

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL INTERCAMBIO VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SALAVERRY CON LA CALLE QUIROZ Y SAN JUAN DE DIOS CERCADO DE AREQUIPA”

Tesis presentada por los Bachilleres

Bach. Ing. Medina Aguilar, Josimar Andree

Bach. Ing. Olin Llerena, Jean Carlo

**Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil**

Asesores:

Ing. Chávez Vega, Oscar

AREQUIPA – PERU

2018

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

Diseño geométrico y estructural del intercambio
Vial en la Intersección de la Av. Solaverri con la
Calle Quiroz y San Juan de Dios Cercado Arequipa"

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

Medina Aguilar, Josimar Andree
Olin Herena, Jean Carlo

Nuestro DICTAMEN es:

APTO PARA SUSTENTACION

OBSERVACIONES:

Arequipa, 17 de OCTUBRE del 2017

Chavez
COD 1732

Guastaford
COD. 2530

[Signature]

CODIGO 1985.

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios quien inspiro en mi fortaleza para concluir con esta tesis.

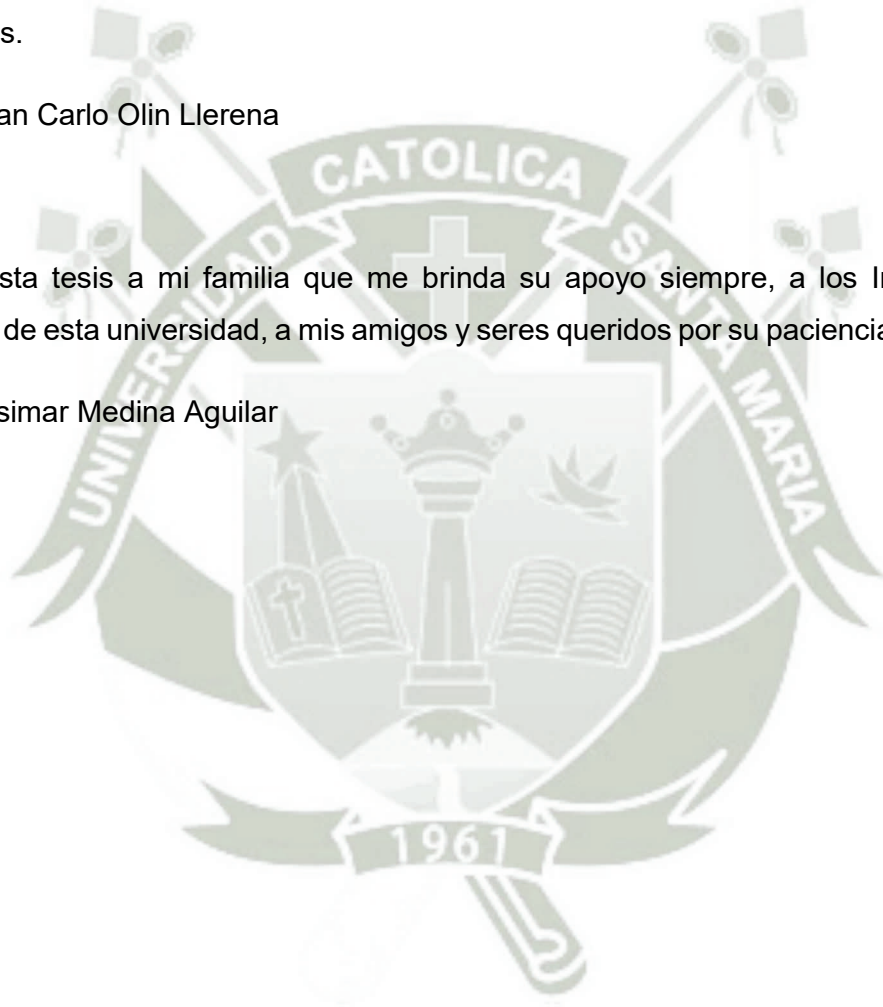
A mi padre y a mi madre, quienes forjaron en mi hábitos y valores, apoyándome incondicionalmente en todo mi trayecto estudiantil, y que mi padre desde el cielo siempre nos guiara y cuidara.

A mi familia por ser buenos consejeros apoyándome en los buenos y malos momentos.

Jean Carlo Olin Llerena

Dedico esta tesis a mi familia que me brinda su apoyo siempre, a los Ingenieros docentes de esta universidad, a mis amigos y seres queridos por su paciencia y apoyo.

Josimar Medina Aguilar



ÍNDICE

Dedicatoria	II
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPÍTULO 1	1
DESCRIPCIÓN GENERAL	1
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO	2
1.1.1 NOMBRE DEL ESTUDIO	2
1.1.2 ANTECEDENTES	2
1.2 UBICACIÓN DEL ESTUDIO	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS A DESARROLLAR	4
1.4 MARCO TEÓRICO	5
1.4.1 SISTEMA VIAL	5
1.4.1.1 GENERALIDADES	5
1.4.1.2 CLASIFICACIÓN DE UNA RED VIAL	5
1.4.2 EL TRANSPORTE	9
1.4.2.1 GENERALIDADES	9
1.4.2.2 COSTOS SOCIALES Y LOS BENEFICIOS DEL TRANSPORTE	9
1.4.2.3 RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA VEHICULAR Y LA OFERTA VIAL	10
1.4.2.4 PATRÓN URBANO	10
1.4.2.5 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA DEL TRÁNSITO	11
1.4.2.6 TIPOS DE SOLUCIÓN	13
1.4.2.6.1 SOLUCIÓN INTEGRAL	13
1.4.2.6.2 SOLUCIÓN PARCIAL DE ALTO COSTO	13
1.4.2.6.3 SOLUCIÓN PARCIAL DE BAJO COSTO	13
1.4.2.7 BASES PARA LA SOLUCIÓN	14
1.4.2.8 DESARROLLO ESPECIALIZADO	14
1.4.2.9 ESTUDIOS DE VELOCIDAD	15
1.4.2.9.1 GENERALIDADES	15
1.4.2.9.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA	16
1.4.2.10 ESTUDIOS DE VOLUMEN	18
1.4.2.11 CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO	23
1.4.2.11.1 NIVELES DE SERVICIO	23
1.4.3 DISEÑO GEOMÉTRICO	25
1.4.4 INTERSECCIONES VIALES	26
1.4.4.1 INTERSECCIONES A DESNIVEL	27
1.4.5 PUENTES	29
1.4.5.1 GENERALIDADES	29
1.4.5.2 TIPOS DE PUENTES EN INTERCAMBIOS VIALES	30
1.4.5.2.1 UBICACIÓN Y ELECCIÓN DEL TIPO DE PUENTE	32
1.4.5.2.2 GEOMETRIA	32
1.4.5.2.3 NORMATIVIDAD	34
1.4.5.2.4 CARGAS	35
1.4.5.3 CONSIDERACIONES SÍSMICAS DE PUENTES	38
1.4.5.3.1 ALCANCES	38
1.4.5.3.2 OBJETIVOS	38
1.4.5.3.3 REQUERIMIENTOS GENERALES	39
1.4.6 MUROS DE CONTENCIÓN Y ESTRIBOS	43
1.4.6.1 MUROS DE CONTENCIÓN	43
1.4.6.2 ESTRIBOS	46

CAPÍTULO 2.	47
ESTUDIOS BASICOS DE INGENIERÍA	47
2.1 ESTUDIO DE SUELOS	48
2.1.1 OBJETIVO	48
2.1.2 UBICACIÓN DEL ESTUDIO	49
2.1.4 GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA DEL SECTOR DEL ESTUDIO	52
2.1.4.1 GRANULOMETRIA	53
2.1.4.2 DENSIDAD MÁXIMA, DENSIDAD MÍNIMA Y DENSIDAD DE CAMPO	60
2.1.5 RESULTADOS DE LABORATORIO	64
2.1.6 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS ESTRATOS	64
2.1.7 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	65
2.1.8 SISMICIDAD Y CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DEL SUELO	66
2.2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO	66
2.2.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO	66
2.2.1.1 OBJETIVO	66
2.2.1.2 RELACIÓN DE SECTORES EVALUADOS	67
2.2.1.3 ÁREA DE LEVANTAMIENTO	67
2.2.1.4 SISTEMA DE COORDENADAS	68
2.2.1.5 POLIGONAL BÁSICA	68
2.2.2 ESTUDIOS DE TRAZO Y DISEÑO GEOMÉTRICO	71
2.3 ESTUDIOS DE TRANSITO Y DENSIDAD	74
2.3.1 CONSIDERACIONES GENERALES	74
2.3.1.2 RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA VEHICULAR Y LA OFERTA VIAL	75
2.3.1.3 COSTOS SOCIALES Y LOS BENEFICIOS DEL TRANSPORTE	75
2.3.1.4 PATRÓN URBANO	75
2.3.1.5 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA DEL TRÁNSITO	76
2.3.1.6 BASES PARA LA SOLUCIÓN	77
2.3.2 ESTUDIOS DINÁMICOS	77
2.3.2.1 ESTUDIOS DE VELOCIDAD EN EL SITIO	77
2.3.2.2 ESTUDIOS DE VOLUMEN	89
2.3.2.3 ESTUDIO DE ORIGEN DESTINO	107
2.3.2.4 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVELES DE SERVICIO	113
2.4 ESTUDIO DE IMPACTO SOCIO AMBIENTAL	119
2.4.1 OBJETIVOS	119
2.4.2 MARCO LEGAL	119
2.4.3 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	128
2.4.4 PLAN DE MANEJO SOCIO AMBIENTAL	136
CAPÍTULO 3.	143
DISEÑO Y ANÁLISIS DE LA SUPER ESTRUCTURA	143
3.1 FILOSOFÍA DE DISEÑO	144
3.1.1 LRFD DISEÑO POR FACTORES DE CARGA Y RESISTENCIA	144
3.1.2 EFECTO DE FUERZA ULTIMA FACTORIZADA	145
3.1.2.1. Factor que relaciona a la ductilidad, redundancia e importancia operativa	145
3.1.2.2 Estados Límite	145
3.1.3 FORMA Y PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SUPERESTRUCTURA	146
3.1.4 PERALTE DE LA SECCIÓN	146
3.1.5 LOSAS Y PAREDES - DIMENSIONES	147
3.1.5.1 LOSA TABLERO SUPERIOR E INFERIOR:	147
3.1.5.2 PAREDES O ALMAS:	147
3.1.6 ANCHO DEL PUENTE	148
3.2 DISEÑO DE PUENTE VIGA-LOSA	148
3.2.1 PROPIEDADES	148
3.2.1.1 Características del Puente	148
3.2.1.2 Cargas de Diseño	148
3.2.1.3 Características de los Materiales	149

3.2.2	PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	149
3.2.2.1	Peralte de la sección	149
3.2.2.2	Espaciamiento entre Almas	149
3.2.2.3	Espesor de la losa Superior	149
3.2.2.4	Peralte de las Vigas	150
3.2.2.5	Espesor de las Vigas	150
3.2.3	ANÁLISIS LONGITUDINAL DE LA SUPERESTRUCTURA	150
3.2.3.1	Momento Flector por Cargas: Considerando franja de 1m de ancho	150
3.2.3.2	Factor de Carga y Combinación aplicado a los efectos de fuerza	153
3.2.3.1	Estado Límite de Resistencia	153
3.2.4	DISEÑO DE LOSA SUPERIOR	153
3.2.4.1	Armadura Principal Perpendicular al Tráfico	153
3.2.4.2	Armadura de Distribución Paralelo al Tráfico	154
3.2.4.3	Armadura de Contracción y Temperatura	155
3.2.5.1	Acero Negativo	156
3.2.5.2	Acero Positivo	158
3.2.6	ANÁLISIS TRANSVERSAL DE LA SUPERESTRUCTURA	160
3.2.6.1	Definición de Ancho Efectivos de Alas	160
3.2.6.2	Factores de Distribución para Momentos y Cortes de Carga Viva Vehicular (LL) 160	160
3.2.6.3	Momento Flector por Cargas	161
3.2.6.4	Método del Factor de Distribución para Momentos y Cortes	163
3.2.6.4	Factor de Carga y Combinación aplicado a los efectos de fuerza	164
3.2.7	DISEÑO DE ALMA O VIGA	164
3.2.7.1	Resistencia a la Flexión	164
3.2.7.2	Armadura de contracción y temperatura en caras laterales	166
3.2.7.3	Resistencia Cortante	166
3.2.8	VERIFICACIÓN DE FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA	168
3.2.8.1	Viga Interior	168
3.3	DISEÑO DE PUENTE LOSA	172
3.3.1	PROPIEDADES	172
3.3.2	PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	173
3.3.3	ANÁLISIS LONGITUDINAL DE LA SUPERESTRUCTURA	173
3.3.3.1	Momento Flector por Cargas	173
3.3.3.2	Factor de Carga y Combinación aplicado a los efectos de fuerza	175
3.3.4	DISEÑO DE LOSA	176
3.3.4.1	Armadura Principal Paralelo al Tráfico	176
3.3.4.2	Armadura Principal Paralelo al Tráfico	177
3.3.5	VERIFICACIÓN DE FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA	179
3.3.5.1	Acero Negativo	179
3.4	BARRERA DE CONCRETO	182
3.4.1	Barrera Tipo New Jersey	182
3.4.2	ANÁLISIS Y DISEÑO DE BARRERA DE CONCRETO	185
3.4.2.1	Resistencia en flexión alrededor de un eje vertical a la barrera (Mw):	186
3.4.2.2	Resistencia en flexión alrededor de un eje paralelo al eje longitudinal del puente (Mc):	188
3.4.2.3	Longitud crítica de la línea de rotura (Lc) según el patrón de falla:	191
3.4.2.4	Resistencia nominal a la carga transversal Rw:	191
3.4.2.5	Transferencia de Cortante entre la barrera y la losa:	192
3.4.2.6	Chequeo de Dowell:	193
3.4.2.7	Longitud de desarrollo para anclaje (ldh):	193
3.4.2.8	Resistencia en flexión alrededor de un eje paralelo al eje longitudinal del puente (Mc):	195
CAPÍTULO 4		197
DISEÑO Y ANÁLISIS DE LA SUB-ESTRUCTURA		197

4.1.	DISEÑO Y ANÁLISIS DE ESTRIBOS	198
4.1.1.	PRE-DIMENSIONAMIENTO DEL ESTRIBO	198
4.1.2.	DIMENSIONAMIENTO DEL PARAPETO	200
4.1.3.	DIMENSIONAMIENTO DE LA PANTALLA	200
4.1.4.	DIMENSIONAMIENTO PRELIMINAR DE LA ZAPATA	200
4.1.5	FUERZAS QUE ACTUAN EN EL ESTRIBO	202
4.2	ANÁLISIS DE ESTRIBOS “1” y “2”	204
4.2.1	DIMENSIONES DEL ESTRIBO “1” y “2”	204
4.2.2	CASO I – ANÁLISIS DE ESTRIBO CON PUENTE	206
4.2.2.1	CARGAS VERTICALES (Franjas de 1.00 m de longitud del Estribo).....	206
4.2.2.2	CARGAS HORIZONTALES Cálculo del coeficiente de Empuje Activo (Ka):.....	208
4.2.2.3	ESTADOS LÍMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGA	212
4.2.2.4	CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS	214
4.2.3	CASO II – ANÁLISIS DE ESTRIBO SIN PUENTE	219
4.3	DISEÑO ESTRUCTURAL DE ESTRIBOS “1” y “2”	223
4.3.1	DISEÑO DE LA PANTALLA DEL ESTRIBO	223
4.3.1.1	CARGAS EN LA BASE DE LA PANTALLA.....	224
4.3.1.2	ACERO A FLEXIÓN	225
4.3.1.3	ACERO POR TEMPERATURA	227
4.3.1.4	REVISIÓN DE FISURACION POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA.....	227
4.3.1.5	REVISIÓN POR CORTE	229
4.3.2	DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN	231
4.3.2.1	ACERO SUPERIOR DE LA ZAPATA	231
4.3.2.2	ACERO DE TEMPERATURA DE LA ZAPATA	233
4.3.2.3	REVISIÓN DEL TALÓN POR CORTE	234
4.3.2.4	ACERO EN LA BASE DE LA ZAPATA	235
4.3.2.5	REVISIÓN DE LA PUNTA POR CORTE	237
4.3.2.6	DISTRIBUCIÓN DE ACERO EN LOS ESTRIBOS DE “1” Y “2”	238
4.4	ANÁLISIS DE ESTRIBOS “3”	239
4.4.1	DIMENSIONES DEL ESTRIBO “1” y “2”	239
4.4.2	CASO I – ANÁLISIS DE ESTRIBO CON PUENTE	240
4.4.2.1	CARGAS VERTICALES (Franjas de 1.00 m de longitud del Estribo).....	240
4.4.2.2	ESTADOS LÍMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGA	243
4.4.2.3	CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZO	245
4.4.3	CASO II – ANÁLISIS DE ESTRIBO SIN PUENTE	247
4.5	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL ESTRIBO “3”	251
4.5.1	DISEÑO DE LA PANTALLA DEL ESTRIBO.....	251
4.5.1.1	CARGAS EN LA BASE DE LA PANTALLA.....	252
4.5.1.2	ACERO A FLEXIÓN	253
4.5.1.3	ACERO POR TEMPERATURA	254
4.5.1.4	REVISIÓN DE FISURACION POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA	254
4.5.1.5	REVISIÓN POR CORTE	255
4.5.2	DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN	256
4.5.2.1	ACERO SUPERIOR DE LA ZAPATA	256
4.5.2.2	ACERO DE TEMPERATURA DE LA ZAPATA	258
4.5.2.3	REVISIÓN DEL TALON POR CORTE	258
4.5.2.4	ACERO EN LA BASE DE LA ZAPATA	259
4.5.2.5	REVISIÓN DE LA PUNTA POR CORTE	261
4.5.2.6	DISTRIBUCIÓN DE ACERO EN LOS ESTRIBOS DE “3”	262
4.6	Muros DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO	262
4.6.1	ESTABILIDAD	264
4.6.1.1	Método de los Esfuerzos Admisibles o Estado Límite de Servicio:	265
4.6.1.2	Estabilidad al volcamiento y deslizamiento:.....	266
4.6.1.3	Presiones de contacto:.....	267
4.6.2	JUNTAS.....	269

4.6.3 ANÁLISIS Y DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO	271
4.6.3.1 PROPIEDADES	271
4.6.3.2 PREDIMENSIONAMIENTO	272
4.6.3.2.1 Dimensiones del Muro	273
4.6.3.3 CARGAS ACTUANTES	273
4.6.3.4 CRITERIOS DE ESTABILIDAD	275
4.6.3.5 DISEÑO DEL MURO	276
CAPÍTULO 5.	285
PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRA	285
5.1 RELACIÓN DE METRADOS DEL ESTUDIO	286
5.2 PRESUPUESTO DEL ESTUDIO	292
5.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	297
5.4 PROGRAMACIÓN DEL ESTUDIO	312
CONCLUSIONES	313
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	313



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 1 Mapa de Ubicación.....	3
Figura 1 2 .- Clases de Vías	8
Figura 1 3 - Tipos de Intercambio.....	27
Figura 1 4 .- Paso a Desnivel.....	29
Figura 1 5 - Vista en perspectiva del puente lo.....	30
Figura 1 6 .- Puente Tipo Viga Losa	31
Figura 1 7 – Sección Transversal de Puente Tipo Viga Losa	33
Figura 1 8 – Barreras de Protección	34
Figura 1 9 - Camión de Diseño.....	35
Figura 1 10 - Tándem de Diseño	35
Figura 1 11 – Sobrecarga de Carril de Diseño.....	36
Figura 1 12 Mapa de distribución de isoaceleraciones	40
Figura 1 14 – Muros de Contención.....	44
Figura 1 15 Muros de Gravedad.....	44
Figura 1 16 Muros en voladizo	45
Figura 1 17 - Muros de contrafuerte	45
Figura 1 18 - Tipos de Estribo	46
Figura 2. 1 - Ubicación de las avenidas donde se propone la ejecución del estudio.....	49
Figura 2. 2 - Distribución Porcentual de Datos	50
Figura 2. 3 - Perfil estratigráfico.....	52
Figura 2. 4 – Curva Granulométrica (Estrato II)	54
Figura 2. 5 – Curva Granulométrica (Estrato III)	57
Figura 2. 6 – Curva Granulométrica (Estrato III)	59
Figura 2. 7 Mapa de zona de estudio	67
Figura 2. 8- Tramos de estudio para el intercambio vial	81
Figura 2. 9 Variación horaria del volumen de tránsito - Tramo 1_18/05/2016	94
Figura 2. 10 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 2_18/05/2016	95
Figura 2. 11 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 3_18/05/2016	96
Figura 2. 12 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 4_18/05/2016	97
Figura 2. 13 Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 5_18/05/2016	98
Figura 2. 14 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 6_18/05/2016	99
Figura 2. 15 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 1_20/05/2016	100
Figura 2. 16 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 2_20/05/2016	101
Figura 2. 17 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 3_20/05/2016	102
Figura 2. 18 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 4_20/05/2016	103

Figura 2. 19 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 5_20/05/2016	104
Figura 2. 20 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 6_20/05/2016	105
Figura 2. 21 – Abaco Velocidad Media / Tasa de Flujo.....	114
Figura 3. 1 – Detalle de Losa de Puente VIGA-LOSA	155
Figura 3. 2 – Detalle de Viga Exterior de Puente VIGA-LOSA.....	167
Figura 3. 3 – Detalle de Viga Interior de Puente VIGA-LOSA	168
Figura 3. 4 – Detalle de Losa de Puente Tipo Losa	178
Figura 3. 5 – Tipos de Barrera Jersey	183
Figura 3. 6 – Detalle de Barrera Jersey	185
Figura 3. 7 – Análisis de Barrera Jersey	187
Figura 3. 8 Transferencia de Cortante entre Barrera Jersey y losa.....	192
Figura 3. 9 Longitud de desarrollo para anclaje de Barrera Jersey y losa.....	194
Figura 3. 10 Longitud de anclaje de Barrera Jersey	196
Figura 4. 1 Estribo en Voladizo.....	198
Figura 4. 2 Ubicación de Puentes.....	199
Figura 4. 3 Pre-dimensionamiento de Estribo 1.....	201
Figura 4. 4 Pre-dimensionamiento de Estribo 2.....	202
Figura 4. 5 Fuerzas que actúan en el Estribo	203
Figura 4. 6 Estribos tipo 1 y 2.....	204
Figura 4. 7 Fuerzas Actuantes en Estribos.....	205
Figura 4. 8 – Fuerza Inercial.....	210
Figura 4. 9 Diente en zapata	216
Figura 4. 10 Empujes Pasivos	217
Figura 4. 11 Diente en zapata – Caso II	221
Figura 4. 12 Fuerzas actuantes en la Bases.....	223
Figura 4. 13 - Revisión de Fisuración por distribución de Armadura.....	228
Figura 4. 14 Acero Superior de Zapata.....	231
Figura 4. 15 Acero en la Base de Zapata	235
Figura 4. 16 Detalle de Acero en Estribo	238
Figura 4. 17 Pre-dimensionamiento de Estribo.....	239
Figura 4. 18 Diente en Zapata – Caso I.....	246
Figura 4. 19 Diente en Zapata – Caso II.....	249
Figura 4. 20 Fuerzas actuantes en la Bases – Estribo 3.....	251
Figura 4. 21 Revisión de Fisuración por Distribución – Estribo 3.....	254
Figura 4. 22 Acero Superior en Zapata – Estribo 3.....	256

Figura 4. 23 - Acero en la Base de Zapata – Estribo 3	259
Figura 4. 24 - Detalle de Acero – Estribo 3	262
Figura 4. 25 Muro de Contención en Voladizo	264
Figura 4. 26 Presión de Contacto Muro-Suelo	269
Figura 4. 27 Junta de Construcción	270
Figura 4. 28 - Junta de Dilatación	271
Figura 4. 29 Pre-dimensionamiento de Muros	272
Figura 4. 30 - Pre-dimensionamiento y Diseño de Muros - Sector	283
Figura 4. 31 - Pre-dimensionamiento y Diseño de Muros - Sector B,C y D	284



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 – Factores de equivalencia de vehículos según las condiciones de terreno	22
Tabla 1. 2 Factor de Presencia múltiple de Sobrecargas.....	37
Tabla 1. 3 Incremento por Impacto – Carga dinámica	37
Tabla 1. 4 Coeficientes de Aceleración	39
Tabla 1. 5 Categorías según la importancia	40
Tabla 1. 6 Coeficientes de Sitio	41
Tabla 2. 1 Incidencia de las Avenidas	49
Tabla 2. 2 Ensayo de Granulometría (Estrato II).....	53
Tabla 2. 3 - Ensayo de Granulometría (Estrato III)	56
Tabla 2. 4 Ensayo de Granulometría (Estrato III).....	58
Tabla 2. 5 - Densidad máxima.....	60
Tabla 2. 6 – Densidad máxima.....	60
Tabla 2. 7 – Densidad de Campo	61
Tabla 2. 8 – Contenido de Humedad	61
Tabla 2. 9 - Densidad Máxima.....	62
Tabla 2. 10 - Densidad Mínima.....	62
Tabla 2. 11 - Densidad de Campo.....	63
Tabla 2. 12 – Contenido de Humedad	63
Tabla 2. 13 - Sectores Evaluados.....	67
Tabla 2. 14 – Datos Poligonal básica	69
Tabla 2. 15 - Diseño geométrico.....	71
Tabla 2. 16 - Rangos de Velocidad	72
Tabla 2. 17 - Dimensiones de vehículos.....	72
Tabla 2. 18 - Velocidad de diseño, ancho de calzada y pendiente en vías de enlace.....	73
Tabla 2. 19 - Pendientes máximas	73
<i>Tabla 2. 20 - Estudio de velocidad vehicular - Tramo 1</i>	<i>82</i>
Tabla 2. 21 - Estudio de Velocidad Vehicular - Tramo 2.....	83
Tabla 2. 22 - Estudio de Velocidad Vehicular - Tramo 3.....	84
Tabla 2. 23 - Estudio de Velocidad Vehicular - Tramo 4.....	85
Tabla 2. 24 - Estudio de Velocidad Vehicular - Tramo 5.....	86
Tabla 2. 25 - Estudio de Velocidad Vehicular - Tramo 6.....	87
Tabla 2. 26 - Resumen de Velocidades y Demoras.....	88
Tabla 2. 27 - Clasificación de Vehículos.....	93
Tabla 2. 28 - Datos Volumen Vehicular - Tramo 1_18/05/2016	94

Tabla 2. 29 – Hora Pico -Tramo 1_18/05/2016.....	94
Tabla 2. 30 Datos Volumen Vehicular -Tramo 2__18/05/2016.....	94
Tabla 2. 31 – Hora Pico -Tramo 2_18/05/2016.....	95
Tabla 2. 32 - Datos Volumen Vehicular -Tramo 3_18/05/2016	95
Tabla 2. 33 – Hora Pico -Tramo 3_18/05/2016.....	96
Tabla 2. 34 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 4_18/05/2016.....	96
Tabla 2. 35 – Hora Pico -Tramo 4_18/05/2016.....	97
Tabla 2. 36 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 5_18/05/2016.....	98
Tabla 2. 37 – Hora Pico -Tramo 5_18/05/2016.....	98
Tabla 2. 38 Datos Volumen Vehicular -Tramo 6_18/05/2016	99
Tabla 2. 39 – Hora Pico -Tramo 6_18/05/2016.....	99
Tabla 2. 40 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 1_20/05/2016.....	100
Tabla 2. 41 – Hora Pico -Tramo 6_20/05/2016.....	100
Tabla 2. 42 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 2_20/05/2016.....	101
Tabla 2. 43 – Hora Pico -Tramo 2_20/05/2016.....	101
Tabla 2. 44 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 3_20/05/2	102
Tabla 2. 45 – Hora Pico -Tramo 3_20/05/2016.....	102
Tabla 2. 46 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 4_20/05/2016.....	103
Tabla 2. 47 – Hora Pico -Tramo 4_20/05/2016.....	103
Tabla 2. 48 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 5_20/05/2016.....	104
Tabla 2. 49 – Hora Pico -Tramo 5_20/05/2016.....	104
Tabla 2. 50 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 6_20/05/2016.....	105
Tabla 2. 52 – Hora Pico -Tramo 6_20/05/2016.....	105
Tabla 2. 53 – Volumen Horario de Máxima Demanda	106
Tabla 2. 54 – Volumen Según Dirección	107
Tabla 2. 55 – Volumen según Dirección – Tramo 1	110
Tabla 2. 56 – Volumen según Dirección – Tramo 2.....	110
Tabla 2. 57 – Volumen según Dirección – Tramo 3.....	110
Tabla 2. 58 – Volumen según Dirección – Tramo 4.....	110
Tabla 2. 59 – Volumen según Dirección – Tramo 5.....	111
Tabla 2. 60 – Volumen según Dirección – Tramo 6.....	111
Tabla 2. 61 – Volumen según Dirección - Resultados	111
Tabla 2. 62 - Volumen Horario de Proyecto.....	116
Tabla 2. 63 – Velocidad Real / Velocidad de Proyecto	116
Tabla 2. 64 – Nivel de Servicio 2016 con Proyecto/sin Proyecto	117
Tabla 2. 65 – Nivel de Servicio 2031 con Proyecto/sin Proyecto	118

Tabla 3. 1 - Peraltes mínimos para estructuras de peralte constante recomendados por la AASHTO	146
Tabla 3. 2 Peraltes mínimos para estructuras de peralte constante recomendados por la ACI-ASCE	147
Tabla 4. 1 Resumen de Cargas Verticales 208	
Tabla 4. 2 Resumen de Cargas Horizontales	211
Tabla 4. 3 Chequeo de Estabilidad – Evento Extremo.....	215
Tabla 4. 4 Chequeo de Estabilidad – Deslizamiento sin Diente – Caso I.....	216
Tabla 4. 5 5 Chequeo de Estabilidad – Deslizamiento con Diente - Caso I.....	218
Tabla 4. 6 Chequeo de Estabilidad – Vuelco	220
Tabla 4. 7 Chequeo de Estabilidad – Deslizamiento sin Diente – Caso II.....	221
Tabla 4. 8 Chequeo de Estabilidad – Deslizamiento con Diente – Caso II.....	222
Tabla 4. 9 - Resumen de Cargas Verticales	242
Tabla 4. 10 Resumen de Cargas Horizontales	242
Tabla 4. 11 Chequeo de estabilidad - Volteo – Caso I.....	245
Tabla 4. 12 Chequeo de estabilidad - Deslizamiento sin Diente– Caso I	245
Tabla 4. 13 - Chequeo de estabilidad – Deslizamiento con diente – Caso I.....	246
Tabla 4. 14 - Chequeo de estabilidad – Vuelco – Caso II	249
Tabla 4. 15 Chequeo de estabilidad – Deslizamiento sin Diente – Caso II	249
Tabla 4. 16 Chequeo de estabilidad – Deslizamiento con Diente – Caso II	250

RESUMEN

El incremento acelerado del parque automotriz en la ciudad de Arequipa, nos lleva a plantear soluciones para mejorar el nivel de servicio de las vías públicas reduciendo la congestión vehicular, y dando un orden para el sector público y privado al momento de usar las vías.

En este estudio se plantea la construcción de un intercambio vial en la avenida Salaverry con las calles que lo atraviesan en el tramo comprendido desde el instituto del sur hasta la iglesia del pilar, recolectando datos estadísticos niveles de servicio actuales y proyectados, y con esta información más el estudio de ingeniería se determina que el proyecto es viable reduciendo el tiempo de recorrido y llevándolo a un nivel de servicio F a un nivel D en proyección al 2031.

Palabras clave: INTERCAMBIO, SALAVERRY, DISEÑO

ABSTRACT

The accelerated increase of the automotive park in the city of Arequipa, leads us to propose solutions to improve the level of service of public roads by reducing traffic congestion, and giving an order to the public and private sector when using the roads.

This study considers the construction of a road exchange on Salaverry Avenue with the streets that cross it in the stretch from the Instituto del Sur to the church of El Pilar, collecting statistical data current and projected service levels, and with this information more the engineering study determines that the project is viable reducing the time of travel and taking it to a level of service E to a level C in projection to 2031.

Keywords: EXCHANGE, SALAVERRY, DESIGN

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha evidenciado que la estructura vial en la ciudad Arequipa se ha venido desarrollando de manera progresiva, esto se debe al aumento masivo de unidades vehiculares en la ciudad, siendo Arequipa la segunda ciudad con más registros vehiculares en todo el Perú, por ende, hasta hace unos años atrás se había generado una gran congestión vehicular en las zonas céntricas de nuestra ciudad.

Arequipa como en otras grandes ciudades del Perú, se ve afectada por el aumento del parque automotor el cual es este último quien gana espacio a las personas, por tal motivo nuestras autoridades deciden construir más infraestructura vial como son: ampliación de carriles, construcción de pasos a desnivel, intercambios viales, estacionamientos, etc., sin pensar en que el verdadero problema no es el tránsito de los vehículos.

La ciudad tiene un parque automotor aproximado de 257 mil vehículos y en el 2015 aumento un 7%. Sin embargo, las calles están diseñadas para 60 mil. La gran sobrecarga de vehículos genera interminables colas y congestionamiento, y todo ellos decanta en mayor contaminación para la ciudad. Según los datos de la dirección de Salud Ambiental, las congestiones son las mayores generadoras de la contaminación. Por ejemplo, un vehículo atrapado en un embotellamiento y con el motor prendido genera más emisiones tóxicas debido a la combustión incompleta. Produciendo retraso en la comunidad arequipeña por el transito lento de las unidades de transporte masivo.

Así mismo, a toda esta problemática se le suma la falta de continuidad de vías importantes en la ciudad, intersecciones no funcionales, calles con pavimentos en mal estado, falta de señalización tanto para vehículos como para peatones entre otros problemas, (Calles estrechas, creciente contaminación, sobrepoblación vehicular, carrocería antigua, falta de estacionamientos etc.), y sin mencionar que aun en la ciudad encontramos vías de tren que la atraviesan.

Se plantea el presente ESTUDIO para contribuir a solucionar la problemática del Sistema Integrado de Transporte en el cercado de Arequipa, el cual consiste en desarrollar un intercambio a desnivel en las intersecciones de la Av. Salaverry y la Av. Tacna y Arica - Av. Salaverry y la Calle Quiroz con San Juan de Dios Cercado de Arequipa.



CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN GENERAL



1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

1.1.1 NOMBRE DEL ESTUDIO

“Diseño Geométrico y Estructural del Intercambio Vial en la intersección de la Av. Salaverry con la Calle Quiroz y San Juan de Dios Cercado de Arequipa”

1.1.2 ANTECEDENTES

La congestión vehicular que existe en las vías en estudio, nos hace llevar a pensar que la mejor solución es la creación de un intercambio vial a desnivel en la Av. Salaverry que permita una mayor calidad de vida para los transeúntes así mismo nos dará un mayor nivel de servicio vehicular.

Nuestro actual sistema vial en la ciudad de Arequipa es insuficiente para la gran demanda de vehículos que circulan por nuestras calles y avenidas, para esta problemática es necesario y prioritario la modernización de nuestro sistema vial mediante intercambios viales, pasos a desnivel, puentes peatonales entre otros, para poder aliviar la saturación de las unidades motorizadas, para ello se ve por conveniente realizar el estudio correspondiente para desarrollar un intercambio vial en el cruce de estas avenidas en las intersecciones de la Av. Salaverry y la Calle Quiroz con San Juan de Dios Cercado de Arequipa que ayudarán a descongestionar el paso de vehículos por estas rutas siendo estas afectadas a lo largo del tiempo por la gran congestión de vehículos que a su vez emanan gran cantidad de gases tóxicos.

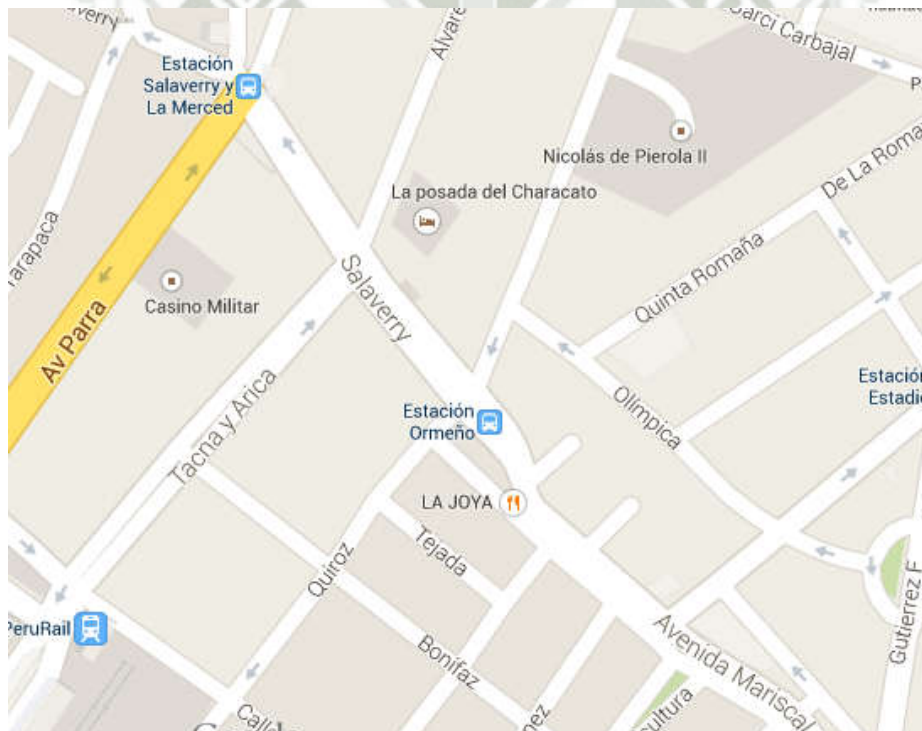
1.2 UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio será desarrollado para resolver con una solución a desnivel los cruces de la Av. Salaverry con las Calle Quiroz con San Juan de Dios y las calles Tacna y Arica con Álvarez Thomas. (Ver figura 1.1)

UBICACIÓN POLÍTICA

- REGION : Arequipa
- PROVINCIA : Arequipa
- DISTRITO : Cercado

Figura 1 1 Mapa de Ubicación



(Fuente: Google inc.)

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar el sistema de tránsito vial en la Av. Salaverry con la Calle Quiroz - Calle San Juan de Dios – Calle Tacna y Arica – Calle Álvarez Thomas mediante el planteamiento y diseño estructural de un intercambio vial.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS A DESARROLLAR

- Análisis y estudio estadístico del Tráfico y Densidad.
- Elaborar un diseño geométrico apropiado en la infraestructura del intercambio vial.
- Proyectar una infraestructura preparada para adecuarse a las mejoras continuas que se están dando en el sistema vial de la ciudad de Arequipa a nivel de cada usuario: Peatonal, ciclista y vehicular.
- Elaborar un diseño geométrico apropiado en la infraestructura del intercambio vial.
- Desarrollar y plantear una alternativa acorde al problema existente de tránsito vial necesario en la intersección.
- Potenciar la fluidez de transporte urbano en la ciudad de Arequipa.
- Diseño estructural del intercambio vial, Súper-estructura y Sub-estructura.
- Costo y tiempo del estudio.

1.4 MARCO TEÓRICO

1.4.1 SISTEMA VIAL

1.4.1.1 GENERALIDADES

En las últimas décadas se ha evidenciado, una tendencia migratoria de grandes masas de población hacia los centros urbanos, esta migración ha producido un rápido crecimiento de las ciudades y conjuntamente con este comportamiento, el número de vehículos ha crecido

Uno de los patrimonios más valiosos con el que cuenta cualquier país es su infraestructura y en particular la del sistema vial, por lo que su magnitud y calidad representa uno de los indicadores del grado de desarrollo del mismo. Por esto es común encontrar un excelente sistema vial en un país de alto nivel de vida y un sistema vial deficiente en un país subdesarrollado.

Existen algunos aspectos generales relativos a un sistema vial con algunos criterios y consideraciones internacionales.

Se entiende por camino, aquella faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos. La denominación de camino incluye a nivel “rural” las llamadas carreteras, y a nivel urbano las “calles” de la ciudad. El diseño geométrico de las carreteras y calles, incluye todos aquellos elementos relacionados con el alineamiento horizontal, el alineamiento vertical y los diversos componentes de la sección transversal.

1.4.1.2 CLASIFICACIÓN DE UNA RED VIAL

Son diversas las clasificaciones que existen de una red vial, usualmente cada país cuenta con una particular; sin embargo, a continuación, se presentan algunas de las clasificaciones más comunes. (Ver figura 1.5.1.2)

a) Clasificación funcional

Dentro de un criterio amplio de planeación, la red vial, tanto rural como urbana, se debe clasificar de tal manera que se puedan fijar funciones específicas a las diferentes carreteras y calles, para así atender las necesidades de movilidad de personas y mercancías de una manera rápida, confortable y segura, y a las necesidades de accesibilidad a las distintas propiedades o usos del área colindante.

En lo que corresponde a la Red Vial Nacional, las indicadas autorizaciones, serán otorgadas por PROVIAS NACIONAL del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, correspondientes a Perú, se toma como referencia los considerados en la DG-2014/2001.

Para facilitar la movilidad es necesario disponer de carreteras y calles rápidas, y para tener acceso es indispensable contar con carreteras y calles lentas. Naturalmente entre estos dos extremos aparece todo el sistema de carreteras (rurales) y calles (urbanas).

La clasificación funcional es clave en el proceso de planeación del transporte, ya que agrupa las distintas carreteras y calles en clases o sistemas de acuerdo al servicio que se espera presenten. La clasificación funcional contribuye a la solución de muchos problemas mediante:

- La determinación de la importancia relativa de las distintas carreteras y calles.
- El establecimiento de las bases para la asignación de niveles de servicio o especificaciones del estudio.
- La evaluación de deficiencias, comparando la geometría actual o los niveles de servicio con las especificaciones.
- La determinación de las necesidades resultantes.
- La estimación de costos de las mejoras.

Con la clasificación funcional es posible:

- Establecer sistemas integrados de una manera lógica, agrupando todas las carreteras y calles que deben estar bajo una misma jurisdicción debido al tipo de servicio que ofrecen.
- Asignar responsabilidades para cada clase de camino a nivel gubernamental.
- Agrupar las carreteras y calles que requieren el mismo grado de ingeniería y competencia administrativa.
- Relacionar las especificaciones geométricas del estudio con cada tipo de carretera o calle.
- Establecer las bases para programas a largo plazo, implementación de prioridades y planeación fiscal.

b) Sistema vial urbano

Según la norma RNE GH.020 Capítulo II Diseño de Vías Art. 5 establece lo siguiente:

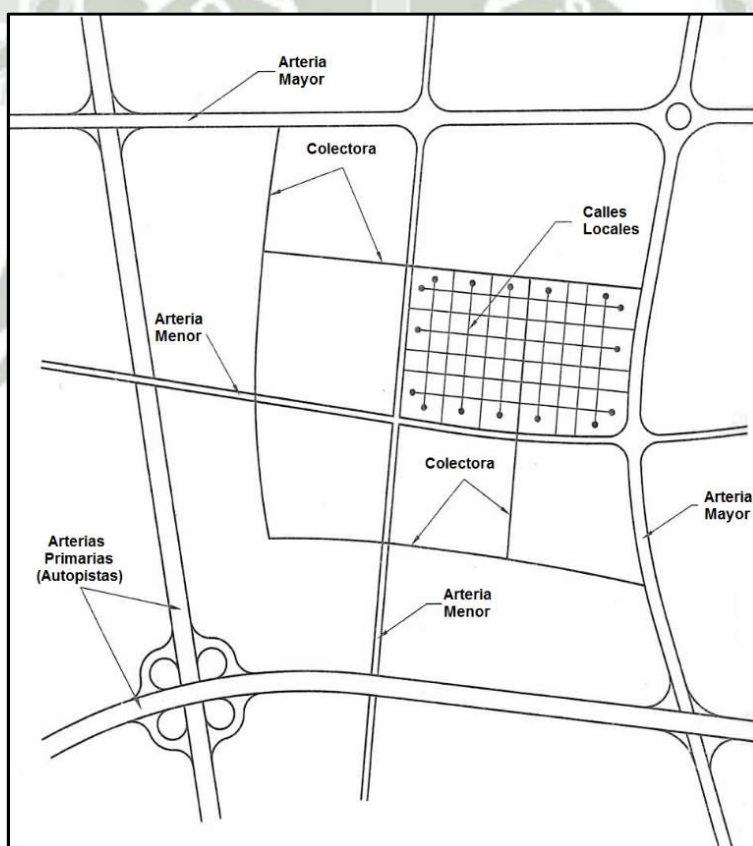
El sistema vial está constituido por vías expresas, vías arteriales, vías colectoras, vías locales y pasajes.

- Autopistas y vías expresas, siendo estas las que facilitan el movimiento expedito de grandes volúmenes de tránsito entre áreas, a través o alrededor de la ciudad. Son divididas con control total de sus accesos y sin comunicación directa con las propiedades colindantes. Una autopista tiene separación total de los flujos conflictivos, en tanto que una vía rápida puede o no tener algunas intersecciones a desnivel, pero puede ser la etapa anterior de una autopista. Estos dos tipos de arterias forman parte del sistema o red vial primaria de un área urbana.
- Calles principales (arteriales), son las que permiten el movimiento del tránsito entre áreas o partes de la ciudad. Dan servicio directo a los generadores principales de tránsito y se conectan con el sistema de

autopistas y vías rápidas. Las calles principales se combinan entre sí para formar un sistema que mueve el tránsito en toda la ciudad y en todas las direcciones.

- Vías colectoras, son las que unen las calles principales con las calles locales a su vez acceso a las propiedades colindantes.
- Vías locales, proporcionan acceso directo a las propiedades (residenciales, comerciales, industriales, etc.) se conectan con las calles colectoras y calles principales.
- Pasajes

Figura 1 2 .- Clases de Vías



(Fuente: Libro, Ingeniería de Transito fundamentos y aplicaciones)

Ingeniería de Transito – Fundamentos y Aplicaciones, 8va Edición, Rafael Cal y Mayor
Reyes Spíndola – James Cárdenas Grisales. Capítulo 6 Pag. 106-110

1.4.2 EL TRANSPORTE

1.4.2.1 GENERALIDADES

Bajo un punto de vista general, el transporte presenta una clasificación diversificada: carga y pasaje, transporte público y transporte privado, transporte individual y transporte colectivo entre otros. Para el desarrollo del presente proyecto se enfocará al estudio de transporte público y privado quienes son los que transitan en los sectores en estudio.

La necesidad de transportarse en una ciudad es de carácter económico, ya que las personas requieren movilizarse de un punto a otro para realizar distintas actividades, viajes de negocios o comerciales, de exploración, de conquista, o de realización personal, así como viajes para mejorar el nivel personal de vida.

Un buen transporte por sí mismo no garantiza el éxito en la plaza del mercado; sin embargo, la ausencia de excelentes servicios de transporte puede contribuir al fracaso. Por lo tanto, si una sociedad desea desarrollarse y crecer, debe tener un sistema de transporte interior que sea consistente, así como enlaces óptimos con el resto del mundo. El transporte es una demanda derivada, originada por la necesidad de las personas de trasladarse o de transportar sus bienes de un lugar a otro, así mismo es una condición necesaria para la interacción humana y la supervivencia económica.

1.4.2.2 COSTOS SOCIALES Y LOS BENEFICIOS DEL TRANSPORTE

El mejoramiento de la posición económica de una región en virtud de un transporte perfeccionado no sucede sin implicar algún costo, la construcción de sistemas de transporte requiere enormes recursos de energía, materiales y terrenos. En las grandes ciudades, el transporte llega a abarcar más de la mitad de todo el terreno disponible. Una vista aérea de cualquier metrópoli importante revelara grandes cantidades de terrenos que son utilizados para estaciones de ferrocarril, aeropuertos, estacionamientos y autopistas.

La sociedad ha demostrado la voluntad de aceptar ciertos riesgos y alguna modificación del medio ambiente natural a cambio de obtener los beneficios de sistemas de transporte eficientes. Una de las principales tareas de un estudio de

transporte es balancear la necesidad que tiene la sociedad de contar con un transporte rápido y útil, estructura vial y los costos que eso involucra, de modo que se cree un sistema más eficiente y de mayor efectividad en costos.

1.4.2.3 RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA VEHICULAR Y LA OFERTA VIAL

Para entender la problemática del tránsito, es importante realizar una interpretación de manera gráfica de los dos elementos que la originan: la demanda vehicular y la oferta vial.

La demanda vehicular es la cantidad de vehículos que requieren desplazarse por un determinado sistema vial u oferta vial. Se entiende que dentro de la demanda vehicular se encuentran aquellos vehículos que están circulando sobre el sistema vial, los que se encuentran en cola esperando circular (en el caso de existir problemas de congestión) y los que deciden tomar rutas alternas (para evitar la congestión, si existe).

Para observar si la operación vehicular se da en condiciones de flujo estable o saturado, es necesario comparar estos dos elementos, para tal efecto, ellos se deben expresar en las mismas unidades, por lo que la oferta vial que representa el espacio físico (calles y carreteras), se puede indicar en términos de su sección transversal o capacidad, de esta manera, la oferta vial o capacidad representa la cantidad máxima de vehículos que finalmente pueden desplazarse o circular en dicho espacio físico.

1.4.2.4 PATRÓN URBANO

La demanda es generada por los vehículos que circulan y los que acceden a los lotes adyacentes a las calles según su densidad de edificación. La oferta vial es caracterizada por su capacidad con base en el número de carriles y las velocidades de desplazamientos.

- Si ***Demanda vehicular < Oferta vial***, el flujo será no saturado y los niveles de operación variarán de excelentes a aceptables. Es lo deseable.
- Si ***Demanda vehicular = Oferta vial***, se llega a la capacidad del sistema. El tránsito se torna inestable y se puede llegar a la congestión.

- Si ***Demanda vehicular*** > ***Oferta vial***, el flujo será forzado, presentándose detenciones frecuentes y grandes demoras. Es lo no deseable.

Por lo tanto, si ***Demanda vehicular*** ≤ ***Oferta vial***, no existirá mayor problema en el manejo del tránsito. Por el contrario, si ***Demanda vehicular*** > ***Oferta vial***, se presentarán los problemas de tránsito que habrá que analizar y resolver.

1.4.2.5 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA DEL TRÁNSITO

La ciudad depende grandemente de sus sistemas de calles, ofreciendo servicios de transporte. Muchas veces estos sistemas tienen que operar por arriba de su capacidad, con el fin de satisfacer los incrementos de la demanda por servicios de transporte, ya sea para tránsito de vehículos livianos, tránsito comercial, transporte público, acceso a las distintas propiedades o estacionamientos, etc., originando obviamente problemas de tránsito, cuya severidad por lo general se puede medir en términos de accidentes y congestionamiento.

A continuación, se enuncian cinco factores que podrían ser los contribuyentes a estos problemas y que deben ser tomados en cuenta en cualquier intento por solucionarlos:

a. Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad

- Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.
- Automóviles diversos.
- Camiones y autobuses de alta velocidad.
- Camiones pesados de baja velocidad, incluyendo remolques.
- Motocicletas, bicicletas, vehículos de mano, etc.

b. Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas

- Relativamente pocos cambios en el trazo urbano.
- Calles angostas, torcidas y pendientes pronunciadas.
- Veredas insuficientes.

- Carreteras que no han evolucionado.

c. Falta de planificación en el tránsito

- Calles, carreteras y puentes que se siguen construyendo con especificaciones inadecuadas a las características funcionales, rol, clasificación y calificación de las nuevas vialidades, obras de infraestructura (tal como puentes, túneles, etc.) y otros.
- Intersecciones proyectadas con una mala concepción, desarrolladas e implementadas sin base técnica.
- Inadecuada política de estacionamiento, con la carencia de una estrategia que permita prever espacios para estacionamiento, coherente con los alineamientos preestablecidos.
- Incoherencia en la localización de zonas residenciales en relación con el funcionamiento de las zonas industriales o comerciales.

d. El automóvil no considerado como una necesidad publica

- Falta de percepción y criterio objetivo en la apreciación de las autoridades sobre la necesidad del vehículo dentro de la economía del transporte.
- Falta de ponderación en la apreciación del público en general a la importancia del vehículo automotor.

e. Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario

- Legislación y reglamentos del tránsito anacrónicos que tienden más a forzar al usuario a asimilar el uso de los mismos, que adaptarse a las necesidades del usuario.
- Falta de educación vial del conductor, del pasajero y del peatón.

1.4.2.6 TIPOS DE SOLUCIÓN

Se plantea tres tipos de solución que se pueden se puede dar al problema del tránsito:

1.4.2.6.1 SOLUCIÓN INTEGRAL

Si el problema es causado por un vehículo moderno sobre carreteras y calles antiguas, la solución integral consistirá en construir nuevos tipos de vialidades que sirvan a este vehículo, dentro de la previsión posible. Se necesitará crear ciudades con trazo nuevo, revolucionario, con calles destinadas al desplazamiento del vehículo moderno, con todas las características inherentes al mismo.

1.4.2.6.2 SOLUCIÓN PARCIAL DE ALTO COSTO

Esta solución equivale a sacar el mejor partido posible de lo que actualmente se tiene, con ciertos cambios necesarios que requieren fuertes inversiones. Los casos críticos, como calles angostas, cruceros peligrosos, obstrucciones naturales, capacidad restringida, falta de control en la circulación, etc., pueden atacarse mediante la inversión necesaria que es, siempre, muy elevada. Entre las medidas que pueden tomarse están: el ensanchamiento de calles, modificación de intersecciones rotatorias, creación de intersecciones canalizadas, sistemas de control automático con semáforos, estacionamientos públicos y privados, etc.

1.4.2.6.3 SOLUCIÓN PARCIAL DE BAJO COSTO

Consiste en el aprovechamiento máximo de las condiciones existentes, con el mínimo de obra material y el máximo en cuanto a regulación funcional del tránsito, a través de técnica depurada, así como disciplina y educación por parte del usuario, y a la coherente localización de actividades con respecto al patrón de usos del suelo y a las características físicas del sistema vial de acceso, incluye entre otras cosas, la legislación y reglamentación adaptadas a las necesidades del tránsito; las medidas necesarias de educación vial; la organización del sistema de calles con circulación en un sentido; el estacionamiento de tiempo limitado; el proyecto específico y apropiado de señales de tránsito y semáforos; la canalización del tránsito a bajo costo; la priorización y eficiente organización del transporte público, de calles y aceras

peatonales; así como, las facilidades para la construcción de terminales y estacionamientos, etc.

1.4.2.7 BASES PARA LA SOLUCIÓN

De cualquier manera, la experiencia demuestra que en determinado tipo de solución deberán existir tres bases en que se apoye la misma. Son tres elementos que, trabajando simultáneamente, van a dar lo que se quiere: un tránsito seguro y eficiente.

Estos tres elementos son:

- La ingeniería de tránsito
- La educación vial
- La legislación y vigilancia policiaca

Aquel medio en el que falta alguno de estos tres elementos, también llamados columnas del templo de la seguridad, no tendrá un tránsito exento de accidentes y de congestionamientos. Es necesario que cualquiera que sea el tipo de solución que se adopte, tome en cuenta estas tres herramientas indispensables.

Es esencial que un técnico especializado en ingeniería de tránsito resuelva los problemas del proyecto físico de la carretera o calle con todos sus detalles; que las instituciones educativas y el gobierno tomen por su cuenta la preparación del individuo para la era motorizada en que vive y, finalmente que las autoridades sepan crear leyes y reglamentos adaptados a las necesidades del tránsito moderno y que las hagan cumplir por medio de agentes de tránsito especialmente preparados para tal fin.

1.4.2.8 DESARROLLO ESPECIALIZADO

Por lo general, ya no bastan las medidas educativas o municipales para el cumplimiento del uso de las infraestructuras viales, pues en muchos casos se requiere

ya de una remodelación física de la estructura y del entorno que la rodea, o de la utilización óptima de dispositivos de control, es por ello que la ingeniería de tránsito es la rama especializada para estudiar y desarrollar este tipo de estudios, encargada de recolectar y analizar los datos del problema y buscar la solución más adecuada; es la que llevará la responsabilidad de plantear alternativas y soluciones optimas a cada problema que se presente.

La canalización mediante rotondas, la supresión de obstáculos, u obras mayores como pasos a desnivel (intercambios viales), requieren a la más avanzada ingeniería de tránsito. La instalación de semáforos y señales y la programación de aquellos, respondiendo a las necesidades y a las características específicas del lugar, requieren de la técnica especializada.

Ingeniería de Transito – Fundamentos y Aplicaciones, 8va Edición, Rafael Cal y Mayor
Reyes Spíndola – James Cárdenas Grisales. Capitulo 2 Pag. 14-24

1.4.2.9 ESTUDIOS DE VELOCIDAD

1.4.2.9.1 GENERALIDADES

Los estudios de velocidad se realizan en el sitio para estimar la distribución de la velocidad de los vehículos en un flujo vehicular y en un lugar específico de una carretera. La velocidad de un vehículo se define como la rapidez de movimiento del vehículo; se expresa en kilómetros por hora (km/h).

Las características de velocidad identificadas serán válidas solamente para las condiciones de tránsito y de medio ambiente que existan en el momento del estudio.

Los beneficios de la construcción de una intersección, son básicamente el ahorro en los costos de operación de los vehículos que la utilizan. Estos ahorros se derivan de aumentos en la velocidad media de viaje la cual a su vez se incrementa por la mejora de la carretera, la disminución del número de detenciones y el tiempo de las mismas.

1.4.2.9.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se usa la velocidad media calculada (o promedio) para representar el valor medio verdadero de todas las velocidades de los vehículos en ese lugar. La exactitud de esta suposición depende del número de vehículos en la muestra, ya que entre mayor sea el tamaño de la muestra, es mayor la probabilidad de que la media estimada no sea significativamente diferente de la media verdadera, por lo tanto, es necesario seleccionar un tamaño de muestra que dé una media estimada dentro de los límites aceptables de error. Se usan procedimientos estadísticos para determinar este tamaño mínimo de la muestra.

Para revisar los procedimientos es importante definir ciertos valores significativos que se necesitan para describir las características de la velocidad, siendo estos los siguientes:

A) Velocidad media Temporal: Es la media aritmética de todas las velocidades observadas de los vehículos (es igual a la suma de todas las velocidades en el sitio divididas entre el número de velocidades registradas).

$$\mu = \frac{\sum f_i * u_i}{\sum f_i}$$

Donde:

μ = *media aritmética*

f_i = *número de observaciones en cada grupo de velocidad*

u_i = *valor medio para el grupo i-ésimo de velocidad*

N = *número de valores observados*

La fórmula también puede escribirse como:

$$\mu = \frac{\sum f_i * u_i}{N}$$

B) Velocidad media Espacial: Es la media aritmética de las velocidades instantáneas de los vehículos que en un instante dado se encuentran en un

tramo de carretera. Se dice entonces, que se tiene una distribución espacial de velocidades instantáneas.

Para un espacio o distancia dados, la velocidad media espacial se puede calcular dividiendo la distancia por el promedio de los tiempos empleados por los vehículos en recorrerla. Esto es:

$$V_e = \frac{d}{\frac{\sum t_i}{N}}$$

Dónde:

- V_e = Velocidad media Espacial
- D = Distancia dada o recorrida
- t_i = Tiempo empleado por el vehículo i en recorrer la distancia d .
- N = Número total de vehículos observados en el punto o tamaño de la muestra

J.G. Wardrop, dedujo una expresión que relaciona la velocidad media temporal y la velocidad media espacial, indicada por la siguiente ecuación.

$$V_t = V_e + \frac{S_e^2}{V_e}$$

Es importante anotar que la velocidad media espacial es igual a la velocidad media temporal solamente cuando la varianza de la velocidad media espacial (S_e) sea igual a cero, lo cual se consigue en el evento de que todos los vehículos viajen exactamente a la misma velocidad.

En otras situaciones, la velocidad media espacial siempre es menor que la velocidad media temporal.

La diferencia entre las dos velocidades medias, puede entenderse mejor si se visualiza un tramo de carretera en estudio. Una muestra de velocidades de punto

tomada al final del tramo durante un período de tiempo finito, tiende a incluir algunos vehículos más veloces que aún no habían entrado al tramo al inicio del estudio, y a su vez tiende a excluir algunos vehículos lentos que estaban dentro del tramo cuando se empezó a tomar la muestra.

Por lo tanto, de acuerdo a lo anteriormente expuesto, cuando las velocidades de los vehículos no son iguales, la velocidad media temporal es siempre mayor que la velocidad media espacial.

Según la estadística descriptiva, a la velocidad media espacial se le denomina media armónica, que para un evento dado es la media estadística que mejor lo describe. Por lo tanto, la velocidad media espacial es el indicador más apropiado a ser utilizado en el análisis de flujos vehiculares.

Ingeniería de Transito – Fundamentos y Aplicaciones, 8va Edición, Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola – James Cárdenas Grisales. Capítulo 9 Pag. 237-246

1.4.2.10 ESTUDIOS DE VOLUMEN

Los estudios de volumen de tránsito se realizan para recolectar datos del número de vehículos que pasan por un punto en una estación de una vía durante un periodo específico de tiempo. Los datos recolectados también pueden clasificarse en subcategorías como:

- Movimiento direccional
- Tasas de ocupación
- Clasificación de los vehículos entre otros

Los estudios de volumen de tránsito se realizan cuando se requieren ciertas características de volumen como:

A) Volumen de la hora pico (VHP)

Es el número máximo de vehículos que pasan por un punto en una vía durante un periodo de 60 minutos consecutivos. Los VHP se usan para:

- La clasificación funcional de las vías.

- El diseño de las características geométricas de una carretera, por ejemplo, número de carriles, señalización de las intersecciones o la canalización.
- Los análisis de capacidad.

B) Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

Con el pasar de los tiempos se ha podido evidencia que la variación del volumen puede ser bastante diferente de un tipo de intersección a otra, para el mismo periodo durante las horas de máxima demanda y cuantificar la duración de los flujos máximos, para así realizar la planeación de los controles de tránsito para estos periodos durante el día.

Un volumen horario de máxima demanda a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo mucho mayores a la hora misma. Para la hora de máxima demanda, se llama factor de la hora de máxima demanda FHMD, a la relación entre el volumen horario de máxima demanda VHMD, y el volumen máximo $Q_{máx}$, que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora. Matemáticamente se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})}$$

N = Número de periodos durante la hora de máxima demanda

El factor de la hora de máxima demanda es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos. Indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad, a lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora. Valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora.



C) Tasa de flujo vehicular (V_p)

La tasa de flujo horaria deberá reflejar la variación temporal del flujo vehicular dentro de la hora, la influencia de los vehículos pesados y las características de la población de conductores o usuarios. Conocida también como UCP (Unidad de coche patrón) para ajustes de conteo vehicular.

Estos efectos se reflejan ajustando el volumen horario dado de vehículos mixtos, para así llegar a una tasa de flujo horario expresada en vehículos equivalentes o livianos, de la siguiente manera.

$$V_p = \frac{VH}{(FHMD)(N)(f_{HV})(f_p)}$$

Dónde:

- V_p = Tasa de flujo vehicular
- VH = Volumen Horario
- N = Número de Carriles
- $FHMD$ = Factor Horario de Máxima Demanda
- f_{HV} = Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados
- f_p = Factor de ajuste por tipo de conductores

El factor de ajuste por presencia de vehículos pesados, se calcula con la siguiente expresión:

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Donde:

- f_{HV} = factor de ajuste por efecto de vehículos pesados.
- P_T = Porcentaje de camiones en la corriente vehicular
- P_B = Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular
- P_R = Porcentaje de vehículos recreativos en la corriente vehicular

E_T = Automóviles equivalentes a un camión

E_B = Automóviles equivalentes a un autobús

E_R = Automóviles equivalentes a un vehículo recreativo

El efecto de los vehículos pesados (camiones y autobuses) en la corriente de tránsito depende de las condiciones de las pendientes, así como de la composición de los volúmenes de tránsito. Pueden seleccionarse factores de equivalencia de vehículos livianos para cada una de las tres siguientes condiciones (en terreno a nivel, ondulado y montañoso – Tabla 1.1).

Tabla 1. 1 – Factores de equivalencia de vehículos según las condiciones de terreno

EXHIBIT 23-8. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS ON EXTENDED FREEWAY SEGMENTS			
Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (RVs)	1.2	2.0	4.0

(Fuente: HCM-2000)

El factor de ajuste para tener en cuenta las características de la población de conductores o usuarios, parte de la condición base representativa de conductores regulares familiarizados con el medio por el cual circulan. Se aplica el valor de 1.00 cuando se presentan viajeros comunes.

D) Clasificación de vehículos de viaje (CV)

Registra el volumen respecto al tipo de vehículo, por ejemplo, automóviles de pasajeros, camiones de dos ejes o camiones de tres ejes. La CV se usa para:

- El diseño de las características geométricas, con referencia específica a los requerimientos de los radios de giro, pendientes máximas, anchos de carril, etc.
- Los análisis de capacidad, respecto al equivalente de pasajero-automóvil para los camiones.

- El ajuste de los conteos de tránsito (aforos vehiculares) obtenidos por máquina.
- El diseño estructural de los pavimentos de las carreteras, los puentes, etc.

Ingeniería de Transito – Fundamentos y Aplicaciones, 8va Edición, Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola – James Cárdenas Grisales. Capítulo 8 Pag. 178-180

1.4.2.11 CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

En la fase de planeación, estudio, proyecto y operación de carreteras la demanda de tránsito, presente y futura, se considera como una cantidad conocida, una medida de la eficiencia con la que el sistema vial presta servicio a esta demanda, es su capacidad u oferta.

Teóricamente la capacidad, se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una carretera. Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio que es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros.

1.4.2.11.1 NIVELES DE SERVICIO

El Manual de Capacidad Vial HCM 2000 del TRB, ha establecido seis niveles de servicio denominados A, B, C, D, E, F, que van del mejor al peor, los cuales se definen según las condiciones de operación siendo estas las siguientes:

➤ **Nivel de Servicio A**

Representa circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.

➤ **Nivel de Servicio B**

Está aún dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relacionada inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra. El nivel de comodidad y conveniencia es algo inferior, porque la presencia de otros vehículos comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

➤ **Nivel de Servicio C**

Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

➤ **Nivel de Servicio D**

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas.

➤ **Nivel de Servicio E**

El funcionamiento está en él, o cerca del límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a los vehículos a “ceder el paso”. Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

➤ **Nivel de Servicio F**

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los “cuellos de botella”.

Ingeniería de Tránsito – Fundamentos y Aplicaciones, 8va Edición, Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola – James Cárdenas Grisales. Capítulo 12 Pag. 355-360

Para realizar un trazo óptimo es necesario conocer las especificaciones y recomendaciones para lograr una circulación efectiva, cómoda y sin riesgos.

1.4.3 DISEÑO GEOMÉTRICO

El diseño geométrico que se planteará en la presente tesis se basa en el Manual de Diseño Geométrico de carreteras (DG-2014) preparada por El Ministerio de Transportes, Comunicaciones (MTC), a través de la Dirección General de Caminos. Así mismo el diseño geométrico planteado deberá satisfacer al máximo los objetivos fundamentales indicados a continuación:

- **La funcionalidad** vendrá determinada por el tipo de vía a proyectar y sus características, así como por el volumen y propiedades del tránsito, permitiendo una adecuada movilidad por el territorio a los usuarios a través de una suficiente velocidad de operación.
- **La seguridad vial** debe ser la premisa básica en cualquier diseño vial, inspirando todas las fases del mismo, reflejada principalmente en la simplicidad y uniformidad de los diseños.
- **La comodidad** de los usuarios de los vehículos debe incrementarse en consonancia con la mejora general de la calidad de vida, disminuyendo las aceleraciones y, especialmente sus variaciones que reducen la comodidad de los ocupantes de los vehículos. Todo ello ajustando las curvaturas de la geometría y sus transiciones a las velocidades de operación por las que optan conductores a lo largo de los alineamientos.

- **La integración en su entorno** debe procurar minimizar los impactos ambientales, teniendo en cuenta el uso y valores de los suelos afectados, siendo básica la mayor adaptación física posible a la topografía existente.
- **La armonía o estética de la obra** resultante tiene dos posibles puntos de vista: el exterior o estático, relacionado con la adaptación paisajista y el interior o dinámico vinculado con la comodidad visual del conductor ante las perspectivas cambiantes que se agolpan a sus pupilas y pueden llegar a provocar fatiga o distracción, motivo de peligrosidad. Hay que obtener un diseño geométrico conjunto que ofrezca al conductor un recorrido fácil y agradable, exento de sorpresas y desorientaciones.
- **La economía** o el menor costo posible, tanto de la ejecución de la obra, como del mantenimiento y la explotación futura de la misma, alcanzando siempre una solución de compromiso con el resto de objetivos o criterios.
- **La elasticidad** suficiente de la solución definitiva para prever posibles ampliaciones en el futuro.

1.4.4 INTERSECCIONES VIALES

El estudio de una red vial y aún el de una vía en particular, deberá desarrollar la solución para las siguientes componentes:

- Las intersecciones de vías en los sectores en estudio
- Los tramos que convergen entre ellos en su recorrido.

En la convergencia en el espacio de dos o más ejes de vías podrá plantearse las siguientes alternativas:

- A distintos niveles o planos, dando lugar a los cruces.
- En un mismo plano o nivel, originando las intersecciones.

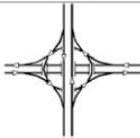
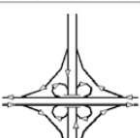
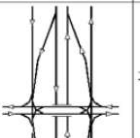
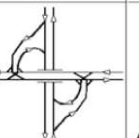
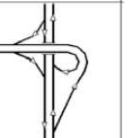
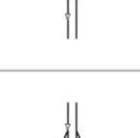
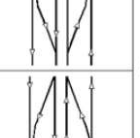
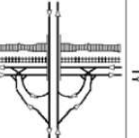
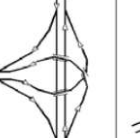
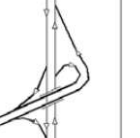
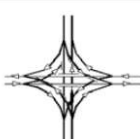
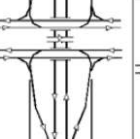
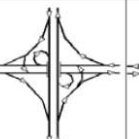
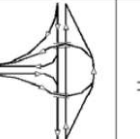
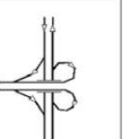
Siendo una intersección un área que es compartida por dos o más caminos, y cuya función principal es posibilitar el cambio de dirección de las rutas que llegan a esta área. La intersección varía en complejidad desde un simple cruce, con solo dos caminos que cruzan entre sí, hasta una intersección más compleja, en la cual se

cruzan tres o más caminos dentro de la misma área, por tanto, las características propias de las intersecciones influyen en las decisiones de los conductores, respecto a cuál de las rutas alternativas tomar. (Ver figura 1.3 Intercambios viales tipo).

El flujo de tránsito total en cualquier carretera depende en gran medida del funcionamiento eficiente de los caminos que tienen intersecciones.

INTERCAMBIOS VIALES TIPO

Figura 1 3 - Tipos de Intercambio

DE CUATRO RAMAS				DE TRES RAMAS	
DE LIBRE CIRCULACION		CON CONDICION PARADA		DIRECCIONALES	TROMPETAS
OTROS	TREBOL COMPLETO	DIAMANTES	TREBOL PARCIAL		
					
					
					

(Fuente: DG 2014)

1.4.4.1 INTERSECCIONES A DESNIVEL

Un paso a desnivel es un conjunto de ramales que se proyecta para facilitar el paso de tránsito entre unas carreteras que se cruzan en niveles diferentes. También puede ser la zona en la que dos o más carreteras se cruzan a distinto nivel para el desarrollo de todos los movimientos posibles de cambio de una carretera a otra, con el mínimo de puntos de conflicto posible.

Las intersecciones a desnivel constan de infraestructuras que distribuyen al tránsito para que cruce a niveles diferentes sin interrupción (distancias verticales). El potencial de accidentes en las intersecciones a desnivel se reduce porque se eliminan muchos conflictos potenciales entre los flujos vehiculares que se cruzan.

Una Intersección a desnivel se construye:

- Para aumentar la capacidad o el nivel de servicio de intersecciones importantes, con altos volúmenes de tránsito y mejorar las condiciones de seguridad.
- Para mantener las características funcionales de un itinerario sin intersecciones a nivel.

Para plantear el diseño de un intercambio en una ubicación dada, se deberá identificar cuatro variables fundamentales:

- Definición de las carreteras que se cruzan.
- Condiciones de tránsito.
- Características topográficas.
- Análisis de costos.

Como es muy difícil que estas cuatro variables coincidan para dos situaciones distintas, raramente el diseño apropiado para un intercambio va a poder ser adaptado en otra ubicación. Por lo anterior el proyectista no debe tener una idea preconcebida que lo limite a la aplicación de un determinado patrón de solución antes de haber analizado el conjunto de soluciones posibles.

Siendo el intercambio la forma más completa y más desarrollada de diseño de una Intersección, por lo que presentan características de funcionamiento que los hacen muchísimos más cómodos y seguros que los cruces a nivel. Sin embargo, el alto costo inicial de este tipo de obras exige una justificación previa que premia adoptar la decisión adecuada. No es posible dar un método preciso y simple para abordar este problema, pero a continuación se indican algunos criterios generales que orientan la decisión y los estudios técnico-económicos complementarios.

- Carreteras con carácter de Autopista.
- Insuficiente Capacidad de Intersecciones a Nivel.
- Condiciones Topográficas del lugar.
- Economía de Operación a Nivel del Usuario o de la Colectividad.

Para efectos de diseño, analizaremos las alternativas que se requiere para el desarrollo de la solución de este estudio.

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones, en el Manual de Diseño Geométrico (DG-2014), muestra clasificaciones para los distintos tipos de intersecciones, para lo cual se ha revisado las que satisfacen a la alternativa idónea para este estudio.

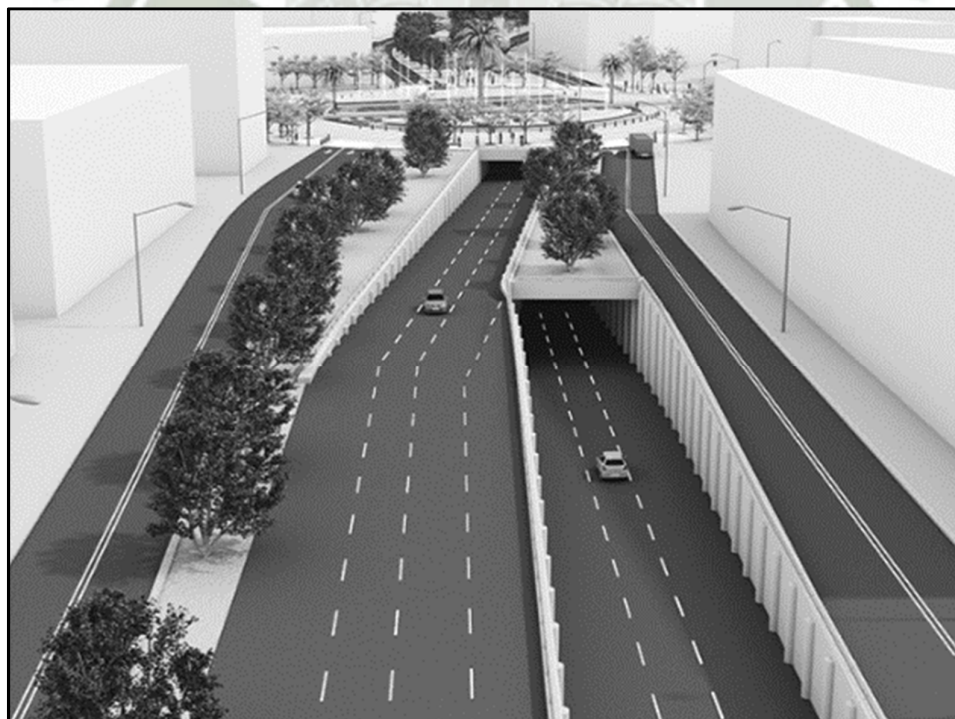
Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG–2014)”, aprobado por R.D. N° 031 - 2013 - MTC/14, Capítulo 5 pag. 238 - 297

1.4.5 Puentes

1.4.5.1 GENERALIDADES

Un puente es una obra que se construye para salvar un obstáculo dando así continuidad a una vía. Suele sustentar un camino, una carretera o una vía férrea, pero también puede transportar tuberías y líneas de distribución de energía.

Los puentes que cruzan autopistas y vías de tren se llaman pasos elevados, como se observa en la figura 1.4. **Figura 1 4 .– Paso a Desnivel**



Al igual que ocurre en la mayoría de los casos, la construcción de puentes ha evolucionado paralelamente a la necesidad que de ellos se sentía.

El gran número de accidentes ocasionados por los cruces y pasos a nivel estimuló la creación de diferencias de nivel, que tanto en los pasos elevados como en los inferiores requerían el empleo de puentes. En una autopista moderna todos los cruces de carreteras y pasos a nivel son salvados por este procedimiento.

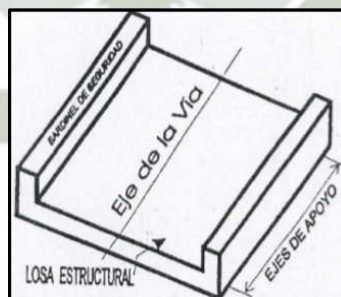
1.4.5.2 TIPOS DE PUENTES EN INTERCAMBIOS VIALES

Para el desarrollo del presente estudio, se estudiará el tipo de puente a plantearse para la solución de este intercambio.

A) PUENTES LOSA

Este tipo de puentes son usados especialmente para luces menores a los 7 metros en puentes carreteros y 5 metros tratándose de puentes ferroviarios, pudiendo llegarse a luces de 12 metros con concreto armado y hasta los 35 metros con losas de concreto pre-esforzado, y son de una gran ayuda espacialmente cuando se están reutilizando antiguos estribos, en las figuras 1.5 se puede observar una vista en perspectiva de este tipo de puente.

Figura 1 5 - Vista en perspectiva del puente losa



B) PUENTES VIGA

Consisten en varios de estos órganos, que, colocados paralelamente unos a otros con separaciones “s”, salvan la distancia entre estribos o pilares y

soportan el tablero. Cuando son ferroviarios, disponen de vigas de madera o acero y sus pisos pueden ser abiertos o estar cubiertos con balasto o placas de concreto armado. Los destinados a servir el tráfico de vehículos son de acero, concreto armado o pre-esforzado o madera.

B.1) PUENTES DE VIGA RECTANGULAR

Este tipo de puentes son estructuras que disponen vigas de sección rectangular en la que se apoya una losa de concreto vaciada “in situ”, puede llegar a luces hasta de 25 metros con concreto armado y hasta 35 metros con concreto pre-esforzado, y puede observarse en la figura 1.6.

Figura 1 6 .- Puente Tipo Viga Losa



Constan fundamentalmente de dos partes:

- **La superestructura conformada por:** Tablero que soporta directamente las cargas; vigas, armaduras, cables, bóvedas, arcos, quienes transmiten las cargas del tablero a los apoyos.
- **La infraestructura o Subestructura conformada por:** pilares (apoyos centrales); estribos (apoyos extremos) que soportan directamente la

superestructura; y cimientos, encargados de transmitir al terreno los esfuerzos.

1.4.5.2.1 UBICACIÓN Y ELECCIÓN DEL TIPO DE PUENTE

Los puentes son obras que requieren para su proyecto definitivo estudiar los siguientes aspectos:

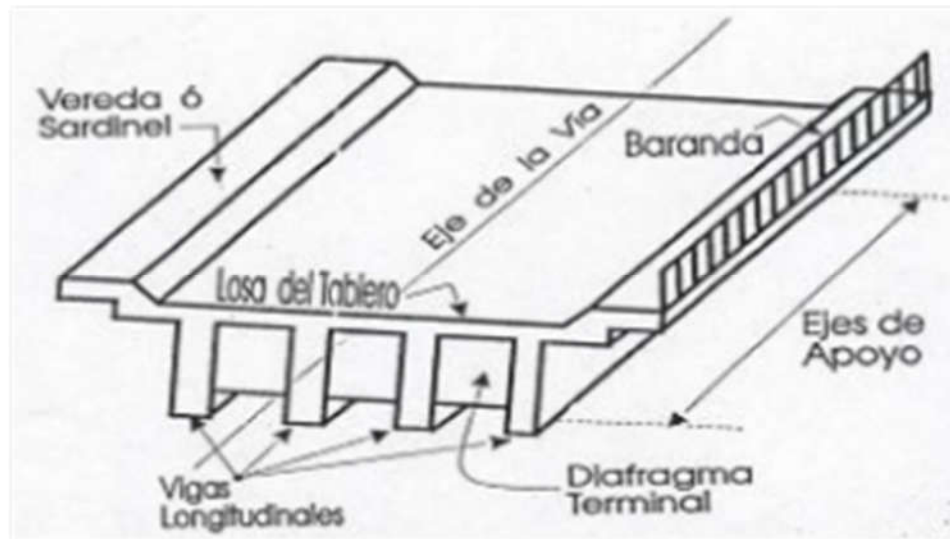
- Localización de la estructura o ubicación en cuanto a sitio, alineamiento, pendiente y rasante.
- Tipo de puente que resulte más adecuado para el sitio escogido, teniendo en cuenta su estética, economía, seguridad y funcionalidad.
- Forma geométrica y dimensiones, analizando sus accesos, superestructura, infraestructura, cauce de la corriente y fundaciones.
- Obras complementarias tales como: barandas, drenaje de la calzada y de los accesos, protección de las márgenes y rectificación del cauce, si fuera necesario forestación de taludes e iluminación.
- En caso de obras especiales conviene recomendar sistemas constructivos, equipos, etapas de construcción.

1.4.5.2.2 GEOMETRIA

B.1) SECCIÓN TRANSVERSAL

El ancho de la sección transversal de un puente no será menor que el ancho del acceso, y podrá contener: vías de tráfico, vías de seguridad (bermas), veredas, ciclo vía, barreras y barandas, elementos de drenaje. (Figura 1.7)

Figura 1 7 – Sección Transversal de Puente Tipo Viga Losa



B.2) ANCHO DE VIA (CALZADA)

Siempre que sea posible, los puentes se deben construir de manera de poder acomodar el carril de diseño estándar y las bermas adecuadas.

Los anchos de calzada entre 6.00 y 7.20 m tendrán dos carriles de diseño, cada uno de ellos de ancho igual a la mitad del ancho de calzada.

B.3) BERMAS

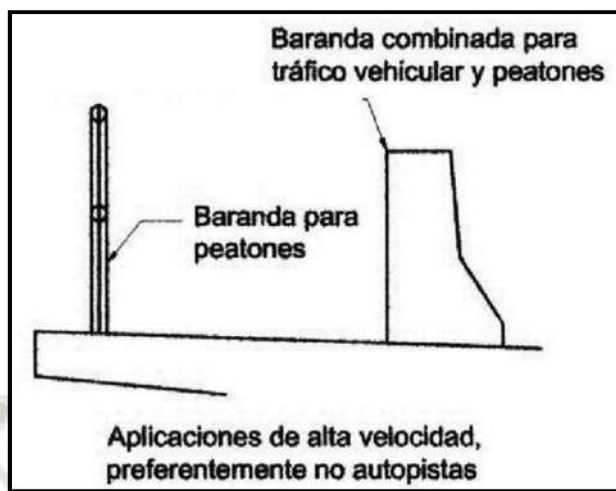
Una berma es la porción contigua al carril que sirve de apoyo a los vehículos que se estacionan por emergencias. Su ancho varía desde un mínimo de 0.60 m en carreteras rurales menores, siendo preferible 1.8 a 2.4 m, hasta al menos 3.0 m, y preferentemente 3.6 m, en carreteras mayores.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que anchos superiores a 3.0 m predisponen a su uso no autorizado como vía de tráfico.

B.4) VEREDAS

Utilizadas con fines de flujo peatonal o mantenimiento. Están separadas de la calzada adyacente mediante un cordón barrera, una barrera (baranda para tráfico vehicular) o una baranda combinada. El ancho mínimo de las veredas es 0.75 m. (Figura 1.8)

Figura 1 8 – Barreras de Protección



B.5) PAVIMENTO

Puede ser rígido o flexible y se dispone en la superficie superior del puente y accesos. El espesor del pavimento se define en función al tráfico esperado en la vía.

B.6) GALIBOS

Los gálibos horizontal y vertical para puentes urbanos serán el ancho y la altura necesarios para el paso del tráfico vehicular. El gálibo vertical no será menor que 5.00 m.

En zonas rurales, el gálibo vertical sobre autopistas principales será al menos de 5.50 m. En zonas altamente desarrolladas puede reducirse, previa justificación técnica.

1.4.5.2.3 NORMATIVIDAD

- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 2007.
- Manual de Diseño de Puentes, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima, Perú, 2003.

1.4.5.2.4 CARGAS

➤ Cargas Permanentes (DC, DW y EV)

DC = Peso propio de los componentes estructurales y accesorios no estructurales.

DW = Peso propio de las superficies de rodamiento e instalaciones para servicios públicos.

EV = Presión vertical del peso propio del suelo de relleno.

➤ Sobre cargas vivas (LL y PL)

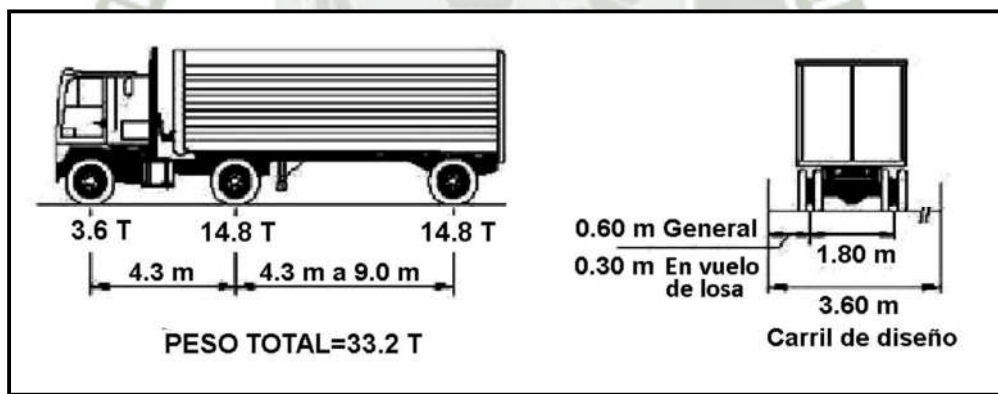
LL = sobrecarga vehicular

PL = sobrecarga peatonal

➤ Carga HL-93

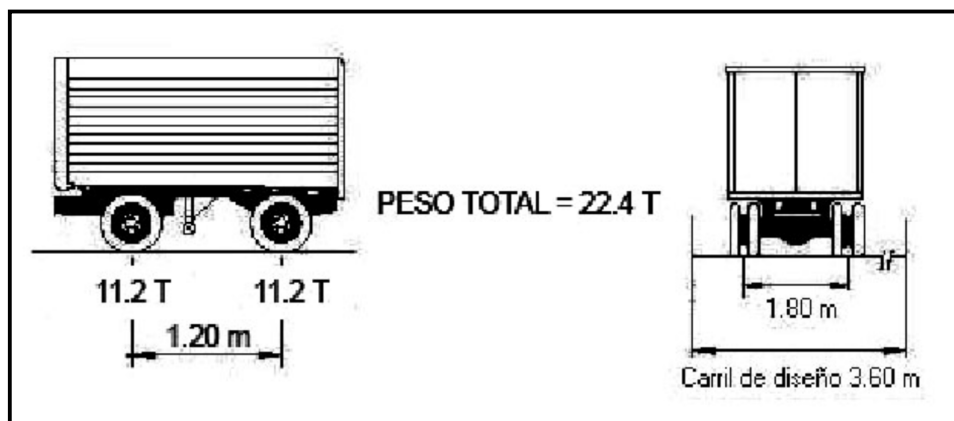
➤ Camión de Diseño

Figura 1 9 - Camión de Diseño



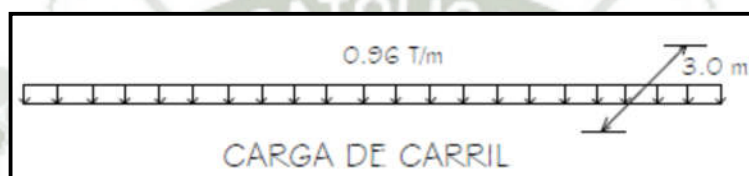
➤ Tándem de Diseño

Figura 1 10 - Tándem de Diseño



➤ **Sobrecarga de Carril de Diseño**

Figura 1 11 – Sobrecarga de Carril de Diseño



Notas:

- La sobrecarga vehicular de diseño es considerada como una combinación de: Camión de diseño o tándem de diseño + Carga de carril de diseño.
- Para momento negativo entre puntos de contra flexión bajo carga uniforme, así como en la reacción de pilares interiores se considera: 90 por ciento de la solicitud debida a dos camiones de diseño separados como mínimo 15 m entre el eje delantero de un camión y el eje trasero del otro, combinada con 90 por ciento de la solicitud debida a la carga del carril de diseño.

➤ **Presencia de Múltiples Sobrecargas**

La solicitud extrema correspondiente a sobrecargas se determinará considerando las posibles combinaciones de carriles cargados, multiplicando por un factor de presencia múltiple. No es aplicable al estado límite de fatiga. (Ver Tabla 1.2)

Tabla 1. 2 Factor de Presencia múltiple de Sobrecargas

Número de carriles cargados	Factor de presencia múltiple, m
1	1.20
2	1.00
3	0.85
>3	0.65

(Fuente: Manual de Diseño de Puentes)

➤ **Incremento por Carga Dinámica: IM**

Los efectos estáticos del camión o tándem de diseño, a excepción de las fuerzas centrífugas y de frenado, se deberán mayorar en los siguientes porcentajes como indica la Tabla 1.3.

Tabla 1. 3 Incremento por Impacto – Carga dinámica

Componente	IM
Juntas del tablero – Todos los Estados Límites	75%
Todos los demás componentes	
Estado Límite de fatiga y fractura	15%
Todos los demás Estados Límites	33%

(Fuente: Manual de Diseño de Puentes)

Nota:

- No se aplica a cargas peatonales ni a cargas de carril de diseño.

Tampoco en muros de sostenimiento no solicitados por reacciones verticales de la superestructura ni en componentes de fundaciones que estén completamente por debajo del nivel del terreno.

➤ **Fuerza de Frenado (BR)**

Se toma como el mayor valor de:

- 25 por ciento de los pesos por eje del camión o tandem de diseño

- 5 por ciento del camión o tandem de diseño más la carga de carril

La fuerza de frenado se debe ubicar en todos los carriles de diseño que se consideren cargados y que transporten tráfico en la misma dirección. Se aplicarán los factores de presencia múltiple. Se asumirá que estas fuerzas actúan horizontalmente a una distancia de 1.80 m sobre la superficie de la calzada.

1.4.5.3 CONSIDERACIONES SÍSMICAS DE PUENTES

1.5.5.3.1 ALCANCES

Las siguientes consideraciones son aplicables a puentes capaces de resistir efectos sísmicos con una luz total no mayor a 150 m., y cuya superestructura este compuesta por losas, vigas T o cajón, o reticulados.

1.4.5.3.2 OBJETIVOS

El objetivo del diseño y construcción es el minimizar los daños causados en los puentes por los efectos sísmicos. La actual norma sismo resistente E-0.30 del Reglamento Nacional de Construcción en el Perú es para edificaciones y no incluyen a los puentes, por lo tanto, en el Perú se utiliza el reglamento Americano AASHTO.

Según la nueva filosofía del diseño sismo resistente en puentes se debe:

- Resistir sismos menores dentro del rango elástico de los componentes estructurales sin sufrir daños.
- Resistir sismos moderados dentro del rango elástico con algún daño reparable.
- Resistir sismos severos sin llegar al colapso del conjunto o una parte del puente, se aceptan daños, los cuales deben ser detectables fácilmente y ocurrir en lugares accesibles para su inspección y reparación.
- Se deben utilizar intensidades realistas para el sismo de diseño.

La estructura durante un sismo moderado debe comportarse en el rango elástico y al actuar un sismo severo debe incursionar en el rango no lineal o inelástico para lo cual debe tener la resistencia y ductilidad suficiente para disipar energía.

1.4.5.3.3 REQUERIMIENTOS GENERALES

A) COEFICIENTE DE ACELERACIÓN (A)

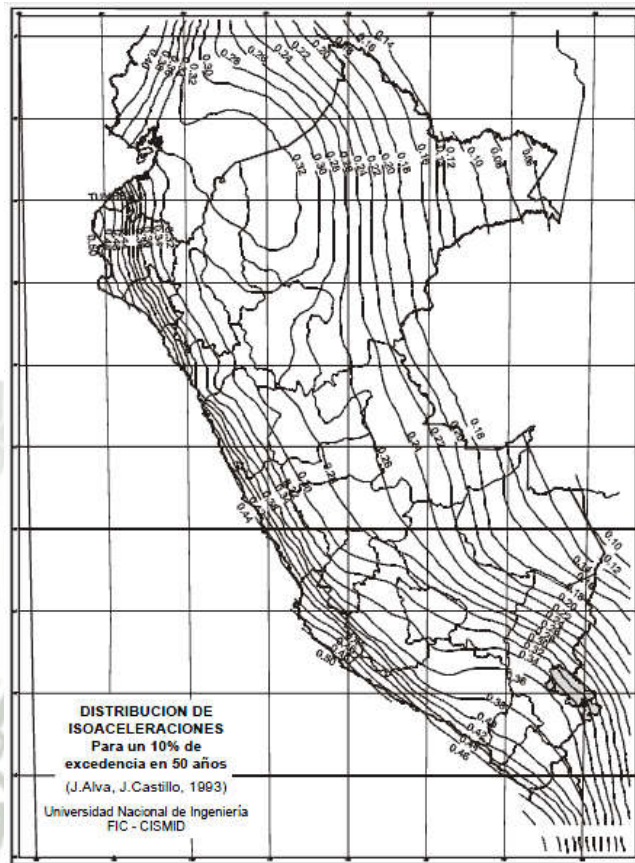
Para el desarrollo del presente estudio, se ha considerado el documento modificado de la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” publicada Enero del año 2016, en la cual se actualiza a cuatro las zonas en el país con su factor de aceleración máximo horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla 1. 4 Coeficientes de Aceleración

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA “Z”	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones (Fuente: RNE E.030)

Figura 1 12 Mapa de distribución de isoaceleraciones



(Fuente: Manual de Diseño de Puentes)

B) CATEGORIZACION DE LA ESTRUCTURA

Se considera tres categorías de importancia según la norma AASHTO LRFD. Para la presente tesis se considera como un puente tipo crítico, (Tabla 1.5)

Tabla 1. 5 Categorías según la importancia

Categorías de Importancia	Descripción
Puentes críticos	Aquellos puentes que deben permitir todo tipo de tráfico después de un sismo de diseño (475 años de periodo de retorno), y aquellos puentes que permiten al paso de vehículos de emergencia para sismos máximos probables (2500 años de periodo de retorno).
Puentes esenciales	Aquellos que deben permitir el paso de vehículos de emergencia para sismos de diseño (475 años de periodo de retorno).
Otros puentes	Aquellos que pueden ser cerrados para repararlos después de sismos máximos probables (2500 años de periodo de retorno)

(Fuente: AASHTO LRFD)

C) CONDICIONES LOCALES

Para considerar la modificación de las características del sismo como resultado de las distintas condiciones de suelo, se usaran los parámetros de la tabla 1.6, según el perfil del suelo obtenido de los estudios geotécnicos.

Coeficientes de sitio

Tabla 1. 6 Coeficientes de Sitio

Coeficiente de Sitio	Tipo de Perfil de Suelo			
	I	II	III	IV
S	1.0	1.2	1.5	2.0

(Fuente: Manual de Diseño de Puentes)

Suelo Perfil Tipo I

Roca de cualquier característica, o arcilla esquistosa o cristalizada en estado natural. Condiciones de suelo rígido donde la profundidad del suelo es menor a 60 m y los tipos de suelos sobre la roca son depósitos estables de arenas, gravas o arcillas rígidas.

Suelo Perfil Tipo II

Es un perfil compuesto de arcilla rígida o estratos profundos de suelos no cohesivos donde la altura del suelo excede los 60 m, y los suelos sobre las rocas son depósitos estables de arenas, gravas o arcillas rígidas.

Suelo Perfil Tipo III

Es un perfil con arcillas blandas a medianamente rígidas y arenas, caracterizado por 9 m o más de arcillas blandas o medianamente rígidas con o sin capas intermedias de arena u otros suelos cohesivos.

Suelo Perfil Tipo IV

Es un perfil con arcillas blandas o limos cuya profundidad es mayor a los 12 m.

D) COEFICIENTE DE RESPUESTA SISMICA ELASTICA C_{sn}

El coeficiente de respuesta sísmica elástica C_{sn} para el n ésimo modo de vibración debe tomarse como:

$$C_{sn} = \frac{1.2AS}{T_n^{2/3}} \leq 2.5A$$

T_n = periodo de vibración del n ésimo modo

A = coeficiente de aceleración

S = coeficiente de sitio

Para puentes sobre perfiles de suelo tipo III o IV y en áreas donde el coeficiente A es mayor o igual a 0.30, C_{sn} debe ser menor o igual a $2.0A$.

Para suelos tipo III y IV, y para otros modos distintos al modo fundamental el cual tenga periodos menores a 0.3s, C_{sn} deberá tomarse como:

$$C_{sn} = A(0.8 + 4.0 T_n)$$

Si el periodo de vibración para cualquier modo excede 4.0s, el valor de C_{sn} para ese modo deberá tomarse como:

$$C_{sn} = 3AS T_n^{0.75}$$

E) REQUISITOS DE ANÁLISIS SÍSMICO

Según AASHTO LRFD-98, Indica métodos de análisis que dependen de la regularidad e importancia del puente, así como la regularidad de estos están en función al número de tramos que este contiene, Para efectos de esta tesis por ser el puente de un solo tramo, no se realizara un análisis sísmico, sin embargo en el Art. 3.10.9.1 AASHTO LRFD establece para los puentes de un solo tramo, independientemente de la zona sísmica en que se encuentren, una sollicitación mínima de diseño en una unión restringida entre superestructura y subestructura no menor al producto entre el coeficiente de sitio, el coeficiente de aceleración y la carga permanente tributaria, es decir:

$$P_{EQ} = P_{DC+DW} \cdot A \cdot S$$

PUNTES AASHTO-LRFD 2007 MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén, Cap I Pag. 1-8, Cap.II Pag. 9-16

1.4.6 MUROS DE CONTENCIÓN Y ESTRIBOS

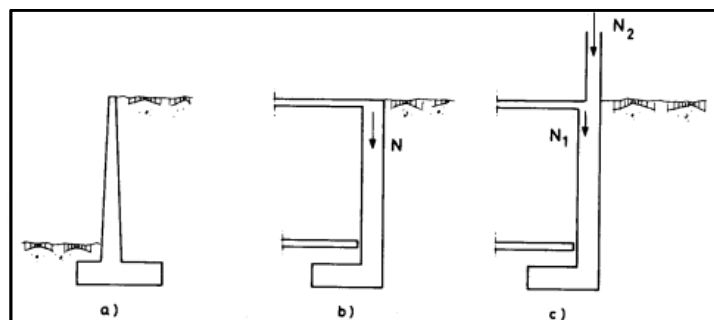
1.4.6.1 MUROS DE CONTENCIÓN

Los muros de contención son elementos constructivos cuya misión principal es servir de contención, bien de un terreno natural, de un relleno artificial o de un elemento a almacenar. En los dos primeros casos el ejemplo típico es el de un muro de sostenimiento de tierras.

En ambas situaciones anteriores el muro trabaja fundamentalmente a flexión. Siendo la compresión vertical debido a su propio peso generalmente despreciable. En ocasiones los muros desempeñan la función de cimienta, al transmitir las cargas

suministradas por los pilares o por los forjados que se apoyan en la coronación del muro. Esta situación es característica de los muros de sótano, muy desarrollada en la edificación actual.

Figura 1 13 – Muros de Contención



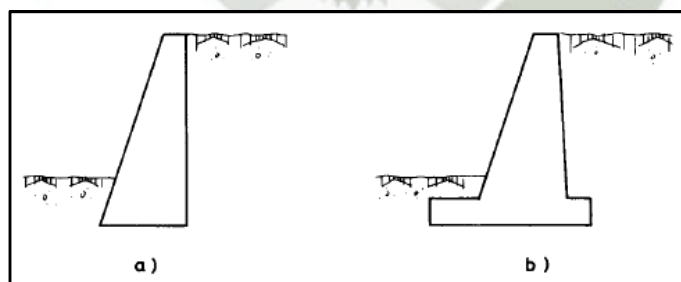
(Fuente: Puentes LRFD 2012 - Ing. Arturo Rodríguez)

1.4.6.1.1 TIPOLOGÍA DE MUROS DE CONTENCIÓN

Los de uso más frecuente son:

- a) **Muros de gravedad**, Son muros de hormigón en masa en los que la resistencia se consigue por su propio peso. Su ventaja fundamental es que no van armados y son interesantes para alturas moderadas si su longitud no es muy grande.

Figura 1 14 Muros de Gravedad

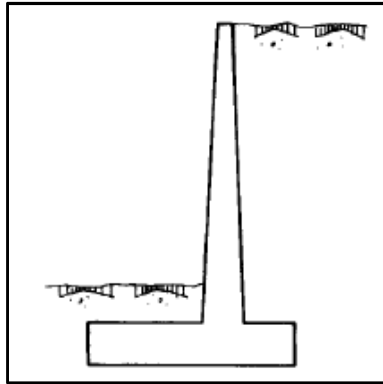


(Fuente: Puentes LRFD 2012 - Ing. Arturo Rodríguez)

- b) **Muros en voladizo**, Son muros de contención de uso más frecuente, y aunque su campo de aplicación depende de los costes de excavación,

hormigón, acero, encofrado y relleno, se puede pensar que constituyen la solución más económica para muros de hasta 10 ó 12 metros de altura.

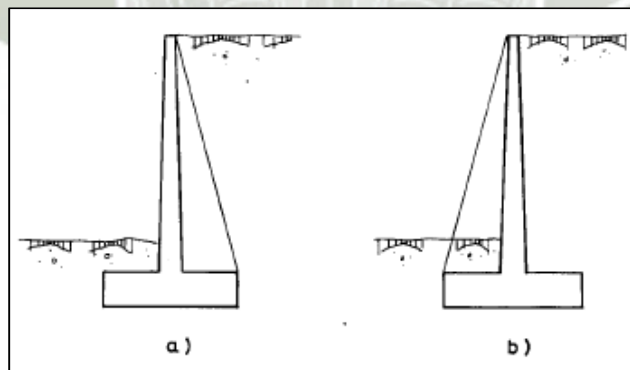
Figura 1 15 Muros en voladizo



(Fuente: Puentes LRFD 2012 - Ing. Arturo Rodríguez)

- c) **Muros de contrafuertes**, Representan una evolución del tipo anterior, al crecer la altura y por ende los espesores de hormigón, compensa aligerar las piezas con la solución de los contrafuertes, aunque conlleve un tajo de material natural y encofrados más complicados y un hormigón más difícil.

Figura 1 16 - Muros de contrafuerte



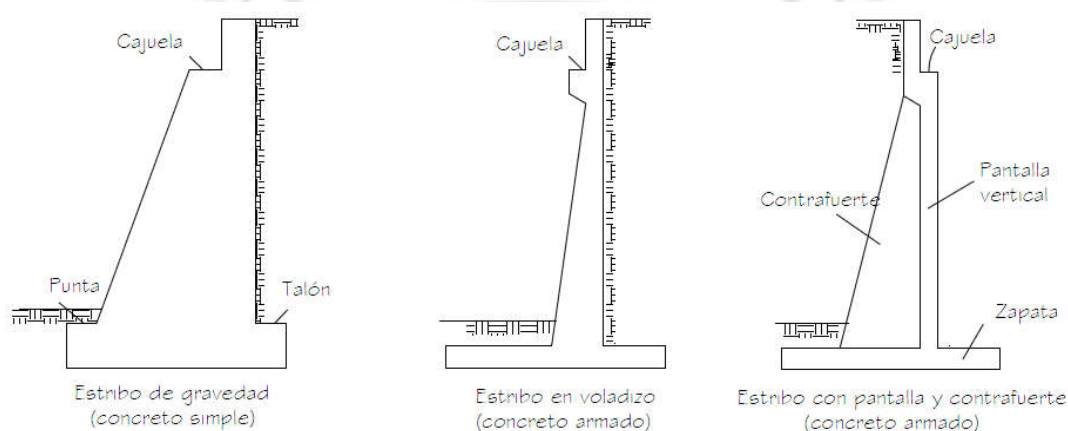
(Fuente: Puentes LRFD 2012 - Ing. Arturo Rodríguez)

1.4.6.2 ESTRIBOS

Los Estribos son estructuras que sirven de apoyo extremo al puente y que además de soportar la carga de la superestructura, sirven de contención de los terraplenes de acceso y por consiguiente están sometidos al empuje de tierra.

Los estribos, como son muros de contención, pueden ser de concreto simple (estribos de gravedad), concreto armado (muros en voladizo o con pantalla y contrafuertes), etc.

Figura 1 17 - Tipos de Estribo



(Fuente: Puentes LRFD 2012 - Ing. Arturo Rodríguez)

Para la presente tesis se considerará un estribo en voladizo, ya que estos son generalmente de concreto armado debido a que los esfuerzos a los que estará sometido no podrían ser resistidos por un estribo de gravedad por ser este de concreto simple.

Ayuso Muñoz, J. (1984). Estructuras de hormigón para sostenimiento de tierras. ETSIA Córdoba, Artículo UCDM, MUROS DE CONTENCIÓN, pag. 1-4.

CAPÍTULO 2.

ESTUDIOS BASICOS DE INGENIERÍA



2.1 ESTUDIO DE SUELOS

Para el desarrollo del diseño geométrico del Intercambio Vial en la intersección de la Av. Salaverry con la Calle Quiroz y San Juan de Dios Cercado de Arequipa, se debe considerar los estudios geotécnicos necesarios que nos permitan analizar las alternativas para la ejecución del estudio que finalmente nos enfocaran en una decisión final con las características de este intercambio vial, el cual influirá directamente en la viabilidad de este estudio para llegar a la concepción de lograr un servicio óptimo técnico y económico.

Por tal motivo es necesario determinar las características de los suelos en las avenidas en estudio, estudiando las soluciones a adoptarse para el diseño geométrico y estructural y la eventual reutilización o tratamiento de los suelos.

2.1.1 OBJETIVO

Los estudios geotécnicos especializados han sido recopilados en base a la información precedente, desarrollado mediante investigaciones de campo y ensayos de laboratorio con fines de diseño, la información revisada se enfocará específicamente en las zonas que han sido seleccionadas para este estudio.

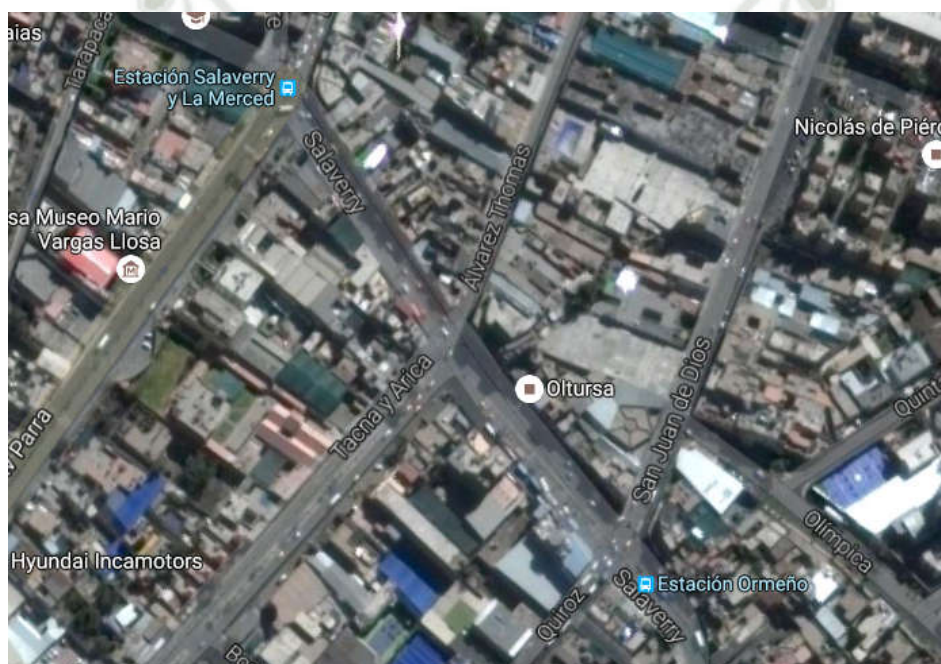
Una vez procesada la información, se planteará una alternativa óptima para el desarrollo de la estructuración de los elementos del estudio, a la vez sus requerimientos para el diseño de las cimentaciones de las obras de ingeniería complementarias.

Obtenido el estudio de suelos, se determinará la capacidad portante admisible del suelo a distintas profundidades lo que permitirá el desarrollo de las estructuras de cimentación del proyecto en las avenidas donde se ha planteado el desarrollo del intercambio vial.

2.1.2 UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El Estudio del Intercambio Vial en la intersección de la Av. Salaverry con la Calle Quiroz y San Juan de Dios se encuentra ubicado en la ciudad de Arequipa, Provincia y Departamento de Arequipa, cercado de la ciudad (Figura 2.1), los datos que se detallan en el cuadro 2.1.2 - gráfico 2.1.2 y se indican las incidencias de cada avenida en la obtención de datos para el desarrollo del estudio.

Figura 2. 1 - Ubicación de las avenidas donde se propone la ejecución del estudio

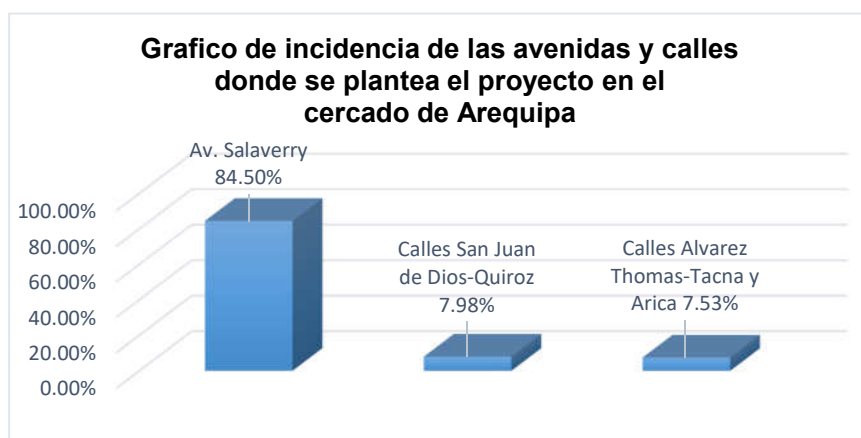


(Fuente: Google Earth)

Tabla 2. 1 Incidencia de las Avenidas

AVENIDAS	LONGITUD (m)	PORCENTAJES	
		PARCIAL	ACUMULADO
Av. Salaverry	370.80	84.50%	84.50%
Calles San Juan de Dios-Quiroz	35.00	7.98%	92.48%
Calles Álvarez Thomas-Tacna y Arica	33.00	7.52%	100.00%
LONGITUD TOTAL (m)	438.80		

(Fuente: Estudio de Transito)

Figura 2. 2 - Distribución Porcentual de Datos


(Fuente: Estudio de Transito/Elaboración propia)

2.1.3 ENSAYOS DE SUELOS EN LABORATORIO

Para determinar los ensayos de suelos a desarrollar el presente estudio, se ha tomado como referencia el manual de diseño de puentes AASHTO – LRFD en su capítulo de Estudios Geológicos y Geotécnicos, y así establecer las características geotécnicas como son: la estratigrafía, la identificación y las propiedades físicas y mecánicas de los suelos para el diseño de cimentaciones, es por ellos que se deben realizar ensayos en laboratorio y ensayos in situ tanto en suelos, y deben ser claramente referidos a normas técnicas especializadas relacionadas con los ensayos respectivos, y pueden considerarse los de la siguiente lista.

Ensayos de laboratorio en suelos:

Contenido de humedad	(Norma ASTM D-4643)
Gravedad específica	(Norma AASHTO T100 ASTM D-854)
Granulometría	(Norma AASHTO T88 ASTM D-422)
Limite Líquido y Limite Plástico	(Norma AASHTO T90 ASTM D-4318)
Ensayo de Corte Directo	(Norma AASHTO T236 ASTM D-3080)
Ensayo de Compresión sin Soporte Lateral	(ASTM D-2166)
Ensayo Triaxial no consolidado – no drenado	(Norma ASTM D-2850)
Ensayo Triaxial consolidado – no drenado	(ASTM D-4767)
Ensayo de Consolidación	(Norma AASHTO T216 ASTM D-2435)
Ensayo de Permeabilidad	(Norma AASHTO T215 ASTM D-2434)

Ensayo de Proctor Modificado y CBR

Así mismo el Manual de Diseño de Puentes también se refiere a ensayos realizados en campo, siendo estos también referidos a prácticas establecidas y normas técnicas especializadas relacionadas con los ensayos respectivos. Pueden considerarse los ensayos que se listan a continuación.

Ensayos en Suelos

Ensayo de Penetración Estándar	(AASHTO T206 ASTM D-1586)
Ensayo de Cono Estático	(ASTM D-3441)
Ensayo de Veleta de Campo	(ASTM D-2573)
Ensayo de Presuometría	(ASTM D-4719)
Ensayo de Placa Estático	(ASTM D-1195, D-1196)
Ensayo de Permeabilidad	(ASTM D-5084)
Ensayo de Refracción Sísmica	

Para la presente tesis se ha realizado los ensayos de laboratorio de:

- Granulometría (Tabla 2.2 a 2.4/ Figura 2.4.a 2.6)
- Densidad Máxima y Mínima (Tabla 2.5.y 2.9, Tabla 2.6 y 2.10, respectivamente)
- Densidad de Campo (Tabla 2.7 y 2.11)
- Humedad Natural (Tabla 2.8 y 2.12)

Los trabajos tanto de campo como de laboratorio, sobre los cuales se realizaron los presentes ensayos, se consideró como base lo estipulado en la Norma Técnica E-050 de Suelos y Cimentaciones, y tiene por finalidad determinar la capacidad portante del suelo en el cual se propone desarrollar el estudio del Intercambio Vial en la intersección de la Av. Salaverry con la Calle Quiroz y San Juan de Dios Cercado de Arequipa.

2.1.4 GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA DEL SECTOR DEL ESTUDIO

El lugar en estudio se encuentra ubicado en la denominada zona 02 (Plano geológico preliminar de Arequipa R. Rondón), cuyas alturas oscilan entre 2150 y 2600 msnm y están caracterizados por presentar terrenos de topografía regular.

En la zona se encuentra la unidad Q-al, denominada depósitos aluviales cuaternarios recientes, los cuales se encuentran en los cauces de los ríos, torres, quebradas y superficies eriazas, como material de acarreo, compuesto por gravas, arenas de gruesas a medias, limos, cantos rodados y a veces cenizas volcánicas. Los Estratos encontrados son:

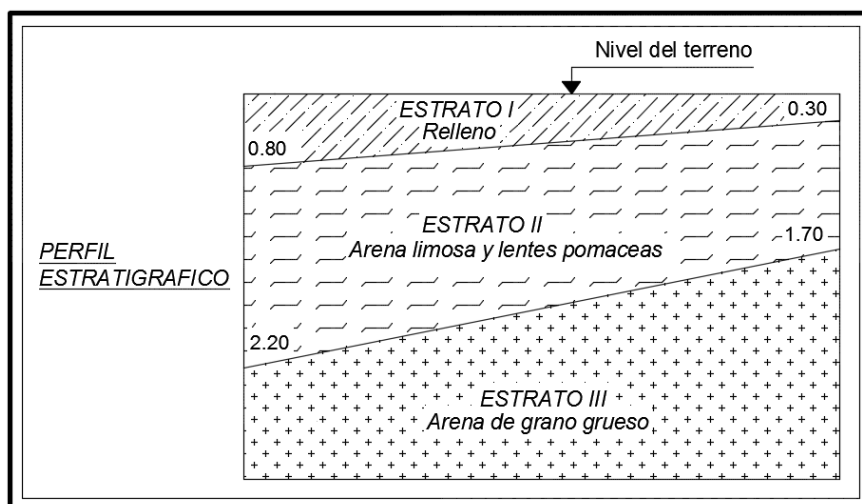
ESTRATO I.- Relleno conformado por arenas limosas, más conocidas como tierra de chacra, incluye restos de ladrillo y escombros de construcción, se encuentra suelto, en la calicata tres presenta raicillas.

ESTRATO II.- Arena limosa de color café claro, medianamente compacta, se presenta intercalado con lentes de arena pomácea de 10 cm de espesor promedio, la línea de contacto y superficie de transición se encuentran claramente definidos.

ESTRATO III.- Aluvial, conformado por arena gruesa, limpia, regularmente gradada, húmeda, de color gris, poco deleznable y de compacidad media, los fragmentos son sub angulosos y sub redondeados, se presenta como un estrato masivo, con ligeras huellas de inter estratificación.

PERFIL ESTTRATIGRAFICO DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA

Figura 2. 3 - Perfil estratigráfico



(Fuente: Estudio de Suelos - Elaboración propia)

2.1.4.1 GRANULOMETRIA

A) Muestra representativa C-2, 1.70m

Tabla 2. 2 Ensayo de Granulometría (Estrato II)

MUESTRA:	Estrato II - Prof 1.70 Mts
TRAMO:	Muestra representativa C-2

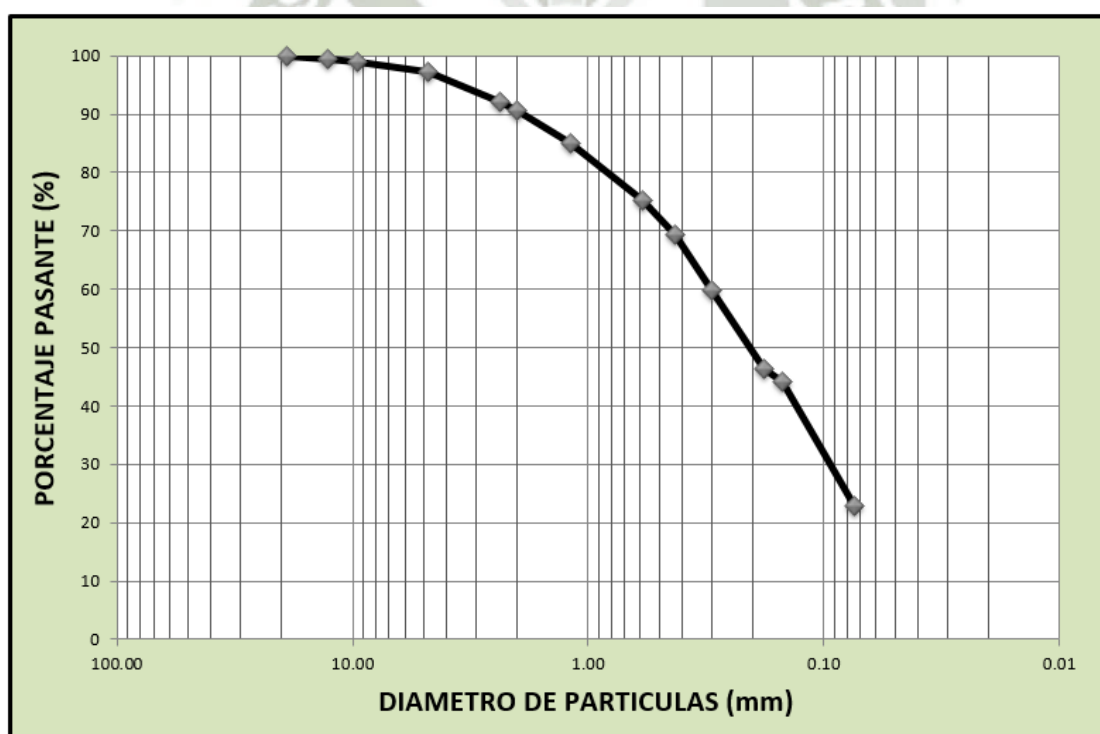
TAMIZ	DIAMETRO	W RET+TARA	W RET	% RET	% PAS. ACUM.
3"	76.2				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.1				100
1/2"	12.7	40.7	3.9	0.6	99.34
3/8"	9.52	39.1	2.3	0.39	98.95
4	4.76	47.1	10.3	1.74	97.22
8	2.38	67.5	30.7	5.18	92.04

10	2	44.6	7.8	1.32	90.72
16	1.19	64.7	27.9	4.71	85.02
30	0.59	101.1	64.3	10.84	75.17
40	0.425	71.2	34.4	5.8	69.37
50	0.3	93.9	57.1	9.63	59.74
80	0.18	115.8	80	13.48	46.25
100	0.15	49.3	12.5	2.11	44.14
200	0.074	153.7	126.9	21.4	22.74
-200		171.6	134.8	22.74	0

(Fuente: Elaboración Propia)

CURVA GRANULOMETRICA

Figura 2. 4 – Curva Granulométrica (Estrato II)



(Fuente: Elaboración Propia)

FRACCIONES	
GRAVA	2.78%
ARENA	74.48%
FINOS	22.74%

SM: ARENA LIMOSA



B) Muestra representativa C-2, 3.40m

Tabla 2. 3 - Ensayo de Granulometría (Estrato III)

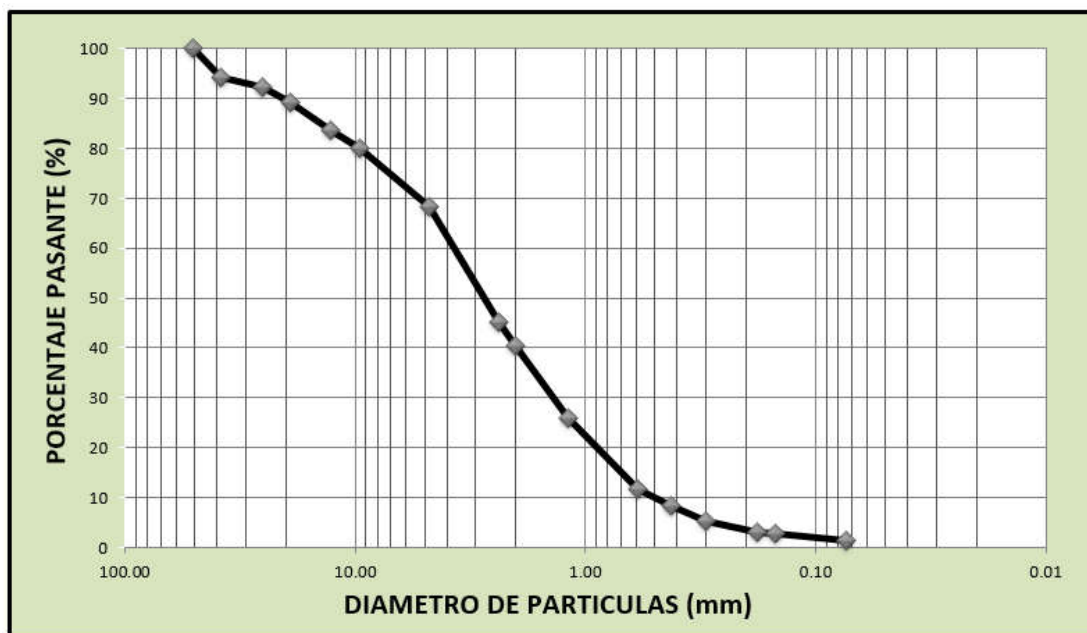
MUESTRA:	Estrato III - Prof 3.40 Mts
TRAMO:	Muestra representativa C-2

TAMIZ	DIAMETRO	W RET+TARA	W RET	% RET	% PAS. ACUM.
3"	76.20				
2"	50.80				100.00
1 1/2"	38.10	165.40	94.00	5.80	94.18
1"	25.40	103.40	32.00	1.98	92.20
3/4"	19.10	121.40	50.00	3.09	89.11
1/2"	12.70	162.10	90.70	5.61	83.50
3/8"	9.52	128.30	56.90	3.50	79.98
4	4.76	258.60	187.20	11.58	68.39
8	2.38	445.00	373.60	23.12	45.27
10	2.00	147.60	76.20	4.72	40.55
16	1.19	306.40	235.00	14.54	26.01
30	0.59	305.10	233.70	14.46	11.55
40	0.43	124.10	52.70	3.26	8.29
50	0.30	118.20	46.80	2.90	5.40
80	0.18	107.80	36.40	2.25	3.14
100	0.15	76.10	4.70	0.29	2.85
200	0.07	93.70	22.30	1.38	1.47
-200		95.20	23.80	1.47	0.00

(Fuente: Elaboración Propia)

CURVA GRANULOMETRICA

Figura 2. 5 – Curva Granulométrica (Estrato III)



(Fuente: Elaboración Propia)

FRACCIONES	
GRAVA	31.61%
ARENA	66.92%
FINOS	1.47%

COEFICIENTES	
Cu	6.39
Cc	0.84

SW: ARENA BIEN GRADUADA

C) Muestra representativa C-3, 3.30m

Tabla 2. 4 Ensayo de Granulometría (Estrato III)

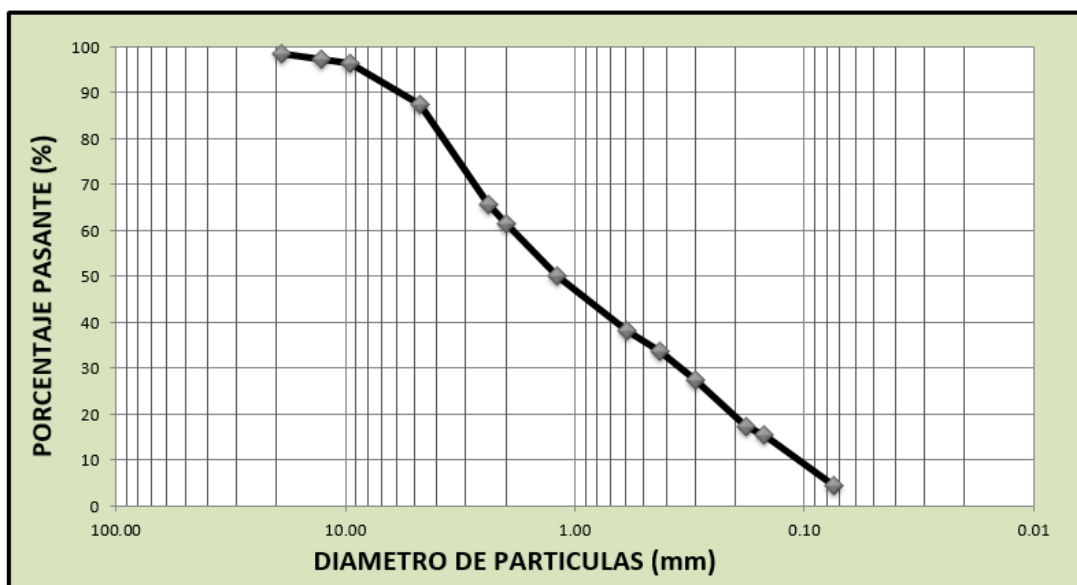
MUESTRA:	Estrato III - Prof 3.30 Mts
TRAMO:	Muestra representativa C-3

TAMIZ	DIAMETRO	W RET+TARA	W RET	% RET	% PAS. ACUM.
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40				
3/4"	19.10	53.40	16.60	1.60	98.40
1/2"	12.70	47.80	11.00	1.06	97.34
3/8"	9.52	46.00	9.20	0.89	96.46
4	4.76	129.30	92.50	8.91	87.55
6	2.38	265.10	228.30	21.99	65.56
10	2.00	78.10	41.30	3.98	61.58
16	1.19	154.10	117.30	11.30	50.28
30	0.59	162.50	125.70	12.11	38.18
40	0.43	82.30	45.50	4.38	33.80
50	0.30	103.60	66.80	6.43	27.36
80	0.18	141.50	104.70	10.08	17.28
100	0.15	54.90	18.10	1.74	15.54
200	0.07	152.30	115.50	11.12	4.41
-200		82.60	45.80	4.41	0.00

(Fuente: Elaboración Propia)

CURVA GRANULOMETRICA

Figura 2. 6 – Curva Granulométrica (Estrato III)



(Fuente: Elaboración Propia)

FRACCIONES	
GRAVA	12.45%
ARENA	83.14%
FINOS	4.41%

COEFICIENTES	
Cu	14.54
Cc	0.5

SW: ARENA BIEN GRADUADA

2.1.4.2 DENSIDAD MÁXIMA, DENSIDAD MÍNIMA Y DENSIDAD DE CAMPO

A) Muestra representativa C-2, 1.70m

Tabla 2. 5 - Densidad máxima

MUESTRA:	Estrato II-Prof 1.70mts
TRAMO:	Muestra representativa C-2

DENSIDAD MAXIMA

	1	2	3	4
Peso de molde + muestra (gr)	10018	10132	10015	
Peso de molde (gr)	6438	6438	6438	
Peso de muestra (gr)	3580	3694	3577	
Volumen de molde (cm ³)	2123.4	2123.4	2123.4	
Densidad (gr/cm ³)	1.686	1.74	1.685	

Densidad Máxima **1.703 gr/cm³**

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 6 – Densidad máxima

DENSIDAD MINIMA

	1	2	3	4
Peso de molde+muestra(gr)	9560	9573	9565	
Peso de molde (gr)	6438	6438	6438	
Peso de muestra (gr)	3122	3135	3127	
Volumen de molde (cm ³)	2123.4	2123.4	2123.4	
Densidad (gr/cm ³)	1.47	1.476	1.473	

Densidad mínima: **1.473 gr/cm³**

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 7 – Densidad de Campo
DENSIDAD DE CAMPO

ITEM	DESCRIPCIÓN	1
1	Peso de muestra natural	268
2	Peso de muestra + parafina	274.7
3	Peso de parafina	6.7
4	Densidad de parafina	0.88
5	Volumen de parafina	7.66
6	Peso de picnometro + agua	1527.7
7	Peso de picn+agua+muestra+paraf	1642.5
8	Volumen de muestra+parafina	153.2
9	Volumen de muestra+parafina	145.54
10	Densidad natural	1.841
11	Contenido de humedad	14.28
12	Densidad seca	1.611

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 8 – Contenido de Humedad
HUMEDAD NATURAL

ITEM	DESCRIPCIÓN	
1	Peso de muestra húmeda+tara (gr)	301.9
2	Peso de muestra seca+tara (gr)	268.8
3	Peso de tara (gr)	37
4	Contenido de humedad en %	14.28

RESUMEN
DENSIDAD NATURAL: 1.841 gr/cm³
HUMEDAD: 14.28%

DENSIDAD NATURAL SECA: 1.611 gr/cm³

(Fuente: Elaboración Propia)

B) Muestra representativa C-3, 3.30m

Tabla 2. 9 - Densidad Máxima

MUESTRA:	Estrato III-Prof 3.30Mts
TRAMO:	Muestra representativa C-3

DENSIDAD MAXIMA

	1	2	3	4
Peso de molde + muestra (gr)	10089	10051	10078	
Peso de molde (gr)	6438	6438	6438	
Peso de muestra (gr)	3651	3613	3640	
Volumen de molde (cm3)	2123.4	2123.4	2123.4	
Densidad (gr/cm3)	1.719	1.702	1.714	

Densidad
Máxima **1.712 gr/cm3**

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 10 - Densidad Mínima

	1	2	3	4
Peso de <u>molde+muestra</u>(gr)	9462	9481	9473	
Peso de molde (gr)	6438	6438	6438	
Peso de muestra (gr)	3024	3043	3035	
Volumen de molde (cm3)	2123.4	2123.4	2123.4	
Densidad (gr/cm3)	1.424	1.433	1.429	

Densidad
mínima: **1.429 gr/cm3**

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 11 - Densidad de Campo

ITEM	DESCRIPCION		1
1	Peso <u>suelo+bandeja</u>	gr	3270
2	Peso bandeja	gr	195
3	Peso neto <u>suelo+grava</u>	gr	3075
4	Peso grava secada al aire	gr	0
5	Peso de <u>arena+frasco</u>	gr	7635
6	Peso de arena <u>quedad+frasco</u>	gr	4871
7	Peso neto de arena empleada	gr	2764
8	Densidad de la arena	gr/cc	1.48
9	Volumen del hueco	cc	1867.6
10	Volumen grava por desplazamiento	cc	0
11	Peso del suelo	gr	3075
12	Volumen del suelo	cc	1867.6
13	Densidad húmeda	gr/cc	1.647
14	Porcentaje de humedad		5.1
15	Densidad seca	gr/cc	1.566
16	Densidad máxima de la curva	gr/cc	
17	Porcentaje de compactación	%	
18	Espesor controlado		
19	Capa, tipo de relleno		
20	Lado o carril controlado		
21	Progresiva		

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 12 – Contenido de Humedad

Peso de muestra <u>húmeda+tara</u>	gr	271
Peso de muestra <u>seca+tara</u>	gr	259.6
Peso de tara	gr	36.8
Humedad	%	5.12

(Fuente: Elaboración Propia)

2.1.5 RESULTADOS DE LABORATORIO

ESTRATO I

SUCS: SM

ESTRATO II

SUCS: SM

ESTRATO III

SUCS: SW

Grava:	12.45 %
Arena:	83.14 %
Finos:	04.41 %
Índice de poros:	0.67 %
Porosidad:	40.12 %
Peso específico:	2.62 %
Peso volum. Saturado:	1.970 gr/cm ³
Peso volum. Sumergido:	0.970 gr/cm ³
Peso volum. Máximo:	1.712 gr/cm ³
Peso volumétrico natural seco:	1.566 gr/cm ³
Peso volum. Mínimo:	1.429 gr/cm ³
Angulo de fricción:	33.1°
Cohesión:	0.0 kg/cm ²

2.1.6 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS ESTRATOS

En base a la exploración y reconocimiento se ha establecido las siguientes características geotécnicas:

ESTRATO I.- Por su naturaleza superficial y composición heterogénea este debe ser superado.

ESTRATO II.- Por la presencia de materiales pomáceos este estrato debe ser superado, este es susceptible a compresibilidad de dichos fragmentos u pueden exceder los asentamientos diferenciales.

ESTRATO III.- Por su predominio granular, forma de los fragmentos, sub angulosos y sub redondeados, material limpio y estado de compacidad, este es adecuado para recibir los esfuerzos originados por el peso del edificio, los asentamientos por consolidación están descartados y los inmediatos son de menor importancia.

2.1.7 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

En materiales granulares en general el ángulo de fricción interna depende principalmente de la compacidad relativa, la distribución granulométrica y la forma de los granos; la influencia de los vacíos no produce cambios significativos, pero la presencia de agua puede reducir dicho ángulo.

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE

Según la caracterización geotécnica el estrato más favorable lo constituye el estrato tres

$$D_f = 2,50 \text{ m.}$$

En todo momento la cimentación se emplazará en el estrato tres.

ANGULO DE FRICCIÓN Y COHESIÓN

Para el ángulo de fricción se ha utilizado el ensayo de corte directo, en la muestra del Estrato III, se ha obtenido:

$$\phi = 33.1^\circ$$

$$c = 0.0 \text{ kg/cm}^2$$

CAPACIDAD ADMISIBLE

$$Q \text{ admisible: } 3.39 \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

$$q_{ult} = c * N_c + \gamma_b * D_f * N_q + 0.5 * \gamma_b * B * N_\gamma$$

c: **Cohesión del suelo**

γ_b **Peso específico del suelo**

D_f: **Profundidad de desplante efectiva**

N_c, N_q, N_γ: **Factor de capacidad de carga en función de Ø**

B: **Ancho de la cimentación**

2.1.8 SISMICIDAD Y CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DEL SUELO

El suelo en estudio se ubica en la zona III, considerado como de alta sismicidad, según el mapa de zonificación sísmica del Perú, concordante con las normas de diseño sismo-resistente del reglamento nacional de construcciones.

Según los sondeos efectuados en la zona y en los pozos de exploración se puede utilizar para el cálculo de la fuerza sísmica horizontal los siguientes valores:

S = 1.2 (FACTOR DE SUELO)

T_s = 0.6 s. (PERIODO QUE DEFINE LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO DEL SUELO)

2.2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO

2.2.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

2.2.1.1 OBJETIVO

El desarrollo de los trabajos de topografía tuvo como objetivo la obtención de la información actualizada de la zona del estudio para analizar las alternativas de ingeniería del intercambio vial que permitan incrementar la velocidad de circulación de esta importante intersección.

Con el desarrollo de los trabajos de topografía, se han obtenido las alturas de niveles absolutos, basándose en métodos topográficos convencionales y utilizando equipos de medición, asimismo han permitido contar con la posición real de cada punto tomado en el sistema de coordenadas planas y geodésicas.

2.2.1.2 RELACIÓN DE SECTORES EVALUADOS

Tabla 2. 13 - Sectores Evaluados

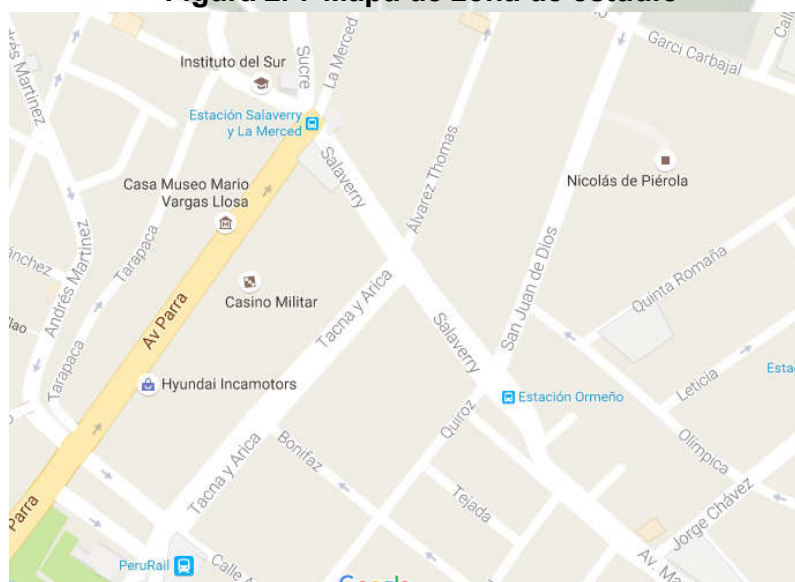
AVENIDAS	LONGITUD (m)	PORCENTAJES	
		PARCIAL	ACUMULADO
Av. Salaverry	370.80	84.50%	84.50%
Calles San Juan de Dios-Quiroz	35.00	7.98%	92.48%
Calles Alvarez Thomas-Tacna y Arica	33.00	7.52%	100.00%

(Fuente: Elaboración Propia)

2.2.1.3 ÁREA DE LEVANTAMIENTO

El área del levantamiento, para la Avenida Salaverry, ha comprendido todo el recorrido de la Avenida y su longitud total, es decir desde el empalme de la Av. Mariscal Cáceres y la Av. Salaverry, hasta el empalme de esta última Av. con la calle la Merced (Figura 2.3.3.1), cubriendo los ingresos de todas las calles colindantes y Avenidas que se cruzan.

Figura 2. 7 Mapa de zona de estudio



(Fuente: Google Inc.)

2.2.1.4 SISTEMA DE COORDENADAS

El sistema de coordenadas, empleado para los trabajos de topografía están referidos al Sistema de Coordenadas UTM, (Universal Transversal Mercator), con el Datum PSAD56, trasladado mediante un equipo GPS satelital, se efectuaron las lecturas parciales hacia los puntos de control de la poligonal ubicados en el área de estudio.

Los valores obtenidos en cada vértice de la poligonal son geodésicos, que han sido transformados a coordenadas planas para la correcta interpretación de la topografía y facilitar la etapa de replanteo del diseño. Con los valores de coordenadas planas topográficas, se pueden efectuar metrados y diseños sin tener que llegar a valores geodésicos.

2.2.1.5 POLIGONAL BÁSICA Y CURVAS VERTICALES

La poligonal básica ubicada en el área de estudio a lo largo de la Av. Salaverry formada por 15 vértices construidos en forma ordenada y en lugares estratégicos como se observa en los planos.

Las referencias de cada vértice de la poligonal están dadas por el valor de las coordenadas. Para su ubicación se han considerado sectores de rápido y fácil acceso, partiendo de la base, que generalmente la conforman los dos primeros vértices de la poligonal.

No se pintan las referencias porque esta información en campo se borra con facilidad; además, en zonas urbanas las empresas de servicios no permiten graficar con pintura sus postes o buzones.

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE POLIGONAL BÁSICA

Tabla 2. 14 – Datos Poligonal básica

VERTICE	SECCION	DISTANCIA	ANG. H.				AZIMUT COMP.	PROYECCIONES		COORDENADAS	
			Gra	Min	Sec	Ang H		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
A										229,133.56	8,184,542.99
A	AB	38.27	309.00	22.00	36.00	309.38	309.37	-29.5861	24.28	229,103.97	8,184,567.27
B	BC	15.02	162.00	4.00	13.00	162.07	327.90	-7.9816	12.44	229,095.99	8,184,579.71
C	CD	19.65	165.00	59.00	9.00	165.99	341.33	-6.2915	18.61	229,089.70	8,184,598.32
D	DE	12.25	172.00	21.00	56.00	172.37	333.75	-5.4162	10.95	229,084.28	8,184,609.27
E	EF	60.79	172.00	22.00	15.00	172.37	326.06	-33.9419	50.43	229,050.34	8,184,659.70
F	FG	11.21	176.00	38.00	56.00	176.65	322.73	-6.7888	8.91	229,043.55	8,184,668.61
G	GH	108.78	176.00	39.00	39.00	176.66	319.37	-70.8353	82.55	228,972.72	8,184,751.16
H	HI	11.53	176.00	49.00	27.00	176.82	322.56	-7.0096	9.15	228,965.71	8,184,760.31
I	IJ	100.38	176.00	49.00	25.00	176.82	325.72	-56.5398	82.94	228,909.17	8,184,843.25
J	JK	12.76	176.00	49.00	42.00	176.83	322.54	-7.7609	10.13	228,901.41	8,184,853.38
K	KL	22.22	166.00	9.00	28.00	166.16	309.40	-17.1698	13.76	228,884.24	8,184,867.14
L	LM	48.04	166.00	10.00	15.00	166.17	294.89	-43.5789	20.21	228,840.66	8,184,887.35
M	MN	24.10	156.00	11.00	20.00	156.19	320.10	-15.4576	17.59	228,825.20	8,184,904.93
N	NO	15.00	156.00	11.00	55.00	156.20	342.49	-4.5142	14.31	228,820.69	8,184,919.24

(Fuente: Elaboración Propia)



Tabla 2.15 – Curvas Verticales

CURVAS VERTICALES																	
VIA	TRAMO	Distanc	Delta X	Delta Y	S1, S2	Tipo de curva	A (dif per)	A > 1	Dp	h1	h2	L > Dp	L < Dp	L (m)	L1 (m)	L2(m)	K para E (m)
G-G	G-1	126.43	126.43	-0.17	-0.13%	CONCAVO	0.03%	NO REQUIERE									
	G-2	17.05	17.05	-0.02	-0.10%												
	G-2	17.05	17.05	-0.02	-0.10%	CONVEXA SIMETRICO	1.24%	REQUIERE	87	1.07	0.15	23.19		23.19			18.72 0.04
	G-3	100.87	100.86	-1.35	-1.34%												
	G-3	100.87	100.86	-1.35	-1.34%	CONCAVO SIMETRICO	1.77%	REQUIERE	87	1.07	0.15	31.63		31.63			17.83 0.07
	G-4	25.27	25.27	0.11	0.44%												
	G-4	25.27	25.27	0.11	0.44%	CONVEXA	0.23%	NO REQUIERE									
	G-5	110.39	110.39	-0.73	-0.66%												
	G-5	110.39	110.39	-0.73	-0.66%	CONCAVO	0.68%	NO REQUIERE									
G-6	18.50	18.50	0.00	0.02%													
G-6	18.50	18.50	0.00	0.02%	CONVEXA SIMETRICO	4.49%	REQUIERE	92	1.07	0.15	93.97		93.97			20.94 0.53	
G-7	81.58	81.50	-3.64	-4.47%													
VIA	TRAMO	Distanc	Delta X	Delta Y	S1, S2	Tipo de curva	A (dif per)	A > 1	Dp	h1	h2	L > Dp	L < Dp	L (m)	L1 (m)	L2(m)	K para E (m)
H-H	H-1	126.61	126.43	-6.70	-5.30%	CONCAVO ASIMETRICO	5.30%	REQUIERE	92	1.07	0.15	101.48		101.48	96.96	4.52	19.15 0.11
	H-2	17.05	17.05	0.00	0.00%												
	H-2	17.05	17.05	0.00	0.00%	CONVEXA SIMETRICO	1.34%	REQUIERE	87	1.07	0.15	25.06		25.06			18.72 0.04
	H-3	100.87	100.86	-1.35	-1.34%												
	H-3	100.87	100.86	-1.35	-1.34%	CONCAVO SIMETRICO	1.34%	REQUIERE	87	1.07	0.15	23.87		23.87			17.83 0.04
	H-4	25.27	25.27	0.00	0.00%												
	H-4	25.27	25.27	0.00	0.00%	CONVEXA	0.52%	NO REQUIERE		1.07	0.15			0.00		0.00 0.00	
	H-5	110.39	110.39	-0.57	-0.52%												
	H-5	110.39	110.39	-0.57	-0.52%	CONCAVO	0.35%	NO REQUIERE		1.07	0.15			0.00		0.00 0.00	
H-6	18.50	18.50	-0.03	-0.16%													
H-6	18.50	18.50	-0.03	-0.16%	CONCAVO SIMETRICO	3.67%	REQUIERE	92	1.07	0.15	63.61	63.61			17.33 0.29		
H-7	81.55	81.50	2.86	3.51%													
VIA	TRAMO	Distanc	Delta X	Delta Y	S1, S2	Tipo de curva	A (dif per)	A > 1	Dp	h1	h2	L > Dp	L < Dp	L (m)	L1 (m)	L2(m)	K para E (m)
I-I	I-1	126.61	126.43	-6.70	-5.30%	CONCAVO ASIMETRICO	5.30%	REQUIERE	92	1.07	0.15	101.48		101.48	96.87	4.61	19.15 0.12
	I-2	17.05	17.05	0.00	0.00%												
	I-2	17.05	17.05	0.00	0.00%	CONVEXA	1.33%	REQUIERE	87	1.07	0.15	24.88		24.88			18.72 0.04
	I-3	100.87	100.86	-1.34	-1.33%												
	I-3	100.87	100.86	-1.34	-1.33%	CONCAVO	1.61%	REQUIERE	87	1.07	0.15	28.63		28.63			17.83 0.06
	I-4	25.27	25.27	0.07	0.28%												
	I-4	25.27	25.27	0.07	0.28%	CONCAVO ASIMETRICO	5.89%	REQUIERE	92	1.07	0.15	112.78		112.78	10.96	101.82	19.15 0.29
	I-5	103.50	103.34	5.80	5.61%												
VIA	TRAMO	Distanc	Delta X	Delta Y	S1, S2	Tipo de curva	A (dif per)	A > 1	Dp	h1	h2	L > Dp	L < Dp	L (m)	L1 (m)	L2(m)	K para E (m)
J-J	J-1	17.05	17.05	-0.02	-0.12%	CONVEXA SIMETRICO	1.45%	REQUIERE	87	1.07	0.15	27.21		27.21			18.72 0.05
	J-2	101.05	101.05	-1.35	-1.34%												
	J-2	101.05	101.05	-1.35	-1.34%	CONCAVO SIMETRICO	1.34%	REQUIERE	87	1.07	0.15	23.82		23.82			17.83 0.04
	J-3	25.09	25.09	0.00	0.00%												
	J-3	25.09	25.09	0.00	0.00%	CONVEXA	0.56%	NO REQUIERE									
	J-4	110.39	110.39	-0.62	-0.56%												
J-4	110.39	110.39	-0.62	-0.56%	CONCAVO	0.61%	NO REQUIERE										
J-5	18.50	18.50	0.01	0.05%													

(Fuente: Elaboración Propia)



2.2.2 ESTUDIOS DE TRAZO Y DISEÑO GEOMÉTRICO

Tabla 2. 15 - Diseño geométrico

DISEÑO GEOMETRICO		
CLASIFICACIÓN DE LA RED VIAL		
Transito Promedio Diario Anual		
Av. Salaverry (SE-NO)	20200.00	Veh/D
Av. Salaverry (NO-SE)	15033.00	Veh/D
Clasificación según su demanda		
Av. Salaverry (SE-NO)	Carretera de Primera Clase	
Av. Salaverry (NO-SE)	Carretera de Primera Clase	
Clasificación según condiciones orográficas		
Av. Salaverry (SE-NO)	Tipo 2	
Av. Salaverry (NO-SE)	Tipo 2	
Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.		
TABLA 204.01		
Av. Salaverry (SE-NO)	60.00	Kph
Av. Salaverry (NO-SE)	60.00	Kph
CRITERIOS Y CONTROLES BÁSICOS PARA EL DISEÑO		
TABLA 202.01		
Dimensiones de Vehículos ligeros y pesados		
Remolque 3 ejes + 1 doble (Tandem)		
Nomenclatura	T3 S2S2	
Alto Total	4.1	m
Ancho Total	2.6	m
Largo Total	23	m
Longitud entre ejes	6.8	m
Radio mínimo rueda externa exterior	13.7	m
DISEÑO EN PLANTA Y PERFIL		
TABLA 303.01, 503.04, TABLA 503.05		
Velocidad de Diseño		
Vía de enlace	30	Km/h
Ancho de calzada		
Minimo	4	m
Con vía de enlace	7.2	m
Pendiente		
Aconsejable	≤ 5	%
Maxima	6	%
Barreras Vehiculares		
Altura	700	mm (mínimo)
Nota: Se mide a partir de una superficie de referencia que debe ser la parte superior de la superficie de rodadura, la parte superior de la sobrecapa futura o la parte superior de sardinel cunado la proyección del sardinel es mayor a 225 mm		
Espacios libres para pasos inferiores		
Altura	5.5	m (mínimo)

(Fuente: DG-2014)

Tabla 2. 16 - Rangos de Velocidad

Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

(Fuente: DG-2014)

Tabla 2. 17 - Dimensiones de vehículos

*Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras
Según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N° 058-2003-MTC o el que se encuentre vigente)*

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1,30	2,10	0,15	1,80	5,80	0,90	3,40	1,50	7,30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4,10	2,60	0,00	2,60	13,20	2,30	8,25	2,65	12,80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	14,00	2,40	7,55	4,05	13,70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	15,00	3,20	7,75	4,05	13,70
Ómnibus articulado (BA-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	18,30	2,60	6,70 / 1,90 / 4,00	3,10	12,80
Semirremolque simple (T2S1)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	6,00 / 12,50	0,80	13,70
Remolque simple (C2R1)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	10,30 / 0,80 / 2,15 / 7,75	0,80	12,80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,40 / 6,80 / 1,40 / 6,80	1,40	13,70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,45 / 5,70 / 1,40 / 2,15 / 5,70	1,40	13,70
Semirremolque simple (T3S3)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	5,40 / 11,90	2,00	1

(Fuente: DG-2014)

Tabla 2. 18 - Velocidad de diseño, ancho de calzada y pendiente en vías de enlace

Descripción	Criterio	
Velocidad de diseño	Adecuarla a la demanda de tránsito para lograr una capacidad suficiente y, por homogeneidad, se procurará que no sea inferior a la mitad de la velocidad correspondiente a la vía de la que procede. Si es un enlace, mínimo 25 km/h.	
Ancho de calzada	Mínimo 4,0 m de calzada. Si el volumen de tránsito amerita el suministro de una vía de enlace con dos carriles, el ancho de la calzada se debe incrementar a 7,20 m.	
Sobreeancho	No serán de aplicación los correspondientes a las vías principales y únicamente para radios menores de 30,0 m el ancho de calzada será de 4,50 m.	
Pendiente	Normal < 5%	
	Máxima.	8% tránsito liviano. 5% mayor porcentaje de tránsito pesado

(Fuente: DG-2014)

Tabla 2. 19 - Pendientes máximas

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10,00	10,0
40 km/h																9,00	8,00	9,00	10,00	
50 km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00		
70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00		7,00	7,00		
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00		
90km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00		
100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
110 km/h	4,00	4,00			4,00															
120 km/h	4,00	4,00			4,00															
130 km/h	3,50																			

Notas:

- 1) En caso que se desee pasar de carreteras de Primera o Segunda Clase, a una autopista, las características de éstas se deberán adecuar al orden superior inmediato.
- 2) De presentarse casos no contemplados en la presente tabla, su utilización previo sustento técnico, será autorizada por el órgano competente del MTC.

(Fuente: DG-2014)

2.3 ESTUDIOS DE TRANSITO Y DENSIDAD

2.3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

2.3.1.1 EL TRANSPORTE Y TRANSITO

Desde que existe la raza humana, el transportarse ha constituido y consumido una parte considerable de su tiempo y de sus recursos. La necesidad primordial de transportarse es económica, ya que ha implicado viajes personales en busca de comida o trabajo, viajes de negocios o comerciales, de exploración, de conquista, o de realización personal, así como viajes para mejorar el nivel personal de vida.

Tránsito es la acción de transitar (ir de un lugar a otro por vías o parajes públicos). El concepto suele utilizarse para nombrar al movimiento de los vehículos y las personas que pasan por una calle, una carretera u otro tipo de camino. Por ejemplo: “El tránsito de esta ciudad es infernal”, “Discúlpeme, llegué tarde porque hay problemas de tránsito”, “Los automovilistas deben tener en cuenta que el tránsito circula con lentitud en las principales vías de acceso a la ciudad”.

El flujo de vehículos también puede conocerse como tráfico vehicular o tráfico. En las grandes ciudades, el tránsito es un factor que determina en buena parte la vida cotidiana. De acuerdo a las condiciones de tránsito, una persona puede llegar tarde al trabajo o perder varias horas en sus desplazamientos.

Los congestionamientos constituyen el problema de tránsito más visible. Esto ocurre cuando el tránsito no es fluido ya que la cantidad de vehículos es superior a la que puede acoger una calle. Al producirse una congestión, los coches no puedan circular con normalidad y deben reducir su velocidad o incluso detener su marcha.

La gestión y el control del tránsito es responsabilidad de las autoridades estatales. Esta es una tarea muy importante para un gobierno, ya que los accidentes de tránsito causan miles de muertes al año. El correcto funcionamiento de los semáforos, la señalización de calles, avenidas y carreteras, el cuidado del pavimento y las sanciones a quienes violan las leyes de tránsito permiten reducir las posibilidades de accidentes.

Un buen transporte por sí mismo no garantiza el éxito en la plaza del mercado; sin embargo, la ausencia de excelentes servicios de transporte puede contribuir al fracaso. Por tanto, si una sociedad desea desarrollarse y crecer, debe tener un sistema de transporte interior que sea consistente, así como enlaces óptimos con el resto del mundo.

2.3.1.2 RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA VEHICULAR Y LA OFERTA VIAL

La demanda vehicular es la cantidad de vehículos que requieren desplazarse por un determinado sistema vial u oferta vial. Se entiende que dentro de la demanda vehicular se encuentran aquellos vehículos que están circulando sobre el sistema vial, los que se encuentran en cola esperando circular (en el caso de existir problemas de congestión) y los que deciden tomar rutas alternas (para evitar la congestión, si existe).

Para observar si la operación vehicular se da en condiciones de flujo estable o saturado, es necesario comparar estos dos elementos, para tal efecto, ellos se deben expresar en las mismas unidades, por lo que la oferta vial que representa el espacio físico (calles y carreteras), se puede indicar en términos de su sección transversal o capacidad, de esta manera, la oferta vial o capacidad representa la cantidad máxima de vehículos que finalmente pueden desplazarse o circular en dicho espacio físico.

2.3.1.3 COSTOS SOCIALES Y LOS BENEFICIOS DEL TRANSPORTE

La sociedad ha demostrado la voluntad de aceptar ciertos riesgos y alguna modificación del medio ambiente natural a cambio de obtener los beneficios de sistemas de transporte eficientes. Una de las principales tareas de un estudio de transporte es balancear la necesidad que tiene la sociedad de contar con un transporte rápido y útil, estructura vial y los costos que eso involucra, de modo que se cree un sistema más eficiente y de mayor efectividad en costos.

2.3.1.4 PATRÓN URBANO

La demanda es generada por los vehículos que circulan y los que acceden a los lotes adyacentes a las calles según su densidad de edificación. La oferta vial es caracterizada por su capacidad con base en el número de carriles y las velocidades de desplazamientos.

Si *Demanda vehicular* < *Oferta vial*, el flujo será no saturado y los niveles de operación variarán de excelentes a aceptables. Es lo deseable.

Si *Demanda vehicular* = *Oferta vial*, se llega a la capacidad del sistema. El tránsito se torna inestable y se puede llegar a la congestión.

Si *Demanda vehicular* > *Oferta vial*, el flujo será forzado, presentándose detenciones frecuentes y grandes demoras. Es lo no deseable.

Por lo tanto, si *Demanda vehicular* ≤ *Oferta vial*, no existirá mayor problema en el manejo del tránsito. Por el contrario, si *Demanda vehicular* > *Oferta vial*, se presentarán los problemas de tránsito que habrá que analizar y resolver.

2.3.1.5 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA DEL TRÁNSITO

A continuación, se enuncian cinco factores que podrían ser los contribuyentes a estos problemas y que deben ser tomados en cuenta en cualquier intento por solucionarlos:

1. Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad
2. Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas
3. Falta de planificación en el tránsito
4. El automóvil no considerado como una necesidad pública
5. Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario

2.3.1.6 BASES PARA LA SOLUCIÓN

De cualquier manera, la experiencia demuestra que en determinado tipo de solución deberán existir tres bases en que se apoye la misma. Son tres elementos que trabajando simultáneamente, van a dar lo que se quiere: un tránsito seguro y eficiente.

Estos tres elementos son:

1. La ingeniería de tránsito
2. La educación vial
3. La legislación y vigilancia policiaca

Aquel medio en el que falta alguno de estos tres elementos, también llamados columnas del templo de la seguridad, no tendrá un tránsito exento de accidentes y de congestionamientos. Es necesario que cualquiera que sea el tipo de solución que se adopte, tome en cuenta estas tres herramientas indispensables.

Ingeniería de Transito – Fundamentos y Aplicaciones, 8va Edición, Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola – James Cárdenas Grisales. Capitulo 2 Pag. 16-23

2.3.2 ESTUDIOS DINÁMICOS

2.3.2.1 ESTUDIOS DE VELOCIDAD EN EL SITIO

Los estudios de velocidad en el sitio se realizan para estimar la distribución de la velocidad de los vehículos en un flujo vehicular y en un lugar específico en una carretera. La velocidad de un vehículo se define como la rapidez de movimiento del vehículo; se expresa en kilómetros por hora (km/h).

Un estudio de velocidad en el sitio consiste en registrar la velocidad de una muestra de vehículos en un lugar específico. Las características de velocidad identificadas serán válidas solamente para las condiciones de tránsito y de medio ambiente que existan en el momento del estudio.

Los beneficios de la construcción de una intersección, son básicamente el ahorro en los costos de operación de los vehículos que la utilizan. Estos ahorros se derivan de aumentos en la velocidad media de viaje la cual a su vez se incrementa

por la mejora de la carretera, la disminución del número de detenciones y el tiempo de las mismas.

2.3.2.1.1 METODOLOGÍA

Para medir la velocidad en la avenida en estudio se ha utilizado el Estudio de tiempos de recorrido y demoras para lo cual se ha empleado: la TECNICA DE VEHÍCULO DE PRUEBA, que consiste en viajar en determinado vehículo y anotar los kilometrajes y la hora minutos y segundos en que se pasa por ese punto, del tiempo que se ha demorado en el recorrido del tramo, y así en cada punto de la avenida, así también los tiempos perdidos y su causa, para luego ser descontados del tiempo empleado, estos datos se anotan en una hoja de campo y luego son vaciados en computadora a fin de obtener las velocidades de cada tramo.

2.3.2.1.2 FORMATO

- Tramo
- Sentido
- Tipo de unidad.
- Detalle (Partida / Llegada)
- Tiempos en Hora, minutos y segundos de Partida, Llegada y demoras.
- Distancia
- Causa de la Demora. (Vía Inadecuada, Pasajero, Congestión)

2.3.2.1.3 VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL VS VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL

- La velocidad media Espacial: Es la media aritmética de las velocidades instantáneas de los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera. Se dice entonces, que se tiene una distribución espacial de velocidades instantáneas.

Para un espacio o distancia dados, la velocidad media espacial se puede calcular dividiendo la distancia por el promedio de los tiempos empleados por los vehículos en recorrerla. Esto es:

$$V_e = \frac{d}{\frac{\sum ti}{N}}$$

Donde:

V_e = Velocidad media Espacial

d = Distancia dada o recorrida

ti = Tiempo empleado por el vehículo i en recorrer la distancia d .

N = Número total de vehículos observados en el punto o tamaño de la muestra

La velocidad media Temporal: Es la media aritmética de todas las velocidades observadas de los vehículos (es igual a la suma de todas las velocidades en el sitio divididas entre el número de velocidades registradas).

$$\mu = \frac{\sum f_i * u_i}{\sum f_i}$$

Donde:

—

μ = media aritmética

f_i = número de observaciones en cada grupo de velocidad

u_i = valor medio para el grupo i -ésimo de velocidad

N = número de valores observados

La fórmula también puede escribirse como:

$$\mu = \frac{\sum f_i * u_i}{N}$$

J.G. Wardrop, dedujo una expresión que relaciona la velocidad media temporal y la velocidad media espacial, indicada por la siguiente ecuación.

$$V_t = V_e + \frac{Se^2}{V_e}$$

Ingeniería de Transito –Vías Terrestres, MSc. Ing. Douglas Méndez T. ndez T. Capitulo 5
Pag. 5-12

2.3.2.1.4 MÉTODO DEL CRONOMETRO

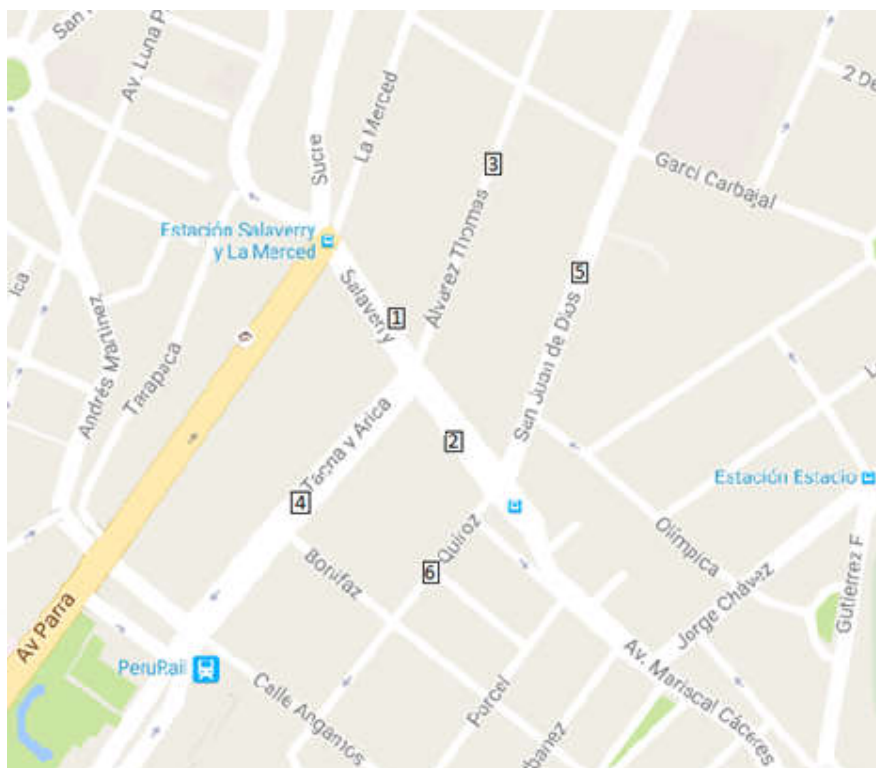
Este es un método manual, sobre una distancia determinada, que se ha marcado, se miden los tiempos que tardan los vehículos en recorrerla. Cuando las ruedas delanteras de un determinado vehículo pasan sobre la primera marca, el observador inicia la marcha de cronómetro, y cuando el mismo vehículo toca la primera marca con las ruedas delanteras, se detiene la marcha del cronómetro. La velocidad se obtiene dividiendo la distancia prefijada, en metro, entre el tiempo que se requirió para recorrerla, en segundo décimas de segundo.

2.3.2.1.5 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS DE VELOCIDAD EN EL SITIO

2.3.2.1.5.1 VELOCIDADES Y DEMORAS

Tramos correspondientes al Intercambio Vial Av. Salaverry

Figura 2. 8- Tramos de estudio para el intercambio vial



(Fuente: Google Inc.)

Para el estudio de velocidad se realizaron 6 controles o viajes, con distintos tipos de vehículos, se tomó como puntos de referencia, para los tiempos, todos los tramos.

Las principales causas de las demoras en el tramo se muestran en los siguientes cuadros, estos datos son hallados en proporción a observaciones en sitio y tiempos de demora.

Tabla 2. 20 - Estudio de velocidad vehicular - Tramo 1

ESTUDIO DE VELOCIDAD VEHICULAR					
SENTIDO		Sureste - Noroeste			
DETALLE		Inicio: Inicio de la Av. Mariscal Caceres llegada: Instituto del Sur			
DISTANCIA		460.50		VMT - VME	
TRAMO	CODIGO DE VIAJE	TIPO DE UNIDAD	TIEMPO (mm:ss.cs)	Tiempo (s)	Velocidad (m/seg)
1	1A	AUTO	03:46.24	226.24	2.04
	2A	AUTO	03:15.12	195.12	2.36
	1B	CAMIONETA	03:17.43	197.43	2.33
	2B	CAMIONETA	03:02.44	182.44	2.52
	1C	MICRO	04:09.43	249.43	1.85
	2C	MICRO	03:46.32	226.32	2.03
	PROMEDIO			212.83	2.19

SMT	2.19	m/s	7.88	Km/h
SME	2.16	m/s	7.79	Km/h

TIEMPO DE DEMORA EN CADA SITUACIÓN				
CODIGO DE VIAJE	Tiempo de Demora	CONGESTIÓN (s)	PASAJERO (s)	VIA INADECUADA (s)
1A	198.61	99.31	57.60	41.71
2A	167.49	93.79	35.17	38.52
1B	169.80	101.88	49.24	18.68
2B	154.81	85.15	43.35	26.32
1C	221.80	141.95	57.67	22.18
2C	198.69	115.24	51.05	31.79

Velocidad de Diseño	60	Km/h
	16.67	m/s

CAUSAL DE DEMORAS			
CONGESTIÓN	PASAJEROS	VIA INADECUADA	CAUSA DE LA DEMORA
50%	29%	21%	Congestión Vehicular / Pasajeros
56%	21%	23%	Congestión Vehicular / Pasajeros
60%	29%	11%	Congestión Vehicular / Pasajeros
55%	28%	17%	Congestión Vehicular / Pasajeros
64%	26%	10%	Congestión Vehicular / Pasajeros
58%	26%	16%	Congestión Vehicular / Pasajeros
57%	26%	16%	

(Elaboración Propia)

Tabla 2. 21 - Estudio de Velocidad Vehicular - Tramo 2

ESTUDIO DE VELOCIDAD VEHICULAR					
SENTIDO		Noroeste - Sureste			
DETALLE		Inicio: Instituto del Sur llegada: Inicio de la Av. Mariscal Caceres			
DISTANCIA		460.50		VMT - VME	
TRAMO	CODIGO DE VIAJE	TIPO DE UNIDAD	TIEMPO (mm:ss.cs)	Tiempo (s)	Velocidad (m/seg)
2	1A	AUTO	03:30.34	210.34	2.19
	2A	AUTO	03:26.49	206.49	2.23
	1B	CAMIONETA	03:25.47	205.47	2.24
	2B	CAMIONETA	03:40.18	220.18	2.09
	1C	MICRO	03:59.21	239.21	1.93
	2C	MICRO	03:09.54	189.54	2.43
	PROMEDIO			211.87	2.18

TIEMPO DE DEMORA EN CADA SITUACIÓN				
CODIGO DE VIAJE	Tiempo de Demora	CONGESTIÓN (s)	PASAJERO (s)	VIA INADECUADA (s)
1A	182.71	104.14	40.20	38.37
2A	178.86	103.74	48.29	26.83
1B	177.84	108.48	40.90	28.45
2B	192.55	121.31	44.29	26.96
1C	211.58	116.37	55.01	40.20
2C	161.91	100.38	38.86	22.67

SMT	2.18	m/s	7.86	Km/h
SME	2.17	m/s	7.82	Km/h

Velocidad de Diseño	60	Km/h
	16.67	m/s

CAUSAL DE DEMORAS			
CONGESTIÓN	PASAJEROS	VIA INADECUADA	CAUSA DE LA DEMORA
57%	22%	21%	Congestión Vehicular / Pasajeros
58%	27%	15%	Congestión Vehicular / Pasajeros
61%	23%	16%	Congestión Vehicular / Pasajeros
63%	23%	14%	Congestión Vehicular / Pasajeros
55%	26%	19%	Congestión Vehicular / Pasajeros
62%	24%	14%	Congestión Vehicular / Pasajeros
59%	24%	17%	

(Elaboración Propia)

Tabla 2. 22 - Estudio de Velocidad Vehicular - Tramo 3

ESTUDIO DE VELOCIDAD VEHICULAR					
SENTIDO		Suroeste - Noreste			
DETALLE		Inicio: Calle Tacna y Arica llegada: Calle Álvarez Thomas			
DISTANCIA		424.51		VMT - VME	
TRAMO	CODIGO DE VIAJE	TIPO DE UNIDAD	TIEMPO (mm:ss.cs)	Tiempo (s)	Velocidad (m/seg)
3	1A	AUTO	01:42.39	102.39	4.15
	2A	AUTO	01:50.54	110.54	3.84
	1B	CAMIONETA	01:58.45	118.45	3.58
	2B	CAMIONETA	02:09.54	129.54	3.28
	1C	MICRO	02:56.29	236.29	1.80
	2C	MICRO	02:25.42	205.42	2.07
	PROMEDIO			150.44	3.12

SMT	3.12	m/s	11.23	Km/h
SME	2.82	m/s	10.16	Km/h

TIEMPO DE DEMORA EN CADA SITUACIÓN				
CODIGO DE VIAJE	Tiempo de Demora	CONGESTIÓN (s)	PASAJERO (s)	VIA INADECUADA (s)
1A	55.81	27.91	11.72	16.19
2A	64.65	34.27	13.58	16.81
1B	73.23	35.88	16.11	21.24
2B	85.26	38.37	22.17	24.73
1C	201.06	94.50	52.28	54.29
2C	167.58	87.14	45.25	35.19

Velocidad de Diseño	30	Km/h
	8.33	m/s

CAUSAL DE DEMORAS			
CONGESTIÓN	PASAJEROS	VIA INADECUADA	CAUSA DE LA DEMORA
50%	21%	29%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
53%	21%	26%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
49%	22%	29%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
45%	26%	29%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
47%	26%	27%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
52%	27%	21%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
49%	24%	27%	

(Elaboración Propia)

Tabla 2. 23 - Estudio de Velocidad Vehicular - Tramo 4

ESTUDIO DE VELOCIDAD VEHICULAR					
SENTIDO		Noreste - Suroeste			
DETALLE		Inicio: Av. Salaverry llegada: Calle Tacna y Arica			
DISTANCIA		281.42			
TRAMO	CODIGO DE VIAJE	TIPO DE UNIDAD	TIEMPO (mm:ss.cs)	Tiempo (s)	Velocidad (m/seg)
4	1A	AUTO	01:59.37	119.37	2.36
	2A	AUTO	02:13.58	133.58	2.11
	1B	CAMIONETA	01:37.49	97.49	2.89
	2B	CAMIONETA	02:05.67	125.67	2.24
	1C	MICRO	02:32.69	152.69	1.84
	2C	MICRO	02:01.36	121.36	2.32
	PROMEDIO			125.03	2.29

TIEMPO DE DEMORA EN CADA SITUACIÓN				
CODIGO DE VIAJE	Tiempo de Demora	CONGESTIÓN (s)	PASAJERO (s)	VIA INADECUADA (s)
1A	140.07	43.42	63.03	33.62
2A	163.32	49.00	71.86	42.46
1B	104.27	26.07	49.01	29.19
2B	150.38	34.59	72.18	43.61
1C	194.59	36.97	97.30	60.32
2C	143.33	31.53	68.80	43.00

SMT	2.29	m/s	8.25	Km/h
SME	2.25	m/s	8.10	Km/h

Velocidad de Diseño	30	Km/h
	8.33	m/s

CAUSAL DE DEMORAS			CAUSA DE LA DEMORA
CONGESTIÓN	PASAJEROS	VIA INADECUADA	
31%	45%	24%	Pasajeros / Congestión vehicular
30%	44%	26%	Pasajeros / Congestión vehicular
25%	47%	28%	Pasajeros / Congestión vehicular
23%	48%	29%	Pasajeros / Congestión vehicular
19%	50%	31%	Pasajeros / Congestión vehicular
22%	48%	30%	Pasajeros / Congestión vehicular
25%	47%	28%	

(Elaboración Propia)

Tabla 2. 24 - Estudio de Velocidad Vehicular - Tramo 5

ESTUDIO DE VELOCIDAD VEHICULAR					
SENTIDO		Noreste - Suroeste			
DETALLE		Inicio: Calle San Juan de Dios llegada: Calle Quiroz			
DISTANCIA		210.71		VMT - VME	
TRAMO	CODIGO DE VIAJE	TIPO DE UNIDAD	TIEMPO (mm:ss.cs)	Tiempo (s)	Velocidad (m/seg)
5	1A	AUTO	00:42.31	42.31	4.98
	2A	AUTO	00:55.22	55.22	3.82
	1B	CAMIONETA	01:10.11	70.11	3.01
	2B	CAMIONETA	01:08.25	68.25	3.09
	1C	MICRO	01:35.11	95.11	2.22
	2C	MICRO	01:41.03	101.03	2.09
	PROMEDIO			72.01	3.20

SMT	3.20	m/s	11.51	Km/h
SME	2.93	m/s	10.53	Km/h

TIEMPO DE DEMORA EN CADA SITUACIÓN				
CODIGO DE VIAJE	Tiempo de Demora	CONGESTIÓN (s)	PASAJERO (s)	VIA INADECUADA (s)
1A	37.21	20.46	8.56	8.19
2A	65.42	30.75	12.43	22.24
1B	97.96	47.02	15.67	35.27
2B	93.90	51.64	13.15	29.11
1C	152.60	85.46	32.05	35.10
2C	165.54	79.46	41.38	44.70

Velocidad de Diseño	30	Km/h
	8.33	m/s

CAUSAL DE DEMORAS			CAUSA DE LA DEMORA
CONGESTIÓN	PASAJEROS	VIA INADECUADA	
55%	23%	22%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
47%	19%	34%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
48%	16%	36%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
55%	14%	31%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
56%	21%	23%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
48%	25%	27%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
52%	20%	29%	

(Elaboración Propia)

Tabla 2. 25 - Estudio de Velocidad Vehicular - Tramo 6

ESTUDIO DE VELOCIDAD VEHICULAR					
SENTIDO		Suroeste - Noreste			
DETALLE		Inicio: Calle Quiroz llegada: Calle San Juan de Dios			
DISTANCIA		210.71		VMT - VME	
TRAMO	CODIGO DE VIAJE	TIPO DE UNIDAD	TIEMPO (mm:ss.cs)	Tiempo (s)	Velocidad (m/seg)
6	1A	AUTO	01:12.38	72.38	2.91
	2A	AUTO	01:41.59	101.59	2.07
	1B	CAMIONETA	01:50.10	110.10	1.91
	2B	CAMIONETA	02:05.11	125.11	1.68
	1C	MICRO	02:11.43	131.43	1.60
	2C	MICRO	02:25.45	245.45	0.86
	PROMEDIO			131.01	1.84

TIEMPO DE DEMORA EN CADA SITUACIÓN				
CODIGO DE VIAJE	Tiempo de Demora	CONGESTIÓN (s)	PASAJERO (s)	VIA INADECUADA (s)
1A	102.92	50.43	21.61	30.88
2A	166.76	85.05	31.68	50.03
1B	185.36	101.95	42.63	40.78
2B	218.16	113.45	52.36	52.36
1C	231.98	129.91	48.71	53.35
2C	481.16	264.64	105.86	110.67

SMT	1.84	m/s	6.63	Km/h
SME	1.61	m/s	5.79	Km/h

Velocidad de Diseño	30	Km/h
	8.33	m/s

CAUSAL DE DEMORAS			CAUSA DE LA DEMORA
CONGESTIÓN	PASAJEROS	VIA INADECUADA	
49%	21%	30%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
51%	19%	30%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
55%	23%	22%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
52%	24%	24%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
56%	21%	23%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
55%	22%	23%	Via inadecuado / Congestión Vehicular
53%	22%	25%	

(Elaboración Propia)

RESUMEN DE VELOCIDADES Y DEMORAS

Tabla 2. 26 - Resumen de Velocidades y Demoras

TRAMO	SMT	SME	Unidad
	Velocidad Media Temporal	Velocidad Media Espacial	
1	7.88	7.79	Km/h
2	7.86	7.82	Km/h
3	11.23	10.16	Km/h
4	8.25	8.10	Km/h
5	11.51	10.53	Km/h
6	6.63	5.79	Km/h

CAUSAS DE LAS DEMORAS			
TRAMO	CONGESTIÓN	PASAJERO	VIA INADECUADA
1	57%	26%	16%
2	59%	24%	17%
3	49%	24%	27%
4	25%	47%	28%
5	52%	20%	29%
6	53%	22%	25%

(Fuente: Elaboración Propia)

2.3.2.2 ESTUDIOS DE VOLUMEN

Se realizan estudios de volumen de tránsito para recolectar datos del número de vehículos que pasan por un punto en una instalación de una vía durante un periodo específico de tiempo. Los datos recolectados también pueden clasificarse en subcategorías como: movimiento direccional, tasas de ocupación, clasificación de los vehículos entre otros. Los estudios de volumen de tránsito se realizan cuando se requieren ciertas características de volumen como:

Volumen de la hora pico (VHP) es el número máximo de vehículos que pasan por un punto en una vía durante un periodo de 60 minutos consecutivos. Los VHP se usan para:

- a) La clasificación funcional de las vías.
- b) *El diseño de las características geométricas de una carretera*, por ejemplo, número de carriles, señalización de las intersecciones o la canalización.
- c) Los análisis de capacidad.
- d) El desarrollo de programas relacionados con las operaciones de tránsito, por ejemplo, sistemas de calles de un solo sentido o el rastreo de las rutas de tránsito.
- e) Regulación del desarrollo de estacionamientos.

Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de máxima demanda, para una intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de intersección a otra, para el mismo periodo durante las horas de máxima demanda y cuantificar la duración de los flujos máximos, para así realizar la planeación de los controles de tránsito para estos periodos durante el día.

Un volumen horario de máxima demanda a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen períodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo mucho mayores a la hora misma. Para la hora de máxima demanda, se llama factor de la hora de máxima demanda FHMD, a la relación entre el volumen horario de máxima demanda VHMD, y el volumen máximo $Q_{m\acute{a}x}$, que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora. Matemáticamente se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{m\acute{a}x})}$$

N = Número de períodos durante la hora de máxima demanda

El factor de la hora de máxima demanda es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos. Indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad, a lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora. Valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en períodos cortos dentro de la hora.

UCP: Es una medida utilizada en Ingeniería de Transporte, para evaluar el ratio de flujo del tráfico en una carretera. Es esencialmente el impacto que un modo de transporte tiene sobre las variables del tráfico en comparación con un solo coche.

Es una medida utilizada en Ingeniería de Transporte, para evaluar el ratio de flujo del tráfico en una carretera. Es esencialmente el impacto que un modo de transporte tiene sobre las variables del tráfico en comparación con un solo coche.

$$UCP = \frac{VH}{FHMD}$$

Donde:

UCP = Unidad de Coche Patrón

VH = Volumen Horario

$FHMD$ = Factor Horario de Máxima Demanda

Clasificación de vehículos de viaje (CV) registra el volumen respecto al tipo de vehículo, por ejemplo, automóviles de pasajeros, camiones de dos ejes o camiones de tres ejes. La CV se usa para:

- a) El diseño de las características geométricas, con referencia específica a los requerimientos de los radios de giro, pendientes máximas, anchos de carril, etcétera.
- b) Los análisis de capacidad, respecto al equivalente de pasajero-automóvil para los camiones.
- c) El ajuste de los conteos de tránsito (aforos vehiculares) obtenidos por máquina.
- d) El diseño estructural de los pavimentos de las carreteras, los puentes, etcétera.

2.3.2.2.1 MÉTODOS PARA REALIZAR LOS CONTEOS DE VOLUMEN

Los conteos de volumen de tránsito se realizan mediante dos métodos básicos: manual y automático.

- **Método manual**

En el conteo manual intervienen una o más personas que, por medio de un cuadro estadístico, registran a los vehículos observados en un video de grabación de las horas necesarias para obtener resultados.

2.3.2.2.2 CONTEO DE VOLUMEN

Se desarrollan diferentes tipos de conteo de tránsito (aforo vehicular), dependiendo del uso esperado de los datos que se van a recolectar. Enseguida se describen brevemente.

a) Conteos en intersecciones

Los conteos en intersecciones se realizan para determinar clasificaciones de vehículos mediante movimientos, y los movimientos de dar vuelta en las intersecciones. Estos datos son útiles para la determinación de longitudes de fase y de tiempos de ciclo en las intersecciones señalizadas, en el diseño de canalizaciones en las intersecciones, y en el diseño general de mejoras en las intersecciones.

Ingeniería de Transito – Fundamentos y Aplicaciones, 8va Edición, Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola – James Cárdenas Grisales. Capítulo 8 Pag. 185-200

2.3.2.2.3 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS DE VOLUMEN DE TRÁNSITO

Los datos recolectados de los conteos de volumen de tránsito pueden presentarse de varias maneras, dependiendo del tipo de conteo realizado y del uso primario de los datos. Enseguida se describen algunas de las técnicas convencionales de presentación de datos.

a) CONTEOS Y CLASIFICACIÓN

Estas hojas son representaciones graficas del volumen y de la dirección de todos los movimientos del tránsito que pasa por la intersección. Estos volúmenes pueden ser ya sea VHP. Mayormente en estas hojas se exhibe el tránsito de la hora pico que pasa por la intersección.

Los conteos los días 18 y 20 del mes de Mayo del 2016 los días Miercoles y Viernes fueron de 6 horas de 6:00 a.m. a 8:00 a.m., de 11:00 p.m. a 13:00 p.m. y 17:00 p.m. a 19:00 p.m.

La información en todos los casos se cerró cada quince (15) minutos para hallar la hora punta del día y el cuarto de hora punta.

Los conteos y clasificación del tráfico se realizaron con grabaciones de cada ruta por el tiempo determinado registrando cada movimiento de la intersección. La clasificación de los vehículos fue la siguiente:

Tabla 2. 27 - Clasificación de Vehículos

HORA:		
NOMENCLATURA	TIPO DE VEHÍCULO\MINUTOS	
VL	VEHÍCULO LIGERO	AUTO
		CAMIONETA
B2	OMNIBUS	2EJES
		COMBI
		CUSTER
B3/C4		BUS
		3 EJES O MAS
C2	CAMION SIMPLE	2 EJES
C3/C4		3 EJES O MAS

(Fuente: DG-2014)

En base a los conteos y clasificación vehicular realizada en el campo se confeccionaron cuadros y flujogramas para cada intersección en horas punta de la mañana y de la tarde.

b) ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EN LAS INTERSECCIÓN

Estas tablas dan un resumen de los datos del volumen de tránsito tales como los VHP y los CV en forma tabulada.

Para la presente tesis se realizaron los estudios de tránsito correspondiente a la zona del estudio, efectuándose conteos de Volumen Vehicular en cada vía que se encuentra en el intercambio vial.

El día de mayor volumen de tráfico es el día viernes 20 de Mayo del 2016 siendo la Hora Punta de la mañana de 7:00 a 8.00 horas en la intersección.

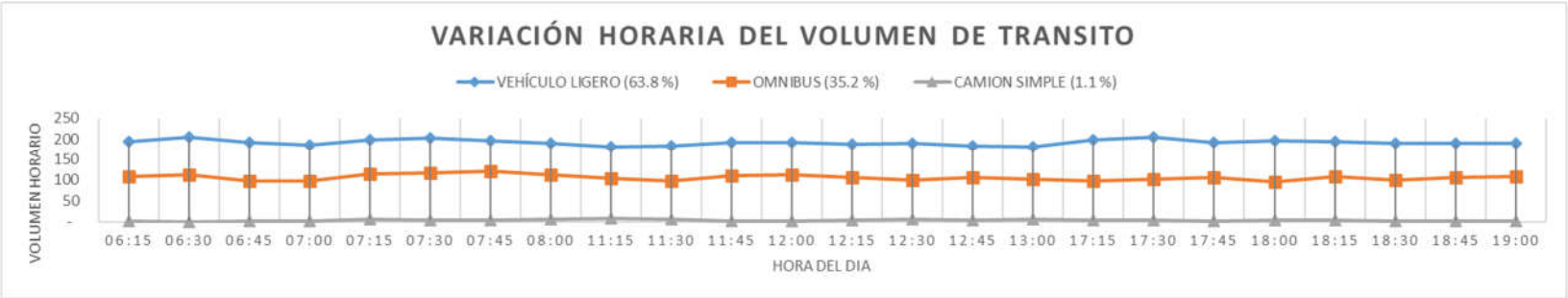
Tabla 2. 28 - Datos Volumen Vehicular - Tramo 1_18/05/2016

VOLUMEN VEHICULAR																											
RUTA:		1																									
		Av. Salaverry																									
DÍA		18/05/2016																									
		6:00 a.m. - 7:00 a.m.				7:00 a.m. - 8:00 a.m.				11:00 a.m. - 12:00 p.m.				12:00 p.m. - 13:00 p.m.				17:00 p.m. @ 18:00 p.m.				18:00 p.m. @ 19:00 p.m.					
		15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'		
VL	VEHÍCULO LIGERO	AUTO	163	174	165	157	170	172	168	165	155	158	162	167	159	160	157	150	169	170	160	165	168	165	164	163	
		CAMIONETA	30	31	27	28	28	30	27	25	25	26	30	24	29	30	27	32	30	35	32	30	25	24	26	27	
B2	OMNIBUS	2EJES	COMBI	31	33	25	29	35	30	32	34	27	25	29	30	32	30	31	29	26	25	30	28	33	30	31	29
			CUSTER	55	59	57	53	61	65	68	60	58	55	60	61	60	55	57	59	57	60	59	55	59	55	54	60
			BUS	18	17	15	16	15	20	17	18	17	15	18	17	14	13	15	12	12	13	15	10	15	13	18	14
B3/C4		3 EJES O MAS		4	3	1	-	3	2	3	1	2	2	3	4	1	2	4	1	3	3	2	2	2	2	3	5
C2	CAMION SIMPLE	2 EJES	2	-	2	-	5	3	4	4	7	6	1	2	4	4	3	5	4	3	2	3	3	2	1	2	
C3/C4		3 EJES O MAS	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	TOTAL		303	317	292	284	318	322	319	308	291	287	303	305	299	295	294	288	301	309	300	293	305	291	297	300	
FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA - FHMD			0.98										0.97														

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO																												
RUTA:	1	T.V.\Minutos	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	VOLUMEN	% VOLUMEN
VEHICULO LIGERO (63.8 %)			193	205	192	185	198	202	195	190	180	184	192	191	188	190	184	182	199	205	192	195	193	189	190	190	4,604.00	63.8 %
OMNIBUS (35.2 %)			108	112	98	98	114	117	120	113	104	97	110	112	107	100	107	101	98	101	106	95	109	100	106	108	2,541.00	35.2 %
CAMION SIMPLE (1.1 %)			2	-	2	1	6	3	4	5	7	6	1	2	4	5	3	5	4	3	2	3	3	2	1	2	76.00	1.1 %
TOTAL (100 %)			303	317	292	284	318	322	319	308	291	287	303	305	299	295	294	288	301	309	300	293	305	291	297	300	7,221.00	100 %

(Fuente: Elaboración Propia)

Figura 2. 9 Variación horaria del volumen de tránsito - Tramo 1_18/05/2016



(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 2. 29 – Hora Pico -Tramo 1_18/05/2016

Ruta	1	Hora Pico - Mañana				Hora Pico - Tarde		
		6:00 a.m. - 7:00 a.m.	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 13:00 p.m.	17:00 p.m. @ 18:00 p.m.	18:00 p.m. @ 19:00 p.m.	
VEHÍCULO LIGERO	AUTO	659	675	642	626	664	660	
	CAMIONETA	116	110	105	118	127	102	
OMNIBUS	2EJES	COMBI	118	131	111	122	109	123
		CUSTER	224	254	234	231	231	228
		BUS	66	70	67	54	50	60
		3 EJES O MAS	8	9	11	8	10	12
CAMION SIMPLE	2 EJES	4	16	16	16	12	8	
	3 EJES O MAS	1	2	-	1	-	-	
TOTAL		1,196	1,267	1,186	1,176	1,203	1,193	
UCP			1,290.00			1,238.00		

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 30 Datos Volumen Vehicular -Tramo 2__18/05/2016

RUTA:			2																								
			Av. Salaverry																								
DÍA			18/05/2016																								
				6:00 a.m. @ 7:00 a.m.				7:00 a.m. @ 8:00 a.m.				11:00 a.m. @ 12:00 p.m.				12:00 p.m. @ 13:00 p.m.				17:00 p.m. @ 18:00 p.m.				18:00 p.m. @ 19:00 p.m.			
				15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'
VL	VEHÍCULO LIGERO	AUTO	160	159	155	150	158	160	159	154	149	152	150	147	145	149	151	152	147	150	156	155	140	139	148	145	
		CAMIONETA	28	30	27	28	31	33	30	29	27	30	25	26	28	29	25	23	30	32	27	30	28	29	27	30	
B2	OMNIBUS	2EJES	COMBI	21	20	19	22	24	21	20	27	22	24	23	20	21	20	24	22	26	25	30	29	24	26	23	22
		CUSTER	60	57	58	60	63	60	62	59	57	59	55	60	54	56	57	55	55	60	65	59	61	62	65	68	
		BUS	5	4	3	4	6	4	5	6	5	4	3	2	4	3	2	3	4	3	2	7	4	4	2	3	
B3/C4		3 EJES O MAS		1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
C2	CAMION SIMPLE	2 EJES	2	3	2	2	3	3	2	1	2	1	3	1	2	2	1	-	2	4	2	1	2	3	4	2	
C3/C4		3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL			277	273	264	266	285	282	278	277	262	270	259	258	254	259	260	255	266	274	282	281	259	263	269	270	

FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA - FHMD

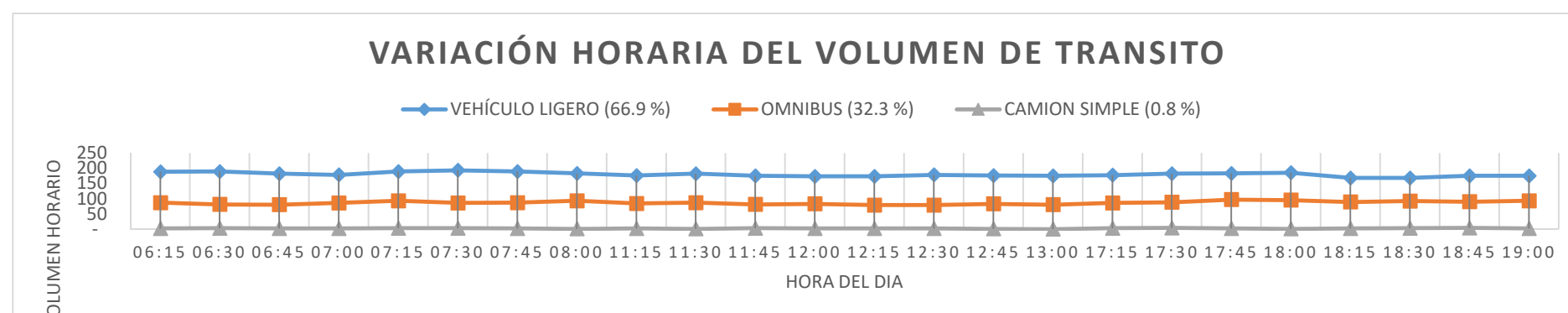
0.98

0.98

VARIACION HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO																												
RUTA:	2	T.V.\Minutos	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	VOLUMEN	% VOLUMEN
VEHÍCULO LIGERO (66.9 %)			188	189	182	178	189	193	189	183	176	182	175	173	173	178	176	175	177	182	183	185	168	168	175	175	4,312.00	66.9 %
OMNIBUS (32.3 %)			87	81	80	86	93	86	87	93	84	87	81	83	79	79	83	80	86	88	97	95	89	92	90	93	2,079.00	32.3 %
CAMION SIMPLE (0.8 %)			2	3	2	2	3	3	2	1	2	1	3	2	2	2	1	-	3	4	2	1	2	3	4	2	52.00	0.8 %
TOTAL (100 %)			277	273	264	266	285	282	278	277	262	270	259	258	254	259	260	255	266	274	282	281	259	263	269	270	6,443.00	100 %

(Fuente: Elaboración Propia)

Figura 2. 10 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 2_18/05/2016



(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 31 – Hora Pico -Tramo 2_18/05/2016

Ruta	2	Hora Pico - Mañana				Hora Pico - Tarde		
		6:00 a.m. - 7:00 a.m.	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 13:00 p.m.	17:00 p.m. @ 18:00 p.m.	18:00 p.m. @ 19:00 p.m.	
VEHÍCULO LIGERO	AUTO	624	631	598	597	608	572	
	CAMIONETA	113	123	108	105	119	114	
OMNIBUS	2EJES	COMBI	82	92	89	87	110	95
		CUSTER	235	244	231	222	239	256
		BUS	16	21	14	12	16	13
	3 EJES O MAS		1	2	1	-	1	-
CAMION SIMPLE	2 EJES	9	9	7	5	9	11	
	3 EJES O MAS	-	-	1	-	1	-	
TOTAL		1,080	1,122	1,049	1,028	1,103	1,061	
UCP			1.142.00			1.130.00		

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 32 - Datos Volumen Vehicular -Tramo 3_18/05/2016

RUTA:		3																									
		Alvarez Tomas																									
DÍA		18/05/2016																									
			6:00 a.m. @ 7:00 a.m.				7:00 a.m. @ 8:00 a.m.				11:00 a.m. @ 12:00 p.m.				12:00 p.m. @ 13:00 p.m.				17:00 p.m. @ 18:00 p.m.				18:00 p.m. @ 19:00 p.m.				
			15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	
VL	VEHÍCULO LIGERO	AUTO	113	118	100	98	110	120	100	115	118	115	100	120	110	115	120	107	110	115	105	98	100	115	98	103	
		CAMIONETA	10	9	6	8	11	7	5	4	10	8	9	15	11	7	6	10	9	7	10	8	8	7	5	7	
B2	OMNIBUS	2EJES	COMBI	11	7	10	9	10	9	11	8	12	15	10	11	13	15	6	15	20	11	10	15	15	10	12	14
		CUSTER	1	-	1	-	1	-	2	-	1	2	-	1	1	2	2	1	1	2	1	3	2	1	1	3	
		BUS	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
B3/C4	3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
C2	CAMION SIMPLE	2 EJES	-	3	2	4	1	2	1	-	5	4	2	3	3	4	2	1	1	-	-	-	1	-	1	-	
C3/C4		3 EJES O MAS	-				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	TOTAL		135	137	119	119	133	140	119	127	146	144	122	150	138	143	136	134	141	136	126	124	126	133	117	127	

FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA - FHMD

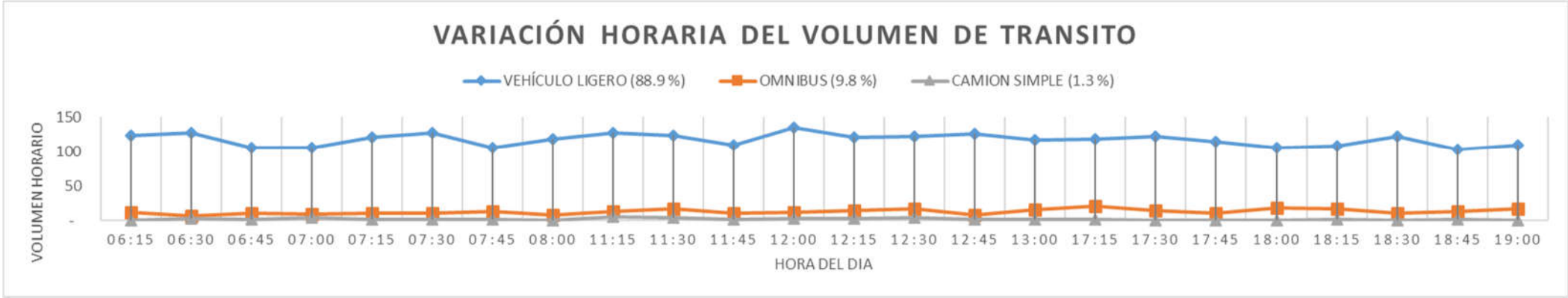
0.94

0.93

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO																												
RUTA:	3	T.V.\Minutos	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	VOLUMEN	% VOLUMEN
VEHICULO LIGERO (88.9 %)			123	127	106	106	121	127	105	119	128	123	109	135	121	122	126	117	119	122	115	106	108	122	103	110	2,820.00	88.9 %
OMNIBUS (9.8 %)			12	7	11	9	11	11	13	8	13	17	11	12	14	17	8	16	21	14	11	18	17	11	13	17	312.00	9.8 %
CAMION SIMPLE (1.3 %)			-	3	2	4	1	2	1	-	5	4	2	3	3	4	2	1	1	-	-	-	1	-	1	-	40.00	1.3 %
TOTAL (100 %)			135	137	119	119	133	140	119	127	146	144	122	150	138	143	136	134	141	136	126	124	126	133	117	127	3,172.00	100 %

(Elaboración Propia)

Figura 2. 11 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 3_18/05/2016



(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 33 – Hora Pico -Tramo 3_18/05/2016

Ruta		3			Hora Pico - Mañana		Hora Pico - Tarde	
			6:00 a.m. - 7:00 a.m.	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 13:00 p.m.	17:00 p.m. @ 18:00 p.m.	18:00 p.m. @ 19:00 p.m.
VEHÍCULO LIGERO		AUTO	429	445	453	452	428	416
		CAMIONETA	33	27	42	34	34	27
OMNIBUS	2EJES	COMBI	37	38	48	49	56	51
		CUSTER	2	3	4	6	7	7
		BUS	-	2	1	-	1	-
		3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-
CAMION SIMPLE		2 EJES	9	4	14	10	1	2
		3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-
TOTAL			510	519	562	551	527	503
UCP					600.00		564.00	

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 34 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 4_18/05/2016

RUTA:			4																								
			Tacna y Arica																								
DÍA			18/05/2016																								
			6:00 a.m. @ 7:00 a.m.				7:00 a.m. @ 8:00 a.m.				11:00 a.m. @ 12:00 p.m.				12:00 p.m. @ 13:00 p.m.				17:00 p.m. @ 18:00 p.m.				18:00 p.m. @ 19:00 p.m.				
			15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	
VL	VEHÍCULO LIGERO		AUTO	6	9	15	10	14	12	11	8	24	20	15	18	15	14	12	11	10	10	13	9	9	7	5	11
			CAMIONETA	3	1	2	3	3	2	3	6	5	4	2	7	4	6	9	4	6	7	5	3	5	3	4	2
B2	OMNIBUS	2EJES	COMBI	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	1	-	2	-	1	1	2	3	1	-	2	-	-
			CUSTER	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B3/C4		3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C2	CAMION SIMPLE		2 EJES	1	-	3	-	1	-	2	1	2	2	-	1	1	3	-	2	-	2	-	3	3	-	2	-
C3/C4			3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	TOTAL			11	10	20	13	18	15	16	15	32	26	20	27	20	25	21	18	17	21	21	16	17	12	11	13

FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA - FHMD

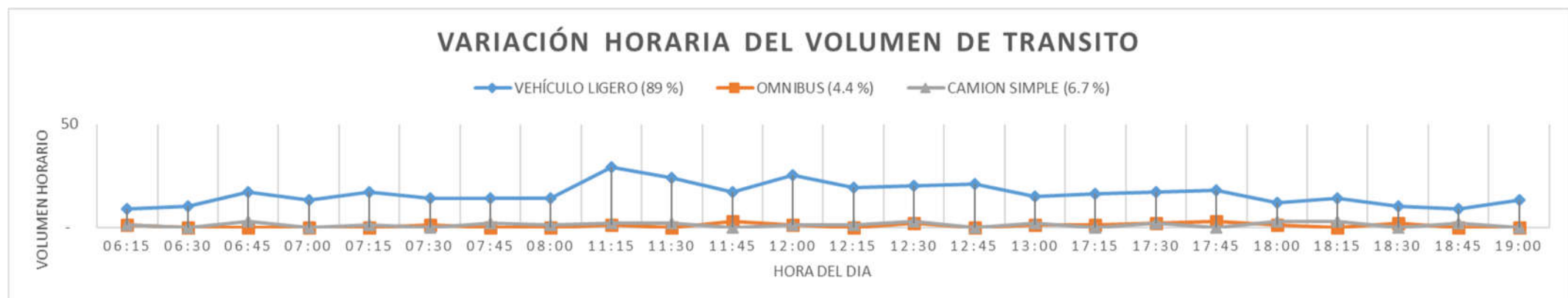
0.82

0.89

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO																												
RUTA:	4	T.V.\Minutos	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	VOLUMEN	% VOLUMEN
VEHÍCULO LIGERO (89 %)			9	10	17	13	17	14	14	14	29	24	17	25	19	20	21	15	16	17	18	12	14	10	9	13	387.00	89 %
OMNIBUS (4.4 %)			1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	3	1	-	2	-	1	1	2	3	1	-	2	-	-	19.00	4.4 %
CAMION SIMPLE (6.7 %)			1	-	3	-	1	-	2	1	2	2	-	1	1	3	-	2	-	2	-	3	3	-	2	-	29.00	6.7 %
TOTAL (100 %)			11	10	20	13	18	15	16	15	32	26	20	27	20	25	21	18	17	21	21	16	17	12	11	13	435.00	100 %

(Elaboración Propia)

Figura 2. 12 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 4_18/05/2016



(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 35 – Hora Pico -Tramo 4_18/05/2016

Ruta	4			Hora Pico - Mañana		Hora Pico - Tarde		
		6:00 a.m. - 7:00 a.m.	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 13:00 p.m.	17:00 p.m. @ 18:00 p.m	18:00 p.m. @ 19:00 p.m	
VEHÍCULO LIGERO	AUTO	40	45	77	52	42	32	
	CAMIONETA	9	14	18	23	21	14	
OMNIBUS	2EJES	COMBI	1	-	4	3	7	2
		CUSTER	-	1	1	-	-	-
		BUS	-	-	-	-	-	-
	3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-	
CAMION SIMPLE	2 EJES	4	4	5	6	5	5	
	3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-	
TOTAL		54	64	105	84	75	53	
UCP				128.00		84.00		

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 36 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 5_18/05/2016

RUTA:		5																									
		San Juan de Dios																									
DÍA		18/05/2016																									
			6:00 a.m. @ 7:00 a.m.				7:00 a.m. @ 8:00 a.m.				11:00 a.m. @ 12:00 p.m.				12:00 p.m. @ 13:00 p.m.				17:00 p.m. @ 18:00 p.m.				18:00 p.m. @ 19:00 p.m.				
			15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	
VL	VEHÍCULO LIGERO	AUTO	81	76	75	70	80	75	96	85	102	105	110	100	98	100	101	101	100	99	98	105	89	105	102	98	
		CAMIONETA	9	11	7	10	9	8	7	6	11	8	9	11	9	7	11	8	11	9	7	10	11	15	9	7	
B2	OMNIBUS	2EJES	COMBI	12	6	9	13	10	5	9	11	11	5	12	9	11	9	7	10	12	11	13	9	10	9	8	5
			CUSTER	14	5	9	10	13	14	8	5	12	9	10	11	12	11	12	9	11	10	8	9	6	11	9	14
			BUS	1	-	1	-	-	-	2	-	1	-	1	-	1	-	1	-	-	2	-	1	-	2	-	1
B3/C4		3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C2	CAMION SIMPLE	2 EJES	-	1	2	-	-	1	-	-	1	-	2	-	1	-	2	-	1	-	2	-	-	-	2	-	
C3/C4		3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	TOTAL		117	99	103	103	112	103	122	107	138	127	144	131	132	127	134	128	135	131	128	134	116	142	130	125	

FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA - FHMD

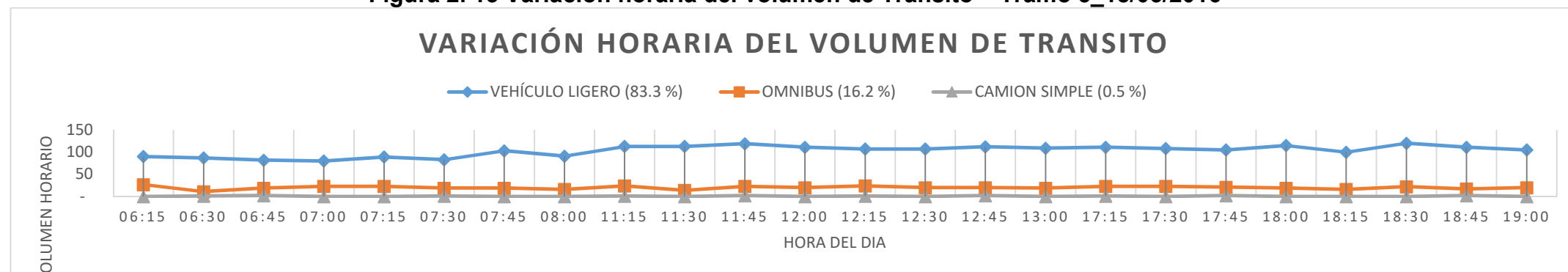
0.94

0.98

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO																												
RUTA:	5	T.V.\Minutos	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	VOLUMEN	% VOLUMEN
VEHÍCULO LIGERO (83.3 %)			90	87	82	80	89	83	103	91	113	113	119	111	107	107	112	109	111	108	105	115	100	120	111	105	2,471.00	83.3 %
OMNIBUS (16.2 %)			27	11	19	23	23	19	19	16	24	14	23	20	24	20	20	19	23	23	21	19	16	22	17	20	482.00	16.2 %
CAMION SIMPLE (0.5 %)			-	1	2	-	-	1	-	-	1	-	2	-	1	-	2	-	1	-	2	-	-	-	2	-	15.00	0.5 %
TOTAL (100 %)			117	99	103	103	112	103	122	107	138	127	144	131	132	127	134	128	135	131	128	134	116	142	130	125	2,968.00	100 %

(Elaboración Propia)

Figura 2. 13 Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 5_18/05/2016



(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 37 – Hora Pico -Tramo 5_18/05/2016

Ruta	5			Hora Pico - Mañana			Hora Pico - Tarde		
		6:00 a.m. - 7:00 a.m.	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 13:00 p.m.	17:00 p.m. @ 18:00 p.m	18:00 p.m. @ 19:00 p.m.		
VEHÍCULO LIGERO	AUTO	302	336	417	400	402	394		
	CAMIONETA	37	30	39	35	37	42		
OMNIBUS	2EJES	COMBI	40	35	37	37	45	32	
		CUSTER	38	40	42	44	38	40	
		BUS	2	2	2	2	3	3	
	3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-	
CAMION SIMPLE	2 EJES	3	1	3	3	3	2		
	3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-		
TOTAL		422	444	540	521	528	513		
UCP				576.00		540.00			

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 38 Datos Volumen Vehicular -Tramo 6_18/05/2016

RUTA:		6																									
		Quiroz																									
DÍA		18/05/2016																									
			6:00 a.m. @ 7:00 a.m.				7:00 a.m. @ 8:00 a.m.				11:00 a.m. @ 12:00 p.m.				12:00 p.m. @ 13:00 p.m.				17:00 p.m. @ 18:00 p.m.				18:00 p.m. @ 19:00 p.m.				
			15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	
VL	VEHÍCULO LIGERO	AUTO	98	95	94	90	100	97	93	89	106	98	110	120	113	95	110	105	100	98	102	96	95	90	98	95	
		CAMIONETA	12	10	11	15	11	13	11	10	11	12	10	11	12	13	12	14	12	8	11	15	13	10	9	10	
B2	OMNIBUS	2EJES	COMBI	9	5	8	10	12	10	13	11	12	14	15	10	8	11	7	11	9	11	15	9	10	11	8	10
		CUSTER	11	9	12	9	5	13	10	11	10	11	12	6	9	5	4	10	7	13	6	9	8	9	6	9	
		BUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B3/C4		3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C2	CAMION SIMPLE	2 EJES	-	2	3	-	2	1	1	-	3	-	1	2	1	2	-	1	1	1	2	-	1	-	2	2	
C3/C4		3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	TOTAL		130	121	128	124	130	134	128	121	142	135	148	149	143	126	133	141	129	131	136	129	127	120	123	126	

FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA - FHMD

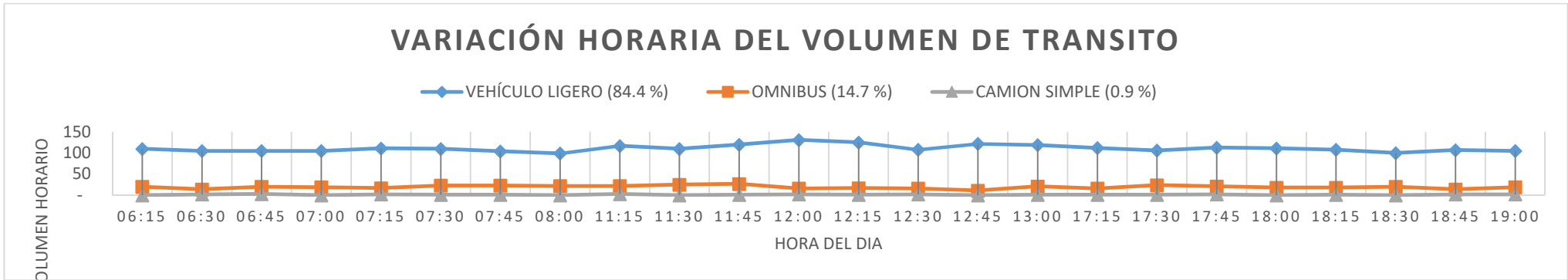
0.96

0.97

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO																												
RUTA:	6	T.V.\Minutos	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45	VOLUMEN	% VOLUMEN
VEHÍCULO LIGERO (84.4 %)			110	105	105	105	111	110	104	99	117	110	120	131	125	108	122	119	112	106	113	111	108	100	107	105	2,663.00	84.4 %
OMNIBUS (14.7 %)			20	14	20	19	17	23	23	22	22	25	27	16	17	16	11	21	16	24	21	18	18	20	14	19	463.00	14.7 %
CAMION SIMPLE (0.9 %)			-	2	3	-	2	1	1	-	3	-	1	2	1	2	-	1	1	1	2	-	1	-	2	2	28.00	0.9 %
TOTAL (100 %)			130	121	128	124	130	134	128	121	142	135	148	149	143	126	133	141	129	131	136	129	127	120	123	126	3,154.00	100 %

(Elaboración Propia)

Figura 2. 14 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 6_18/05/2016



(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 39 – Hora Pico -Tramo 6_18/05/2016

Ruta	6	6:00 a.m. - 7:00 a.m.		7:00 a.m. - 8:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.		12:00 p.m. - 13:00 p.m.	17:00 p.m. @ 18:00 p.m.		18:00 p.m. @ 19:00 p.m.
VEHÍCULO LIGERO	AUTO	377		379	434		423	396		378
	CAMIONETA	48		45	44		51	46		42
OMNIBUS	2EJES	32		46	51		37	44		39
		41		39	39		28	35		32
	BUS	-		-	-		-	-		-
3 EJES O MAS		-		-	-		-	-		-
CAMION SIMPLE	2 EJES	5		4	6		4	4		5
	3 EJES O MAS	-		-	-		-	-		-
TOTAL		503		513	574		543	525		496
UCP					596.00			544.00		

(Fuente: Elaboración Propia)

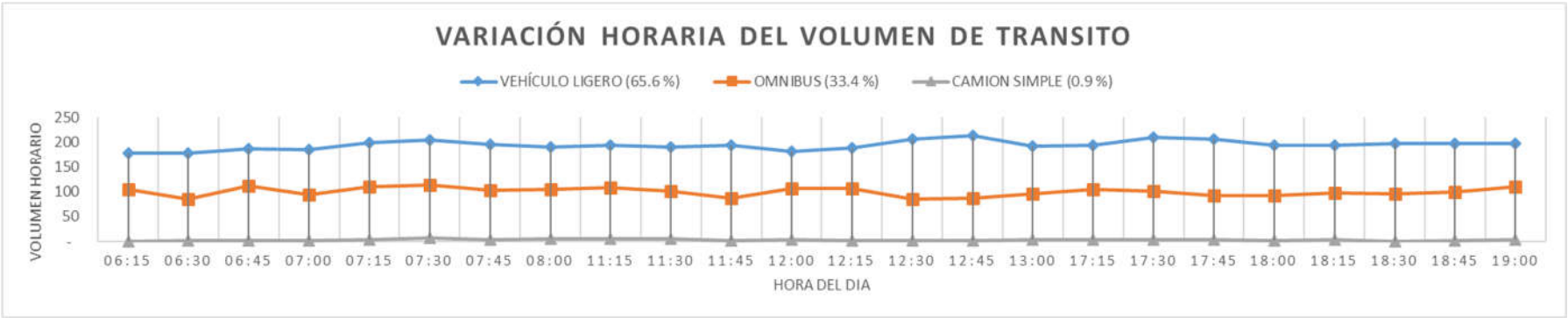
Tabla 2. 40 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 1_20/05/2016

VOLUMEN VEHICULAR																										
RUTA:			1																							
			Av. Salaverry																							
DÍA			20/05/2016																							
			6:00 a.m. @ 7:00 a.m.				7:00 a.m. @ 8:00 a.m.				11:00 a.m. @ 12:00 p.m.				12:00 p.m. @ 13:00 p.m.				17:00 p.m. @ 18:00 p.m.				18:00 p.m. @ 19:00 p.m.			
			15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'
VL	VEHÍCULO LIGERO	AUTO	150	149	159	156	174	169	166	170	172	165	160	152	159	173	175	150	170	175	168	165	170	170	169	173
		CAMIONETA	29	30	28	30	25	36	30	20	23	25	35	30	30	33	38	43	25	35	38	30	24	28	29	25
B2	OMNIBUS	2EJES																								
		COMBI	30	34	27	30	30	31	24	32	29	31	28	31	33	28	21	29	27	25	20	25	33	33	30	38
		CUSTER	56	40	63	45	59	60	59	55	60	54	42	50	58	45	50	52	60	59	60	54	49	48	50	54
		BUS	15	10	20	19	18	19	20	15	15	14	13	20	13	11	12	10	14	15	10	9	13	12	15	11
B3/C4	3 EJES O MAS		3	-	2	-	2	3	-	2	3	1	4	5	2	1	3	4	4	2	1	3	3	2	4	6
C2	CAMION SIMPLE	2 EJES	-	2	2	1	4	5	3	5	6	5	2	1	1	1	2	3	3	3	4	1	3	-	2	3
C3/C4		3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL			283	265	301	281	312	325	302	299	308	295	284	291	296	292	301	291	303	314	301	287	295	293	299	310
FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA - FHMD			0.95						0.96																	

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO																												
RUTA:	1	T.V.\Minutos	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	VOLUMEN	% VOLUMEN
VEHÍCULO LIGERO (65.6 %)			179	179	187	186	199	205	196	190	195	190	195	182	189	206	213	193	195	210	206	195	194	198	198	198	4,678.00	65.6 %
OMNIBUS (33.4 %)			104	84	112	94	109	113	103	104	107	100	87	106	106	85	86	95	105	101	91	91	98	95	99	109	2,384.00	33.4 %
CAMION SIMPLE (0.9 %)			-	2	2	1	4	7	3	5	6	5	2	3	1	1	2	3	3	3	4	1	3	-	2	3	66.00	0.9 %
TOTAL (100 %)			283	265	301	281	312	325	302	299	308	295	284	291	296	292	301	291	303	314	301	287	295	293	299	310	7,128.00	100 %

(Elaboración Propia)

Figura 2. 15 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 1_20/05/2016



Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 41 – Hora Pico -Tramo 6_20/05/2016

Ruta	1			Hora Pico - Mañana				Hora Pico - Tarde			
		6:00 a.m. - 7:00 a.m.	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 13:00 p.m.	17:00 p.m. @ 18:00 p.m	18:00 p.m. @ 19:00 p.m.				
VEHÍCULO LIGERO		AUTO	614	679	649	657	678	682			
		CAMIONETA	117	111	113	144	128	106			
OMNIBUS	2EJES	COMBI	121	117	119	111	97	134			
		CUSTER	204	233	206	205	233	201			
		BUS	64	72	62	46	48	51			
		3 EJES O MAS	5	7	13	10	10	15			
CAMION SIMPLE		2 EJES	5	17	14	7	11	8			
		3 EJES O MAS	-	2	2	-	-	-			
TOTAL		1,130	1,238	1,178	1,180	1,205	1,197				
UCP			1,302.00			1,258.00					

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 42 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 2_20/05/2016

RUTA:		2																									
		Av. Salaverry																									
DÍA		20/05/2016																									
			6:00 a.m. @ 7:00 a.m.				7:00 a.m. @ 8:00 a.m.				11:00 a.m. @ 12:00 p.m.				12:00 p.m. @ 13:00 p.m.				17:00 p.m. @ 18:00 p.m.				18:00 p.m. @ 19:00 p.m.				
			15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	
VL	VEHÍCULO LIGERO	AUTO	155	162	164	159	160	154	172	168	149	152	150	147	144	169	154	160	137	149	145	138	145	137	138	130	
		CAMIONETA	29	24	30	25	25	28	31	29	27	30	25	26	23	29	23	25	25	30	32	27	22	26	22	31	
B2	OMNIBUS	2EJES	COMBI	22	21	20	23	25	22	19	29	22	21	26	18	22	27	30	25	24	30	22	25	22	29	20	30
			CUSTER	55	60	50	55	60	58	49	50	55	50	49	45	55	50	60	54	50	49	60	53	55	61	59	60
			BUS	4	3	2	1	5	3	2	7	4	1	2	4	2	1	3	4	3	2	2	1	3	2	1	4
B3/C4		3 EJES O MAS		-	1	1	-	-	2	2	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
C2	CAMION SIMPLE	2 EJES	3	2	-	1	1	-	3	2	1	-	2	2	1	2	-	1	3	2	1	2	1	1	2	3	
C3/C4		3 EJES O MAS	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	
	TOTAL		268	273	268	264	276	267	278	285	258	256	255	243	247	279	270	269	242	262	264	246	248	258	242	258	

FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA - FHMD

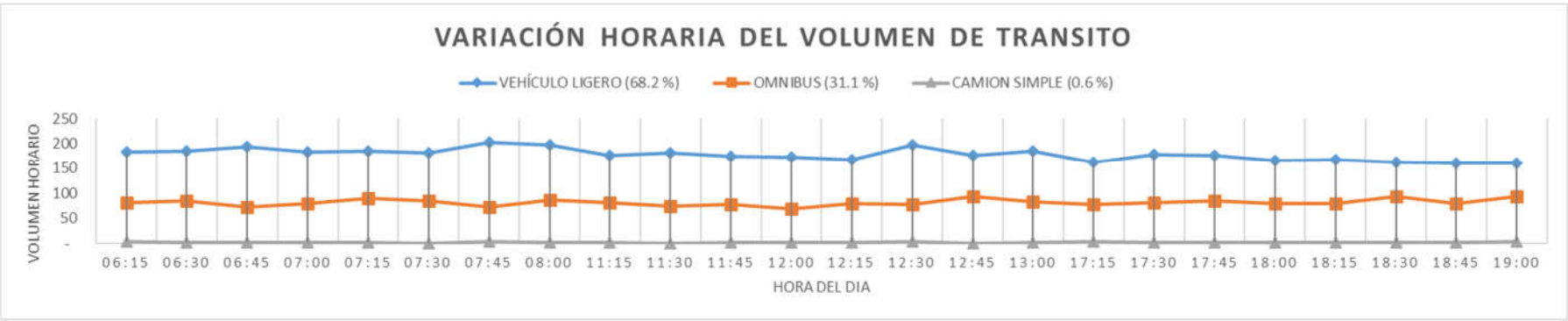
0.97

0.96

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO																												
RUTA:	2	T.V.\Minutos	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	VOLUMEN	% VOLUMEN
VEHÍCULO LIGERO (68.2 %)			184	186	194	184	185	182	203	197	176	182	175	173	167	198	177	185	162	179	177	165	167	163	160	161	4,282.00	68.2 %
OMNIBUS (31.1 %)			81	85	73	79	90	85	72	86	81	74	78	68	79	78	93	83	77	81	85	79	80	93	80	94	1,954.00	31.1 %
CAMION SIMPLE (0.6 %)			3	2	1	1	1	-	3	2	1	-	2	2	1	3	-	1	3	2	2	2	1	2	2	3	40.00	0.6 %
TOTAL (100 %)			268	273	268	264	276	267	278	285	258	256	255	243	247	279	270	269	242	262	264	246	248	258	242	258	6,276.00	100 %

(Elaboración Propia)

Figura 2. 16 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 2_20/05/2016



(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 43 – Hora Pico -Tramo 2_20/05/2016

Ruta	2	Hora Pico - Mañana				Hora Pico - Tarde		
		6:00 a.m. - 7:00 a.m.	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 13:00 p.m.	17:00 p.m. @ 18:00 p.m	18:00 p.m. @ 19:00 p.m.	
VEHÍCULO LIGERO		AUTO	640	654	598	627	569	550
		CAMIONETA	108	113	108	100	114	101
OMNIBUS	2EJES	COMBI	86	95	87	104	101	101
		CUSTER	220	217	199	219	212	235
		BUS	10	17	11	10	8	10
		3 EJES O MAS		2	4	4	-	1
	CAMION SIMPLE		2 EJES	6	6	5	4	8
3 EJES O MAS			1	-	-	1	1	1
TOTAL		1,073	1,106	1,012	1,065	1,014	1,006	
UCP			1,142.00			1,058.00		

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 44 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 3_20/05/2

RUTA:		3																									
		Alvarez Tomas																									
DÍA		20/05/2016																									
			6:00 a.m. @ 7:00 a.m.				7:00 a.m. @ 8:00 a.m.				11:00 a.m. @ 12:00 p.m.				12:00 p.m. @ 13:00 p.m.				17:00 p.m. @ 18:00 p.m.				18:00 p.m. @ 19:00 p.m.				
			15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	
VL	VEHÍCULO LIGERO	AUTO	113	118	100	98	115	120	98	110	120	111	108	121	111	120	108	105	105	98	103	111	98	100	95	98	
		CAMIONETA	10	9	6	8	9	8	8	5	11	7	9	15	12	6	5	9	11	12	8	9	9	8	6	9	
B2	OMNIBUS	2EJES	COMBI	11	7	10	9	11	12	13	7	12	10	11	15	12	13	10	11	18	12	11	17	11	12	14	13
		CUSTER	1	-	1	-	3	-	-	2	1	2	-	2	2	3	1	-	2	3	2	4	3	2	2	1	
		BUS	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
B3/C4																											
C2	CAMION SIMPLE	2 EJES	-	3	2	4	1	-	1	-	6	3	4	2	1	3	4	2	-	2	1	2	-	1	-	2	
C3/C4		3 EJES O MAS	-				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	TOTAL		135	137	119	119	139	140	121	124	150	133	134	155	138	145	128	127	136	129	125	143	121	123	117	123	

FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA - FHMD

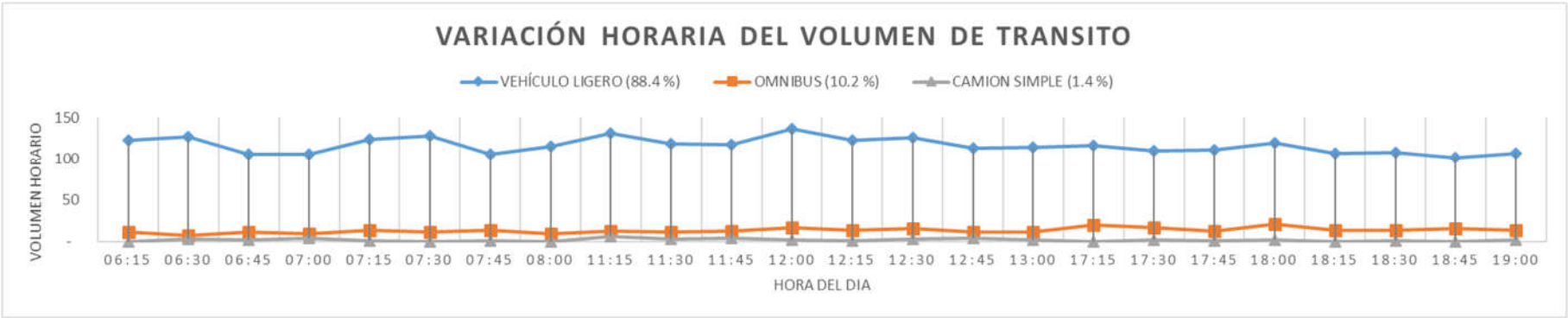
0.94

0.93

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO																												
RUTA:	3	T.V.\Minutos	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	VOLUMEN	% VOLUMEN
VEHÍCULO LIGERO (88.4 %)			123	127	106	106	124	128	106	115	131	118	117	136	123	126	113	114	116	110	111	120	107	108	101	107	2,793.00	88.4 %
OMNIBUS (10.2 %)			12	7	11	9	14	12	14	9	13	12	13	17	14	16	11	11	20	17	13	21	14	14	16	14	324.00	10.2 %
CAMION SIMPLE (1.4 %)			-	3	2	4	1	-	1	-	6	3	4	2	1	3	4	2	-	2	1	2	-	1	-	2	44.00	1.4 %
TOTAL (100 %)			135	137	119	119	139	140	121	124	150	133	134	155	138	145	128	127	136	129	125	143	121	123	117	123	3,161.00	100 %

(Elaboración Propia)

Figura 2. 17 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 3_20/05/2016



(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 45 – Hora Pico -Tramo 3_20/05/2016

Ruta	3			Hora Pico - Mañana		Hora Pico - Tarde		
		6:00 a.m. - 7:00 a.m.	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 13:00 p.m.	17:00 p.m. @ 18:00 p.m	18:00 p.m. @ 19:00 p.m.	
VEHÍCULO LIGERO	AUTO	429	443	460	444	417	391	
	CAMIONETA	33	30	42	32	40	32	
OMNIBUS	2EJES	COMBI	37	43	48	46	58	50
		CUSTER	2	5	5	6	11	8
		BUS	-	1	2	-	2	-
	3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-
CAMION SIMPLE		2 EJES	9	2	15	10	5	3
		3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-
TOTAL		510	524	572	538	533	484	
UCP				612.00		572.00		

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 46 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 4_20/05/2016

RUTA:		4																									
		Tacna y Arica																									
DÍA		20/05/2016																									
			6:00 a.m. @ 7:00 a.m.				7:00 a.m. @ 8:00 a.m.				11:00 a.m. @ 12:00 p.m.				12:00 p.m. @ 13:00 p.m.				17:00 p.m. @ 18:00 p.m.				18:00 p.m. @ 19:00 p.m.				
			15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	
VL	VEHÍCULO LIGERO	AUTO	5	4	10	9	11	15	14	10	20	14	15	16	13	10	8	18	11	9	11	8	10	9	8	7	
		CAMIONETA	2	3	2	4	3	4	2	1	4	6	7	6	3	8	5	6	7	3	8	4	6	8	6	4	
B2	OMNIBUS	2EJES	COMBI	-	-	1	-	1	-	-	-	2	2	1	2	-	4	-	2	2	1	3	2	-	-	-	2
			CUSTER	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B3/C4		3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
C2	CAMION SIMPLE		2 EJES	-	2	1	-	2	-	1	3	3	1	1	-	-	2	1	3	1	2	4	-	-	3	1	1
3 EJES O MAS			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TOTAL			7	9	14	13	17	19	17	15	29	23	24	25	16	24	14	29	21	15	26	14	16	20	15	14	

FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA - FHMD

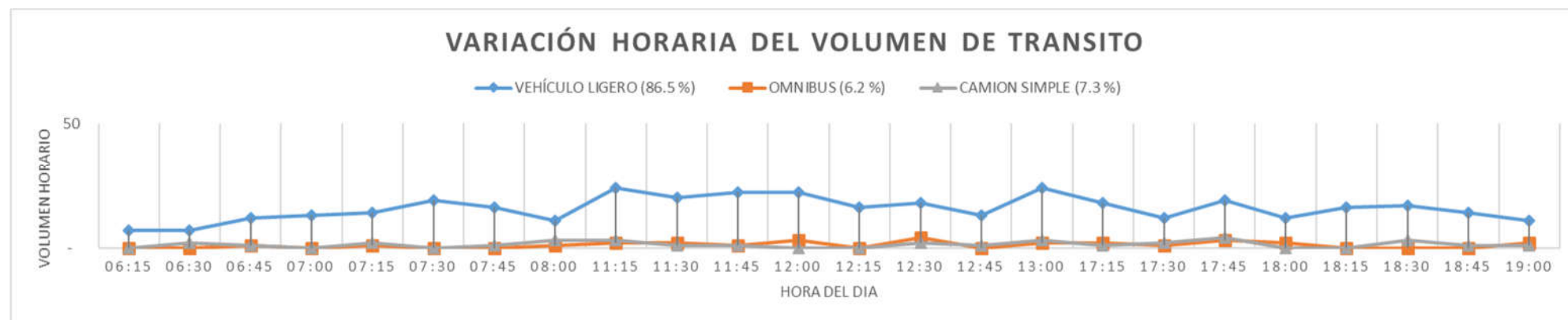
0.89

0.73

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO																												
RUTA:	4	T.V.\Minutos	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	VOLUMEN	% VOLUMEN
VEHÍCULO LIGERO (86.5 %)			7	7	12	13	14	19	16	11	24	20	22	22	16	18	13	24	18	12	19	12	16	17	14	11	377.00	86.5 %
OMNIBUS (6.2 %)			-	-	1	-	1	-	-	1	2	2	1	3	-	4	-	2	2	1	3	2	-	-	-	2	27.00	6.2 %
CAMION SIMPLE (7.3 %)			-	2	1	-	2	-	1	3	3	1	1	-	-	2	1	3	1	2	4	-	-	3	1	1	32.00	7.3 %
TOTAL (100 %)			7	9	14	13	17	19	17	15	29	23	24	25	16	24	14	29	21	15	26	14	16	20	15	14	436.00	100 %

(Elaboración Propia)

Figura 2. 18 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 4_20/05/2016



(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 47 – Hora Pico -Tramo 4_20/05/2016

Ruta	4			Hora Pico - Mañana				Hora Pico - Tarde			
			6:00 a.m. - 7:00 a.m.	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 13:00 p.m.	17:00 p.m. @ 18:00 p.m	18:00 p.m. @ 19:00 p.m.			
VEHÍCULO LIGERO		AUTO	28	50	65	49	39	34			
		CAMIONETA	11	10	23	22	22	24			
OMNIBUS	2EJES	COMBI	1	1	7	6	8	2			
		CUSTER	-	1	1	-	-	-			
		BUS	-	-	-	-	-	-			
	3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-			
CAMION SIMPLE		2 EJES	3	6	5	6	7	5			
		3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-			
TOTAL			43	68	101	83	76	65			
UCP					113.00		104.00				

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 48 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 5_20/05/2016

RUTA:		5																									
		San Juan de Dios																									
DÍA		20/05/2016																									
			6:00 a.m. @ 7:00 a.m.				7:00 a.m. @ 8:00 a.m.				11:00 a.m. @ 12:00 p.m.				12:00 p.m. @ 13:00 p.m.				17:00 p.m. @ 18:00 p.m.				18:00 p.m. @ 19:00 p.m.				
			15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	
VL	VEHÍCULO LIGERO	AUTO	90	85	70	76	91	69	75	67	105	97	105	99	102	98	103	110	96	102	100	104	97	93	89	96	
		CAMIONETA	10	9	8	14	9	5	8	7	12	9	11	13	5	9	8	11	10	5	6	11	9	11	8	5	
B2	OMNIBUS	2EJES	COMBI	12	6	9	11	11	6	10	12	12	9	10	8	12	8	10	11	13	14	15	8	12	11	13	10
		CUSTER	12	8	11	5	14	11	7	4	14	11	14	12	10	11	11	10	7	9	11	9	5	9	10	13	
		BUS	-	1	-	1	-	2	1	-	1	1	2	-	-	1	1	1	1	1	-	-	1	-	2	-	
3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
B3/C4																											
C2	CAMION SIMPLE	2 EJES	1	2	-	-	-	-	2	-	2	1	-	-	1	-	1	1	-	2	-	1	-	2	1	-	
C3/C4		3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL			125	111	98	107	125	93	103	90	146	128	142	132	130	127	134	144	127	133	132	133	124	126	123	124	

FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA - FHMD

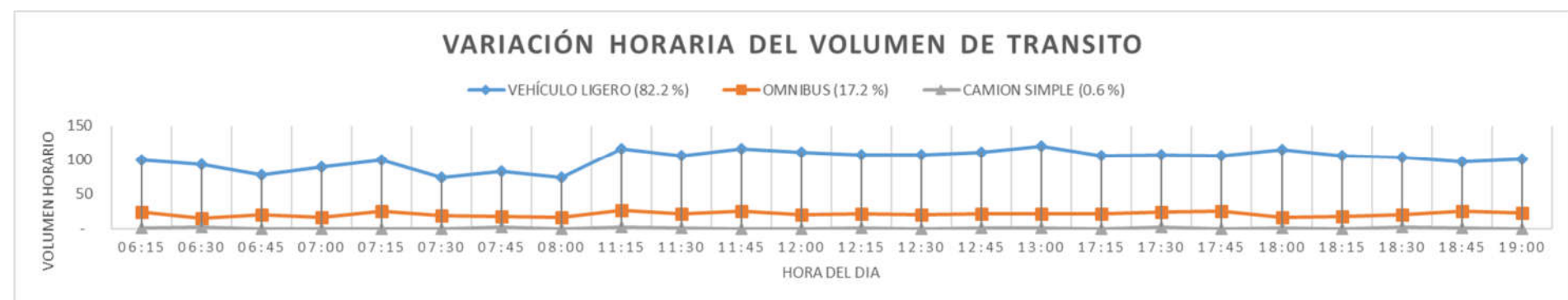
0.82

0.99

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO																												
RUTA:	5	T.V.\Minutos	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	VOLUMEN	% VOLUMEN
VEHÍCULO LIGERO (82.2 %)			100	94	78	90	100	74	83	74	117	106	116	112	107	107	111	121	106	107	106	115	106	104	97	101	2,432.00	82.2 %
OMNIBUS (17.2 %)			24	15	20	17	25	19	18	16	27	21	26	20	22	20	22	22	21	24	26	17	18	20	25	23	508.00	17.2 %
CAMION SIMPLE (0.6 %)			1	2	-	-	-	-	2	-	2	1	-	-	1	-	1	1	-	2	-	1	-	2	1	-	17.00	0.6 %
TOTAL (100 %)			125	111	98	107	125	93	103	90	146	128	142	132	130	127	134	144	127	133	132	133	124	126	123	124	2,957.00	100 %

(Elaboración Propia)

Figura 2. 19 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 5_20/05/2016



(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 49 – Hora Pico -Tramo 5_20/05/2016

Ruta	5			Hora Pico - Mañana		Hora Pico - Tarde		
		6:00 a.m. - 7:00 a.m.	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 13:00 p.m.	17:00 p.m. @ 18:00 p.m.	18:00 p.m. @ 19:00 p.m.	
VEHÍCULO LIGERO		AUTO	321	302	406	413	402	375
		CAMIONETA	41	29	45	33	32	33
OMNIBUS	2EJES	COMBI	38	39	39	41	50	46
		CUSTER	36	36	51	42	36	37
		BUS	2	3	4	3	2	3
	3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-
CAMION SIMPLE		2 EJES	3	2	3	3	3	3
		3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-
TOTAL		441	411	548	535	525	497	
UCP				667.00		532.00		

(Fuente: Elaboración Propia)

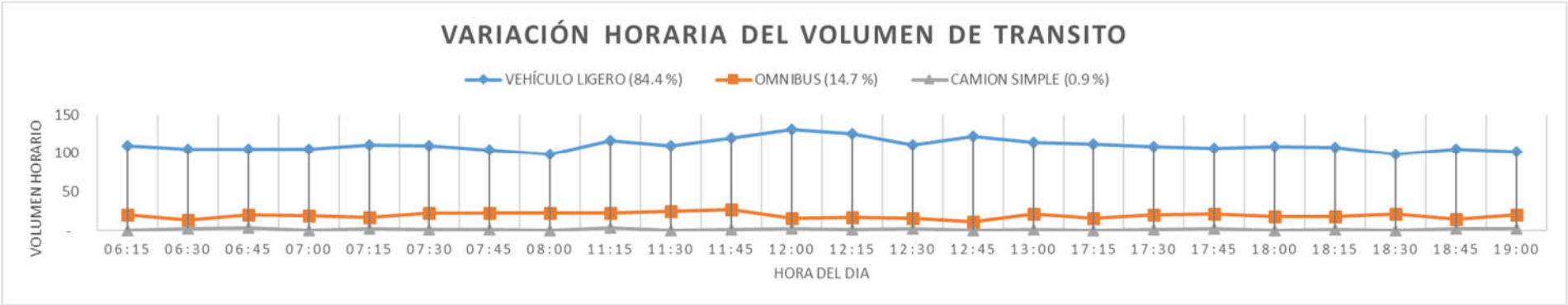
Tabla 2. 50 – Datos Volumen Vehicular -Tramo 6_20/05/2016

RUTA:		6 Quiroz																										
DÍA		20/05/2016																										
				6:00 a.m. @ 7:00 a.m.				7:00 a.m. @ 8:00 a.m.				11:00 a.m. @ 12:00 p.m.				12:00 p.m. @ 13:00 p.m.				17:00 p.m. @ 18:00 p.m.				18:00 p.m. @ 19:00 p.m.				
				15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	15'	30'	45'	60'	
VL	VEHÍCULO LIGERO	AUTO		98	95	94	90	100	97	93	89	106	98	110	120	113	98	110	100	100	98	92	99	95	89	94	93	
		CAMIONETA		12	10	11	15	11	13	11	10	11	12	10	11	12	13	12	14	12	11	15	10	13	10	11	9	
B2	OMNIBUS	2EJES	COMBI		9	5	8	10	12	10	13	11	12	14	15	10	8	11	7	11	9	11	15	9	10	12	9	11
			CUSTER		11	9	12	9	5	13	10	11	10	11	12	6	9	5	4	10	7	9	6	9	8	9	6	9
			BUS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B3/C4			3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C2	CAMION SIMPLE	2 EJES		-	2	3	-	2	1	1	-	3	-	1	2	1	2	-	1	-	1	2	-	1	-	2	2	
C3/C4		3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TOTAL					130	121	128	124	130	134	128	121	142	135	148	149	143	129	133	136	128	130	130	127	127	120	122	124
FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA - FHMD				0.96												0.99												

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO																												
RUTA:	6	T.V.\Minutos	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	VOLUMEN	% VOLUMEN
VEHICULO LIGERO (84.4 %)			110	105	105	105	111	110	104	99	117	110	120	131	125	111	122	114	112	109	107	109	108	99	105	102	2,650.00	84.4 %
OMNIBUS (14.7 %)			20	14	20	19	17	23	23	22	22	25	27	16	17	16	11	21	16	20	21	18	18	21	15	20	462.00	14.7 %
CAMION SIMPLE (0.9 %)			-	2	3	-	2	1	1	-	3	-	1	2	1	2	-	1	-	1	2	-	1	-	2	2	27.00	0.9 %
TOTAL (100 %)			130	121	128	124	130	134	128	121	142	135	148	149	143	129	133	136	128	130	130	127	127	120	122	124	3,139.00	100 %

(Elaboración Propia)

Figura 2. 20 – Variación horaria del volumen de Transito – Tramo 6_20/05/2016



(Elaboración Propia)

Tabla 2. 51 – Hora Pico -Tramo 6_20/05/2016

Ruta	6			Hora Pico - Mañana		Hora Pico - Tarde		
		6:00 a.m. - 7:00 a.m.	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 13:00 p.m.	17:00 p.m. @ 18:00 p.m	18:00 p.m. @ 19:00 p.m.	
VEHÍCULO LIGERO	AUTO	377	379	434	421	389	371	
	CAMIONETA	48	45	44	51	48	43	
OMNIBUS	2EJES	COMBI	32	46	51	37	44	42
		CUSTER	41	39	39	28	31	32
		BUS	-	-	-	-	-	-
	3 EJES O MAS		-	-	-	-	-	-
CAMION SIMPLE	2 EJES	5	4	6	4	3	5	
	3 EJES O MAS	-	-	-	-	-	-	
TOTAL		503	513	574	541	515	493	
UCP				600.00		520.00		

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 52 – Volumen Horario de Máxima Demanda

VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA									
RUTA	MAÑANA				TARDE				VHMD
	Vehículo	18/05/2016	Vehículo	20/05/2016	Vehículo	18/05/2016	Vehículo	20/05/2016	
1	Particular	426	Particular	439	Particular	409	Particular	424	424.00
	Público	864	Público	863	Público	829	Público	834	848.00
2	Particular	391	Particular	396	Particular	387	Particular	367	385.00
	Público	751	Público	745	Público	743	Público	690	732.00
3	Particular	275	Particular	279	Particular	258	Particular	261	268.00
	Público	326	Público	333	Público	306	Público	311	319.00
4	Particular	66	Particular	57	Particular	43	Particular	53	55.00
	Público	63	Público	56	Público	41	Público	51	53.00
5	Particular	243	Particular	278	Particular	228	Particular	222	243.00
	Público	333	Público	389	Público	312	Público	310	336.00
6	Particular	257	Particular	259	Particular	234	Particular	224	244.00
	Público	339	Público	341	Público	310	Público	296	321.00

VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA									
RUTA	MAÑANA				TARDE				VHMD
	18/05/2016	FHMD	20/05/2016	FHMD	18/05/2016	FHMD	20/05/2016	FHMD	
1	1,290	0.984	1,302	0.952	1,238	0.984	1,258	0.959	1,272.00
2	1,142	0.984	1,142	0.970	1,130	0.978	1,058	0.960	1,118.00
3	600	0.937	612	0.936	564	0.934	572	0.932	587.00
4	128	0.820	113	0.895	84	0.893	104	0.731	107.00
5	576	0.938	667	0.987	540	0.978	532	0.987	579.00
6	596	0.963	600	0.957	544	0.965	520	0.990	565.00

(Fuente: Elaboración Propia)

2.3.2.3 ESTUDIO DE ORIGEN DESTINO

2.3.2.3.1 OBJETIVO

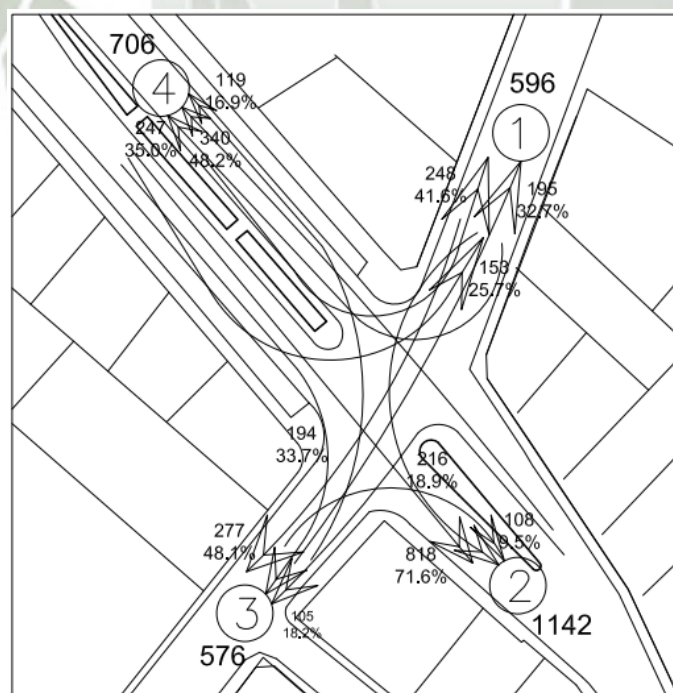
El estudio de origen y destino tiene como objetivo principal determinar el porcentaje de vehículos que provienen en las distintas direcciones como se indica en el cuadro.

Tabla 2. 53 – Volumen Según Dirección

VOLUMEN SEGÚN DIRECCIÓN	
TRAMO	SENTIDO
1	Sureste - Noroeste
2	Noroeste - Sureste
3	Suroeste - Noreste
4	Sureste - Noroeste
5	Noreste - Suroeste
6	Suroeste - Noreste

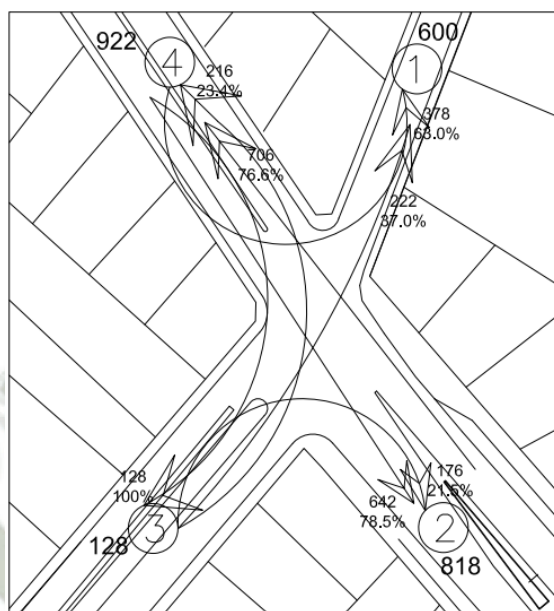
(Fuente: Elaboración Propia)

Figura 2.53 – Distribución de flujo Intersección av. Salaverry con calle San Juan de Dios y Quiroz



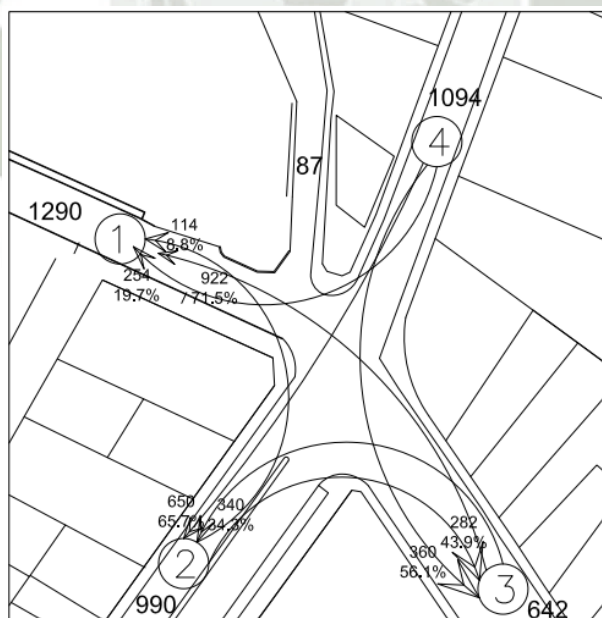
(Fuente: Elaboración Propia)

Figura 2.54 – Distribución de flujo Intersección av. Salaverry con calle Tacna y Arica y Alvarez thomas



(Fuente: Elaboración Propia)

Figura 2.55 – Distribución de flujo Intersección av. Salaverry con calle la merced y la avenida Parra.



(Fuente: Elaboración Propia)

Con lo cual se mostrará la tendencia de los usuarios indicando la dirección de origen a y destino, complementando la información de tránsito obtenida en los numerosos conteos realizados dentro del área del estudio. De esta manera, será posible determinar la importancia que tendrá el Intercambio Vial y su capacidad de absorber parte del tránsito que actualmente presenta problemas en dicha intersección.

2.3.2.3.2 FORMATO

Para los efectos de recabar información se utilizaron formatos diseñados específicamente para este estudio, donde se consignan la siguiente información:

- Tipo de vehículo.
- Uso del vehículo
- Origen del viaje.
- Destino del viaje.



2.3.2.3.3 ANÁLISIS Y RESULTADOS

Tabla 2. 54 – Volumen según Dirección – Tramo 1

TRAMO	ESTUDIO DE VELOCIDAD VEHICULAR			
	SENTIDO	Sureste - Noroeste		
	DETALLE	Inicio:	Inicio de la Av. Mariscal Caceres	
		Llegada:	Instituto del Sur	
	TIPO DE VEHÍCULO \ HORA	VOLUMEN 18/05/2016	VOLUMEN 20/05/2016	% VOLUMEN
1	VEHÍCULO LIGERO	4,604	4,678	64.69%
	OMNIBUS	2,541	2,384	34.32%
	CAMION SIMPLE	76	66	0.99%
	TOTAL	7,221	7,128	100.00%

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 55 – Volumen según Dirección – Tramo 2

TRAMO	ESTUDIO DE VELOCIDAD VEHICULAR			
	SENTIDO	Noroeste - Sureste		
	DETALLE	Inicio:	Instituto del Sur	
		Llegada:	Inicio de la Av. Mariscal Caceres	
	TIPO DE VEHÍCULO \ HORA	VOLUMEN 18/05/2016	VOLUMEN 20/05/2016	% VOLUMEN
2	VEHÍCULO LIGERO	4,312	4,282	67.57%
	OMNIBUS	2,079	1,954	31.71%
	CAMION SIMPLE	52	40	0.72%
	TOTAL	6,443	6,276	100.00%

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 56 – Volumen según Dirección – Tramo 3

TRAMO	ESTUDIO DE VELOCIDAD VEHICULAR			
	SENTIDO	Suroeste - Noreste		
	DETALLE	Inicio:	Calle Tacna y Arica	
		Llegada:	Calle Álvarez Thomas	
	TIPO DE VEHÍCULO \ HORA	VOLUMEN 18/05/2016	VOLUMEN 20/05/2016	% VOLUMEN
3	VEHÍCULO LIGERO	2,820	2,793	88.63%
	OMNIBUS	312	324	10.04%
	CAMION SIMPLE	40	44	1.33%
	TOTAL	3,172	3,161	100.00%

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 57 – Volumen según Dirección – Tramo 4

TRAMO	ESTUDIO DE VELOCIDAD VEHICULAR			
	SENTIDO	Noreste - Suroeste		
	DETALLE	Inicio:	Calle Álvarez Thomas	
		Llegada:	Calle Tacna y Arica	
	TIPO DE VEHÍCULO \ HORA	VOLUMEN 18/05/2016	VOLUMEN 20/05/2016	% VOLUMEN
4	VEHÍCULO LIGERO	387	377	87.72%
	OMNIBUS	19	27	5.28%
	CAMION SIMPLE	29	32	7.00%
	TOTAL	435	436	100.00%

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 58 – Volumen según Dirección – Tramo 5

TRAMO	ESTUDIO DE VELOCIDAD VEHICULAR			
	SENTIDO	Noreste - Suroeste		
	DETALLE	Inicio:	Calle San Juan de Dios	
		Llegada:	Calle Quiroz	
	TIPO DE VEHÍCULO \ HORA	VOLUMEN 18/05/2016	VOLUMEN 20/05/2016	% VOLUMEN
5	VEHÍCULO LIGERO	2,471	2,432	82.75%
	OMNIBUS	482	508	16.71%
	CAMION SIMPLE	15	17	0.54%
	TOTAL	2,968	2,957	100.00%

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 59 – Volumen según Dirección – Tramo 6

TRAMO	ESTUDIO DE VELOCIDAD VEHICULAR			
	SENTIDO	Suroeste - Noreste		
	DETALLE	Inicio:	Calle Quiroz	
		Llegada:	Calle San Juan de Dios	
	TIPO DE VEHÍCULO \ HORA	VOLUMEN 18/05/2016	VOLUMEN 20/05/2016	% VOLUMEN
6	VEHÍCULO LIGERO	2,663	2,650	84.43%
	OMNIBUS	463	462	14.70%
	CAMION SIMPLE	28	27	0.87%
	TOTAL	3,154	3,139	100.00%

(Fuente: Elaboración Propia)

Resultados

Tabla 2. 60 – Volumen según Dirección - Resultados

VOLUMEN SEGÚN DIRECCIÓN			
TRAMO	SENTIDO	VOLUMEN	% VOLUMEN
1	Sureste - Noroeste	7,174.50	30.9%
2	Noroeste - Sureste	6,359.50	27.4%
3	Suroeste - Noreste	3,166.50	13.6%
4	Sureste - Noroeste	435.50	1.9%
5	Noreste - Suroeste	2,962.50	12.7%
6	Suroeste - Noreste	3,146.50	13.5%
TOTAL		23,245.00	100.0%

DIRECCIÓN	VOLUMEN	% VOLUMEN	DIRECCIÓN
Noroeste	7,610.00	33%	Vallecito/Yanahuara
Suroeste	2,962.50	13%	Hunter/Sachaca
Noreste	6,313.00	27%	Cercado de Arequipa
Sureste	6,359.50	27%	Parque Industrial / JLBR

(Fuente: Elaboración Propia)

Análisis de Flujo de Giro, se realizó el análisis en base a los volúmenes de cada ruta y se analizó de manera puntual en cada una de las tres intersecciones la incidencia vehicular con la Av. Salaverry, indicando el volumen de horario de máxima demanda (VHMD), en cada análisis.

N°	DESTINO	ORIGEN	VHMD	
			Cantidad	%
1	Av. Salaverry (Ingreso a Vallecito	Calle La Merced	254	19.7%
		Av. Salaverry	922	71.5%
		Av. Parra	114	8.8%
2	Av. Parra	Calle La Merced	650	65.7%
		Av. Salaverry	340	34.3%
3	Av. Salaverry (Dirección Sur)	Calle La Merced	360	56.1%
		Av. Parra	282	43.9%

N°	DESTINO	ORIGEN	VHMD	
			Cantidad	%
1	Calle Alvarez Thomas	Calle Tacna y Arica	222	37.0%
		Av. Salaverry (Dirección Norte)	378	63.0%
2	Av. Salaverry (Dirección Sur)	Calle Tacna y Arica	176	21.5%
		Av. Salaverry (Dirección Sur)	642	78.5%
3	Calle Tacna y Arica	Av. Salaverry (Dirección Sur)	128	100.0%
4	Av. Salaverry (Dirección Norte)	Calle Tacna y Arica	216	23.4%
		Av. Salaverry (Dirección Norte)	706	76.6%

N°	DESTINO	ORIGEN	VHMD	
			Cantidad	%
1	Calle San Juan de Dios	Calle Quiroz	195	32.7%
		Av. Salaverry (Dirección Norte)	248	41.6%
		Av. Salaverry (Dirección Sur)	153	25.7%
2	Av. Salaverry (Dirección Sur)	Calle Quiroz	108	9.5%
		Av. Salaverry (Dirección Sur)	818	71.6%
		Calle San Juan de Dios	216	18.9%
3	Calle Quiroz	Av. Salaverry (Dirección Sur)	194	33.7%
		Av. Salaverry (Dirección Norte)	105	18.2%
		Calle San Juan de Dios	277	48.1%
4	Av. Salaverry (Dirección Norte)	Av. Salaverry (Dirección Norte)	340	48.2%
		Calle Quiroz	119	16.9%
		Calle San Juan de Dios	247	35.0%

2.3.2.4 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVELES DE SERVICIO

2.3.2.4.1 DESCRIPCIÓN

El estudio de tráfico ha contemplado el análisis de capacidad vial y niveles de servicio en el intercambio vial:

- Av. Salaverry
- Calle Quiroz y San Juan de Dios

El análisis se ha realizado en el escenario “sin estudio”; y en el escenario “con estudio” para las vías principales de la intersección de la avenida Av. Salaverry y Calle Quiroz y San Juan de Dios.

2.3.2.4.2 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

La metodología desarrollada por el TRB en el HCM-2016, que es el documento base de ingeniería de tránsito utilizado en el Perú.

Define cuatro niveles de servicio (A, B, C y D) que permiten condiciones de operación aceptables. Cuando la carretera opera a capacidad se habla del nivel E y cuando se tiene flujo forzado se le denomina nivel F.

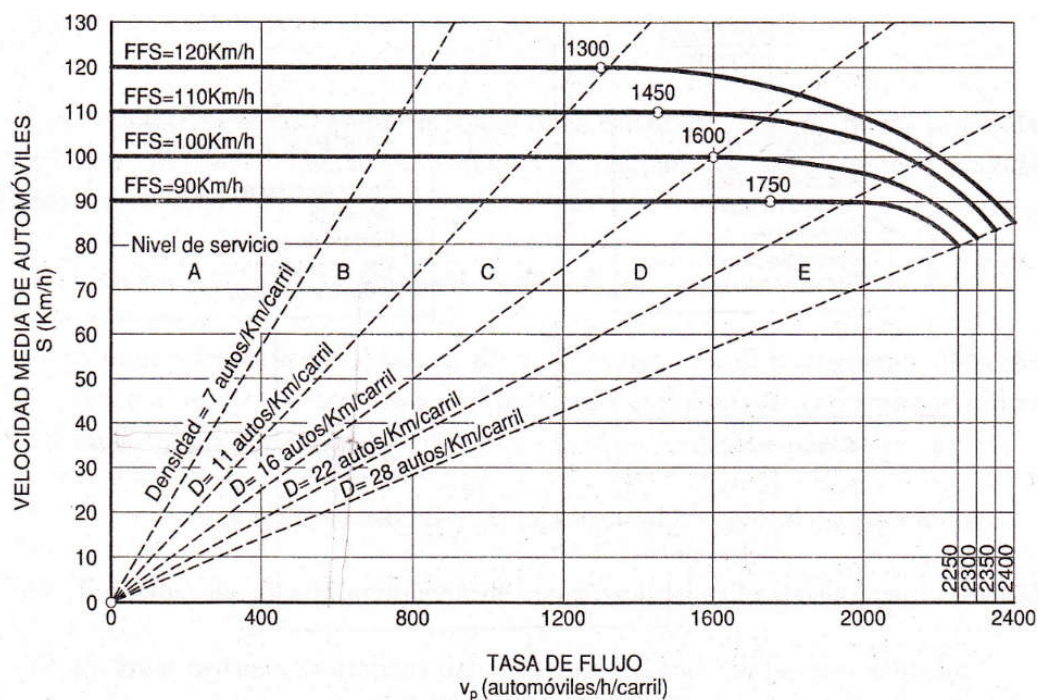
Cuantitativamente, los niveles de servicio se establecen a partir de la velocidad de operación que permiten y la densidad (VL/km/carril), para las condiciones prevaletientes. Dicho de otro modo, el límite inferior de un nivel de servicio queda definido por el volumen máximo que permite alcanzar la velocidad de operación especificada como propia de ese nivel.

La modelación para el análisis se ha basado en los conteos de tráfico obtenidos en cada movimiento de la intersección.

Determinación del Nivel de Servicio

Sobre la base de una velocidad, medida en campo, se construye una curva de velocidad-flujo de la misma forma que las curvas típicas presentadas en la figura siguiente.

Figura 2. 21 – Abaco Velocidad Media / Tasa de Flujo



(Fuente: TRB. Highway Capacity Manual. HCM 2000)

Ahora basándose en la tasa de flujo V_p y la curva velocidad-flujo construida, se lee en el eje vertical la velocidad media de los automóviles. De esta manera, la densidad se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$D = \frac{V_p}{S}$$

D = Densidad (vehículos livianos/km/carril).

V_p = Tasa de flujo equivalente (vehículos livianos/h/carril).

S = Velocidad media de los automóviles (km/h).

2.3.2.4.3 FACTORES QUE AFECTAN A LA CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

Condiciones Ideales

Una condición es ideal cuando su mejora no produce incremento alguno de la capacidad. En condiciones ideales se mezcla la existencia de buen clima, una superficie de rodadura en buenas condiciones, usuarios habituados a circular por la infraestructura concreta en estudio, y la inexistencia de incidentes de obstrucción en el flujo. A continuación, se dan ejemplos de condiciones ideales para instalaciones dedicadas al flujo ininterrumpido:

- Carriles de 3.60 m. de ancho.
- Una distancia de 0.00 m. entre el borde exterior de la calzada y la obstrucción más cercana u objetos adyacentes a la vía.
- Una velocidad de proyecto de 80 km/h en carreteras multicarril.
- El conductor característico es el de un día laborable

Los factores que afectan la vía son los siguientes:

- El tipo de vía y el medio ambiente urbanístico en el que está inmerso.
- El ancho del carril.
- El ancho de la berma y los despejes laterales.
- La velocidad del proyecto.
- Las características de las alineaciones tanto en trazado vertical como horizontal.

Ingeniería de Transito – Fundamentos y Aplicaciones, 8va Edición, Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola – James Cárdenas Grisales. Capítulo 12 Pag. 357-380

2.3.2.4.4 ANÁLISIS Y RESULTADOS

En las tablas a continuación se realiza el análisis de la Información considerando dos criterios “Con Estudio” y sin “Sin Estudio”.

Tabla 2. 61 - Volumen Horario de Proyecto

VOLUMEN HORARIO DE PROYECTO		
TRAMO	TRANSITO ACTUAL (UCP)	TRANSITO FUTURO (UCP)
	2016	2031
1	1,272.00	3,441.00
2	1,118.00	3,025.00
3	587.00	1,588.00
4	107.00	289.00
5	579.00	1,566.00
6	565.00	1,529.00

Tasa de crecimiento anual:	0.0686

Para el análisis, se realizó previamente la proyección de la hora punta mañana, (tasa de crecimiento de 6.68% anual – tomada del promedio de los ultimo 10 años que el parque automotor de Arequipa Metropolitana)-SUNARP

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 62 – Velocidad Real / Velocidad de Proyecto

TRAMO	SMT	SME	Unidad
	Velocidad Media Temporal	Velocidad Media Espacial	
1	7.88	7.79	Km/h
2	7.86	7.82	Km/h
3	11.23	10.16	Km/h
4	8.25	8.10	Km/h
5	11.51	10.53	Km/h
6	6.63	5.79	Km/h

Directos	60	km/h
Ramales	30	km/h

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 63 – Nivel de Servicio 2016 con Proyecto/sin Proyecto

SIN PROYECTO - 2016				
TRAMO	TASA DE FLUJO	DENSIDAD	NIVEL DE SERVICIO	CAPACIDAD
	Automoviles/h/carril	autos/km/carril		vehículos/h/carril
1	636.00	81.65	F	215
2	559.00	71.44	F	206
3	294.00	28.94	E	288
4	54.00	6.66	A	57
5	290.00	27.53	E	295
6	283.00	48.88	F	166

CON PROYECTO - 2016					
TRAMO	USO	TASA DE FLUJO	DENSIDAD	NIVEL DE SERVICIO	CAPACIDAD
		Automoviles/h/carril	autos/km/carril		vehículos/h/carril
1	Particular	424.00	7.07	B	423
	Público	424.00	14.13	C	478
2	Particular	385.00	6.42	B	423
	Público	366.00	12.20	C	478
3	Particular	268.00	8.93	B	423
	Público	159.50	5.32	A	211
4	Particular	55.00	1.83	A	211
	Público	26.50	0.88	A	211
5	Particular	243.00	8.10	B	423
	Público	168.00	5.60	A	211
6	Particular	244.00	8.13	B	423
	Público	160.50	5.35	A	211

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2. 64 – Nivel de Servicio 2031 con Proyecto/sin Proyecto

SIN PROYECTO - 2031				
TRAMO	TASA DE FLUJO	DENSIDAD	NIVEL DE SERVICIO	CAPACIDAD
	Automóviles/h/carril	autos/km/carril		vehículos/h/carril
1	1,721.00	220.94	F	215
2	1,512.00	193.24	F	206
3	795.00	78.26	F	288
4	146.00	18.02	D	89
5	785.00	74.52	E	295
6	766.00	132.30	E	166

CON PROYECTO - 2031					
TRAMO	USO	TASA DE FLUJO	DENSIDAD	NIVEL DE SERVICIO	CAPACIDAD
		Automóviles/h/carril	autos/km/carril		vehículos/h/carril
1	Particular	1,147.00	19.12	D	1350
	Público	1,147.00	22.94	D	1350
2	Particular	1,042.00	17.37	D	1350
	Público	990.00	19.80	D	1350
3	Particular	725.00	20.71	D	920
	Público	432.00	14.40	C	516
4	Particular	149.00	7.45	B	210
	Público	72.00	7.20	B	210
5	Particular	657.00	21.90	D	920
	Público	455.00	15.17	C	516
6	Particular	660.00	22.00	D	920
	Público	434.00	14.47	C	516

(Fuente: Elaboración Propia)

2.4 ESTUDIO DE IMPACTO SOCIO AMBIENTAL

2.4.1 OBJETIVOS

A. OBJETIVO PRINCIPAL

- El Estudio de Impacto Ambiental tiene el propósito de formular las medidas que deberán incluirse en los diseños definitivos, especificaciones y contratos de obra para evitar y/o mitigar los impactos negativos producidos por las obras de ingeniería; así como la formulación de las medidas más convenientes para potenciar los impactos positivos que originará el estudio.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir y evaluar el potencial y estado actual del medio social y urbano en el que se desarrollará el estudio.
- Determinar los impactos ambientales que puede generar el estudio durante las etapas de planificación, construcción y operación.
- Establecer un Plan de Manejo Ambiental, que conlleve a la ejecución de acciones preventivas y correctivas, de monitoreo ambiental, de educación y capacitación ambiental y la implementación de un programa de contingencias.

2.4.2 MARCO LEGAL

1. MARCO LEGAL

➤ Constitución Política del Perú

El artículo 2 de la Constitución Política del Perú, considera como uno de los derechos fundamentales de la persona, al derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. También considera a los recursos naturales renovables y no renovables como patrimonio de la Nación,

destacando que el Estado debe promover el uso sostenible de éstos, así como, la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas, tal como se indica en los Artículo 66, 67, 68 y 69.

➤ **Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales**

Instaurado por el Decreto Legislativo N° 613 del 7 de Setiembre de 1990, establece obligatoriamente, la realización de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) en la elaboración de proyectos. Dentro de este código también se establecen todos los requisitos necesarios para la elaboración de dichos estudios, llenando vacíos existentes en el cuerpo legal y permitiendo una adecuada gestión ambiental.

En particular, el Artículo 9 hace referencia a los requisitos anteriormente mencionados, donde se describirá la actividad propuesta, así como los efectos directos e indirectos en el medio ambiente físico y social, a largo y corto plazo. También menciona que los Estudios de Impacto Ambiental deberán tener una evaluación técnica e indica otros alcances generales que deberán ser cubiertos por dichos estudios para evitar o reducir los daños. Algunos otros requisitos adicionales serán establecidos por las autoridades competentes de cada sector. Por otro lado, el Artículo 10 revela la necesidad de que los Estudios de Impacto Ambiental, solamente podrán ser elaborados por instituciones públicas y privadas debidamente calificadas y registradas ante la autoridad competente.

➤ **Nueva ley de municipalidades N° 27072**

Promulgada el 28 de mayo del 2003 y que según el artículo 69 inciso 9 recupera los recursos ubicados en los álveos y canteras de los ríos a favor de los Municipios en su jurisdicción siendo estos los que otorguen el derecho de extracción.

Asimismo, en su disposición Vigésima Quinta complementaria establece la derogatoria automática y tácita de la Ley N° 26737 y el DS N° 013-97-AG normas que amparaban al INRENA su administración.

➤ **Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos**

Que establece derechos y obligaciones de la sociedad en su conjunto para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y bienestar de la persona humana del 21 de julio del 2000. En su Capítulo II Autoridades Sectoriales Art 8° Establece la competencia del sector Transportes y Comunicaciones.

➤ **Ley General de Aguas Decreto Ley N° 17752.**

El Título II de la referida ley, prohíbe mediante el Artículo 22 (Cap. II), verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso, que pueda alterar la calidad de agua y ocasionales daños a la salud humana y poner en peligro los recursos hidrobiológicos de los cauces afectados; así como perjudicar el normal desarrollo de la flora y fauna. Asimismo, refiere que los efluentes deben ser adecuadamente tratados hasta alcanzar los límites permisibles.

➤ **Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada**

Esta Ley creada por el Decreto Legislativo N° 757, el 8 de noviembre de 1991, modifica sustancialmente varios artículos del Código del Medio ambiente y de los Recursos Naturales, con el objeto de armonizar las inversiones privadas, el desarrollo socioeconómico, la conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales.

En el Artículo 50, establece que las autoridades competentes relacionadas con el sector ambiental son los Ministerios de cada sector. Adicionalmente, el Artículo 51 establece en qué casos las autoridades competentes requerirán Estudios de Impacto Ambiental de acuerdo a los niveles de contaminación o daño ambiental que puedan ocasionar las actividades desarrolladas por las empresas.

➤ **Nuevo Código Penal**

En el nuevo Código Penal (Decreto Legislativo N° 635), se considera al medio ambiente como un bien jurídico de carácter socioeconómico, en el sentido de

que abarca todas las condiciones necesarias para el desarrollo de la persona en sus aspectos biológicos, psíquicos, sociales y económicos. La presente norma, sanciona los delitos contra los Recursos Naturales y el Medio Ambiente con penas privativas de la libertad individual y sanciones pecuniarias.

➤ **Ley de Organización y funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones**

Ley N° 27791 del 25 de Julio del 2,002 que establece y desarrolla la estructura y las funciones correspondientes de los órganos de línea. Determina y regula el ámbito de estructura orgánica básica, competencia y funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Entre las funciones fiscaliza y supervisa el cumplimiento del marco normativo relacionado con su ámbito de competencia. Otorga y reconoce derechos a través de autorizaciones, permisos, licencias y concesiones.

➤ **Decreto Supremo N 041-2002-MTC**

Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del 24 de agosto del 2002 que en su Art. 73° establece que la Dirección General de Asuntos Socio Ambientales es la encargada de velar por el cumplimiento de las normas de conservación del medio ambiente del subsector con el fin de garantiza el adecuado manejo de los recursos naturales durante el desarrollo de las obras de infraestructura de transporte. Contando con la Dirección de Evaluación Socio ambiental y la Dirección de expropiaciones y Reasentamientos.

➤ **Términos de Referencia para elaborar Estudios de Impacto Ambiental en la Construcción Vial.**

Por Resolución Ministerial N° 171-94-TCC/15.03, con fecha 27 de abril de 1994, se aprobaron los términos de referencia para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental en proyectos viales, los mismos que sustentan el contenido del presente Estudio de Impacto Ambiental.

En sus artículos 1 y 2 de dicha Resolución Ministerial se hace referencia que antes de la ejecución de todo proyecto de infraestructura vial, se debe elaborar previamente un Estudio de Impacto Ambiental.

➤ **Resolución Ministerial N° 188-97-EM/VMM (16/5/97)**

Establecen requisitos que deben tenerse en cuenta para el desarrollo de actividades de explotación de canteras de materiales de construcción. Mediante esta Resolución Vice Ministerial se establece las medidas a tomar para el inicio o reinicio de las actividades de explotación de canteras de materiales de construcción, diseño de tajos, minado de las canteras, abandono de las canteras, acciones al término del uso de la cantera, y los plazos y acciones complementarias para el tratamiento de las canteras.

➤ **Decreto Supremo N° 037-96-EM (25/10/96)**

Dictan Normas para el aprovechamiento de canteras de materiales de construcción que se utilizan en obras de infraestructura que desarrolla el Estado.

El Artículo primero de este decreto establece que las canteras de materiales de construcción utilizadas exclusivamente para la construcción, rehabilitación o mantenimiento de obras de infraestructura que desarrollan las entidades del estado directamente o por contrata, ubicadas en un radio de 20 Km. de la obra, o dentro de una distancia de hasta 6 Km. medidos a cada lado del eje longitudinal de las obras, se afectaran a estas durante su ejecución y formarán parte integrante de dicha infraestructura.

Asimismo, en el Artículo 2° se establece que previa calificación de la obra por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones informarán al registro público de minería el inicio de la ejecución de las obras y la ubicación de estas.

➤ **LEY No. 28221, Ley que regula el Derecho por Extracción de Materiales de los Álveos o Cauces de los ríos por las Municipalidades del 11.05.2004**

Las Municipalidades Distritales y las Municipalidades Provinciales en su jurisdicción, son competentes para autorizar la extracción de materiales que acarrear y depositan las aguas en los álveos o cauces de los ríos y para el cobro de los derechos que correspondan, en aplicación de lo establecido en el inciso 9 del artículo 69° de la Ley No. 27972.

➤ **Ley N° 26786**

Del 13.05.97. La Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para obras y actividades en su Art. 1º. Modifica el Art. 51º del D.L. 757 en los términos siguientes:

Artículo 51, la Autoridad Sectorial competente comunicará al CONAM sobre las actividades a desarrollarse en su sector que, por su riesgo ambiental, pudieran exceder los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del ambiente.

➤ **Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental N° 27446**

Del 20 de abril del 2001. Que crea el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, para afrontar impactos ambientales negativos derivados de acciones humanas en proyectos de inversión. El Órgano coordinador será el CONAM que coordinará con las autoridades sectoriales competentes.

➤ **Resolución Ministerial N° 188-97-EM/VMM (16/5/97)**

Establecen requisitos que deben tenerse en cuenta para el desarrollo de actividades de explotación de canteras de materiales de construcción. Mediante esta Resolución Ministerial se establece las medidas a tomar para el inicio o reinicio de las actividades de explotación de canteras de materiales de construcción, diseño de tajos, minado de las canteras, abandono de las canteras, acciones al término del uso de la cantera, y los plazos y acciones complementarias para el tratamiento de las canteras.

➤ **Decreto Supremo N° 074-2001-PCM**

Como medida preventiva se tendrá en cuenta el cumplimiento del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

➤ **Ley que facilita la ejecución de obras públicas viales.**

A los ocho días del mes de enero del 2002, se dio la Ley 27628 que facilita la adquisición de inmuebles afectados por el trazo en vías públicas, abriendo la posibilidad del trato directo entre la entidad ejecutora y los propietarios de bienes inmuebles que se encuentren afectados por el derecho de vía.

Artículo 1.- Del procedimiento de adquisición

La adquisición de inmuebles afectados por trazos en vías públicas se realizará por trato directo entre la entidad ejecutora y los propietarios, o conforme al procedimiento establecido en la Ley General de Expropiaciones.

Artículo 2.- Del valor de tasación

El valor de tasación para la adquisición de inmuebles por trato directo afectados por trazos en vías públicas será fijado por el Consejo Nacional de Tasaciones - CONATA, sobre la base del valor comercial actualizado de los mismos, que será aprobada mediante resolución ministerial del Sector Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción o por decreto de Alcaldía emitido por la Municipalidad Provincial, según corresponda al caso.

Artículo 3.- Del porcentaje adicional de pago.

El precio que se pagará por todo concepto a los propietarios afectados por trazos en vías públicas a que se refiere el Artículo 1 de la presente Ley por trato directo será el monto del valor comercial actualizado de los mismos, más un porcentaje del 10% de dicho valor.

Artículo 4.- Del trato directo a cargo del concesionario

Para los casos de concesión de infraestructura vial, facúltase al concesionario a efectuar el trato directo para la adquisición de los inmuebles afectados por el derecho de vía, conforme a lo previsto en la presente Ley.

Disposiciones finales, transitorias y complementarias

PRIMERA. - El beneficio contemplado por el inciso c) del Artículo 14 del Decreto Legislativo No 709, y sus modificatorias, no será de aplicación a los predios afectados por el derecho de vía, adquiridos mediante el trato directo o la expropiación a que se refiere la presente Ley y la Ley No 27117.

SEGUNDA. - Derogase el Decreto Ley No 22904.

TERCERA. - Facultase a la Comisión de Formalización de la Propiedad Informal - COFOPRI, creada por Decreto Legislativo No 803, para ejecutar el saneamiento físico-legal de predios de dominio privado del Estado o de dominio de privados en los procesos de trato directo o de expropiación a que se refiere la presente Ley y la Ley No 27117.

En caso que, por alguna razón, ya sea por negativa de e o los propietarios a aceptar el trato directo o falta de acuerdo entre los propietarios, etc. no se llegue a un acuerdo para la transferencia de los inmuebles. Se aplicará la ley general de expropiaciones Ley 27117 del 10 de mayo de 1999.

➤ **Ley general de expropiaciones. Ley 27117**

Esta Ley rige y dirige todo lo relativo a la expropiación y a su procedimiento. Entre los aspectos más importantes deben resaltarse los siguientes:

Señala la Ley que la expropiación consiste en la transferencia forzosa del derecho de propiedad privada, autorizada únicamente por ley expresa del Congreso.

El único beneficiario de la expropiación es el Estado. El Poder Ejecutivo, Regiones o Gobiernos Locales (Municipalidades) son los únicos autorizados a solicitar al Congreso que emita una ley de expropiación.

Al afectado con la expropiación, previo a la realización de ésta, debe pagársele una indemnización justipreciada en dinero. Esta indemnización consiste en el

pago de la valorización comercial del inmueble, que incluye además una compensación en caso de daños y perjuicios.

La ley que expida el Congreso autorizando la expropiación deberá indicar cuál es la razón de necesidad pública o seguridad nacional que justifica la expropiación, así como el uso o destino que se dará a los bienes a expropiarse.

Una vez dada la ley de expropiación, la Municipalidad tiene 60 días para dictar la norma legal correspondiente que permita la ejecución de la expropiación. Esta norma detallará quien es el sujeto activo y pasivo de la expropiación, cual es el bien inmueble a expropiarse y el valor de su tasación comercial actualizado, que será realizado exclusivamente por el Consejo Nacional de Tasaciones - CONATA.

El sujeto activo de la expropiación es la dependencia administrativa que tendrá a su cargo la tramitación del proceso de expropiación, siempre y cuando sea una dependencia del Estado. Es nula la expropiación a favor de persona natural o jurídica de derecho privado.

El sujeto pasivo de la expropiación es el propietario del inmueble, o el poseedor con más de 10 años de antigüedad que tenga título inscrito.

Para la obtención de la expropiación se puede efectuar un trato directo con el sujeto pasivo, una vez dada la norma legal por el Concejo. Este trato directo procede sólo cuando, de acuerdo al informe registral recabado, el propietario se encuentra debidamente inscrito y no exista proceso judicial en que se discuta la propiedad del inmueble.

En este caso si las partes se ponen de acuerdo en los términos de la indemnización y en la oportunidad de pago de la misma, entonces culmina el proceso de expropiación. En caso de incumplimiento de las partes con los compromisos pactados o de desacuerdo en el precio de indemnización y compensación, el problema se resuelve vía proceso judicial, con las especificaciones que se establecen en el Código Procesal Civil y en la presente ley.

2.4.3 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

De acuerdo con los objetivos en el desarrollo del estudio se identificarán y predecirán los impactos potenciales del estudio sobre el medio ambiente y del medio sobre el Proyecto, para lo cual se tendrá en cuenta los siguientes indicadores:

A. En el medio físico

- Remoción de material rocoso y suelo.
- Bermas y veredas demolidas y volumen de material de escombros.
- Áreas que serían destinadas a botaderos.
- Elevación de polvo atmosférico como sólidos en suspensión.
- Aumento de ruido en la fase de construcción principalmente.
- Emisión de sustancias tóxicas a la atmósfera: CO₂, CO.
- Congestión vehicular en algunos tramos en la fase de construcción.
- Destrucción y/o interrupción de canales de riego.
- Reubicación de redes eléctricas.
- Reubicación de redes telefónicas y otros.
- Número de botaderos para escombros.
- Traslado de material para construcción.

B. En el medio biológico

- Eliminación de la vegetación existente en las bermas centrales a demoler.
- Creación de nuevas áreas verdes en el tramo
- Generación de ruidos por uso de maquinarias (taladros, bulldozer, etc.) produciendo malestar en las personas vecinas.
- Afectación de las áreas existentes por generación de ruidos y gases tóxicos.
- Pérdida de árboles y áreas verdes existentes.
- Pérdida de lugares de nidificación de avifauna existente.

C. En el medio socioeconómico

- Congestión vehicular a otras zonas mientras dura la fase de construcción (malestar en estos grupos).
- Desvío del tránsito a áreas donde existen colegios, escuelas (peligro de vidas de escolares).
- Aparición de enfermedades respiratorias.
- Número de personas beneficiadas.
- Número de personas con mayor valor de viviendas.
- Conflictos por interrupción de servicios básicos.
- Estética del paisaje.
- Negocios y actividad comercial.
- Posible afectación de la propiedad privada.



MATRIZ DE DETERMINACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

PROYECTO				IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES		
ETAPAS	LUGAR	ACTIVIDADES	EFECTOS PRIMARIOS	MEDIO FISICO	MEDIO BIOLOGICO	MEDIO SOCIOECONOMICO
ETAPA DE DEMOLICIÓN	CONSTRUCCION EXISTENTE	• Demolición de construcción existente (casas, veredas, etc.) • Demolición de puente existente. • Demolición de vías existente.	• Tránsito de maquinaria pesada. • Generación de ruidos. • Generación de material particulado (PM10). • Emisión de gases.	• Remoción de material rocoso y suelo. • Viviendas, Bermas y veredas demolidas. • Elevación de polvo atmosférico como sólidos en suspensión.	• Eliminación de la vegetación existente en las bermas centrales a demoler.	• Aparición de enfermedades respiratorias. • Congestión vehicular en las zonas donde se realizarán las demoliciones.
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	VÍAS DE ACCESO	• Movilización y desmovilización de maquinaria y equipos. • Traslado de suministros (combustibles y materiales).	• Tránsito de vehículos de carga. • Generación de ruidos. E44 • Emisión de gases. • Descarga de combustibles y lubricantes.	• Aumento de ruido en la fase de construcción. • Congestión vehicular en algunos tramos en la fase de construcción.	• Pérdida de áreas verdes existentes.	• Congestión vehicular a otras zonas mientras dura la etapa de construcción. • Propiedad privada afectada.
		• Transporte y/o eliminación de material excedente de obra. • Transporte de agua para la obra.	• Tránsito de vehículos. • Emisión de gases. • Generación de ruidos. • Generación de material particulado.	• Emisión de sustancias tóxicas a la atmósfera: CO₂, CO.	• Pérdida de árboles y áreas verdes existentes.	• Desvío del tránsito a áreas donde existen colegios, centros laborales (peligro de pérdida de vidas).
		• Operación de maquinaria pesada. • Operación de maquinarias.	• Generación de material particulado (PM10). • Generación de ruidos.	• Reubicación de redes eléctricas. • Reubicación de redes telefónicas y otros.	• Generación de ruidos por uso de maquinarias.	• Conflictos por interrupción de servicios básicos. • Propiedad privada afectada.

Cuadro 2.5.4.1 Elaboración Propia

PROYECTO				IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES		
ETAPAS	LUGAR	ACTIVIDADES	EFFECTOS PRIMARIOS	MEDIO FISICO	MEDIO BIOLOGICO	MEDIO SOCIOECONOMICO
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	• Contratación de mano de obra.	• Empleo de trabajadores.			• Generación de empleo. • Incremento del nivel de ingresos económicos. • Desarrollo de expectativas laborales no acordes con las oportunidades de empleo. • Capacitación, entrenamiento y preparación de de obra.
		• Acondicionamiento del área. • Mantenimiento de maquinarias	• Generación de residuos sólidos y efluentes. • Almacenamiento de combustibles y lubricantes.	• Compactación de suelos. • Alteración de la calidad de suelos. • Incremento de niveles de ruido.	• Afectación temporal de áreas verdes.	• Molestias a la población por generación de ruidos, gases de combustión y material particulado (polvo).
		• Construcción del Proyecto.	• Generación de ruidos. • Generación de material particulado. • Tránsito de vehículos de carga.	• Reubicación de redes eléctricas. • Reubicación de redes telefónicas y otros. • Número de botaderos para escombros. • Traslado de material para construcción. • Congestión vehicular en algunos tramos en la fase de construcción. • Elevación de polvo atmosférico como sólidos en suspensión.	• Eliminación de la vegetación existente en las bermas centrales a demoler. • Generación de ruidos por uso de maquinarias. • Areas verdes destinadas para botaderos de escombros.	• Conflictos por interrupción de servicios básicos. • Propiedad privada afectada.

Cuadro 2.5.4.2 Elaboración Propia

PROYECTO				IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES		
ETAPAS	LUGAR	ACTIVIDADES	EFFECTOS PRIMARIOS	MEDIO FISICO	MEDIO BIOLOGICO	MEDIO SOCIOECONOMICO
ETAPA DE FUNCIONAMIENTO	FUNCIONAMIENTO	• Funcionamiento del Proyecto.	• Circulación de altos volúmenes de tránsito. • Regulación de velocidades de tránsito. • Mejora de tiempos de viaje • Disminución de accidentes.	• Reducción del ruido provocada por la congestión existente. • Descongestión vehicular.	• Generación de áreas verdes. • Realizar gestión ambiental con entidades gubernamentales.	• Número de personas beneficiadas. • Estética del paisaje. • Negocios y actividad comercial.

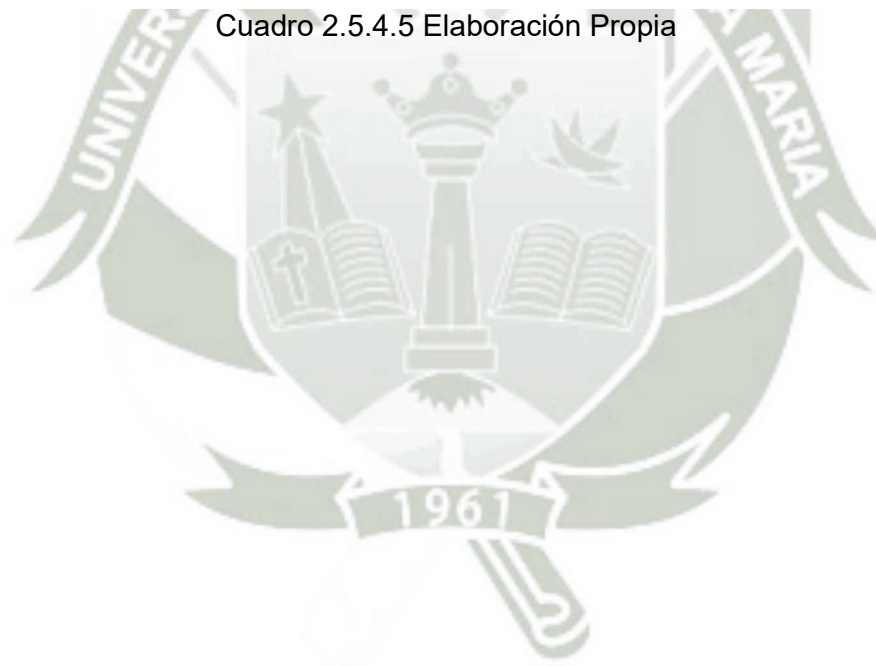
Cuadro 2.5.4.3 Elaboración Propia

MATRIZ DE LEOPOLD - AVENIDA SALAVERRY																					
Actividades Características			DEMOLICION			CONSTRUCCION									FUNCI ONAMI ENTO						
Medio	Categorías	Descripción	Demolicion de Construccion existente	Demolicion de puente existente	Demolicion de Vías Existente	Mov. Y desm. de maquinaria y equipos	Transporte y/o eliminacion de excedente de obra	Transporte de agua para la obra	Operación de maquinaria pesada	Operación de maquinaria	Contratacion de mano de obra	Acondicionamiento del area	Mantenimiento de maquinaria	Construccion del proyecto	Funcionamiento del proyecto	Nº de Impacto (+)	Nº de Impacto (-)	Total Impactos (+)	Total Impactos (-)	Promedio de Impactos (+)	Promedio de Impactos (-)
FISICO	SUELO	Remocion de material rocoso y suelo	-4/3	-4/3	-4/3		-4/5							-1/5		0	5	0	-17	0	-3.4
		Compactacion de suelos							-3/3			-3/4		-1/3		0	3	0	-7	0	-2.3
		Alteracion de la calidad de suelos	-5/6	-5/6	-5/6	-1/5	-4/5	-4/5	-1/1			-3/3	-1/3	-1/3		0	10	0	-30	0.0	-3.0
		Reubicacion de redes electricas, telefonicas y otros							-4/5					-4/5		0	2	0	-8	0.0	-4.0
		Areas destinadas a botaderos	-4/4	-4/4	-4/4		-8/8	-8/8				-2/4	-1/4	-4/4		0	8	0	-35	0	-4.4
	AIRE	Ruido	-6/8	-6/8	-6/8	-2/2	-2/2	-2/2	-6/6	-5/6		-3/6	-3/6	-8/8	+5/6	1	11	+5	-48	5	-4.4
		Particulas	-4/5	-4/5	-4/5	-2/2	-2/2	-2/2	-4/6	-3/6		-2/6	-1/6	-5/6		0	12	0	-33	0	-2.8
		Gases				-2/3	-3/3	-2/3	-3/3					-3/3	-2/3	0	6	0	-15	0	-2.5
	PAISAJE	Intervenido	-3/4	-3/4	-3/4									-3/4	+4/6	1	4	+4	-12	4	-3.0

MATRIZ DE LEOPOLD - AVENIDA SALAVERRY																					
Actividades		Características	DEMOLICION			CONSTRUCCION								FUNCI ONAMI ENTO	Nº de Impacto	Nº de Impacto	Total Impacto s (+)	Total Impacto s (+)	Promedi o de Impacto s (+)	Promedi o de	
BIOLOGICO	FLORA																				
		Vegetacion exist.	-3/5	-3/5	-3/5		-3/4	-3/4						-5/5		0	6	0	-20	0	-3.3
		Areas Verdes Exist.	-4/4	-4/4	-4/4		-3/4	-3/4					-3/4	-4/4		0	7	0	-25	0	-3.6
		Perdida de arboles	-4/6	-4/6	-4/6		-3/4	-3/4						-4/4		0	6	0	-22	0	-3.7
		Generacion de areas verdes												+6/7		1	0	6	0	6	0.0
SOCIO- ECONÓMICO		Aparicion de enfermedades respiratorias	-4/5	-4/5	-4/5	-1/1	-1/1	-1/1	-2/2	-2/5						0	8	0	-23	0.0	-2.9
		Congestion vehicular	-5/6	-5/6	-5/6	-4/5	-3/3	-3/3						-6/6	+9/9	1	7	9	-31	9.0	-4.4
		Propiedad privada afectada	-3/3	-3/3	-3/3				-5/5	-5/5				-5/5		0	6	0	-24	0.0	-4.0
		Desvio de transito	-3/3	-3/3	-3/3	-3/4	-4/5	-4/5	-2/3					-4/5		0	8	0	-26	0	-3.3
		Interrupcion de servicios basico	-3/5	-3/5	-3/5									-3/5		0	4	0	-12	0	-3.0
		Generacion de Empleo	+5/6	+5/6	+5/6	+2/6	+2/6	+2/6	+5/8	+5/8	+8/8	+3/7	+3/7	+8/8		12	0	+53	0	4.4	0.0
		Capacitacion, entrenamiento y preparacion de obra	+3/3	+3/3	+3/3				+3/4	+3/4	+5/5			+5/5		7	0	+22	0	3.1	0.0
		Calidad de Vida	-3/5	-3/5	-3/5	-1/4	-1/4	-1/4							+8/8	1	6	8	-12	8	-2.0
		Estetica del paisaje	-3/3	-3/3	-3/3										+6/6	1	3	+6	-9	6.0	-3.0
		Incremento del nivel de ingresos economicos	+4/3	+4/3	+4/3	+3/4	+1/4	+1/4	+3/4	+3/4	+8/8	+3/4	+3/4	+8/8	+8/8	13	0	53	0	4	0.0

MATRIZ DE LEOPOLD - AVENIDA SALAVERRY													
Actividades Características	DEMOLICION			CONSTRUCCION									FUNCI ONAMI ENTO
Nº de Impactos (+)	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	3	7
Nº de Impactos (-)	16	16	16	8	13	12	9	4	0	6	4	16	1
Total Impactos (+)	+12	+12	+12	+5	+3	+3	+11	11	+21	+6	+6	+21	+44
Total Impactos (-)	-60	-60	-60	-16	-41	-36	-30	-15	0	-16	-6	-57	-2
$\bar{X}$ de Impactos (+)	4.0	4.0	4.0	2.5	1.5	1.5	3.7	3.7	7.0	3.0	3.0	7.0	6.3
$\bar{X}$ de Impactos (-)	-3.8	-3.8	-3.8	-2.0	-3.2	-3.0	-3.3	-3.8	0.0	-2.7	-1.5	-3.6	-2.0

Cuadro 2.5.4.5 Elaboración Propia



2.4.4 PLAN DE MANEJO SOCIO AMBIENTAL

El objetivo básico del Estudio de Impacto Ambiental, es el control de los efectos negativos generados por las actividades de Construcción y Funcionamiento del Sistema.

Asimismo, cumplir con las exigencias técnico - ambientales del Ministerio de Transportes, la Constitución Política del Perú, el Código del Medio Ambiente y otros de importancia relacionados al medio ambiente con lo cual se pretende que la obra sea diseñada y construida con todas las recomendaciones técnicas ambientales y además que el funcionamiento sea sostenible a través del tiempo.

Según el análisis de los impactos ambientales, la descripción del Proyecto y del Medio Ambiente se plantea medidas de control las cuales se presentan como alternativas en su aplicación para que sean cumplidas, ya sea la empresa privada o el estado.

A. Medidas de Control y/o Mitigación

Seguidamente se dan medidas de control ambiental alternas si sucedieran estos impactos ambientales. La medida a ser analizadas corresponde a los niveles de ruido, calidad del aire, escenas paisajísticas, salud pública y desvió de tránsito.

B. Niveles de ruido

Seguidamente se plantean las medidas de control en caso de ruidos en la fase constructiva y de funcionamiento de la obra.

Fase de construcción:

- a) Si el ruido es perjudicial (mayores de 90 decibeles) para los trabajadores es preciso la insonorización de motocompresores y aplicación de equipos silenciadores a la maquinaria.

- b) A ambos lados de la avenida a rehabilitar existen viviendas y comercios; esto indica que los ruidos que se generen durante la remodelación de la obra afectarían a dicha población; sin embargo, el mayor movimiento se dará en las interconexiones, por lo que la intensidad de los ruidos no será mayor de 75 decibeles, debido a la distancia entre esta y las viviendas.
- c) Si el ruido es perjudicial (mayores de 90 decibeles) para los trabajadores y técnicos es preciso la insonorización de motocompresores y aplicación de equipos silenciadores, dispositivos amortiguadores a la maquinaria.
- d) Si se presentan ruidos en la fase constructiva (mayores de 90 decibeles), se tendrá las siguientes recomendaciones:
- Emplear tapones u orejeras (Trabajadores, Técnicos e ingenieros).
 - Aprovechar los obstáculos naturales que se opongan a la propagación del ruido hacia las zonas a proteger.
 - Mantener el nivel de ruido, asegurándose que los equipos mecánicos del sistema operen relativamente suaves.
- e) Durante la etapa de desvíos será necesario tener en consideración lo siguiente:
- Poner letreros provisionales en la Av. Salaverry, calles y avenidas con influencia directa.
 - La policía deberá verificar el tránsito vehicular en estas arterias para evitar la congestión.

Fase de Funcionamiento:

- a) Reducir las velocidades del tránsito. Colocar letreros en la progresiva de la vía que indiquen esta medida durante la vida útil del proyecto.
- b) Realizar la gestión ambiental con entidades gubernamentales tales como la Municipalidad Provincial de Arequipa, Ministerio de Transportes y comunicaciones, Ministerio del Interior, para proponer medidas globales

respecto al parque automotor de Arequipa para reglamentar respecto a los ruidos.

- c) La reducción del ruido en la fuente de motores, modificando técnicamente la máquina o introduciendo dispositivos silenciadores, instalar dispositivos de absorción o aislamiento a la empresa ejecutora donde la frecuencia de ruido sea alto.
- d) Como recomendación es posible aprovechar los obstáculos naturales que se opongan a la propagación del ruido hacia las zonas a proteger si así se requieran.

C. Calidad del aire

De acuerdo al Comité Multisectorial de Aire Limpio en Arequipa se tiene previsto implementar políticas de medidas de control en los cuales se especifica que dentro del Ordenamiento territorial de la ciudad de Arequipa se tiene previsto Mejorar la Infraestructura Vial y la Mejora de la Gestión de Tránsito con la obra de la Av. Salaverry del distrito del Cercado de Arequipa con la se espera cumplir estos objetivos:

Seguidamente se menciona las medidas de control que se debe tener en consideración para prevenir la contaminación de la calidad del aire durante la construcción y funcionamiento de la obra vial.

Fase de construcción:

- a) Donde se llevará a cabo la rehabilitación es un lugar ventilado donde se han podido apreciar que la velocidad del viento está por encima de 11 m/s esto indica que la contaminación por las maquinarias pesadas (camiones, tractores, retroexcavadoras, etc.) no tendrán efecto sobre el ámbito inmediato.

b) Si persisten los sólidos en suspensión por actividades de excavación, traslado de material suelto u otra actividad, será necesario regar con cisternas. Es necesario indicar que en la época de verano debido a las altas temperaturas la polvareda se incrementaría.

c) Durante el desvío se tendrá previsto lo siguiente:

- La policía deberá verificar el tránsito vehicular en estas arterias para evitar la congestión.

Fase de Funcionamiento:

a) Según información de monitoreo realizado por el CONAM respecto al:

- Dióxido de azufre (SO₂)
- Dióxido de Nitrógeno (NO₃)
- Plomo (Pb)

De los móviles que circulan por las avenidas del estudio indican que están por debajo de los límites permisibles es decir son menores a los considerados por el EPA. Con esta información se concluye que los automóviles, ómnibus, camiones, camionetas no se está congestionando, muy por el contrario, con la construcción de la obra vial se va disminuir la congestión lo cual evitara que exista menor contaminación atmosférica.

b) Otra situación externa a la obra que favorece la descontaminación es la presencia de vientos fuertes en promedio de 10 a 11 m/s. La zona de la obra está en un lugar ventilado.

c) Como medida preventiva será importante establecer y tener en consideración el cumplimiento del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire que fue promulgado con Decreto Supremo N.º 074 - 2001 – PCM.

d) Eliminar plomo de las gasolinas con el fin de utilizar catalizadores para la reducción de las emisiones de monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos

de nitrógeno. Para mantener el índice de octano en las gasolinas sin plomo se puede recurrir a la adición de compuestos oxigenados.

- e) Dentro de los procesos de capacitación escrito, radial y televisivo que debería llevarse a cabo a través de los municipios están las campañas de sensibilización sobre perjuicios de la contaminación y seguridad personal; la sensibilización a la opinión pública vía medios informativos, de los índices de accidentalidad y sus efectos; campañas de educación vial y deberes y derechos del usuario de transporte público.

D. Salud Pública

La salud pública debe ser la más adecuada para los trabajadores en la etapa constructiva y de funcionamiento. En esta última etapa los trabajadores que realizarán la limpieza de los servicios higiénicos, jardinería y demás componentes de la obra vial. Además es preciso indicar que la prevención de la salud de los trabajadores y técnicos protegerá a los miles de transeúntes que circularan por este intercambio vial.

A continuación, se proponen medidas de control durante la fase constructiva y de funcionamiento de la obra vial:

Fase de Construcción:

- a) Se impartirán charlas de capacitación sobre temas de seguridad, higiene y medio ambiente, primeros auxilios. Los cursos estarán dirigidos a trabajadores y profesionales.
- b) Instalación de servicios higiénicos portátiles, para las necesidades fisiológicas de los trabajadores.
- c) Inmunización periódica de los trabajadores. Esto debe de realizarse bajo la atención e inspección de un doctor. Se debe tener en cuenta las dosis

adecuadas de medicamentos contra las enfermedades típicas de la zona, mayormente enfermedades respiratorias.

- d) Se trasladarán a aquellos trabajadores que presentan problemas a la piel o alergias. Las emergencias deben de realizarse al hospital más cercano. Los accidentes pueden ser en el encofrado, con los fierros, durante el movimiento de tierra, en las bases de los puentes. Para lo cual debe haber siempre una movilidad disponible.
- e) Distribución de ropa de protección (guantes, máscaras, botas), tapones para los oídos, etc. Para el manejo de los desechos sólidos se hace necesario recubrirse con vestimenta adecuada. Es necesario el uso de botas recubrimientos del cuerpo y máscaras especiales para no inhalar emisiones de sólidos en suspensión.
- f) Facilidad para mantener una buena higiene, lugares para vestirse y lavado de los trabajadores. Después de cada jornada es necesario realizar el baño. Es necesario el mantenimiento de la infraestructura de las salas de higiene (duchas, urinarios, aguas, jabones desinfectantes).
- g) En casos de generación de partículas en suspensión o reinstalación de tubos de desagüe, se recomienda utilizar mascarillas protectoras, donde pueda generar asfixia de trabajadores.
- h) Rotación de trabajos y mejoramiento de la organización. Será necesario la distribución de responsabilidades de técnicos y trabajadores para obtener buenos rendimientos y preservar la salud de los trabajadores.

Fase de Funcionamiento:

- a) Los trabajadores involucrados deben observar estrictas medidas de higiene y cada vez que se presenten la presencia de tóxicos o microorganismos patógenos en los servicios higiénicos o sus alrededores.
- b) Es necesario mantener limpias las bermas y áreas circundantes. para evitar accidentes.

- c) Rotación de trabajos y mejoramiento de la organización. Será necesario la distribución de responsabilidades de técnicos y trabajadores para obtener buenos rendimientos y preservar la salud de los trabajadores, en las zonas de áreas verdes, limpieza y servicios higiénicos.
- d) Se recomienda utilizar mascarillas protectoras durante la limpieza de los servicios higiénicos. Su uso se hace necesario por los olores y polvo que pueda existir.
- e) Facilidad para mantener una buena higiene, lugares para vestirse y lavado de los trabajadores. Después de cada jornada es necesario realizar el baño. Es necesario el mantenimiento de la infraestructura de las salas de higiene (duchas, urinarios, aguas temperadas, jabones desinfectantes).
- f) Entrenamiento y capacitación a los trabajadores en temas de seguridad, higiene medio ambiente y operación y mantenimiento del riego tecnificado. Los cursos se deben estar relacionado a la sanidad, manejo, primeros auxilios, riego por goteo y aspersión.

COMPENDIO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL PERUANA, VOLUMEN, VIII
EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

CAPÍTULO 3.

DISEÑO Y ANÁLISIS DE LA SUPER ESTRUCTURA



3.1 FILOSOFÍA DE DISEÑO

3.1.1 LRFD DISEÑO POR FACTORES DE CARGA Y RESISTENCIA

Considera la variabilidad en las propiedades de los elementos estructurales de manera similar a la variabilidad de las cargas.

Se basa en el uso extensivo de métodos estadísticos, pero con resultados de una manera práctica.

Las cargas de trabajo o servicio se multiplican por ciertos factores de carga seguridad, estos se usan para el diseño de la estructura.

La estructura se proporciona para que tenga una resistencia última (resistencia nominal o teórica*Ø) de diseño suficiente para resistir las cargas factorizadas.

Este método es en esencia un diseño por estados límites, para cumplir con los objetivos de constructibilidad, serviciabilidad, así como la debida consideración en lo que se refiere a inspección, economía y estética.

En muchos casos las Resistencias de Componentes y Conexiones son determinados teniendo en cuenta el comportamiento inelástico, aunque los efectos de las fuerzas son calculados análisis elásticos.

Las componentes y conexiones deberán satisfacer la ecuación:

$n \sum Y_i Q_i \leq \phi R_n$	
n	Factor que relaciona a la ductilidad, redundancia e importancia operativa.
Y_i	Factor de carga
q_i	Efectos de fuerza
ϕ	Factor de resistencia
R_n	Resistencia nominal o teórica

La ecuación deberá cumplirse para todos los efectos de fuerza y combinaciones especificadas sin tener en cuenta el tipo de análisis usado.

3.1.2 EFECTO DE FUERZA ULTIMA FACTORIZADA

$Q_u = n \sum Y_i Q_i$	
n	Factor que relaciona a la ductilidad, redundancia e importancia operativa
Y_i	Factor de carga (obtenido estadísticamente que se aplica a los efectos de fuerza)
Q_i	Efectos de fuerza en la estructura

3.1.2.1. Factor que relaciona a la ductilidad, redundancia e importancia operativa

$$n = N_D N_R N_I$$

N_D Factor que se refiere a la ductilidad

N_R Factor que se refiere a la redundancia

N_I Factor que se refiere a la importancia operativa

Factor de Relación	Estado Límite	Estado Límite de	Estado Límite de Fatiga y	Estado Límite de
N_D	1.00	1.00	1.00	1.00
N_R	1.00	1.00	1.00	1.00
N_I	1.05	-	-	1.00
n	1.05	1.00	1.00	1.00

3.1.2.2 Estados Límite

Estado Límite de Resistencia

Resistencia I $U = 1.05[1.25(DC) + 1.50(DW) + 1.75(LL + IM)]$

Estado Límite de Servicio

Servicio I $U = 1.00[1.00(DC) + 1.00(DW) + 1.00(LL + IM)]$

3.1.3 FORMA Y PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SUPERESTRUCTURA

La elección de la sección transversal del puente depende en general de la longitud de luz, del peralte utilizado, proceso constructivo, personal técnico y medios auxiliares, equipos, etc.

Para el caso del Pre dimensionamiento nos interesa la longitud de la luz del tramo, el peralte del puente, los espesores de losa y del alma de la sección, las dimensiones de las barandas, etc.

Para la forma, se evaluó la sección transversal más conveniente, que sería:

- Puente viga: Av. Tacna y Arica y Calle Quiroz
- Puente losa: Av. Parra

3.1.4 PERALTE DE LA SECCIÓN

Las especificaciones AASHTO (Tabla 3.1.1) y la ACI-ASCE (Tabla 3.1.2), nos brindan criterios de altura de peralte con respecto a su longitud de tramo, para evitar deflexiones excesivas. Tal como se muestra:

Tabla 3. 1 - Peraltes mínimos para estructuras de peralte constante recomendados por la AASHTO

SUPERESTRUCTURA		PERALTE MÍNIMO (INCLUYE LOSA)		RANGO DE LUCES ECONÓMICAS (USUALES)
MATERIAL	TIPO	TRAMO SIMPLE	TRAMO CONTINUO	
CONCRETO REFORZADO	Losas	$1.2(S+3.05)/30$	$(S+3.05)/30 \geq 0.165$ m	Sólidas: 5.00-14.00 Celulares: 12.00-14.00
	Vigas T o Viga Losa	0.070L	0.065L	9.00-24.00 bw=35-55cm 12.00-18.00 S=1.5h 1.80-3.00m
	Vigas cajón	0.060L	0.055L	24.00-60.00 m 15.00-36.00 S=1.5h
	Vigas de puentes peatonales	0.035L	0.033L	
CONCRETO PREFORZADO	Losas	$0.030L \geq 0.165$ m	$0.027L \geq 0.165$ m	Sólidas hasta: 24.00 6.00-15.00 Celulares: hasta 46.00m
	Vigas cajón vaciadas "in situ"	0.045L	0.040L	30.00-180.00 S=2h ≥ 30.00 T.Simple
	Vigas I Prevaciadas	0.040L	0.040L	Vigas AASHTO: 9.00-36.00m (hasta 40.00)
	Vigas de puentes peatonales	0.033L	0.030L	
	Vigas cajón adyacentes	0.030L	0.025L	Parabólico: 22.00-31.00 Recta: 18.00-26.00
ACERO	Peralte total de Viga I compuesta	0.040L	0.032L	(20.00-60.00) 25.00-46.00 (50.00) T. simple (30.00-90.00) 40.00-80.00 T. Continuo
	Peralte de Viga I	0.033L	0.027L	

Fuente: Puentes LRFD 2012 - Ing. Arturo Rodríguez)

Tabla 3. 2 Peraltes mínimos para estructuras de peralte constante recomendados por la ACI-ASCE

SUPERESTRUCTURA		PERALTE MÍNIMO (INCLUYE LOSA)	
MATERIAL	TIPO	TRAMO SIMPLE	TRAMO CONTINUO
CONCRETO REFORZADO	Losas	$1.1(L+3)/30$ ó $L/15$	$(L+3)/30 \geq 165\text{mm}$ $L/24 @ L/40$
	Vigas T o Viga Losa	$1.1(L+2.75)/18$ ó $L/13$	$(L+2.75)/18$ ó $L/15$
	Vigas cajón	$1.1(L+3)/20$ ó $L/14$	$(L+3)/20$ ó $L/18$
CONCRETO PRESFORZADO	Losas	$20L \geq 165 \text{ mm}$	$L/24 @ L/40$ $\geq 165 \text{ mm}$
	Vigas T (CIP)	$L/22$	$L/25 @ L/33$

NOTA: L es la longitud de tramo en metros (m)

(Fuente: Puentes LRFD 2012 - Ing. Arturo Rodríguez)

3.1.5 LOSAS Y PAREDES - DIMENSIONES

Las especificaciones AASHTO y ACI, nos indican que para puentes tipo Viga Losa y Viga tipo cajón vaciado in situ, debe cumplir las siguientes condiciones:

3.1.5.1 LOSA TABLERO SUPERIOR E INFERIOR:

- El espesor de la losa tablero superior no debe ser menor que 175 mm, además hay que considerar una superficie de sacrificio de espesor 15 mm, con lo cual tendríamos un espesor total de 190 mm como mínimo.
- El espesor de la losa tablero superior no debe ser menor que $1/20$ la luz libre entre almas. Otros códigos y reglamentos indican que debe tener $1/18$ de la luz libre entre almas.

3.1.5.2 PAREDES O ALMAS:

- El espesor de las almas se encuentra determinado por los requerimientos de corte y torsión, recubrimiento de concreto y colocación de concreto, y debe ser como mínimo de un espesor de 200mm.

- Para alturas de 2400 mm aproximadamente a más debe incrementarse este espesor por la dificultad de colocación del concreto.

3.1.6 ANCHO DEL PUENTE

- Los puentes están concebidos para tener 2 vías de tráfico de dos carriles cada una, ante ello se realiza el dimensionamiento. Conociendo el camión de diseño **HL-93**, según AASHTO, se tiene la dimensión para un solo carril de **3.60m**.

PUENTES AASHTO-LRFD 2007 MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén, Cap Iii

Pag. 1-12.

3.2 DISEÑO DE PUENTE VIGA-LOSA

Se realiza el análisis y diseño del puente viga en la Av. Tacna y Arica y Calle Quiroz, considerados puente 1 y 2 respectivamente.

3.2.1 PROPIEDADES

3.2.1.1 Características del Puente

<i>L</i>	<i>Luz del Puente</i>	9.36	metros
<i>h</i>	<i>Peralte de la Estructura</i>	0.65	metros
<i>S</i>	<i>Espaciamiento entre almas</i>	0.85	metros
<i>Lc</i>	<i>Luz libre entre almas</i>	0.60	metros
<i>t_s</i>	<i>Espesor de la Losa Superior</i>	0.20	metros
<i>b_w</i>	<i>Espesor del Alma</i>	0.25	metros
<i>Wc</i>	<i>Ancho de Calzada</i>	15.07	metros
<i>W_v</i>	<i>Ancho de volado</i>	0.28	metros
<i>W</i>	<i>Ancho de Borde a Borde</i>	17.07	metros
<i>Nc</i>	<i>Nº de Celdas</i>	19.00	-
<i>e_{asfalto}</i>	<i>Espesor de superficie de Rodadura</i>	0.07	metros

3.2.1.2 Cargas de Diseño

Cargas Permanentes

- DC** *Carga muerta de Componentes estructurales y no estructurales*
DW *Carga muerta de la superficie de rodadura*

Cargas Variables

- LL** *Carga viva vehicular*
IM *Carga de Impacto*

3.2.1.3 Características de los Materiales

ASFALTO

$\gamma_{asfalto}$	P.E. Asfalto	2,200.00	kgf/m^3

ACERO

f_y	Resistencia a la fluencia	4,200.00	kgf/cm^2
E_s	Módulo de Elasticidad	2,000,000.00	kgf/cm^2

CONCRETO

$\gamma_{concreto}$	P.E. Concreto	2,400.00	kgf/m^3
f'_c	Resistencia a la Compresión	280.00	kgf/cm^2

3.2.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

3.2.2.1 Peralte de la sección

Criterio AASHTO	$h = 0.060L$	h	0.56	metros
Criterio ACI-ACSE	$h = \frac{1.1(L+3)}{20}$	h	0.68	metros
	$h = \frac{L}{14}$	h	0.67	metros
ASUMIMOS		h	0.65	metros

3.2.2.2 Espaciamiento entre Almas

$S = 1.5 \times h$	S	0.98	metros
Luz libre	L_c	0.60	metros

3.2.2.3 Espesor de la losa Superior

$t_s = \left(\frac{L_c + 3000}{30} \right) \geq 175 \text{ mm}$	t_s	122.50	mm
	ASUMIMOS	0.200	metros

3.2.2.4 Peralte de las Vigas

h' 0.45 metros

3.2.2.5 Espesor de las Vigas

b_w 0.25 metros

3.2.3 ANÁLISIS LONGITUDINAL DE LA SUPERESTRUCTURA

3.2.3.1 Momento Flector por Cargas: Considerando franja de 1m de ancho

3.2.3.1.1 Cargas Permanentes

DC

Carga Muerta de Componentes Estructurales

Losa	480.00	Kg/m				
Barrera	542.02	Kg/m				
Momento (-)	190.88	190.88	34.68	34.68	31.53	Kg-m
Momento (+)		31.53		21.68		kg-m

DW

Superficie de Rodadura

W_{DW}	154	<i>Kg/m</i>				
Momento (-)	0.26	0.26	11.13	11.13	10.12	<i>Kg-m</i>
Momento (+)		10.12		6.95		<i>kg-m</i>

3.2.3.1.2 Cargas Variables

Momento Exterior Negativo

Ancho Efectivo de Franja

$$E = 1.14 + 0.833X$$

X Distancia desde la aplicación de la carga al punto de apoyo

X	0.13	m
E	1.24	m

$$M(-) = m * \frac{P}{E} * X$$

m Factor de Presencia múltiple
 P Carga por eje

m	1.20
P	7.40 t
$M(-)$	0.89 $t-m$
$M(-)$	892.19 $Kg-m$

Momento Interior Positivo

Ancho Efectivo de Franja

$$E = 0.66 + 0.55 * S$$

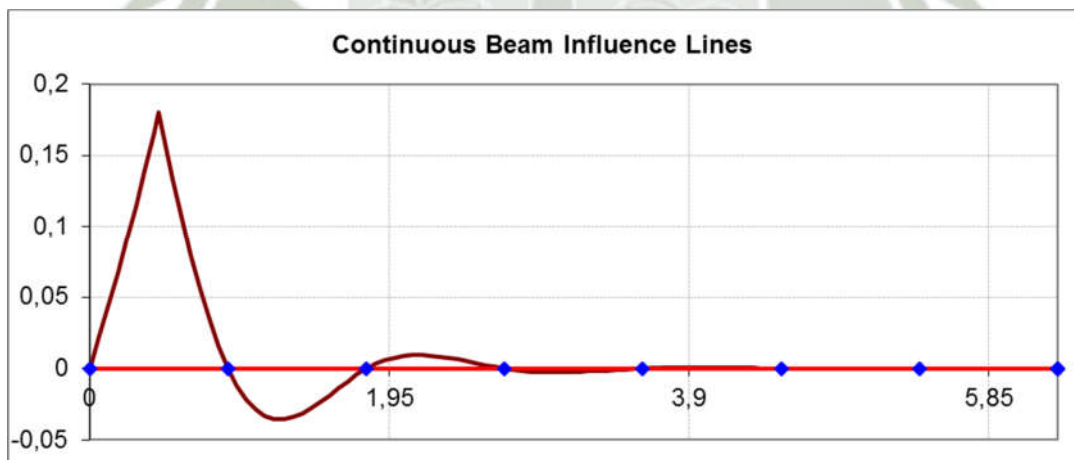
S Espaciamiento de componentes de apoyo

S	0.98	m
E	1.20	m

$$M(+) = m * \frac{P}{E} * \sum(LI)$$

m Factor de Presencia múltiple
 P Carga por eje

m	1.20
P	7.40 t
$\sum(LI)$	0.14
$M(+)$	1.07 $t-m$
$M(+)$	1,071.42 $Kg-m$



Momento Interior Negativo

Ancho Efectivo de Franja

$$E = 1.22 + 0.25 * S$$

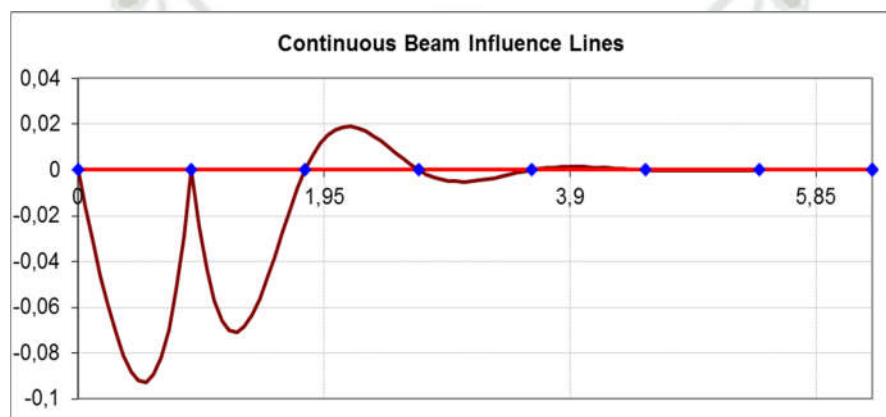
S Espaciamiento de
componentes de apoyo

S	0.98	m
E	1.46	m

$$M(-) = m * \frac{P}{E} * \sum (LI)$$

m Factor de Presencia múltiple
 P Carga por eje

m	1.20	
P	7.40	t
$\sum (LI)$	0.16	
$M(-)$	0.99	t-m
$M(-)$	991.86	Kg-m



Resumen

Momento	Exterior	Interior central	Interior apoyo	
	-	+	-	
M_{DC}	241.15	41.48	45.63	kg-m
M_{DW}	1.20	13.31	14.64	kg-m
M_{LL}	892.19	1,071.42	991.86	kg-m
M_{IM}	294.42	353.57	327.31	kg-m

3.2.3.2 Factor de Carga y Combinación aplicado a los efectos de fuerza

3.2.3.1 Estado Límite de Resistencia

$$U = 1.05[1.25(DC) + 1.5(DW) + 1.75(LL + IM)]$$

3.2.3.1.1 Momento Último Extremo (Mu)

Exteriores	-	2,498.81	kg-m
Interior Central	+	2,693.81	kg-m
Interior Apoyos	-	2,506.93	kg-m

3.2.4 DISEÑO DE LOSA SUPERIOR

3.2.4.1 Armadura Principal Perpendicular al Tráfico

Detalles de Diseño			
recubrimiento	<i>r</i>	5	cm
Peralte efectivo	<i>d</i>	15	cm
Franja de diseño	<i>b</i>	100	cm

Fórmula	Acero Negativo Extremo	Acero Positivo Interior	Acero Negativo Interior	
$K_u = \frac{M_u}{\phi * b * d^2}$	12.340	13.303	12.380	
ϕ 0.9				
$m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c}$	17.647	17.647	17.647	
$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * K_u}{f_y}} \right]$	0.003	0.003	0.003	
$A_s = \rho * b * d$	4.528	4.892	4.543	cm ²
ϕ	1/2"	1/2"	1/2"	Unidades
Separación	27.98	25.90	27.89	cm
	25	25	25	cm

Acero máximo

$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$	0.799	0.863	0.802	cm
$c = \frac{a}{\beta}$	0.940	1.016	0.943	cm
β 0.85				
$c/d \leq 0.42$	0.063	0.068	0.063	
	Ok	Ok	Ok	

Acero mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de $1.2M_{cr}$ y $1.33M_u$

$1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$	2,690.70	2,690.70	2,690.70	kg-m
$f_r = 2.01\sqrt{f'_c}$	33.63	33.63	33.63	kg/cm ²
$S = \frac{bh^2}{6}$	6,666.67	6,666.67	6,666.67	cm ³
$1.33M_u$	3,323.42	3,582.77	3,334.22	kg-m

Acero con el menor valor:

$A_{s\ min}$	4.89	4.89	4.89	cm ²

La cantidad de refuerzo será adecuada para desarrollar una resistencia nominal a flexión M_r superior o igual aal menor valor calculado anteriormente

$M_r = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)$	2,796.51	2,790.36	2,796.26	kg-m
	Ok	Ok	Ok	

3.2.4.2 Armadura de Distribución Paralelo al Tráfico

En la parte inferior de las losas se dispondrá armadura en la dirección secundaria; esta armadura se deberá calcular como un porcentaje de la armadura principal para momento positivo.

Cuando el refuerzo principal es perpendicular al tráfico.

$\% \text{ Acero de Distribución} = \frac{3480}{\sqrt{S}} \leq 67\%$	
$\% A_{sd}$	111.45%

Utilizar $\% A_{sd}$	67%

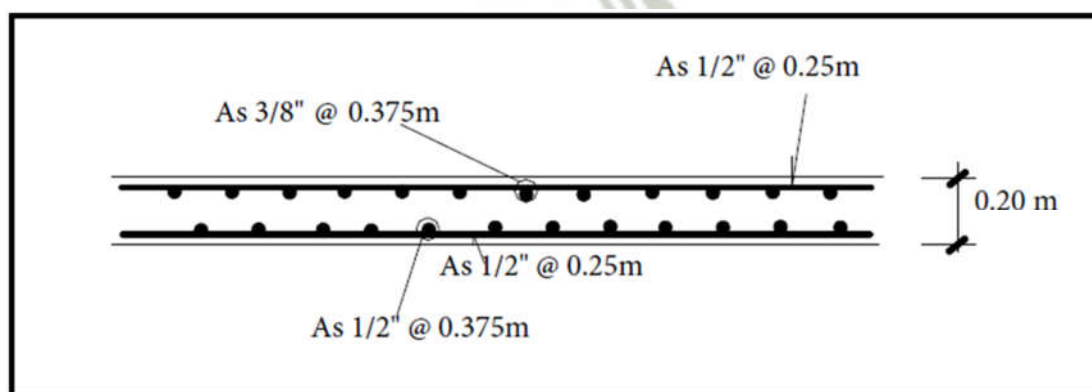
	Acero Positivo Extremo	Unidades
A_{sd}	3.28	cm^2
$\emptyset$	1/2"	Unidades
Separación	38.65	cm
	37.5	cm

3.2.4.3 Armadura de Contracción y Temperatura

$A_s = 0.756 * \frac{A_g}{f_y}$		
A_g	Area gruesa de la sección	
f_y	Resistencia a la fluencia (Mpa)	
A_s	3.6	cm^2
$A_s \text{ por capa}$	1.8	cm^2
$\emptyset$	3/8"	Unidades
Separación	39.59	cm
	37.5	cm

Nota: El acero de temperatura se colocará, por no contar con ningún tipo de acero, en la parte superior de la losa, en el sentido del tráfico.

Figura 3. 1 – Detalle de Losa de Puente VIGA-LOSA



(Fuente: Elaboración Propia)

3.2.5 VERIFICACIÓN DE FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA

3.2.5.1 Acero Negativo

3.2.5.1.1 Esfuerzo máximo del acero

$$f_{sa} = \frac{Z}{(d_c A)^{1/3}} \leq 0.6 f_y$$

d_c	5.64	cm
b	Espaciamiento del acero	
b	25.00	cm
n_v	número de varillas	
n_v	1	

$$A = \frac{(2d_c) b}{n_v}$$

A	281.75	cm ²

Z	23,000.00	N/mm
	23,460.00	kg/cm

f_{sa}	$\leq$	$0.6 f_y$	
2,010.98	$\leq$	2,520.00	kg/cm ²

f_{sa}	2,010.98	kg/cm ²

3.2.5.1.2 Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio

$$f_s = \frac{M_s c}{I} n$$

Estado de límite de Servicio I

n 1.00

$$U = 1.00[1.00(DC) + 1.00(DW) + 1.00(LL + IM)]$$

M_s	1,379.44	kg-m
	1.38	t-m

M_s	0.34	$t-m$

E_s	2000000	MPa
	2040000	kg/cm²
E_o	$15000\sqrt{f'_c}$	
	250,998.01	kg/cm²
n	$n = \frac{E_s}{E_o}$	
	8.00	

Area de acero transformada:

A_{st}	Relación modular x área de acero	
A_{st}	10.13	cm²

Momentos respecto del eje neutro para determinar "y":

$12.5y\left(\frac{y}{2}\right) = 10.13(14.36 - y)$		
y	4.08	cm
c	10.28	cm

Inercia respecto del eje neutro de sección transformada:

$I = A_{st}c^2 + \frac{by^3}{3}$		
I	1,636.94	cm⁴

Calculo de f_s :

f_s	1,732.59	kg/cm²
f_s	<	f_{sa}
1,732.59	<	2,010.98
Ok		

3.2.5.2 Acero Positivo

3.2.5.2.1 Esfuerzo máximo del acero

$$f_{sa} = \frac{Z}{(d_c A)^{1/3}} \leq 0.6 f_y$$

d_c	5.64	cm
b	Espaciamiento del acero	
b	25.00	cm
n_v	número de varillas	
n_v	1	

$$A = \frac{(2d_c)b}{n_v}$$

A	281.75	cm ²
Z	23,000.00	N/mm
	23,460.00	kg/cm

f_{sa}	$\leq$	$0.6 f_y$	
2,010.98	$\leq$	2,520.00	kg/cm ²

f_{sa}	2,010.98	kg/cm ²

3.2.5.2.2 Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio

$$f_s = \frac{M_s c}{I} n$$

Estado de límite de Servicio I n 1.00

$$U = 1.00[1.00(DC) + 1.00(DW) + 1.00(LL + IM)]$$

M_s	1,479.77	kg-m
	1.48	t-m

M_s	0.37	$t-m$
E_s	2000000	MPa
	2040000	kg/cm²
E_o	$15000\sqrt{f'_c}$	
	250,998.01	kg/cm²
n	$n = \frac{E_s}{E_o}$	
	8.00	

Area de acero transformada:

A_{st}	Relación modular x área de acero	
A_{st}	10.13	cm²

Momentos respecto del eje neutro para determinar "y":

$$15y\left(\frac{y}{2}\right) = 10.13(14.36 - y)$$

y	3.96	cm
c	10.4	cm

Inercia respecto del eje neutro de sección transformada:

$I = A_{st}c^2 + \frac{by^3}{3}$		
I	1,613.60	cm⁴

Calculo de f_s :

f_s	1,907.49	kg/cm²

f_s	<	f_{sa}
1,907.49	<	2,010.98
Ok		

3.2.6 ANÁLISIS TRANSVERSAL DE LA SUPERESTRUCTURA

3.2.6.1 Definición de Ancho Efectivos de Alas

Viga Interior

Se escogera el menor de:

$\frac{L}{4}$	2.34	metros
$12 \times t_s + b_w$	2.70	metros
S	0.98	metros
b_{mf}	0.98	metros

Viga Exterior

Se escogera el menor de:

$\frac{L}{8}$	1.17	metros
$6 \times t_s + \frac{b_w}{2}$	1.35	metros
$S/2$	0.49	metros
b_{mf}	0.49	metros

El ancho efectivo para la viga es:

W_e	0.94	metros

3.2.6.2 Factores de Distribución para Momentos y Cortes de Carga

Viva Vehicular (LL)

Viga Interior

Momentos

$g = \left(\frac{13}{N_c}\right)^{0.3} \cdot \left(\frac{S}{430}\right) \cdot \left(\frac{1}{L}\right)^{0.25}$		$g_{m-interior}$	0.21
N_c	Número de celdas		
S	Separación entre vigas		
L	Luz del puente		

Cortantes

$g = \left(\frac{S}{2200} \right)^{0.9} \cdot \left(\frac{d}{L} \right)^{0.1}$		$g_{c-interior}$	0.37
S	Separación entre vigas		
d	Peralte efectivo de viga		
L	Luz del puente		

Viga Exterior

Momentos

$g = \frac{W_e}{4300}$		$g_{m-exterior}$	0.22
W_e	Mitad del espaciamento de alma mas volado		

Cortantes

$g = e \cdot g_{c-interior}$		e	0.67
$e = 0.64 + \frac{d_e}{3800}$		$g_{c-exterior}$	0.25
e	Factor de corrección		
d_e	Distancia entre el centro de viga exterior y el borde interior		

3.2.6.3 Momento Flector por Cargas

3.2.6.3.1 Cargas Permanentes

Viga interior

DC Carga Muerta de Componentes Estructurales

W_{DC}	0.79	t/m
M_{DC}	8.67	$t-m$
V_{DC}	3.71	t

DW

Superficie de Rodadura

W_{DW}	0.15	t/m
M_{DW}	1.64	$t-m$
V_{DW}	0.70	t

Viga Exterior

DC Carga Muerta de Componentes Estructurales

W_{DC}	1.32	t/m
M_{DC}	14.41	$t-m$
V_{DC}	6.16	t

DW Superficie de Rodadura

W_{DW}	0.09	t/m
M_{DW}	1.03	$t-m$
V_{DW}	0.44	t

3.2.6.3.2 Cargas Variables

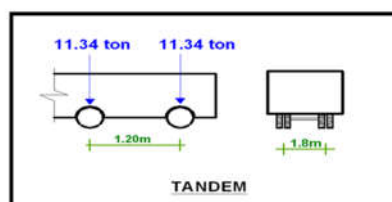
LL Cargas Vivas de Vehículos

LL_{CAMION} Camión de Diseño HL-93



$M_{LL-CAMION}$	39.99	$t-m$
$V_{LL-CAMION}$	23.09	t

LL_{TANDEM} Tandem de Diseño



$M_{LL-CAMION}$	46.27	$t-m$
$V_{LL-CAMION}$	21.23	t

Se consideran los máximos:

Momento Flector Máximo	46.27	$t-m$
Esfuerzo Cortante Máximo	23.09	t

$LS_{DISTRIBUIDA}$

Sobrecarga Uniformemente Distribuida

Sobrecarga	0.970	t/m

$M_{LS-DISTRIBUIDA}$	10.62	$t-m$
$V_{LS-DISTRIBUIDA}$	4.54	t

M_{LL}	56.89	$t-m$
V_{LL}	27.63	t

3.2.6.3.3 Efectos Dinámicos

IM

Efectos de Amplificación dinámica y de
impacto

33%

M_{IM}	15.27	$t-m$
V_{IM}	7.62	t

3.2.6.3.4 Método del Factor de Distribución para Momentos y Cortes

Viga Interior
Momentos

M_{LL}	11.70	$t-m$
M_{IM}	3.14	$t-m$
M_{LL+IM}	14.84	$t-m$

Cortantes

V_{LL}	10.09	t
V_{IM}	2.78	t
V_{LL+IM}	12.88	t

Viga Exterior
Momentos

M_{LL}	12.40	$t-m$
M_{IM}	3.33	$t-m$
M_{LL+IM}	15.73	$t-m$

Cortantes

V_{LL}	6.79	t
V_{IM}	1.87	t
V_{LL+IM}	8.66	t

3.2.6.4 Factor de Carga y Combinación aplicado a los efectos de fuerza

Estado Límite de Resistencia I

$$U = 1.05[1.25(DC) + 1.5(DW) + 1.75(LL + IM)]$$

Momento y Esfuerzo Cortante Ultimo - Viga Interior

Momento	<i>t-m</i>
M_U	41.25

Cortante	<i>t</i>
V_U	29.63

Momento y Esfuerzo Cortante Ultimo - Viga Exterior

Momento	<i>t-m</i>
M_U	31.18

Cortante	<i>t</i>
V_U	24.70

Resumen

Elemento	$M_U (t-m)$	$V_U (t)$
Viga Interior	41.25	29.63
Viga Exterior	31.18	24.70

3.2.7 DISEÑO DE ALMA O VIGA

3.2.7.1 Resistencia a la Flexión

Propiedades			
<i>recubrimiento</i>	<i>r</i>	5	cm
<i>Peralte efectivo</i>	<i>d</i>	55.00	cm

Fórmula	Refuerzo Viga Exterior	Refuerzo Viga Interior	
$K_u = \frac{M_u}{\phi * b * d^2}$	12.22	15.54	
ϕ 0.9			
$m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c}$	17.647	17.647	
$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * K_u}{f_y}} \right]$	0.003	0.004	
$A_s = \rho * b * d$	15.402	20.535	cm ²

ϕ	3/4"	3/4"	
# Varillas	5.40	7.20	Unidades
	6	8	Unidades
Separación por capa	15.00	15.00	cm
	15	15	cm

Acero máximo

$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$	2.899	3.717
$c = \frac{a}{\beta}$	3.411	4.373
β 0.85		
$c/d \leq 0.42$	0.062	0.080
	Ok	Ok

Acero mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de $1.2M_{cr}$ y $1.33M_u$

$1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$	22,702.77	23,610.88	kg-m
$f_r = 2.01\sqrt{f'_c}$	33.63	33.63	kg/cm ²
$S = \frac{bh^2}{6}$	56,250.00	58,500.00	cm ³
$1.33M_u$	54,862.40	41,465.54	kg-m

Acero con el menor valor:

A_{smin}	10.92	11.36	cm ²

La cantidad de refuerzo será adecuada para desarrollar una resistencia nominal a flexión M_r superior o igual al menor valor calculado anteriormente

$M_r = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$	72,118.10	74,430.30	kg-m
	Ok	Ok	

3.2.7.2 Armadura de contracción y temperatura en caras laterales

$A_s = 0.756 * \frac{A_g}{f_y}$	
A_g	Area gruesa de la sección
f_y	Resistencia a la fluencia (Mpa)

A_s	2.43	cm^2
A_s por capa	1.215	cm^2

$\emptyset$	1/2"	
# Varillas	2.00	Unidades
# Varillas por capa	1	Unidades
Separación	62.56	cm
	62.5	cm

3.2.7.3 Resistencia Cortante

Sección crítica por corte cerca al apoyo

La sección crítica por corte se localiza con el mayor valor de $0.5d_v \cot \theta$ o d_v , desde la cara interna del apoyo

Determinación del peralte efectivo por corte

θ	45

$d_v = d_e - \frac{a}{2}$			
d_v	Peralte de corte efectivo		
d_v	53.55	53.14	cm
$0.5d_v \cot \theta$	26.78	26.57	cm

El mayor valor:

53.55	53.14	cm
Ok	Ok	

siguientes condiciones:

$0.90d_e$	49.50	49.50	cm
$0.72h$	28.80	28.80	cm

La sección crítica por corte se ubica desde el eje del apoyo en:	0.66	0.66	cm

Diseño por Estado Límite de Resistencia I

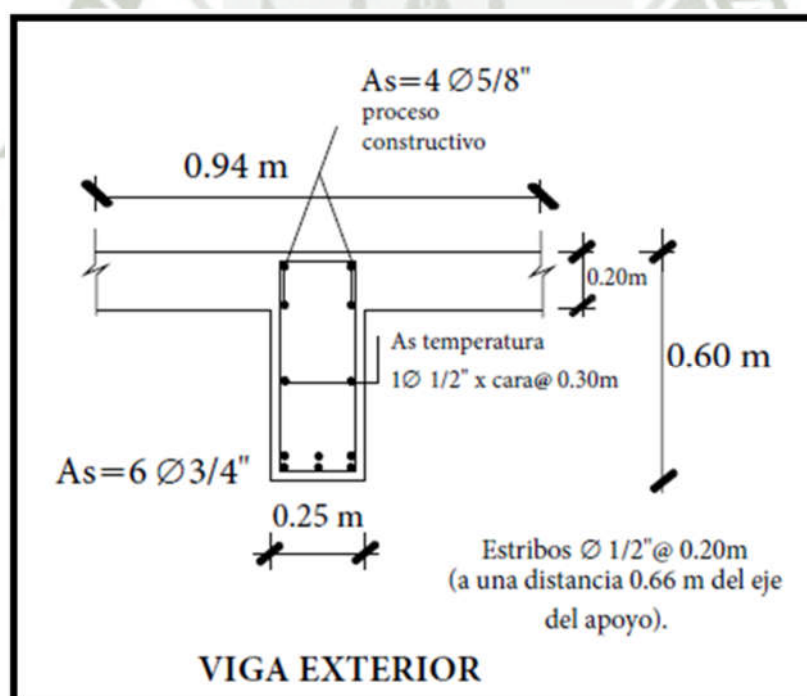
$\phi * V_n \geq V_u$		Refuerzo Viga Exterior	Refuerzo Viga Interior	Unidades
ϕ	0.9			
$V_n = V_c + V_s$		26.39	32.56	t
$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$		12.19	12.19	t
$V_s = A_v * f_y * d$	$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$	14.20	20.36	t

ϕ	1/2"	1/2"	Unidades
$S(\phi) = \frac{A_v(\phi) * f_y * d}{V_s}$		20.67	cm
		20	cm

Acero Transversal mínimo

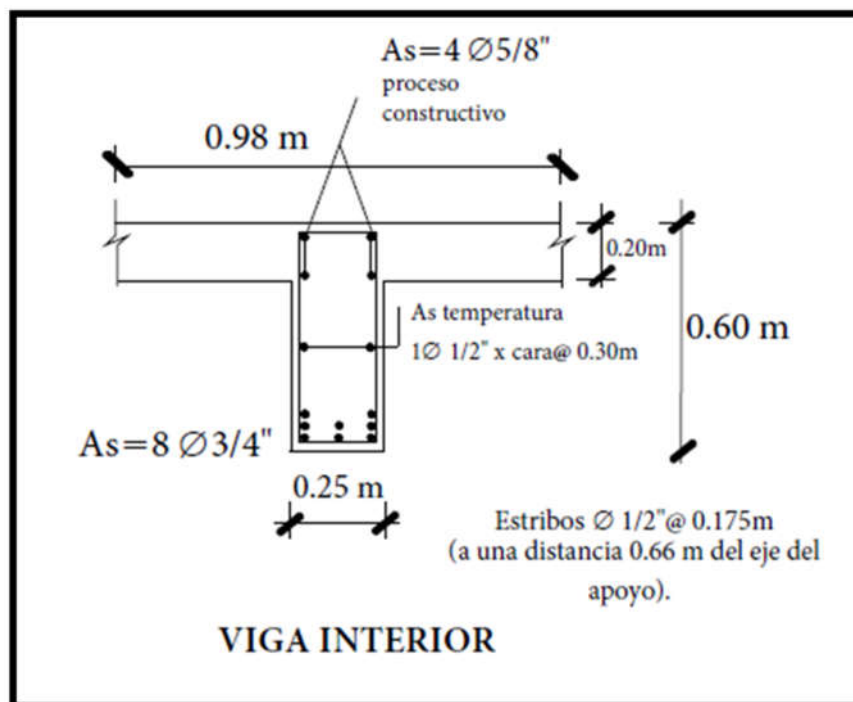
$A_v = 0.27 \sqrt{f'_c} \frac{b_v S}{f_y}$	0.65	0.56	cm ²
	Ok	Ok	

Figura 3. 2 – Detalle de Viga Exterior de Puente VIGA-LOSA



(Fuente: Elaboración Propia)

Figura 3. 3 – Detalle de Viga Interior de Puente VIGA-LOSA



(Fuente: Elaboración Propia)

3.2.8 VERIFICACIÓN DE FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA

3.2.8.1 Viga Interior

$$f_{sa} = \frac{Z}{(d_r A)^{1/3}} \leq 0.6 f_y$$

d_c	10.63	cm
b_w	25.00	cm
n_v	número de varillas	
n_v	6	

$$A = \frac{(2d_c) b}{n_v}$$

A	88.58	cm²

Condición de exposición moderada

Z	23,000.00	N/mm
	23,460.00	kg/cm

Luego:

f_{sa}	$\leq$	$0.6f_y$	
2,393.50	$\leq$	2,520.00	kg/cm²

f_{sa}	2,393.50	kg/cm²

Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio

$$f_s = \frac{M_s c}{I} n$$

Estado de límite de Servicio I

n

1.00

$$U = 1.00[1.00(DC) + 1.00(DW) + 1.00(LL + IM)]$$

M_s	231.73	t-m

E_s	200000	MPa
	2040000	kg/cm²
E_c	$15000\sqrt{f'_c}$	
	250,998.01	kg/cm²
n	$n = \frac{E_s}{E_o}$	
	8.00	

Area de acero transformada:

A_{st}	Relación modular x área de acero	
A_{st}	136.81	cm²

Momentos respecto del eje neutro para determinar "y":

$$90y\left(\frac{y}{2}\right) = 136,81(48,4 - y)$$

y	34	cm
c	14.4	cm

Inercia respecto del eje neutro de sección transformada:

$$I = A_{st}c^2 + \frac{by^3}{3}$$

I	1,305,749.13	cm⁴

Calculo de f_s:

f_s	2,044.44	kg/cm²
f_s	<	f_{sa}
2,044.44	<	2,393.50
Ok		

3.2.8.2 Viga Exterior

$$f_{sa} = \frac{Z}{(d_c A)^{1/3}} \leq 0.6f_y$$

d_c	10.63	cm
b_w	25.00	cm
n_v	número de varillas	
n_v	16	

$$A = \frac{(2d_c)b}{n_v}$$

A	33.22	cm²

Condición de exposición moderada

Z	23,000.00	N/mm
	23,460.00	kg/cm

f_{sa}	$\leq$	$0.6f_y$	
3,319.12	$\leq$	2,520.00	kg/cm²

f_{sa}	2,520.00	kg/cm²

Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio

$$f_s = \frac{M_s c}{I} n$$

Estado de límite de Servicio I

n 1.00

$$U = 1.00[1.00(DC) + 1.00(DW) + 1.00(LL + IM)]$$

M_s	217.99	t-m
E_s	200000	MPa
	2040000	kg/cm²
E_c	$15000\sqrt{f'_c}$	
	250,998.01	kg/cm²
n	$n = \frac{E_s}{E_o}$	
	8.00	

Area de acero transformada:

A_{st}	Relación modular x área de acero	
A_{st}	364.83	cm²

Momentos respecto del eje neutro para determinar "y":

$$90y\left(\frac{y}{2}\right) = 364,83(48,4 - y)$$

y	33.2	cm
c	15.2	cm

Inercia respecto del eje neutro de sección transformada:

$$I = A_{st}c^2 + \frac{by^3}{3}$$

I	1,227,864.18	cm⁴

Calculo de f_s :

f_s	2,158.84	kg/cm²

f_s	<	f_{sa}
2,158.84	<	2,520.00
Ok		

3.3 DISEÑO DE PUENTE LOSA

Se realiza el análisis y diseño del puente Losa en la Av. Parra, considerados puente 3.

3.3.1 PROPIEDADES

Características del Puente

L	Luz del Puente	5.46	metros
t	Peralte de la Estructura	0.35	metros
W	Ancho de Borde a Borde	18.30	metros
e_{asfalto}	Espesor de superficie de Rodadura	0.07	metros

Cargas de Diseño

Cargas Permanentes	
DC	<i>Carga muerta de Componentes estructurales y no estructurales</i>
DW	<i>Carga muerta de la superficie de rodadura</i>
Cargas Variables	
LL	<i>Carga viva vehicular</i>
IM	<i>Carga de Impacto</i>

Características de los Materiales

ASFALTO			
$\gamma_{asfalto}$	<i>P.E. Asfalto</i>	2,200.00	kgf/m^3

ACERO			
f_y	<i>Resistencia a la fluencia</i>	4,200.00	kgf/cm^2
E_s	<i>Módulo de Elasticidad</i>	2,000,000.00	kgf/cm^2

CONCRETO			
$\gamma_{concreto}$	<i>P.E. Concreto</i>	2,400.00	kgf/m^3
f'_c	<i>Resistencia a la Compresión</i>	280.00	kg/cm^2

3.3.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

Peralte de la sección

Criterio AASHTO	$h = \frac{1.2(S + 3000)}{30}$	h	0.34	<i>metros</i>
ASUMIMOS		h	0.35	<i>metros</i>

3.3.3 ANALISIS LONGITUDINAL DE LA SUPERESTRUCTURA

3.3.3.1 Momento Flector por Cargas

Cargas Permanentes

DC Carga Muerta de Componentes Estructurales

$W_{\text{LOSA DC}}$	840.00	Kg/m	
$W_{\text{BARRERA DC}}$	401.34	Kg/m	
Momento DC	Borde	Interior	$Kg-m$
	4,625.78	3,130.22	

DW Superficie de Rodadura

W_{DW}	154	Kg/m	
Momento DC	Borde	Interior	$Kg-m$
	308.42	573.87	

Cargas Variables

LL Cargas Vivas de Vehículos

FRANJA DE BORDE

Para una línea de ruedas de tándem (crítico) y una porción tributaria de la carga de vía de 3.00m de ancho, de la Tabla APÉNDICE II-B con la consideración de carga dinámica (33%) en estado límite de Resistencia I:

MOMENTO	$LL+IM$	8806.86	$Kg-m$

FRANJA DE BORDE

Según el Art. 4.6.2.1.4b, el ancho efectivo E_{borde} en bordes longitudinales se toma como la sumatoria de la distancia entre el borde del tablero y la cara interna de la barrera, mas 0.30m, mas la mitad del ancho de faja E ya

E	1495	mm
E/2	1590	mm

$E_{\text{borde}} \leq E/2$
OK

FRANJA INTERIOR

De la Tabla APÉNDICE II-B, para vehículo HL-93, y con la consideración de carga dinámica (33%) en estado límite de Resistencia I:

MOMENTO	LL+IM	8679.2453	Kg-m

FRANJA INTERIOR

El ancho de faja E para carga viva es aplicable (Art. 4.6.2.1.2). El momento se distribuye en un ancho de faja para carga viva E:

$$E = 2100 + 0.12\sqrt{LW} \leq \frac{W}{N}$$

E	3180	mm
W/N	9000	mm

$E \leq W/N$
OK

Resumen

Momento	<i>Exterior</i>	<i>Interior</i>	
	-	+	
M_{DC}	4,625.78	3,130.22	kg-m
M_{DW}	308.42	573.87	kg-m
M_{LL+IM}	8,806.86	8,679.25	kg-m

3.3.3.2 Factor de Carga y Combinación aplicado a los efectos d32|e fuerza

Estado Límite de Resistencia

$$U = 1.05[1.25(DC) + 1.5(DW) + 1.75(LL + IM)]$$

Momento Ultimo Extremo (M_U)

Exteriores	-	22,739.70	kg-m
Interior Central	+	20,960.37	kg-m

3.3.4 DISEÑO DE LOSA

3.3.4.1 Armadura Principal Paralelo al Tráfico

Detalles de Diseño			
recubrimiento	<i>r</i>	5	cm
Peralte efectivo	<i>d</i>	30	cm
Franja de diseño	<i>b</i>	100	cm

Fórmula	Acero Negativo Extremo	Acero Positivo Interior	
$K_u = \frac{M_u}{\phi * b * d^2}$	28.074	25.877	
$\phi = 0.9$			
$m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c}$	17.647	17.647	
$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * K_u}{f_y}} \right]$	0.007	0.007	
$A_s = \rho * b * d$	21.400	19.615	cm ²
ϕ	5/8"	5/8"	Unidades
Separación	9.25	10.09	cm
	10	10	cm

Acero máximo

$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$	3.776	3.462	cm
$c = \frac{a}{\beta}$	4.443	4.072	cm
$\beta = 0.85$			
$c/d \leq 0.42$	0.148	0.136	
	Ok	Ok	

Acero mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de 1.2M_{cr} y 1.33 M_u.

$1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$	8,240.26	8,240.26	kg-m
$f_r = 2.01\sqrt{f'_c}$	33.63	33.63	kg/cm ²
$S = \frac{bh^2}{6}$	20,416.67	20,416.67	cm ³
$1.33M_u$	30,243.81	27,877.30	kg-m

Acero con el menor valor:

$A_{s\ min}$	7.43	7.43	cm ²

La cantidad de refuerzo será adecuada para desarrollar una resistencia nominal de flexión M_r superior o igual al menor valor calculado anteriormente.

$M_r = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)$	21,032.84	21,150.63	kg-m
	Ok	Ok	

3.3.4.2 Armadura Principal Paralelo al Tráfico

En la parte inferior de las losas se dispondrá armadura en la dirección secundaria; esta armadura se deberá calcular como un porcentaje de la armadura principal para momento positivo.

Cuando el refuerzo principal es perpendicular al tráfico.

$\% \text{ Acero de Distribución} = \frac{1750}{\sqrt{S}} \leq 67\%$	
$\% A_{sd}$	13.04%

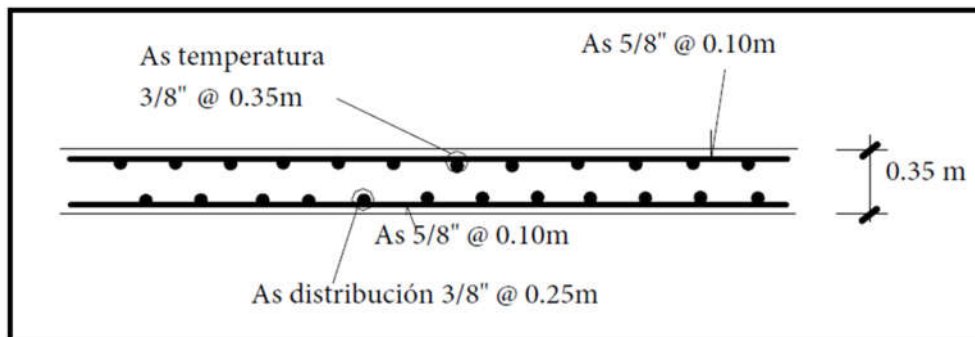
Utilizar $\% A_{sd}$	13%

A_s	6.3	cm ²
$A_{s\ por\ capa}$	3.15	cm ²

$\emptyset$	3/8"	Unidades
Separación	22.62	cm
	35	cm

Nota: El acero de temperatura se colocará por no contar con ningún tipo de acero, en la parte superior de la losa, en ambos sentidos.

Figura 3. 4 – Detalle de Losa de Puente Tipo Losa



(Fuente: Elaboración Propia)

3.3.5 VERIFICACIÓN DE FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA

3.3.5.1 Acero Negativo

3.3.5.1.1 Esfuerzo máximo del acero

$$f_{sa} = \frac{Z}{(d_c A)^{1/3}} \leq 0.6 f_y$$

d_c	5.64	cm
b	Espaciamiento del acero	
b	10.00	cm
n_v	número de varillas	
n_v	1	

$$A = \frac{(2d_c) b}{n_v}$$

A	112.7	cm ²

Z	23,000.00	N/mm
	23,460.00	kg/cm

f_{sa}	$\leq$	$0.6 f_y$	
2,729.33	$\leq$	2,520.00	kg/cm ²

f_{sa}	2,520.00	kg/cm ²

3.3.3.5.2 Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio

$$f_s = \frac{M_s c}{I} n$$

Estado de límite de Servicio I

n 1.00

$$U = 1.00[1.00(DC) + 1.00(DW) + 1.00(LL + IM)]$$

M_s	12,383.34	$kg\cdot m$
	12.38	$t\cdot m$

M_s	1.24	$t\cdot m$

E_s	2000000	MPa
	2040000	kg/cm^2
E_o	$15000\sqrt{f'_c}$	
	250,998.01	kg/cm^2
n	$n = \frac{E_s}{E_o}$	
	8.00	

Área de acero transformada:		
A_{st}	Relación modular x área de acero	
A_{st}	10.13	cm^2

Momentos respecto del eje neutro para determinar “y”.

$10y\left(\frac{y}{2}\right) = 28,5(26,23 - y)$		
y	10.52	cm
c	19.48	cm

Inercia respecto del eje neutro de sección transformada:

$I = A_{st}c^2 + \frac{by^3}{3}$		
I	7,726.45	cm^4

Calculo de f_s :

f_s	2,497.68	kg/cm^2
f_s	<	f_{sa}
2,497.68	<	2,520.00
Ok		



3.4 BARRERA DE CONCRETO

El propósito de una barrera de concreto:

En el caso de una colisión vehicular es redirigir el vehículo de una manera controlada, la barrera debe ser adecuada para resistir el impacto inicial de la colisión y seguir siendo eficaz en la reorientación del vehículo, debiendo por ello cumplir requisitos de resistencia y geometría.

Secciones de barreras junto a cuantías de acero que pueden controlar colisiones se han desarrollado a lo largo de los años y se ha demostrado su eficacia por pruebas de choque.

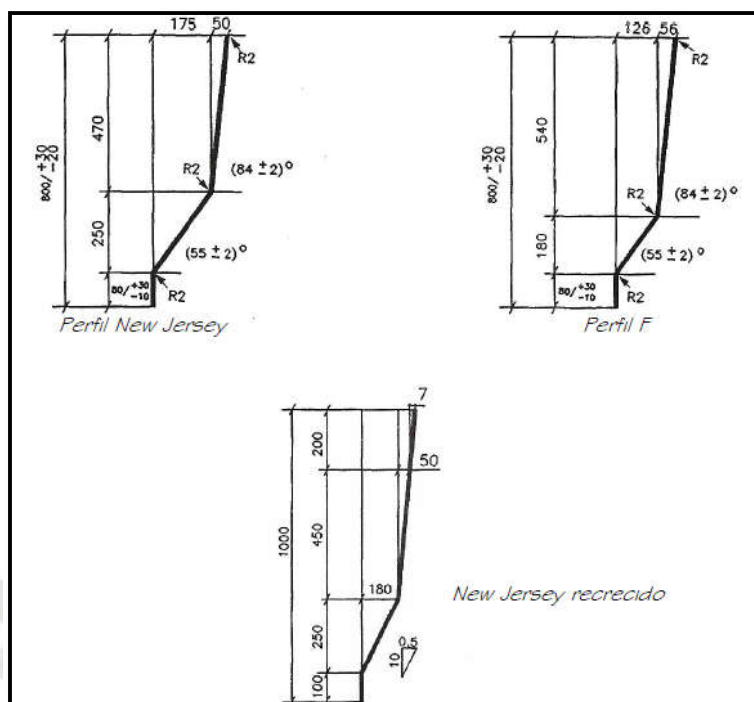
Cabe destacar que un sistema de barreras y su conexión a la cubierta sólo se autoriza después de demostrar que es satisfactorio a través de pruebas de choque en barreras a escala natural para el nivel de prueba deseado; Así mismo es importante detallar el acero que se extiende de la barrera a la losa y analizar la resistencia del voladizo para la transferencia de la carga de choque.

En función del tipo de vehículos que son capaces de contener, las barreras se pueden clasificar en normales y especiales, siendo estas últimas son barreras cuyo comportamiento frente al impacto ha sido mejorado, con el fin de garantizar su eficacia ante el impacto de vehículos pesados.

3.4.1 Barrera Tipo New Jersey

La Norma Técnica Peruana 339.222:2008 - Sistema Viales de Contención de Vehículos, adopta tres perfiles basados en la barrera New Jersey, el tradicional, el perfil F y el perfil mejorado.

Figura 3. 5 – Tipos de Barrera Jersey



(Fuente: Puentes LRFD 2012 - Ing. Arturo Rodríguez)

Como se aprecia en la figura, están compuestos por tres tramos, cada uno de los cuales tiene una función específica en su comportamiento.

Es recomendable el empleo del Perfil "F" para tráfico elevado de vehículos ligeros.

Comportamiento de la barrera New Jersey

Al momento del choque, la rueda frontal del vehículo se pone en contacto con la parte vertical, de 7.5 cm de altura, que tiende a frenar y enderezar un vehículo.

La rueda asciende por la cara inclinada 55° , y una o ambas ruedas y el costado del vehículo son levantados hasta 26 cm por encima de la calzada; Esta elevación absorbe la energía del impacto y, equilibra el momento de vuelco mediante la compresión de la suspensión del vehículo. Con pequeños ángulos de impacto, esto sucede sin que la carrocería golpee la barrera.

Si la velocidad del vehículo y el ángulo de impacto son suficientemente altos, la rueda continúa ascendiendo por encima del talud de 55° y se pone en contacto con la parte superior casi vertical de la barrera. Esto completa el frenado y el encauzamiento del vehículo, redirigiéndolo al carril contiguo a la barrera, paralelamente a ésta.

De acuerdo con el esquema de interacción vehículo-barrera, una barrera con perfil New Jersey que sea adecuada en términos estructurales absorberá la energía producida durante el impacto y posteriormente encauzará el vehículo. Sin embargo, para que esto se realice de manera satisfactoria, los parámetros de la trayectoria del vehículo y la disipación de energía deben estar dentro de los límites permisibles para sus ocupantes.

Mecanismo de absorción de la energía cinética

Las fuerzas involucradas en el impacto contra una barrera producen una cantidad de energía cinética relativamente grande, y para que el encauzamiento del vehículo sea eficiente, se requiere disipar esa energía producida haciendo que este absorba la menor cantidad posible, lo que depende del peso, el ángulo de incidencia y la velocidad del vehículo.

Suponiendo que durante la colisión no se aplicaran los frenos, en un encausamiento satisfactorio la disipación de la energía paralela a la barrera se efectúa a través de la fuerza de fricción que se desarrolla por el contacto del vehículo con la barrera y de las llantas con el pavimento.

En la mayoría de los diseños de barreras, la carrocería del vehículo que choca estará en contacto con la barrera hasta el momento en que éste sea encauzado. Sin embargo, para la barrera de concreto y en ángulos de incidencia pequeños, el único contacto del vehículo durante la colisión puede ser el de la llanta delantera del lado correspondiente. Así, la fuerza de fricción entre el vehículo y la barrera se origina en la llanta a medida que ésta sube y cambia de dirección debido a la menor pendiente del tramo de transición.

El componente de la energía total perpendicular a la barrera debe ser absorbido en la retención del vehículo. Esto se lleva a cabo a través de la deformación elástica y plástica de la barrera no falla, una cantidad mínima de energía es absorbida por esta; y otra muy pequeña, por el suelo. Por lo tanto, en estas condiciones, el vehículo debe absorber o disipar casi toda esta energía.

Selección del Nivel de Prueba

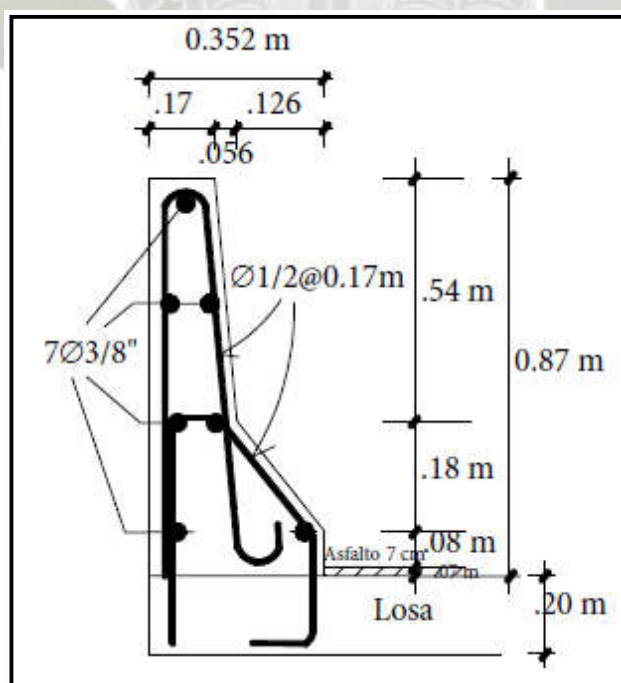
TL-4 - Nivel de Ensayo Cuatro:

Aceptable para la mayoría de las aplicaciones en carreteras de alta velocidad, autovías, autopistas y carreteras interestatales en las cuales el tráfico incluye camiones y vehículos pesados.

PUNTES AASHTO-LRFD 2007 MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén, Cap Iii Pag. 25-30.

3.4.2 ANÁLISIS Y DISEÑO DE BARRERA DE CONCRETO

Figura 3. 6 – Detalle de Barrera Jersey



(Fuente: Elaboración propia)

ACERO			
f_y	Resistencia a la fluencia	4,200.00	kgf/cm ²
E_s	Módulo de Elasticidad	2,000,000.00	kgf/cm ²

CONCRETO			
$\gamma_{concreto}$	P.E. Concreto	2,400.00	kgf/m3
f'_c	Resistencia a la Compresión	280.00	kg/cm ²

3.4.2.1 Resistencia en flexión alrededor de un eje vertical a la barrera

(Mw):

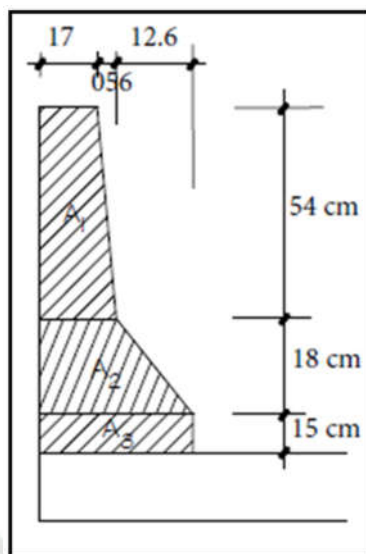
La resistencia a los momentos positivo y negativo que actúan alrededor de un eje vertical se determina tomando como base el mecanismos de falla en este tipo de barreras.

Se determina así el refuerzo horizontal en la cara vertical de la barrera (en este caso 4Ø3/8")

Factor de resistencia para estado límite de evento extremo, AASHTO LRFD

Se divide la barrera en tres secciones:

Figura 3. 7 – Análisis de Barrera Jersey



(Fuente: Elaboración propia)

Sección A ₁		
$z = \text{recubrimiento} + \emptyset + \frac{\emptyset}{2}$		
z	6.75	cm
d₁	8.50	cm
d₂	13.05	cm
d₃	15.85	cm
d_{Promedio}	12.47	cm
A_s	1.78	cm²
a	0.58	cm
$M_u = \emptyset A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$		
∅	1.00	
M_{w1}	91,114.67	kg-cm
M_{w1}	0.91	t-m

Sección A ₂		
$z = \text{recubrimiento} + \emptyset + \frac{\emptyset}{2}$		
z	6.75	cm
d₃	15.85	cm
d₄	28.45	cm
d_{Promedio}	22.15	cm
A_s	0.71	cm²
a	0.70	cm
$M_u = \emptyset A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$		
∅	1.00	
M_{w2}	65,255.09	kg-cm
M_{w2}	0.65	t-m

Sección A ₃		
$z = \text{recubrimiento} + \emptyset + \frac{\emptyset}{2}$		
z	6.75	cm
d₄	28.45	cm
A_s	0.36	cm²
a	0.42	cm
$M_u = \emptyset A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$		
∅	1.00	
M_{w3}	42,263.75	kg-cm
M_{w3}	0.42	t-m

M_w	1.99	t-m

3.4.2.2 Resistencia en flexión alrededor de un eje paralelo al eje longitudinal del puente (Mc):

Se calcula de acuerdo a las líneas de rotura con el momento de flexión negativo. Este produce esfuerzos de tensión en la cara inclinada de la barrera, determinando el refuerzo de la barrera para esa cara.

En este caso se utiliza 1Ø1/2" @ 0.17m

Considerando fajas de 1m de ancho:

A_s	7.45	cm^2/m

Se divide en tres secciones:

Sección A ₁		
$z = \text{recubrimiento} + \frac{\emptyset}{2}$		
z	5.64	cm
d₁	14.17	cm
a	1.31	cm
$M_u = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$		
Ø	1.00	
M_{c1}	422,739.58	kg-cm
M_{c1}	4.23	t-m

Sección A ₂		
$z = \text{recubrimiento} + \frac{\emptyset}{2}$		
z	5.64	cm
d	23.27	cm
a	1.31	cm
$M_u = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$		
Ø	1.00	
M_{c2}	707,538.99	kg-cm
M_{c2}	7.08	t-m

Sección A ₃		
$z = \text{recubrimiento} + \frac{\emptyset}{2}$		
z	5.64	cm
d	29.57	cm
a	1.31	cm
$M_u = \emptyset A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$		
Ø	1.00	
M_{c3}	904,707.81	kg-cm
M_{c3}	9.05	t-m

3.4.2.3 Longitud crítica de la línea de rotura (L_c) según el patrón de falla:

$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2}\right)^2 + \frac{8H(M_b + M_w)}{M_c}}$	
L_t	Longitud de distribución longitudinal de la fuerza de impacto F , (1.07m, para el nivel TL-4).
H	Altura de barrera.
M_b	Momento de resistencia flexional adicional en la parte superior del muro.
M_w	Momento de resistencia flexional del muro respecto de su eje vertical.
M_c	Momento de resistencia flexional de los muros en voladizo respecto de un eje paralelo al eje longitudinal del puente.
L_c	Longitud crítica de la línea de rotura en el patrón de falla.

L_c	2.12	m

3.4.2.4 Resistencia nominal a la carga transversal R_w :

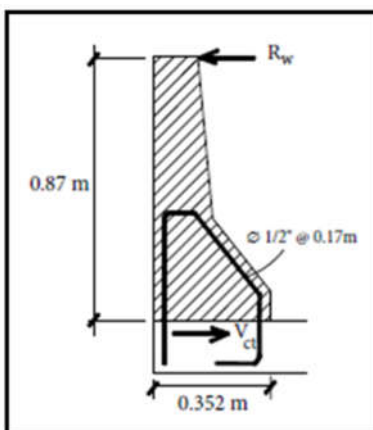
$R_w = \left(\frac{2}{2L_c - L_t}\right) \left(8M_b + 8M_w + \frac{M_c L_c^2}{H}\right)$			
Siendo:			
F_t	240,000.00	N	Nivel TL-4
F_t	24.49	t	
R_w	28.44	t	

$R_w > F_t$		
28.44 t	>	24.49 t
Ok		

3.4.2.5 Transferencia de Cortante entre la barrera y la losa:

$V_{ct} = \frac{R_w}{L_c + 2H}$		
V_{ct}	7.38	t/m

Figura 3. 8 Transferencia de Cortante entre Barrera Jersey y losa



(Fuente: Elaboración propia)

Cortante resistente:

Considerando dos concretos colocados en diferentes momentos.

$V_n = cA_{cv} + \mu(A_{vf}f_y + P_c) \leq 0.2f'_cA_{cv} \text{ ó } 5.5A_{cv}$			
c	<i>Factor de cohesión</i>	0.52	MPa
		5.30	kgf/cm ²
A_{sv}	<i>Area de corte en contacto</i>	3,520.00	cm ²
A_{vf}	<i>Area del dowel en el plano de corte</i>	7.45	cm ² /m
μ	0.6λ	0.60	-
λ		1.00	-
f'_c	<i>Resistencia a la compresión del concreto</i>	280.00	kgf/cm ²
f_y	<i>Resistencia a la fluencia del acero</i>	4,200.00	kgf/cm ²
P_c	<i>Fuerza de compresión permanente perpendicular al plano de corte</i>	562.90	kgf/m
A_{st}	<i>Area de la sección transversal de la barrera</i>	0.23	m ²

V_n	37,785.80	<i>kg</i>
	37.79	<i>t</i>
$0.2f'_c A_{cv}$	197,120.00	<i>kg</i>
	197.12	<i>t</i>
$5.5A_{cv}$	197,413.92	<i>kg</i>
	197.41	<i>t</i>

37.79 t	≤	197.12 t ó 197.41 t
Ok		

37.79 t	>	7.38 t
Ok		

3.4.2.6 Chequeo de Dowell:

La armadura por corte debe satisfacer en interfase entre hormigón de losas y vigas, por unidad de longitud de viga.

$A_{vf} \geq \frac{0.35b_v}{f_y}$				
b_v	Ancho de interfase	352.00	mm	
f_y	Resistencia a la fluencia del acero	4,200.00	kgf/cm ²	
		411.76	MPa	
A_{vf}		>	Condición	
7.45	cm ² /m		299.20	mm ² /m
			2.99	cm ² /m
Ok				

3.4.2.7 Longitud de desarrollo para anclaje (ldh):

Longitud básica de desarrollo para anclaje para una barra terminada en gancho:

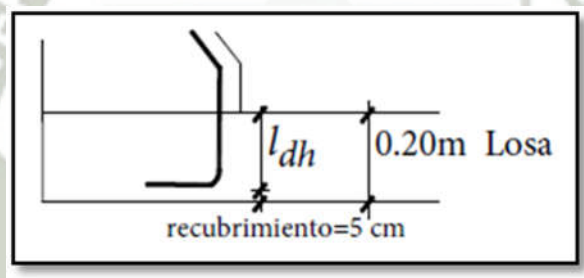
$l_{hb} = \frac{100d_b}{\sqrt{f'_c}}$			
d_b	diámetro de la barra	12.70	mm
f'_c	resistencia a la compresión del concreto	280.00	kgf/cm ²
		27.45	MPa

l_{hb}	242.40	mm
	24.24	cm

Considerando que el recubrimiento lateral perpendicular al plano del gancho es mayor o igual que 64mm. la longitud básica de anclaje se afectará por el factor 0.7.

Longitud de anclaje	l_{dh}	$0.7 l_{hb}$	16.97	cm

Figura 3. 9 Longitud de desarrollo para anclaje de Barrera Jersey y losa



(Fuente: Elaboración propia)

La longitud de desarrollo de anclaje l_{dh} no debe ser menor que $8d_b$ ó 15 cm.

16.97 cm	>	10.16 cm ó 15 cm
Ok		

Se dispone considerar para la longitud de desarrollo para anclaje sólo 15 cm, lo cual no es satisfactorio. Sin embargo, considerando que cuando hay más armadura que la requerida la longitud básica de desarrollo disminuye según la relación:

$\left(\frac{A_s \text{ requerida}}{A_s \text{ disponible}} \right) * l_{dh}$		
$A_s \text{ disponible}$	7.45	cm^2
$l_{dh \text{ requerida}}$	16.97	cm
$l_{dh \text{ disponible}}$	15.00	cm
$A_s \text{ requerida}$	6.59	cm^2

3.4.2.8 Resistencia en flexión alrededor de un eje paralelo al eje longitudinal del puente (M_c):

$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$	
a	1.16

$M_u = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$		
M_{c1}	375,776.38	$kg\text{-}cm$
	3.76	$t\text{-}m$
M_{c2}	627,514.22	$kg\text{-}cm$
	6.28	$t\text{-}m$
M_{c3}	801,794.26	$kg\text{-}cm$
	8.02	$t\text{-}m$

Momento Promedio:		
M_c	5.01	$t\text{-}m$

Longitud crítica de la línea de rotura (L_c) según el patrón de fa.

$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2} \right)^2 + \frac{8H(M_b + M_w)}{M_c}}$		
L_c	2.28	m

Resistencia nominal a la carga transversal R_w

$$R_v = \left(\frac{2}{2L_c - L_t} \right) \left(8M_b + 8M_w + \frac{M_c L_c^2}{H} \right)$$

R_w	26.27	t

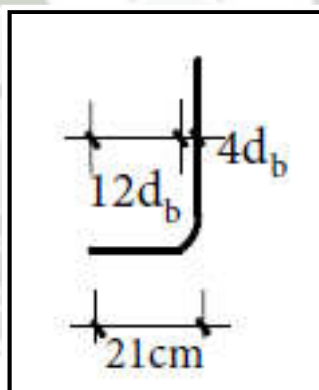
26.27 t	>	24.49 t
Ok		

Conclusión:

La longitud de desarrollo de 15 cm es adecuada, para la estructura.

Considerar las barras terminadas en gancho

Figura 3. 10 Longitud de anclaje de Barrera Jersey



(Fuente: Elaboración propia)

CAPÍTULO 4

DISEÑO Y ANÁLISIS DE LA SUB-ESTRUCTURA

4.1.DISEÑO Y ANÁLISIS DE ESTRIBOS

Para aplicar el diseño estructural de los Estribos tenemos que comprender que estas estructuras serán construidas como apoyos extremos a los puentes y que además de soportar la carga de la superestructura, servirán de contención de los terraplenes de acceso y por consiguiente estarán sometidos al empuje de tierra.

Para la presente tesis se considerará un estribo en voladizo, ya que estos son generalmente de concreto armado debido a que los esfuerzos a los que estará sometido no podrían ser resistidos por un estribo de gravedad por ser este de concreto simple.

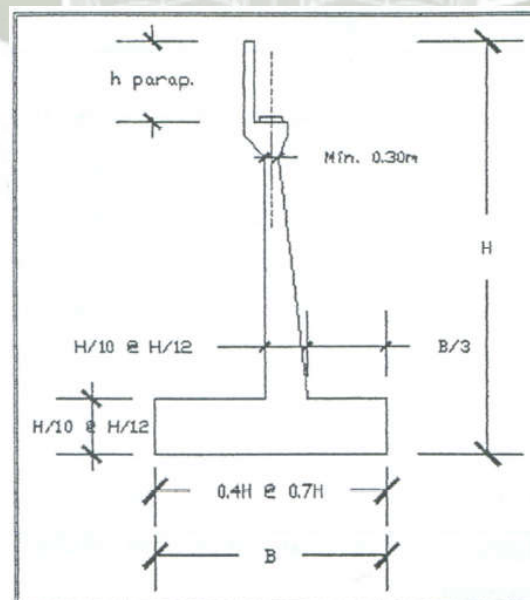
4.1.1. PRE-DIMENSIONAMIENTO DEL ESTRIBO

Estribos en Voladizo (Concreto Armado)

Este tipo de estribos se utiliza para cubrir alturas entre 4 y 10 metros, adecuados en la presencia de terreno de baja capacidad portante y cuando los agregados son escasos o el transporte de los mismos no es económico.

Se realizará un pre-dimensionamiento preliminar según los estudios de Clayton y Milititsky ("Earth Pressure and Earth-Retaining Structures" – 1986), como se muestra en la figura.

Figura 4. 1 Estribo en Voladizo



(Fuente: Puentes LRFD 2012 - Ing. Arturo Rodríguez)

Para la presente tesis se realizará el dimensionamiento y diseño de estribos para dos puentes con luces distintas.

Luz de 9.36m de longitud:

Cantidad: 2 puentes

Ubicaciones: Calle San Juan de Dios con la Av. Salaverry (1)

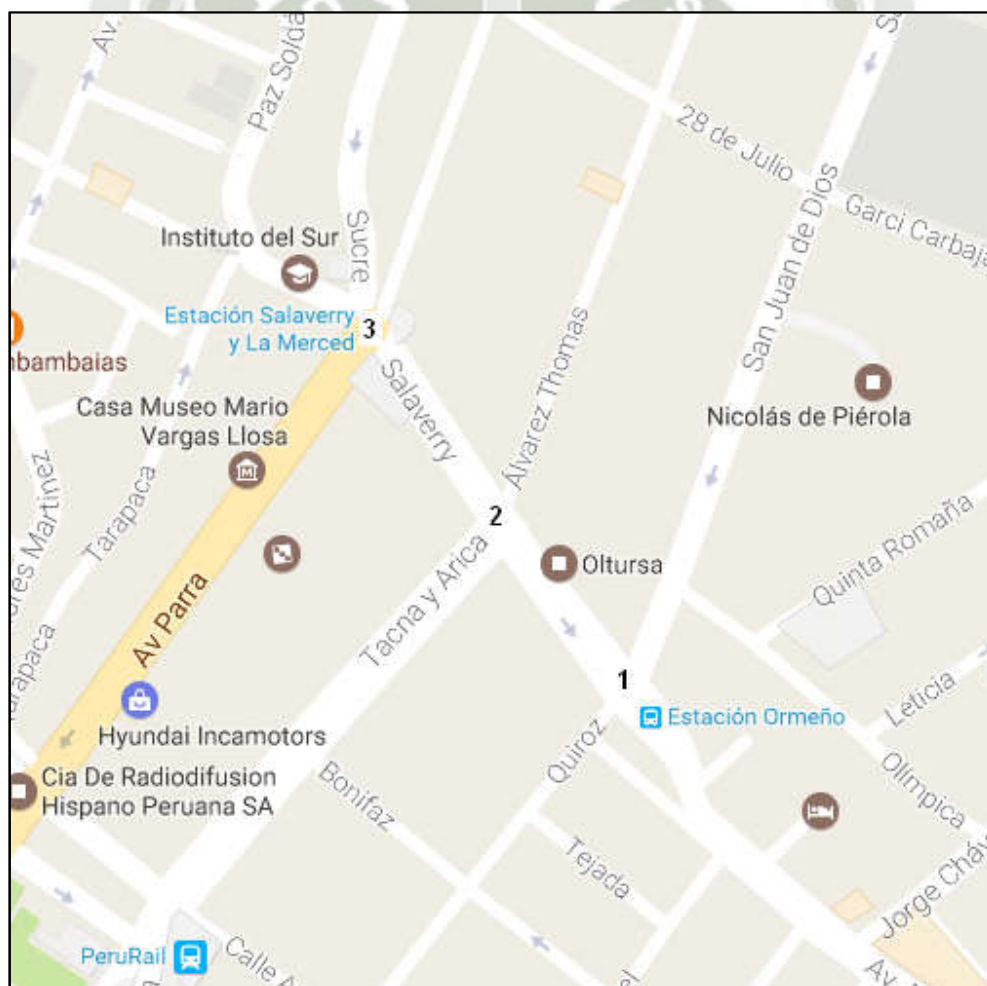
Calle Álvarez Thomas con la Av. Salaverry (2)

Luz de 5.46m de longitud:

Cantidad: 1 puente

Ubicación: Av. Parra con la Av. Salaverry (3)

Figura 4. 2 Ubicación de Puentes



(Fuente: Google inc.)

Para el pre-dimensionamiento de ambos tipos de puentes, se considera que la altura será la misma para ambos casos ($h=9.10\text{m}$) lo cual no modificará de manera sustancial sus dimensiones, por lo que se apreciará que las modificaciones se generarán en la base de la zapata y la longitud de la cajuela, pero ambos mantendrán similares dimensiones.

4.1.2. DIMENSIONAMIENTO DEL PARAPETO

Para el dimensionamiento del parapeto su espesor mínimo es de 20 cm, para efectos de la presente tesis se considerará un espesor de 30 cm para ambos casos, con una altura calculada según la siguiente formula:

$$h_{\text{PARAPETO}} = h_{\text{PUENTE}} + e_{\text{NEOPRENO}} + \text{Bombeo}$$

$$h_{\text{PARAPETO}} = 1.00 + 0.08 + 0.02$$

$$h_{\text{PARAPETO}} = 1.10 \text{ m}$$

4.1.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA PANTALLA

El espesor mínimo en la parte superior de la pantalla (t_{SUP}) es de 30 cm, y el espesor en la base (t_{INF}) varía entre 1/10 a 1/12 de la altura total (H). Para efectos del dimensionamiento de ambos casos para este estudio se considerará un $t_{\text{SUP}} = 0.50 \text{ m}$, y un $t_{\text{INF}} = 1.10 \text{ m}$.

4.1.4. DIMENSIONAMIENTO PRELIMINAR DE LA ZAPATA

En el dimensionamiento de la zapata se tiene que el espesor mínimo es de 40 cm, en nuestro dimensionamiento variará entre 1/10 a 1/12 de la altura total (H). Para esta tesis y para ambos casos se considerara un espesor de zapata de 1.00 m, y el ancho de la misma estará entre $0.40H$ a $0.70H$, en este caso consideraremos un ancho de zapata de 6.00 m y 5.80m.

Nota: La dimensión de la cajuela que recibirá a la superestructura se obtiene del

Manual de Diseño de puentes MTC (artículo 2.11.2)

$$N=(200+0.0017L+0.0067H)*(1+0.000125*S^2)$$

Para el pre-dimensionamiento utilizaremos un ancho de cajuela de 0.60m y 0.50m.

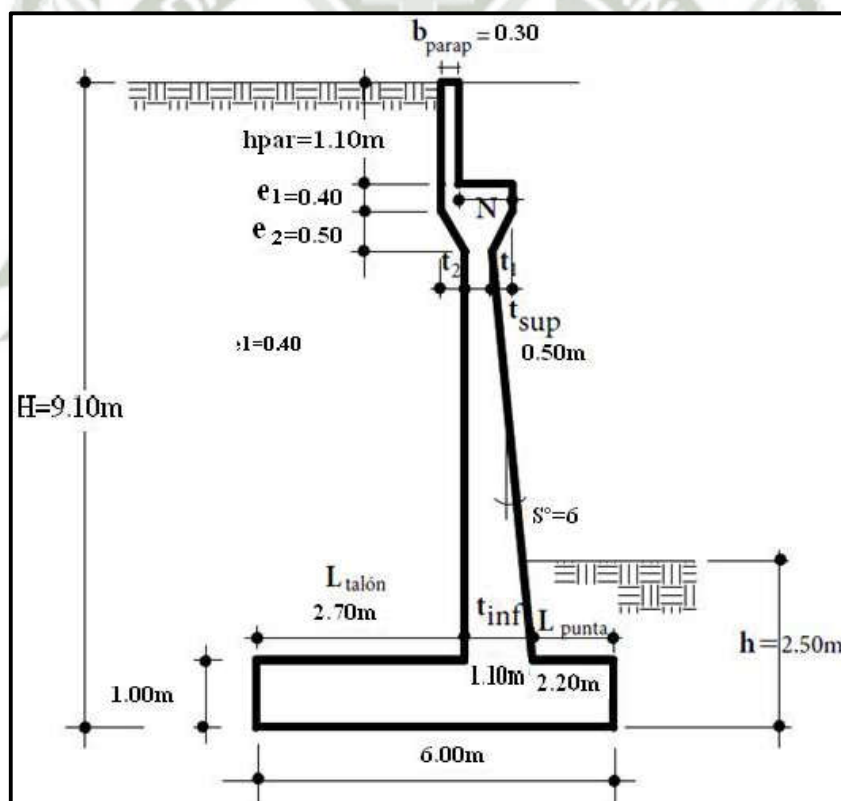
De acuerdo a los dimensionamientos realizados anteriormente, obtenemos las medidas finales para los estribos a desarrollar con las medidas adoptadas:

PUENTES AASHTO-LRFD 2007 MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén, Cap V
Pag. 3-7.

DIMENSIONAMIENTO DE LA SUB-ESTRUCTURA

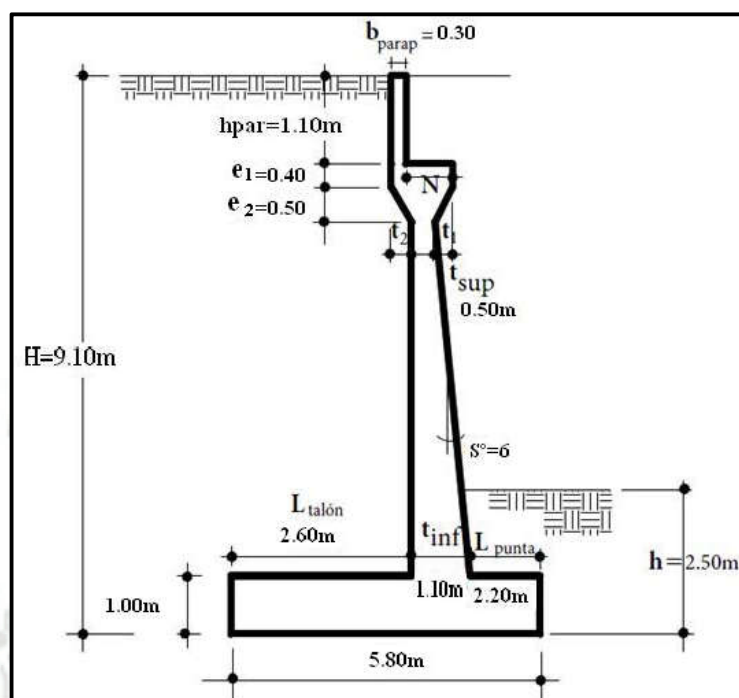
Estribos “1” y “2”

Figura 4. 3 Pre-dimensionamiento de Estribo 1



Calle San Juan de Dios con la Av. Salaverry
Calle Álvarez Thomas con la Av. Salaverry
(Fuente: Elaboración propia)

Estribos “3”

Figura 4. 4 Pre-dimensionamiento de Estribo 2


Av. Parra con la Av. Salaverry

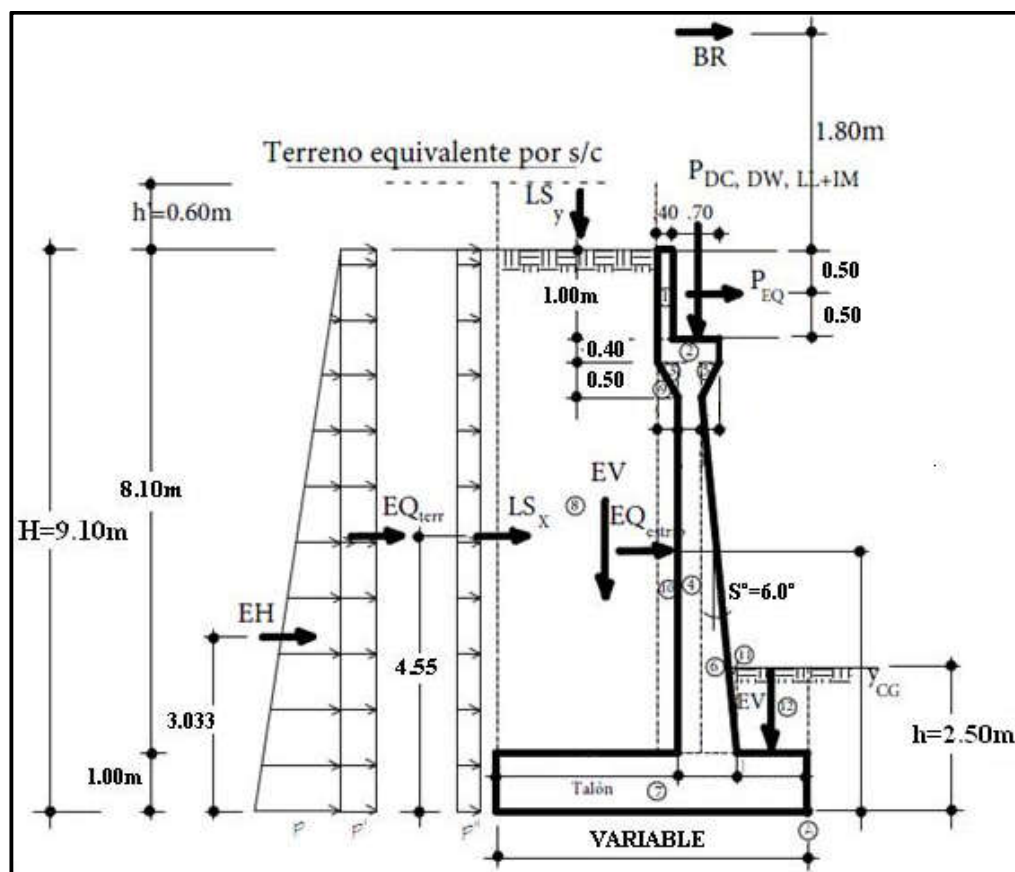
(Fuente: Elaboración propia)

4.1.5 FUERZAS QUE ACTUAN EN EL ESTRIBO

Las fuerzas que actúan en el estribo son: peso de la superestructura (DC+DW), peso propio del estribo (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), peso del suelo detrás del muro (8, 9, 10), carga viva Truck o Lane (LL), sobrecarga de carga viva (VL, HL), fuerza de frenado (BR: que actúa a 1.80 m de la parte superior del estribo), fuerza sísmica (EQ). y las fuerzas que actúan debido al empuje del suelo serán: EH: Empuje horizontal del suelo, ES: sobrecarga de suelo, LS: sobrecarga viva.

Todas las fuerzas se muestran en la siguiente figura.

Figura 4. 5 Fuerzas que actúan en el Estribo



(Fuente: Elaboración propia)

A continuación, se muestran las hojas de cálculo de diseño de los estribos para los puentes en las intersecciones de las calles y avenidas.

4.2 ANÁLISIS DE ESTRIBOS “1” y “2”

ESTUDIO : “Diseño Geométrico y Estructural del Intercambio Vial en la intersección de la Av. Salaverry con la Calle Quiroz y San Juan de Dios Cercado de Arequipa”

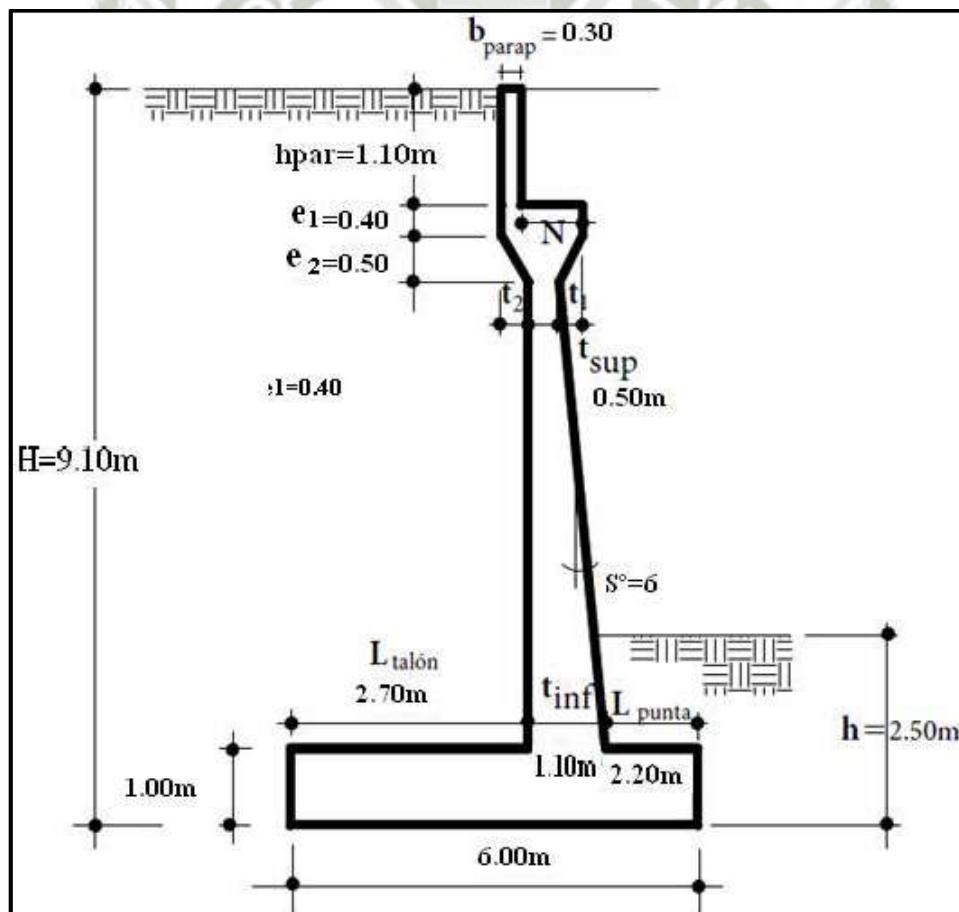
DESCRIPCIÓN : Estribos Calle Álvarez Thomas y San Juan de Dios

ALTURA TOTAL : 9.10 m.

LUZ DEL PUENTE: 9.36 m.

4.2.1 DIMENSIONES DEL ESTRIBO “1” y “2”

Figura 4. 6 Estribos tipo 1 y 2



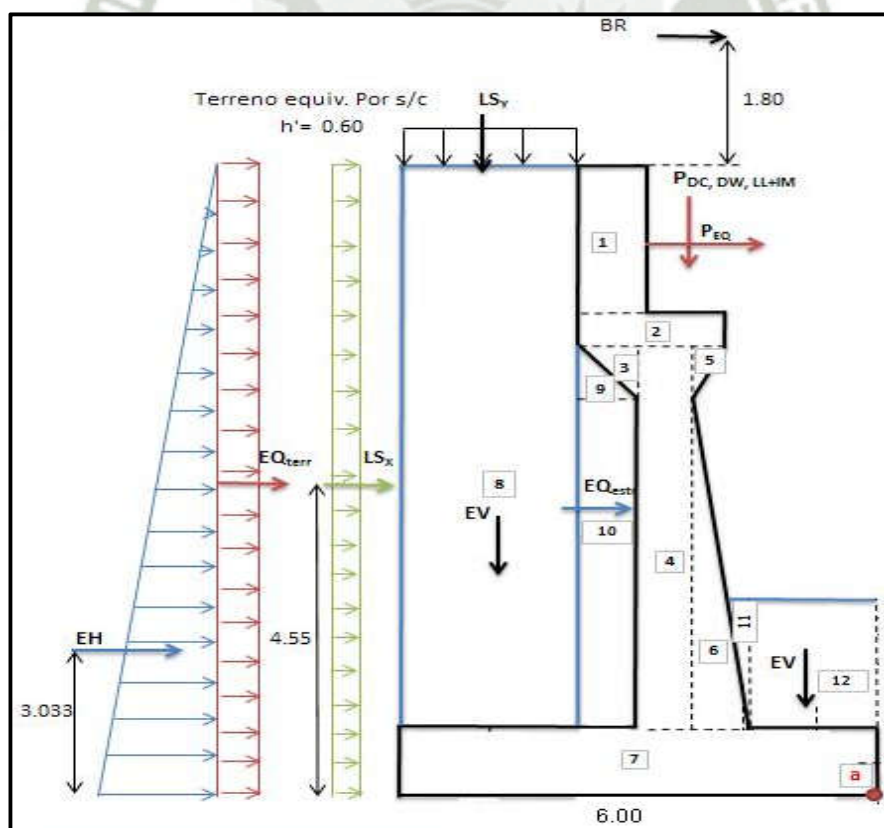
(Fuente: Elaboración propia)

Propiedades del Suelo (Datos Previos)

DATOS :		
ϕ_f = ángulo de fricción interna	33.1°	
δ = ángulo de fricción entre el suelo y el muro ($\phi_f/2$)	16.55°	
q_{adm} =	3.39	kg/cm ²
D_f = Profundidad de Cimentación	2.50	m
FS = Factor de Seguridad	3.00	
A = Coeficiente de Aceleración	0.4	
S = Coeficiente de Sitio (Tipo II)	1.2	
γ = Peso específico material natural seco	1.566	t/m ³
γ_{conct} = Peso específico del concreto	2.4	t/m ³

Fuerzas actuantes en el estribo:

Figura 4. 7 Fuerzas Actuantes en Estribos



(Fuente: Elaboración propia)

4.2.2 CASO I – ANÁLISIS DE ESTRIBO CON PUENTE

4.2.2.1 CARGAS VERTICALES (Franjas de 1.00 m de longitud del Estribo)

CARGAS DC, Peso propio del estribo de Concreto Armado (DC)

Elemento	Volumen (m ³)	DC (t/m)	X _A (m)	Y _A (m)	X _A DC (t-m/m)	Y _A DC (t-m/m)
1	0.330	0.792	3.900	8.550	3.089	6.772
2	0.360	0.864	3.550	7.800	3.067	6.739
3	0.075	0.180	3.500	7.433	0.630	1.338
4	3.300	7.920	3.150	4.300	24.948	34.056
5	0.025	0.060	3.067	7.433	0.184	0.446
6	2.135	5.124	2.667	3.033	13.664	15.543
7	6.000	14.400	3.000	0.500	43.200	7.200
Σ=		29.340			88.782	72.094

X_A= 3.026 m

Y_A= 2.457 m

PESO PROPIO DE LA SUPERESTRUCTURA

P_{DW}= 2.88 t/m
X_A= 3.10 m

CARGAS DW

PESO DEL ASFALTO EN SUPERESTRUCTURA

P_{DW}= 0.616 t/m
X_A= 3.10 m

CARGAS EV (peso del terreno)

$$Y = \boxed{1.566} \text{ t/m}^3$$

Elemento	Volumen (m3)	EV (t/m)	X _A (m)	Y _A (m)	X _A EV (t-m/m)	Y _A EV (t-m/m)
8	18.630	29.175	4.850	5.050	141.499	147.334
9	0.075	0.117	3.600	7.267	0.421	0.850
10	1.830	2.866	3.550	4.050	10.174	11.607
11	0.203	0.317	2.390	2.000	0.758	0.634
12	3.300	5.168	1.100	1.750	5.685	9.044
$\Sigma =$		37.643			158.537	169.469

$$X_A = \boxed{4.212} \text{ m} \quad Y_A = \boxed{4.502} \text{ m}$$

Carga viva proveniente de la superestructura (LL)

$$PLL = \boxed{7.400} \text{ t/m}$$

$$X_A = \boxed{3.10} \text{ m}$$

CARGA DE IMPACTO (IM)

$$I = \frac{15.24}{L + 38} = 0.33 \quad IM = \boxed{2.442} \text{ t/m}$$

$$X_A = \boxed{3.10} \text{ m}$$

CARGAS LS (sobre carga por carga viva en el terreno)

Altura equivalente del suelo por sobre carga según la AASHTO, capítulo 3.20

Por cargas vehiculares actuando sobre el terreno, agregamos una porción equivalente de suelo. $h' = 0.60 \text{ m}$.

terreno equivalente extendido en el talón del estribo será = $\boxed{2.30} \text{ m}$

$$LS_Y = 2.30\text{m} \times 0.60 \times 1.566 \text{ ton/m}^3$$

$$LS_Y = \boxed{2.161} \text{ t/m}$$

$$X_A = \boxed{4.850} \text{ m}$$

Tabla 4. 1 Resumen de Cargas Verticales

CARGA	TIPO	V(t/m)	X _A (m)	M _v (t-m/m)
DC	DC	29.340	3.026	88.783
P _{DC}	DC	2.880	3.100	8.928
P _{DW}	DW	0.616	3.100	1.910
EV	EV	37.643	4.212	158.552
P _{LL}	LL	7.400	3.100	22.940
P _{IM}	LL	2.442	3.100	7.570
LS _γ	LS	2.161	4.850	10.481
Σ=		82.482		299.164

(Fuente: Elaboración propia)

4.2.2.2 CARGAS HORIZONTALES Cálculo del coeficiente de Empuje

Activo (K_a):

Angulo de fricción interna del suelo

Angulo de fricción entre el suelo y el muro

Angulo del material del suelo con la horizontal

$$\phi_f = 33.1^\circ$$

$$\delta = 16.55^\circ$$

$$\beta = 0^\circ$$

$$K_a = 0.27$$

CARGAS ACTUANTES

CARGAS LS (sobre carga por carga viva en el terreno)

Componente horizontal de la sobrecarga por carga viva:

$$p' = K_a \cdot h' \cdot \gamma$$

$$p' = 0.254 \text{ t/m}^2$$

$$LS_x = H \cdot p' = 2.309 \text{ t/m}$$

$$Y_A = 4.550 \text{ m}$$

CARGAS EH (presión lateral del terreno)

Para la altura total del estribo $H =$ m

$$p = K_a \cdot H \cdot \gamma$$

$$p =$$
 t/m^2

$$EH = \frac{1}{2} \cdot H \cdot p$$

$$EH =$$
 t/m

$$Y_A =$$
 m

CARGAS EQ (debido a la acción sísmica)
a) Acción sísmica del terreno (METODO DE MONONOB-OKABE)
 $\phi_r =$ ángulo de fricción interna = 33.1°
 $\delta =$ ángulo de fricción entre el suelo y el muro = 16.55°
 $i =$ ángulo del material del suelo con la horizontal = 0°
 $\beta =$ ángulo de inclinación del muro con la vertical = 0°
 $A =$ coeficiente sísmico de aceleración horizontal = 0.40

 $k_h =$ coeficiente de aceleración horizontal = $A/2 = 0.5(0.40) = 0.20$
 $k_v =$ coeficiente de aceleración vertical = 0

$$\theta = \arctan \left[\frac{k_h}{1 - k_v} \right]$$

$$\theta =$$

$$K_{AE} =$$

Por lo tanto:

$$EQ_{terr} =$$
 t/m

$$Y_A =$$
 m

b) Carga sísmica por superestructura (P_{EQ})

El Art. 3.10.9.1 AASHTO LRFD establece para los puentes de un solo tramo, independientemente de la zona sísmica en que se encuentren, una sollicitación mínima de diseño en una unión restringida entre superestructura y la subestructura no menor al producto entre el coeficiente de sitio, el coeficiente de aceleración y la carga permanente tributaria, es decir:

$$P_{EQ} = P_{DC+DW} \cdot A \cdot S$$

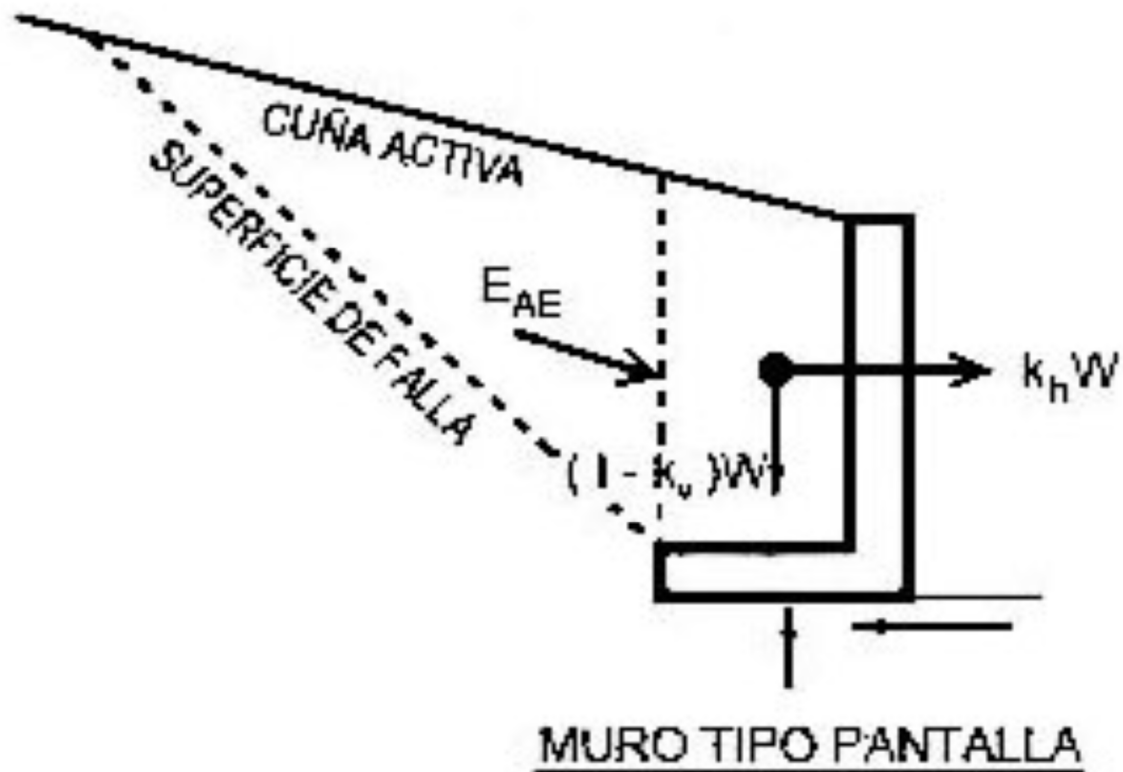
$$P_{EQ} = \boxed{1.678} \quad \text{t/m}$$

$$Y_A = \boxed{8.550} \quad \text{m}$$

c) **Fuerza inercial del estribo**

Richards y Elms (1979) demostraron que las fuerzas inerciales del muro no serían pequeñas y tendrían que ser consideradas.

Figura 4. 8 – Fuerza Inercial



(Fuente: Puentes LRFD 2012 - Ing. Arturo Rodríguez)

W = peso del estribo y terreno tributario(DC+EV)= **66.983** t/m

Y_A = C.G. del estribo y terreno tributario

$$Y_A = \frac{DC \cdot Y_a + EV \cdot Y_a}{W}$$

$Y_A =$ **3.606** m

$k_h =$ **A/2**

$EQ_{estr} = k_h \times W$

$EQ_{estr} =$ **13.397** t/m

$Y_A =$ **3.606** m

CARGAS BR (frenado)

$BR =$ **25%LL** t/m

1.850 t/m

$Y_A =$ **10.90** m

Tabla 4. 2 Resumen de Cargas Horizontales

CARGA	TIPO	H(t/m)	Y_A (m)	M_H (t-m/m)
LS_x	LS	2.309	4.550	10.504
EH	EH	17.507	3.033	53.098
EQ_{terr}	EQ	8.429	4.550	38.353
P_{EQ}	EQ	1.678	8.550	14.348
EQ_{estr}	EQ	13.397	3.606	48.311
BR	BR	1.850	10.900	20.165
Σ=		45.169		184.779

(Fuente: Elaboración propia)

4.2.2.3 ESTADOS LÍMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGA

Tomamos en cuenta los estados límites de Resistencia I y Evento Extremo I aplicables en este caso y con un valor $n=1.05$ y $n=1.00$ respectivamente.

Para el chequeo de estabilidad al vuelco y deslizamiento observando en el gráfico las cargas actuantes, utilizamos los factores “ γ ” máximos para las cargas horizontales que generan vuelco alrededor del punto A y deslizamiento en la base (EH y LS) y los factores de carga “ γ ” mínimos en las cargas verticales que generan estabilidad (DC y EV) para de esta manera maximizar las condiciones críticas de vuelco y deslizamiento en la estructura. Este caso será denominado **la**.

Para el chequeo de presiones en la base empleamos los factores “ γ ” máximos en cargas verticales y horizontales para maximizar efectos. A este caso lo denominaremos **lb**.

El chequeo de agrietamiento por distribución de armadura en la pantalla se realizará para el estado límite de Servicio I.

COMBINACION DE CARGAS							
CARGAS VERTICALES V_U							
TIPO	DC		DW	EV	LL+IM	LS	$n\Sigma$
CARGA	DC	P_{DC}	P_{DW}	EV	P_{LL+IM}	LS_v	V_U (t)
V (Ton) =	29.340	2.880	0.616	37.643	9.842	2.161	82.482
Resistencia la	0.9	0.9	0.65	1	0	1.75	74.364
	26.406	2.592	0.400	37.643	0.000	3.782	
Resistencia lb	1.25	1.25	1.5	1.35	1.75	1.75	118.674
	36.675	3.6	0.924	50.81805	17.2235	3.78189	
Ev.Estremo_la	0.9	0.9	0.65	1	0	0.5	68.122
	26.406	2.592	0.400	37.643	0.000	1.081	
Ev.Estremo_lb	1.25	1.25	1.5	1.35	0.5	0.5	98.019
	36.675	3.600	0.924	50.818	4.921	1.081	
Servicio I	1	1	1	1	1	1	82.482
	29.340	2.880	0.616	37.643	9.842	2.161	

MOMENTO ESTABILIZADOR (POR CARGAS VERTICALES) M_{vu}

TIPO	DC		DW	EV	LL+IM	LS	$n\Sigma$
CARGA	DC	P_{DC}	P_{DW}	EV	P_{LL+IM}	LS_v	$M_{vu} \text{ (t-m)}$
$M_v \text{ (Ton-m)} =$	88.783	8.928	1.910	158.552	30.510	10.481	299.164
Resistencia Ia	0.9	0.9	0.65	1	0	1.75	279.379
	79.905	8.035	1.242	158.552	0.000	18.342	
Resistencia Ib	1.25	1.25	1.5	1.35	1.75	1.75	431.322
	110.979	11.160	2.865	214.045	53.393	18.342	
Ev.Estremo Ia	0.9	0.9	0.65	1	0	0.5	252.974
	79.905	8.035	1.242	158.552	0.000	5.241	
Ev.Estremo Ib	1.25	1.25	1.5	1.35	0.5	0.5	359.544
	110.979	11.160	2.865	214.045	15.255	5.241	
Servicio I	1	1	1	1	1	1	299.164
	88.783	8.928	1.910	158.552	30.510	10.481	

CARGAS HORIZONTALES H_u

TIPO	LS	EH	EQ			BR	$n\Sigma$
CARGA	LS_x	EH	EQ_{terr}	P_{EQ}	EQ_{estr}	BR	$H_u \text{ (t)}$
$H \text{ (Ton)} =$	2.309	17.507	8.429	1.678	13.397	1.850	45.169
Resistencia Ia	1.75	1.5	0	0	0	1.75	35.215
	4.040	26.260	0.000	0.000	0.000	3.238	
Resistencia Ib	1.75	1.5	0	0	0	1.75	35.215
	4.040	26.260	0.000	0.000	0.000	3.238	
Ev.Estremo Ia	0.5	1.5	1	1	1	0.5	51.844
	1.154	26.260	8.429	1.678	13.397	0.925	
Ev.Estremo Ib	0.5	1.5	1	1	1	0.5	51.844
	1.154	26.260	8.429	1.678	13.397	0.925	
Servicio I	1	1	0	0	0	1	21.665
	2.309	17.507	0.000	0.000	0.000	1.850	

MOMENTOS DE VOLTEO (POR CARGAS HORIZONTALES) M_{HU}

TIPO	LS	EH	EQ			BR	$n\Sigma$
CARGA	LS_x	EH	EQ_{terr}	P_{EQ}	EQ_{estr}	BR	$M_{HU} \text{ (t-m)}$
$M_H \text{ (Ton-m)} =$	10.504	53.098	38.353	14.348	48.311	20.165	184.779
Resistencia Ia	1.75	1.5	0	0	0	1.75	139.984
	18.382	79.647	0.000	0.000	0.000	35.289	
Resistencia Ib	1.75	1.5	0	0	0	1.75	139.984
	18.382	79.647	0.000	0.000	0.000	35.289	
Ev.Estremo Ia	0.5	1.5	1	1	1	0.5	195.994
	5.252	79.647	38.353	14.348	48.311	10.083	
Ev.Estremo Ib	0.5	1.5	1	1	1	0.5	195.994
	5.252	79.647	38.353	14.348	48.311	10.083	
Servicio I	1	1	0	0	0	1	83.767
	10.504	53.098	0.000	0.000	0.000	20.165	

4.2.2.4 CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS
a) Volteo alrededor del Punto "A"

Calculo de $e_{m\acute{a}x}$:

Estado Limite de Resistencia (Aashto - LRFD)

Para el estado límite de Resistencia, se debe mantener la resultante en la base del cimiento dentro de la mitad central ($e \leq B/4$) excepto el caso de suelo rocoso en que se mantendrá en los 3/4 centrales ($e \leq 3/8 B$).

$$e_{m\acute{a}x} = \frac{B}{4} = 1.500 \text{ m}$$

Estado Limite de Evento extremo (Aashto - LRFD)

Cuando $\gamma_{EQ} = 0$, se debe mantener la resultante en la base del cimiento dentro de los 2/3 centrales del cimiento para cualquier suelo ($e \leq 1/3B$).

Cuando $\gamma_{EQ} = 1$, mantener la resultante dentro de los 8/10 centrales del cimiento para cualquier suelo ($e \leq 2/5B$).

Para valores de γ_{EQ} entre 0 y 1.0, interpolar linealmente entre los valores especificados. En nuestro caso, utilizando $\gamma_{EQ} = 0.5$, la interpolación señala el limite $e \leq 11/30B$.

Es decir $e_{m\acute{a}x} = (11/30)Bm = \boxed{2.200} \text{ m}$

Tabla 4. 3 Chequeo de Estabilidad – Evento Extremo

ESTADO	V_U (t/m)	M_{VU} (t-m)	M_{hU} (t-m/m)	$X_o = \frac{M_{VU} - M_{hU}}{V_U}$ (m)	$e = (B/2 - X_o) $	$e_{m\acute{a}x}$ (m)	
Resistencia Ia	74.364	279.379	139.984	1.874	1.126	1.500	OK!
Resistencia Ib	118.674	431.322	139.984	2.455	0.545	1.500	OK!
Ev.Estremo Ia	68.122	252.974	195.994	0.836	2.164	2.200	OK!
Ev.Estremo Ib	98.019	359.544	195.994	1.669	1.331	2.200	OK!

(Fuente: Elaboración propia)

b) Deslizamiento en la base del Estribo

Con :

$$\mu = \tan \phi_f = 0.652$$

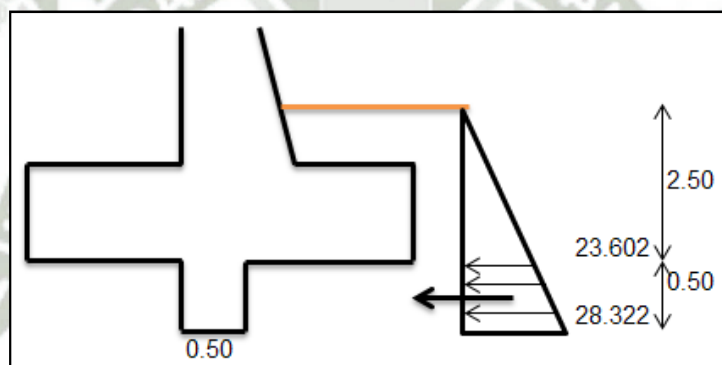
$\phi_T = 0.80$, estado límite de Resistencia
 $= 1.00$, estado límite de Evento Extremo

Tabla 4. 4 Chequeo de Estabilidad – Deslizamiento sin Diente – Caso I

ESTADO	V_u (Ton/m)	RESISTENCIA (Ton/m) $F_f = \mu (\phi_\tau V_u)$	ACTUANTE (Ton/m) H_u
Resistencia Ia	74.364	38.782	35.215 OK
Resistencia Ib	118.674	61.890	35.215 OK
Ev.Estremo_Ia	68.122	44.408	51.844 NS
Ev.Estremo_Ib	98.019	63.898	51.844 OK

(Fuente: Elaboración propia)

El estado límite de evento extremo Ia, no es satisfactorio por lo que se adicionará un diente de concreto de en la base, considerando la resistencia pasiva del suelo solo en el ámbito del diente.

Figura 4. 9 Diente en zapata


(Fuente: Elaboración Propia)

Para el cálculo del K_p utilizaremos el Abaco donde multiplicaremos por un factor de reducción: (ver Figura 4.2.2.4)

El empuje pasivo hallado es de 8.60

$$\begin{aligned}
 K_p &= 8.60 && \text{del ábaco} \\
 \phi_f &= 33.1^\circ \\
 \theta &= 90^\circ \\
 R &= 0.701 && \text{por interpolación (ver cuadro)}
 \end{aligned}$$

$$K_p = R \times K_{p(d=\emptyset)}$$

$$K_p = \boxed{6.029}$$

La resistencia pasiva es :

$$E_p = 12.981 \quad t$$

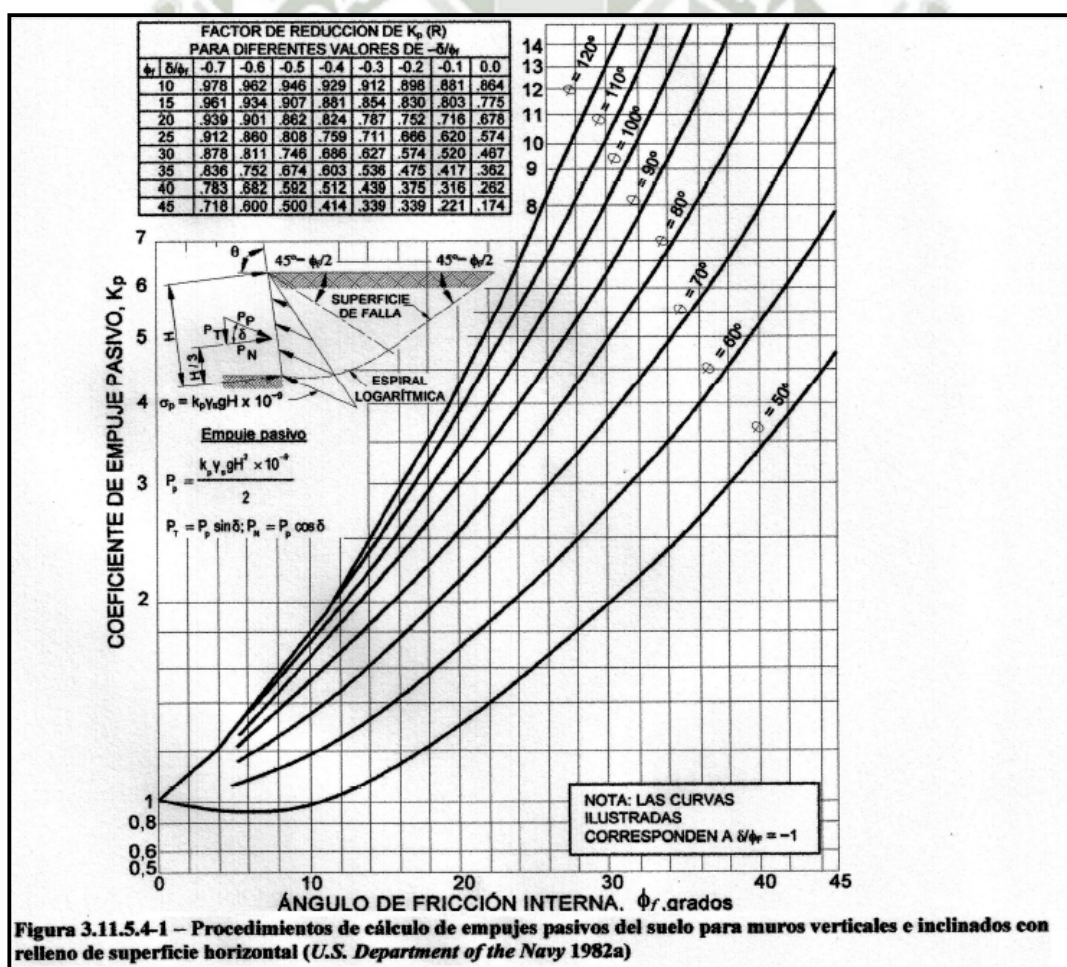
(*) Para el estado límite de Evento Extremo la, agregando el diente de concreto se tiene:

$$Q_R = \emptyset_T Q_T + \emptyset_{ep} Q_{ep} \quad \text{con:}$$

$\emptyset_T Q_T =$	44.408	t
$\emptyset_{ep} =$	1.00	
$Q_{ep} =$	12.981	t

$$Q_R = 57.389 > 51.844 \quad \text{OK!}$$

Figura 4. 10 Empujes Pasivos



(Fuente: U.S. Department of the Navy 1982a)

c) Presiones actuantes en la base del estribo

Capacidad de carga factorada del terreno (q_R)

$$\begin{aligned} FS &= 3.00 \\ q_{adm} &= 3.39 \quad \text{kg/cm}^2 \end{aligned}$$

c1) Estado límite de resistencia con $\phi_b = 0.45$

$$\begin{aligned} q_R &= \phi_b q_n \\ q_R &= \phi_b (FS \times q_{adm}) \\ q_R &= 4.577 \quad \text{kg/cm}^2 \end{aligned}$$

c2) Estado límite de Evento Extremo con $\phi_b = 1.00$

$$\begin{aligned} q_R &= \phi_b q_n \\ q_R &= \phi_b (FS \times q_{adm}) \\ q_R &= 10.170 \quad \text{kg/cm}^2 \end{aligned}$$

c3) Estado límite de Servicio

$$q_{adm} = 3.39 \quad \text{kg/cm}^2$$

Tabla 4. 5 5 Chequeo de Estabilidad – Deslizamiento con Diente - Caso I

ESTADO	V_u (t/m)	M_{vu} (t-m)	M_{hu} (t-m/m)	$X_o = \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u}$ (m)	$e = (B/2 - X_o) $	$q = V_u / (B - 2e)$ (kg/cm ²)	
Resistencia Ia	74.364	279.379	139.984	1.874	1.126	1.984	OK!
Resistencia Ib	118.674	431.322	139.984	2.455	0.545	2.417	OK!
Ev.Estremo_Ia	68.122	252.974	195.994	0.836	2.164	4.072	OK!
Ev.Estremo_Ib	98.019	359.544	195.994	1.669	1.331	2.937	OK!
Servicio I	82.482	299.164	83.767	2.611	0.389	1.579	OK!

(Fuente: Elaboración propia)

4.2.3 CASO II – ANÁLISIS DE ESTRIBO SIN PUENTE

a) Estados limites aplicables y combinaciones de carga

CARGAS VERTICALES V_u

TIPO	DC	EV	LS	$n\Sigma$
CARGA	DC	EV	LS_y	V_u (t)
V (Ton)=	29.340	37.643	2.161	69.144
	0.9	1	1.75	
Resistencia Ia	26.406	37.643	3.782	71.222
	1.25	1.35	1.75	
Resistencia Ib	36.675	50.818	3.782	95.839
	0.9	1	0.5	
Ev.Estremo_Ia	26.406	37.643	1.081	65.130
	1.25	1.35	0.5	
Ev.Estremo_Ib	36.675	50.818	1.081	88.574
	1	1	1	
Servicio I	29.340	37.643	2.161	69.144

MOMENTO ESTABILIZADOR POR CARGAS VERTICALES M_{uv}

TIPO	DC	EV	LS	$n\Sigma$
CARGA	DC	EV	LS_y	M_{uv} (t)
M_v (Ton)=	88.783	158.552	10.481	257.816
	0.9	1	1.75	
Resistencia Ia	79.905	158.552	18.342	269.638
	1.25	1.35	1.75	
Resistencia Ib	110.979	214.045	18.342	360.534
	0.9	1	0.5	
Ev.Estremo_Ia	79.905	158.552	5.241	243.697
	1.25	1.35	0.5	
Ev.Estremo_Ib	110.979	214.045	5.241	330.264
	1	1	1	
Servicio I	88.783	158.552	10.481	257.816

CARGAS HORIZONTALES H

TIPO	LS	EH	EQ		nΣ
CARGA	LS _x	EH	EQ _{terr}	EQ _{estr}	H _U (t)
H (Ton)=	2.309	17.507	8.429	13.397	41.641
Resistencia Ia	1.75 4.040	1.5 26.260	0 0.000	0 0.000	31.815
Resistencia Ib	1.75 4.040	1.5 26.260	0 0.000	0 0.000	31.815
Ev.Estremo_Ia	0.5 1.154	1.5 26.260	1 8.429	1 13.397	49.240
Ev.Estremo_Ib	0.5 1.154	1.5 26.260	1 8.429	1 13.397	49.240
Servicio I	1 2.309	1 17.507	0 0.000	0 0.000	19.815

MOMENTOS DE VUELCO (POR CARGAS HORIZONTALES) M_{HU}

TIPO	LS	EH	EQ		nΣ
CARGA	LS _x	EH	EQ _{terr}	EQ _{estr}	M _{HU} (t)
M _H (Ton)=	10.504	53.098	38.353	48.311	150.266
Resistencia Ia	1.75 18.382	1.5 79.647	0 0.000	0 0.000	102.930
Resistencia Ib	1.75 18.382	1.5 79.647	0 0.000	0 0.000	102.930
Ev.Estremo_Ia	0.5 5.252	1.5 79.647	1 38.353	1 48.311	171.563
Ev.Estremo_Ib	0.5 5.252	1.5 79.647	1 38.353	1 48.311	171.563
Servicio I	1 10.504	1 53.098	0 0.000	0 0.000	63.602

b) Chequeo de estabilidad y esfuerzos
b.1. Vuelco alrededor del punto “a”
Tabla 4. 6 Chequeo de Estabilidad – Vuelco

ESTADO	V _U (t/m)	M _{VU} (t-m)	M _{HU} (t-m/m)	Xo= $\frac{M_{VU} - M_{HU}}{V_U}$ (m)	e= (B/2 - Xo) (m)	e _{máx} = B/4 (m)	
Resistencia Ia	71.222	269.638	102.930	2.341	0.659	1.500	OK!
Resistencia Ib	95.839	360.534	102.930	2.688	0.312	1.500	OK!
Ev.Estremo_Ia	65.130	243.697	171.563	1.108	1.892	2.200	OK!
Ev.Estremo_Ib	88.574	330.264	171.563	1.792	1.208	2.200	OK!

(Fuente: Elaboración propia)

b.2. Deslizamiento en la base del estribo

Con :

$$m = \operatorname{tg} \varnothing_f = 0.652$$

$\varnothing_t = 0.80$, estado límite de Resistencia
= 1.00, estado límite de Evento Extremo

Tabla 4. 7 Chequeo de Estabilidad – Deslizamiento sin Diente – Caso II

ESTADO	V_U (Ton/m)	RESISTENCIA (Ton/m) $F_f = m (\varnothing_t V_U)$	ACTUANTE (Ton/m) H_U
Resistencia Ia	71.222	37.143	31.815 OK
Resistencia Ib	95.839	49.981	31.815 OK
Ev.Estremo Ia	65.130	42.457	49.240 NS
Ev.Estremo Ib	88.574	57.740	49.240 OK

(Fuente: Elaboración propia)

El estado límite de evento extremo Ia, no es satisfactorio por lo que colocamos un diente de concreto de en la base, considerando la resistencia pasiva del suelo solo en el ámbito del diente.

Figura 4. 11 Diente en zapata – Caso II



(Fuente: Elaboración Propia)

Para el cálculo del K_p utilizaremos el Abaco donde multiplicaremos por un factor de reducción:

$K_p =$	8.60
$\varnothing_f =$	33.1°
$\Theta =$	90°
$R =$	0.701

por interpolación

$$K_p = R \times K_{p(d=\varnothing)}$$

$$K_p = 6.029$$

Por lo que la resistencia pasiva es:

$$E_p = 12.981 \quad t$$

(*) Para el estado límite de Evento Extremo la, agregando el diente de concreto se tiene:

$$Q_R = \phi_T Q_T + \phi_{ep} Q_{ep}$$

con:

$$\phi_T Q_T = 42.457 \quad t$$

$$\phi_{ep} = 1.00$$

$$Q_{ep} = 12.981 \quad t$$

$$Q_R = 55.438$$

>

$$49.240$$

OK!

b.3. Presiones actuantes en la base del estribo

Tabla 4. 8 Chequeo de Estabilidad – Deslizamiento con Diente – Caso II

ESTADO	V_u (t/m)	M_{vu} (t/m)	M_{hu} (t-m/m)	$X_o = \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u}$ (m)	$e = (B/2 - X_o) $	$q = V_u / (B - 2e)$ (kg/cm ²)	
Resistencia Ia	71.222	269.638	102.930	2.341	0.659	1.521	OK!
Resistencia Ib	95.839	360.534	102.930	2.688	0.312	1.783	OK!
Ev.Estremo_Ia	65.130	243.697	171.563	1.108	1.892	2.940	OK!
Ev.Estremo_Ib	88.574	330.264	171.563	1.792	1.208	2.472	OK!
Servicio I	69.144	257.816	63.602	2.809	0.191	1.231	OK!

(Fuente: Elaboración propia)

4.3 DISEÑO ESTRUCTURAL DE ESTRIBOS “1” y “2”

ESTUDIO : “Diseño Geométrico y Estructural del Intercambio Vial en la intersección de la Av. Salaverry con la Calle Quiroz y San Juan de Dios Cercado de Arequipa”

DESCRIPCIÓN : Estribos Calle Álvarez Thomas y San Juan de Dios

ALTURA TOTAL : 9.10 m.

LUZ DEL PUENTE: 9.36 m.

4.3.1 DISEÑO DE LA PANTALLA DEL ESTRIBO

Propiedades de diseño:

Fy =	4200	kg/cm ²
f'c =	280	kg/cm ²
γ conc =	2.4	t/m ³
Ec =	250998.01	kg/cm ²
Es =	2040000	kg/cm ²
b =	1.00	m
recub. =	7.50	cm

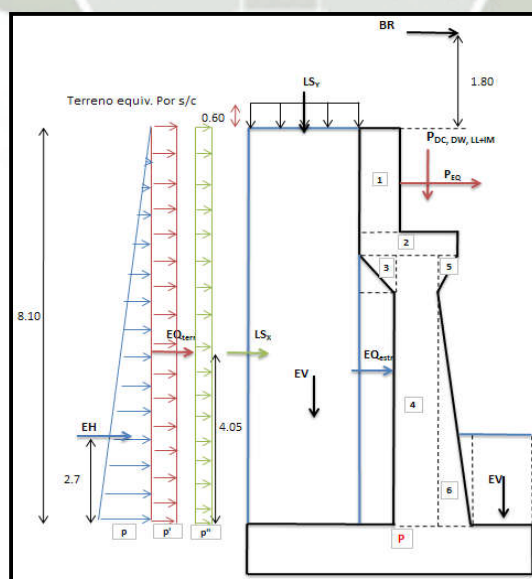
Propiedades del suelo

$$K_a = 0.27$$

$$K_{AE} = 0.40$$

FUERZAS QUE ACTÚAN EN LA BASE DE LA PANTALLA

Figura 4. 12 Fuerzas actuantes en la pantalla



(Fuente: Elaboración Propia)

4.3.1.1 CARGAS EN LA BASE DE LA PANTALLA

PESO DEL ESTRIBO (DC)

Elemento	Volumen (m ³)	DC (Ton/m)	X _P (m)	Y _P (m)	X _P DC (Ton-m/m)	Y _P DC (Ton-m/m)
1	0.330	0.792	0.100	7.500	0.079	5.940
2	0.360	0.864	0.250	6.600	0.216	5.702
3	0.075	0.180	0.100	6.200	0.018	1.116
4	3.300	7.920	0.350	3.200	2.772	25.344
5	0.025	0.060	0.733	6.200	0.044	0.372
6	2.135	5.124	0.967	1.933	4.955	9.905
Σ=		14.940			8.084	48.379

$$X_P = 0.541 \text{ m} \quad Y_P = 3.238 \text{ m}$$

CARGAS EV (peso del terreno)

$$\square = 1.566 \text{ t/m}^3$$

Elemento	Volumen (m ³)	EV (Ton/m)	X _P (m)	Y _P (m)	X _P EV (Ton-m/m)	Y _P EV (Ton-m/m)
8	18.630	29.175	1.750	4.100	51.056	119.618
9	0.075	0.117	0.200	6.000	0.023	0.702
10	1.830	2.866	0.150	2.900	0.430	8.311
Σ=		32.158			51.510	128.631

$$X_P = 1.602 \text{ m} \quad Y_P = 4.000 \text{ m}$$

CARGAS EN BASE DE PANTALLA

CARGA	CARGA DISTRIBUIDA (t/m)	CARGA (t)	Y _p (m)	M (t - m)
LS	p'' = 0.254	2.055	4.050	8.322
EH	p = 3.425	13.871	2.700	37.451
EQ _{terr}	p' = 0.824	6.678	4.050	27.048
P _{EQ}	-	1.678	7.400	12.418
EQ _{estr}	-	9.420	3.758	35.402
BR	-	1.850	9.900	18.315

Donde para $E_{Q_{estr}}$:

$$W = \text{peso del estribo y terreno tributario sobre P} = 47.098 \text{ t/m}$$

$$k_h = 0.5A$$

$$E_{Q_{estr}} = 9.420 \text{ t/m}$$

$$Y_p = \text{C.G. del estribo y terreno tributario sobre P} = 3.758 \text{ m}$$

4.3.1.2 ACERO A FLEXIÓN

Momento de diseño en la base de la pantalla

Estado límite de Resistencia I, con $n=1.05$

$$M_U = n(1.75M_{LS} + 1.50M_{EH} + 1.75M_{BR})$$

$$M_U = 107.931 \text{ t-m}$$

Estado límite de Evento Extremo I, con $n=1.00$

$$M_U = n(0.50M_{LS} + 1.50M_{EH} + 1.00M_{EQ} + 0.50M_{BR})$$

$$M_U = 144.362 \text{ t-m}$$

$$\text{Con } M_U = 144.362 \text{ t-m}$$

$$\text{Recubrimiento } r = 7.50 \text{ cm}$$

DISEÑO DE ACERO CON $M_u = 144.683$

Detalles de Diseño			
<i>recubrimiento</i>	<i>r</i>	7.5	cm
<i>Peralte efectivo</i>	<i>d</i>	102.5	cm
<i>Franja de diseño</i>	<i>b</i>	100	cm

$$K_u = 12.565$$

$$\emptyset = 1$$

$$m = 17.647$$

$$p = 0.003$$

$$A_s = p \cdot b \cdot d = 31.520 \text{ cm}^2$$

Ø	1"	Unidades
Separación	16.08	cm
	15.00	cm

Acero máximo

$\alpha = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$	5.562	cm
$c = a / \beta$	6.544	cm
β 0.85		
	0.064	
	Ok	

Acero mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de $1.2M_{cr}$ y $1.33 M_u$.

$1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$	81,393.63	kg-m
$f_r = 2.01 \sqrt{f'_c}$	33.63	kg/cm ²
$S = (b * h^2) / 6$	201,666.67	cm ³
$1.33 M_u$	175,577.39	kg-m

Acero con el menor valor

$A_{(S \min)}$	19.22	cm ²

La cantidad de refuerzo será adecuada para desarrollar una Resistencia nominal a flexión M_r superior o igual al menor valor calculado anteriormente.

$M_r = \phi A_s f_y (d - a/2)$	141,479.13	kg-m
	Ok	

4.3.1.3 ACERO POR TEMPERATURA

$$A_b \geq \frac{S(2d_c + d_b)}{100}$$

A_b	Miníma área de las barras

S	20	cm
Ø	5/8	plg

A_b	3.32	cm^2
$A_{s \text{ por capa}}$	1.66	cm^2

Ø	5/8"	
Separación	Ok	
	20	cm

Nota.- El acero de temperatura se colocará por no contar con ningún tipo de acero en el sentido perpendicular al acero principal de la pantalla y también en la cara de la pantalla opuesta al relleno, en ambos sentidos.

4.3.1.4 REVISIÓN DE FISURACION POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA

Esfuerzo máximo de acero

$$f_{sa} = \frac{Z}{(d_c A)^{1/3}} \leq 0.6 f_y$$

d_c	6.27	cm
b	Espaciamiento del acero	
b	15.00	cm
n_v	número de varillas	
n_v	1	

$$A = (2d_c) b / n_v$$

A	188.1	cm^2

Z	30,000.00	N/mm
	30,600.00	kg/cm

Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio

$$f_s = (M_s c) / I_n$$

Estado de límite de Servicio I

n

1.00

$$M_s = n(1 M_{LS} + 1 M_{EH} + 1 M_{BR})$$

M_s	54.728	t-m

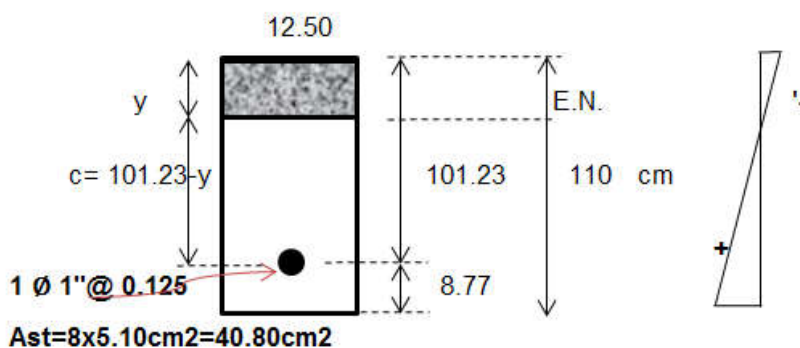
Luego:

M_s	8.21	t-m

E_s	2000000	MPa
	2040000	kg/cm ²
E_c	15000√(f _c)	
	250,998.01	kg/cm ²
n	n = E _s / E _c	
	8.00	

Figura 4. 13 - Revisión de Fisuración por distribución de Armadura

Grafico



(Fuente: Elaboración Propia)

Area de acero transformada:

A_{st}	Relación modular x área de acero	
A_{st}	40.54	cm^2

Momentos respecto del eje neutro para determinar "y":

$$12.5y(y/2) = 40.54(141.23 - y)$$

y	27.2	cm
c	74.03	cm

Inercia respecto del eje neutro de sección transformada:

$I = A_{st} c^2 + (by^3)/3$		
I	322,776.67	cm^4

Calculo de f_s :

f_s	1,506.24	kg/cm^2
f_s	<	f_{sa}
1,506.24	<	2,520.00
Ok		

4.3.1.5 REVISIÓN POR CORTE

Típicamente el corte no gobierna el diseño de un muro de contención; sin embargo revisaremos el grosor de la pantalla para confirmar que no se requiere armadura transversal. El cortante actuante en la base de la pantalla para el estado límite de Resistencia I, con $n=1.05$

$$V_U = \frac{n(1.75V_{LS} + 1.50V_{EH} + 1.75B_{BR})}{27.28} \text{ t}$$

El cortante actuante en la base de la pantalla para el estado límite de Evento Extr. I con $n=1.00$

$$V_U = \frac{n(0.50V_{LS} + 1.50V_{EH} + 1.00V_{EQ} + 0.50V_{BR})}{38.84} \text{ t}$$

Peralte de corte efectivo

$dv=de-a/2$		
d_v	98.45	cm
Ok		

Este valor no debe ser menor que el mayor valor de las siguientes condiciones:

$0.90d_e$	91.11	cm
$0.72h$	79.20	cm

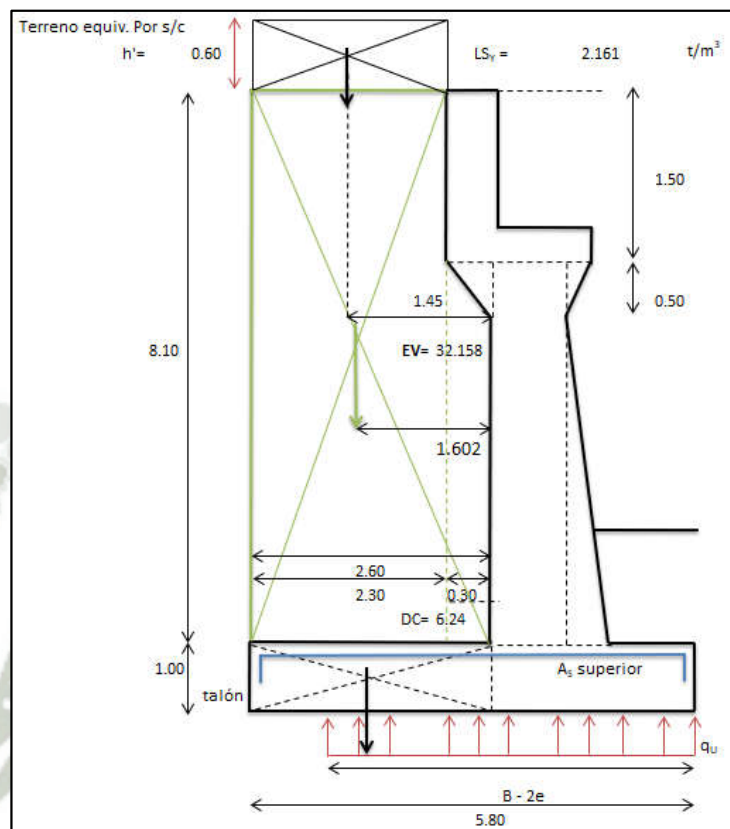
Diseño por Estado Límite de Evento Extremo I

$\phi \cdot V_n \geq V_u$		Refuerzo de Acero	Unidades
ϕ	1		
$V_n = V_c + V_s$		87.31	t
$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$		87.31	t
V_s		0.00	t
$V_r = \phi \cdot V_n$		>	V_u
87.31		>	38.84
Ok			

4.3.2 DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

4.3.2.1 ACERO SUPERIOR DE LA ZAPATA

Figura 4. 14 Acero Superior de Zapata



(Fuente: Elaboración Propia)

Omitimos el estado de Evento Extremo I, pues no es crítico en este caso.

Con $M_u = 89.430$ T-m
Recubrimiento $r = 7.50$ cm

Detalles de Diseño			
recubrimiento	r	7.5	cm
Peralte efectivo	d	92.5	cm
Franja de diseño	b	100	cm

$M_u = 89.430$ Ton-m 89430 kg-m

Fórmula	Diseño de Acero	
$Ku = MU / (\phi * b * d^2)$	10.452	
ϕ		
$m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c}$	17.647	
$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * Ku}{f_y}} \right)$	0.003	
$A_s = \rho * b * d$	23.548	cm ²

ϕ	1"	Unidades
Separación	21.52	cm
	20	cm

Acero máximo

$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$	4.156	cm
$c = a / \beta$	4.889	cm
β		
	0.85	
	0.053	
	Ok	

Acero mínimo

$1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$	67,267.47	kg-m
$f_r = 2.01 \sqrt{f'_c}$	33.63	kg/cm ²
$S = (b * h^2) / 6$	166,666.67	cm ³
$1.33M_u$	118,941.90	kg-m

Acero con el menor valor

$A_{s \min}$	17.61	cm^2

La cantidad de refuerzo será adecuada para desarrollar una resistencia nominal a flexión M_f superior o igual al menor valor calculado anteriormente.

$M_r = \phi A_s f_y (d - a/2)$	96,216.98	kg-m
	Ok	

4.3.2.2 ACERO DE TEMPERATURA DE LA ZAPATA

$A_b \geq \frac{S(2d_c + d_b)}{100}$	
A_b	Miníma área de las barras

S	20	cm	asumido asumido
$\emptyset$	5/8	plg	

A_b	3.32	cm^2
$A_{s \text{ por capa}}$	1.66	cm^2

Ø	5/8"	
Separación	Ok	
	20	cm

NOTA: El acero de temperatura se colocará por no contar con ningún tipo de acero, perpendicular al acero de flexión, tanto en el talón como en la punta del cimiento.

4.3.2.3 REVISIÓN DEL TALÓN POR CORTE

El cortante actuante en el talón para el estado limite de Resistencia I, con $n = 1.05$

$$V_u = n(1.25V_{DC} + 1.35V_{EV} + 1.75V_{LS})$$

$$V_u = 57.745 \text{ Tn}$$

Se omite el estado de Evento Extremo I, pues no gobierna el diseño.

Peralte de corte efectivo

$d_v = d_e - a/2$		
d_v	89.15	cm
Ok		

Este valor no debe ser menor que el mayor valor de las siguientes condiciones:

$0.90d_e$	82.11	cm
$0.72h$	72.00	cm

Diseño por Estado Límite de Evento Extremo I

$\phi * V_n \geq V_u$		Refuerzo de Acero	Unidades
ϕ	1		
$V_n = V_c + V_s$		79.07	t
$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$		79.07	t
V_s		0.00	t

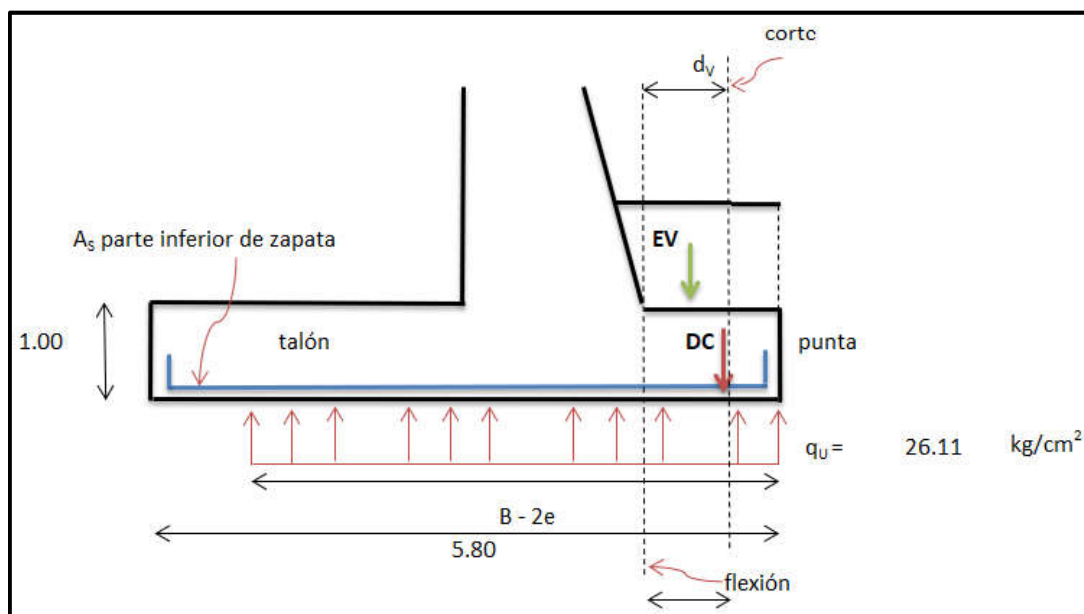
$$V_r = \phi * V_n > V_u$$

$$79.07 > 57.745$$

Ok

4.3.2.4 ACERO EN LA BASE DE LA ZAPATA

Figura 4. 15 Acero en la Base de Zapata



(Fuente: Elaboración Propia)

Para el estado de Evento Extremo la con $q_u = 26.11 \text{ kg/cm}^2$, despreciando del lado conservador el peso del terreno (EV) y de la punta de zapata (DC), el momento actuante en la cara de la pantalla es:

$$M_u = 130.534 \text{ t-m}$$

$$\text{recubrimiento} = 7.50 \text{ cm}$$

Detalles de Diseño			
recubrimiento	<i>r</i>	7.5	cm
Peralte efectivo	<i>d</i>	92.5	cm
Franja de diseño	<i>b</i>	100	cm

$$M_u = 130.534 \text{ Ton-m} \quad 130533.6701 \text{ kg-m}$$

Fórmula	Diseño de Acero	
$K_u = MU / (\phi * b * d^2)$	15.256	
ϕ	1	
$m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c}$	17.647	
$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * K_u}{f_y}} \right)$	0.004	
$A_s = \rho * b * d$	34.751	cm ²

ϕ	1"	Unidades
Separación	14.58	cm
	12.5	cm

Acero máximo

$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$	6.133	cm
$c = a / \beta$	7.215	cm
β	0.85	
	0.078	
	Ok	

Acero mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de 1.2M_{cr} y 1.33M_u

$1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$	67,267.47	kg-m
$f_r = 2.01 \sqrt{f'_c}$	33.63	kg/cm ²
$S = (b * h^2) / 6$	166,666.67	cm ³
$1.33M_u$	173,609.78	kg-m

Acero con el menor valor:

$A_s \min$	17.61	cm^2

La cantidad de refuerzo será adecuada para desarrollar una resistencia nominal a flexión M_r superior o igual al menor valor calculado anteriormente

$M_r = \phi A_s f_y (d - a/2)$	152,264.20	$kg-m$
Ok		

4.3.2.5 REVISIÓN DE LA PUNTA POR CORTE

Debemos tomar el cortante actuante a una distancia d_v de la cara de la pantalla, el cortante actuante es:

Peralte de corte efectivo

$d_v = d - a/2$		
d_v	89.15	cm
Ok		

Este valor no debe ser menor que el mayor valor de las siguientes condiciones:

$0.90d_e$	82.11	cm
$0.72h$	72.00	cm

$V_U = q_U (L_{\text{punta}} - d_v)$

$V_U = 28.320$



$\emptyset * V_n \geq V_u$		Refuerzo de Acero	Unidades
$\emptyset$	1		
$V_n = V_c + V_s$		79.07	t
$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$		79.07	t
V_s		0.00	t

$\phi \cdot V_n \geq V_u$		Refuerzo Acero
ϕ	1	
$V_n = V_c + V_s$		79.07
$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$		79.07
V_s		0.00
$V_r = \phi \cdot V_n$	$>$	V_u
79.07	$>$	28.320

por Estado Límite de E	
$\phi * V_n \geq V_u$	
ϕ	1
$V_n = V_c + V_s$	
$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$	
V_s	
$V_r = \phi * V_n$	>
79.07	>
Ok	

$\phi * V_n \geq V_u$		Refuerzo de Acero	Unidades
ϕ	1		
$V_n = V_c + V_s$		79.07	t
$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$		79.07	t
V_s		0.00	t

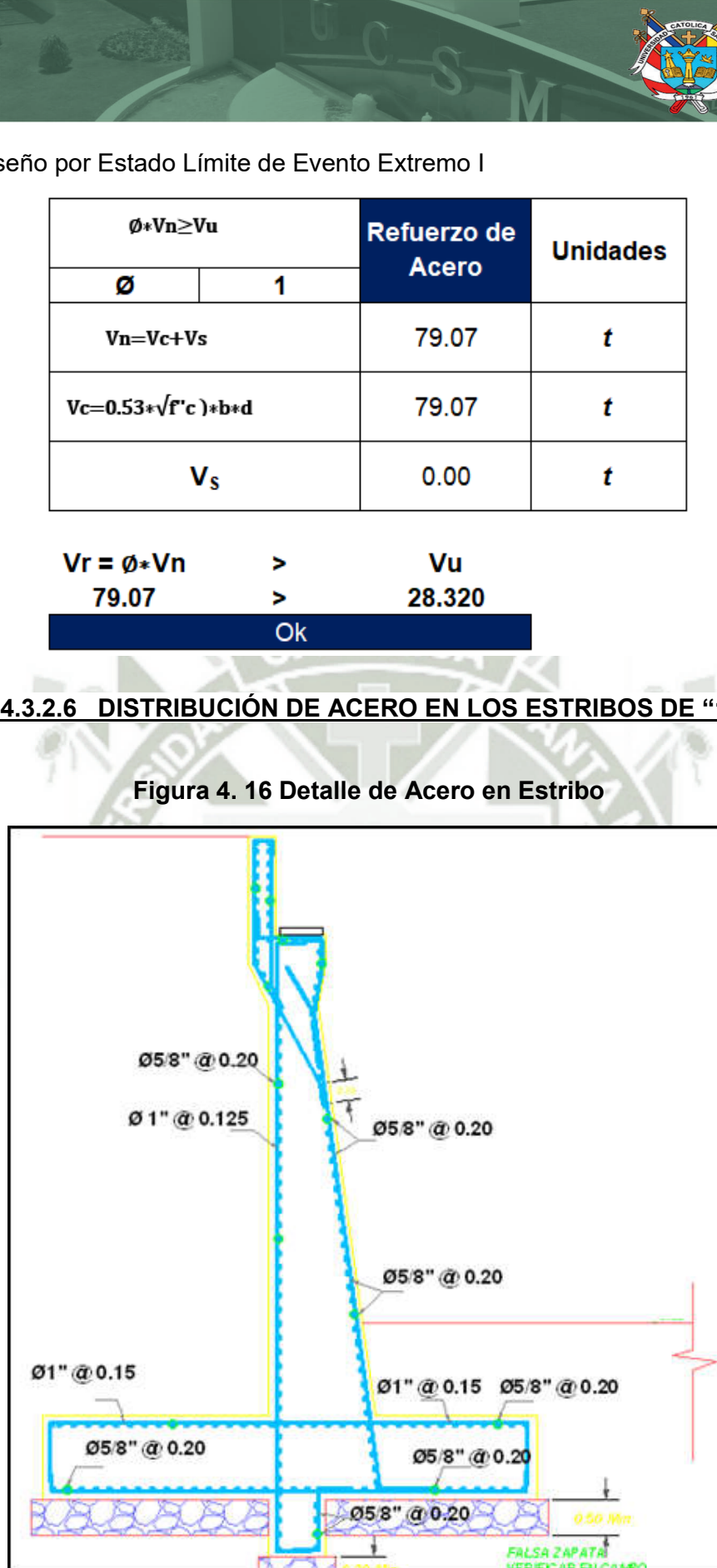
$V_r = \phi * V_n$	>	V_u
79.07	>	28.320
Ok		

$\phi \cdot V_n \geq V_u$		Refuerzo de Acero	Unidad
ϕ	1		
$V_n = V_c + V_s$		79.07	
$53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$		79.07	
V_s		0.00	

$\phi \cdot V_n$	$>$	V_u
79.07	$>$	28.320
Ok		

STRIBUCIÓN DE ACERO EN LOS ESTRIBOS

Figura 4. 16 Detalle de Acero en Estribo



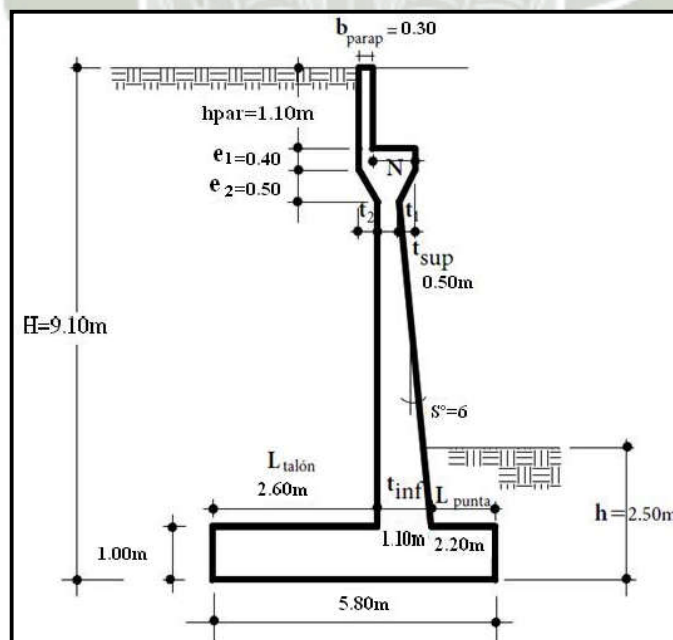
- CASO I – ANÁLISIS DE ESTRIBO CON PUENTE
- CASO II – ANÁLISIS DE ESTRIBO SIN PUENTE

4.4 ANÁLISIS DE ESTRIBOS “3”

LUZ DEL PUENTE: 5.46 m.

4.4.1 DIMENSIONES DEL ESTRIBO “1” y “2”

Figura 4. 17 Pre-dimensionamiento de Estribo



(Fuente: Elaboración Propia)

Propiedades del Suelo (Datos Previos)

<u>DATOS :</u>		
ϕ_f = ángulo de fricción interna	33.1°	
δ = ángulo de fricción entre el suelo y el muro ($\phi_f/2$)	16.55°	
q_{adm} =	3.39	kg/cm ²
D_f = Profundidad de Cimentación	2.50	m
FS = Factor de Seguridad	3.00	
A = Coeficiente de Aceleración	0.4	
S = Coeficiente de Sitio (Tipo II)	1.2	
γ = Peso específico material natural seco	1.566	t/m ³
γ_{conct} = Peso específico del concreto	2.4	t/m ³

4.4.2 CASO I – ANÁLISIS DE ESTRIBO CON PUENTE

4.4.2.1 CARGAS VERTICALES (Franjas de 1.00 m de longitud del Estribo)

CARGAS DC, Peso propio del estribo de Concreto Armado (DC)

Elemento	Volumen (m ³)	DC (t/m)	X_A (m)	Y_A (m)	X_{ADC} (t-m/m)	Y_{ADC} (t-m/m)
1	0.330	0.792	3.900	8.550	3.089	6.772
2	0.320	0.768	3.550	7.800	2.726	5.990
3	0.075	0.180	3.300	7.433	0.594	1.338
4	2.640	6.336	3.000	4.300	19.008	27.245
5	0.025	0.060	3.067	7.433	0.184	0.446
6	2.135	5.124	2.567	3.033	13.152	15.543
7	5.800	13.920	2.900	0.500	40.368	6.960
Σ =		27.180			79.121	64.294

X_A = **2.911** m

Y_A = **2.365** m

PESO PROPIO DE LA SUPERESTRUCTURA

$$P_{DC} = \boxed{1.35} \text{ t/m}$$

$$X_A = \boxed{3.10} \text{ m}$$

CARGAS DW

PESO DEL ASFALTO EN SUPERESTRUCTURA

$$P_{DW} = \boxed{0.308} \text{ t/m}$$

$$X_A = \boxed{3.10} \text{ m}$$

CARGAS EV (peso del terreno)

$$\gamma = \boxed{1.566} \text{ t/m}^3$$

Elemento	Volumen (m ³)	EV (t/m)	X _A (m)	Y _A (m)	X _A EV (t-m/m)	Y _A EV (t-m/m)
8	18.630	29.175	4.650	5.050	135.664	147.334
9	0.075	0.117	3.400	7.267	0.398	0.850
10	1.830	2.866	3.350	4.050	9.601	11.607
11	0.203	0.317	2.390	2.000	0.758	0.634
12	3.150	4.933	1.050	1.750	5.180	8.633
Σ=		37.408			151.600	169.058

$$X_A = \boxed{4.053} \text{ m} \quad Y_A = \boxed{4.519} \text{ m}$$

CARGA VIVA PROVENIENTE DE LA SUPERESTRUCTURA (LL)

$$PLL = \boxed{3.618} \text{ t/m}$$

$$X_A = \boxed{3.10} \text{ m}$$

CARGA DE IMPACTO (IM)

$$I = \frac{15.24}{L + 38} = 0.36 \quad IM = \boxed{1.302} \text{ t/m}$$

$$X_A = \boxed{3.10} \text{ m}$$

CARGAS LS (sobre carga por carga viva en el terreno)

Altura equivalente del suelo por sobre carga según la AASHTO, capítulo 3.20

Por cargas vehiculares actuando sobre el terreno, agregamos una porción equivalente de suelo. $h' = 0.60$ m.

terreno equivalente extendido en el talon del estribo sera = **2.30** m

$$LS_Y = 2.30\text{m} \times 0.60 \times 1.566 \text{ ton/m}^3$$

$$LS_Y = \mathbf{2.161} \text{ t/m}$$

$$X_A = \mathbf{4.650} \text{ m}$$

Tabla 4. 9 - Resumen de Cargas Verticales

CARGA	TIPO	V(t/m)	X_A (m)	Mv (t-m/m)
DC	DC	27.180	2.911	79.121
P_{DC}	DC	1.350	3.100	4.185
P_{DW}	DW	0.308	3.100	0.955
EV	EV	37.408	4.053	151.615
P_{LL}	LL	3.618	3.100	11.216
P_{IM}	LL	1.302	3.100	4.038
LS_Y	LS	2.161	4.650	10.049
$\Sigma =$		73.328		261.179

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 4. 10 Resumen de Cargas Horizontales

CARGA	TIPO	H(t/m)	Y_A (m)	M_H (t-m/m)
LS_X	LS	2.309	4.550	10.504
EH	EH	17.507	3.033	53.098
EQ_{terr}	EQ	8.429	4.550	38.353
P_{EQ}	EQ	0.796	8.550	6.804
EQ_{estr}	EQ	12.918	3.613	46.665
BR	BR	0.905	10.900	9.859
$\Sigma =$		42.863		165.283

(Fuente: Elaboración propia)

4.4.2.2 ESTADOS LÍMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGA

COMBINACION DE CARGAS

CARGAS VERTICALES V_U

TIPO	DC		DW	EV	LL+IM	LS	$n\sum$
CARGA	DC	P_{DC}	P_{DW}	EV	P_{LL+IM}	LSv	V_U (t)
V (Ton) =	27.180	1.350	0.308	37.408	4.920	2.161	73.328
Resistencia Ia	0.9	0.9	0.65	1	0	1.75	70.420
	24.462	1.215	0.200	37.408	0.000	3.782	
Resistencia Ib	1.25	1.25	1.5	1.35	1.75	1.75	103.969
	33.975	1.6875	0.462	50.5008	8.61084	3.78189	
Ev.Estremo_ Ia	0.9	0.9	0.65	1	0	0.5	64.366
	24.462	1.215	0.200	37.408	0.000	1.081	
Ev.Estremo_ Ib	1.25	1.25	1.5	1.35	0.5	0.5	90.166
	33.975	1.688	0.462	50.501	2.460	1.081	
Servicio I	1	1	1	1	1	1	73.328
	27.180	1.350	0.308	37.408	4.920	2.161	

MOMENTO ESTABILIZADOR (POR CARGAS VERTICALES) M_{vu}

TIPO	DC		DW	EV	LL+IM	LS	$n\sum$
CARGA	DC	P_{DC}	P_{DW}	EV	P_{LL+IM}	LSv	M_{vu} (t-m)
M_v (Ton-m) =	79.121	4.185	0.955	151.615	15.254	10.049	261.179
Resistencia Ia	0.9	0.9	0.65	1	0	1.75	257.037
	71.209	3.767	0.621	151.615	0.000	17.586	
Resistencia Ib	1.25	1.25	1.5	1.35	1.75	1.75	372.252
	98.901	5.231	1.433	204.680	26.695	17.586	
Ev.Estremo_ Ia	0.9	0.9	0.65	1	0	0.5	232.236
	71.209	3.767	0.621	151.615	0.000	5.025	
Ev.Estremo_ Ib	1.25	1.25	1.5	1.35	0.5	0.5	322.897
	98.901	5.231	1.433	204.680	7.627	5.025	
Servicio I	1	1	1	1	1	1	261.179
	79.121	4.185	0.955	151.615	15.254	10.049	

CARGAS HORIZONTALES H_U

TIPO	LS	EH	EQ			BR	$n\Sigma$
CARGA	LS_x	EH	EQ_{terr}	P_{EQ}	EQ_{estr}	BR	H_U (t)
H (Ton) =	2.309	17.507	8.429	0.796	12.918	0.905	42.863
Resistencia Ia	1.75	1.5	0	0	0	1.75	33.477
	4.040	26.260	0.000	0.000	0.000	1.583	
Resistencia Ib	1.75	1.5	0	0	0	1.75	33.477
	4.040	26.260	0.000	0.000	0.000	1.583	
Ev.Estremo Ia	0.5	1.5	1	1	1	0.5	50.010
	1.154	26.260	8.429	0.796	12.918	0.452	
Ev.Estremo Ib	0.5	1.5	1	1	1	0.5	50.010
	1.154	26.260	8.429	0.796	12.918	0.452	
Servicio I	1	1	0	0	0	1	20.720
	2.309	17.507	0.000	0.000	0.000	0.905	

MOMENTOS DE VOLTEO (POR CARGAS HORIZONTALES) M_{HU}

TIPO	LS	EH	EQ			BR	$n\Sigma$
CARGA	LS_x	EH	EQ_{terr}	P_{EQ}	EQ_{estr}	BR	M_{HU} (t-m)
M_H (Ton-m) =	10.504	53.098	38.353	6.804	46.665	9.859	165.283
Resistencia Ia	1.75	1.5	0	0	0	1.75	121.046
	18.382	79.647	0.000	0.000	0.000	17.253	
Resistencia Ib	1.75	1.5	0	0	0	1.75	121.046
	18.382	79.647	0.000	0.000	0.000	17.253	
Ev.Estremo Ia	0.5	1.5	1	1	1	0.5	181.651
	5.252	79.647	38.353	6.804	46.665	4.930	
Ev.Estremo Ib	0.5	1.5	1	1	1	0.5	181.651
	5.252	79.647	38.353	6.804	46.665	4.930	
Servicio I	1	1	0	0	0	1	73.461
	10.504	53.098	0.000	0.000	0.000	9.859	

4.4.2.3 CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZO

a) Volteo alrededor del Punto "A"

Tabla 4. 11 Chequeo de estabilidad - Volteo – Caso I

ESTADO	V_U (t/m)	M_{VU} (t-m)	M_{hU} (t-m/m)	$X_o = \frac{M_{VU} - M_{hU}}{V_U}$ (m)	$e = B/2 - X_o $	$e_{m\acute{a}x}$ (m)	
Resistencia Ia	70.420	257.037	121.046	1.931	0.969	1.450	OK!
Resistencia Ib	103.969	372.252	121.046	2.416	0.484	1.450	OK!
Ev.Estremo_Ia	64.366	232.236	181.651	0.786	2.114	2.127	OK!
Ev.Estremo_Ib	90.166	322.897	181.651	1.567	1.333	2.127	OK!

(Fuente: Elaboración propia)

b) Deslizamiento en la base del Estribo

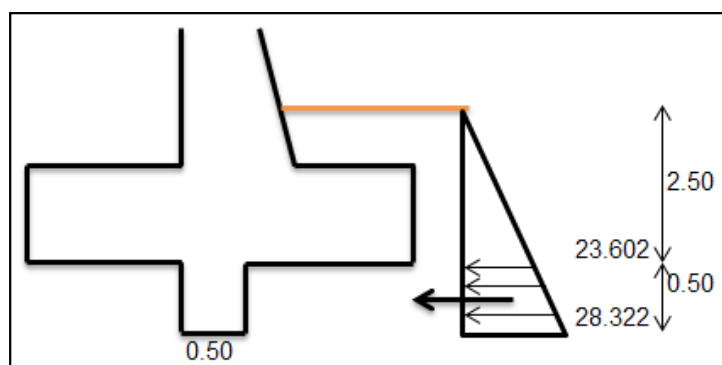
Tabla 4. 12 Chequeo de estabilidad - Deslizamiento sin Diente– Caso I

ESTADO	V_U (Ton/m)	RESISTENCIA (Ton/m) $F_f = \mu (\phi_\tau V_U)$	ACTUANTE (Ton/m) H_U	
Resistencia Ia	70.420	36.725	33.477	OK
Resistencia Ib	103.969	54.221	33.477	OK
Ev.Estremo_Ia	64.366	41.959	50.010	NS
Ev.Estremo_Ib	90.166	58.779	50.010	OK

(Fuente: Elaboración propia)

Similar al diseño de los estribos “1” y “2” el estado límite de evento extremo Ia, no es satisfactorio por lo que también se adicionará un diente de concreto en la base, considerando la resistencia pasiva del suelo solo en el ámbito del diente.

Figura 4. 18 Diente en Zapata – Caso I



(Fuente: Elaboración Propia)

Para el estado límite de Evento Extremo Ia, agregando el cliente de concreto se tiene:

$$Q_R = \phi_T Q_T + \phi_{ep} Q_{ep} \quad \text{con:}$$

$\phi_T Q_T =$	41.959	t
$\phi_{ep} =$	1.00	
$Q_{ep} =$	12.981	t

$$Q_R = \boxed{54.9406} > \boxed{50.010} \text{ OK!}$$

c) Presiones actuantes en la base del estribo

Tabla 4. 13 - Chequeo de estabilidad – Deslizamiento con diente – Caso I

ESTADO	V_U (t/m)	M_{VU} (t-m)	M_{hU} (t-m/m)	$X_o = \frac{M_{VU} - M_{hU}}{V_U}$ (m)	$e = (B/2 - X_o) $	$q = V_U / (B - 2e)$ (kg/cm ²)	
Resistencia Ia	70.420	257.037	121.046	1.931	0.969	1.823	OK!
Resistencia Ib	103.969	372.252	121.046	2.416	0.484	2.152	OK!
Ev.Estremo_Ia	64.366	232.236	181.651	0.786	2.114	4.095	OK!
Ev.Estremo_Ib	90.166	322.897	181.651	1.567	1.333	2.878	OK!
Servicio I	73.328	261.179	73.461	2.560	0.340	1.432	OK!

(Fuente: Elaboración propia)

4.4.3 CASO II – ANÁLISIS DE ESTRIBO SIN PUENTE

a) Estados limites aplicables y combinaciones de carga

CARGAS VERTICALES V_U

TIPO	DC	EV	LS	$n\Sigma$
CARGA	DC	EV	LS_Y	V_U (t)
V (Ton)=	27.180	37.408	2.161	66.749
	0.9	1	1.75	
Resistencia Ia	24.462	37.408	3.782	68.934
	1.25	1.35	1.75	
Resistencia Ib	33.975	50.501	3.782	92.671
	0.9	1	0.5	
Ev.Estremo_Ia	24.462	37.408	1.081	62.951
	1.25	1.35	0.5	
Ev.Estremo_Ib	33.975	50.501	1.081	85.556
	1	1	1	
Servicio I	27.180	37.408	2.161	66.749

MOMENTO ESTABILIZADOR POR CARGAS VERTICALES M_{UV}

TIPO	DC	EV	LS	$n\Sigma$
CARGA	DC	EV	LS_Y	M_{UV} (t)
M_V (Ton)=	79.121	151.615	10.049	240.785
	0.9	1	1.75	
Resistencia Ia	71.209	151.615	17.586	252.430
	1.25	1.35	1.75	
Resistencia Ib	98.901	204.680	17.586	337.226
	0.9	1	0.5	
Ev.Estremo_Ia	71.209	151.615	5.025	227.848
	1.25	1.35	0.5	
Ev.Estremo_Ib	98.901	204.680	5.025	308.606
	1	1	1	
Servicio I	79.121	151.615	10.049	240.785

CARGAS HORIZONTALES H_U

TIPO	LS	EH	EQ		$n\Sigma$
CARGA	LS_x	EH	EQ_{terr}	EQ_{estr}	H_U (t)
H (Ton)=	2.309	17.507	8.429	12.918	41.162
	1.75	1.5	0	0	
Resistencia Ia	4.040	26.260	0.000	0.000	31.815
	1.75	1.5	0	0	
Resistencia Ib	4.040	26.260	0.000	0.000	31.815
	0.5	1.5	1	1	
Ev.Estremo_Ia	1.154	26.260	8.429	12.918	48.761
	0.5	1.5	1	1	
Ev.Estremo_Ib	1.154	26.260	8.429	12.918	48.761
	1	1	0	0	
Servicio I	2.309	17.507	0.000	0.000	19.815

MOMENTOS DE VUELCO (POR CARGAS HORIZONTALES) M_{HU}

TIPO	LS	EH	EQ		$n\Sigma$
CARGA	LS_x	EH	EQ_{terr}	EQ_{estr}	M_{HU} (t)
M_H (Ton)=	10.504	53.098	38.353	46.665	148.620
	1.75	1.5	0	0	
Resistencia Ia	18.382	79.647	0.000	0.000	102.930
	1.75	1.5	0	0	
Resistencia Ib	18.382	79.647	0.000	0.000	102.930
	0.5	1.5	1	1	
Ev.Estremo_Ia	5.252	79.647	38.353	46.665	169.917
	0.5	1.5	1	1	
Ev.Estremo_Ib	5.252	79.647	38.353	46.665	169.917
	1	1	0	0	
Servicio I	10.504	53.098	0.000	0.000	63.602

b) Chequeo de estabilidad y esfuerzos

b.1. Vuelco alrededor del punto “a”

Tabla 4. 14 - Chequeo de estabilidad – Vuelco – Caso II

ESTADO	V_U (t/m)	M_{VU} (t-m)	M_{hU} (t-m/m)	$X_o = \frac{M_{VU} - M_{hU}}{V_U}$ (m)	$e = (B/2 - X_o) $ (m)	$e_{máx} = B/4$ (m)	
Resistencia Ia	68.934	252.430	102.930	2.169	0.731	1.450	OK!
Resistencia Ib	92.671	337.226	102.930	2.528	0.372	1.450	OK!
Ev.Estremo Ia	62.951	227.848	169.917	0.920	1.980	2.127	OK!
Ev.Estremo Ib	85.556	308.606	169.917	1.621	1.279	2.127	OK!

(Fuente: Elaboración propia)

b.2. Deslizamiento en la base del estribo

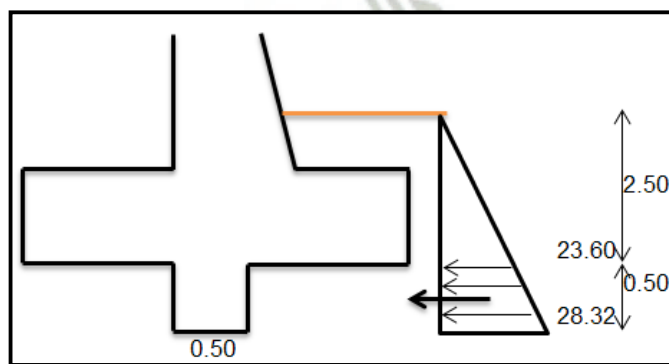
Tabla 4. 15 Chequeo de estabilidad – Deslizamiento sin Diente – Caso II

ESTADO	V_U (Ton/m)	RESISTENCIA (Ton/m) $F_f = \mu (\phi_\tau V_U)$	ACTUANTE (Ton/m) H_U	
Resistencia Ia	68.934	35.950	31.815	OK
Resistencia Ib	92.671	48.329	31.815	OK
Ev.Estremo Ia	62.951	41.037	48.761	NS
Ev.Estremo Ib	85.556	55.773	48.761	OK

(Fuente: Elaboración propia)

Similar al diseño de los estribos “1” y “2” el estado límite de evento extremo Ia, no es satisfactorio por lo que también se adicionará un diente de concreto de en la base, considerando la resistencia pasiva del suelo solo en el ámbito del diente

Figura 4. 19 Diente en Zapata – Caso II



(Fuente: Elaboración Propia)

(*) Para el estado limite de Evento Extremo la, agregando el diente de concreto se tiene:

$$Q_R = \phi_T Q_T + \phi_{ep} Q_{ep}$$

con:

$$\phi_T Q_T = 41.037 \quad t$$

$$\phi_{ep} = 1.00$$

$$Q_{ep} = 12.981 \quad t$$

$$Q_R = 54.018 > 48.761 \quad \text{OK!}$$

b.3. Presiones actuantes en la base del estribo

Tabla 4. 16 Chequeo de estabilidad – Deslizamiento con Diente – Caso II

ESTADO	V_U (t/m)	M_{VU} (t/m)	M_{hU} (t-m/m)	$X_o = \frac{M_{VU} - M_{hU}}{V_U}$ (m)	$e = B/2 - X_o $	$q = V_U / (B - 2e)$ (kg/cm ²)	
Resistencia Ia	68.934	252.430	102.930	2.169	0.731	1.589	OK!
Resistencia Ib	92.671	337.226	102.930	2.528	0.372	1.833	OK!
Ev.Estremo_Ia	62.951	227.848	169.917	0.920	1.980	3.420	OK!
Ev.Estremo_Ib	85.556	308.606	169.917	1.621	1.279	2.639	OK!
Servicio I	66.749	240.785	63.602	2.654	0.246	1.257	OK!

(Fuente: Elaboración propia)

LUZ DEL PUENTE: 5.46 m.

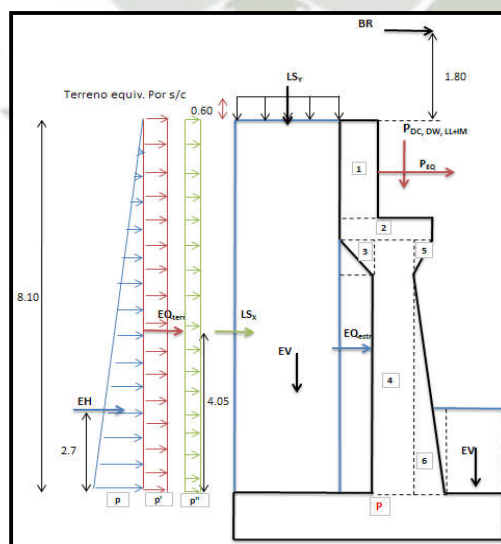
4.5.1 DISEÑO DE LA PANTALLA DEL ESTRIBO

Fy =	4200	kg/cm2
f'c =	280	kg/cm2
Xconc =	2.4	t/m3
Ec =	250998.01	kg/cm2
Es =	2040000	kg/cm2
b =	1.00	m
recub. =	7.50	cm

$K_a =$	0.27
$K_{AE} =$	0.40

FUERZAS QUE ACTÚAN EN LA BASE DE LA PANTALLA

Figura 4. 20 Fuerzas actuantes en la Bases – Estribo 3



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

4.5.1.1 CARGAS EN LA BASE DE LA PANTALLA

PESO DEL ESTRIBO (DC)

Elemento	Volumen (m3)	DC (Ton/m)	X _p (m)	Y _p (m)	X _p DC (Ton-m/m)	Y _p DC (Ton-m/m)
1	0.330	0.792	0.100	7.500	0.079	5.940
2	0.320	0.768	0.250	6.600	0.192	5.069
3	0.075	0.180	0.100	6.200	0.018	1.116
4	2.640	6.336	0.350	3.200	2.218	20.275
5	0.025	0.060	0.733	6.200	0.044	0.372
6	2.135	5.124	0.967	1.933	4.955	9.905
Σ=		13.260			7.506	42.677

$$X_p = 0.566 \text{ m}$$

$$Y_p = 3.218 \text{ m}$$

CARGAS EV (peso del terreno)

$$g = 1.566 \text{ t/m}^3$$

Elemento	Volumen (m3)	EV (Ton/m)	X _p (m)	Y _p (m)	X _p EV (Ton-m/m)	Y _p EV (Ton-m/m)
8	18.630	29.175	1.750	4.100	51.056	119.618
9	0.075	0.117	0.200	6.000	0.023	0.702
10	1.830	2.866	0.150	2.900	0.430	8.311
Σ=		32.158			51.510	128.631

$$X_p = 1.602 \text{ m}$$

$$Y_p = 4.000 \text{ m}$$

CARGAS EN BASE DE PANTALLA

CARGA	CARGA DISTRIBUIDA (t/m)	CARGA (t)	Y _p (m)	M (t - m)
LS	p'' = 0.254	2.055	4.050	8.322
EH	p = 3.425	13.871	2.700	37.451
EQ _{terr}	p' = 0.824	6.678	4.050	27.048
P _{EQ}	-	0.796	7.400	5.889
EQ _{estr}	-	9.084	3.772	34.262
BR	-	0.905	9.900	8.955

Donde para EQ_{estr} :

$$\begin{aligned} W &= \text{peso del estribo y terreno tributario sobre P} = 45.418 \text{ t/m} \\ k_h &= 0.5A \\ EQ_{estr} &= 9.084 \text{ t/m} \\ Y_p &= \text{C.G. del estribo y terreno tributario sobre P} = 3.772 \text{ m} \end{aligned}$$

4.5.1.2 ACERO A FLEXIÓN

Momento de diseño en la base de la pantalla

Estado limite de Resistencia I, con $n=1.05$

$$\begin{aligned} M_u &= n(1.75M_{LS} + 1.50M_{EH} + 1.75M_{BR}) \\ M_u &= 90.731 \text{ t-m} \end{aligned}$$

Estado limite de Evento Extremo I, con $n=1.00$

$$\begin{aligned} M_u &= n(0.50M_{LS} + 1.50M_{EH} + 1.00M_{EQ} + 0.50M_{BR}) \\ M_u &= 132.013 \text{ t-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Con } M_u &= 132.013 \text{ t-m} \\ \text{Recubrimiento } r &= 7.50 \text{ cm} \end{aligned}$$

Detalles de Diseño			
recubrimiento	r	7.5	cm
Peralte efectivo	d	102.5	cm
Franja de diseño	b	100	cm

$$Mu = 132.669 \text{ Ton-m} = 132669.44 \text{ kg-m}$$

Fórmula	Acero por flexion
$K_u = MU / (\phi * b * d^2)$	12.628
$\phi = 1$	
$m = \frac{fy}{0.85 * f'c}$	17.647
$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * K_u}{fy}} \right)$	0.003
$A_s = \rho * b * d$	31.682 cm ²

ϕ	1"	Unidades
Separación	15.99	cm
	15.00	cm

4.5.1.3 ACERO POR TEMPERATURA

$A_b \geq \frac{S(2d_c + d_b)}{100}$		
A_b	Mínima área de las barras	
S	20	cm
$\emptyset$	5/8	plg
A_b	3.32	cm ²
$A_{s \text{ por capa}}$	1.66	cm ²
$\emptyset$	5/8"	
Separación	Ok	
	20	cm

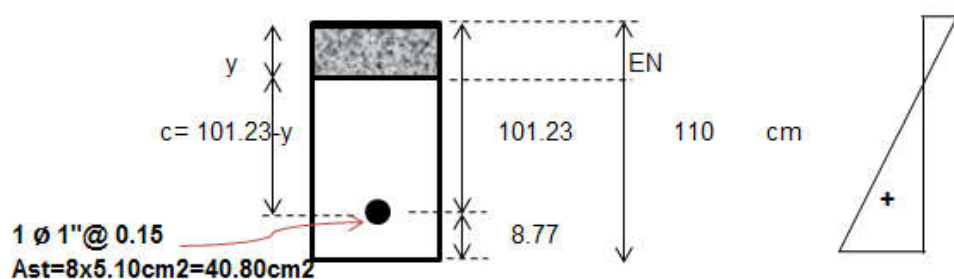
asumido

asumido

4.5.1.4 REVISIÓN DE FISURACION POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA

Figura 4. 21 Revisión de Fisuración por Distribución – Estribo 3

Grafico



(Fuente: Elaboración Propia)

Calculo de f_s :

f_s	1,506.24	kg/cm ²

f_s	<	f_{sa}
1,506.24	<	2,520.00
Ok		

4.5.1.5 REVISIÓN POR CORTE

Típicamente el corte

Típicamente el corte no gobierna el diseño de un muro de contención; sin embargo revisaremos el grosor de la pantalla para confirmar que no se requiere armadura transversal.

El cortante actuante en la base de la pantalla para el estado limite de Resistencia I, con $n=1.05$

$$V_u = \frac{n(1.75V_{LS} + 1.50V_{EH} + 1.75B_{BR})}{27.28} t$$

El cortante actuante en la base de la pantalla para el estado limite de Evento Extr. I, con $n=1.00$

$$V_u = \frac{n(0.50V_{LS} + 1.50V_{EH} + 1.00V_{EQ} + 0.50V_{BR})}{39.00} t$$

Diseño por Estado Límite de Evento Extremo I

$\phi * V_n \geq V_u$		Refuerzo de Acero	Unidades
ϕ	1		
$V_n = V_c + V_s$		87.30	t
$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$		87.30	t
V_s		0.00	t

$$V_r = \phi * V_n > V_u$$

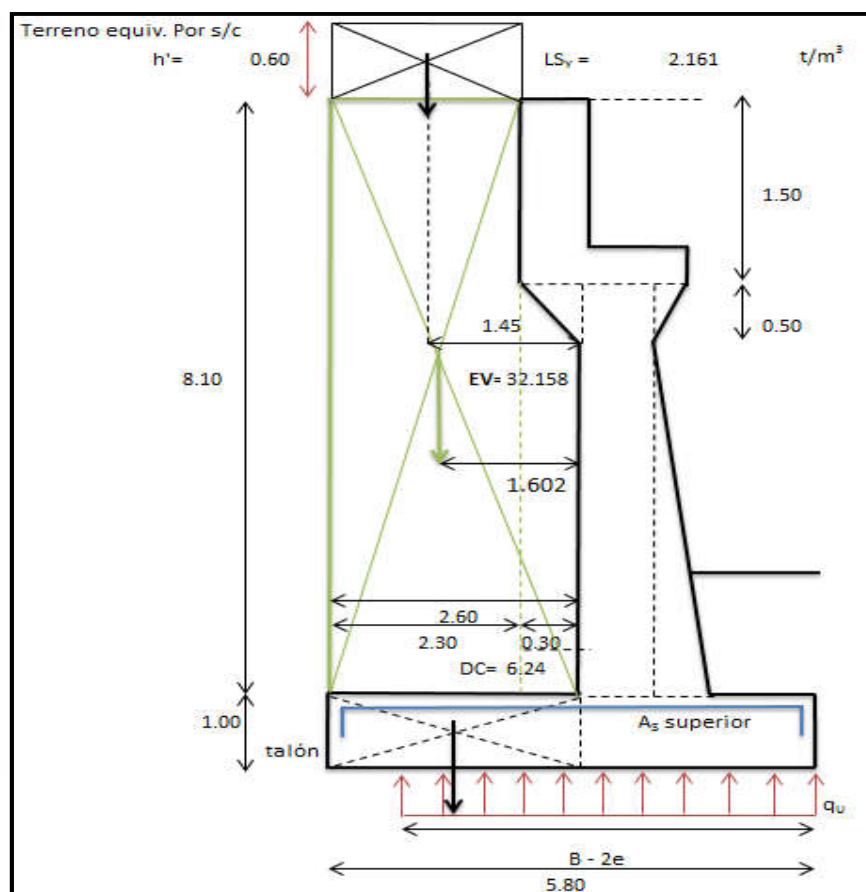
$$87.30 > 39$$

Ok

4.5.2 DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

4.5.2.1 ACERO SUPERIOR DE LA ZAPATA

Figura 4. 22 Acero Superior en Zapata – Estribo 3



(Fuente: Elaboración Propia)

Omitimos el estado de Evento Extremo I, pues no es crítico en este caso

Con $M_u = 89.430$ T-m
Recubrimiento $r = 7.50$ cm

Detalles de Diseño			
recubrimiento	r	7.5	cm
Peralte efectivo	d	92.5	cm
Franja de diseño	b	100	cm

$M_u = 89.430$ Ton-m 89430 kg-m

Fórmula	Diseño de Acero	
$Ku = MU / (\phi * b * d^2)$	10.452	
ϕ	1	
$m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c}$	17.647	
$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * Ku}{f_y}} \right)$	0.003	
$A_s = \rho * b * d$	23.548	cm ²

ϕ	1"	Unidades
Separación	21.52	cm
	20	cm

Acero mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de 1.2Mcr y 1.33MU.

$1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$	67,267.47	kg-m
$f_r = 2.01 \sqrt{f'_c}$	33.63	kg/cm ²
$S = (b * h^2) / 6$	166,666.67	cm ³
$1.33Mu$	118,941.90	kg-m

Acero con el menor valor

As min	17.61	cm ²

La cantidad de refuerzo será adecuada para desarrollar una resistencia nominal a flexión Mr superior o igual al menor valor calculado anteriormente.

$M_r = \phi A_s f_y (d - a/2)$	96,216.98	kg-m
	Ok	

4.5.2.2 ACERO DE TEMPERATURA DE LA ZAPATA

$A_b \geq \frac{S(2d_c + d_b)}{100}$		
A_b	Miníma área de las barras	
S	20	cm
$\emptyset$	5/8	plg
asumido		
A_b	3.32	cm ²
A_s por capa	1.66	cm ²
$\emptyset$	5/8"	
Separación	Ok	
	20	cm

Nota.- El acero de temperatura se colocará por no contar con ningún tipo de acero, perpendicular al acero de flexión, tanto en el talón como en la punta del cimiento.

4.5.2.3 REVISIÓN DEL TALON POR CORTE

El cortante actuante en el talón para el estado limite de Resistencia I, con $n = 1.05$

$$V_u = n(1.25V_{DC} + 1.35V_{EV} + 1.75V_{LS})$$

$$V_u = 57.745 \quad Tn$$

Diseño por Estado Límite de Evento Extremo I

$\emptyset \cdot V_n \geq V_u$	Refuerzo de Acero	Unidades
$\emptyset$ 1		
$V_n = V_c + V_s$	79.07	t
$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$	79.07	t
V_s	0.00	t

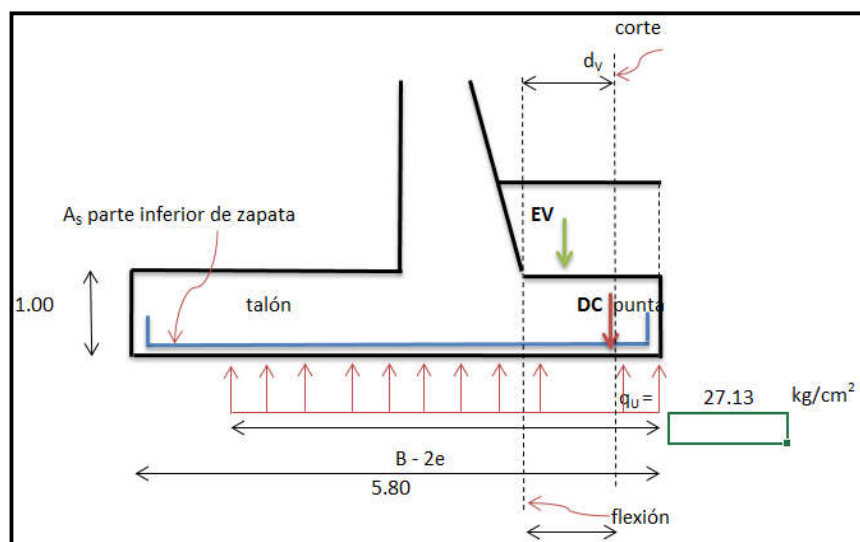
$$V_r = \emptyset \cdot V_n > V_u$$

$$79.07 > 57.745$$

Ok

4.5.2.4 ACERO EN LA BASE DE LA ZAPATA

Figura 4. 23 - Acero en la Base de Zapata – Estribo 3



(Fuente: Elaboración Propia)

Para el estado límite de Evento Extremo Ia, con $q = 27.13 \text{ kg/cm}$, despreciando del lado conservador el peso del terreno (V) y de la punta de zapata (DC), el momento actuante en cara de pantalla es:

$$M_u = 135.650 \text{ t-m}$$

$$\text{recubrimiento} = 7.50 \text{ cm}$$

Fórmula	Diseño de Acero
$K_u = MU / (\phi * b * d^2)$	15.854
$\phi = 1$	
$m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c}$	17.647
$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * K_u}{f_y}} \right)$	0.004
$A_s = \rho * b * d$	36.164 cm^2

ϕ	1"	Unidades
Separación	14.01	cm
	12.5	cm

Acero máximo

$a = \frac{As * f_y}{0.85 * f'_c * b}$	6.382	cm
$c = a / \beta$	7.508	cm
β	0.85	
	0.081	
	Ok	

Acero mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de $1.2M_{cr}$ y $1.33M_u$.

$1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$	67,267.47	kg-m
$f_r = 2.01 \sqrt{f'_c}$	33.63	kg/cm ²
$S = (b * h^2) / 6$	166,666.67	cm ³
$1.33M_u$	180,414.50	kg-m

Acero con el menor valor:

As min	17.61	cm²

La cantidad de refuerzo será adecuada para desarrollar una resistencia nominal a flexión M_r superior o igual al menor valor calculado anteriormente.

$M_r = \phi A_s f_y (d - a/2)$	152,052.01	kg-m
	Ok	

4.5.2.5 REVISIÓN DE LA PUNTA POR CORTE

$$V_U = q_U (L_{\text{punta}} - d_V)$$

$$V_U = 29.430$$

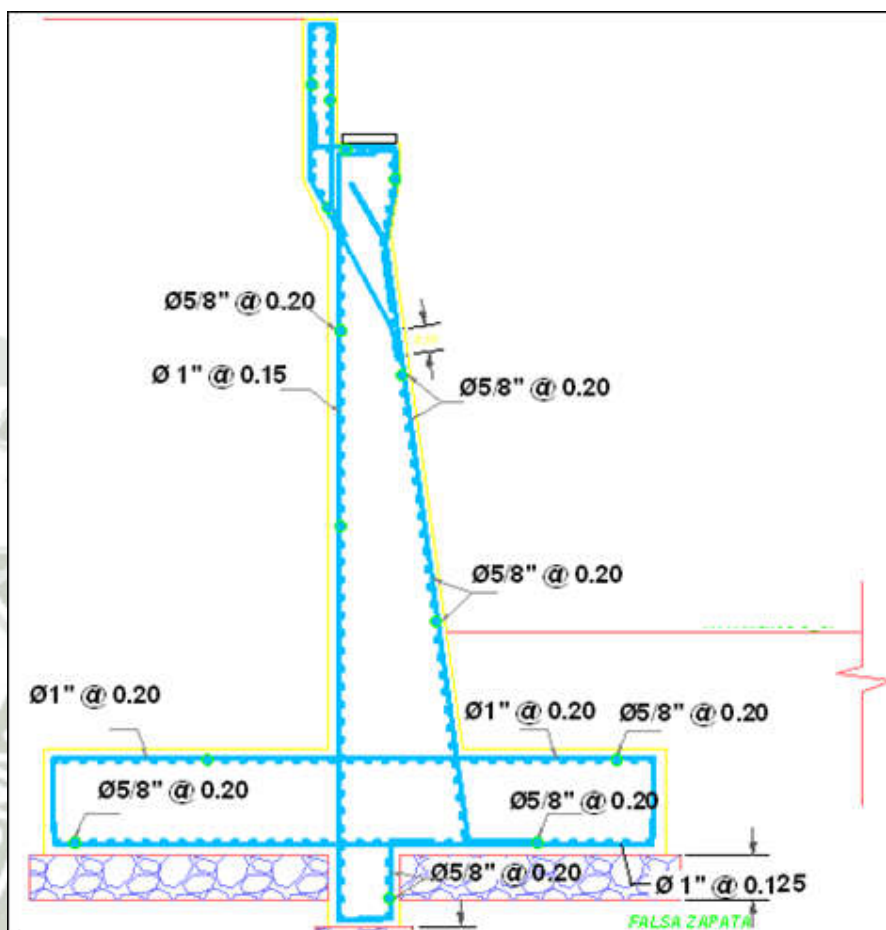
Diseño por Estado Límite de Evento Extremo I

$\phi * V_n \geq V_u$		Refuerzo de Acero	Unidades
ϕ	1		
$V_n = V_c + V_s$		79.07	t
$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$		79.07	t
V_s		0.00	t

$V_r = \phi * V_n$	>	V_u
79.07	>	29.430
Ok		

4.5.2.6 DISTRIBUCIÓN DE ACERO EN LOS ESTRIBOS DE “3”

Figura 4. 24 - Detalle de Acero – Estribo 3



(Fuente: Elaboración Propia)

4.6 Muros DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO

Este tipo de muro resiste el empuje de tierra por medio de la acción en voladizo de una pantalla vertical empotrada en una losa horizontal (zapata), ambos adecuadamente reforzados para resistir los momentos y fuerzas cortantes a que están sujetos.

Estos muros por lo general son económicos para alturas menores de 10 metros, para alturas mayores, los muros con contrafuertes suelen ser más económicos.

La forma más usual es la llamada T, que logra su estabilidad por el ancho de la zapata, de tal manera que la tierra colocada en la parte posterior de ella, ayuda a impedir el volcamiento y lastra el muro aumentando la fricción suelo-muro en la base, mejorando de esta forma la seguridad del muro al deslizamiento.

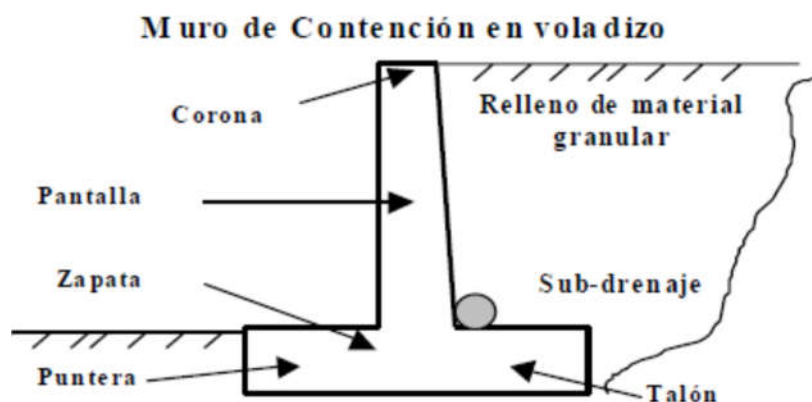
Estos muros se diseñan para soportar la presión de tierra, el agua debe eliminarse con diversos sistemas de drenaje que pueden ser barbacanas colocadas atravesando la pantalla vertical, o sub-drenajes colocados detrás de la pantalla cerca de la parte inferior del muro.

Si el terreno no está drenado adecuadamente, se puede presentar presiones hidrostáticas no deseables.

Las pantallas de concreto en estos muros son por lo general relativamente delgadas, su espesor oscila alrededor de $(1/10)$ de la altura del muro, y depende de las fuerzas cortante y momentos flectores originados por el empuje de tierra. El espesor de la corona debe ser lo suficientemente grande para permitir la colocación del concreto fresco, generalmente se emplean valores que oscilan entre 20 y 30 cm.

El espesor de la base es función de las fuerzas cortantes y momentos flectores de las secciones situadas delante y detrás de la pantalla, por lo tanto, el espesor depende directamente de la posición de la pantalla en la base, si la dimensión de la puntera es de aproximadamente $1/3$ del ancho de la base, el espesor de la base generalmente queda dentro del intervalo de $1/8$ a $1/12$ de la altura del muro.

Figura 4. 25 Muro de Contención en Voladizo



(Fuente: Elaboración Propia)

4.6.1 ESTABILIDAD

El análisis de la estructura contempla la determinación de las fuerzas que actúan por encima de la base de fundación, tales como empuje de tierra, peso propio, peso de la tierra de relleno, cargas y sobrecargas con la finalidad de estudiar la estabilidad al volcamiento y deslizamiento, así como el valor de las presiones de contacto.

El peso propio del muro: esta fuerza actúa en el centro de gravedad de la sección, y puede calcularse de manera fácil subdividiendo la sección del muro en áreas parciales sencillas y de propiedades geométricas conocidas.

La presión que la tierra ejerce sobre el muro que la contiene mantiene una relación directa con el desplazamiento del conjunto, en el estado natural si el muro no se mueve se dice que existe presión de reposo; si el muro se mueve alejándose de la tierra o cede, la presión disminuye hasta una condición mínima denominada presión activa. Si el muro se desplaza contra la tierra, la presión sube hasta un máximo denominado presión pasiva.

El diseño suele empezar con la selección de dimensiones tentativas para luego verificar la estabilidad de esa configuración. Por conveniencia, cuando el muro es de altura constante, puede analizarse un muro de longitud unitaria, de no resultar la

estructura seleccionada satisfactoria, se modifican las dimensiones y se efectúan nuevas verificaciones hasta lograrla estabilidad y la resistencia requerida.

En un muro pueden fallar las partes individuales por no ser suficientemente fuertes para resistir las fuerzas que actúan, para diseñar contra esta posibilidad se requiere la determinación de espesores y refuerzos necesarios para resistir los momentos y cortantes.

En el caso de muros de contención de concreto armado, se puede emplear los procedimientos comúnmente utilizados para dimensionar y reforzar, que son estipulados por el Código ACI.

4.6.1.1 Método de los Esfuerzos Admisibles o Estado Límite de Servicio:

Las estructuras y elementos estructurales se diseñarán para tener en todas las secciones una resistencia mayor o igual a la resistencia requerida R_s , la cual se calculará para cargas y fuerzas de servicio según las combinaciones que se estipulen en las normas.

En el método de los esfuerzos admisibles, se disminuye la resistencia nominal dividiendo por un factor de seguridad FS establecido por las normas o especificaciones técnicas.

$$R_s \leq R_{adm}$$

$$R_{adm} \leq \frac{R_n}{FS}$$

R_n = Resistencia nominal, correspondiente al estado límite de agotamiento resistente, sin factores de minoración. Esta resistencia es función de las características mecánicas de los materiales y de su geometría.

R_{adm} = Resistencia admisible.

Se estudia la estabilidad al volcamiento, al deslizamiento y las presiones de contacto originadas en la interfase suelo-muro.

4.6.1.2 Estabilidad al volcamiento y deslizamiento:

Para verificar la estabilidad al volcamiento y al deslizamiento un $FS \geq 1,5$ se establece que para combinaciones donde se incluya el sismo se puede tomar $FS \geq 1,4$. Para estudiar la estabilidad al volcamiento, los momentos se toman respecto a la arista inferior de la zapata en el extremo de la puntera.

La relación entre los momentos estabilizantes M_e , producidos por el peso propio del muro y de la masa de relleno situada sobre el talón del mismo y los momentos de volcamiento M_v , producidos por los empujes del terreno, se conoce como factor de seguridad al volcamiento FS_v , esta relación debe ser mayor de 1,5.

$$FS_v = \frac{M_e}{M_v} \geq 1,5$$

La componente horizontal del empuje de tierra debe ser resistida por las fuerzas de roce entre el suelo y la base del muro. La relación entre las fuerzas resistentes y las actuantes o deslizantes (empuje), se conoce como factor de seguridad al deslizamiento FS_d , esta relación debe ser mayor de 1,5. Es común determinar esta relación sin considerar el empuje pasivo que pudiera presentarse en la parte delantera del muro, a menos que se garantice éste durante toda la vida de la estructura. Para evitar el deslizamiento se debe cumplir:

$$FS_d = \frac{F_r}{E_h} \geq 1,5$$

$$F_r = \mu (R_v + E_v) + c' \cdot B + E_p$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$c' = (0,5 \text{ a } 0,7) \cdot c$$

donde, F_r es la fuerza de roce, E_h es componente horizontal del empuje, R_v es la resultante de las fuerzas verticales, E_v es la componente vertical del empuje, B es

el ancho de la base del muro, c' es el coeficiente de cohesión corregido o modificado, c es el coeficiente de cohesión del suelo de fundación, E_p es el empuje pasivo (si el suelo de la puntera es removible, no se debe tomar en cuenta este empuje), μ es el coeficiente de fricción suelo muro, δ el ángulo de fricción suelo-muro, a falta de datos precisos, puede tomarse:

$$\delta = \left(\frac{2}{3} \phi \right)$$

4.6.1.3 Presiones de contacto:

La capacidad admisible del suelo de fundación σ_{adm} debe ser mayor que el esfuerzo de compresión máximo o presión de contacto σ_{max} transferido al terreno por el muro, para todas las combinaciones de carga:

$$\sigma_{adm} \geq \sigma_{max}$$

$$\sigma_{adm} \leq \frac{q_{ult}}{FS_{cap. portante}}$$

$FS_{cap. portante}$ es el factor de seguridad a la falla por capacidad del suelo, este valor no debe ser menor que tres para cargas estáticas, $FS_{cap. portante} \geq 3$, y para cargas dinámicas de corta duración no menor que dos, $FS_{cap. portante} \geq 2$. En caso que la información geotécnica disponible sea σ_{adm} para cargas estáticas, se admite una sobre resistencia del suelo de 33% para cargas dinámicas de corta duración.

En los muros corrientes, para que toda el área de la base quede teóricamente sujeta a compresión, la fuerza resultante de la presión del suelo originada por sistema de cargas debe quedar en el tercio medio. De los aspectos mencionados anteriormente podemos decir que no se debe exceder la resistencia admisible del suelo, y la excentricidad e_x de la fuerza resultante vertical R_v , medida desde el centro de la base del muro B , no debe exceder del sexto del ancho de ésta, en este caso el diagrama de presiones es trapezoidal. Si la excentricidad excede el sexto del ancho de la base (se sale del tercio medio), la presión máxima sobre el suelo debe

recalcularse, ya que no existe compresión en toda la base, en este caso el diagrama de presión es triangular, y se acepta que exista redistribución de presiones de tal forma que la resultante R_v coincida con el centro de gravedad del triángulo de presiones.

En ambos casos las presiones de contacto por metro de ancho de muro se pueden determinar con las expresiones 15 a 18 según sea el caso. En la figura 13 se muestran ambos casos de presiones de contacto.

$$e_x = \left(\frac{B}{2} - X_r \right)$$

$$X_r = \frac{M_e - M_v}{R_v}$$

X_r es la posición de la resultante medida desde el extremo inferior de la arista de la puntera del muro.

$$\sigma_{\max} = \frac{R_v}{B} \left(1 + \frac{6 \cdot e_x}{B} \right)$$

$$\sigma_{\min} = \frac{R_v}{B} \left(1 - \frac{6 \cdot e_x}{B} \right)$$

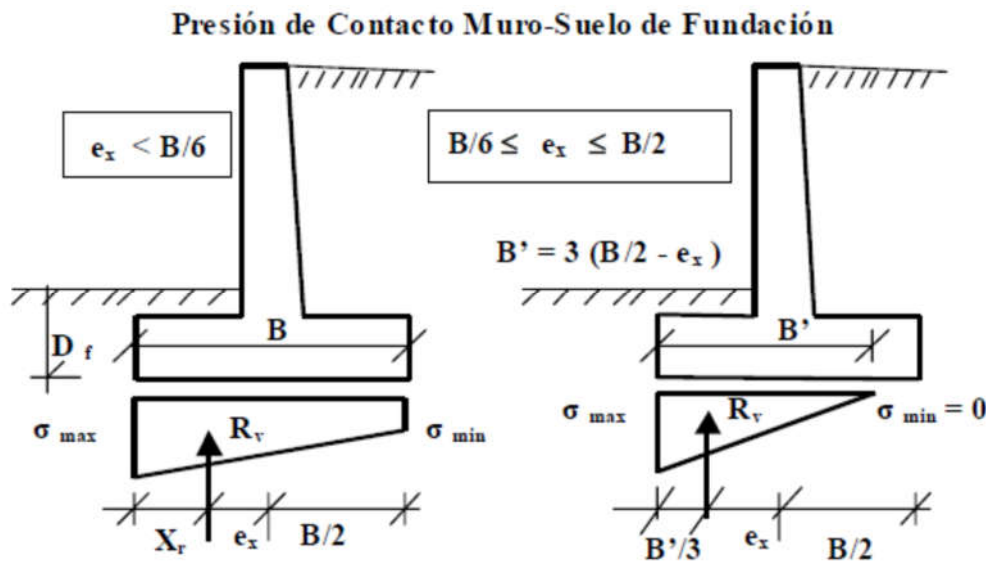
Si: $B/6 \leq e_x \leq B/2$

$$\sigma_{\max} = \frac{2 \cdot R_v}{3 \cdot \left(\frac{B}{2} - |e_x| \right)}$$

$$\sigma_{\min} = 0$$

Es buena práctica lograr que la resultante se localice dentro del tercio medio, ya que las presiones de contacto son más uniformes, disminuyendo el efecto de asentamientos diferenciales entre la puntera y el talón.

Figura 4. 26 Presión de Contacto Muro-Suelo



(Fuente: Concreto Armado II – Carlos Ricardo Llopiz)

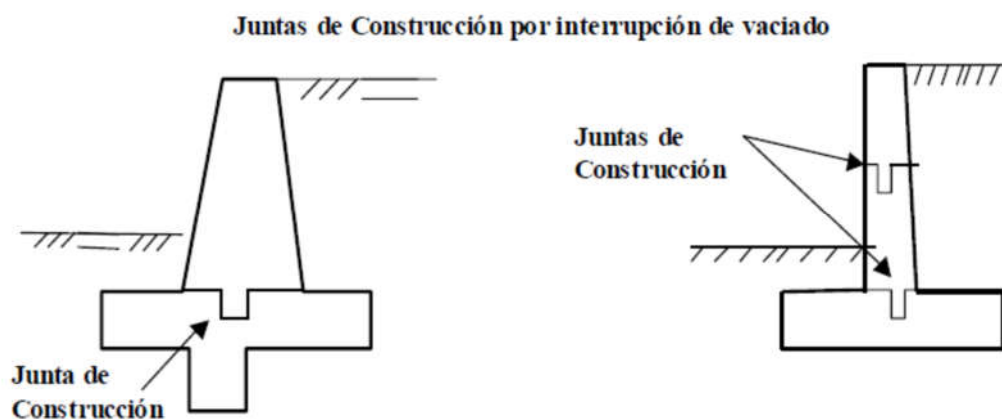
4.6.2 JUNTAS

Existen dos tipos de juntas, de construcción y de dilatación.

Durante la construcción de los muros de contención, el gran volumen de concreto requerido no se puede colocar en una sola colada, este proceso hay que hacerlo por etapas, generando juntas de construcción verticales y horizontales, que deben ser previstas. En este caso la superficie que deja la junta de construcción debe ser rugosa, con salientes y entrantes, de tal manera que se incremente la fricción en los planos en contacto, procurando garantizar la continuidad del material.

Los cambios de temperatura originan dilataciones y contracciones que hacen que el concreto se fisure y agriete. Las juntas de dilatación o de expansión, son utilizadas para disminuir la fisuración y el agrietamiento en el concreto como consecuencia de los cambios de temperatura ambiental y de la retracción del concreto. Estas juntas son necesarias si no se provee al muro de suficiente acero de refuerzo de temperatura y de retracción.

Figura 4. 27 Junta de Construcción



(Fuente: Concreto Armado II – Carlos Ricardo Llopiz)

Se acostumbra rellenar las juntas con materiales elásticos de flexibilidad permanente, de tal manera que la junta se pueda abrir y cerrar sin presentar resistencia alguna, impidiendo además el paso de la humedad a través de ella.

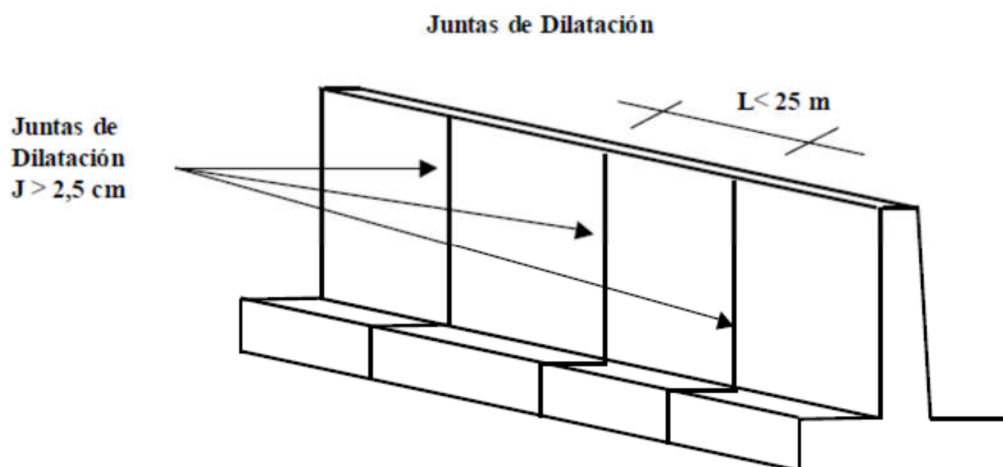
La norma AASHTO, establece que se deben colocar juntas de contracción a intervalos que no deben exceder los 9,15 m (30 pies) y para juntas de expansión no se debe exceder los 27,45 m (90 pies) para muros de gravedad o de concreto armado. En la figura 17 se muestran juntas de dilatación en muros de contención.

En nuestro país es práctica común colocar juntas de dilatación a intervalos de 10 m, no excediéndose de 25 m entre juntas. El tamaño de la abertura de la junta J comúnmente utilizado es de 2,5 cm (1"), el mínimo necesario se puede calcular de la siguiente manera:

$$J = \alpha \cdot \Delta t \cdot L \geq 2,5 \text{ cm}$$

α es el coeficiente de dilatación térmica, $\alpha = 1,7 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$, Δt es la variación de temperatura y L la separación entre juntas de dilatación.

Figura 4. 28 - Junta de Dilatación



(Fuente: Concreto Armado II – Carlos Ricardo Llopiz)

ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO ARMADO,
RAFAEL ANGEL TORRES BELANDRIA, Pag 8-21

4.6.3 ANÁLISIS Y DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO

4.6.3.1 PROPIEDADES

Características del Muro

H	Altura	Variable	metros
L	Largo del Muro	-	metros
w	Sobrecarga	Variable	t/m^2
$e_{asfalto}$	Espesor de superficie de Rodadura	0.07	metros

Características del Terreno

ϕ	Angulo de fricción interna	33.1	grados
μ	Fricción en la base	0.55	
γ	Peso específico del Suelo	1.566	t/m^3

Cargas de Diseño

Cargas Permanentes	
DC	Carga muerta de Componentes estructurales y no estructurales
DW	Carga muerta de la superficie de rodadura
Cargas Variables	
LL	Carga viva vehicular
IM	Carga de Impacto

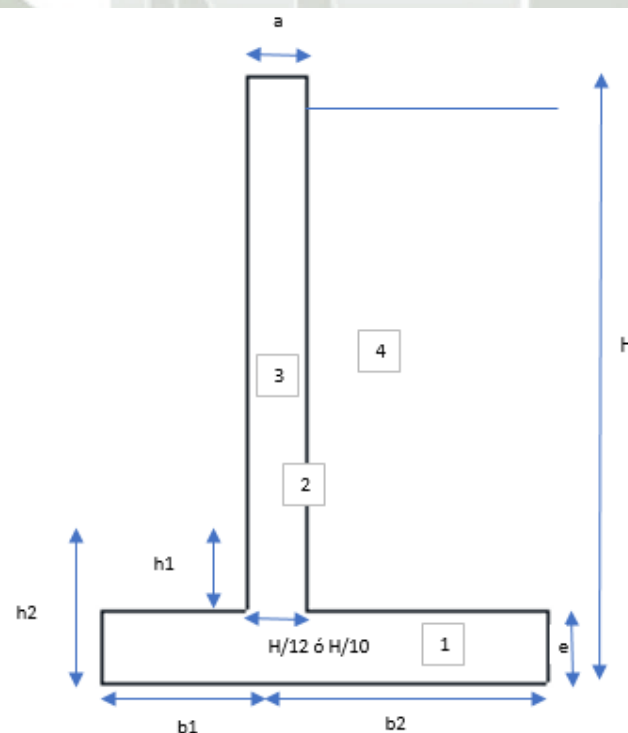
Características de los Materiales

ASFALTO			
$Y_{asfalto}$	P.E. Asfalto	2,200.00	kgf/m^3

ACERO			
f_y	Resistencia a la fluencia	4,200.00	kgf/cm^2
E_s	Módulo de Elasticidad	2,000,000.00	kgf/cm^2

4.6.3.2 PREDIMENSIONAMIENTO

Figura 4. 29 Pre-dimensionamiento de Muros



(Fuente: Elaboración Propia)

4.6.3.2.1 Dimensiones del Muro

a	Coron	0.20	m
H	Altura de Muro	1.97	m
e	Espesor de zapata	0.25	m
H/12	Ancho inferior	0.20	m
h1	Relleno delante de muro	0.60	m
h2	Altura de suelo pasivo	0.85	m
b1	Puntera	0.67	m
b2	Talon	1.33	m
B	Base	2.00	m

4.6.3.3 CARGAS ACTUANTES

4.6.3.3.1 Empuje del Suelo: Según Ranking

Empuje activo

Ca	0.29	Ha1	892.10	kg
Ca γ	459.74			

Parametro h_s Tabla de relación para diferentes tipos de relleno

$B/(H + h_s)$	0.46

El Efecto de sobrecarga en el relleno produce un efecto similar al generado por un incremento h_s , en la altura de relleno.

h_s	0.51	m	Ha2	462.68	kg

Empuje pasivo

Cp	3.41	
Hp	1926.99	kg

4.6.3.3.2 Esfuerzos actuantes en el Muro

Esfuerzos Horizontales

Efecto	Fuerza (kg)	Brazo de Palanca	Momento (kg-m)
Empuje Activo	892.10	0.66	585.81
Empuje Pasivo	-1926.99	0.28	-545.98
EQ Terreno	338.59	0.99	333.51
EQ Estribo	1008.07	0.85	854.48
Sobrecarga	462.68	0.99	455.74
ΣF_H	774.45	ΣM_A	1683.56

Cargas Sísmicas (acción sísmica)

a) Acción sísmica del Terreno

$\emptyset$	33.10
δ	0.00
i	0.00
β	0.00
A	0.35
k_h	0.18
k_v	0.00
Θ	9.93

Kae	0.41

EQ terreno	0.34	Ton/m
Ya	0.99	m

b) Fuerza Inercial del muro

W	5760.41	kg/m
Ya	0.85	m

k_h	0.18

EQ estribo	1.01	Ton/m
Ya	0.85	m

Esfuerzos Verticales

Elemento	Fuerza (kg)	Brazo de Palanca	Momento (kg-m)
1	1200.00	1.00	1200.00
2	412.80	0.77	316.48
3	825.60	0.67	550.40
4	3322.01	1.38	4595.44
Sobrecarga	504.04	1.38	697.26
ΣF_H	6264.45	ΣM_A	7359.59

4.6.3.3.3 Tensiones del Suelo

$f_{m\acute{a}x} = (4l - 6a) R_v / l^2$	4.01	t/m ²

$f_{m\acute{i}n} = (6a - 2l) R_v / l^2$	2.25	t/m ²

a	0.91	m

4.6.3.4 CRITERIOS DE ESTABILIDAD

4.6.3.4.1 Factor de Seguridad en Muros

a) Con efecto favorable de la sobrecarga

Factor de Seguridad al Volteo

$F.S. = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_A} > 2$	
F.S.	4.37144586
OK	

Factor de Seguridad al Deslizamiento

$F.S. = \frac{\Sigma F_R}{\Sigma F_A} > 1,5$	
F.S.	4.44890632
OK	

Presión en el suelo

Punto de paso de la resultante	0.91	m

e	0.09	< B/6
OK		

q<2	0.40	OK
	0.22	OK

a) Sin efecto favorable de la sobrecarga

Factor de Seguridad al Volteo

$F.S. = \frac{\sum M_R}{\sum M_A} > 2$	
F.S.	3.95728671
OK	

Factor de Seguridad al Deslizamiento

$F.S. = \frac{\sum F_R}{\sum F_A} > 1,5$	
F.S.	4.09094274
OK	

4.6.3.5 DISEÑO DEL MURO

4.6.3.5.1 Diseño de la Pantalla del Muro

Fuerzas actuantes

Efecto	Fuerza (kg)
Empuje Activo	680.05
Sobrecarga	403.96

Momento en la base de la pantalla

Mu	1154.610738	kg-m
Mu	1.154610738	t-m

4.6.3.5.1.1 Resistencia a la Flexión

Propiedades		
<i>recubrimiento</i>	<i>r</i>	6
<i>Peralte efectivo</i>	<i>d</i>	14.00

Fórmula		Refuerzo Muro Vertical			
$K_u = \frac{M_u}{\phi * b * d^2}$		6.55			
ϕ	0.9				
$m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c}$		17.647			
$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * K_u}{f_y}} \right]$		0.002	RH Inferior	RH Superior	<i>cm</i> ²
$A_s = \rho * b * d$		2.213	4.167	2.083	

ϕ	1/2"	1/2"	1/2"	
# Varillas	1.75	3.29	1.64	Unidades
	2	4	2	Unidades
Separación por capa	0.33	0.20	0.33	<i>cm</i>
	0.33	0.20	0.33	<i>cm</i>

Nota: Los muros de sostenimiento, son muros no portantes por lo tanto el acero mínimo que debe proveérseles es el indicado en la sección (ACI-14.3), aproximadamente las dos terceras partes del refuerzo horizontal deben distribuirse en el borde exterior del muro pues esta es la zona que presenta las mayores variaciones de temperatura y en la cara posterior el resto.

Acero máximo

$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$		0.390
$c = \frac{a}{\beta}$		0.459
β	0.85	
$c/d \leq 0.42$		0.033
		Ok

Acero mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de $1.2 M_{cr}$ y $1.33 M_u$.

$1.2 M_{cr} = 1.2(f_r S)$	2,690.70	kg-m
$f_r = 2.01\sqrt{f'_c}$	33.63	kg/cm ²
$S = \frac{bh^2}{6}$	6,666.67	cm ³
$1.33 M_u$	1,535.63	kg-m

Acero con el menor valor:

$A_{s\ min}$	2.90	cm ²

La cantidad de refuerzo será adecuada para desarrollar una resistencia nominal a flexión M_r , superior o igual al menor valor calculado anteriormente.

$M_r = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)$	4,067.85	kg-m
	Ok	

4.6.3.5.2 Diseño del Talón

Primero haremos el cálculo ignorando el efecto beneficioso de la presión del suelo hacia arriba en el momento y corte.

Vu	6.84	t
Mu	4.22	t-m

Consideramos ahora la contribución de la reacción del suelo.

S	0.88	t/m
f	3.34	t/m ²
Vu	0.49	t
Mu	3.31	t-m

Propiedades		
recubrimiento	r	6
Peralte efectivo	d	19.00

Fórmula	Refuerzo Muro Vertical		
$K_u = \frac{M_u}{\phi * b * d^2}$	14.0224		
ϕ 0.75			
$m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c}$	17.647		
$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * K_u}{f_y}} \right]$	0.003		
$A_s = \rho * b * d$	7.025	7.025	cm^2

ϕ	5/8"	5/8"	
# Varillas	3.55	3.55	Unidades
	4	4	Unidades
Separación por capa	0.20	0.20	cm
	0.200	0.200	cm

Acero máximo

$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$	1.240
$c = \frac{a}{\beta}$	1.458
β 0.85	
$c/d \leq 0.42$	0.077
	Ok

Acero mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de $1.2M_{cr}$ y $1.33M_u$

$1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$	4,204.22	kg-m
$f_r = 2.01\sqrt{f'_c}$	33.63	kg/cm ²
$S = \frac{bh^2}{6}$	10,416.67	cm ³
$1.33M_u$	4,405.81	kg-m

Acero con el menor valor:

$A_{s\min}$	7.02	cm^2

La cantidad de refuerzo será adecuada para desarrollar una resistencia nominal a flexión M_r superior o igual al menor valor calculado anteriormente

$M_r = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$	11,459.82	kg-m
	Ok	

4.6.3.5.2 Diseño del Pié

Se ignora suelo por encima pero consideraremos efecto de peso propio de la losa.

S	0.88	t/m
f	2.93	t/m ²

Vu	6.18	t
Mu	3.85	t-m

Propiedades		
recubrimiento	r	6
Peralte efectivo	d	19.00

Fórmula		Refuerzo Muro Vertical		
$K_u = \frac{M_u}{\phi * b * d^2}$		14.2028		
ϕ	0.75			
$m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c}$		17.647		
$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * K_u}{f_y}} \right]$		0.003		
$A_s = \rho * b * d$		4.885	7.02	cm ²

ϕ	5/8"	5/8"	
# Varillas	2.47	3.55	Unidades
	3	4	Unidades
Separación por capa	0.25	0.20	cm
	0.25	0.200	cm

Fórmula	Refuerzo Muro Vertical		
$K_u = \frac{M_u}{\phi * b * d^2}$	14.2028		
ϕ 0.75			
$m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c}$	17.647		
$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * K_u}{f_y}} \right]$	0.003		
$A_s = \rho * b * d$	4.885	7.02	cm ²

ϕ	5/8"	5/8"	
# Varillas	2.47	3.55	Unidades
	3	4	Unidades
Separación por capa	0.25	0.20	cm
	0.25	0.200	cm

Acero máximo

$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$	0.862
$c = \frac{a}{\beta}$	1.014
β 0.85	
$c/d \leq 0.42$	0.053
	Ok

Acero mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de $1.2M_{cr}$ y $1.33M_u$

$1.2M_{cr} = 1.2(f_r S)$	4,204.22	kg-m
$f_r = 2.01\sqrt{f'_c}$	33.63	kg/cm ²
$S = \frac{bh^2}{6}$	10,416.67	cm ³
$1.33M_u$	5,114.40	kg-m

Acero con el menor valor:

$A_{S\min}$	7.02	cm^2

La cantidad de refuerzo será adecuada para desarrollar una resistencia nominal a flexión M_r superior o igual al menor valor calculado anteriormente

$M_r = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$	9,262.04	kg-m
	Ok	

RESUMEN DE ACERO DE REFUERZO

H= 1.97		m	
Descripción	Ubicación	Ø (Diametro)	s (Espaciamiento)
		Plg.	m
Pantalla Vertical	Vertical	1/2"	0.325
	Horizontal Exterior	1/2"	0.200
	Horizontal Posterior	1/2"	0.325
Talón	Longitudinal	5/8"	0.325
	Transversal	5/8"	0.200
Pié	Longitudinal	5/8"	0.250
	Transversal	5/8"	0.200

De esta manera se realiza el análisis y diseño de cada uno de los muros para las correspondientes alturas, indicadas en los planos de cimentación.

4.6.3.5.3 CUADRO RESUMEN DE PREDIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO

Figura 4. 30 - Pre-dimensionamiento y Diseño de Muros - Sector

	Sectorización	SECTOR A																							
	Nomenclatura de Muro	MA-1_1' (E-N)	MA-2_2' (E-N)	MA-3_3' (E-N)	MA-4_4' (E-N)	MA-5_5' (E-N)	MA-6_6' (E-N)	MA-7_7' (E-N)	MA-8_8' (E-N)	MA-9_9' (E-N)	MA-10_10' (E-N)	MA-11_11' (E-N)	MA-12_12' (E-N)												
	Ubicación	0+020	0+030	0+040	0+050	0+060	0+070	0+080	0+090	0+100	0+110	0+120	0+126.43												
Nomenclatura	Descripción	ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA												
		1.97	2.50	3.05	3.88	4.42	5.18	5.83	6.56	7.01	7.58	8.29	8.66												
a	Coron (m)	0.20	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30												
e	Espesor de zapata (m)	0.25	0.25	0.30	0.50	0.50	0.50	0.50	0.75	0.75	0.80	0.80	0.80												
H/12	Ancho inferior (m)	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75												
h1	Relleno delante de muro (m)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.65	0.90	1.05	1.05	1.10	1.20	1.45	1.50												
h2	Altura de suelo pasivo (m)	0.85	0.85	0.90	1.10	1.15	1.40	1.55	1.80	1.85	2.00	2.25	2.30												
b1	Puntera (m)	0.67	0.83	1.00	1.17	1.33	1.67	1.83	2.00	2.17	2.33	2.50	2.67												
b2	Talon (m)	1.33	1.67	2.00	2.33	2.67	3.33	3.67	4.00	4.33	4.67	5.00	5.33												
B	Base (m)	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00												
Detalle de Acero		Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s
Pantalla Vertical	Vertical	1/2"	0.325	1/2"	0.250	1/2"	0.150	5/8"	0.200	5/8"	0.125	1"	0.200	1"	0.150	1"	0.150	1"	0.125	1"	0.125	1 1/2"	0.200	1 1/2"	0.200
	Horizontal Exterior	1/2"	0.200	1/2"	0.200	1/2"	0.200	5/8"	0.150	5/8"	0.150	5/8"	0.150	5/8"	0.150	3/4"	0.150	3/4"	0.15	3/4"	0.15	3/4"	0.150	3/4"	0.150
	Horizontal Posterior	1/2"	0.325	1/2"	0.325	1/2"	0.325	1/2"	0.200	1/2"	0.200	1/2"	0.200	1/2"	0.200	1/2"	0.150	1/2"	0.15	1/2"	0.125	1/2"	0.125	1/2"	0.125
Talón	Longitudinal	5/8"	0.325	5/8"	0.250	3/4"	0.150	3/4"	0.200	3/4"	0.125	1"	0.200	1 1/2"	0.150	1"	0.150	1 1/2"	0.125	1 1/2"	0.125	1 1/2"	0.200	1 1/2"	0.200
	Transversal	5/8"	0.200	5/8"	0.200	3/4"	0.250	3/4"	0.175	5/8"	0.125	3/4"	0.175	3/4"	0.175	5/8"	0.100	3/4"	0.125	3/4"	0.125	3/4"	0.125	3/4"	0.125
Pié	Longitudinal	5/8"	0.250	3/4"	0.125	1"	0.150	3/4"	0.150	3/4"	0.100	1"	0.100	1 1/2"	0.125	1 1/2"	0.150	1 1/2"	0.125	1 1/2"	0.125	1 1/2"	0.100	1 1/2"	0.100
	Transversal	5/8"	0.200	5/8"	0.200	3/4"	0.250	3/4"	0.150	5/8"	0.125	3/4"	0.150	3/4"	0.200	3/4"	0.125	3/4"	0.125	3/4"	0.125	3/4"	0.125	3/4"	0.125

(Fuente: Elaboración Propia)

Figura 4. 31 - Pre-dimensionamiento y Diseño de Muros - Sector B,C y D

	Sectorización	SECTOR B		SECTOR C		SECTOR D											
	Nomenclatura de Muro	MB-1_1' (E-N)		MC-1_1' (E-N)		MD-1_1' (E-N)		MD-2_2' (E-N)		MD-3_3' (E-N)		MD-4_4' (E-N)		MD-5_5' (E-N)		MD-6_6' (E-N)	
	Ubicación	0+143.48 - 0+244.34		0+268.61 - 0+380.00		0+410		0+420		0+430		0+440		0+450		0+460	
Nomenclatura	Descripción	ALTURA		ALTURA		ALTURA		ALTURA		ALTURA		ALTURA		ALTURA		ALTURA	
		9.07		9.16		8.20		7.96		6.52		5.40		3.52		2.12	
a	Coron (m)	0.30		0.30		0.30		0.30		0.30		0.30		0.30		0.30	
e	Espesor de zapata (m)	1.00		1.00		0.80		0.90		0.70		0.50		0.50		0.25	
H/12	Ancho inferior (m)	0.80		0.80		0.70		0.70		0.60		0.45		0.30		0.20	
h1	Relleno delante de muro (m)	1.65		1.65		1.40		1.30		1.20		1.00		0.60		0.40	
h2	Altura de suelo pasivo (m)	2.65		2.65		2.20		2.20		1.90		1.50		1.10		0.65	
b1	Puntera (m)	2.67		2.83		2.50		2.33		2.00		1.67		1.17		0.67	
b2	Talon (m)	5.33		5.67		5.00		4.67		4.00		3.33		2.33		1.33	
B	Base (m)	8.00		8.50		7.50		7.00		6.00		5.00		3.50		2.00	
Detalle de Acero		Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s
Pantalla Vertical	Vertical	1 1/2"	0.200	1 1/2"	0.200	1 1/2"	0.2	1 1/2"	0.125	1"	0.150	1"	0.200	5/8"	0.200	1/2"	0.250
	Horizontal Exterior	3/4"	0.125	3/4"	0.125	3/4"	0.15	3/4"	0.125	3/4"	0.150	5/8"	0.150	5/8"	0.150	1/2"	0.200
	Horizontal Posterior	5/8"	0.150	5/8"	0.150	5/8"	0.2	5/8"	0.200	1/2"	0.150	1/2"	0.200	1/2"	0.200	1/2"	0.325
Talón	Longitudinal	1 1/2"	0.200	1 1/2"	0.200	1 1/2"	0.2	1 1/2"	0.125	1"	0.150	1"	0.200	1"	0.200	5/8"	0.250
	Transversal	3/4"	0.125	3/4"	0.125	3/4"	0.15	3/4"	0.125	5/8"	0.125	3/4"	0.175	1"	0.250	5/8"	0.200
Pié	Longitudinal	1 1/2"	0.100	1 1/2"	0.100	1 1/2"	0.1	1 1/2"	0.100	1 1/2"	0.100	1 1/2"	0.125	3/4"	0.200	5/8"	0.200
	Transversal	3/4"	0.125	3/4"	0.125	3/4"	0.125	3/4"	0.125	3/4"	0.150	3/4"	0.150	1"	0.250	5/8"	0.200

(Fuente: Elaboración Propia)

CAPÍTULO 5.

PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRA



5.1 RELACIÓN DE METRADOS DEL ESTUDIO

Estudio Intercambio Vial en la intersección de la Av. Salaverry con la Calle Quiroz y San Juan de Dios

Ubicación CERCADO AREQUIPA

Fecha 03/04/2017

Presupuesto:

Item	Descripción	Unid.	Cantidad	L.	A	H	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES						
	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	u	7		1		7
1.02	CERCO PERIMETRICO DE OBRA	ml	1		940		940
1.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1		1		1
1.04	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO EN EL PROYECTO	m2	1		370	40	14,800.00
1.05	SEGURIDAD GUARDIANIA Y MANTENIMIENTO DE TRANSITO	mes	8		1		8
2	OBRAS PROVISIONALES						
2.01	ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA	glb	1		1		1
3	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
3.01	DEMOLICION DE CONSTRUCCION EXISTENTE	m3	1	4,320.00	5.5		23,760.00

ELIMINACION DE MATERIAL PROVENIENTE DE DEMOLICION							
3.02		m3	1	4,320.00	5.5	1.15	27,324.00
ELIMINACION DE MATERIAL PROVENIENTE DE EXCAVACIONES							
3.03		m3	1	3,100.00	40	1.1	136,400.00
EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA DE 5Y3							
3.04		m3		3,100.00	40		124,000.00
RELLENO MASIVO CON MATERIAL DE PRESTAMOS							
3.05		m3		2,200.00		2	8,800.00
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMOS DE CANTERA							
3.06		m3	2	2,200.00		4	17,600.00
LECHO FILTRANTE C/GRAVA e=30 cm							
3.07		m3	2	750		2.1	3,150.00
4 CONCRETO SIMPLE							
SOLADOS PARA ZAPATA f'c=100 kg/cm2							
4.01		m3	1	728	30	0.05	1,092.00
5 CONCRETO ARMADO							
5.01 ZAPATAS ESTRIBOS							
ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2							
05.01.01		kg	6	670	1	10.24	41,164.80
CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=280 kg/cm2							
05.01.02		m3	6	6	10.24	1	368.64
5.02 ESTRIBOS							

	CONCRETO						
05.02.01	PREMEZCLADO	m3	6	10.25	5.5		338.25
	ESTRIBOS $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$						
05.02.02	ACERO DE REFUERZO	kg	6	645	1	10.24	39,628.80
	$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$						
	ENCOFRADO Y						
05.02.03	DESENCOFRADO	m2	6	10.24		8.24	506.27
	NORMAL EN PANTALLA						
	DEL ESTRIBO						
	ENCOFRADO Y						
05.02.04	DESENCOFRADO	m2	6	8.78		10.24	539.44
	CARAVISTA EN						
	PANTALLA DEL ESTRIBO						
5.03	ZAPATAS MUROS						
	CONTENCIÓN						
05.03.01	ACERO DE REFUERZO						
	$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$						
	SECTOR A	kg	2	1,573.15	126		396,433.80
	SECTOR B Y C	kg	2	1,613.37	240		774,417.60
	SECTOR D	kg	2	1,581.00	65		205,530.00
	CONCRETO						
05.03.02	PREMEZCLADO						
	ZAPATAS $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$						
	SECTOR A	m3	2	126	7.8	0.8	1,572.48
	SECTOR B Y C	m3	2	240	8.25	1	3,960.00
	SECTOR D	m3	2	65	6.5	0.8	676
5.04	MUROS DE CONTENCIÓN						
	CONCRETO						
05.04.01	PREMEZCLADO						
	ESTRIBOS $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$						
	SECTOR A	m3	2	126	0.4	6.6	665.28
	SECTOR B Y C	m3	2	240	0.55	8.7	2,296.80
	SECTOR D	m3	2	65	0.42	6.3	343.98

05.04.02	ACERO DE REFUERZO						
	fy=4200 kg/cm ²						
	SECTOR A	kg	2	479.13	126		120,740.76
	SECTOR B Y C	kg	2	1,315.67	240		631,521.60
	SECTOR D	kg	2	696.28	65		90,516.40
05.04.03	ENCOFRADO Y						
	DESENCOFRADO						
	NORMAL EN MUROS						
	SECTOR A	m ²	2	126	6.6		1,663.20
	SECTOR B Y C	m ²	2	240	8.3		3,984.00
05.04.04	SECTOR D	m ²	2	65	6.3		819
	ENCOFRADO Y						
	DESENCOFRADO						
	CARAVISTA EN MUROS						
	SECTOR A	m ²	2	126	5.6		1,411.20
5.03	SECTOR B Y C	m ²	2	240	8.2		3,936.00
	SECTOR D	m ²	2	65	6.2		806
	VIGAS CENTRALES Y						
	LATERALES						
	CONCRETO						
05.03.01	PREMEZCLADO VIGAS						
	f'c=280 kg/cm ²						
	PUENTES 1 Y 2	m ³	2	24	0.1	9.4	45.12
05.03.02	ACERO DE REFUERZO						
	fy=4200 kg/cm ²						
	PUENTES 1 Y 2	kg	2	36.22	9.4	24	16,342.46
05.03.03	ENCOFRADO Y						
	DESENCOFRADO						
	CARAVISTA EN VIGAS						
5.04	PUENTES 1 Y 2	m ²	2	24	9.4	1.1	496.32
	LOSA SUPERIOR						
05.04.01	CONCRETO						
	PREMEZCLADO LOSAS						
	f'c=280 kg/cm ²						
	PUENTES 1 Y 2	m ³	2	21	9.4	0.2	78.96
	PUENTE 3	m ³	1	19.1	9.36	0.35	62.57

05.04.02	ACERO DE REFUERZO					
	fy=4200 kg/cm ²					
	PUENTES 1 Y 2	kg	2	2,453.66		4,907.32
	PUENTE 3	kg	1	1,769.00		1,769.00

ENCOFRADO Y

05.04.03 DESENCOFRADO

CARAVISTA EN LOSAS

PUENTES 1 Y 2	m ²	2	21	9.4	394.8

PUENTE 3	m ²	1	19.1	9.36	178.78

6 OBRAS COMPLEMENTARIAS

6.01 PAVIMENTOS

PREPARACION DE LA

06.01.01	MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE	m ³	1	9,292.00	0.1	929.2

06.01.02	IMPRIMADO	m ²	1	9,292.00		9,292.00

06.01.03	BASE GRANULAR	m ³	1	8,772.00	0.15	1,315.80

COLOCACION DE

06.01.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m ²	1	9,292.00		9,292.00

6.02 VEREDAS DE CONCRETO

06.02.01	CONCRETO f'c= 175 kg/cm ² PARA VEREDAS	m ³	2	460	1.2	0.2	220.8

ENCOFRADO Y

06.02.02	DESENCOFRADO	m ²	2	460	0.3		276

NORMAL EN VEREDAS

ACABADO,

06.02.03	FROTACHADO Y BRUÑAS DE VEREDAS	m ²	2	460	1.2		1,104.00

06.02.04	PINTURA EN VEREDAS	m ²	2	460	1.2		1,104.00

6.03 SEÑALIZACION

06.03.01	PINTADO DE SEÑALIZACIONES EN EL PAVIMENTO	m2	1	9,280.00	9,280.00
06.03.02	SEÑALIZACIONES INFORMATIVAS	u	1	68	68
6.04 OTROS					
06.04.01	APOYO DE NEOPRENE - EN PUENTES	u	6	24	144
06.04.02	SELLADOR ELASTOMERICO EN TOPE SISMICOS	gal	6	10	60
06.04.03	JUNTAS DE DILATACION METALICAS	m	6	20	120
06.04.04	EXPROPIACIONES	m2	1	2,300.00	2,300.00

5.2 PRESUPUESTO DEL ESTUDIO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
TRABAJO						
1	PRELIMINARES					174,232.52
1.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	u	7	1,040.15	7,281.06	
1.02	CERCO PERIMETRICO DE OBRA	ml	940	46.37	43,583.81	
1.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1	18,500.00	18,500.00	
1.04	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO EN EL PROYECTO	m2	14,800.00	2.17	32,091.96	
1.05	SEGURIDAD GUARDIANIA Y MANTENIMIENTO DE TRANSITO	mes	8	9,096.96	72,775.68	
OBRAS						
2	PROVISIONALES					5,000.00
2.01	ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA	glb	1	5,000.00	5,000.00	
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
3	TIERRAS					5,040,960.32
3.01	DEMOLICION DE CONSTRUCCION EXISTENTE	m3	23,760.00	10.03	238,360.32	
3.02	ELIMINACION DE MATERIAL PROVENIENTE DE DEMOLICION	m3	27,324.00	15.73	429,679.55	
3.03	ELIMINACION DE MATERIAL	m3	136,400.00	15.73	2,144,938.16	

	PROVENIENTE DE EXCAVACIONES					
3.04	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA DE 5Y3	m3	124,000.00	5.46	677,604.20	
3.05	RELLENO MASIVO CON MATERIAL DE PRETAMOS	m3	8,800.00	66.86	588,373.07	
3.06	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRETAMOS DE CANTERA	m3	17,600.00	54.66	962,005.02	
4	CONCRETO SIMPLE					42,972.30
4.01	SOLADOS PARA ZAPATA $f'c=100$ kg/cm ²	m3	1,092.00	39.35	42,972.30	
5	CONCRETO ARMADO					
5.01	ZAPATAS ESTRIBOS					17,141,157.96
05.01.01	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	41,164.80	4.55	187,115.93	
05.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS $f'c=280$ kg/cm ²	m3	368.64	556.1	204,999.85	
5.02	ESTRIBOS					
05.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO ESTRIBOS $f'c=280$ kg/cm ²	m3	338.25	556.1	188,100.46	
05.02.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	39,628.80	4.6	182,222.43	
05.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN PANTALLA DEL ESTRIBO	m2	506.27	40.66	20,587.06	
05.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA EN	m2	539.44	50.28	27,124.07	

PANTALLA DEL
ESTRIBO

**5.03 ZAPATAS MUROS DE
CONTENCIÓN**

05.03.01	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	1,376,381.40	4.6	6,328,921.55

05.03.02	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS $f_c=280$ kg/cm ²	m ³	6208.48	556.1	3,452,521.28

**5.04 MUROS DE
CONTENCIÓN**

05.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO MUROS $f_c=280$ kg/cm ²	m ³	3,306.06	556.1	1,838,496.41

05.04.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	842,778.76	4.6	3,875,292.60

05.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN MUROS	m ²	6,466.20	40.66	262,945.04

05.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA EN PANTALLA DE MUROS	m ²	6,153.20	50.28	309,392.74

**5.03 VIGAS CENTRALES Y
LATERALES**

05.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO VIGAS $f_c=280$ kg/cm ²				

05.03.01.01	PUENTES 1 Y 2	m ³	45.12	556.1	25,091.18

05.03.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ²				

05.03.02.01	PUENTES 1 Y 2	kg	16,342.46	4.6	75,146.45

05.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA EN VIGAS				

05.03.03.01	PUENTES 1 Y 2	m2	496.32	50.28	24,955.76

LOSA SUPERIOR

5.04

05.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS $f_c=280$ kg/cm ²				
05.04.01.01	PUENTES 1 Y 2	m3	78.96	556.1	43,909.57
05.04.01.02	PUENTE 3	m3	62.57	556.1	34,796.00
05.04.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ²				
05.04.02.01	PUENTES 1 Y 2	kg	4,907.32	4.6	22,565.00
05.04.02.02	PUENTE 3	kg	1,769.00	4.6	8,134.27
05.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA EN LOSAS				
05.04.03.01	PUENTES 1 Y 2	m2	394.8	50.28	19,851.18
05.04.03.02	PUENTE 3	m2	178.78	50.28	8,989.14

OBRAS 6 COMPLEMENTARIAS

7,281,754.76

6.01 PAVIMENTOS

06.01.01	PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE	m3	929.2	606.2	563,281.73
06.01.02	IMPRIMADO	m2	9,292.00	11.22	104,246.20
06.01.03	BASE GRANULAR	m3	1,315.80	75.13	98,862.03
06.01.04	COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	9,292.00	5.12	47,568.54

6.02 VEREDAS DE CONCRETO

06.02.01	CONCRETO $f_c= 175$ kg/cm ² PARA VEREDAS	m3	220.8	272.28	60,120.52
06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VEREDAS	m2	276	51.16	14,121.42

06.02.03	ACABADO, FROTACHADO Y BRUÑAS DE VEREDAS	m2	1,104.00	21.92	24,196.32
06.02.04	PINTURA EN VEREDAS	m2	1,104.00	19.19	21,182.88
6.03	SEÑALIZACION				
06.03.01	PINTADO DE SEÑALIZACIONES EN EL PAVIMENTO	m2	9,280.00	42.28	392,322.46
06.03.02	SEÑALIZACIONES INFORMATIVAS	u	68	722.83	49,152.17
6.04	OTROS				
06.04.01	APOYO DE NEOPRENE - VIGA CAJON	u	144	993.48	143,060.77
06.04.02	SELLADOR ELASTOMERICO EN TOPE SISMICOS	gal	60	99.09	5,945.35
06.04.03	JUNTAS DE DILATACION METALICAS	m	120	64.12	7,694.35
06.04.04	EXPROPIACIONES	m2	2,300.00	2,500.00	5,750,000.00
COSTO DIRECTO					29,686,077.85
GASTOS GENERALES					
5%					1,484,303.89
UTILIDAD 5%					1,484,303.89
SUB TOTAL					32,654,685.63
IGV 18%					5,877,843.41
TOTAL					38,532,529.05

5.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Diseño Geométrico y Estructural del Intercambio Vial en la intersección de la Av. Salaverry con la Calle

Quiroz y San Juan de Dios Cercado de Arequipa

Análisis de precios unitarios

Proyecto: INTERCAMBIO VIAL EN LA INTERSECCION DE LA AV. SALAVERRY Y LAS CALLES QUIROZ Y SAN JUAN DE DIOS

Ubicación: CERCADO - AREQUIPA

Fecha presupuesto 09/12/2013

Parti: 01.01 CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m

Rend:	1.0000	u/DIA	Costo unitario directo por : u				969.11
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	16.0000	19.23	307.68	
0147010004	PEON	hh	2.0000	16.0000	14.33	229.28	
						536.96	
Materiales							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		1.0000	3.20	3.20	
0202100010	PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 3 1/2"	pza		9.0000	0.60	5.40	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		1.0000	20.00	20.00	
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.3600	35.70	12.85	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		70.0000	3.90	273.00	
0244030024	TRIPLAY DE 8 mm	m2		3.0000	32.00	96.00	
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.8000	27.12	21.70	
						432.15	

Parti: 01.02 CERCO PERIMETRICO DE OBRA

Rend:	1.0000	gib/DIA	Costo unitario directo por : gib				10,246.66
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	7.0000	56.0000	19.23	1,076.88	
0147010004	PEON	hh	6.0000	48.0000	14.33	687.84	
						1,764.72	
Materiales							
0202010000	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1 1/2 "	kg		6.0000	3.32	19.92	
0245010007	PALO DE EUCALIPTO 2"X3.0m	u		300.0000	9.20	2,760.00	
0275010001	MANTA DE RAFIA x2.0m	m		973.9800	5.80	5,649.08	
						8,429.00	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1,764.72	52.94	
						52.94	

Parti: 01.03

MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS

Rend: 1.0000 glb/DIA

Costo unitario directo por : glb **2,690.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
0348040036	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO LIVIANO EN	vje		1.0000	2,000.00	2,000.00
0349180051	EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	vje		1.0000	690.00	690.00
						2,690.00

Parti: 01.04

TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO EN EL PROYECTO

Rend: 350.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m2 **1.92**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	15.94	0.37
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0229	14.33	0.33
0147030093	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0229	17.50	0.40
						1.09
Materiales						
0202010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0030	3.28	0.01
0229060002	YESO EN BOLSAS DE 25 kg	bls		0.0100	4.31	0.04
0229150009	OCRE	kg		0.0100	3.21	0.03
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.0050	27.12	0.14
0275010002	NYLON N° 07x100m	rl		0.0020	7.90	0.02
						0.24
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	1.09	0.02
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	1.0000	0.0229	10.00	0.23
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0229	15.00	0.34
						0.59

Parti: 01.05

SEGURIDAD GUARDIANIA Y MANTENIMIENTO DE TRANSITO

Rend: 1.0000 mes/DIA

Costo unitario directo por : mes **9,637.09**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	8.0000	23.15	185.20
0147010004	PEON	hh	8.0000	640.0000	14.33	9,171.20
						9,356.40
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	9,356.40	280.69
						280.69

Parti: 02.01

ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA

Rend: 1.0000 glb/DIA

Costo unitario directo por : glb **3,500.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0239130002	OFICINA Y ALMACEN	glb		1.0000	3,500.00	3,500.00
						3,500.00

Parti: 03.01

DEMOLICION DE CONSTRUCCION EXISTENTE

Rend: 300.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3

6.68

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0267	15.94	0.43
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0533	14.33	0.76
						1.19
Materiales						
0253000003	PETROLEO DIESSEL	gal		0.0500	10.32	0.52
						0.52
Equipos						
0349040012	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 yd3	hm	1.0000	0.0267	186.00	4.97
						4.97

Parti: 03.02

ELIMINACION DE MATERIAL PROVENIENTE DE DEMOLICION

Rend: 550.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3

15.62

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0145	15.94	0.23
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0291	14.33	0.42
						0.65
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.65	0.02
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	4.0000	0.0582	210.40	12.25
0349040012	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 yd3	hm	1.0000	0.0145	186.00	2.70
						14.97

Parti: 03.03

ELIMINACION DE MATERIAL PROVENIENTE DE EXCAVACIONES

Rend: 550.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3

15.62

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0145	15.94	0.23
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0291	14.33	0.42
						0.65
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.65	0.02
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	4.0000	0.0582	210.40	12.25
0349040012	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 yd3	hm	1.0000	0.0145	186.00	2.70
						14.97

Parti: 03.04

EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA DE 5Y3

Rend: 350.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3

5.30

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	15.94	0.37
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0457	14.33	0.65
						1.02
Equipos						
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 yd3	hm	1.0000	0.0229	187.00	4.28
						4.28

Parti: 03.05

RELLENO MASIVO CON MATERIAL DE PRETAMOS

Rend: 250.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3

66.78

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	15.94	0.51
						0.51
Materiales						
0205010015	MATERIAL DE RELLENO	m3		1.0000	25.30	25.30
						25.30
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	0.51	0.01
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	4.0000	0.1280	200.00	25.60
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	2.0000	0.0640	240.00	15.36
						40.97

Parti: 03.06

RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRETAMOS DE CANTERA

Rend: 250.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3

54.35

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	19.23	0.62
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	15.94	0.51
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0640	14.33	0.92
						2.04
Materiales						
0205010013	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE	m3		1.2500	37.00	46.25
0239050000	AGUA	m3		0.2000	4.05	0.81
0253000003	PETROLEO DIESEL	gal		0.1000	10.32	1.03
						48.09
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.04	0.06
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7	hm	1.0000	0.0320	130.00	4.16
						4.22

Parti: 03.07

LECHO FILTRANTE C/GRAVA e=30 cm

Rend: 12.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3

61.68

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	19.23	12.82
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	15.94	10.63
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.3333	14.33	19.11
						42.55
Materiales						
0205000005	PIEDRA CHANCADA DE 1"	m3		0.2500	50.42	12.61
0234000003	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0250	9.75	0.24
						12.85
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	42.55	1.28
0349030004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.6667	7.50	5.00
						6.28

Parti: 04.01

SOLADOS PARA ZAPATA f_c=100 kg/cm²

Rend: 50.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3

634.47

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0320	23.15	0.74
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.3200	19.23	6.15
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	15.94	2.55
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.9600	14.33	13.76
						23.20
Materiales						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.2840	20.00	5.68
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.0900	35.70	3.21
						8.89
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	23.20	0.70
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.1600	14.85	2.38
						3.08

Parti: 05.01.01

ACERO DE REFUERZO f_y=4200 kg/cm²

Rend: 220.0000 kg/DIA

Costo unitario directo por : kg

4.38

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0364	19.23	0.70
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0364	15.94	0.58
						1.28
Materiales						
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0300	3.26	0.10
0203020003	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg		1.0100	2.93	2.96
						3.06
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.28	0.04
						0.04

Parti: 05.01.02

CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS $f_c=280$ kg/cm²

Rend: 30.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3 **553.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	19.23	5.13
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	15.94	4.25
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.5333	14.33	7.64
						17.02
Materiales						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.0670	20.00	1.34
0221010034	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280$ kg/cm ² INCLUYE BOMB.	m3		1.0250	520.00	533.00
0234000003	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0450	9.75	0.44
						534.78
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.02	0.51
0349070006	VIBRADOR DE CONCRETO 3/4" - 2"	hm	1.0000	0.2667	4.64	1.24
						1.75

Parti: 05.02.01

CONCRETO PREMEZCLADO ESTRIBOS $f_c=280$ kg/cm²

Rend: 30.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3 **553.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	19.23	5.13
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	15.94	4.25
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.5333	14.33	7.64
						17.02
Materiales						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.0670	20.00	1.34
0221010034	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280$ kg/cm ² INCLUYE BOMB.	m3		1.0250	520.00	533.00
0234000003	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0450	9.75	0.44
						534.78
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.02	0.51
0349070006	VIBRADOR DE CONCRETO 3/4" - 2"	hm	1.0000	0.2667	4.64	1.24
						1.75

Parti: 05.02.02

ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm²

Rend: 220.0000 kg/DIA

Costo unitario directo por : kg **4.43**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0364	19.23	0.70
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0364	15.94	0.58
						1.28
Materiales						
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0300	3.26	0.10
0203020003	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60	kg		1.0100	2.98	3.01
						3.11
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.28	0.04
						0.04

Parti: 05.02.03

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN PANTALLA DEL ESTRIBO

Rend: 45.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m2 **39.04**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0178	23.15	0.41
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.3556	19.23	6.84
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	15.94	2.83
						10.08
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	3.00	0.90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3100	3.20	0.99
0243040006	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		4.2400	4.92	20.86
0245010006	TRIPLAY DE 6 mm PARA ENCOFRADO	pl		0.2200	26.82	5.90
						28.65
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	10.08	0.30
						0.30

Parti: 05.02.04

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA EN PANTALLA DEL ESTRIBO

Rend: 40.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m2 **47.47**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0400	23.15	0.93
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.4000	19.23	7.69
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.4000	15.94	6.38
						14.99
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	3.00	0.90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1700	3.20	0.54
0202050006	PERNO ANCLAJE PARA ENCOFRADO 1/2" X 0.50 m TUERCA	u		0.0600	1.31	0.08
0230110008	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0600	38.04	2.28
0244030000	TRIPLAY LUPUNA DE 4' X8'X 10 mm	pl		0.1400	28.40	3.98
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.2400	5.72	24.25
						32.03
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	14.99	0.45
						0.45

Parti: 05.03.01

CONCRETO PREMEZCLADO VIGAS $f_c=280$ kg/cm²

Rend: 30.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3 **553.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	19.23	5.13
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	15.94	4.25
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.5333	14.33	7.64
						17.02
Materiales						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.0670	20.00	1.34
0221010034	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280$ kg/cm ² INCLUYE BOMB.	m3		1.0250	520.00	533.00
0234000003	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0450	9.75	0.44
						534.78
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.02	0.51
0349070006	VIBRADOR DE CONCRETO 3/4" - 2"	hm	1.0000	0.2667	4.64	1.24
						1.75

Parti: 05.03.02

ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm²

Rend: 220.0000 kg/DIA

Costo unitario directo por : kg **4.43**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0364	19.23	0.70
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0364	15.94	0.58
						1.28
Materiales						
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0300	3.26	0.10
0203020003	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60	kg		1.0100	2.98	3.01
						3.11
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.28	0.04
						0.04

Parti: 05.03.03

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA EN VIGAS

Rend: 40.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m2 **47.47**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0400	23.15	0.93
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.4000	19.23	7.69
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.4000	15.94	6.38
						14.99
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	3.00	0.90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1700	3.20	0.54
0202050006	PERNO ANCLAJE PARA ENCOFRADO 1/2" X 0.50 m TUERCA	u		0.0600	1.31	0.08
0230110008	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0600	38.04	2.28
0244030000	TRIPLAY LUPUNA DE 4' X8'X 10 mm	pl		0.1400	28.40	3.98
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.2400	5.72	24.25
						32.03
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	14.99	0.45
						0.45

Parti: 05.04.01
CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS $f_c=280$ kg/cm²
Rend: 30.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3 553.55

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	19.23	5.13
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	15.94	4.25
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.5333	14.33	7.64
						17.02
Materiales						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.0670	20.00	1.34
0221010034	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280$ kg/cm ² INCLUYE BOMB.	m3		1.0250	520.00	533.00
0234000003	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0450	9.75	0.44
						534.78
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.02	0.51
0349070006	VIBRADOR DE CONCRETO 3/4" - 2"	hm	1.0000	0.2667	4.64	1.24
						1.75

Parti: 05.04.02
ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm²
Rend: 220.0000 kg/DIA

Costo unitario directo por : kg 4.43

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0364	19.23	0.70
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0364	15.94	0.58
						1.28
Materiales						
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0300	3.26	0.10
0203020003	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60	kg		1.0100	2.98	3.01
						3.11
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.28	0.04
						0.04

Parti: 05.04.03

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA EN LOSAS

Rend: 40.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m2 **47.47**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0400	23.15	0.93
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.4000	19.23	7.69
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.4000	15.94	6.38
						14.99
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	3.00	0.90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1700	3.20	0.54
0202050006	PERNO ANCLAJE PARA ENCOFRADO 1/2" X 0.50 m TUERCA	u		0.0600	1.31	0.08
0230110008	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0600	38.04	2.28
0244030000	TRIPLAY LUPUNA DE 4' X8'X 10 mm	pl		0.1400	28.40	3.98
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.2400	5.72	24.25
						32.03
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	14.99	0.45
						0.45

Parti: 05.05.01

CONCRETO PREMEZCLADO BARRERA f_c=280 kg/cm2

Rend: 30.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3 **553.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	19.23	5.13
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	15.94	4.25
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.5333	14.33	7.64
						17.02
Materiales						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.0670	20.00	1.34
0221010034	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =280 kg/cm2 INCLUYE BOMB.	m3		1.0250	520.00	533.00
0234000003	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0450	9.75	0.44
						534.78
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.02	0.51
0349070006	VIBRADOR DE CONCRETO 3/4" - 2"	hm	1.0000	0.2667	4.64	1.24
						1.75

Parti: 05.05.02

ACERO DE REFUERZO f_y=4200 kg/cm2

Rend: 220.0000 kg/DIA

Costo unitario directo por : kg **4.43**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0364	19.23	0.70
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0364	15.94	0.58
						1.28
Materiales						
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0300	3.26	0.10
0203020003	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0100	2.98	3.01
						3.11
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.28	0.04
						0.04

Parti: 05.05.03

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA EN BARRERAS

Rend: 40.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m2

47.77

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0400	23.15	0.93
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.4000	19.23	7.69
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.4000	15.94	6.38
						14.99
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	3.00	0.90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1700	3.20	0.54
0202050006	PERNO ANCLAJE PARA ENCOFRADO 1/2" X 0.50 m TUERCA	u		0.0600	1.31	0.08
0230110008	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0600	38.04	2.28
0244030000	TRIPLAY LUPUNA DE 4' X8'X 10 mm	pl		0.1400	28.40	3.98
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.2400	5.72	24.25
						32.03
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	14.99	0.75
						0.75

Parti: 06.01.01

PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE

Rend: 150.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3

606.12

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0533	26.10	1.39
0147010001	CAPATAZ	hh	0.0200	0.0011	23.15	0.03
0147010002	OPERARIO	hh	0.2000	0.0107	19.23	0.21
0147010004	PEON	hh	0.2000	0.0107	14.33	0.15
						1.78
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.5300	65.00	34.45
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.6700	45.00	30.15
0213000023	PEN 80 - 100	gal		33.0000	13.00	429.00
						493.60
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.78	0.09
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0533	200.00	10.66
0349050032	PLANTA ASFALTO EN CALIENTE	m3		1.0000	100.00	100.00
						110.75

Parti: 06.01.02

IMPRIMADO

Rend: 1,000.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m2

11.19

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.0500	0.0004	23.15	0.01
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	0.0040	19.23	0.08
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.0040	14.33	0.06
						0.14
Materiales						
0234000004	GAS PROPANO	kg		0.0200	38.00	0.76
0244030025	TRIPLAY DE 6 mm	m2		0.0400	60.00	2.40
0254160003	IMPRIMANTE	gal		0.2750	12.00	3.30
						6.46
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.14	0.01
0348000064	TANQUE IMPRIMADOR DE TIRO 1000gln	hm	4.4000	0.0352	80.00	2.82
0348130081	CAMION 5 t	hm	4.4000	0.0352	50.00	1.76
						4.59

Parti: 06.01.03

BASE GRANULAR

Rend: 440.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m3

74.84

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0091	23.15	0.21
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0364	14.33	0.52
						0.73
Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0.1200	10.00	1.20
2390504400	BASE GRANULAR	m3		1.2000	55.00	66.00
						67.20
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.73	0.04
0349110034	MOTONIVELADORA	hm	1.0000	0.0182	200.00	3.64
0349110021	RODILLO LISO AUTOPROPULSADO	hm	1.0000	0.0182	180.00	3.27
						6.91

Parti: 06.01.04

COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"

Rend: 1,600.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m2

4.97

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0050	23.15	0.12
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	19.23	0.10
0147010003	OFICIAL	hh	0.5000	0.0025	15.94	0.04
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0050	14.33	0.07
						0.32
Materiales						
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0050	45.20	0.23
						0.23
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.32	0.02
0348040037	VOLQUETE 15 m3	hm	2.0000	0.0100	260.00	2.60
0349110021	RODILLO LISO AUTOPROPULSADO	hm	1.0000	0.0050	180.00	0.90
0349250004	PAVIMENTADORA DE 3m x 4.5m	hm	1.0000	0.0050	180.00	0.90
						4.42

Parti: 06.02.01

CONCRETO f'c= 175 kg/cm2 PARA VEREDAS

Rend: 50.0000 m3/DIA

Costo unitario directo por : m3

266.92

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	0.4800	19.23	9.23
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	0.4800	15.94	7.65
0147010004	PEON	hh	8.0000	1.2800	14.33	18.34
						35.22
Materiales						
0204000000	ARENA FINA	m3		0.4200	45.20	18.98
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.8500	57.10	48.54
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		8.0000	20.00	160.00
0239050000	AGUA	m3		0.1850	4.05	0.75
						228.27
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	35.22	1.06
0349100011	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8 HP 9 p3	hm	1.0000	0.1600	14.82	2.37
						3.43

Parti: 06.02.02

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VEREDAS

Rend: 45.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m2

48.25

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0356	23.15	0.82
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.3556	19.23	6.84
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	15.94	2.83
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.3556	14.33	5.10
						15.59
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3500	3.00	1.05
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3100	3.20	0.99
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.2400	5.72	24.25
0245010006	TRIPLAY DE 6 mm PARA ENCOFRADO	pl		0.2200	26.82	5.90
						32.19
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.59	0.47
						0.47

Parti: 06.02.03

ACABADO, FROTACHADO Y BRUÑAS DE VEREDAS

Rend: 50.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m2

20.06

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.3200	19.23	6.15
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.4800	14.33	6.88
						13.03
Materiales						
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0300	45.20	1.36
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.2500	20.00	5.00
0239050000	AGUA	m3		0.0700	4.05	0.28
						6.64
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.03	0.39
						0.39

Parti: 06.02.04

PINTURA EN VEREDAS

Rend: 30.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m2

17.92

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	19.23	5.13
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	15.94	4.25
						9.38
Materiales						
0253050007	DISOLVENTE THINER	gal		0.0100	20.34	0.20
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.1000	27.12	2.71
						2.91
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	9.38	0.47
0337010025	BROCHA DE 4"	u		0.5000	10.32	5.16
						5.63

Parti: 06.03.01

PINTADO DE SEÑALIZACIONES EN EL PAVIMENTO

Rend: 120.0000 m2/DIA

Costo unitario directo por : m2

39.85

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0667	23.15	1.54
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	19.23	1.28
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	15.94	2.12
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1333	14.33	1.91
						6.86
Materiales						
0253050007	DISOLVENTE THINER	gal		0.0500	20.34	1.02
0254450070	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.1500	49.20	7.38
0279570001	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.3500	22.92	8.02
						16.42
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	6.86	0.34
0348080066	MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN EL PAVIMENTO	hm	5.0000	0.3333	48.70	16.23
						16.57

Parti: 06.03.02

SEÑALIZACIONES INFORMATIVAS

Rend: 1.0000 u/DIA

Costo unitario directo por : u

642.49

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	24.0000	15.94	382.56
0147010004	PEON	hh	1.0000	8.0000	14.33	114.64
						497.20
Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	3.20	0.96
0239060024	WAYPE INDUSTRIAL	kg		1.6000	2.00	3.20
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		28.2500	3.90	110.18
0244030025	TRIPLAY DE 6 mm	m2		0.1000	60.00	6.00
0253000000	KEROSENE INDUSTRIAL	gal		4.0000	2.50	10.00
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.0010	27.12	0.03
						130.37
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	497.20	14.92
						14.92

Parti: 06.04.01

APOYO DE NEOPRENE - VIGA CAJON

Rend: 5.0000 u/DIA

Costo unitario directo por : u

989.57

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	15.75	25.20
0147010004	PEON	hh	1.0000	1.6000	14.33	22.93
						48.13
Materiales						
0229120064	NEOPRENE 300X450X80mm	UND		1.0000	940.00	940.00
						940.00
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	48.13	1.44
						1.44

Parti: 06.04.02

SELLADOR ELASTOMERICO EN TOPES SISMICOS

Rend: 8.0000 gal/DIA		Costo unitario directo por : gal				95.39
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	23.15	1.54
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	19.23	19.23
						20.77
Materiales						
0230150041	SELLADOR ELASTOMERICO	u		1.0000	73.99	73.99
						73.99
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	20.77	0.62
						0.62

Parti: 06.04.03

JUNTAS DE DILATACION METALICAS

Rend: 25.0000 m/DIA		Costo unitario directo por : m				57.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.1600	23.15	3.70
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	19.23	6.15
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	15.94	5.10
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.6400	14.33	9.17
						24.13
Materiales						
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	pza		0.0500	5.06	0.25
0203021504	SOLDADURA ELECTRICA 1/8"	kg		1.2000	4.58	5.50
0147010423	ANGULO DE CERO LIVIANO DE 4"X4"X1/4"X6mm	pza		0.3500	7.00	2.45
0251040128	PLATINA DE ACERO NEGRO 3 1/4" X 6 m	pza		0.1800	74.92	13.49
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.1700	27.12	4.61
0254060000	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.1200	28.80	3.46
						29.76
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	24.13	0.72
0348510002	MAQUINA DE SOLDAR	hm	1.0000	0.3200	8.40	2.69
						3.41

5.4 PROGRAMACIÓN DEL ESTUDIO

REVISAR ANEXO 5: CAPITULO 5.4 PROGRAMACION DEL ESTUDIO

CONCLUSIONES

Se ha demostrado mediante el uso de soluciones parciales de alto costo se puede reducir el nivel de congestionamiento de la Avenida Salaverry

La Av. Salaverry pasa de un nivel de servicio E, F en ambos sentidos, a un nivel de servicio B,C en las horas de máxima demanda vehicular. Proyectando el crecimiento del parque automotor al año 2031 sin proyecto el nivel de servicio sería F, y con proyecto el nivel de servicio estaría en D. dando estabilidad al flujo vehicular con proyección a una mejor ciudad.

Queda demostrado que una intersección a desnivel aumenta la capacidad o nivel de servicio en intersecciones con altos volúmenes de tránsito, mejorando de un nivel de Servicio E, F a un nivel de servicio B, C el cual se requiere para este tipo de vía en nuestra ciudad.

En el análisis y diseño de la superestructura se ha fundamentado en las especificaciones de la AASHTO LRFD, considerando la sobrecarga HL-93, satisfaciendo los estados límites de seguridad y servicio, con la factorización y combinación de carga necesaria, teniendo en cuenta la posibilidad de inspección, de estética y economía.

En el análisis y diseño de la subestructura se ha constatado mediante las especificaciones de la AASHTO LRFD, con resultados óptimos en donde se verifico la excentricidad de la resultante, la estabilidad de deslizamiento, volteo y la presión máxima de apoyo, con una combinación adecuada de las cargas, considerando las recomendaciones sísmicas de la Norma.

En la evaluación de impacto ambiental se demostró que los mayores impactos negativos son: el ruido, congestión vehicular, emisión de partículas durante la etapa de construcción.

En la tesis se demostró que los impactos ambientales positivos durante la etapa de funcionamiento reducirán la congestión vehicular, ruido generando una mayor calidad de vida a los ciudadanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- L. Casanova, Topografía Plana, Mérida, Venezuela: Ed. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería Departamento de Vías, 2002.
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento, Ministerio del Ambiente, Lima, PERÚ, 2011.
- R. Cal, y J. Cárdenas, Ingeniería de Transito – Fundamentos y Aplicaciones, 8va ed. MEXICO: Ed. Alfaomega, 2007.
- N. J. Garber y L. Hoel, Ingeniería de Tránsito y Carreteras, 3era ed. MÉXICO: Ed. Paraninfo, 2005.
- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014, Ministerio de Transportes y Comunicación (2da. Ed.), Lima, PERU, 2014.
- Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, National Research Council. Washington, D.C., USA, 2016.
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 7th Ed. USA, 2014.
- Reglamento Nacional de Tránsito-Código de Tránsito, DS 016-2009, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima, PERU, 2009.
- Manual de Puentes, Ministerio de Transportes y Comunicación, Lima, PERU, 2016.
- B. M. Das, Principios de Ingeniería de Cimentaciones, 4ta Ed., Sacramento, USA: Ed. Thomson, 2001.
- T. Harmsen, Diseño de Estructuras de Concreto Armado, 4ta Ed., Lima, PERU: Ed. PUCP, 2002.
- Reglamento Nacional de Edificaciones, D.S. N° 001-2006-VIVIENDA, Lima, PERU, 2006.
- Ing. C. Aranís García-Rossell, Análisis y Diseño de Puentes de Concreto Armado, Método AASHTO-LRFD ACI, Lima, PERU: Ed. Fondo Editorial del ACI, 2006.

- MC Ing. A. Rodríguez S., PUENTES con AASHTO – LRFD 2010, 5ta Ed., Lima, PERU, 2012.
- R. Torres B., Análisis y Diseño de Muros de contención de Concreto Armado, 2da Ed., Mérida, Venezuela: Ed. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, 2008.
- C. Llopiz, Muros de Retención, Mendoza, ARGENTINA: Ed. Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería, 2015.



ANEXO 01

CAPITULO 2: ESTUDIOS BASICOS DE INGENIERIA

2.3 ESTUDIO DE TRAZO Y DISEÑO GEOMETRICO

PLANOS

DG 01 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO UBICACIÓN / PLANIMETRIA / SECCIONES

DG 02 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SECCIONES Y PERFIL LONGITUDINAL

DG 03 POLIGONAL ABIERTA

DG 04 INTERCAMBIO VIAL PLANIMETRIA / SECCIONES

DG 05 PERFIL LONGITUDINAL INTERCAMBIO VIAL

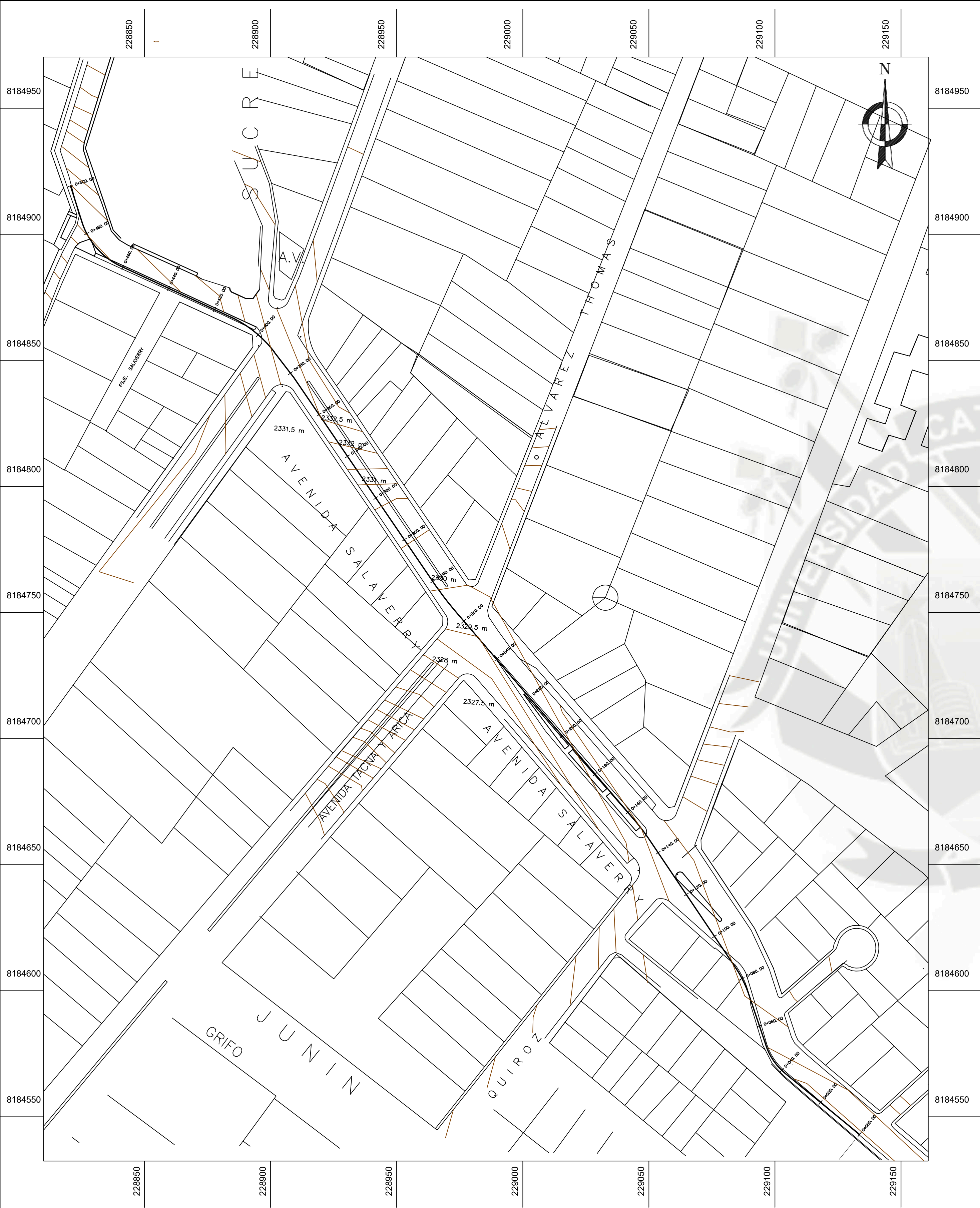
DG 06 INTERCAMBIO VIAL SECCIONES

DG 07 CURVAS VERTICALES VIA G-G

DG 08 CURVAS VERTICALES VIA H-H

DG 09 CURVAS VERTICALES VIA I-I, J-J

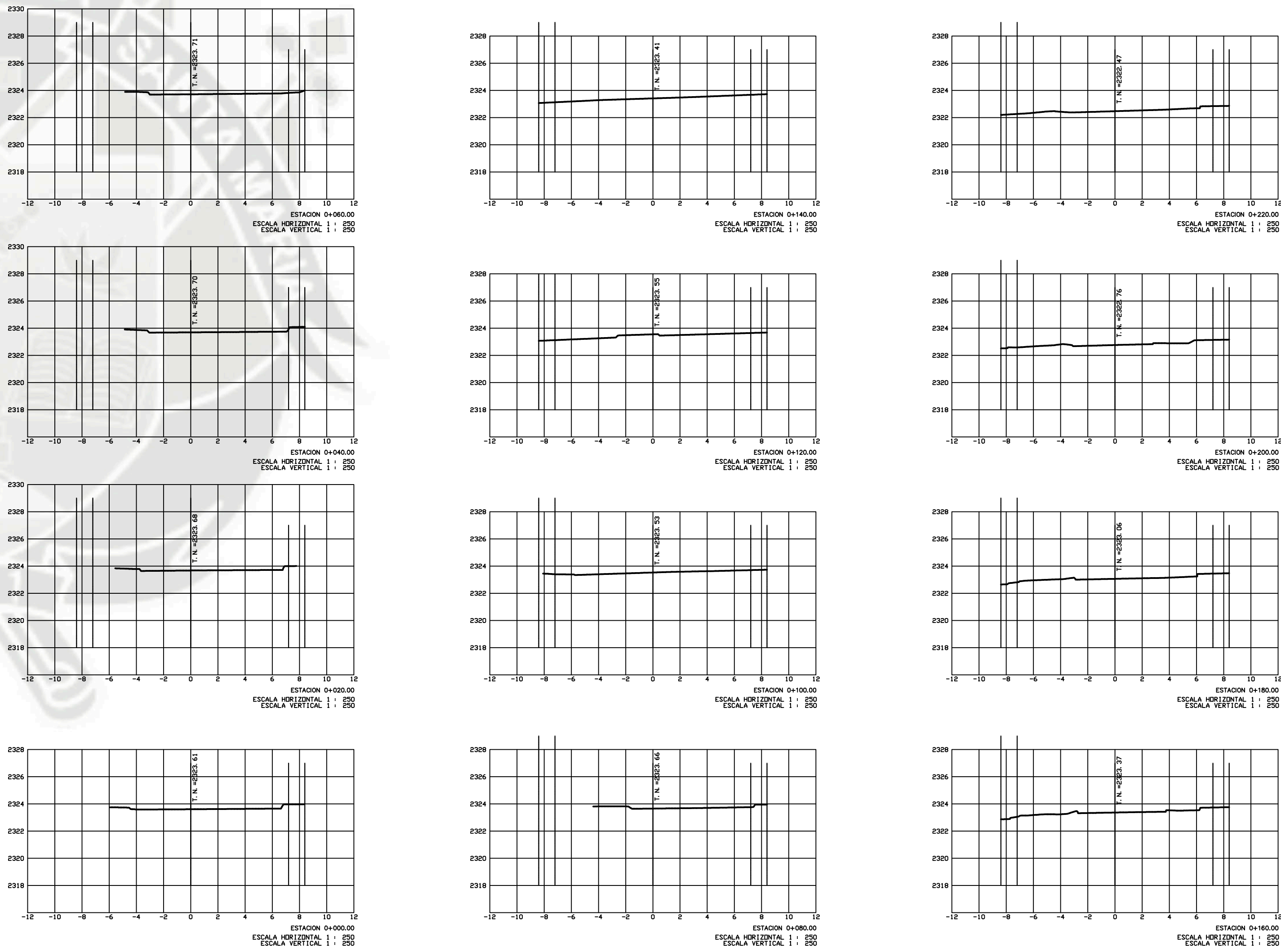
DG 10 DESCRIPCION DE VIAS



LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
(escala 1:1000)



PLANO DE UBICACION
(escala 1:2500)



SECCIONES DE VIA EXISTENTES
(escala 1:250)

PROPIEDAD DE :
BACH. ING. JOSIMAR MEDINA AGUILAR
BACH. ING. JEAN CARLO OLIN LLERENA

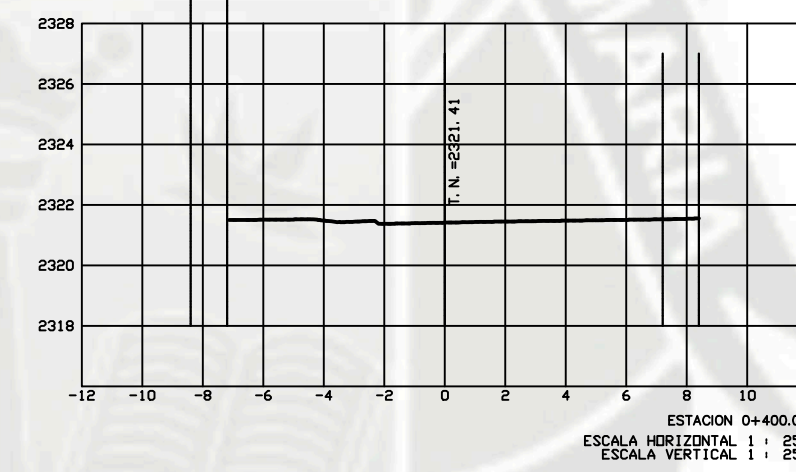
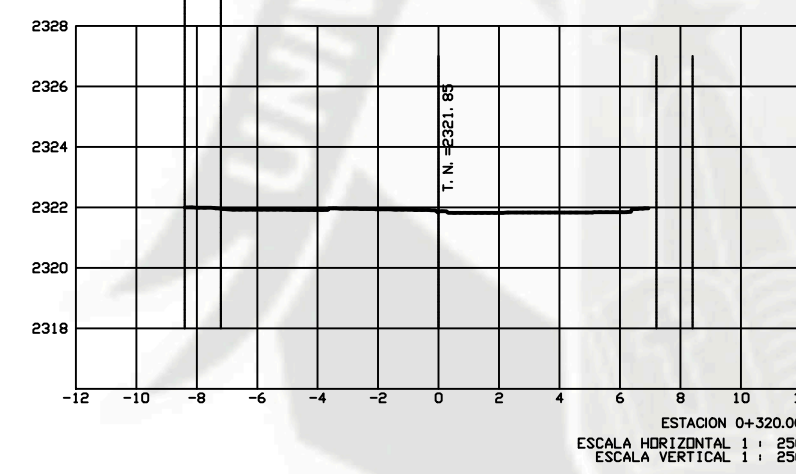
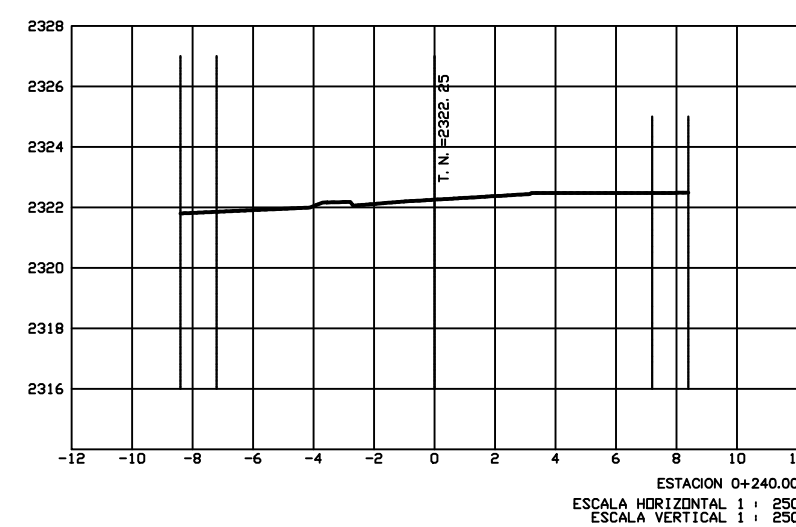
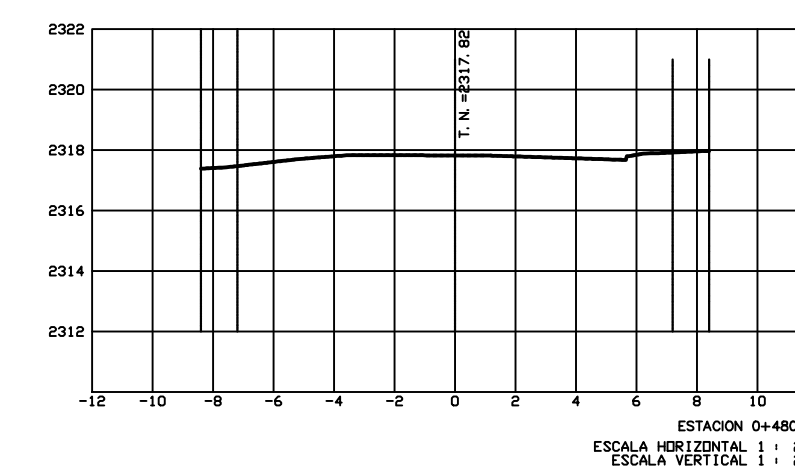
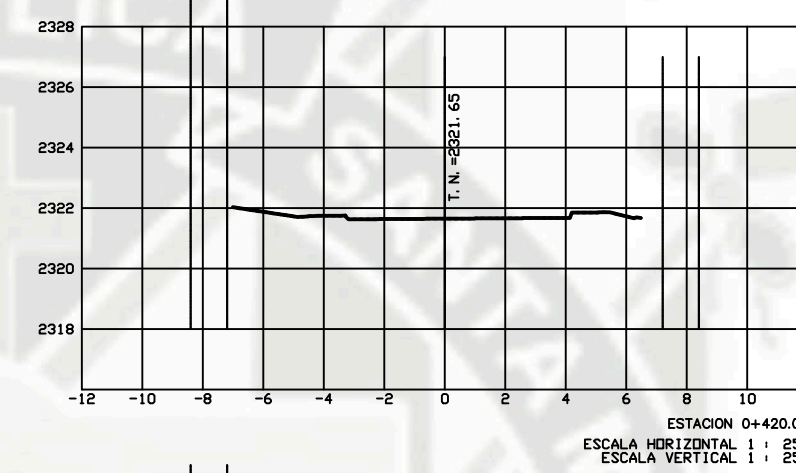
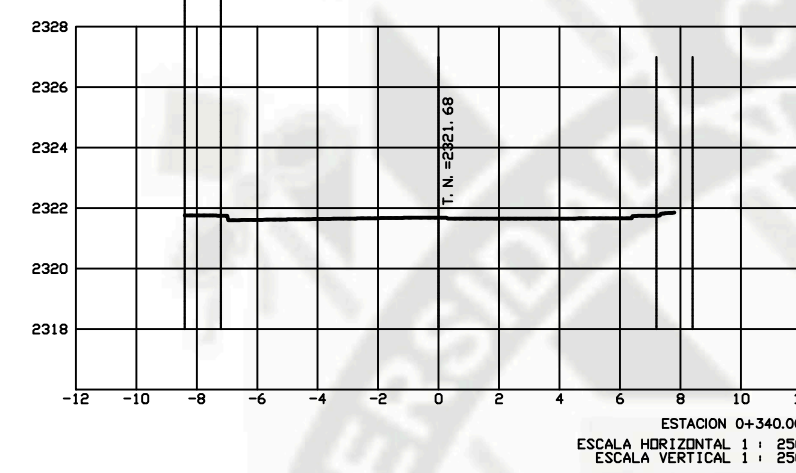
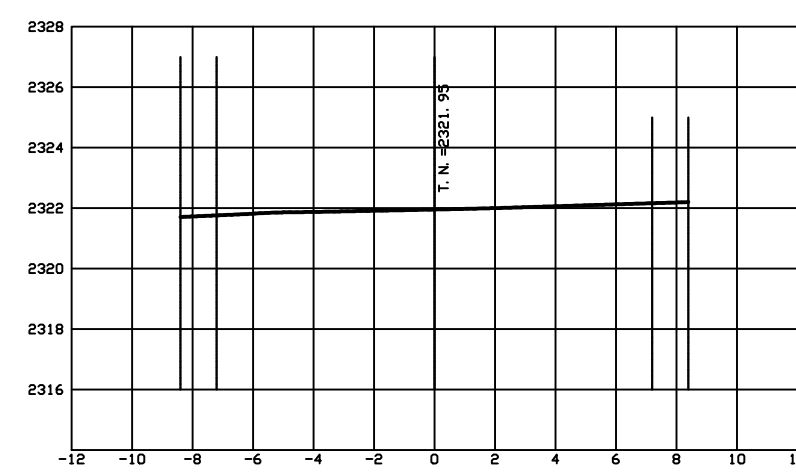
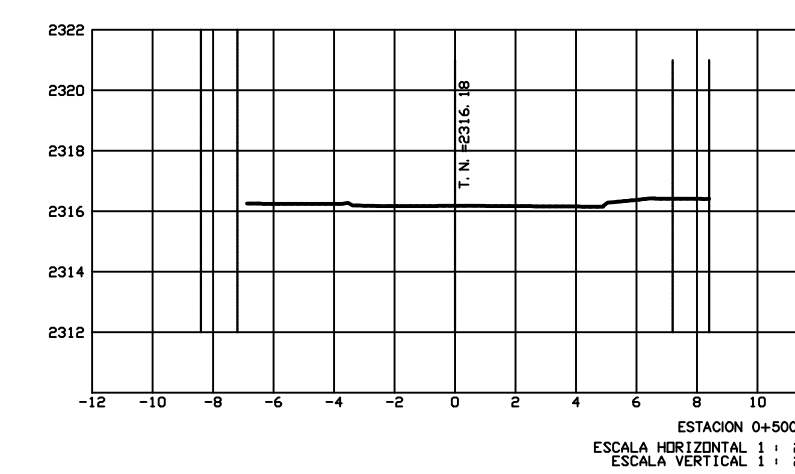
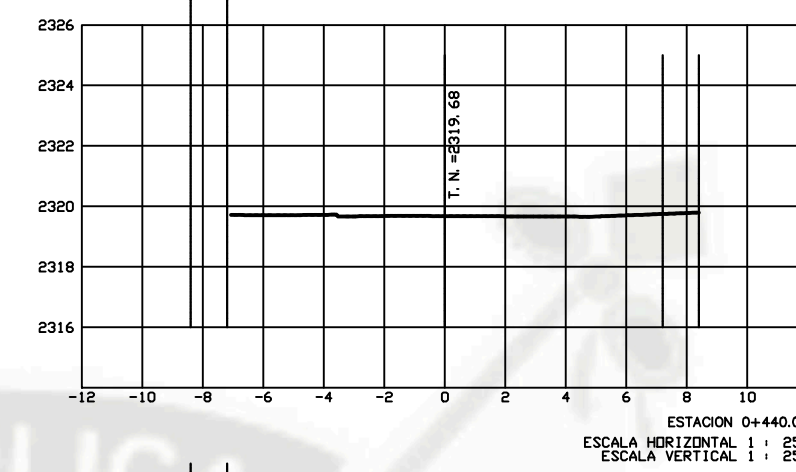
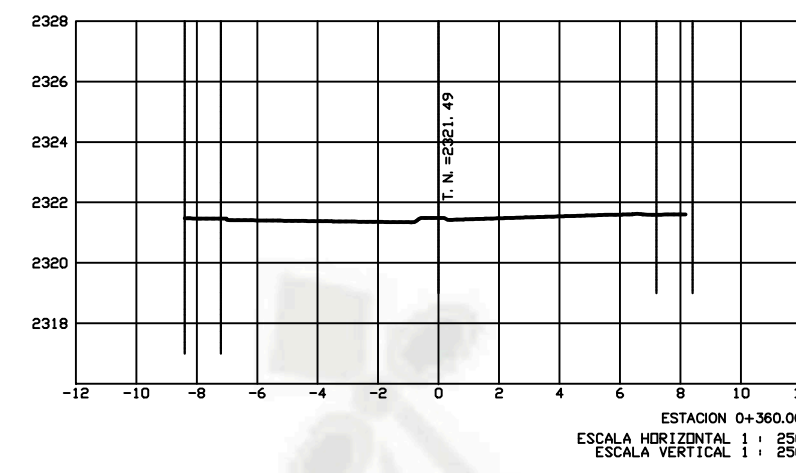
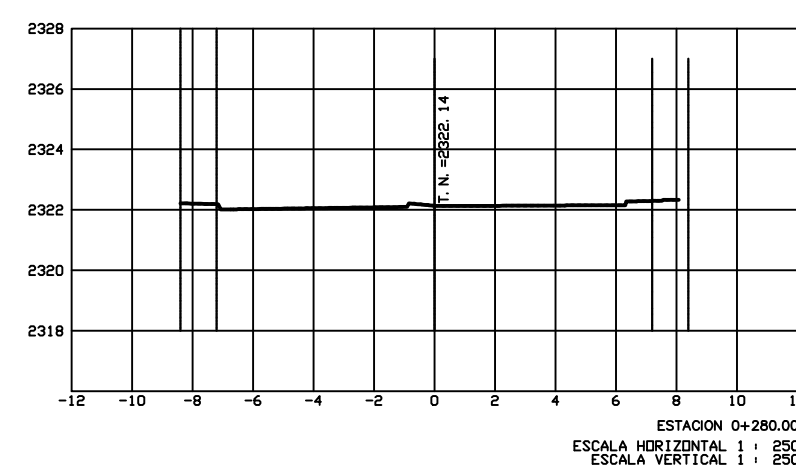
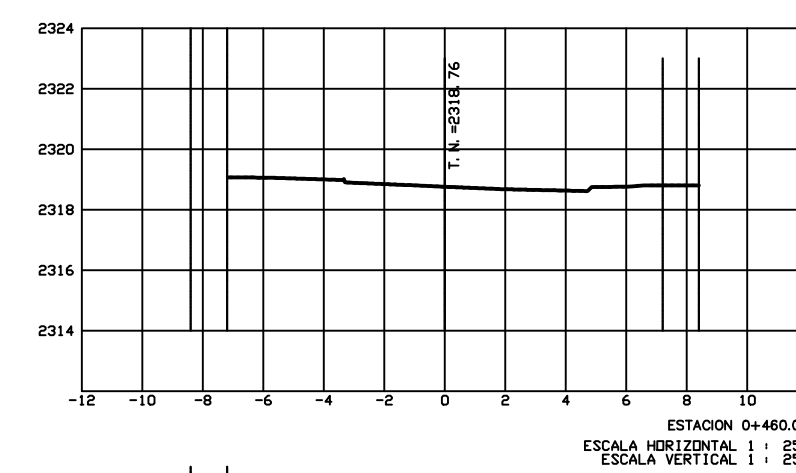
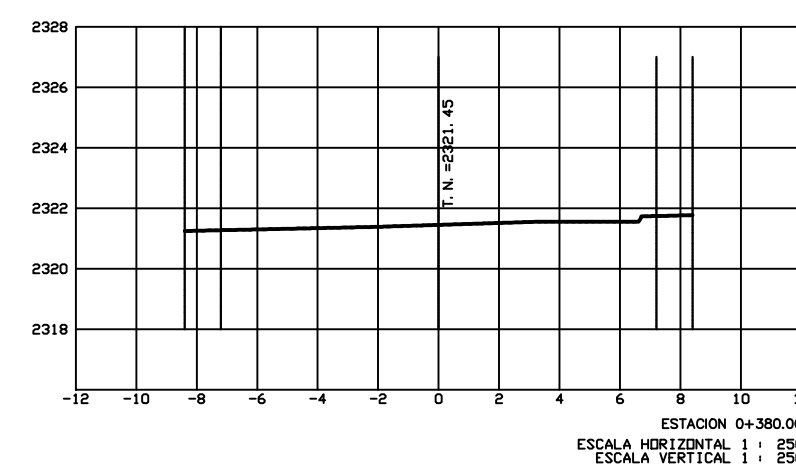
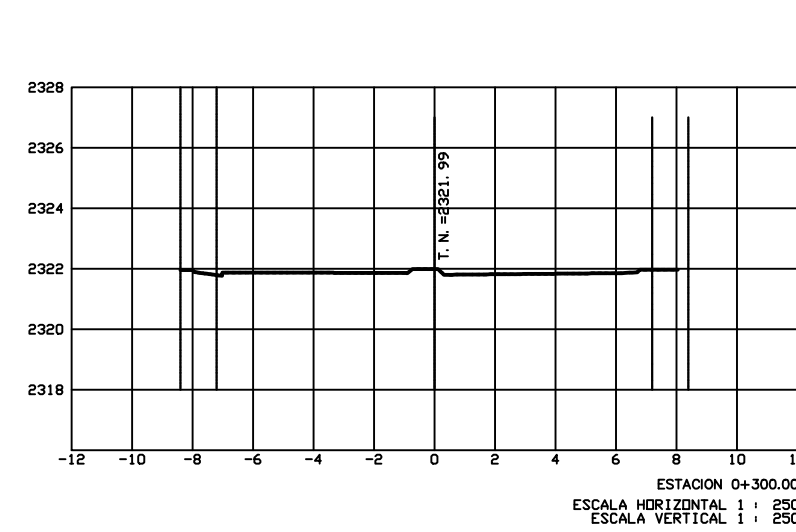
TESIS:
"DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL INTERCAMBIO VIAL
EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SALAVERRY CON LA CALLE QUIROZ
Y SAN JUAN DE DIOS CERCADO DE AREQUIPA. "

PLANO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

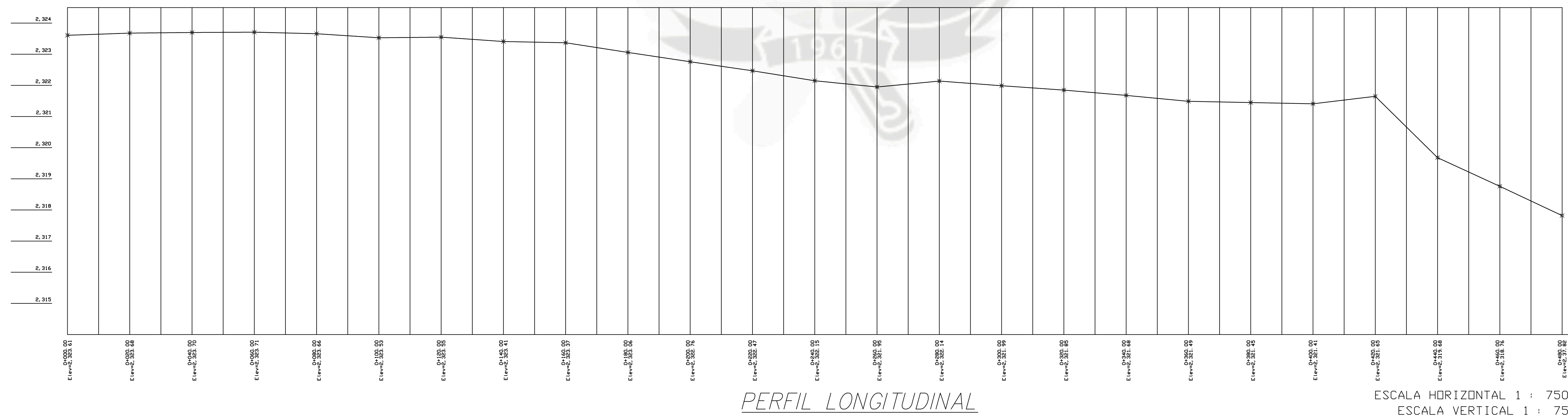
FECHA:
ABRIL 2018
DIBUJO:
JOLL - JMA

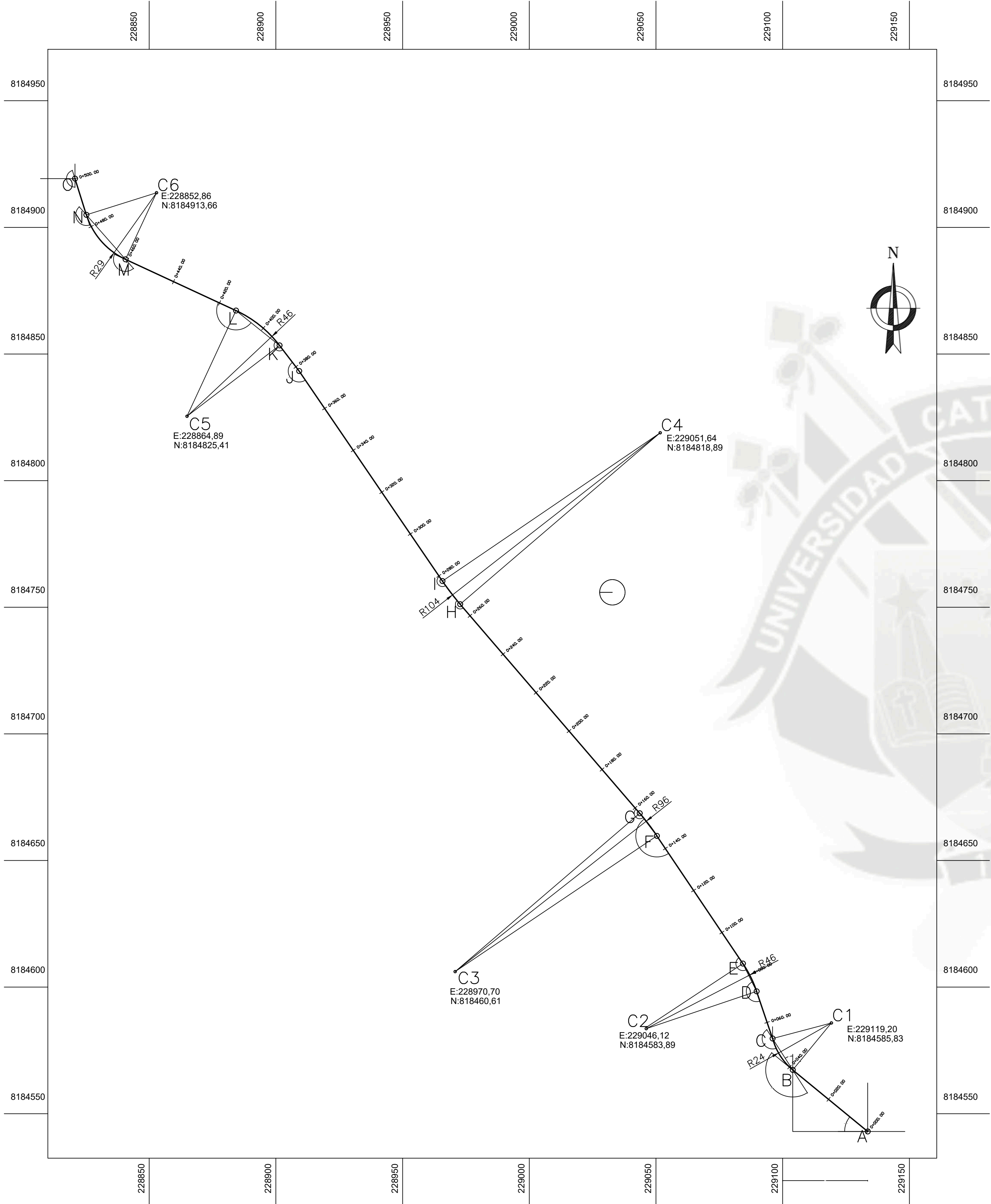
ESCALA:
VAR A-1

LAMINA:
DG-01



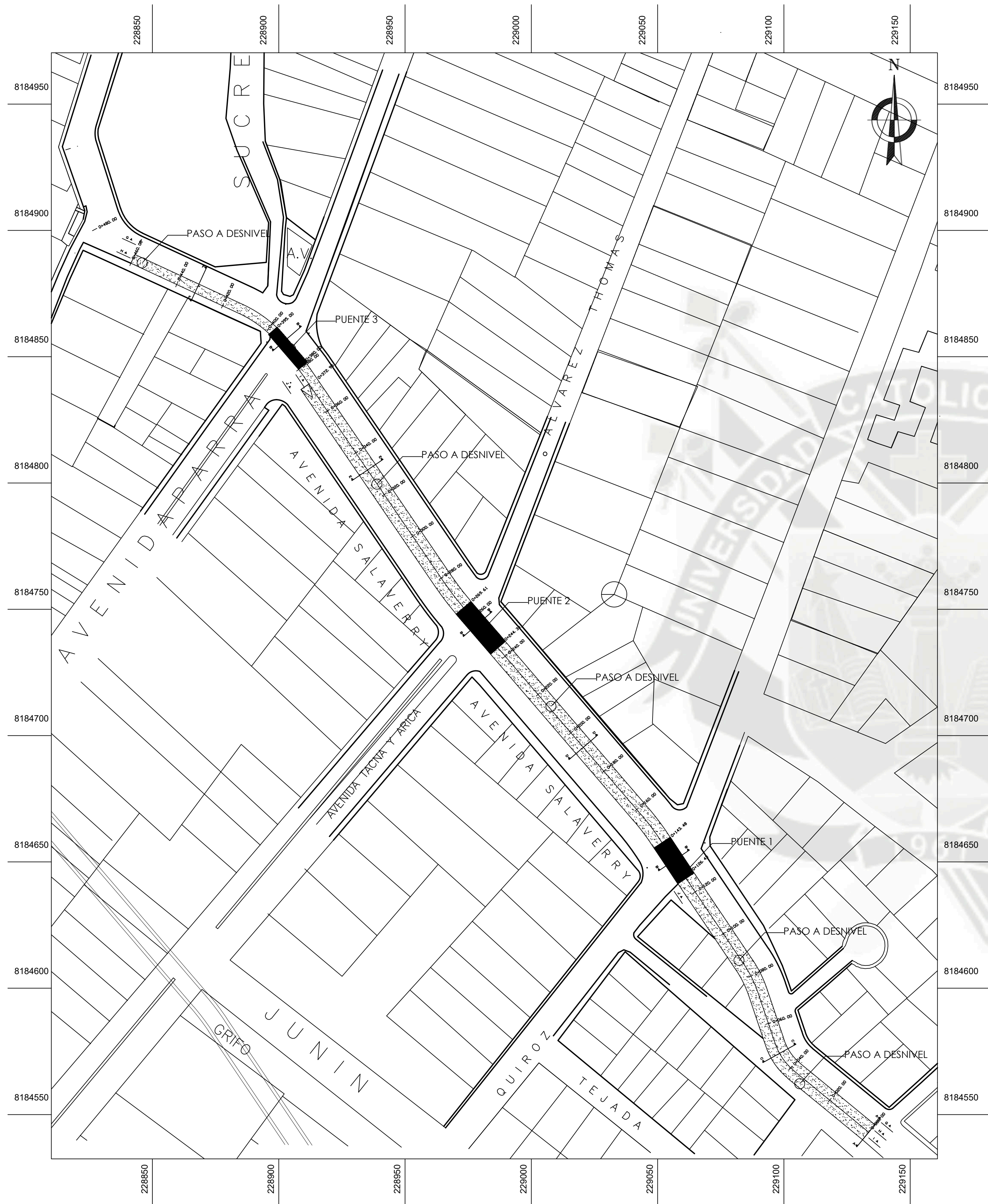
SECCIONES DE VIA EXISTENTES
(escala 1:250)



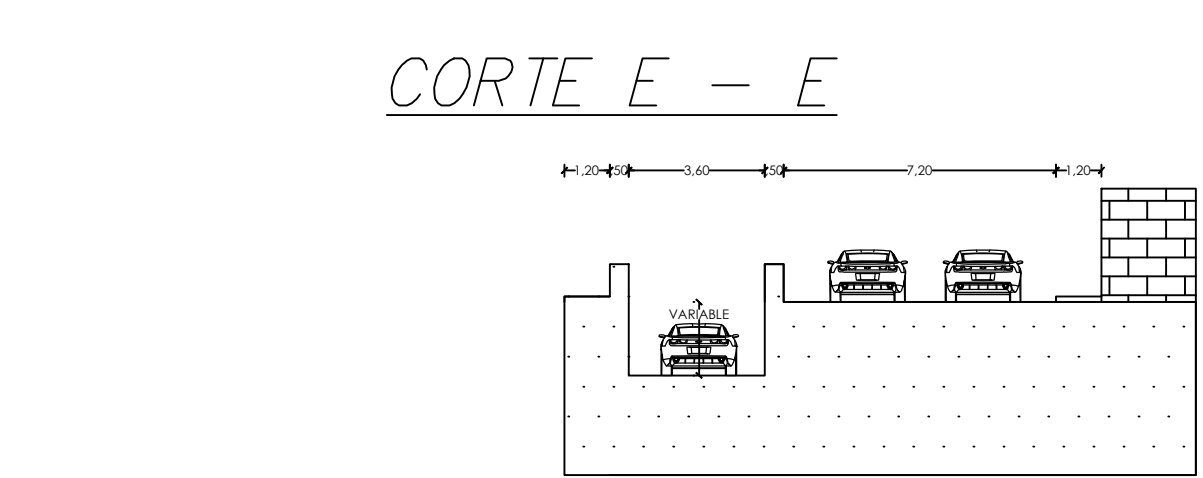
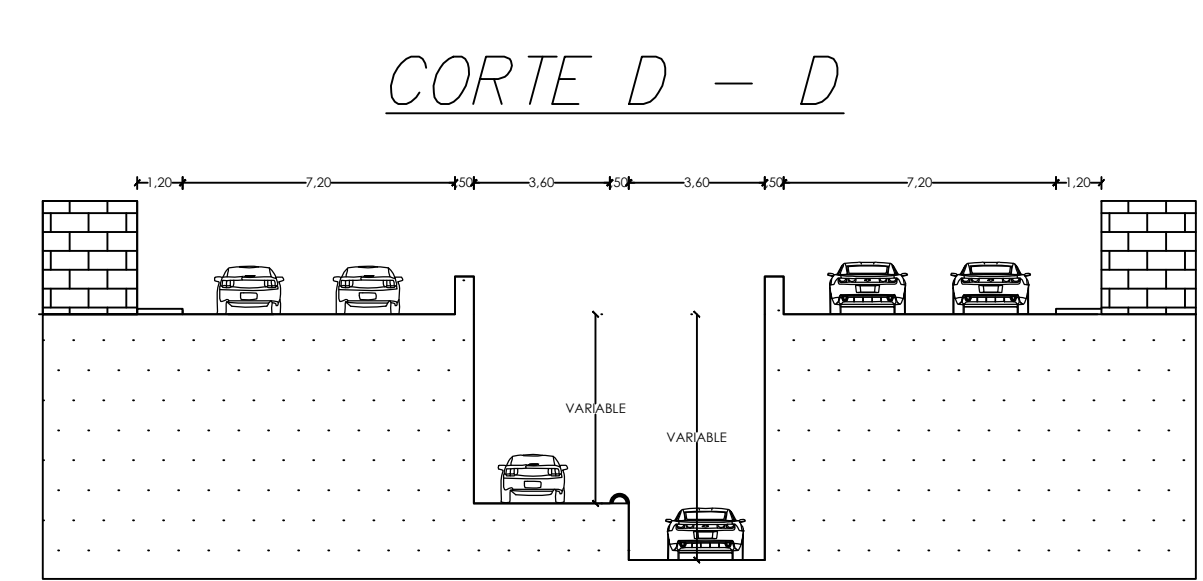
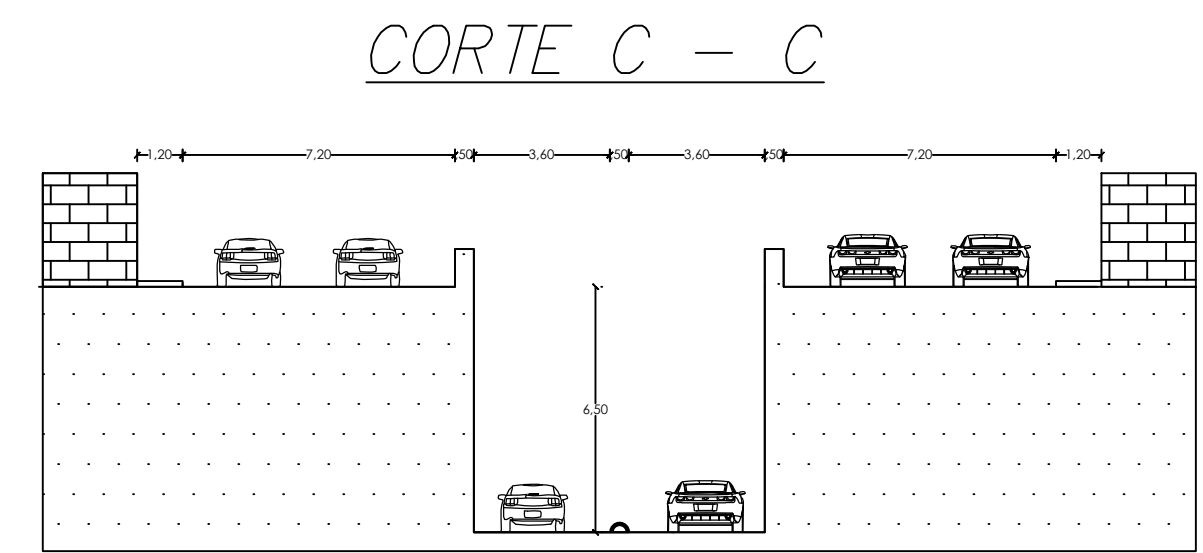
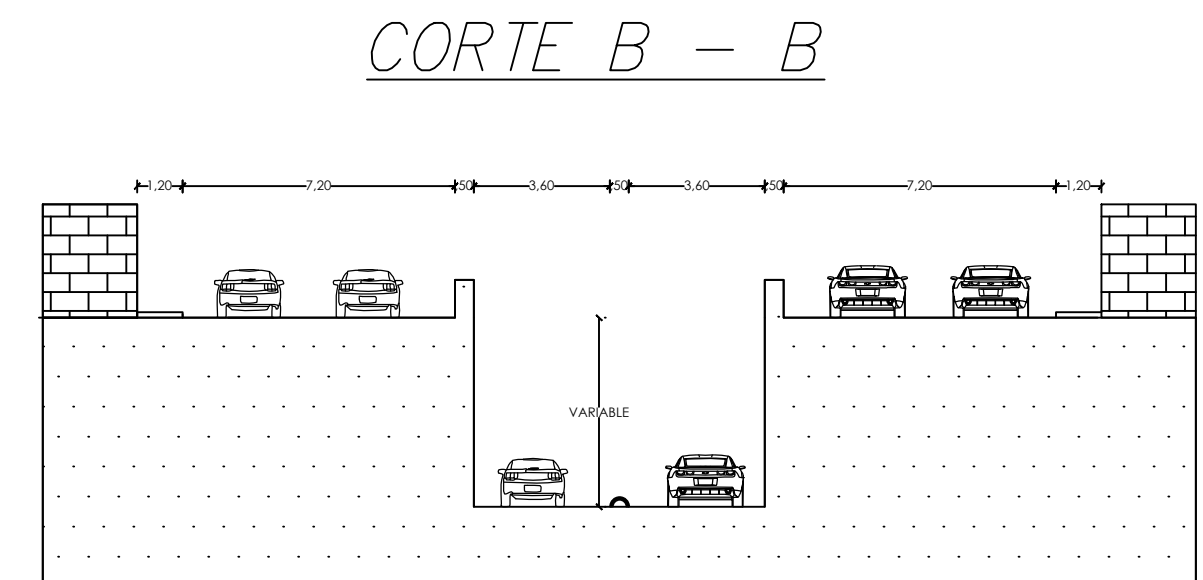
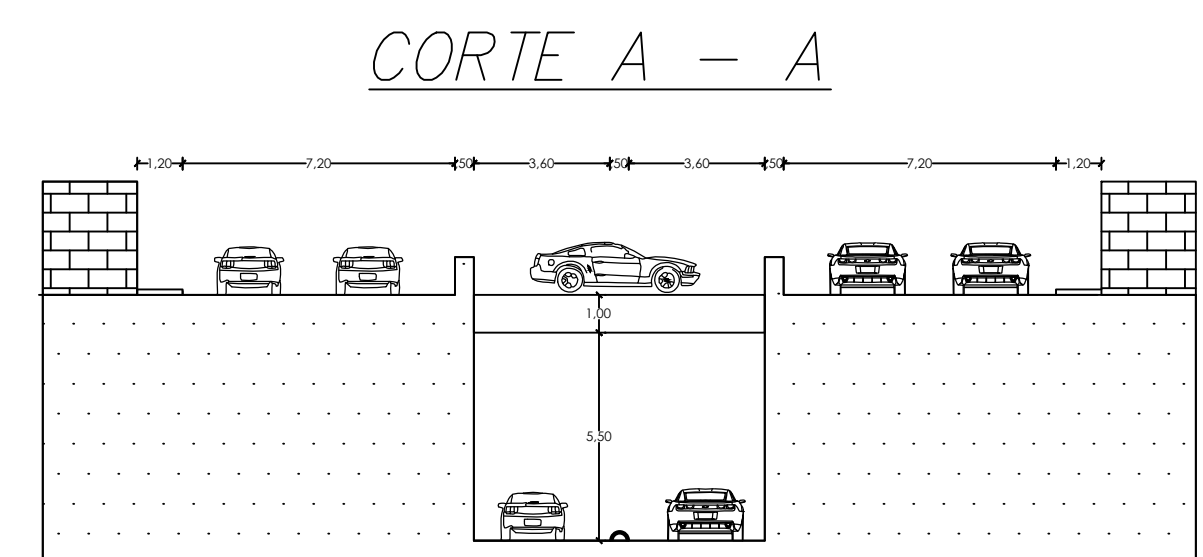
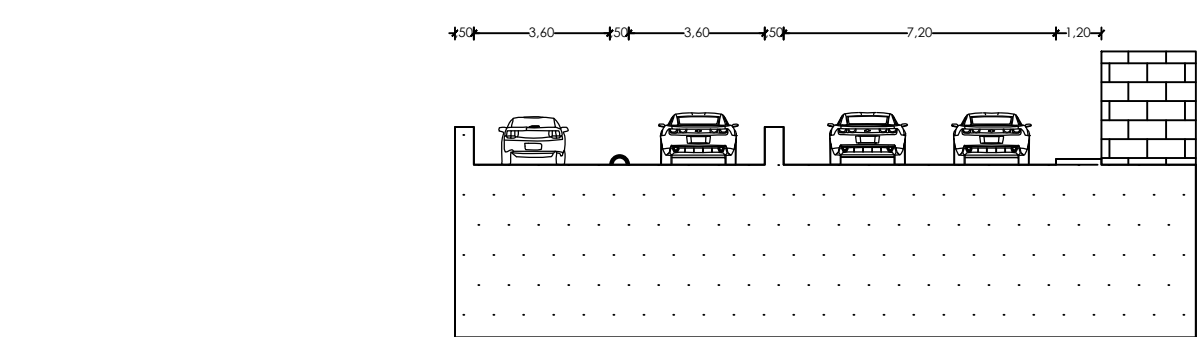


POLIGONAL ABIERTA
(escala 1:1000)

Poligonal Abierta											
VERTICE	SECCION	DISTANCIA	ANG. H.				AZIMUT COMP.	PROYECCIONES		COORDENADAS	
			Gra	Min	Sec	Ang H		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
A										229,133.56	8,184,542.99
A	AB	38.27	309.00	22.00	36.00	309.38	309.37	-29.5861	24.28	229,103.97	8,184,567.27
B	BC	15.02	162.00	4.00	13.00	162.07	327.90	-7.9816	12.44	229,095.99	8,184,579.71
C	CD	19.65	165.00	59.00	9.00	165.99	341.33	-6.2915	18.61	229,089.70	8,184,598.32
D	DE	12.25	172.00	21.00	56.00	172.37	333.75	-5.4162	10.95	229,084.28	8,184,609.27
E	EF	60.79	172.00	22.00	15.00	172.37	326.06	-33.9419	50.43	229,050.34	8,184,659.70
F	FG	11.21	176.00	38.00	56.00	176.65	322.73	-6.7888	8.91	229,043.55	8,184,668.61
G	GH	108.78	176.00	39.00	39.00	176.66	319.37	-70.8353	82.55	228,972.72	8,184,751.16
H	HI	11.53	176.00	49.00	27.00	176.82	322.56	-7.0096	9.15	228,965.71	8,184,760.31
I	IJ	100.38	176.00	49.00	25.00	176.82	325.72	-56.5398	82.94	228,909.17	8,184,843.25
J	JK	12.76	176.00	49.00	42.00	176.83	322.54	-7.7609	10.13	228,901.41	8,184,853.38
K	KL	22.22	166.00	9.00	28.00	166.16	309.40	-17.1698	13.76	228,884.24	8,184,867.14
L	LM	48.04	166.00	10.00	15.00	166.17	294.89	-43.5789	20.21	228,840.66	8,184,887.35
M	MN	24.10	156.00	11.00	20.00	156.19	320.10	-15.4576	17.59	228,825.20	8,184,904.93
N	NO	15.00	156.00	11.00	55.00	156.20	342.49	-4.5142	14.31	228,820.69	8,184,919.24



INTERCAMBIO VIAL
(escala 1:1000)



CORTES
(escala 1:200)

PROPIEDAD DE :
BACH. ING. JOSIMAR MEDINA AGUILAR
BACH. ING. JEAN CARLO OLIN LLERENA

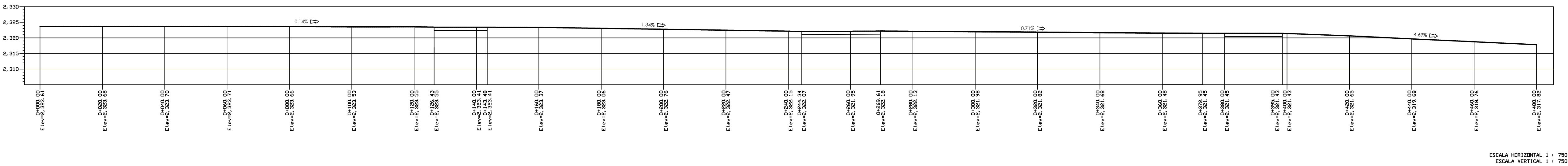
TESIS:
"DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL INTERCAMBIO VIAL
EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SALAVERRY CON LA CALLE QUIROZ
Y SAN JUAN DE DIOS CERCADO DE AREQUIPA. "

PLANO:
INTERCAMBIO VIAL

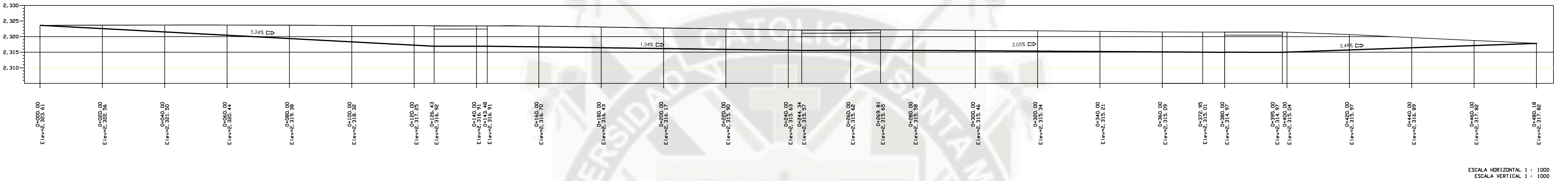
FECHA:
ABRIL - 2018
DIBUJO:
JOLL - JMA

ESCALA:
VAR A-1

LAMINA:
DG-04



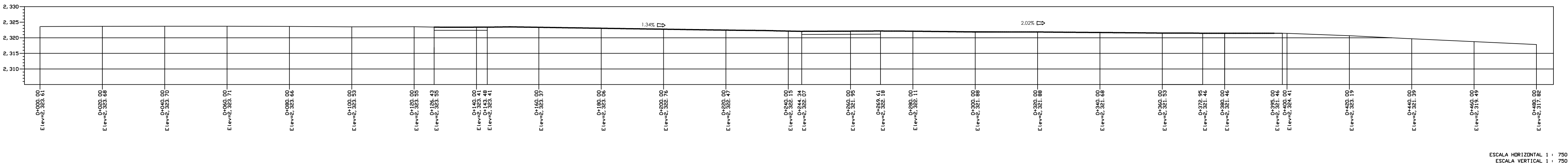
PERFIL LONGITUDINAL G-G
(escala 1:750)



PERFIL LONGITUDINAL H-H
(escala 1:750)



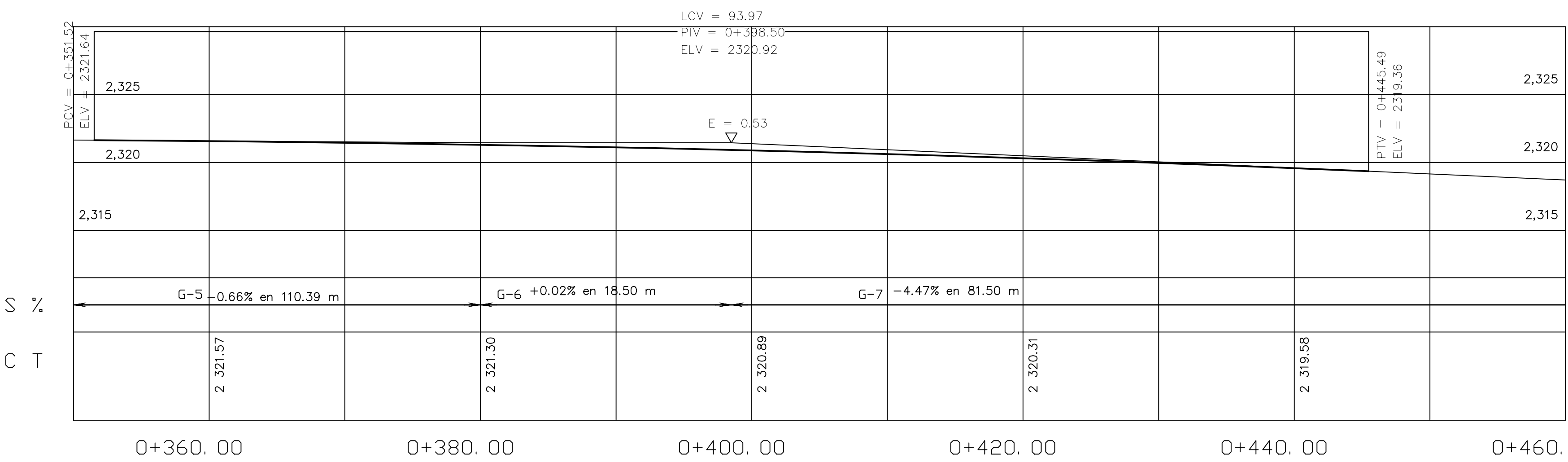
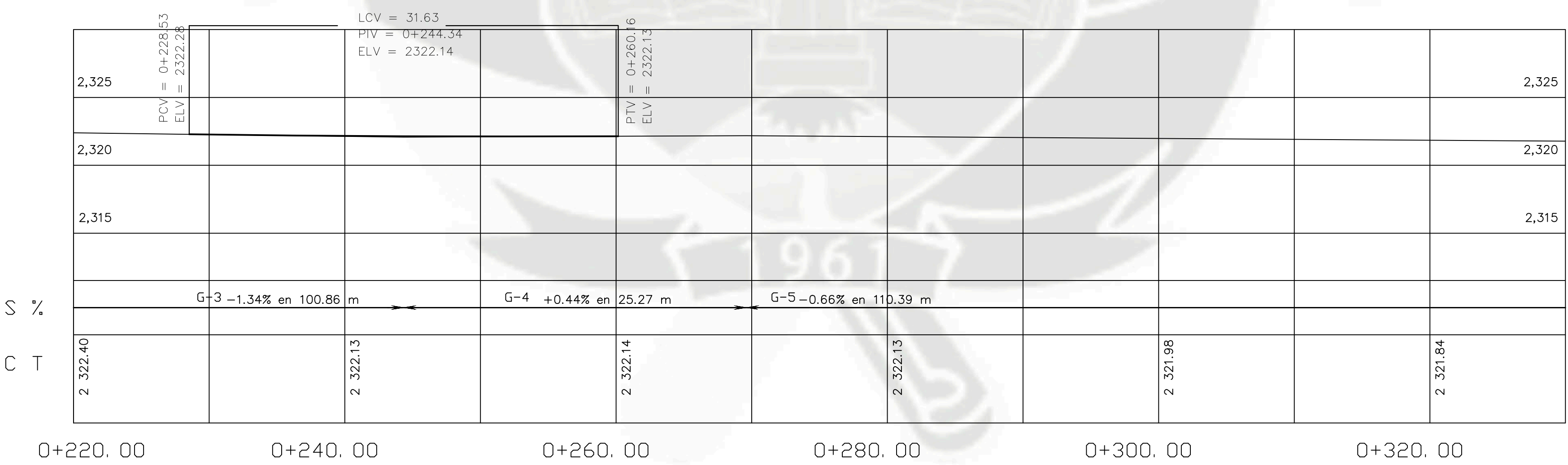
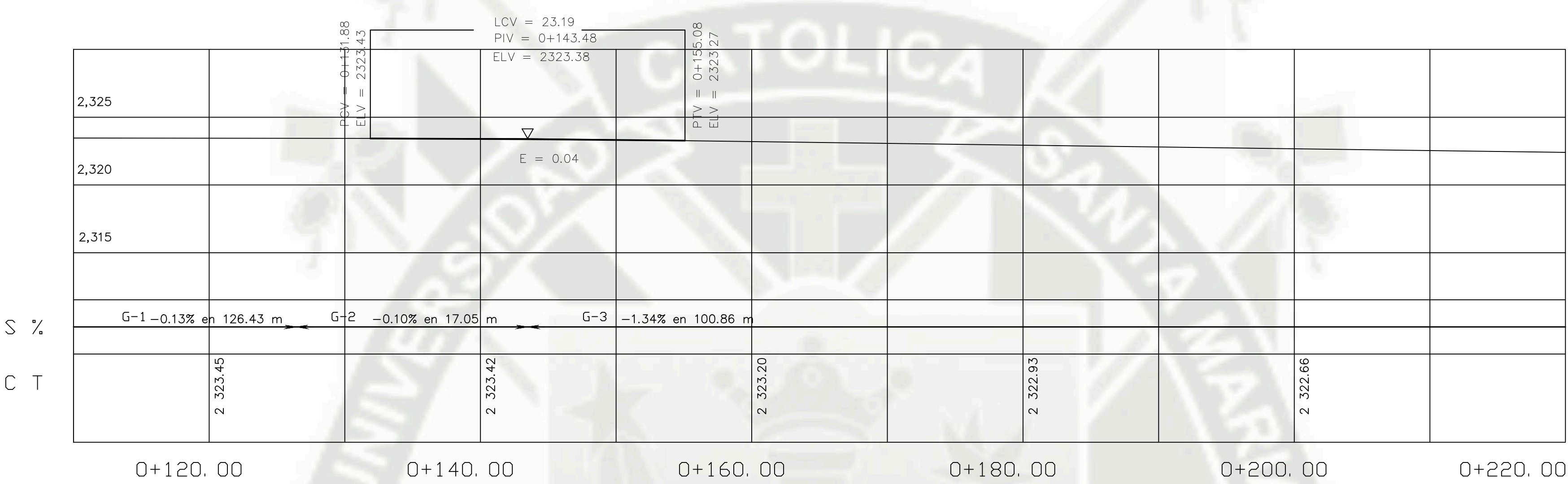
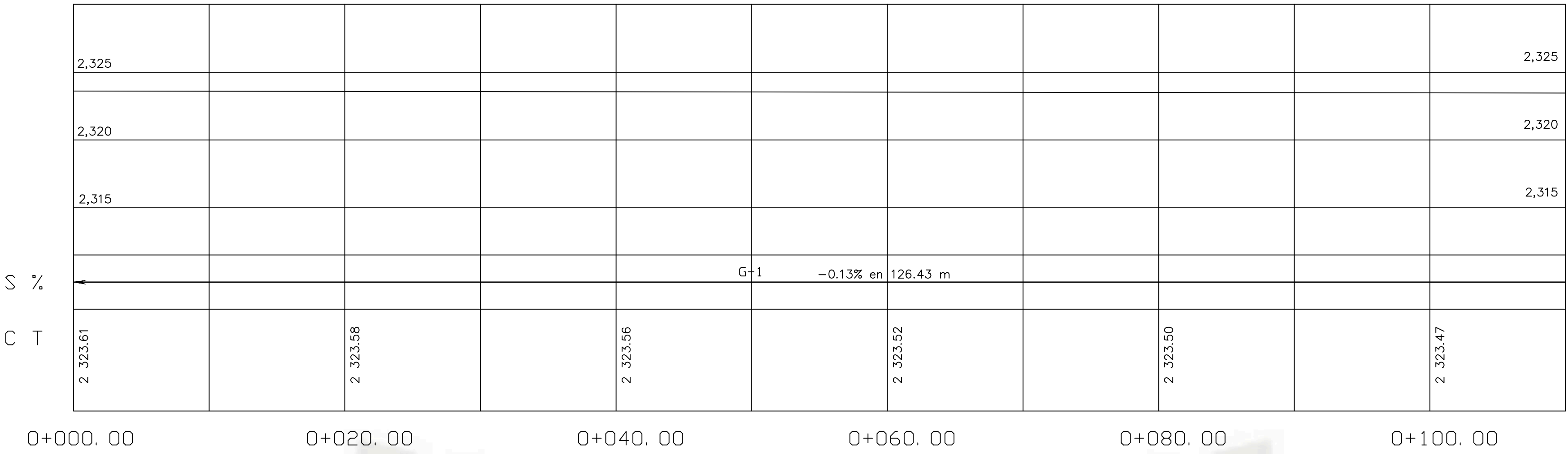
PERFIL LONGITUDINAL I-I
(escala 1:750)



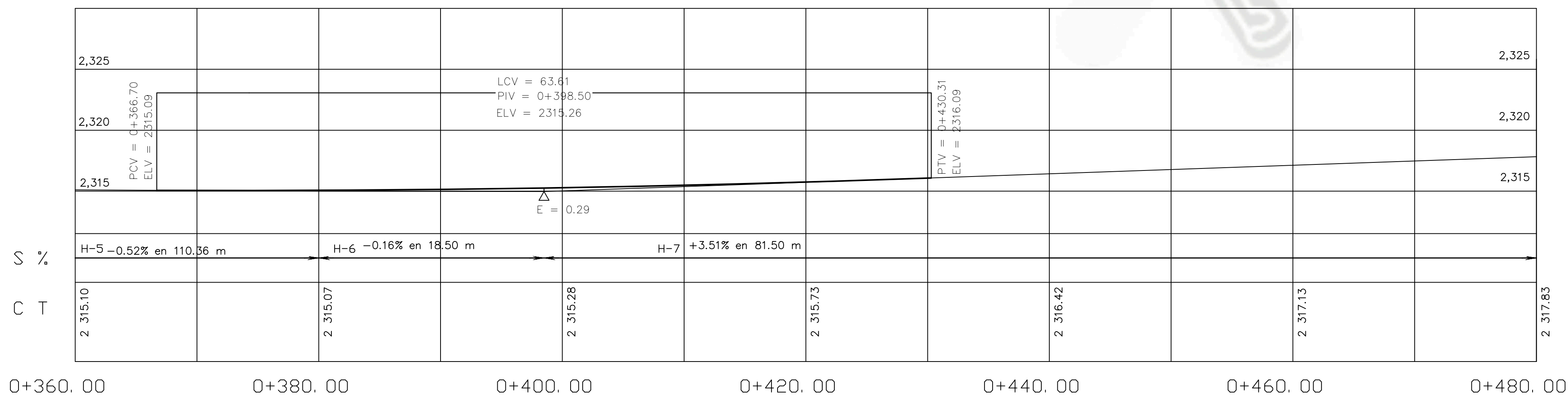
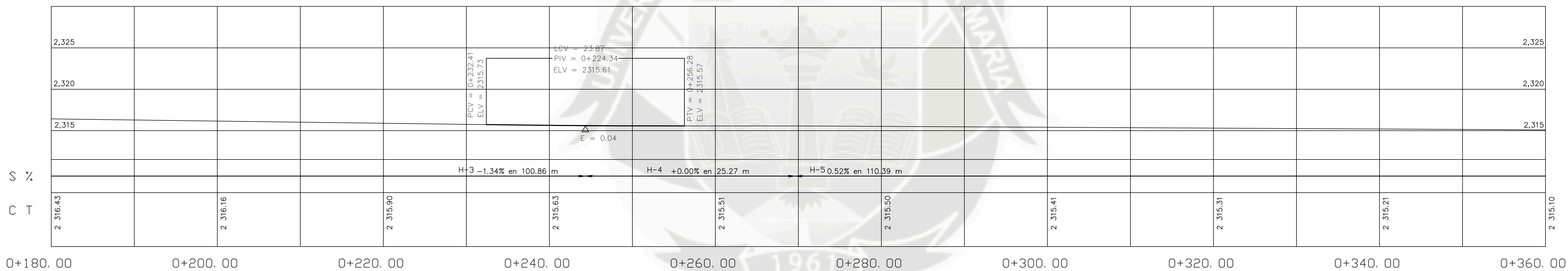
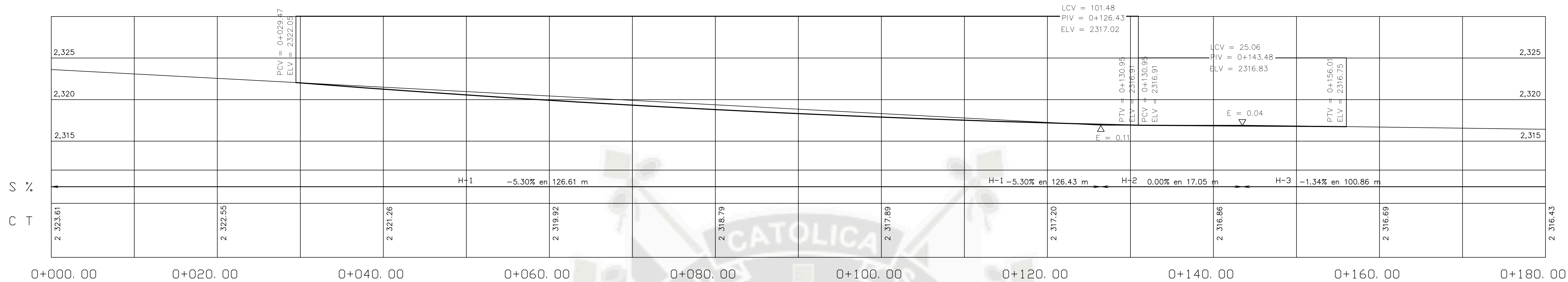
PERFIL LONGITUDINAL J-J
(escala 1:750)

CURVAS VERTICALES VIA G-G

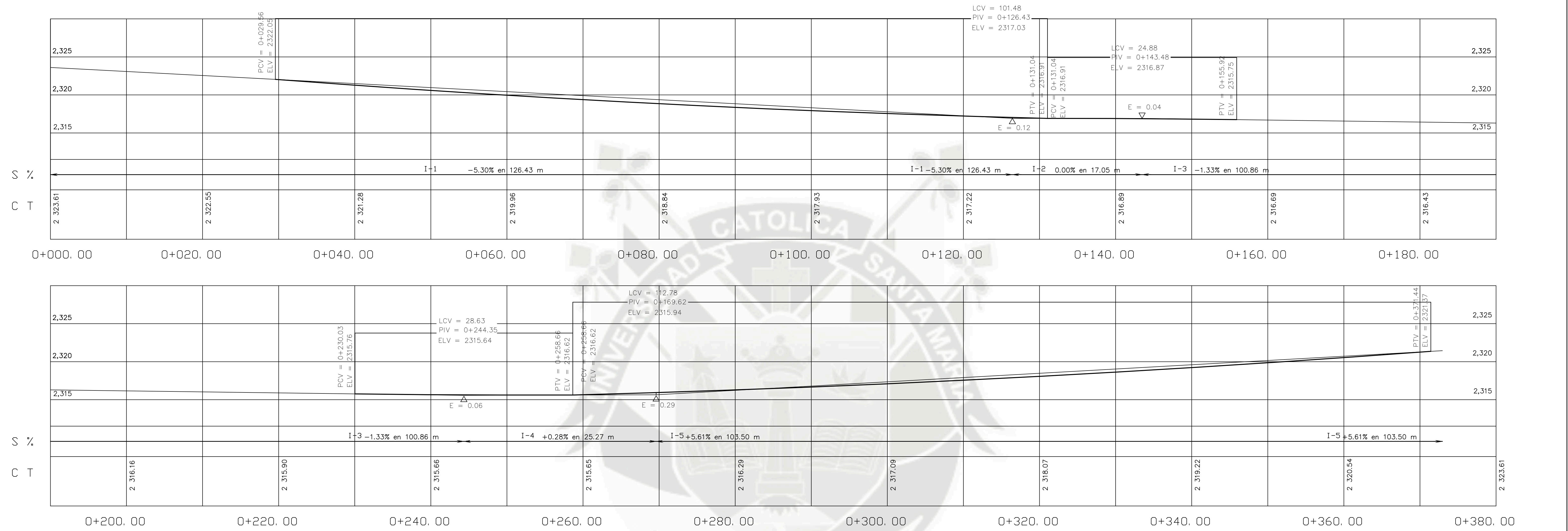
(escala 1:150)



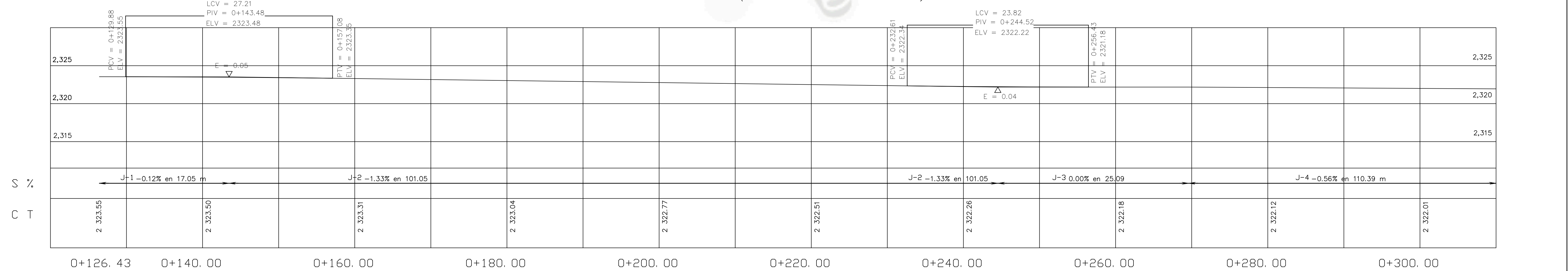
CURVAS VERTICALES VIA H-H
(escala 1:150)

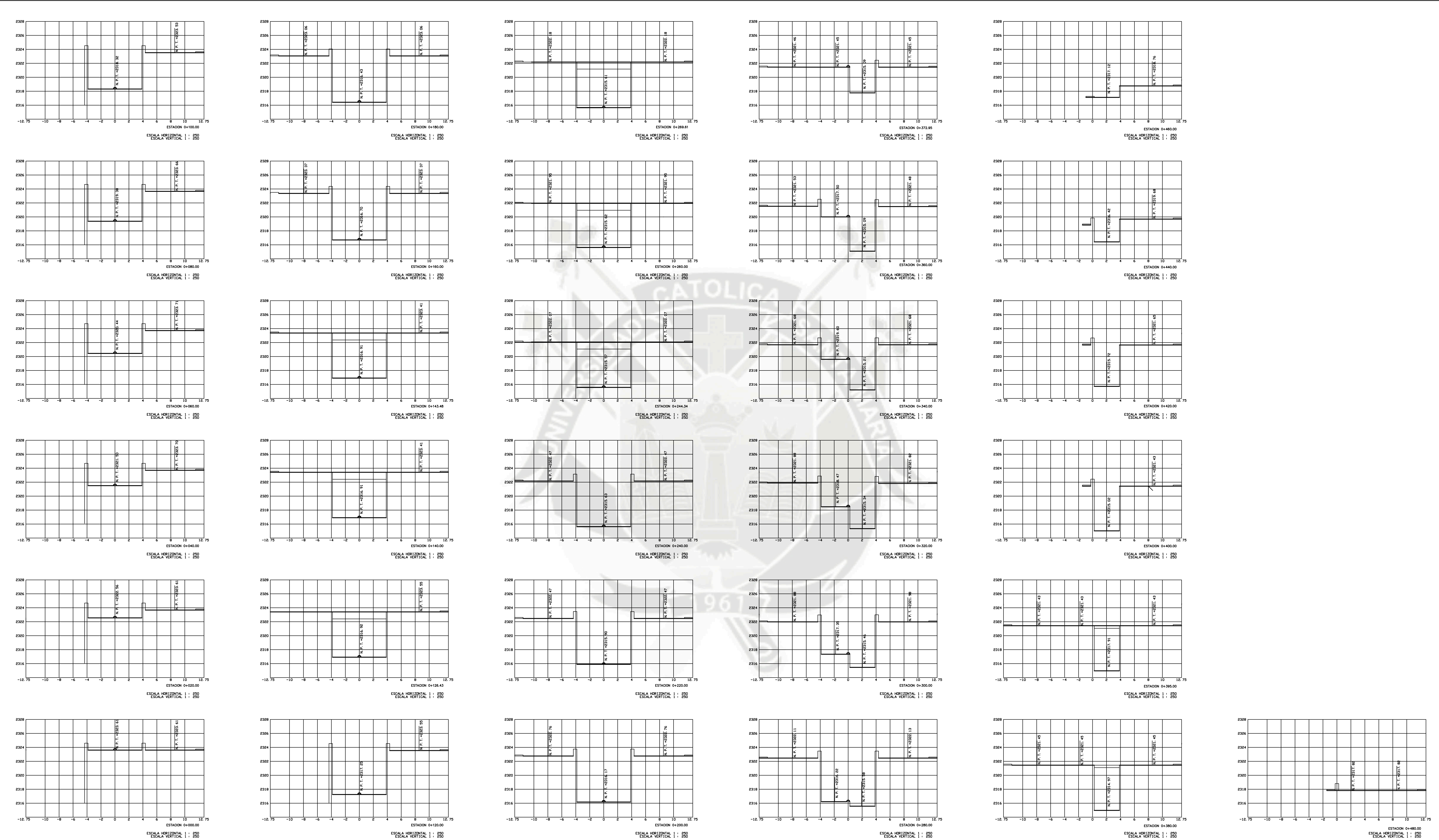


CURVAS VERTICALES VIA I-I
(escala 1:150)

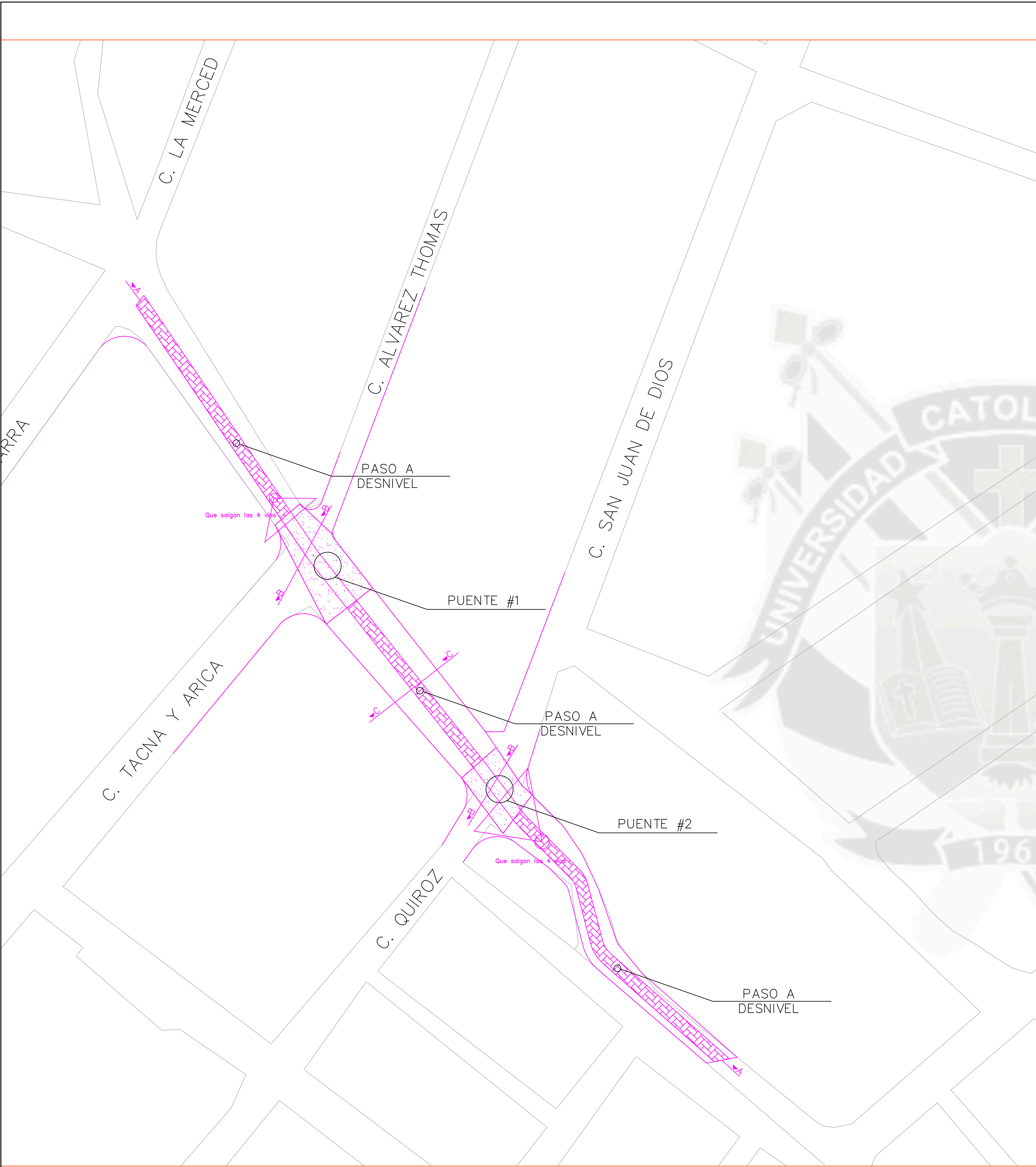


CURVAS VERTICALES VIA J-J
(escala 1:150)

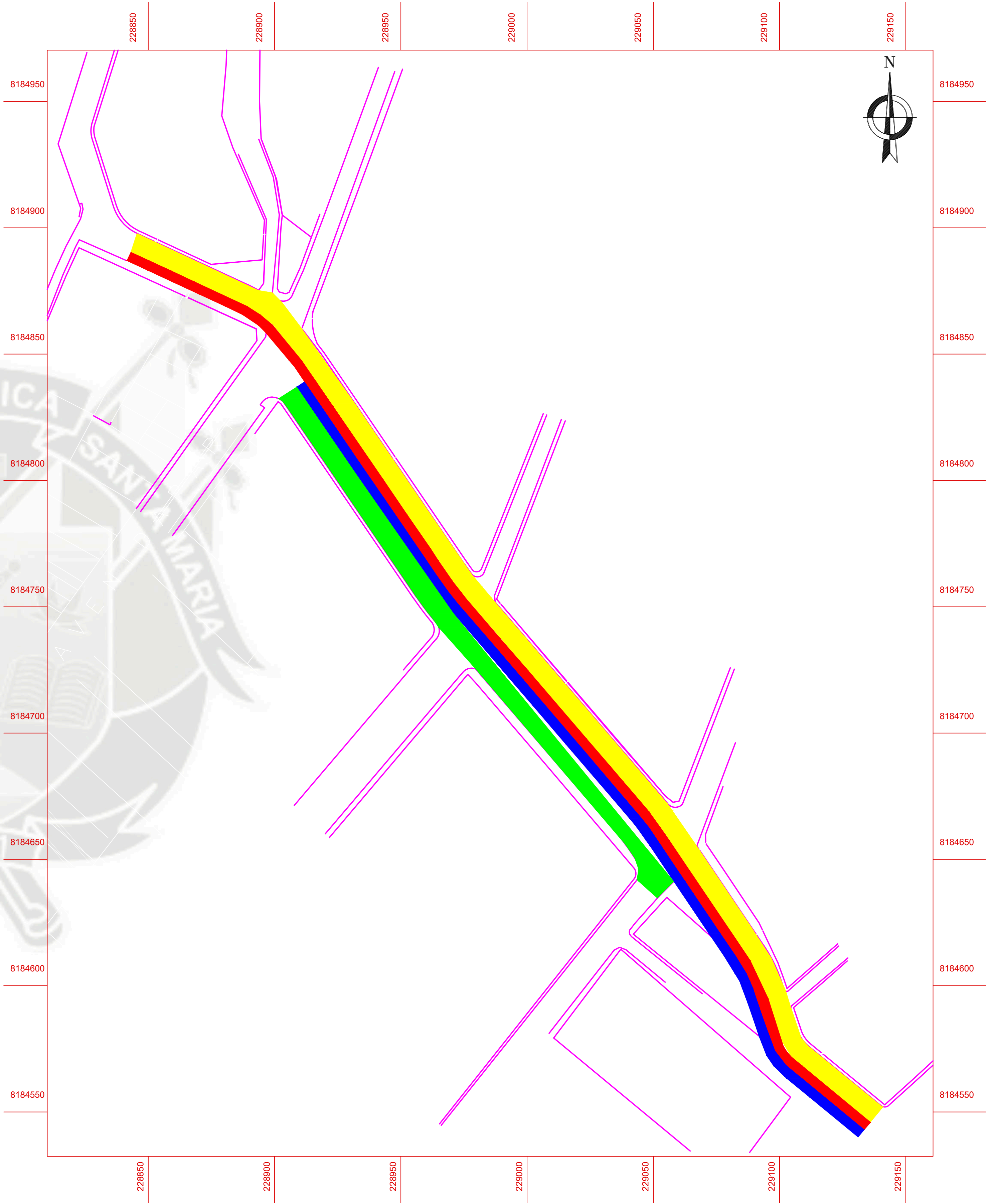




SECCIONES INTERCAMBIO VIAL
(escala 1:250)



PROPUESTA – INTERCAMBIO VIAL
(escala 1:1000)



INTERCAMBIO VIAL – DESCRIPCION DE VIAS
(escala 1:1000)

PROPIEDAD DE :
BACH. ING. JOSIMAR MEDINA AGUILAR
BACH. ING. JEAN CARLO OLIN LLERENA

TESIS:
"DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL INTERCAMBIO VIAL
EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SALAVERRY CON LA CALLE QUIROZ
Y SAN JUAN DE DIOS CERCADO DE AREQUIPA. "

PLANO:
DESCRIPCION DE VIAS
INTERCAMBIO VIAL

FECHA:
ABRIL 2018
DIBUJO:
JOLL - JMA

ESCALA:
VAR A-1

LAMINA:
DG-10

ANEXO 02

CAPITULO 3: DISEÑO SUPER ESTRUCTURA

3.2 PUENTE VIGA LOSA

PLANOS

E 01 PUENTE 1 - CALLE QUIROZ

E 02 PUENTE 1 - CALLE QUIROZ

E 04 PUENTE 2 - AVENIDA TACNA Y ARICA

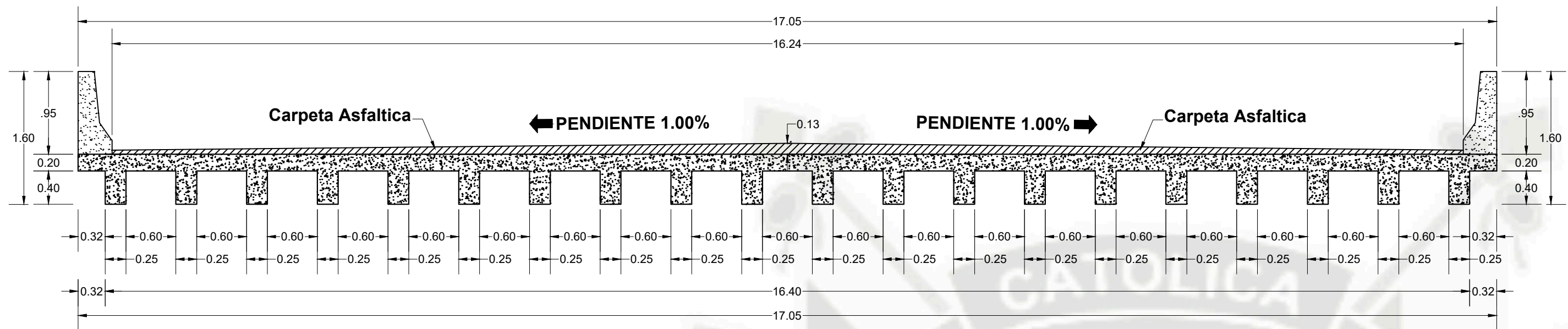
E 05 PUNETE 2 - AVENIDA TACNA Y ARICA

3.2 PUENTE VIGA LOSA

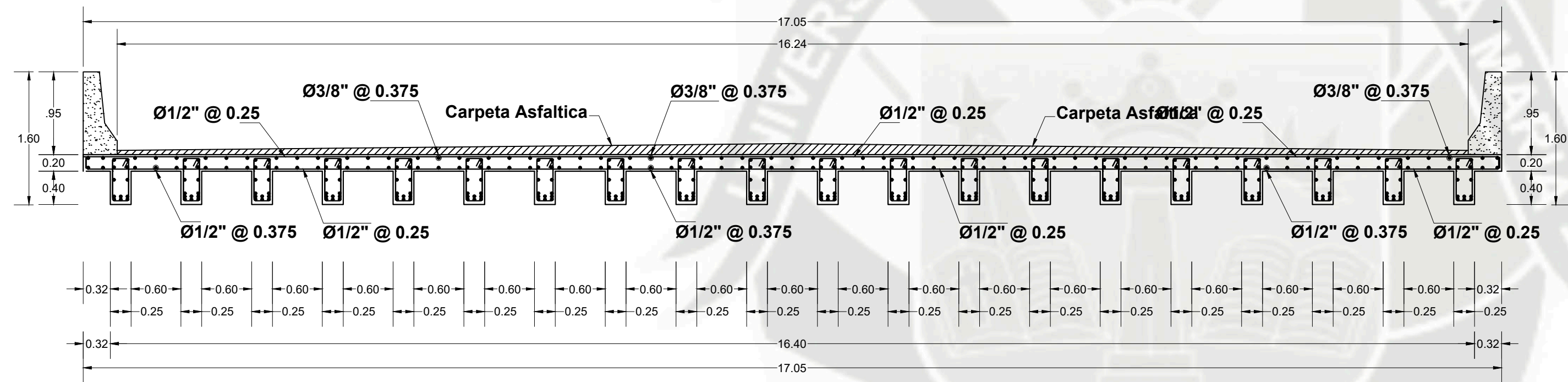
PLANOS

E 07 PUENTE 3 – AVENIDA PARRA

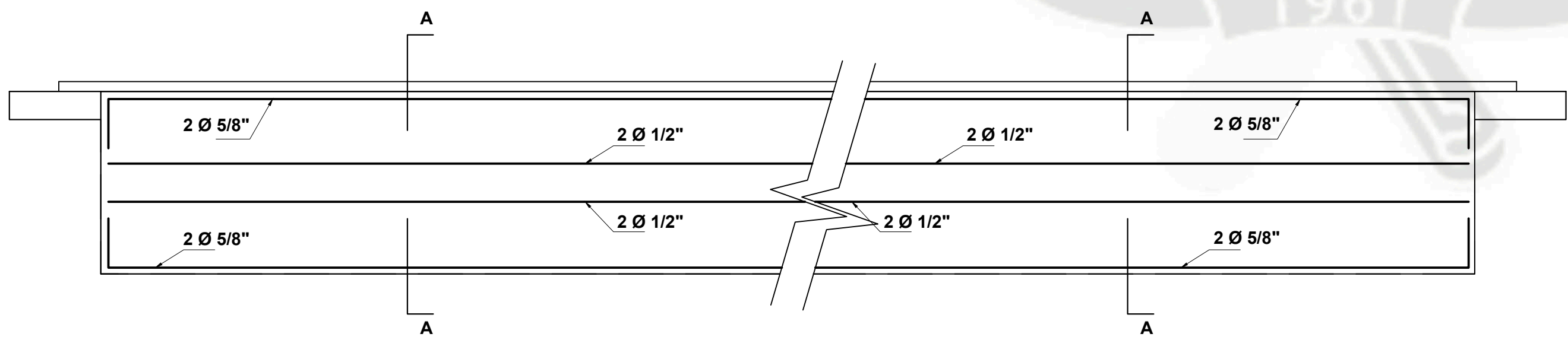




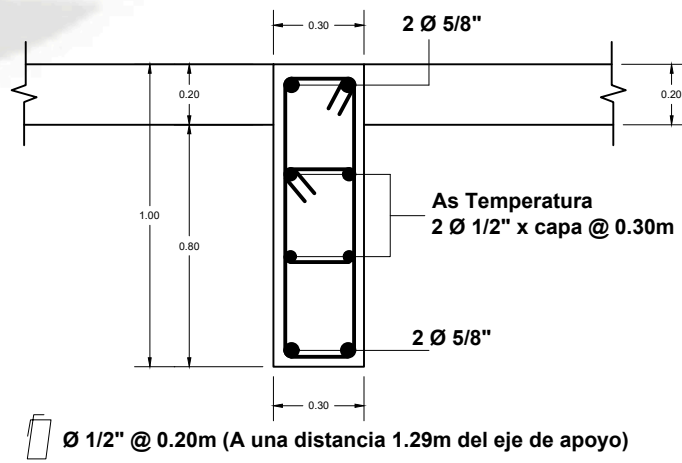
**SUPERESTRUCTURA - SECCION
TRANVERSAL SC: 1/50**



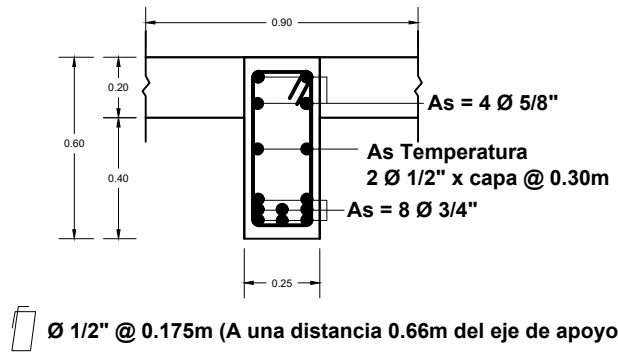
**SUPERESTRUCTURA - SECCION
TRANVERSAL ACERO SC: 1/50**



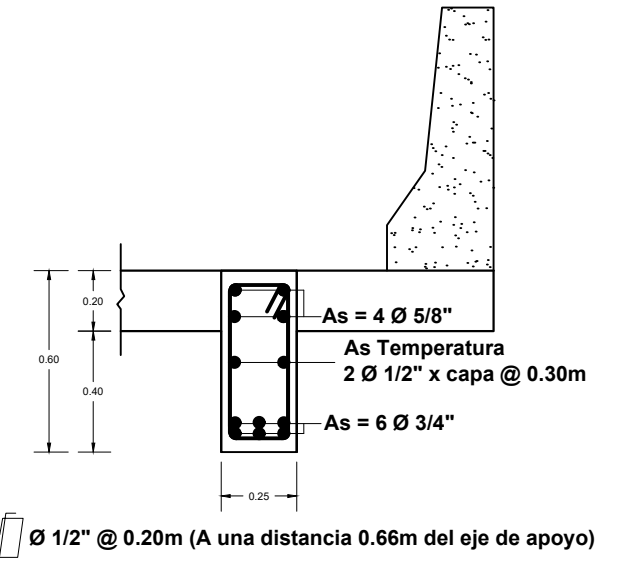
VIGA DIAFRAGMA



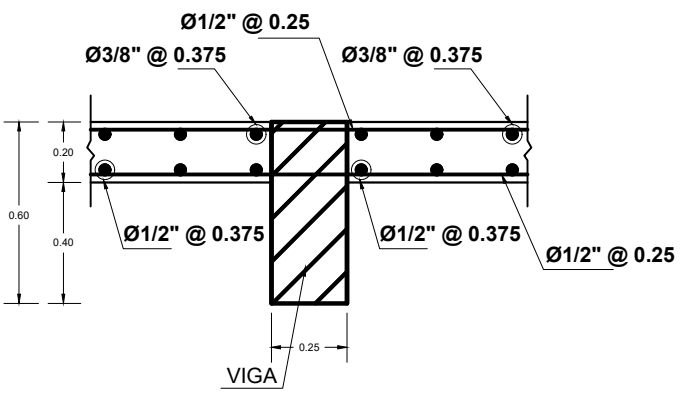
**CORTE A-A
SC: 1/25**



**VIGA INTERIOR
SC: 1/25**



**VIGA EXTERIOR
SC: 1/25**



**DETALLA LOSA SUPERIOR
SC: 1/25**

RECUBRIMIENTOS

LOSA SUPERIOR	5 cm
LOSA INFERIOR	5 cm
ESTRIBOS	7.5cm
ZAPATAS	7.5 cm
BARRERAS	5 cm

(*), El recubrimiento deberá medirse a la cara exterior del estribo

PROPIEDAD DE :
BACH. ING. JOSIMAR MEDINA AGUILAR
BACH. ING. JEAN CARLO OLIN LLERENA

TESIS:
"DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL INTERCAMBIO VIAL
EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SALAVERRY CON LA CALLE QUIROZ
Y SAN JUAN DE DIOS CERCADO DE AREQUIPA."

PLANO:
PUENTE "1" - CALLE QUIROZ

JEFE DE PROYECTO:

REVISADO:

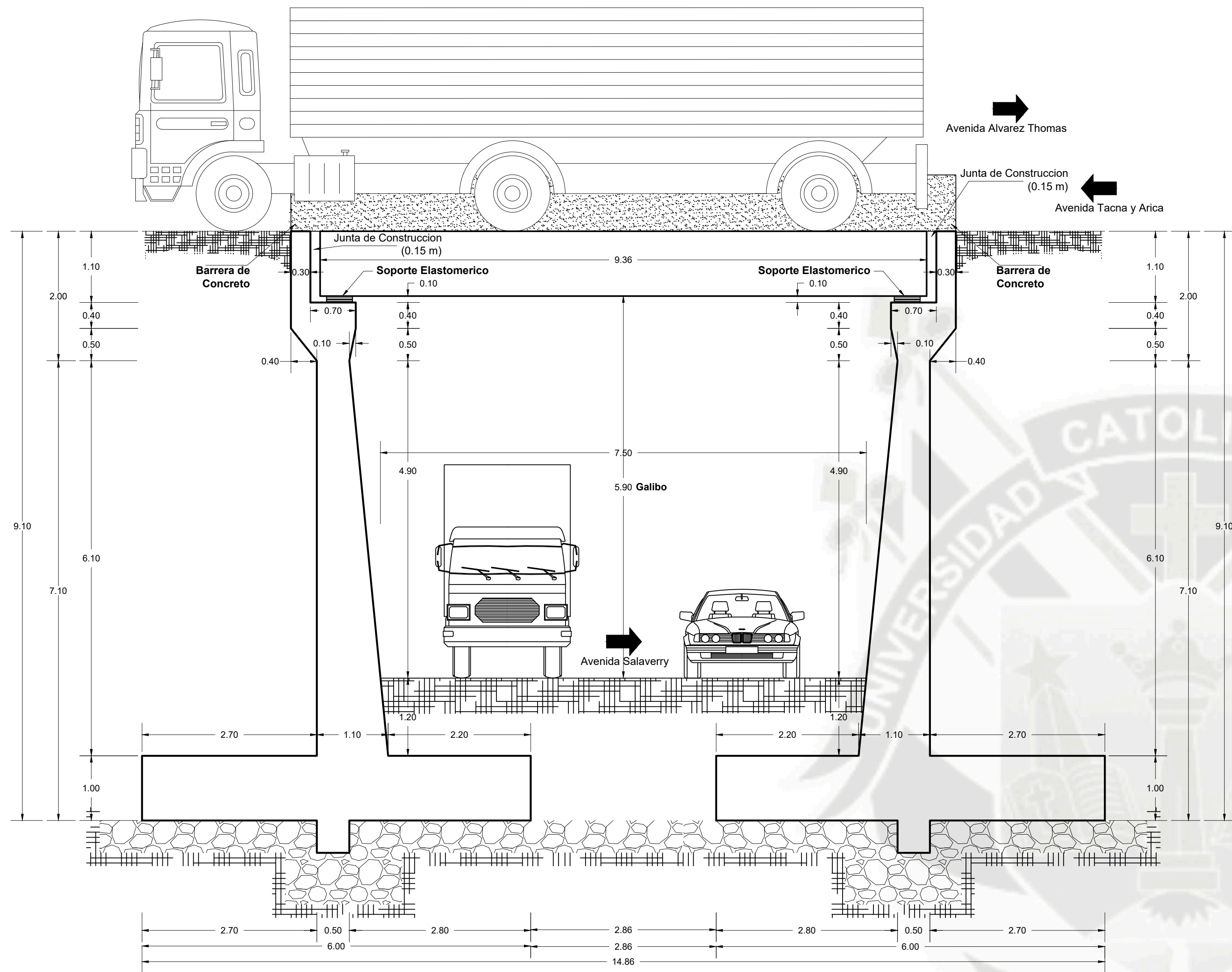
FECHA:
FEBRERO 2017

ESCALA:
1/50

LAMINA:

A-2

E-01



PUENTE EN INTERCAMBIO VIAL
PUENTE Y ESTRIBOS ELEVACION SC:1/50

RECUBRIMIENTOS

LOSA SUPERIOR	5 cm
LOSA INFERIOR	5 cm
ESTRIBOS	7.5cm
ZAPATAS	7.5 cm
BARRERAS	5 cm

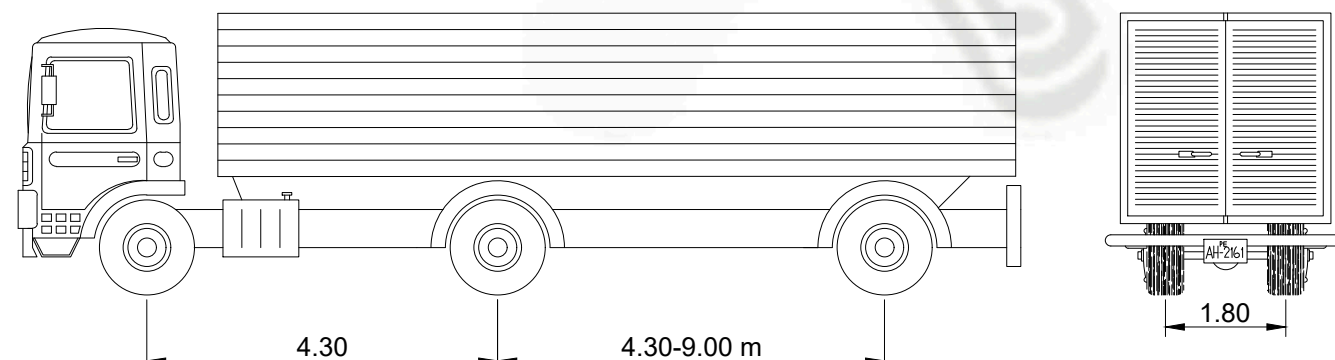
(*), El recubrimiento deberá medirse a la cara exterior del estribo

ESPECIFICACIONES TECNICAS

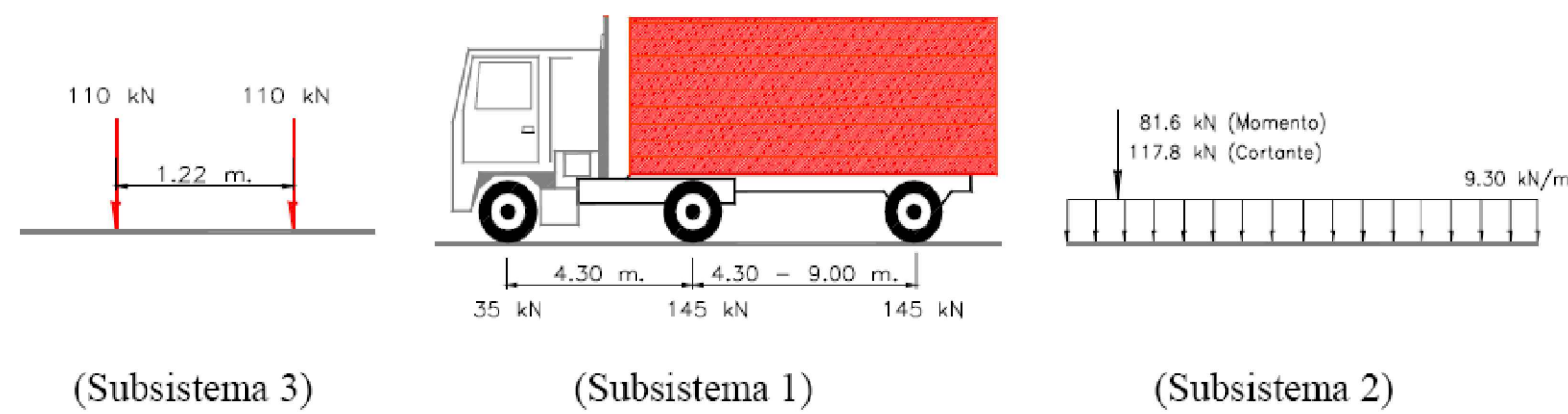
CONCRETO VIGAS Y LOSA.:	f _c = 280 Kg/cm2:
	a los 28 días.
CONCRETO ESTRIBOS.:	f _c = 280 Kg/cm2:
	a los 28 días.
CONCRETO BARRERA.:	f _c = 210 Kg/cm2:
	a los 28 días.
SOLADO:	Relación Cemento/Hormigón = 1/10
	50 % Piedra Grande Ø Máx. 6"-8"
ACERO:	ASTM A-60, f _y = 4,200 Kg/cm2

TRASLAPES Y EMPALMES

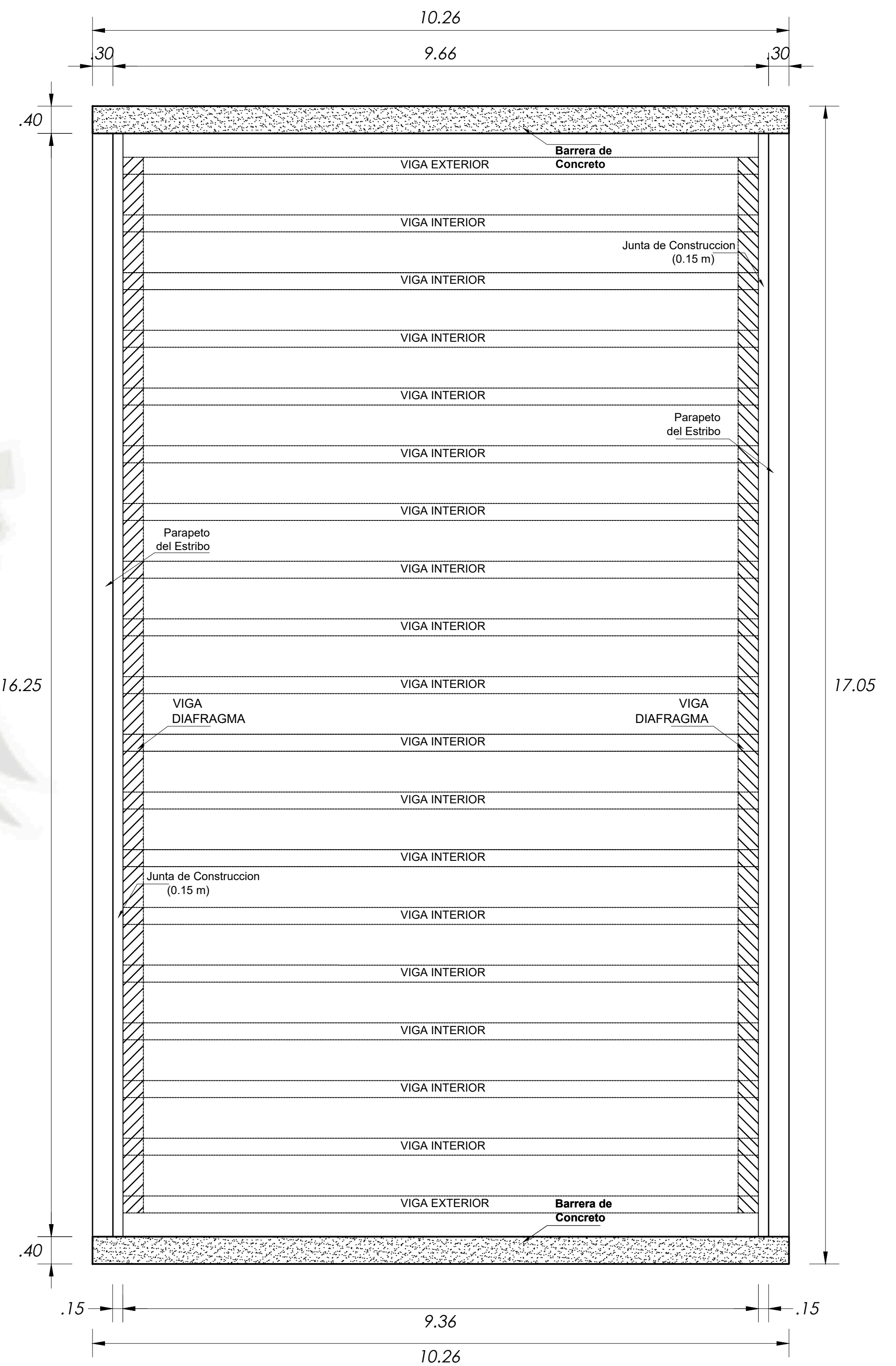
Ø	TRASLAPES Y EMPALMES			ESTRIBOS		
	TRACCION	COMPRES.	GANCHO			
	(mm)	(mm)	(mm)			
6 mm	-	-	-			
8 mm	250	200	200			
3/8"						
1/2"	320	245	255			
5/8"	405	305	320			
3/4"	485	365	380			
1"	810	485	505			
1-3/8"	1600	685	710			
				Ø	L	Rmax
				1/4"	7.5 cm	1.3 cm
				3/8"	10 cm	2.0 cm
				1/2"	15 cm	2.5 cm



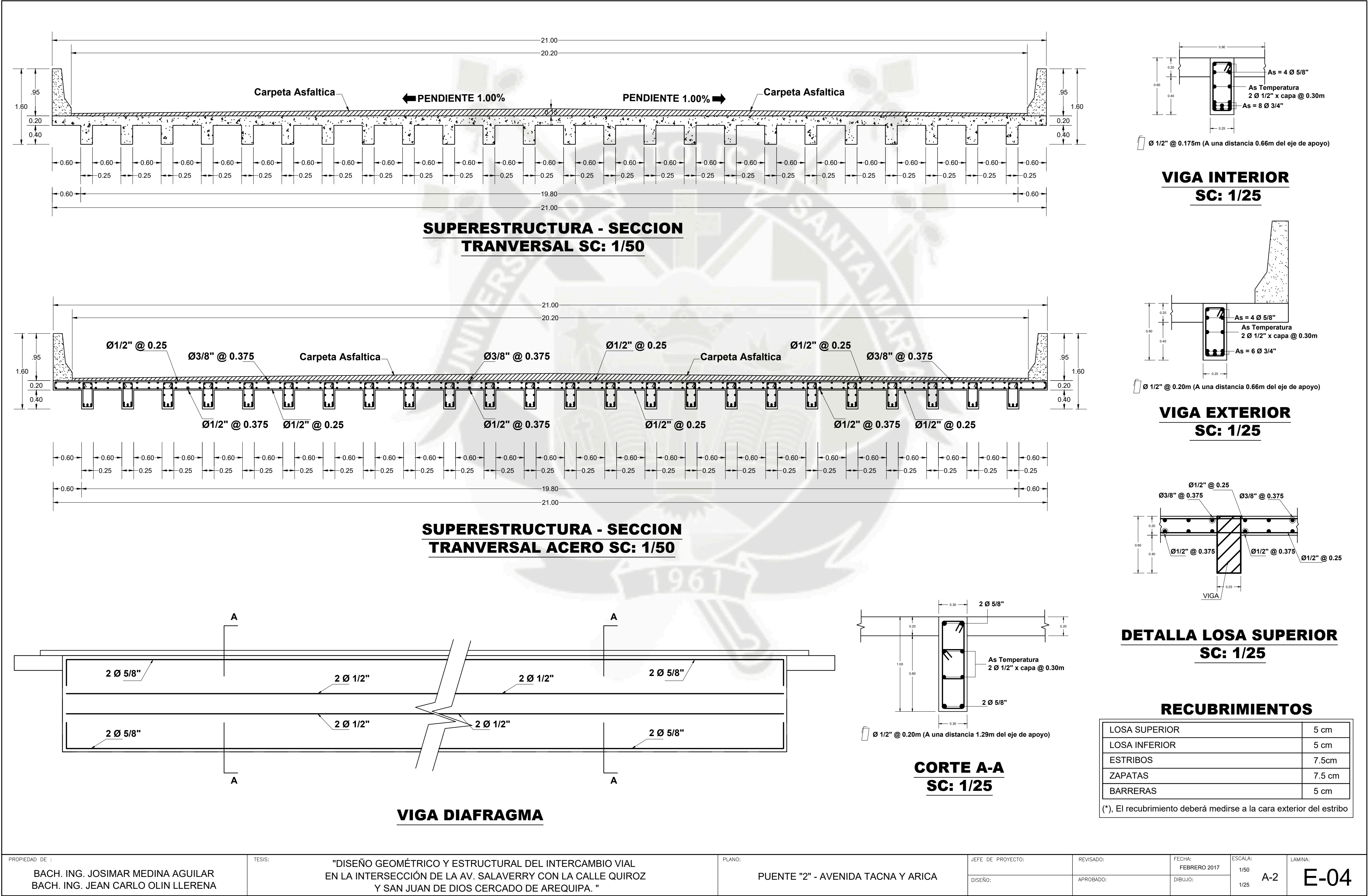
CAMION DE DISEÑO HL-93

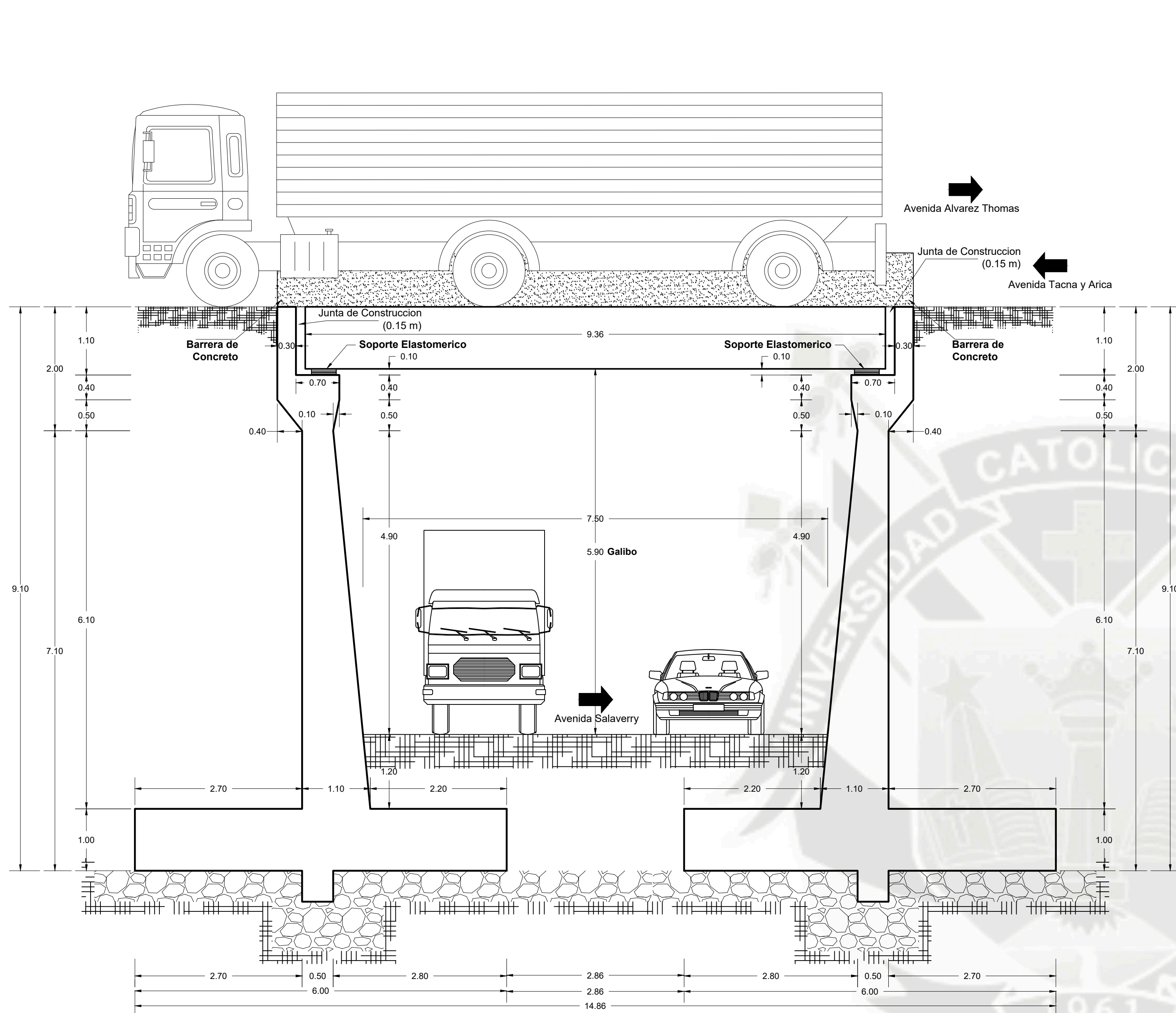


SISTEMA DE CARGAS HL-93



PUENTE VIGA
PLANTA
Escala : 1/50





PUENTE EN INTERCAMBIO VIAL
PUENTE Y ESTRIBOS ELEVACION SC:1/50

RECUBRIMIENTOS

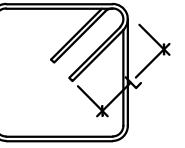
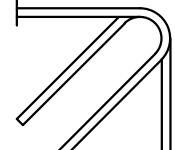
LOSA SUPERIOR	5 cm
LOSA INFERIOR	5 cm
ESTRIBOS	7.5cm
ZAPATAS	7.5 cm
BARRERAS	5 cm

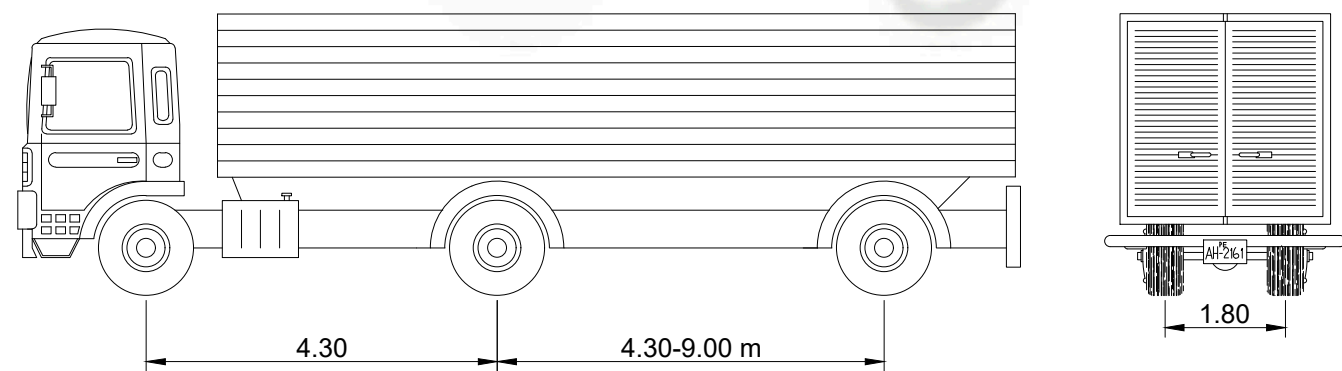
(*). El recubrimiento deberá medirse a la cara exterior del estribo

ESPECIFICACIONES TECNICAS

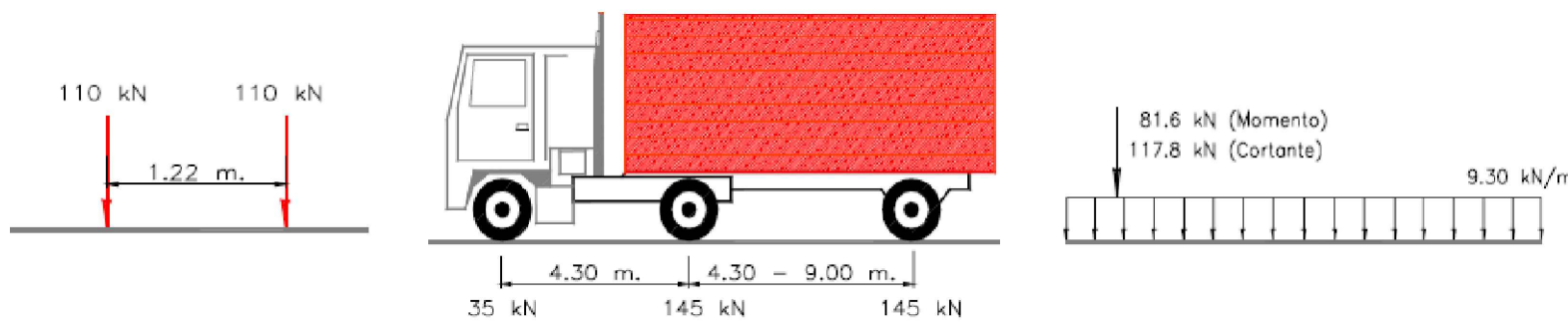
CONCRETO VIGAS Y LOSA.:	$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$: a los 28 días.
CONCRETO ESTRIBOS.:	$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$: a los 28 días.
CONCRETO BARRERA.:	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$: a los 28 días.
SOLADO:	Relación Cemento/Hormigón = 1/10 50 % Piedra Grande Ø Máx. 6"-8"
ACERO:	ASTM A-60, $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$

TRASLAPES Y EMPALMES

TRASLAPES Y EMPALMES				ESTRIBOS  
Ø	TRACCION	COMPRES.	GANCHO	
	(mm)	(mm)	(mm)	
6 mm	-	-	-	
8 mm 3/8"	250	200	200	
1/2"	320	245	255	
5/8"	405	305	320	
3/4"	485	365	380	
1"	810	485	505	
1-3/8"	1600	685	710	



CAMION DE DISEÑO HL-93

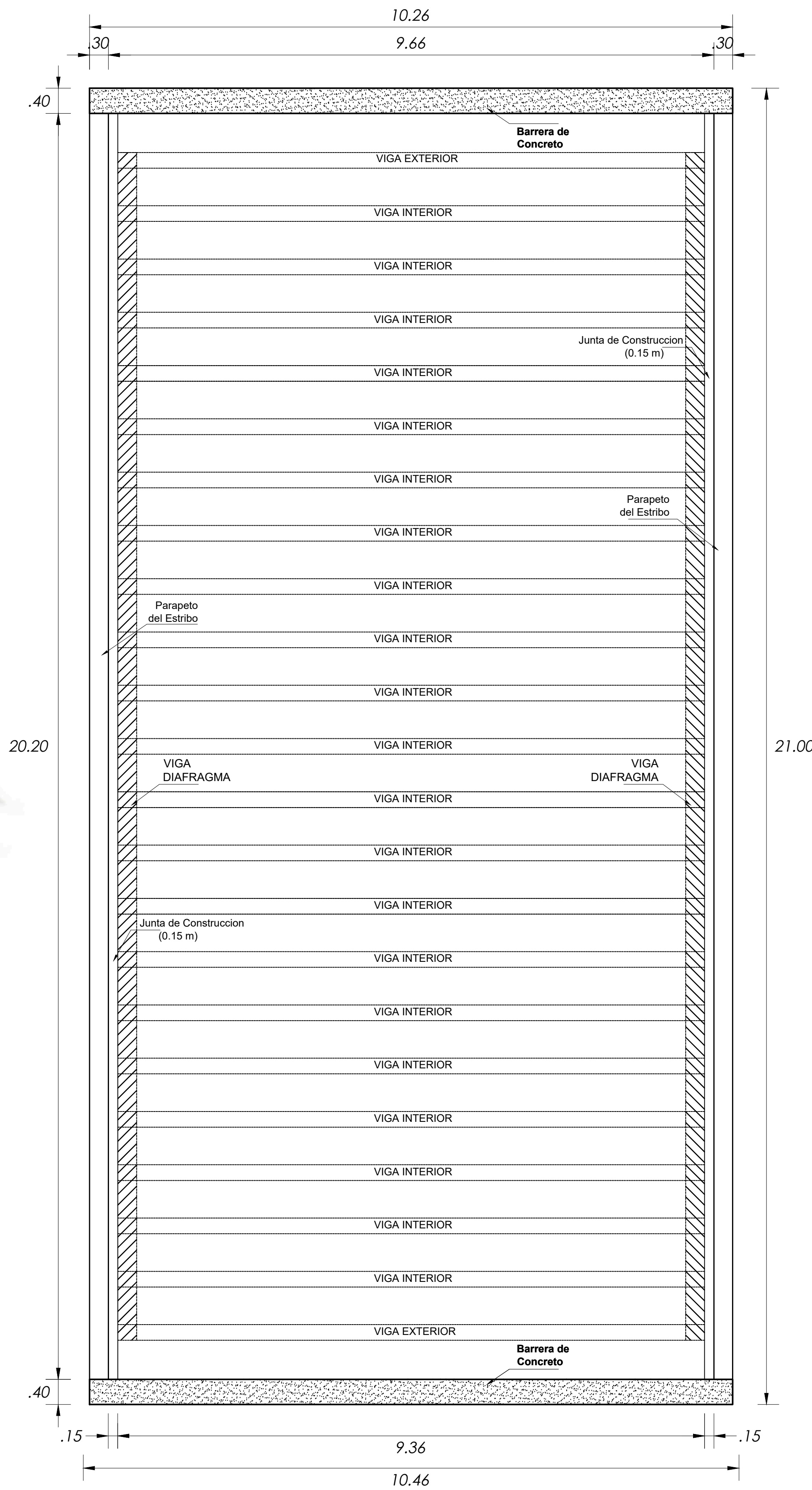


(Subsistema 3)

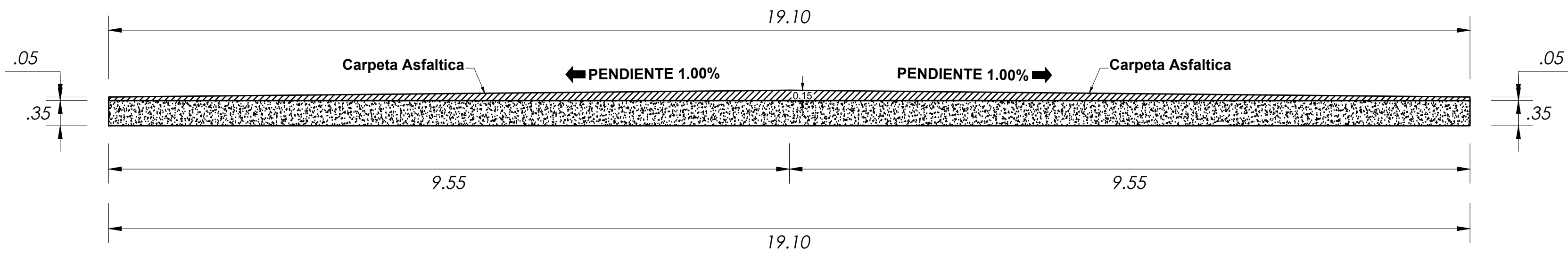
(Subsistema 1)

(Subsistema 2)

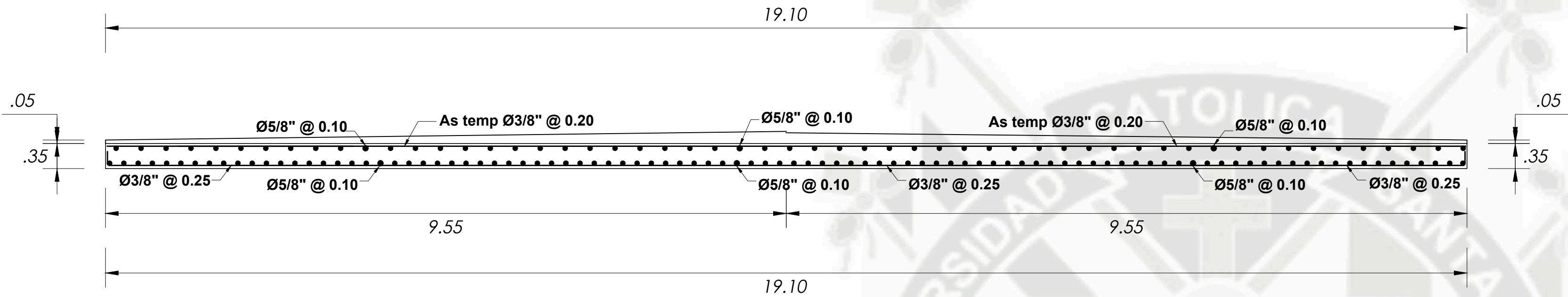
SISTEMA DE CARGAS HL-93



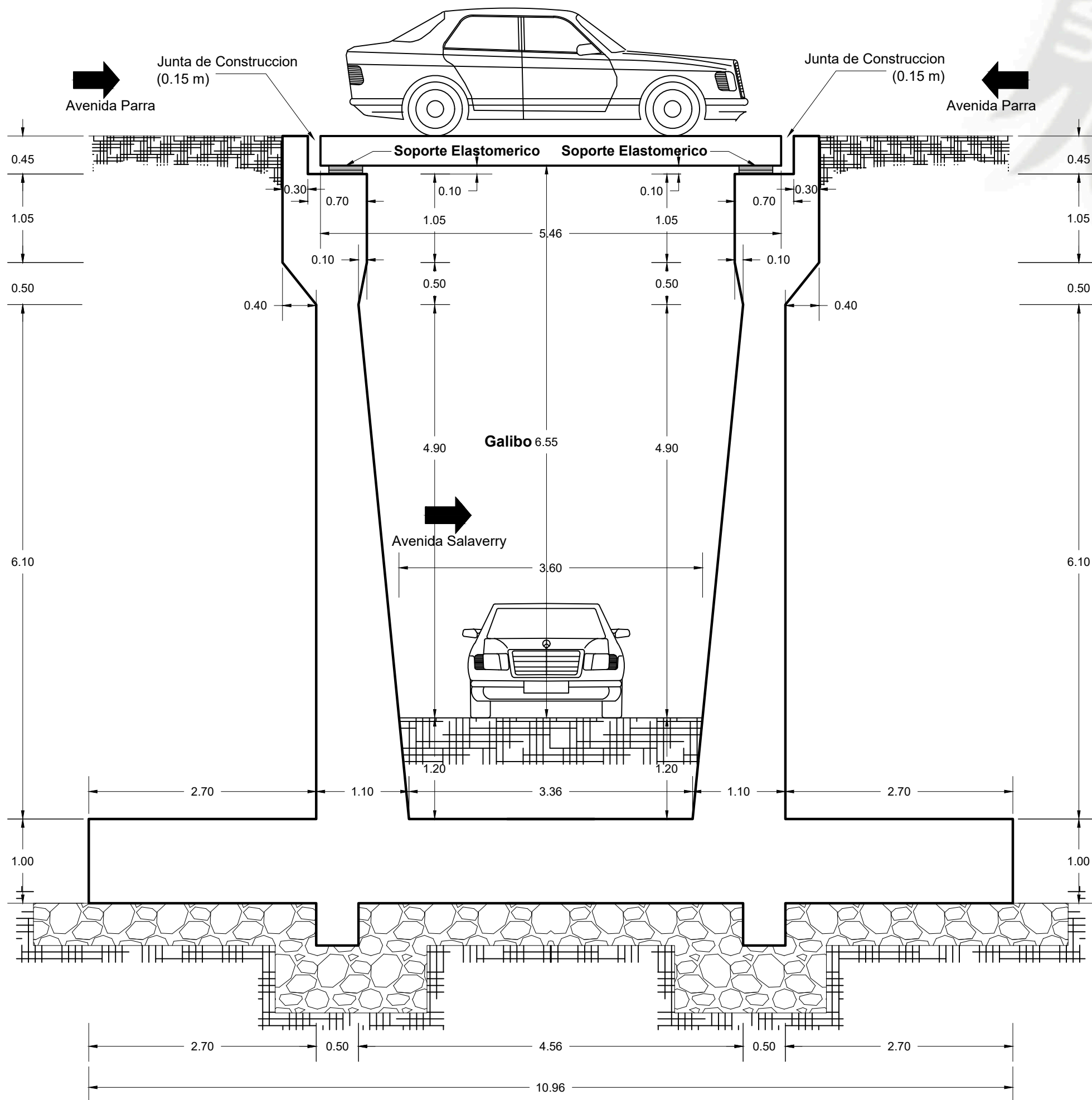
PUENTE VIGA
PLANTA
Escala : 1/50



SUPERESTRUCTURA - SECCION TRANSVERSAL SC: 1/150



SUPERESTRUCTURA - SECCION TRANSVERSAL ACERO SC: 1/50



PUENTE EN INTERCAMBIO VIAL
PUENTE Y ESTRIBOS ELEVACION SC:1/50

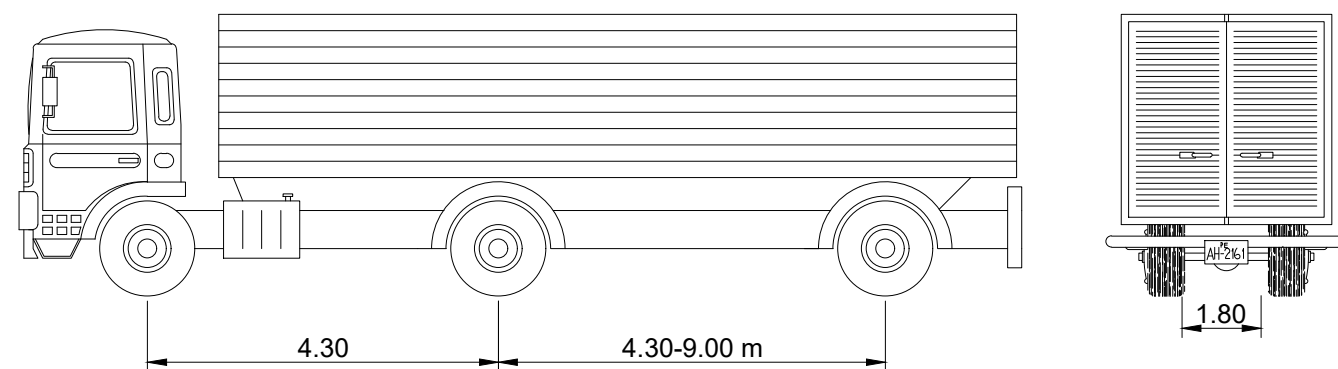
RECUBRIMIENTOS

LOSA SUPERIOR	5 cm
LOSA INFERIOR	5 cm
ESTRIBOS	7.5cm
ZAPATAS	7.5 cm
BARRERAS	5 cm

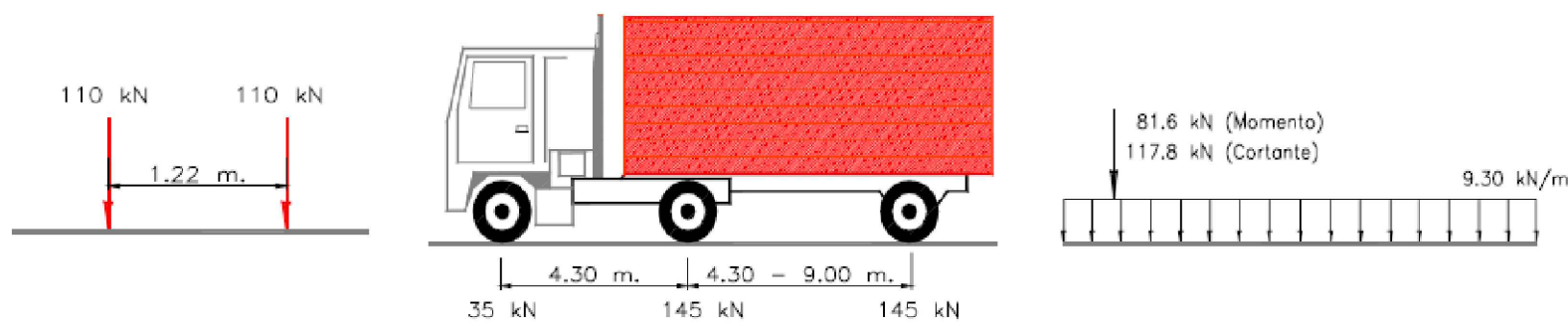
(*), El recubrimiento deberá medirse a la cara exterior del estribo

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO VIGAS Y LOSA.:	$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$: a los 28 días.
CONCRETO ESTRIBOS.:	$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$: a los 28 días.
CONCRETO BARRERA.:	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$: a los 28 días.
SOLADO:	Relación Cemento/Hormigón = 1/10 50 % Piedra Grande Ø Máx. 6"-8"
ACERO:	ASTM A-60, $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$



CAMION DE DISEÑO HL-93

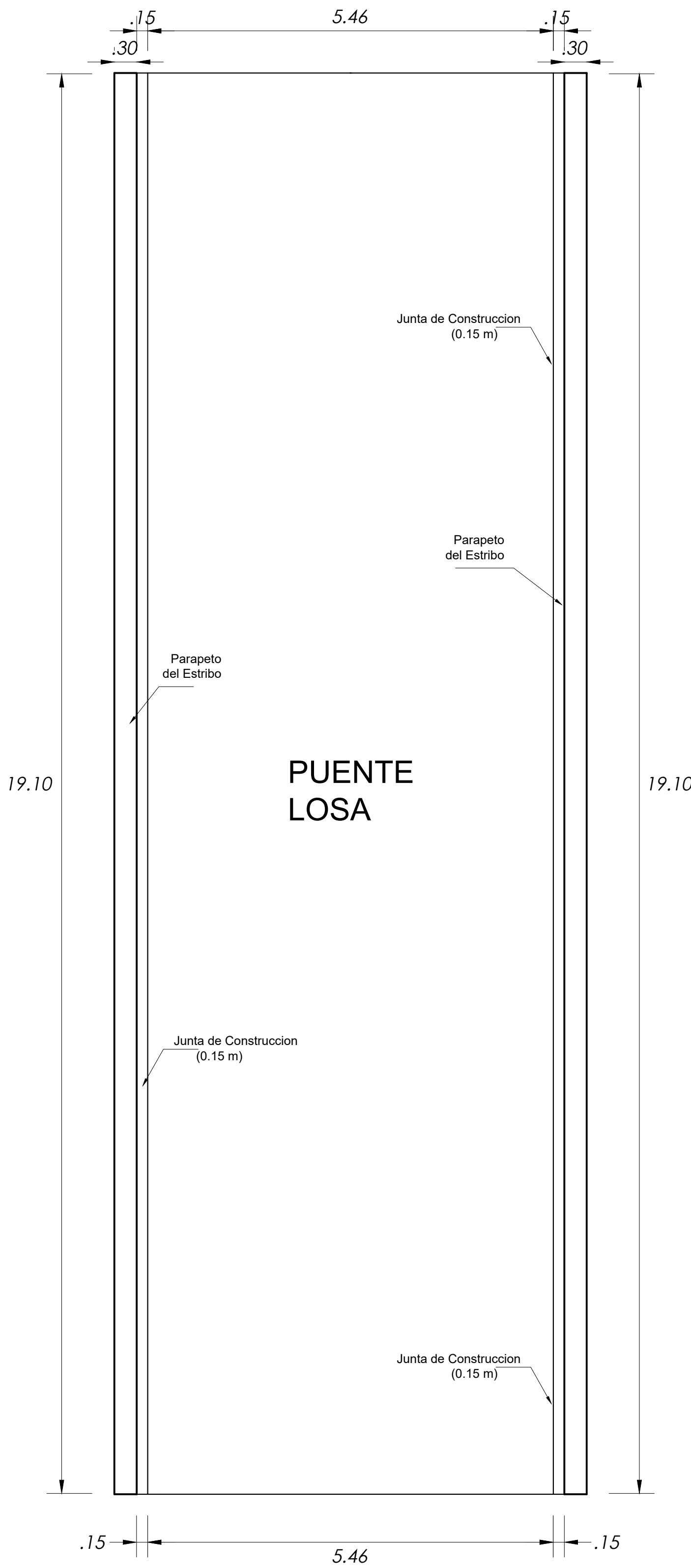


(Subsistema 3)

(Subsistema 1)

(Subsistema 2)

SISTEMA DE CARGAS HL-93



PUENTE LOSA PLANTA
Escala : 1/50

ANEXO 03

CAPITULO 4: DISEÑO SUB ESTRUCTURA

4.3 DISEÑO ESTRUCTURAL ESTRIBOS PUENTE “1” Y “2”

PLANOS

E 03 PUENTE 1 - CALLE QUIROZ

E 06 PUENTE 2 - AVENIDA TACNA Y ARICA

4.5 DISEÑO ESTRUCTURAL ESTRIBOS PUENTE “3”

PLANOS

E 08 PUENTE 3 – AVENIDA PARRA

4.6 MUROS DE CONTENCION EN VOLADIZO

PLANOS

PC 01 PLANTA CIMENTACION SECTOR A Y SECTOR B

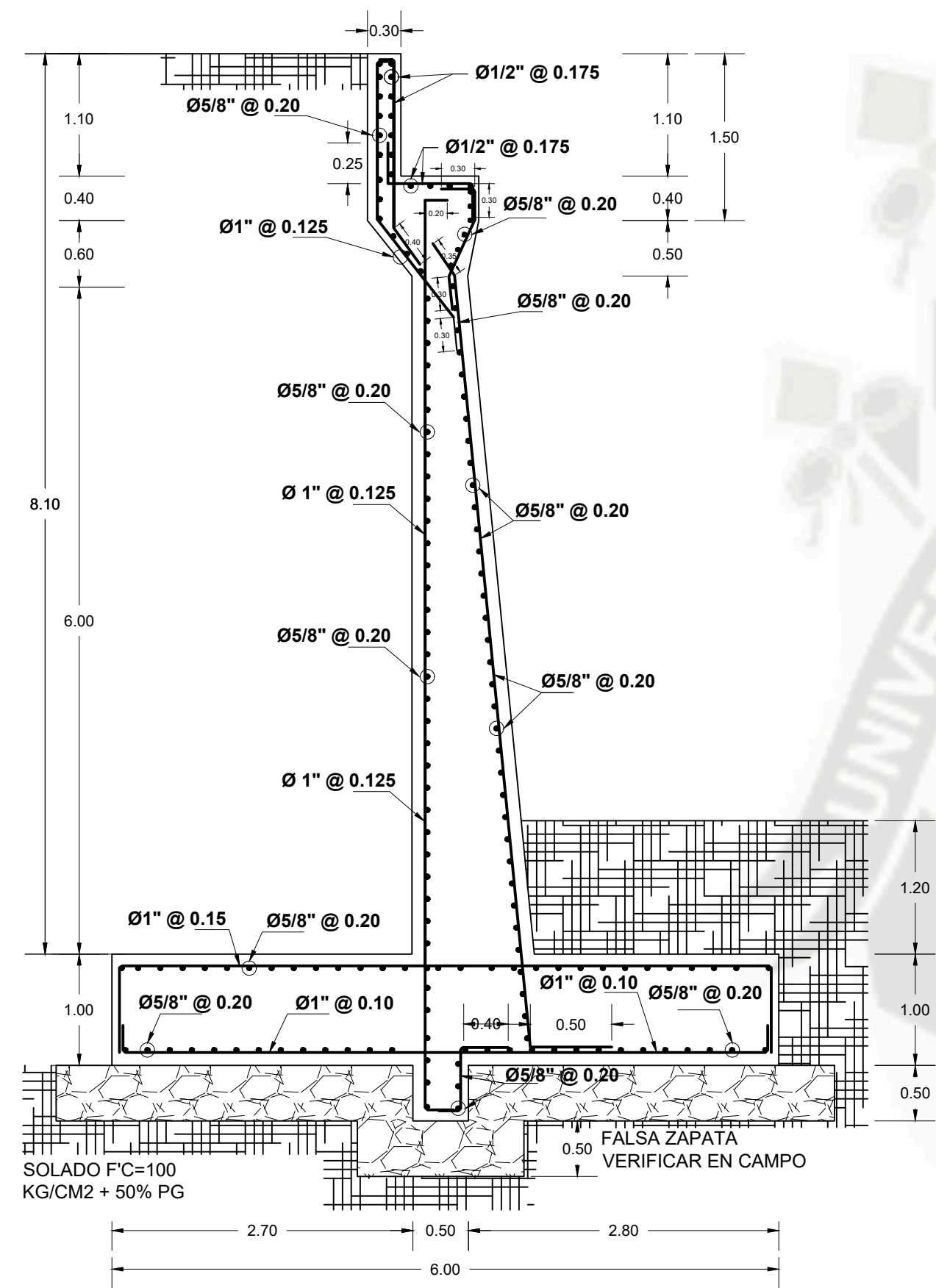
PC 02 PLANTA CIMENTACION SECTOR C Y SECTOR D

S A1 MUROS DE CONTENCION SECTOR A

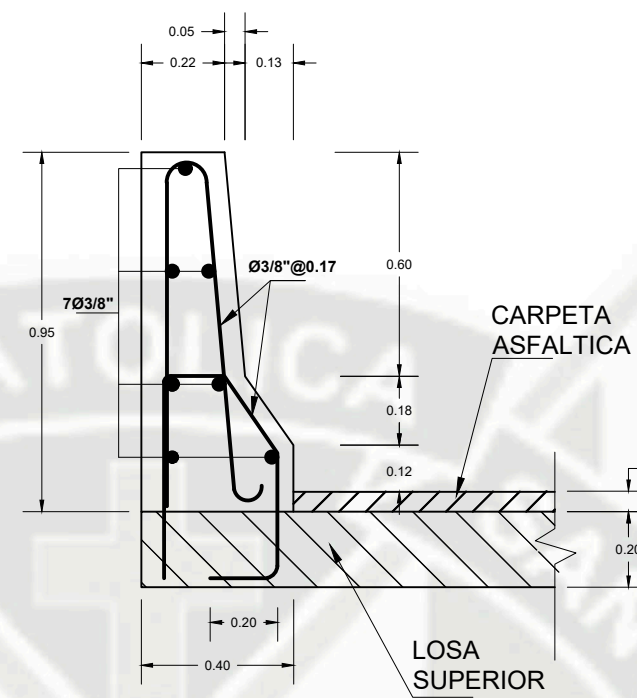
S A2 MUROS DE CONTENCION SECTOR A

S – B, C MUROS DE CONTENCION SECTOR B, SECTOR C

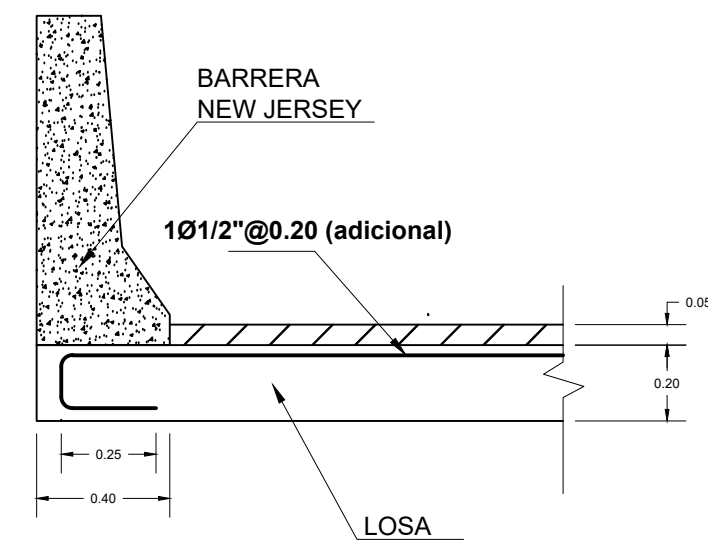
S – D MUROS DE CONTENCION SECTOR D



SUB ESTRUCTURA ESTRIBO
(Típico)
SC : 1/50

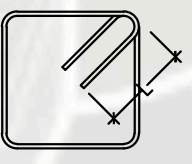


BARRERA TIPO NEW
JERSEY
SC : 1/20



LONGITUD DE LAS BARRAS
ADICIONALES DEL VOLADO
SC : 1/20

TRASLAPES Y EMPALMES

TRASLAPES Y EMPALMES				ESTRIBOS		
Ø	TRACCION	COMPRESION	GANCHO			
	(mm)	(mm)	(mm)			
6 mm	-	-	-			
8 mm 3/8"	250	200	200			
1/2"	320	245	255			
5/8"	405	305	320			
3/4"	485	365	380			
1"	810	485	505			
1-3/8"	1600	685	710	Ø	L	Rmax
				1/4"	7.5 cm	1.3 cm
				3/8"	10 cm	2.0 cm
				1/2"	15 cm	2.5 cm

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO VIGAS Y LOSA.:	f _c = 280 Kg/cm ² : a los 28 días.
CONCRETO ESTRIBOS.:	f _c = 280 Kg/cm ² : a los 28 días.
CONCRETO BARRERA.:	f _c = 210 Kg/cm ² : a los 28 días.
SOLADO:	Relación Cemento/Hormigón = 1/10 50 % Piedra Grande Ø Máx. 6"-8"
ACERO:	ASTM A-60, f _y = 4,200 Kg/cm ²

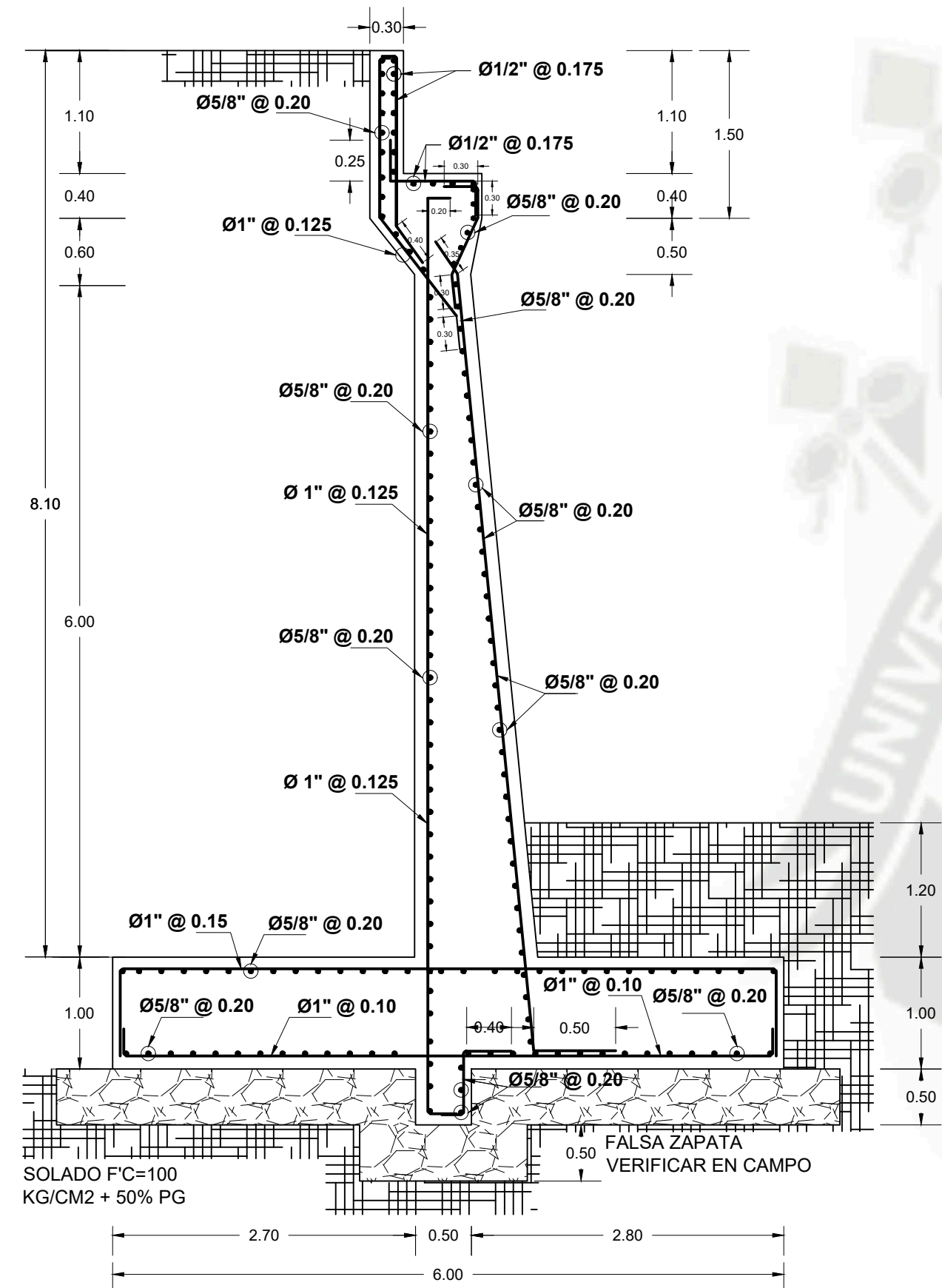
PARÁMETROS SÍSMICOS

ZONA	Ag = 0.4 (g)
GEOTECNIA	SUELO INTERMEDIO, S=1.20
PERIODO DEL SUELO	Tp(s) = 0.60 seg.
CAPAC. PORTANTE	3.39 Kg/cm ²
AMPLIFICACIÓN DINÁMICA	Csn < 2.5

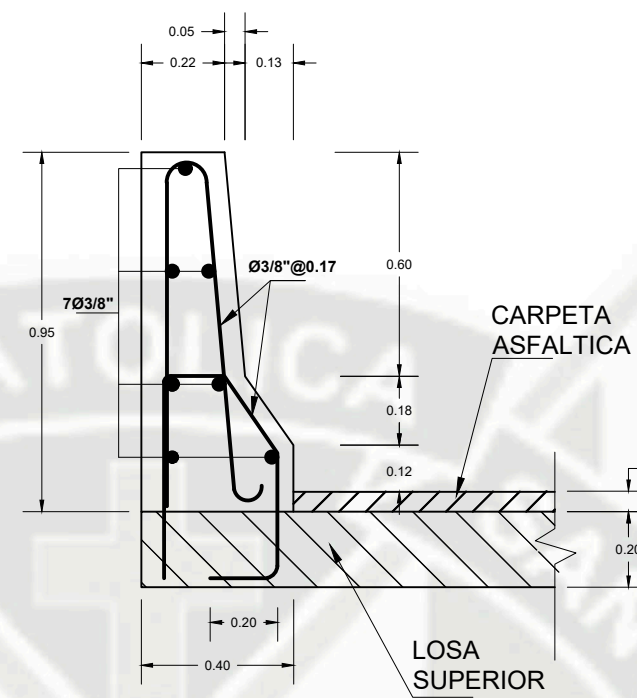
RECUBRIMIENTOS

LOSA SUPERIOR	5 cm
LOSA INFERIOR	5 cm
ESTRIBOS	7.5cm
ZAPATAS	7.5 cm
BARRERAS	5 cm

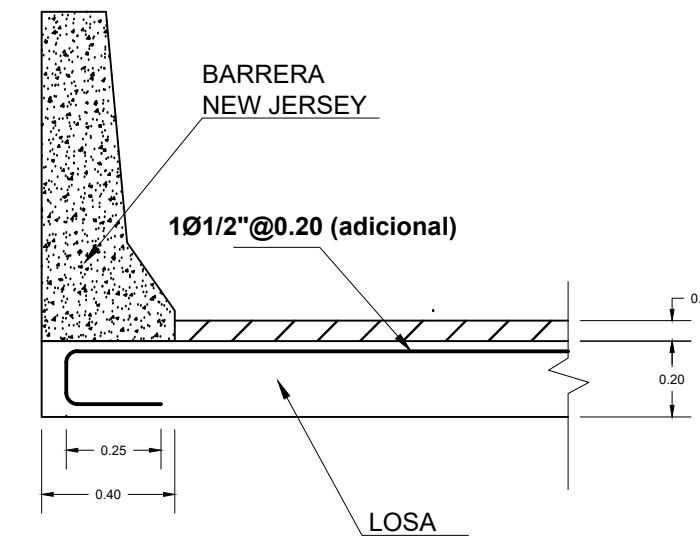
(*), El recubrimiento deberá medirse a la cara exterior del estribo



SUB ESTRUCTURA ESTRIBO
(Típico)
SC : 1/50

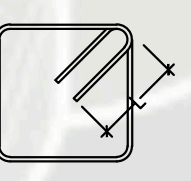


BARRERA TIPO NEW JERSEY
SC : 1/20



LONGITUD DE LAS BARRAS ADICIONALES DEL VOLADO
SC : 1/20

TRASLAPES Y EMPALMES

TRASLAPES Y EMPALMES				ESTRIBOS		
Ø	TRACCION	COMPRESION	GANCHO			
	(mm)	(mm)	(mm)			
6 mm	-	-	-			
8 mm	250	200	200			
3/8"	320	245	255			
1/2"	405	305	320			
5/8"	485	365	380			
3/4"	810	485	505			
1"	1600	685	710			
1-3/8"				Ø	L	Rmax
				1/4"	7.5 cm	1.3 cm
				3/8"	10 cm	2.0 cm
				1/2"	15 cm	2.5 cm

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO VIGAS Y LOSA.:	f _c = 280 Kg/cm ² : a los 28 días.
CONCRETO ESTRIBOS.:	f _c = 280 Kg/cm ² : a los 28 días.
CONCRETO BARRERA.:	f _c = 210 Kg/cm ² : a los 28 días.
SOLADO:	Relación Cemento/Hormigón = 1/10 50 % Piedra Grande Ø Máx. 6"-8"
ACERO:	ASTM A-60, f _y = 4,200 Kg/cm ²

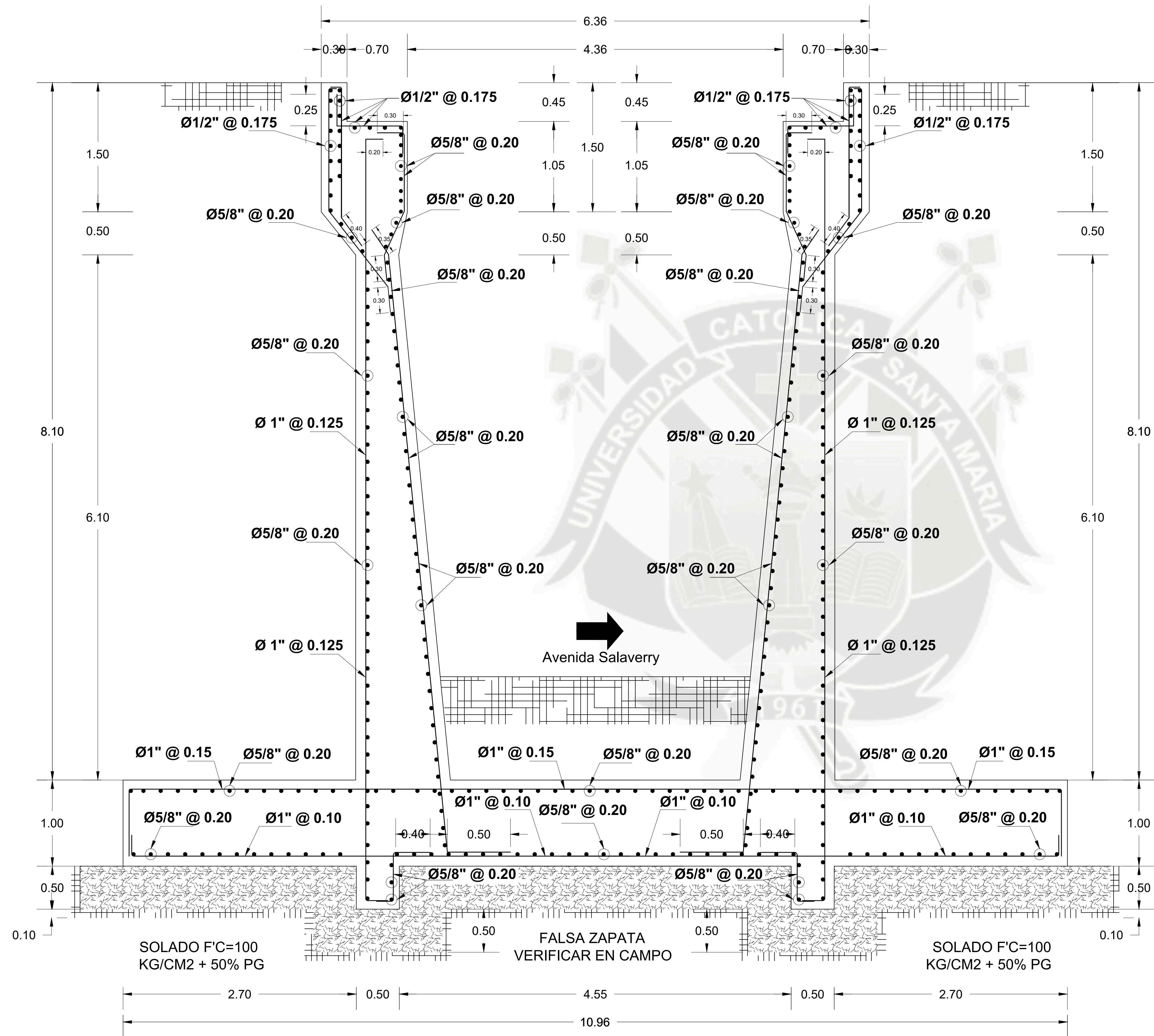
PARÁMETROS SÍSMICOS

ZONA	Ag = 0.4 (g)
GEOTECNIA	SUELO INTERMEDIO, S=1.20
PERIODO DEL SUELO	Tp(s) = 0.60 seg.
CAPAC. PORTANTE	3.39 Kg/cm ²
AMPLIFICACIÓN DINÁMICA	Csn < 2.5

RECUBRIMIENTOS

LOSA SUPERIOR	5 cm
LOSA INFERIOR	5 cm
ESTRIBOS	7.5cm
ZAPATAS	7.5 cm
BARRERAS	5 cm

(*), El recubrimiento deberá medirse a la cara exterior del estribo



RECUBRIMIENTOS

LOSA SUPERIOR	5 cm
LOSA INFERIOR	5 cm
ESTRIBOS	7.5cm
ZAPATAS	7.5 cm
BARRERAS	5 cm

(*). El recubrimiento deberá medirse a la cara exterior del estribo

ESPECIFICACIONES TECNICAS

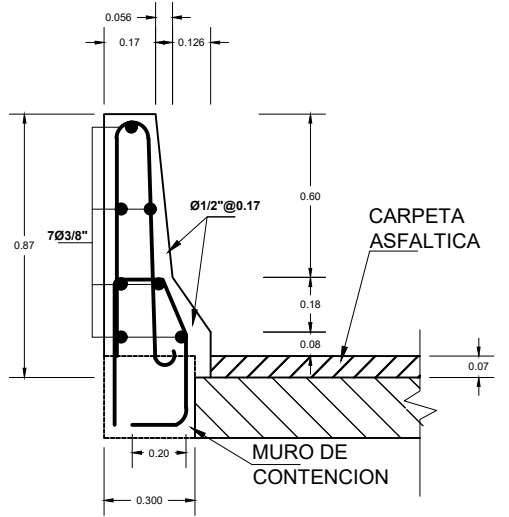
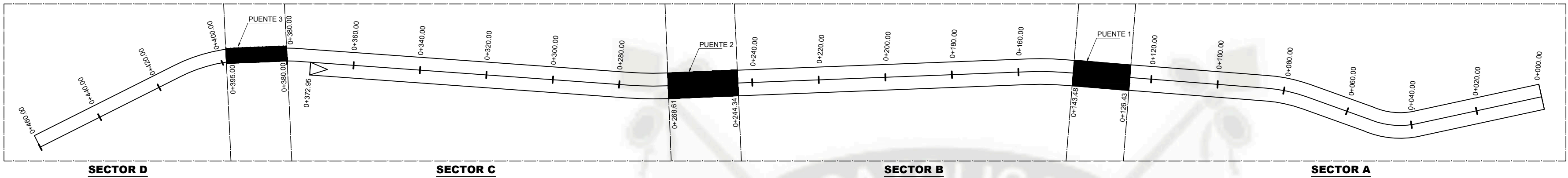
CONCRETO VIGAS Y LOSA.:	f'c = 280 Kg/cm2: a los 28 días.
CONCRETO ESTRIBOS.:	f'c = 280 Kg/cm2: a los 28 días.
CONCRETO BARRERA.:	f'c = 210 Kg/cm2: a los 28 días.
SOLADO:	Relación Cemento/Hormigón = 1/10 50 % Piedra Grande Ø Máx. 6"-8"
ACERO:	ASTM A-60, fy = 4,200 Kg/cm2

TRASLAPES Y EMPALMES

TRASLAPES Y EMPALMES				ESTRIBOS		
Ø	TRACCION (mm)	COMPRESION (mm)	GANCHO (mm)			
6 mm	-	-	-			
8 mm	250	200	200			
3/8"	320	245	255			
5/8"	405	305	320			
3/4"	485	365	380	Ø	L	Rmax
1"	810	485	505	1/4"	7.5 cm	1.3 cm
1-3/8"	1600	685	710	3/8"	10 cm	2.0 cm
				1/2"	15 cm	2.5 cm

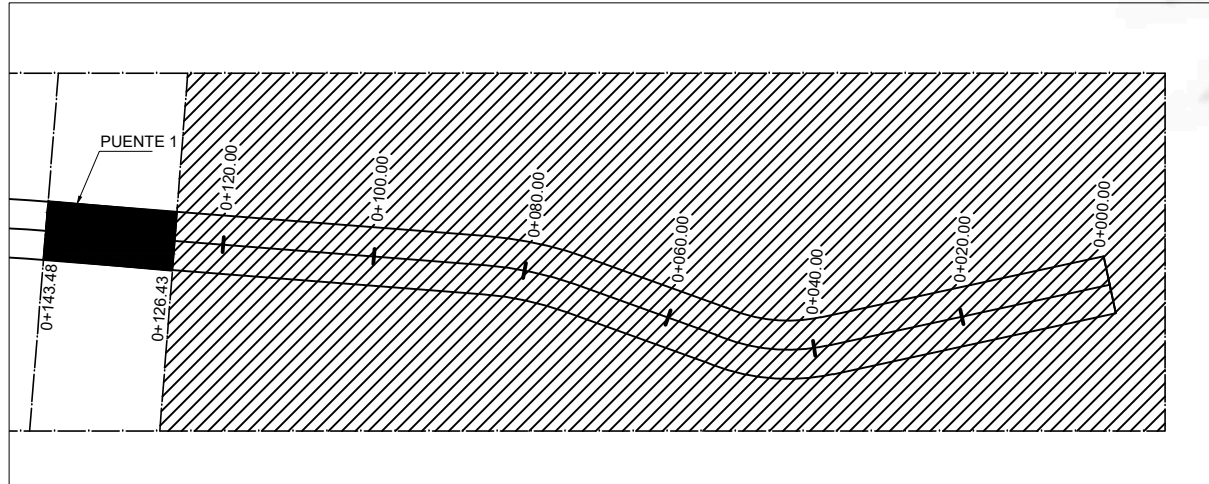
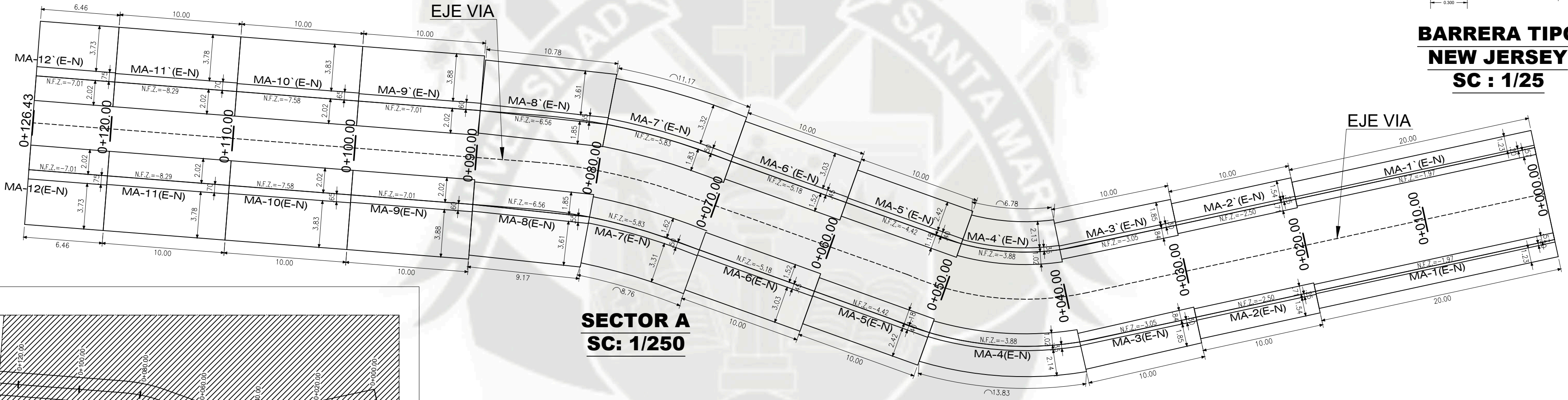
PARÁMETROS SÍSMICOS

ZONA	Ag = 0.4 (g)
GEOTECNIA	SUELO INTERMEDIO, S=1.20
PERIODO DEL SUELO	Tp(s) = 0.60 seg.
CAPAC. PORTANTE	3.39 Kg/cm2
AMPLIFICACIÓN DINAMICA	Csn < 2.5

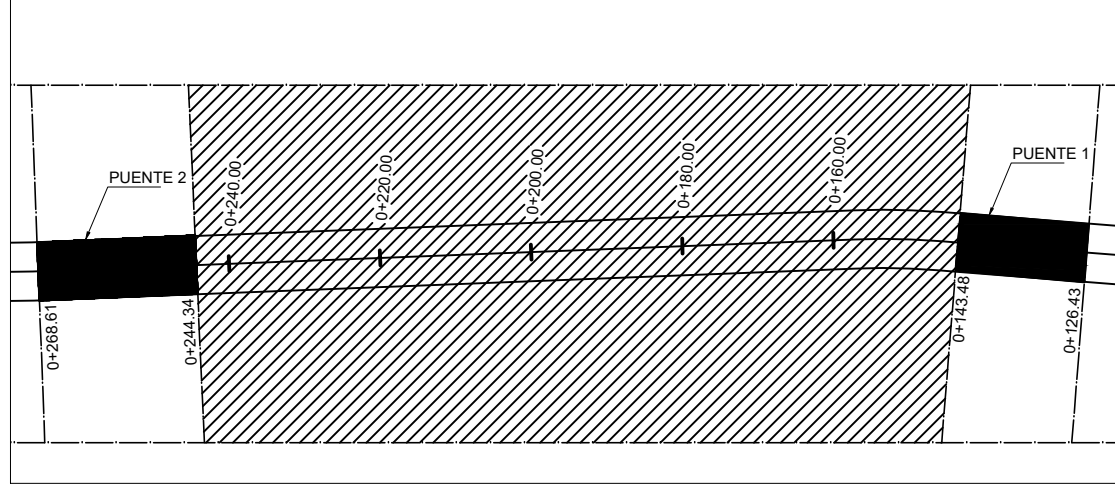
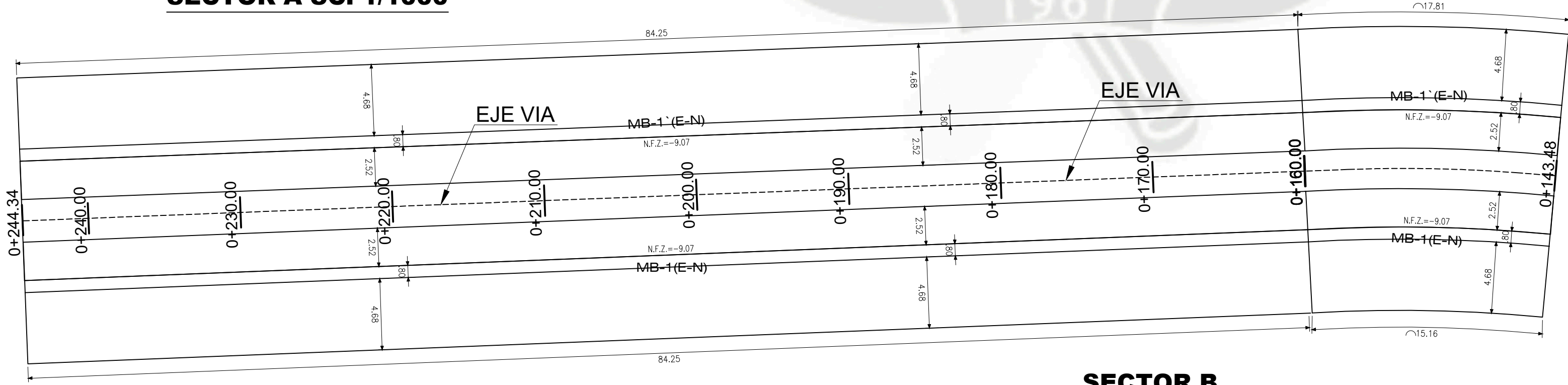


PLANO CLAVE SC: 1/1000

BARRERA TIPO
NEW JERSEY
SC : 1/25



SECTOR A SC: 1/1000



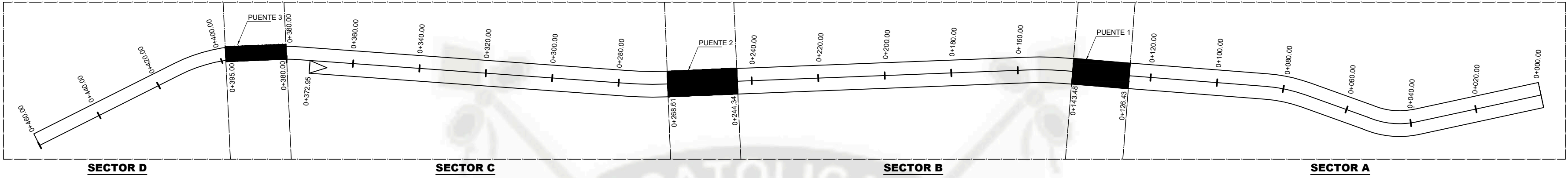
SECTOR B SC: 1/1000

NOTA:
1. PARA EL TRAZO VER PLANOS DE ARQUITECTURA,
TRAZADO Y TOPOGRAFIA.
2. LOS NIVELES DE CIMENTACION Y ALTURA DE LOS MUROS
DEBEN SER REPLANTEADOS Y COMPROBADOS PERMANENTE-
MENTE DE ACUERDO A LO INDICADO EN LOS PLANOS CORRESPONDIENTES.

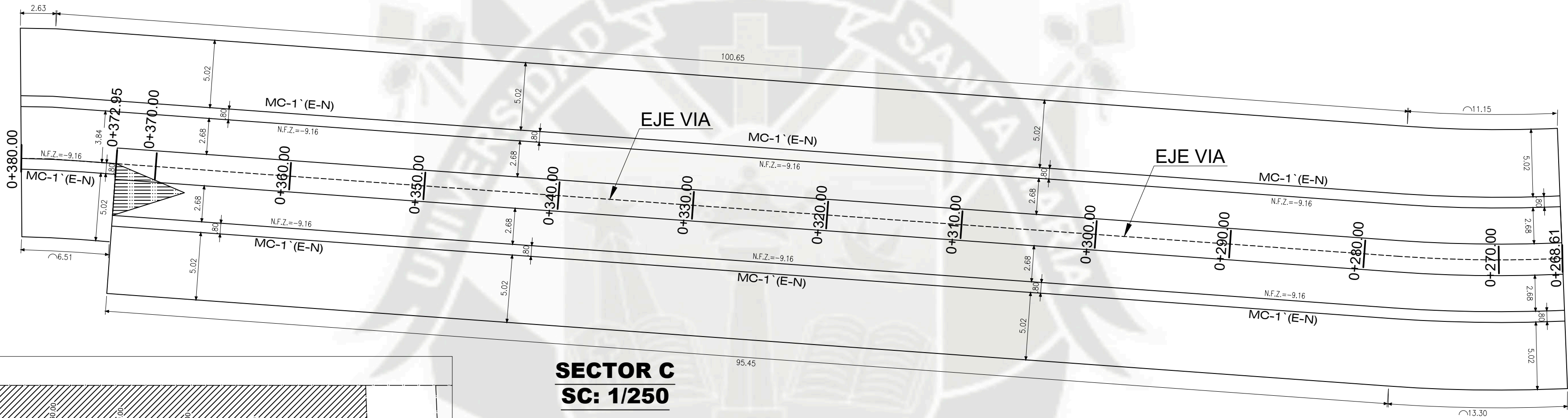
NOTA:
LOS NIVELES ABSOLUTOS SE OBTIENEN SUMANDO 2300 AL NIVEL
ESPECIFICADO.

SECTOR B
SC: 1/250

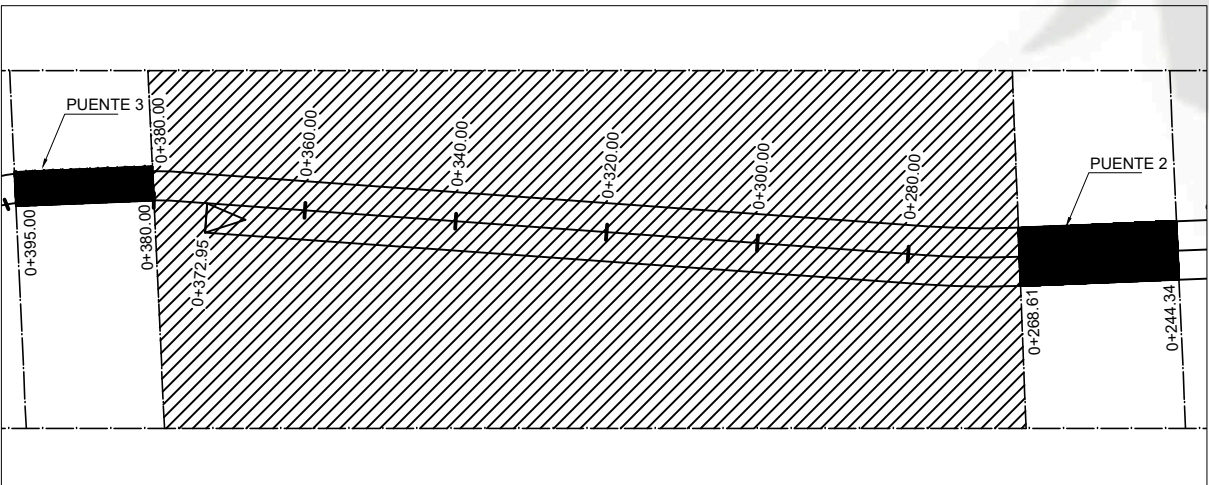
PROPIEDAD DE : BACH. ING. JOSIMAR MEDINA AGUILAR BACH. ING. JEAN CARLO OLIN LLERENA	TESIS: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL INTERCAMBIO VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SALAVERRY CON LA CALLE QUIROZ Y SAN JUAN DE DIOS CERCADO DE AREQUIPA. "	PLANO: PLANTA CIMENTACION SECTOR A Y SECTOR B	JEFE DE PROYECTO: DISEÑO:	REVISADO: APROBADO:	FECHA: FEBRERO 2017 DIBUJO:	ESCALA: 1/25 1/250 1/1000 A-2	LAMINA: PC-01



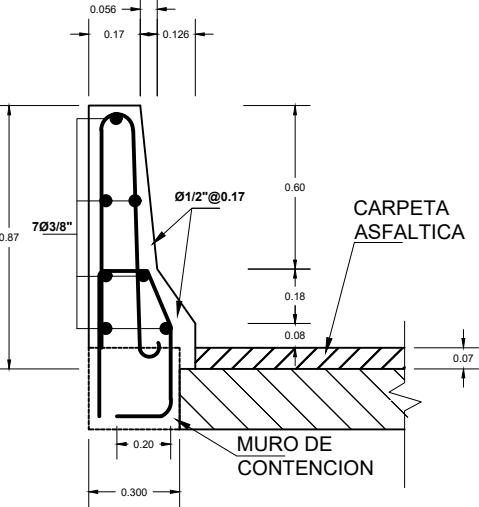
PLANO CLAVE SC: 1/1000



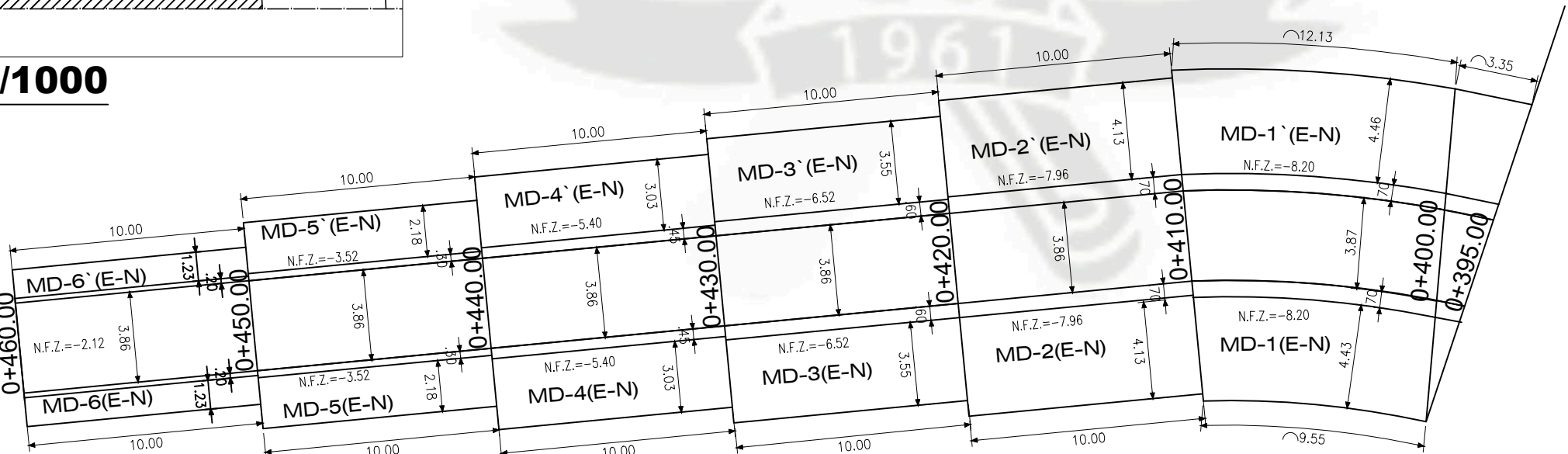
SECTOR C
SC: 1/250



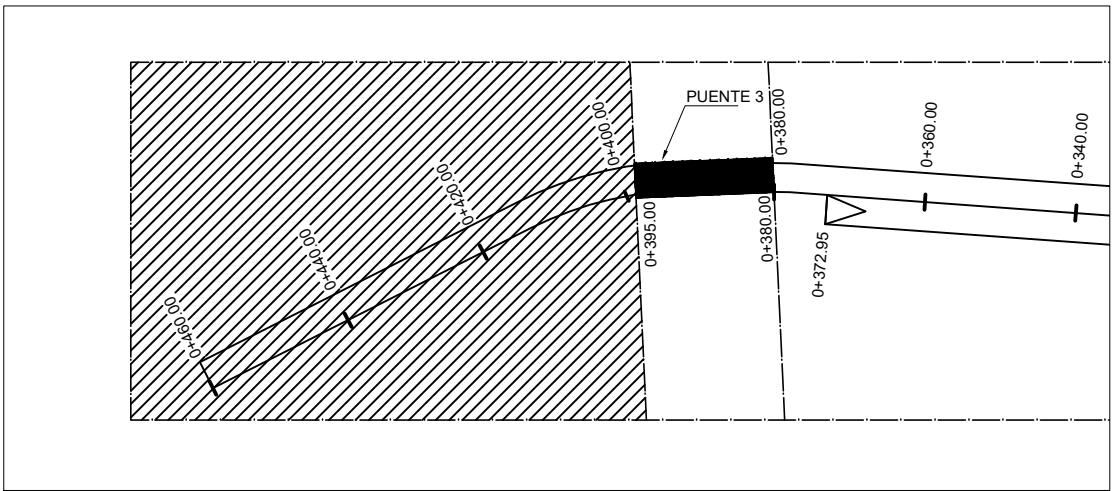
SECTOR C SC: 1/1000



BARRERA TIPO
NEW JERSEY
SC : 1/25



SECTOR D
SC: 1/250

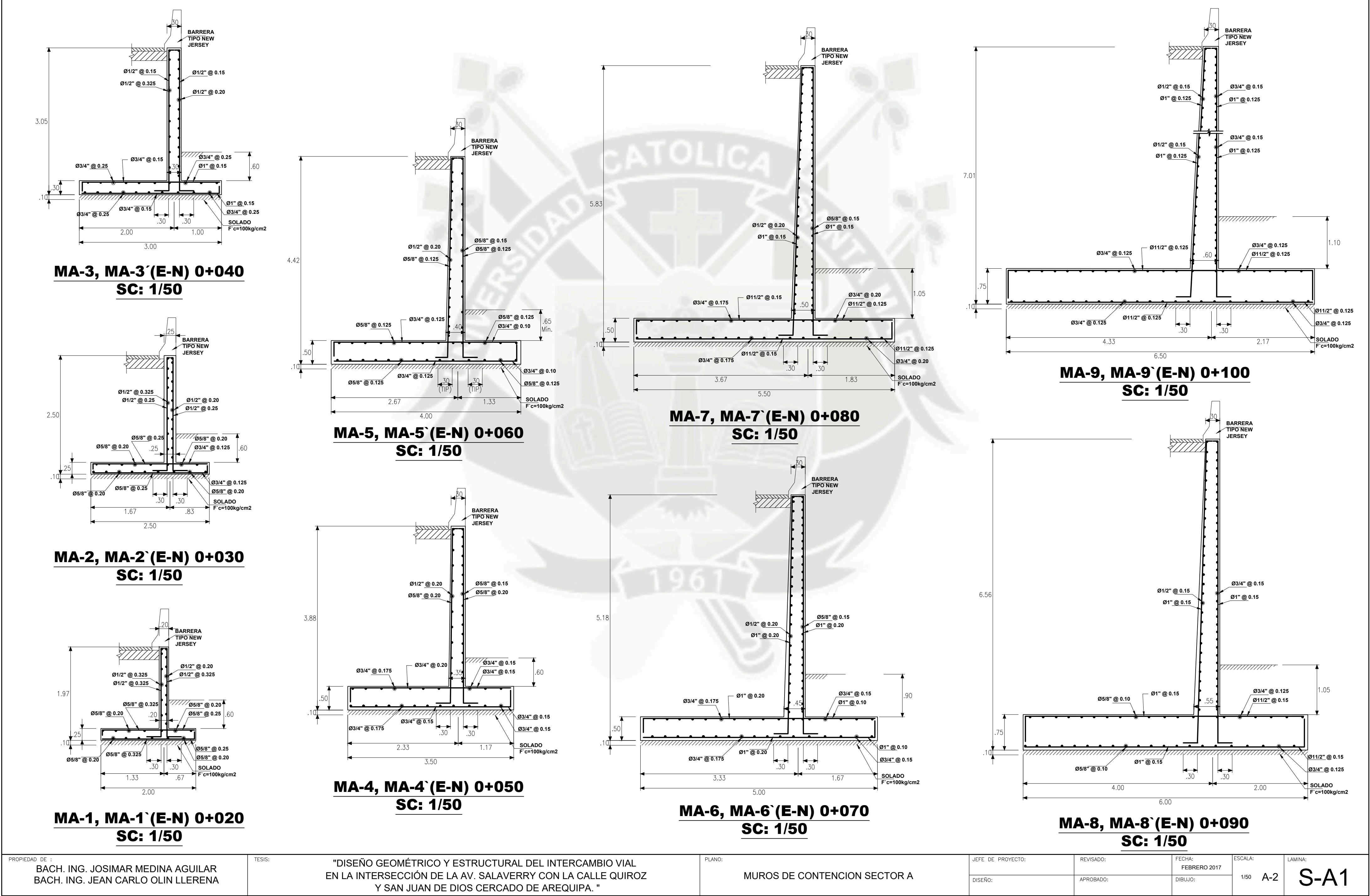


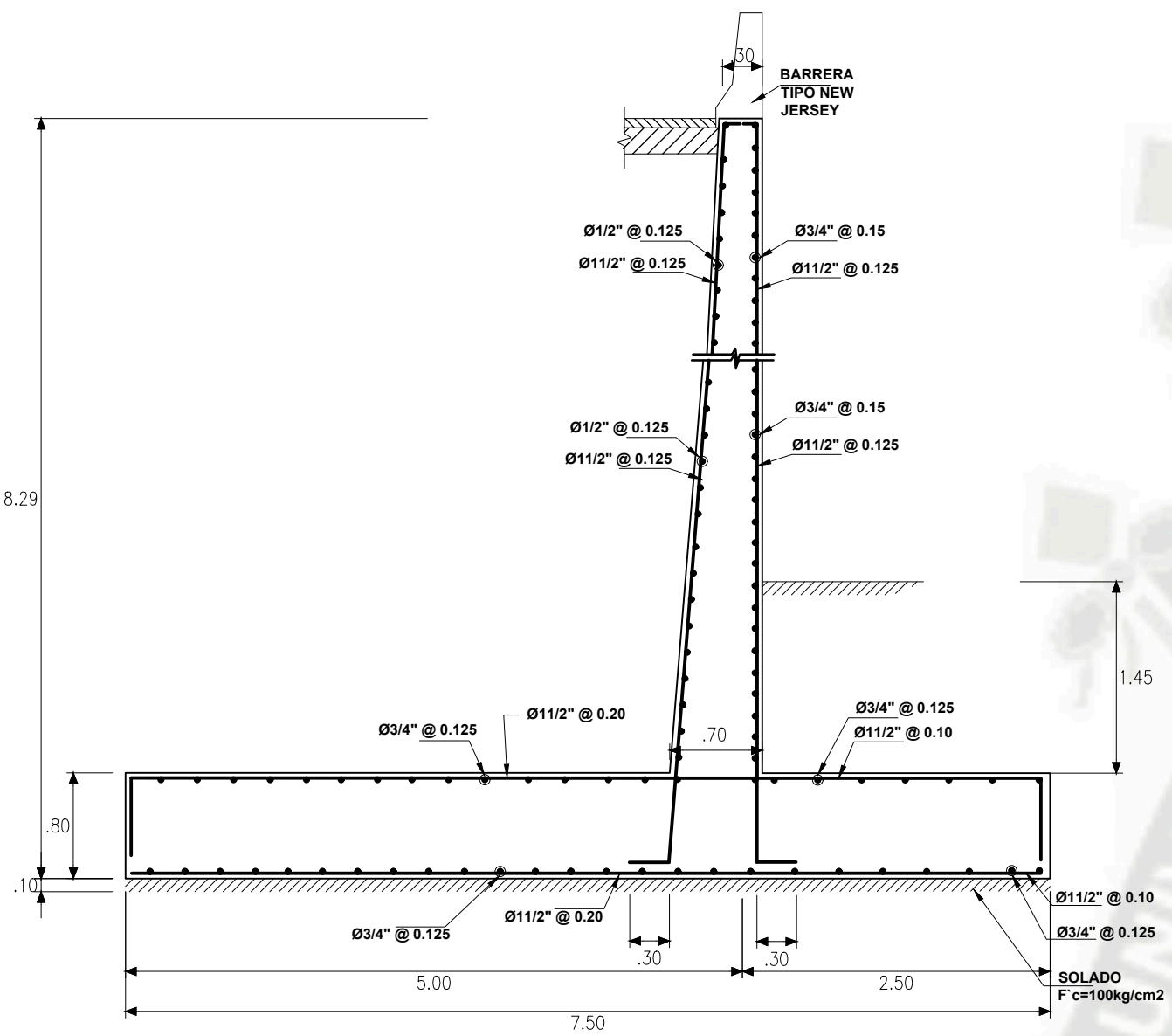
SECTOR D SC: 1/1000

NOTA:
1. PARA EL TRAZO VER PLANOS DE ARQUITECTURA, TRAZADO Y TOPOGRAFIA.
2. LOS NIVELES DE CIMENTACION Y ALTURA DE LOS MUROS DEBEN SER REPLANTEADOS Y COMPROBADOS PERMANENTE- MENTE DE ACUERDO A LO INDICADO EN LOS PLANOS CORRESPONDIENTES.

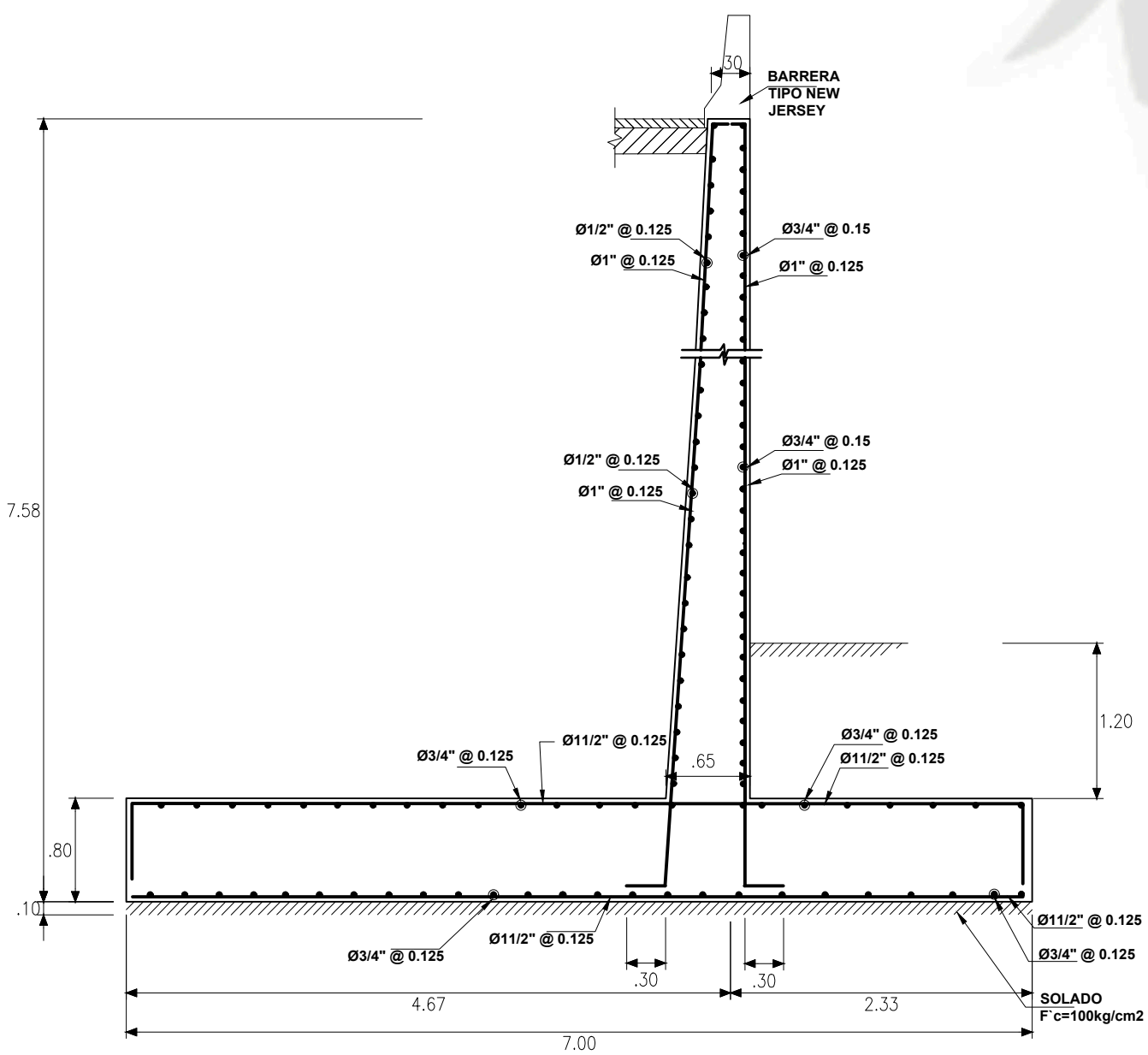
NOTA:
LOS NIVELES ABSOLUTOS SE OBTIENEN SUMANDO 2300 AL NIVEL ESPECIFICADO.

PROPIEDAD DE : BACH. ING. JOSIMAR MEDINA AGUILAR BACH. ING. JEAN CARLO OLIN LLERENA	TESIS: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL INTERCAMBIO VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SALAVERRY CON LA CALLE QUIROZ Y SAN JUAN DE DIOS CERCADO DE AREQUIPA. "	PLANO: PLANTA CIMENTACION SECTOR C Y SECTOR D	JEFE DE PROYECTO: DISEÑO:	REVISADO: APROBADO:	FECHA: FEBRERO 2017 DIBUJO:	ESCALA: 1/25 1/250 1/1000 A-2	LAMINA: PC-02





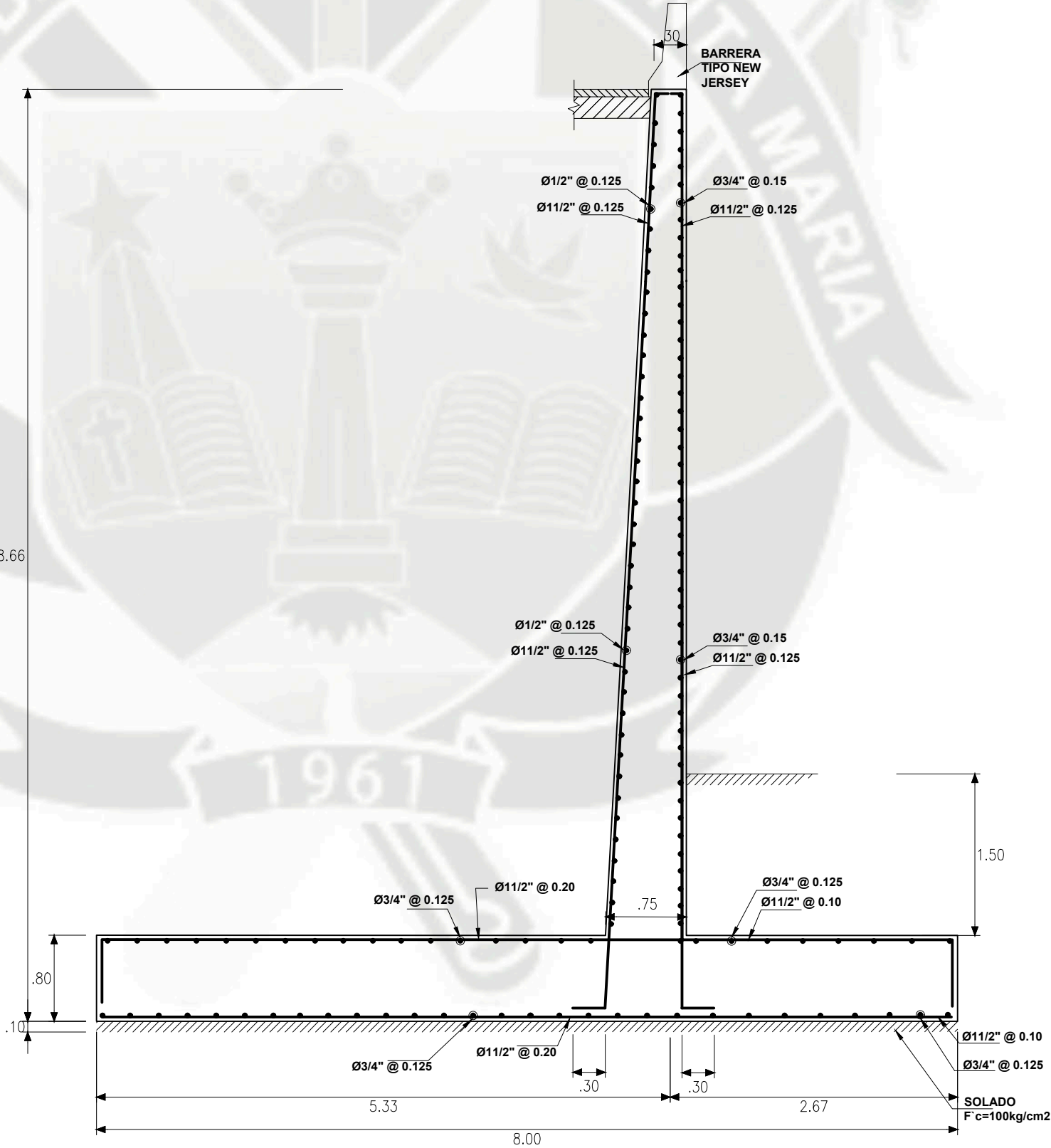
MA-11, MA-11' (E-N) 0+120
SC: 1/50



MA-10, MA-10' (E-N) 0+110
SC: 1/50

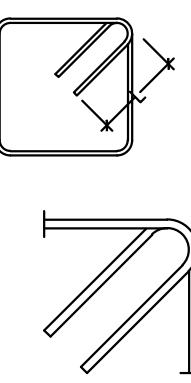
ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO ZAPATA:	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$: a los 28 días.
CONCRETO PANTALLA:	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$: a los 28 días.
CONCRETO SOLADO:	$f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$: a los 28 días.
ACERO:	ASTM A-60, $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$



MA-12, MA-6' (E-N) 0+126.43
SC: 1/50

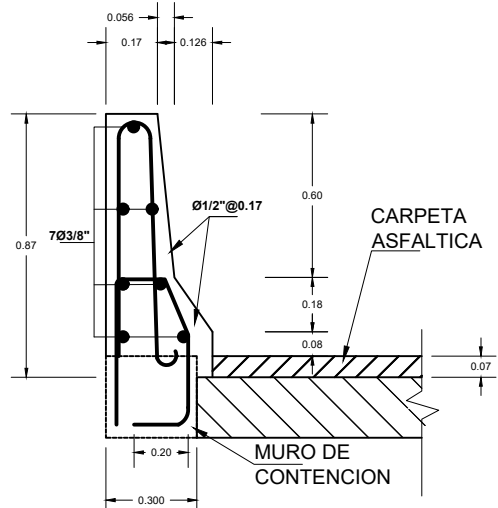
TRASLAPES Y EMPALMES

TRASLAPES Y EMPALMES				ESTRIBOS		
Ø	TRACCION (mm)	COMPRESION (mm)	GANCHO (mm)			
6 mm	-	-	-			
8 mm	250	200	200			
1/2"	320	245	255			
5/8"	405	305	320			
3/4"	485	365	380	Ø	L	Rmax
1"	810	485	505	1/4"	7.5 cm	1.3 cm
1-3/8"	1600	685	710	3/8"	10 cm	2.0 cm
				1/2"	15 cm	2.5 cm

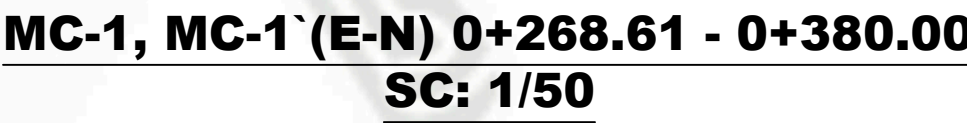
RECUBRIMIENTOS

ZAPATA	7.5 cm
PANTALLA EXTERIOR	5 cm
PANTALLA POSTERIOR	5 cm

(*), El recubrimiento deberá medirse a la cara exterior del estribo

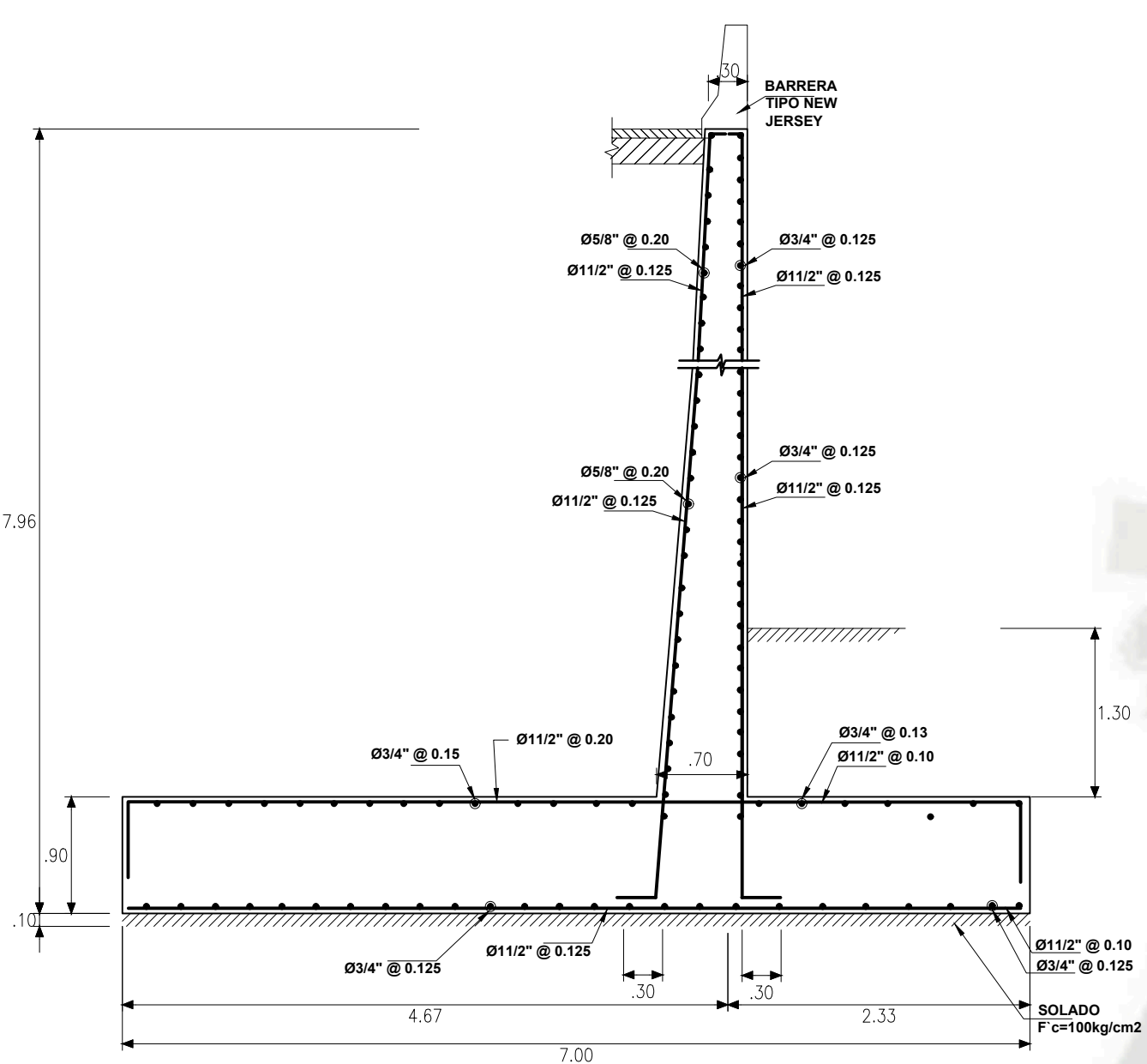


**BARRERA TIPO
NEW JERSEY**
SC : 1/25

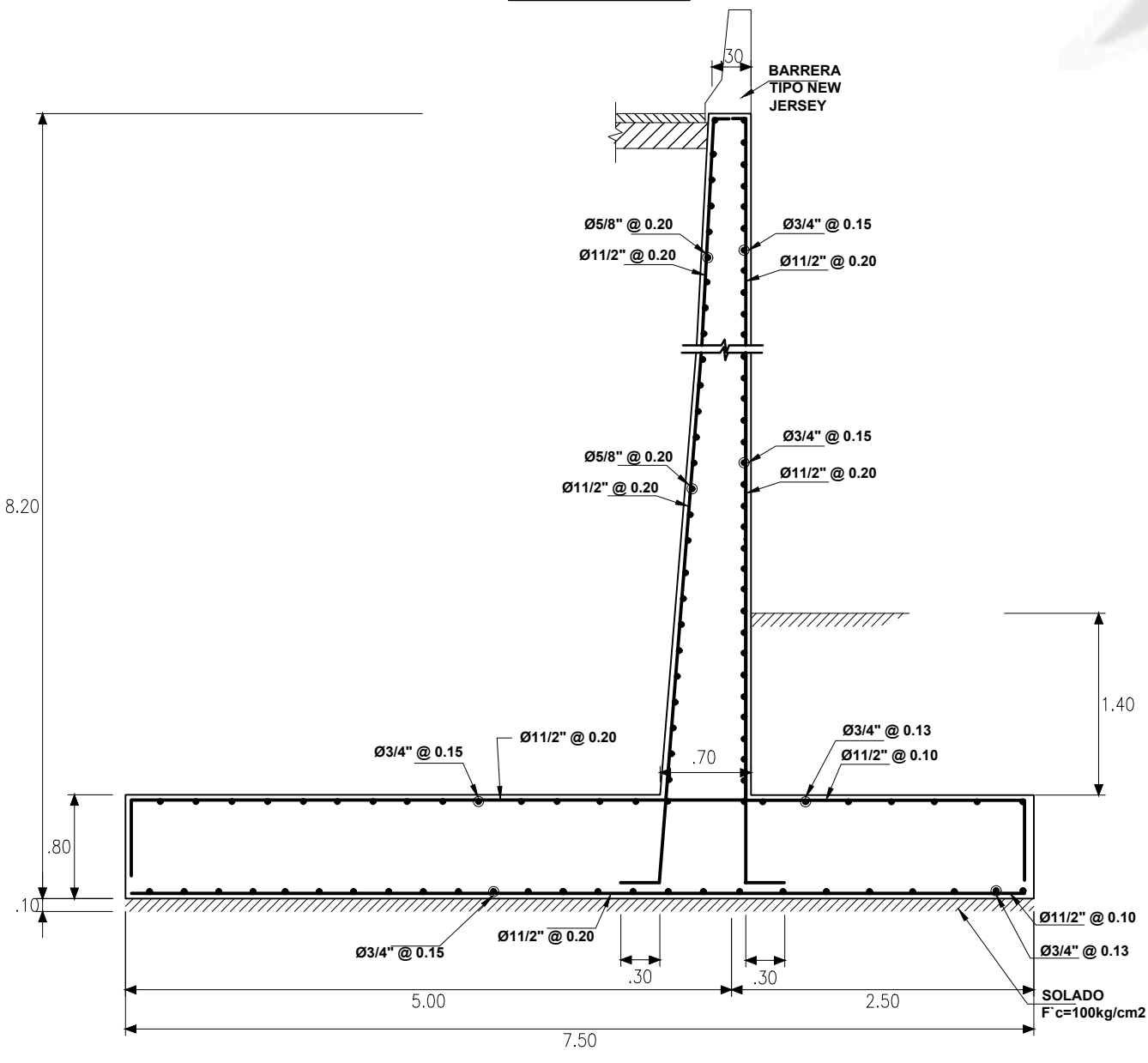


(*), El recubrimiento deberá medirse a la cara exterior del estribo

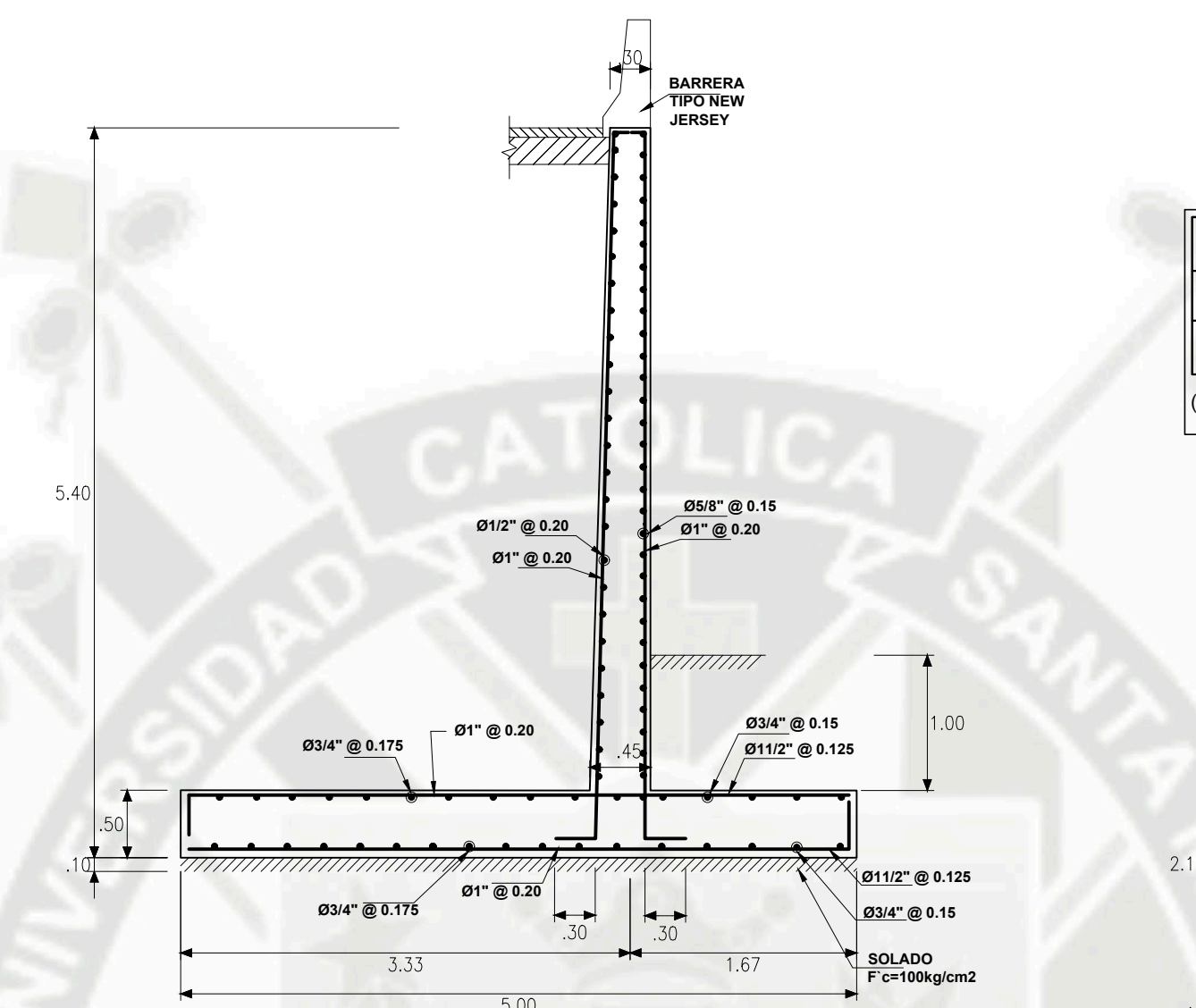
BARRERA TIPO
NEW JERSEY
SC : 1/25



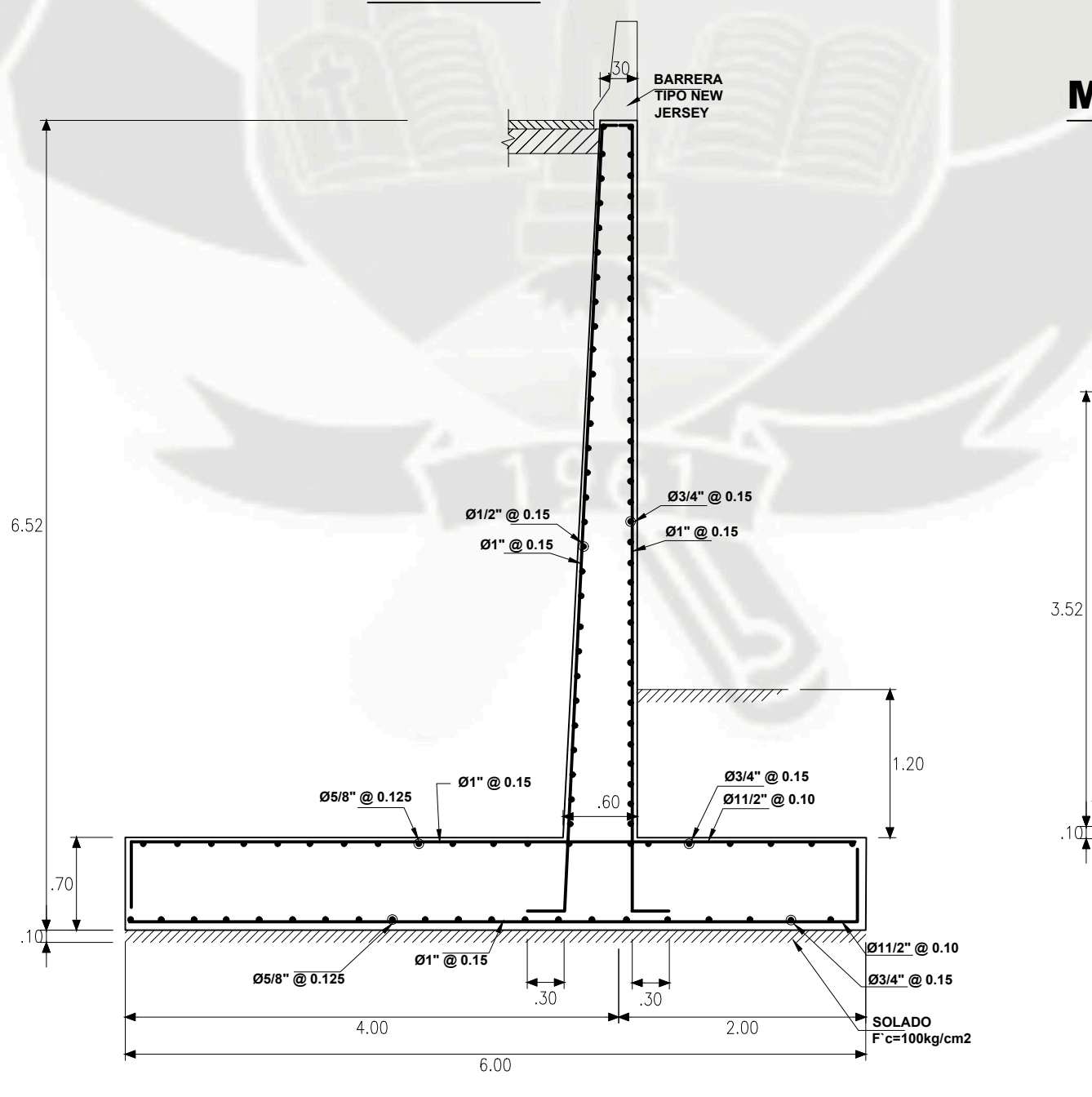
MD-2, MD-1 (E-N) 0+410
SC: 1/50



MD-1, MD-1 (E-N) 0+400
SC: 1/50



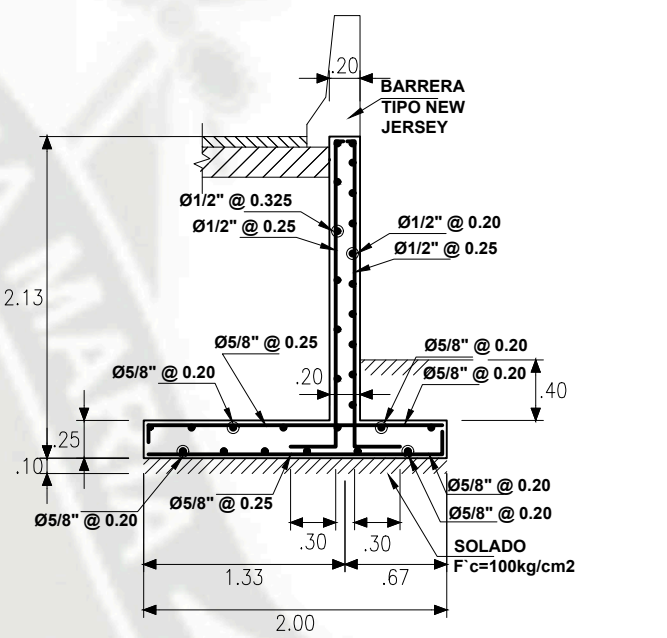
MD-4, MD-4 (E-N) 0+430
SC: 1/50



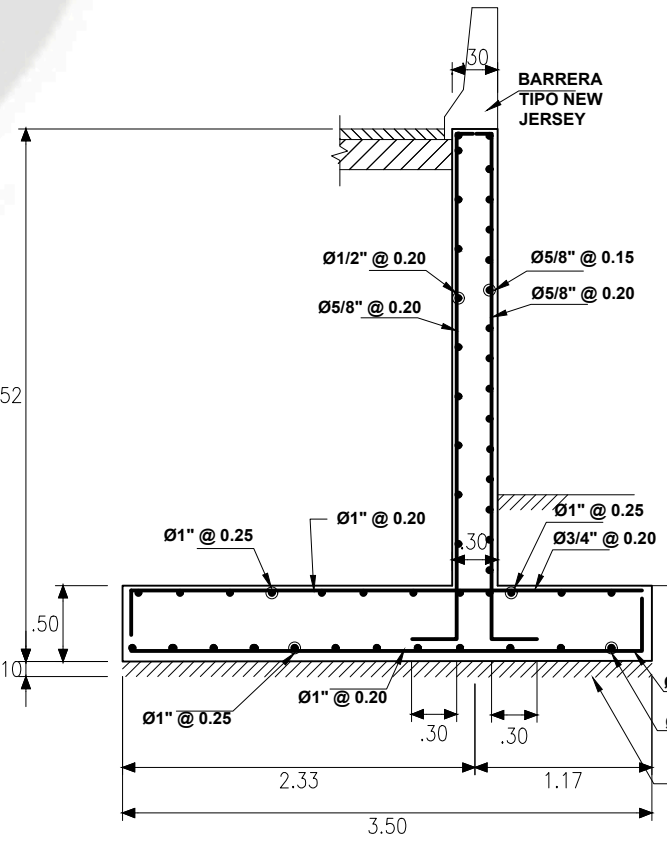
MD-3, MD-3 (E-N) 0+420
SC: 1/50

RECUBRIMIENTOS	
ZAPATA	7.5 cm
PANTALLA EXTERIOR	5 cm
PANTALLA POSTERIOR	5 cm

(*). El recubrimiento deberá medirse a la cara exterior del estribo



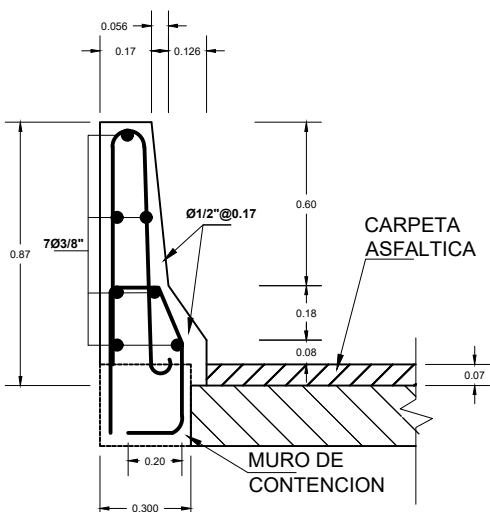
MD-6, MD-6 (E-N) 0+450
SC: 1/50



MD-5, MD-5 (E-N) 0+440
SC: 1/50

TRASLAPES Y EMPALMES				ESTRIBOS		
Ø	TRACCION (mm)	COMPRESION (mm)	GANCHO (mm)			
6 mm	-	-	-			
8 mm 3/8"	250	200	200			
1/2"	320	245	255			
5/8"	405	305	320			
3/4"	485	365	380	Ø	L	Rmax
1"	810	485	505	1/4"	7.5 cm	1.3 cm
1-3/8"	1600	685	710	3/8"	10 cm	2.0 cm
				1/2"	15 cm	2.5 cm

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO ZAPATA:	f _c = 210 Kg/cm ² : a los 28 días.
CONCRETO PANTALLA:	f _c = 210 Kg/cm ² : a los 28 días.
CONCRETO SOLADO:	f _c = 100 Kg/cm ² : a los 28 días.
ACERO:	ASTM A-60, f _y = 4,200 Kg/cm ²



BARRERA TIPO NEW JERSEY
SC : 1/25

PROPIEDAD DE : BACH. ING. JOSIMAR MEDINA AGUILAR BACH. ING. JEAN CARLO OLIN LLERENA	TESIS: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL INTERCAMBIO VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SALAVERRY CON LA CALLE QUIROZ Y SAN JUAN DE DIOS CERCADO DE AREQUIPA. "	PLANO: MUROS DE CONTENCIÓN SECTOR D	JEFE DE PROYECTO: DISEÑO:	REVISADO: APROBADO:	FECHA: FEBRERO 2017 DIBUJO:	ESCALA: 1/25 1/50 A-2	LÁMINA: S-D

ANEXO 04

CAPITULO 5: PRESUPUESTO Y PROGRAMACION DE OBRA

5.4 PROGRAMACION DEL ESTUDIO

PLANOS

PROGRAMACION DEL PROYECTO



