de Tablazo en las zonas bajas, yaciendo sobre la formación Cayo (Molina, 2013).

Las costas de Salinas son consideradas bajas, ya que, los acantilados alcanzan alturas de hasta 10 metros, lo que ha ocasionado que las olas labren las rocas de la Formación Cayo y las de Tablazo. (INOCAR, 1975).



Figura 4.45. Mapa Geológico de la Provincia de Santa Elena. Fuente: (Pedoja et al., 2006).

4.3.2. Medio biótico

4.3.2.1. Flora

La vegetación que presenta la provincia de Santa Elena varía de acuerdo con la estación en que se encuentre. Durante la temporada seca se tienen partes leñosas, mientras que en el invierno las especies florecen, cubriendo las partes leñosas con hojas. El área donde se desarrollará el proyecto no presenta una cubierta vegetal continuo importante.

4.3.2.2. Fauna

En el área de estudio cuenta con escasa presencia de vegetación, por lo cual se tiene también escasa presencia de mamíferos, reptiles y anfibios. Entre los mamíferos que se logran encontrar se tienen: murciélagos, roedores comunes (ratas y ratones) y animales domésticos. (perros y gatos).

En Punta Carnero existe diversidad de aves marítimas, entre las principales se tiene: garcita blanca, chorlo tildío, palomita tierrera, tijereta, golondrina, pelícano, gaviota reidora, perico cachetigris, periquito del pacífico.

Los anfibios y reptiles existentes en el sector son: lagartijas y sapo común. Además, se presenta una gran variedad de insectos como abejas, chapuletes, garrapata, mariposa, moscas, mosquito, termitas.

4.3.3. Medio Socioeconómico y cultural

Para la determinación de las características socioeconómicas se utilizó la información obtenida durante el Censo Nacional de Población y de Vivienda en el 2010 ejecutado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEN).

4.3.3.1. Población

De acuerdo con el censo de población y vivienda 2010, se establece que el cantón Salinas presenta una población de 68.675 habitantes, de los cuales el 52% estaba conformado por hombres y el 48% por mujeres, en donde el 75% de la población tiene de 15 a 64 años.

4.3.3.2. Actividades productivas

La población económicamente activa (PEA) de la provincia de Santa Elena, está relacionada principalmente a las actividades agrícolas y de pesca, seguido por el sector comercial, artesanal y constructivo. El sector turístico, brinda servicios de alojamiento y alimentación se encuentra forado por aproximadamente 4395 personas.

4.3.3.3. Servicios sociales, educación y salud

En el cantón Salinas se encuentra una de las cuatro áreas de atención del Ministerio de Salud Pública de la provincia de Santa Elena. De acuerdo con el censo de población y vivienda del 2010 elaborado por el INEN, se estableció que el 38.41% ha cursado la educación primaria, mientras que el 21.09% la instrucción secundaria.

4.3.3.4. Sistema de agua potable y aguas residuales

La empresa encargada de suministrar agua a Salinas es AGUAPEN, la cual fue creada en el año 1999. El sistema de alcantarillado sanitario en la zona urbana del cantón llega al 70% de los ciudadanos, el restante cuenta de pozos sépticos en donde evacuan sus residuos.

4.3.3.5. Energía eléctrica

La Empresa Eléctrica de la Península de Santa Elena (EMEPE), es la encargada del suministro eléctrico del cantón, cubriendo un 90% en el sector urbano y el restante en el rural.

4.3.3.6. Telecomunicaciones

La telefonía se encuentra se encuentra dirigida por la empresa CNT – EP, teniendo una central en la parroquia José Luis Tamayo. El servicio presenta una cobertura del 45% cantonal.

4.3.3.7. Vías de acceso y transporte

En la provincia de Santa Elena operan diferentes cooperativas de transporte público, brindando servicios interprovinciales (Guayas y Manabí), inter cantonales y de rutas internas.

4.4 Guía De Buenas Prácticas Ambientales

Del Sistema Único de información Ambiental (SUIA), se obtuvo una Guía de Buenas Prácticas Ambientales (GBPA) para el sector de la construcción menor o igual a veinte mil metros cuadrados, siendo esta categoría I. A continuación, se presentan los principales puntos a considerar.

4.4.1 Descripción general de la actividad

La GBPA de este proyecto está dirigida para personas naturales y jurídicas, cuyas actividades se encuentren dentro del área de construcción y operación de conjuntos

residenciales, urbanizaciones y edificaciones con área bruta de veinte mil metros cuadrados. (Ministerio del Ambiente, 2015).

4.4.2 Fase de Diseño

Durante la fase de diseño se debe considerar realizar un estudio preliminar, estableciendo los condicionantes del entorno donde se desarrollará el proyecto, los vientos predominantes, temperaturas, geología, topografía, ruido, entre otros.

En la medida posible, utilizar los materiales que se encuentren cerca del área de construcción, considerando la vegetación integrada en el proyecto. Minimizar el impacto visual, mediante la armonización de los diseños de las estructuras de acuerdo con el entorno. Maximizando las fachadas Sur y Norte.

4.4.3 Fase de Construcción

Durante el almacenamiento y manipulación de los materiales y equipos, se debe adecuar contenedores distribuidos por zonas de trabajo, que permitan almacenar los materiales, evitando pérdidas y deterioro.

En caso de requerir materiales peligrosos estos deben ser almacenados de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Mientras que los materiales que puedan ser reutilizados se deben retirar y acopiar de manera adecuada.

Las herramientas eléctricas deben ser desconectadas cuando no encuentren en uso, además deben de requerir de un sistema de bloqueo de seguridad para realizar reparaciones.

Los residuos de madera, hormigón, yeso, cal, agua de desagüe, no deben ser vertidos al sistema de alcantarillado ni al suelo. Se requiere de una adecuada gestión de ocupación y uso del suelo, reducción de emisiones a la atmósfera, reducción de ruido y uso racional del recurso agua.

Para la construcción de la edificación se requiere de un plan de gestión de residuos que cumpla con la Normativa Ambiental Vigente. En donde se especifiquen los puntos de generación de residuos en la obra, para que cada trabajador conozca las actividades que generan mayores residuos y así minimicen su generación. (Ministerio del Ambiente, 2015).

4.5 Análisis del medio: el paisaje

Los cambios en el paisaje se dan en gran mayoría debido a la intervención humana, provocando alteraciones positivas y negativas al medio ambiente. Para la Evaluación de Impacto Ambiental se consideran los aspectos técnicos, económicos y sociales, en donde se incluyen los criterios paisajísticos. (Fondo Verde & De La Fuente). Algunas vistas del proyecto se muestran en la Figura 4.46, Figura 4.47 y Figura 4.48.

Se pretende reducir el impacto, mejorar de manera positiva al paisaje del lugar y compensar el impacto por medio de diferentes acciones que generen efectos positivos. Se estima la vulnerabilidad visual que presenta el paisaje ante el proyecto, para ello se requiere determinar la afectación de los posibles cambios en la imagen que se percibe. Esta metodología cuenta con dos fases:

1. Identificación de los principales puntos de observación de la actuación
2. Identificación de los impactos visuales que podrá ocasionar la actuación.

Los indicadores de los impactos visuales se indican en la Tabla 4.38, de los cuales los evaluados son los siguientes:

Compatibilidad visual. - Se pueden presentar modificaciones en la textura del paisaje, debido a las actuaciones humanas, lo que conllevaría a tener cambios en el valor paisajístico de la unidad (Fondo Verde & De La Fuente).

Modificaciones del colorido del paisaje. - Se pueden presentar modificaciones del colorido del paisaje, debido a las actuaciones humanas, lo que conllevaría a tener cambios en el valor paisajístico de la unidad (Fondo Verde & De La Fuente).

Creación de reflejos deslumbramientos. - Se pueden presentar reflejos que obstaculicen la valoración visual del paisaje, debido a las actuaciones humanas, lo que afectaría la evaluación de los ciudadanos (Fondo Verde & De La Fuente).

Ocultamiento de vistas. - Considera la ocultación de recursos paisajísticos que permiten determinar la singularidad de una unidad paisajística debido a las actuaciones humanas (Fondo Verde & De La Fuente).

Afección a la calidad visual. - Considera la afectación del entorno, de acuerdo con el valor visual y escénico (Fondo Verde & De La Fuente).

Dominancia visual. - Toma en consideración el tamaño de los elementos y su ocupación relativa (Fondo Verde & De La Fuente).



Figura 4.46. Vista frontal del sitio del proyecto. Fuente: Google Earth



Figura 4.47. Vista lateral derecha del sitio del proyecto. Fuente: Google Earth



Figura 4.48. Vista lateral izquierda del sitio del proyecto. Fuente: Google Earth

Tabla 4.38. Magnitud de los impactos visuales. Fuente: (Fondo Verde & De La Fuente)

Factores	Características	Puntajes	
		Nominal	Númerica
Compatibilidad Visual	Cuando la actuación se integra en un área de características similares a las de la actuación.	Muy Alta	2
	Cuando la actuación se integra en un área con actuaciones similares, pero con características diferenciales.	Alta	4
	Si la actuación se integra en una zona altamente antropizada por la presencia de vías de comunicación, viviendas dispersas, etc.	Adecuada	6
	Si la actuación afecta a una zona sin actuaciones de tipo similar o con bajo grado de antropización.	Baja	8
	Cuando la actuación no se integra en el entorno por afectar a zonas de muy alto o alto valor ambiental o a unidades de paisaje de muy alta o alta sensibilidad.	Muy Baja	10
Modificación cromática	Las diferencias cromáticas entre los colores cercanos son muy llamativas. Se distinguen unos colores de otros termina un color y empieza otro.	Alto	10
	Colores con unos tonos muy semejantes y con cambios suaves, en los que se no se sabe muy bien donde termina un color y empieza otro.	Medio	5
		Bajo	1
Creación de reflejos	Cuando la actuación introduce reflejos de luz artificial que alteran significativamente la calidad de la visión.	Alto	10
	Cuando la zona introduce reflejos de luz artificial o natural que alteran la calidad de la visión.	Medio	5
	Cuando la zona no introduce reflejos de luz artificial o natural que alteren la calidad de la visión.	Bajo	1
Bloqueo de Vistas	Cuando la actuación impide la visión de recursos paisajísticos, perfiles, siluetas singulares, desde zonas frecuentadas por las personas.	Alto	10
	Cuando la zona impide la visión de recursos paisajísticos desde zonas frecuentadas por las personas.	Medio	5
	Cuando la actuación no impide la visión de recursos paisajísticos desde zonas frecuentadas por las personas.	Bajo	1
Afección a la Calidad Visual	Cuando la actuación afecta significativamente a la calidad del paisaje existente.	Alto	10
	Cuando la actuación, sin modificar los elementos más significativos del paisaje, introduce modificaciones puntuales a la calidad visual del conjunto.	Medio	5
	Cuando la actuación no afecta a la calidad visual del paisaje existente.	Bajo	1
Dominancia visual	Cuando la actuación tiene una proporción en tamaño llamativa, dando una sensación de desequilibrio y falta de coherencia visual entre los elementos con el entorno.	Alto	10
	Cuando la actuación tiene una proporción en tamaño llamativa, pero todavía es posible percibir cierta sensación de equilibrio y coherencia visual entre los elementos con el entorno.	Medio	5
	Cuando la actuación no tiene una proporción en tamaño llamativa, dando una sensación de equilibrio y coherencia visual y coherencia visual entre los elementos con el entorno.	Bajo	1

Mediante la clasificación mostrada se obtiene una sumatoria que determina la clase y tipo de impacto visual como se indica en la Tabla 4.39:

Tabla 4.39. Clase de impactos visuales. Fuente: (Fondo Verde & De La Fuente)

Clase	Tipo	Puntuación
Clase I	Alto	37 – 60 puntos
Clase II	Moderado	18 – 36 puntos
Clase III	Bajo	7 – 17 puntos

En la Tabla 4.40 se presenta la valoración realizada para el presente proyecto:

Tabla 4.40. Valoración de impacto visual. Fuente: (Andrade S. & Carranza R., 2019)

Impacto Visual	Valoración
Compatibilidad visual	6
Modificación cromática	1
Creación de reflejos	5
Bloqueo de vistas	1
Afección a la calidad visual	5
Dominancia Visual	5
Total	23

El tipo de impacto visual que se genera debido a la edificación se lo clasifica como Clase II, es decir la actuación tiene un Moderado impacto visual.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los resultados de la campaña de exploración geotécnica determinaron que el suelo sobre el cual se encuentra implantado el proyecto presenta el fenómeno de licuefacción ante eventos sísmicos.

Se plantearon dos alternativas de cimentación, un mejoramiento de suelo con columnas de grava y colocación de cimentación profunda mediante pilotes prebarrenados. De las cuales se implementó y diseñó la cimentación profunda, debido a que permite transmitir las cargas de la estructura a un estrato de mayor capacidad portante encontrado a los 20 m de profundidad, evitando los asentamientos y daños en la estructura por el fenómeno de licuefacción presente en el suelo.

De acuerdo con lo establecido en el Sistema Único de información Ambiental se puede concluir que el proyecto se encuentra en la categoría I, debido a que el área de construcción es menor a veinte mil metros cuadrados, por lo cual se requiere de un Certificado Ambiental que valide la implementación de la Guía de Buenas Prácticas Ambientales.

Mediante el análisis ambiental al medio Paisaje se puede concluir que el proyecto genera un impacto visual Clase II, presentando una actuación Moderada, por lo cual es conveniente la implementación del condominio en el área de estudio.

El presupuesto referencial de las estructuras y parqueadero pavimentado con adoquines se calculó en \$1'249.296,21 el cual se encuentra detallado en los análisis de precios unitarios realizado a cada rubro de la estructura.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda implementar cimentaciones profundas cuando el suelo sobre el que se cimente el proyecto no presente una capacidad portante adecuada o estén susceptibles a fallas o colapsos causados por la excitación sísmica.

Se recomienda realizar el diseño de las instalaciones sanitarias y eléctricas para el condominio, debido a que no fueron considerados en el presente proyecto.

Se recomienda registrar el proyecto en el SUIA para determinar qué tipo de proceso ambiental a seguir (registro, certificado o licencia ambiental), además del certificado de intersección con el sistema nacional de áreas protegidas, patrimonio forestal del estado, bosques y vegetación protectora.

Se recomienda utilizar la guía de buenas prácticas ambientales cuando se esté ejecutando la construcción de la obra.

Se recomienda añadir al presupuesto el costo y montaje de ascensor con su tablero electrónico, debido a que no ha sido considerado en el presupuesto presentado.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, R., Rivas Medina, A., & Iza, E. (2018). Determinación de espectros y sismos para el diseño de hospital de Quinindé con aisladores sísmicos. *Revista Internacional de Ingeniería de estructuras*, 73-100.
- Alcaldía de Salinas. (2009). *Demografía*. Obtenido de Salinas Alcaldía: <https://www.salinas.gob.ec/index.php/salinas/geografia/106-salinas>
- Alvarado, A. (2012). Néotectonique et cinématique de la déformation continentale en Equateur. Institut de Sciences de la Terre de Grenoble.
- Andrade S., & Carranza R. (2019). *Diseño estructural de edificio de 7 niveles cimentado sobre Suelo Licuable en Punta Carnero, cantón Salinas, Ecuador*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Guayaquil.
- Andrews, D., & Martin, G. (2000). Criteria for Liquefaction of Silty Soils. Auckland, New Zealand: WCEE.
- Antón, R., & Ávilés, Á. (2017). *Análisis de respuesta sísmica y potencial de licuefacción en la parroquia Tarqui, Manta posterior al terremoto 2016*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Guayaquil. Recuperado el 1 de 10 de 2019
- Aristizábal, D., López, D., Petruz, M., & Torres, E. (2016). *Ensayo de penetración estándar (SPT)*. Universidad De La Costa (C.U.C), Barranquilla.
- Ayala Piña, V. D. (2015). *Diseño de un pórtico de hormigón armado mediante tipo de análisis estático por el método DBF diseño basado en fuerzas*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ingeniería Civil, Machala.
- Braja M., D. (2001). *Fundamentals of Geotechnical Engineering* (Cuarta ed.). (C. G. Sergio R., Ed., & J. León Cárdenas, Trad.) Cengage Learning.
- Brisbin, A. (Abril de 2010). Slope Stability Analysis of Fly Ash Containment Dyke. (T. U. COLUMBIA, Ed.) Vancouver, Canadá: FACULTY OF APPLIED SCIENCE (Geological Engineering).
- Crisafulli, F. J. (2018). *Diseño sismorresistente de construcciones de acero*. Mendoza.

- Fernández Diéguez, L. (2015). *Licuefacción de los suelos generada por sismos de gran magnitud. Caso de estudio Caimanera y Santiado de Cuba*. Tesis de Maestría, Instituto Superior Minero Metalurgico, Departamento de Geología, Moa.
- Fernández, L., Guardado, R., Herrera, I., Oliva, R., & Díaz, P. (Abril de 2016). Escenarios susceptibles a la licuefacción inducida por sismos de gran magnitud en. *Minería & Geología*, 32(2), 53-69.
- Fondo Verde, & De La Fuente, G. (s.f.). *Instrumentos de la gestión del Paisaje*. Editorial Ambiental.
- García Núñez, J. R. (2017). *Análisis comparativo del fenómeno de licuación en arenas. Aplicación a Tumaco (Colombia)*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya, Departamento de Ingeniería de Terreno, Cartográfica y Geofísica, Barcelona. Recuperado el 1 de 10 de 2019
- Geotécnia y Cimentaciones . (2015). En *Norma Ecuatoriana de la Construcción*.
- Girón Wetjen, R. E. (1976). *Diseño de pavimentos de adoquín*. Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería .
- Guashpa, F., & Salazar, C. (2017). *Diseño de adoquinado de las calles Roldos Aguilera, Guabos, Atahualpa, Luis Cordero, Pedro Bruning y Elias Sinalin de la parroquia de Nayón*. Tesis pre grado, Universidad Central del Ecuador, Facultad de ingeniería ciencias físicas y matemáticas, Quito.
- Henríquez Pantaleón, C. I. (Enero de 2007). Mejora de terrenos potencialmente licuables con inyecciones de compactación. Universidad Politécnica de Madrid.
- Henríquez, S., Pedrals, A., & Valdés, P. (2009). TRABAJO FINAL DE DIPLOMA: CASOS DE ASENTAMIENTOS INADMISIBLES EN SUELOS FINOS. (I. Civil, Ed.) Chile: Universidad de Chile.
- Marto, A., & Soon, T. C. (Mayo de 2012). Short Review on Liquefaction Susceptibility. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, págs. 2115-2119.
- MIDUVI. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción - Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Norma Ecuatoriana De La Construcción*. Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (s.f.). *Plataforma Gubernamental de Desarrollo Social*. Obtenido de Habitat y Vivienda: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

- Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el sector de la construcción menor o igual a veinte mil metros*. Quito: Sistema Único de Información Ambiental.
- Molina, E. (2013). *Estudio de impacto ambiental. Edificio multifamiliar Punta Pacífico*. Salinas.
- Narsilio, G., & Santamaria, C. (s.f.). *Clasificación de suelos: Fundamento físico, prácticas actuales y recomendaciones*. Atlanta: Georgia Institute of Technology.
- NOVACERO. (2019). Tipo de Novalosa. *Catálogo de Productos NOVALOSA*, 8-10.
- Pacheco, I. (2016). *¿ Qué es, cómo se hace y para qué sirve un Estudio de Suelos?* Abouthaus. Obtenido de <https://about-haus.com/estudio-de-suelo/>
- Pérez Cutillas, P., Barberá, G., & Conesa Gracia, C. (2015 de Murcia). Estimación de la humedad del suelo a niveles de capacidad de campo y punto de marchitez mediante modelos predictivos a escala regional. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*(68), págs. 325-345.
- Pérez Vargas, F. (2014). *Diseño sísmico basado en desplazamientos (DDBD)*. Medellín.
- Quinde Martínez, P., & Reinoso Angulo, E. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. *SciELO*, 1-26.
- Santa Elena Prefectura. (29 de Octubre de 2009). *Privincialización*. Obtenido de Santa Elena Prefectura: <https://www.santaelena.gob.ec/index.php/historia/23-santaelena/santa-elena>
- Simeon Cañas, J. (s.f.). *Análisis granulométrico de parctículas por tamizado en agregado fino y grueso y determinación de material más fino que el tamiz No. 200 en agregado mineral por lavado*. Universidad de Mecánica Estructural, Departamento de Mecánica Estructural, San Salvador.
- Suárez Díaz, J. (11 de Septiembre de 2015). *Exploración Geotécnica*. Obtenido de Geotecnología S.A.S: <https://www.erosion.com.co/exploracion-geotecnica/136-exploracion-geotecnica.html>
- Universidad de Costa Rica. (2014). *¿Qué es la ingeniería geotécnica?* Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales.
- Wang, X., Papanicolas, D., & Bobey, L. (2011). Settlement Analysis of EPCOR Tower in Edmonton. Toronto, Ontario, Canadá: Pan-Am CGS Geotechnical Conference.

ANEXOS

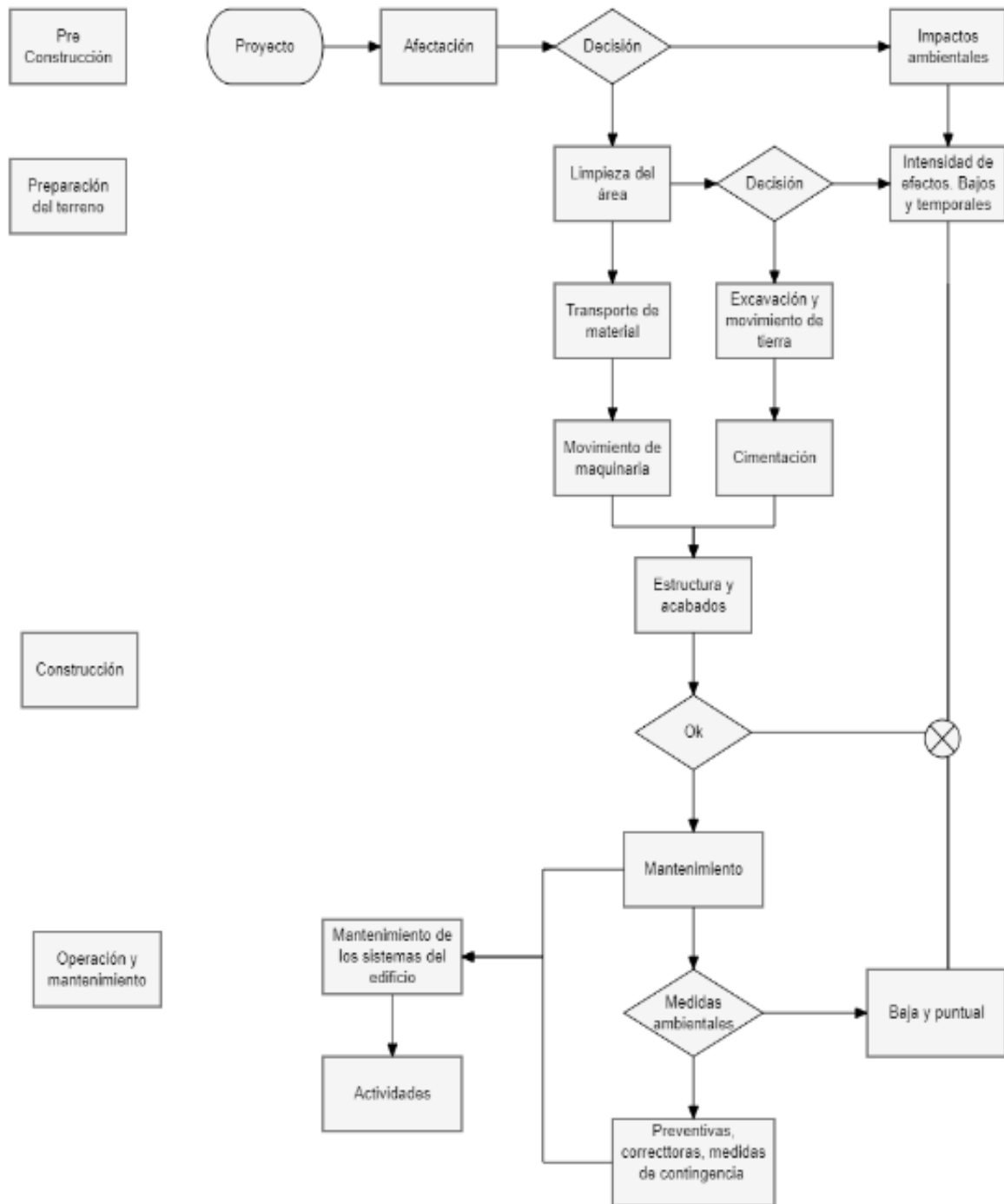
PRESUPUESTO

Proyecto:	Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas - Ecuador		
Ubicación:	Punta Carnero, Salinas - Ecuador	Fecha:	Enero/2020

No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario \$	Precio Total \$
OBRAS PRELIMINARES					
1.1	Limpieza y desbroce con retroexcavadora (incluye desalojo)	m2	792.00	0.92	727.58
1.2	Bodega provisional	m2	50.00	10.87	543.58
				SUBTOTAL	1271.16
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.1	Relleno de material de préstamo importado (incluye transporte y compactado)	m3	1425.60	16.35	23311.77
2.2	Excavación de cimientos y vigas de cimentación (incluye desalojo)	m3	139.70	12.24	1709.39
2.3	Hormigón armado para muros f'c=350	m3	167.40	353.01	59093.04
				SUBTOTAL	84114.20
CIMENTACION PROFUNDA					
3.1	Perforación para pilotes prebarrenados	ml	1320.00	110.18	145431.00
3.2	Encamisado metálico para pilotes prebarrenados $\phi=0.40$ m y $\phi=0.50$ m	ml	1320.00	120.33	158830.10
3.3	Limpieza y desalojo de material no apto en pilotes prebarrenados	m3	219.60	43.32	9512.56
3.4	Acero de refuerzo $F_y=4200$ kg/cm2 para pilotes prebarrenados	kg	27686.23	2.77	76665.03
3.5	Fundición de hormigón f'c=350 para pilotes prebarrenados	m3	219.60	314.51	69065.20
3.6	Acero de refuerzo $F_y=4200$ kg/cm2 para cabezales y vigas de amarre	kg	9687.77	2.08	20112.59
3.7	Hormigón f'c=350 kg/cm2 para cabezales y vigas de cimentación (incluye encofrado)	m3	69.25	326.22	22589.69
3.8	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 para contrapiso e=0.10m	m2	29.81	29.50	879.32
				SUBTOTAL	503085.49
ESTRUCTURA					
4.1	Acero de refuerzo $F_y=4200$ kg/cm2 para vigas principales, columnas y escaleras	kg	72521.00	1.93	139872.45
4.2	Hormigón f'c=350 kg/cm2 (incluye encofrado) para vigas principales, columnas y escaleras	m3	311.72	318.61	99318.37
4.3	Placa de acero empotrada (0.20 m x 0.25 m) (incluye pernos)	u	36.00	44.90	1616.23
4.4	Vigas de acero estructural A-36, Perfiles laminados IPE (incluye soldadura y montaje)	kg	13448.96	2.91	39151.30
4.5	Losa de placa colaborante e=10.5 cm solo estructura	m2	3301.56	39.63	130849.17
4.6	Hormigón f'c=240 kg/cm2 de losa colaborante e=10.5 cm	m3	127.94	225.10	28798.15
4.7	Pintura de elementos metálicos	m2	120.08	5.70	684.04
				SUBTOTAL	440289.72
PAVIMENTO - ADOQUINES					
5.1	Material de Base Clase 3 (incluye transporte y compactación)	m3	56.59	19.04	1077.47
5.2	Arena (incluye transporte y tendido)	m3	14.15	5.60	79.23
5.3	Adoquín f'c=350 kg/cm2 (incluye transporte e instalación)	m2	282.97	17.22	4872.11
				SUBTOTAL	6028.81
LIMPIEZA FINAL					
6.1	Limpieza (incluye desalojo)	m2	792.00	0.73	579.43
				SUBTOTAL	579.43
				TOTAL COSTOS CD	\$ 1035368.80
				TOTAL COSTOS CI	\$ 213927.41
				COSTO TOTAL DE LA OBRA	\$ 1249296.21

MEMORIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

DIAGRAMA DE FLUJO – CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO



		Magnitud: 1-10 Importancia: 1-10	ACTIVIDADES														Total Acciones		
			Construcción										Operación y Mantenimiento						
Valoración	Magnitud: 10 = Grande, 5 = Mediano, 1 = Pequeña	Importancia 1 = Nada, 10 = Alta	Excavación	Movimiento de tierra	Limpieza del terreno	Nivelación del terreno	Preparación de hormigón armado	Construcción de obras civiles	Almacenamiento de materiales	Manejo de desechos	Operación de maquinaria y vehículos de obra	Total Acción 1	Circulación de vehículos	Capa de recubrimiento y vegetación	Manejo de desechos	Mantenimiento y limpieza del edificio	Total Acción 2		
Medio Físico y Químico	Tierra	Calidad del Suelo	-7 4	-7 4	-4 2	-5 2			-4 1	-6 2		-90				-2 1	-2	-92	
	Agua	Superficial					-5 3	-5 2		-5 2	-4 2	-35			-4 2	-4 2	-16	-51	
	Aire	Calidad del aire (gases, partículas)	-5 2	-8 5	-4 1	-2 1	-4 2	-5 3					-79				-4 3	-12	-91
		Ruido		-3 1					-6 2			-8 4	-15					0	-15
Medio Biótico	Flora	Cubierta vegetal			-4 1	-4 1						-8	7 3			6 3	39	31	
	Fauna	Animales terrestres y acuáticos			-6 2				-8 3			-36					0	-36	
Medio Socio económico	Interés humano	Vista panorámica										-2	10 5				50	48	
		Recreación						-2 1				-4	10 6				60	56	
	Humano	Patrones culturales (estilo de vida)						-2 1					-2	10 6				60	58
		Empleo	6 3	6 3	4 1	6 3	5 3	8 4	3 1	3 1	6 3	129	9 5					45	174
		Salud y seguridad	-4 1	-4 1	-2 1	-2 1	-4 3	-5 2	-2 0	-6 1	-5 3	-55						0	-55
	Facilidades y actividades humanas	Red de transporte		-8 2								-3 1	-19	9 5	5 2	9 5		100	81
		Manejo de residuos							-5 2	-8 3			-34			9 6	7 5	89	55
Redes de servicios		-8 2						-6 2	-6 2			-40					0	-40	
TOTALES											-290						413	123	

Total de Impactos Negativos	-320
Total de Impactos Positivos	443
Total de Impactos	123



CERTIFICADO AMBIENTAL

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTA ELENA

Dado en SANTA ELENA, el 18 de diciembre del 2019

CERTIFICADO AMBIENTAL No.1107-GPY-2019-CA-SUIA

La / el GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTA ELENA, en cumplimiento a las disposiciones contenidas en la Constitución de la República del Ecuador, la normativa ambiental aplicable y vigente; así como los requerimientos previstos para esta actividad:

CONFIERE EL PRESENTE CERTIFICADO AMBIENTAL a favor de :

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE 7 PISOS, CIMENTADA SOBRE SUELO POTENCIALMENTE LICUABLE, LOCALIZADA EN PUNTA CARNERO, SALINAS - ECUADOR Ubicado en :

Provincia	Cantón	Parroquia
SANTA ELENA	SALINAS	JOSE LUIS TAMAYO (MUEY)

A nombre de ANDRADE LLORENTE SILVIA LEONOR, considerando que ha cumplido en forma adecuada con el proceso de registro de su proyecto, obra o actividad; debiendo su representada aplicar durante todas las fases de su actividad la Guía de Buenas Prácticas Ambientales emitida por la Autoridad Ambiental Nacional, la misma que debe ser descargada de la página web del SUIA de forma obligatoria.

DETALLES DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD:

Datos Técnicos

Actividad:

CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CIVIL MENOR O IGUAL A 5000 M2

Ubicación Geográfica

Dirección:

Punta Carnero, Parroquia Jose Luis Tamayo, Salinas, Ecuador. Condominio de uso residencial

Provincia	Cantón	Parroquia
SANTA ELENA	SALINAS	JOSE LUIS TAMAYO (MUEY)

Datos Administrativos

Nombre del representante legal:	ANDRADE LLORENTE SILVIA LEONOR
Email:	slandrad@espol.edu.ec
Teléfono:	2695832
Código de registro del proyecto:	MAE-RA-2019-454598
Dirección:	Urdenor 1, Mz 112 - Villa 10

El presente Certificado Ambiental no es de carácter obligatorio, siendo importante la aplicación de las Buenas Prácticas Ambientales en el desarrollo de su actividad.

Atentamente,

VILLAO VILLAO JOSE DANIEL

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTA ELENA

Yo, ANDRADE LLORENTE SILVIA LEONOR con Cédula/RUC N° 1315563252 declaro bajo juramento que la información que consta en el presente certificado es de mi absoluta responsabilidad. En caso de forzar, falsificar, modificar, alterar o introducir cualquier corrección al presente documento, asumo tácitamente las responsabilidades y sanciones determinadas por la ley.

Atentamente,

Srta. ANDRADE LLORENTE SILVIA LEONOR (Firma)



Srta. Proponente
ANDRADE LLORENTE SILVIA LEONOR
En su despacho

**CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN CON EL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS (SNAP), PATRIMONIO FORESTAL DEL ESTADO (PFE), BOSQUES Y VEGETACIÓN PROTECTORA (BVP), PARA EL PROYECTO:
"DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE 7 PISOS, CIMENTADA SOBRE SUELO POTENCIALMENTE LICUABLE, LOCALIZADA EN PUNTA CARNERO, SALINAS - ECUADOR, UBICADO EN LA/S PROVINCIA/S DE (SANTA ELENA)"**

1.- ANTECEDENTES

Con la finalidad de obtener el Certificado de Intersección con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal del Estado (PFE), Bosques y Vegetación Protectora (BVP), el/la Srta. ANDRADE LLORENTE SILVIA LEONOR como Proponente del proyecto obra o actividad, solicita a esta Cartera de Estado, emitir el Certificado de Intersección para el Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE 7 PISOS, CIMENTADA SOBRE SUELO POTENCIALMENTE LICUABLE, LOCALIZADA EN PUNTA CARNERO, SALINAS - ECUADOR, ubicado en la/s provincia/s de (SANTA ELENA).

2.- ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACIÓN PRESENTADA

El señor/a proponente, remite la información del proyecto, obra o actividad en coordenadas UTM en el sistema de referencia DATUM: WGS-84 Zona 17 Sur, la misma que es sobrepuesta automáticamente por el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) con las coberturas geográficas oficiales del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal del Estado (PFE), Bosques y Vegetación Protectora (BVP) del Ministerio del Ambiente.

Del análisis automático de la información a través del Sistema SUIA, se obtiene que el proyecto, obra o actividad DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE 7 PISOS, CIMENTADA SOBRE SUELO POTENCIALMENTE LICUABLE, LOCALIZADA EN PUNTA CARNERO, SALINAS - ECUADOR, ubicado en la/s provincia/s de (SANTA ELENA), **NO INTERSECTA** con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal del Estado (PFE), Bosques y Vegetación Protectora (BVP).

3.- CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN AUTOMÁTICO

En base al Acuerdo Ministerial No. 389 del 08 de diciembre de 2014, en el cual se establece que el Director Nacional de Prevención de la Contaminación Ambiental suscribirá a Nivel Nacional los Certificados de Intersección.

4.- CATÁLOGO DE PROYECTOS, OBRAS O ACTIVIDADES:

De la información remitida por, Srta. ANDRADE LLORENTE SILVIA LEONOR como Proponente del proyecto, obra o actividad; y de acuerdo al Catálogo de Proyectos, Obras o Actividades emitido mediante acuerdo Ministerial No. 061 del 04 de mayo del 2015, publicado en el Registro Oficial No. 316 del lunes 04 de mayo del 2015, se determina:

41.01.02.01 CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CIVIL MENOR O IGUAL A 5000 M2, corresponde a: **CERTIFICADO AMBIENTAL.**

5.- CÓDIGO DE PROYECTO: MAE-RA-2019-454598

El trámite de Regularización Ambiental de su proyecto debe continuar en GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTA ELENA, localizado en la Jurisdicción Territorial de la Provincia

Atentamente,

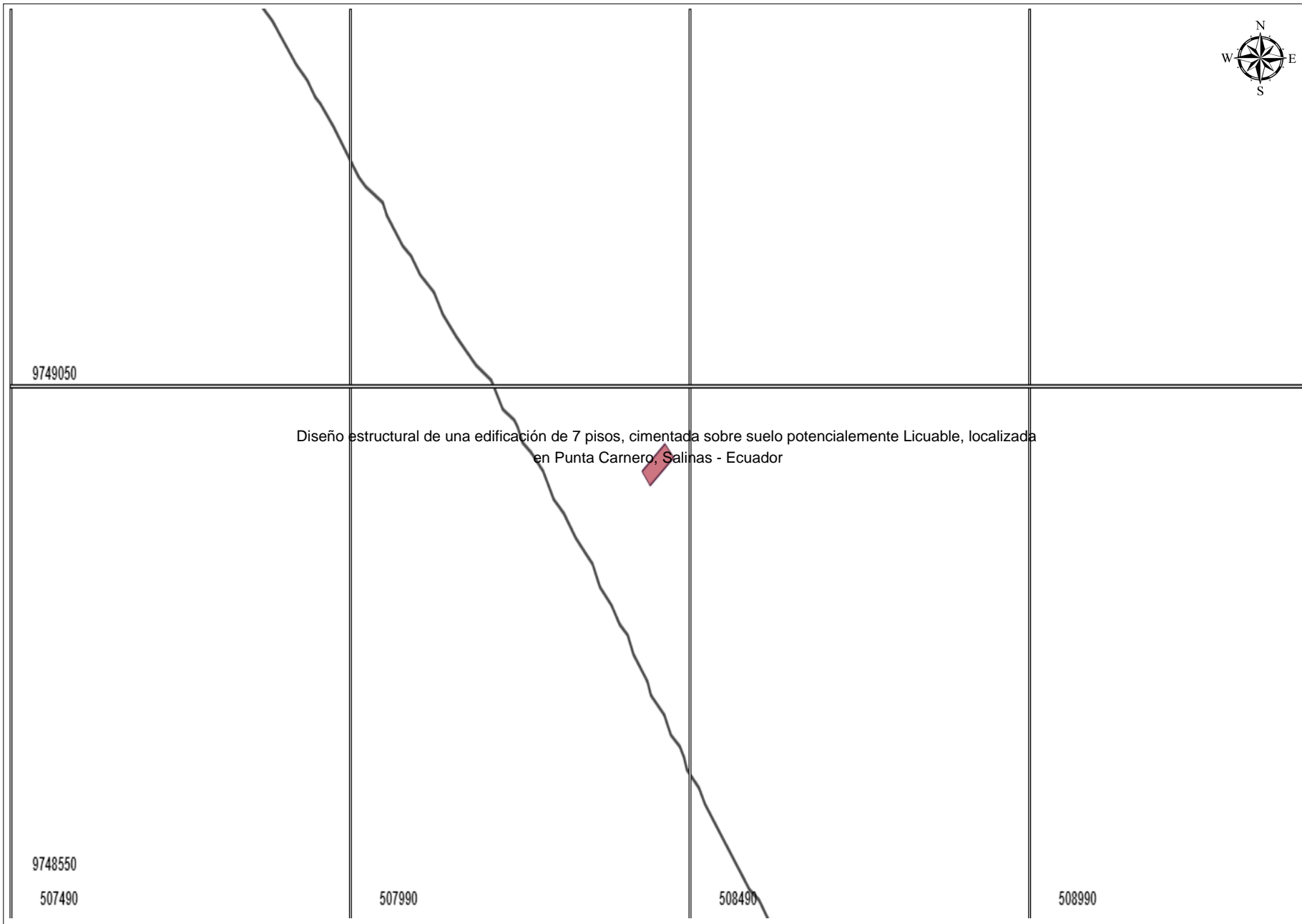
Ing. PEÑA JARAMILLO FRANCISCO JAVIER
DIRECTOR NACIONAL DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Yo, ANDRADE LLORENTE SILVIA LEONOR con cédula de identidad 1315563252, declaro bajo juramento que toda la información ingresada corresponde a la realidad y reconozco la responsabilidad que genera la falsedad u ocultamiento de proporcionar datos falsos o errados, en atención a lo que establece el artículo 255 del Código Orgánico Integral Penal, que señala: Falsedad u ocultamiento de información ambiental.- La persona que emita o proporcione información falsa u oculte información que sea de sustento para la emisión y otorgamiento de permisos ambientales, estudios de impactos ambientales, auditorías y diagnósticos ambientales, permisos o licencias de aprovechamiento forestal, que provoquen el cometimiento de un error por parte de la autoridad ambiental, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años.

Atentamente,
ANDRADE LLORENTE SILVIA LEONOR
1315563252

CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN

Diseño estructural de una edificación de 7 pisos, cimentada sobre suelo potencialmente Licuable, localizada en Punta Carnero, Salinas - Ecuador



CROQUIS DE UBICACIÓN



LEYENDA TEMÁTICA

- Bosques protectores
- Zonas intangibles
- Parque Nacional
- Refugio de Vida Silvestre
- Reserva Biológica
- Reserva Ecológica
- Reserva Geobotánica
- Reserva Marina
- Reserva de Producción de Fauna
- Área Nacional de Recreación SNAP
- Zona Amortiguamiento Yasuní
- Patrimonio Forestal del Estado
- Subsistema Autónomo Descentralizado
- Quebradas Vivas
- Ramsar area
- Ramsar punto
- Diseño estructural de una edificación

DATUM:

Proyección Universal Transversa
de Mercator
WGS-84 Zona 17 Sur

ESCALA:

1:5000

DIRECCIÓN NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El proyecto:
No interseca con Bosques protectores.
No está dentro Zonas intangibles.
No interseca con SNAP.
No está dentro de Zona Amortiguamiento Yasuní.
No interseca con Patrimonio Forestal del Estado.
No interseca con Subsistema Autónomo Descentralizado.
No interseca con Quebradas Vivas.
No interseca con Ramsar area.
No interseca con Ramsar punto.

INFORMACIÓN SUJETA A VERIFICACION DE CAMPO

FUENTE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

CARTOGRAFÍA BASE: Cartas Topográficas Instituto Geográfico Militar I.G.M. Escala 1:50.000
CARTOGRAFÍA TEMÁTICA: Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques Protectores y Patrimonio Forestal del Estado. MINISTERIO DEL AMBIENTE

Generado por: S.U.I.A. Fecha Elaboración: Mié, 18 diciembre 2019





Sistema Único de Información Ambiental - **SUIA**

**GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN MENOR O IGUAL A
VEINTE MIL METROS**

CATEGORÍA I



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD.....	3
3. RECOMENDACIONES.....	4
3.1. FASE DE DISEÑO.....	4
3.2. FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	4
3.2.1. ALMACENAMIENTO Y MANUPULACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	4
3.2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	6
3.2.3. OCUPACIÓN Y USOS DEL SUELO.....	6
3.2.4. REDUCIR LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	7
3.2.5. REDUCCIÓN DE RUIDO.....	7
3.2.6. USO RACIONAL DEL AGUA.....	8
3.2.7. AHORRO DE ENERGÍA-EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	9
3.2.8. GESTIÓN DE RECIDUOS.....	9



GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN MENOR O IGUAL A VEINTE MIL METROS CUADRADOS

CATEGORÍA I

1. INTRODUCCIÓN

Una mejor práctica de gestión ambiental es una acción o una combinación de las acciones llevadas a cabo para reducir el impacto ambiental de las operaciones de las actividades a ejecutar en un proyecto. Hay dos tipos de prevención de la contaminación: a) reducción en la fuente y b) reciclaje.

a) Reducción en la fuente; minimiza o elimina la generación de residuos.

b) Reciclaje; se utilizan materiales para modificar su forma o características y se pone a su disposición para volver a utilizarse.

Así mismo, trata de dar un enfoque de concientización y capacitación, cuánto podemos aportar para minimizar la alteración del ambiente a través del buen uso de los recursos; aplicando sugerencias puntuales de buenas prácticas ambientales según sea la actividad que vayamos a realizar.

Esta Guía de Buenas Prácticas Ambientales (GBPA) pretende sensibilizar sobre la afección que generamos al medio ambiente, desde nuestras actividades más comunes, aportando soluciones mediante el conocimiento de la acción y la propuesta de prácticas ambientales correctas, entre ellas la aplicación del Mecanismo General para Otorgar el Reconocimiento Ecuatoriano Ambiental “Punto Verde” a Construcciones Ecoeficientes enmarcado en el Acuerdo Ministerial 004 publicado en R.O. 128 del 29 de abril del 2014 y demás que sean de estricto cumplimiento en la normativa ambiental vigente.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD.

La presente Guía de Buenas Prácticas Ambientales (GBPA) está dirigida a las personas naturales y jurídicas cuyas actividades se enmarquen dentro de la construcción y operación de conjuntos residencias, urbanizaciones y edificios menor o igual a 20000 m² de área bruta de construcción.

A través de la implementación de la Guía de Buenas Prácticas Ambientales (GBPA), se tiene la posibilidad de reducir el impacto ambiental negativo generado por las actividades de cada uno de los trabajadores de manera individual, sin necesidad de sustituir o realizar cambios profundos en los procesos; aunque el impacto generado pudiera percibirse como no significativo, la suma de cientos de malas prácticas individuales puede

generar resultados globales adversos, por lo cual se pueden llevar a cabo pequeñas acciones encaminadas a su prevención o su reducción.

3. RECOMENDACIONES.

3.1. FASE DE DISEÑO.

- Deberá considerar la realización de un estudio preliminar, que tenga en cuenta los condicionantes del entorno donde se vaya a emplazar la infraestructura, de manera que las características del sitio puedan ser aprovechadas al máximo.
- Considerar los vientos predominantes, temperaturas, características geológicas para optimizar el diseño de las edificaciones; el relieve de la zona, que pueda minimizar el efecto del viento, del ruido; estabilización de taludes, para evitar deslizamientos, hundimientos o deslaves.
- Considerar la existencia cercana de algún tipo de remanente forestal, que puede ser empleado como barrera natural de ruido, polvo, viento, etc.
- Integrar las construcciones y los materiales en el entorno para aprovechar los recursos del área.
- Armonizar los diseños de las edificaciones con el entorno, potenciando su integración en el paisaje y minimizando el impacto visual.
- Usar los sistemas constructivos representativos de la zona de manera que se aprovechen los recursos del entorno y así aportar a minimizar el consumo energético derivado del transporte.
- Minimizar el acristalamiento en fachadas Oeste y Este y maximizar en fachadas Sur y Norte.
- Se deberá contemplar vegetación integrada en el proyecto constructivo.

3.2. FASE DE CONSTRUCCIÓN.

3.2.1. ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS.

- Adecuar una infraestructura existente o construir instalaciones temporales de almacenamiento de materiales de construcción acorde a la normativa vigente en la que pueda incurrir esta actividad.
- Disponer de uno o varios contenedores distribuidos por las zonas de trabajo para almacenar los materiales y minimizar posibles pérdidas y deterioro.
- Realizar la inspección visual de los materiales antes de su recepción para garantizar que lleguen al sitio en buenas condiciones.



GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN MENOR O IGUAL A
VEINTE MIL METROS

SUIA-MDA-GBPA-030

- Almacenar los materiales peligrosos y/o especiales atendiendo a las indicaciones del fabricante (fichas de datos de seguridad) y la normativa para el almacenamiento de dichas sustancias.
- Retirar y acopiar adecuadamente aquellos elementos que puedan tener una reutilización posterior: tejas, ladrillos, ventanas, mobiliario, barandas, y otros.
- Limpiar y mantener en buen estado las herramientas y el equipo de obra.
- Tener en funcionamiento la maquinaria el tiempo necesario, ya que evitará la emisión de ruido al vecindario y contaminantes gaseosos.
- Reducir la circulación de las maquinas en obra, logrando gestionar trayectos y recorridos menos extensos para ahorrar combustible y prevenir accidentes.
- Desenchufar las herramientas eléctricas cuando no se utilizan y colocar tarjetas de bloqueo de seguridad cuando necesiten reparación para dejarlas fuera de uso.
- Proteger del sol, la lluvia y de la humedad los materiales y herramientas mediante lonas y elementos separadores del suelo.
- Al momento de dimensionar las áreas de las edificaciones, en lo que respecta especialmente a mampostería y revestimiento cerámico, se deberá observar las dimensiones de las superficies sobre las cuales se trabajará para reducir el número de cortes de ladrillos y de las piezas cerámicas respectivamente.
- Calcular correctamente las cantidades de materia prima a emplear para evitar residuos o sobrantes en las mezclas efectuadas.
- Aprovechar al máximo los materiales evitando dejar restos en los envases, vaciando dichos envases por completo.
- Calcular correctamente las cantidades de materia prima a emplear para evitar residuos o sobrantes en las mezclas efectuadas.
- Aprovechar al máximo los materiales evitando dejar restos en los envases, vaciando dichos envases por completo.

- Evitar la caducidad de productos, pasado su vencimiento se transforman en residuos y no servirán para fines constructivos.
- Evitar derrames de aceites y líquidos de las maquinarias recolectándolos para su posterior entrega a los gestores autorizados.
- No verter los restos de hormigón madera, yeso, cal y restos de aguas de limpieza en el desagüe, alcantarillado o en el suelo.

3.2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

- Cumplir con la normativa vigente y los lineamientos establecidos por las autoridades competentes en el tema.
- Utilizar siempre los elementos de protección personal, adecuados a los riesgos de las tareas en función de los materiales que se manipulan.
- Identificar cantidad y tipo de extintores o dispositivos para control del fuego dentro del sector de almacenamiento y conocer el procedimiento de emergencias ante incendios.
- Se deben colocar carteles y señales de advertencia en áreas donde se almacenan gases comprimidos inflamables, identificando la sustancia y las precauciones adecuadas.
- Las áreas de almacenaje nunca deben ubicarse bajo nivel o sótanos.
- Dar capacitación al personal en el manejo adecuado de herramientas y equipos para prevenir riesgos laborales y accidentes en el trabajo.
- Instruir, capacitar y controlar que los trabajadores que estén expuestos a ruidos fuertes y en tiempos prolongados cuenten con sus respectivos Equipos de Protección Personal (EPP) para mitigar la contaminación por ruido.

3.2.3. OCUPACIÓN Y USOS DEL SUELO.

- Una adecuada gestión de usos del suelo se realiza efectuando un correcto acopio de materiales y respetando las zonas destinadas a ello para reducir la ocupación del mismo.
- Separar selectivamente los diferentes tipos de tierra extraídos en los procesos constructivos en función de las posibilidades de reutilización.

- Reservar la capa superficial del suelo que es rica en nutrientes (aproximadamente los 20 primeros centímetros), siempre que haya espacio suficiente en la obra, y aprovecharla para trabajos de jardinería posteriores.
- Conservar las plantas y árboles que pudieran verse dañados por los movimientos de la maquinaria, y recuperar las zonas verdes afectadas durante la construcción.

3.2.4. REDUCIR LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

- Tener siempre en cuenta la dirección del viento para evitar exposiciones a terceros (ruido y polvo).
- Garantizar mediante el mantenimiento de los vehículos la perfecta combustión de los motores, el ajuste de los componentes mecánicos y el balanceo de las llantas.
- Realizar en tiempo seco y dependiendo del tipo de suelo, humedecimientos por lo menos 2 veces al día sobre las áreas desprovistas de acabados, al igual que sobre los materiales que se almacenen temporalmente y que sean susceptibles de generar material particulado.
- En la evacuación vertical de escombros, utilizar tubos con conexiones estancas entre sí y colocar una lona de protección en el contenedor para evitar la proyección de polvo.

3.2.5. REDUCCIÓN DE RUIDO

- Evitar la generación de ruidos molestos en el ambiente laboral y vecindario
- Evitar realizar los trabajos más ruidosos en las horas de descanso o de menor actividad del entorno, como por ejemplo: durante las primeras horas de la mañana o por la noche.
- Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria y los equipos para generar menos ruido por mal funcionamiento.
- Reducir el ruido utilizando la maquinaria y herramientas solo cuando sea necesario y mantenerlas apagadas en periodos de espera.
- Realizar en talleres aislados las operaciones de corte de materiales.
- Realizar un aislamiento o apantallamiento acústico temporal de las operaciones que lo permitan.

3.2.6. USO RACIONAL DEL AGUA.

- Las mangueras que se empleen deben tener llaves de paso en su entrada y salida para facilitar el cierre y reducir las pérdidas y goteos.
- Revisar periódicamente la red de provisión de agua para detectar fugas y evitar sobreconsumos por averías y escapes.
- Controlar que la cantidad de agua utilizada para la preparación de mezclas, de áridos, limpieza y otras actividades, sea la adecuada a las necesidades.
- Reutilizar, siempre que sea posible, el agua de limpieza, almacenándola en recipientes que faciliten la decantación de los sólidos.
- Utilizar detergentes biodegradables, sin fosfato ni cloro, en la limpieza de utensilios y equipos del personal.
- No verter en el suelo, en cursos de agua, ni en la red de alcantarillado restos de aceites, combustibles o productos peligrosos.
- Instale barreras que impidan el arrastre de materiales de construcción y sobrantes, por escorrentía.
- Evitar el vertido de agua que contengan cemento u otros productos procedentes de las actividades de construcción.
- Revisar el estado de los sumideros localizados en la zona de influencia de las obras, y de encontrar obstrucciones, coordinar la limpieza de los mismos.
- No utilizar agua para diluir derrames de sustancias peligrosas como pinturas, barnices lacas, ya que dichas sustancias se depositan en los cursos de agua.
- Las labores de mantenimiento, reparación, limpieza y lavado de vehículos, maquinaria, equipos y herramientas deben efectuarse en instalaciones que cuenten con la desarenadores y trampas de grasas. En ningún caso podrá realizarse el vertimiento de estas aguas sin tratamiento previo.
- Otra de las opciones para el ahorro de agua sería la recolección de agua de lluvia que podrían encauzarse en la misma conducción y emplearse para riego, inodoros, limpieza de calles.

3.2.7. AHORRO DE ENERGÍA-EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Es recomendable aprovechar la luz natural durante toda la jornada laboral para evitar la iluminación artificial.
- Utilizar lámparas de bajo consumo y apagar los equipos y luces que no se estén usando.
- Dejar transcurrir el tiempo necesario de secado de los materiales y superficies tratados. No utilizar medios artificiales de secado.
- Tener la maquinaria, sólo el tiempo imprescindible en funcionamiento (apagar el motor en tiempos de espera).
- Aislar térmicamente muros, ventanas y conducciones de climatización.
- Promover en lo posible, opciones constructivas que propicien el uso de energías renovables
- Tener en cuenta las nuevas tendencias y tecnologías de construcción con criterios bioclimáticos.
- Orientar las fachadas y distribuir los espacios interiores para optimizar el aporte solar, lumínico y los intercambios térmicos y acústicos.
- Calefacción y refrigeración: Calcular el sistema atendiendo a las características de cada espacio y las necesidades de climatización según el uso.

3.2.8. GESTIÓN DE RESIDUOS.

- Tomar en cuenta cuándo un material se transforma en residuo y que tipo de residuo es para proceder con la gestión correspondiente; de acuerdo a la Normativa Ambiental vigente.
- Identificar los puntos de generación de residuos en la obra. Programar y planificar sistemas de reducción.
- Cada trabajador debe conocer cuáles son las actividades que generan residuos y minimizar esa generación.
- Los vehículos que efectúen el transporte de tierras, escombros o materiales de construcción lo harán en las debidas condiciones para evitar el vertido accidental de su contenido, adoptando las precauciones necesarias para impedir ensuciar las vías públicas, dicho material deberá ser depositado en las escombreras que cuenten con la autorización correspondiente, acorde a la Normativa Ambiental vigente.



GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN MENOR O IGUAL A
VEINTE MIL METROS

SUIA-MDA-GBPA-030

- Utilizar materiales cuyos desechos posean una mayor aptitud para ser reciclados (Ej. maderas no tratadas con productos tóxicos).
- Si es posible no emplear materiales que se transformen en residuos tóxicos o peligrosos al final de su uso y elegir materiales con propiedades ecológicas y naturales.
- Reutilizar los restos de corte de materiales siempre que sea posible.
- Implementar la estrategia de las 3 R: Reducir, Reutilizar y Reciclar.
- Señalizar los contenedores según el tipo de residuo que pueden admitir.
- Utilizar contenedores debidamente señalizados y resistentes de acuerdo a los materiales que se depositan en cada uno de ellos, cuidando que su estructura no sea afectada por el residuo.
- Retire el suelo orgánico de forma que no se contamine con otros de materiales y almacénelo libre de otro de residuos; cúbralo e instale barreras que impidan su arrastre por escorrentía para utilizarlo en el paisajismo final de la obra, o entréguelo para cubrir necesidades similares externas.
- Contar con gestores de residuos autorizados para el transporte, tratamiento y disposición final de cada tipo de residuo (común, peligroso y especial).



GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN MENOR O IGUAL A
VEINTE MIL METROS

SUIA-MDA-GBPA-030

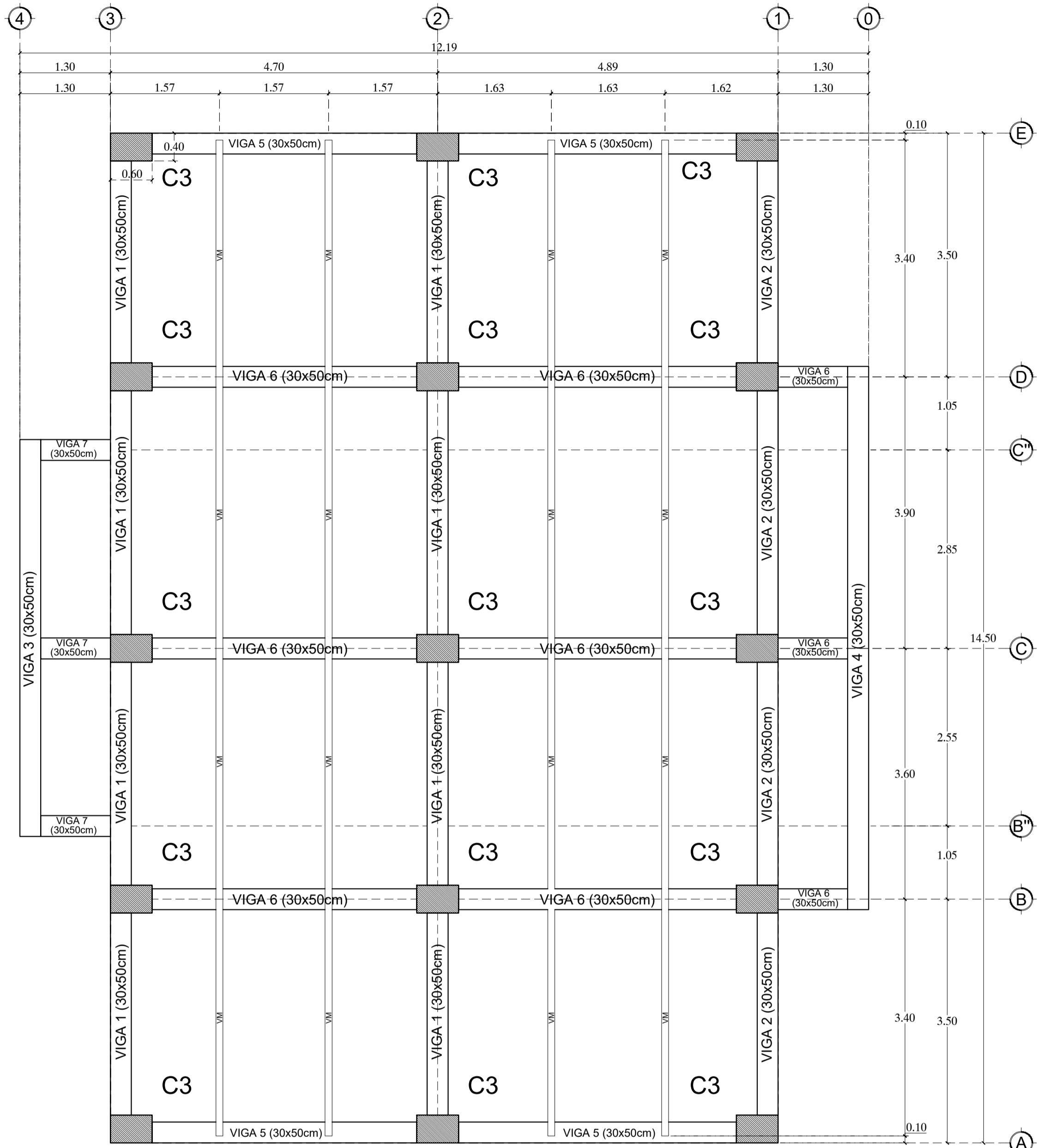
INFORMACIÓN DEL DOCUMENTO	
Elaborado por:	Especialistas Ambientales, CAN MAE.
Revisado por:	Coordinadores Dirección Nacional de Prevención de la Contaminación Ambiental.
Aprobado por:	Subsecretaría de Calidad Ambiental – MAE Dirección Nacional de Prevención de la Contaminación
Fecha:	Quito, 11 de Abril 2015

PLANOS ESTRUCTURALES

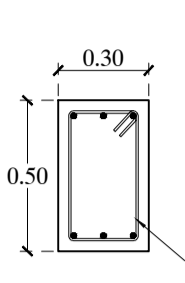
IMPLANTACIÓN DE VIGAS DEL BLOQUE A

Pisos 1-3

ESCALA: 1:50

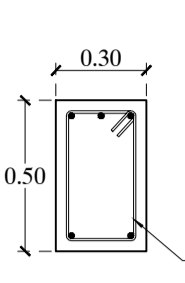


SECCIÓN 1-1'



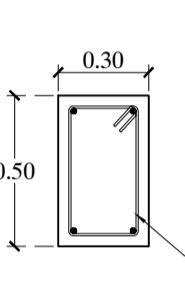
- 3 Ø 18mm Parte superior
- 3 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 2-2'



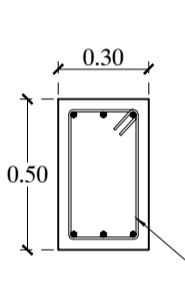
- 3 Ø 18mm Parte superior
- 2 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 3-3'



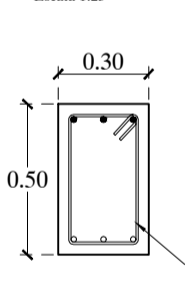
- 2 Ø 18mm Parte superior
- 2 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 4-4'



- 3 Ø 18mm Parte superior
- 3 Ø 18mm Parte superior

SECCIÓN 5-5'

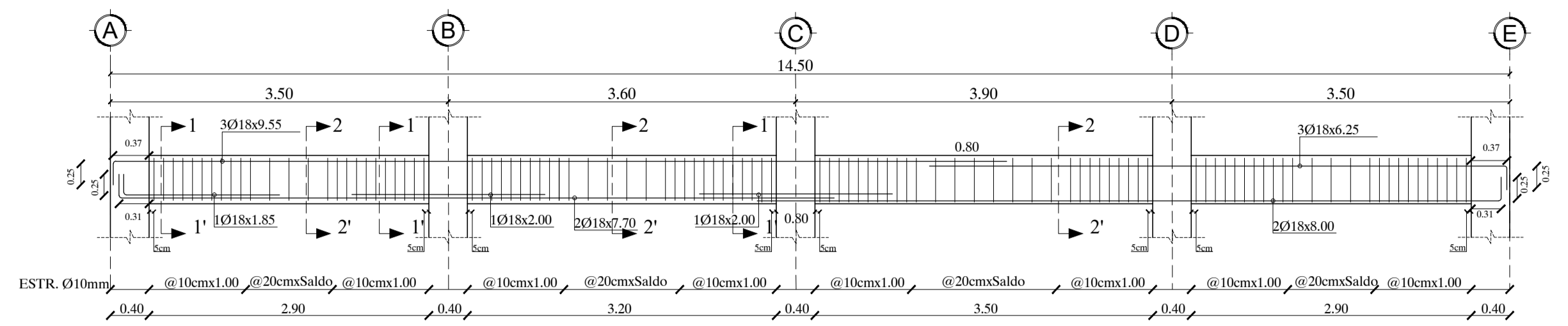


- 3 Ø 18mm Parte superior
- 3 Ø 18mm Parte superior

Vigas Pisos 1-3 (Viga 1) (0.30x0.50)

Dimensiones en m.

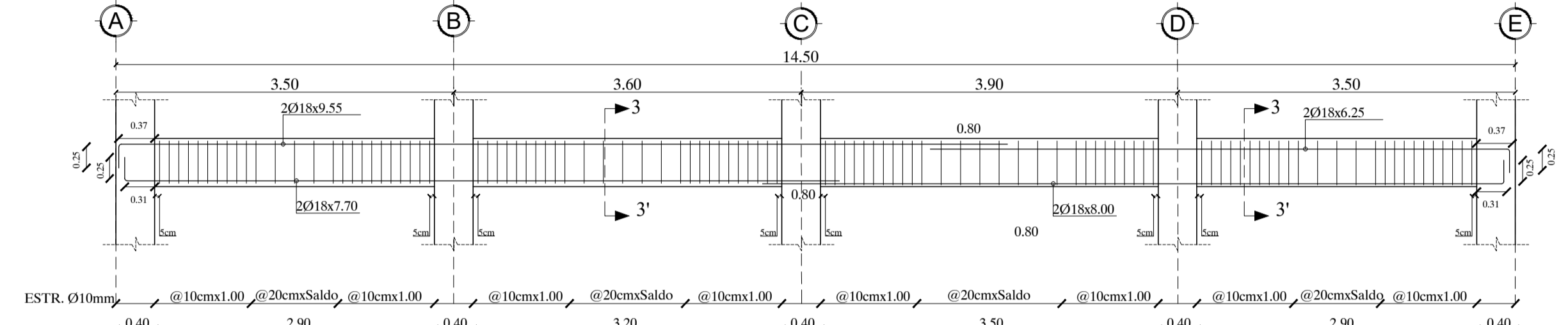
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 1-3 (Viga 2) (0.30x0.50)

Dimensiones en m.

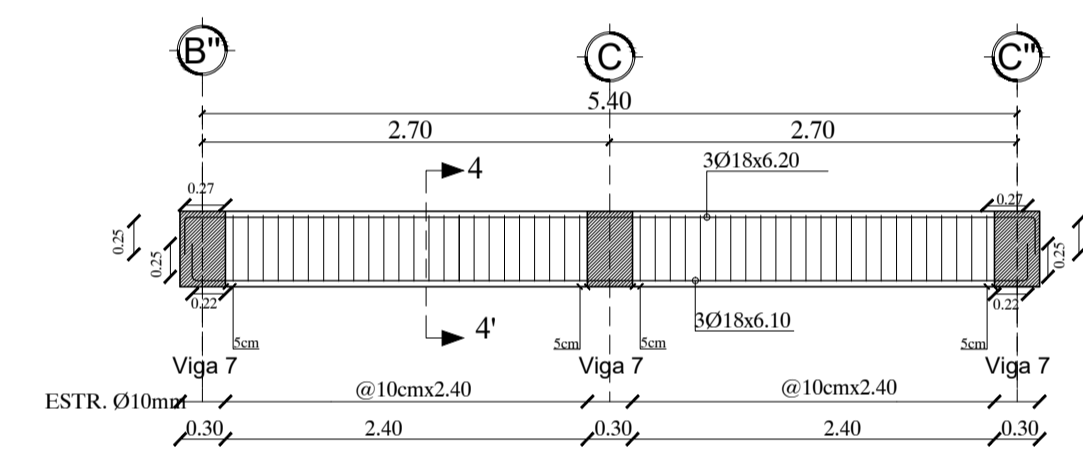
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 1-3 (Viga 3) (0.30x0.50)

Dimensiones en m.

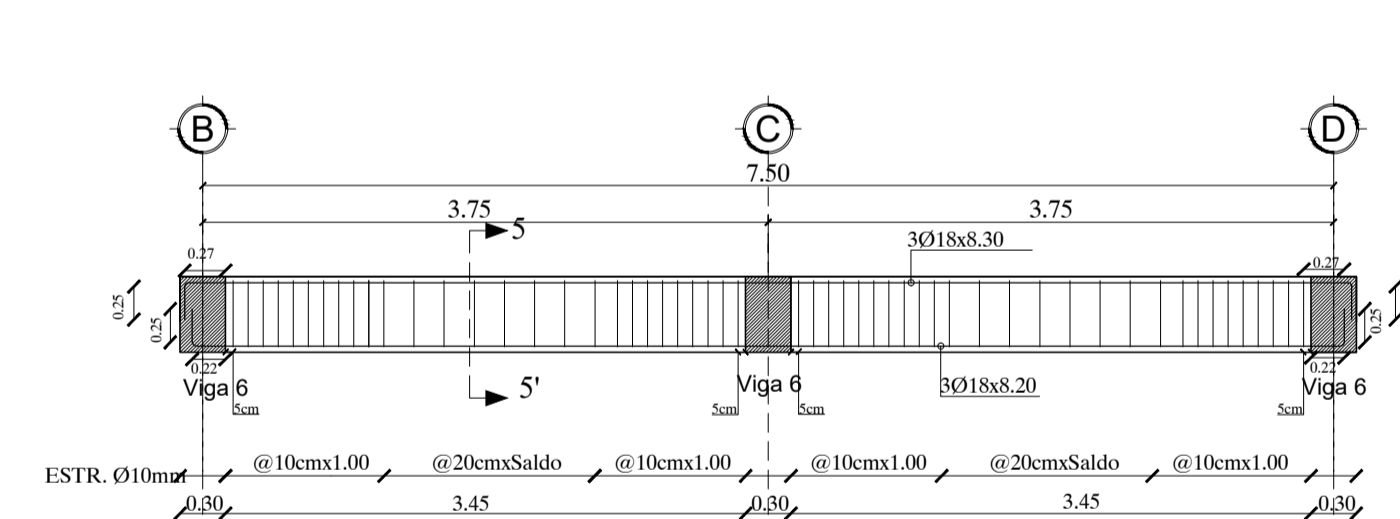
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 1-3 (Viga 4) (0.30x0.50)

Dimensiones en m.

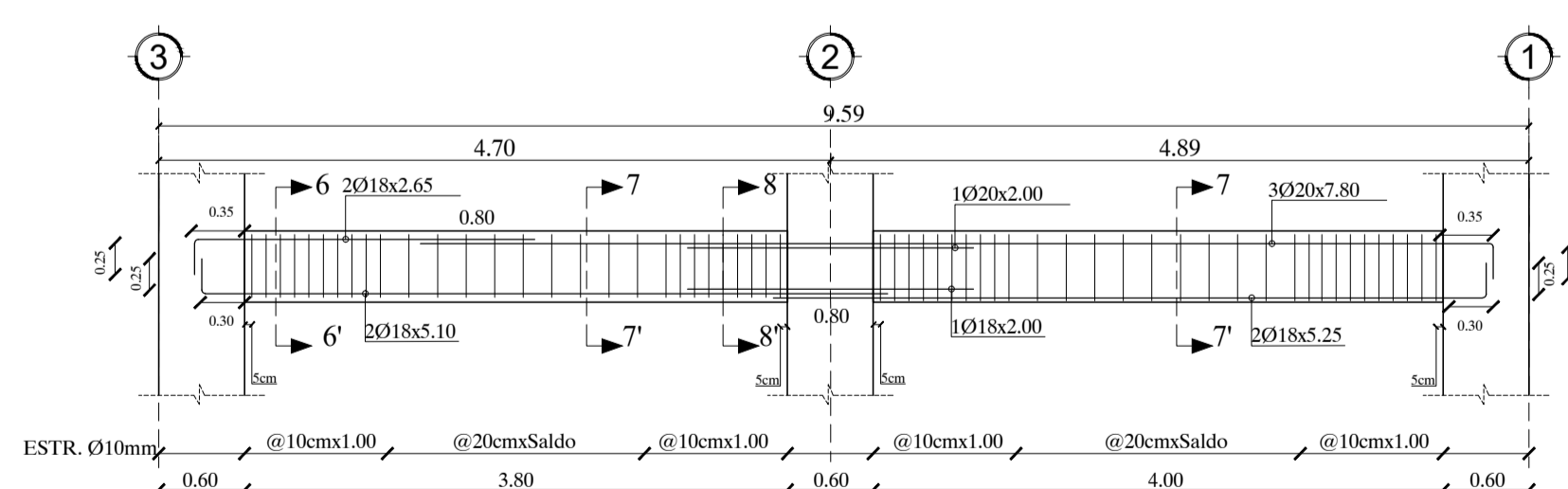
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 1-3 (Viga 5) (0.30x0.50)

Dimensiones en m.

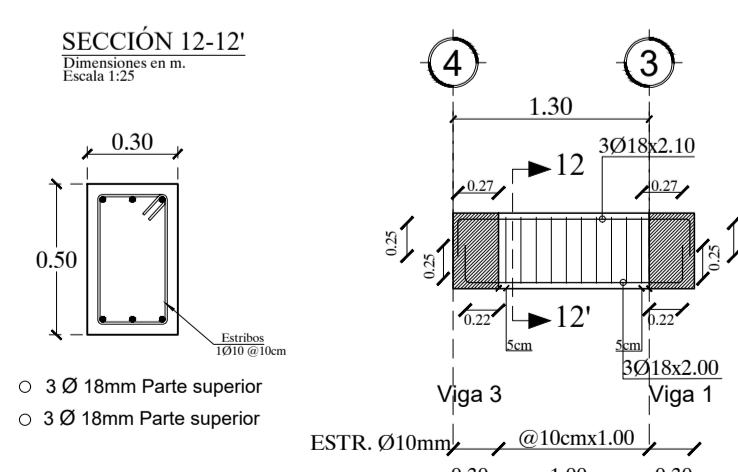
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 1-3 (Viga 7) (0.30x0.50)

Dimensiones en m.

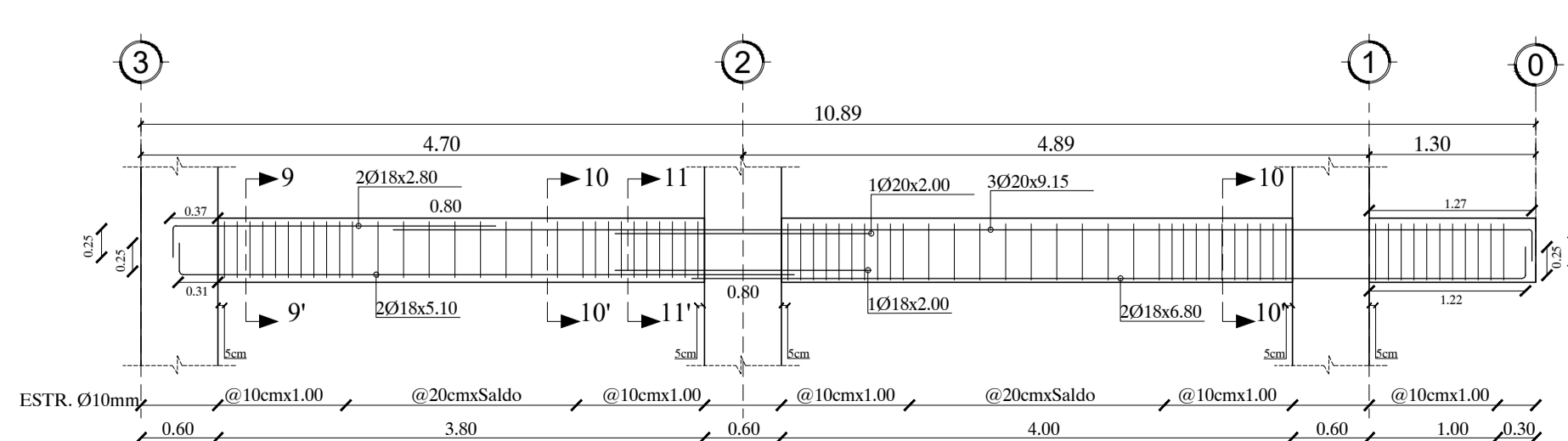
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 1-3 (Viga 6) (0.30x0.50)

Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

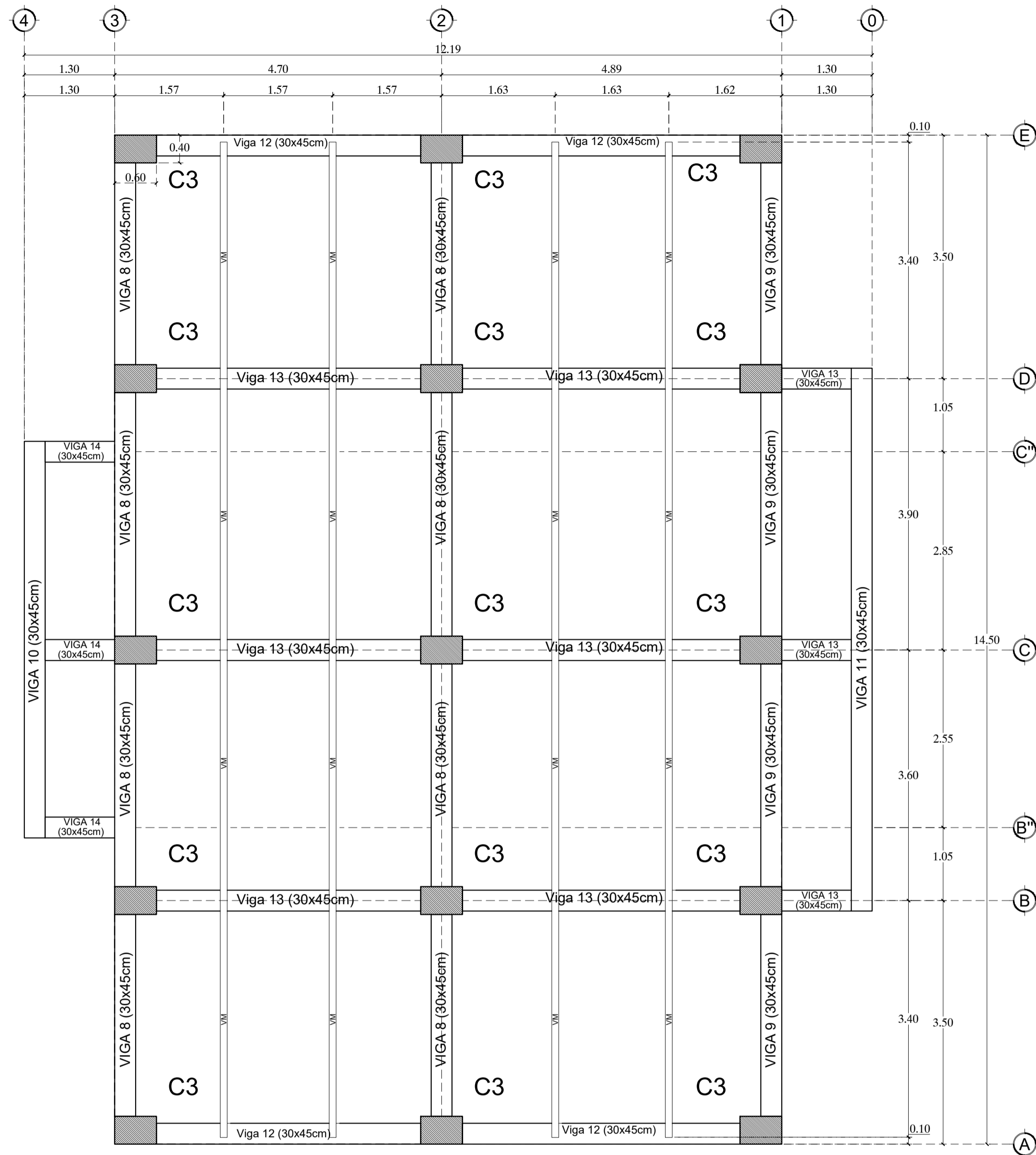


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm ²	
Hormigón premezclado $f_c=350$ Kg/cm ²	
Refuerzo principal: Varillas de 18 y 20 mm	
Estribos de 10 mm	
RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:	
Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.	
VIGAS, COLUMNAS: Refuerzo principal: 40 mm Estribos, espirales: 40 mm	
GANCHOS Y DOBLECES	
EN ESTRIBOS	GANCHOS A 90°
Estribos de 10 mm	
Varillas de 18 y 20 mm	
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA	
PROYECTO: Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador	
CONTENIDO: SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE LAS VIGAS DE LOS PISOS 1-3 DEL BLOQUE A	
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velastegui M. PhD. Eduardo Santos B.
Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.	Lámina: E1/17
	Escala: Indicadas

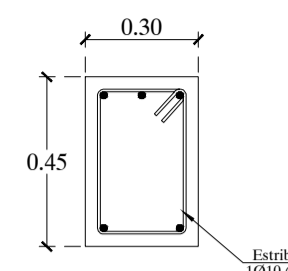
IMPLANTACIÓN DE VIGAS DEL BLOQUE A

Piso 4

ESCALA: 1:50

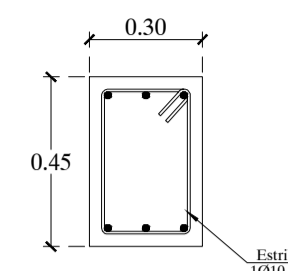


SECCIÓN 13-13'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



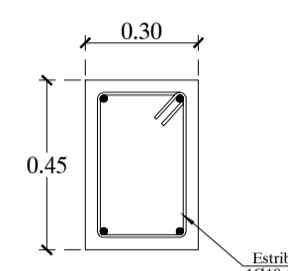
- 3 Ø 18mm Parte superior
- 2 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 14-14'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



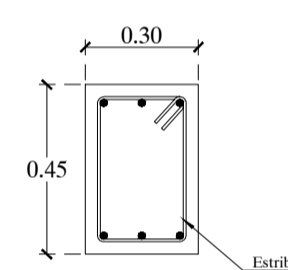
- 3 Ø 18mm Parte superior
- 3 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 15-15'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



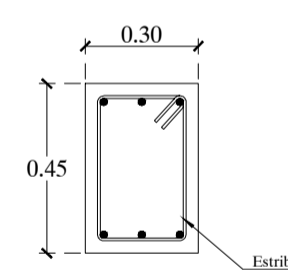
- 2 Ø 18mm Parte superior
- 2 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 16-16'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



- 3 Ø 18mm Parte superior
- 3 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 17-17'
Dimensiones en m.
Escala 1:20

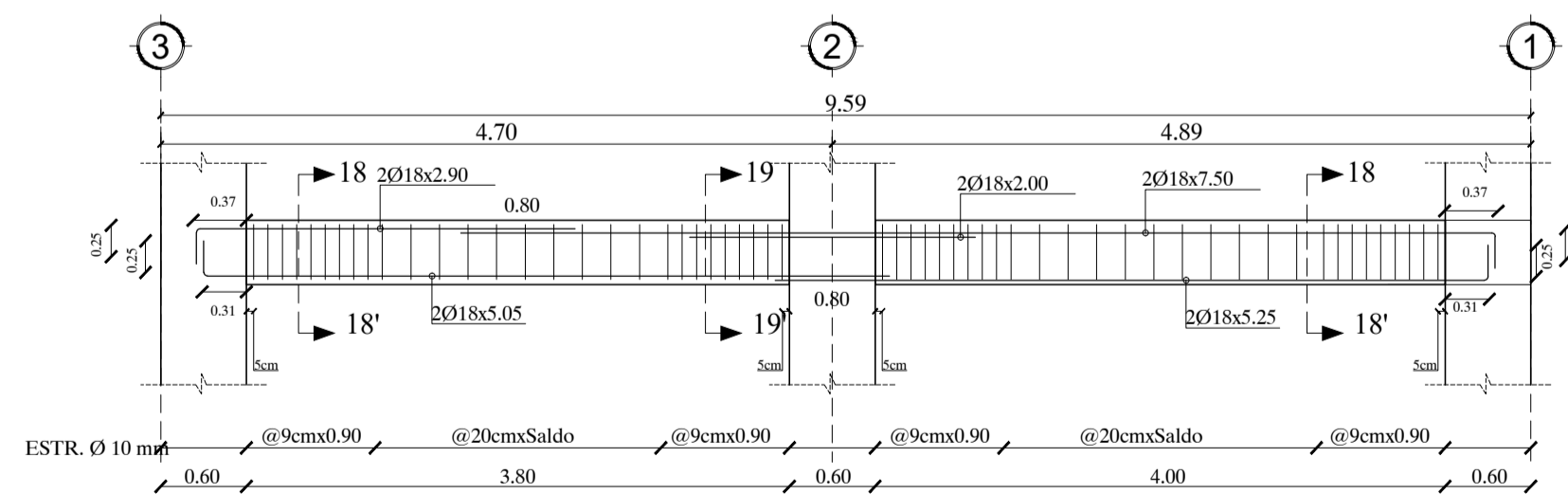


- 3 Ø 18mm Parte superior
- 3 Ø 18mm Parte inferior

Vigas Piso 4 (Viga 12) (0.30x0.45)

Dimensiones en m.

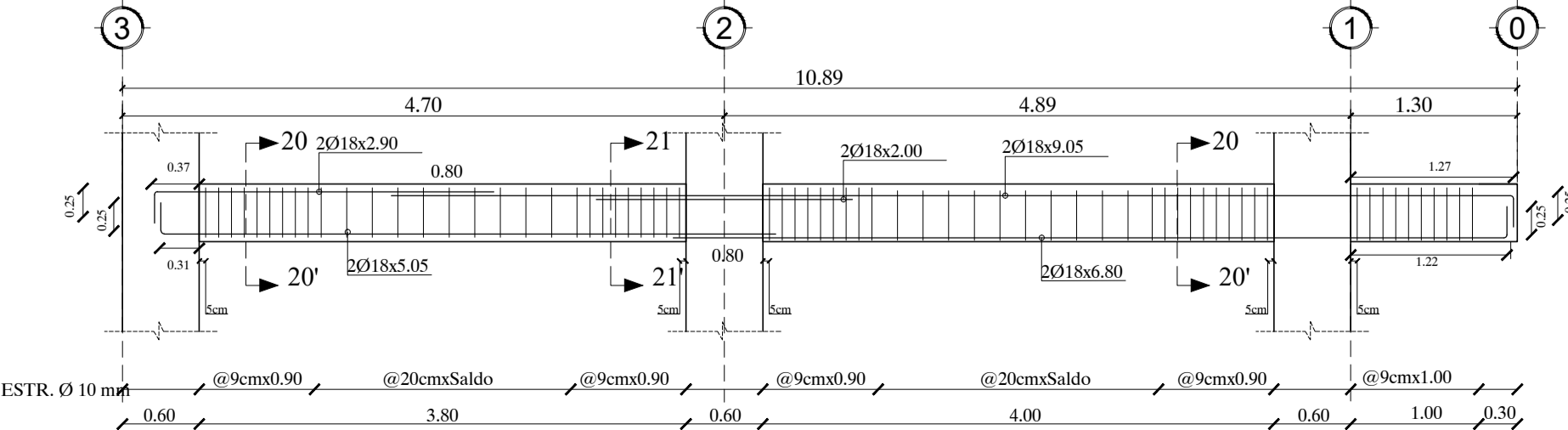
ESCALA: 1:50



Vigas Piso 4 (Viga 13) (0.30x0.45)

Dimensiones en m.

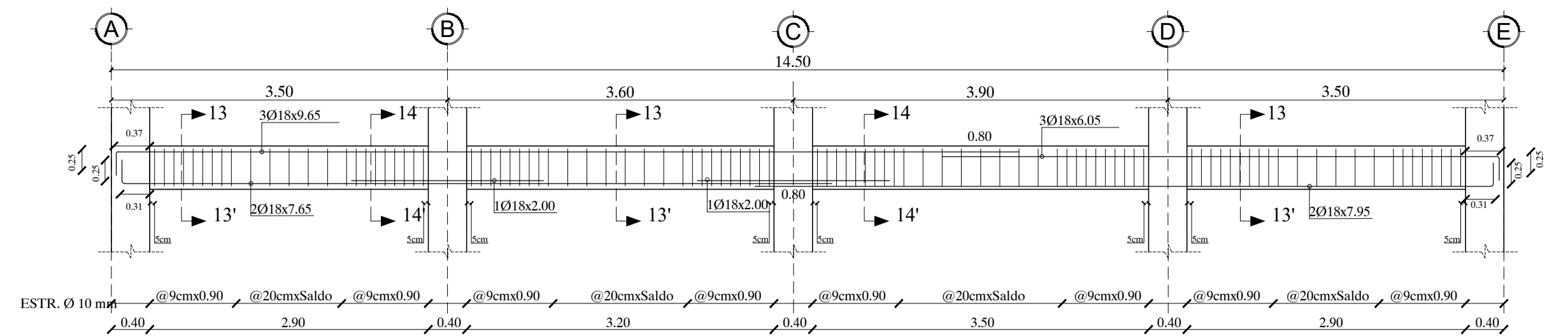
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 4 (Viga 8) (0.30x0.45)

Dimensiones en m.

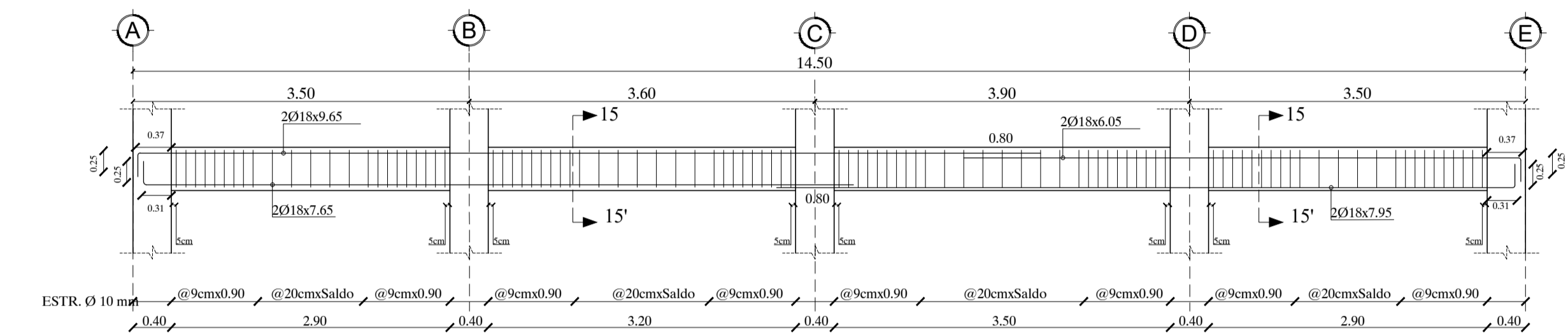
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 4 (Viga 9) (0.30x0.45)

Dimensiones en m.

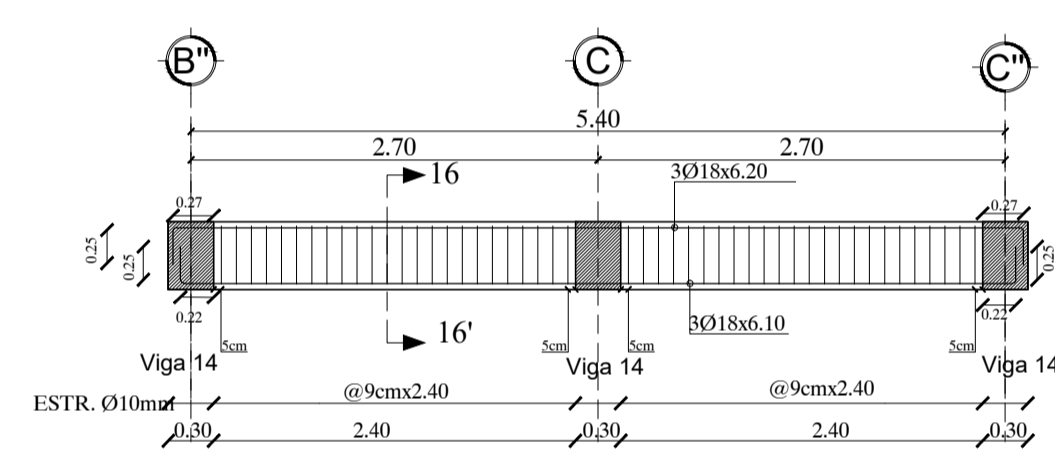
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 4 (Viga 10) (0.30x0.45)

Dimensiones en m.

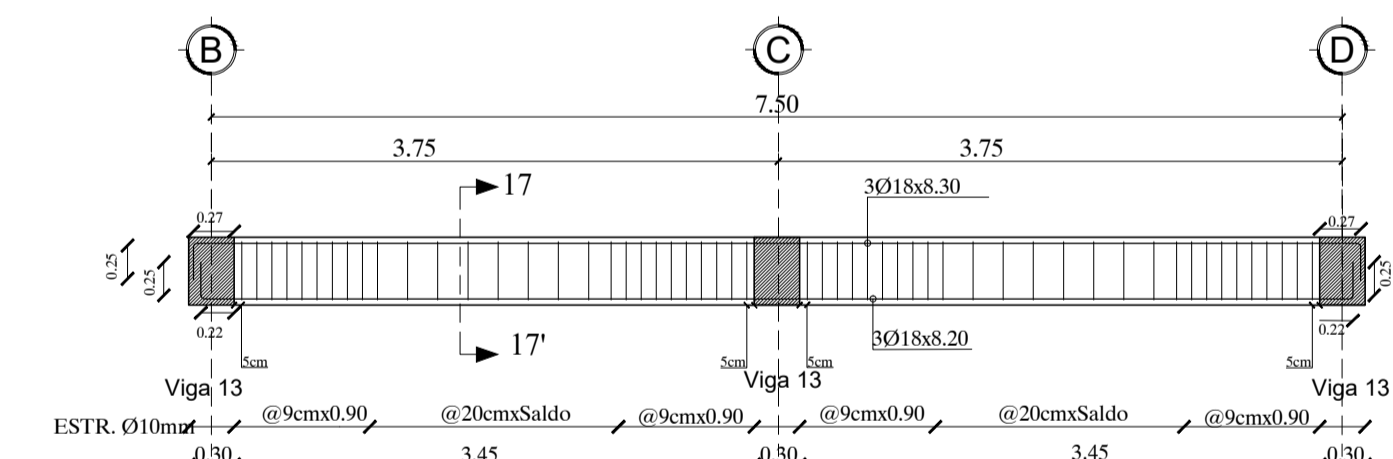
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 4 (Viga 11) (0.30x0.45)

Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

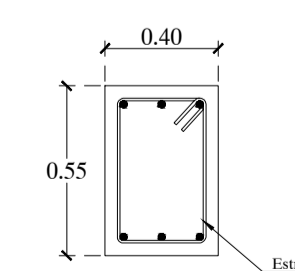


Vigas Pisos 4 (Viga 14) (0.30x0.45)

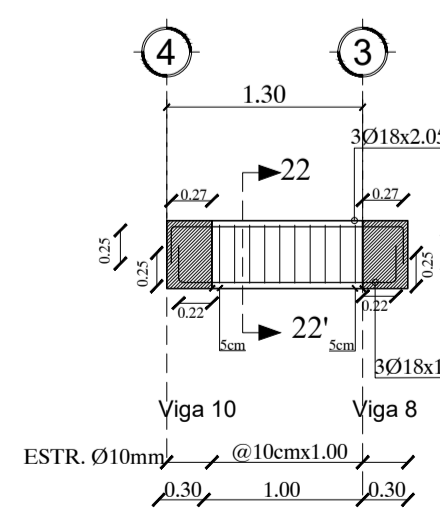
Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

SECCIÓN 22-22'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



- 3 Ø 18mm Parte superior
- 3 Ø 18mm Parte inferior



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

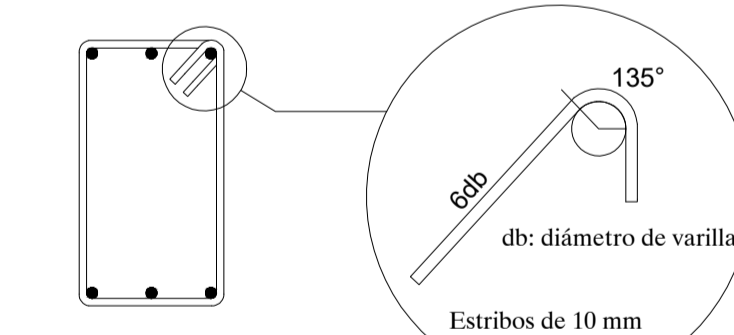
Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm²
 Hormigón premezclado $f_c=350$ Kg/cm²
 Refuerzo principal: Varillas de 18 mm
 Estructuras de 10 mm

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:
 Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.

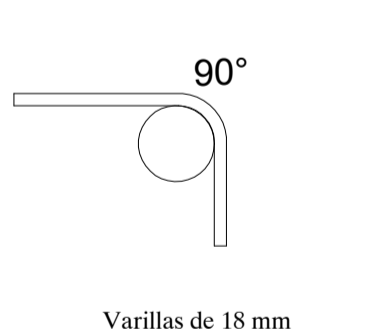
VIGAS, COLUMNAS:
 Refuerzo principal: 40 mm
 Estructuras, espirales: 40 mm

GANCHOS Y DOBLECES

EN ESTRIBOS



GANCHOS A 90°



espol Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
 Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

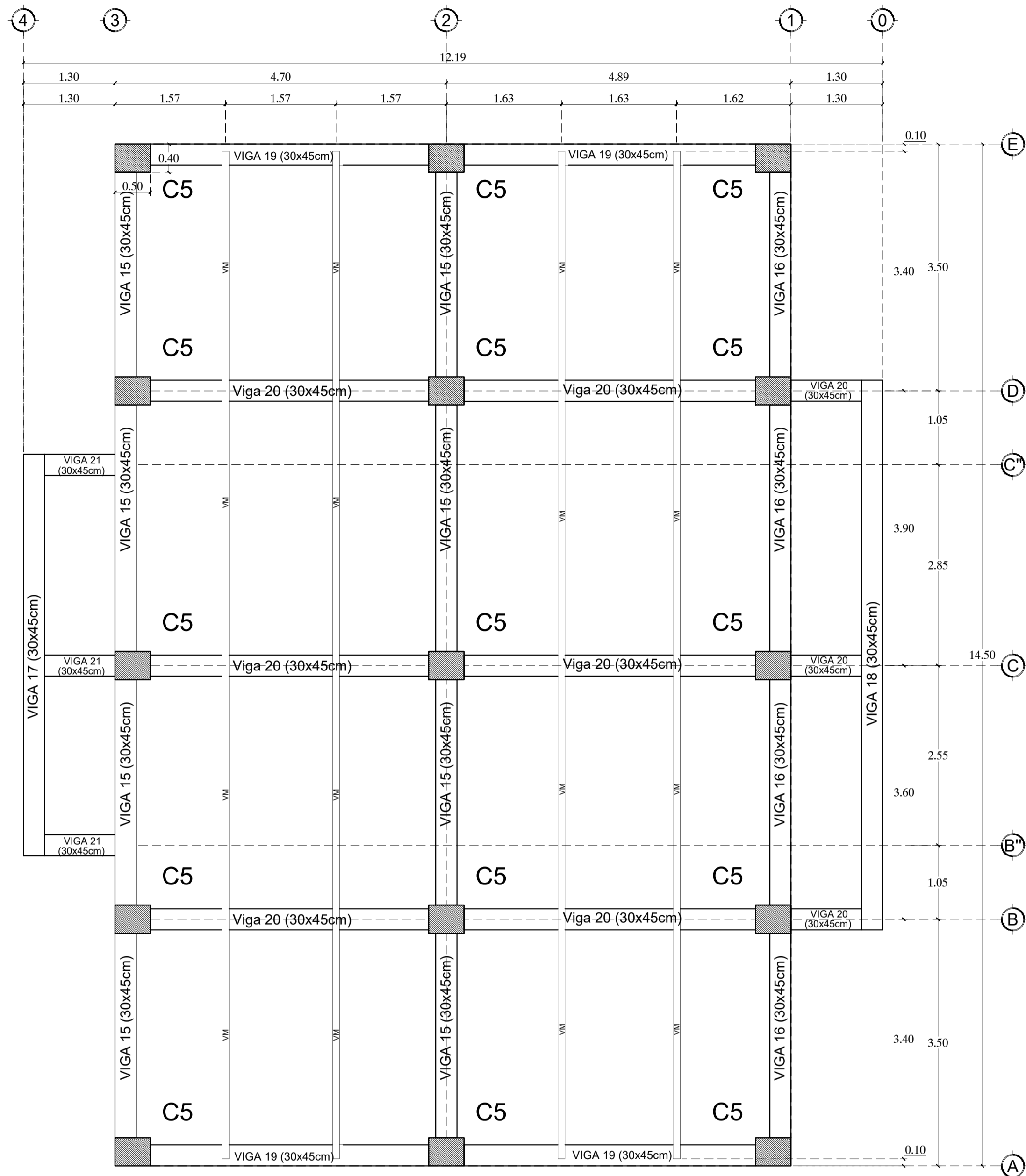
CONTENIDO:
 SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE LA VIGAS DEL PISO 4 DEL BLOQUE A

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velastegui M. PhD. Eduardo Santos B.	Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.		Lámina: E2/17	Escala: Indicadas

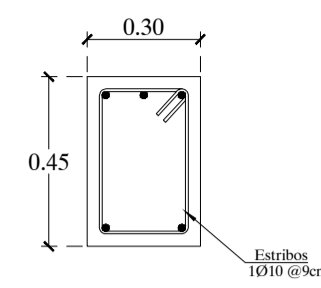
IMPLANTACIÓN DE VIGAS DEL BLOQUE A

Pisos 5-6

ESCALA: 1:50

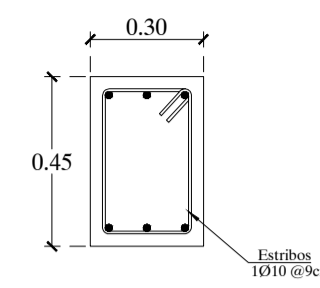


SECCIÓN 23-23'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



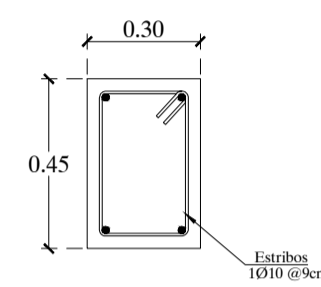
- 3 Ø 18mm Parte superior
- 2 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 24-24'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



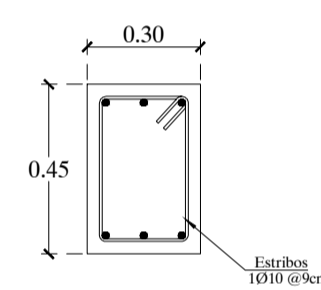
- 3 Ø 18mm Parte superior
- 3 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 25-25'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



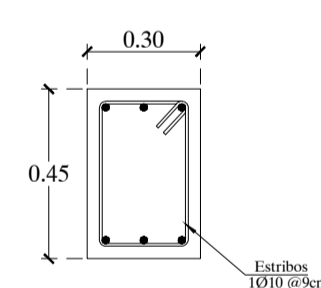
- 2 Ø 18mm Parte superior
- 2 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 26-26'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



- 3 Ø 18mm Parte superior
- 3 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 27-27'
Dimensiones en m.
Escala 1:20

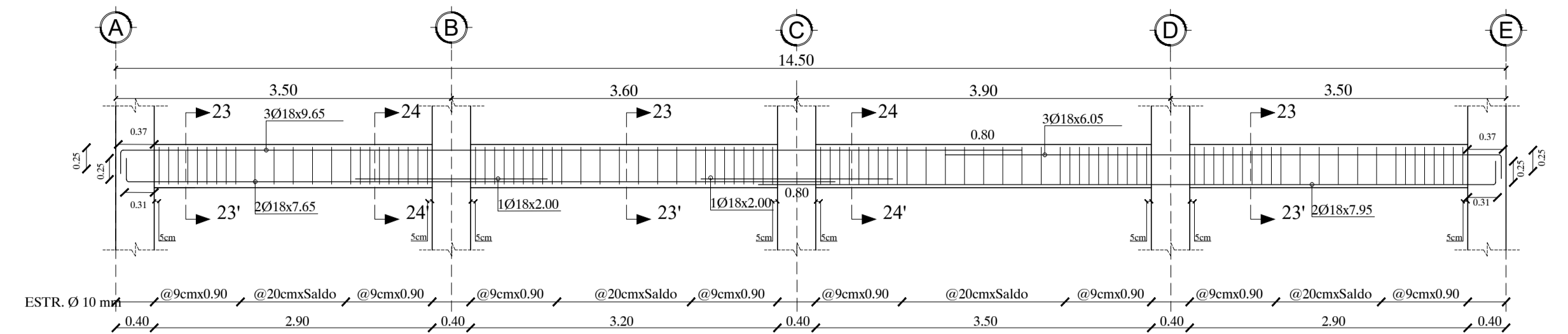


- 3 Ø 18mm Parte superior
- 3 Ø 18mm Parte inferior

Vigas Pisos 5-6 (Viga 15) (0.30x0.45)

Dimensiones en m.

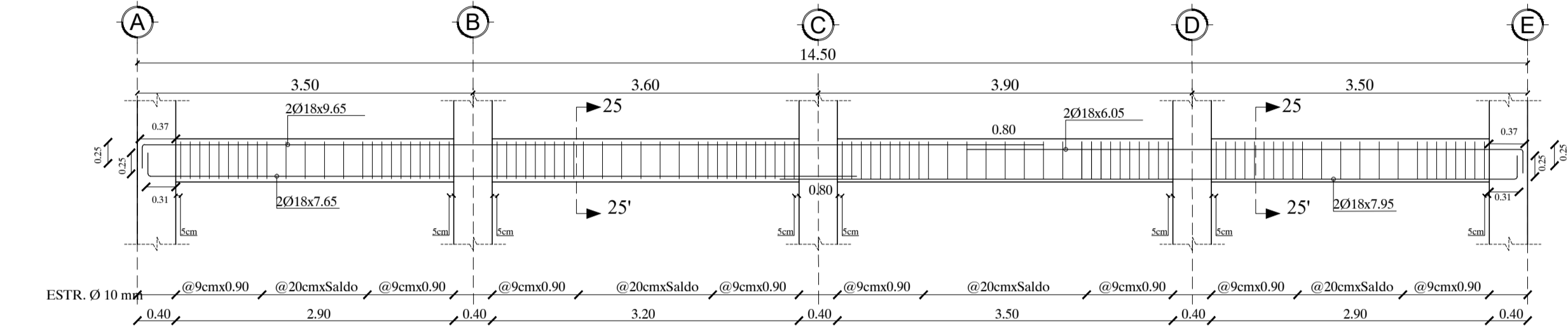
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 5-6 (Viga 16) (0.30x0.45)

Dimensiones en m.

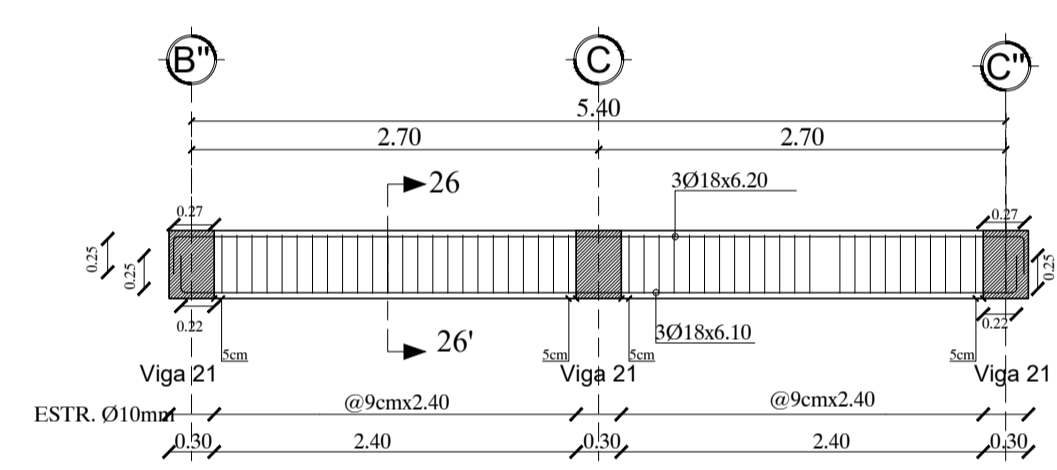
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 5-6 (Viga 17) (0.30x0.45)

Dimensiones en m.

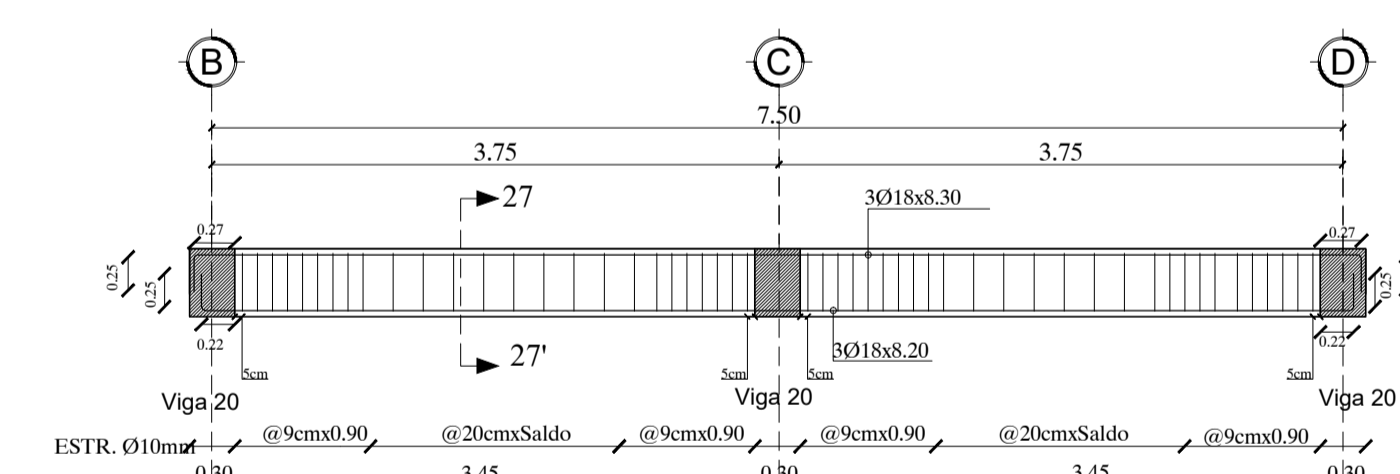
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 5-6 (Viga 18) (0.30x0.45)

Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

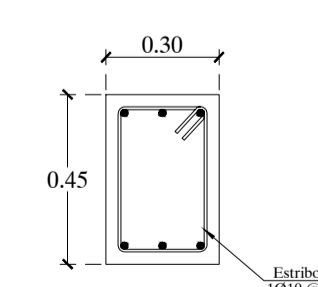


Vigas Pisos 5-6 (Viga 21) (0.30x0.45)

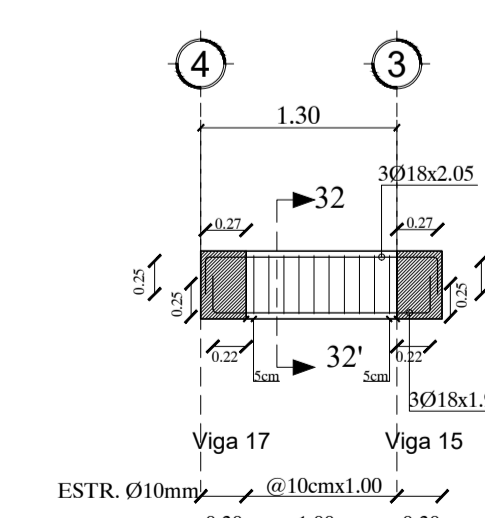
Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

SECCIÓN 32-32'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



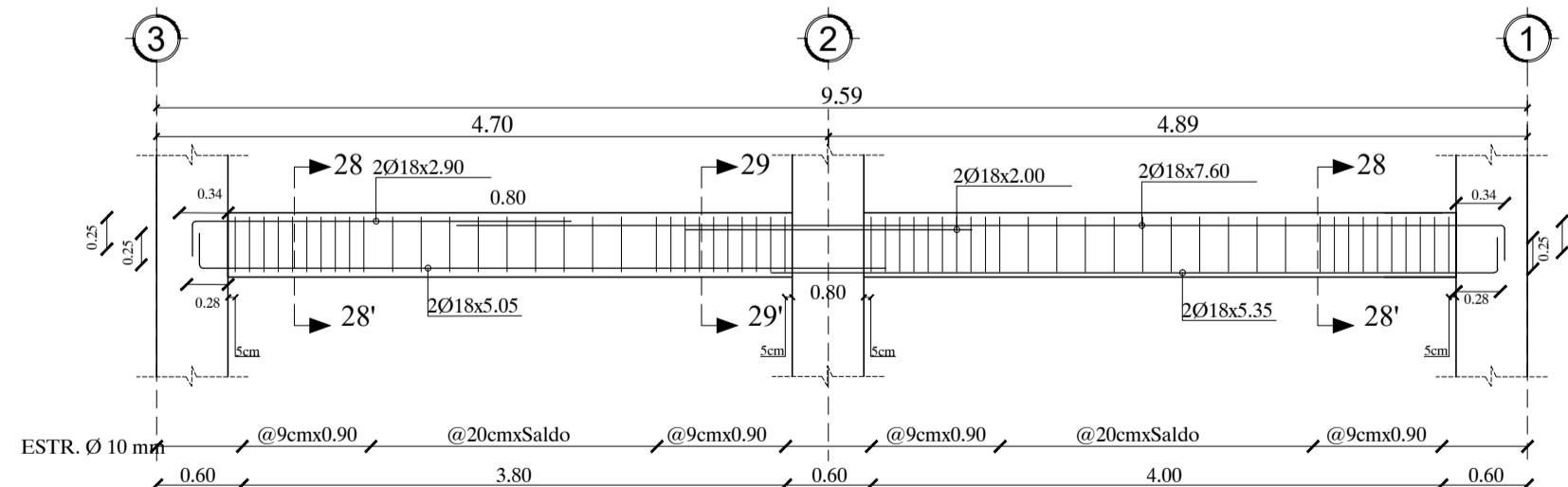
- 3 Ø 18mm Parte superior
- 3 Ø 18mm Parte inferior



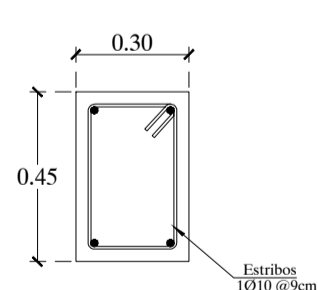
Vigas Piso 5-6 (Viga 19) (0.30x0.45)

Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

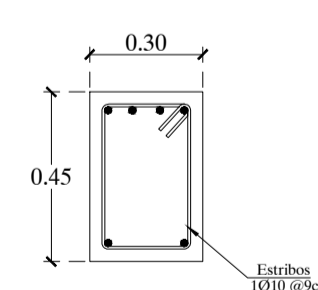


SECCIÓN 28-28'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



- 2 Ø 18mm Parte superior
- 2 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 29-29'
Dimensiones en m.
Escala 1:20

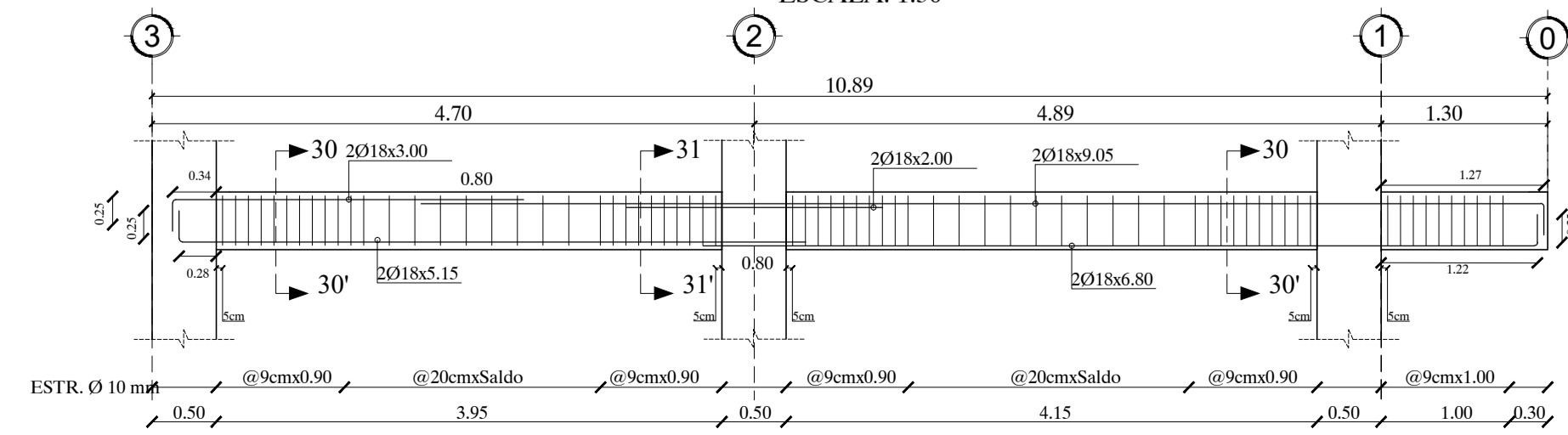


- 4 Ø 18mm Parte superior
- 2 Ø 18mm Parte inferior

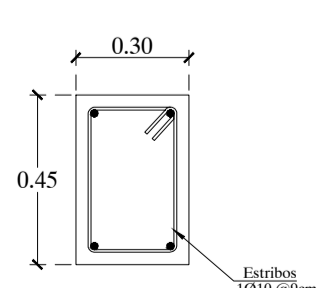
Vigas Piso 5-6 (Viga 20) (0.30x0.45)

Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

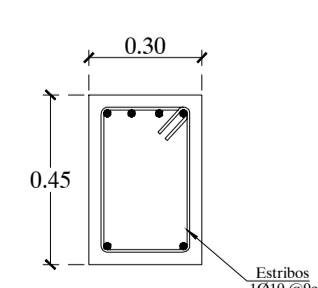


SECCIÓN 30-30'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



- 2 Ø 18mm Parte superior
- 2 Ø 18mm Parte inferior

SECCIÓN 31-31'
Dimensiones en m.
Escala 1:20



- 4 Ø 18mm Parte superior
- 2 Ø 18mm Parte inferior

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm²
 Hormigón premezclado $f_c=350$ Kg/cm²
 Refuerzo principal: Varillas de 18 mm
 Estribos de 10 mm

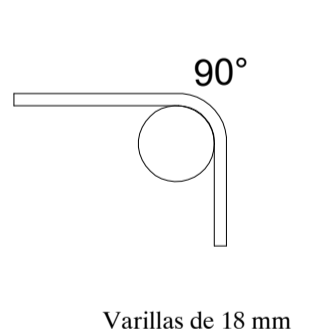
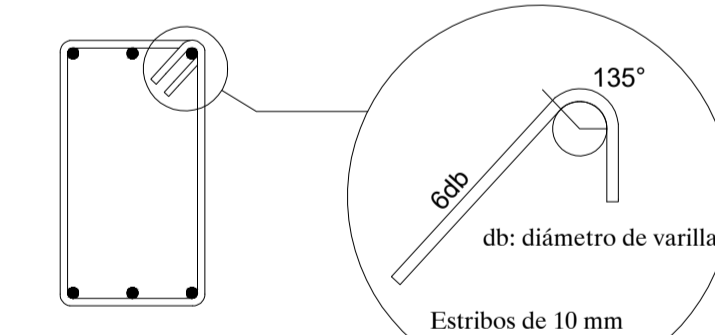
RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:
 Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.

VIGAS, COLUMNAS:
 Refuerzo principal: 40 mm
 Estribos, espirales: 40 mm

GANCHOS Y DOBLECES

EN ESTRIBOS

GANCHOS A 90°



espol Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

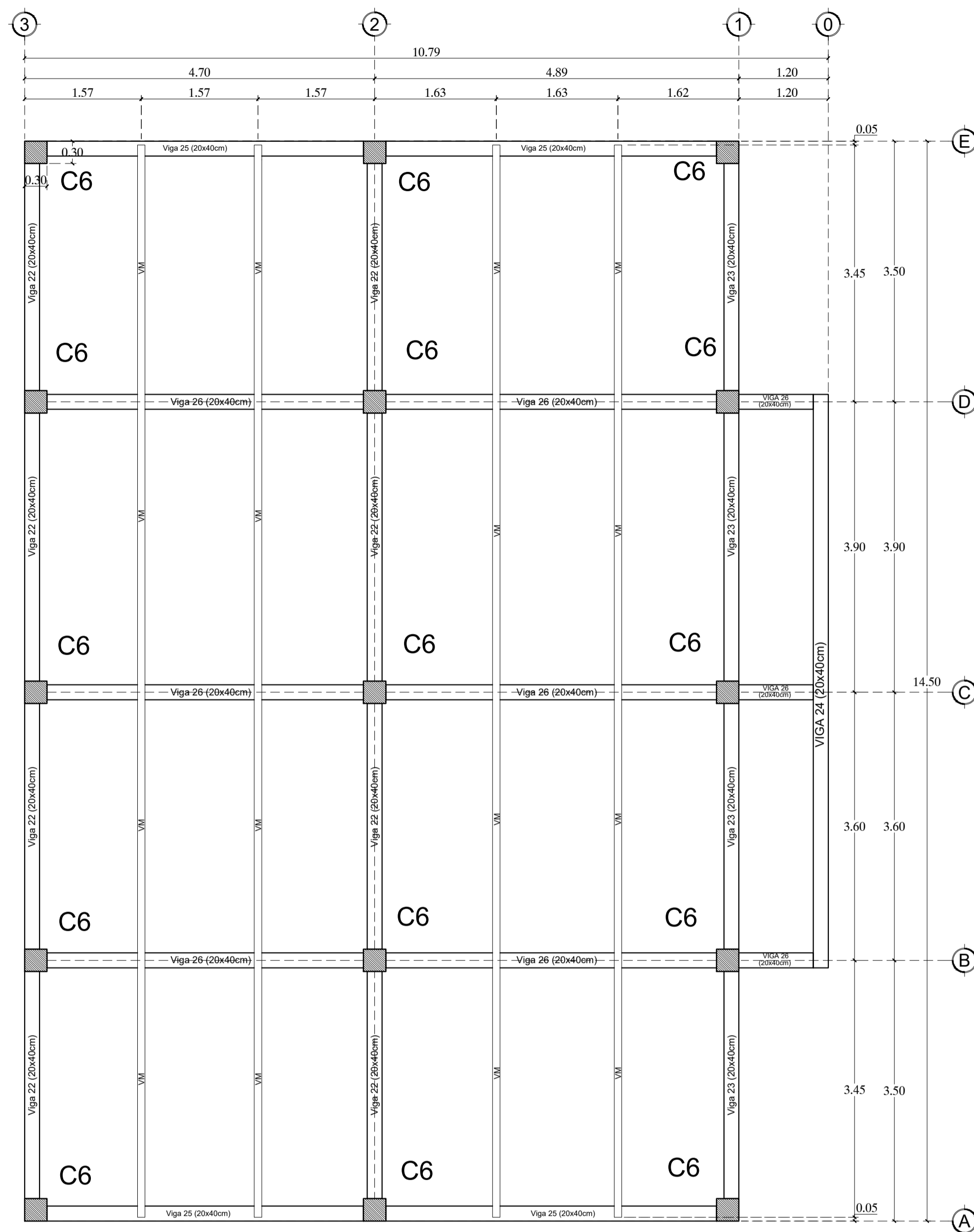
CONTENIDO:
SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE LAS VIGAS DE LOS PISOS 5-6 DEL BLOQUE A

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velastegui M. PhD. Eduardo Santos B.	Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.		Lámina: E3/17	Escala: Indicadas

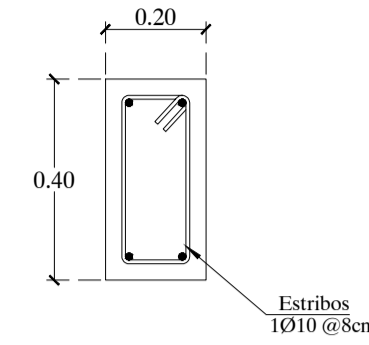
IMPLANTACIÓN DE VIGAS DEL BLOQUE A

Piso 7

ESCALA: 1:50

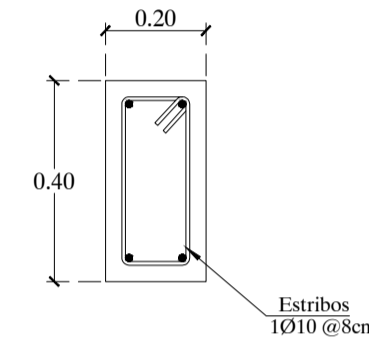


SECCIÓN 33-33'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



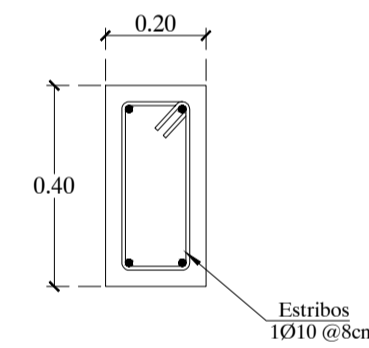
- 2 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior

SECCIÓN 34-34'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



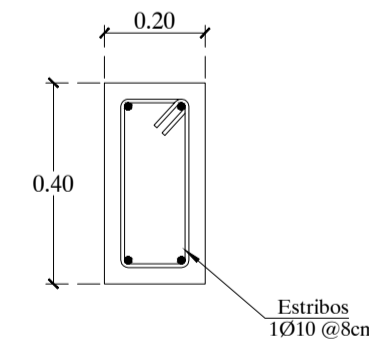
- 2 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior

SECCIÓN 35-35'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



- 2 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior

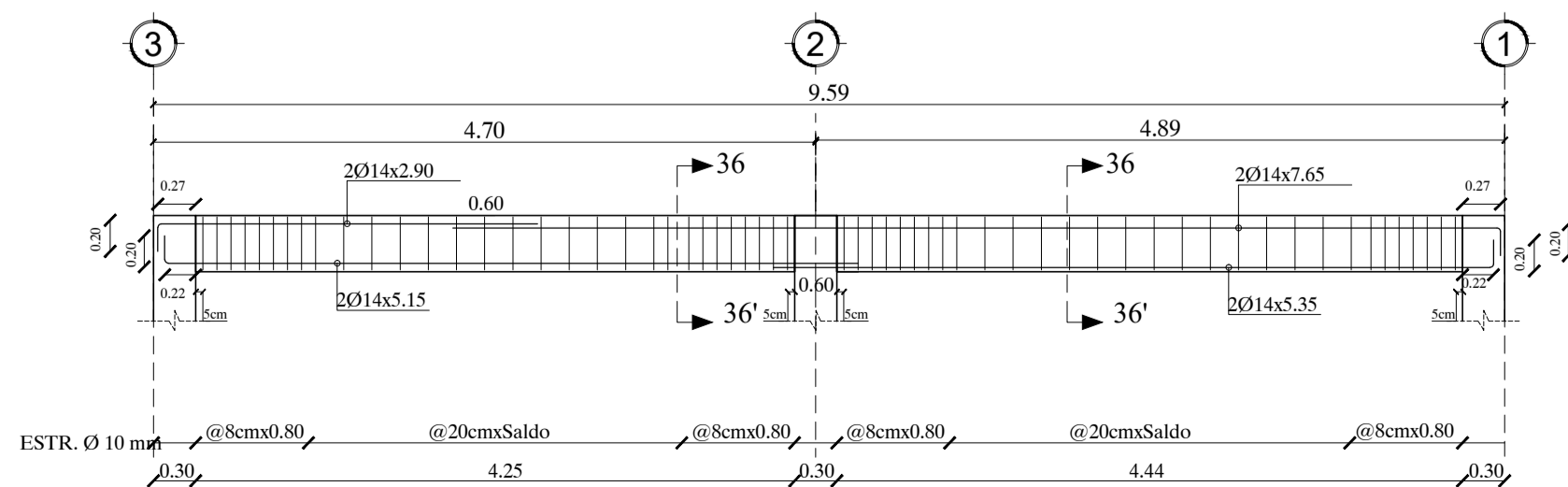
SECCIÓN 36-36'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



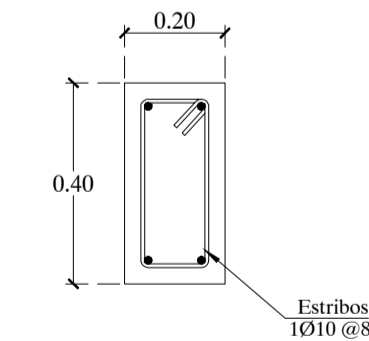
- 2 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior

Vigas Piso 7 (Viga 25) (0.20x0.40)

Dimensiones en m. ESCALA: 1:50



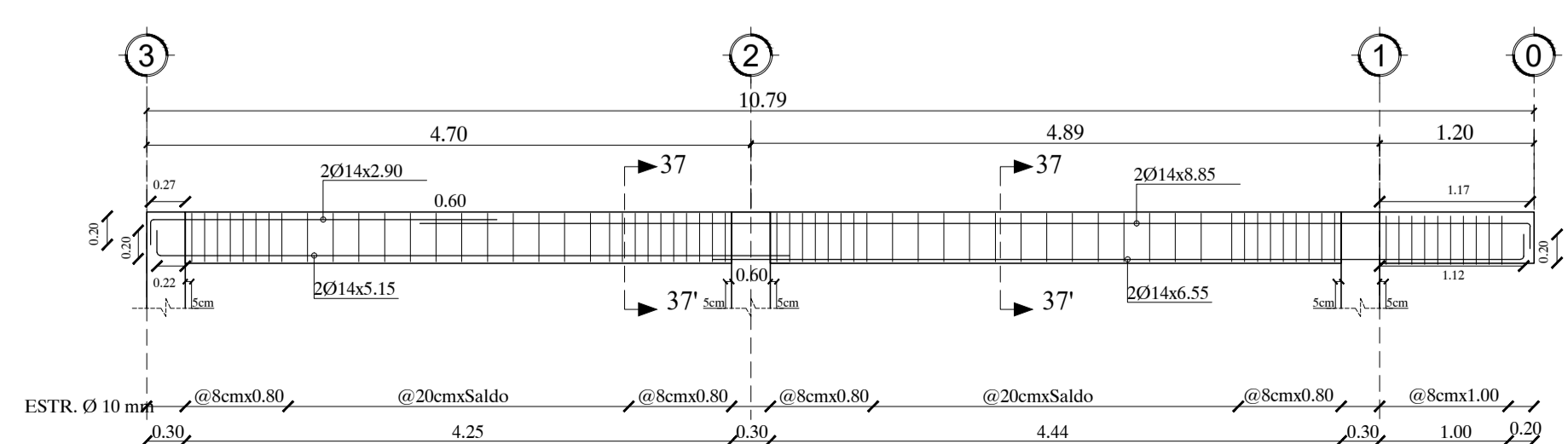
SECCIÓN 37-37'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



- 2 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior

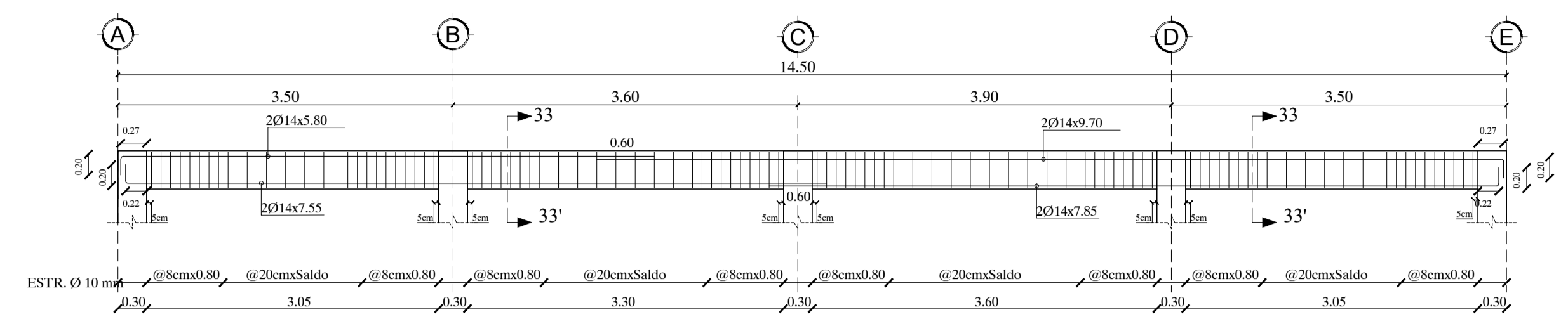
Vigas Piso 7 (Viga 26) (0.20x0.40)

Dimensiones en m. ESCALA: 1:50



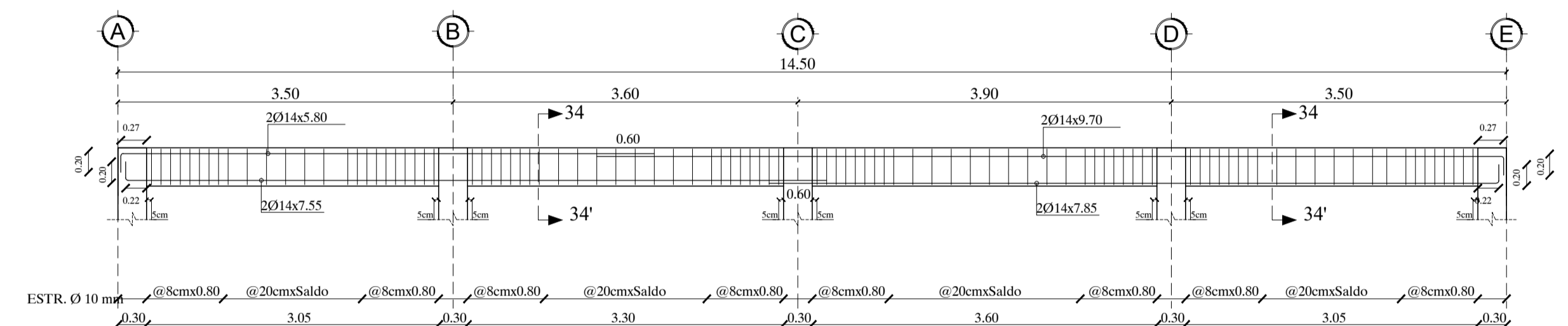
Vigas Piso 7 (Viga 22) (0.20x0.40)

Dimensiones en m. ESCALA: 1:50



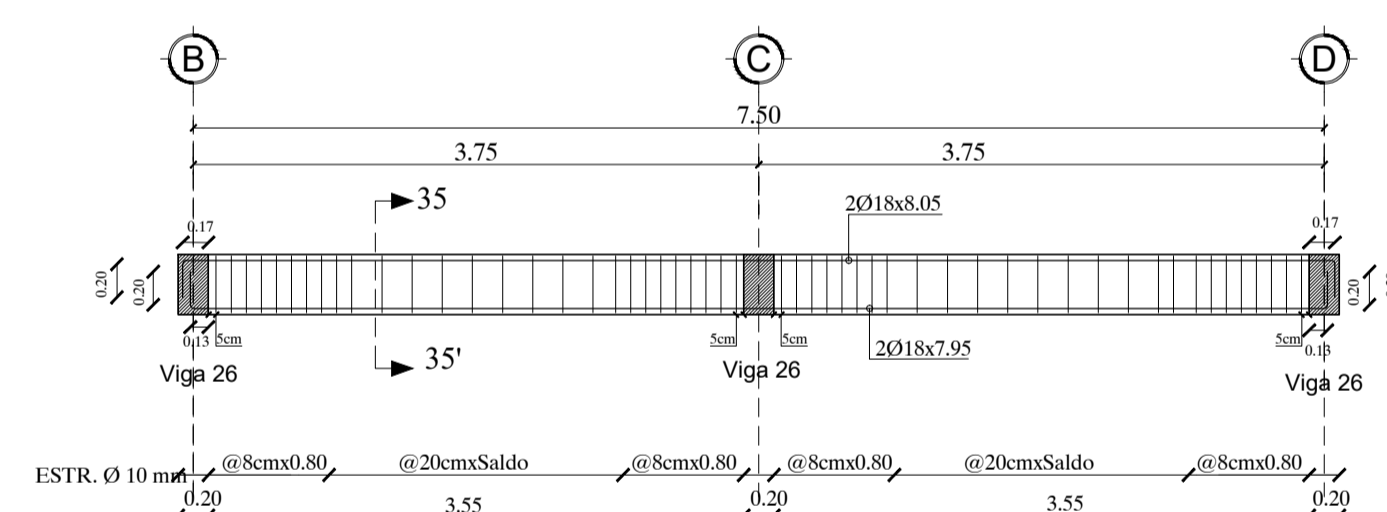
Vigas Piso 7 (Viga 23) (0.20x0.40)

Dimensiones en m. ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 7 (Viga 24) (0.20x0.40)

Dimensiones en m. ESCALA: 1:50



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

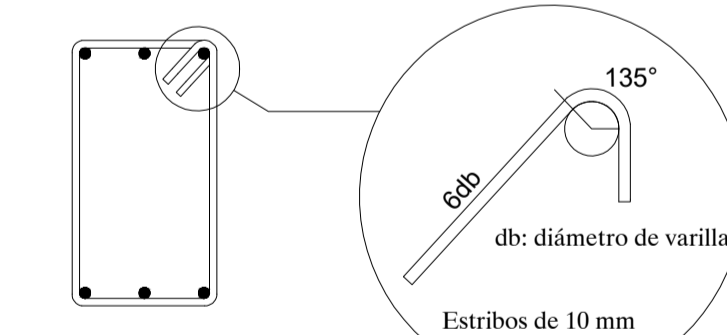
Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm²
 Hormigón premezclado $f_c=350$ Kg/cm²
 Refuerzo principal: Varillas de 14 mm
 Estribos de 10 mm

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:
 Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.

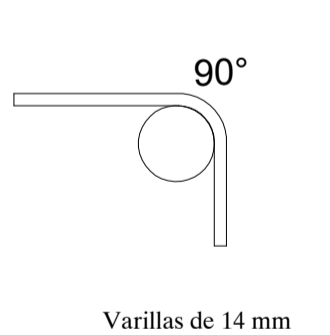
VIGAS, COLUMNAS:
 Refuerzo principal: 40 mm
 Estribos, espirales: 40 mm

GANCHOS Y DOBLECES

EN ESTRIBOS



GANCHOS A 90°



espol Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

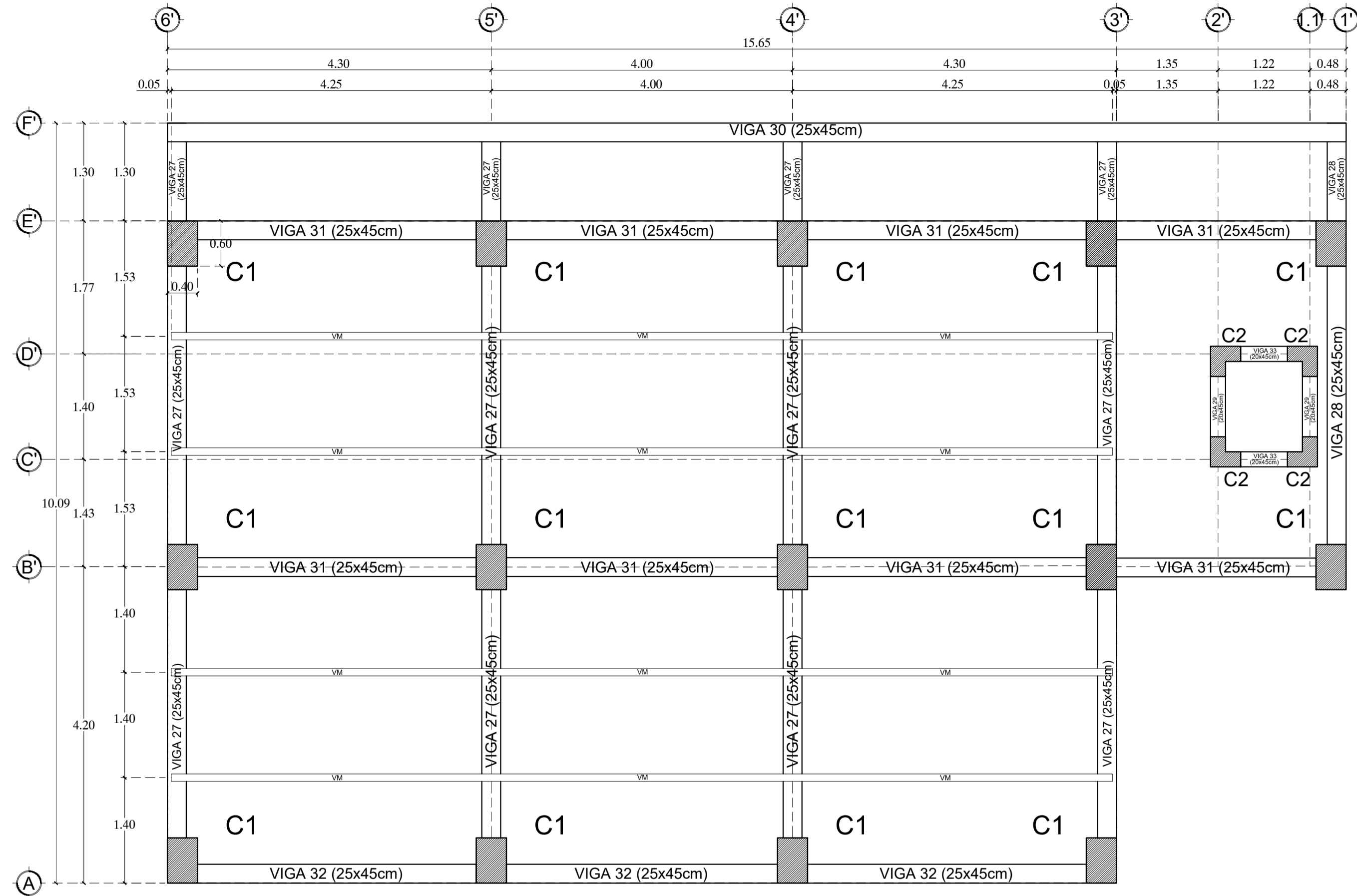
CONTENIDO:
SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE LAS VIGAS DEL PISO 7 DEL BLOQUE A

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velastegui M. PhD. Eduardo Santos B.	Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.		Lámina: E4/17	Escala: Indicadas

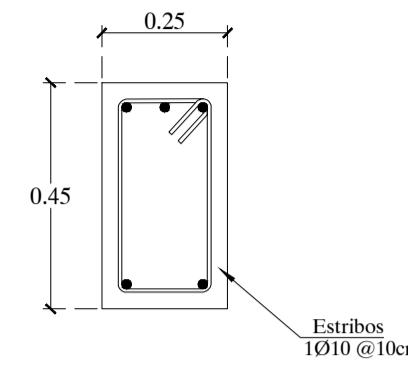
IMPLANTACIÓN DE VIGAS DEL BLOQUE B

Pisos 1-3

ESCALA: 1:50

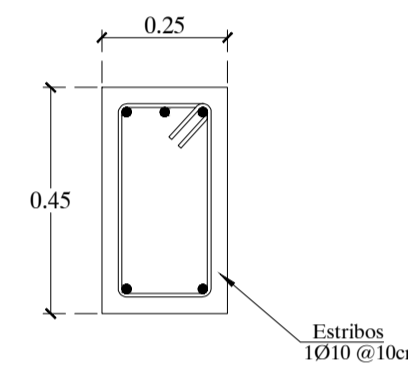


SECCIÓN 38-38'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



- 3 Ø 18mm Parte superior
- 2 Ø 16mm Parte inferior

SECCIÓN 39-39'
Dimensiones en m.
Escala 1:15

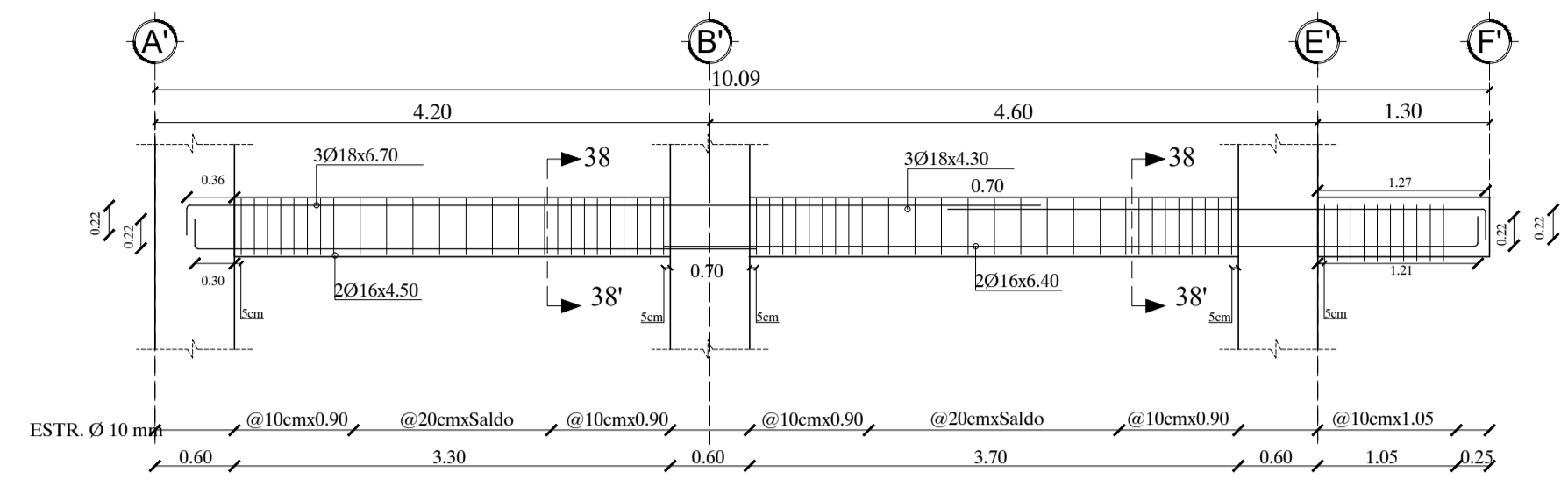


- 3 Ø 18 mm Parte superior
- 2 Ø 16 mm Parte inferior

Vigas Pisos 1-3 (Viga 27) (0.25x0.45)

Dimensiones en m.

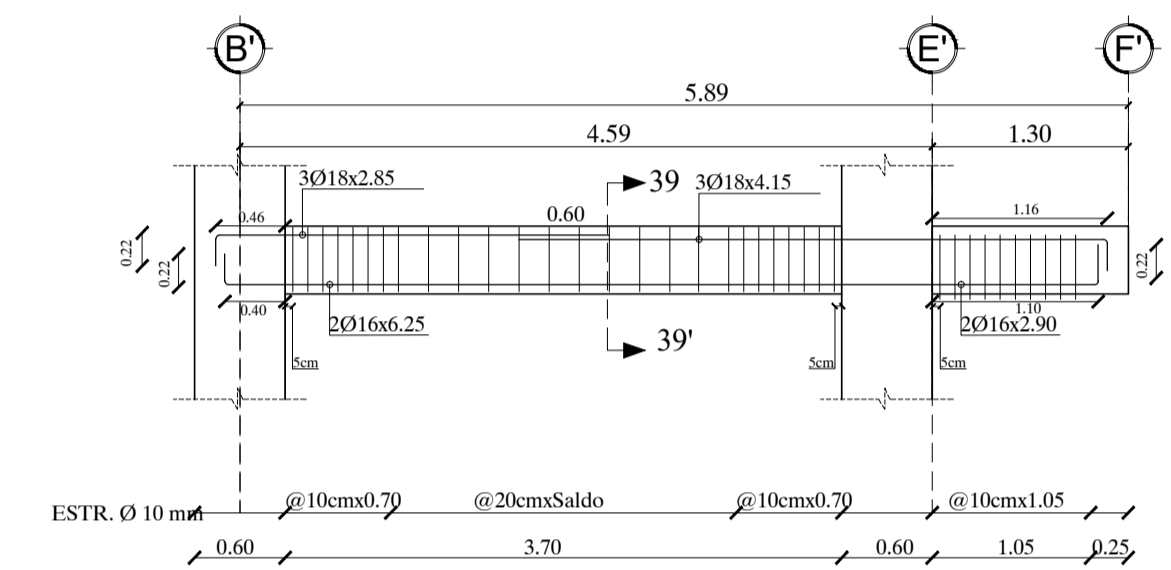
ESCALA: 1:50



Vigas Pisos 1-3 (Viga 28) (0.25x0.45)

Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

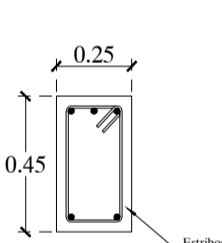


Vigas Pisos 1-3 (Viga 30) (0.25x0.45)

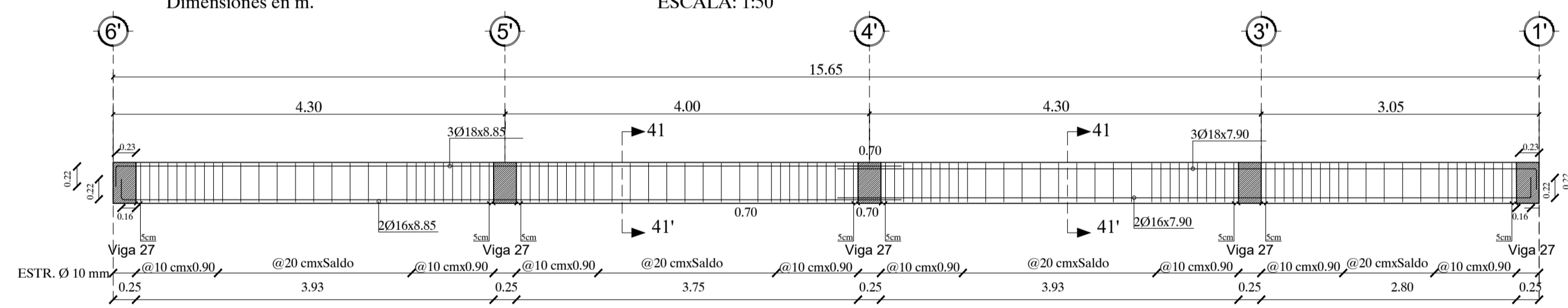
Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

SECCIÓN 41-41'
Dimensiones en m.
Escala 1:25



- 3 Ø 18mm Parte superior
- 2 Ø 16mm Parte inferior

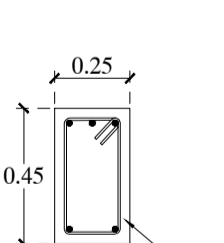


Vigas Pisos 1-3 (Viga 31) (0.25x0.45)

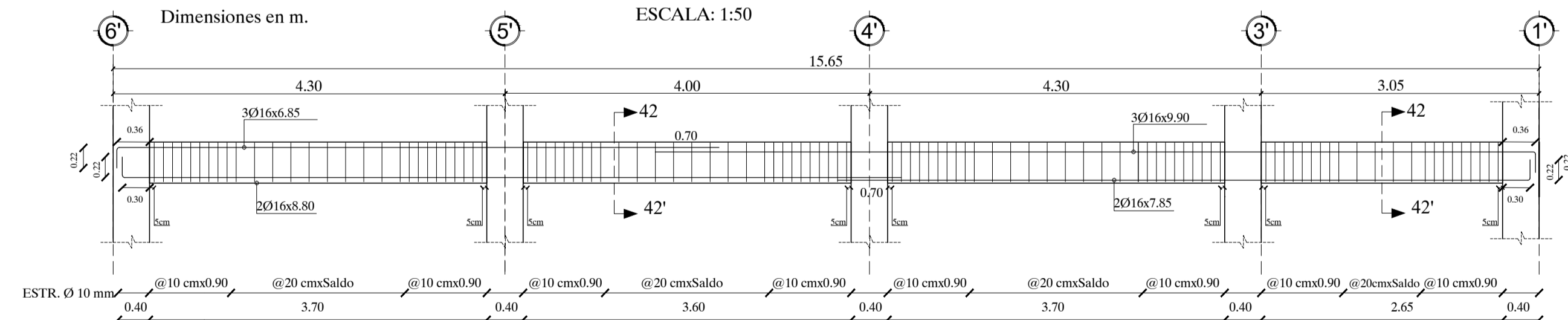
Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

SECCIÓN 42-42'
Dimensiones en m.
Escala 1:25



- 3 Ø 16mm Parte superior
- 2 Ø 16mm Parte inferior

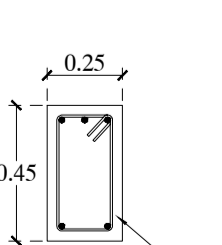


Vigas Pisos 1-3 (Viga 32) (0.25x0.45)

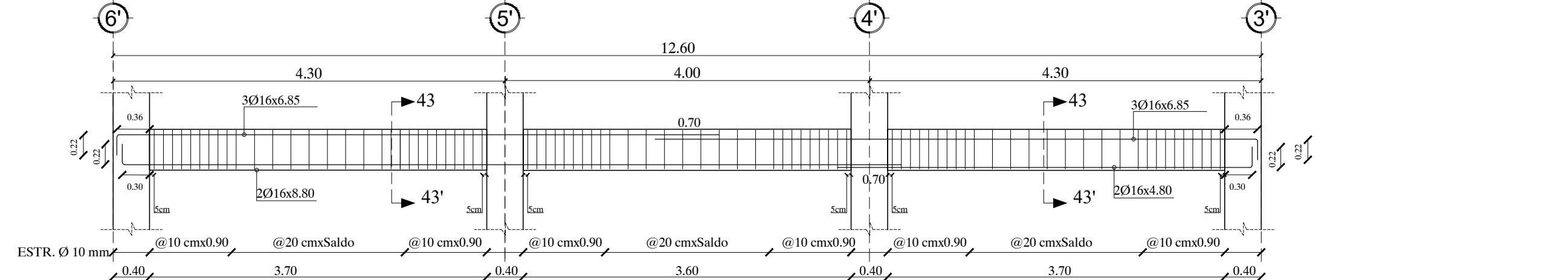
Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

SECCIÓN 43-43'
Dimensiones en m.
Escala 1:25



- 3 Ø 16mm Parte superior
- 2 Ø 16mm Parte inferior

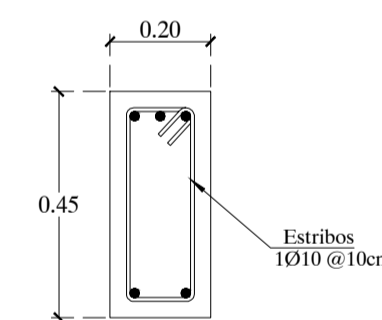


Vigas Pisos 1-3 (Viga 29) (0.20x0.45)

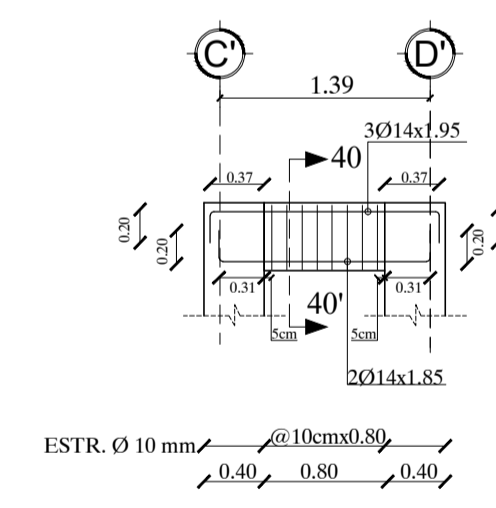
Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

SECCIÓN 40-40'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



- 3 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior

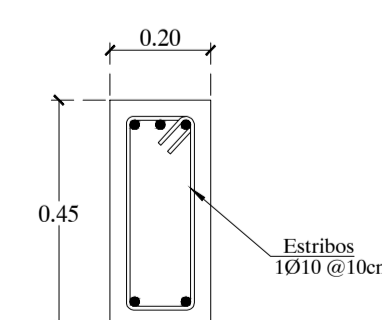


Vigas Pisos 1-3 (Viga 33) (0.20x0.45)

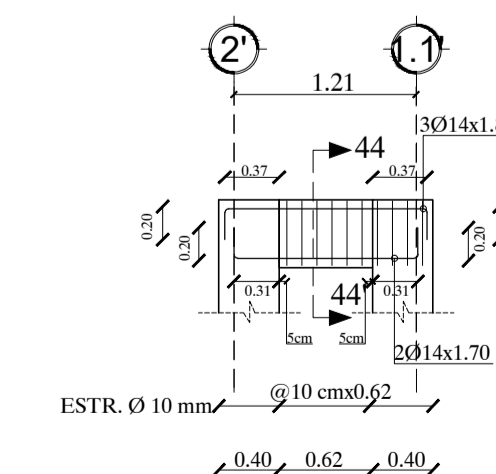
Dimensiones en m.

ESCALA: 1:50

SECCIÓN 44-44'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



- 3 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm²
Hormigón premezclado $f_c=350$ Kg/cm²
Refuerzo principal: Varillas de 14, 16 y 18 mm
Estribos de 10 mm

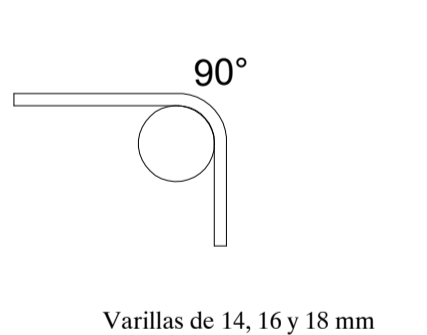
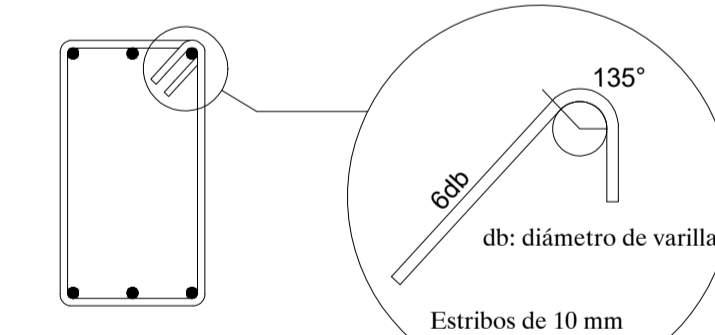
RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:
Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.

VIGAS, COLUMNAS:
Refuerzo principal: 40 mm
Estribos, espirales: 40 mm

GANCHOS Y DOBLECES

EN ESTRIBOS

GANCHOS A 90°



espol Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

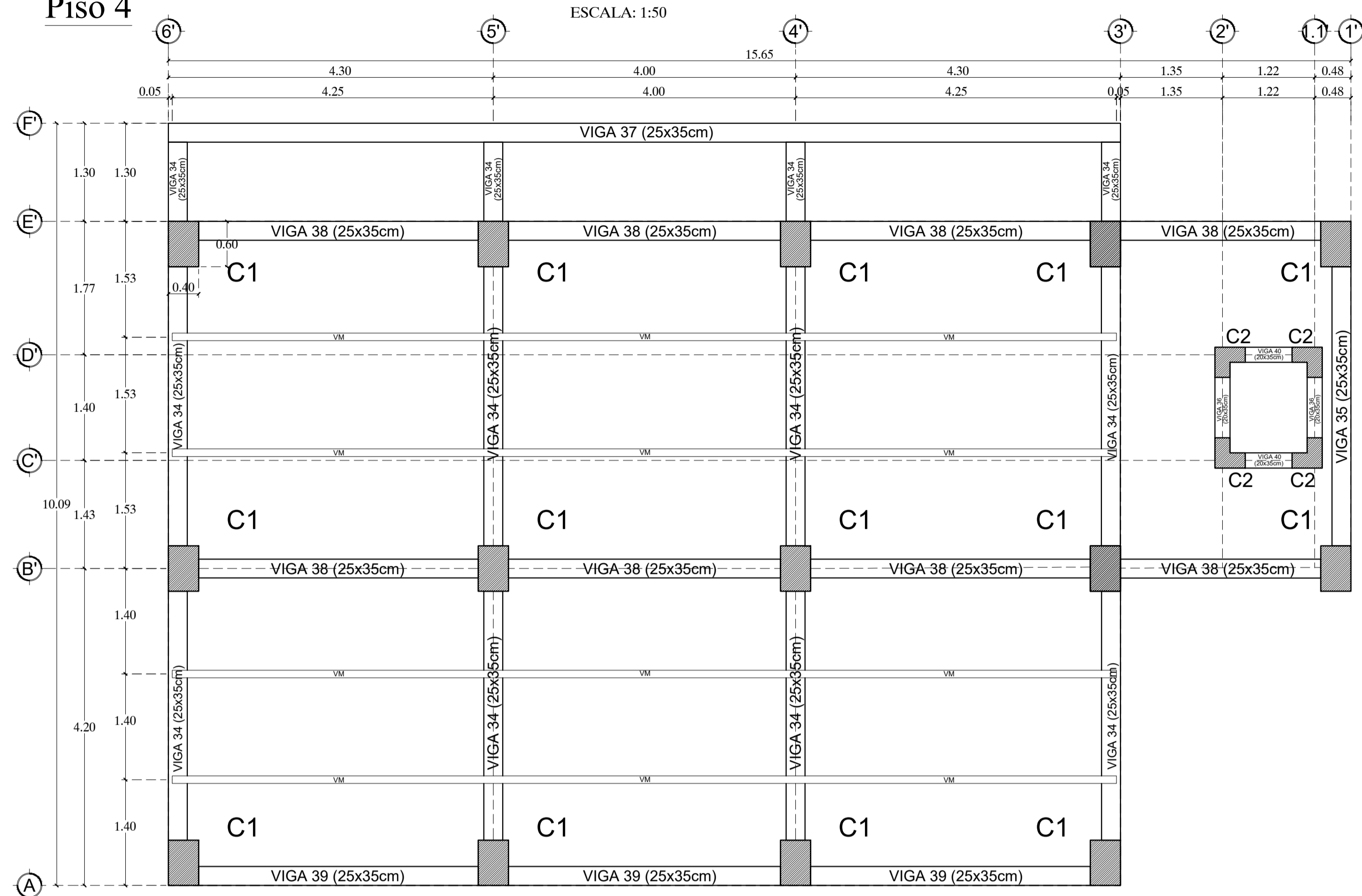
PROYECTO:
Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

CONTENIDO:
SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE LAS VIGAS DE LOS PISOS 1-3 DEL BLOQUE B

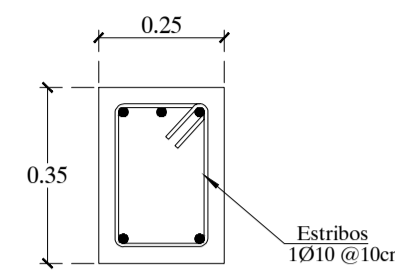
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velasteguí M.	Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.	PhD. Eduardo Santos B.	Lámina: E5/17	Escala: Indicadas

IMPLANTACIÓN DE VIGAS DEL BLOQUE B

Piso 4



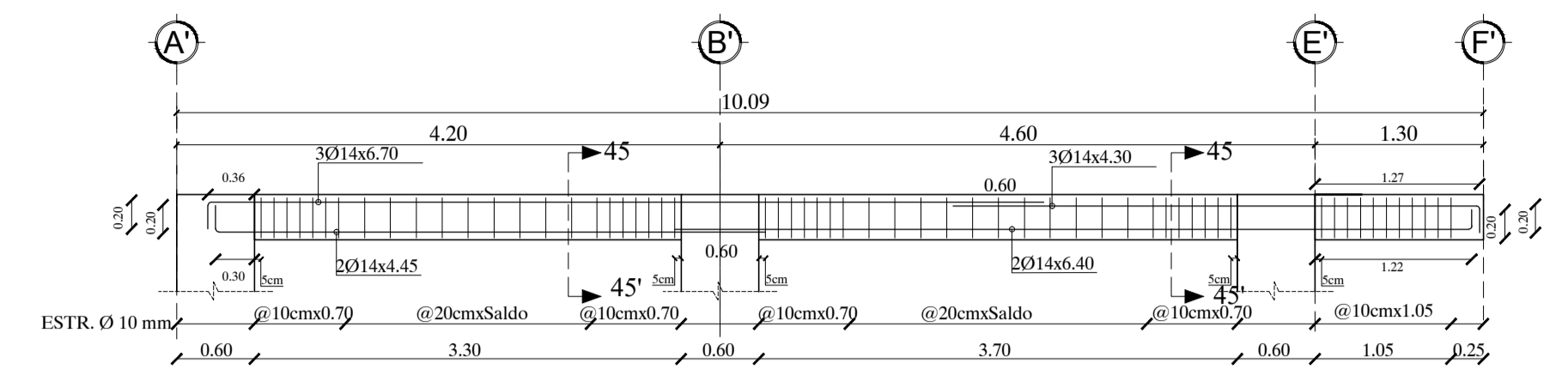
SECCIÓN 45-45'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



- 3 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior

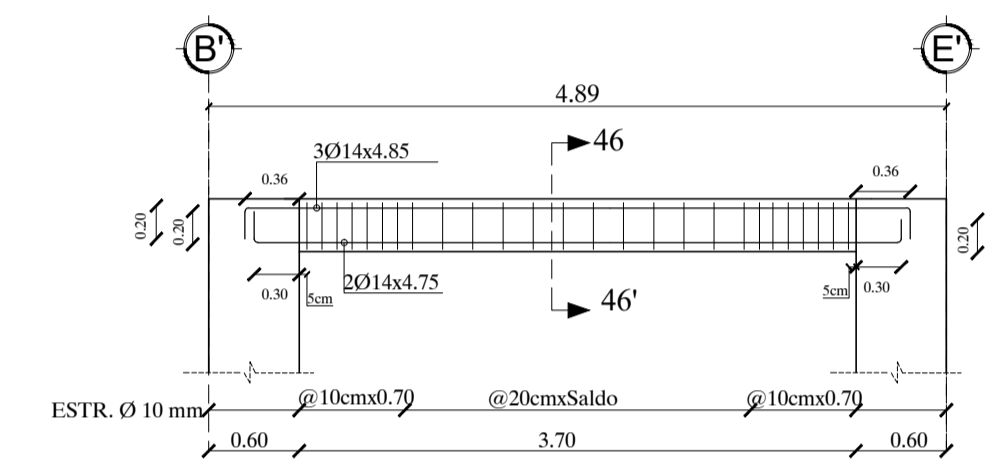
Vigas Piso 4 (Viga 34) (0.25x0.35)

Dimensiones en m. ESCALA: 1:50



Vigas Piso 4 (Viga 35) (0.25x0.35)

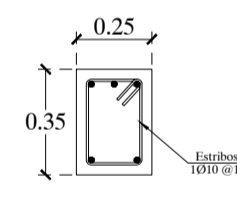
Dimensiones en m. ESCALA: 1:50



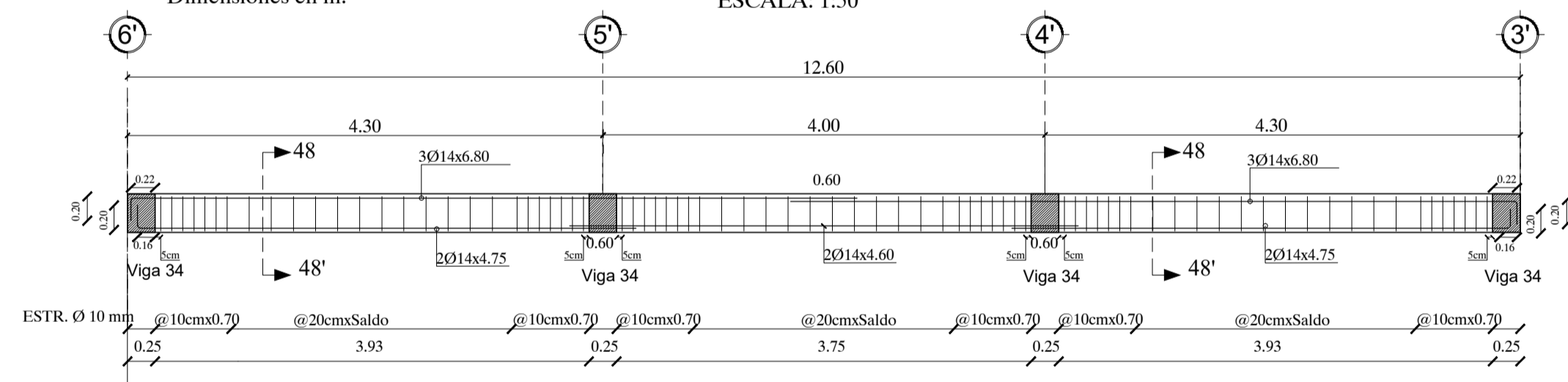
Vigas Piso 4 (Viga 37) (0.25x0.35)

Dimensiones en m. ESCALA: 1:50

SECCIÓN 48-48'
Dimensiones en m.
Escala 1:25



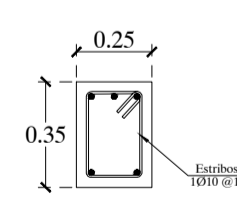
- 3 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior



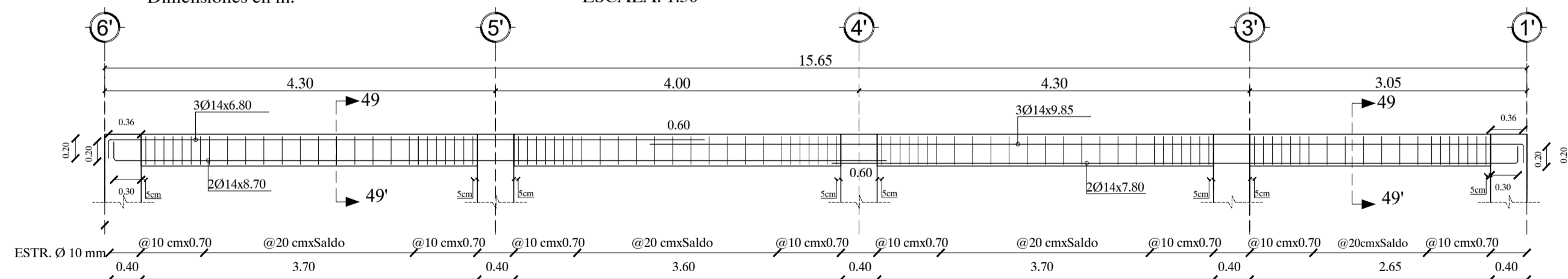
Vigas Piso 4 (Viga 38) (0.25x0.35)

Dimensiones en m. ESCALA: 1:50

SECCIÓN 49-49'
Dimensiones en m.
Escala 1:25



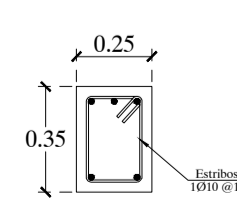
- 3 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior



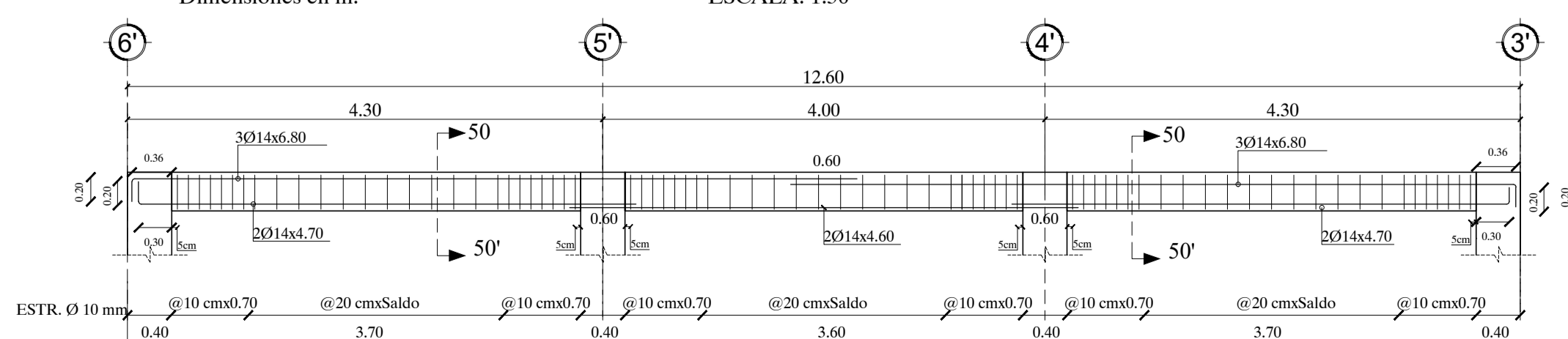
Vigas Piso 4 (Viga 39) (0.25x0.35)

Dimensiones en m. ESCALA: 1:50

SECCIÓN 50-50'
Dimensiones en m.
Escala 1:25



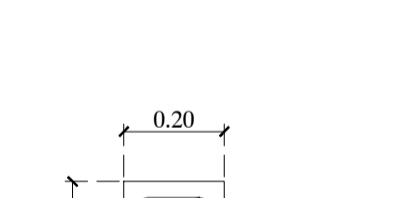
- 3 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior



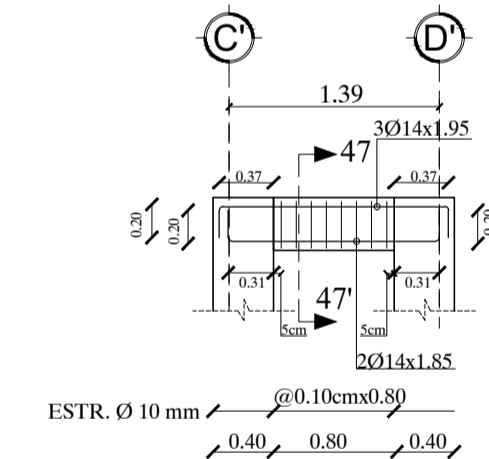
Vigas Piso 4 (Viga 36) (0.20x0.35)

Dimensiones en m. ESCALA: 1:50

SECCIÓN 47-47'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



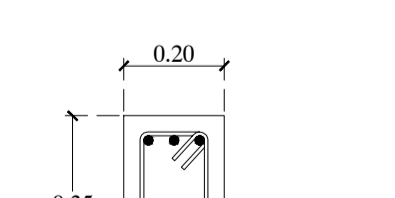
- 3 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior



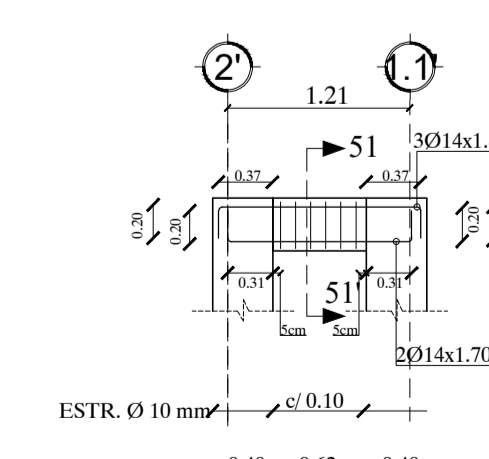
Vigas Piso 4 (Viga 40) (0.20x0.35)

Dimensiones en m. ESCALA: 1:50

SECCIÓN 51-51'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



- 3 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm²
 Hormigón premezclado $f'_c=350$ Kg/cm²
 Refuerzo principal: Varillas de 14 mm
 Estribos de 10 mm

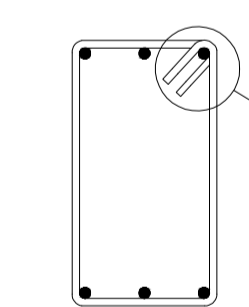
RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:

Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.

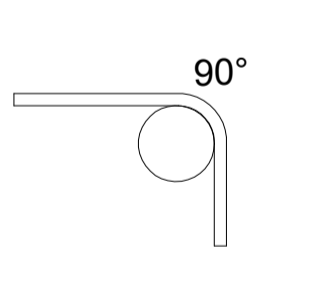
VIGAS, COLUMNAS:
 Refuerzo principal: 40 mm
 Estribos, espirales: 40 mm

GANCHOS Y DOBLECES

EN ESTRIBOS



GANCHOS A 90°



espol Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

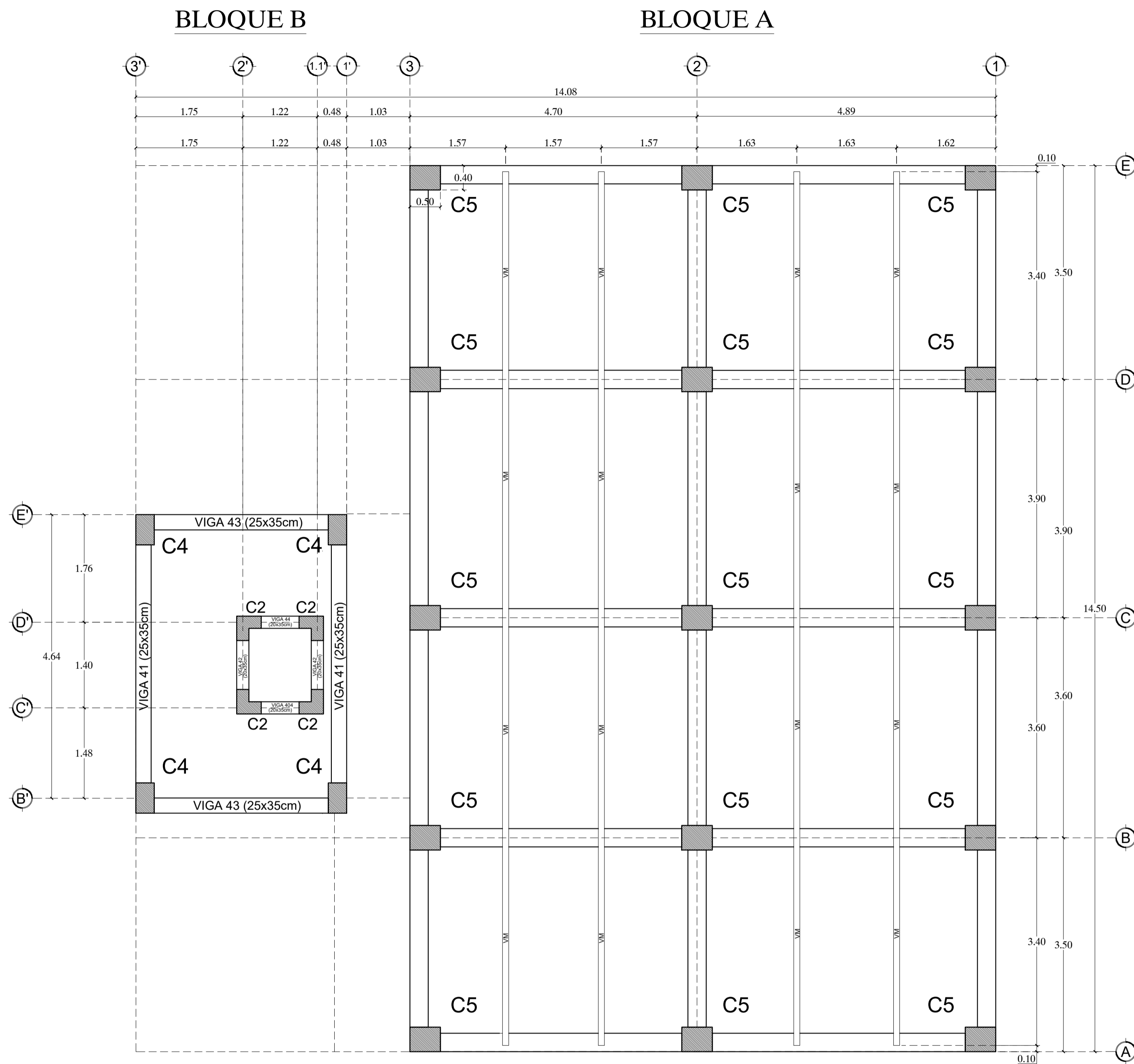
CONTENIDO:
SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE LAS VIGAS DEL PISO 4 DEL BLOQUE B

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velastegui M. PhD. Eduardo Santos B.	Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.		Lámina: E6/17	Escala: Indicadas

IMPLANTACIÓN DE VIGAS

Pisos 5-6

ESCALA: 1:50

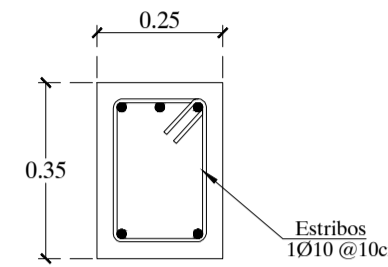


Vigas Pisos 5-6 (Viga 41) (0.25x0.35)

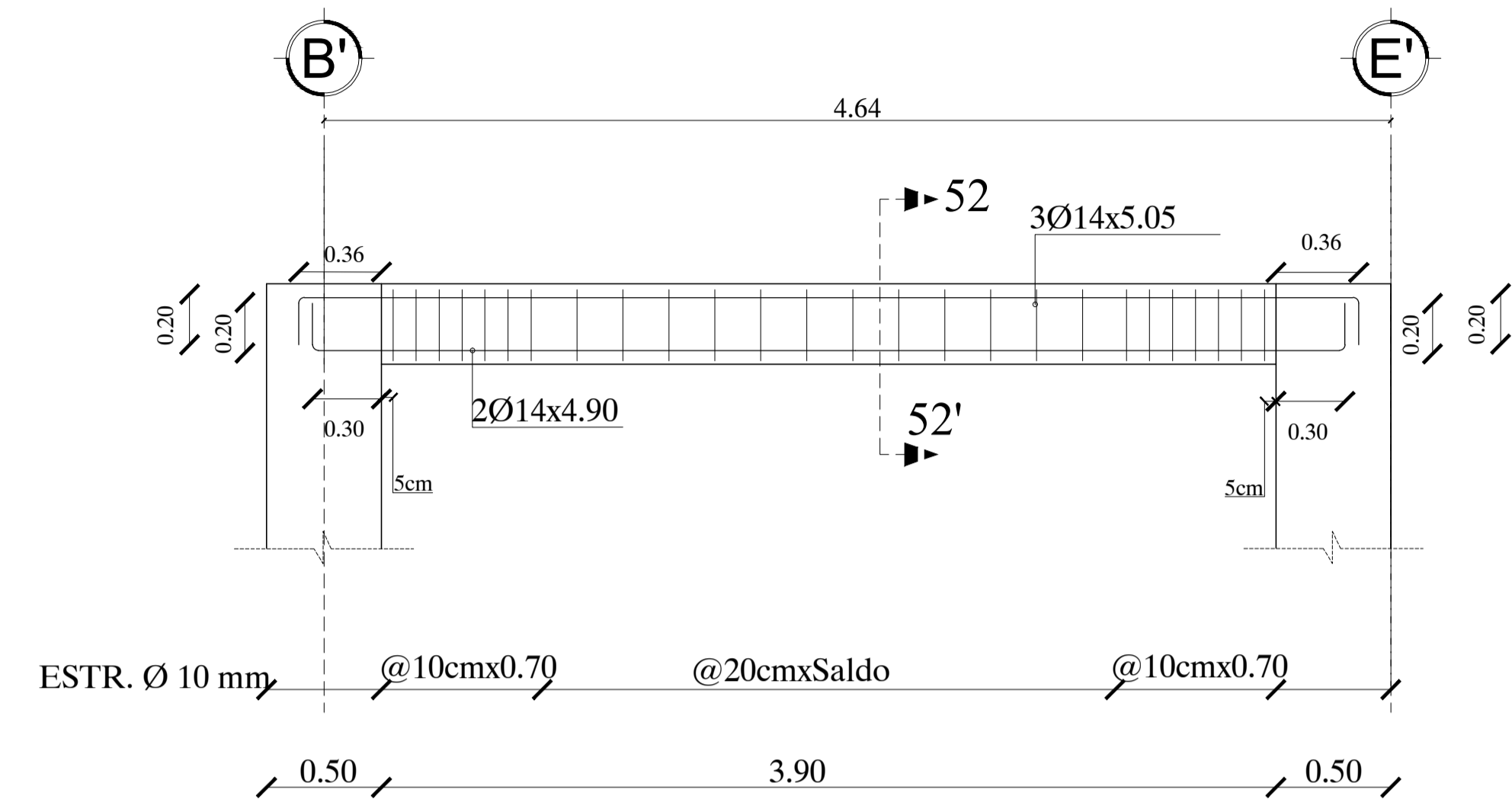
Dimensiones en m.

ESCALA: 1:25

SECCIÓN 52-52'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



- 3 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior

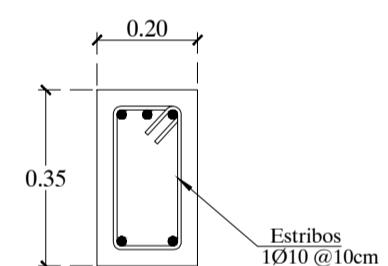


Vigas Pisos 5-6 (Viga 42) (0.20x0.35)

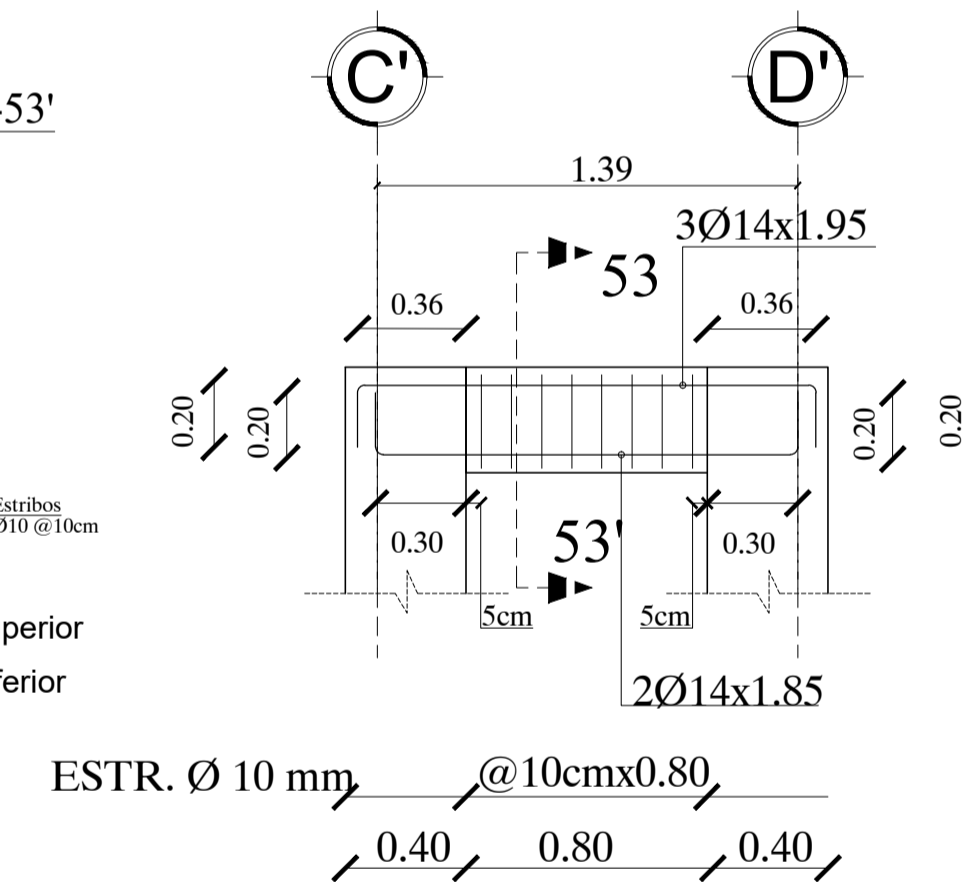
Dimensiones en m.

ESCALA: 1:25

SECCIÓN 53-53'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



- 3 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior

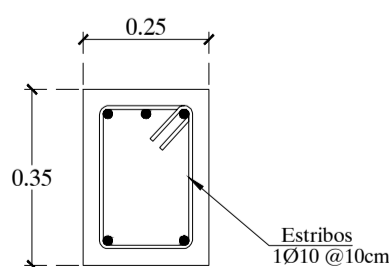


Vigas Pisos 5-6 (Viga 43) (0.25x0.35)

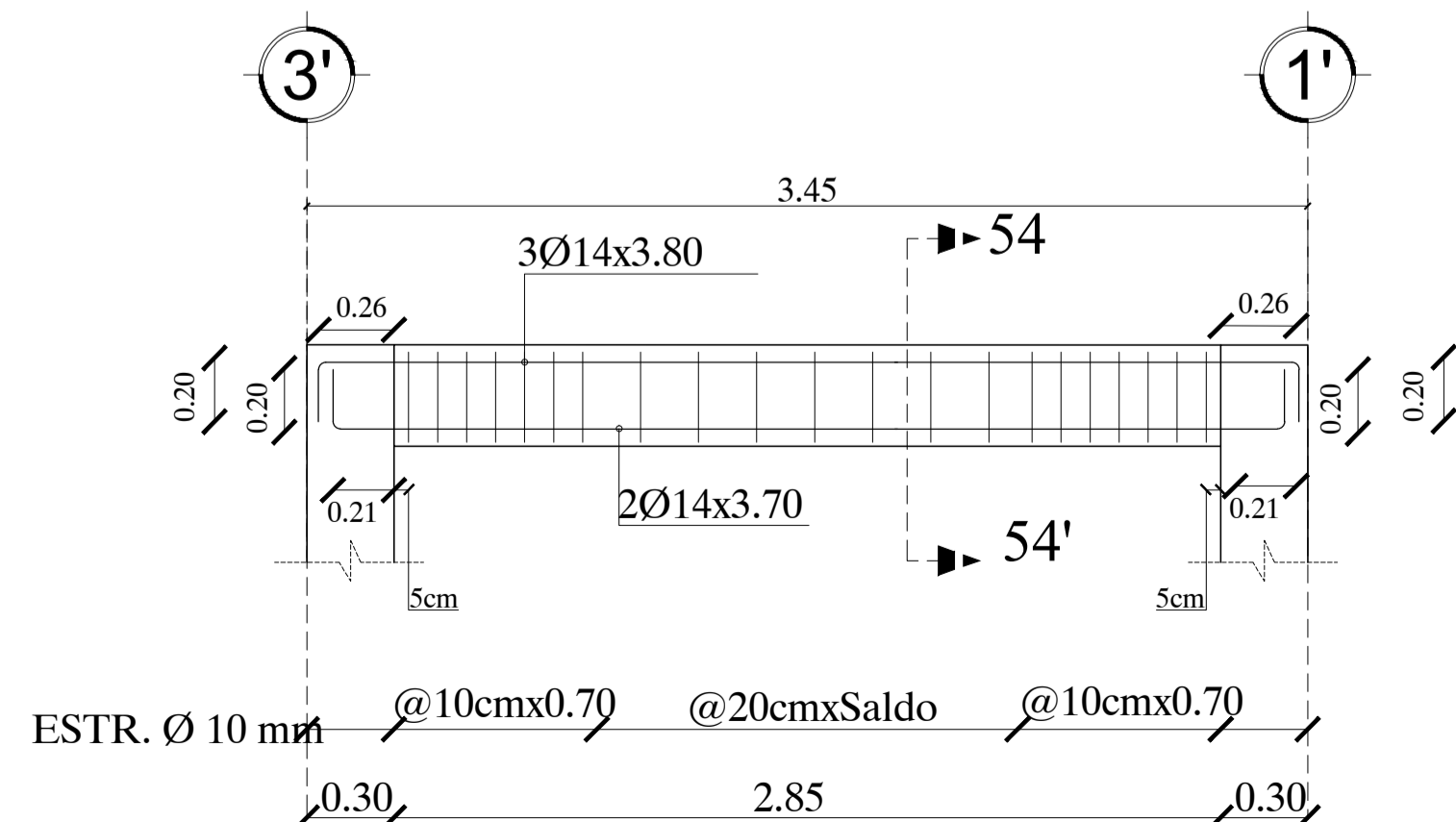
Dimensiones en m.

ESCALA: 1:25

SECCIÓN 54-54'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



- 3 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior

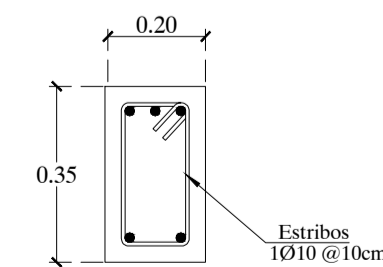


Vigas Pisos 5-6 (Viga 44) (0.20x0.35)

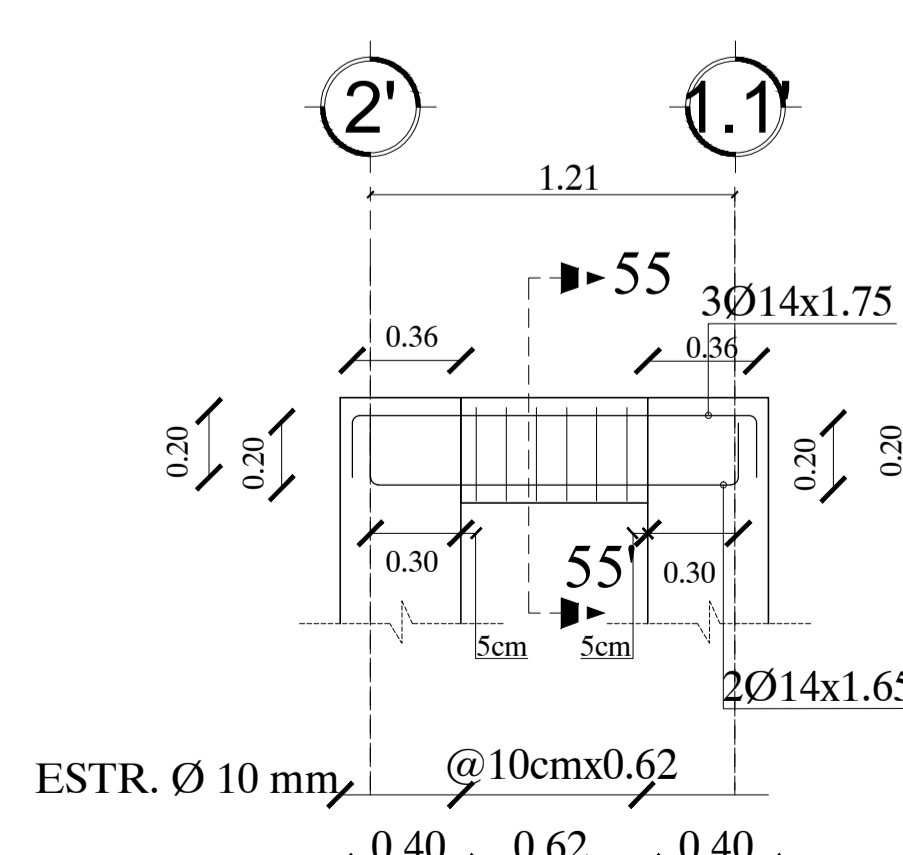
Dimensiones en m.

ESCALA: 1:25

SECCIÓN 55-55'
Dimensiones en m.
Escala 1:15



- 3 Ø 14mm Parte superior
- 2 Ø 14mm Parte inferior



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

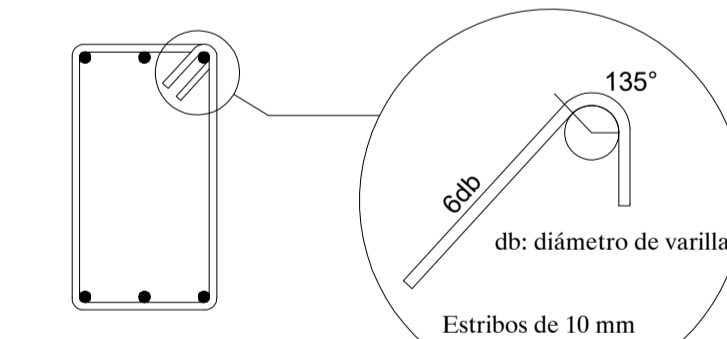
Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm²
Hormigón premezclado $f_c=350$ Kg/cm²
Refuerzo principal: Varillas de 14 mm
Estribos de 10 mm

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:
Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.

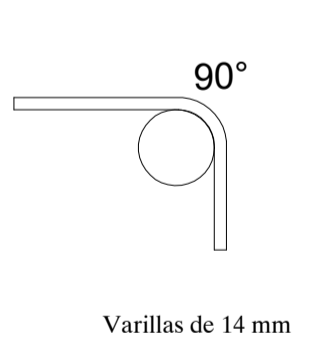
VIGAS, COLUMNAS:
Refuerzo principal: 40 mm
Estribos, espirales: 40 mm

GANCHOS Y DOBLECES

EN ESTRIBOS



GANCHOS A 90°



espol Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

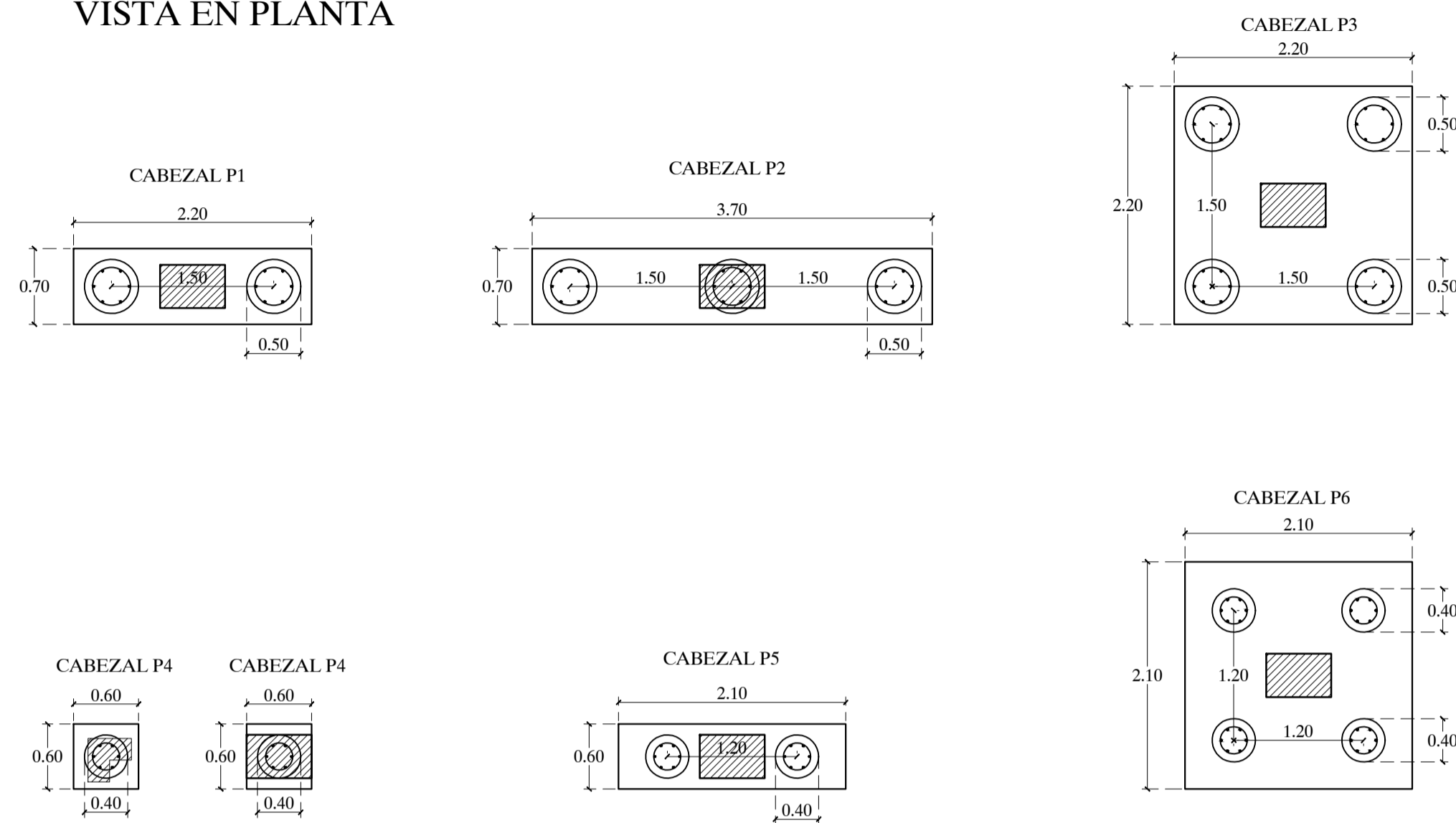
CONTENIDO: SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE LAS VIGAS DE LOS PISOS 5-6 DEL BLOQUE B

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velastegui M. PhD. Eduardo Santos B.	Estudiantes: Sílvia Andrade L. Rosalia Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.		Lámina: E7/17	Escala: Indicadas

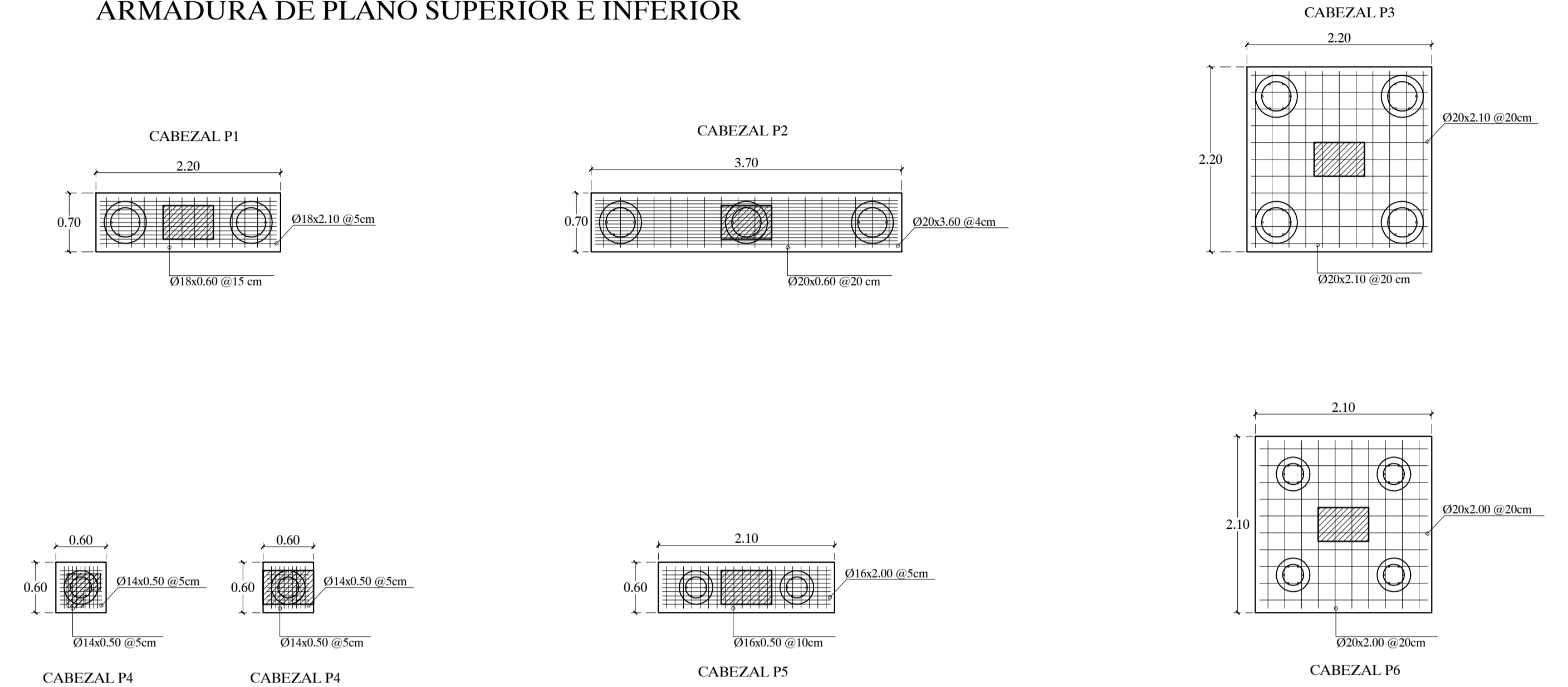
DETALLAMIENTO DE CABEZALES

Dimensiones en m.

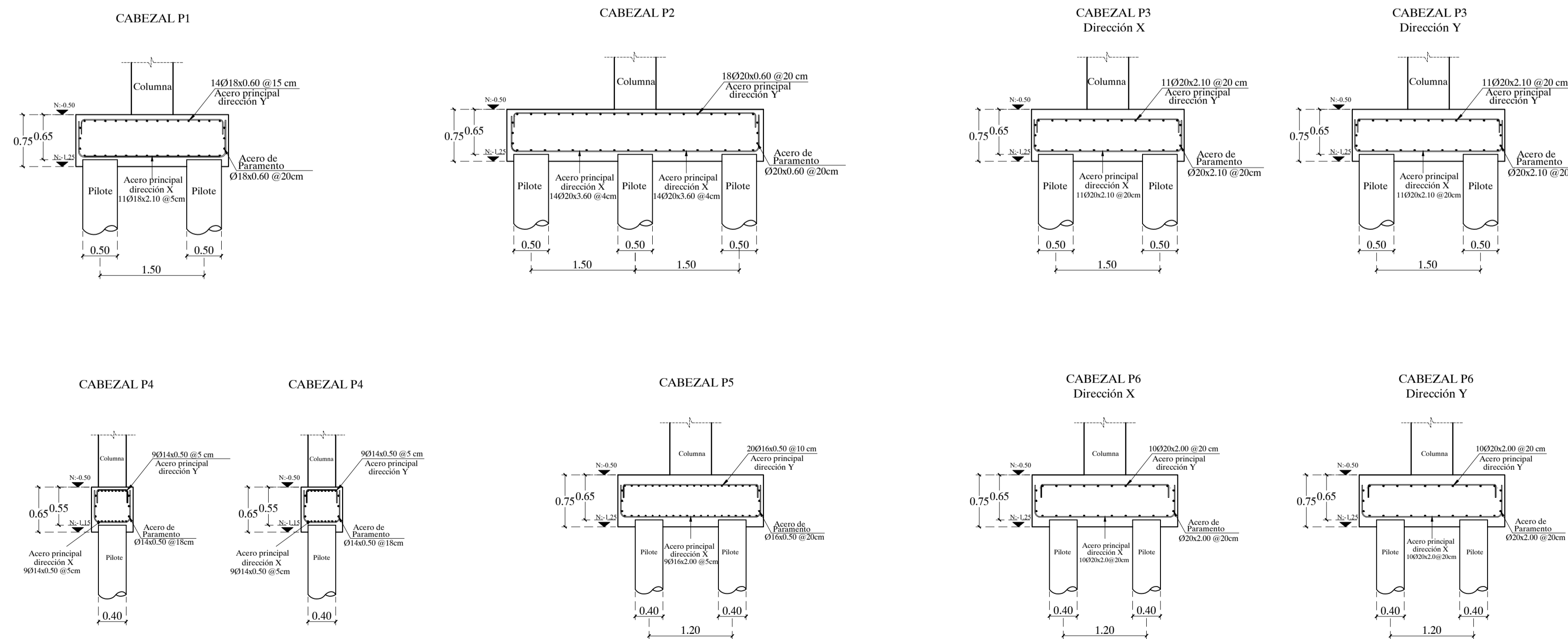
VISTA EN PLANTA



ARMADURA DE PLANO SUPERIOR E INFERIOR



SECCIÓN



NOMENCLATURA:

- 1.- ■ COLUMNAS
- 3.- ○ PILOTES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO
 Hormigón premezclado $f'c=350$ Kg/cm² para pilotes y cabezales
 ACERO DE REFUERZO
 Acero en varillas corrugadas $f_y=4200$ Kg/cm²
 Refuerzo principal: Varillas de 14, 16, 18 y 20 mm

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:

Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.
 VIGAS, COLUMNAS:
 Refuerzo principal: 40 mm
 Estribos, espirales: 40 mm

espol Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

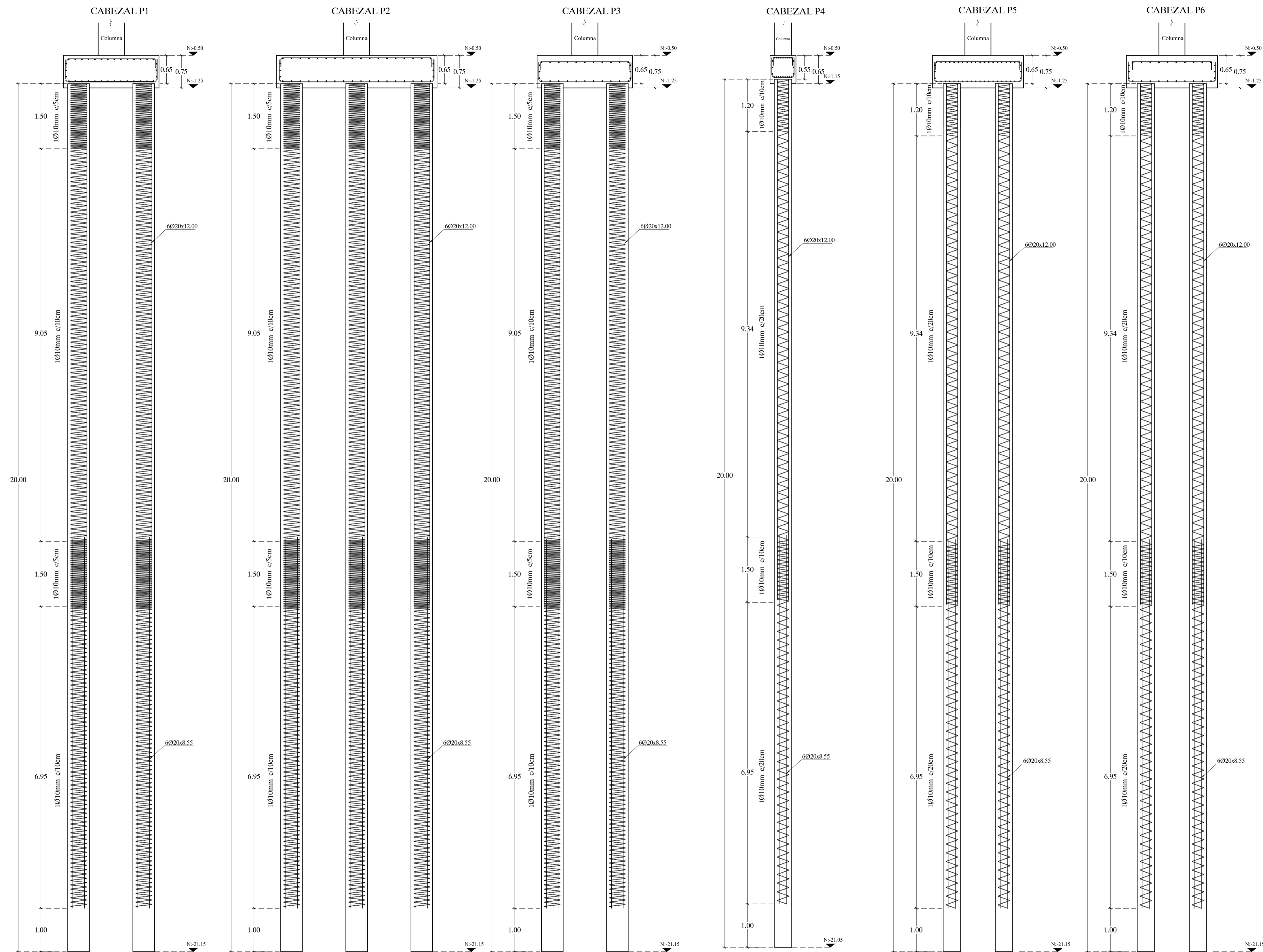
CONTENIDO:
SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE CABEZALES DE LOS BLOQUE A Y B

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velastegui M.	Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalia Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.	PhD. Eduardo Santos B.	Lámina: E8/17	Escala: 1:50

ALZADO DE PILOTES Y CABEZALES

Dimensiones en m.

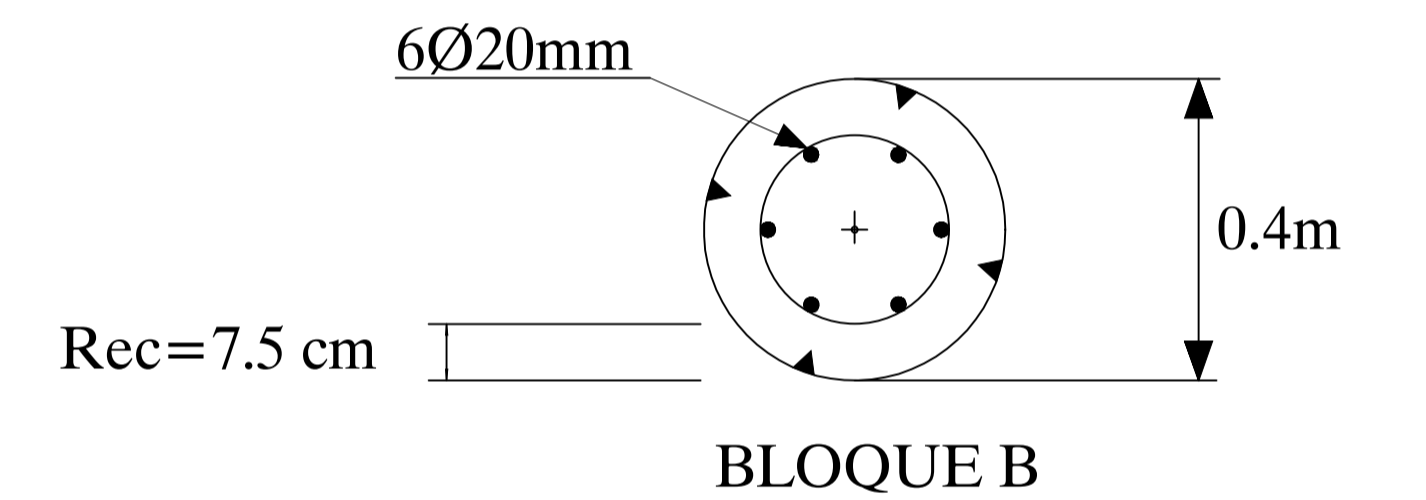
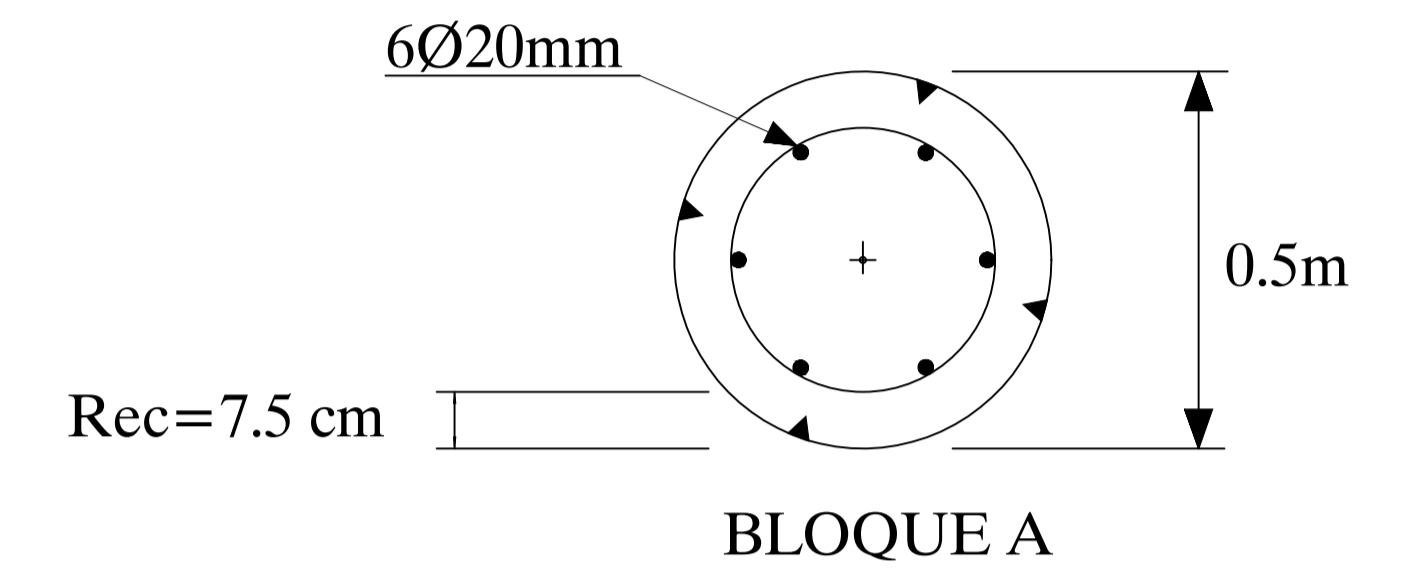
Escala: 1:50



SECCIONES DE PILOTES

Dimensiones en m.

Escala: 1:10



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm²
 Hormigón premezclado $f'_c=350$ Kg/cm²
 Recubrimiento 7.5 cm para pilotes
 Refuerzo principal: Varillas de 20 mm
 Estribos en espiral de 10 mm

espol Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

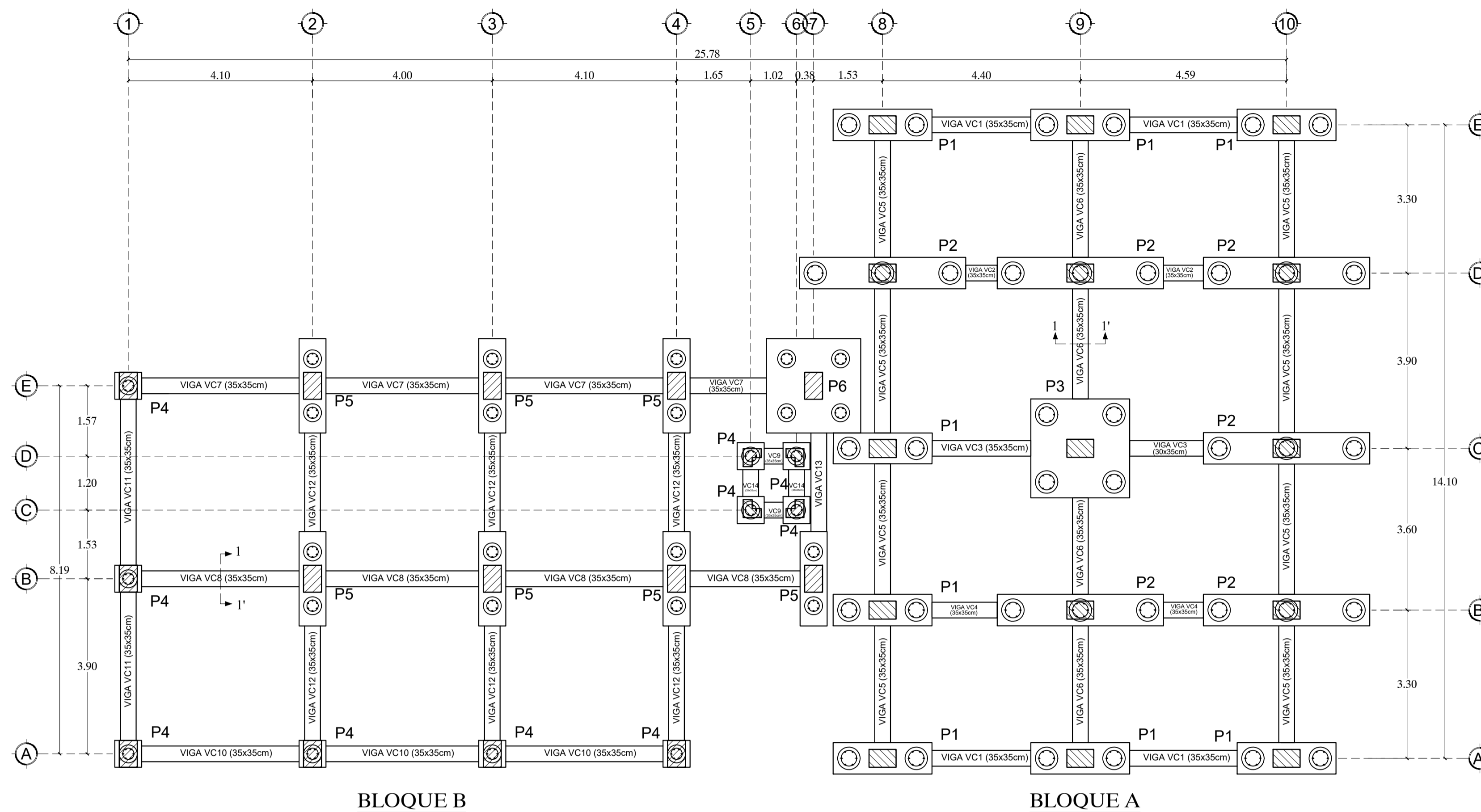
PROYECTO:
Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

CONTENIDO:
SECCIÓN Y ALZADO DE PILOTES Y CABEZALES DE LOS BLOQUE A Y B

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velasteguí M. PhD. Eduardo Santos B.	Estudiantes: Sílvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.		Lámina: E9/17	Escala: Indicadas

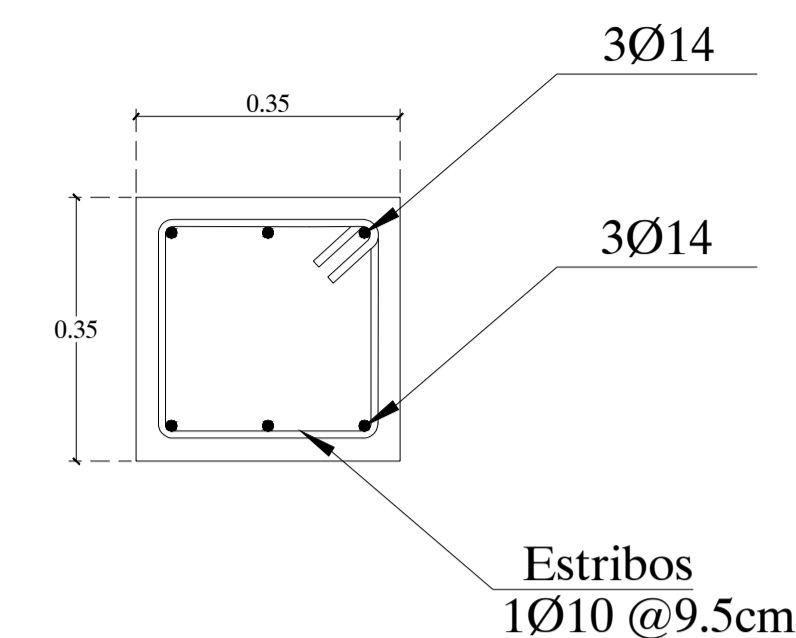
IMPLANTACIÓN DE CABEZALES Y VIGAS DE CIMENTACIÓN N: -0.70

Dimensiones en m.



SECCIÓN 1-1' (VC)

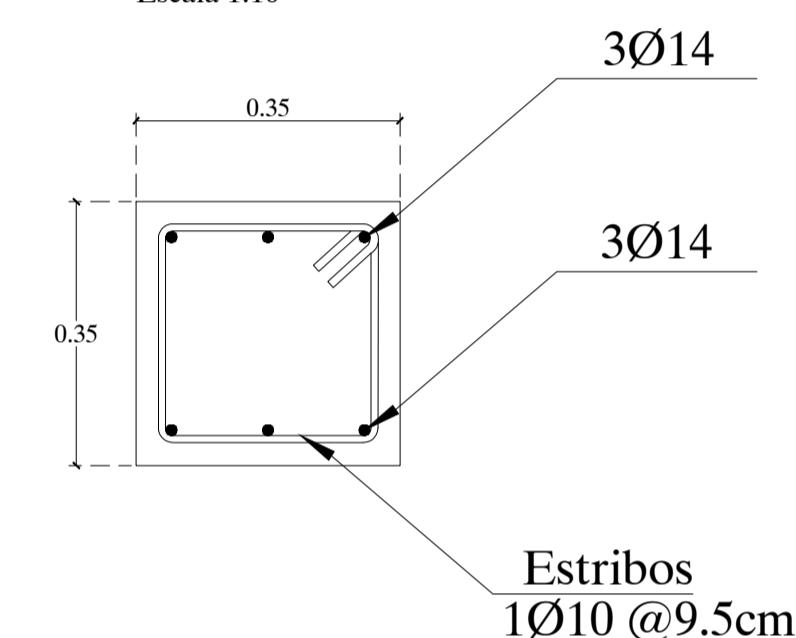
Dimensiones en m.
Escala 1:10



- 3 Ø 14mm Parte superior
- 3 Ø 14mm Parte inferior

SECCIÓN 2-2' (VR)

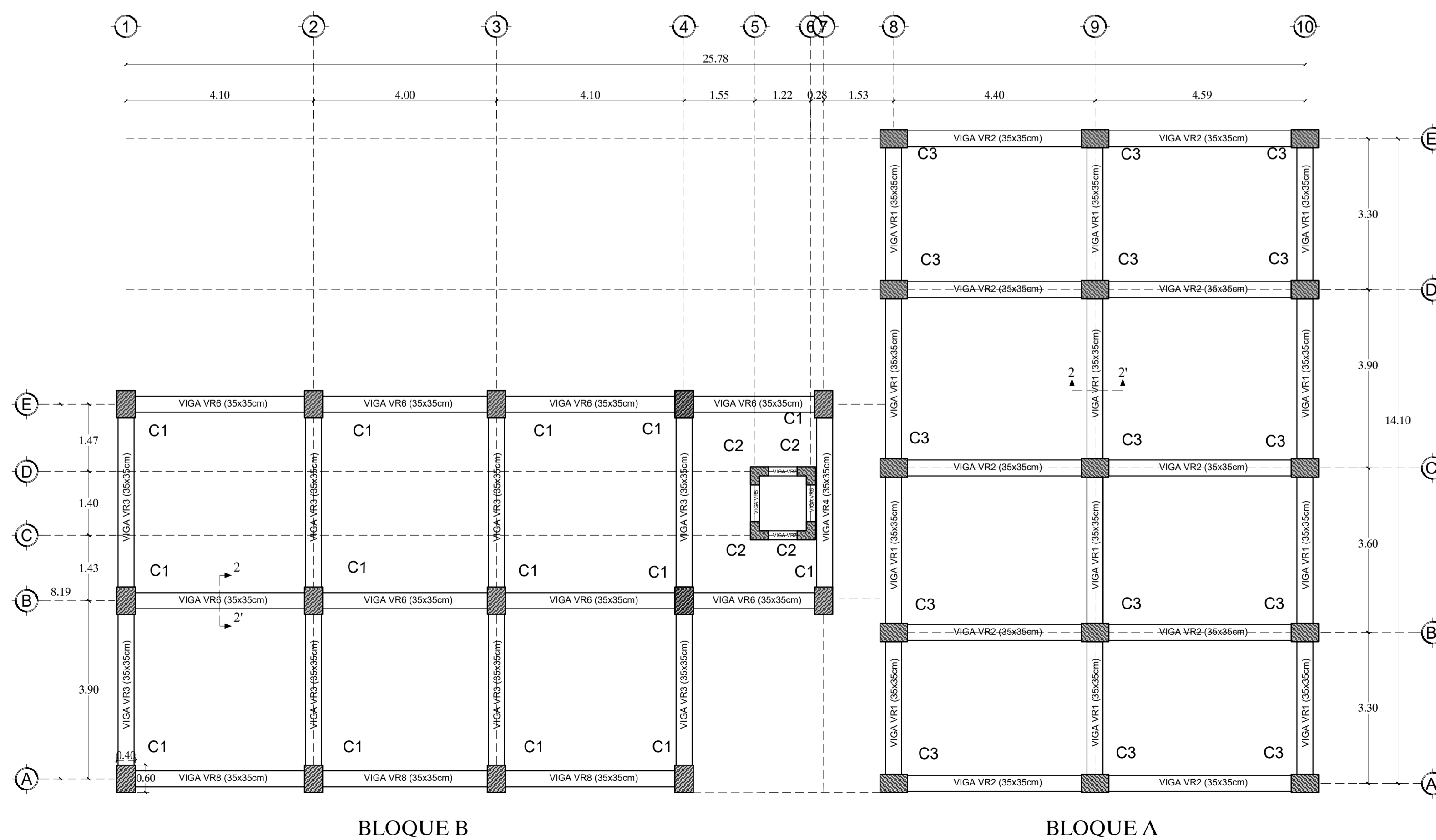
Dimensiones en m.
Escala 1:10



- 3 Ø 14mm Parte superior
- 3 Ø 14mm Parte inferior

IMPLANTACIÓN DE RIOSTRAS N: +1.48

Dimensiones en m.



NOMENCLATURA:	
1.-	COLUMNAS (Implantación de cabezales y vigas de cimentación)
2.-	COLUMNAS (Implantación de riostras)
3.-	PILOTES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm ²	
Hormigón premezclado $f'c=350$ Kg/cm ²	

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:	
Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.	

VIGAS, COLUMNAS:	
Refuerzo principal: 40 mm	
Estribos, espirales: 40 mm	



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

CONTENIDO:
IMPLANTACIÓN DE CABEZALES, VIGAS DE CIMENTACIÓN, Y RIOSTRAS

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velasteguí M. PhD. Eduardo Santos B.	Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.		Lámina: E10/17	Escala: 1:75

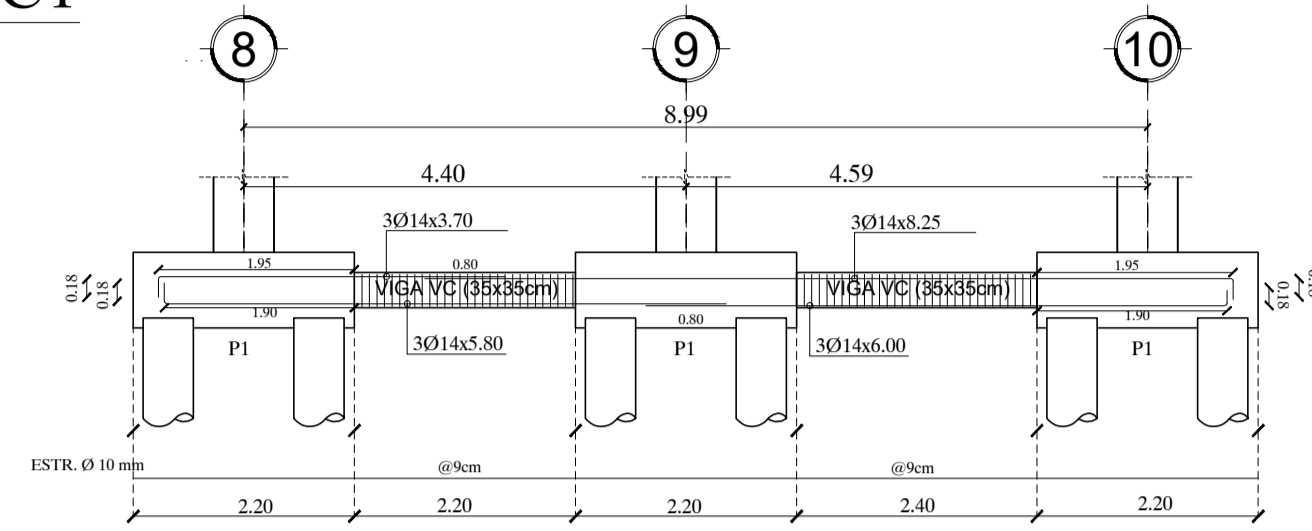
SECCIONES DE VIGAS DE CIMENTACIÓN DE LOS BLOQUES A Y B

Dimensiones en m.

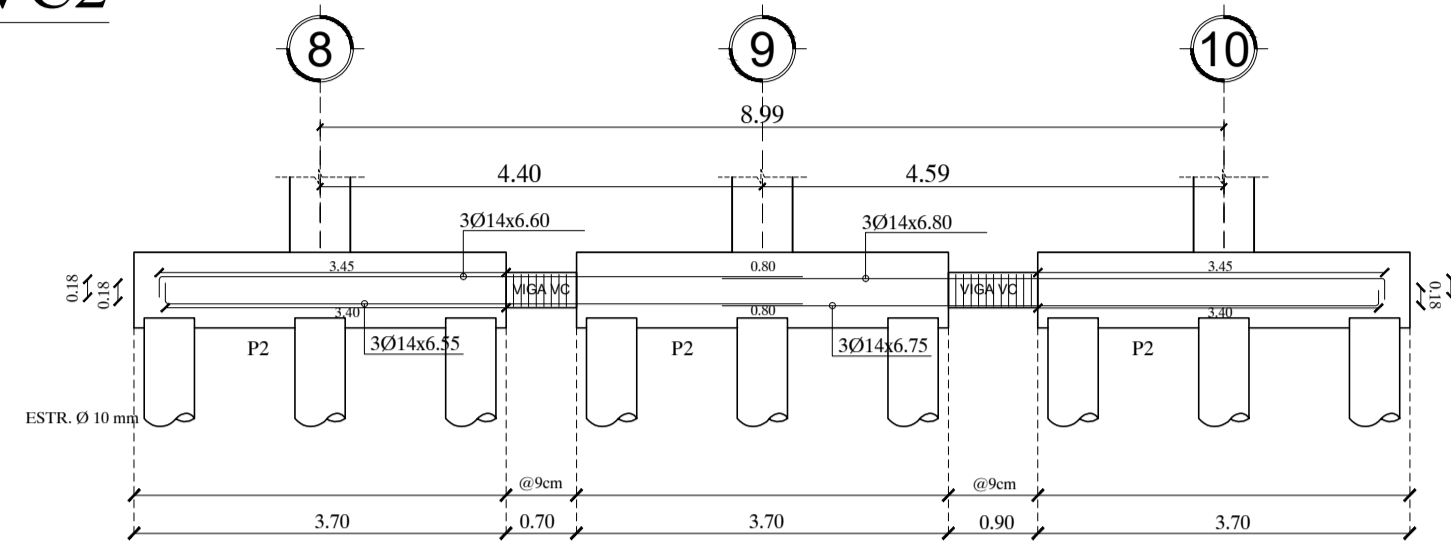
Escala: 1:75

BLOQUE A

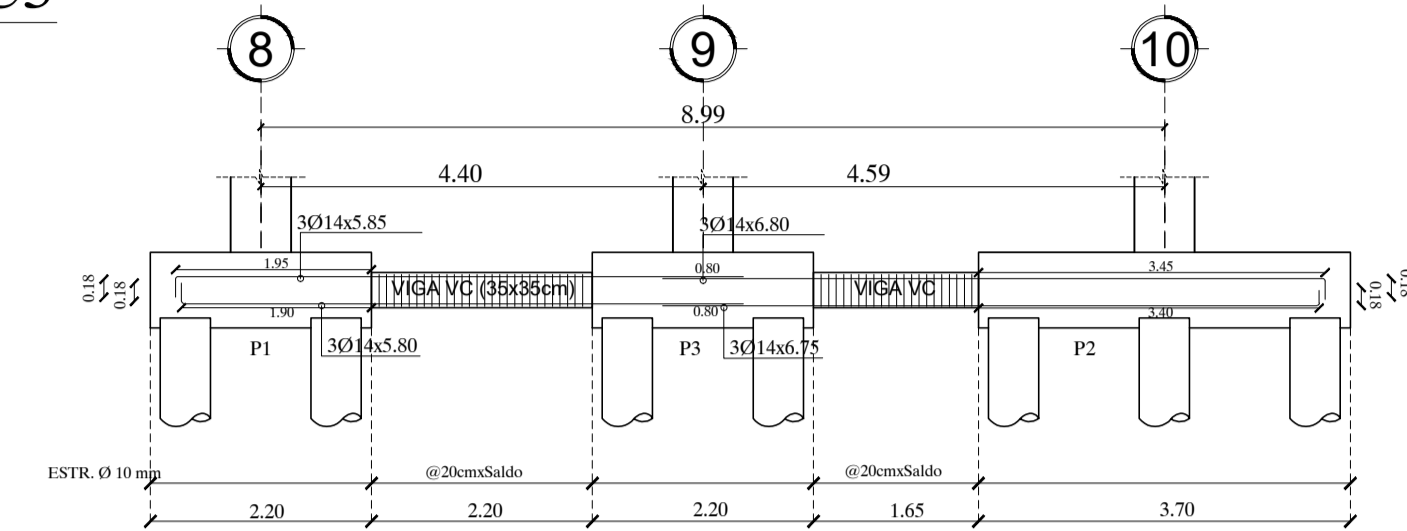
VC1



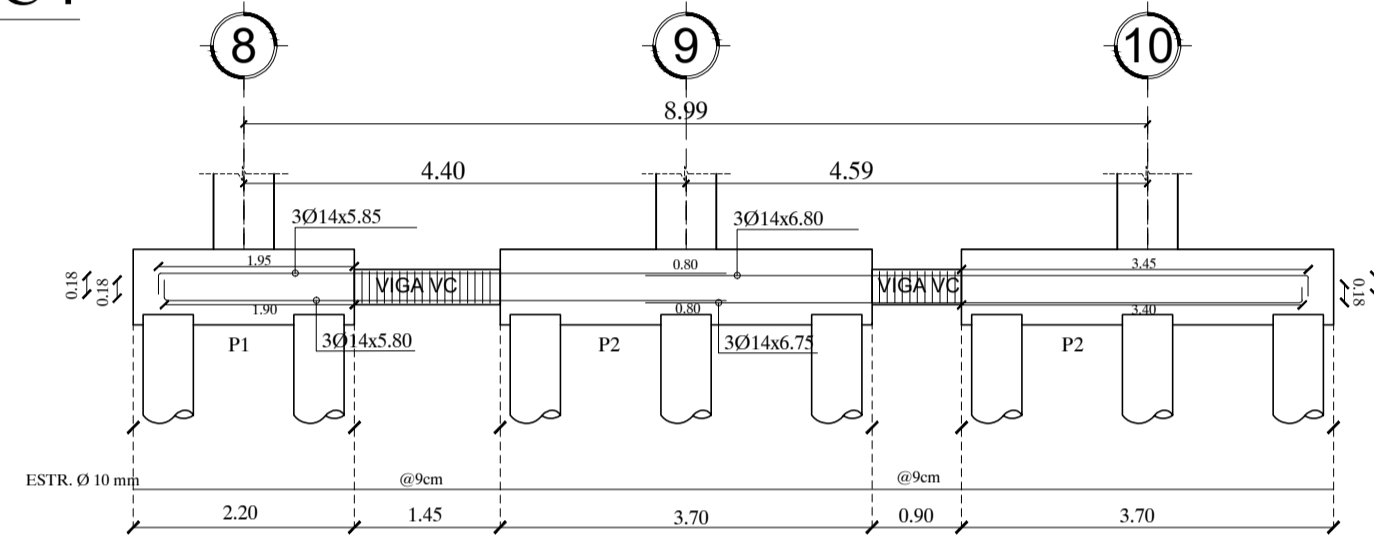
VC2



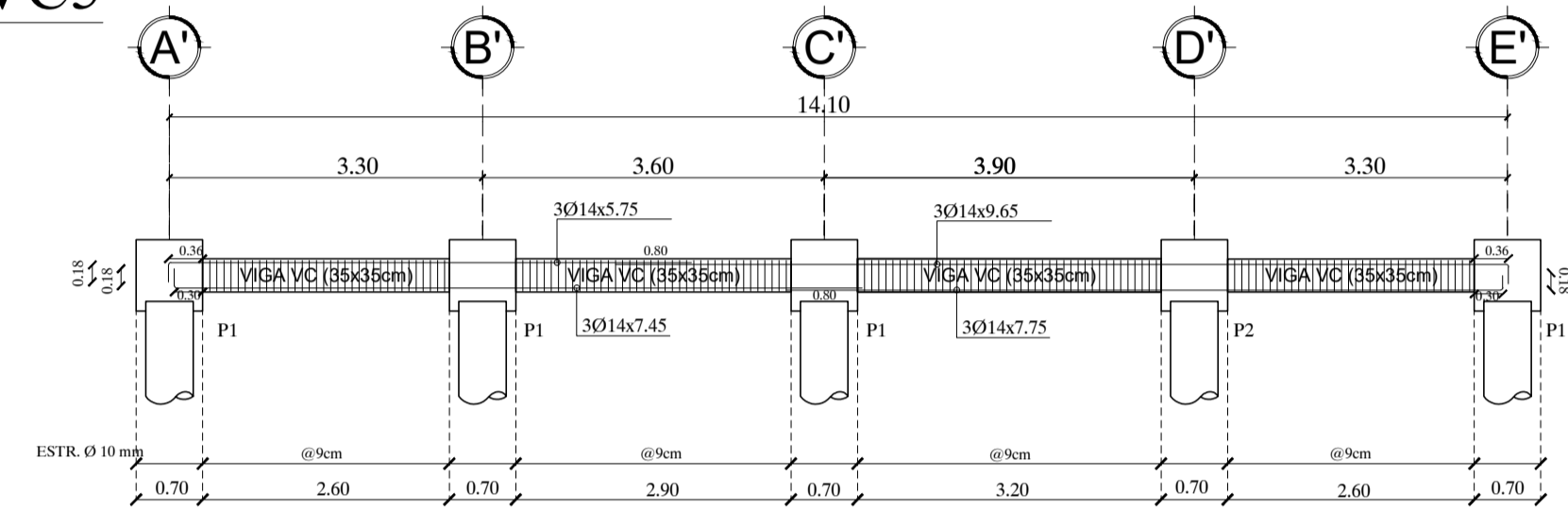
VC3



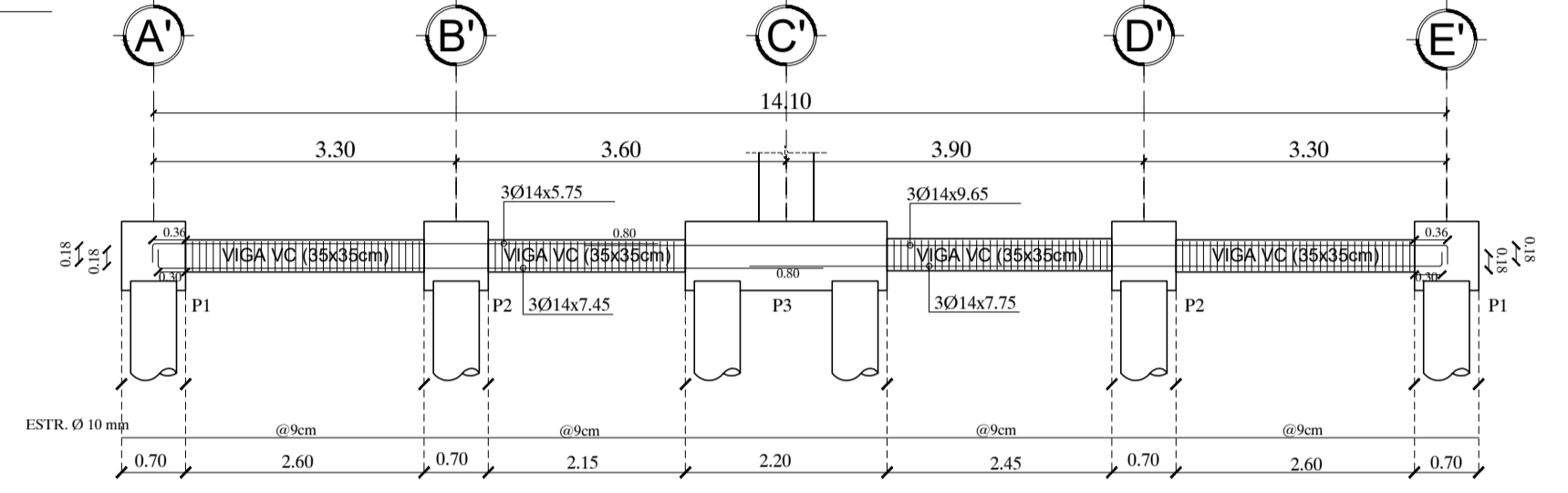
VC4



VC5

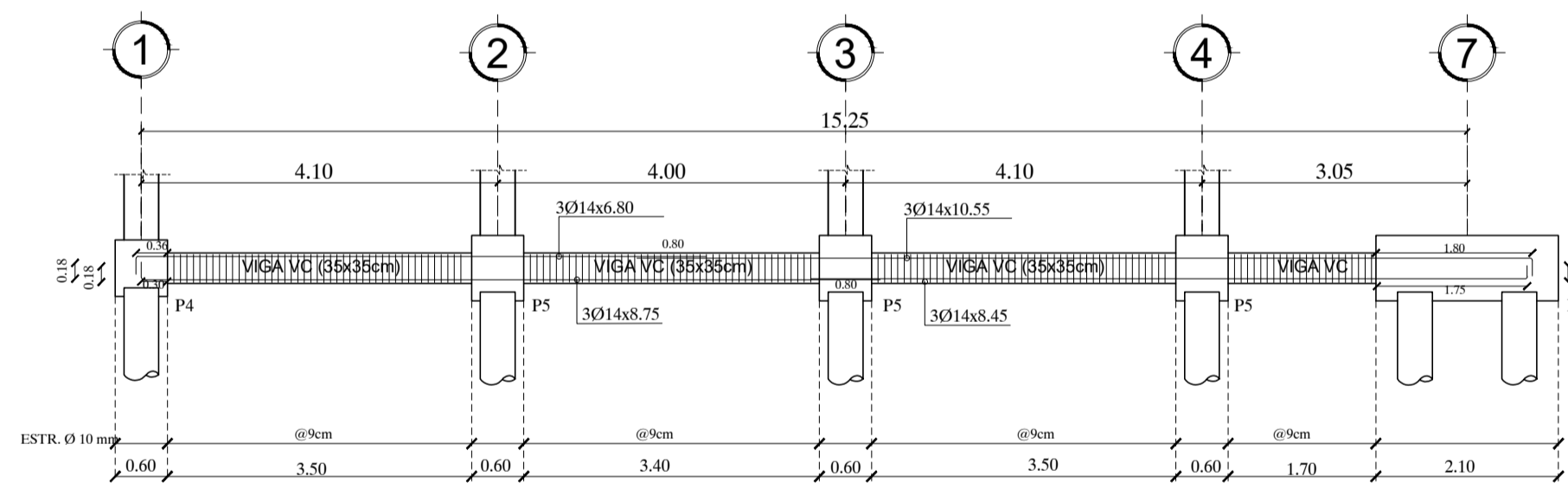


VC6

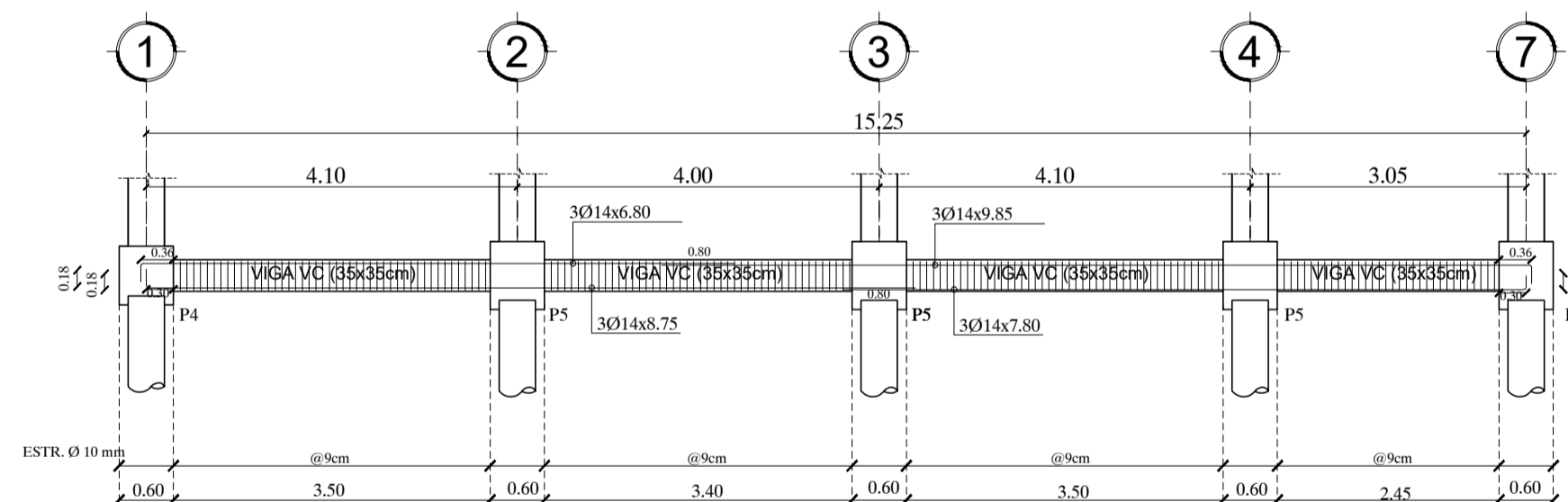


BLOQUE B

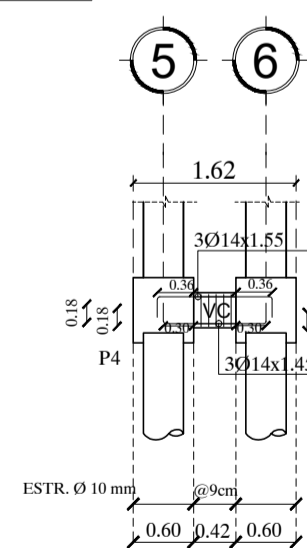
VC7



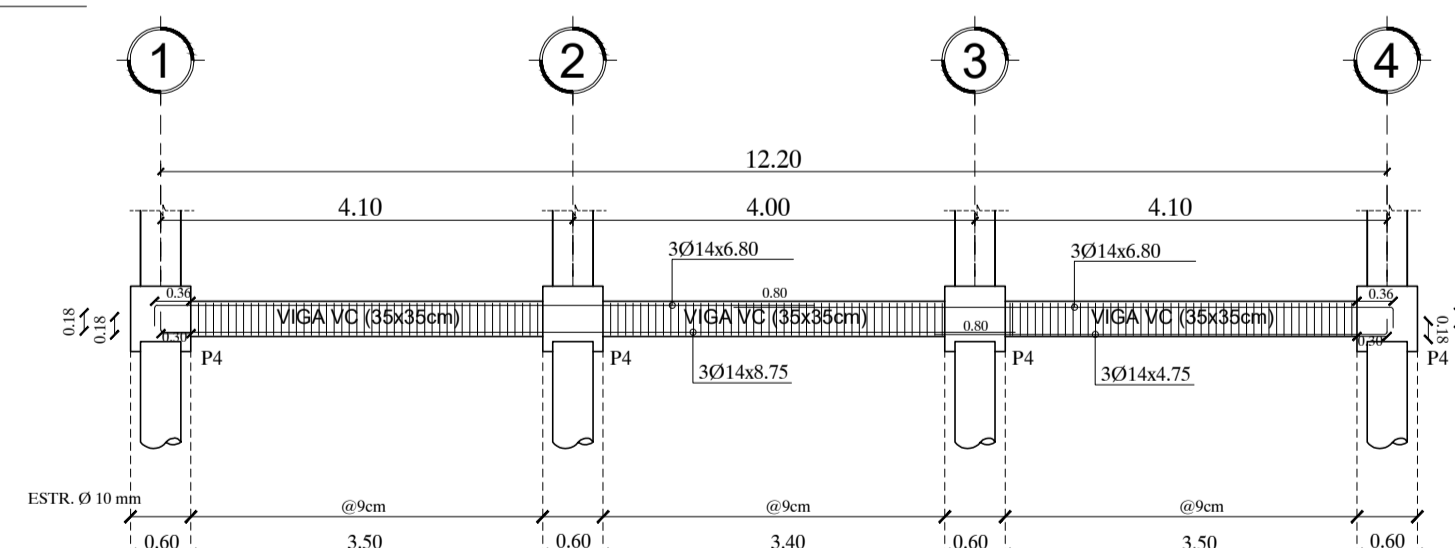
VC8



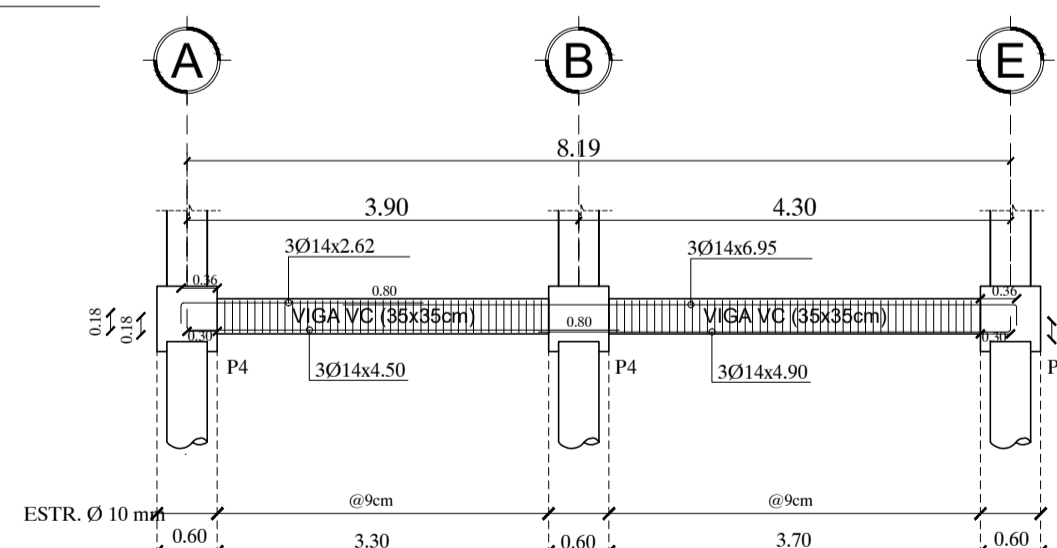
VC9



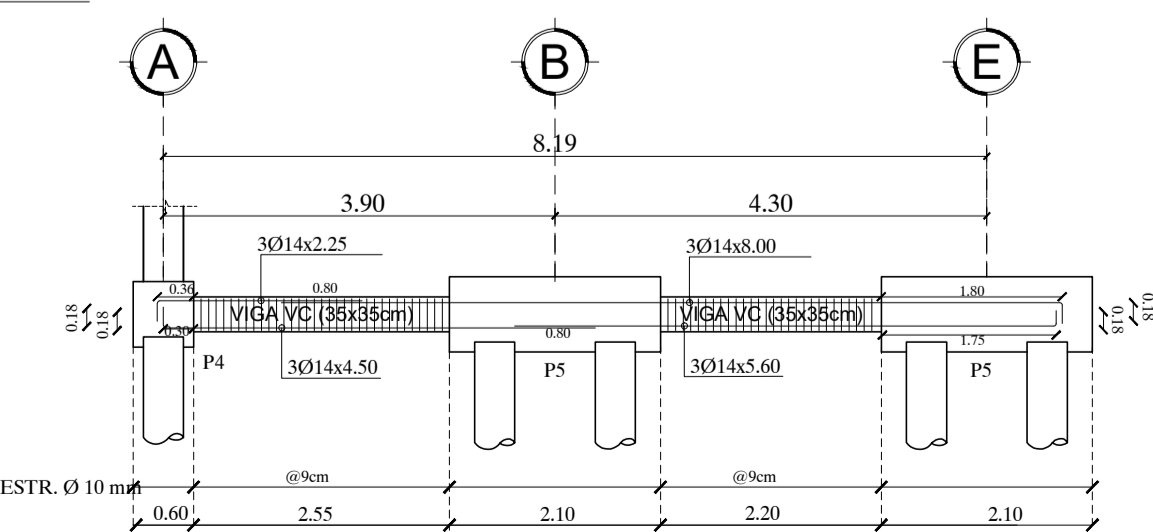
VC10



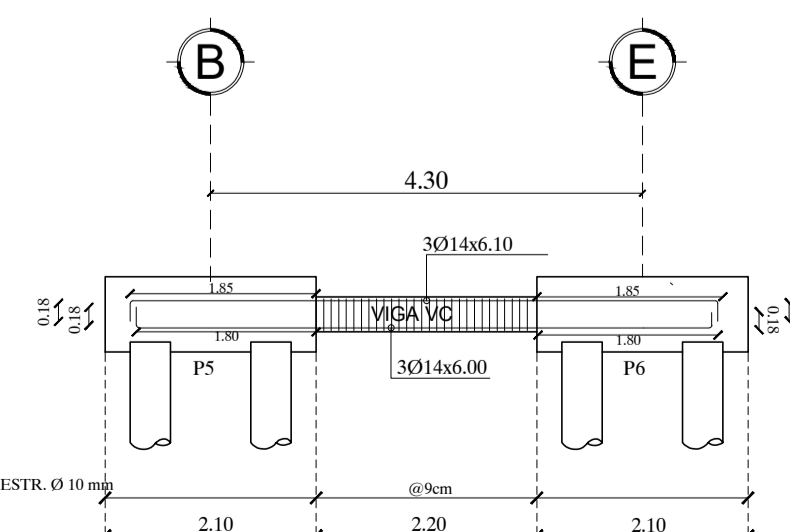
VC11



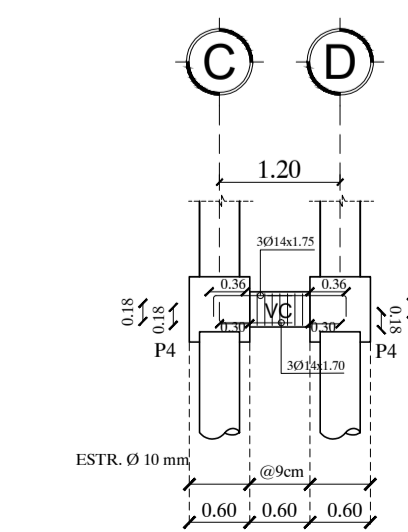
VC12



VC13



VC14



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm ² Hormigón premezclado $f_c=350$ Kg/cm ² Refuerzo principal: Varillas de 14 mm Estribos de 10 mm	
RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI: Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.	
VIGAS, COLUMNAS: Refuerzo principal: 40 mm Estribos, espirales: 40 mm	
GANCHOS Y DOBLES	
EN ESTRIBOS	GANCHOS A 90°
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA	
PROYECTO: Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador	
CONTENIDO: SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGAS DE CIMENTACIÓN DE LOS BLOQUES A Y B	
Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. Ph.D. Andrés Velasteguí M. Ph.D. Eduardo Santos B.
Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020 Lámina: E11/17
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.	Escala: 1:75

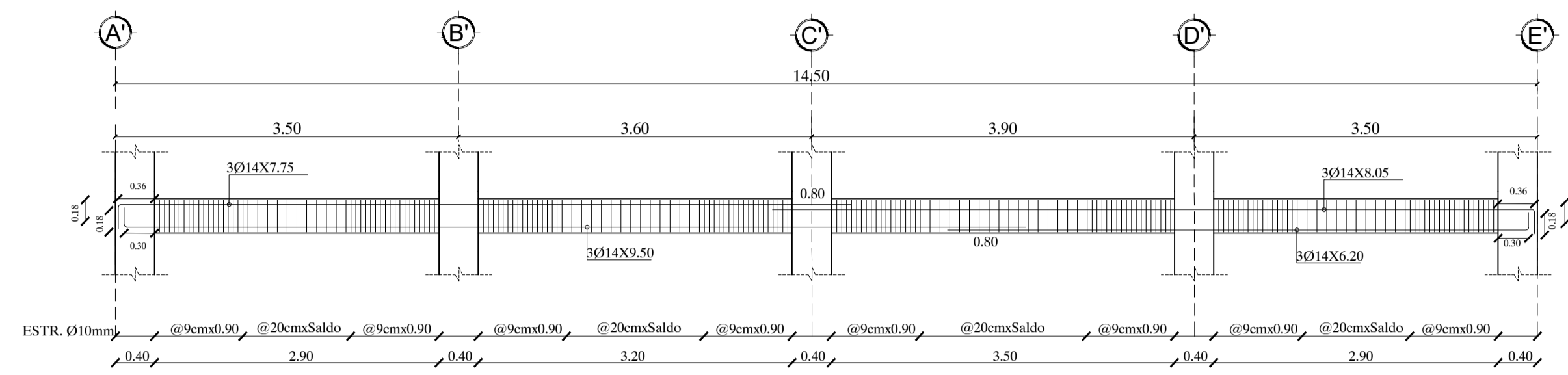
SECCIONES DE RIOSTRAS

Dimensiones en m.

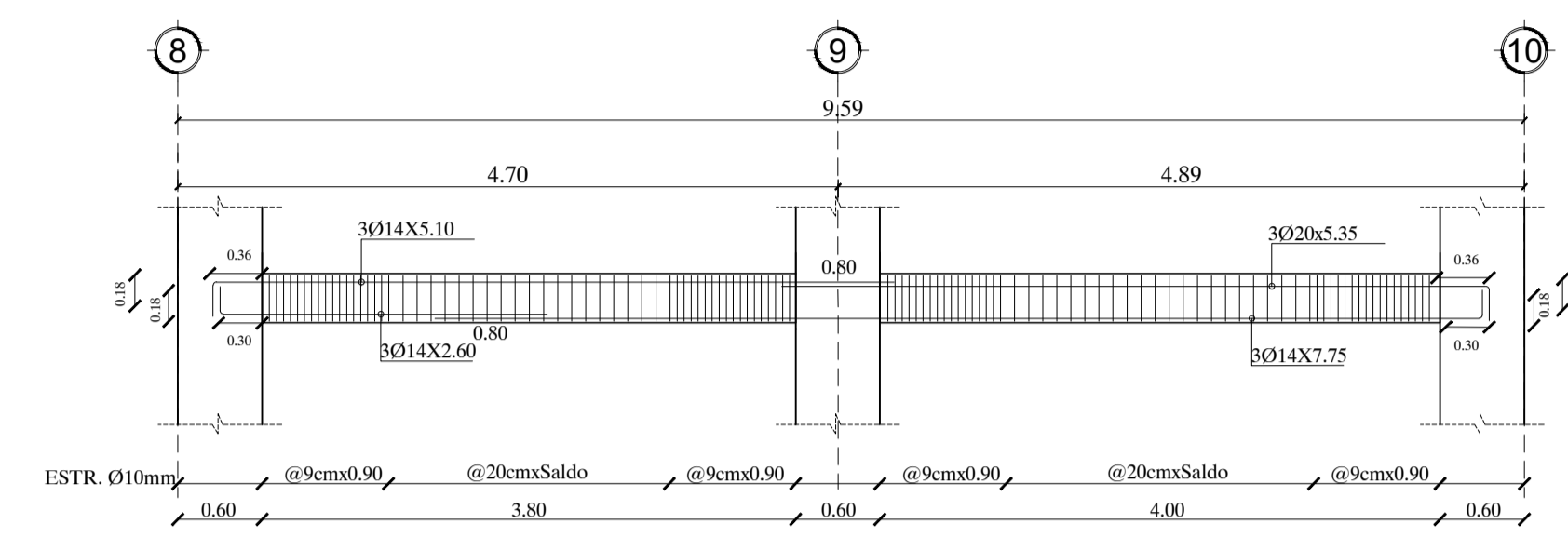
Escala: 1:50

BLOQUE A

VR1

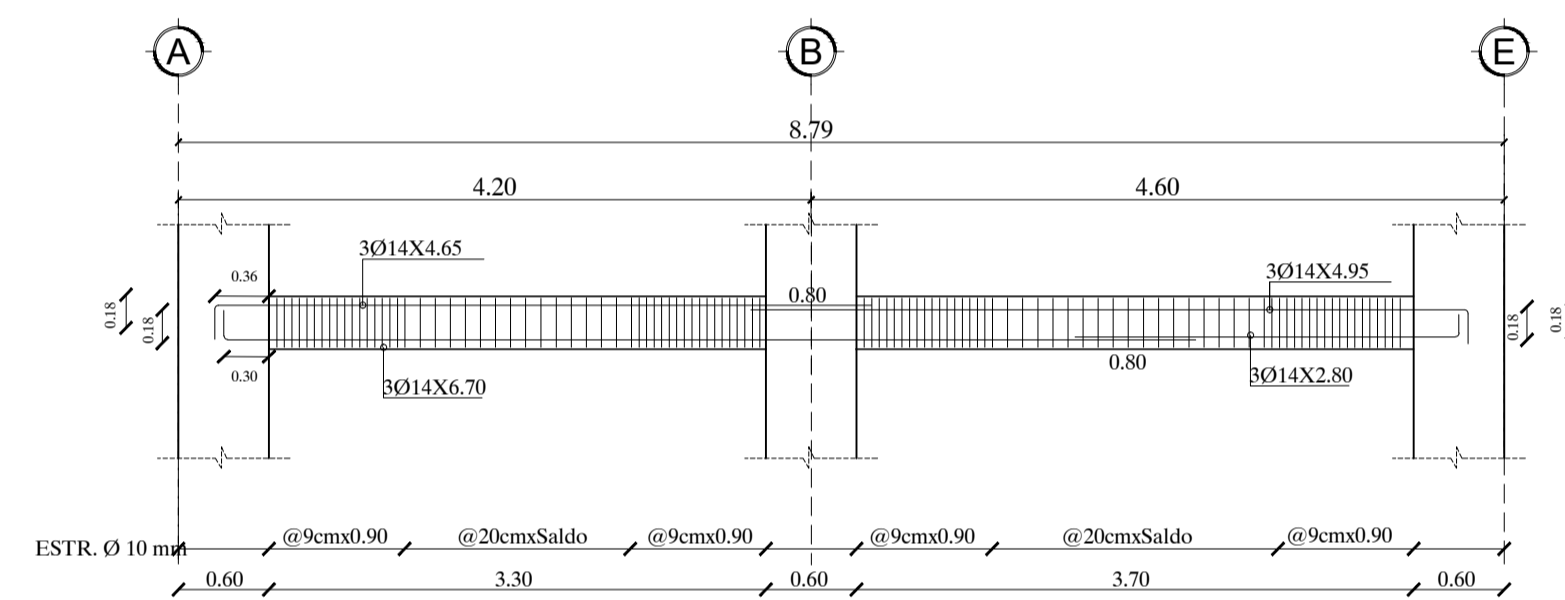


VR2

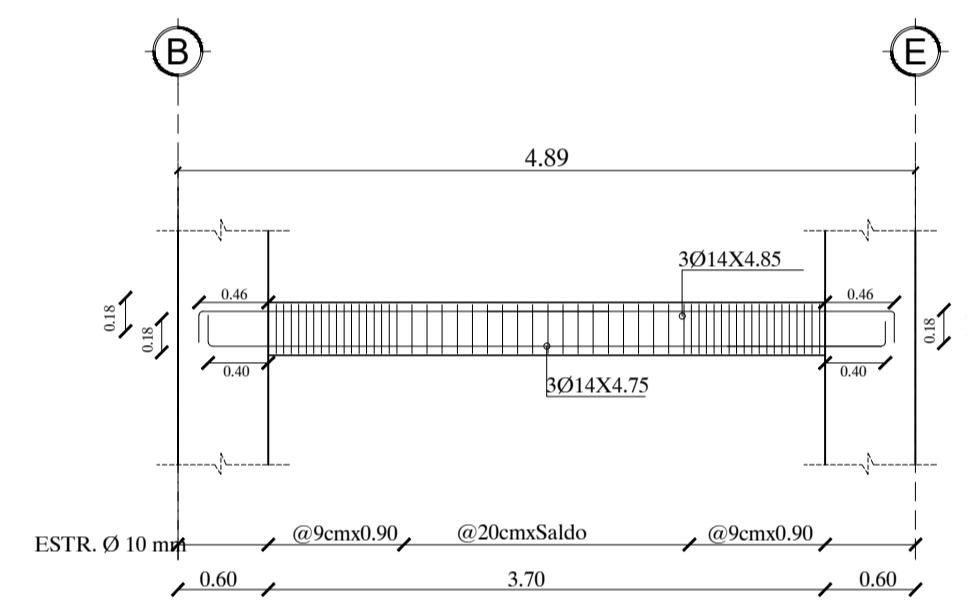


BLOQUE B

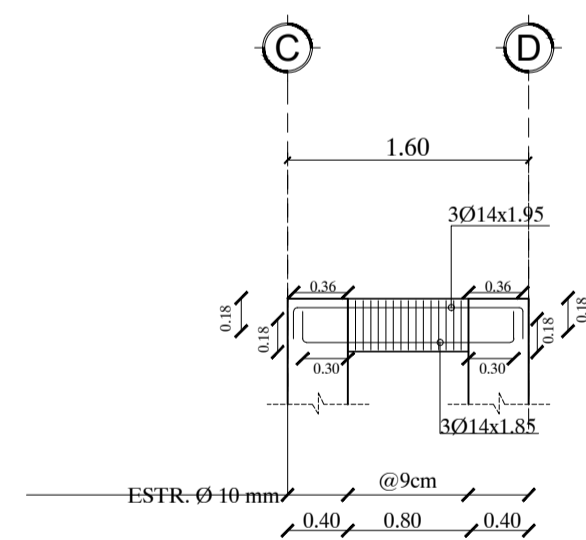
VR3



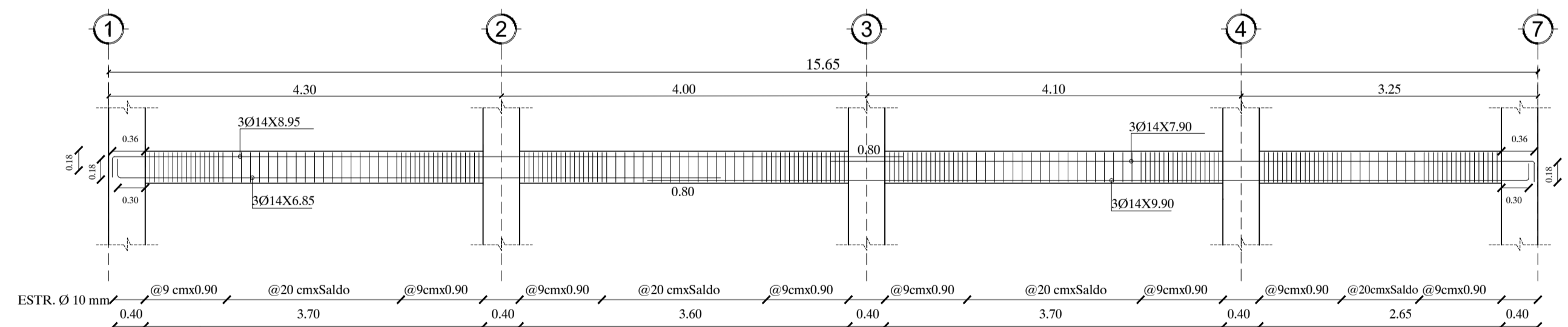
VR4



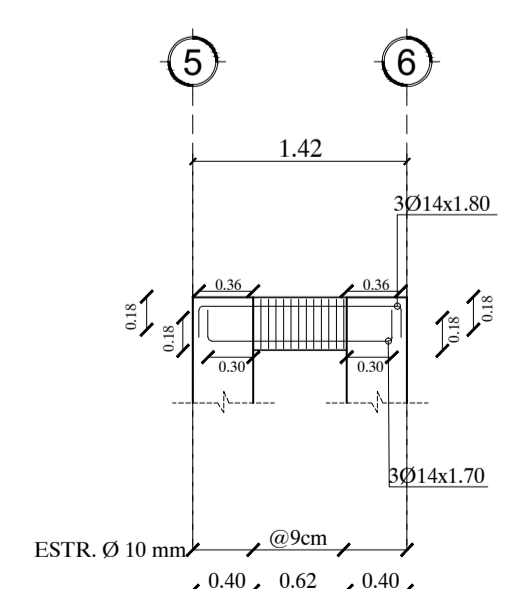
VR5



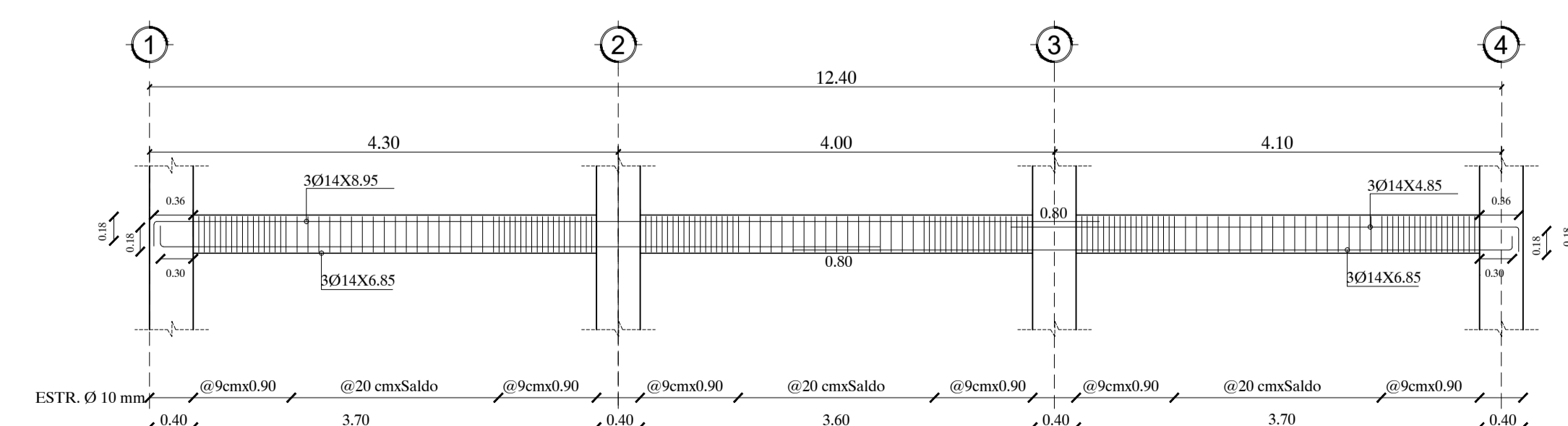
VR6



VR7



VR8



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm²
 Hormigón premezclado $f'c=350$ Kg/cm²
 Refuerzo principal: Varillas de 14 mm
 Estribos de 10 mm

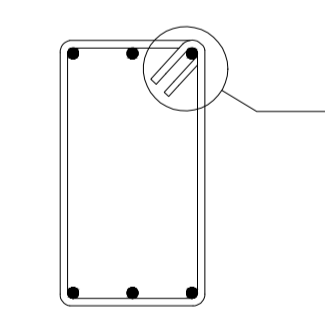
RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:

Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.

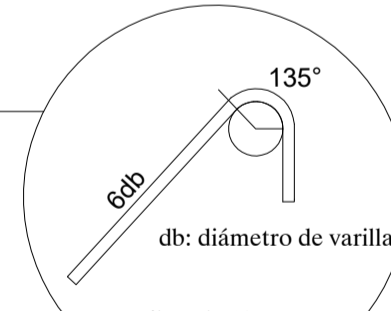
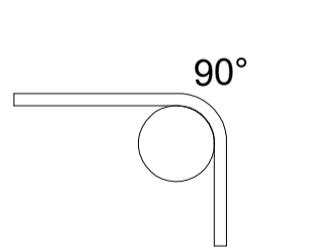
VIGAS, COLUMNAS:
 Refuerzo principal: 40 mm
 Estribos, espirales: 40 mm

GANCHOS Y DOBLECES

EN ESTRIBOS



GANCHOS A 90°



db: diámetro de varilla

Estribos de 10 mm

Varillas de 14 mm



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
 Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

CONTENIDO:
 SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE RIOSTRAS DE LOS BLOQUES A Y B

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velasteguí M. PhD. Eduardo Santos B.	Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.		Lámina: E12/17	Escala: 1:50

IMPLANTACIÓN DE COLUMNAS

Pisos 1-4

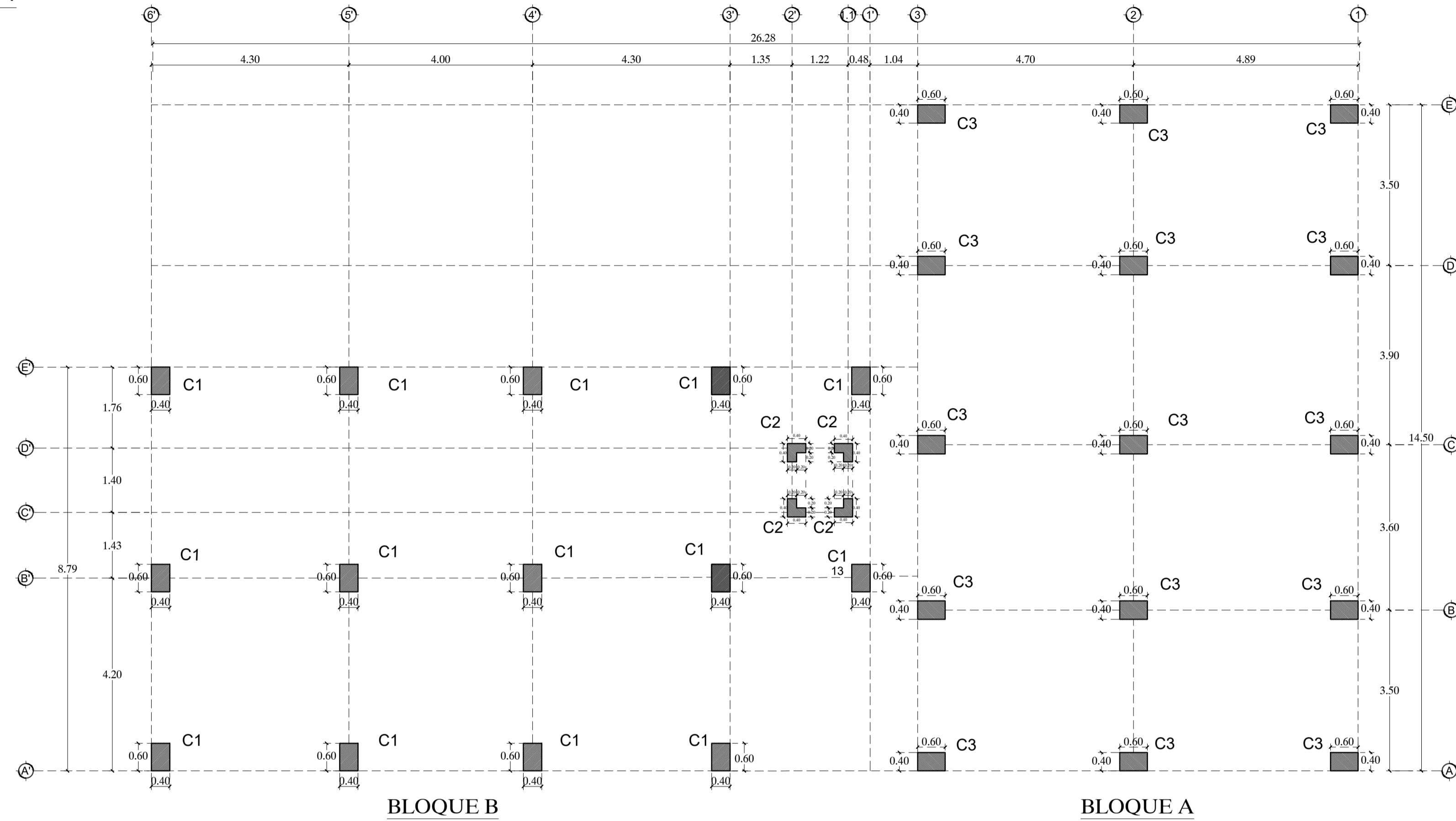
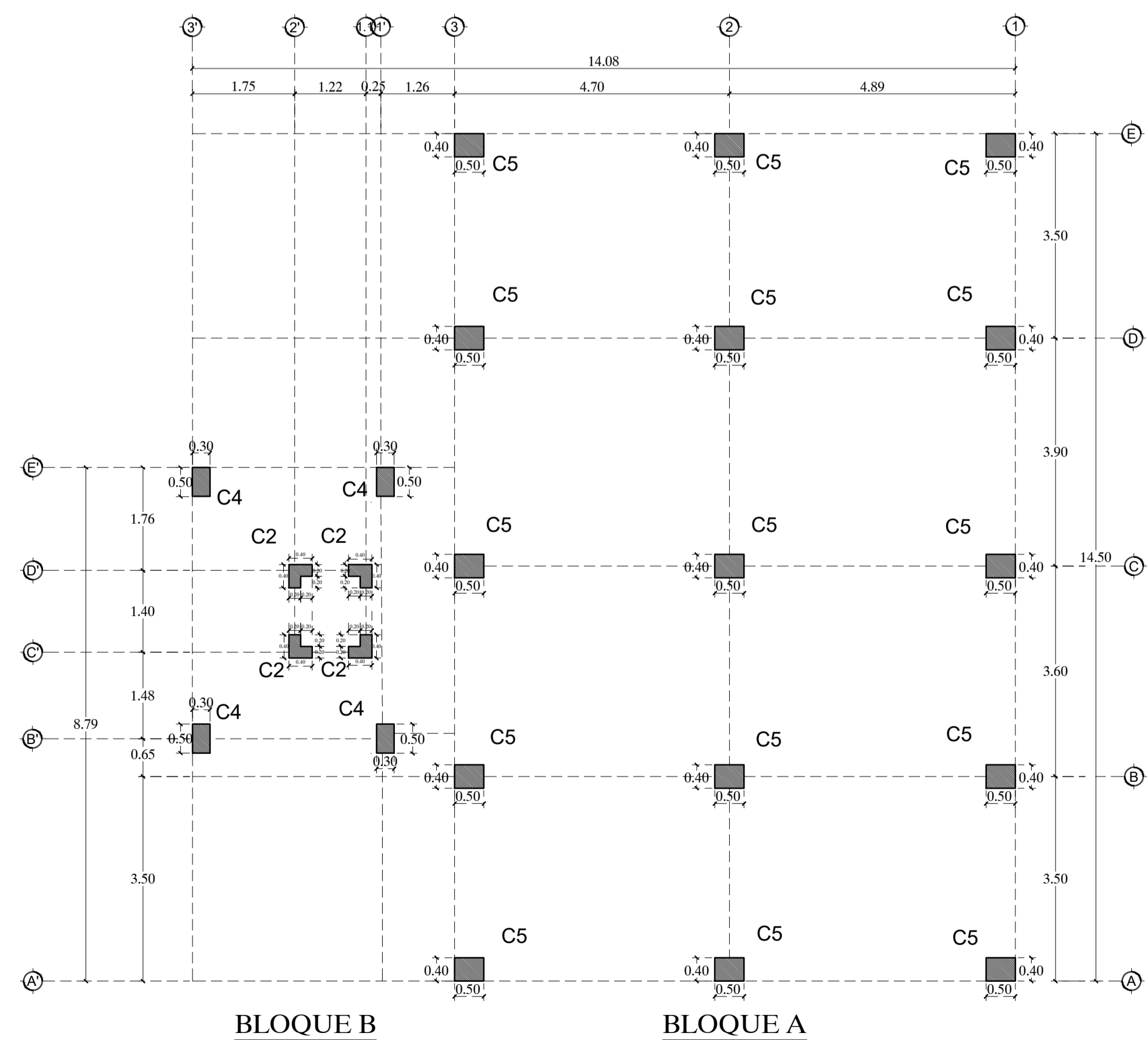
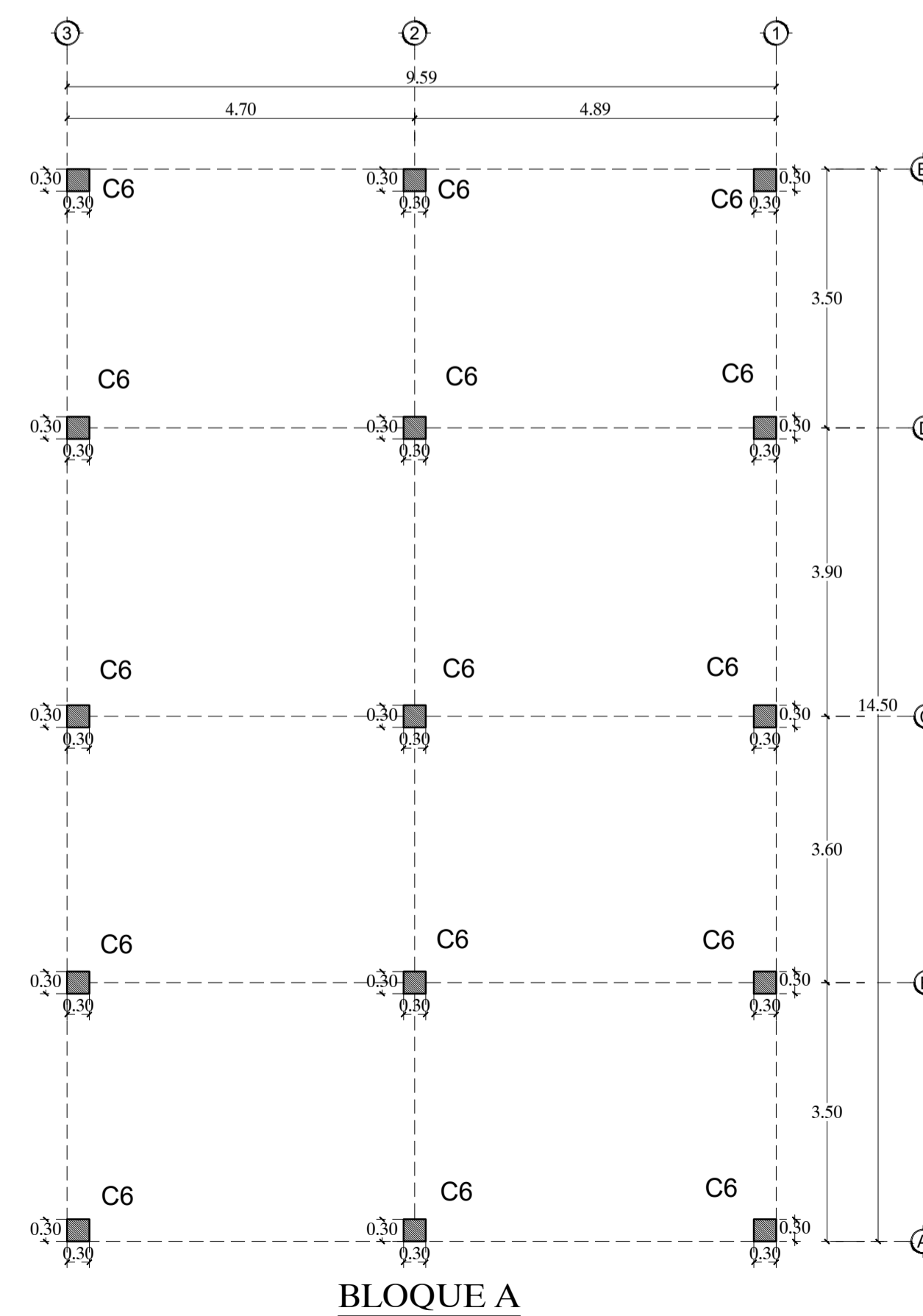


TABLA DE COLUMNAS		
BLOQUE A		
Pisos	Nombre	Dimensiones
1-4	C3	
5-6	C5	
7	C6	
BLOQUE B		
1-4	C1, C2	
5-6	C4	

Pisos 5-6



Piso 7



NOMENCLATURA:			
1.- COLUMNAS			
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra			
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador			
CONTENIDO:			
IMPLANTACIÓN DE COLUMNAS DE LOS BLOQUES A Y B			
Coordinador de Materia Integradora:	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
PhD. Miguel Chávez A.	Dis. Int. Carola Zavala M.	Silvia Andrade L.	10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento:	PhD. Andrés Velasteguí M.	Rosalía Carranza G.	Lámina: Escala:
M.Sc. David Valverde B.	PhD. Eduardo Santos B.		E13/17 1:75

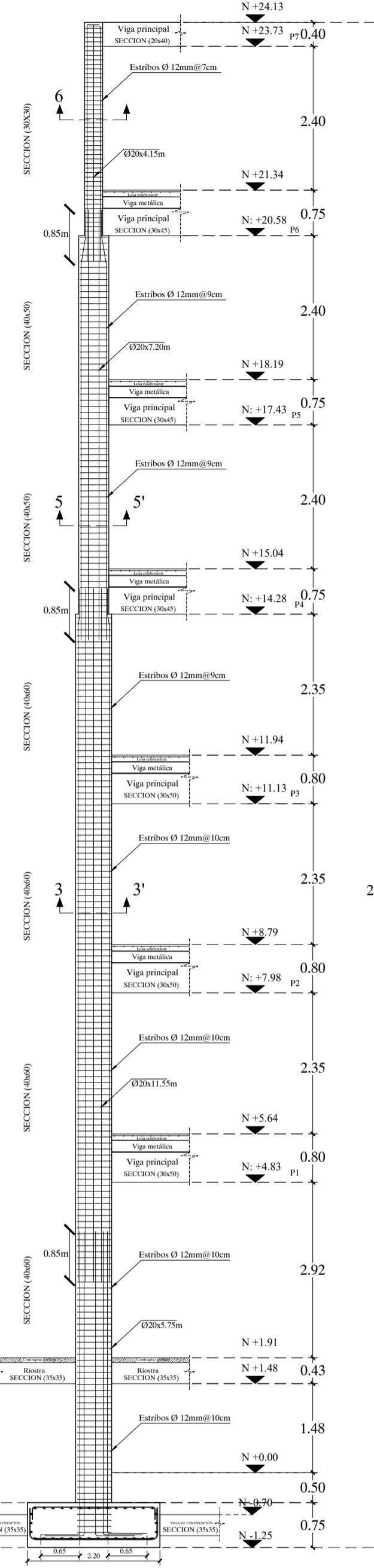
ALZADO DE COLUMNAS

BLOQUES A Y B

ESCALA: 1:75

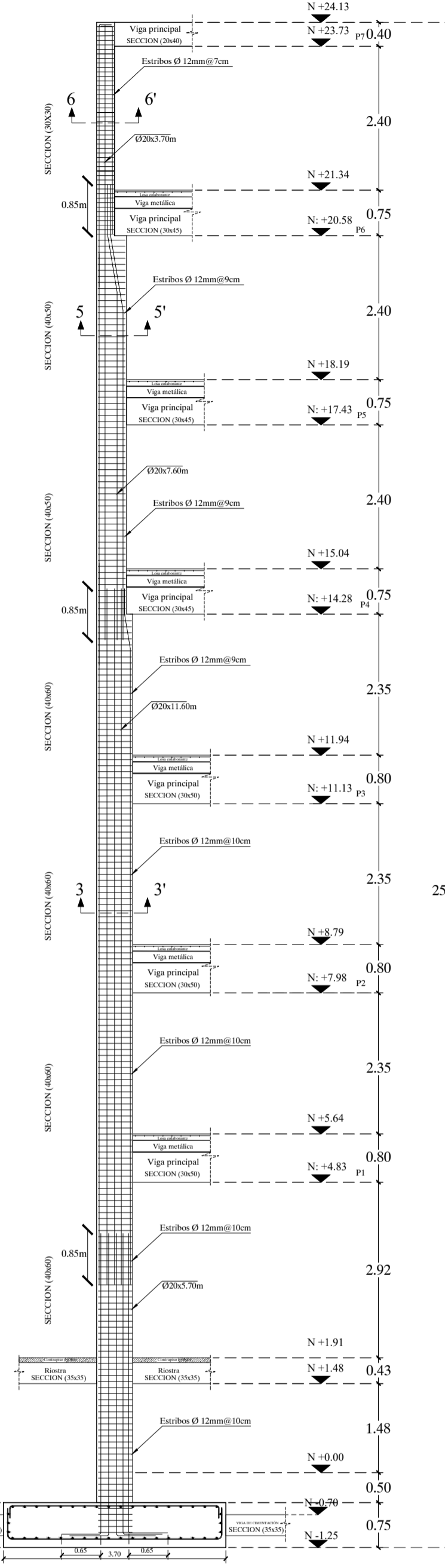
(Columnas Pisos 1-7 Bloque A)

C3 (40x60cm)
C5 (40x50cm)
C6 (30x30cm)



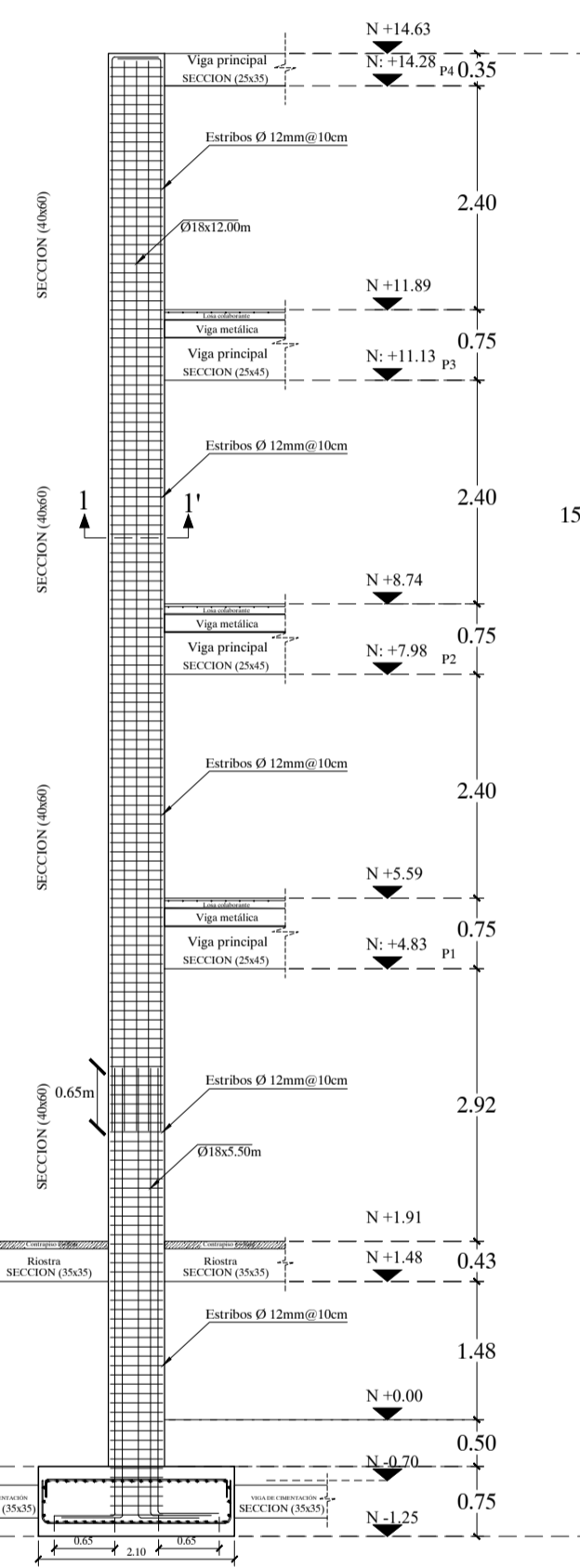
(Columnas Pisos 1-7 Bloque A)

C3 (40x60cm)
C5 (40x50cm)
C6 (30x30cm)



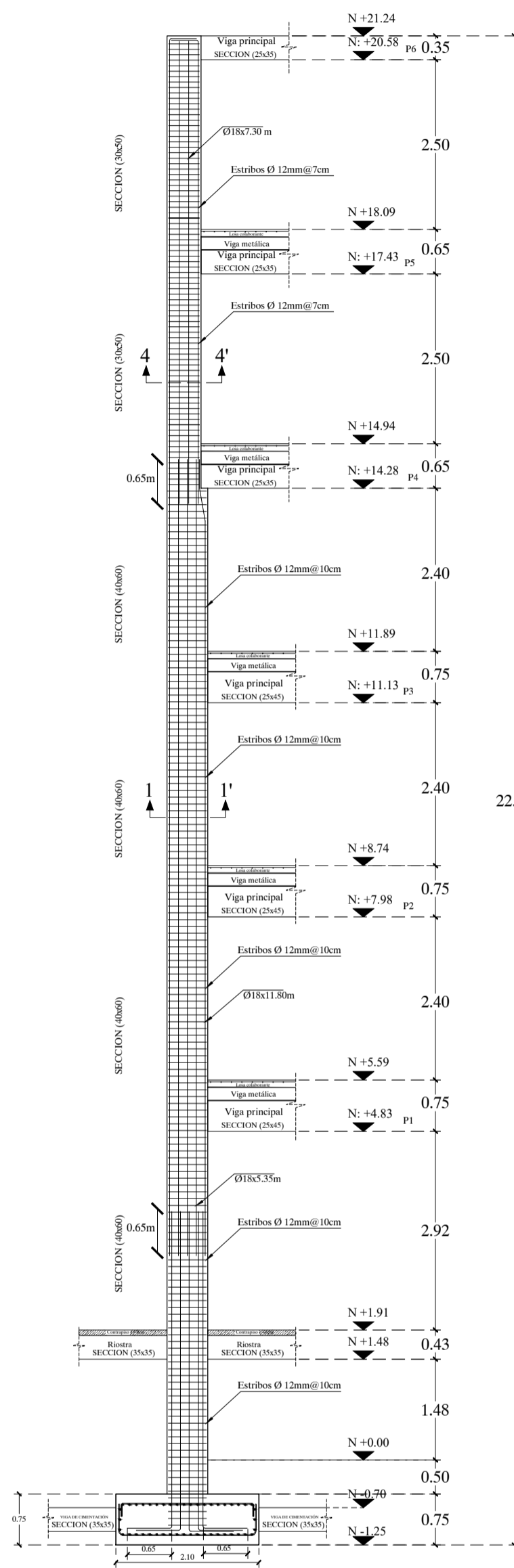
(Columnas Pisos 1-4 Bloque B)

C1 (40x60cm)



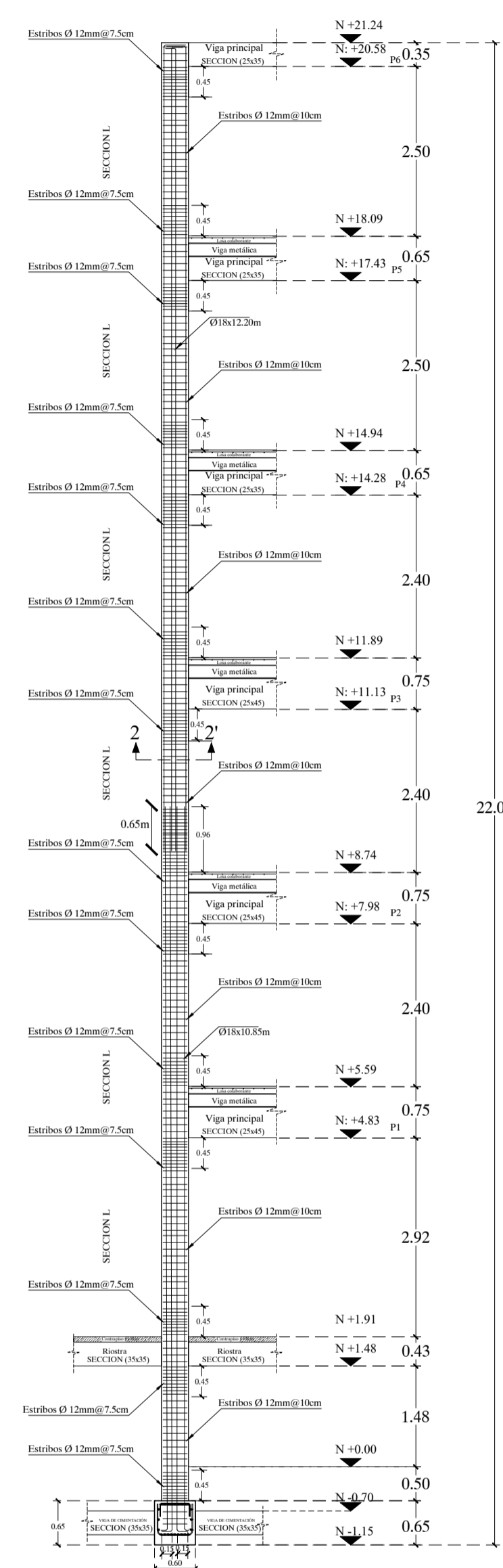
(Columnas Pisos 1-6 Bloque B)

C1 (40x60cm)
C4 (30x50cm)



(Columnas Pisos 1-6 Bloque B)

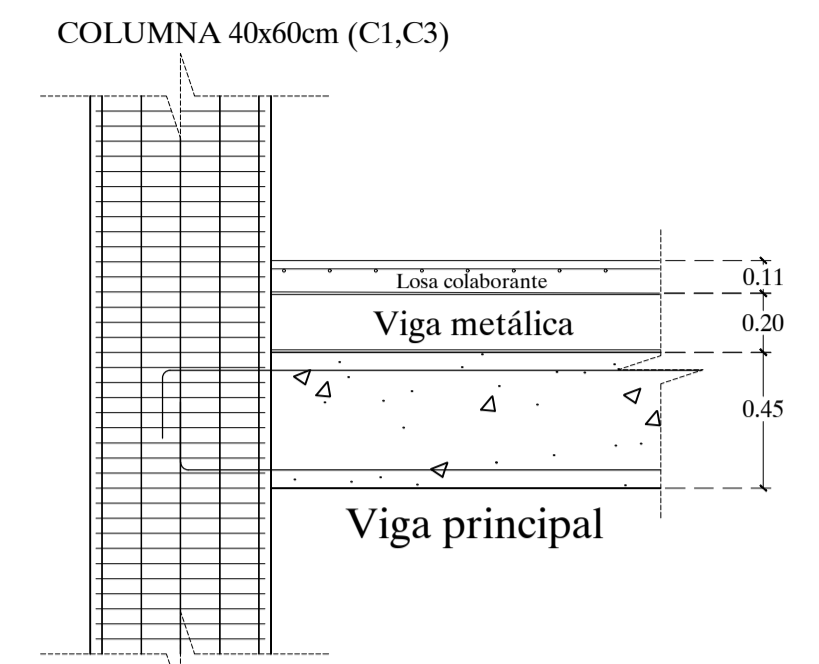
C2 (Tipo L)



DETALLE CONEXIÓN VIGA-COLUMNA

COLUMNA ESQUINERA

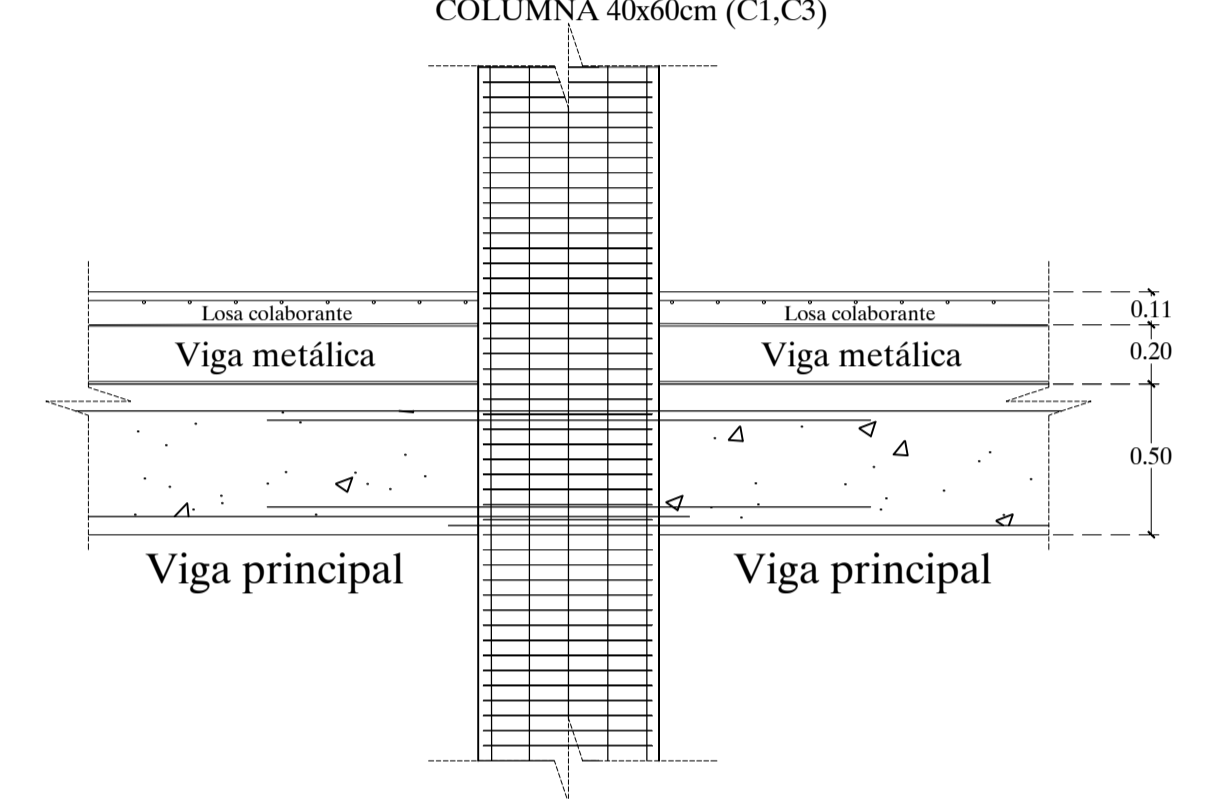
Escala 1:25



COLUMNA INTERMEDIA

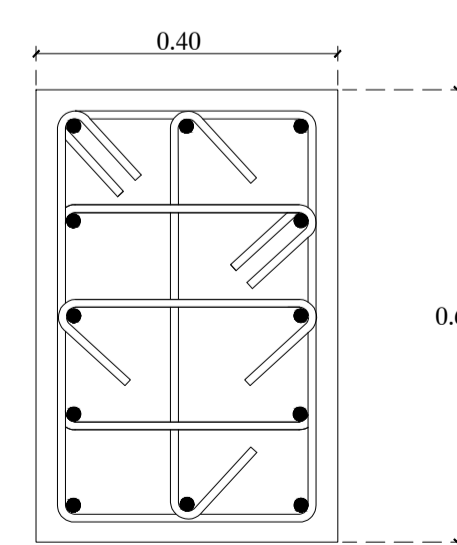
COLUMNA 40x60cm (C1,C3)

Escala 1:25



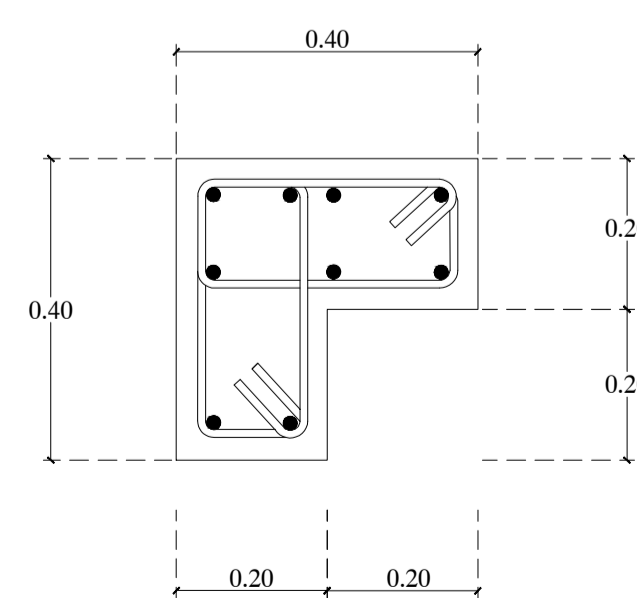
SECCIONES DE COLUMNAS

SECCIÓN 1-1' (C1)
Dimensiones en m.
Escala 1:10



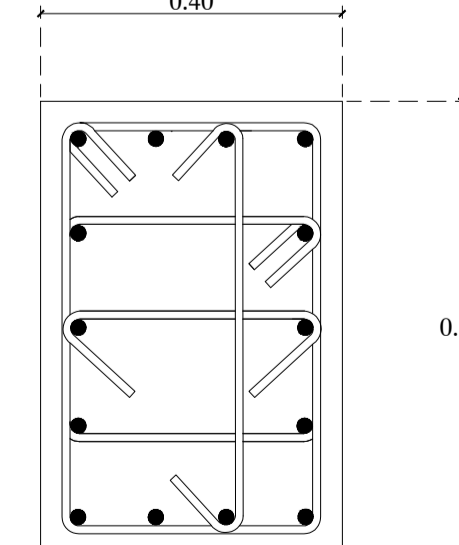
● 12 Ø 18mm
Separación indicada en alzado
2 estribos, 2 vinchas
Ø 12 mm

SECCIÓN 2-2' (C2)
Dimensiones en m.
Escala 1:10



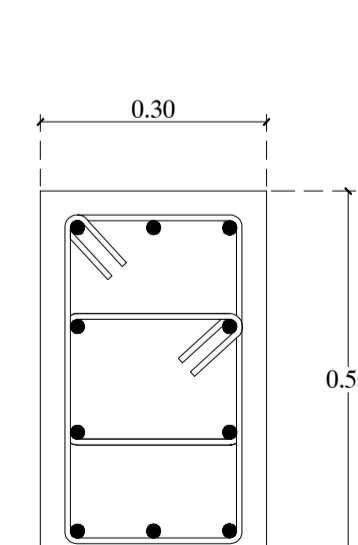
● 9 Ø 18mm
Separación indicada en alzado
2 estribos Ø 12 mm

SECCIÓN 3-3' (C3)
Dimensiones en m.
Escala 1:10



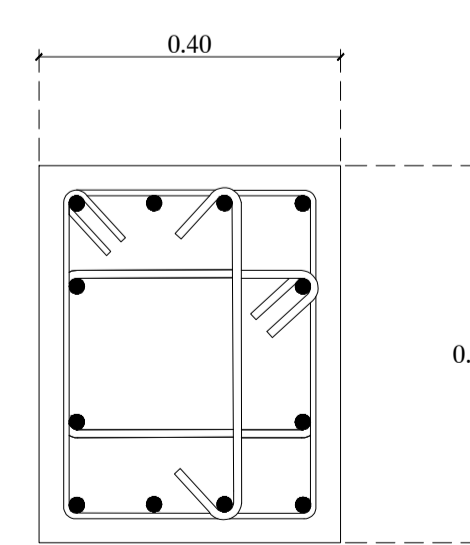
● 14 Ø 20mm
Separación indicada en alzado
3 estribos, 1 vinchas
Ø 12 mm

SECCIÓN 4-4' (C4)
Dimensiones en m.
Escala 1:10



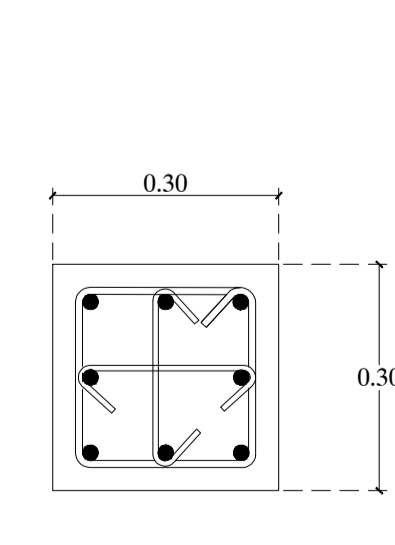
● 10 Ø 18mm
Separación indicada en alzado
2 estribos Ø 12 mm

SECCIÓN 5-5' (C5)
Dimensiones en m.
Escala 1:10



● 12 Ø 20mm
Separación indicada en alzado
3 estribos Ø 12 mm

SECCIÓN 6-6' (C6)
Dimensiones en m.
Escala 1:10



● 8 Ø 20mm
Separación indicada en alzado
1 estribo, 2 vinchas
Ø 12 mm

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$
Hormigón premezclado $f'_c=350 \text{ Kg/cm}^2$
Recubrimiento mínimo 2 cm para losa colaborante y escalera
Losa colaborante $e=0.76 \text{ mm}$ (ASTM A-653)
Perfil estructural IPE 200 (ASTM A-36)
Refuerzo principal: Varillas de 18 y 20 mm
Estribos de 12 mm

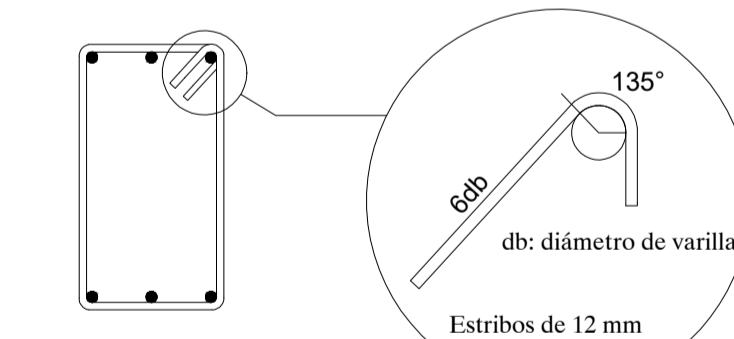
RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:

Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.

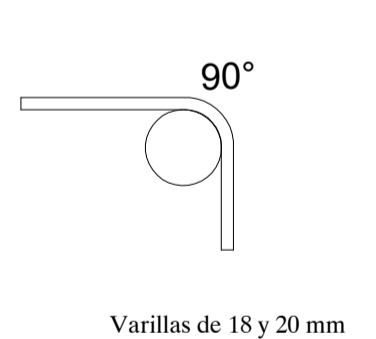
VIGAS, COLUMNAS:
Refuerzo principal: 40 mm
Estribos, espirales: 40 mm

GANCHOS Y DOBLECES

EN ESTRIBOS



GANCHOS A 90°



espol Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

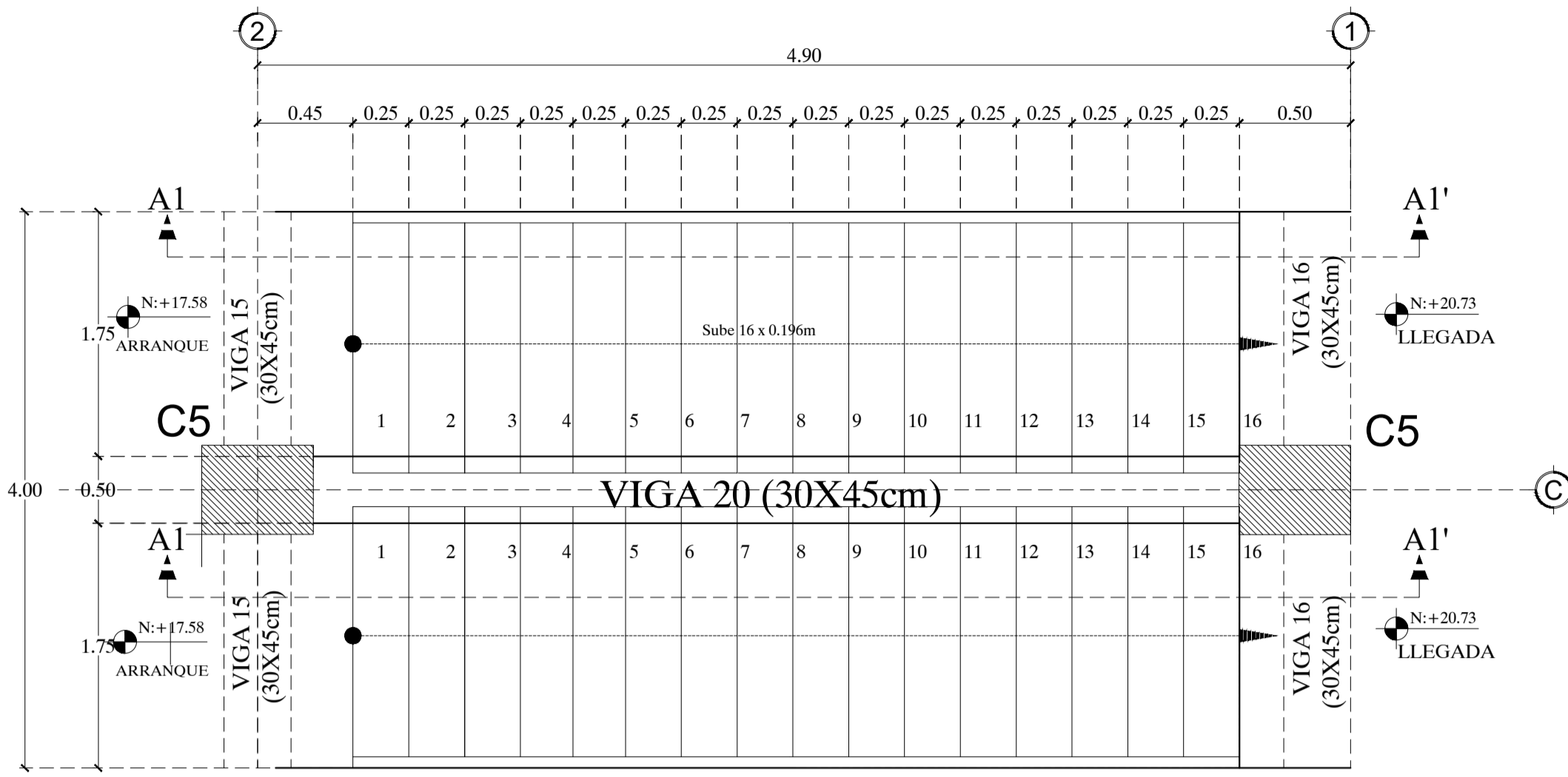
PROYECTO:
Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

CONTENIDO:
SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE COLUMNAS DE LOS BLOQUES A Y B

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velastegui M. PhD. Eduardo Santos B.	Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.		Lámina: E14/17	Escala: Indicadas

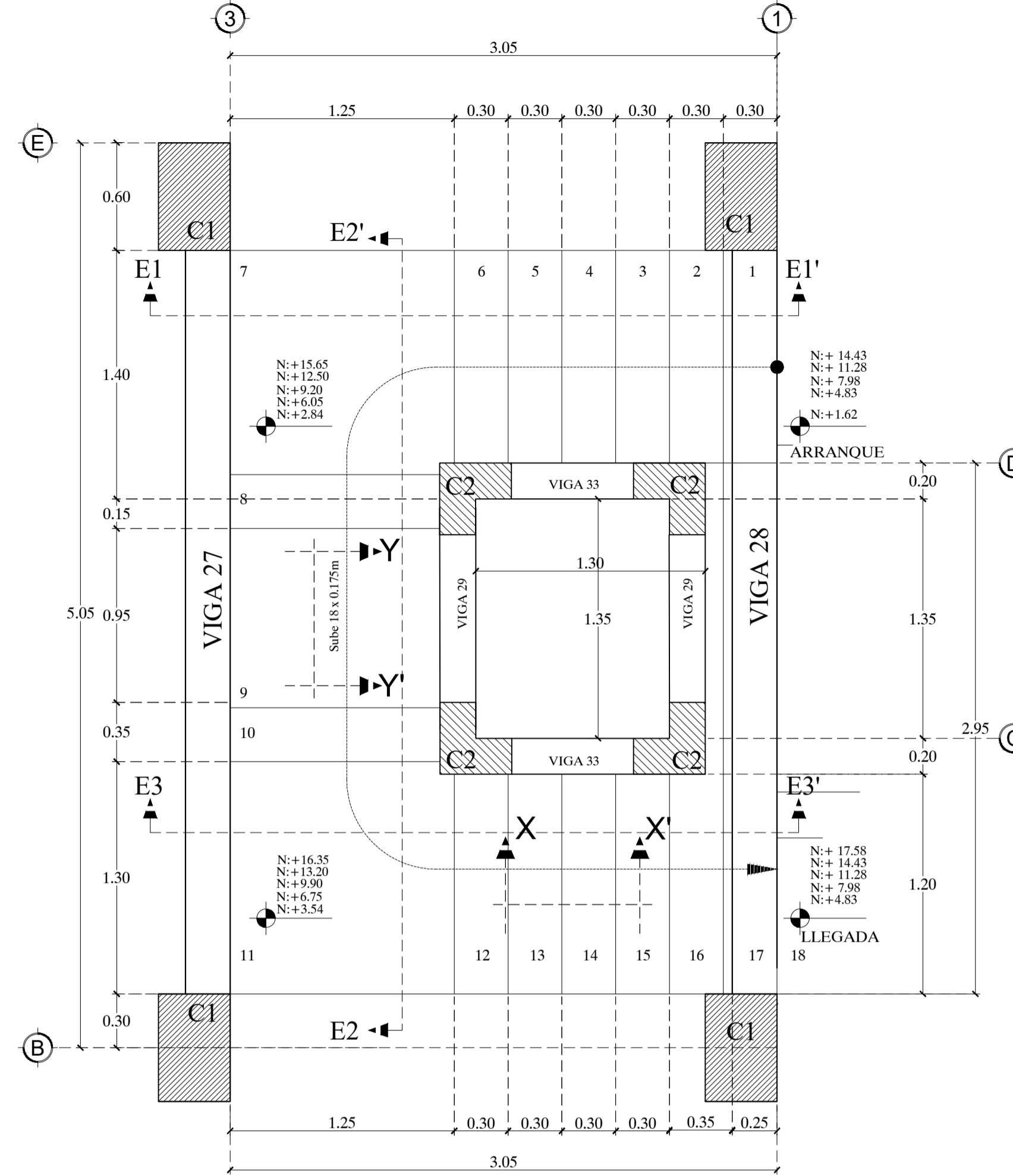
ESCALERA DE ACCESO A TERRAZA

Dimensiones en m. Escala 1:25



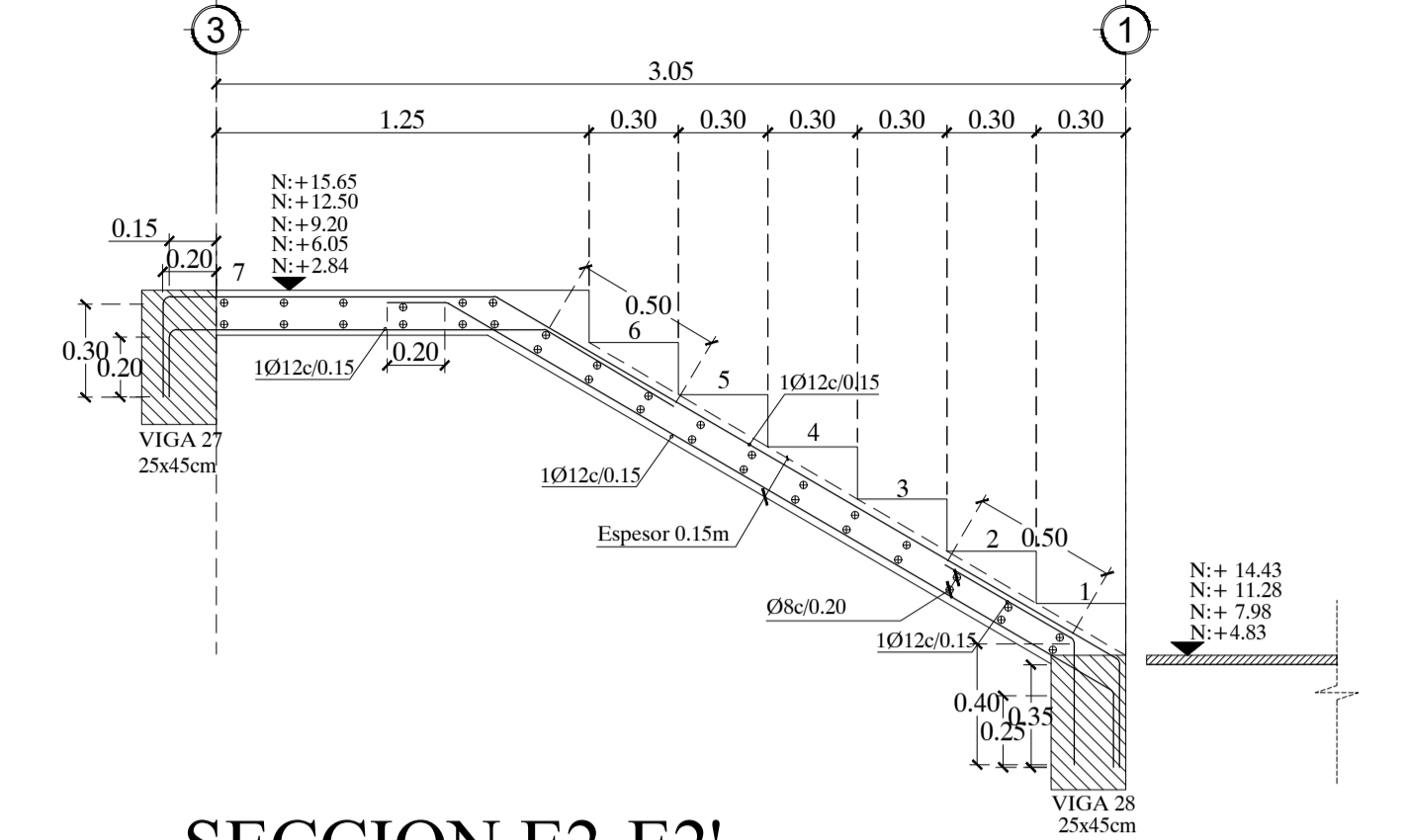
ESCALERA

Dimensiones en m. Escala 1:25



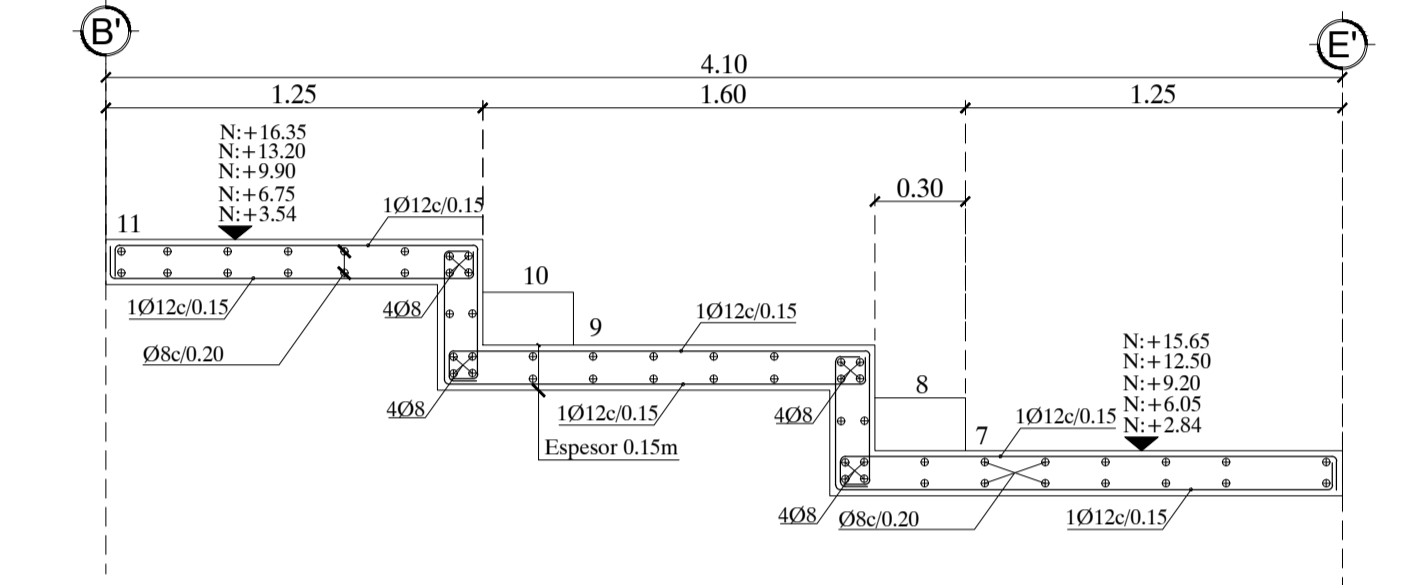
SECCION E1-E1'

Dimensiones en m. Escala 1:25



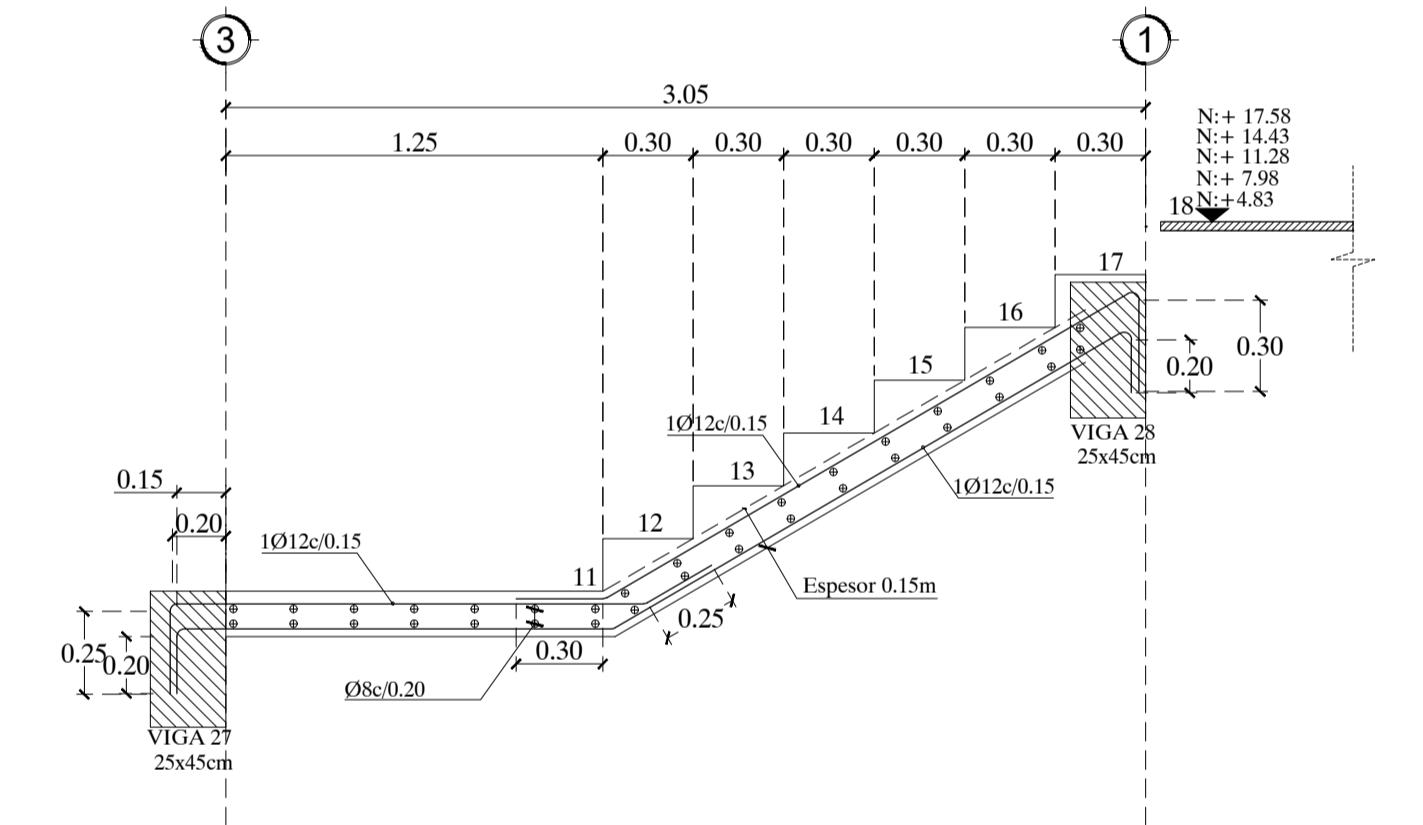
SECCION E2-E2'

Dimensiones en m. Escala 1:25



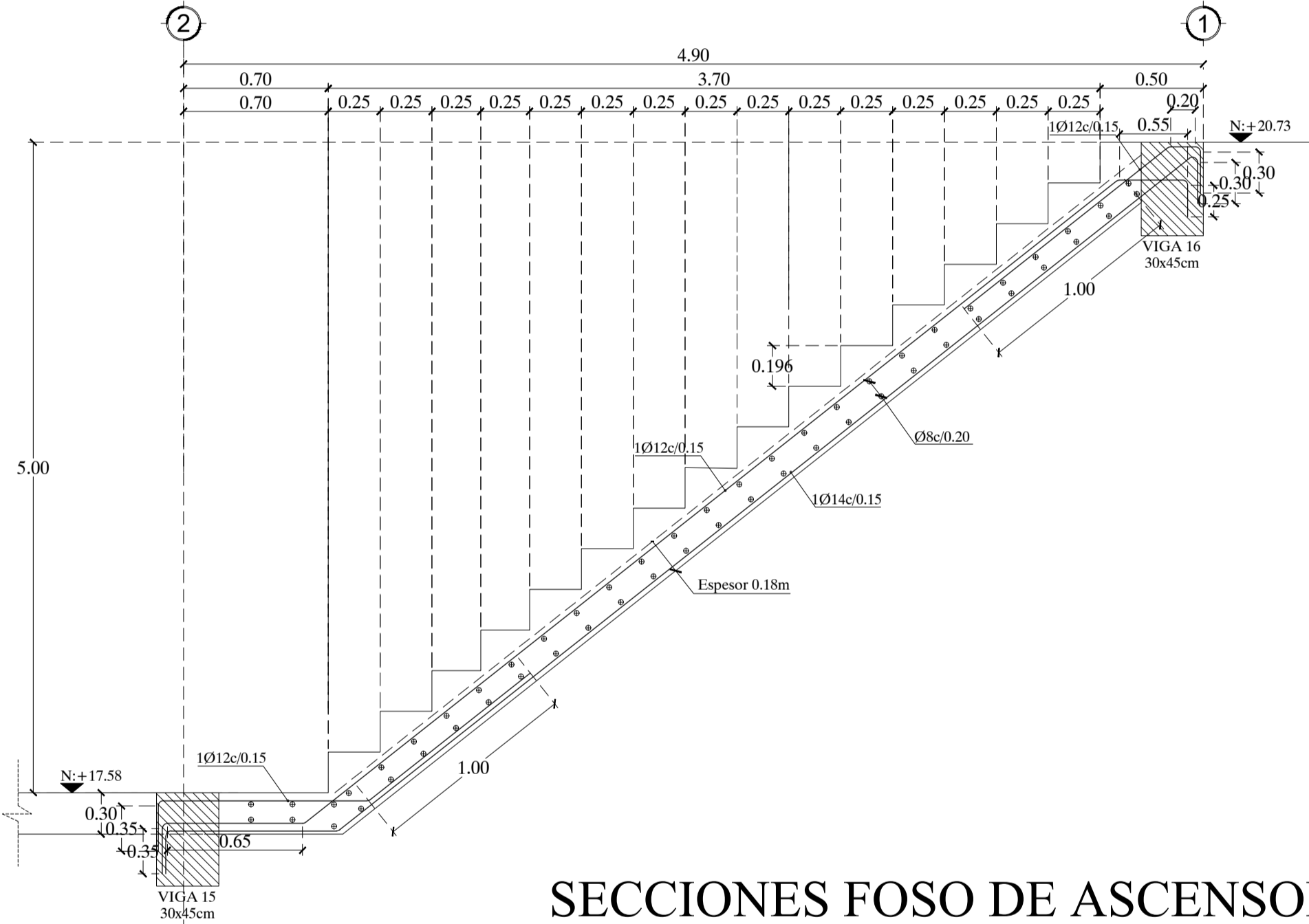
SECCION E3-E3'

Dimensiones en m. Escala 1:25



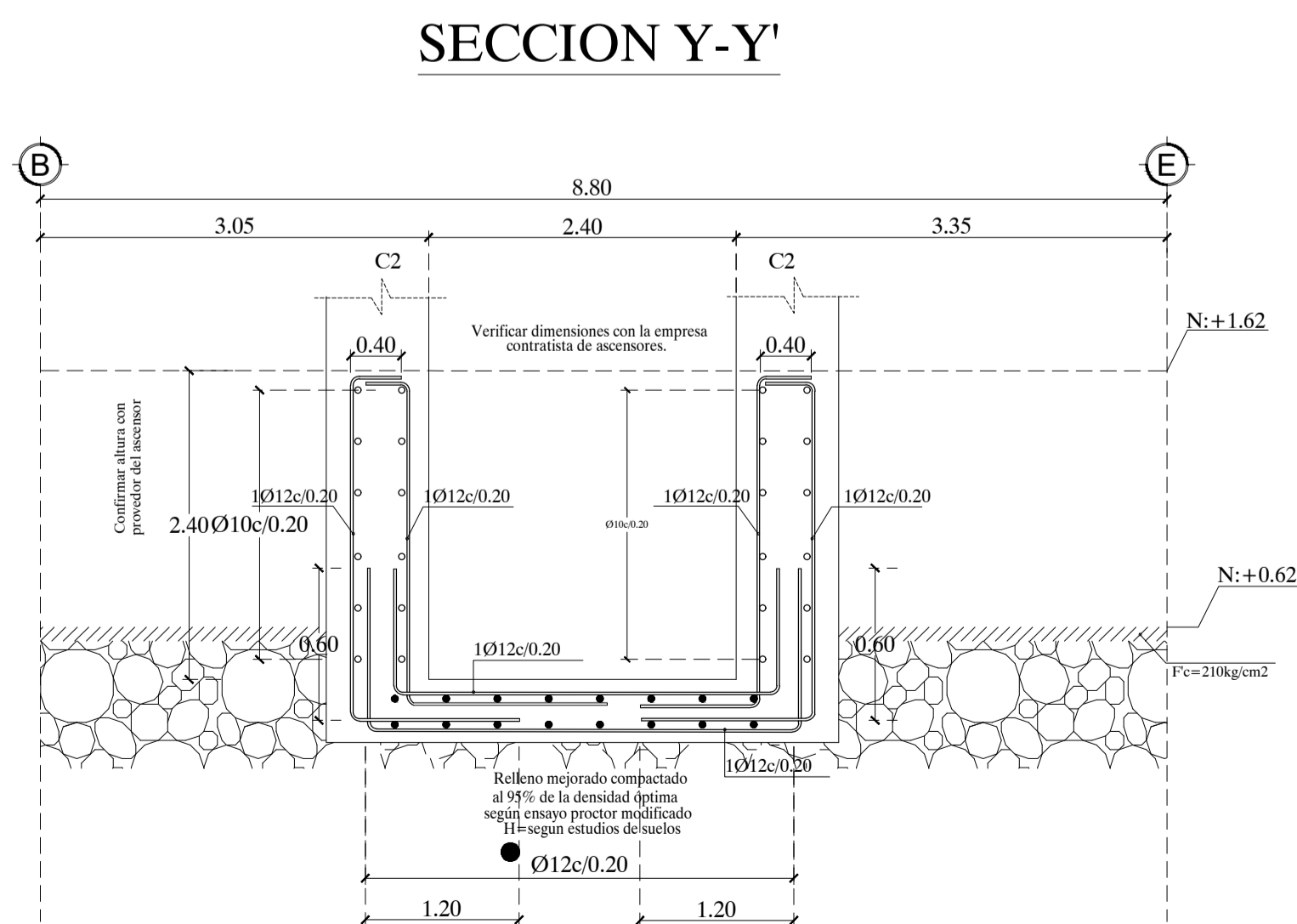
SECCION A1-A1'

Dimensiones en m. Escala 1:25

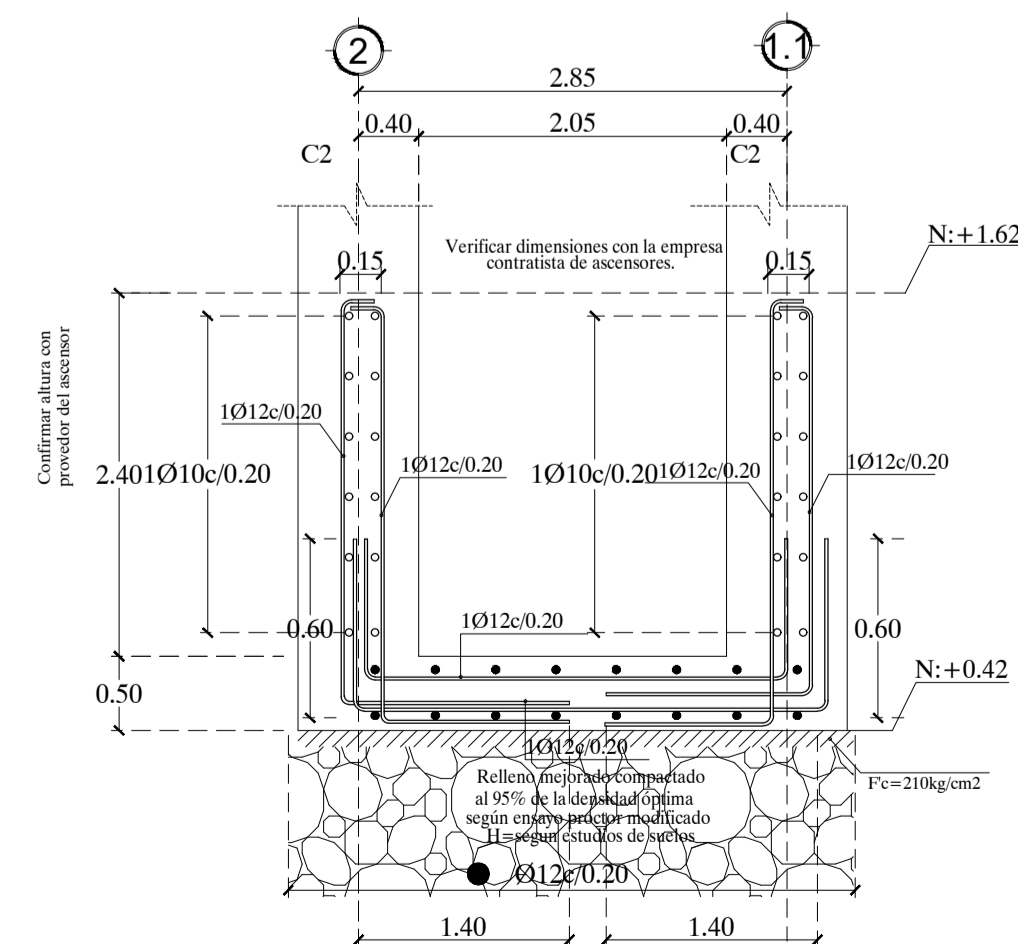


SECCIONES FOSO DE ASCENSOR

Dimensiones en m. Escala 1:25

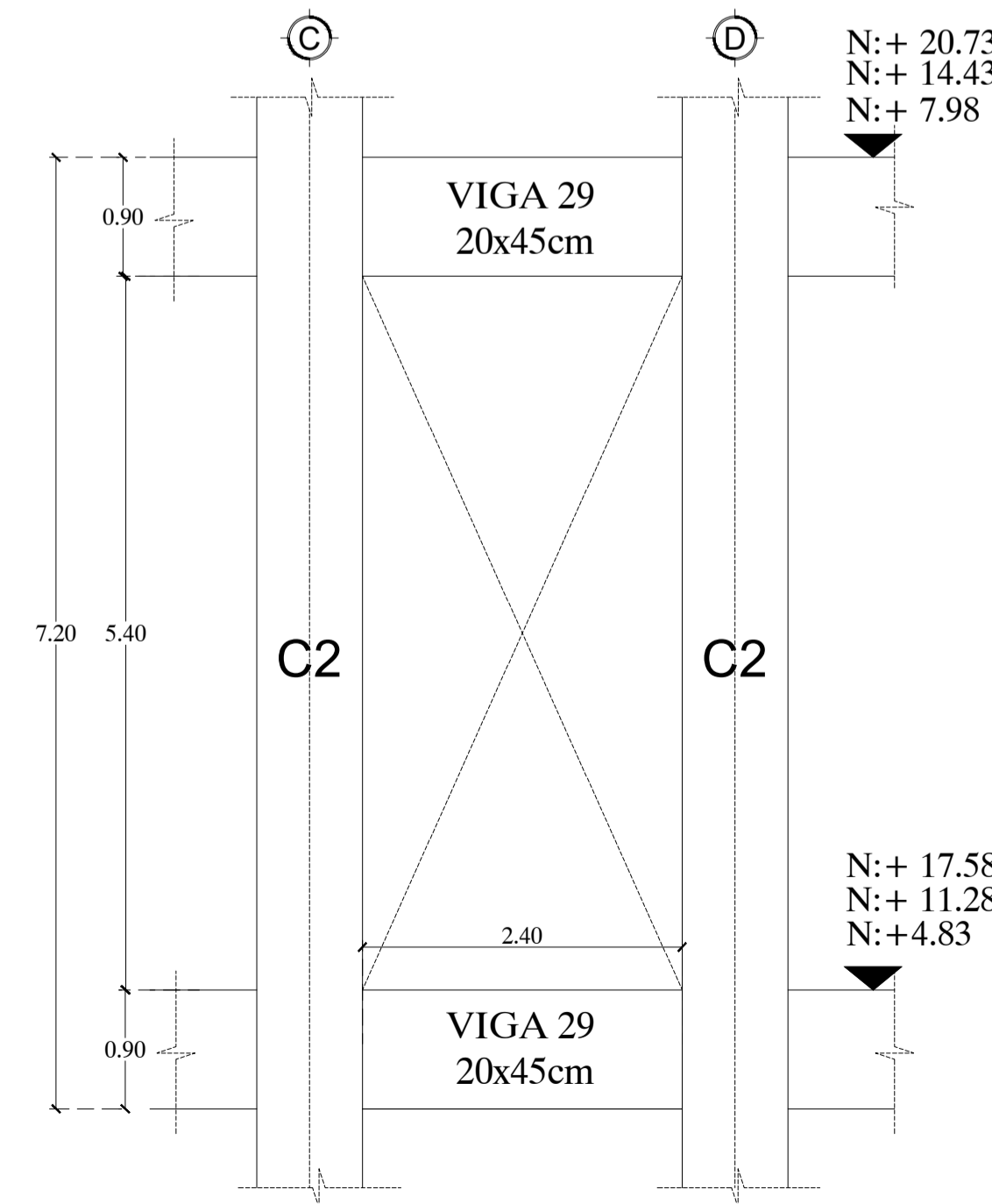


SECCION X-X'



ASCENSOR

Dimensiones en m. Escala 1:25



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$
 Hormigón premezclado $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$
 Recubrimiento mínimo 2 cm para losa colaborante y escalera

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:

Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.

VIGAS, COLUMNAS:
 Refuerzo principal: 40 mm
 Estribos, espirales: 40 mm



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

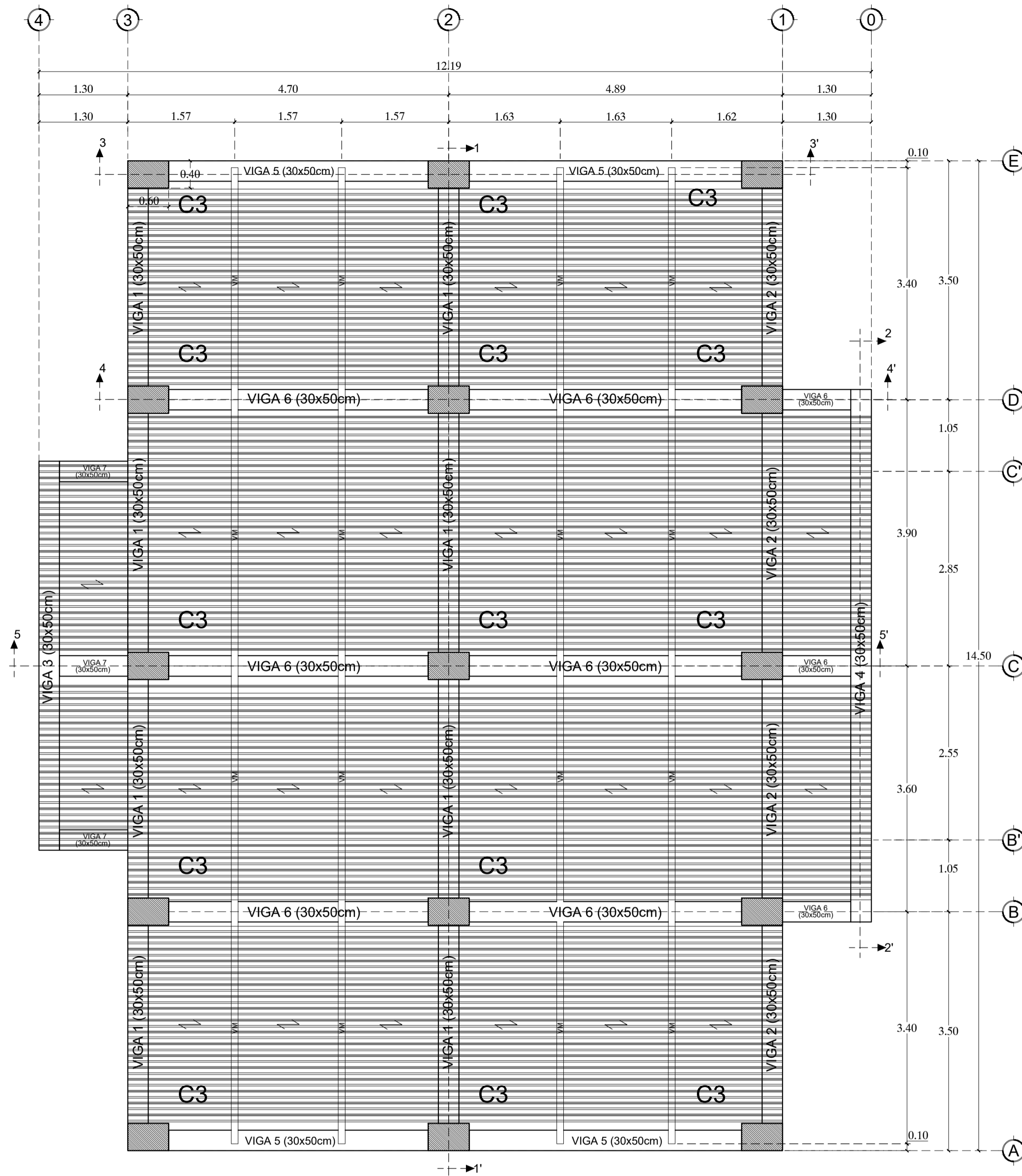
PROYECTO:
Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

CONTENIDO:
SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE LA ESCALERA Y ASCENSOR

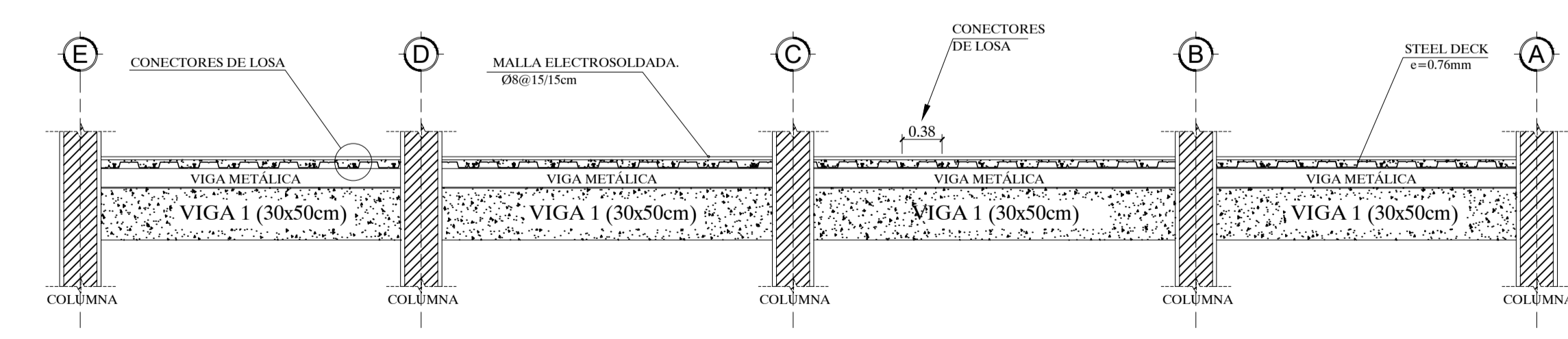
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velasteguí M. PhD. Eduardo Santos B.	Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.		Lámina: E15/17	Escala: Indicadas

IMPLANTACIÓN DE LOSA DEL BLOQUE A

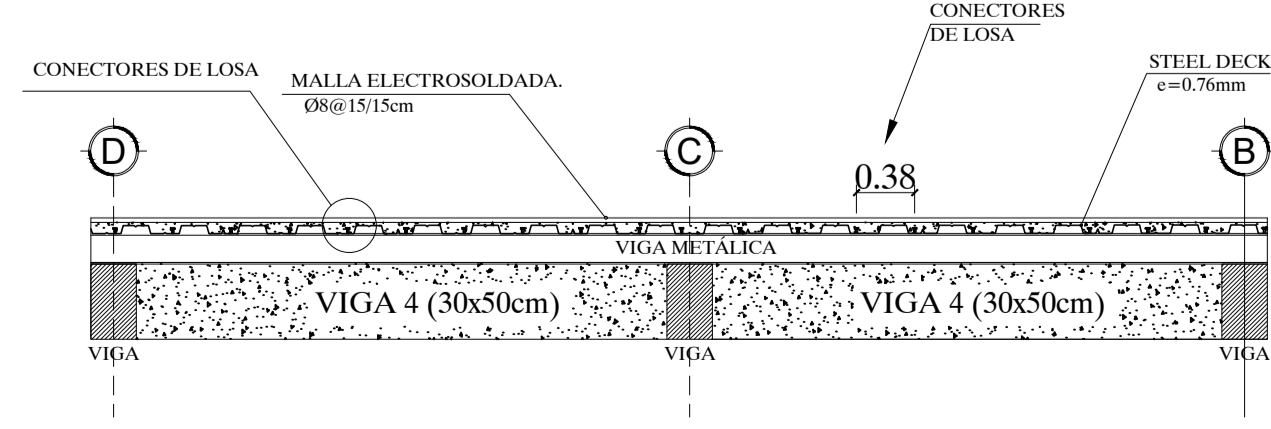
ESCALA: 1:50



Corte 1-1'
ESCALA: 1:50

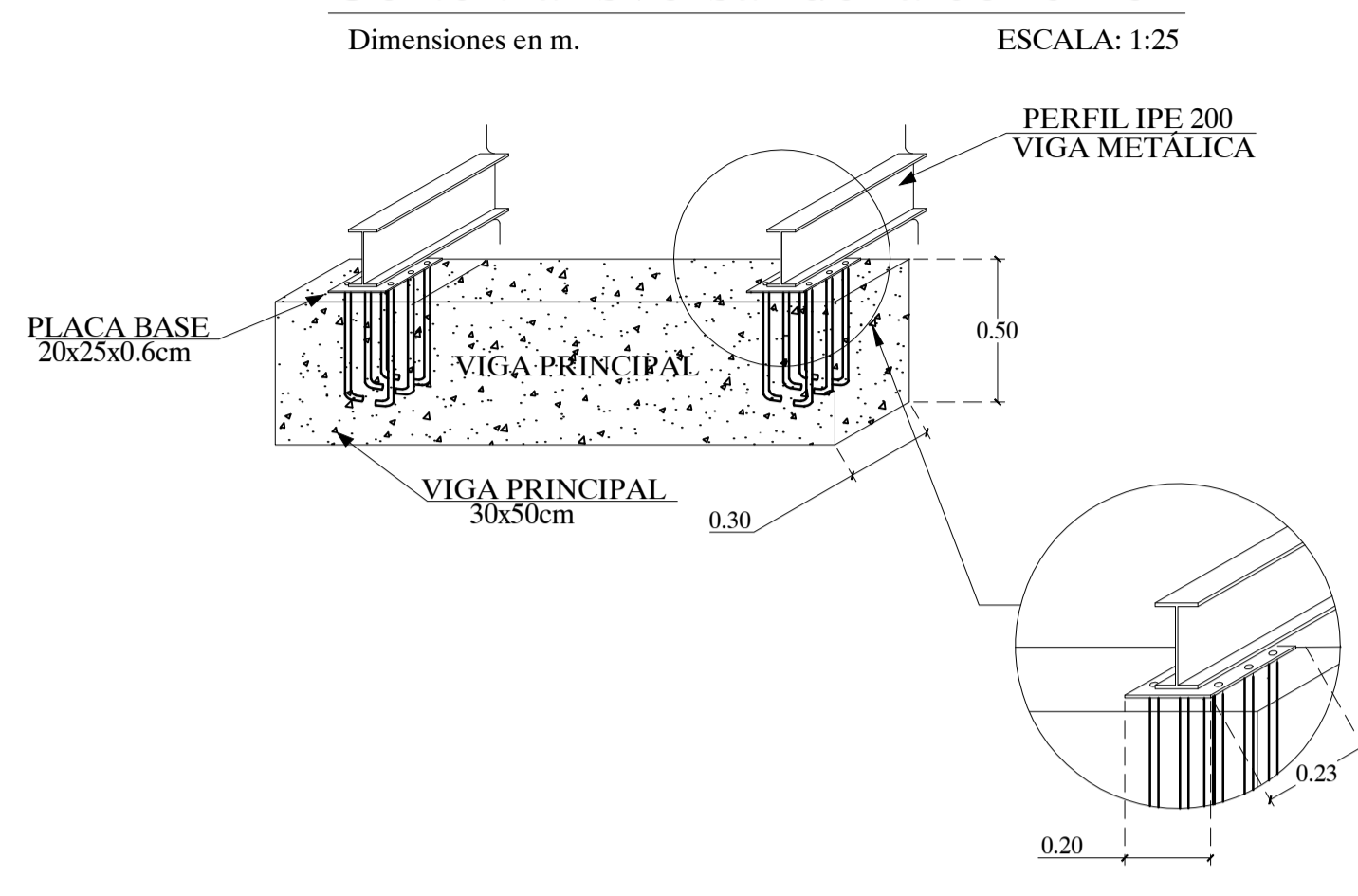


Corte 2-2'
ESCALA: 1:50



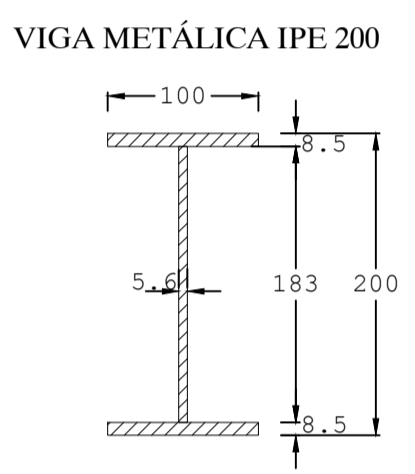
CONEXIÓN VIGA PRINCIPAL-VIGA METÁLICA

Corte transversal de la conexión
Dimensiones en m. ESCALA: 1:25



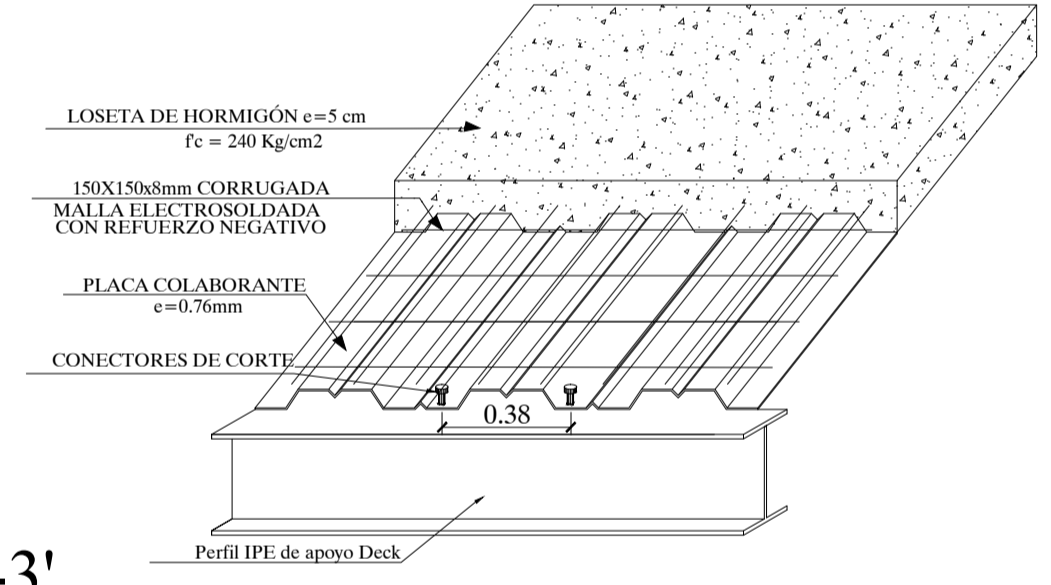
SECCIÓN DE VIGA (VM)

Dimensiones en m. ESCALA: 1:5

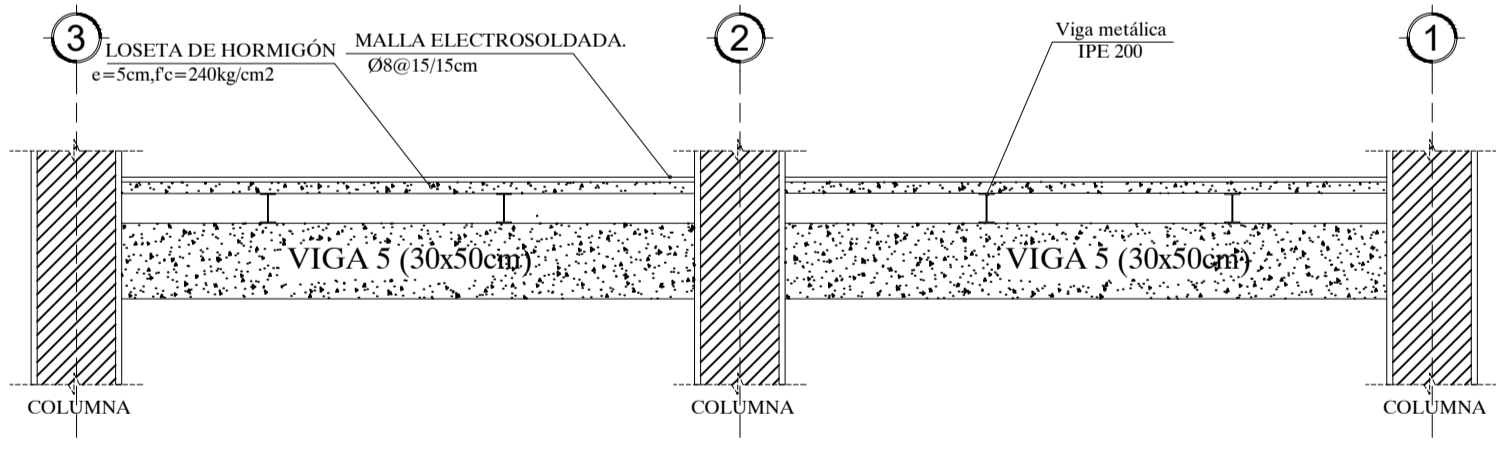


CONEXIÓN TRANSVERSAL DE LOSA COLABORANTE

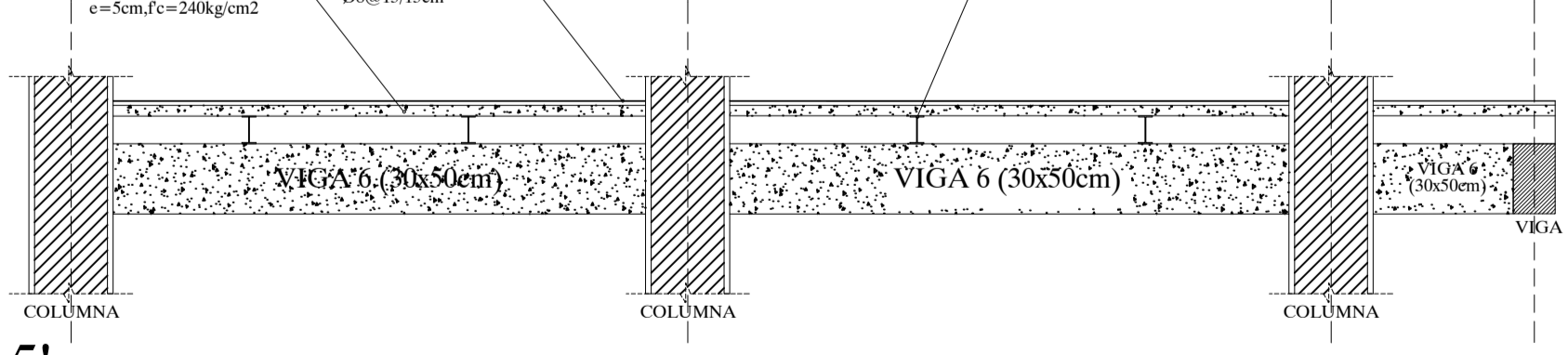
Dimensiones en m. ESCALA: 1:15



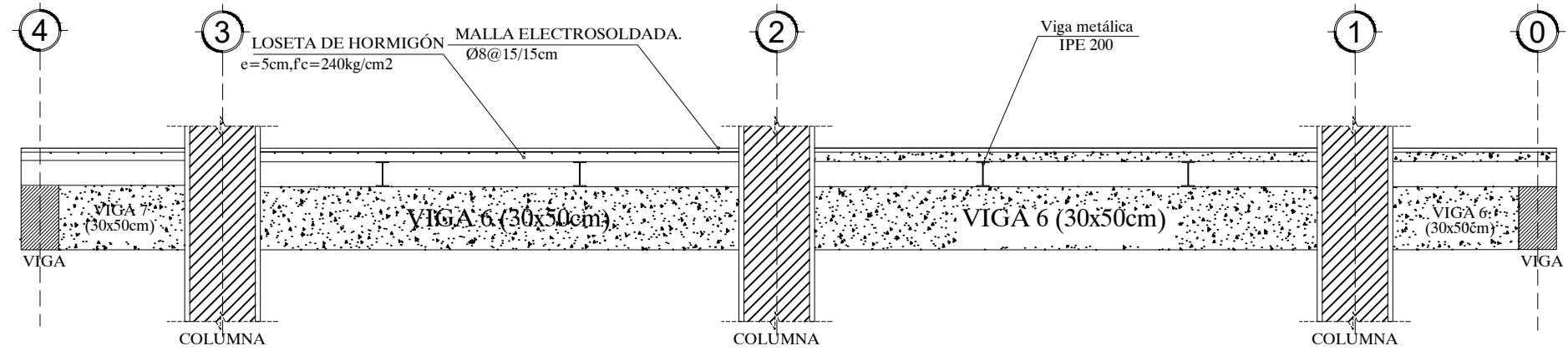
Corte 3-3'
ESCALA: 1:50



Corte 4-4'
ESCALA: 1:50

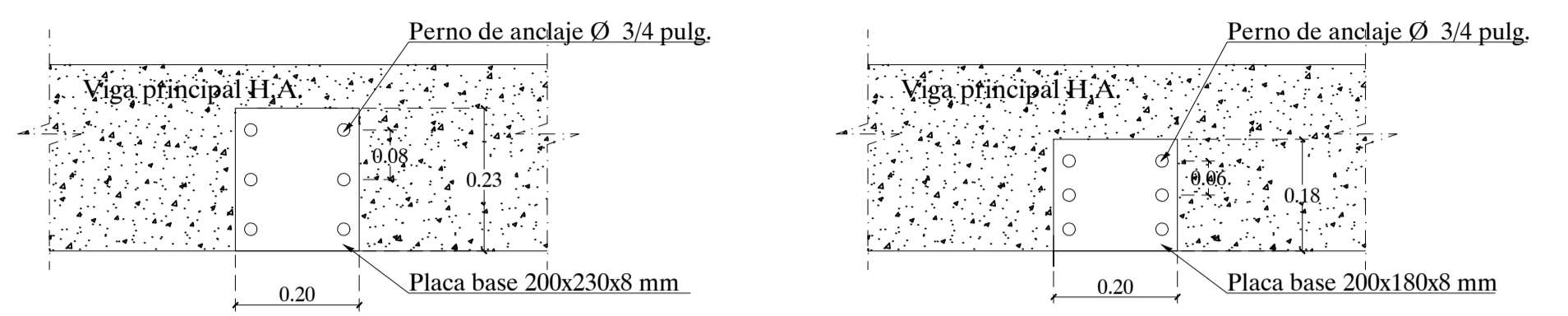


Corte 5-5'
ESCALA: 1:50



Vista en planta de la placa base

Dimensiones en m. ESCALA: 1:10

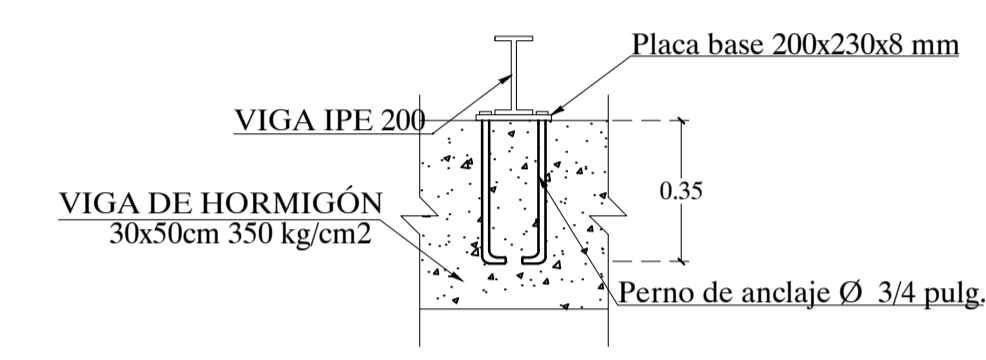


Placa base Pisos 1-6

Placa base Piso 7

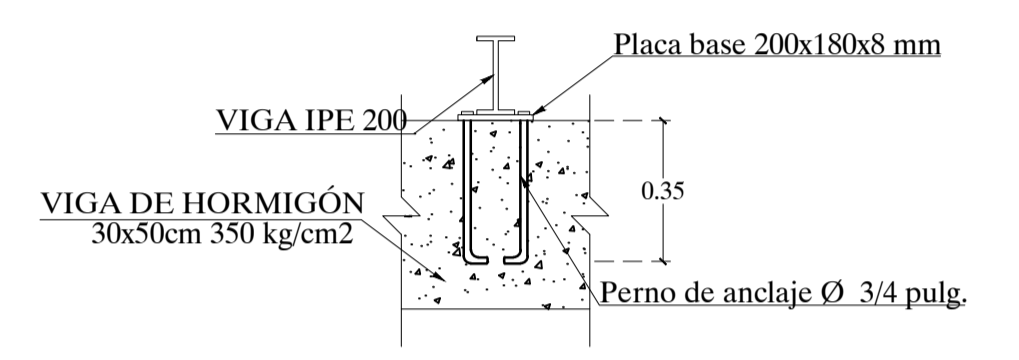
Vista lateral de la placa base

Dimensiones en m. ESCALA: 1:20



Vista lateral de la placa base

Dimensiones en m. ESCALA: 1:20



NOMENCLATURA:

- 1. - ← DIRECCIÓN DE LOSA COLABORANTE
- 2. - ■ COLUMNAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$
 Hormigón premezclado $f_c=240 \text{ Kg/cm}^2$ para las losetas de hormigón
 Recubrimiento mínimo 2 cm para losa colaborante y escalera
 Losa colaborante $e=0.76 \text{ mm}$ (ASTM A-653)
 Perfil estructural IPE 200 (ASTM A-36)

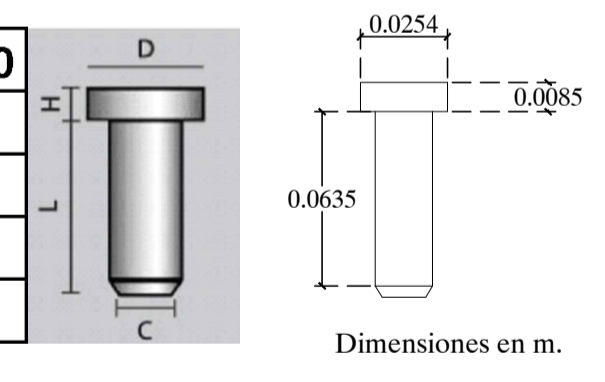
RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:

Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.

VIGAS, COLUMNAS:
 Refuerzo principal: 40 mm
 Estribos, espirales: 40 mm

CONECTOR DE CORTE

TIPO DE CONECTOR	NS-500/250
Diámetro del vástago [C]	1/2"
Longitud del vástago [L]	2 1/2"
Diámetro de la cabeza [D]	1"
Altura de la cabeza [H]	8,5 mm



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

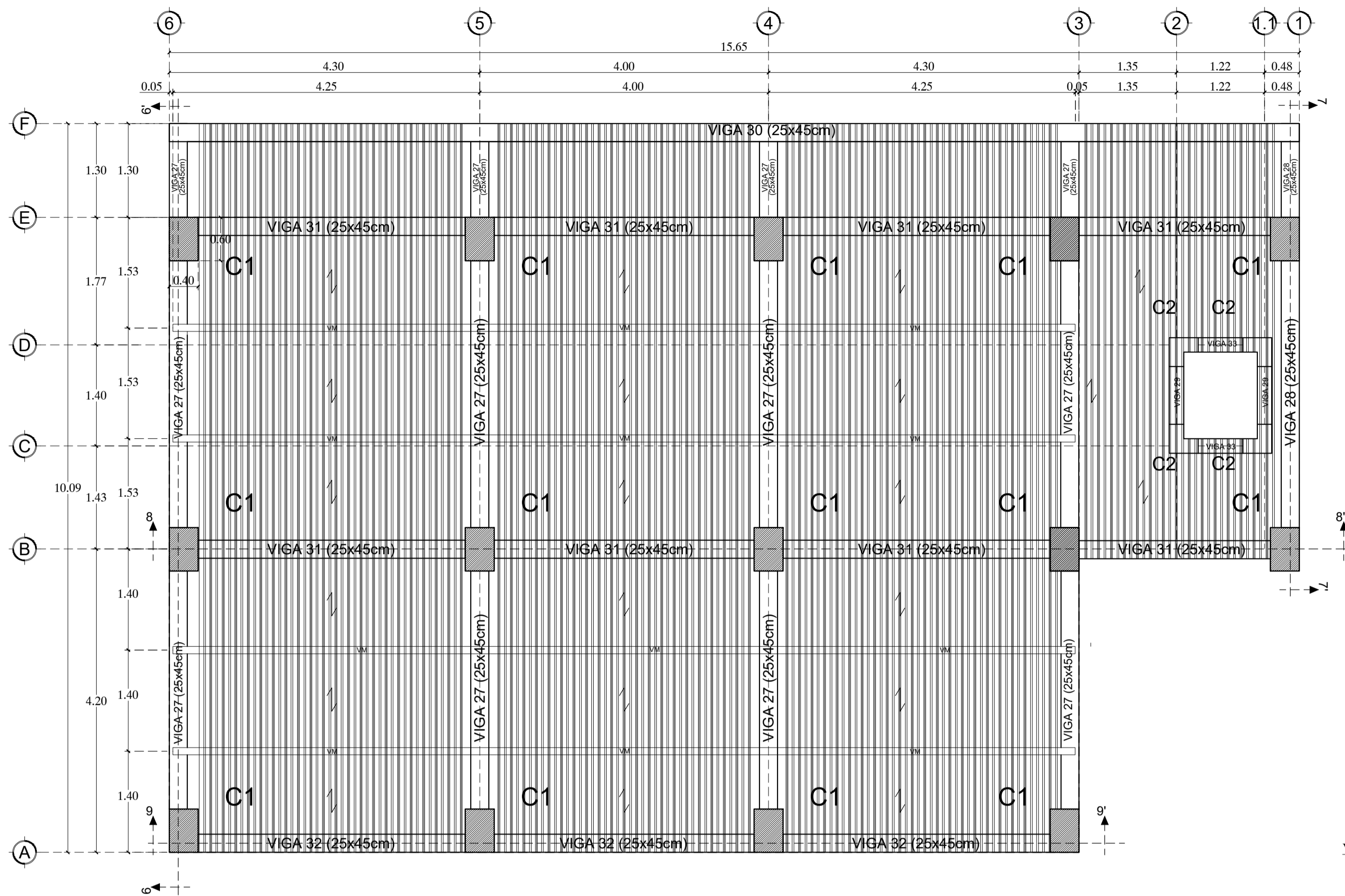
PROYECTO:
Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

CONTENIDO:
SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DE LA LOSA DEL BLOQUE A

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velastegui M. PhD. Eduardo Santos B.	Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.		Lámina: E16/17	Escala: Indicadas

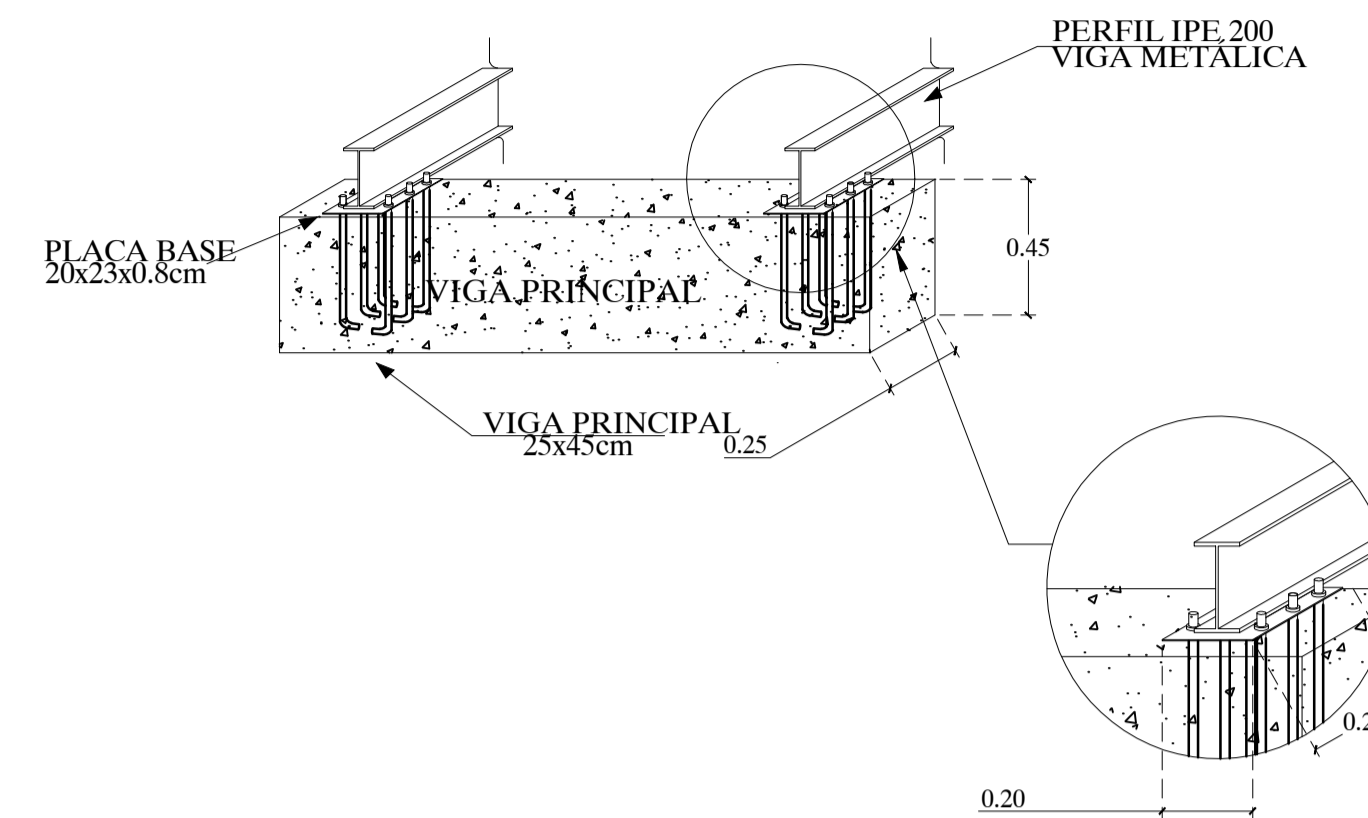
IMPLANTACIÓN DE LOSA DEL BLOQUE B

ESCALA: 1:50



CONEXIÓN VIGA PRINCIPAL-VIGA METÁLICA Corte transversal de la conexión

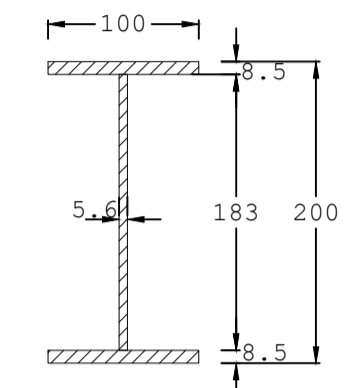
Dimensiones en m. ESCALA: 1:25



SECCIÓN DE VIGA (VM)

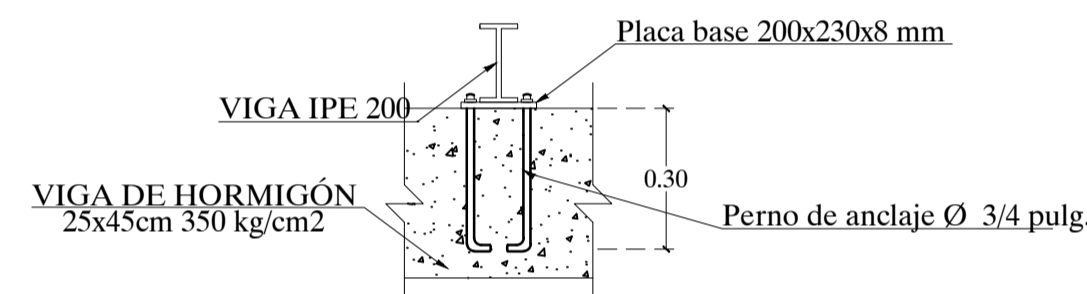
Dimensiones en m. ESCALA: 1:5

VIGA METÁLICA IPE 200



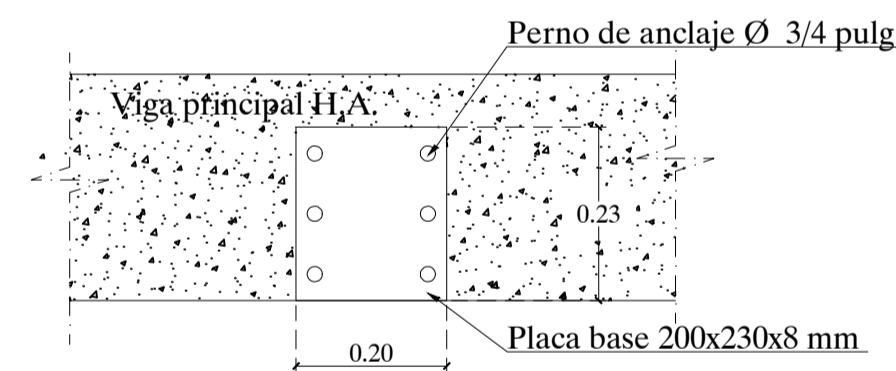
Vista lateral de la placa base

Dimensiones en m. ESCALA: 1:20



Vista en planta de la placa base

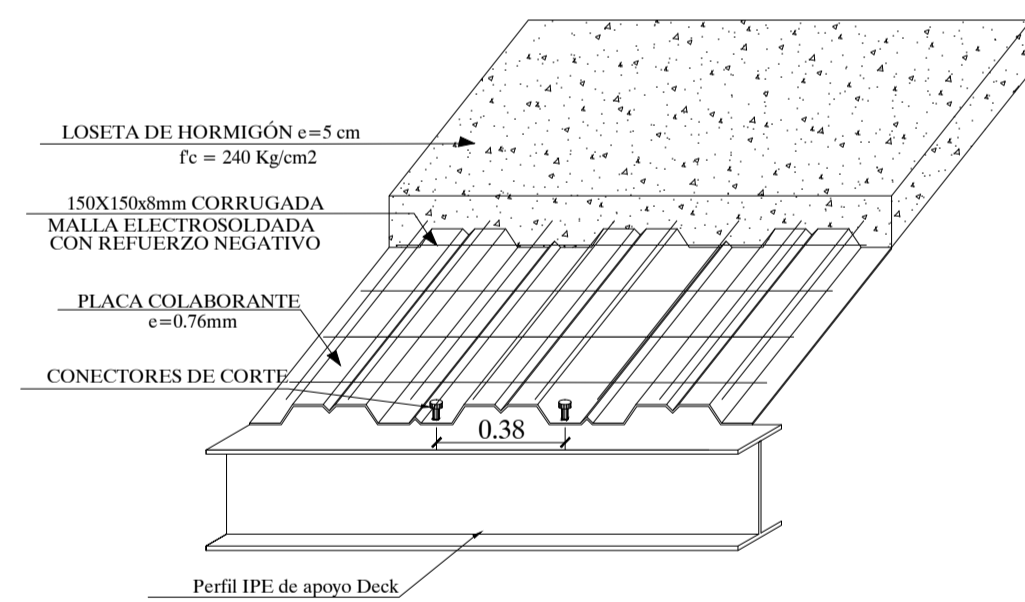
Dimensiones en m. ESCALA: 1:10



CONEXIÓN TRANSVERSAL DE LOSA COLABORANTE

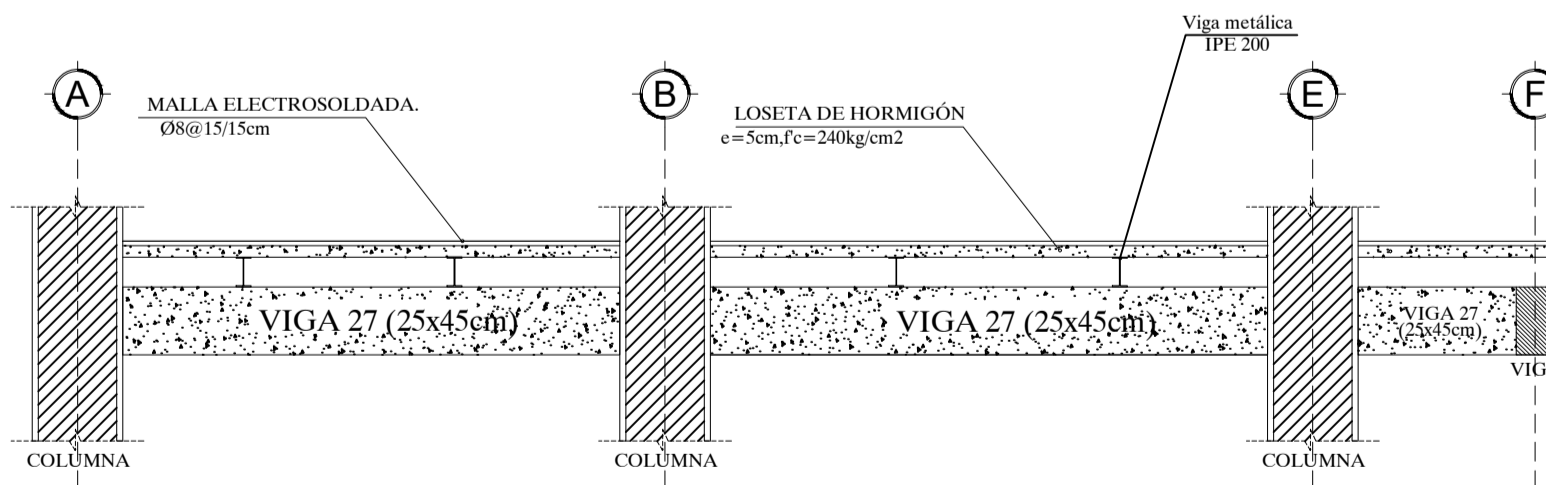
Dimensiones en m.

ESCALA: 1:15



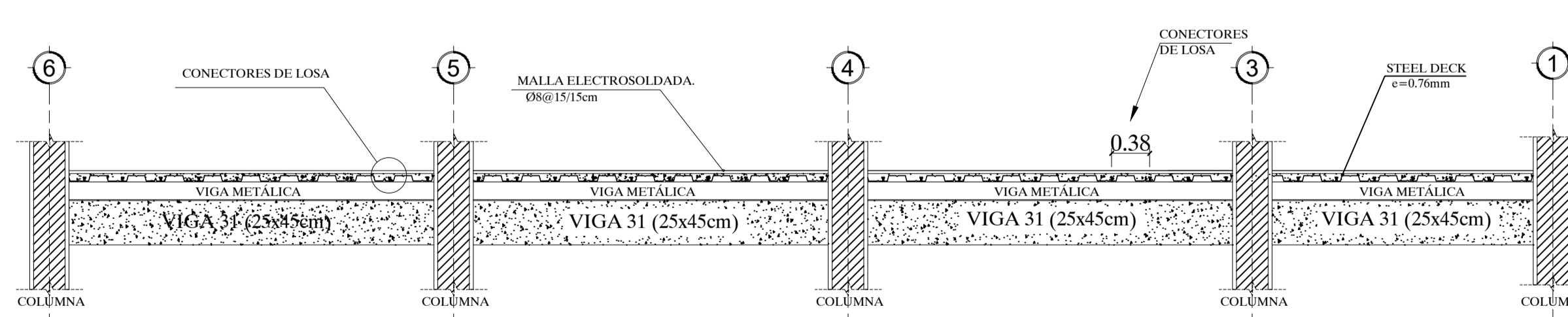
Corte 6-6'

ESCALA: 1:50



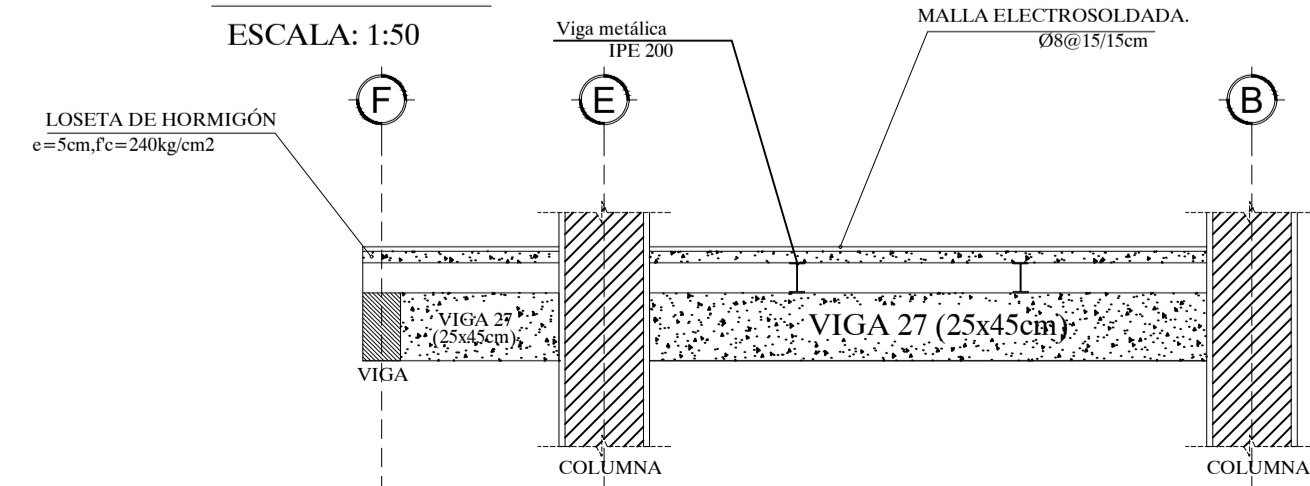
Corte 8-8'

ESCALA: 1:50



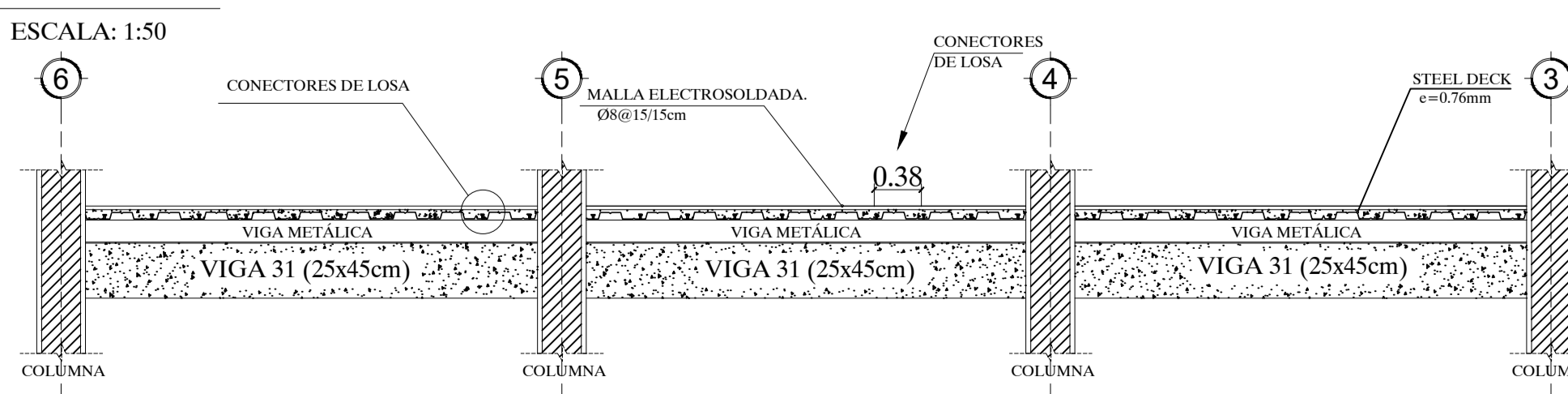
Corte 7-7'

ESCALA: 1:50



Corte 9-9'

ESCALA: 1:50



NOMENCLATURA:

1. - ← DIRECCIÓN DE LOSA COLABORANTE
2. - ■ COLUMNAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm²
 Hormigón premezclado $f_c=240$ Kg/cm² para las losetas de hormigón
 Recubrimiento mínimo 2 cm para losa colaborante y escalera
 Losa colaborante $e=0.76$ mm (ASTM A-653)
 Perfil estructural IPE 200 (ASTM A-36)

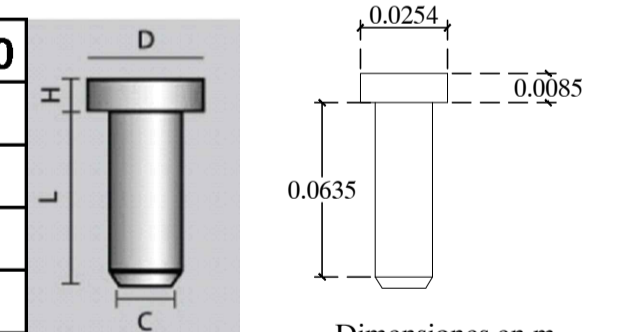
RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS SEGÚN EL ACI:

Hormigón no expuesto al suelo o intemperie ni en contacto con el suelo.

VIGAS, COLUMNAS:
 Refuerzo principal: 40 mm
 Estribos, espirales: 40 mm

CONECTOR DE CORTE

TIPO DE CONECTOR	NS-500/250
Diámetro del vástago [C]	1/2"
Longitud del vástago [L]	2 1/2"
Diámetro de la cabeza [D]	1"
Altura de la cabeza [H]	8,5 mm



espol Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño estructural de un condominio de uso residencial, cimentado sobre suelo potencialmente Licuable, localizado en Punta Carnero, Salinas-Ecuador

CONTENIDO:
SISTEMA Y DETALLE ESTRUCTURAL DELA LOSA DEL BLOQUE B

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez A.	Tutores de Conocimientos Específicos: Dis. Int. Carola Zavala M. PhD. Andrés Velasteguí M. PhD. Eduardo Santos B.	Estudiantes: Silvia Andrade L. Rosalía Carranza G.	Fecha de Entrega: 10 de Febrero, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. David Valverde B.		Lámina: E17/17	Escala: Indicadas