

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE SAN
FRANCISCO, TRAMO MANTACRA- JOSÉ CARLOS
MARIÁTEGUI, DISTRITO DE ACORIA HUANCABELICA.**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JOSÉ LUIS ZAVALA MANGA

Lima- Perú

2014

Gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado. Con todo mi cariño este informe se los dedico a ustedes:

Papá Pompeyo, Mamá Augusta, Hermanos Julissa, Carlos, Michel, Esposa Rosa, mis hijos Fabrizio y Nariet.

ÍNDICE

RESUMEN	6
LISTA DE CUADROS	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I: GENERALIDADES Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	13
1.1 ANTECEDENTES.....	13
1.2 UBICACIÓN.....	13
1.3 VÍAS DE ACCESO.....	14
1.4 CLIMA	14
1.5 PROBLEMÁTICA ENCONTRADA.....	16
1.6 SOLUCIÓN PROPUESTA	17
1.7 OBJETIVOS DEL PROYECTO	18
1.7.1 Objetivo central.....	18
1.7.2 Objetivos generales.....	18
1.7.3 Objetivos específicos.....	18
1.8 COSTOS Y DURACIÓN DEL PROYECTO.....	19
1.8.1 Costos.....	19
1.8.2 Duración del proyecto.....	20
CAPÍTULO II: REVISIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO	21
2.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	21
2.2 ESTUDIO GEOTÉCNICO	22
2.2.1 Trabajos de campo.....	22
2.2.2 Ensayos de laboratorio.....	25
2.2.3 Análisis de cimentación del puente.....	25

2.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO	27
2.3.1 Análisis de la información hidrometeorológica.....	28
2.3.2 Determinación de niveles de agua.....	31
2.3.3 Socavación.....	32
2.3.4 Determinación de valores de diseño.....	33
2.4 ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO	34
2.5 ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA.....	34
2.5.1 Modelamiento de la estructura	34
2.5.2 Diseño del concreto.....	37
2.6 ESTUDIO DE LAS VÍAS DE ACCESO	38
2.6.1 Características técnicas de las vías.....	38
2.6.2 Señalización.....	39
CAPÍTULO III: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	40
3.1 TRABAJOS PRELIMINARES	40
3.1.1 Topografía y georeferenciación.....	40
3.1.2 Campamento y obras provisionales.....	40
3.1.3 Demolición de puente colgante peatonal existente	41
3.1.4 Construcción de puente peatonal provisional para obra.....	42
3.2 SUBESTRUCTURA.....	43
3.2.1 Excavación para estructuras	43
3.2.2 Concreto para nivelación	44
3.2.3 Encofrado de cimentación y de estribos.....	44
3.2.4 Concreto para cimentación y estribos.....	44
3.2.5 Cajuela.....	45
3.3 SUPERESTRUCTURA.....	46
3.3.1 Estructura metálica.....	46
3.3.2 Lanzamiento de la estructura metálica	49

3.3.3 Tablero.....	55
3.3.4 Barandas metálicas	56
3.4 VÍAS DE ACCESO Y ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS.....	57
3.4.1 Vías de acceso.....	57
3.4.2 Losas de aproximación	58
3.4.3 Postes delineadores	58
3.4.4 Señalización.....	58
3.5 IMPACTO AMBIENTAL.....	59
CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	60
4.1 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	60
4.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	61
4.2.1 Área de influencia directa del proyecto.....	61
4.2.2 Área de influencia indirecta del proyecto.....	61
4.2.3 Participación ciudadana	61
4.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	61
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1 CONCLUSIONES	66
5.2 RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA.....	68
ANEXOS	69

RESUMEN

Desde las estructuraciones rústicas de los puentes prehispánicos, para las que se desarrolló una noción empírica de su funcionamiento y de su procedimiento constructivo; hasta las estructuras de los puentes actuales, para las cuales se realizan metodológicamente las etapas del proyecto; la concepción de las estructuras ha estimulado, además del desarrollo de los equipos y los procedimientos constructivos apropiados, la investigación de los fenómenos y factores de los que depende su correcto funcionamiento geotécnico, estructural e hidráulico (si es el caso), particularmente considerando los recursos disponibles y la relativa frecuencia con la que se efectúan actualmente los puentes en general.

Por otro lado, hoy es común que en los proyectos de puentes carreteros se defina el sitio de construcción después de comparar las ventajas y desventajas de varios sitios alternos (esto a causa de las múltiples implicaciones en el trazo general para este tipo de obras). En algunas ocasiones puede resultar preferible regir las ventajas geométricas del trazo de la carretera sobre las características geotécnicas de un sitio o alternativa en particular, y en otras, viceversa. Las condiciones y lineamientos generales, así como las restricciones impuestas al proyecto, frecuentemente permitirán decidir mejor sobre la alternativa conveniente.

Para evaluar geotécnicamente los sitios de apoyo de los cimientos de un puente, es necesario realizar exploraciones previas (ya sea geológicas, geofísicas y geotécnicas - muestreo representativo y ensayos de laboratorio adecuados), que permitan caracterizar suficientemente el terreno considerando los requerimientos de apoyo de la futura obra. Así, se han identificado sitios que requieren tratamiento previo (dada la presencia de cavernas, fallas, grietas, materiales susceptibles a la socavación, entre otros), lo cual, permite cuantificar el orden de magnitud para la inversión de recursos necesarios, así como diseñar los procedimientos constructivos y los programas de trabajo implicados. A pesar de las muchas experiencias, se ha concluido sobre lo importante de los trabajos de exploración previa (su costo resulta ser un pequeño porcentaje del costo total de la obra); en muchas ocasiones resulta subestimada esta importancia en las

etapas iniciales. Si se sospecha que esto ocurre para un caso particular, puede ser necesario volver a evaluar otras obras y comprobar que, para un proyecto en particular, la inversión que no se efectuó para la exploración suficiente, tarde o temprano se pagó, ya sea completando la exploración, o bien, en términos de tratamientos del terreno adicionales o en demoras resultantes de actividades constructivas originalmente no previstas. Así, resulta más conveniente excederse en la inversión inicial para trabajos de exploración y caracterización geotécnica, que subestimarla de antemano. Mediante la retroalimentación sana de los proyectos con base en las experiencias superadas es como se logra la evolución significativa de los criterios geotécnicos, y en consecuencia de las cimentaciones utilizadas.

A partir de las demandas específicas de capacidad de carga para la cimentación de un puente o el perfil de socavación, así como de la caracterización geotécnica del sitio, se decide la utilización de apoyos; consistentes en zapatas, pilotes prefabricados, pilotes vaciados en el lugar, pilotes metálicos, cajones, cilindros o una combinación de ellos.

En el caso de la superestructura actualmente el presfuerzo ocupa un papel relevante.

Una de las peculiares consideraciones en el concreto presforzado es la diversidad de los estados de carga a los cuales el miembro o estructura es sujeto. Para estructuras vaciadas en sitio, el concreto presforzado tiene que diseñarse por lo menos para dos estados de carga: el estado inicial durante el presforzado y el estado final bajo las cargas externas. Para elementos prefabricados, un tercer estado por transporte debe revisarse. Durante cada uno de estos estados, hay diferentes etapas en las cuales la estructura puede estar bajo diferentes condiciones.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.1.- Ubicación del proyecto	13
Cuadro N° 1.2.- Rutas de acceso a Mantacra	14
Cuadro N° 1.3.- Precipitación total mensual (mm) en la estación Acobamba	15
Cuadro N° 1.4.- Descripción técnica del proyecto.....	17
Cuadro N° 1.5.- Costo de mano de obra.....	19
Cuadro N° 1.6.- Plazos establecidos para el proyecto.....	20
Cuadro N° 2.1.- Coordenadas UTM de los puntos de control.....	21
Cuadro N° 2.2.- Caudal medio mensual (m ³ /s) en la estación La Mejorada- Huancavelica	29
Cuadro N° 2.3.- Caudal medio mensual (m ³ /s) en la estación La Mejorada- Huancavelica (continuación)	30
Cuadro N° 2.4.- Caudales por el método de Gumbel	31
Cuadro N° 2.5.- Observaciones de campo	31
Cuadro N° 2.6.- Parámetros de riesgo sísmico	34
Cuadro N° 2.7.- Datos de las propiedades de los materiales.....	35
Cuadro N° 2.8.- Incremento de la carga viva por efectos dinámicos.....	36
Cuadro N° 2.9.- Diseño de concreto para cada etapa del proyecto	38
Cuadro N° 3.0.- Especificaciones técnicas de las vías de acceso	39
Cuadro N° 4.1.- Matriz de evaluación de impactos ambientales potenciales- resumen	62
Cuadro N° 4.2.- Matriz de evaluación de impactos ambientales potenciales- resumen (continuación)	63
Cuadro N° 4.3.- Matriz de evaluación de impactos ambientales potenciales.....	64
Cuadro N° 4.4.- Matriz de resumen de prevención y/o mitigación de impactos ambientales potenciales	65

LISTA DE FIGURAS

Figura Nº 1.1.- Vista del puente peatonal desde el margen izquierdo	16
Figura Nº 1.1.- Vehículos menores también transitan por el puente.....	16
Figura Nº 2.1.- Trabajos de levantamiento topográfico en el margen izquierdo..	22
Figura Nº 2.2.- Ensayo de refracción sísmica en el margen derecho	23
Figura Nº 2.3.- Ensayo de refracción sísmica en el margen derecho	24
Figura Nº 2.4.- Calicata en el margen izquierdo.....	24
Figura Nº 2.5.- Capacidad portante según el método de Terzaghi.....	26
Figura Nº 2.6.- Cauce del río vista desde aguas arriba	27
Figura Nº 2.7.- Vista del cauce del río aguas abajo desde el puente colgante ...	28
Figura Nº 2.8.- Sobrecargas de diseño	35
Figura Nº 2.9.- Puente definido en 3D en el software SAP2000v10.....	36
Figura Nº 2.10.- Diagrama de momentos último de la sección completa.....	37
Figura Nº 2.11.- Diagrama de fuerza cortante último de la sección completa.....	37
Figura Nº 2.12.- Vista en planta de las señales preventivas.....	39
Figura Nº 3.1.- Trabajos de topografía en el puente San Francisco	40
Figura Nº 3.2.- Desmontaje del puente peatonal.....	41
Figura Nº 3.3.- Puente peatonal provisional.....	42
Figura Nº 3.4.- Inicios de la etapa de excavación en el estribo izquierdo.....	43
Figura Nº 3.5.- Encofrado del estribo derecho	44
Figura Nº 3.6.- Concreto ciclópeo para estribos.....	45
Figura Nº 3.7.- Armadura de acero en la cajuela	45
Figura Nº 3.8.- Dimensiones de la viga de acero	46
Figura Nº 3.9.- Corte de las planchas de acero.....	46
Figura Nº 3.10.- Soldado de las piezas de acero	47
Figura Nº 3.11.- Conectores de acero.....	47

Figura N° 3.12.- Inspección de la soldadura.....	48
Figura N° 3.13.- Apoyo de neopreno.....	49
Figura N° 3.14.- Esquema ilustrativo del lanzamiento por segmentos.....	50
Figura N° 3.15.- Ensamblaje de la estructura metálica.....	51
Figura N° 3.16.- Detalle del anclaje de los cables y del tecele tirfor	52
Figura N° 3.17.- Detalle del rodillo acoplado primer segmento de lanzamiento..	52
Figura N° 3.18.- Lanzamiento del primer segmento del puente.....	53
Figura N° 3.19.- Vista del lanzamiento desde el estribo opuesto.....	53
Figura N° 3.20.- Ensamblaje del siguiente segmento a ser lanzado.....	54
Figura N° 3.21.- Vista del lanzamiento con el quinto segmento ya acoplado.....	54
Figura N° 3.22.- Vistas de la estructura metálica ya emplazado.....	55
Figura N° 3.23.- Vista inferior del encofrado para el tablero	55
Figura N° 3.24.- Acero de refuerzo en el tablero	56
Figura N° 3.25.- Vaciado de concreto para el tablero	56
Figura N° 3.26.- Pintado de las barandas metálicas.....	57
Figura N° 3.27.- Trabajos iniciales de las vías de acceso	57
Figura N° 3.28.- Trabajos finales del afirmado	58
Figura N° 3.29.- Sembrío de pasto natural y plantones en los taludes de la carretera de acceso próximo al puente vehicular	59
Figura N° 3.30.- Obra puente San Francisco finalizada.....	59

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
C°A°	Concreto armado
cm	Centímetro
f'y	Esfuerzo a la fluencia del acero
f'c	Esfuerzo a la compresión del concreto
Hab	Habitantes
km	Kilómetro
m	Metro
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
ppm	Partes por millón
SNIP	Sistema nacional de inversión pública

INTRODUCCIÓN

El presente informe de Suficiencia describe que en las zonas marginadas la falta de caminos es una necesidad en el diario vivir de las personas, ya que el uso de estos les permite trasladarse con más rapidez y facilidad a sus labores cotidianas, así como a los servicios de salud y educación, y por lo tanto al no contar con los accesos adecuados para mejorar sus condiciones de vida, se dificulta el apoyo que se tienen para acceder a los programas institucionales y que estos operen con eficiencia. Muchos de los problemas que se presentaban en el actual camino al no existir un puente sobre el río Mantaro fueron detectados por las personas que circulan por esta vía tales como:

- Dificil acceso a las comunidades y rancherías de la zona serrana del municipio sobre todo en época de lluvias se ven imposibilitados a cruzar el río Mantaro
- Peligrosidad de la ruta por el deterioro del camino.
- Largos recorridos para poder acercarse a las zonas urbanas o centros prestadores de servicios.

Estas comunidades se encuentran internadas en la sierra del municipio en la zona de las montañas, retiradas de los centros prestadores de servicios y este camino de terracería es el único camino que proporciona comunicación entre ellas siendo primordial para esta zona.

Dentro de los alcances que se mencionan en los capítulos de este trabajo excepcional son los procesos constructivos apegados a las condiciones del sitio de la obra tomando en cuenta las recomendaciones y especificaciones que se indican en las normas y reglamentos de construcción, con los cuales se llevó a cabo la realización del puente.

Con la lectura del contenido de este trabajo se podrán consultar de forma general los procedimientos de construcción y consideraciones que se realizan en esta obra, esperando que estos sean de gran utilidad ya que es de gran importancia los resultados socioeconómicos que se le brinda a la comunidad beneficiada.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

Con el propósito de intercomunicar de manera más rápida, segura, efectiva y económica los poblados de los distritos de Acoria; José Carlos Mariátegui, Ccosnipuquio, Los Ángeles, Chicha, Los Brillantes, Naranjal, 03 de Mayo, Chupaca, Yacuy, Chachaspata, Pachacc, Oratoria, Soncco, Chachaspata, Nueva Esperanza, Pucaticlla, y Mantacra (margen derecha del río Mantaro) con las regiones de Junín y Ayacucho, el Gobierno Regional de Huancavelica decidió dar prioridad a la Obra Construcción del Puente San Francisco tramo Mantacra-José Carlos Mariátegui, Distrito de Acoria-Huancavelica.

Como resultado de la Licitación Pública N° 006-2011/GOB.REG.HVCA/CEP-D.U. 054-2011, se otorgó la Buena Pro al CONSORCIO SAN FRANCISCO.

1.2 UBICACIÓN

La zona del proyecto se encuentra ubicada en la región geográfica de la sierra central y abarca las provincias de Huancavelica y Tayacaja.

Hacia la margen derecha, del río Mantaro, se encuentra la localidad de José Carlos Mariátegui el cual pertenece al distrito de Acoria, provincia de Huancavelica y se encuentra ubicado a 26 kilómetros del distrito de Izcuchaca, vía ruta nacional PE-3S a la altura del km 217 + 000.

Hacia la margen izquierda, del río Mantaro, se encuentra la localidad de Mantacra, la cual pertenece al distrito de Pampas de la provincia de Tayacaja. Mantacra se encuentra en el km 217.00 de la Carretera Nacional PE-3S y el puente proyectado se encuentra hacia el lado derecho del km 217 + 000 a través de un acceso vehicular de aproximadamente 220 m.

Cuadro N° 1.1.- Ubicación del proyecto.

Región	Huancavelica
Provincia	Huancavelica-Tayacaja
Distrito	Acoria-Pampas
Localidad	José Carlos Mariátegui-Mantacra

Fuente: Elaboración propia.

1.3 VÍAS DE ACCESO

La red vial de la Región de Huancavelica se encuentra en pleno desarrollo para la integración de sus principales ciudades. Las rutas usadas para acceder a la zona del proyecto son las que se muestra en el cuadro N° 1.2.

Cuadro N° 1.2.- Rutas de acceso a Mantacra.

HUANCAVELICA - MANTACRA	
Tramo	Distancia
Huancavelica - Izcuchaca	75.50 km
Izcuchaca - Mantacra	26.00 km
Total	101.50 km

LIMA - MANTACRA	
Tramo	Distancia
Lima - La Oroya	174.80 km
La Oroya - Huancayo	124.00 km
Huancayo - Izcuchaca	67.00 km
Izcuchaca - Mantacra	26.00 km
Total	391.80 km

Fuente: Elaboración propia.

1.4 CLIMA

El área de estudio tiene un clima semi-cálido, con una temperatura promedio de 19°C, con un máximo de 30°C y un mínimo de 3°C. El promedio mensual de precipitación de 131.40 mm, tal como lo indica el registro de precipitaciones en la estación Acobamba - Huancavelica que se muestra en el cuadro N° 1.3.

Cuadro N° 1.3.- Precipitación total mensual (mm) en la estación Acobamba.

Departamento: Huancavelica
Provincia: Acobamba
Distrito: Acobamba

Latitud: 12°50'00"S
Longitud: 74°34'30"W
Altitud: 3450 msnm

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Máximo	Promedio
1994	84.5	94.3	35.2	32.7	1.2	1.4	0.0	0.0	12.5	14.5	19.0	31.9	327.2	94.30	27.27
1995	92.8	89.0	66.3	7.3	0.0	4.6	9.9	8.2	32.1	35.1	53.0	53.3	451.6	92.80	37.63
1996	108.8	209.5	127.1	49.9	1.1	3.4	0.0	16.5	18.1	62.4	47.7	68.3	712.8	209.50	59.40
1997	135.6	110.0	62.3	42.3	14.7	0.0	7.4	29.9	54.2	52.6	101.1	87.3	697.4	135.60	58.12
1998	74.1	111.4	85.0	28.7	3.6	10.5	0.0	10.4	19.5	96.2	42.8	17.9	500.1	111.40	41.68
1999	147.8	163.6	65.8	33.9	2.0	16.8	6.5	0.0	47.7	14.0	86.9	70.0	655.0	163.60	54.58
2000	147.9	211.0	147.2	10.8	20.6	26.6	32.6	4.9	7.9	55.5	27.6	133.1	825.7	211.00	68.81
2001	215.8	49.6	110.2	34.2	54.4	4.9	38.3	17.7	38.6	40.0	73.7	75.0	752.4	215.80	62.70
2002	71.5	210.2	116.6	50.4	37.2	1.4	23.2	22.8	55.8	71.4	96.1	125.6	882.2	210.20	73.52
2003	80.6	134.9	113.2	80.7	8.2	0.9	0.0	54.9	28.4	11.6	35.6	132.4	681.4	134.90	56.78
2004	95.1	141.1	45.3	24.3	20.7	20.2	15.0	7.5	23.4	38.1	43.5	151.5	625.7	151.50	52.14
2005	71.5	51.0	83.3	19.8	12.2	2.4	11.7	6.7	11.8	116.8	38.1	141.3	566.6	141.30	47.22
2006	141.5	91.0	121.1	55.0	3.2	2.8	0.0	40.4	7.9	56.4	104.5	74.8	698.6	141.50	58.22
Máximo	215.80	211.00	147.20	80.70	54.40	26.60	38.30	54.90	55.80	116.80	101.10	151.50	882.20		
Promedio	110.50	131.30	88.13	34.58	14.66	7.76	12.05	14.96	29.17	50.68	55.43	90.63	639.84		
Mínimo	71.50	49.60	35.20	7.30	0.00	0.00	0.00	0.00	7.90	11.60	19.00	17.90	327.20		
D. Estan.	43.69	57.98	34.70	19.87	16.70	8.81	13.08	15.46	16.67	32.66	27.35	45.08	158.06		

Fuente: ELECTROPERÚ S.A.

1.5 PROBLEMÁTICA ENCONTRADA

En el lugar donde se emplazará el Puente San Francisco existe un puente colgante peatonal que une los centros poblados, el cual permite el tránsito peatonal y de vehículos menores. Véase las figuras N° 1.1 y N° 1.2.

Este puente colgante se encuentra en regular estado de conservación y tiene una luz promedio de 36 m y aproximadamente a 14 m sobre el nivel de aguas (noviembre 2010). El tráfico vehicular estimado es de aproximadamente de 12 vehículos por día (autos y camionetas), de los cuales 06 son del tipo station wagon para el transporte de pasajeros y 06 son camionetas de 1.20 a 1.50 toneladas con transporte de carga de productos agrícolas y otros.



Figura N° 1.1.- Vista del puente peatonal desde el margen izquierdo.



Figura N° 1.2.- Vehículos menores también transitan por el puente.

1.6 SOLUCIÓN PROPUESTA

El proyecto consistirá en la construcción de un puente vehicular de 48.00 m de luz y 4.20 m de ancho de calzada; el cual estará apoyado en dos estribos de concreto ciclópeo y la superestructura contará con dos vigas metálicas con una losa de concreto armado. Asimismo contará con barandas metálicas y losas de transición al ingreso y salida del puente.

También se construirán las vías de acceso en ambas márgenes; con un ancho de calzada de 3.50 m a nivel de afirmado en un espesor de 0.15 m, bermas de 0.50 m a cada lado en una longitud de 364.92 m de vías de acceso; 245 m desde la localidad de Mantacra (km 0+000 al km 0+245) y 119.92 m hacia la margen derecha (km 0+300 al km 0+419) lo cual garantizará el tránsito de vehículos mayores. Así mismo se considera cunetas de 0.50 m x 0.30 m y obras de señalización vertical del tipo informativo y preventivo.

Cuadro Nº 1.4.- Descripción técnica del proyecto.

SUBESTRUCTURA	
Estribos	Tipo pantalla con contrafuertes de concreto armado
SUPERESTRUCTURA	
Luz de diseño	48.00 m
Tipo de puente	Sección compuesta
Material	Perfil metálico y losa de concreto
Tablero	4.20 m de ancho - concreto armado
Vereda	0.75 m a cada lado
ACCESOS VEHICULARES	
Longitud de accesos	Margen izquierda: 245.00 m Margen derecha: 120.00 m
Ancho de calzada	3.50 m
Espesor de afirmado	0.15 m
Bermas	0.50 m a cada lado
Cunetas	Triangulares de 0.50 m x 0.30 m
Otros	Señalización vertical: informativa - preventiva.

Fuente: Memoria descriptiva del puente San Francisco, tramo Mantacra-José Carlos Mariátegui.

1.7 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.7.1 OBJETIVO CENTRAL

La solución al problema central constituye el objetivo central o propósito del proyecto, el mismo que se define en: “Dotar de una infraestructura vial entre los mercados regionales de Huancavelica y Ayacucho”, el mismo que consiste en ejecutar un puente vehicular de 48 m de luz con acceso vehicular que permite interconectar las vías existentes, tanto en la provincia de Tayacaja y Huancavelica.

1.7.2 OBJETIVOS GENERALES

- a) Construcción de un puente vehicular de 01 vía.
- b) Restablecer, mantener e incrementar la transitabilidad de las vías buscando la participación del Gobierno Regional.
- c) Generar empleo en el ámbito rural.
- d) Contribuir al desarrollo económico y social de los sectores rurales productivos.

1.7.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Permitir el tránsito permanente por las vías que interconecta el puente vehicular.
- b) Disminución del nivel de pobreza: al mejorar la carretera se logrará elevar el nivel de comercialización de los productos agropecuarios y se lograrán condiciones propias para la inversión en la actividad agrícola y pecuaria lo que repercutirá en el nivel de ingreso de los pobladores.
- c) Mejorar las condiciones de transporte de la población rural, tanto de su acceso a los servicios públicos, como a los mercados para la comercialización de sus productos.
- d) Contribuir a la reducción de los costos de transporte.
- e) Integrar las zonas de difícil acceso con los centros económicos regionales.
- f) Generar empleo directo mediante la ejecución de obras.

- g) Fortalecer la participación del Gobierno Regional, propiciando su participación directa en la ejecución de obra.
- h) Mejoramiento de la infraestructura vial para una vida útil de 50 años.
- i) Restablecer, mantener e incrementar la transitabilidad de las vías buscando la participación de los gobiernos locales y de la población organizada.
- j) Generar empleo en el ámbito rural.
- k) Contribuir al desarrollo económico y social de los sectores rurales productivos.

1.8 COSTOS Y DURACIÓN DEL PROYECTO

1.8.1 COSTOS

De acuerdo al expediente técnico se tiene un presupuesto de obra referencial de ejecución de obra de S/. 3'671,475.07, el cual incluye costo directo, gastos generales, utilidad e impuestos.

Todos los costos de materiales corresponden al 30 de setiembre del año 2011, los mismos que serán puestos en obra, teniendo como punto de referencia la localidad de Mantacra, distante a 26.00 kilómetros del distrito de Izcuchaca.

Costo de Mano de Obra corresponde al establecido por el Gobierno Regional de Huancavelica la misma que se encuentra vigente al 30 de setiembre del 2011, son como se muestra en el cuadro N° 1.5.

Cuadro N° 1.5.- Costo de mano de obra.

COSTOS DE HORA HOMBRE	
Operario	S/. 14.14
Oficial	S/. 12.40
Peón	S/. 11.21

Fuente: Gobierno Regional de Huancavelica (Setiembre del 2011).

El costo de Horas-Maquina corresponde a la oferta actual de los mercados de Huancayo, Ayacucho y Huancavelica, vigentes al 30 de setiembre del 2011.

1.8.2 DURACIÓN DEL PROYECTO

Los plazos establecidos para el proyecto son mostrados en el cuadro N° 1.6 los mismos que figuran en el expediente técnico del proyecto.

Cuadro N° 1.6.- Plazos establecidos para el proyecto.

Adjudicación de la buena pro	22 de marzo del 2012
Plazo de ejecución de la obra	180 días calendarios
Plazo de liquidación de la obra	30 días calendarios
Fecha de suscripción del contrato	09 de abril del 2012
Fecha de inicio de obra	25 de abril del 2012
Fecha prevista de termino de obra	21 de octubre del 2012

Fuente: Memoria descriptiva del puente San Francisco, tramo Mantacra-José Carlos Mariátegui.

CAPÍTULO II: REVISIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO

2.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El objetivo del estudio topográfico es la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de los puntos del terreno con la finalidad de determinar la forma del terreno natural, el cual permitirá ubicar las cotas y ubicación de las diferentes obras proyectadas.

Para el desarrollo del estudio y en conformidad a los términos de referencia se ha recopilado información cartográfica:

- Carta Nacional, escala 1:100000, Hoja 26-n, Huancavelica (IGN).
- Carta Geológica Nacional, escala 1:100,000, Hoja 26-n, Mapa geológico del cuadrángulo de Huancavelica (INGEMMET).

Para la definición de la ubicación y cotas del tablero de rodamiento se ha tomado como puntos de control ubicados cerca al puente peatonal colgante ya que el Puente San Francisco se emplazará en el mismo lugar. Los datos de los puntos de control se muestran en el cuadro N° 2.1.

Los trabajos referentes al levantamiento topográfico están referidos a coordenadas UTM con datum horizontal: WGS-84 y datum vertical: nivel medio del mar, se han dejado monumentados los Puntos de Control horizontal y vertical, los mismos que se encuentran en ambas márgenes del río Mantaro.

Cuadro N° 2.1.- Coordenadas UTM de los puntos de control.

PUNTOS DE CONTROL	COORDENADA UTM		
	ESTE	NORTE	COTA
BM - 01	518742.94	8618271.97	2737.94
BM - 02	518717.67	8618187.27	2741.05

Fuente: Estudio topográfico del puente San Francisco.

A partir de estos puntos se estableció la Poligonal Básica, tanto hacia aguas arriba y abajo del eje del puente proyectado, siguiendo el cauce del río aguas arriba 350 m y hacia aguas abajo 400 m.

El control topográfico de campo fue llevado a cabo en forma diaria utilizando: Una Estación Total TOPCON, un GPS navegador Garmin 12 XL, 04 equipo de radio comunicación Kenwood, el Software Geodimeter Software Tools 2.0, para transmitir toda la información tomada en el campo a un Colector de Datos, el software Autodesk Land Desktop 2008, para el procesamiento de los datos tomados en campo, el Software AutoCAD 2008, para la presentación en planos topográficos a escala 1:500 con una equidistancia de curvas de cada 1.00 metros.



Figura N° 2.1.- Trabajos de levantamiento topográfico en el margen izquierdo.

2.2 ESTUDIO GEOTÉCNICO

El presente estudio tiene por objeto establecer las características geotécnicas, es decir, la estratigrafía, la identificación y las propiedades físicas y mecánicas de los suelos para el diseño de cimentaciones estables.

2.2.1 TRABAJOS DE CAMPO

Con la finalidad de determinar las condiciones geotécnicas del terreno de fundación sobre el cual estará emplazada la subestructura (estribos) del puente, se procedió a realizar trabajos de campo, los que describirán las características de superficie y subsuelo con el propósito de conocer propiedades físico – mecánicas y dinámicas del terreno, identificando el tipo de suelo, sus

características de resistencia y deformación que servirán para el análisis de cimentación del proyecto. Para cumplir con lo ya expuesto se realizaron los siguientes trabajos:

A) Ensayo de refracción sísmica

Se han realizado el ensayo de refracción sísmica en ambos márgenes del río Mantaro y a la altura de la ubicación de los estribos, con la finalidad de estimar la profundidad del basamento rocoso y las propiedades dinámicas de los diferentes estratos, pudiendo de esta manera definir los parámetros necesarios para el cálculo de la capacidad portante. Además este estudio permitirá definir las características geotécnicas del suelo de cimentación. Estos ensayos han sido ejecutados por la Empresa ZER Geosystems SAC.



Figura N° 2.2.- Ensayo de refracción sísmica en el margen derecho.

B) Calicatas

Con la finalidad de identificar los diferentes estratos del suelo y su composición, se ejecutaron excavaciones a cielo abierto.

- Margen Derecha:

En la margen derecha del río Mantaro se ha realizado una perforación manual (calicata) hasta alcanzar una profundidad de 0.20 m y se puede apreciar la presencia de formación rocosa fisurada. Se ha tomado muestras de roca sana para realizar ensayos de compresión uniaxial simple.



Figura N° 2.3.- Excavación de calicata en el margen derecho.

- Margen Izquierda:

En la margen izquierda del río Mantaro se ha realizado una perforación manual (calicata) hasta alcanzar una profundidad de 1.40 metros, la misma que ha servido para desarrollar el perfil estratigráfico en dicha zona. Hasta la profundidad indicada existe material conglomerado con bolonería de piedras y a partir de la misma empieza el lecho rocoso de donde se ha extraído muestra de roca para realizar los ensayos de compresión simple.



Figura N° 2.4.- Calicata en el margen izquierdo.

2.2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con la finalidad de analizar la calidad de las rocas se ha realizado ensayos de compresión uniaxial en el Laboratorio de Mecánica de Rocas de la facultad de Ingeniería Geológica y Minas de la UNI.

A) Ensayo uniaxial

Para determinar la capacidad portante del terreno (roca) se ha tomado muestras inalteradas de roca, los mismos que han sido sometidos a ensayos de compresión simple uniaxial, la misma que determinará el parámetro de resistencia a la compresión uniaxial. Así mismo se ha realizado un ensayo microscópico para determinar el tipo de roca y las posibles fisuras.

- Margen Derecha

Los resultados de laboratorio indican que la roca se clasifica como una roca regular de clasificación III (Decre), por lo que es apto para ejecutar cimentación del tipo superficial.

- Margen Izquierda

Al igual que la margen derecha los resultados de laboratorio indican que la roca se clasifica como una roca regular de clasificación III (Decre), por lo que es apto para ejecutar cimentación del tipo superficial.

2.2.3 ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN DEL PUENTE

A) Tipo de cimentación

De acuerdo a los trabajos y resultados de campo y laboratorio, se concluye que la cimentación será del tipo superficial, debiéndose emplear zapatas aisladas o losas de cimentación, apoyadas sobre el terreno natural, de acuerdo a la calidad de la roca existente en ambas márgenes. Las condiciones de hidrología no son relevantes por las cotas del terreno y la ubicación de las cimentaciones proyectadas.

B) Capacidad portante

Para el cálculo de la capacidad portante se empleó los datos obtenidos en laboratorio y se aplicó la fórmula de Capacidad de carga de un suelo según el método de Terzaghi. Para ello se empleó el programa Qc-Capacidad de carga versión 1.5. La figura N° 2.5 nos muestra la vista del programa donde figura la capacidad portante del terreno.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO -MÉTODO DE TERZAGHI-	
Datos:	
Profundidad de desplante, Df, (mts):	2.5
Peso Volumétrico del suelo, Gm (Ton/m3):	1.6
Cohesión del suelo, c, (Ton/m2):	0.1
Ángulo de fricción interna del suelo, Fi (grados):	30
Ancho o Radio del cimientto; B ó R (mts):	5.5
Tipo de suelo: 1-Arcilloso firme / 2-Arcilloso blando / 3-Arenoso	3
Factor de seguridad, F.S.: (3.5 / 3.0 / 2.5)	2.5
Cálculos y Resultados:	
Factores dependientes del ángulo de fricción: Para suelo arcilloso blando o arenoso:	
Factor de cohesión, Nc =	37.16
Factor de sobrecarga, Nq =	22.46
Factor de piso, Ng =	19.13
	c' = 2/3c = 0.07
	N' c = 2/3N' c = 24.77
	N' q = 2/3N' q = 14.97
	N' g = 2/3N' g = 12.75
Para todo cimiento:	
Capacidad de carga última, qc:	
$qc = c' \cdot N' c + Gm \cdot Df \cdot N' q + 0.5 \cdot Gm \cdot B \cdot N' g$	
Capacidad de carga admisible; qa:	
$qa = qc / FS$	
c' * N' c = 1.7	
g * Df * N' q = 59.9	
0.5 * g * B * N' g = 56.1	
qc, (Ton/m2) = 117.7	
qa, (Ton/m2) = 47.1	

Figura N° 2.5.- Capacidad portante según el método de Terzaghi.

2.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO

Para el presente proyecto es de singular importancia los datos y resultados que se obtienen en la Estación Meteorológica de *La Mejorada* los cuales son mostrados en el cuadro N° 2.2.a y N° 2.2.b, por cuanto esta se encuentra a una distancia aproximada de 14.00 kilómetros con respecto a la ubicación del puente, el cual en términos de la longitud de cuenca, se encuentra muy próximo.

En el tramo comprendido entre *La Mejorada* y *Mantacra* no existen ríos tributarios de importancia para el río *Mantaro*, por lo que se asume como válidos los resultados de dicha estación para el tramo entre *La Mejorada* y la ubicación del puente *San Francisco*. En la zona del proyecto, el río *Mantaro* describe un cauce recto de aproximadamente 50 m a cada lado del eje con una pendiente pronunciada y un ancho promedio de 36 m a la altura de las orillas.

De acuerdo a la información recabada, de los pobladores de la zona, existe estabilidad del curso de agua, tanto en planta como en alturas alcanzadas en las márgenes (orilla), por lo que se puede deducir estabilidad del curso de río.

En las figuras N° 2.6 y N° 2.7 se puede observar la forma del cauce del río *Mantaro*, aguas arriba y aguas abajo. Hacia ambas márgenes se puede observar la pendiente pronunciada. La altura promedio desde el tablero del puente peatonal hasta el nivel actual de aguas es de 14.00 m en promedio y la profundidad media es de 5.00 m. De acuerdo a las huellas dejadas por las máximas avenidas se observa una altura promedio de 4.50 m.



Figura N° 2.6.- Cauce del río vista desde aguas arriba.



Figura N° 2.7.- Vista del cauce del río aguas abajo desde el puente colgante.

2.3.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEREOLÓGICA

El análisis hidrológico se realizó con la información hidrometeorológica de la estación La Mejorada (ver cuadros N° 2.2.a y N° 2.2.b) donde se puede observar los registros de caudales del periodo 1965 – 2005, de los cuales se elige los valores máximos mensuales presentados durante los años indicados. En el mes de febrero del año 1974 se registró el mayor promedio mensual del caudal alcanzando un valor de 737.39 m³/s.

Se debe considerar que de la cantidad de agua registrada en la estación Mejorada, parte de esta se deriva a través del transvase de Tablachaca – Campo Armiño con la finalidad de emplearla en la generación de energía eléctrica, hecho que debe tenerse en cuenta para determinar la cantidad de agua hacia aguas abajo de la represa Tablachaca.

Para el cálculo de caudales se empleará la Ley de Gumbel (ver cuadro N° 2.3) y Log Pearson tipo III, para el cual se cuenta con un registro de 41 años.

Con fines de diseño del puente vehicular, se ha de considerar como valores referenciales, el caudal obtenido para un periodo de retorno igual a **100 años**, la misma que se recomienda para este tipo de infraestructura (se considera el caudal por el método Gumbel por ser el de valores más conservadores).

Cuadro N° 2.2.- Caudal medio mensual (m3/s) en la estación La Mejorada-Huancavelica.

ESTACION MEJORADA - CAUDAL MEDIO MENSUAL (M3/SEG)

Departamento: Huancavelica
Provincia: Huancavelica
Distrito: Mejorada

Latitud: 12°31'41"S
Longitud: 74°58'15"W
Altitud: 2779 metros

Año	Enero	Febrero	Mazo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Máximo	Promedio
1965	125.23	366.86	365.19	164.77	110.65	104.40	85.74	81.84	75.33	74.90	70.10	97.06	1,725.07	366.86	143.76
1966	183.68	178.21	233.48	108.90	98.13	82.60	85.32	98.27	83.17	102.87	138.27	260.26	1,652.16	260.26	137.68
1967	205.17	550.93	495.06	298.12	199.29	140.83	129.74	100.00	110.40	143.94	101.61	130.38	2,593.47	550.93	212.79
1968	212.79	242.93	369.06	141.62	93.84	88.97	102.03	101.84	72.97	74.88	117.50	144.06	1,762.49	369.06	146.87
1969	119.16	197.11	198.81	217.17	91.58	83.00	98.97	113.42	61.80	89.71	78.17	178.39	1,527.29	217.17	127.27
1970	540.52	397.39	268.84	268.30	178.45	102.87	100.39	95.48	88.53	78.03	85.23	174.65	2,376.68	540.52	198.06
1971	286.71	391.64	490.13	280.57	108.85	78.23	82.36	85.13	86.90	75.10	62.80	108.32	2,136.74	490.13	178.06
1972	275.68	286.72	657.87	633.27	181.71	114.83	106.65	109.39	86.57	90.35	81.53	136.18	2,660.75	657.87	221.73
1973	437.35	452.07	728.23	481.23	200.74	127.00	106.18	98.48	117.42	116.00	196.77	206.97	3,268.44	728.23	272.37
1974	492.29	737.39	544.90	336.50	195.32	103.90	106.29	105.81	102.73	91.97	88.77	83.23	2,949.10	737.39	245.76
1975	150.61	246.29	604.52	199.37	182.61	119.13	91.03	87.90	81.98	78.65	79.80	112.46	2,034.35	604.52	169.53
1976	370.03	578.31	537.23	231.90	134.71	117.40	102.90	95.48	98.33	82.48	72.03	79.06	2,469.86	578.31	208.32
1977	128.87	298.57	362.71	160.97	121.23	89.40	81.74	82.74	75.10	74.68	162.73	124.84	1,741.58	362.71	145.13
1978	249.00	534.25	311.10	154.27	96.00	83.70	84.23	68.13	77.63	80.03	104.57	124.19	1,967.10	534.25	163.93
1979	133.42	340.86	543.71	294.40	113.61	88.40	86.87	82.56	76.50	71.81	71.80	75.18	1,979.12	543.71	164.93
1980	115.84	161.10	252.84	140.67	81.70	69.17	72.77	66.45	65.77	91.74	94.20	118.94	1,331.19	252.84	110.93
1981	191.42	680.93	481.77	186.27	103.87	97.27	98.06	93.71	101.83	99.32	175.97	198.23	2,508.65	680.93	209.05
1982	373.87	592.57	341.94	220.30	120.58	104.00	104.48	93.84	83.03	104.58	181.03	151.90	2,472.12	592.57	206.01
1983	185.87	113.32	190.84	161.53	96.36	85.03	91.16	89.48	84.30	78.90	57.67	78.87	1,313.33	190.84	109.44
1984	174.03	640.31	550.06	332.83	139.48	115.60	92.97	94.96	97.23	100.19	127.60	222.48	2,687.74	640.31	223.98
1985	209.10	277.45	320.84	317.48	169.03	136.41	122.19	112.25	110.06	101.68	96.32	141.09	2,103.90	320.84	175.33
1986	335.00	609.89	714.06	491.68	307.52	185.87	143.15	122.36	128.34	115.83	111.28	136.28	3,401.26	714.06	283.44
1987	465.93	363.99	221.00	144.14	118.10	90.36	88.31	85.62	78.45	73.15	83.01	141.83	1,941.89	465.93	161.82
1988	350.00	418.40	326.50	325.35	145.05	118.47	107.63	90.90	70.28	75.88	71.33	107.85	2,207.64	418.40	183.97
1989	267.84	374.86	539.77	312.23	191.71	135.08	112.38	107.97	102.86	112.18	116.94	90.88	2,444.50	539.77	203.71

Fuente: ELECTROPERÚ S.A.

Cuadro N° 2.3.- Caudal medio mensual (m3/s) en la estación La Mejorada-Huancavelica (continuación).

ESTACION MEJORADA - CAUDAL MEDIO MENSUAL (M3/SEG)

Departamento:	Huancavelica														
Provincia:	Huancavelica														
Ciudad:	Mejorada														
												Latitud:	12°31'47"S		
												Longitud:	74°53'18"W		
												Altitud:	2779 msnm		
1990	190.47	137.22	146.09	85.33	75.88	77.13	71.51	75.45	72.37	91.14	175.13	165.39	1363.11	190.47	113.59
1991	185.41	155.94	340.41	159.98	122.84	85.78	92.40	93.83	99.51	85.77	81.47	78.16	1581.50	340.41	131.79
1992	89.57	68.57	146.04	84.08	47.42	90.24	48.91	47.13	46.47	46.89	46.06	44.97	765.35	146.04	63.78
1993	112.87	298.84	291.55	202.94	130.14	79.52	77.04	75.80	68.58	83.91	179.83	319.15	1921.17	319.15	160.10
1994	342.57	723.54	517.80	428.85	195.43	139.23	117.76	107.58	107.72	91.84	88.16	85.13	2945.81	723.54	245.47
1995	134.10	155.03	304.83	191.57	84.86	82.71	83.38	84.75	71.42	68.63	80.13	82.24	1423.65	304.83	118.64
1996	177.25	307.28	254.90	230.68	90.64	77.50	79.65	80.89	80.50	75.99	73.33	92.09	1621.10	307.28	135.09
1997	176.93	355.64	241.73	90.15	89.80	70.10	69.39	73.98	70.48	76.09	97.18	136.93	1479.01	355.64	123.25
1998	252.29	329.99	290.88	222.31	81.28	80.16	80.11	85.64	83.44	82.44	87.82	100.90	1777.26	329.99	148.11
1999	128.40	407.33	377.21	291.54	143.82	88.75	89.65	91.33	94.97	100.24	93.17	122.13	2028.54	407.33	169.05
2000	281.30	508.86	543.85	301.13	149.04	102.78	97.78	100.68	98.87	118.14	98.00	119.89	2518.32	543.85	209.88
2001	415.93	403.79	565.84	280.37	121.45	101.05	96.44	94.93	95.61	100.86	103.57	145.02	2524.86	565.84	210.41
2002	103.51	279.46	368.10	225.16	119.12	97.31	96.21	94.82	94.28	96.66	132.36	205.08	1899.06	368.10	158.26
2003	211.22	352.06	491.58	313.56	139.91	106.03	98.11	99.92	99.02	93.36	89.83	133.41	2228.01	491.58	185.67
2004	119.23	247.49	190.27	128.49	79.28	70.29	87.84	86.91	78.71	83.89	108.36	175.86	1456.40	247.49	121.37
2005	193.40	185.29	225.85	180.64	74.08	83.44	84.86	78.11	74.63	88.58	79.03	83.28	1409.17	225.85	117.43
Máximo	540.52	737.39	728.23	533.27	307.52	185.87	143.15	122.36	128.34	143.94	195.77	319.15	3401.28		
Promedio	237.96	368.86	392.49	243.20	127.90	99.28	95.03	91.39	89.96	89.29	103.79	135.76	2099.46		
Mínimo	89.57	68.57	146.04	84.08	47.42	90.24	48.91	47.13	46.47	46.89	46.06	44.97	765.35		
A. Están.	118.73	173.40	158.11	110.20	48.15	25.38	10.83	14.25	16.62	17.26	38.91	54.01	573.18		

Fuente: ELECTROPERÚ S.A.

Cuadro N° 2.4 Caudales por el método de Gumbel.

Periodo de Retorno	Probabilidad	y	Serie completada	
			K	Qp (m3/seg)
2	0.500	0.366513	-0.153	418.30
3	0.333	0.902720	0.317	498.16
5	0.200	1.499940	0.840	587.10
10	0.100	2.250367	1.498	698.85
25	0.040	3.198534	2.329	840.06
50	0.020	3.901939	2.946	944.81
100	0.010	4.600149	3.558	1,048.79
200	0.005	5.295812	4.167	1,152.39
250	0.004	5.519458	4.363	1,185.70

Fuente: Expediente técnico del proyecto – Estudio hidrológico-hidráulico.

2.3.2 DETERMINACION DE NIVELES DE AGUA

Para la determinación de niveles de agua, en la zona de proyecto, se consideró los caudales obtenidos en el cuadro N° 2.3, así como las observaciones de campo (ver cuadro N° 2.4). Se ha empleado el método de Gumbel para proyectar los caudales probables en función al periodo de retorno.

Cuadro N° 2.5.- Observaciones de campo.

Cota de fondo de río	2708.21 m.s.n.m.
Cota de aguas mínimas (al 22 de octubre del 2010)	2713.00 m.s.n.m.
Velocidad media (octubre del 2010)	4.80 m/s
Área requerida	164.40 m ²
Cota alcanzada	2716.00 m.s.n.m.
Gálibo sobre el nivel de aguas máximas	11.93 m
Cota actual de terreno en zona de acceso	2728.85 m.s.n.m.
Ancho de terreno en la cota indicada	36.00 m
Cota mínima de fondo o base del puente	2724.00 m.s.n.m.
Cota recomendada de tablero de rodamiento	2735.86 m.s.n.m.
Altura media de tablero de rodamiento	2.20 m
Gálibo real aproximado	11.93 m

Fuente: Expediente técnico del proyecto – Estudio hidrológico-hidráulico.

2.3.3 SOCAVACIÓN

A) Socavación general

La socavación general fue analizada por el método Blench y el método Lischtván – Lebediev (ver anexo N° 01) y los resultados obtenidos fueron:

Método Blench

- Para un caudal máximo ordinario en el río igual a 1,049 m³/s la profundidad de socavación general será igual a 0.40 m.
- Para un caudal máximo extraordinario en el río igual a 1186 m³/s la profundidad de socavación general será igual a 0.75 m.

Método Lischtván – Lebediev

- Para un caudal máximo ordinario en el río igual a 1049 m³/s la profundidad de socavación general será igual a 7.36 m en el talweg y 0.57 m al pie del estribo.
- Para un caudal máximo extraordinario en el río igual a 1186 m³/s la profundidad de socavación general será igual a 8.20 m en el talweg y 0.72 m al pie del estribo.

B) Socavación local

En el presente caso, el cauce o lecho del río es de roca y se puede observar que no hay presencia de material de lecho en las márgenes. Así mismo en ambas márgenes se puede observar la presencia de roca. También se debe tener en cuenta que las profundidades o cotas donde se encuentra la subestructura (estribos) están por encima de los niveles máximos de agua, por lo que la probabilidad de alcanzar estas cotas es mínima y por consiguiente existe la relativa seguridad y estabilidad de esta estructura.

Además en el presente proyecto no existe la posibilidad de socavación por estrechamiento de estribos, toda vez que la infraestructura se ubicará sobre niveles superiores a la ubicación o cotas que pueda alcanzar el río.

2.3.4 DETERMINACIÓN DE VALORES DE DISEÑO

A) Longitud de luz del puente vehicular

Desde el punto de vista hidráulico y de acuerdo a los resultados del estudio se recomienda una longitud mínima de 38 m para el puente, sin embargo a este criterio se debe agregar las consideraciones del tipo de terreno y estabilidad de la misma, por lo que se ha optado un a luz de diseño de 48.00 m.

B) Niveles de agua probable en el eje de puente

Se recomienda considerar un nivel máximo de agua del río ubicado en una cota igual a 2,721.64 m.s.n.m.; considerando que el fondo, del río en el eje del puente tiene una cota de 2,708.21m.s.n.m. y el tirante de agua máximo es de aproximadamente 13.43 m y a partir del cual, se podrá definir la cota a la cual se ha de encontrar el tablero del puente, considerando criterios adicionales de dimensionamiento de la superestructura. Se recomienda que el fondo de la superestructura se ubique a una cota mínima de 2,733.00 m.s.n.m., el cual considera el galibo superior a 2.50 m, así mismo permite adecuar las pendientes de las vías de acceso hacia el puente.

C) Altura de cimentación de estribos por efecto de socavación

De acuerdo a las condiciones reales del terreno en la zona de proyecto no existe la posibilidad de riesgo de falla de la subestructura por efectos de socavación y/o erosión, por lo que relativamente la ubicación de la cimentación está por encima de las cotas probables que pueda alcanzar las aguas en las épocas de máximas avenidas. En el presente proyecto la cota de cimentación se ubica en los 2,725.67 m.s.n.m. es decir a 4.03 m por encima del nivel de las aguas máximas extraordinarias.

D) Protección de márgenes contra procesos erosivos

No se considera obras de protección de las márgenes.

2.4 ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO

Del mapa de sismicidad instrumental (en base a datos proporcionados por el Instituto Geofísico del Perú), en el que se consideran registros entre 1911 y 1974, esto es 63 años, se puede considerar que la actividad sísmica del área es relativamente baja, ya que durante este periodo solo se ha registrado un sismo de grado aproximadamente 6 en la escala de Richter. Para efectos de cálculo de las fuerzas horizontales que se han de ejercer sobre las obras proyectadas producto de un movimiento sísmico en la zona de proyecto, de acuerdo a las normas técnicas de diseño sismoresistente, se recomienda considerar los parámetros establecidos en el cuadro N° 2.5.

Cuadro N° 2.6.- Parámetros de riesgo sísmico.

Zona sísmica	2
Tipo de perfil de suelo	III
Coefficiente de sitio	1.5
Coefficiente de aceleración	0.09

Fuente: Expediente técnico del proyecto – Estudio de riesgo sísmico.

2.5 ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA

2.5.1 MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

El sistema estructural que se planteó consideró la construcción de una sección compuesta, que consta de una estructura metálica, con tablero de losa y apoyado en estribos con contrafuertes para dar estabilidad a la estructura, para tal efecto se ha tenido en consideración la normatividad del “MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES – MTC”

A) Propiedades de los materiales

Para el proyecto puente San Francisco, el modelamiento y el análisis estructural del puente se realizó con ayuda del software SAP 2000v10 en el cual se ingresó las propiedades de los materiales (ver cuadro N° 2.6) y de las secciones de los elementos.

Cuadro N° 2.7.- Datos de las propiedades de los materiales.

Concreto: CONC	Acero: STEEL
$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	$f_y = 3516 \text{ Kg/cm}^2$ (Grado 50 A572)
$E = 15,100 \sqrt{f'c} = 252,671.328 \text{ Kg/cm}^2$	$E = 2'038,901.90 \text{ Kg/cm}^2$
$\gamma = 2.4 \text{ t/m}^3$	$\gamma = 7.85 \text{ t/m}^3$
$u = 0.20$ (Modulo de Poisson)	$u = 0.30$ (Modulo de Poisson)

Fuente: Expediente técnico del proyecto – Modelamiento en el programa SAP2000v10.

B) Sobrecarga de diseño

La sobrecarga de diseño será la HL93 del Manual de Diseño de Puentes del MTC. Las cargas por eje y los espaciamientos entre ejes serán los indicados en la figura N° 2.8, la distancia entre los dos ejes de 145 kN (14.78 t) será tomada como aquellas que, estando entre los límites de 4.30 m y 9.00 m, resulta en los mayores efectos.

Además se considerará una sobrecarga de 9.3 kN/m (970 kgf/m), uniformemente distribuida en dirección longitudinal sobre aquellas porciones del puente en las que produzca un efecto desfavorable. Se supondrá que esta sobrecarga se distribuye uniformemente sobre un ancho de 3.00 m en dirección transversal (como se muestra en la figura N° 2.8). Esta sobrecarga se aplicará también sobre aquellas zonas donde se ubique el camión de diseño. No se considerarán efectos dinámicos para esta sobrecarga.

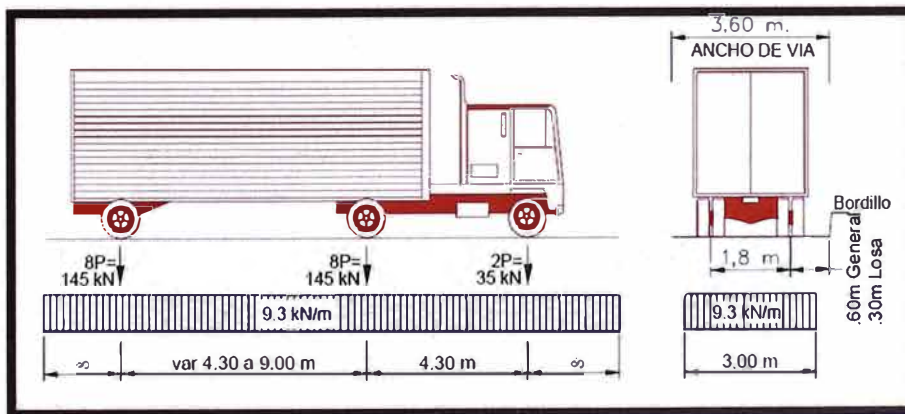


Figura N° 2.8.- Sobrecargas de diseño.

C) Efectos dinámicos

Las cargas vivas correspondientes al camión de diseño se incrementarán en los porcentajes indicados en el cuadro N° 2.7 para tener en cuenta los efectos de amplificación dinámica y de impacto.

Cuadro N° 2.8.- Incremento de la carga viva por efectos dinámicos.

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
Elementos de unión en el tablero (para todos los estados límites)	75%
Para otros elementos:	
Estados límites de fatiga y fractura	15%
Otros estados límite	33%

Fuente: Manual de Diseño de Puentes del MTC 2003.

D) Estados Límite de Diseño

- Carga Permanente de Componentes y Accesorios: DC
- Carga de superficie de rodadura y Servicio Publico: DW
- Incremento para carga vehicular dinámica: IM
- Sobrecarga vehicular :LL
- Carga de sismo: EQ , $\gamma_{eq}=0.5$ (valor razonable según TURKSTRA)
 - Estado límite de resistencia: $1.25DC+1.5DW+1.75(LL+IM)$
 - Estado límite de evento extremo: $1.25DC+1.5DW+ \gamma_{eq}(LL+IM)+EQ$

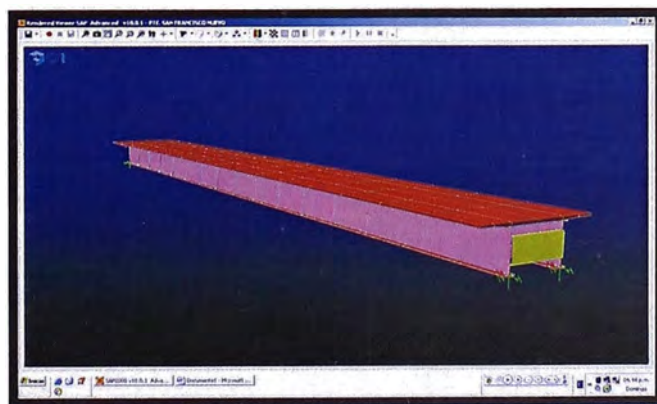


Figura N° 2.9.- Puente definido en 3D en el software SAP2000v10.

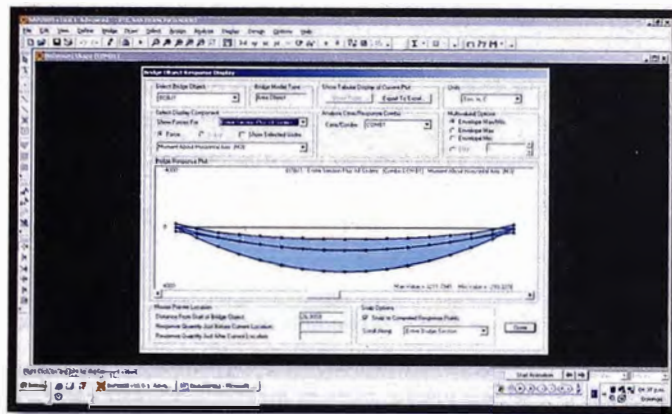


Figura N° 2.10.- Diagrama de momentos último de la sección completa.

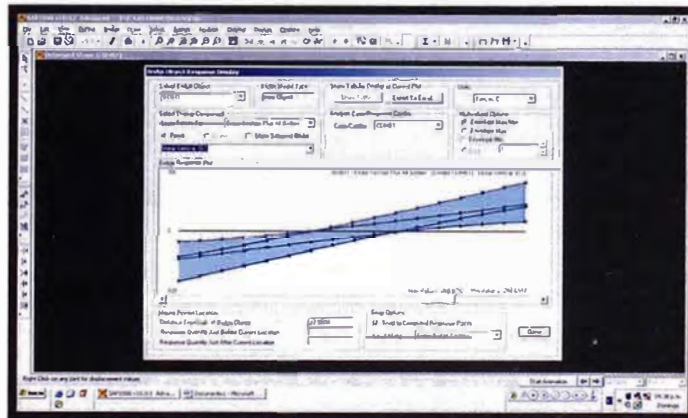


Figura N° 2.11.- Diagrama de fuerza cortante último de la sección completa.

2.5.2 DISEÑO DEL CONCRETO

En el cuadro N° 2.8 se muestra el diseño de concreto empleado en los diferentes procesos constructivos.

Cuadro N°2.9 Diseño de concreto para cada etapa del proyecto

DISEÑO DE CONCRETO PARA SOLADO EN ESTRIBOS				
CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO:				
f'c = 100 Kg/cm ²				
Cemento Pórtland tipo I	42.50 Kg	=	6.275	Bolsas
	Empleamos	=	6.500	Bolsas
Agua		=	0.196	M3
Agregado fino	(Arena gruesa)	=	0.606	M3
Agregado grueso	(Piedra chancada 3/4")	=	0.720	M3

DISEÑO DE CONCRETO PARA CIMIENTOS Y ESTRIBOS				
CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO:				
f'c = 210 Kg/cm ²				
Cemento Pórtland tipo I	42.50 Kg	=	9.227	Bolsas
	Empleamos	=	10.000	Bolsas
Agua		=	0.197	M3
Agregado fino	(Arena gruesa)	=	0.533	M3
Agregado grueso	(Piedra chancada 3/4")	=	0.720	M3

DISEÑO DE CONCRETO PARA EL TABLERO				
CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO:				
f'c = 280 Kg/cm ²				
Cemento Pórtland tipo I	42.50 Kg	=	11.230	Bolsas
	Empleamos	=	11.500	Bolsas
Agua		=	0.197	M3
Agregado fino	(Arena gruesa)	=	0.496	M3
Agregado grueso	(Piedra chancada 3/4")	=	0.720	M3

DISEÑO DEL CONCRETO PARA LA LOSA DE APROXIMACIÓN				
CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO:				
f'c = 140 Kg/cm ²				
Cemento Pórtland tipo I	42.50 Kg	=	6.920	Bolsas
	Empleamos	=	7.000	Bolsas
Agua		=	0.196	M3
Agregado fino	(Arena gruesa)	=	0.590	M3
Agregado grueso	(Piedra chancada 3/4")	=	0.720	M3

Fuente: Expediente técnico del proyecto.

2.6 ESTUDIO DE LAS VÍAS DE ACCESO

2.6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS VÍAS

La vista en planta de las vías de acceso se muestra en el anexo planos (plano señalización). En el cuadro N° 2.9 se muestra un resumen global de las especificaciones que brindó el estudio de las vías de acceso del proyecto.

Cuadro N° 3.0 Especificaciones técnicas de las vías de acceso

Clasificación según la jurisdicción	Sistema vecinal
Clasificación según el servicio	CV - 3 (un carril)
IMD	< 30 vehículos/ día
Condición orográfica	Carretera tipo 3-4 zona rural
Longitud del tramo en estudio	0.27 Km
Velocidad directriz	20 - 30 kph
Pendiente máxima	3%
Pendiente máxima excepcional	12%
Ancho de plataforma	4.50 m
Ancho de calzadas	3.50 m
Bermas	0.5 m a cada lado
Inclinación transversal de bermas	4%
Cunetas	Triangulares de 0.50 m x 0.30 m
Radio mínimo	25.00 m
Raadio mínimo excepcional	10.00 m
Bombeo transversal	2%
Peralte mínimo	4%
Peralte máximo absoluto	10%
Peralte máximo normal	6 - 8%

Fuente: Expediente técnico del proyecto – Estudio de vías de acceso.

2.6.2 SEÑALIZACIÓN

Las vías de acceso cuentan con señalización tanto preventiva como informativa las cuales están detalladas en el anexo planos (plano señalización).

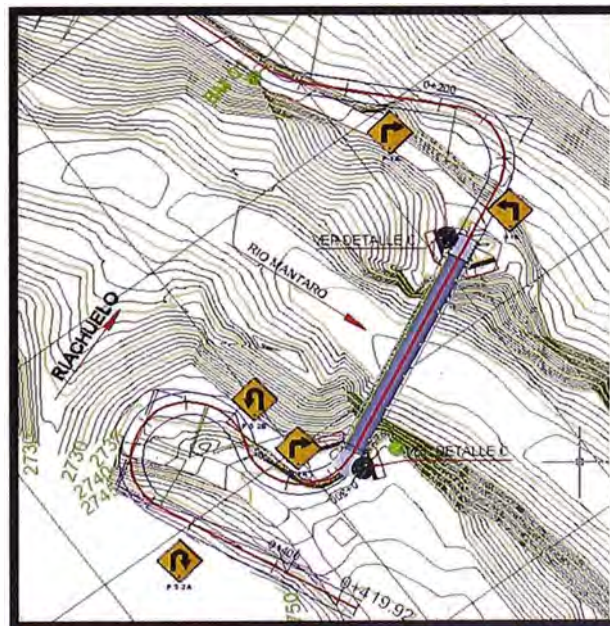


Figura N° 2.12.- Vista en planta de las señales preventivas.

CAPÍTULO III: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

3.1 TRABAJOS PRELIMINARES

3.1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

En base a los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Consorcio San Francisco realizó el replanteo general de la obra, en el que se efectuaron los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. El Consorcio instaló 02 puntos de control topográfico (uno a cada margen del río) estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas geográficas en sistema UTM con datum horizontal: WGS-84 y datum vertical: nivel medio sobre el nivel del mar.



Figura 3.1.- Trabajos de topografía en el puente San Francisco.

3.1.2 CAMPAMENTO Y OBRAS PROVISIONALES

El campamento estuvo ubicado en la plazoleta de acceso por el margen izquierdo de la localidad de Mantacra, progresiva km 0 + 040 m previa verificación del cumplimiento del plan de manejo ambiental, de salubridad, abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desagües así mismo de coordinar con las autoridades del lugar a fin de evitar conflictos con los pobladores de la zona.

En el campamento también se incluyó el depósito para el almacenamiento temporal de algunos insumos, materiales que se emplearon en la construcción

del puente y los accesos; casetas de inspección, depósitos de materiales y de herramientas, caseta de guardianía, vestuarios, servicios higiénicos, cercos, carteles, etc.

3.1.3 DESMONTAJE DE PUENTE COLGANTE PEATONAL EXISTENTE

Los trabajos de desmontaje se iniciaron una vez se culminó con el traslado de los materiales de construcción, equipos y herramientas y otros necesarios para la construcción del estribo derecho.

Además se estableció el uso de los materiales provenientes del desmontaje para la construcción de un puente peatonal provisional y de emergencia, con la finalidad de permitir el tráfico peatonal durante el periodo que dure el proceso de ejecución de obra, por lo que se recomendó coordinar las actividades de desmontaje del puente y la construcción del puente peatonal provisional.

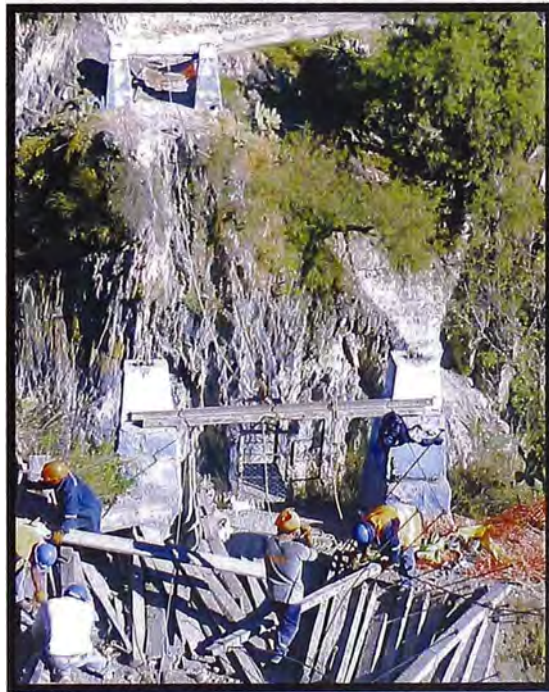


Figura N° 3.2.- Desmontaje del puente peatonal.

3.1.4 CONSTRUCCIÓN DE PUENTE PEATONAL PROVISIONAL PARA OBRA

Se ha previsto la construcción de un puente peatonal de uso provisional, el mismo que permitirá el tránsito peatonal de los pobladores de la zona así como para los trabajadores de obra.

Para la construcción del puente se empleará el material proveniente del desmontaje del puente colgante existente; cables de acero, madera de la plataforma y malla de protección. Adicionalmente se agregará madera nueva y otros materiales necesarios que permitan construir de manera provisional un puente colgante.

La ubicación del puente peatonal estará aguas arriba del puente actual, aproximadamente a 55 m y entre 2 y 3 m sobre el nivel de aguas mínimas, para lo cual, manualmente, se habilitará un acceso peatonal en el terreno natural por ambas márgenes.



Figura N° 3.3.- Puente peatonal provisional.

3.2 SUBESTRUCTURA

Los trabajos de la subestructura son los que se mencionan a continuación y cabe mencionar que estos no se realizaron simultáneamente, primero se realizaron en el estribo izquierdo y luego en el estribo derecho.

3.2.1 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS

Las excavaciones se llevaron a cabo aplicando medios apropiados elegidos por el Consorcio con el fin de remover todo tipo de material y de cualquier naturaleza para poder proceder a la construcción de las cimentaciones y elevaciones de la subestructura, según los ejes, rasantes, niveles y dimensiones indicados en los planos del proyecto (anexo), hasta llegar a una superficie firme, cuyas características mecánicas fueron verificadas por el Consorcio y aprobadas por el Supervisor. En todo momento la etapa de excavación estuvo controlada topográficamente para evitar el costo de una sobre excavación.

Además al ejecutar los trabajos de excavación o nivelación, se tuvo la precaución de no producir alteraciones en la consistencia del terreno natural de base, para ello el material extraído de la excavación antes de ser utilizado, deberá ser depositado en lugares convenientes que no comprometan la estabilidad de la excavación.



Figura N° 3.4.- Inicios de la etapa de excavación en el estribo izquierdo.

3.2.2 CONCRETO PARA NIVELACIÓN

Previamente a la ejecución de las cimentaciones, se deberá nivelar la superficie de cimentación con una capa de concreto de nivelación $e=10$ cms y así llegar de esta manera a la cota de fondo de cimentación de los estribos. Para ellos se realizó un vaciado de concreto de $f'c=100$ kg/cm² para el solado de nivelación en la cimentación de ambos estribos.

3.2.3 ENCOFRADO DE CIMENTACIÓN Y DE ESTRIBOS

Primero se realizó el encofrado de la cimentación de acuerdo a lo indicado en los planos y posteriormente el encofrado de los estribos. En todo este proceso se consideró las tuberías de drenaje.



Figura N° 3.5.- Encofrado del estribo derecho.

3.2.4 CONCRETO PARA CIMENTACIÓN Y ESTRIBOS

El procedimiento constructivo es claro: primero se realizó el vaciado de concreto para la cimentación y luego recién para el estribo. En ambos casos se empleó concreto ciclópeo $f'c = 210$ kg/cm² + 30%PG. Se realizó el vaciado de concreto de acuerdo a los diseños de mezclas presentados y se tomaron los testigos respectivos.



Figura N° 3.6.- Concreto ciclópeo para estribos.

3.2.5 CAJUELA

La cajuela al ser la parte del estribo que recibirá directamente a la estructura metálica, fue diseñada de concreto armado para la cual se empleo acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ y el concreto de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. El detalle de la distribución del acero fue tal y como se indico en el plano correspondiente (ver anexo planos: subestructura).



Figura N° 3.7.- Armadura de acero en la cajuela.

3.3 SUPERESTRUCTURA

3.3.1 ESTRUCTURA METÁLICA

La estructura metálica estará constituida por dos vigas cuyas dimensiones se muestran en la figura N° 3.8. Todos los elementos estructurales de la superestructura del puente, fueron fabricados con planchas de acero estructural de calidad ASTM A-709 Grado 50 ($f_y = 3500 \text{ kg/cm}^2$).

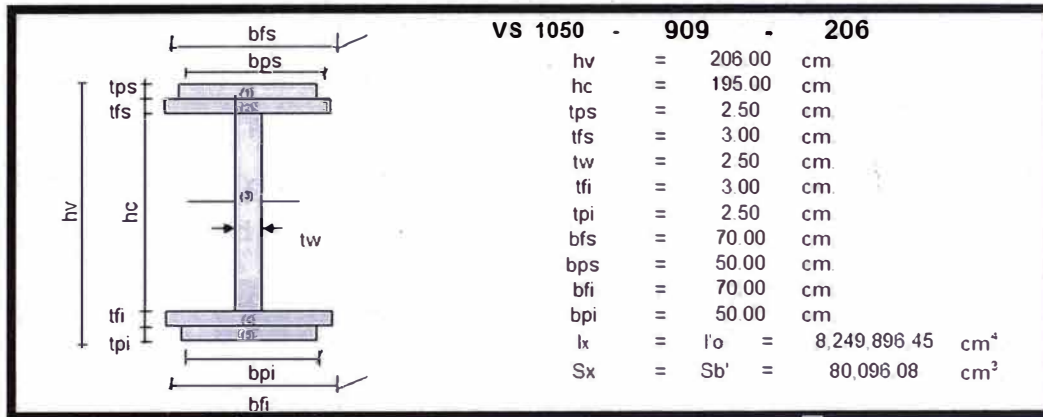


Figura N° 3.8.- Dimensiones de la viga de acero.

A) Fabricación de la estructura metálica

El armado de la estructura metálica se realizó en el taller en el cual se empezó con el corte de elementos de las planchas de acero según el dimensionamiento que se indica en el plano - superestructura (ver anexo planos).



Figura N° 3.9.- Corte de las planchas de acero.

En el proceso de la fabricación, por tratarse de un puente en el que la estructura principal está formada por vigas de planchas soldadas, el aspecto de ejecución y control de la soldadura es de singular importancia, por lo que fue ejecutado con óptima calidad y de acuerdo a las especificaciones.

Es por ello que los electrodos que fueron utilizados en la fabricación de las estructuras de acero son del tipo E7018 y fueron adquiridos en envases herméticamente sellados o en caso contrario fueron secados por lo menos dos horas en un horno a temperatura $230^{\circ}\text{C} \sim 290^{\circ}\text{C}$ antes de ser utilizados. Además los electrodos que no fueron utilizados en el lapso de 4 horas después de ser retirados de sus envases herméticamente cerrados, fueron secados nuevamente antes de ser utilizados.

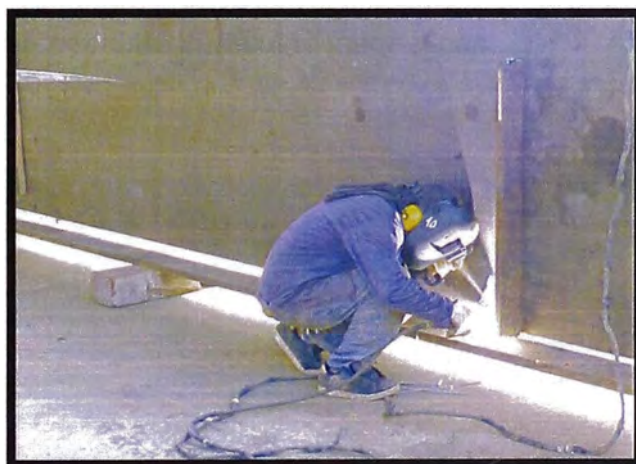


Figura N° 3.10.- Soldado de las piezas de acero.

B) Conectores de Corte.

Los conectores empleados fueron del tipo STUD, los diámetros, la distribución y la soldadura correspondiente se indican en el plano–superestructura.



Figura N° 3.11.- Conectores de acero.

C) Inspección de soldadura

La inspección de soldaduras se realizó tan pronto las mismas fueron ejecutadas. Si el control radiográfico indicó cualquier defecto o porosidad que exceda los requisitos de la Norma, se debió reparar la soldadura a costo del Consorcio.

Los criterios para el control e inspección de la soldadura fue el siguiente:

- Las juntas de soldadura a tope con penetración completa deben ser inspeccionadas con radiografía.
- Las juntas de soldadura de filete deben ser inspeccionadas mediante ultrasonido.
- Las juntas soldadas de filete y de penetración parcial pueden ser inspeccionadas mediante partículas magnéticas.



Figura N° 3.12.- Inspección de la soldadura

D) Pintura

Como acabado de la estructura metálica se realizó el pintado con pinturas de larga vida (anticorrosiva y esmalte) aplicadas en tres capas:

- La primera capa fue con una pintura monocomponente a base de "poliuretano", con propiedades anticorrosivos e inhibidoras de óxido. El espesor de esta capa fue de 3.0 - 4.0 mils
- La segunda capa fue también con una pintura monocomponente a base de "poliuretano", con propiedades anticorrosivos e inhibidoras de óxido. El espesor de esta capa fue de 3.0 – 4.0 mils.

- La tercera capa superficial (esmalte de acabado) es una pintura bicomponente de poliuretanos con propiedades de resistencia a la radiación UV, resistencia a la abrasión y corrosión, resistencia a los agentes químicos y gran retención de color y brillo. El espesor de esta capa estuvo entre 3.0 y 4.0 mils.

E) Apoyos

El tipo de dispositivo de apoyo empleado es el neopreno cuya resistencia a la compresión es mayor a 800 lbs/pulg². Los cuales fueron prefabricados de acuerdo a los detalles indicados en los planos respectivos.

Dicha fabricación será elaborada por una empresa especializada en este tipo de materiales, por lo que se le debería proporcionar los planos respectivos.

Los apoyos serán ubicados en su posición final en los estribos previamente ejecutados y después de haber transcurrido los tiempos tecnológicos necesarios para el endurecimiento del concreto empleado en los estribos. Los apoyos se fijaron a la altura de los ejes centrales de las vigas longitudinales.



Figura N° 3.13.- Apoyo de neopreno.

3.3.2 LANZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

El lanzamiento es un proceso constructivo muy particular pues varía de un puente a otro sin importar que tan semejantes sean estos, ya que el lanzamiento depende de factores tales como la orografía del lugar, vías de acceso, galibo libre, entre otros.

En el proyecto, el método empleado fue el lanzamiento por segmentos, es decir una a una se irán lanzando las partes (8 segmentos del puente) y ensamblando cada vez un segmento más. La figura N° 3.14 nos muestra una representación del lanzamiento por segmentos.

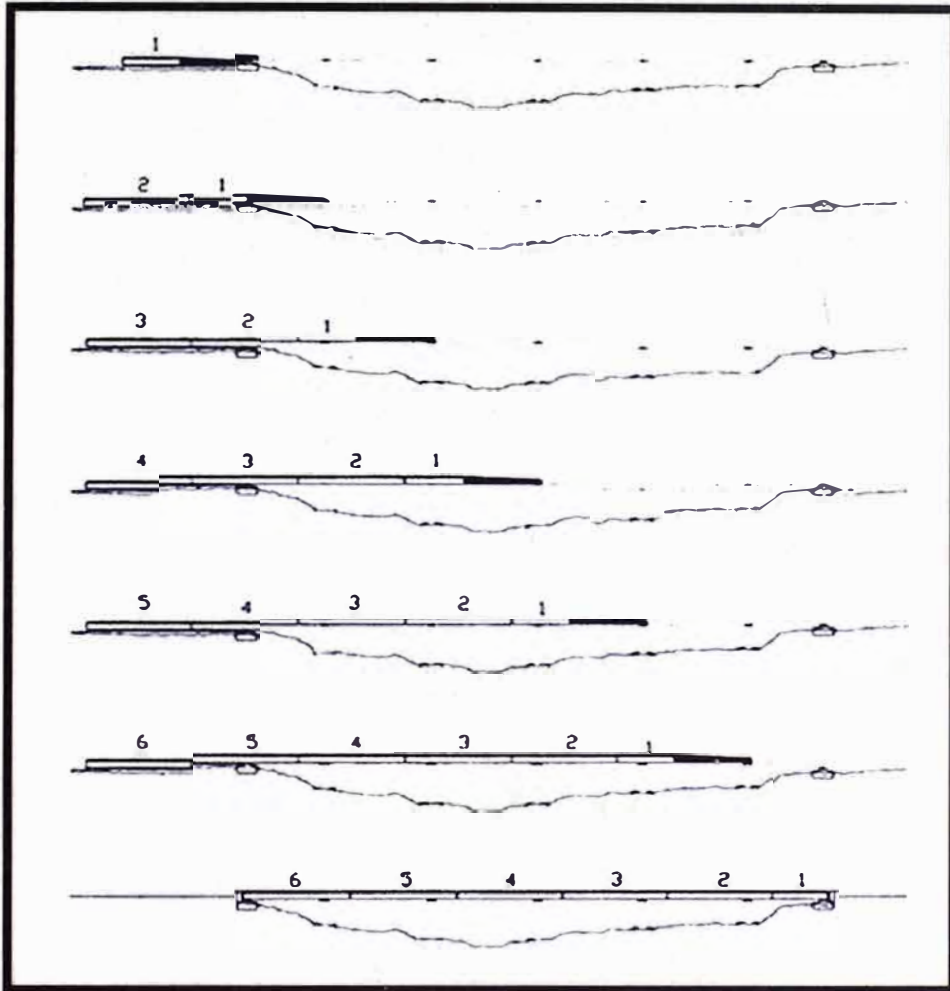


Figura N° 3.14.- Esquema ilustrativo del lanzamiento por segmentos.

A) Trabajos preliminares

Se destinó un área apropiada para preparar todo lo necesario para la identificación y ordenamiento de las secciones y elementos de la superestructura, así como los equipos, herramientas y accesorios que faciliten el ensamblaje y el montaje del puente.

El Consorcio verificó, antes del montaje de las estructuras, que todos los elementos hayan sido fabricados con todas las dimensiones y cotas exigidas en el proyecto y que los dispositivos de apoyo hayan sido colocados apropiadamente.

B) Ensamblaje de la estructura metálica

Durante el ensamblaje se verificó que las dimensiones del conjunto sean las correctas, teniendo en cuenta las tolerancias indicadas en los planos. Es muy importante la verificación dimensional de la contraflecha de cada viga durante el proceso de ensamblaje y empalme con soldadura de las secciones y elementos; por ello se elaboró una ficha técnica que registre la geometría final y por otro lado también se ejecutó los mismos ensayos de control de calidad de la soldadura en el empalme de las secciones, conforme a las especificaciones de la partida fabricación en taller.

Una vez que la estructura metálica y los elementos de arriostramiento, diafragmas, arriostres, vigas, dispositivos de apoyo y otros se encuentren en posición correcta se procederá al ajuste definitivo de los pernos de alta resistencia. Los arriostres temporales no deberán ser retirados hasta que la losa de concreto del tablero alcance la resistencia ($f'c$) especificada en el Proyecto.



Figura N° 3.15.- Ensamblaje de la estructura metálica.

C) Instalación del falso puente

El tipo de Montaje (Lanzamiento desde un extremo por segmentos), se realizará a través de cables de acero los cuales estarán anclados sobre los estribos y serán tensados con ayuda de gatas y tecles tipo tirfor.

Conforme al plan de montaje la supervisión se encargó de revisar todos los aspectos de la misma, como por ejemplo la calidad y estado de conservación de sus elementos, la correcta instalación de los mismos dentro de todo el conjunto y el equipamiento idóneo.



Figura N° 3.16.- Detalle del anclaje de los cables y del tecle tirfor.

D) Lanzamiento y montaje final de vigas metálicas

El primer segmento del puente fue empalmado sobre rodillos los cuales facilitaron el lanzamiento del puente al eliminar la fricción al desplazamiento entre la viga y los cables.



Figura N° 3.17.- Detalle del rodillo acoplado al primer segmento de lanzamiento.

En las figuras N° 3.18 hasta la figura N° 3.22 se muestra la secuencia del lanzamiento del puente hasta su ubicación final.



Figura N° 3.18.- Lanzamiento del primer segmento del puente.



Figura N° 3.19.- Vista del lanzamiento desde el estribo opuesto.



Figura N° 3.20.- Ensamblaje del siguiente segmento a ser lanzado.



Figura N° 3.21.- Vista del lanzamiento con el quinto segmento ya acoplado.



Figura N° 3.22.- Vistas de la estructura metálica ya emplazada.

3.3.3 TABLERO

Ya ubicada la estructura metálica se inició con los trabajos del tablero donde cabe mencionar los aspectos más importantes:

A) Encofrado para tablero

Durante la etapa de encofrado del tablero, se ejecuto paralelamente la colocación de los tubos de drenaje en su posición inicial como se indica en los planos. Teniendo especial cuidado en no dejar espacio entre los tubos de drenaje y el encofrado para evitar posibles fugas de concreto durante el vaciado del mismo.



Figura N°3.23.- Vista inferior del encofrado para el tablero.

B) Acero de refuerzo

El acero empleado para esta etapa tuvo un esfuerzo a la fluencia de $f_y = 4200$ kg/cm² el cual fue distribuido tal como se indican en los planos.



Figura N°3.24.- Acero de refuerzo en el tablero.

C) Concreto para tablero

Para cumplir con las requerimientos de diseño se empleo concreto de $f'_c = 280$ kg/cm² el cual fue vaciado tal como lo muestra la figura N° 3.25.

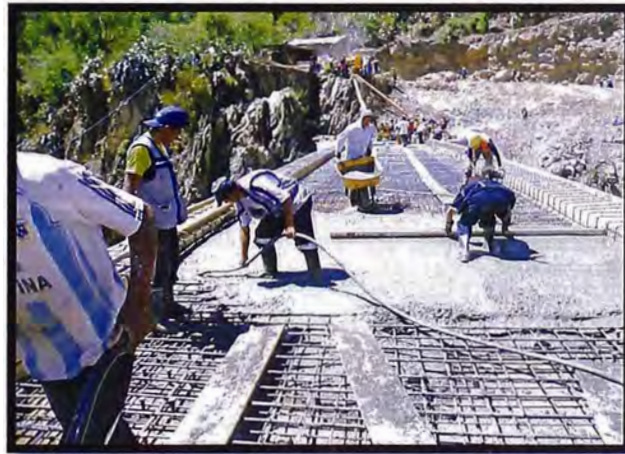


Figura N° 3.25.- Vaciado de concreto para el tablero.

3.3.4 BARANDA METÁLICAS

Se empleo tubería metálica de 3" de diámetro los cuales fueron colocados según lo indicado en los planos colocándose junto al acero de refuerzo antes del proceso de vaciado de concreto de veredas. El acabado fue con pintura anticorrosiva y pintura para tráfico.



Figura N° 3.26.- Pintado de las barandas metálicas.

3.4 VÍAS DE ACCESO Y ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

3.4.1 VÍAS DE ACCESO

Las vías de acceso se realizaron conforme a lo estipulado en el Estudio Técnico, lo que cabe resaltar en este proceso constructivo es la utilización del material de las excavaciones como material de relleno calificado.



Figura N° 3.27.- Trabajos iniciales de las vías de acceso.

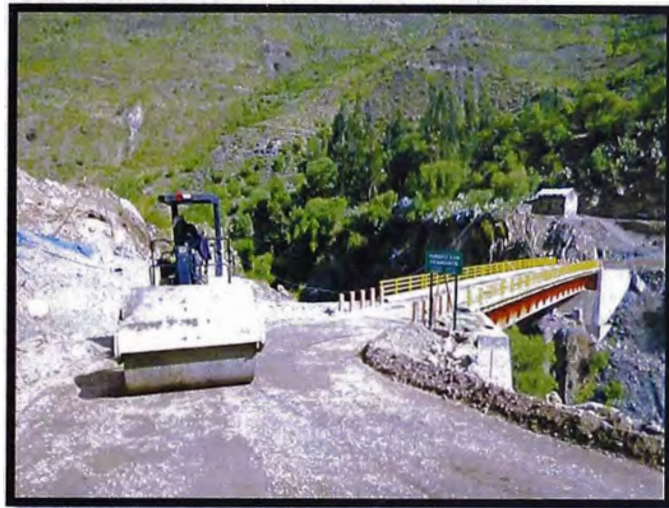


Figura N° 3.28.- Trabajos finales del afirmado.

3.4.2 LOSAS DE APROXIMACIÓN

El proyecto contempló también la construcción de losas de aproximación tanto en el margen izquierdo como en el margen derecho. En ambos casos la longitud de las losas de aproximación fue de 5.00 m un ancho de 4.70 m con un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3.4.3 POSTES DELINEADORES

Para el proyecto también estuvo prevista la implementación de postes de concreto armado de diámetro 25 cm y 0.80 m de altura, los mismos que se colocaron en la losa de aproximación en una cantidad de 05 unidades de cada lado. La calidad de concreto empleado en la fabricación fue de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Este trabajo se ejecuto paralelamente al vaciado de la losa de aproximación. El acabado final de estos postes es con pintura de trafico de color blanco con franjas de lamina retroreflectiva de color.

3.4.4 SEÑALIZACIÓN

Tanto en el tramo inicial de los accesos como en el mismo puente se ubicó señalización vertical permanente de tránsito (señales preventivas e informativas). La figura N° 3.30 nos muestra el proyecto puente San Francisco ya concluido.

3.5 IMPACTO AMBIENTAL

Como toda obra influye en el medio ambiente es obligación cumplir con el estudio de impacto ambiental tanto al inicio, durante y al final del proceso de la obra; por ello al término del emplazamiento del puente se realizaron las siguientes acciones: restauración de canteras y reforestación de zonas de acceso al puente vehicular



Figura N° 3.29.- Sembrío de pasto natural y plantones en los taludes de la carretera de acceso próximo al puente vehicular.



Figura N° 3.30.- Obra puente San Francisco finalizada.

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

En este capítulo se evaluará el impacto ambiental como consecuencia de los estudios de ingeniería realizados para los trabajos del proyecto puente San Francisco tramo Mantacra - José Carlos Mariátegui en Huancavelica.

La magnitud de los impactos depende de la naturaleza de las obras que se realizan. Se tendrá que analizar los efectos nocivos, así como las medidas a tomar para minimizar los daños que se pueda causar al medio ambiente.

Los proyectos de carreteras son generalmente ejecutados con el objeto de mejorar la calidad de vida (social y económica) de la población; pero esto debe ir de la mano con un plan sostenible: es decir minimizar los impactos negativos generados y potenciar los impactos positivos. Dentro de los impactos cualitativos negativos se destacan la alteración del paisaje por la ocupación de la vía y la modificación del relieve, tanto por las excavaciones en desmontes y terraplenes como por la localización de zonas de préstamos y vertidos, aunque pueden llegar a convertirse en Impactos cuantitativos sino son debidamente corregidos. También se generarán impactos positivos como: incremento del turismo, accesibilidad, integración entre otros.

4.1 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Los objetivos principales son:

- Identificar y evaluar los impactos ambientales y sociales que se producen en las diferentes etapas de ejecución del proyecto y establecer medidas que mitiguen el efecto (impactos negativos) que causan sobre la ecología.
- Identificar y evaluar los pasivos ambientales críticos y plantear medidas de mitigación correspondientes; así como estimar los respectivos costos
- Cumplir el plan de manejo socio ambiental que contenga las medidas de manejo ambiental para mitigar los impactos negativos directos e indirectos.

4.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

4.2.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO

El área de influencia ambiental del proyecto ha sido delimitada basándose en criterios geográficos espaciales y social demográficos; restringidos en aproximadamente 100 metros de ancho; 50 metros a cada lado del eje vial (considerando los accesos y el puente) considerando principalmente los aspectos físicos, tales como drenaje y topografía. Asimismo, se incluye los lugares destinados a campamentos, patio de máquinas, taller, así como centros poblados que van a ser afectados durante la ejecución de las obras.

4.2.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA DEL PROYECTO

Esta área de influencia está determinada principalmente por límites geográficos como el área de cuenca y caminos de herradura por donde discurren los pobladores de los diferentes centros poblados.

4.2.3 PARTICIPACIÓN CIUDADANA

La participación ciudadana es imprescindible para un buen Estudio de Impacto Ambiental, a través de la participación ciudadana se busca obtener las opiniones de la ciudadanía (especialmente de la comunidad local más directamente afectada) respecto al proyecto y sus repercusiones económicas, sociales y ambientales.

4.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para la evaluación de los Impactos Ambientales potenciales del proyecto se ha utilizado el método matricial, el cual es un método bidimensional que determina como influyen las acciones del proyecto en los componentes ambientales.

A continuación se muestran los impactos de acuerdo a su magnitud, tendencia, y mitigabilidad del efecto según las acciones y fases del proyecto.

Cuadro N° 4.1.- Matriz de evaluación de impactos ambientales potenciales-resumen.

Matriz de Interacción Causa-Efecto		VARIABLES AMBIENTALES POTENCIALES AFECTABLES													
		MEDIO FÍSICO					MEDIO BIOLÓGICO		MEDIO SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL						
		Agua	Aire	Suelo	Relieve	Paisaje	Flora	Fauna	Tránsito Vial	Empleo	Salud y Seguridad	Economía			
ACTIVIDADES CON POTENCIAL DE CAUSAR IMPACTOS AMBIENTALES	TRABAJOS PRELIMINARES														
	Movilización y Desmovilización de Equipos		-B					-B		+B	-B	+B			
	Cartel de Obra							-B		+B	-B	+B			
	Topografía y Georeferenciación							-B		+B	-B	+B			
	Campamentos y Obras Provisionales			-M		-B	-B	-B		+B	-B	+M			
	ESTRIBO IZQUIERDO Y ESTRIBO DERECHO														
	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Excavación para estructuras en material común en seco		-M	-M	-A	-M	-M	-M		+M	-M	+M		
		Excavación para estructuras en material común bajo agua	-M	-M	-M	-A	-M	-M	-M		+M	-M	+M		
		Relleno para estructuras con material propio		-M	-M	-A	-M	-M	-M		+M	-M	+M		
		Transporte de material excedente		-M	-M	-A	-M	-M	-M		+M	-M	+M		
	CONCRETO SIMPLE Y ARMADO	Concreto de nivelación	-M	-B	-B	-B	-B		-B		+M	-M	+M		
		Encofrado cara no vista en seco									+M	-B	+B		
		Encofrado cara vista en seco									+M	-B	+B		
		Concreto f'c = 210 Kg/cm2. en Seco									+M	-B	+B		
		Acero de refuerzo fv = 4200 kg/cm2									+M	-B	+B		
	SUPERESTRUCTURA METALICA RETICULADA														
	ESTRUCTURA METALICA	Fabricación									+B	-B	+B		
		Pintura		-A					-B	-B	+B	-B	+B		
		Transporte									+B	-B	+B		
		Ensamblaje y Montaje			-B	-B					+B	-B	+B		
	TABLERO	Encofrado cara vista en losa									+M	-B	+B		
		Concreto f'c = 280 Kg/cm2.	-B	-B	-B				-B	-B	+M	-B	+B		
		Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2									+M	-B	+B		

Leyenda		
Significancia Ambiental	Impactos	
	Positivo	Negativos
Alta	+A	-A
Moderada	+M	-M
Baja	+B	-B

Fuente: Expediente técnico – Estudio de Impacto Ambiental.

Cuadro N° 4.2.- Matriz de evaluación de impactos ambientales potenciales-resumen (continuación).

Matriz de Interacción Causa-Efecto		VARIABLES AMBIENTALES POTENCIALES AFECTABLES										
		MEDIO FÍSICO					MEDIO BIOLÓGICO		MEDIO SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL			
		Agua	Aire	Suelo	Relieve	Paisaje	Flora	Fauna	Tránsito Vial	Empleo	Salud y Seguridad	Economía
ACTIVIDADES CON POTENCIAL DE CAUSAR IMPACTOS AMBIENTALES	LOSA DE APROXIMACION											
	LOSA DE APROXIMACION											
	Encofrado Cara no Vista									+M	-B	+B
	Concreto f'c = 210 Kg/cm2.	-B	-B	-B			-B	-B		+M	-B	+B
	Acero de Refuerzo fy = 4200 kg/cm2									+M	-B	+B
	VARIOS											
	VARIOS											
	Juntas de dilatación									+M	-B	+B
	Apoyo móvil y fijo									+M	-B	+B
	Baranda metálica en puente y zona de aproximación					-B				+M	-B	+B
	Tubos de drenaje									+M	-B	+B
	Cartel informativo de puente					-B				+M	-B	+B
	IMPACTO AMBIENTAL											
IMPACTO AMBIENTAL												
Gestión social en manejo ambiental									+M	-B	+B	
Restauración de canchales, campamentos y zonas afectadas			+M	+M	+A				+M	-B	+B	
Reforestación de zonas afectadas			+M	+M	+A				+M	-B	+B	

Leyenda		
Significancia Ambiental	Impactos	
	Positivo	Negativos
Alta	+A	-A
Moderada	+M	-M
Baja	+B	-B

Fuente: Expediente técnico – Estudio de Impacto Ambiental.

Cuadro N° 4.3.- Matriz de evaluación de impactos ambientales potenciales.

AMBIENTE	AMBIENTALES	CAUSANTES	OCURRENCIA	IMPACTO	NIVEL	INFLUENCIA	DURACION	OCURRENCIA	RESULTADO
ETAPA AMBIENTAL									
AIRE	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	Trabajos Preliminares	En el área asignada para el campamento y patio de maquinas	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Movimiento de Tierras	Durante la ejecucion de cortes de terreno y su movimiento	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Obras de Concreto	Durante el manipuleo y preparado de concreto con cemento	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Superestructura Metalica	Durante el desarenado y pintado de la estructura metalica	Negativo	Alto	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Varios							
SUELO	Alteracion de la estructura del suelo por efecto de corte y compactación	Trabajos Preliminares	En el área asignada para el campamento y patio de maquinas	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Movimiento de Tierras	Durante la ejecucion de cortes de terreno y su movimiento	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Obras de Concreto	Durante el manipuleo y preparado de concreto con cemento	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Superestructura Metalica							
		Varios							
PAISAJE	Alteración del paisaje local	Trabajos Preliminares	En el área asignada para el campamento y patio de maquinas	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Movimiento de Tierras	Durante la ejecucion de cortes de terreno y su movimiento	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Obras de Concreto	Durante el preparado y manipuleo de la mezcla de concreto	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Superestructura Metalica	Permanente con la culminación de la infraestructura	Negativo	Bajo	Puntual	Larga	Inevitable	
		Varios							
FLORA	Alteración de la cobertura vegetal del lugar	Trabajos Preliminares	En el área asignada para el campamento y patio de maquinas	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Movimiento de Tierras	Durante la ejecucion de cortes de terreno y su movimiento	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Obras de Concreto	Durante el manipuleo y preparado de concreto con cemento	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Superestructura Metalica	Durante el montaje y lanzamiento del puente						
		Varios							
FAUNA	Perturbación de la fauna local	Trabajos Preliminares	En el área asignada para el campamento y patio de maquinas	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Movimiento de Tierras	Durante la ejecucion de cortes de terreno y su movimiento	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Obras de Concreto	Durante el manipuleo y preparado de concreto con cemento	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Superestructura Metalica							
		Varios							
EMPLEO	Generación de empleo	Trabajos Preliminares	En el área asignada para el campamento y patio de maquinas	Positivo	Bajo	Local	Corta	Inevitable	
		Movimiento de Tierras	Durante la ejecucion de cortes de terreno y su movimiento	Positivo	Bajo	Local	Corta	Inevitable	
		Obras de Concreto	Durante el preparado del concreto	Positivo	Bajo	Local	Corta	Inevitable	
		Superestructura Metalica	Durante el montaje y lanzamiento del puente	Positivo	Bajo	Local	Corta	Inevitable	
		Varios	Durante la ejecución de las diferentes partidas programadas	Positivo	Bajo	Local	Corta	Inevitable	
SALUD Y SEGURIDAD	Riesgo de afecciones respiratorias en el personal de obra.	Trabajos Preliminares	En el área asignada para el campamento y patio de maquinas	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Movimiento de Tierras	Durante la ejecucion de cortes de terreno y su movimiento	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Obras de Concreto	Durante el preparado del concreto	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Superestructura Metalica	Durante la fabricación, montaje y lanzamiento de la estructura	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable
		Varios	Durante la ejecución de las diferentes partidas programadas	Negativo	Bajo	Puntual	Corta	Inevitable	Mitigable

Fuente: Expediente técnico – Estudio de Impacto Ambiental.

Cuadro N° 4.4.- Matriz de resumen de prevención y/o mitigación de impactos ambientales potenciales.

ELEMENTOS AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
ACTIVIDADES PROGRAMADAS PARA LA EJECUCION DE OBRA					
AIRE	Alteración de la calidad del aire	Trabajos Preliminares	Toda actividad que altere la calidad del aire debera controlarse tomando acciones de humedecimiento de terreno y evitar la emision de particulas durante el movimiento de tierras y acciones de control de emision de gases de la maquinaria y vehiculos tanto en el patio de maquinas como durante la obra. Asi mismo se debera tomar precauciones para evitar la contaminacion del medio ambiente durante la preparación del concreto.	En todo el espacio asignado para realizar los trabajos de construcción de la obra.	El Contratista o Ejecutor
		Movimiento de Tierras			
		Obras de Concreto			
		Superestructura Metalica			
	Varios				
SUELO	Alteracion de la estructura del suelo por efecto de corte y compactación	Trabajos Preliminares	Evitar cortes excesivos de terreno y cumplir con lo indicado en los planos de obra, evitando realizar labores innecesarios que comprometan la estructura natural del terreno. Tomar precauciones para evitar el derrame de concreto.	En todo el espacio asignado para realizar los trabajos de construcción de la obra.	El Contratista o Ejecutor
		Movimiento de Tierras			
		Obras de Concreto			
		Superestructura Metalica			
	Varios				
PAISAJE	Alteración del paisaje local	Trabajos Preliminares	Todas las actividades que afecten el paisaje, deberá ceñirse al área o espacio requerido para cumplir la actividad indicada, debiendo evitar cortes excesivos de terreno, debiendose corregir este impacto al término del proceso constructivo de la obra.	En todo el espacio asignado para realizar los trabajos de construcción de la obra.	El Contratista o Ejecutor
		Movimiento de Tierras			
		Obras de Concreto			
		Superestructura Metalica			
	Varios				
FLORA	Alteración de la cobertura vegetal del lugar	Trabajos Preliminares	Control de movimiento de tierras, evitar excesos, por consiguiente control de vegetación mas alla del área indicada en el proyecto, debiendose corregir este impacto al término del proceso constructivo de la obra.	En todo el espacio asignado para realizar los trabajos de construcción de la obra.	El Contratista o Ejecutor
		Movimiento de Tierras			
		Obras de Concreto			
		Superestructura Metalica			
	Varios				
FAUNA	Perturbacion de la fauna local	Trabajos Preliminares	Prohibir al personal que realice acciones de caza y controlar que todas las actividades se realicen unicamente en las áreas o espacios indicados en los planos y que el desplazamiento de maquinarias sea, en lo posible, el mínimo requerido para cumplir cada una de las tareas indicadas.	En todo el espacio asignado para realizar los trabajos de construcción de la obra.	El Contratista o Ejecutor
		Movimiento de Tierras			
		Obras de Concreto			
		Superestructura Metalica			
	Varios				
EMPLEO	Generación de empleo	Trabajos Preliminares	Priorizar la mano de obra no calificada del lugar.	En la ejecución de todos los trabajos	El Contratista o Ejecutor
		Movimiento de Tierras			
		Obras de Concreto			
		Superestructura Metalica			
	Varios				
SALUD Y SEGURIDAD	Riesgo de afecciones respiratorias en el personal de obra.	Trabajos Preliminares	Colocar señalización adecuada en las áreas de trabajo, y proporcionar el correspondiente equipo de proteccion (mascarillas, guantes y botas) principalmente al personal asignado a estas labores.	En todo el espacio asignado para realizar los trabajos de construcción de la obra.	El Contratista o Ejecutor
		Movimiento de Tierras			
		Obras de Concreto			
		Superestructura Metalica			
	Varios				

Fuente: Expediente técnico – Estudio de Impacto Ambiental.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Cuando se planifica la construcción de un puente, se debe encontrar la manera más viable de erigir la estructura de manera segura y económica. Encontrar una solución óptima se basa en la comparación de las técnicas alternativas de construir un puente, junto con los diferentes medios, métodos empleados y sus repercusiones en la programación y el presupuesto. En el análisis de estos métodos siempre se tiene que considerar el puente mismo, así como las características del lugar en el cual se emplazará.
- En cuanto al estudio geotécnico se obtuvo buenos resultados pues en ambos márgenes del río Mantaro se encontró macizo rocoso para la cimentación, en el margen derecho a 0.20 m y en el margen izquierdo a 1.40 m de profundidad.
- Una de las causas más frecuentes de falla en los puentes es la socavación, en este sentido la ubicación de la cimentación del puente San Francisco es favorable pues su ubicación está por encima de las cotas probables que pueda alcanzar el río en las épocas de máximas avenidas.
- Otro punto importante es definir oportunamente los accesos a la obra. En el proyecto puente San Francisco predominó, sobre el criterio de los accesos, el criterio de la ubicación de los cimientos pues es en términos económicos mucho más conveniente y más seguro colocar los cimientos en un lugar donde se evite la socavación.
- Se llevo a cabo el plan de prevención y mitigación de impactos ambientales potenciales. Este es un punto muy importante ya que las obras de ingeniería no solo deben buscar resolver la problemática planteada sino que deben resolverlo de forma tal que no afecte el medio ambiente.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se debe llevar un estricto control de los materiales empleados y del proceso constructivo empleado. El factor más importante, el acero, deberá cumplir todos los requisitos planteados en el expediente técnico y se deberá tener cuidado en toda la etapa de fabricación y ensamblaje.
- Un cuidado especial se deberá tomar con la soldadura pues por tratarse de una estructura de vigas de planchas soldadas es de vital importancia. Es por ello que se debe llevar una rigurosa inspección de las soldaduras apoyándose para ello con pruebas como las radiografías o ultrasonidos.
- El gobierno regional y/o la autoridad encargada deberá velar por el mantenimiento periódico del puente asegurando así el periodo de diseño del mismo.
- Se recomienda en un futuro cambiar el afirmado de las vías de acceso por un asfaltado ya que por condiciones climáticas son normales las precipitaciones en la ubicación del proyecto. Las precipitaciones dañarán con el tiempo el afirmado trayendo consigo problemas a la estructura del puente, ya previendo eso se construyeron las losas de aproximación.

BIBLIOGRAFÍA

- Mathivat, J. "Construcción de puentes de hormigón pretensado por voladizos sucesivos". Editores técnicos Asociados S.A. Barcelona, España.
1980
- Olarte Aguilar, P. "Proceso constructivo del puente Teresa-valle del río Apurímac". Tesis para optar el título profesional FIC-UNI. Lima, Perú.
2003
- Vivanco Torres, M. "Proceso constructivo y programación de un puente postensado de 38 metros de luz de cálculo, doble vía y para sobrecarga móvil HS-20". Tesis para optar el título profesional FIC-UNI.
2005
- Tovar Landeo, J. "Proceso constructivo del puente Tocón y accesos". Tesis para optar el título profesional FIC-UNI. Lima, Perú.
2009

ANEXOS

Anexo N° 01: Determinación de la socavación.....	70
Anexo N° 02: Planos de diseño	72

ANEXO N° 01: DETERMINACIÓN DE LA SOCAVACIÓN

De acuerdo a las observaciones en campo y al posterior estudio del lecho de río se encontró que el fondo del cauce es relativamente estable, en donde se observa presencia de material granular con bolonería de piedra de dimensiones considerables (0.20 a 1.00 m de diámetro aproximado), los mismos que le dan la relativa estabilidad del lecho de río.

Para efectos del cálculo de la socavación general se utilizó varios métodos comúnmente usados en el dimensionamiento de puentes, asumiendo las características hidráulicas en función de las curvas de calibración de los ríos y las características granulométricas del material que conforma el lecho del río.

Calculo de la socavación general en el eje del río Mantaro (método de Blench)

D arena (mm) 25.4 asumido

CAUDAL (m ³ /s)	PERIODO DE RETORNO	CAUDAL (p ³ /s)	ANCHO SUPERIOR (m)	ANCHO SUPERIOR (Pies)	q _s (pies ³ /segpie)	Fbo	dzo (pies)	dzo (m)	d (m)	Zg (m)
840	25	29,642	29.310	96.14	308.33	8.87	22.05	6.72	5.97	0.75
945	50	33,347	29.690	97.38	342.43	8.87	23.64	7.21	6.63	0.58
1,049	100	37,017	30.110	98.76	374.81	8.87	25.11	7.65	7.26	0.40
1,152	200	40,651	30.460	99.91	406.88	8.87	26.53	8.09	7.88	0.21
1,186	250	41,840	30.580	100.30	417.14	8.87	26.97	8.22	8.08	0.14

Fuente: Expediente técnico del proyecto – Estudio de hidrología e hidráulica.

Calculo de la socavación general en el río Mantaro (método de Lischvan-Lebediev)

Coef. Rugosidad (n)	0.032	Diámetro medio (mm)	25.40
Pendiente del río (S)	0.00405	Coefficiente (a)	1.989
Coef.contraccion (u)	1.00	x	0.3
		1/(1+x)	0.77

CAUDAL (m ³ /s)	PERIODO DE RETORNO (años)	Beta	Ho (m)	Hs (m)	SOCAVACION GENERAL (m) Zg
840	25	0.93	5.97	11.93	5.96
945	50	0.96	6.63	13.32	6.69
1,049	100	0.99	7.26	14.62	7.36
1,152	200	1.02	7.88	15.88	8.00
1,186	250	1.03	8.08	16.28	8.20

Fuente: Expediente técnico del proyecto – Estudio de hidrología e hidráulica.

Calculo de la socavación general en el río Mantaro-Estribos

Método de Lischtván-Lebediev

Coef. Rugosidad (n) 0.032
 Pendiente del río (S) 0.004056
 Coef. contracción (u) 1.00

Diámetro medio (r) 25.40
 Coeficiente (a) 1.99
 x 0.30
 $1/(1+x)$ 0.77

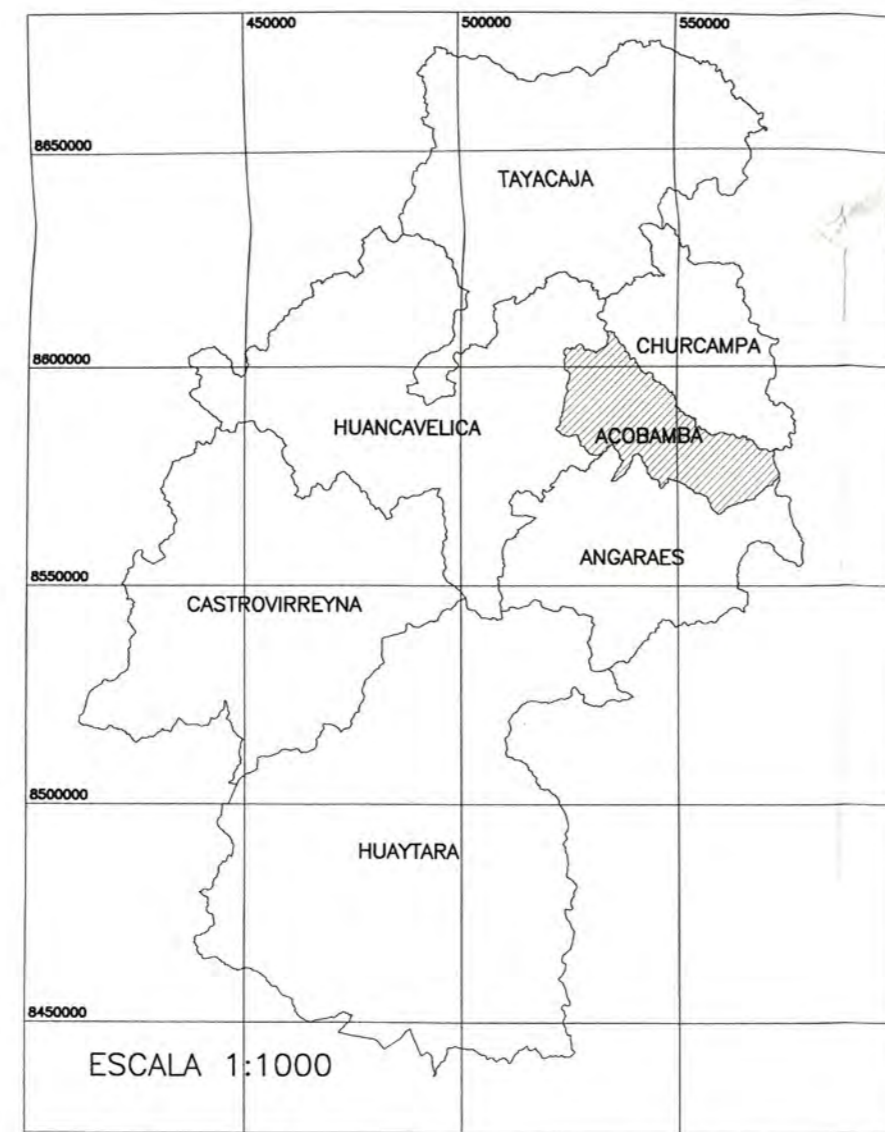
CAUDAL (m ³ /s)	PERIODO DE RETORNO (años)	Beta	Ho (m)	Hs (m)	SOCAVACION GENERAL (m) Zg
840	25	0.93	1.250	1.60	0.35
945	50	0.96	1.500	1.98	0.48
1,049	100	0.99	1.700	2.27	0.57
1,152	200	1.02	1.800	2.39	0.59
1,186	250	1.03	2.000	2.72	0.72

Fuente: Expediente técnico del proyecto – Estudio de hidrología e hidráulica.

ANEXO N° 02: PLANOS DE DISEÑO

LOCALIZACION DEPARTAMENTAL

LOCALIZACION PROVINCIAL



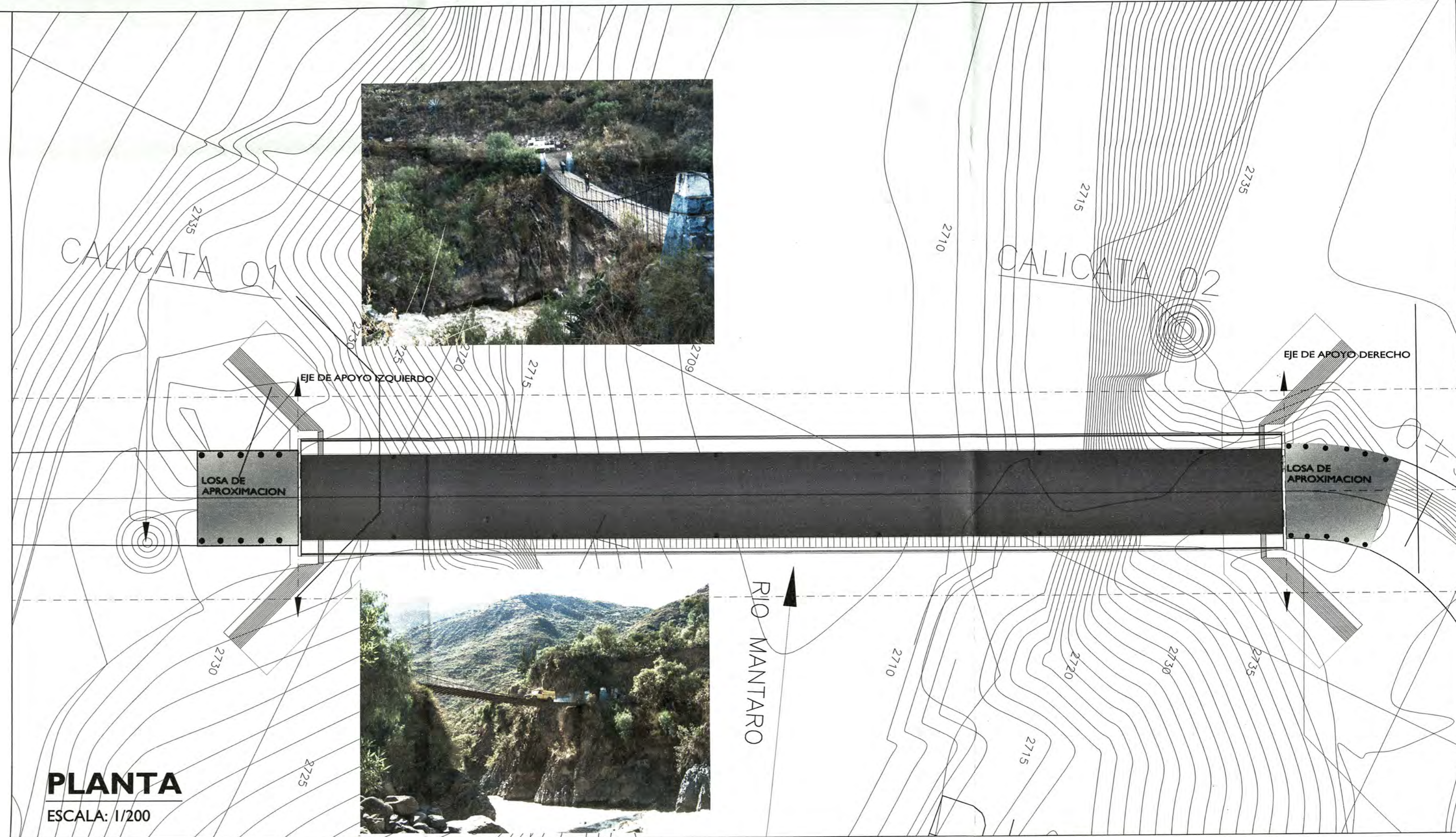
LOCALIZACION DISTRITAL

LEYENDA

- Limite Distrital
- Carreteras
- Curvas de Nivel Dist. Acoria
- Curvas de Nivel Hvca
- Rios



LOCALIZACIÓN
ESC: 1/2000



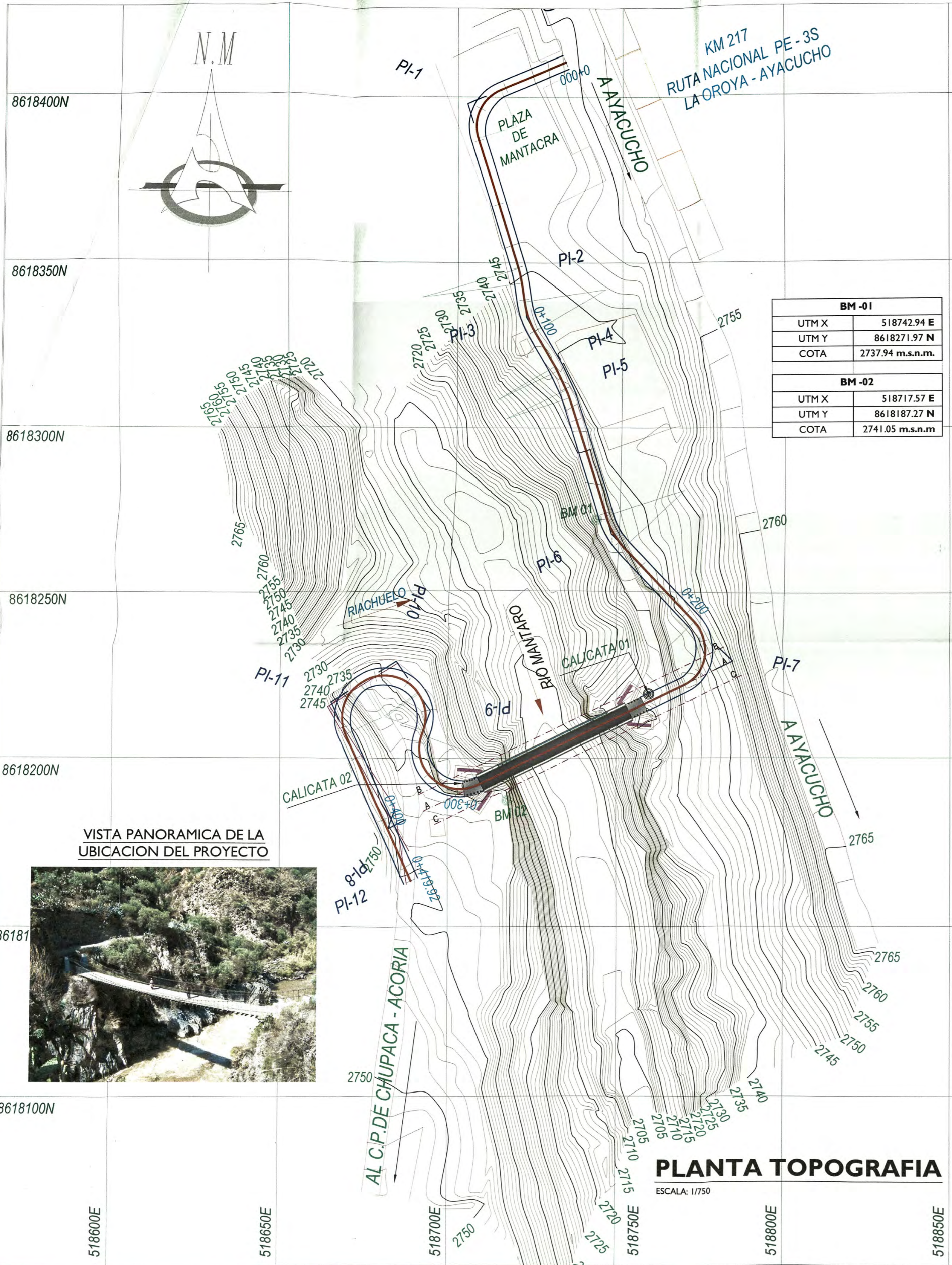
PLANTA
ESCALA: 1/200



PUENTE 3D
S/E

RELACION DE PLANOS

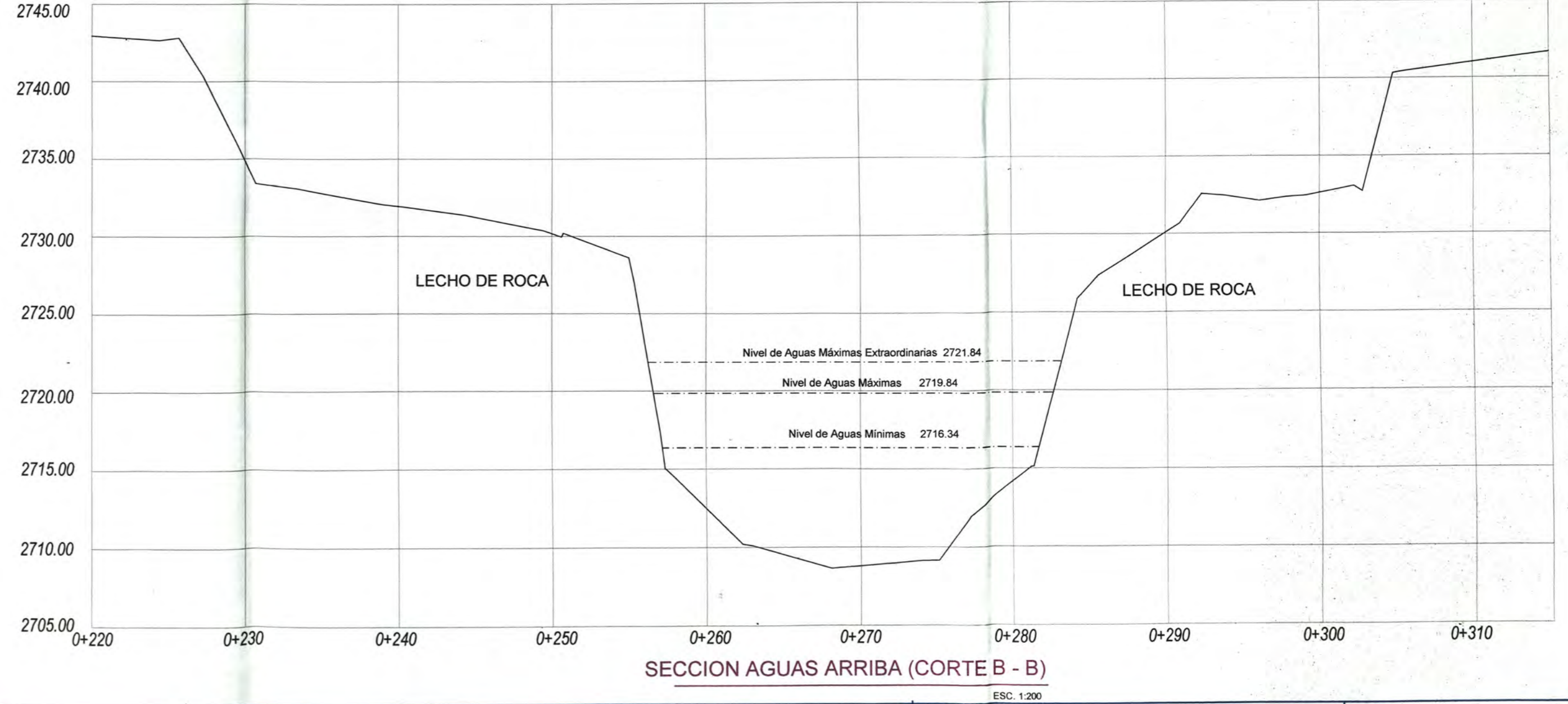
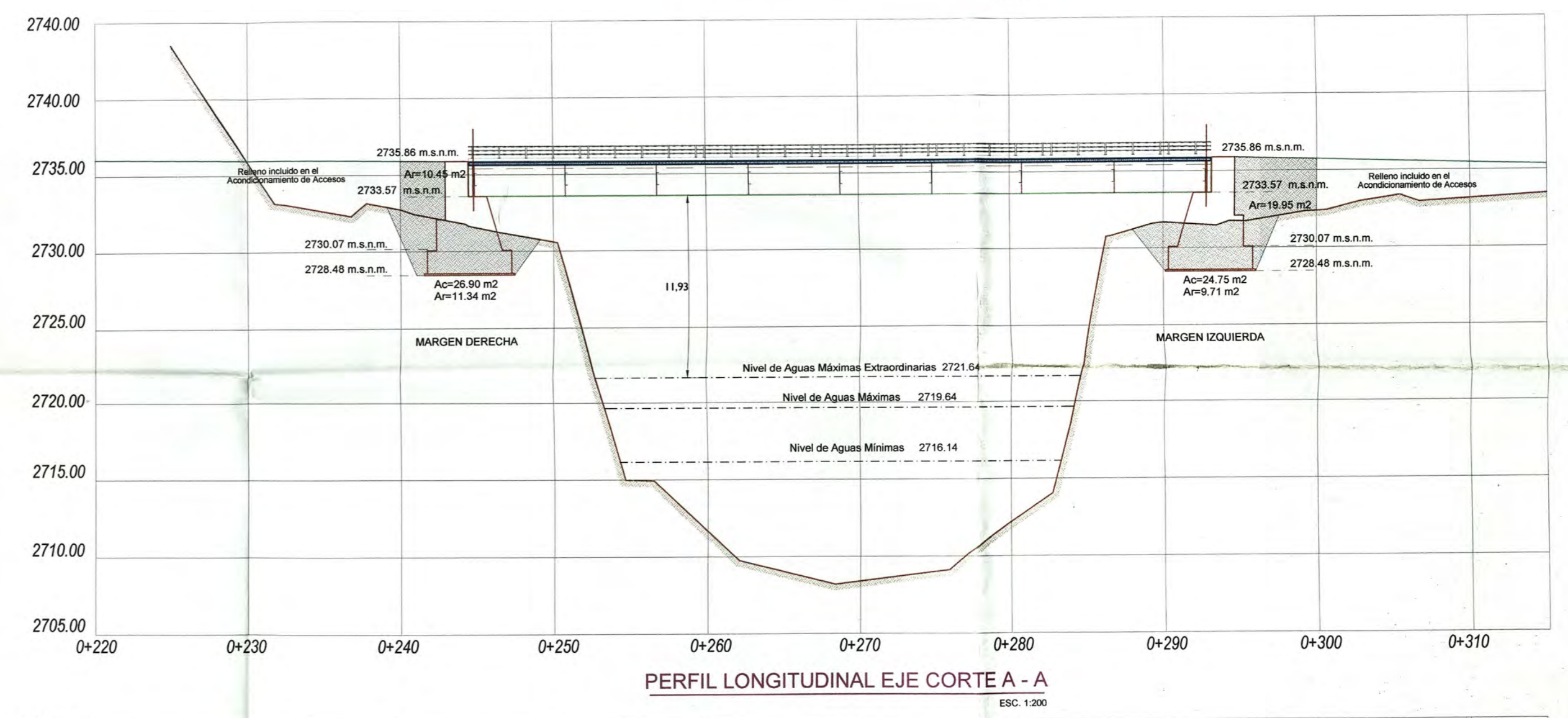
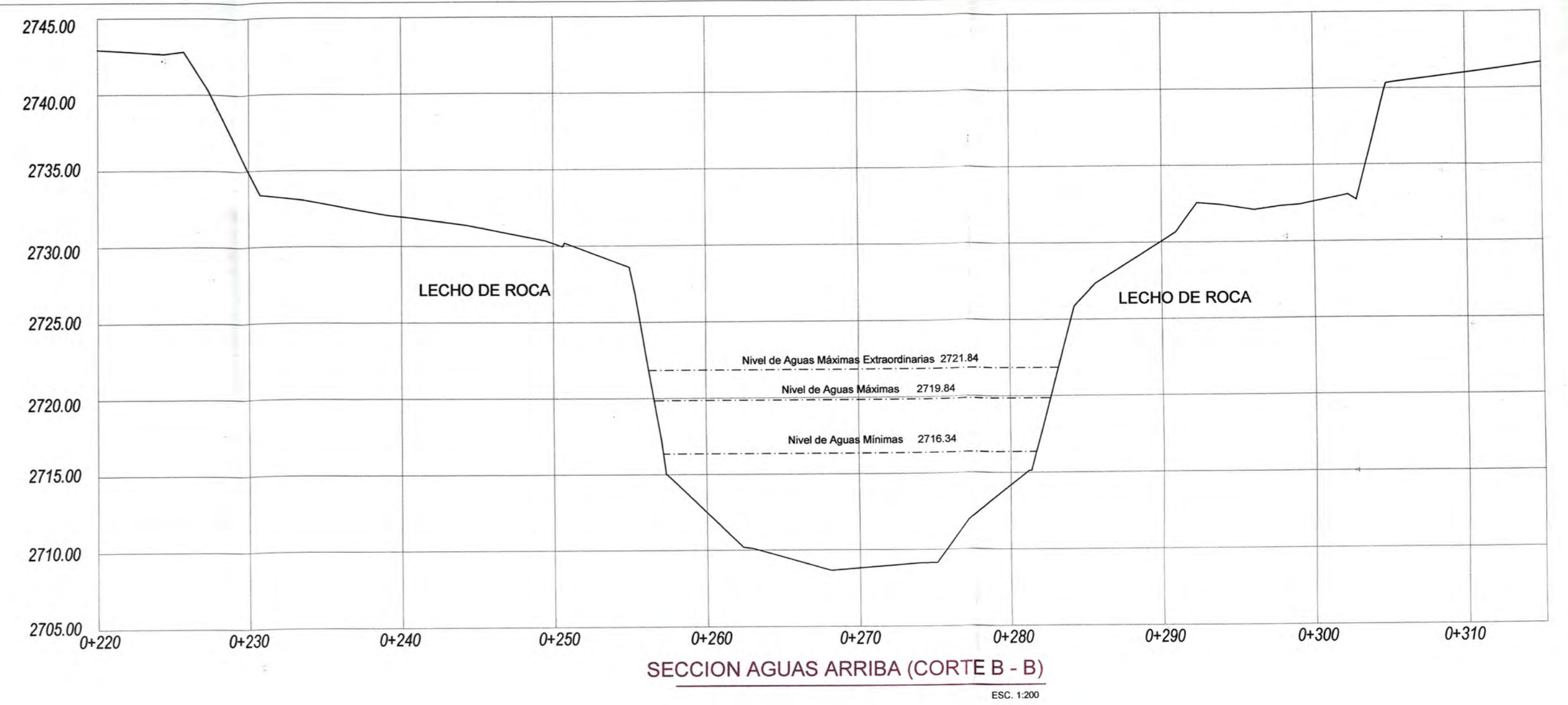
LAMINA	CODIGO
PLANTA Y TOPOGRAFIA	
UBICACION, LOCALIZACION Y RELACION DE PLANOS	UL-RP-01
PLANTA TOPOGRAFICA - CORTES	SF-PT-01
PERFIL LONGITUDINAL - SECCIONES	SF-PT-02
PUENTE SECCION COMPUESTA (VIGAS MET. Y TABLERO DE C'A) - SUPERESTRUCTURA	
SUPERESTRUCTURA (VIGA METALICA Y TABLERO DE RODAMIENTO)	LL-SPE-01
ESTRIBO - SUBESTRUCTURA	
ESTRIBO PLANTA - DETALLE DE APOYO	SF-SBE-01
CORTES - DETALLE DE REFUERZO EN ESTRIBOS	SF-SBE-02
LOSA DE APROXIMACION Y SEÑALIZACION	
LOSA DE APROXIMACION - DRENAJE EN ESTRIBOS	SF-LA-01
SEÑALIZACION	SF-S-01

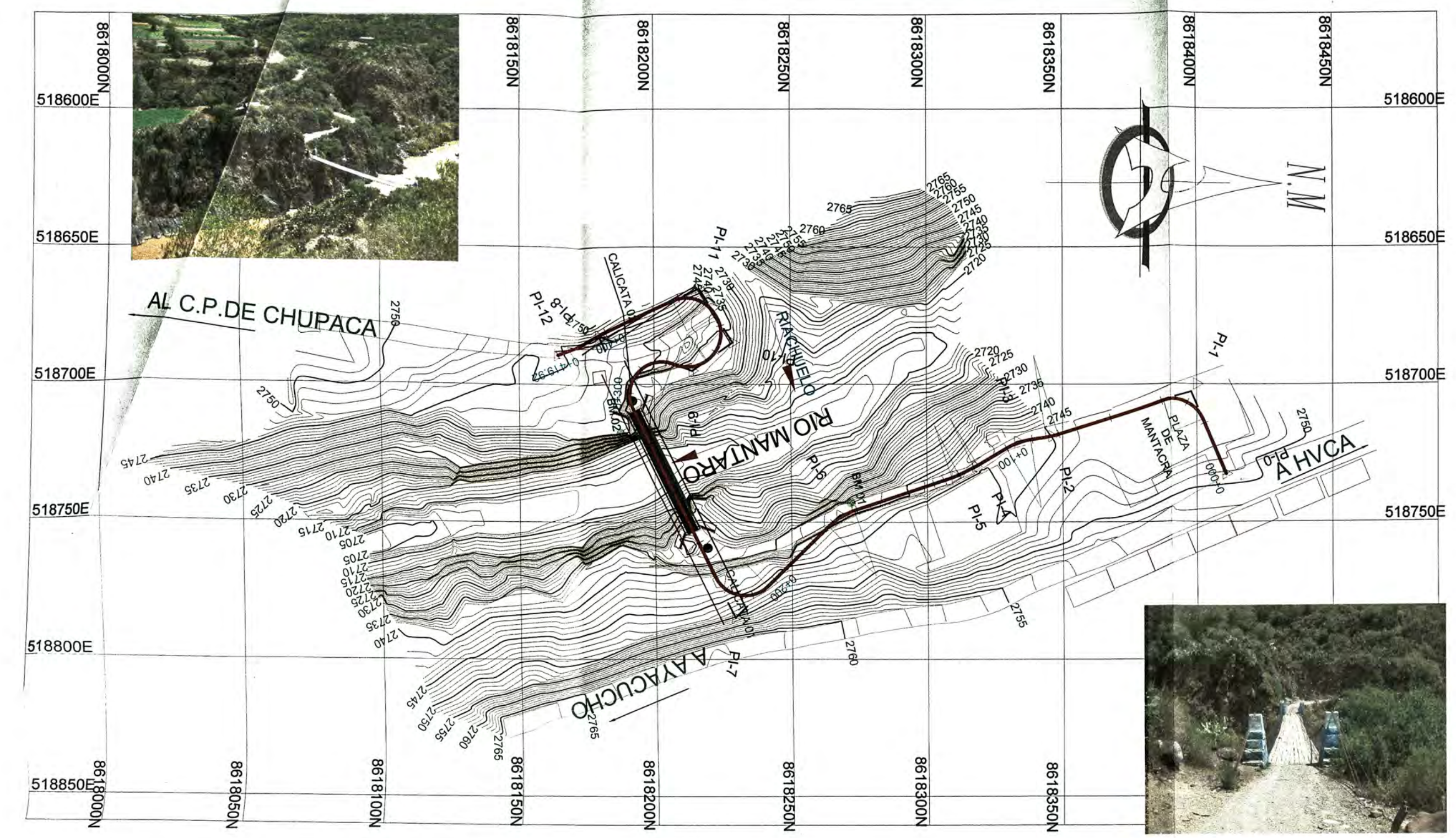


BM -01	
UTM X	518742.94 E
UTM Y	8618271.97 N
COTA	2737.94 m.s.n.m.

BM -02	
UTM X	518717.57 E
UTM Y	8618187.27 N
COTA	2741.05 m.s.n.m.

VISTA PANORAMICA DE LA UBICACION DEL PROYECTO

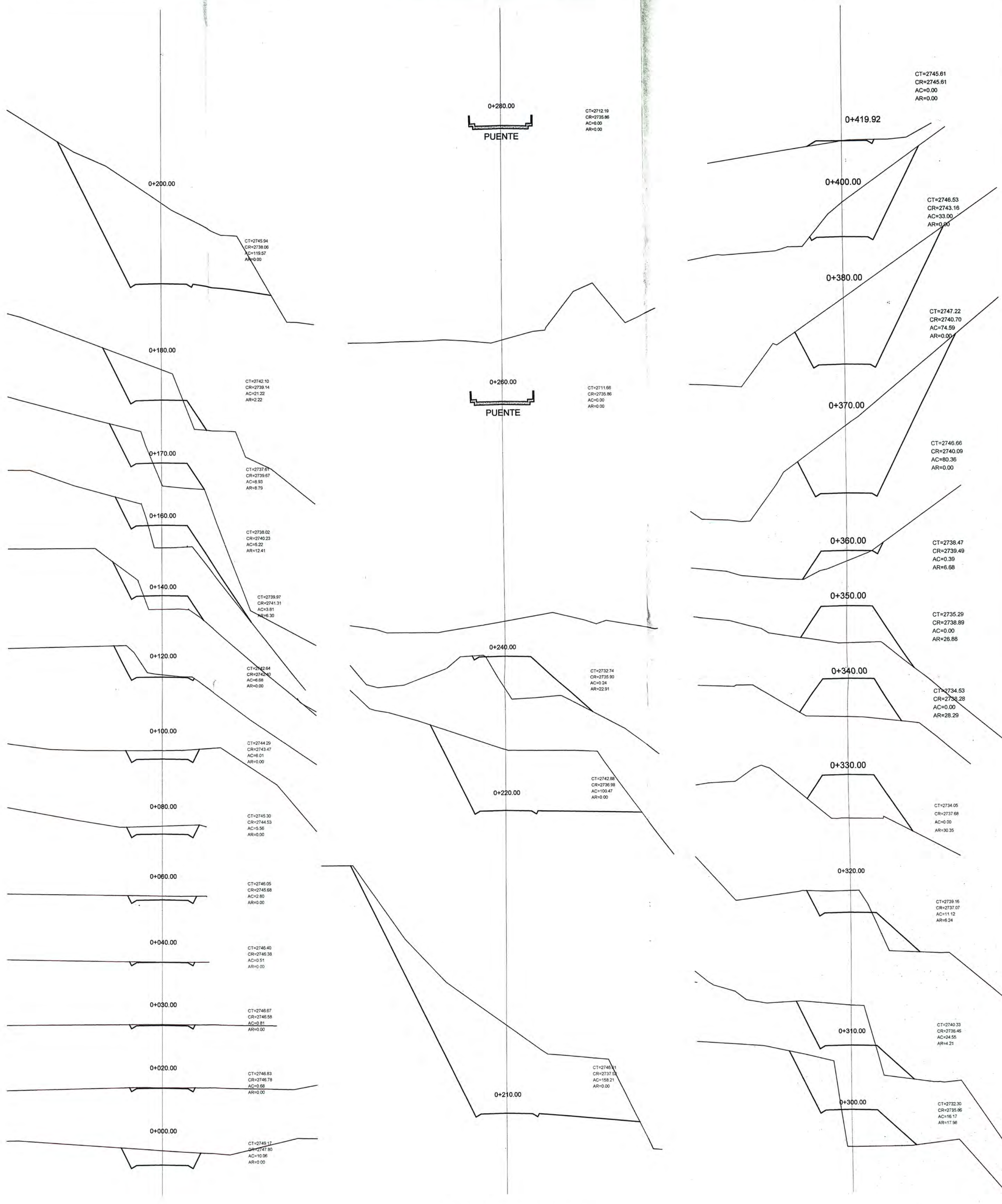




PCV	PIV	ELV	LCV	PIV	ELV	LCV	PIV	ELV	LCV	PIV	ELV
0+000.88	0+000.88	2747.80	0.00	0+000.88	2747.80	0.00	0+000.88	2747.80	0.00	0+000.88	2747.80
0+030.88	0+030.88	2746.77	0.00	0+030.88	2746.77	0.00	0+030.88	2746.77	0.00	0+030.88	2746.77
0+066.25	0+066.25	2746.46	0.00	0+066.25	2746.46	0.00	0+066.25	2746.46	0.00	0+066.25	2746.46
0+098.25	0+098.25	2745.37	0.00	0+098.25	2745.37	0.00	0+098.25	2745.37	0.00	0+098.25	2745.37
0+130.00	0+130.00	2745.16	0.00	0+130.00	2745.16	0.00	0+130.00	2745.16	0.00	0+130.00	2745.16
0+160.00	0+160.00	2744.31	0.00	0+160.00	2744.31	0.00	0+160.00	2744.31	0.00	0+160.00	2744.31
0+190.00	0+190.00	2743.00	0.00	0+190.00	2743.00	0.00	0+190.00	2743.00	0.00	0+190.00	2743.00
0+220.00	0+220.00	2741.31	0.00	0+220.00	2741.31	0.00	0+220.00	2741.31	0.00	0+220.00	2741.31
0+250.00	0+250.00	2739.97	0.00	0+250.00	2739.97	0.00	0+250.00	2739.97	0.00	0+250.00	2739.97
0+280.00	0+280.00	2738.02	0.00	0+280.00	2738.02	0.00	0+280.00	2738.02	0.00	0+280.00	2738.02
0+310.00	0+310.00	2737.61	0.00	0+310.00	2737.61	0.00	0+310.00	2737.61	0.00	0+310.00	2737.61
0+340.00	0+340.00	2736.14	0.00	0+340.00	2736.14	0.00	0+340.00	2736.14	0.00	0+340.00	2736.14
0+370.00	0+370.00	2735.05	0.00	0+370.00	2735.05	0.00	0+370.00	2735.05	0.00	0+370.00	2735.05
0+400.00	0+400.00	2734.40	0.00	0+400.00	2734.40	0.00	0+400.00	2734.40	0.00	0+400.00	2734.40
0+430.00	0+430.00	2733.15	0.00	0+430.00	2733.15	0.00	0+430.00	2733.15	0.00	0+430.00	2733.15
0+460.00	0+460.00	2732.40	0.00	0+460.00	2732.40	0.00	0+460.00	2732.40	0.00	0+460.00	2732.40
0+490.00	0+490.00	2731.55	0.00	0+490.00	2731.55	0.00	0+490.00	2731.55	0.00	0+490.00	2731.55
0+520.00	0+520.00	2730.60	0.00	0+520.00	2730.60	0.00	0+520.00	2730.60	0.00	0+520.00	2730.60
0+550.00	0+550.00	2730.00	0.00	0+550.00	2730.00	0.00	0+550.00	2730.00	0.00	0+550.00	2730.00
0+580.00	0+580.00	2729.45	0.00	0+580.00	2729.45	0.00	0+580.00	2729.45	0.00	0+580.00	2729.45
0+610.00	0+610.00	2728.90	0.00	0+610.00	2728.90	0.00	0+610.00	2728.90	0.00	0+610.00	2728.90
0+640.00	0+640.00	2728.35	0.00	0+640.00	2728.35	0.00	0+640.00	2728.35	0.00	0+640.00	2728.35
0+670.00	0+670.00	2727.80	0.00	0+670.00	2727.80	0.00	0+670.00	2727.80	0.00	0+670.00	2727.80
0+700.00	0+700.00	2727.25	0.00	0+700.00	2727.25	0.00	0+700.00	2727.25	0.00	0+700.00	2727.25
0+730.00	0+730.00	2726.70	0.00	0+730.00	2726.70	0.00	0+730.00	2726.70	0.00	0+730.00	2726.70
0+760.00	0+760.00	2726.15	0.00	0+760.00	2726.15	0.00	0+760.00	2726.15	0.00	0+760.00	2726.15
0+790.00	0+790.00	2725.60	0.00	0+790.00	2725.60	0.00	0+790.00	2725.60	0.00	0+790.00	2725.60
0+820.00	0+820.00	2725.05	0.00	0+820.00	2725.05	0.00	0+820.00	2725.05	0.00	0+820.00	2725.05
0+850.00	0+850.00	2724.50	0.00	0+850.00	2724.50	0.00	0+850.00	2724.50	0.00	0+850.00	2724.50
0+880.00	0+880.00	2723.95	0.00	0+880.00	2723.95	0.00	0+880.00	2723.95	0.00	0+880.00	2723.95
0+910.00	0+910.00	2723.40	0.00	0+910.00	2723.40	0.00	0+910.00	2723.40	0.00	0+910.00	2723.40
0+940.00	0+940.00	2722.85	0.00	0+940.00	2722.85	0.00	0+940.00	2722.85	0.00	0+940.00	2722.85
0+970.00	0+970.00	2722.30	0.00	0+970.00	2722.30	0.00	0+970.00	2722.30	0.00	0+970.00	2722.30
0+1000.00	0+1000.00	2721.75	0.00	0+1000.00	2721.75	0.00	0+1000.00	2721.75	0.00	0+1000.00	2721.75

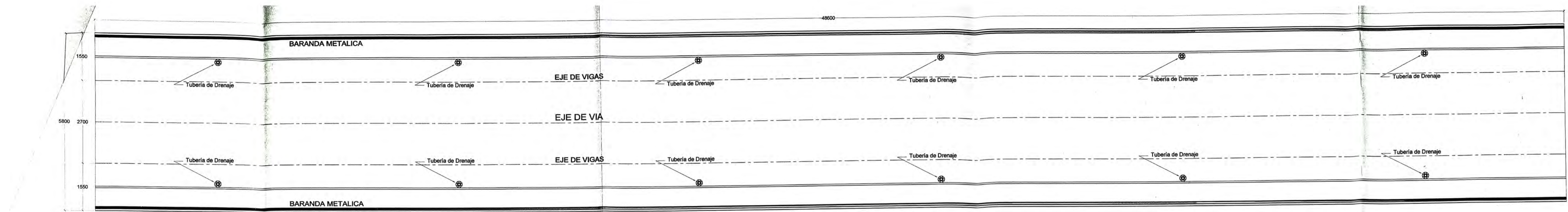
CUADRO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVAS

Nº PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	Ext.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE
0	I	180°00'00"	0.000	0.000	0.000	0.000	0 + 000.000	0 + 000.000	0 + 000.000	8618410.612	518732.622
1	I	84°12'30"	12.000	10.844	17.837	4.174	0 + 032.391	0 + 021.547	0 + 039.183	8618397.949	518702.809
2	D	84°40'40"	30.000	2.276	4.544	0.066	0 + 082.582	0 + 080.306	0 + 084.849	8618346.138	518718.969
3	I	21°45'20"	25.000	4.804	9.493	0.457	0 + 095.406	0 + 090.602	0 + 100.004	8618333.448	518720.776
4	D	4°30'50"	20.000	0.788	1.576	0.016	0 + 113.227	0 + 112.438	0 + 114.014	8618317.962	518729.826
5	D	7°31'20"	20.000	1.315	2.626	0.043	0 + 121.658	0 + 120.343	0 + 122.969	8618310.369	518733.494
6	I	25°40'10"	25.000	5.666	11.200	0.641	0 + 166.572	0 + 160.876	0 + 172.077	8618267.714	518747.571
7	D	10°53'10"	12.000	16.482	22.596	8.388	0 + 220.008	0 + 203.526	0 + 226.122	8618229.095	518784.778
8	D	135°53'10"	12.000	39.616	28.460	19.955	0 + 323.637	0 + 284.021	0 + 322.481	8618179.037	518682.358
9	I	54°33'30"	12.000	6.188	11.427	1.502	0 + 329.977	0 + 323.789	0 + 335.216	8618213.948	518694.954
10	I	87°06'40"	12.000	11.410	18.245	4.558	0 + 347.049	0 + 335.639	0 + 353.884	8618228.761	518684.689
11	I	82°55'50"	12.000	10.542	17.299	3.973	0 + 365.459	0 + 354.917	0 + 372.216	8618216.638	518665.161
12							0 + 419.921			8618163.006	518669.248

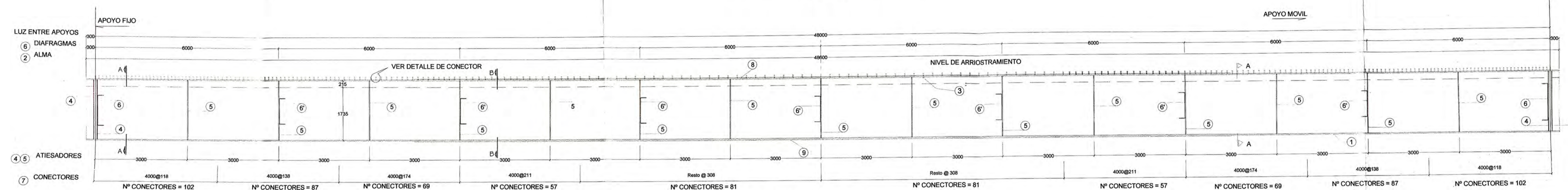


SECCIONES
ESCALA: 1/250

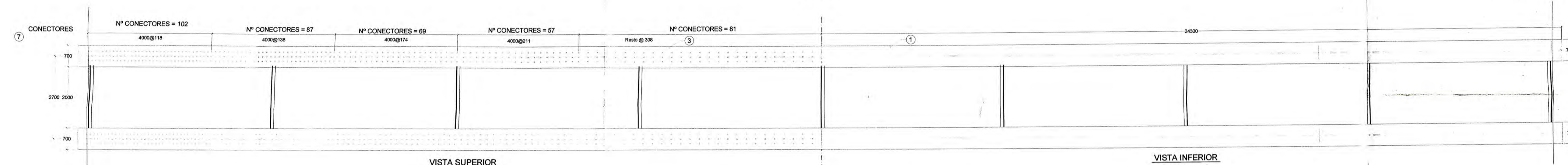




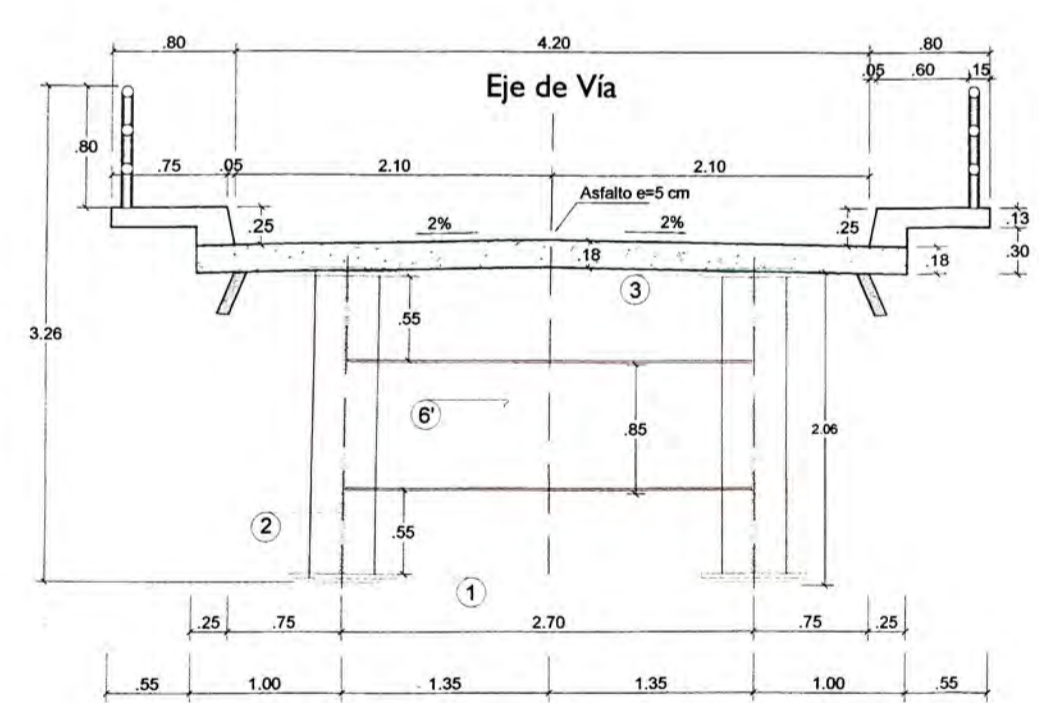
PLANTA - PLATAFORMA DE VIA (mm)
ESCALA: 1/75



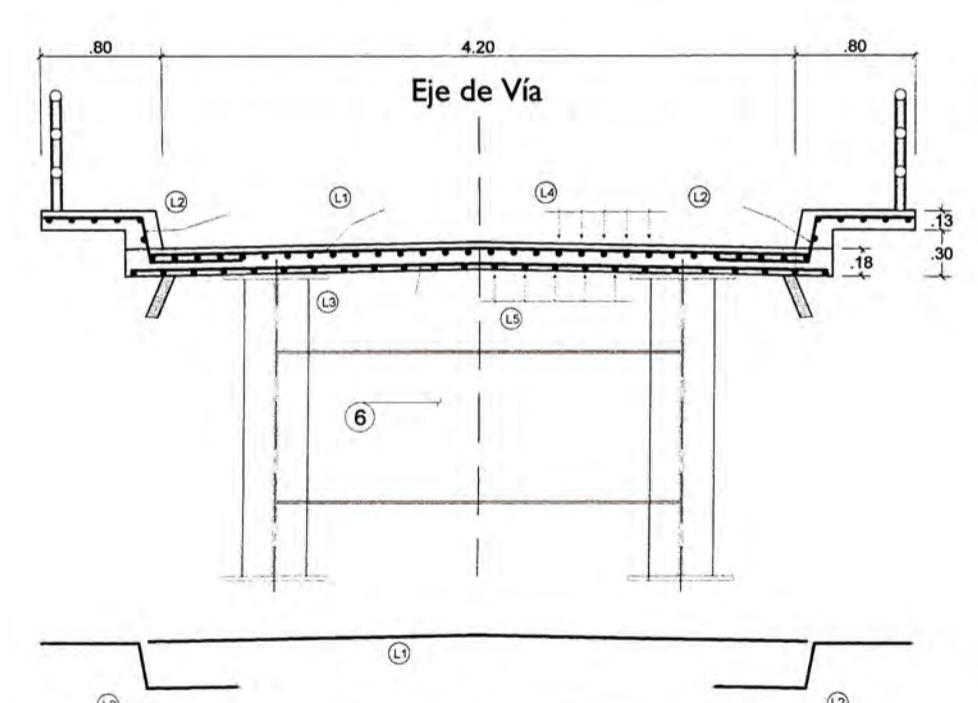
ELEVACION VIGA PRINCIPAL (mm)
ESCALA: 1/75



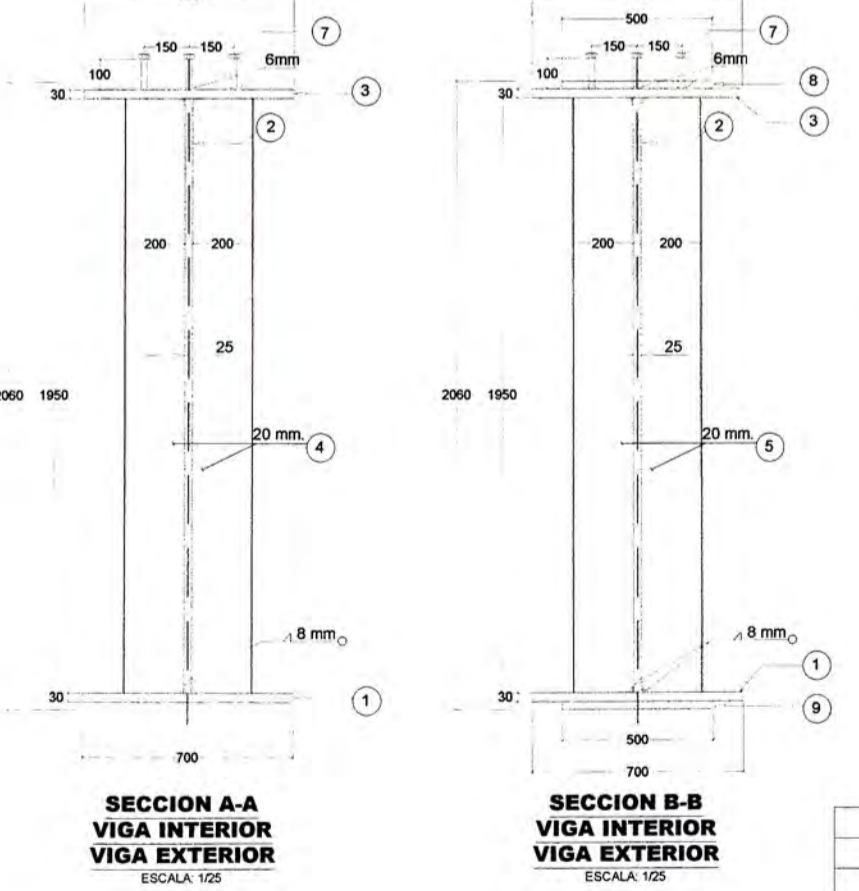
PLANTA VIGA INTERIOR Y EXTERIOR (mm)
ESCALA: 1/75



CORTE TRANSVERSAL EN EL CENTRO (m)
ESCALA: 1/50

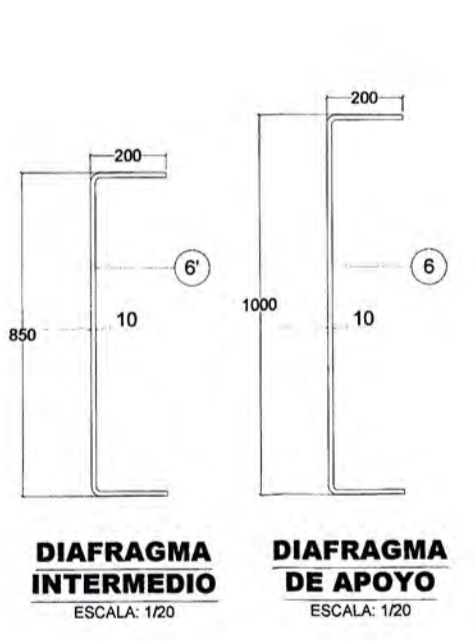


SECCION TIPICA
ESCALA: 1/50



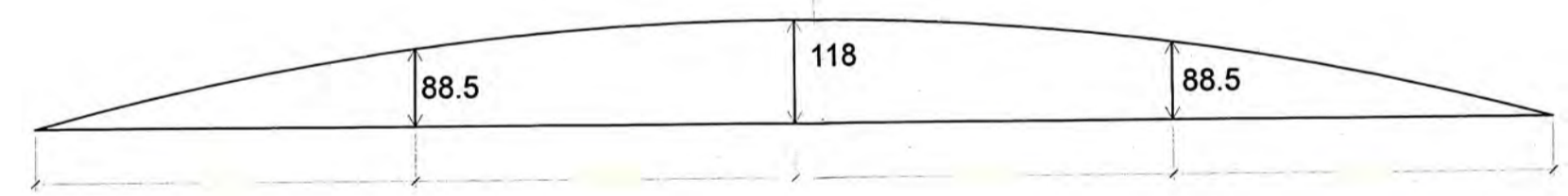
SECCION A-A VIGA INTERIOR VIGA EXTERIOR
ESCALA: 1/25

SECCION B-B VIGA INTERIOR VIGA EXTERIOR
ESCALA: 1/25



DIAFRAGMA INTERMEDIO
ESCALA: 1/20

DIAFRAGMA DE APOYO
ESCALA: 1/20



CONTRAFLECHA (mm)
ESCALA: 5/8

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Especificaciones de diseño de puentes de la AASHTO - LRFD

CONCRETO:

- Cimentación y Estribos $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$
- Cajuela $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- Losa del Tablero $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

- Acero corrugado ASTM A 615 grado 60 $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$
- Acero corrugado soldable ASTM A 706 $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS:

- Zapatas de Estribos 75 mm.
- Estribos 75 mm.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Acero estructural a utilizar sera PGE - 35 de calidad ASTM A 709 grado 50 $f_y=3500 \text{ Kg/cm}^2$ o similar a no ser que se indique de otra manera.
- Todas las uniones de montaje seran con pernos de alta resistencia ASTM A-490 $f_y=6430 \text{ kg/cm}^2$.
- Las superficies de contacto en las uniones con pernos de alta resistencia deberan quedar sin pintura, oxidos, aceites, residuos y secas.
- Soldadura electrodos AWS E7018 o similar.
- Sobrecarga AASHTO-LRFD: Camion HL 93
- Las soldaduras en su mayoría se deben realizar en taller.
- Las dimensiones son en milímetros salvo indicacion.
- FALSO PUENTE - Diseño y propuesta del PROVEEDOR.

METRADO DE VIGAS METALICAS

Item	Descripción	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	P.U. (kg/m3)	Peso (kg)	Nº	Peso total (kg)
1	Ala Inferior	30.0	700	48.600	7,850	8,011.71	2	16,023.42
2	Alma	25.0	1,950	48.600	7,850	22,318.34	2	37,197.22
3	Ala Superior	30.0	700	48.600	7,850	8,011.71	2	16,023.42
4	Atiesad. Apoyo (e=20mm.)	20.0	200	1,950	7,850	61.23	16	979.68
5	Atiesad. Interm. (e=20mm.)	20.0	200	1,950	7,850	61.23	60	3,673.80
6	Diaphragmas de Apoyo	10.0	2,675	1,400	7,850	293.98	2	587.96
6	Diaphragmas Intermedios	10.0	2,675	1,250	7,850	262.48	7	1,837.39
8	Platabanda Superior	25.0	500	27,000	7,850	2,649.38	2	5,298.75
9	Platabanda Inferior	25.0	500	27,000	7,850	2,649.38	2	5,298.75
Total (kg)								86,920.40

Item	Descripción	# Veces	Cantidad	Total	Peso kg/und	Peso Total
7	Conectores tipo stud; Ø19mm; h = 10cm.	2	792	1,584	0.268	0.425
	Soldadura	GLB	1.00	1.00		1,575
Total (kg)						2,000.00

LONGITUD DE TRASLAPE

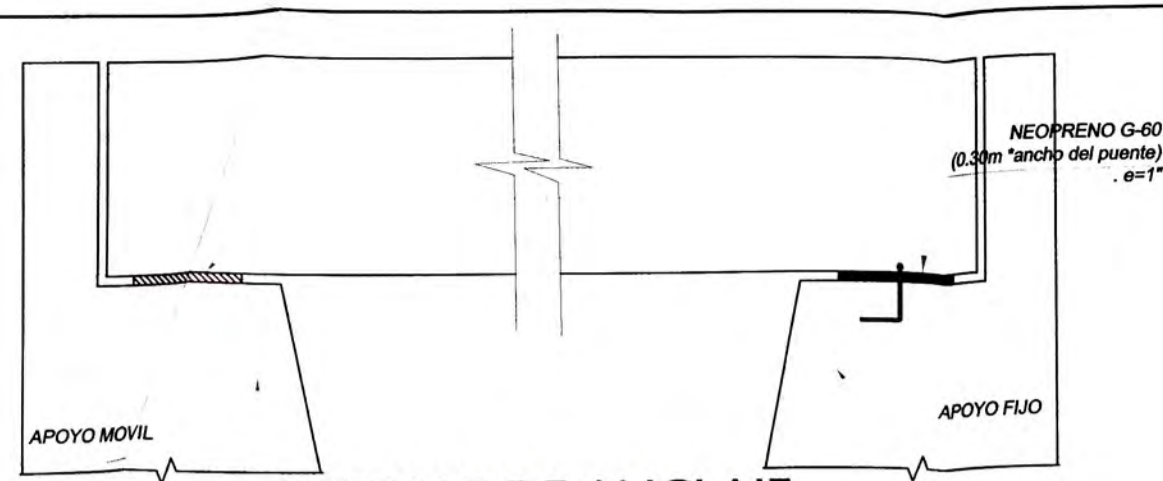
Ø	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
T	0.40	0.50	0.70	0.80	1.30

RESUMEN DE ARMADURA DE LOSA

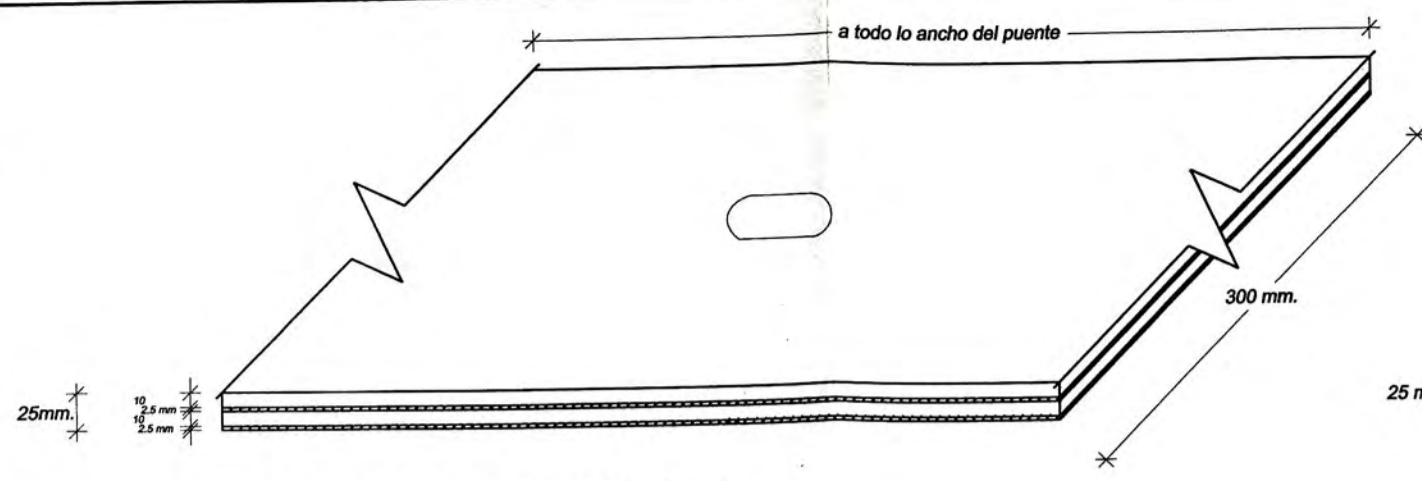
UBICACION	Ø	LONGITUD	Kg/m	PESO
Refuerzo Transversal	5/8"	2,065.54	1.60	3,304.87
	1/2"	1,284.36	1.02	1,310.05
Refuerzo Longitudinal	3/8"	2,039.00	0.58	1,182.62
	1/2"	1,166.50	1.02	1,189.83
TOTAL				6,987.37 kg

RESUMEN DE METRADO DE LOSA

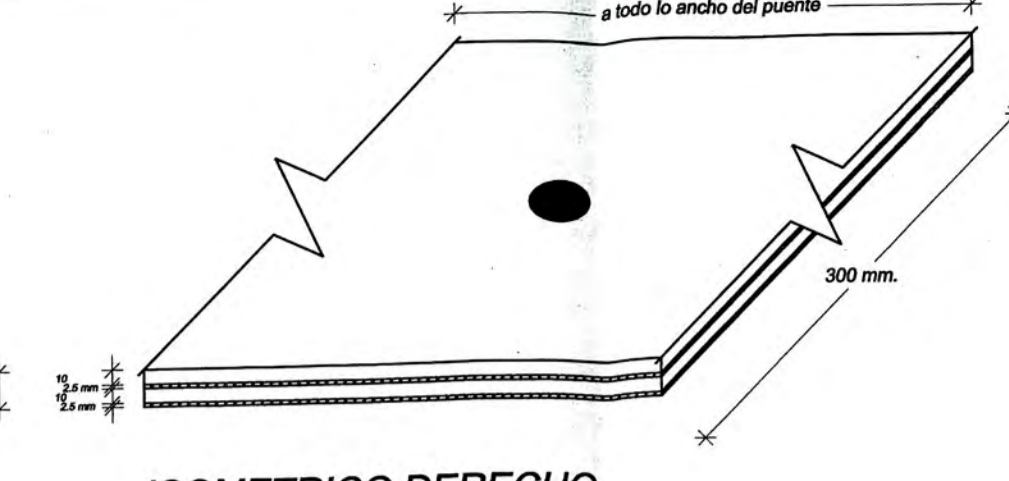
Item	DESCRIPCION	UND	Longitud (m)	Ancho (m)	Altura (m)	TOTAL
01	Concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$	m3	48.60	Area	1.103	53.61
02	Encofrado y desencofrado	m2	48.60	6.925		336.56
03	Acero de Refuerzo G-60 $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg				6,987.37
04	Baranda Metálica	mI	97.20			97.20



DETALLE DE ANCLAJE
ESC.: 1/17.5



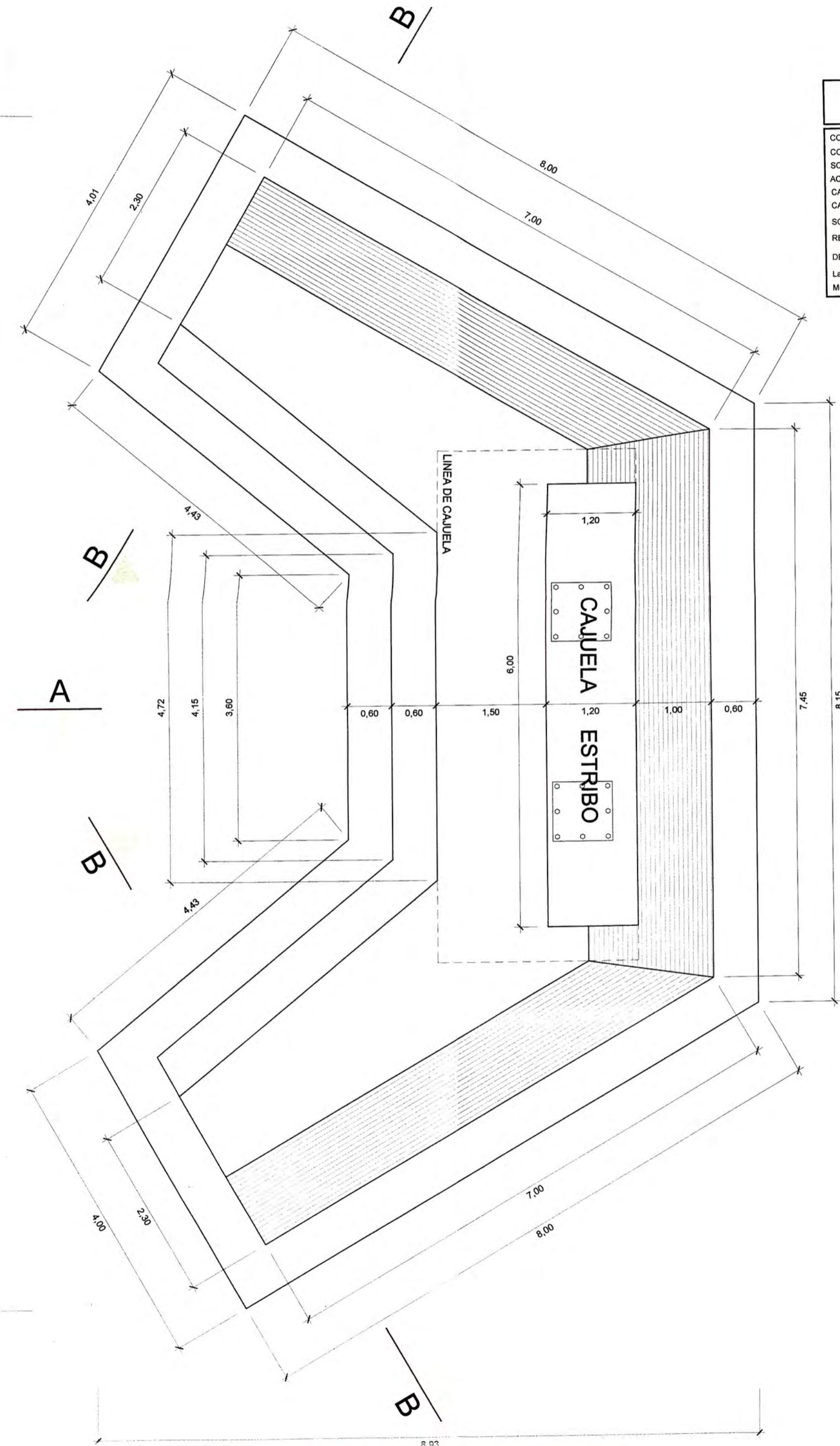
ISOMETRICO IZQUIERDO



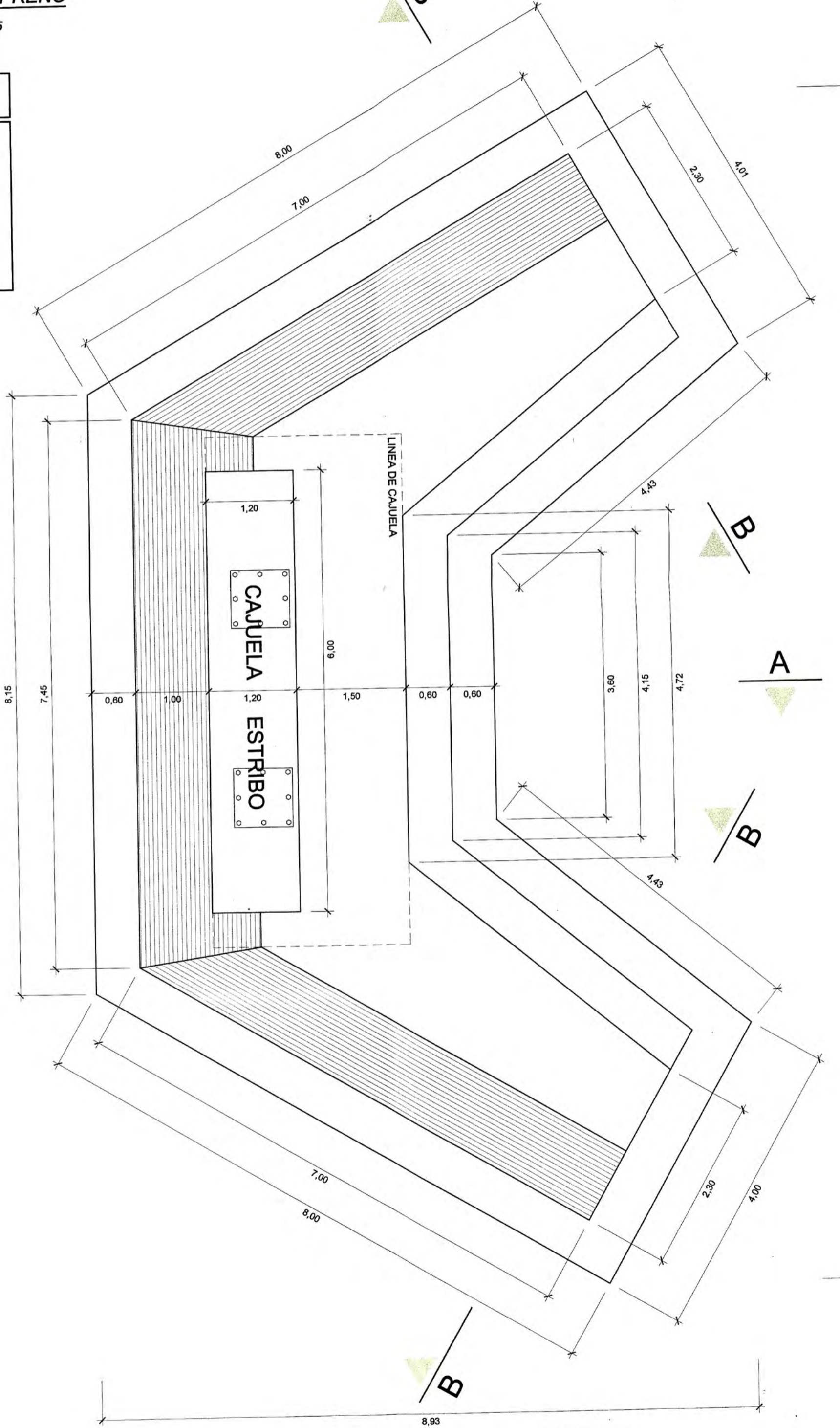
ISOMETRICO DERECHO

APOYO DE NEOPRENO
ESCALA : 1/5

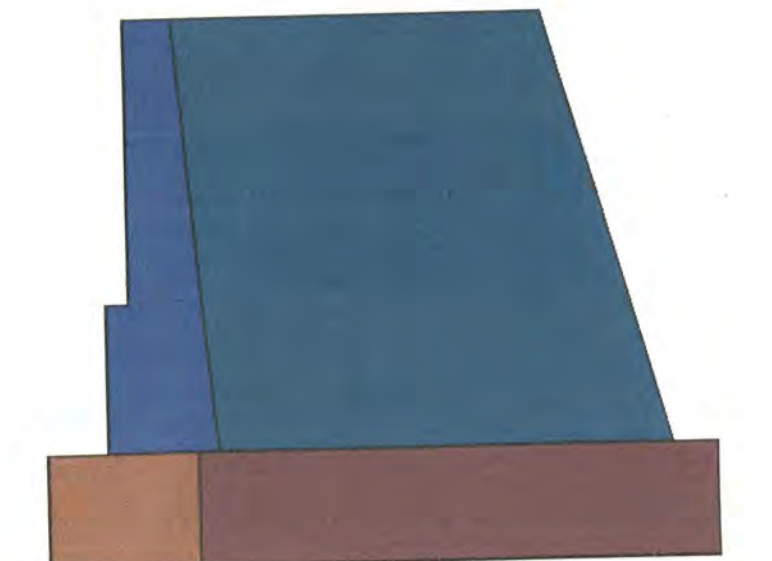
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO PARA ESTRIBO (Cimentación y Estribo)	fc = 210 Kg/cm ² + 30% P.G.
CONCRETO CAJUELA	fc = 210 Kg/cm ²
SOLADO DE CONCRETO	fc = 100 Kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO	fy = 4200 Kg/cm ²
CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO ESTRIBO DERECHO	3.50 Kg/cm ²
CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO ESTRIBO IZQUIERDO	3.50 Kg/cm ²
SOBRE CARGA	S/C = HL.93
RECUBRIMIENTO EN ELEVACION	7.5 cm
DESENCOFRADO EN ESTRIBO	
Letas Cimentación	24 h
Muros y Cajuela	72 h



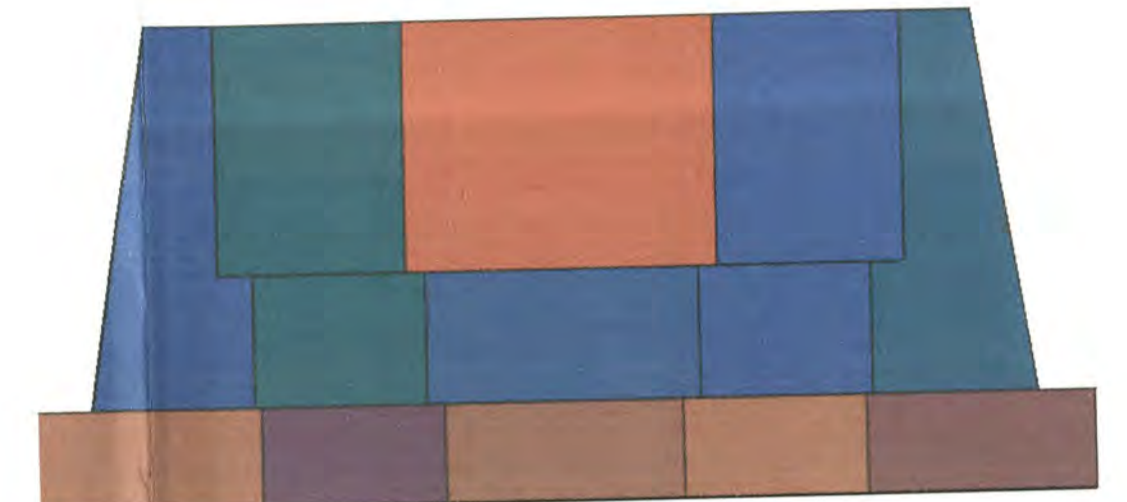
PLANTA ESTRIBO DERECHO
ESCALA: 1/50



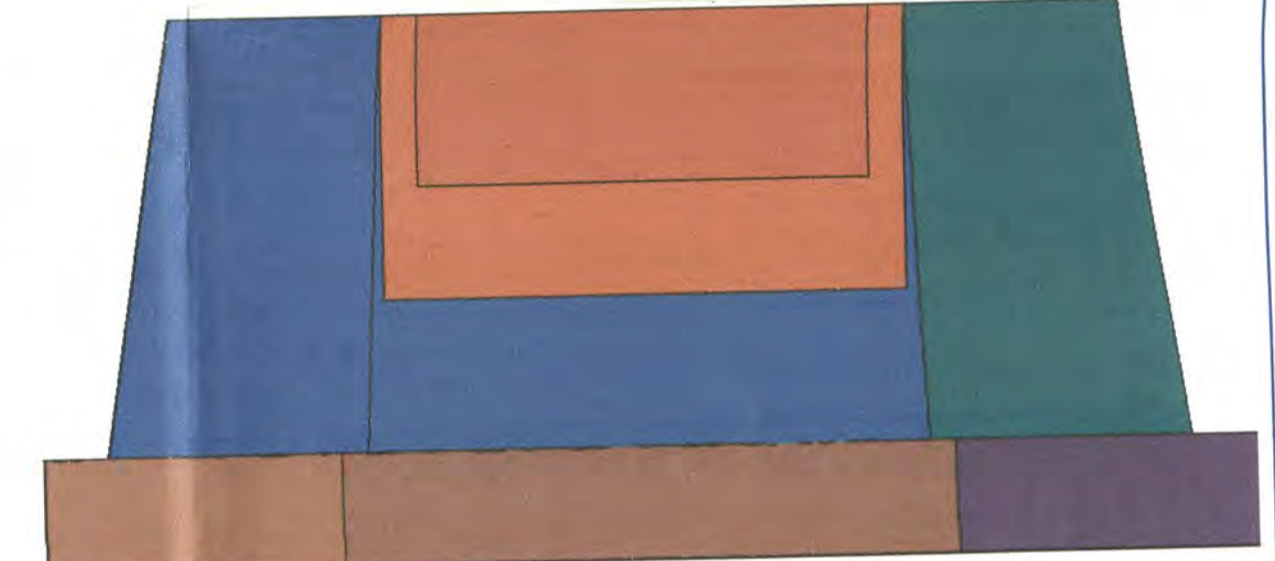
PLANTA ESTRIBO IZQUIERDO
ESCALA: 1/50



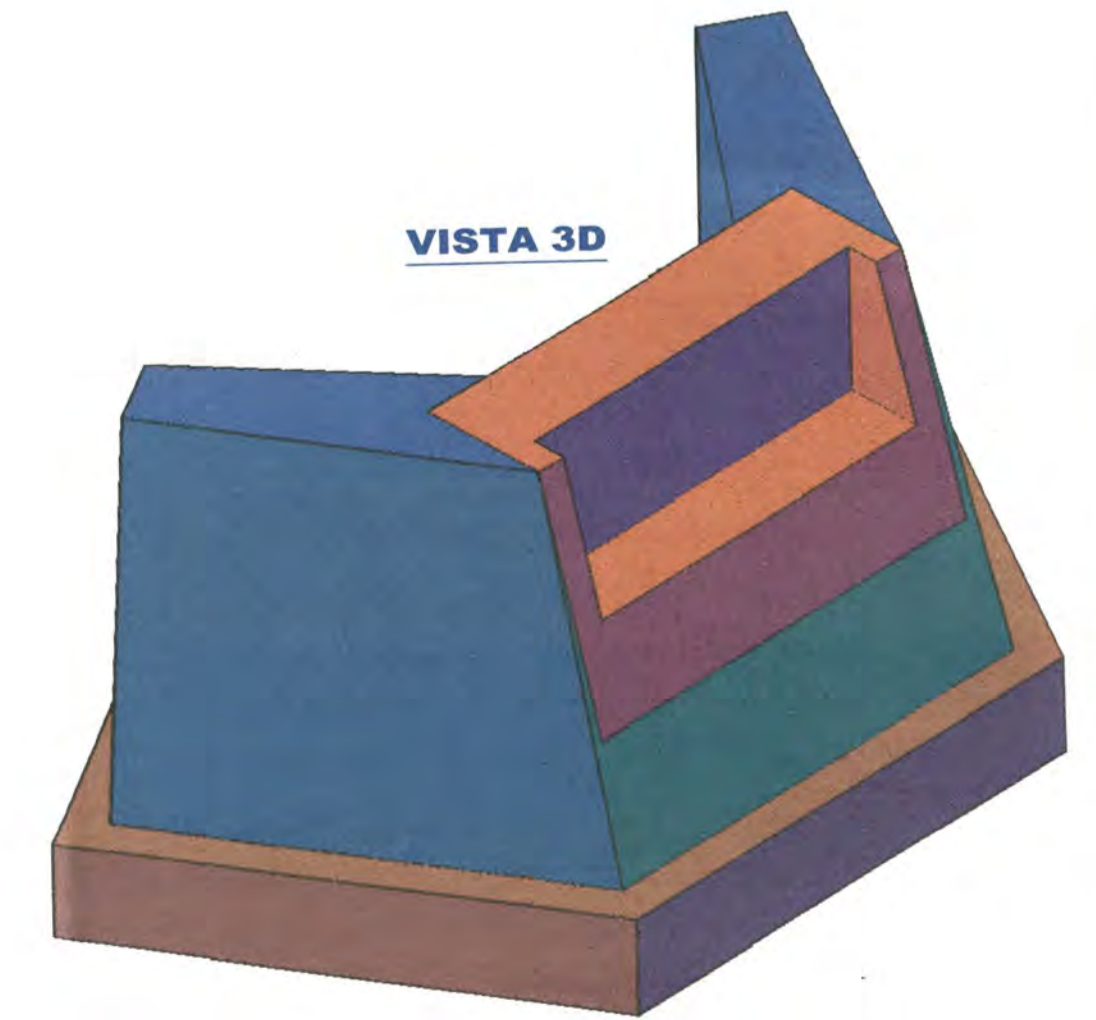
VISTA LATERAL



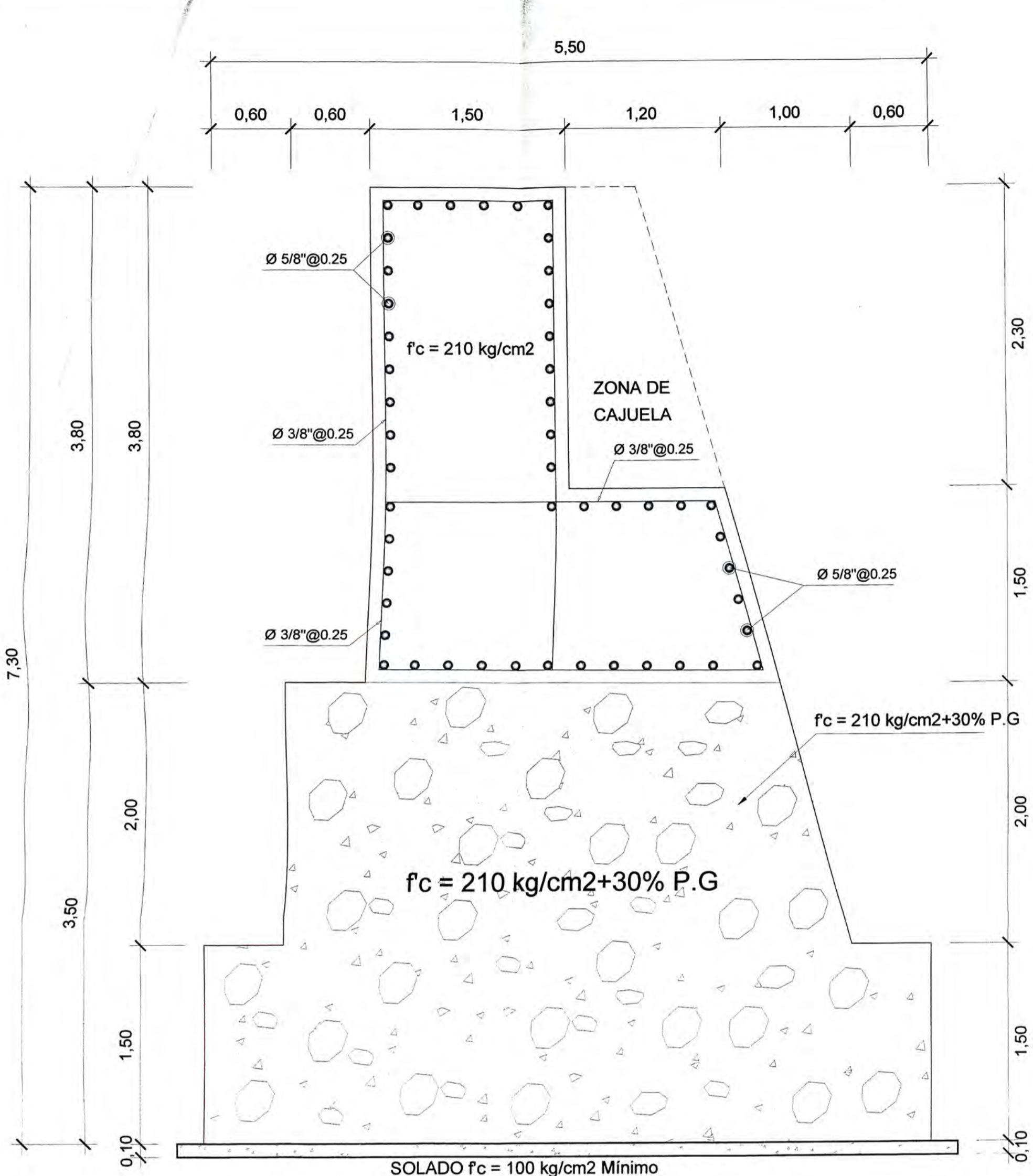
VISTA POSTERIOR



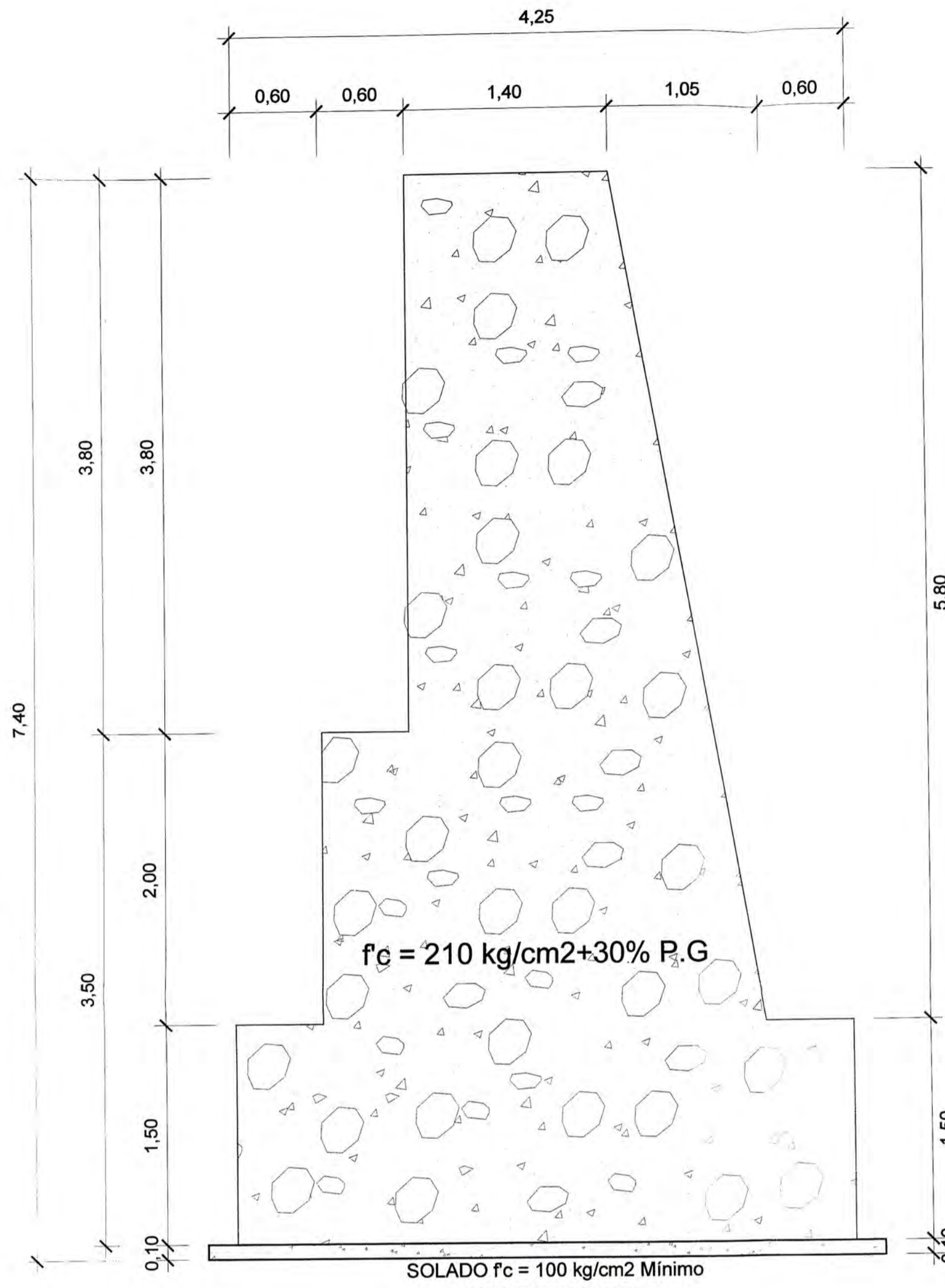
VISTA FRONTAL



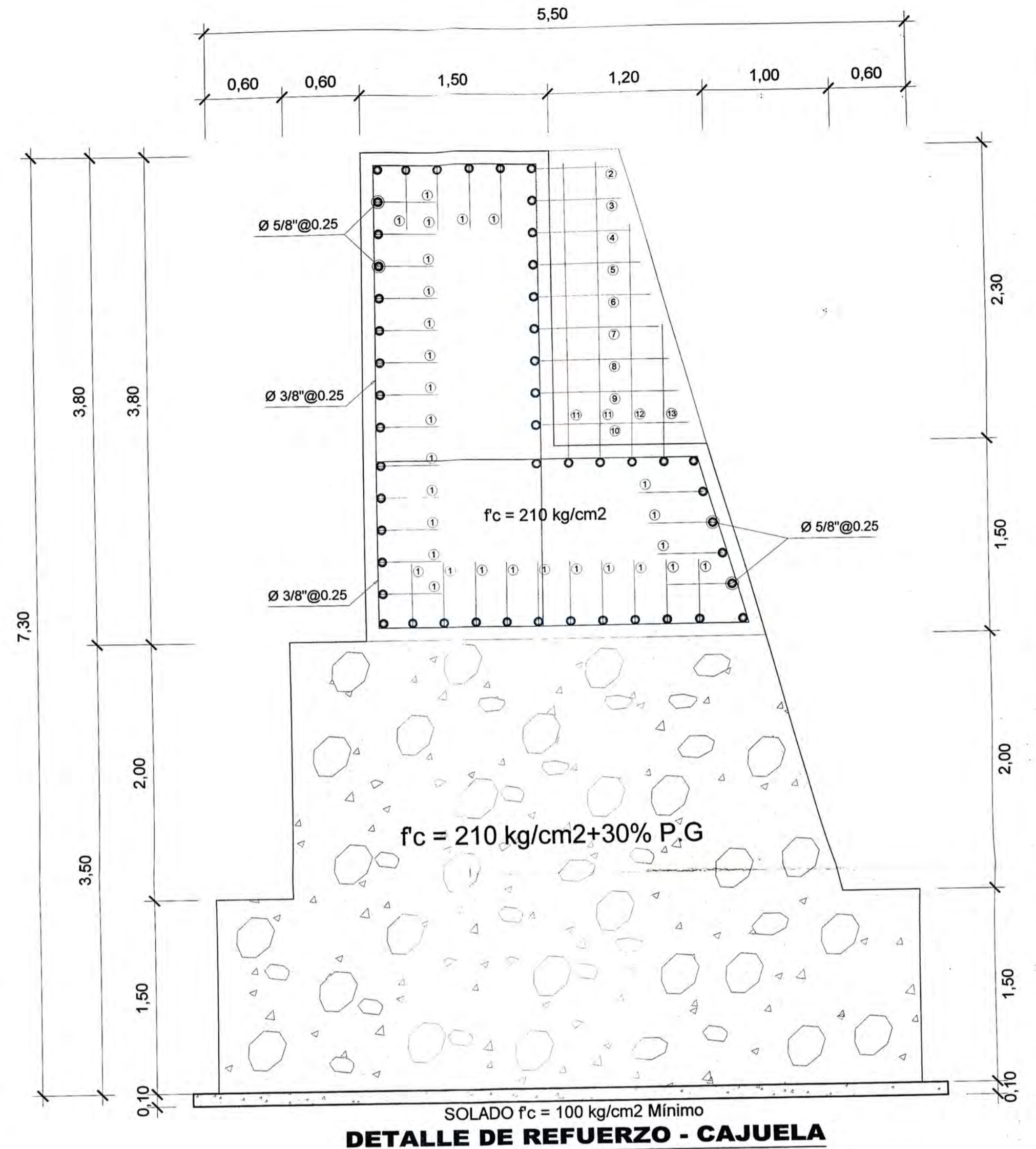
VISTA 3D



CORTE A-A
ESCALA: 1/30



CORTE B-B
ESCALA: 1/30



DETALLE DE REFUERZO - CAJUELA
ESCALA: 1/30

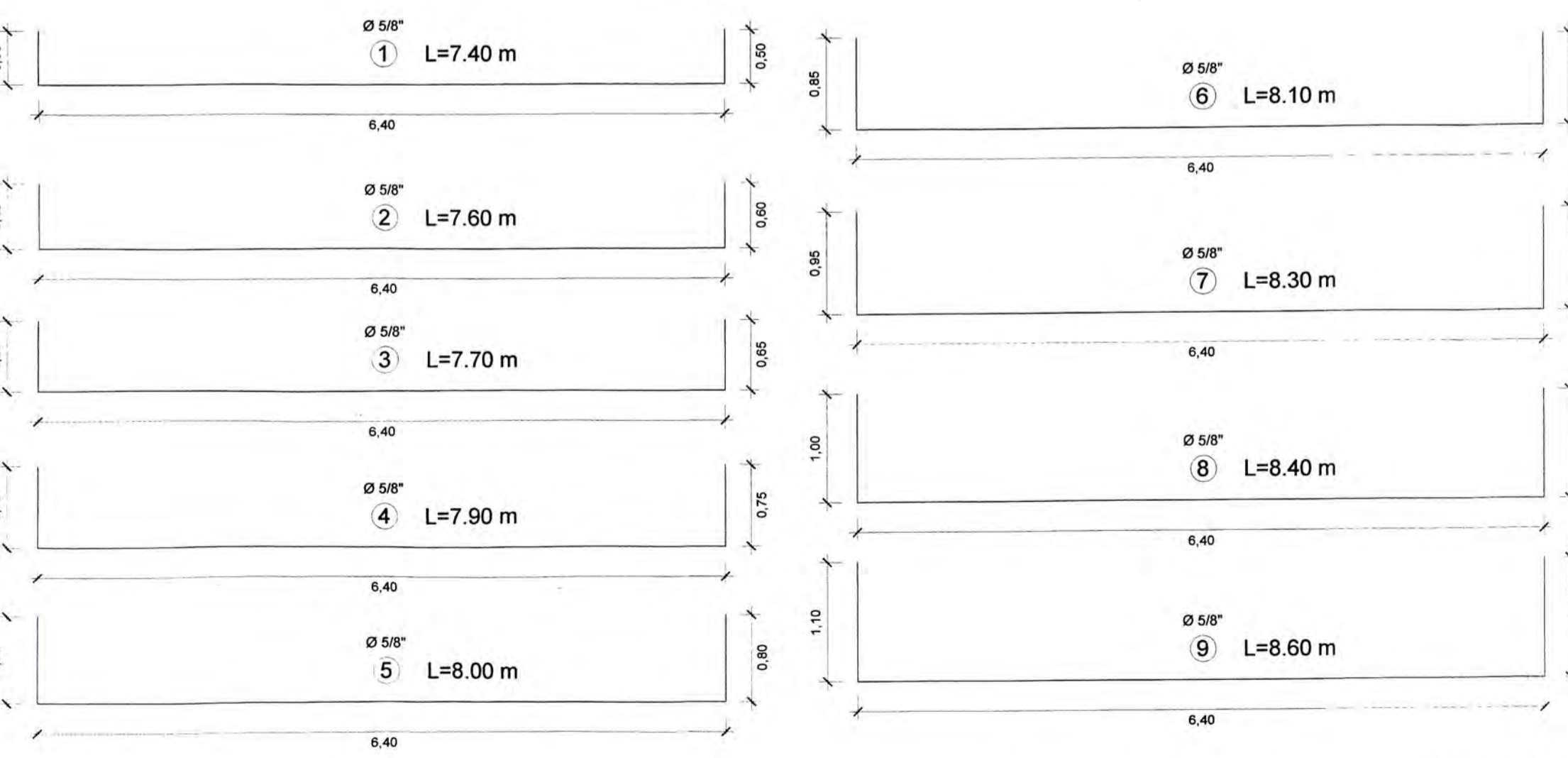
LONGITUD DE TRASLAPE	Ø	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
T	0.40	0.50	0.70	0.80	1.00	1.30

RESUMEN METRADO DE ACERO DE REFUERZO

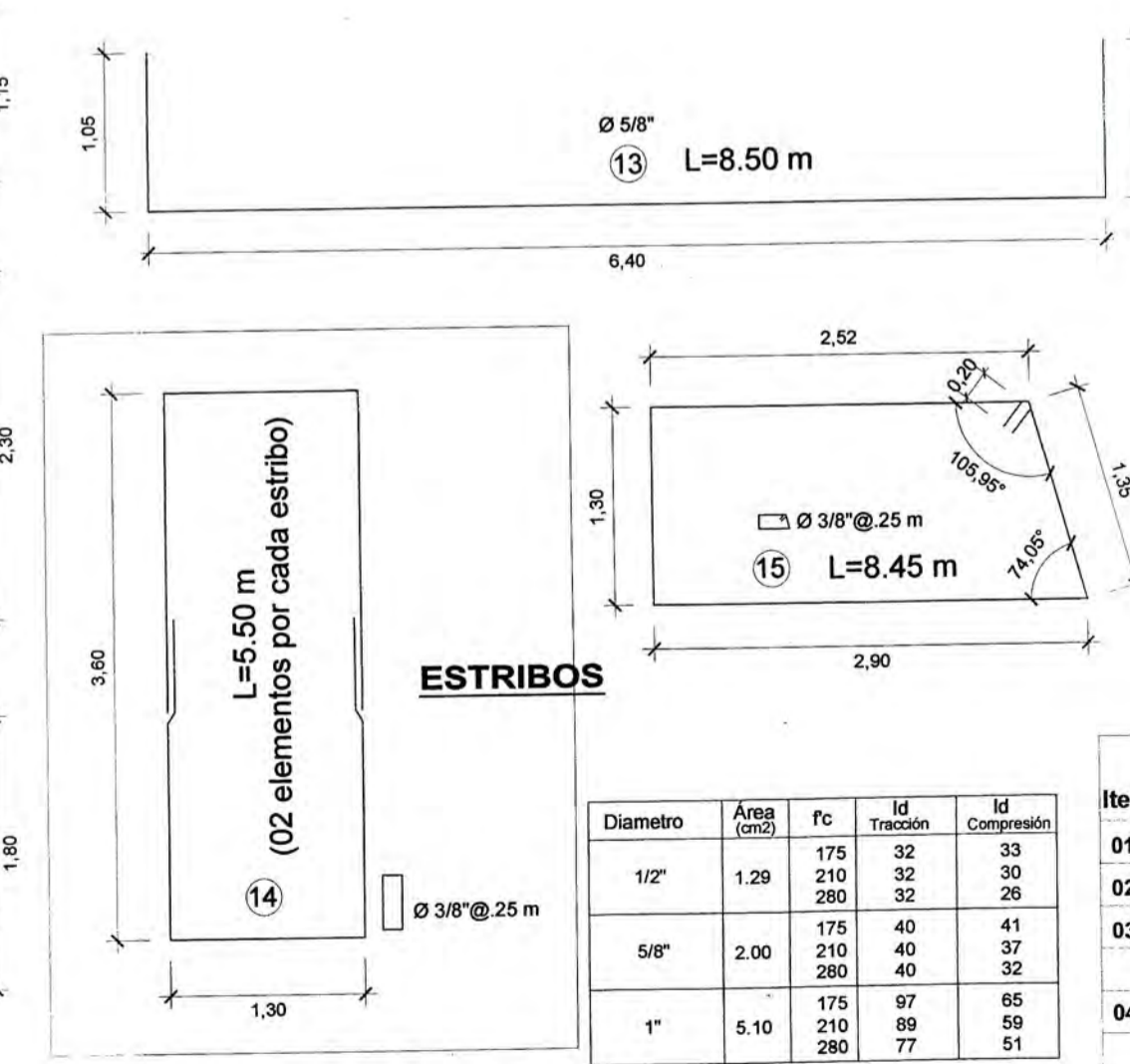
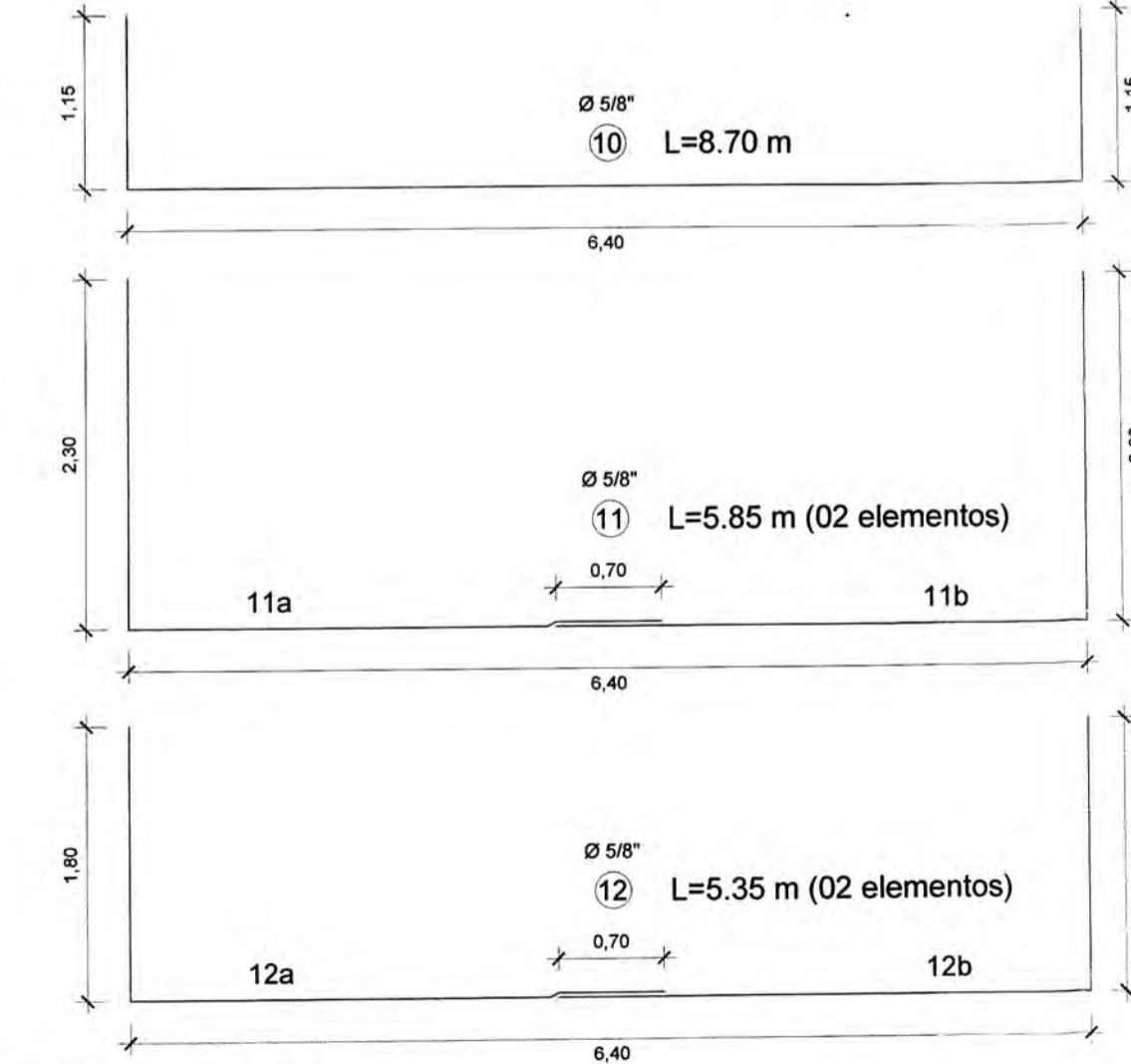
UBICACION	# Elem.	Ø	LONGITUD	Kg/m	PESO
1	35	5/8"	7.40	1.60	414.40
2	01	5/8"	7.60	1.60	12.16
3	01	5/8"	7.70	1.60	12.32
4	01	5/8"	7.90	1.60	12.64
5	01	5/8"	8.00	1.60	12.80
6	01	5/8"	8.10	1.60	12.96
7	01	5/8"	8.30	1.60	13.28
8	01	5/8"	8.40	1.60	13.44
9	01	5/8"	8.60	1.60	13.76
10	01	5/8"	8.70	1.60	13.92
11	02	5/8"	11.70	1.60	37.44
12	01	5/8"	10.70	1.60	17.12
13	01	5/8"	8.50	1.60	13.60
14	27	3/8"	11.00	0.58	172.26
15	27	3/8"	8.45	0.58	132.33
TOTAL					904.43 kg

RESUMEN DE METRADO DE LOSA

Item	DESCRIPCION	UND	Longitud (m)	Ancho (m)	Altura (m)	TOTAL
01	Concreto f _c =210 kg/cm2	m3	AreaCad=	96.66	0.10	9.67
02	Concreto f _c =210 kg/cm2	m3	Cajuela	Volumen=	56.11	56.11
03	Concreto f _c =210 kg/cm2 + 30% P.G.	m3	Estribo	Volumen=	186.05	186.05
			Cimiento	Volumen=	131.37	131.37
04	Encofrado y desencofrado	m2	Cimiento	AreaCad=	66.92	66.92
			Estribo	AreaCad=	172.55	172.55
			Cajuela	AreaCad=	49.46	49.46
05	Acero de Refuerzo G-60 f _y =4200 kg/cm2	kg				904.43



DETALLE DE ACEROS
ESCALA: 1/50

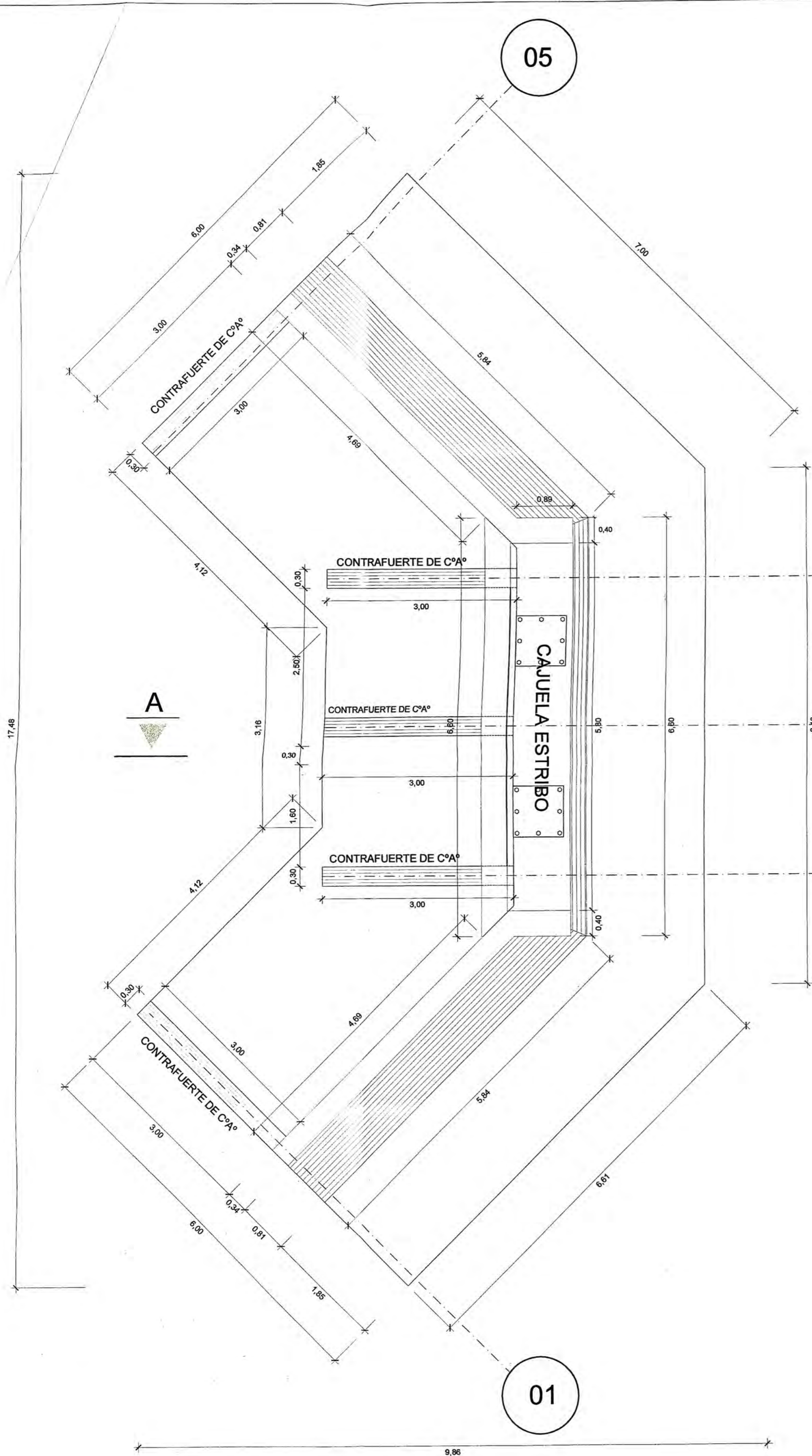


Diametro	Area (cm2)	f _c	Id Traccion	Id Compresion
1/2"	1.29	175	32	33
		210	32	30
		280	32	26
5/8"	2.00	175	40	41
		210	40	37
		280	40	32
1"	5.10	175	97	65
		210	89	59
		280	77	51



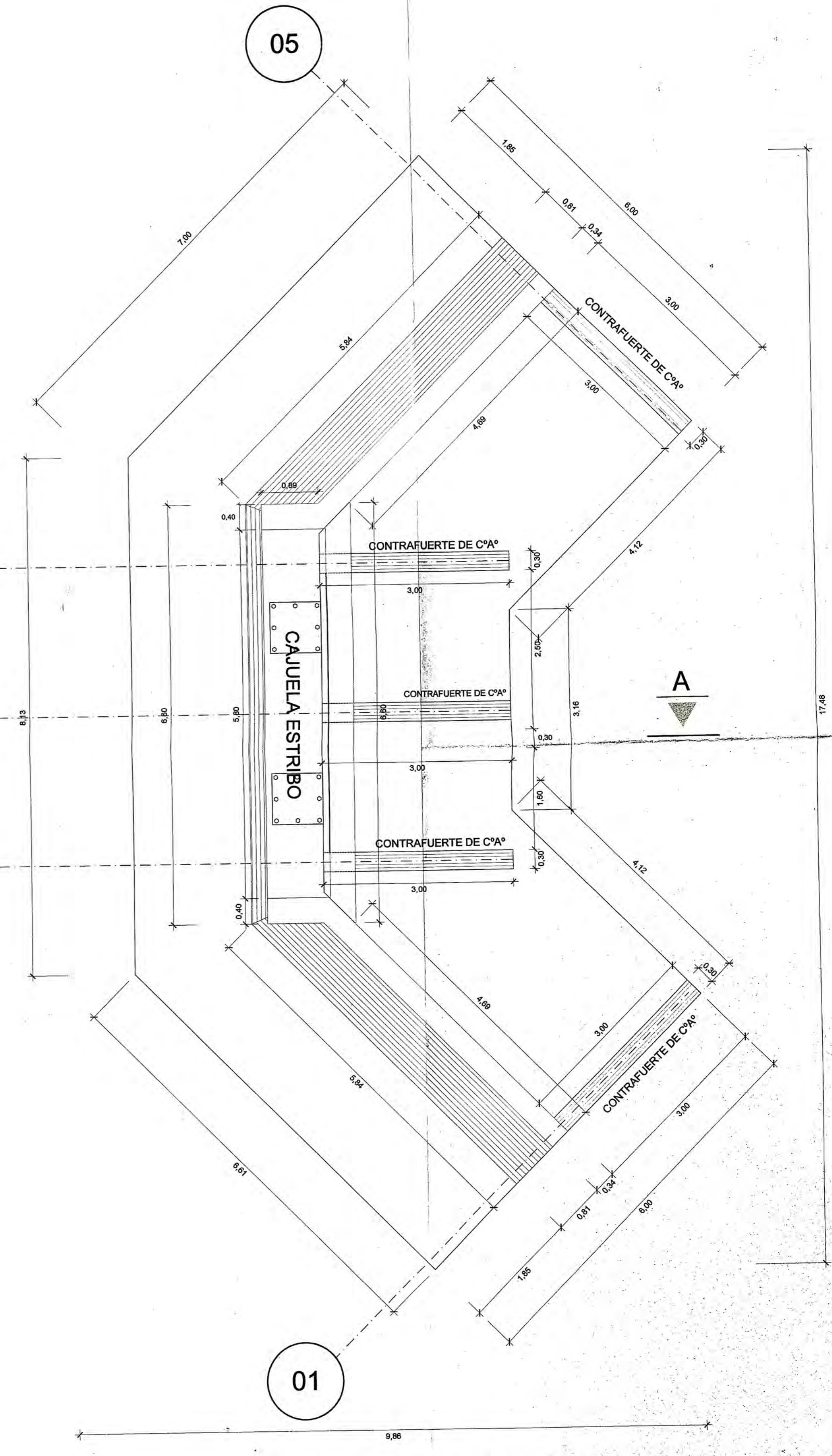
ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO PARA ESTRIBO (Zapata, Pantalla, Cajuela)	$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
SOLADO DE CONCRETO	$f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO ESTRIBO DERECHO	1.20 Kg/cm ²
CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO ESTRIBO IZQUIERDO	1.20 Kg/cm ²
SOBRE CARGA	S/C = HL93
RECUBRIMIENTO EN ELEVACION	7.5 cm
RECUBRIMIENTO EN PARAPETO	4.0 cm
DESENCOFRADO EN ESTRIBO	
Lado de zapata	24 h
Muros	72 h



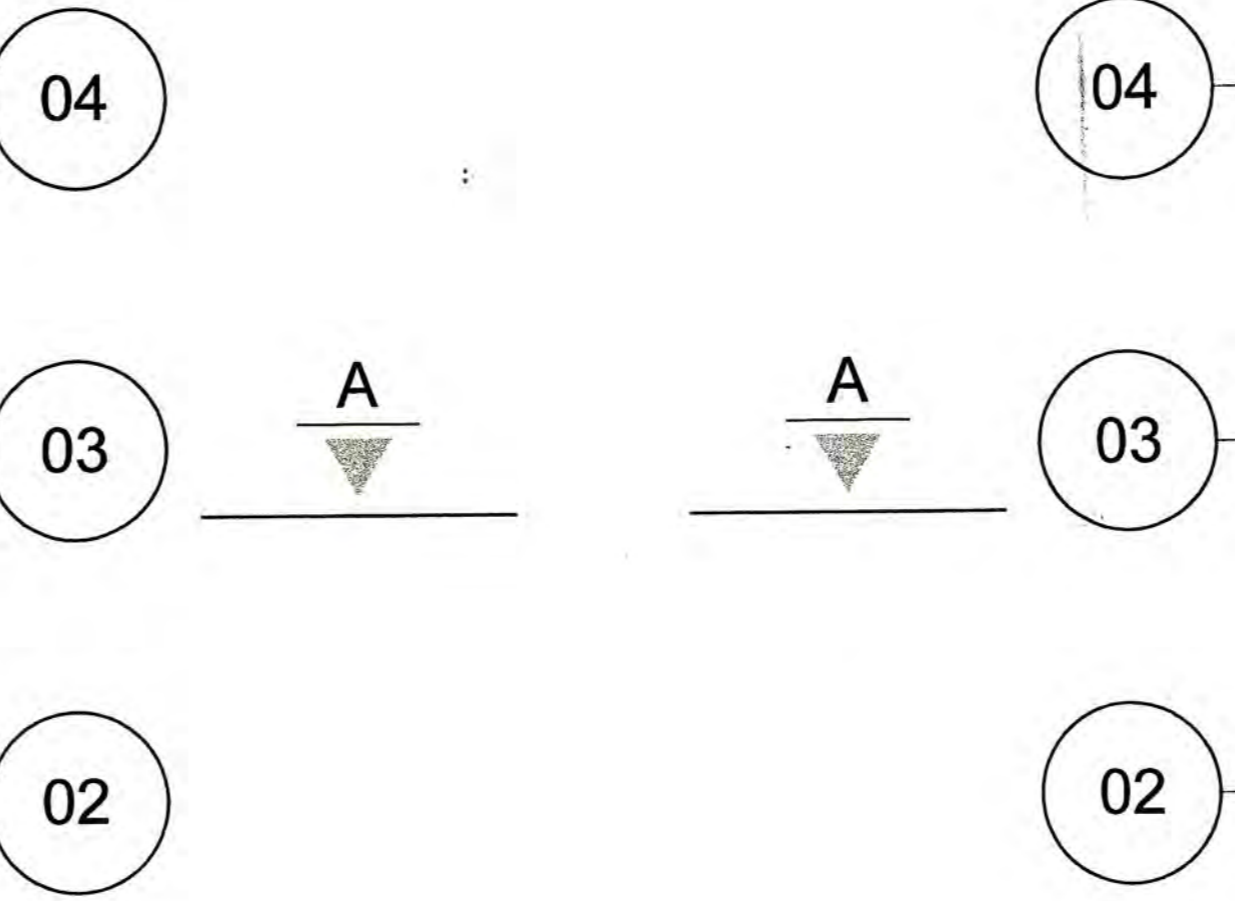
PLANTA ESTRIBO DERECHO

ESCALA: 1/50



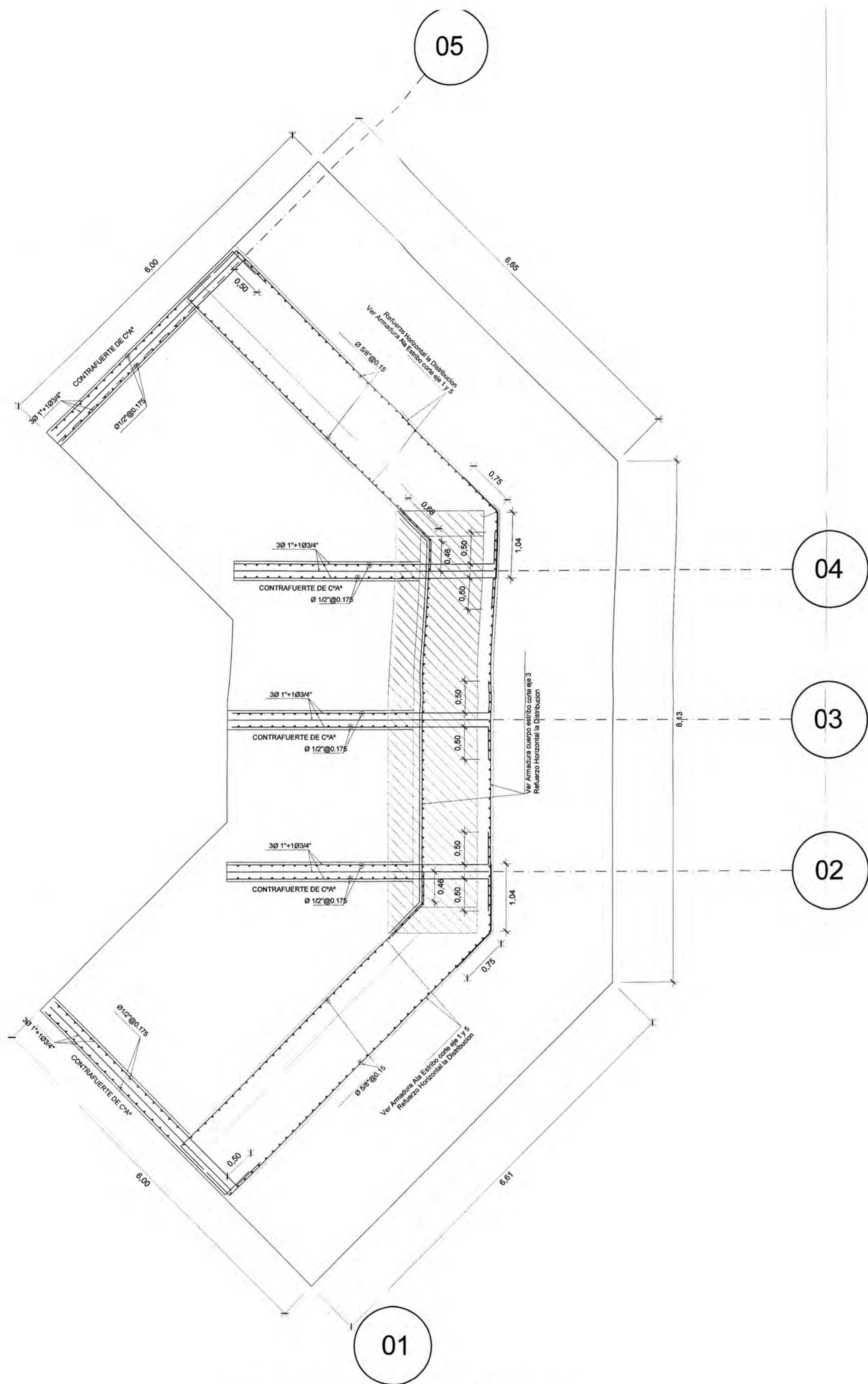
PLANTA ESTRIBO IZQUIERDO

ESCALA: 1/50

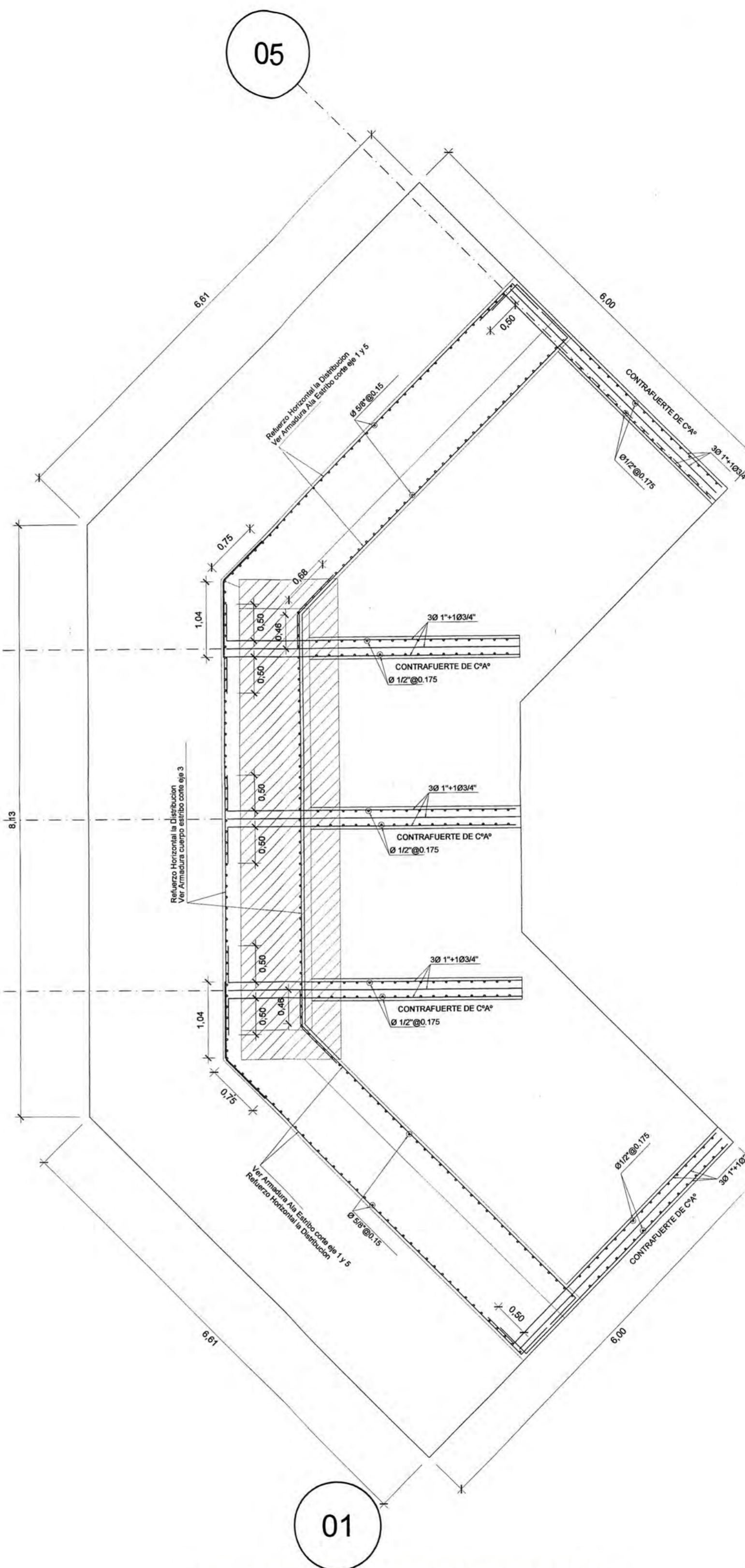


Colocación del concreto bajo agua

El concreto contendrá un diez por ciento (10%) de exceso de cemento y usar acelerante de fragua. Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un método aprobado por el Supervisor. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua. No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y los encofrados diseñados para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas. Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto. De ser necesario, la zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.



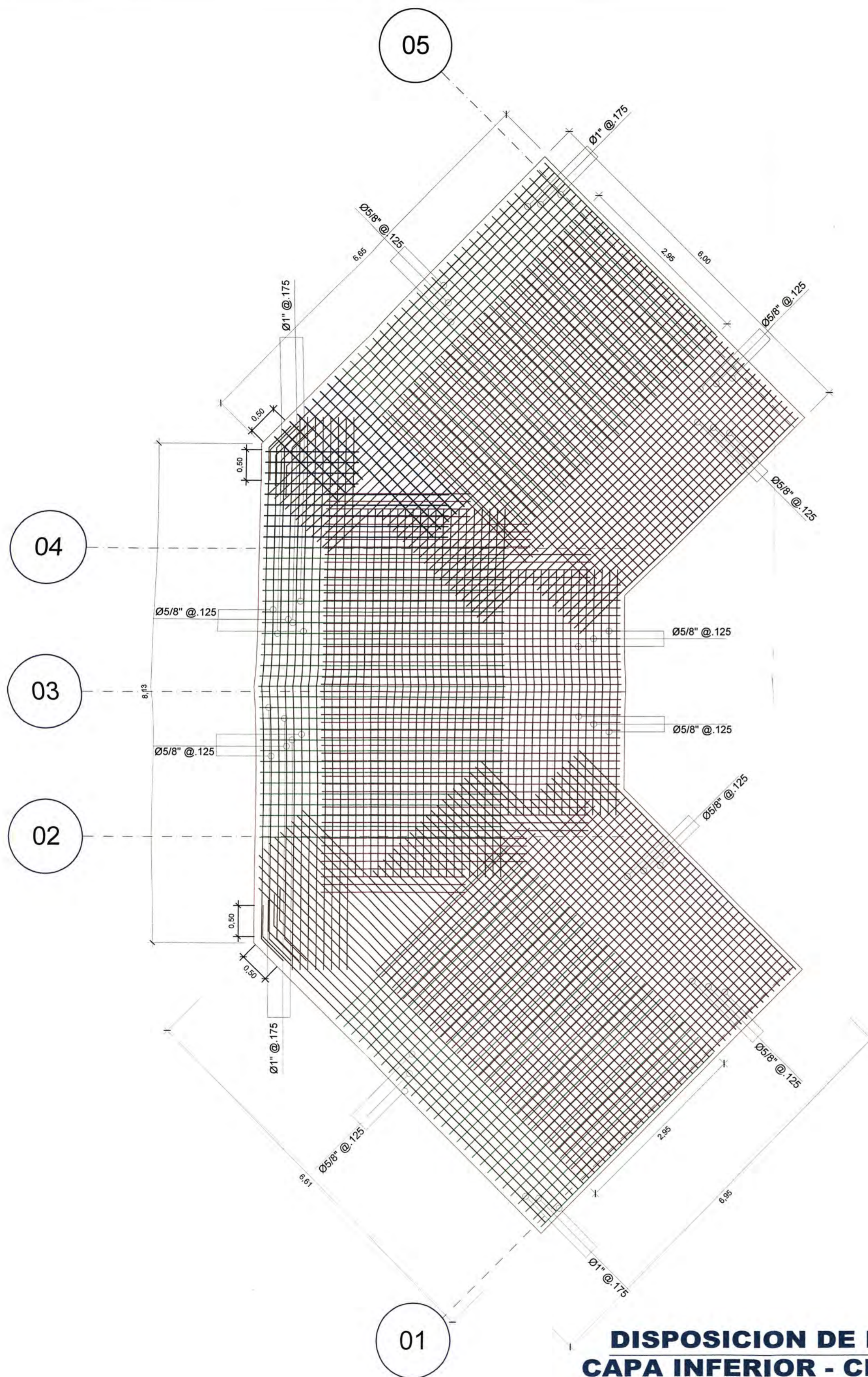
**PLANTA DISTRIBUCION
REFUERZO ESTRIBO DERECHO**
ESCALA: 1/50



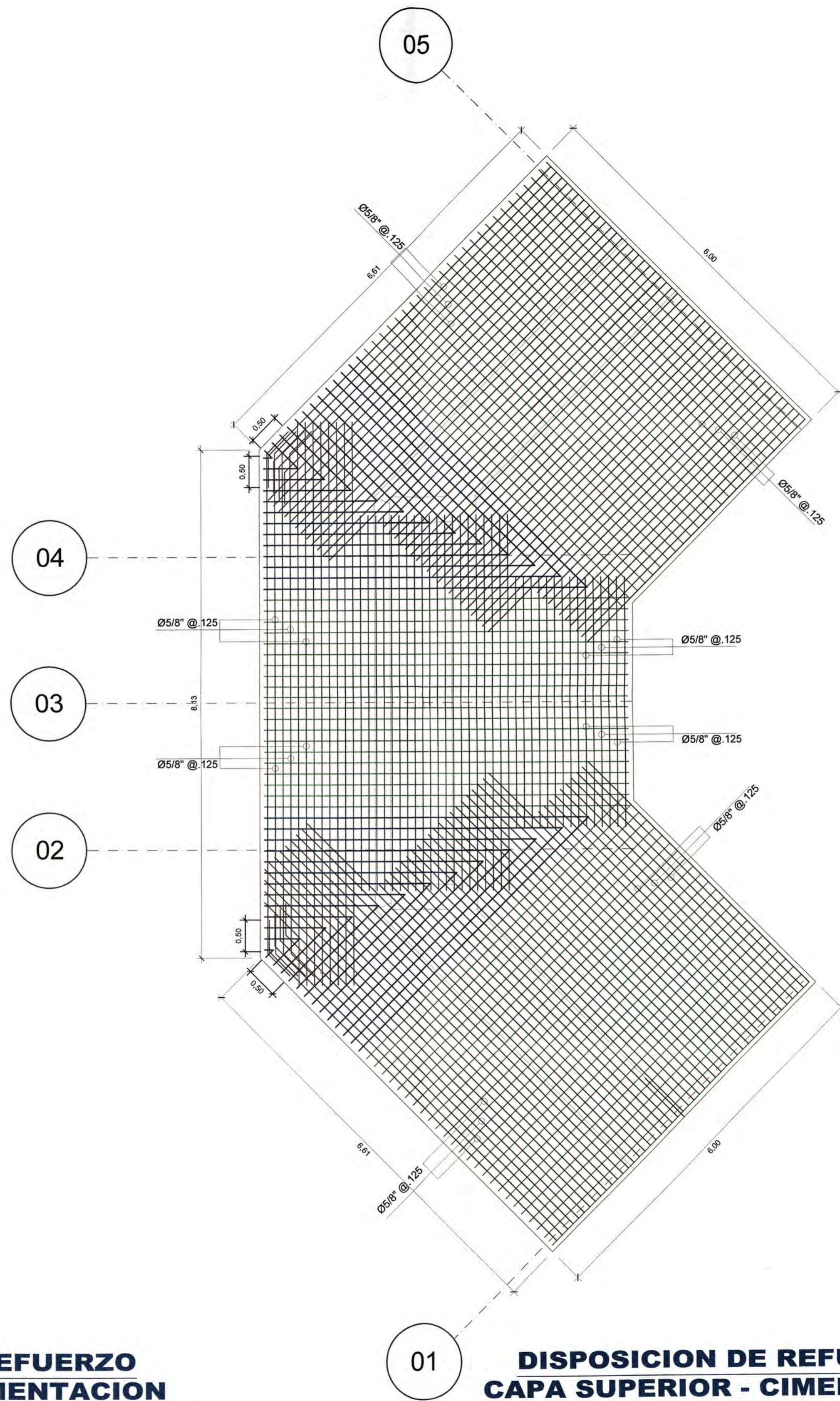
**PLANTA DISTRIBUCION
REFUERZO ESTRIBO IZQUIERDO**
ESCALA: 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO PARA ESTRIBO (Zapata, Pantalla, Cajuela)	f _c = 280 Kg/cm ²
SOLADO DE CONCRETO	f _c = 100 kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO	f _y = 4200 Kg/cm ²
CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO ESTRIBO DERECHO	1.20 Kg/cm ²
CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO ESTRIBO IZQUIERDO	1.20 Kg/cm ²
SOBRE CARGA	S/C = HL93
RECUBRIMIENTO EN ELEVACION	7.5 cm
RECUBRIMIENTO EN PARAPETO	4.0 cm
DESENCOFRADO EN ESTRIBO	
Lado de zapata	24 h
Muros	72 h

Diametro	Área (cm ²)	f _c	Id Tracción	Id Compresión
1/2"	1.29	175	32	33
		210	32	30
		280	32	26
5/8"	2.00	175	40	41
		210	40	37
		280	40	32
1"	5.10	175	97	65
		210	89	59
		280	77	51

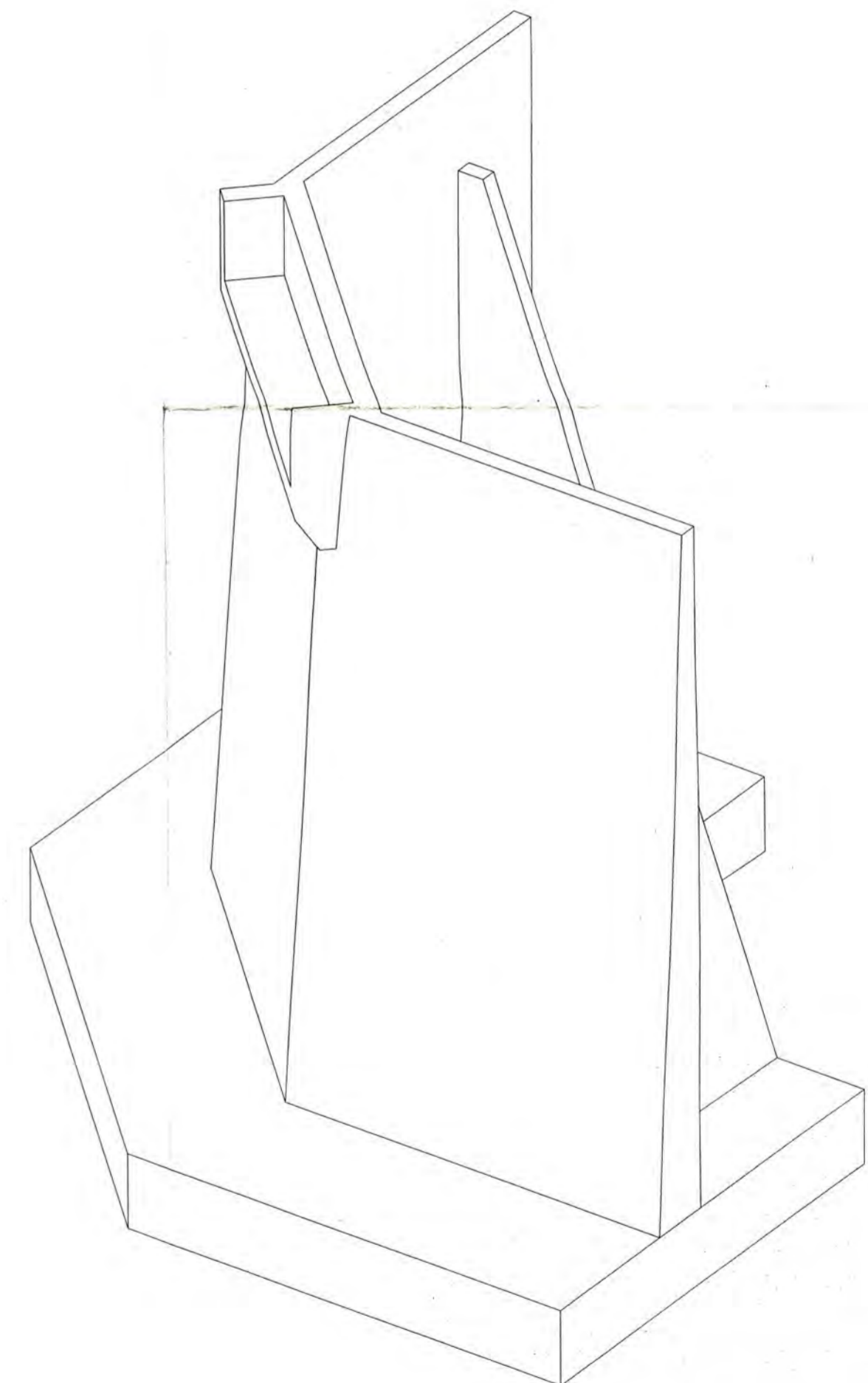


**DISPOSICION DE REFUERZO
CAPA INFERIOR - CIMENTACION**
ESCALA: 1/50

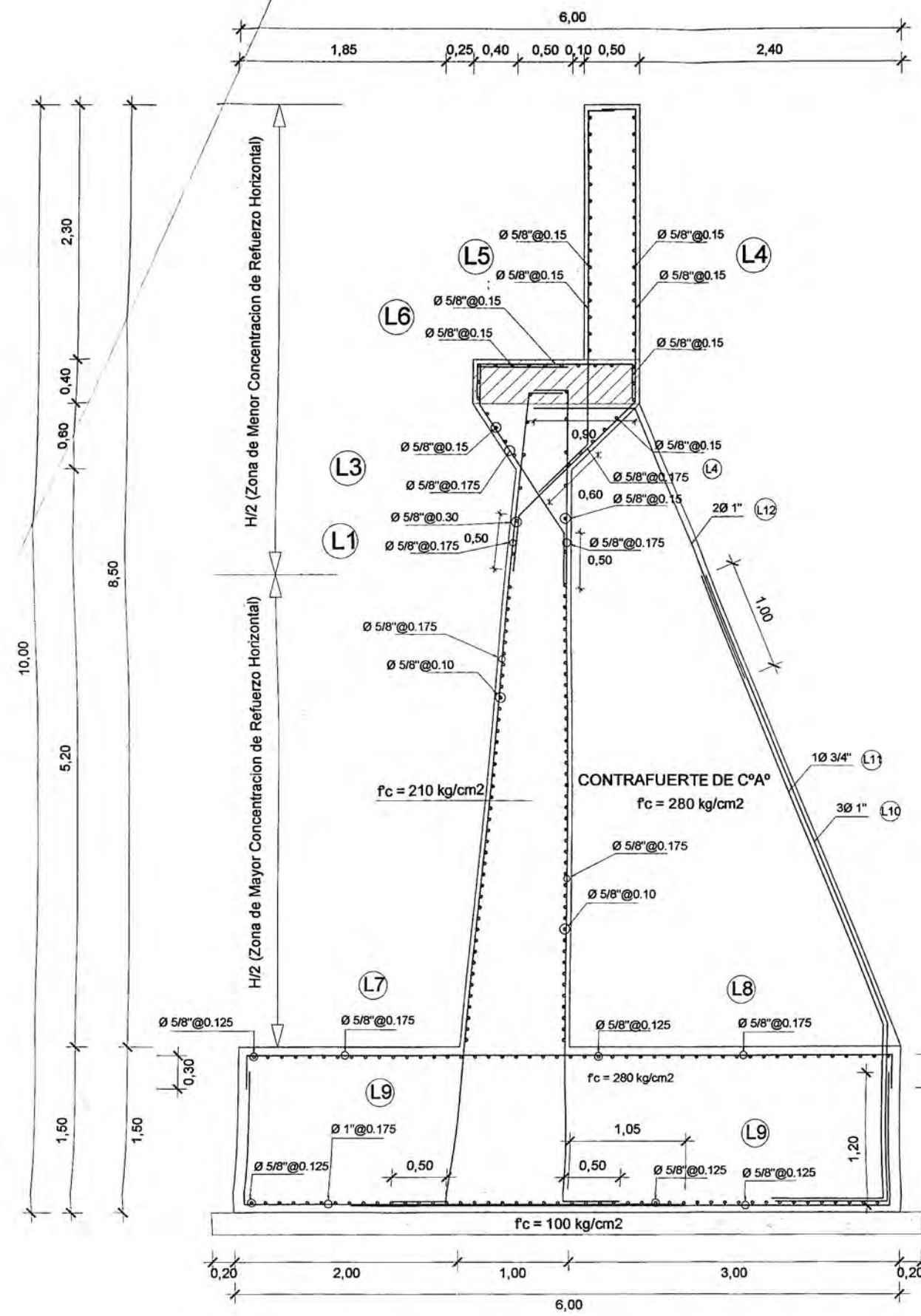


**DISPOSICION DE REFUERZO
CAPA SUPERIOR - CIMENTACION**
ESCALA: 1/50

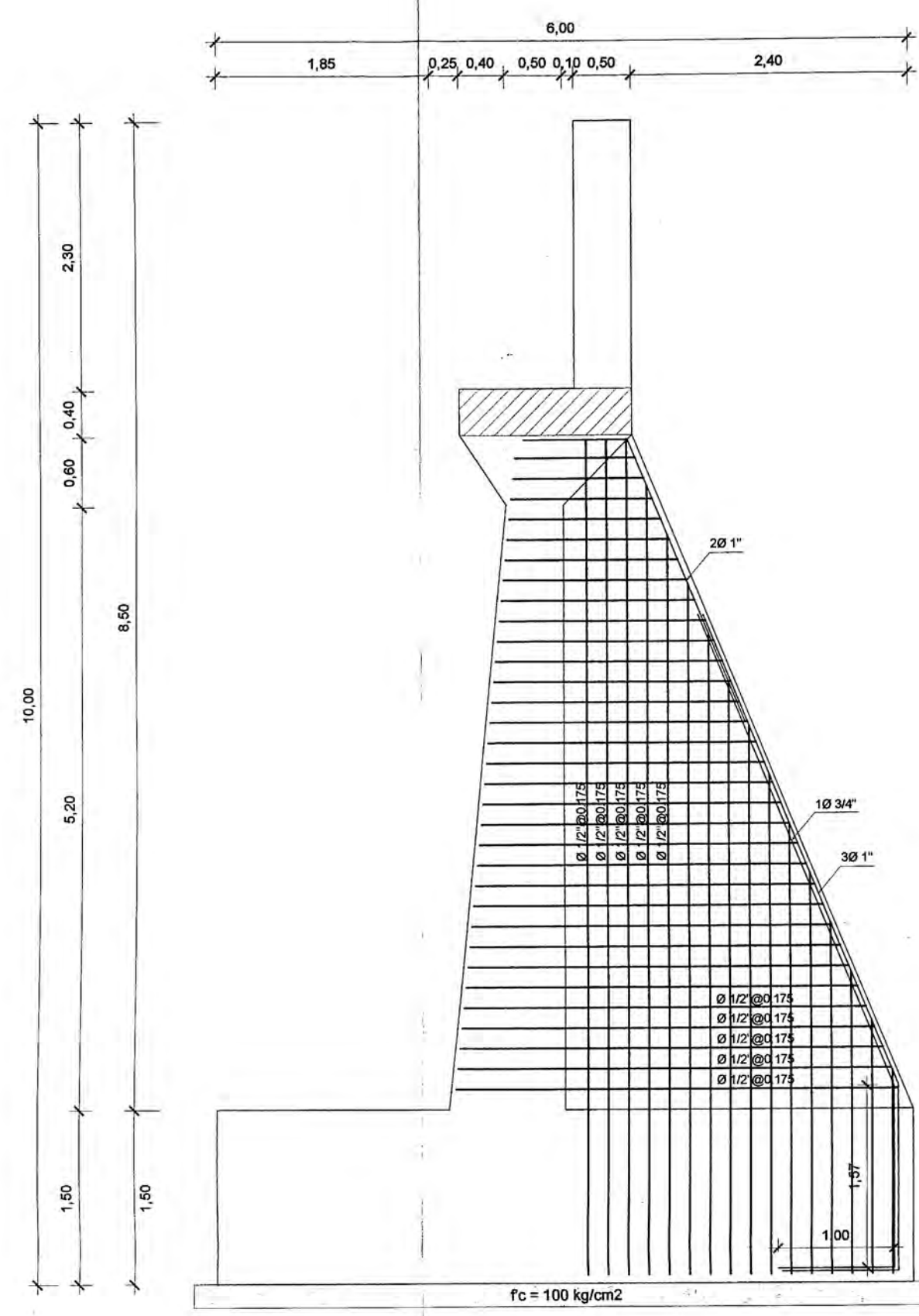
Diametro	Área (cm ²)	f _c	Id Tracción	Id Compresión
1/2"	1.29	175	32	33
		210	32	30
		280	32	26
5/8"	2.00	175	40	41
		210	40	37
		280	40	32
1"	5.10	175	97	65
		210	89	59
		280	77	51



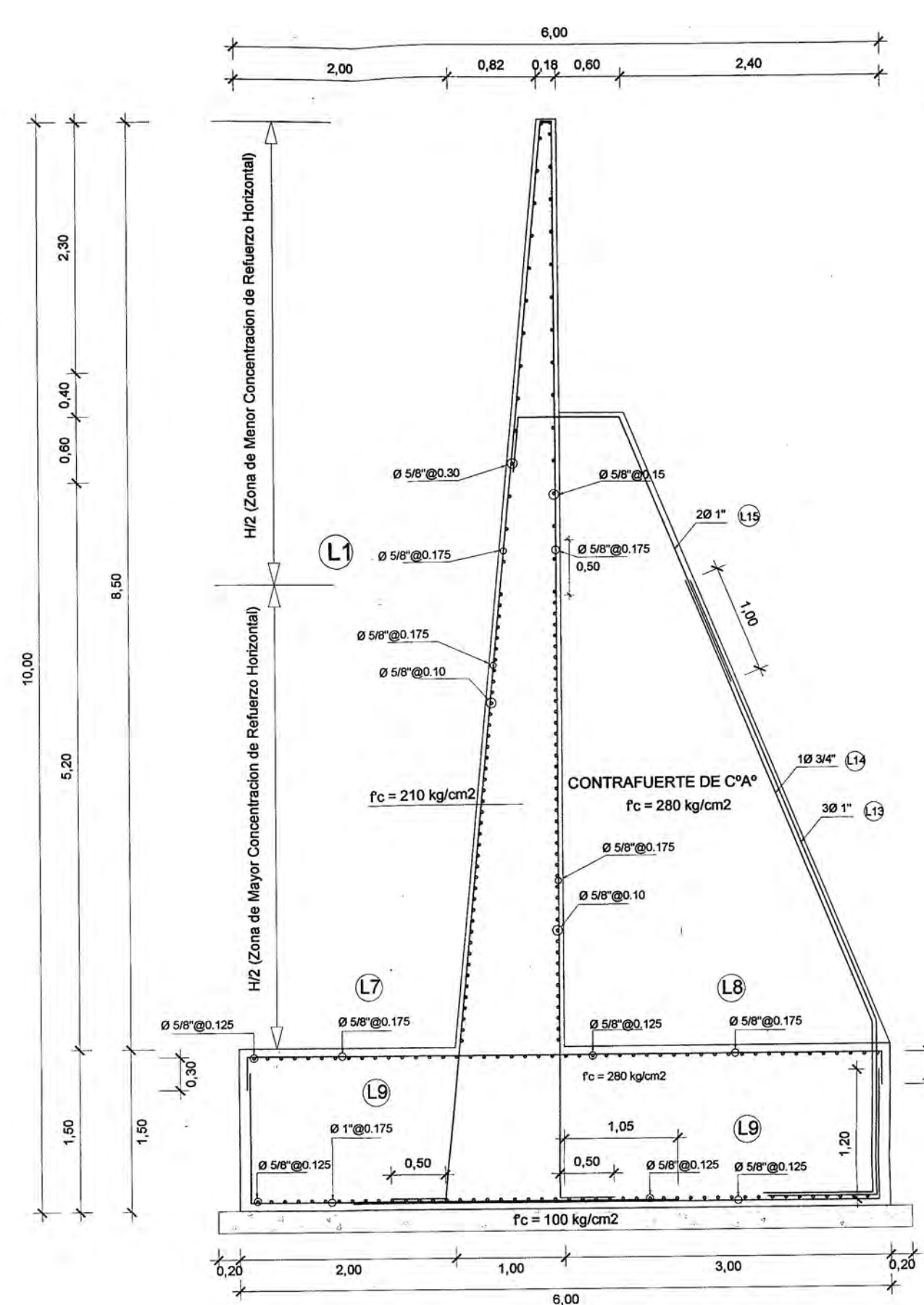
ESTRIBO TIPICO EN 3D



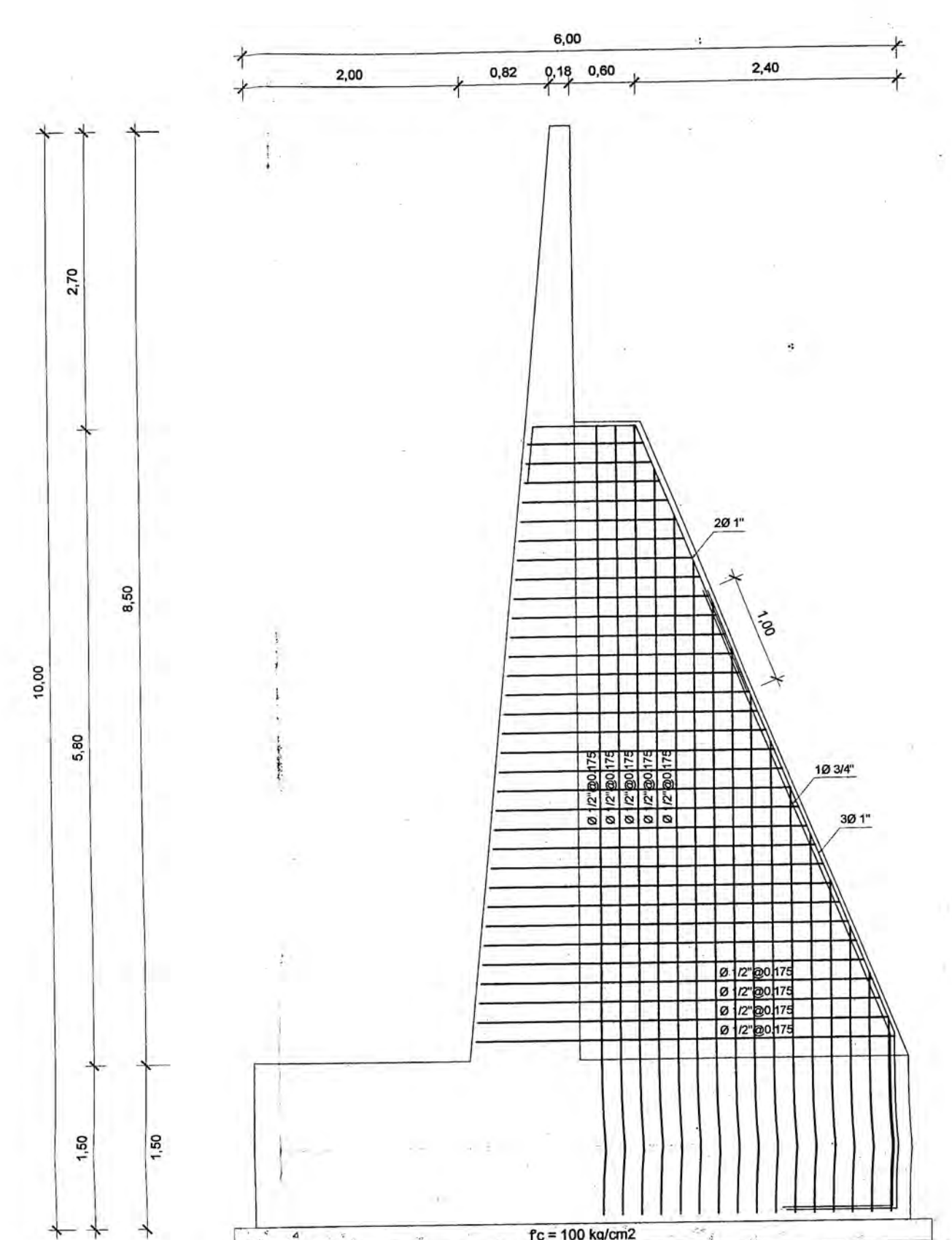
DETALLE ARMADURA EN ESTRIBO TIPO VOLADIZO EJE 03 (CORTE A-A)
ESCALA: 1/50



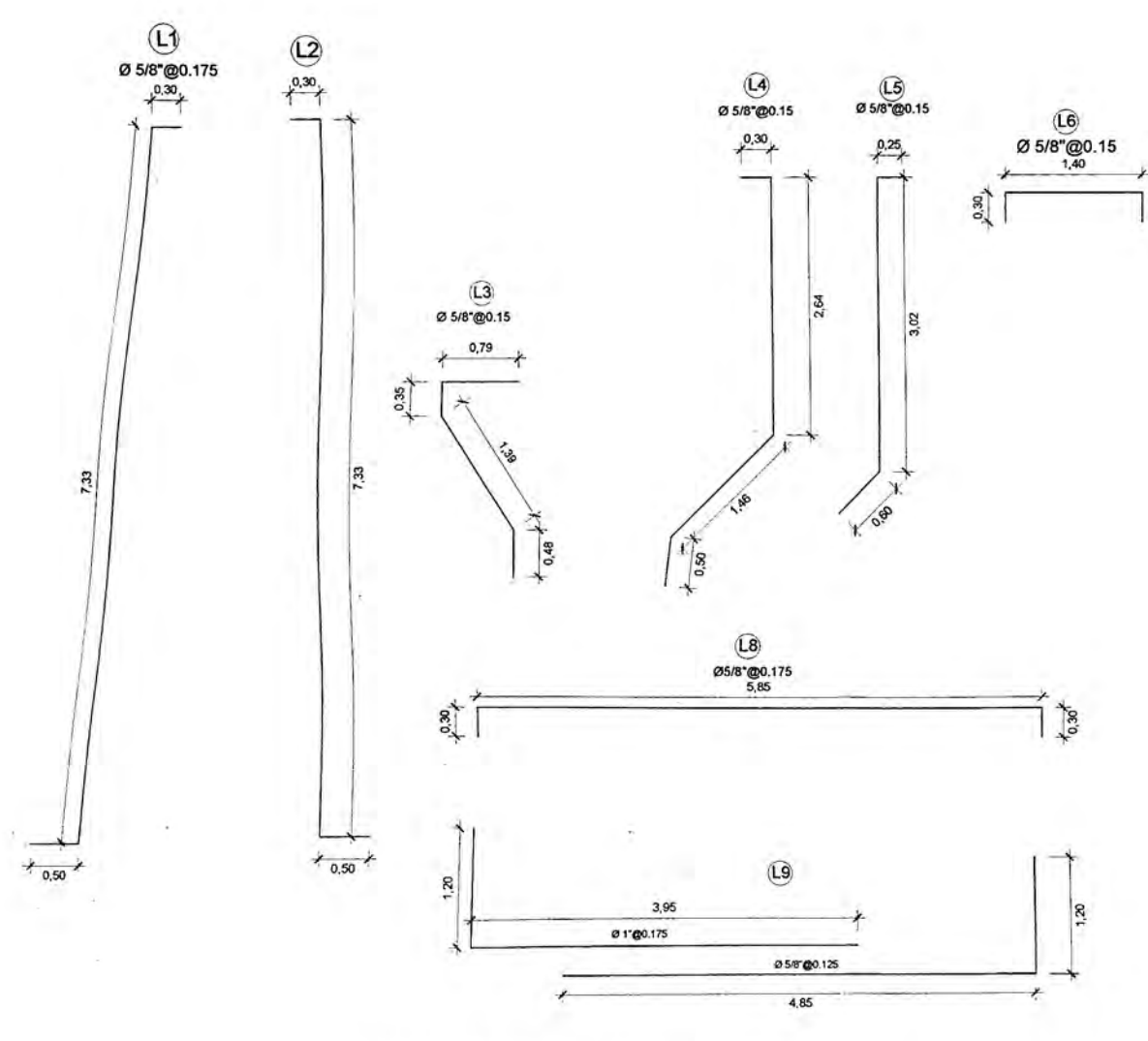
DETALLE ARMADURA CONTRAFUERTE EJE 03
ESCALA: 1/50



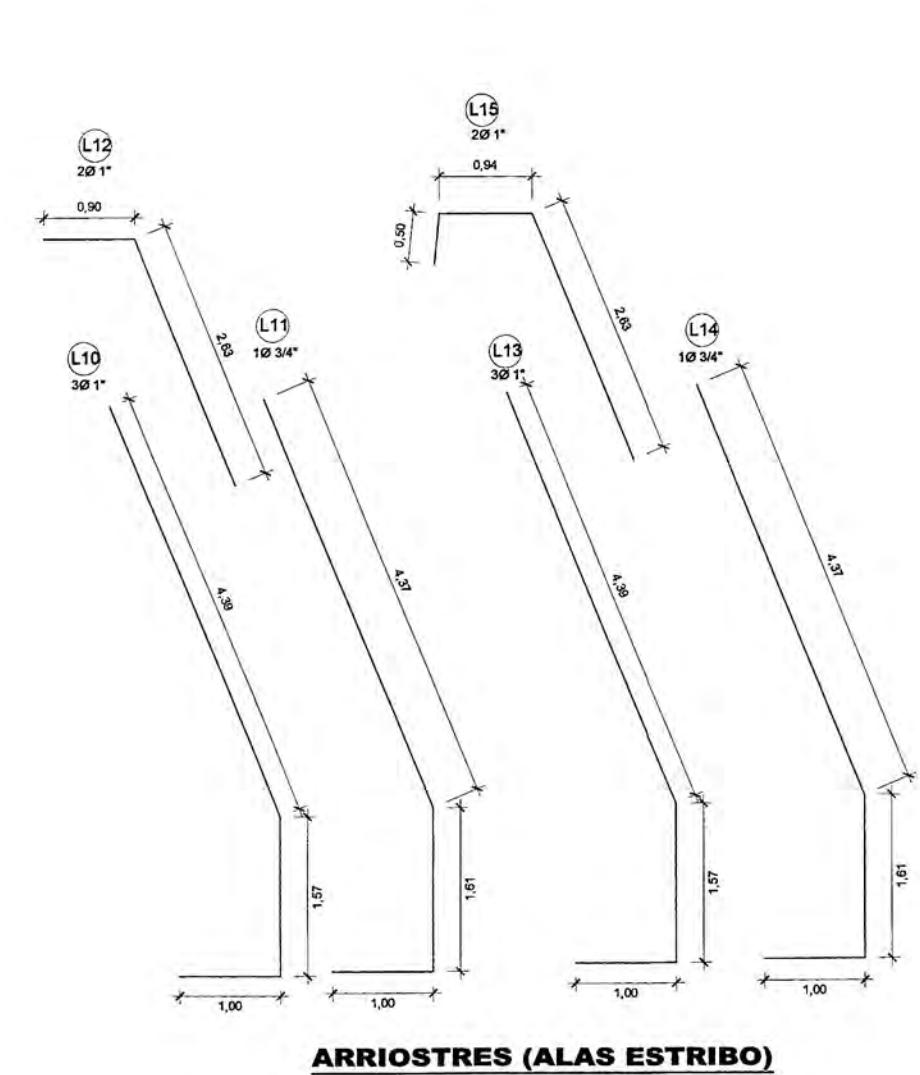
DETALLE ARMADURA EN ESTRIBO ALA EJE 01 Y 05
ESCALA: 1/50



DETALLE ARMADURA CONTRAFUERTE ALA ESTRIBO EJE 01 Y 05
ESCALA: 1/50

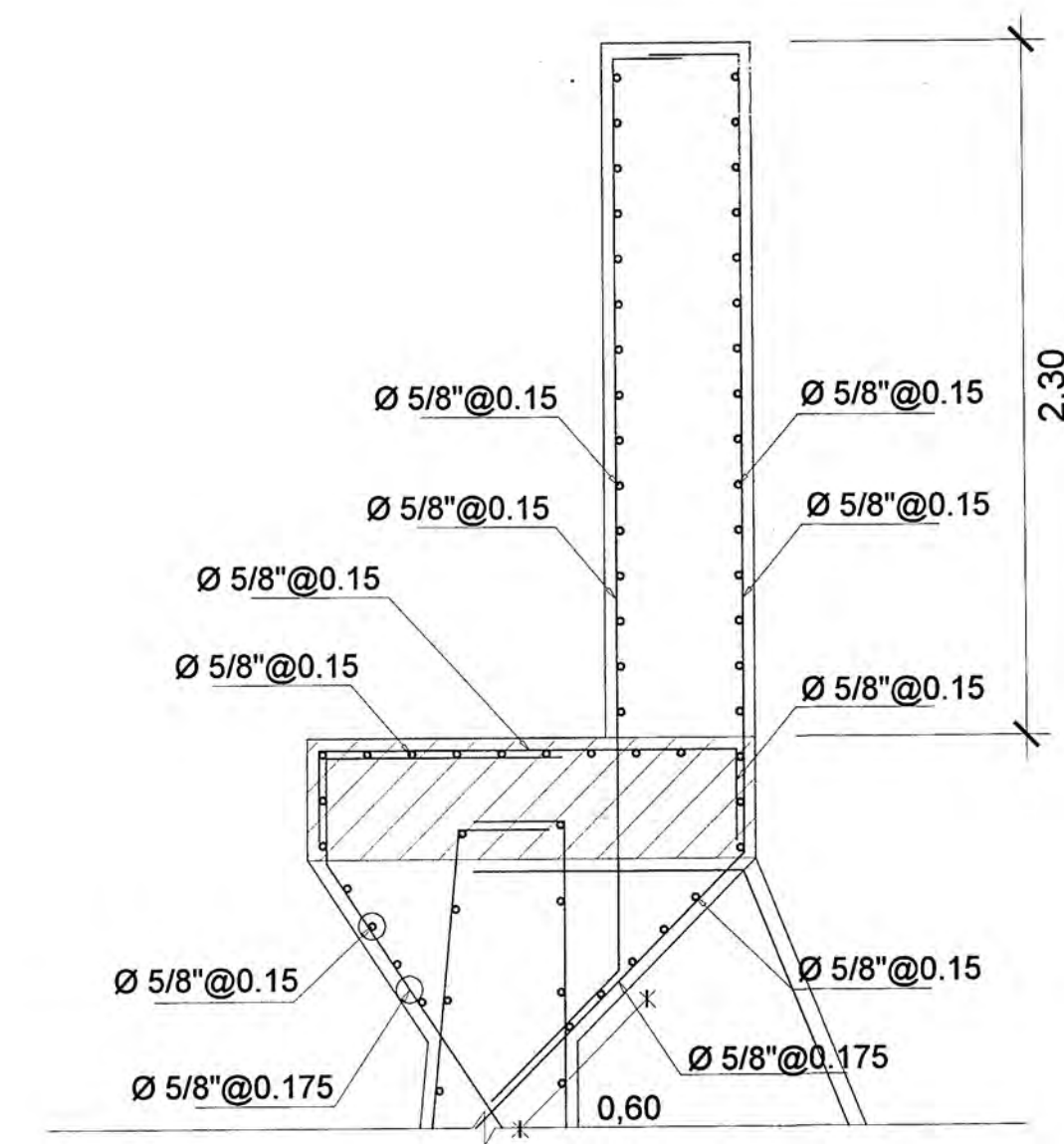


DETALLE DE ACEROS VERTICALES - ESTRIBO
ESCALA: 1/50

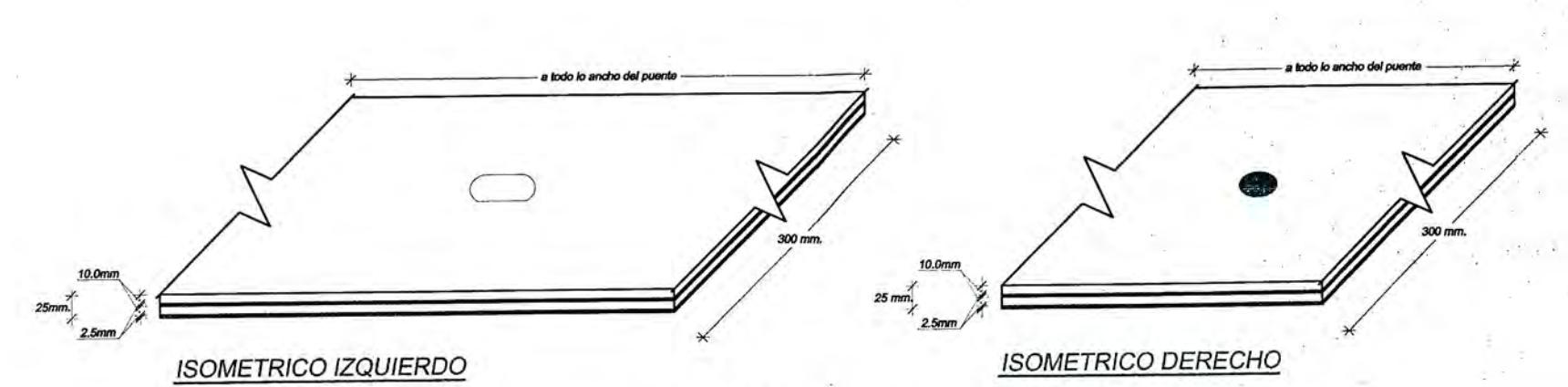


ARRIOSTRES (ALAS ESTRIBO)

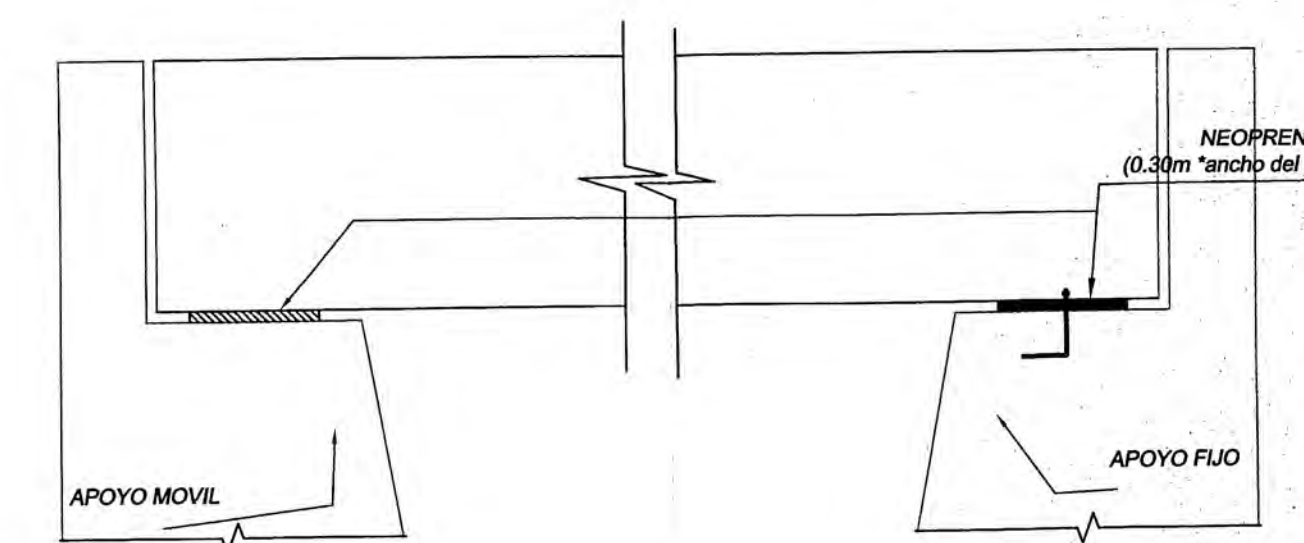
VER HOJA DE METRADOS



DETALLE ARMADURA DE CAJUELA
ESCALA: 1/25



APOYO DE NEOPRENO
ESCALA: 1/7.5



DETALLE DE ANCLAJE
ESC.: 1/17.5

