



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil”

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL
RÍO CHIBUNGA, UBICADO EN LA VÍA CALPI-GATAZO GRANDE,
PARROQUIA CAJABAMBA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA
CHIMBORAZO**

Autora:

Sofía Arianna Aguayo Aróstegui

Director:

Ing. Oscar Paredes Peñaherrera

Riobamba – Ecuador

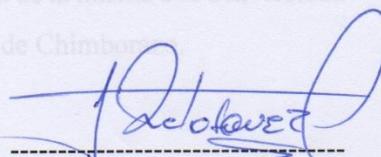
2017

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA, UBICADO EN LA VÍA CALPI-GATAZO GRANDE, PARROQUIA CAJABAMBA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA CHIMBORAZO” presentado por: Sofía Arianna Aguayo Aróstegui y dirigida por: Ing. Oscar Paredes Peñaherrera.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Víctor Velásquez
Presidente del Tribunal



Firma

Ing. Oscar Paredes
Director del Proyecto



Firma

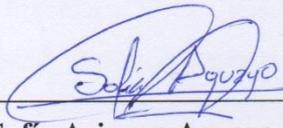
Ing. Ángel Paredes
Miembro del Tribunal



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Sofía Arianna Aguayo Aróstegui y al Director del Proyecto Ing. Oscar Paredes Peñaherrera; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

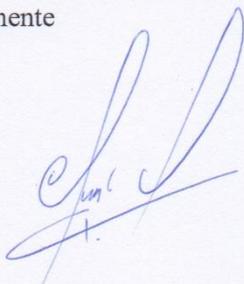


Sofía Arianna Aguayo Aróstegui
C.I. 060431799-0

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

Yo, Ing. Oscar Paredes, en calidad de Tutor de tesis cuyo tema es: "EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA, UBICADO EN LA VIA CALPI-GATAZO GRANDE, PARROQUIA CAJABAMBA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA CHIMBORAZO", certifico que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido. Razón por la cual autorizo a la señorita AGUAYO ARÓSTEGUI SOFÍA ARIANNA, para que se presente ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su tesis.

Atentamente



Ing. Oscar Paredes Peñaherrera
Director del proyecto

... profesional para seguir
adelante a pesar de las adversidades.

A la Universidad Nacional de
Chimborazo por ser una institución
líder en la formación de profesionales
íntegros y responsables.

A todos los docentes de la Carrera de
Ingeniería Civil por impartirme sus
enseñanzas y experiencias.

Al Ingeniero Oscar Paredes, por su
amistad, paciencia y ayuda técnica.

A todas las personas que de una u otra
forma me ayudaron durante todo el
proceso de este proyecto, sola hubiese
sido imposible.

Aguayo Aróstegui Sofía Arianna

AGRADECIMIENTO

A Dios, mi protector, mi guía y fortaleza desde el inicio hasta el final de esta etapa.

A mis padres, por ser mi sustento y mi apoyo incondicional para seguir adelante a pesar de las adversidades.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por ser una institución líder en la formación de profesionales íntegros y responsables.

A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Civil por impartirme sus enseñanzas y experiencias.

Al Ingeniero Oscar Paredes, por su amistad, paciencia y ayuda técnica.

A todas las personas que de una u otra forma me ayudaron durante todo el proceso de este proyecto, sola hubiese sido imposible.

Aguayo Aróstegui Sofía Arianna

DEDICATORIA

A mi padre del cielo, mi Dios, sé que tus propósitos son más grandes que los míos, tus tiempos son perfectos y gracias a tu bendición hoy estoy cumpliendo uno de mis más grandes anhelos.

A mi segundo padre Bolito, donde quiera que estés, sé que me sigues cuidando y protegiendo, todo sacrificio vale la pena porque esto es por ti y para ti abuelito.

A mi madre, por ser mi compañera y amiga en este largo camino que decidí emprender.

A mi padre Gustavo, mi ejemplo de vida y de profesión, tu mi principal razón por la que aprendí a amar esto que es la Ingeniería.

Mis hermanos Fabricio, Andrés y Christian.

Mis sobrinos Fabiana, Kristhel, Fiorella y Stefano, el regalo más grande y puro que puedo tener, mis personas pequeñas y mis favoritas.

A Andrés, mi amor, mi ayuda y más grande bendición.

Mis perritos Milo y Peluche, ese amor incondicional que tengo cada que llego a casa.

A toda mi familia, amigos de colegio y universidad, que han formado parte de este sueño y lo han compartido conmigo.

Aguayo Aróstegui Sofía Arianna

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	2
1.1. PROBLEMATIZACIÓN	2
1.2. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. ANÁLISIS CRÍTICO	3
1.4. PROGNOSIS	3
1.5. DELIMITACIÓN	3
1.6. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.7. OBJETIVOS	4
1.7.1. Objetivo general	4
1.7.2. Objetivos específicos	4
1.8. JUSTIFICACIÓN	4
1.9. MARCO TEÓRICO	5
1.9.1. Antecedentes del tema	5
1.9.2. Puente: definición	6
1.9.3. Elementos de un puente	8
1.9.3.1. Superestructura	8
1.9.3.2. Infraestructura	11
1.9.4. Clasificación	12

1.9.5.	Ubicación y elección del tipo de puente.....	13
1.9.6.	Inspección de puentes	14
1.9.6.1.	Frecuencia.....	14
1.9.6.2.	Equipos y herramientas para inspección	15
1.9.6.3.	Guía de inspección	17
1.9.6.4.	Ejecución de la inspección.....	37
1.9.6.5.	Sistema de calificación de daños en puentes	42
1.9.6.5.1.	Calificación general de la condición del puente.....	62
1.10.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	65
CAPÍTULO II.....		68
2.	METODOLOGÍA	68
2.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	68
2.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	69
2.2.1.	Determinación de la muestra poblacional	69
2.3.	HIPÓTESIS.....	70
2.4.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	70
2.4.1.	Variable independiente.....	70
2.4.2.	Variable dependiente.....	70
2.5.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	71
2.6.	PROCEDIMIENTOS.....	72
2.6.1.	Sistematización de la metodología empleada.....	72
2.6.1.1.	Diagnóstico de la situación actual de sectores beneficiados ..	73
2.6.1.2.	Evaluación funcional y estructural de los elementos constitutivos del puente sobre el Río Chibunga.....	73
2.6.1.3.	Análisis del tráfico existente y determinación del TPDA	73
2.6.1.4.	Estudio topográfico	74

2.6.1.5.	Estudio Hidráulico e hidrológico del Río Chibunga	74
2.6.1.6.	Análisis de Suelos	74
2.7.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	75
2.7.1.	Evaluación funcional y estructural del puente sobre el Río Chibunga ubicado en la vía Calpi-Gatazo grande.....	75
2.7.1.1.	Equipos y herramientas empleadas para la inspección	75
2.7.1.2.	Fotografías	76
2.7.1.3.	Datos generales del puente	78
2.7.1.4.	Fichas de evaluación de patologías	80
2.7.1.4.1.	SUPERESTRUCTURA	80
a.	TABLERO	80
b.	VIGAS	88
c.	DIAFRAGMAS.....	99
2.7.1.4.2.	ACCESORIOS	103
a.	ACERAS.....	103
b.	BARANDAS	109
c.	DRENAJE.....	118
d.	SEÑALÉTICA	122
e.	JUNTAS DE DILATACIÓN.....	124
2.7.1.4.3.	INFRAESTRUCTURA	125
a.	APOYOS.....	125
b.	ESTRIBOS.....	126
2.7.1.4.4.	CAUCE	136
2.7.1.5.	Análisis del diseño estructural del puente	139
2.7.1.6.	Análisis de los procesos constructivos	156
2.7.2.	Análisis del tráfico existente.....	157

2.7.3.	Estudio topográfico	165
2.7.4.	Estudio hidráulico e hidrológico	169
2.7.5.	Análisis de suelos.....	201
CAPÍTULO III	202
3.	RESULTADOS	202
3.1.	Introducción	202
3.2.	Descripción general	202
3.3.	Resultados de la evaluación funcional y estructural del puente sobre el Río Chibunga	202
3.4.	Análisis del tráfico existente	206
CAPÍTULO IV	208
4.	DISCUSIÓN	208
CAPÍTULO V	210
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	210
5.1.	CONCLUSIONES.....	210
5.2.	RECOMENDACIONES.....	213
CAPÍTULO VI	214
6.	PROPUESTA.....	214
6.1.	Título de la propuesta	214
6.2.	INTRODUCCIÓN.....	214
6.3.	OBJETIVOS.....	214
6.3.1.	Objetivo general.....	214
6.3.2.	Objetivos específicos.....	214
6.4.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	215
6.4.1.	DISEÑO ESTRUCTURAL	215
6.4.1.1.	SUPERESTRUCTURA.....	215

a.	DISEÑO DE ACERAS Y BARANDAS	215
b.	DISEÑO DEL TABLERO	225
c.	DISEÑO DE VIGAS INTERIORES	234
d.	DISEÑO VIGAS EXTERIORES	244
e.	DISEÑO DE DIAFRAGMAS.....	247
f.	DISEÑO DE APOYOS ELASTOMÉRICOS.....	251
g.	DISEÑO ESTRIBOS	259
h.	DISEÑO DE MURO DE ALA.....	284
6.4.2.	MODELACIÓN EN TRES DIMENSIONES DEL PUENTE ..	291
6.4.3.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	295
6.4.3.1.	Análisis de precios unitarios	297
6.5.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	341
6.6.	DISEÑO ORGANIZACIONAL	342
	BIBLIOGRAFÍA	343
	ANEXOS.....	344
	Anexo 1. Registro Fotográfico	345
	Anexo 2. Puntos del levantamiento topográfico.....	348
	Anexo 3. Ficha de conteo vehicular.....	357
	Anexo 4. Planos topográficos y estructurales.....	358

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación del puente, Google Earth.....	6
Ilustración 2. Elementos de un puente	7
Ilustración 3. Puente tipo.....	7
Ilustración 4. Construcción losa de puente sobre el arroyo Chajari, Argentina	8
Ilustración 5. Aceras y barandas del puente sobre el Río Chibunga Sector Gatazo Grande	9
Ilustración 6. Puente San Martín, España	9
Ilustración 7. Viga del puente sobre el Río Chibunga Sector Gatazo Grande	10
Ilustración 8. Diafragma puente Cebadas, Guamote	10
Ilustración 9. Apoyos de neopreno	11
Ilustración 10. Estribo del puente Río Ishpi, Pungalá.....	11
Ilustración 11. Pilas tipo pórtico con viga cabezal del puente Las Viñas, Ambato	12
Ilustración 12. Muro de ala puente Matus.....	12
Ilustración 13. Agrietamiento en hormigón	20
Ilustración 14. Peladura en el hormigón	20
Ilustración 15. Descascaramiento en columna de hormigón.....	21
Ilustración 16. Eflorescencia	21
Ilustración 17. Nidos de piedra en vigas principales	22
Ilustración 18. Acero de refuerzo expuesto en viga principal	22
Ilustración 19. Oxidación en vigas de acero	23
Ilustración 20. Corrosión en vigas de acero	24
Ilustración 21. Pérdida de pernos.....	24
Ilustración 22. Decoloración de pintura en arriostramientos	25
Ilustración 23. Descascaramiento en pintura.....	25
Ilustración 24. Deterioro en madera	26
Ilustración 25. Tipos de pavimentos	27
Ilustración 26. Ondulaciones en pavimento	28
Ilustración 27. Surcos en el pavimento	28
Ilustración 28. Grietas transversales	29
Ilustración 29. Bache en el pavimento	29

Ilustración 30. Pulimento de agregados	30
Ilustración 31. Sobrecapas de pavimento	30
Ilustración 32. Filtración de agua a estribos	31
Ilustración 33. Faltante de junta de dilatación	31
Ilustración 34. Desplazamiento de junta	32
Ilustración 35. Obstrucción de junta	32
Ilustración 36. Obstrucción de drenaje	33
Ilustración 37. Señalización puente Río Verde	34
Ilustración 38. Apoyo metálico del Puente Río Napo	35
Ilustración 39. Deformación en apoyo de neopreno	35
Ilustración 40. Inclinación de apoyo de neopreno	36
Ilustración 41. Desplazamiento de apoyo de neopreno	36
Ilustración 42. Socavación cauce del Puente Matus	37
Ilustración 43. Visión general del puente sobre el Río Chibunga	76
Ilustración 44. Acceso Calpi-Gatazo Grande	77
Ilustración 45. Acceso Gatazo Grande-Calpi	77
Ilustración 46. Acceso Vía Calpi a Gatazo Grande	124
Ilustración 47. Acceso Vía Gatazo Grande a Calpi	124
Ilustración 48. Unión viga-cabezal estribo	125
Ilustración 49. Estación de conteo de tráfico	159
Ilustración 50. GPS Estacionario y receptor	166
Ilustración 51. Trípode y bastón	167
Ilustración 52. Herramientas y materiales empleados en el levantamiento topográfico	167
Ilustración 53. Delimitación Sub-cuenca Río Chibunga	169
Ilustración 54. Área Sub-cuenca Río Chibunga	170
Ilustración 55. Datos obtenidos en el software Arcmap de ArcGis 10.4.1.	171
Ilustración 56. Número de orden Sub-cuenca Río Chibunga	173
Ilustración 57. Relieve-elevación Sub-cuenca Río Chibunga	175
Ilustración 58. Pendientes Sub-cuenca Río Chibunga	176
Ilustración 59. Estaciones hidrometeorológicas seleccionadas cercanas al puente en estudio	181

Ilustración 60. Mapa de ubicación de la red actual de estaciones hidrometeorológicas.....	182
Ilustración 61. Curva Tiempo de duracion vs Intensidad	190
Ilustración 62. Geometría del eje del Río Chibunga.....	194
Ilustración 63. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+020 m.....	194
Ilustración 64. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+040 m.....	195
Ilustración 65. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+060 m.....	195
Ilustración 66. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+080 m.....	196
Ilustración 67. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+100 m.....	196
Ilustración 68. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+110 m.....	197
Ilustración 69. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+110 m.....	197
Ilustración 70. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+140 m.....	198
Ilustración 71. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+160 m.....	198
Ilustración 72. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+180 m.....	199
Ilustración 73. Desborde del Río vista aguas abajo	199
Ilustración 74. Volumen de vehículos por tipo	206
Ilustración 75. Porcentaje diario de tráfico	207
Ilustración 76. Vista total Puente sobre el Río Chibunga	291
Ilustración 77. Vista lateral Puente sobre el Río Chibunga	292
Ilustración 78. Vista superior Puente sobre el Río Chibunga.....	292
Ilustración 79. Acceso Puente sobre el Río Chibunga.....	293
Ilustración 80. Vista Inferior Puente sobre el Río Chibunga	293
Ilustración 81. Vigas y diafragmas Puente sobre el Río Chibunga	294
Ilustración 82. Topes sísmicos Puente sobre el Río Chibunga.....	294

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Equipos y herramientas para inspección.	15
Tabla 2. Secuencia de inspección Puente sobre el Río Chibunga.	18
Tabla 3. Grado de daño por agrietamiento.....	42
Tabla 4. Grado de daño por descascaramiento.....	43
Tabla 5. Grado de daño por eflorescencia.....	43
Tabla 6. Grado de daño por nidos de piedra	43
Tabla 7. Grado de daño por acero de refuerzo expuesto.....	44
Tabla 8. Grado de daño por fisuras en una dirección	45
Tabla 9. Grado de daño por fisuras en dos direcciones	45
Tabla 10. Grado de daño por oxidación.....	46
Tabla 11. Grado de daño por corrosión.....	46
Tabla 12. Grado de daño por ondulaciones.....	47
Tabla 13. Grado de daño por surcos	47
Tabla 14. Grado de daño por grietas.....	47
Tabla 15. Grado de daño por baches en el pavimento	48
Tabla 16. Grado de daño por sobrecapas en el pavimento.....	48
Tabla 17. Grado de daño por material ajeno a la vía	48
Tabla 18. Grado de daño por deformación.....	49
Tabla 19. Grado de daño por faltante o ausencia	49
Tabla 20. Grado de daño por colisión.....	50
Tabla 21. Grado de daño por filtraciones de agua	50
Tabla 22. Grado de daño por faltante o deformación	51
Tabla 23. Grado de daño por movimiento vertical	51
Tabla 24. Grado de daño por juntas obstruidas	51
Tabla 25. Grado de daño por obstrucción de drenajes.....	52
Tabla 26. Grado de daño por longitud o sección insuficiente	52
Tabla 27. Grado de daño por ausencia de drenajes	53
Tabla 28. Grado de daño por mala ubicación de drenajes	53
Tabla 29. Grado de daño por bombeo en la vía.....	53
Tabla 30. Grado de daño por emplazamiento de señalética.....	54
Tabla 31. Grado de dalo por desgaste de pintura	54

Tabla 32. Grado de daño por ausencia de señalética	54
Tabla 33. Grado de daño por deterioro de delineadores de piso	55
Tabla 34. Grado de daño por inseguridad vial	55
Tabla 35. Grado de daño por fallas en la carpeta de rodadura	56
Tabla 36. Grado de daño por deficiencia en el drenaje.....	56
Tabla 37. Grado de daño por deficiencia en la señalética.....	56
Tabla 38. Grado de daño por pérdida de guardavías	57
Tabla 39. Grado de daño por rotura de pernos	57
Tabla 40. Grado de daño por deformación del apoyo.....	58
Tabla 41. Grado de daño por inclinación del apoyo	58
Tabla 42. Grado de daño por desplazamiento del apoyo	58
Tabla 43. Grado de daño por protección del talud.....	59
Tabla 44. Grado de daño por inclinación del estribo	59
Tabla 45. Grado de daño por socavación en la fundación	59
Tabla 46. Grado de daño por inestabilidad de taludes o terraplenes adyacentes a la estructura	60
Tabla 47. Grado de daño por erosión en el lecho y márgenes del río.....	60
Tabla 48. Grado de daño por socavación general del cauce	60
Tabla 49. Grado de daño por obstrucción del cauce por escombros	61
Tabla 50. Grado de daño por sedimentación de material transportado por la corriente.....	61
Tabla 51. Grado de daño por falla o colapso de las estructuras de protección de las orillas del río.....	62
Tabla 52. Calificación máxima según el tipo de elemento	63
Tabla 53. Calificación general de la inspección de puentes.....	64
Tabla 54. Niveles de confianza, valores Z	69
Tabla 55. Operacionalización de variable independiente	71
Tabla 56. Operacionalización de variables dependientes	72
Tabla 57. Check List de equipos y herramientas empleados para la inspección... 75	
Tabla 58. Datos generales de la inspección.....	78
Tabla 59. Cortante y Momento de la viga por carga muerta.....	141
Tabla 60. Impacto	142

Tabla 61. Cortantes y Momentos de la viga para carga viva	148
Tabla 62. Cortantes y momentos por carga última	148
Tabla 63. Tasas de crecimiento vehicular	163
Tabla 64. Valores de TPDA	164
Tabla 65. Clasificación de carreteras en función del tráfico	165
Tabla 66. Clasificación sistemas hidrológicos	172
Tabla 67. Clasificación de las corrientes de agua.....	172
Tabla 68. Clases de forma de Cuencas	173
Tabla 69. Forma de cuencas según Gravelious	174
Tabla 70. Rango de pendiente de la Sub-Cuenca	175
Tabla 71. Datos generales de la Sub-cuenca Rio Chibunga.....	177
Tabla 72. Tipos de estaciones meteorológicas	178
Tabla 73. Códigos de provincias	179
Tabla 74. Códigos de Cuencas	180
Tabla 75. Precipitaciones máximas y mínimas de la Sub-cuenca	183
Tabla 76. Registros pluviométricos de precipitaciones máximas, estación Guaslán	184
Tabla 77. Cuadro de precipitaciones para distintas frecuencias.....	185
Tabla 78. Coeficientes para la relación de lluvias duración 24 horas.....	186
Tabla 79. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración.....	186
Tabla 80. Intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno	187
Tabla 81. Resumen de aplicación de regresión potencial	189
Tabla 82. Intensidad-tiempo de duración.....	190
Tabla 83. Tipos de Usos de suelo	191
Tabla 84. Coeficientes de esorrentía para diferentes periodos de retorno.....	191
Tabla 85. Cálculo caudal máximo método Burkli-Zieler.....	192
Tabla 86. Resultados modelación Río Chibunga.....	200
Tabla 87. Resultados de la Evaluación funcional y estructural del Puente sobre el Río Chibunga.....	203
Tabla 88. Calificación General del estado del Puente	205
Tabla 89. Niveles de Ensayos para las barandas de puentes.	216
Tabla 90. Resumen de momentos último en tablero.....	232

Tabla 91. Cortantes y momentos por Carga Muerta Vigas Interiores	236
Tabla 92. Factor de impacto para una distancia x	236
Tabla 93. Cortantes y momentos por carga viva	237
Tabla 94. Cortantes y momentos últimos de diseño vigas interiores.....	238
Tabla 95. Número de varillas para armado en tramos de vigas interiores	241
Tabla 96. Cortantes y momentos por Carga Muerta Vigas Exteriores	245
Tabla 97. Cortantes y momentos últimos de diseño	246
Tabla 98. Peso total de los elementos del puente	252
Tabla 99. Sobrecarga para el diseño de apoyos.....	252
Tabla 100. Dureza según tipo de neopreno	255
Tabla 101. Centro de gravedad estribo	262
Tabla 102. Carga Muerta total.....	266
Tabla 103. Cortantes y momentos últimos mayorados.....	276
Tabla 104. Centro de gravedad muro de ala.....	285

RESUMEN

Los puentes son construidos para comunicar lugares entre los cuales se encuentra un río, canal u otro tipo de obstáculo que dificulte la comunicación, por lo que el estado de los puentes y carreteras debe ser óptimo para que permita un perfecto desarrollo del país en lo económico, tecnológico y social.

En Ecuador no se cuenta con un sistema que permita una adecuada administración de puentes posterior a la construcción de los mismos, lo que influye directamente en la vida útil para la cual se supone fueron proyectados.

Por ello para la elaboración del proyecto “EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA, UBICADO EN LA VÍA CALPI-GATAZO GRANDE, PARROQUIA CAJABAMBA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA CHIMBORAZO”, se empleó el Sistema de Administración Estructural de Puentes de Costa Rica, la Guía de Inspección de Puentes del Perú y la Guía de inspección funcional y estructural de puentes de concreto reforzado tipo losa y losa sobre vigas de Ortiz y Sánchez.

Esta recopilación de manuales y guías fue adaptada de acuerdo a las condiciones que el puente presenta, el proceso de evaluación se dividió en 5 áreas: superestructura, infraestructura, accesorios, obras complementarias y cauce, de esta manera elemento por elemento se detalló las patologías encontradas y la ponderación de las mismas, dándonos como resultado la calificación final de 9 y el estado del puente definido como MUY MALO.

Como solución a la problemática se propone el rediseño del puente basado en la normativa AASHTO y acoplándolo de la forma más óptima con sus vías de acceso, de tal manera que garantice el bienestar y la seguridad de sus usuarios.

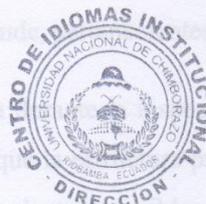
ABSTRACT

Abstract

The bridges are built to communicate places between which there is a river, channel or other obstacle that obstructs the communication. For this reason, bridges and roads must be optimal so that they will allow a perfect development of the country in the economic, technological and social areas. Ecuador does not have a system that allows an adequate administration of bridges after their construction which directly influences their useful life. Therefore, for the project "FUNCTIONAL AND STRUCTURAL EVALUATION OF THE BRIDGE OVER THE RIVER CHIBUNGA, LOCATED ON THE ROAD CALPI-GATAZO GRANDE, CAJABAMBA PARISH, COLTA CANTON, CHIMBORAZO PROVINCE", the Structural Management System of Bridges of Costa Rica, The Guide of Inspection of Bridges of Peru and the Guide of functional and structural inspection of bridges of reinforced concrete type slab and slab on beams of Ortiz and Sánchez were used. This compilation of manuals and guides was adapted according to the bridge conditions. The evaluation process was divided into five areas: superstructure, infrastructure, accessories, complementary works and river flow. Element by element, the pathologies and their weighting were detailed resulting in the final grade of 9 and the state of the bridge was defined as VERY POOR. As a solution to the problem, it is proposed the redesign of the bridge based on the AASHTO normative and coupling it in the most optimal way with its access routes, consequently the well-being and safety of its users will be guaranteed.

Isabel Escudero

Reviewed by: Escudero, Isabel
LANGUAGE CENTER TEACHER



INTRODUCCIÓN

Los puentes son estructuras de vital importancia dentro de la infraestructura vial de un país ya que permiten salvar depresiones, unir grandes tramos por la separación de un río, o atravesar cualquier otro tipo de obstáculo físico que se presente, sin embargo, son los elementos más vulnerables y los que requieren mayor grado de atención para garantizar su vida útil para la cual fueron proyectados.

Los principales problemas que este tipo de estructuras presenta se debe a deterioros ocasionados por acciones como: errores en la construcción, diseño, control de calidad, elección de materiales, influencia del medio ambiente, accidentes de tránsito, ignorancia, entre otros aspectos. Otra de las acciones que ha causado el aumento en el deterioro de los puentes es el crecimiento no planificado del tránsito, esta situación evidentemente no prevista en el momento en que fueron diseñados.

En el presente proyecto de investigación se procederá a realizar la inspección y evaluación funcional y estructural del Puente sobre el río Chibunga, cuya construcción data de los años 90 y forma parte de la Red Vial que conecta los poblados de Calpi con Gatazo Grande, pertenecientes a la provincia de Chimborazo.

La información recopilada durante la inspección nos permitirá determinar las fallas y deficiencias actuales que la estructura presenta y el nivel de riesgo de la misma, con lo cual se podrá plantear posibles soluciones para garantizar la movilidad y seguridad de los usuarios.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. PROBLEMATIZACIÓN

Dentro de la infraestructura vial de un país, los puentes juegan un papel primordial en la conectividad de las regiones, pues son los encargados de acortar distancias, disminuir tiempos de desplazamiento y reducir costos operativos en el transporte de habitantes y alimentos.

La calidad de un puente puede ser medida en función de su resultado funcional, estructural, económico y estético.

La condición de los puentes varía considerablemente. Muchas estructuras, generalmente sufren daños por falta de un mantenimiento adecuado, más que por su antigüedad. Algunas de las estructuras presentan un estado crítico con respecto a su estabilidad estructural y capacidad de carga y, en esas condiciones, la seguridad del tránsito asume altos niveles de incertidumbre asociados a riesgos crecientes.

Los puentes, además, se ven afectados, entre otros aspectos, por las sobrecargas, malos sistemas de drenaje, desperfectos originados en zonas de apoyos y juntas, fisuraciones, pérdida de recubrimiento, oxidación en mayor o menor grado de la armadura activa, influencia del ambiente, fenómenos naturales, entre otras.

Por ello para salvaguardar la seguridad de los usuarios y habitantes de la comunidad de Gatazo Grande y demás poblaciones aledañas pertenecientes a la parroquia de Cajabamba, se realizó la inspección y evaluación del puente sobre el Río Chibunga con el fin de emitir un informe técnico sobre su situación actual y elaborar una propuesta de rediseño para el mismo.

1.2. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El estado actual del puente sobre el Río Chibunga presenta daños que son perceptibles a simple vista, el incumplimiento de las características mínimas para un adecuado análisis y diseño de los elementos estructurales, un ancho insuficiente

que representa un riesgo debido al estrechamiento que se produce en el ingreso al puente y no se adapta a las condiciones actuales de las vías de acceso, la malas técnicas de construcción y un sinnúmero de factores más, han generado que esta infraestructura vial se deteriore con mayor rapidez y represente un peligro para los usuarios del mismo.

1.3. ANÁLISIS CRÍTICO

En el puente sobre el Río Chibunga debido a malos procesos constructivos, falta de mantenimiento, fuerzas destructivas de la naturaleza, incrementos de tráfico entre otros, presenta desperfectos y deficiencias que afectan la capacidad estructural del mismo.

Por lo cual la evaluación funcional y estructural en base a exámenes visuales y físicos a cada uno de los elementos constitutivos del puente resulta de vital importancia para diagnosticar su situación actual, detectar sus deficiencias y poder elaborar una propuesta de rediseño que se adapte a las condiciones reales y bajo las normativas vigentes.

1.4. PROGNOSIS

Mediante la realización de la inspección y evaluación funcional y estructural se logrará proveer de información amplia y detallada sobre las condiciones actuales del puente, identificando sus deficiencias de tal forma que se pueda recomendar acciones de mantenimiento o de reparación, o en su caso la reconstrucción total mediante la elaboración de un diseño adecuado el cual cumpla con todos los parámetros necesarios y normativas establecidas.

1.5. DELIMITACIÓN

Los diferentes estudios e investigaciones de campo se realizarán en la comunidad de Gatazo Grande, perteneciente a la parroquia Cajabamba, cantón Colta, provincia de Chimborazo.

Los trabajos de oficina y demás actividades complementarias en lugares apropiados y escogidos por el tesista.

1.6. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo incidirá la inspección de puentes para la determinación de deficiencias y defectos funcionales y estructurales?

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo general

Realizar la inspección, evaluación y análisis del puente sobre el Río Chibunga, ubicado en la vía Calpi-Gatazo Grande, Parroquia Cajabamba, Cantón Colta, Provincia Chimborazo con la finalidad de conocer sus defectos y deficiencias actuales.

1.7.2. Objetivos específicos

- Establecer una metodología secuencial para la realización de la inspección del puente en estudio.
- Elaborar un informe técnico sobre la situación actual en el cual se detalle las deficiencias existentes de cada uno de los elementos constitutivos del puente.
- Investigar y analizar los problemas existentes que provocan el deterioro de los diferentes elementos que conforman el puente.
- Realizar una evaluación del tráfico existente que circula por el puente para conocer la demanda vehicular a la que debe servir actualmente y a futuro.

1.8. JUSTIFICACIÓN

La infraestructura vial reviste una enorme importancia para el desarrollo económico. Las vías terrestres interconectan los puntos de producción y consumo y el estado de las mismas determina en un alto porcentaje el nivel de costos de

transporte, los cuales a su vez influyen sobre los flujos de comercio nacional e internacional de un país.

En muchos casos, los puentes son el componente más vulnerable de una carretera; los puentes frecuentemente son los elementos que influyen en que la continuidad del servicio de transporte se efectúe en forma permanente y segura, favoreciendo en general un apropiado funcionamiento del Sistema Nacional de Carreteras del país.

Por esta razón una inspección periódica a los elementos de toda infraestructura vial resulta de vital importancia ya que nos permitirá tener información sobre su estado en un instante dado. Con esta evaluación se pueden detectar posibles fallas y deficiencias con la finalidad de poder generar planes de mantenimiento y reparación para asegurar que la estructura cumpla con su vida útil de diseño y no se convierta en un riesgo para los usuarios.

1.9. MARCO TEÓRICO

1.9.1. Antecedentes del tema

Cajabamba es una parroquia ubicada en el cantón Colta de la Provincia de Chimborazo en el Ecuador, conocida como Villa La Unión. La altitud promedio es de 3.212 msnm y es considerada una de las ciudades más altas del país. La temperatura media es de 12 °C. Su proximidad a la ciudad de Riobamba, está a solo 18 km, lo que hace de ella una ciudad turística importante.

La construcción del puente sobre el Río Chibunga data en los años 90 con la finalidad de poder conectar la vía principal Riobamba-Guayaquil con las comunidades de Cajabamba. Sin embargo, en la antigüedad debido a la limitación de conocimientos, recursos y materiales de construcción, provocaba la utilización de la disponibilidad local donde se realizaba la construcción, potenciando así una falta de identidad arquitectónica y construcciones de poca calidad final, todo ello precedido de una mala praxis, o un desconocimiento general.

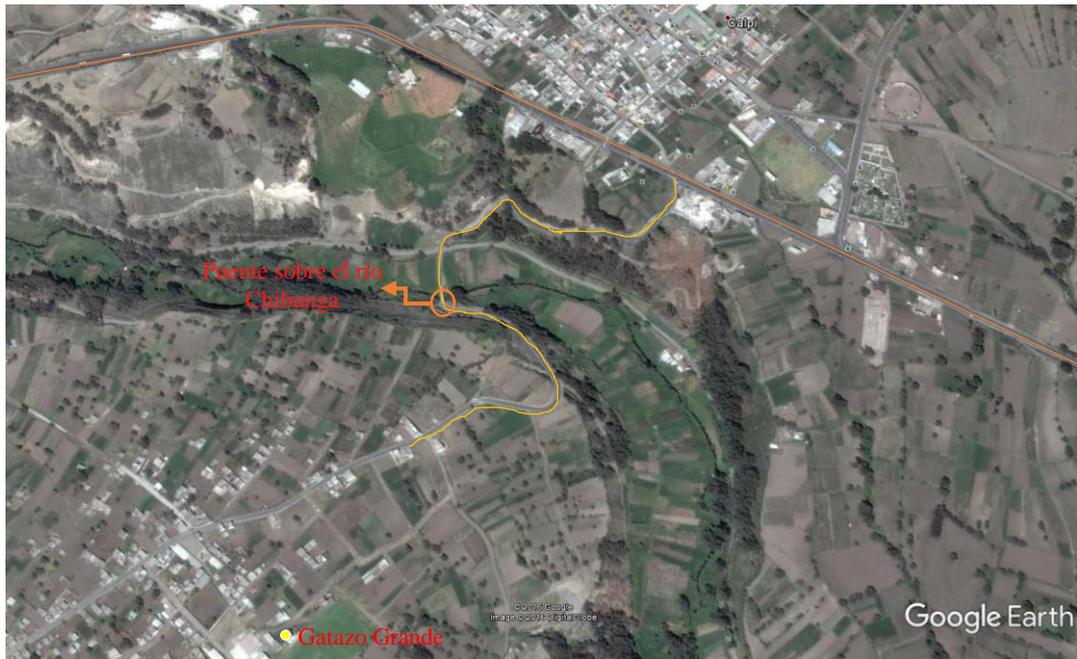


Ilustración 1. Ubicación del puente, Google Earth

Fuente: Sofía Aguayo, (2016).

1.9.2. Puente: definición

Rodríguez (2010), define a un puente como 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 soportan un canal o conductos de agua se llaman acueductos.

Aquellos construidos sobre terreno seco o en un valle, viaductos. Los que cruzan autopistas y vías de tren se llaman pasos elevados.

Constan fundamentalmente de dos partes:

- a) La superestructura conformada por: tablero que soporta directamente las cargas; vigas, armaduras, cables, bóvedas, arcos, quienes transmiten las cargas del tablero a los apoyos.
- b) La infraestructura conformada por: apoyos, pilares (apoyos centrales); estribos (apoyos extremos) que soportan directamente la superestructura; y cimientos, encargados de transmitir al terreno los esfuerzos.

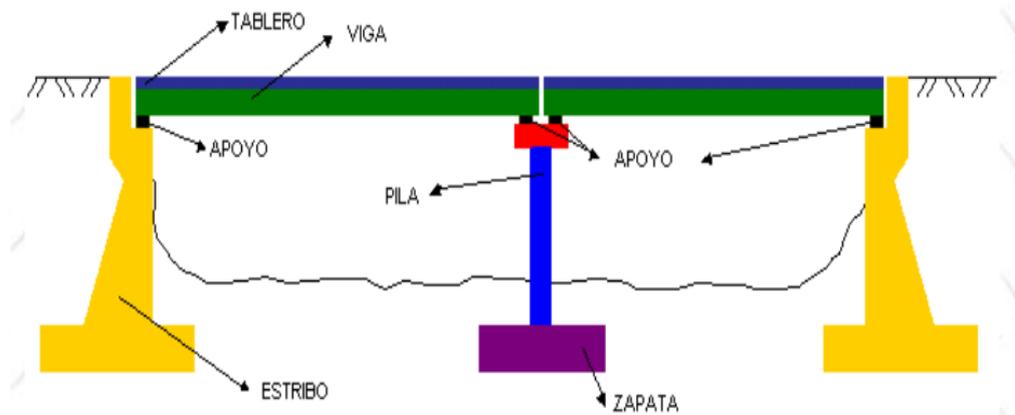


Ilustración 2. Elementos de un puente

Fuente: Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Villarino, pág. 191

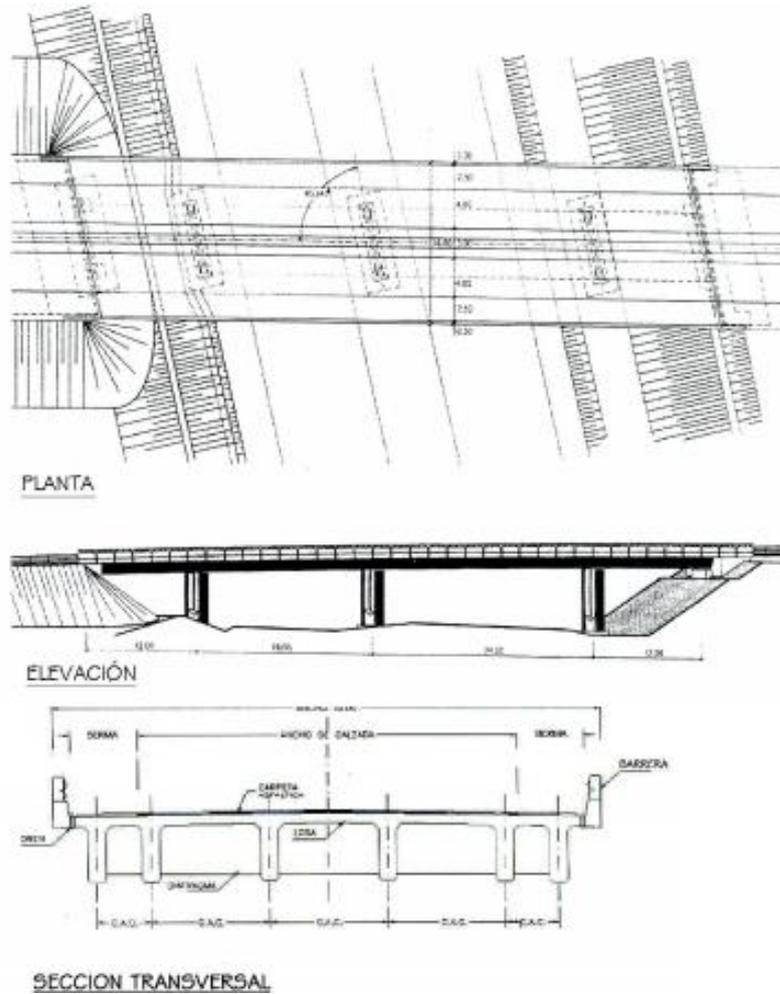


Ilustración 3. Puente tipo

Fuente: Rodríguez (2010), pág. 1

1.9.3. Elementos de un puente

1.9.3.1. Superestructura

Tablero. Denominado también con el nombre de losa es la parte estructural que queda a nivel de subrasante y que transmite tanto cargas como sobrecargas a las vigas principales y diafragmas.

El tablero, preferentemente es construido en hormigón armado cuando se trata de luces menores y en metal para aliviar el peso muerto en puentes de luces mayores.

Sobre el tablero y para dar continuidad a la rasante de la vía viene la capa de rodadura que en el caso de los puentes se constituye en la carpeta de desgaste y que en su momento deberá ser repuesta.



Ilustración 4. Construcción losa de puente sobre el arroyo Chajari, Argentina

Fuente: Construar.com

Accesorios del tablero:

Aceras y barandas. Un puente forma parte de una facilidad de transporte y como tal, el tablero debe satisfacer los requisitos de funcionalidad, que se establecen en las Normas y Especificaciones correspondientes; es por ello que, por ejemplo, en el tablero se deben colocar elementos accesorios como aceras, cuya misión es la de evitar que los vehículos suban a las mismas que van destinadas al paso peatonal y finalmente postes, barandas, etc., que en general constituyen carga muerta adicional.



Ilustración 5. Aceras y barandas del puente sobre el Río Chibunga Sector Gatazo Grande

Fuente: Inspección Puente sobre el río Chibunga, Aguayo, (2016).

Juntas de dilatación. son dispositivos que permiten los movimientos relativos entre dos partes de una estructura. Algunos proyectos de puentes interrumpen los tableros para cubrir requerimientos estructurales de diseño y construcción, para garantizar los movimientos reológicos como cambios de temperatura, efectos de retracción o flujo plástico, acortamientos por pretensado, cargas de tráfico, asentamientos diferenciales o tolerancias requeridas, compatibles con las condiciones de apoyo. En tales casos, en la estructura se deben considerar movimientos permisibles que garanticen un desempeño adecuado para los diferentes estados límites de utilización del puente, donde el deterioro o la falla de las juntas puede comprometer su seguridad.

Los tipos de juntas y las interrupciones superficiales del pavimento deben considerar además del confort de los usuarios vehiculares, el desplazamiento pedestre, y el movimiento de bicicletas y de motos.

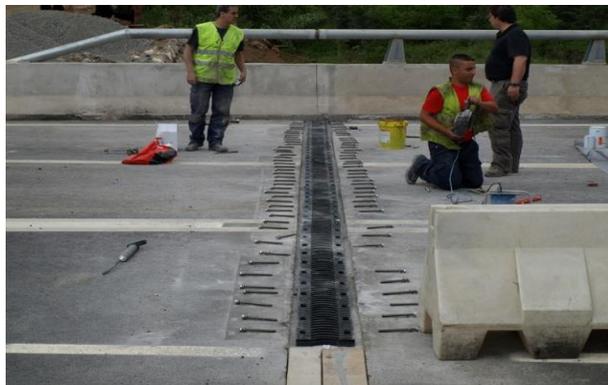


Ilustración 6. Puente San Martín, España

Fuente: Sistemas RPH, (2016).

Vigas principales. Reciben esta denominación por ser los elementos que permiten salvar el vano, pudiendo tener una gran variedad de formas como con las vigas rectas, arcos, pórticos, reticulares, vigas Vierendeel etc



Ilustración 7. Viga del puente sobre el Río Chibunga Sector Gatazo Grande

Fuente: Inspección Puente sobre el Río Chibunga, Aguayo, (2016).

Diafragmas. Son vigas transversales que sirven como separadores o arriostramientos de los miembros principales, evitan las deformaciones transversales y contribuyen en la distribución de las cargas a los miembros principales.



Ilustración 8. Diafragma puente Cebadas, Guamote

Fuente: Inspección puente Cebadas, Aguayo, (2014).

Losas de Acceso. Sirven de transición entre el puente y el terraplén de la vía y tienen la función de suavizar los posibles asentamientos diferenciales originados en el relleno del acceso.

1.9.3.2. Infraestructura

Aparatos de Apoyo. Sistemas mecánicos que transmiten las cargas de la superestructura a la infraestructura. Pueden ser fijos o móviles según su función.



Ilustración 9. Apoyos de neopreno

Fuente: Pinterest, (2016).

Estribos. A diferencia de las pilas los estribos reciben además de la superestructura el empuje de las tierras de los terraplenes de acceso al puente, en consecuencia, trabajan también como muros de contención. Están constituidos por el coronamiento, la elevación y su fundación y con la característica de que normalmente llevan aleros tanto aguas arriba como abajo, para proteger el terraplén de acceso.



Ilustración 10. Estribo del puente Río Ishpi, Pungalá.

Fuente: Construcción puente Río Ishpi, Aguayo, (2016).

Pilas. Son las estructuras que sirven de apoyos intermedios del puente cuando este es continuo o tiene varias luces.



Ilustración 11. Pilas tipo pórtico con viga cabezal del puente Las Viñas, Ambato

Fuente: Inspección Puente Las Viñas, Aguayo, (2014).

Muros Laterales. Tienen la función de proteger los terraplenes en los accesos.



Ilustración 12. Muro de ala puente Matus

Fuente: Inspección puente Matus, Aguayo, (2015).

1.9.4. Clasificación

A los puentes podemos clasificarlos:

a) Según su función:

- Peatonales
- Carreteros
- Ferroviarios

b) Por los materiales de construcción

- Madera

- Mampostería
- Acero Estructural
- Sección Compuesta
- Concreto Armado
- Concreto Presforzado

c) Por el tipo de estructura

- Simplemente apoyados
- Continuos
- Simples de tramos múltiples
- Cantilever (brazos voladizos)
- En Arco
- Atirantado (utilizan cables rectos que atirantan el tablero)
- Colgantes
- Levadizos (basculantes)
- Pontones (puentes flotantes permanentes)

1.9.5. Ubicación y elección del tipo de puente

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

- a. Localización de la estructura o ubicación en cuanto a sitio, alineamiento, pendiente y rasante.
- b. Tipo de puente que resulte más adecuado para el sitio escogido, teniendo en cuenta su estética, economía, seguridad y funcionalidad.
- c. Forma geométrica y dimensiones, analizando sus accesos, superestructura, infraestructura, cauce de la corriente y fundaciones.
- d. 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.
- e. En caso de obras especiales conviene recomendar sistemas constructivos, equipos, etapas de construcción y todo aquello que se considere necesario para la buena ejecución y estabilidad de la obra.

1.9.6. Inspección de puentes ¹

Se entiende por inspección al conjunto de acciones de gabinete y campo, desde recopilación de información (historia del puente, expedientes técnicos del proyecto, planos post construcción, inspecciones previas, etc.), hasta la toma de datos en campo, a fin de conocer el estado del puente en un instante dado.

La inspección de un puente tiene dos objetivos, asegurar el tráfico sin riesgo sobre la estructura, y detectar las deficiencias existentes, recomendando las acciones para corregirlas. Una es inspección de seguridad y la otra para mantenimiento del puente.

Los tipos de inspección son:

- a) Inspección inicial (de inventario)
- b) Inspección rutinaria (periódica)
- c) Inspección de daños
- d) Inspección especial

1.9.6.1. Frecuencia

Los puentes en servicio deben ser evaluados, por lo menos, una vez al año, por parte de personal adiestrado específicamente para la identificación y evaluación de daños. En casos extraordinarios se deberá disponer de Inspecciones Especiales.

Los componentes sumergidos del puente deben ser inspeccionados cada tres (3) años con personal especializado. La época más recomendable para realizar esta inspección es al término de la temporada de lluvias, cuando la disminución de los niveles de agua facilite el acceso bajo las obras y se observa los indicios de socavación, que es causa principal del colapso del puente.

La Inspección será visual y física, existiendo otras técnicas avanzadas (destructivas y no destructivas).

¹ Ministerio de transporte y comunicaciones República del Perú, (2006), GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES.

1.9.6.2. Equipos y herramientas para inspección

Tabla 1. Equipos y herramientas para inspección.

PROTECCIÓN PERSONAL	Casco: protección para la cabeza	
	Chaleco: indumentaria para visibilidad del usuario	
	Botas de caucho	
	Gafas: protección para ojos	
	Guantes: protección para manos	
LIMPIEZA	Cepillo de cerdas metálicas: para remover óxido	
	Espátula: para limpiar y remover excesos	
	Escoba: para limpieza de polvos	
	Machete: remoción de hierbas	
	Pala: remoción de escombros	
INSPECCIÓN GENERAL	Martillo: para detección de zonas huecas en el hormigón	
	Navaja: herramienta de uso personal	
	Cinzel: para examinar la superficie del hormigón	
	Spray de pintura: para marcar los daños	
INSPECCIÓN VISUAL	Binoculares: ayuda para visibilidad a zonas de difícil acceso	
	Linternas: para iluminación	

	Lupas: para examinar más cerca las grietas	
	Espejos: para inspeccionar áreas inaccesibles	
MEDICIÓN	Cinta métrica de 30 metros	
	Flexómetro de 8 metros	
	Distanciómetro: medidor laser	
	Nivel de mano: para verificar la horizontalidad o verticalidad de un elemento.	
ACCESO	Arneses	
	Cuerda (línea de vida)	
DOCUMENTACIÓN	Fichas de inspección	
	Cuaderno: para toma de apuntes	
	Regla: para dibujar	
	Cámara digital: para registro fotográfico	
	GPS: para determinar las coordenadas exactas del puente	
	Celular: medio de comunicación	

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

1.9.6.3. Guía de inspección

Generalmente es ventajoso emplear un procedimiento sistemático, es decir seguir una rutina de inspección en todos los puentes.

Las cuadrillas de personal de mantenimiento y el cuerpo de inspectores de puentes deben trabajar en coordinación. Los inspectores son la fuente principal para identificar las necesidades de mantenimiento.

Una inspección bien documentada es esencial para determinar los requerimientos de mantenimiento y dar recomendaciones prácticas, sugiriendo acciones para corregir las deficiencias o impedir el incremento de estos defectos. Inspecciones regulares deben considerarse como una responsabilidad primordial en el mantenimiento.

Además de los defectos que pueda haber, las inspecciones deben buscar las condiciones que puedan indicar posibles problemas futuros.

Acciones previas a los trabajos de campo:

- a) Se debe revisar el inventario y los informes de inspección anteriores, a fin de tomar conocimiento si existen circunstancias especiales, como daños observados anteriormente, o elementos estructurales que necesiten una inspección más detallada.
- b) Se debe determinar la ubicación y nombre del puente programado para su inspección.
- c) Se debe elaborar una secuencia de inspección según los elementos que formen parte del puente en este caso se ha organizado en 5 grupos según su tipo teniendo así:

Tabla 2. Secuencia de inspección Puente sobre el Río Chibunga.

COMPONENTES DEL PUENTE	ELEMENTOS A INSPECCIONAR
1. SUPERESTRUCTURA	Tablero
	Vigas principales
	Vigas secundarias (Diafragmas)
2. INFRAESTRUCTURA	Apoyos
	Estribos
	Pilares
3. ACCESORIOS	Carpeta de Rodadura
	Juntas de dilatación
	Losa de aproximación
	Aceras
	Barandas
	Drenajes
	Señalización
	Iluminación
Barreras y otros dispositivos de control de tráfico	
4. OBRAS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD	Enrocamientos
	Muros
5. CAUCE	Perfil del río y alineamiento
	Condición de los márgenes
	Socavación

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

- d) Se debe elaborar fichas de inspección para cada elemento en las cuales se pueda anotar las fallas encontradas de forma precisa y clara.
- e) Se debe preparar todo el equipo de seguridad y herramientas necesarias para la realización de la inspección.

Acciones en el campo propiamente dichas:

- a) Se debe verificar la ubicación y nombre del puente.
- b) Se debe tomar las medidas de seguridad necesarias.
- c) Se debe iniciar la inspección tomando una foto de identificación del puente en la cual si es posible se pueda visualizar todos los elementos que conforman al mismo.
- d) Se debe tomar una fotografía del acceso al Puente.
- e) Se debe inspeccionar y calificar la condición de cada uno de los componentes del puente (Estribos, Pilares, Alas, Tablero, Losas, Vigas, Diafragma, elementos de arco, reticulados, elementos de puente colgante, Aparatos de apoyo, junta de expansión, superficie de rodadura, aceras, barandas, señalización, accesos, Taludes, Defensas, cauce, etc).
- f) Se debe inspeccionar y calificar taludes y obras de protección en los extremos del puente.
- g) Se debe tomar fotografías de cada una de las fallas o daños encontrados con la finalidad de que en el informe final de la inspección se pueda detallar claramente el daño y su ubicación con respecto al puente.
- h) Finalmente hay que asegurarse que todas las partes visibles del puente fueron inspeccionadas.
- i) Al final se debe calificar la condición del puente en general.

Daños más Comunes:

Componentes de Concreto

Daños comunes en los componentes de concreto incluyen agrietamiento, escamas, delaminación, spalling (descascaramiento), afloramientos, desgaste o abrasión, daños de colisión, pulido, y sobrecarga.

- Agrietamientos en concreto son usualmente finos para ser detectado a simple vista. Se califican como grietas finas, medias o anchas. Las primeras son usualmente insignificantes para la capacidad de la estructura, pero deben ser reportadas como una advertencia. Las grietas medias y anchas son

significativas para la capacidad estructural y deben ser registradas y monitoreadas en los reportes de inspección.

Las grietas pueden ser estructurales y no estructurales.

Las grietas estructurales requieren de atención inmediata, toda vez que ellas afectan la capacidad del puente. Grietas no estructurales son causadas por expansión térmica y contracción de fragua; en losas debe tenerse especial cuidado, puesto que el agua de infiltración de lluvia puede conllevar a la corrosión de la armadura.



Ilustración 13. Agrietamiento en hormigón

Fuente: eHow.com

- La peladura es la pérdida gradual y continua de superficie de mortero y agregado sobre un área. La peladura es clasificada en cuatro categorías: ligera, media, dura y severa.



Ilustración 14. Peladura en el hormigón

Fuente: eHow.com

- La delaminación o descascaramiento ocurre cuando capas de concreto se desprenden cerca del nivel superior o exterior del refuerzo de acero como resultado de cambios de temperatura, pobre procedimiento constructivo o algún daño en el acero de refuerzo. La mayor causa de delaminación es la expansión por la corrosión del refuerzo del acero debido a la intrusión de cloruros o sales.



Ilustración 15. Descascaramiento en columna de hormigón

Fuente: Imcyc

- La eflorescencia es un residuo de sales con textura polvosa de color blanco tiza. Este fenómeno ocurre cuando la humedad disuelve las sales de calcio en el concreto y migra a la superficie a través de la acción capilar. Cuando estas sales llegan a la superficie, reaccionan con el CO₂ en el aire y al evaporarse dejan un depósito mineral que es de carbonato de calcio. La eflorescencia indica que las grietas son profundas y que han penetrado a través de la losa.



Ilustración 16. Eflorescencia

Fuente: Eflorescencia del concreto, Espinoza.

- Nidos de piedra y cavidades son causados por la vibración inapropiada durante el colado del concreto lo que produce segregación de los agregados gruesos, de los agregados finos y la pasta de cemento.



Ilustración 17. Nidos de piedra en vigas principales

Fuente: Inspección puente sobre el Rio Chibunga, Aguayo, (2016)

- Acero de refuerzo expuesto se refiere a la exposición del acero de refuerzo que debe estar embebido en el concreto.



Ilustración 18. Acero de refuerzo expuesto en viga principal

Fuente: Inspección puente sobre el Rio Chibunga, Aguayo, (2016)

Estos pueden ser inspeccionados por exámenes visuales y físicos. Dos de los deterioros primarios notados por la inspección visual son las grietas y las manchas de óxido.

Un inspector debe reconocer el hecho que no todas las grietas son de igual importancia. Manchas de óxido son una de las señales de corrosión de refuerzo de acero en miembros de concreto. La longitud, dirección, localización y extensión de

las grietas y manchas de óxido deben ser medidas y reportadas en las notas de inspección.

Algunos tipos comunes de exámenes físicos son el sondeo con martillo (martilleo) y la cadena arrastrada. El primero es usado para detectar áreas de concreto hueco y usualmente para detectar delaminación. Para áreas de superficie grandes, el arrastre de cadenas puede ser usado para evaluar la integridad del concreto con razonable seguridad, aunque en losas no son métodos totalmente seguros; pero son rápidos y baratos.

Componentes de Acero

Daños comunes en los componentes de acero incluyen la oxidación, la corrosión, el agrietamiento, daños por colisión y sobreesfuerzos.

- La oxidación es una reacción química que se produce en el acero al estar en contacto con el agua, o por la humedad del medio ambiente, lo que puede producir daños en el refuerzo de los elementos. La oxidación se observa como una capa de color rojizo-café que se va formando en la superficie del acero.



Ilustración 19. Oxidación en vigas de acero

Fuente: Manual de inspección de puentes Costa Rica, pág. 95

- La corrosión es la alteración causada por el ambiente en el elemento, empieza como oxidación y si no se le da algún tratamiento o se le brinda

alguna protección al elemento se llega a dar la corrosión lo que produce la reducción de la sección de la pieza de acero.



Ilustración 20. Corrosión en vigas de acero

Fuente: Revista Ingeniería de construcción Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

- Grietas: Los agrietamientos usualmente se inician en la conexión, el extremo final de la soldadura o sobre un punto corroído de un miembro y, luego, se propaga a través de su sección transversal hasta la fractura del miembro.
- Pérdida de pernos: Los miembros de los puentes de acero están conectados por soldadura, pernos y remaches. La fatiga puede causar pérdida de pernos o remaches. Los pernos o los remaches en la conexión de los miembros deberán ser verificados cuidadosamente y el número de pernos o remaches faltante deberá ser registrado.



Ilustración 21. Pérdida de pernos

Fuente: Constructalia.com

- Decoloración en la pintura: En este punto se debe considerar las fallas por decoloración en las capas de pintura de protección de los elementos en acero.



Ilustración 22. Decoloración de pintura en arriostramientos

Fuente: Inspección Puente Rio Verde, Aguayo, (2014)

- Ampollas: Las ampollas son producto del levantamiento de la pintura debido a la corrosión que presenta el elemento de acero. Ocurre comúnmente en las rayaduras que presenta la pintura. La corrosión atraviesa la pintura intacta, causando que se ampolle.
- Descascaramiento en la pintura: este daño advierte la presencia de corrosión u oxidación en estos elementos.



Ilustración 23. Descascaramiento en pintura

Fuente: Ingemecánica.com, (2016).

Los sobreesfuerzos pueden ser el resultado de muchos factores tales como pérdidas de sección compuesta, pérdidas de arriostre y falla o asentamiento de detalles de apoyo.

Los daños debido a colisión vehicular, incluidas pérdidas de sección, agrietamiento y distorsión de formas serán cuidadosamente documentados, debiendo iniciarse inmediatamente las reparaciones. Hasta que las reparaciones hayan culminado, se recomienda restricción vehicular de tráfico basados en resultados de análisis de evaluación.

Componentes de Madera

Daños comunes en los componentes de madera son causados por hongos, parásitos y ataque químico.

Deterioros de la madera pueden ser causados por fuego, impactos o colisiones, abrasión o desgaste mecánico, sobreesfuerzos, intemperie y pandeos.



Ilustración 24. Deterioro en madera

Fuente: Infomadera.net, (2016).

Estos pueden ser inspeccionados por exámenes visuales y físicos. El examen visual puede detectar pudrición por hongos, daños por parásitos, excesiva deflexión, grietas, vibraciones y pérdida de conexiones.

El inspector investigará visualmente la extensión de los daños y los documentará apropiadamente en los reportes de inspección. A su vez, los deterioros de la madera pueden también ser detectados usando prueba de sonido (testigos no destructivos).

Con respecto a los exámenes físicos hay pocas técnicas destructivas y no destructivas disponibles.

Componentes Sumergidos

Corresponde a componentes de la subestructura. Se necesitan equipos especiales para inspeccionar los componentes sumergidos. La visibilidad durante las inspecciones es pobre, por tanto, una inspección minuciosa de los miembros no es posible.

Los componentes de las estructuras de acero son susceptibles a corrosión, especialmente en las zonas afectadas por la humedad.

Superficie de rodadura

La carpeta de rodadura en la losa del puente funciona como una superficie de rodamiento y además tiene como objetivo proveer protección adicional a la losa contra el clima y el tráfico.

Los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos. El comportamiento de los mismos al aplicarles cargas es muy diferente, tal como se puede ver.

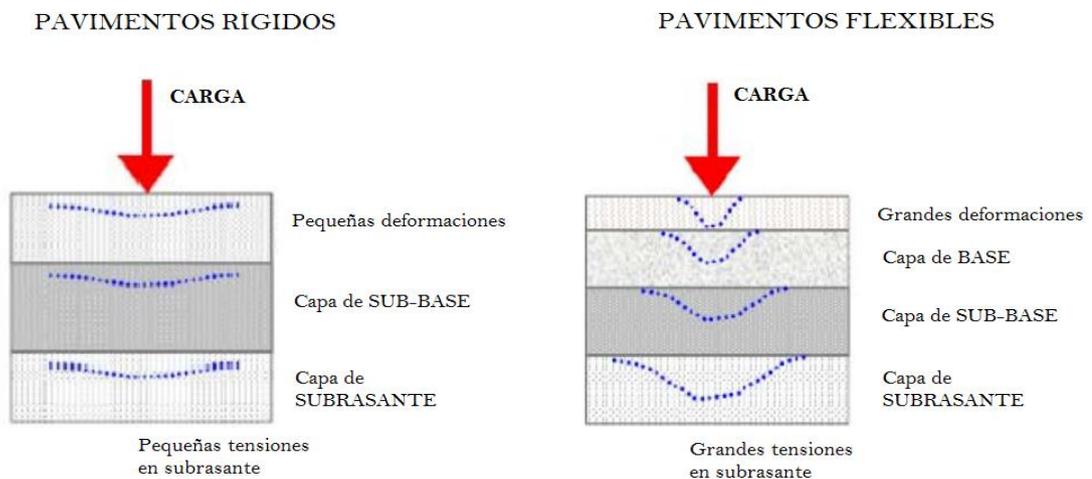


Ilustración 25. Tipos de pavimentos

Fuente: Aguayo, (2016).

En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

Lo contrario sucede en un pavimento flexible, la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la subrasante.

Tipos de fallas en pavimentos flexibles

Ondulaciones. Es un daño caracterizado por la presencia de ondas en la superficie del pavimento, generalmente perpendiculares a la dirección del tránsito, con longitudes entre crestas usualmente menores a 1,0 m.



Ilustración 26. Ondulaciones en pavimento

Fuente: Autovías de Argentina, (2003).

Surcos: Son deformaciones en el pavimento originadas por el paso continuo de las ruedas de los vehículos. Con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación de las áreas adyacentes de la zona deprimida y de fisuración. Un surco significativo puede llevar a la falla estructural del pavimento y posibilitar el hidroplaneo por almacenamiento de agua.



Ilustración 27. Surcos en el pavimento

Fuente: Deterioros de pavimento, Ingeniería Civil en el Salvador.

Fisuras y grietas longitudinales y transversales: Corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él. Son indicio de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, las cuales han superado la resistencia del material afectado. La localización de las fisuras dentro del carril puede ser un buen indicativo de la causa que las generó, ya que aquellas que se encuentran en zonas sujetas a carga pueden estar relacionadas con problemas de fatiga de toda la estructura o de alguna de sus partes.



Ilustración 28. Grietas transversales

Fuente: Grietas en pavimento urbano, blog Ingeniería Civil

Baches en carpetas asfálticas y tratamientos superficiales: Un bache es un defecto en la nivelación de la vía; es una depresión u hoyo en la superficie de rodamiento, cavidad normalmente redondeada, que se forma al desprenderse mezcla asfáltica. Para considerarla como bache al menos una de sus dimensiones un mínimo debe tener de 150 mm.



Ilustración 29. Bache en el pavimento

Fuente: Inspección Vía Calpi-San Juan, Aguayo, (2015)

Pulimento de agregados: Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por la acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que esta sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo.



Ilustración 30. Pulimento de agregados

Fuente: Deterioros de pavimento, Ingeniería Civil en el Salvador

Sobrecapas de pavimento sobre la losa de puente: Las sobrecapas son capas adicionales sobre la superficie principal. Constituyen carga muerta adicional por lo que son prohibidas totalmente, cuando se observa una indiscriminada sobrecapa de pavimento, el grado del daño debe ser automáticamente cinco.



Ilustración 31. Sobrecapas de pavimento

Fuente: Lis constructores, (2016).

Juntas

La función primaria de la junta es acomodar la expansión y contracción de la superestructura del puente. Los daños en las juntas son causados por impacto vehicular, temperaturas extremas y acumulación de tierra y escombros.

- Filtraciones de agua: La filtración de agua a través de cualquier junta del puente contribuye al deterioro del concreto. Esta filtración de agua a través de la junta de expansión debe ser inspeccionada en el asiento de los apoyos del puente y en el muro de las subestructuras.



Ilustración 32. Filtración de agua a estribos

Fuente: Manual de Inspección de Puentes Costa Rica, (2007), pág. 87.

- Faltante o deformación: Se debe prestar atención cuando la junta de expansión presenta alguna alteración en su forma o alguna parte o la totalidad de la junta se ha perdido.



Ilustración 33. Faltante de junta de dilatación

Fuente: Blog de Hidrodem

- Movimiento vertical: Se refiere al caso en que las juntas de expansión presenten algún desplazamiento vertical.



Ilustración 34. Desplazamiento de junta

Fuente: Juntas de dilatación de autopistas y puentes, Burletes.

- Juntas obstruidas: Se observan juntas cubiertas por sobrecapas de asfalto. Cuando se aplica un nuevo pavimento a un puente, frecuentemente se coloca una sobrecapa a las juntas de expansión sin ningún cuidado de permitir el funcionamiento apropiado de la misma. La presencia de grietas transversales puede evidenciar que las juntas están cubiertas por sobrecapas.



Ilustración 35. Obstrucción de junta

Fuente: Revista Ingeniera de construcción Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

Los daños por escombros y tránsito de vehículos pueden causar que la junta sea rasgada, que los anclajes sean arrancados, o sean removidos totalmente.

Las temperaturas extremas pueden romper la adherencia entre la junta y el tablero y, consecuentemente, resultar en la remoción total de la junta.

Drenaje

El sistema de drenaje permite evacuar apropiadamente el agua de la calzada y aceras del puente. Dentro de los tipos de fallas que podemos encontrar en el drenaje tenemos:

- **Obstrucción de drenajes:** se considera si el drenaje que se encuentra colocado en la vía esta obstruido con tierra, maleza o basura el cual al encontrarse así no permitirá el desfogue del agua lluvia ocasionado daños a la carpeta de rodadura.



Ilustración 36. Obstrucción de drenaje

Fuente: Inspección puente sobre el Rio Chibunga, tesista 2016.

- **Longitud o sección insuficiente:** se debe considerar si la longitud del drenaje o su sección es suficiente ya que si el diámetro del tubo de drenaje es insuficiente no descargaría eficientemente, en cuanto a la longitud insuficiente esta puede provocar que el agua dañe la parte inferior del tablero
- **Ausencia de drenajes**
- **Mala ubicación de drenajes**
- **Bombeo de la vía:** se considera que la pendiente transversal de la vía sea suficiente para evacuar eficientemente y que no se acumulen depósitos de agua que puedan afectar la estructura.

Señalización

La señalización vial es de vital importancia ya que nos permite organizar el tránsito, advertir peligros, ordena conductas de seguridad y comunica informaciones útiles sobre lo que se aproxima en el camino, aporta a la disminución de accidentes permitiéndonos asegurar una buena circulación y conservación de la misma. Dentro de los tipos de fallas que podemos encontrar en la señalización tenemos:

- Emplazamiento de la señalética: hace referencia a si la señalética está dispuesta de forma oportuna en la misma considerando si estas están emplazadas con demasiada o poca antelación en los accesos del mismo.
- Desgaste de pintura: se debe evaluar si presenta desgaste en su pintura dificultando al conductor la visibilidad de estas aumentando el riesgo de accidentes.
- Ausencia de señalética: se debe considerar la ausencia de señalética informativa, reglamentaria y preventiva en los accesos del puente ocasionando confusión y desorientación en los conductores.
- Deterioro de delineadores de piso: pérdida de reflectividad o adherencia de las mismas a la superficie de rodadura del puente y sus accesos.
- Inseguridad vial: mala disposición de señalética en el puente y sus accesos.



Ilustración 37. Señalización puente Río Verde

Fuente: Inspección puente Río Verde, Aguayo, (2014).

Apoyos

Pueden ser categorizados en dos grupos: metálicos y elastoméricos.

Los apoyos metálicos pueden volverse inoperativos debido a corrosión, acumulación de escombros, u otras interferencias. Apoyos congelados pueden generar flexiones, ondulamientos y alineamiento inapropiado de miembros. Otros tipos de daños son pérdidas de seguros, rotura de soldadura, corrosión en la superficie deslizante.

- Rotura de pernos: El perno de anclaje es una pieza de metal comúnmente enroscado y ubicado con una tuerca y una arandela en un extremo. Se utiliza para asegurar en posición fija el apoyo del puente sobre la estructura.



Ilustración 38. Apoyo metálico del Puente Río Napo

Fuente: Inspección puente sobre el Río Napo, Aguayo, (2015).

- Deformación: son fallas por deformación del apoyo estimando la susceptibilidad a este daño dando como resultado sugerencias de tratamiento u remplazo de los mismos.



Ilustración 39. Deformación en apoyo de neopreno

Fuente: Cascales, (2016).

- **Inclinación:** se debe considerar las fallas por inclinación del apoyo valorando los riesgos de este daño en la estructura permitiéndonos calificar la funcionalidad de los mismos.



Ilustración 40. Inclinación de apoyo de neopreno

Fuente: Materiales de los apoyos de neopreno, Escobar y Martínez

- **Desplazamiento:** se debe considerar las fallas por desplazamiento del apoyo estimando las distancias de estos con respecto a su posición original en la estructura del puente.



Ilustración 41. Desplazamiento de apoyo de neopreno

Fuente: Gusqui y Rodriguez, (2016).

Los daños en placas de apoyos elastoméricos son: excesivo abultamiento, rompimiento o desgarramiento, corte y falla por corrimiento.

Cauce

Los problemas más comunes que se pueden considerar al momento de evaluar un cauce son la inestabilidad de taludes o terraplenes adyacentes a la

estructura, la erosión en lecho y márgenes del río, socavación general del cauce, obstrucción del cauce por escombros o presencia de vegetación u la invasión del mismo, sedimentación de material transportado por la corriente, y por fallas o colapso de las estructuras de protección de las orillas del río todos estos problemas de ser evaluadas tanto aguas arriba como aguas abajo respectivamente ya que de esta síntesis de daños se determina si el área hidráulica de la estructura se ha reducido o ha sufrido alguna anomalía por los factores antes citados.



Ilustración 42. Socavación cauce del Puente Matus

Fuente: Inspección puente Matus, Aguayo, (2014).

1.9.6.4. Ejecución de la inspección

En general se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones básicas para la inspección de un puente:

Inspección del cauce

Con la anticipación a los problemas y tomando adecuadas medidas de protección, se pueden minimizar serias dificultades posteriores. Con ese motivo, es conveniente investigar las siguientes condiciones:

- Si existe adecuado espacio bajo el puente para permitir el paso de las aguas. Los depósitos de arena y/o grava, pueden reducir este espacio.
- Si hay estabilidad y buen comportamiento de los bordes y protección de orillas.
- Posible obstrucción del cauce con maleza, palizadas o crecimiento de plantas que puedan contribuir a la socavación o riesgo posible de incendio.

Un registro del perfil del cauce da información valiosa sobre la tendencia del río a erosionar, cambiar de curso, de gradiente, etc.

El registro debe mantenerse actualizado, particularmente cuando existan variaciones de importancia. Estas indicaciones ayudan a proyectar protecciones a los pilares o estribos, sobre todo a sus cimentaciones.

Estribos y pilares

Cuando se inspeccionan estribos o pilares de concreto, debe observarse defectos de cualquier tipo. Los más frecuentes son los siguientes:

- Deterioro del concreto en la línea de agua.
- Deterioro del concreto en la zona de los apoyos.
- Grietas en los estribos, especialmente en el encuentro entre el cuerpo y las alas. Estas grietas deben observarse a través del tiempo para ver si aumentan. Cuando estas grietas se pronuncian, indican que hay movimiento estructural que puede ser causado por problemas de cimentación.

Aparatos de apoyo

Los aparatos de apoyo, sean fijos o móviles, deben ser examinados para asegurar que funcionen debidamente. El mal comportamiento de los apoyos puede ser causa de movimiento de pilares o estribos.

Si existe este tipo de problema debe efectuarse la siguiente inspección:

- Observar si los pernos de anclaje están dañados o si las tuercas necesitan ajuste.
- Verificar si los elementos de expansión permiten el movimiento de acuerdo a su diseño.
- Verificar si hay suciedad o escombros alrededor de los aparatos de apoyo.
- Observar si hay exceso de deformación o rotura en las placas de neopreno.
- Observar los rodillos y su condición de apoyo móvil.

- Los aparatos de apoyo pueden sufrir daños por causa del tráfico pesado, por suciedad acumulada. Si se advierte un mal funcionamiento, debe notificarse de inmediato.

Vigas y largueros

Estos elementos pueden ser fabricados en madera, acero o concreto. Cada material presenta problemas específicos para su mantenimiento, los cuales deben ser investigados.

- Vigas de madera. - Los defectos más comunes son los siguientes:
 - Rajaduras, deterioro, roturas, ataque de insectos y hongos.
 - Falta de tratamiento superficial que permite que se desarrollen grietas longitudinales y se extiendan a todo lo largo de la viga.
 - Aplastamiento en la zona de apoyo que normalmente indica debilitamiento o reducción de capacidad del material.
 - Pérdida de conexiones o de diafragmas entre largueros
- Vigas de acero. - Los siguientes son los defectos más comunes:
 - Oxidación bajo la zona de las juntas de dilatación.
 - Oxidación de la viga debido a humedad que pasa por grietas del tablero.
 - Deterioro de la pintura.
 - Conexiones flojas.
 - Corrosión y rajaduras alrededor de remaches y pernos en la unión de elementos de una viga.
 - Fisuras en la soldadura y el metal de base.
- Vigas de concreto. - Los defectos más comunes en estas vigas son:
 - Desintegración de la losa de una viga de sección T.
 - Inoperancia de los aparatos de apoyo.
 - Exposición del acero de refuerzo por corrosión.
 - Grietas en los extremos de las vigas.

Cualesquiera de los defectos mencionados con respecto a vigas de concreto, son muy significativos en vigas de concreto pretensado. Si se encuentra una grieta abierta en un elemento pretensado esto debe ser advertido y notificado de inmediato.

Tableros

Los tableros deben examinarse para determinar si hay riesgo de deslizamiento de los vehículos sobre su superficie debido a falta de rugosidad en el piso. Debe observarse que no haya empozamiento de agua por la obstrucción de los drenes. Verificar que estos funcionen sin afectar partes estructurales o al tráfico que pasa en un nivel inferior.

- Tablero de madera. - Deben ser examinados para detectar si hay deterioro en la zona de contacto con los largueros o entre capas de madera laminada. Hay necesidad de mantenimiento cuando hay clavos sueltos, piezas rotas o deterioradas, aberturas que dejan pasar suciedad hacia los pilares o estribos.
- Tableros de acero. - Deben examinarse para ver si hay corrosión o soldaduras en malas condiciones, si hay suciedad acumulada en los pisos de parrilla en las zonas de apoyo sobre largueros o si hay planchas sueltas o si la pintura está deteriorada.
- Tableros de concreto. - Deben examinarse para detectar grietas, descascamientos u otros signos de deterioro. Debe observarse con cuidado el acero de refuerzo para determinar su estado. Las grietas en el concreto permiten que la humedad afecte al acero de refuerzo el cual al oxidarse se expande y causa desprendimiento del concreto

Superficie de rodadura

El deterioro en la losa del puente, puede ser causado tanto por agentes naturales como por el incremento de cargas rodantes, así como también por daños producidos por impactos de vehículos y por el tiempo de servicio o período de diseño de vida útil.

Cualquier tipo de superficie de rodadura puede ocultar los defectos del tablero. Esta superficie debe observarse con mucho cuidado para buscar evidencia del deterioro del tablero. En algunos casos se debe remover pequeñas secciones para facilitar una mejor investigación.

Las acciones del tráfico vehicular inciden directamente en la superficie de rodadura, lo que produce el agotamiento por fatiga o el desgaste de sus componentes. El deterioro por desgaste o abrasión son causados generalmente por el exceso de cargas, descarrilamiento de autos, colisiones del tráfico con las estructuras, etc.

Cuando se producen estos daños, aunque no constituyan un peligro inmediato para el buen funcionamiento de la estructura, el Inspector debe registrar en el formato de evaluación, el grado de desgaste que presenta, describiendo los daños, complementando la información con fotografías, de tal manera que se pueda monitorear en caso no hayan sido reparados oportunamente los daños.

Acceso al puente

Son importantes por su conexión al puente y deben estar a nivel con el tablero. Si la transición no es suave, los efectos del impacto pueden aumentar la energía de las cargas que ingresan al puente, causando daño estructural.

El pavimento de los accesos debe observarse para detectar la presencia de baches, asentamientos o excesiva rugosidad.

La junta entre las losas de aproximación y los estribos, diseñada para el movimiento causado por las variaciones de temperatura, debe ser examinada para comprobar su debida abertura y sello apropiado.

En la evaluación de los accesos al puente se considerará también el estado de los guardavías, las bermas, taludes y drenaje.

1.9.6.5. Sistema de calificación de daños en puentes

En el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica como parte del procedimiento de inspección de puentes se cuenta con una serie de lineamientos donde se califica el grado de deterioro del puente, tomando en cuenta la condición en la cual se encuentran los diferentes elementos que componen tanto a la superestructura como a la infraestructura y sus respectivos accesorios y obras complementarias del puente.

Cada uno de estos elementos se evalúan según el grado de daño que presentan en una escala progresiva, es decir, el número 1 significa que no existen daños y el número 5 que hay un gran deterioro en el elemento.

A continuación, se enuncian y describen los diferentes tipos de deterioro que se pueden encontrar para cada uno de los elementos y la calificación del grado de daño asociada.

a) Componentes de hormigón

Agrietamiento

Tabla 3. Grado de daño por agrietamiento

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No hay grietas
2	Se observó algunas grietas
3	El espesor de la grieta es menor a 0,30 mm con intervalos de 50 cm
4	El espesor de la grieta es mayor a 0,30 mm con intervalos de 50 cm
5	Se observa grietas con espesores de varios mm

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, (2007), pág. 84

Descascaramiento

Tabla 4. Grado de daño por descascaramiento

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observó descascaramiento en la superficie de la estructura
2	Se observó el principio del descascaramiento
3	Ha crecido el descascaramiento en algunas partes de la superficie de la estructura
4	Se observó un considerable descascaramiento
5	Se observó un considerable descascaramiento y oxidación

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, (2007), pág. 92

Eflorescencia

Tabla 5. Grado de daño por eflorescencia

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observó eflorescencia
2	Se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie del concreto
3	Se observó eflorescencia en menos de la mitad del área del elemento
4	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área del elemento
5	Se observó estalactitas en muchos lugares causados por el cloruro de calcio

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, (2007), pág. 93

Nidos de piedra

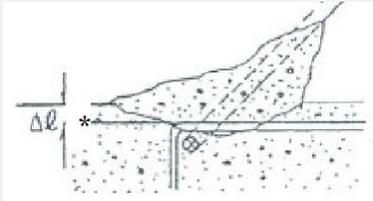
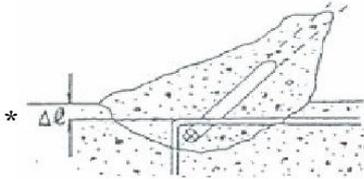
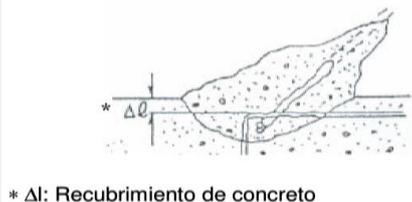
Tabla 6. Grado de daño por nidos de piedra

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observaron nidos de piedra
2	Se observaron nidos de piedra en algunos sitios
3	Se observaron más de diez nidos de piedra
4	Se observan nidos de piedra en muchos sitios
5	No aplica

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, (2007), pág. 93

Acero de refuerzo expuesto

Tabla 7. Grado de daño por acero de refuerzo expuesto

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	Descascaramiento en la superficie del concreto
2	Se observó cascaras a lo largo del refuerzo principal 
3	El refuerzo está expuesto en pequeñas partes 
4	Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado 
5	Se observa el acero principal expuesto con reducción de sección  * Δℓ: Recubrimiento de concreto

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, (2007), pág. 85

Fisuras en una dirección: Las grietas en una dirección son fisuras lineales en el concreto causadas en muchos casos por los esfuerzos debido a la carga viva y muerta. El ancho y distancia entre grietas debe ser cuidadosamente inspeccionado y almacenado como notas en el formulario de inspección.

Tabla 8. Grado de daño por fisuras en una dirección

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observó fisuras
2	El ancho de las fisuras es menor a 0,20 mm en intervalos de más de 1,00 m
3	El ancho de las fisuras es mayor a 0,20 mm en intervalos de más de 1,00 m
4	El ancho de las fisuras es mayor a 0,20 mm en intervalos de más de 1,00 m y 0,50 m
5	El ancho de las fisuras es mayor a 0,20 mm en intervalos de menos de 0,50 m

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, (2007), pág. 90

Fisuras en dos direcciones en la losa: La causa principal de las grietas en dos direcciones en la losa es la fatiga causada por la repetición de carga viva. La extensión y el patrón de la malla de la grieta en la losa deben ser cuidadosamente inspeccionados, ya que es una de las señales más claras del deterioro de la losa de concreto.

Tabla 9. Grado de daño por fisuras en dos direcciones

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observó fisuras
2	No aplica
3	El ancho de las fisuras es menor a 0,20 mm en intervalos de más de 50 cm
4	El ancho de las fisuras es mayor a 0,20 mm en intervalos de más de 50cm
5	El ancho de las fisuras es mayor a 0,20 mm y el concreto se está descascarando

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, (2007), pág. 91

b) Componentes de acero

Oxidación

Tabla 10. Grado de daño por oxidación

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observan oxidación en elemento
2	Se observa comienzos de oxidación
3	20% del elemento está cubierto con oxidación
4	50% del elemento está cubierto por oxidación
5	Más del 50% está cubierto por oxidación

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, (2007), pág. 95

Corrosión

Tabla 11. Grado de daño por corrosión

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observan corrosión en elemento
2	Se observa comienzos de corrosión
3	La corrosión creció y ha ocasionado orificios en partes del elemento
4	Algunas partes del elemento están reducidas por corrosión
5	Algunas partes del elemento se han perdido por la corrosión

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, (2007), pág. 83

c) Accesorios

CARPETA DE RODADURA.

El pavimento no es un miembro estructural, sin embargo, genera carga muerta al puente, por lo tanto, el espesor del pavimento debe ser el mínimo requerido. Dentro de este elemento se van a evaluar los principales tipos de daños, a continuación, se describe cada uno.

- Ondulaciones

Tabla 12. Grado de daño por ondulaciones

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	Sin ondulación
2	La profundidad de la ondulación es menor a 2,00 cm
3	La profundidad de ondulación esta entre 2,00 y 4,00 cm
4	La profundidad de ondulación es mayor a 4,00 cm
5	Es necesario detener el vehículo para esquivar la ondulación

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 79

- Surcos

Tabla 13. Grado de daño por surcos

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No hay surcos
2	La profundidad de los surcos es menor a 2,00 cm.
3	La profundidad de los surcos esta entre 2,00 cm y 4,00 cm.
4	La profundidad de los surcos es mayor a 4,00 cm.
5	Es necesario detener los vehículos para esquivar los surcos.

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 79

- Grietas

Tabla 14. Grado de daño por grietas

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observan grietas
2	El espesor de la grieta es menor a 5,00 mm.
3	El espesor de la grieta esta entre 5,00 y 10,00 mm.
4	Se observan grietas en red
5	Se observan grietas en red y en algunas partes hay desprendimiento de concreto

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 80

- Baches en el pavimento

Tabla 15. Grado de daño por baches en el pavimento

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observan baches
2	La profundidad del bache es menor a 20,00 mm
3	La profundidad del bache esta entre 20,00 y 50,00 mm
4	La profundidad del bache es mayor que 50,00 mm
5	Es necesario detener el vehículo para esquivar los baches

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 80

- Sobrecapas de pavimento sobre la losa de puente

Tabla 16. Grado de daño por sobrecapas en el pavimento

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observan sobrecapas de asfalto
2	No aplica
3	Se observa una sobrecapa de asfalto
4	No aplica
5	Se observa más de una sobrecapa de asfalto

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 81

- Material ajeno a la vía: se considera la presencia de material ajeno a la vía presente en la carpeta de rodadura el cual afecta a la condición de la carpeta de rodadura.

Tabla 17. Grado de daño por material ajeno a la vía

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observan material ajeno a la vía
2	Del 0 al 10% de la vía se encuentra cubierta con otro material
3	Del 10% al 25% de la vía se encuentra cubierta con otro material
4	Del 25% al 50% de la vía se encuentra cubierta con otro material
5	Más del 50% de la vía se encuentra cubierta con otro material

Fuente: Ortiz y Sánchez, 2014, pág. 70

BARANDAS.

Las barandas se consideran de dos tipos: de acero o de concreto. En el caso de barandas de concreto se debe realizar la inspección siguiendo los parámetros de daños para los componentes de hormigón especificados anteriormente. Para las barandas de acero se debe inspeccionar de igual forma siguiendo los parámetros de daños para componentes de acero agregando a estos: deformación, faltante o ausencia de elementos y daño por colisión. Si se utiliza otro material como madera, el inspector debe anotar un comentario y no se deberá realizar ninguna evaluación al respecto.

- Barandas de acero

Deformación: es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a la aplicación de una o más fuerzas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica.

Tabla 18. Grado de daño por deformación

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observan daños de deformación en el elemento
2	Deformación menor a 5,00 cm
3	Deformación entre 5,00 y 10,00 cm con respecto al original
4	Deformación entre 10,00 y 20,00 cm con respecto al original
5	Deformación mayor a 20,00 cm con respecto al original

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 82

Faltante o ausencia: Faltante se refiere a la pérdida parcial o total de algún elemento.

Tabla 19. Grado de daño por faltante o ausencia

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	Se cuenta con la totalidad del elemento
2	Algunas partes del elemento están dañadas
3	Hace falta menos del 10% del elemento
4	Hace falta entre el 10% y el 30% del elemento
5	Hace falta más del 30% del elemento

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 84

Daños por colisión: en este punto se considera si el elemento posee alguna falla provocada por el impacto de vehículos.

Tabla 20. Grado de daño por colisión

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observan daños por colisión
2	Algunas partes de la baranda están dañadas
3	El 10% de la baranda está dañada
4	Entre el 10% y el 30% de la baranda está dañada
5	Más del 30% de la baranda está dañada

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 84

JUNTAS DE EXPANSIÓN.

Las juntas de expansión son una parte muy importante del puente. La junta de expansión debe ser capaz de resistir los cambios climáticos para llevar a cabo su función y no comprometer la calidad del viaje de los vehículos que transitan en el puente. El inspector debe ser capaz de reconocer aquellas juntas de expansión que no están funcionando apropiadamente.

Sonidos extraños: Se deben detectar cuidadosamente los sonidos en las juntas de expansión cuando los vehículos pasan sobre ellas. Esto debido a que los sonidos provienen de zonas donde la junta presenta algún daño. Si se detecta un sonido considerable, debe ser calificado con grado tres (Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 86).

Filtraciones de agua

Tabla 21. Grado de daño por filtraciones de agua

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No hay filtración de agua proveniente de las juntas
2	Se observó filtraciones en algunas partes de los asientos del puente
3	Se observó filtraciones en menos del 50% del muro y la viga cabezal

4	Se observó filtraciones en más del 50% del muro y la viga cabezal
5	Las filtraciones cubren toda la pared frontal y la viga cabezal

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 87

Faltante o deformación

Tabla 22. Grado de daño por faltante o deformación

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observan faltante o deformaciones de juntas
2	Se observan pequeñas deformaciones
3	Algunas partes están deformadas
4	Algunas partes se han perdido
5	Los vehículos deben reducir la velocidad antes de pasar por las juntas de expansión

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 88

Movimiento vertical

Tabla 23. Grado de daño por movimiento vertical

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observó movimientos
2	Se observan pequeños movimientos
3	Algunas partes se mueven verticalmente y se detectaron sonidos
4	Algunas partes se mueven considerablemente o se detectaron grandes sonidos
5	La velocidad del vehículo debe reducirse antes de la junta de expansión

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 88

Juntas obstruidas

Tabla 24. Grado de daño por juntas obstruidas

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observó juntas obstruidas
2	No aplica
3	Se observó cierta obstrucción en la junta

4	No aplica
5	La junta está cubierta por sobrecapas de asfalto

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 89

Acero de refuerzo expuesto: Para la evaluación de este daño refiérase a la Tabla 8. Grado de daño por acero expuesto

SISTEMA DE DRENAJE.

Obstrucción de drenajes

Tabla 25. Grado de daño por obstrucción de drenajes

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No hay problemas
2	No aplica
3	Aproximadamente el 50% de los drenajes se encuentran obstruidos
4	No aplica
5	Drenajes totalmente obstruidos

Fuente: Ortiz y Sánchez, 2014, pág. 78.

Longitud o sección insuficiente

Tabla 26. Grado de daño por longitud o sección insuficiente

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No hay problemas
2	No aplica
3	Aproximadamente el 50% de los drenajes no tienen la longitud o sección requerida
4	No aplica
5	Todos los drenajes no poseen longitud o sección requerida

Fuente: Ortiz y Sánchez, 2014, pág. 78.

Ausencia de drenajes

Tabla 27. Grado de daño por ausencia de drenajes

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	Los drenajes existentes son suficientes
2	No aplica
3	Los drenajes existentes son insuficientes
4	No aplica
5	No existen drenajes

Fuente: Ortiz y Sánchez, 2014, pág. 79.

Mala ubicación de drenajes

Tabla 28. Grado de daño por mala ubicación de drenajes

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No hay problemas
2	No aplica
3	Aproximadamente el 50% de los drenajes desfogon sobre otro elemento
4	No aplica
5	Todos los drenajes descargan sobre algún elemento del puente

Fuente: Ortiz y Sánchez, 2014, pág. 79.

Bombeo de la vía

Tabla 29. Grado de daño por bombeo en la vía

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No hay problemas
2	Se observan pequeños depósitos de agua
3	La pendiente es insuficiente
4	Solo un carril posee la pendiente necesaria
5	No existe pendiente transversal

Fuente: Ortiz y Sánchez, 2014, pág. 80.

SEÑALIZACIÓN.

Emplazamiento de señalética

Tabla 30. Grado de daño por emplazamiento de señalética

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No aplica
2	No aplica
3	No aplica
4	Información con demasiada antelación
5	Información con poca antelación

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 46.

Desgaste de pintura

Tabla 31. Grado de dalo por desgaste de pintura

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No aplica
2	Desgaste en menos del 25% de la señalética
3	Desgaste entre el 25% al 50% de la señalética
4	Desgaste entre el 50% al 75% de la señalética
5	Desgaste en más del 75% de la señalética

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 46.

Ausencia de señalética

Tabla 32. Grado de daño por ausencia de señalética

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No aplica
2	No aplica
3	Ausencia de señalización informativa
4	Ausencia de señalización reglamentaria
5	Ausencia de señalización preventiva

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 47.

Deterioro de delineadores de piso

Tabla 33. Grado de daño por deterioro de delineadores de piso

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No aplica
2	No aplica
3	Pérdida de reflectividad de las tachas
4	Pérdida por adherencia de las tachas
5	No aplica

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 47).

Inseguridad vial

Tabla 34. Grado de daño por inseguridad vial

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No aplica
2	No aplica
3	No aplica
4	No aplica
5	Mala disposición de señalética

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 47).

ACCESOS.

Los accesos son importantes por su conexión al puente y deben estar a nivel con el tablero si la transición no es suave, los efectos del impacto pueden aumentar la energía de las cargas que ingresan al puente, causando daños a la estructura, siendo los daños más comunes las fallas en la carpeta de rodadura, deficiencia en el drenaje, deficiencia en la señalética, pérdida de guarda vías y la acumulación de material ajeno a la vía a continuación se detallan cada uno de estos daños.

Fallas en la carpeta de rodadura: hace referencia a fallas en la carpeta de rodadura de los accesos considerando si estas tienen ondulaciones, surcos, agrietamientos o fisuras u baches.

Tabla 35. Grado de daño por fallas en la carpeta de rodadura

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No aplica
2	Ondulaciones con profundidades menores a 0.04 m
3	Surcos con profundidades entre 0.02 m a 0.04 m
4	Agrietamientos con fisuras entre 5 a 10 mm
5	Baches con profundidades menores a 20 mm

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 48.

Deficiencia en el drenaje: se debe considerar fallas por deficiencias en el drenaje de los accesos considerando si estos tienen un bombeo inadecuado, obstrucción en las cunetas u ausencia de las mismas.

Tabla 36. Grado de daño por deficiencia en el drenaje

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No aplica
2	No aplica
3	Bombeo inadecuado en la vía
4	Obstrucción en las cunetas
5	Ausencia de cunetas

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 48.

Deficiencia en la señalética: En este punto se debe considerar las fallas por deficiencia en la señalética de los accesos considerando si estas tienen un desgaste en la pintura u pérdida de reflectividad o adherencia de los delineadores.

Tabla 37. Grado de daño por deficiencia en la señalética

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No aplica
2	No aplica
3	Desgaste de pintura
4	Pérdida de reflectividad y adherencia en tachas
5	No aplica

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 49.

Pérdida de guardavías: fallas por pérdida de guardavías en los accesos considerando si estas tienen corrosión en los guardavías o en los postes guarda, pérdida por colisión en alguna sección del guardavía u ausencia de los mismos.

Tabla 38. Grado de daño por pérdida de guardavías

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No aplica
2	No aplica
3	Corrosión en guardavías y postes guarda
4	Pérdida por colisión en alguna sección del guardavía
5	Ausencia de guardavías

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 49.

d) APOYOS.

Para inspeccionar los apoyos, primero el inspector debe determinar qué tipo de apoyo fue previsto en el diseño (fijo, expansivo o rígido). El inspector debe consultar con los planos los tipos de apoyo utilizados en el puente.

La causa principal de daños en los apoyos es el movimiento de la tierra en un sismo. Se debe registrar el número de apoyos utilizados para un puente y el grado de daño de la peor condición del apoyo.

Rotura de pernos

Tabla 39. Grado de daño por rotura de pernos

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observan daños en el perno del anclaje e
2	La tuerca no se encuentra en su posición original
3	El perno de anclaje esta deformado
4	El perno de anclaje se desplazó más de 5,00 cm
5	El perno de anclaje está completamente cortado

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 105.

Deformación del apoyo

Tabla 40. Grado de daño por deformación del apoyo

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observan deformaciones
2	Se observa una ligera deformación
3	Se observan deformaciones, pero todavía funciona
4	El apoyo esta considerablemente deformado y deberá ser reemplazado
5	El apoyo está completamente deforme y no funciona como apoyo

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 105.

Inclinación del apoyo

Tabla 41. Grado de daño por inclinación del apoyo

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observa ninguna inclinación
2	No aplica
3	Ligeramente inclinado
4	No aplica
5	Esta considerablemente inclinado y no tiene función como apoyo

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 106

Desplazamiento del apoyo

Tabla 42. Grado de daño por desplazamiento del apoyo

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No hay desplazamiento en el apoyo
2	No aplica
3	El apoyo está ligeramente desplazado
4	No aplica
5	El apoyo se desplazó más de 5,00 cm de su posición original

Fuente: Manual de Inspección de Puentes, Costa Rica, 2007, pág. 106

e) Obras de protección y seguridad

Protección del talud

Tabla 43. Grado de daño por protección del talud

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No hay daños en el talud del relleno de aproximación
2	No aplica
3	El talud del relleno de aproximación colapso ligeramente
4	No aplica
5	El colapso del talud reduce al ancho de la vía

Fuente: Ortiz y Sánchez, 2014, pág. 88

Inclinación del estribo

Tabla 44. Grado de daño por inclinación del estribo

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observa movimiento
2	No aplica
3	Se confirma visualmente el movimiento ligero
4	No aplica
5	La inclinación es notable

Fuente: Ortiz y Sánchez, 2014, pág. 90

Socavación en la fundación

Tabla 45. Grado de daño por socavación en la fundación

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observa socavación
2	No aplica
3	Se observa socavación pero no se extiende a la fundación
4	No aplica
5	Aparece socavación por la fundación

Fuente: Ortiz y Sánchez, 2014, pág. 90

f) CAUCE.

Inestabilidad de taludes o terraplenes adyacentes a la estructura

Tabla 46. Grado de daño por inestabilidad de taludes o terraplenes adyacentes a la estructura

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No hay daños en taludes adyacentes a la estructura
2	No aplica
3	Leve inestabilidad en taludes de adyacentes a la estructura
4	No aplica
5	Colapso en taludes adyacentes a la estructura

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 61

Erosión en el lecho y márgenes del río

Tabla 47. Grado de daño por erosión en el lecho y márgenes del río

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observa acumulación de sedimentos en los márgenes del río
2	No aplica
3	Movilización de pequeñas cantidades de sedimentos que son transportados aguas abajo
4	No aplica
5	Movilización de grandes cantidades de sedimentos que son transportados aguas abajo

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 61

Socavación general del cauce

Tabla 48. Grado de daño por socavación general del cauce

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observa socavación en elementos estructurales del puente
2	No aplica

3	Crecientes producen socavación leve en elementos estructurales del puente
4	No aplica
5	Crecientes producen socavación excesiva en elementos estructurales del puente

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 61

Obstrucción del cauce por escombros

Tabla 49. Grado de daño por obstrucción del cauce por escombros

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observa obstrucción por escombros alrededor de la estructura
2	No aplica
3	Leve obstrucción por escombros alrededor de la estructura
4	No aplica
5	Considerable obstrucción por escombros alrededor de la estructura

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 62

Sedimentación de material transportado por la corriente

Tabla 50. Grado de daño por sedimentación de material transportado por la corriente

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	No se observa sedimentación por material transportado por la corriente
2	No aplica
3	Leve sedimentación de material transportado por la corriente aguas abajo
4	No aplica
5	Considerable sedimentación de material transportado por la corriente aguas abajo

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 62

Falla o colapso de las estructuras de protección de las orillas del río

Tabla 51. Grado de daño por falla o colapso de las estructuras de protección de las orillas del río

<i>GRADO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
1	No se observa daños en las estructuras de protección de las orillas del río
2	No aplica
3	Leves daños de las estructuras de protección de las orillas del río
4	No aplica
5	Colapso parcial de las estructuras de protección de las orillas del río

Fuente: Cain y Arcos, 2016, pág. 62

1.9.6.5.1. Calificación general de la condición del puente

Ponderación máxima según el tipo de elementos

Para determinar la calificación de cada elemento se realizará una sumatoria de cada uno de los valores asignados a todas las patologías encontradas teniendo así una calificación máxima según la tabla 57.

En el caso de que el elemento no exista o se encuentre totalmente deteriorado de tal forma que no sea posible realizar su inspección se otorgará la calificación máxima especificada.

Tabla 52. Calificación máxima según el tipo de elemento

TIPO	ELEMENTO	CALIFICACIÓN MÁXIMA
SUPERESTRUCTURA	Tablero	35
	Vigas principales	30
	Vigas secundarias (Diafragmas)	30
INFRAESTRUCTURA	Apoyos	20
	Estribo margen izquierdo	40
	Estribo margen derecho	40
	Muros de ala (margen izquierdo)	35
	Muros de ala (margen derecho)	35
	Pilares	40
ACCESORIOS	Carpeta de rodadura	30
	Aceras	35
	Barandas de acero	25
	Barandas de hormigón	30
	Juntas de expansión	30
	Drenaje	25
	Señalización	25
CAUCE	Cauce	30

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

Finalmente se procede a realizar una sumatoria general lo cual nos permitirá calificar la condición global del puente y determinar su estado, según como se detalla en la tabla perteneciente a la Guía de Inspección Funcional y Estructural de puentes de concreto reforzado tipo losa y losa sobre vigas de Ortiz y Sánchez pág. 96, descrita a continuación:

Tabla 53. Calificación general de la inspección de puentes

Calificación		Sumatoria de grado de daño.	Descripción de la condición
MUY BUENO	1	< 34 E. secundarios	No se observa problemas.
	2	< 80 E. secundarios	Fallas menores en elementos secundarios.
BUENO	3	< 125 E. secundarios	Hay problemas en algunos elementos secundarios, muestran deterioro de mediana importancia.
	4	< 170 E. secundarios	Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran importante deterioro.
REGULAR	5	>53 y <90 E. primarios (sin pilas) >67 y <110 E. primarios (con pilas)	Fallas de poca importancia en elementos primarios.
	6	<125 E. primarios (sin pilas) <155 E. primarios (con pilas)	Fallas menores en elementos primarios.
MALO	7	<160 E. primarios (sin pilas) <200 E. primarios (con pilas)	Fallas que no comprometen la funcionalidad segura del puente pero que deben tener su correcto mantenimiento.

MUY MALO	8	<195 E. primarios (sin pilas) <245 E. primarios (con pilas)	Fallas graves en elementos primarios. Se debe realizar un mantenimiento inmediato para evitar un daño avanzado.
	9	<230 E. primarios (sin pilas) <290 E. primarios (con pilas)	Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. Conviene cerrar el puente a menos que este sea monitoreado.
PÉSIMO	10	<265 E. primarios (sin pilas) <335 E. primarios (con pilas)	Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. - El puente se cierra al tráfico, pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.

Fuente: Ortiz y Sánchez, 2014, pág. 96

1.10. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

CALZADA:

(Manual de Carreteras del Paraguay, 2011) Es el área del puente destinada al tránsito vehicular, cuyo ancho se mide en forma perpendicular al Eje Longitudinal del Puente.

CAUCE:

(Wikipedia, 2016) es la parte de un valle por donde discurren las aguas en su curso: es el confín físico normal de un flujo de agua, siendo sus confines laterales las riberas.

DRENAJE:

(Manual de Carreteras del Paraguay, 2011) Elementos que permiten evacuar las aguas de lluvia que fluyen sobre la calzada y aceras del puente.

DUCTILIDAD:

(Definición De, 2016) propiedad de aquellos materiales que, bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse sin llegar a romperse. Estos materiales, como ciertos metales o asfaltos, se conocen como dúctiles.

EROSIÓN:

(Definición De. 2016) desgaste que se produce en la superficie de un cuerpo por la acción de agentes externos (como el viento o el agua) o por la fricción continua de otros cuerpos.

ESTALACTITAS:

(Wordreference, 2016) Concreción calcárea larga y puntiaguda que cuelga del techo de las cavernas por la filtración de aguas calizas carbonatadas.

GALIBO:

(Glosario Ministerio de Transporte y Comunicaciones Perú, 2008) Distancia libre entre el fondo de la superestructura del puente y el nivel de aguas máximas del río.

HIDROPLANEEO:

(Definiciónabc, 2017) Es un fenómeno muy común que sucede cuando un auto o vehículo se desplaza por una superficie mojada o con agua, lo cual hace que las llantas o neumáticos pierdan contacto con el asfalto o terreno y pueda perderse el control del vehículo.

INFRAESTRUCTURA VIAL:

(EcuRed, 2016) La Infraestructura vial es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable y segura desde un punto a otro.

LOSA DE TRANSICIÓN:

(Monografías, 2016) Sirven de transición entre el puente y el terraplén de la vía y tienen la función de suavizar los posibles asentamientos diferenciales originados en el relleno del acceso.

PALIZADAS:

(Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, 2014) Defensa hecha de estacas y terraplenada para impedir la salida de los ríos o dirigir su corriente.

PANDEO:

(Definición.De, 2016) curva o flexión que se produce en la mitad de una viga o de un muro debido a la compresión.

PATOLOGÍA:

(Construmatica, 2016) Aquella lesión o deterioro sufrido por algún elemento, material o estructura.

RASANTE:

(Wikivia, 2016) conjunto de segmentos, rectilíneos y curvos, que definen el trazado en alzado de una carretera.

REOLOGÍA:

(Wikipedia, 2017) Es la parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación en los materiales que son capaces de fluir.

SEDIMENTACIÓN:

(DefiniciónABC, 2016) proceso que consiste en la formación y depósito de materiales sólidos que se acumulan en la superficie de la tierra como consecuencia de diversos procesos y fenómenos que afectan a la atmósfera, la hidrósfera y la biósfera.

SOCAVACIÓN:

(Glosario Ministerio de Transporte y Comunicaciones Perú, 2008) Erosión de la cimentación de una estructura u otro elemento de la vía por la acción del agua.

TALUD:

(Wordpress.com, 2016) cualquier superficie inclinada respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las masas de tierra.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. TIPO DE ESTUDIO

La metodología que se empleara en el trabajo de investigación es el método científico el cual busca comprobar las hipótesis y lograr los objetivos antes planteados.

El proyecto tiene el propósito de evaluar el estado actual en el cual se encuentra el puente sobre el Río Chibunga con la finalidad de poder emitir un informe detallado con las deficiencias encontradas para posteriormente elaborar la propuesta de rediseño del mismo y así de esta manera garantizar el bienestar de los usuarios y moradores del sector de Gatazo Grande y demás poblaciones aledañas.

En este trabajo de investigación utilizaremos la investigación exploratoria para obtener una visión aproximada que nos permita entender mejor nuestro problema planteado que es la **EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA, UBICADO EN LA VÍA CALPI-GATAZO GRANDE, PARROQUIA CAJABAMBA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA CHIMBORAZO**, llevando a cabo una inspección física y visual basándonos en el la **GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ** y en el **MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES DE COSTA RICA**, posteriormente se realizara una investigación descriptiva con la cual se podrá emitir un informe sobre las deficiencias encontradas.

Con la investigación de campo en cambio llevaremos a cabo encuestas directamente realizadas a los moradores del sector de Gatazo Grande adentrándonos más al problema y luego se iniciarán los estudios de ingeniería básica para poder elaborar la propuesta de rediseño del puente.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

El muestreo es indispensable para el investigador ya que es imposible entrevistar a todos los miembros de una población debido a problemas de tiempo, recursos y esfuerzo. Al seleccionar una muestra lo que se hace es estudiar una parte o un subconjunto de la población, pero que la misma sea lo suficientemente representativa de ésta para que luego pueda generalizarse con seguridad de ellas a la población.

2.2.1. Determinación de la muestra poblacional

Para calcular el tamaño de la muestra suele utilizarse la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2pq}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

n: el tamaño de la muestra.

N: tamaño de la población.

Z: Valor obtenido mediante niveles de confianza.

Tabla 54. Niveles de confianza, valores Z

Valor de Z_{α}	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2,24	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97,5%	99%

Fuente: Wikipedia (2016)

e: Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

p: proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura.

q: proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es 1-p.

DATOS:

$$e = 6\% = 0.06$$

Z = 1,65 para el 90% de confiabilidad

N= 16248 hab.

$$p = 0,50$$

$$q = 0,50$$

$$n = \frac{1,65^2 * 0,5 * 0,5 * 16248}{(16248 - 1) * 0,06^2 + 1,65^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 187 \text{ habitantes}$$

2.3. HIPÓTESIS

¿La inspección y evaluación funcional y estructural del puente sobre el Río Chibunga podría ayudar para identificar sus defectos y deficiencias en su estado actual y dar posibles soluciones con la finalidad de mejorar la movilidad y seguridad vial?.

2.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.4.1. Variable independiente

Inspección, evaluación y análisis de las condiciones actuales del puente sobre el Río Chibunga, Parroquia Cajabamba, Cantón Colta, Provincia Chimborazo.

2.4.2. Variable dependiente

- Rediseño estructural en base a normas y especificaciones vigentes que se adapte a las condiciones del sitio.
- Mejoramiento de la seguridad vial.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE

Tabla 55. Operacionalización de variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Inspección, evaluación y análisis de las condiciones actuales del puente sobre el Río Chibunga, Parroquia Cajabamba, Cantón Colta, Provincia Chimborazo.	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos con deficiencias o síntomas de deterioro. – Deformaciones – Fisuramientos – Fallas estructurales o funcionales – Tipo de materiales – Mantenimientos anteriores. 	Exámenes visuales y físicos	Ficha de campo y Guía para inspección de puentes.

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

VARIABLES DEPENDIENTES

Tabla 56. Operacionalización de variables dependientes

VARIABLES DEPENDIENTE	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Rediseño estructural en base a normas y especificaciones vigentes que se adapte a las condiciones del sitio.	<ul style="list-style-type: none"> – Estudios de Ingeniería básica – Diseño de todos los elementos constitutivos de puentes. 	Cálculo y diseño	Norma STANDARD SPECIFICATIONS FOR HIGHWAY BRIDGES, adoptado por la AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIAL [AASHTO]. Norma LOAD AND RESISTANCE FACTOR DESIGN [LRFD].
Mejoramiento de la seguridad vial.	<ul style="list-style-type: none"> – Fluidez en el tráfico – Seguridad al ingreso del puente. 	Observación Inspección Encuestas	Manejo de un plan

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

2.6. PROCEDIMIENTOS

2.6.1. Sistematización de la metodología empleada

Para la elaboración del proyecto de investigación se empleó un proceso sistemático y adecuado según las necesidades del estudio, el cual se describe a continuación:

2.6.1.1. Diagnóstico de la situación actual de sectores beneficiados

Con la finalidad de conocer la realidad actual en la que se encuentra el puente en estudio se procedió a realizar una visita de campo para recolectar información de tipo fotográfico y para la realización de encuestas que nos permitan adentrarnos más al problema que afecta directamente tanto a los moradores del sitio como a los usuarios de esta importante infraestructura vial.

2.6.1.2. Evaluación funcional y estructural de los elementos constitutivos del puente sobre el Río Chibunga

La inspección funcional se llevó a cabo siguiendo los parámetros establecidos según el MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES DE COSTA RICA y la GUÍA DE INSPECCIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE PUENTES DE CONCRETO REFORZADO TIPO LOSA Y LOSA SOBRE VIGAS.

Allí se detalla el sistema de calificación de todos los tipos de daños que se pueden encontrar durante la inspección de puentes, y de igual forma se establece la calificación general y la condición actual en la que se encontraría el mismo.

Para la evaluación estructural se procedió a realizar el cálculo del acero de refuerzo que debería poseer las vigas del puente de acuerdo a las medidas que tiene actualmente.

La evaluación de procesos constructivos será realizada en base a la inspección visual y datos obtenidos en campo en el cual se detallará las deficiencias encontradas y los problemas generados.

2.6.1.3. Análisis del tráfico existente y determinación del TPDA

Para determinar el tráfico promedio diario actual es necesario realizar un conteo vehicular mínimo de siete días, para lo cual se clasificó a los vehículos en dos categorías livianos y pesados, esto bajo el criterio de que se caracteriza por ser una vía colectora sin mucha incidencia de tráfico de otro tipo.

Para este estudio el instrumento básico es una hoja de Conteo diario vehicular.

2.6.1.4. Estudio topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico comprendido por lo menos 100 metros a cada lado del puente tanto en dirección longitudinal (eje de la carretera) como en dirección transversal (dirección del río).

Este trabajo de campo permitirá la posterior elaboración de los planos topográficos, además de proporcionar información base para los estudios de hidrología e hidráulica.

También se dejó un punto de referencia correspondiente al punto 407 denominado como BASE el cual servirá para el replanteo cuando se ejecute la construcción.

2.6.1.5. Estudio Hidráulico e hidrológico del Río Chibunga

Se establecerá las características hidrológicas tales como análisis del comportamiento del río, crecientes máximas, anchos y lugares de desborde y demás factores que permitirán definir los requisitos mínimos del puente y su ubicación más óptima en función de los niveles de seguridad permitidos y el gálibo necesario. Los softwares empleados para este análisis son:

- ARCGIS este software parte de la topografía y los distintos cauces en la región estudiada, los que permiten definir la zona de influencia y determinar el área de la cuenca.
- HEC-RAS es un programa de modelización hidráulica unidimensional que nos permite simular flujos en cauces naturales o canales artificiales para determinar el nivel del agua por lo que su objetivo principal es realizar estudios de inundabilidad y determinar las zonas inundables.

2.6.1.6. Análisis de Suelos

Análisis visual para la determinación de la profundidad del suelo de cimentación

2.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

2.7.1. Evaluación funcional y estructural del puente sobre el Río Chibunga ubicado en la vía Calpi-Gatazo grande.

2.7.1.1. Equipos y herramientas empleadas para la inspección

CHECK LIST

Tabla 57. Check List de equipos y herramientas empleados para la inspección

<i>ACTIVIDAD</i>	<i>EQUIPOS/HERRAMIENTAS</i>	<i>CHEQUEO</i>
PROTECCIÓN PERSONAL	Casco	✓
	Chaleco	✓
	Botas de caucho	✓
	Gafas	✓
	Guantes	✓
LIMPIEZA	Cepillo de cerdas metálicas	✓
	Espátula	✓
	Escoba	✓
	Machete	✓
	Pala	✓
INSPECCIÓN GENERAL	Martillo	✓
	Navaja	✓
	Cinzel	✓
	Spray de pintura	✓
INSPECCIÓN VISUAL	Binoculares	✓
	Linternas	✓
	Lupas	✓
	Espejos	✓
MEDICIÓN	Cinta métrica	✓
	Flexómetro	✓
	Distanciómetro	✓
ACCESO	Nivel de mano	✓
	Arneses	✓
DOCUMENTACIÓN	Cuerda (línea de vida)	✓
	Fichas de inspección	✓
	Cuaderno	✓
	Regla	✓
	Cámara digital	✓
	GPS	✓
	Celular	✓

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

2.7.1.2. Fotografías



Ilustración 43. Visión general del puente sobre el Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2016).

Elementos visibles

Superestructura

- Losa de tablero
- Vigas

Infraestructura

- Estribo margen derecho

Accesorios

- Aceras
 - Barandas
 - Carpeta de rodadura
 - Obra falsa
- Cauce del río
Taludes

ACCESOS

VIA CALPI – GATAZO GRANDE



Ilustración 44. Acceso Calpi-Gatazo Grande

Fuente: Sofía Aguayo, (2016).

GATAZO GRANDE - CALPI



Ilustración 45. Acceso Gatazo Grande-Calpi

Fuente: Sofía Aguayo, (2016).

2.7.1.3. Datos generales del puente

Tabla 58. Datos generales de la inspección

TOMA DE DATOS DE LA INSPECCION			
ANEXO N° 03-01			
1 IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN			
	NOMBRE DEL PUENTE: s/n Sobre el rio TIPO DE PUENTE: Chibunga SOBRE: Losa ALTITUD (msnm): Vigas INICIO LATITUD: 3012 LONGITUD: 750862,98 FIN LATITUD: 9817375,29 LONGITUD: 750863,57 LONGITUD: 9817354,81	RUTA: Vía a Gatazo Grande KILÓMETRO: 5.50 PROVINCIA: Chimborazo CANTÓN: Colta PARROQUIA: Cajabamba POBLADO MAS CERCANO: Gatazo Grande	
2 DATOS GENERALES			
	LONGITUD TOTAL (m): 19,50 ANCHO CALZADA (m): 3,65 ANCHO VEREDA (m): 0,55 ALTURA LIBRE SUPERIOR (m): ALTURA LIBRE INFERIOR (m):	TIPO SERVICIO: Vehicular NUMERO VÍAS TRÁNSITO: 1 N° PROYECTO: Indeterminado AÑO CONSTRUCCIÓN: 1990 ÚLTIMA INSPECCIÓN: No se registra información	
3 TRAMOS			
	NÚMERO DE TRAMOS: 1 LUZ PRINCIPAL (m): 19,50	LONGITUD TRAMO 1 (m): 19,50 LONGITUD TRAMO 2 (m): No posee	
4 SUPERESTRUCTURA			
	LOSA MATERIAL: Hormigón Armado ESPESOR (m): Aprox. 0,25 SUPERFICIE DE DESGASTE: Pavimento flexible	VIGAS N° DE VIGAS: 3 MATERIAL: Hormigón Armado FORMA: Rectangular PERALTE (m): 1,50 SEPARACIÓN ENTRE EJES: Aprox. 1,30	
5 SUBESTRUCTURA			
	ESTRIBO IZQUIERDO ELEVACIÓN/TIPO: Pórtico con aleros ELEVACIÓN/MATERIAL: Hormigón Armado CIMENTACIÓN/TIPO: No se visualiza CIMENTACIÓN/MATERIAL: No se visualiza	ESTRIBO DERECHO ELEVACIÓN/TIPO: No existe ELEVACIÓN/MATERIAL: Enrocado CIMENTACIÓN/TIPO: No se visualiza CIMENTACIÓN/MATERIAL: No se visualiza	
	APOYO IZQUIERDO TIPO: No posee MATERIAL: No posee N° DE APOYOS: No posee	APOYO DERECHO TIPO: No posee MATERIAL: No posee N° DE APOYOS: No posee	

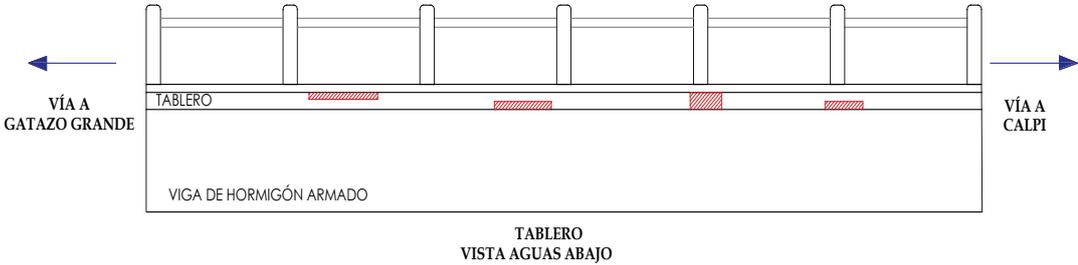
6 PILARES				
	<i>PILA 1</i>		<i>PILA 1</i>	
	ELEVACIÓN/TIPO:	No posee	ELEVACIÓN/TIPO:	No posee
	ELEVACIÓN/MATERIAL:	No posee	ELEVACIÓN/MATERIAL:	No posee
	CIMENTACIÓN/TIPO:	No posee	CIMENTACIÓN/TIPO:	No posee
	CIMENTACIÓN/MATERIAL:	No posee	CIMENTACIÓN/MATERIAL:	No posee
7 ACCESORIOS				
	<i>BARANDAS</i>		<i>VEREDAS</i>	
	TIPO:	Postes y pasamanos. Hormigón Armado y tubos de hierro	ANCHO VEREDA (m):	0,55
	MATERIAL:	galvanizado recubiertos con pintura amarilla	MATERIAL:	Hormigón Armado
	<i>DRENAJES</i>		<i>JUNTAS DE EXPANSIÓN</i>	
	TIPO:	Huecos	TIPO:	No posee
	N° DE DRENAJES:	6	N° DE JUNTAS:	No posee
8 ACCESOS				
	<i>ACCESO CALPI-GATAZO GRANDE</i>		<i>ACCESO GATAZO GRANDE-CALPI</i>	
	LONGITUD TRANSICIÓN (m):	No posee	LONGITUD TRANSICIÓN (m):	No posee
	ANCHO DE CALZADA (m):	6,50	ANCHO DE CALZADA (m):	6,30
	ANCHO TOTAL BERMAS (m):	No posee	ANCHO TOTAL BERMAS (m):	No posee
	VISIBILIDAD:	Buena	VISIBILIDAD:	Buena
9 SEGURIDAD VIAL				
	<i>ACCESO IZQUIERDO</i>		<i>ACCESO DERECHO</i>	
	SEÑAL INFORMATIVA:	No posee	SEÑAL INFORMATIVA:	No posee
	SEÑAL PREVENTIVA:	Limitada	SEÑAL PREVENTIVA:	Limitada
	SEÑAL REGLAMENTARIA:	No posee	SEÑAL REGLAMENTARIA:	Limitada
	SEÑAL HORIZONTAL:	Mala	SEÑAL HORIZONTAL:	Mala
10 SOBRECARGA				
	SEÑALIZACIÓN DE CARGA:	No posee		
11 CONDICIÓN DEL SECTOR DE LA CARRETERA				
	CONDICIÓN DE LA CARRETERA:	Buena		
12 NIVELES DE AGUA				
	VELOCIDAD DEL CAUDAL (m/seg):	0,65	GÁLIBO DETERMINADO (m):	5,30
UNIDAD DE INSPECCIÓN				
FECHA DE INSPECCIÓN (dd/mm/aa):	23/7/2016	RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo	

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2016).

2.7.1.4. Fichas de evaluación de patologías

2.7.1.4.1. SUPERESTRUCTURA

a. TABLERO

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA			
			
NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	01
ELEMENTO:		TABLERO	
DAÑO:	Nidos de piedra y cavidades	GRADO:	4
DESCRIPCIÓN DEL DAÑO			
Presencia de nidos de piedra en gran parte de la cara visible del tablero debido a malos procesos constructivos y la falta de vibrado al momento de fundición.			
LOCALIZACIÓN			
 <p align="center">TABLERO VISTA AGUAS ABAJO</p>			
GRADO		DESCRIPCIÓN	
	1	No se observaron nidos de piedra	
	2	Se observaron nidos de piedra en algunos sitios	
	3	Se observaron más de diez nidos de piedra	
X	4	Se observan nidos de piedra en muchos sitios	
	5	No aplica	

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	01
ELEMENTO:		TABLERO	
DAÑO:	Nidos de piedra y cavidades	GRADO:	4
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

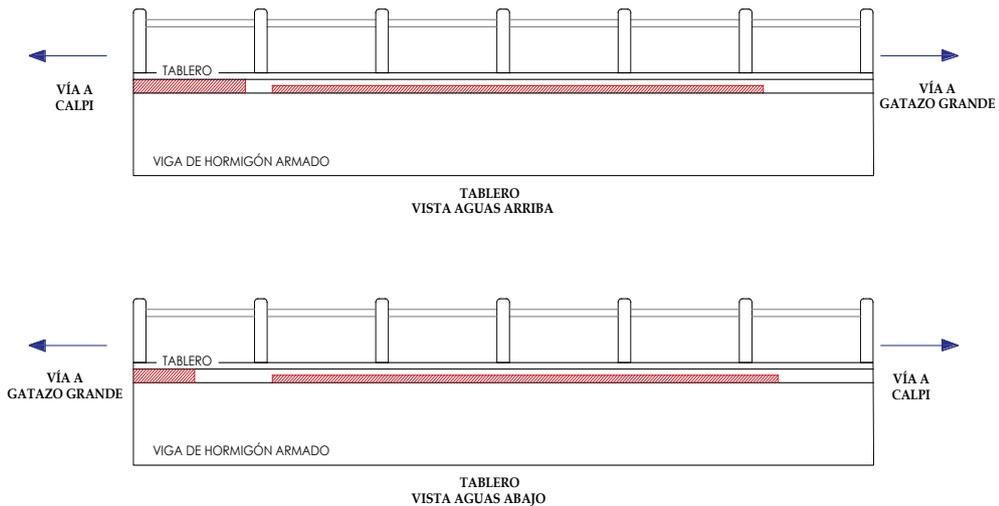


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	02
ELEMENTO:		TABLERO	
DAÑO:	Descascaramiento	GRADO:	5

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Los pobres procesos constructivos han evidenciado la presencia de desprendimientos de capas de hormigón en la zona superficial del mismo.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No se observó descascaramiento en la superficie de la estructura
	2	Se observó el principio del descascaramiento
	3	Ha crecido el descascaramiento en algunas partes de la superficie de la estructura
	4	Se observó un considerable descascaramiento
X	5	Se observó un considerable descascaramiento y oxidación

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	02
ELEMENTO:		TABLERO	
DAÑO:	Descascaramiento	GRADO:	5
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

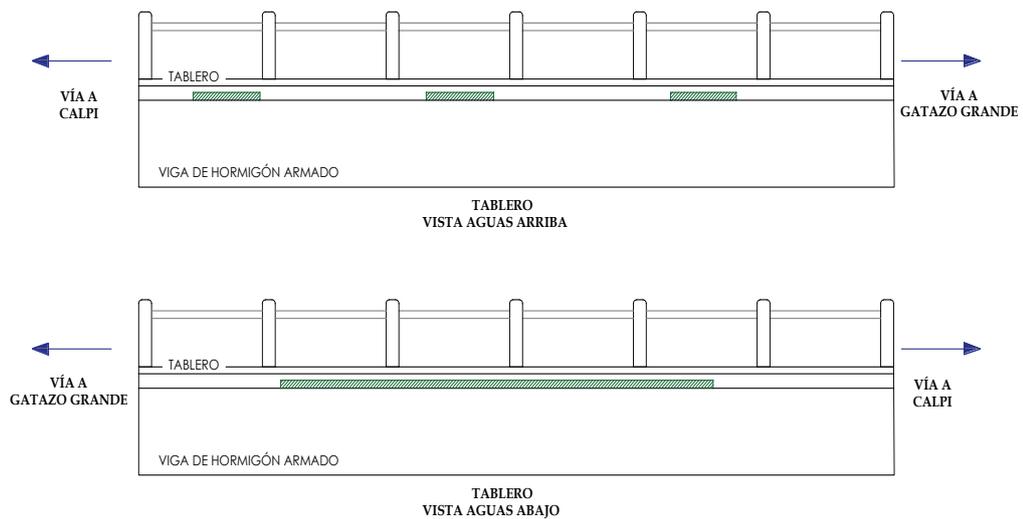


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
CANTÓN:	Colta		
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	03
ELEMENTO:		TABLERO	
DAÑO:	Eflorescencia	GRADO:	4

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Eflorescencia principalmente bajo la desembocadura de los huecos para drenajes

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No se observó eflorescencia
	2	Se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie del concreto
	3	Se observó eflorescencia en menos de la mitad del área del elemento
X	4	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área del elemento
	5	Se observó estalactitas en muchos lugares causados por el cloruro de calcio

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	03
ELEMENTO:		TABLERO	
DAÑO:	Eflorescencia	GRADO:	4
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

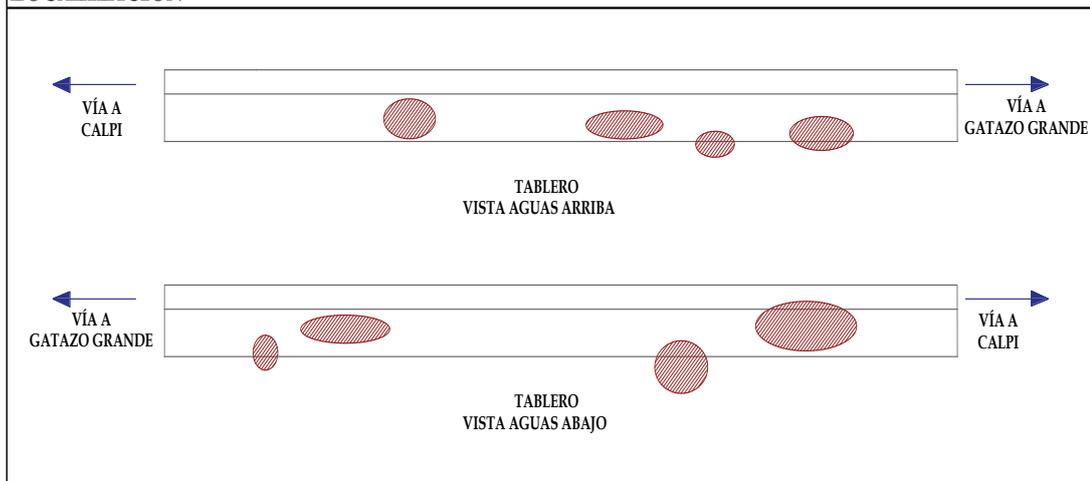


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	04
ELEMENTO:		TABLERO	
DAÑO:	Acero de refuerzo expuesto	GRADO:	5

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Debido a la gran cantidad de nidos de piedra el acero de refuerzo esta expuesto y corroído en muchas zonas del filo inferior del tablero y la unión con la viga principal y aceras

LOCALIZACIÓN

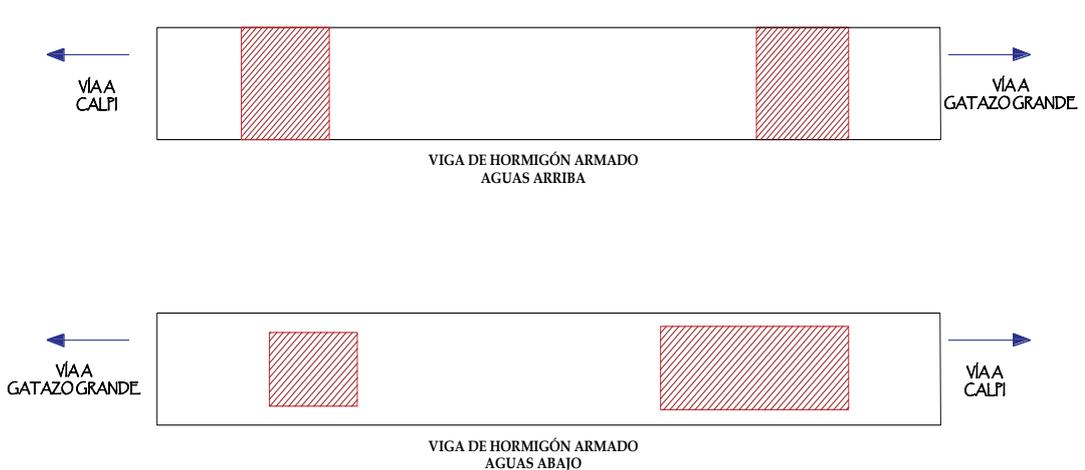


<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	Descascaramiento en la superficie del concreto
	2	Se observó cascaras a lo largo del refuerzo principal
	3	El refuerzo está expuesto en pequeñas partes
	4	Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado
X	5	Se observa el acero principal expuesto con reducción de sección

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	04
ELEMENTO:		TABLERO	
DAÑO:	Acero de refuerzo expuesto	GRADO:	5
			
			
			

b. VIGAS

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA			
			
NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	05
ELEMENTO:		VIGAS	
DAÑO:	Agrietamiento	GRADO:	5
DESCRIPCIÓN DEL DAÑO			
Se observaron grietas de diversos tamaños en los tercios extremos de la cara de la viga y en todas las orientaciones, vertical, horizontal e inclinadas; debido a que las vigas continúan enconfradas en su base y caras internas no se pudo inspeccionar totalmente solamente se realizó la inspección en la cara externa aguas arriba y aguas abajo.			
LOCALIZACIÓN			
			
GRADO		DESCRIPCIÓN	
	1	No hay grietas	
	2	Se observó algunas grietas	
	3	El espesor de la grieta es menor a 0,30 mm con intervalos de 50 cm	
	4	El espesor de la grieta es mayor a 0,30 mm con intervalos de 50 cm	
X	5	Se observa grietas con espesores de varios mm	

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	05
ELEMENTO:		VIGA AGUAS ARRIBA	
DAÑO:	Agrietamiento	GRADO:	5
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	05
ELEMENTO:		VIGA AGUAS ABAJO	
DAÑO:	Agrietamiento	GRADO:	5
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

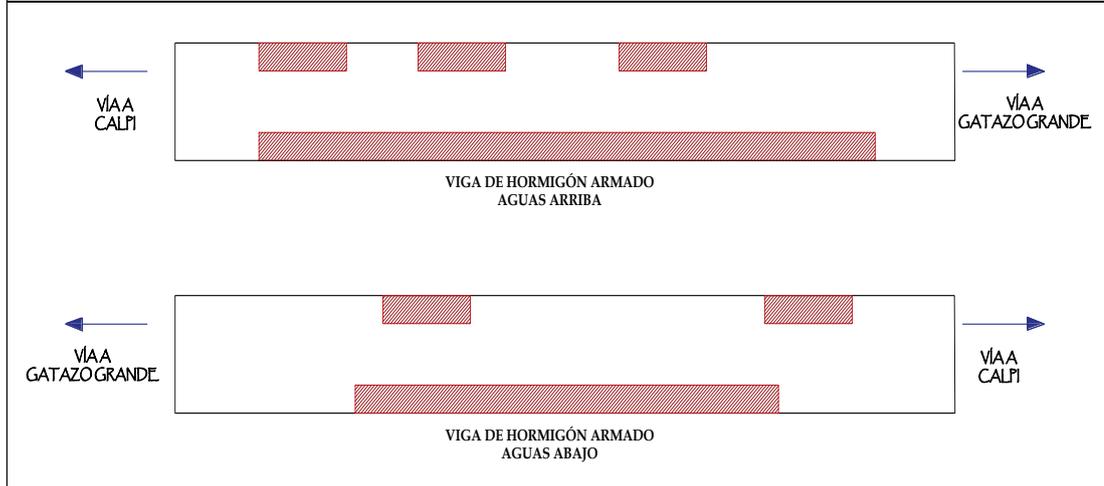


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
CANTÓN:	Colta		
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	06
ELEMENTO:		VIGAS	
DAÑO:	Nidos de piedra y cavidades	GRADO:	4

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Presencia de nidos de piedra mayoritariamente en la parte inferior y superior de la cara visible de la viga debido a malos procesos constructivos y la falta de vibrado al momento de fundición.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No se observaron nidos de piedra
	2	Se observaron nidos de piedra en algunos sitios
	3	Se observaron más de diez nidos de piedra
X	4	Se observan nidos de piedra en muchos sitios
	5	No aplica

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	06
ELEMENTO:		VIGAS	
DAÑO:	Nidos de piedra y cavidades	GRADO:	4
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

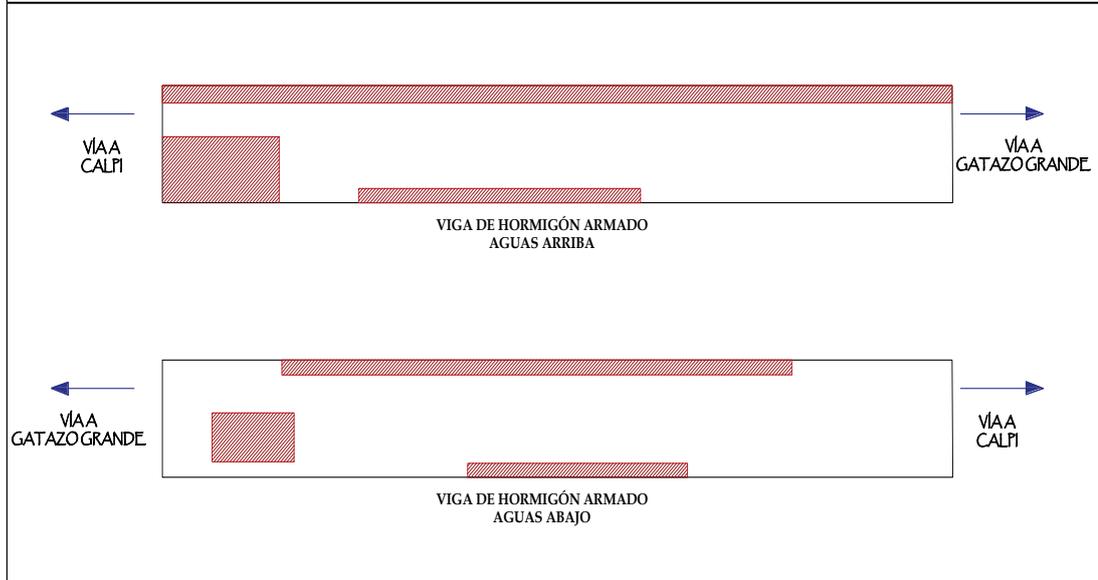


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	07
ELEMENTO:		VIGAS	
DAÑO:	Descascaramiento	GRADO:	5

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Los pobres procesos constructivos han evidenciado la presencia de desprendimientos de capas de hormigón en la zona superficial del mismo principalmente en la union viga-tablero lo cual se evidencia en grandes densidades.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No se observó descascaramiento en la superficie de la estructura
	2	Se observó el principio del descascaramiento
	3	Ha crecido el descascaramiento en algunas partes de la superficie de la estructura
	4	Se observó un considerable descascaramiento
X	5	Se observó un considerable descascaramiento y oxidación

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	07
ELEMENTO:		VIGAS	
DAÑO:	Descascaramiento	GRADO:	5
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

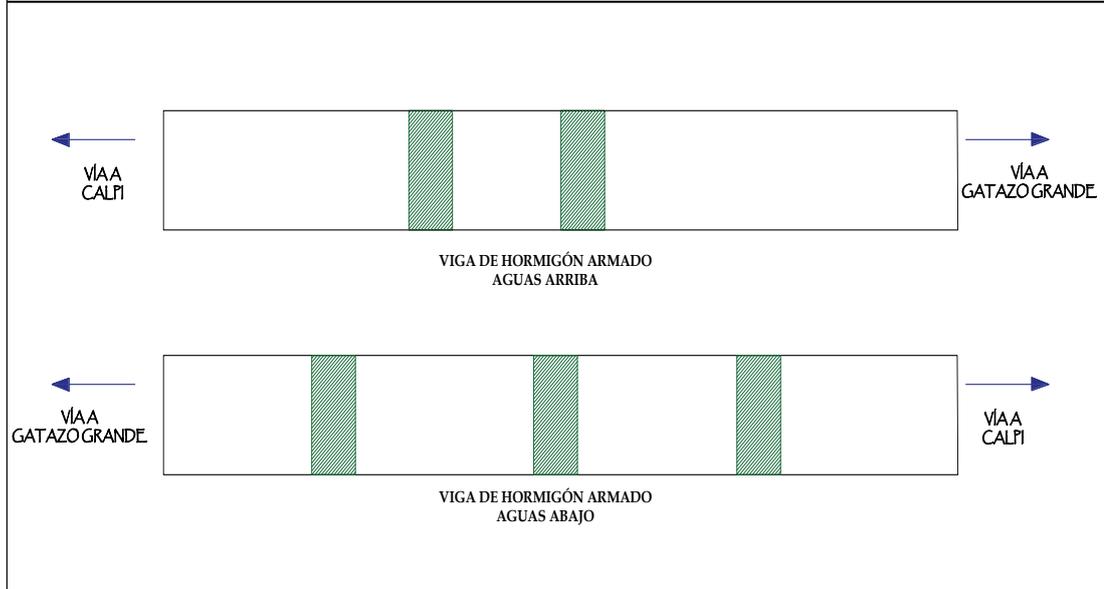


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
CANTÓN:	Colta		
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	08
ELEMENTO:		VIGAS	
DAÑO:	Eflorescencia	GRADO:	4

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Eflorescencia principalmente bajo la desembocadura de los huecos para drenajes

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No se observó eflorescencia
	2	Se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie del concreto
	3	Se observó eflorescencia en menos de la mitad del área del elemento
X	4	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área del elemento
	5	Se observó estalactitas en muchos lugares causados por el cloruro de calcio

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	08
ELEMENTO:		VIGAS	
DAÑO:	Eflorescencia	GRADO:	4
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA



NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	09
----------------------------	--	----	----

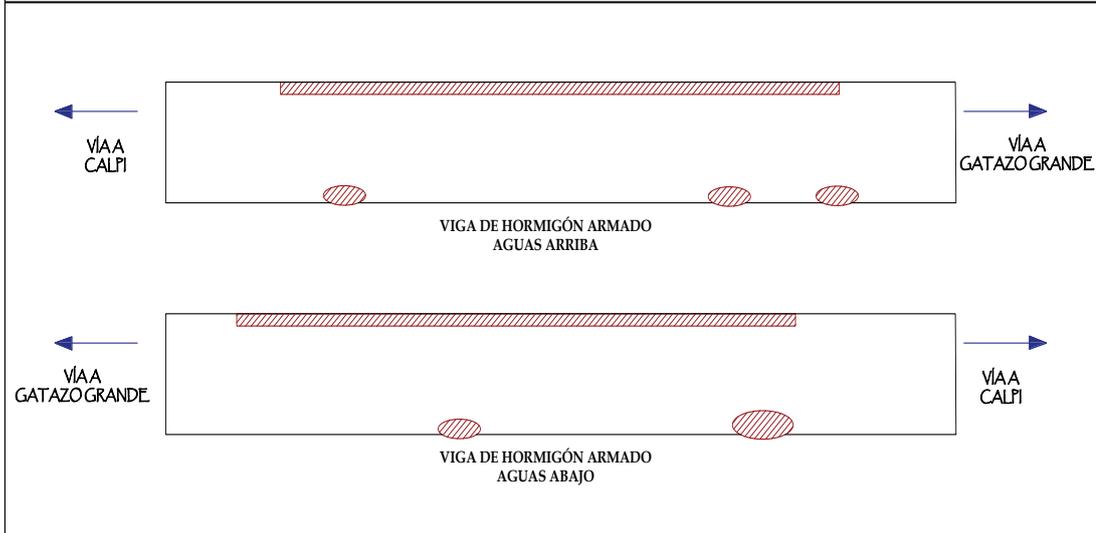
ELEMENTO:		VIGAS	
------------------	--	--------------	--

DAÑO:	Acero de refuerzo expuesto	GRADO:	4
--------------	----------------------------	---------------	----------

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Debido a la gran cantidad de nidos de piedra el acero de refuerzo esta expuesto y corroído tanto en la zona superior como inferior de la viga.

LOCALIZACIÓN

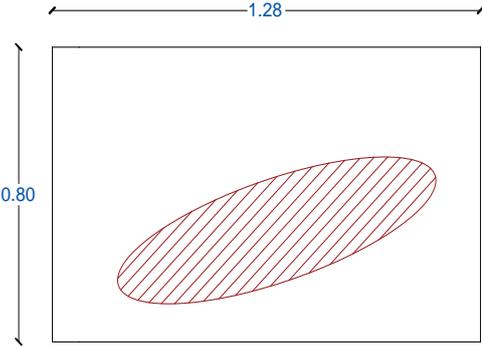
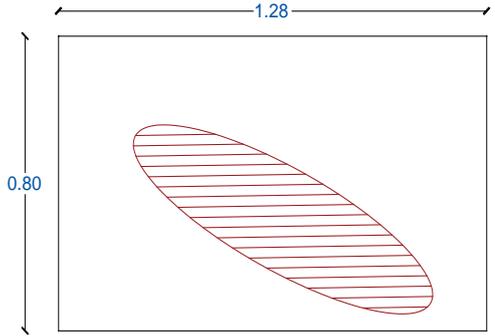


<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	Descascaramiento en la superficie del concreto
	2	Se observó cascarras a lo largo del refuerzo principal
	3	El refuerzo está expuesto en pequeñas partes
X	4	Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado
	5	Se observa el acero principal expuesto con reducción de sección

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	09
ELEMENTO:		VIGAS	
DAÑO:	Acero de refuerzo expuesto	GRADO:	4
			
			
			

c. DIAFRAGMAS

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA			
			
NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	10
ELEMENTO:		DIAFRAGMAS	
DAÑO:	Nidos de piedra y cavidades	GRADO:	4
DESCRIPCIÓN DEL DAÑO			
Presencia de nidos de piedra en forma inclinada que se observan desde la parte inferior del diafragma debido a malos procesos constructivos y la falta de vibrado al momento de fundición.			
LOCALIZACIÓN			
			
DIAFRAGMA AGUAS ABAJO		DIAFRAGMA AGUAS ARRIBA	
<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>	
	1	No se observaron nidos de piedra	
	2	Se observaron nidos de piedra en algunos sitios	
	3	Se observaron más de diez nidos de piedra	
X	4	Se observan nidos de piedra en muchos sitios	
	5	No aplica	

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	10
ELEMENTO:		DIAFRAGMAS	
DAÑO:	Nidos de piedra y cavidades	GRADO:	4
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA+B3

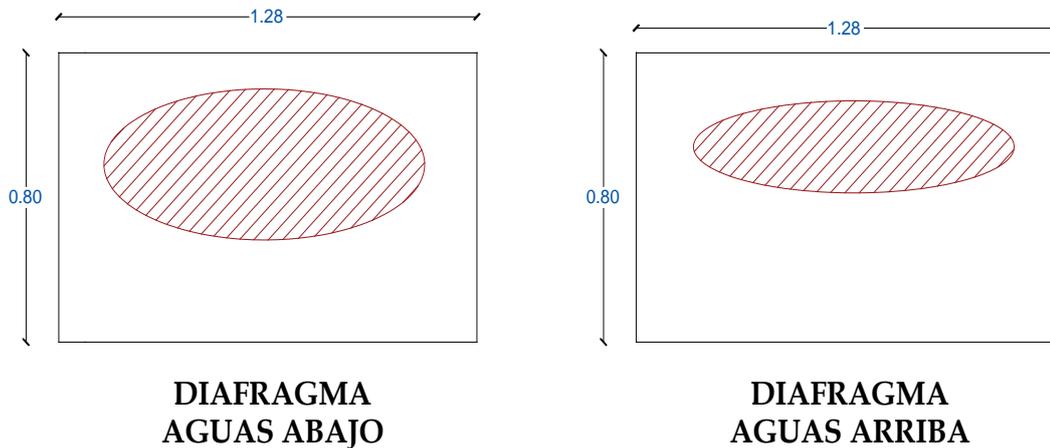


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	11
ELEMENTO:		DIAFRAGMAS	
DAÑO:	Descascaramiento	GRADO:	4

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Los malos procesos constructivos han ocasionado el desprendimiento de capas superficiales de hormigon en las caras de los diafragmas principalmente en la parte superior del mismo.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No se observó descascaramiento en la superficie de la estructura
	2	Se observó el principio del descascaramiento
	3	Ha crecido el descascaramiento en algunas partes de la superficie de la estructura
X	4	Se observó un considerable descascaramiento
	5	Se observó un considerable descascaramiento y oxidación

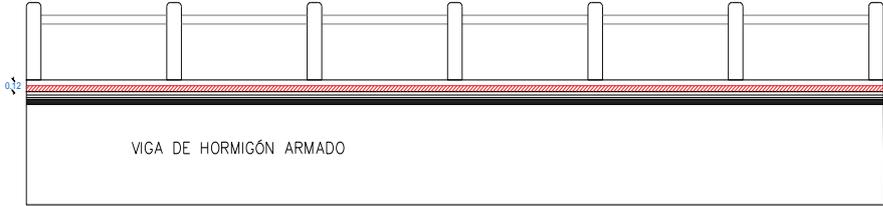
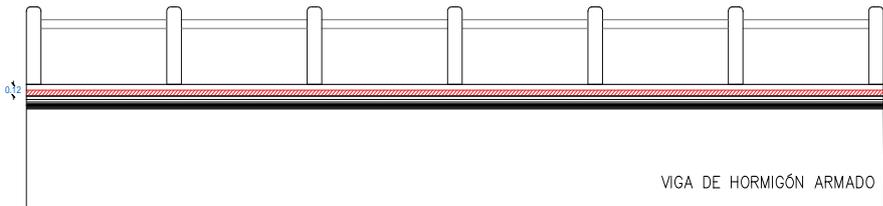
EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	11
ELEMENTO:		DIAFRAGMAS	
DAÑO:	Descascaramiento	GRADO:	4



2.7.1.4.2. ACCESORIOS

a. ACERAS

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA			
			
NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	12
ELEMENTO:		ACERAS	
DAÑO:	Nidos de piedra y cavidades	GRADO:	4
DESCRIPCIÓN DEL DAÑO			
Se observaron nidos de piedra en la mayor parte de la longitud total de la acera especialmente en filos y parte baja de la misma.			
LOCALIZACIÓN			
 <p align="center">ACERA AGUAS ARRIBA</p>			
 <p align="center">ACERA AGUAS ABAJO</p>			
GRADO		DESCRIPCIÓN	
	1	No se observaron nidos de piedra	
	2	Se observaron nidos de piedra en algunos sitios	
	3	Se observaron más de diez nidos de piedra	
X	4	Se observan nidos de piedra en muchos sitios	
	5	No aplica	

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	12
ELEMENTO:		ACERAS	
DAÑO:	Nidos de piedra y cavidades	GRADO:	4
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

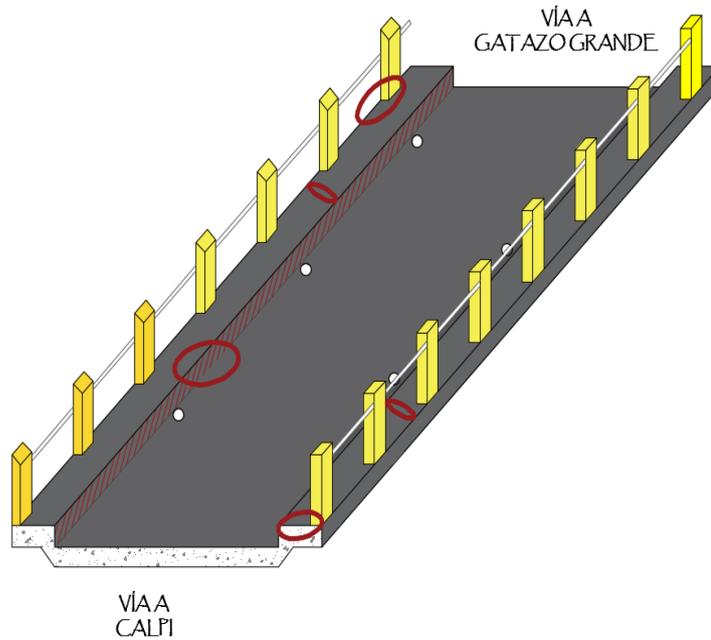


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
CANTÓN:	Colta		
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	13
ELEMENTO:		ACERAS	
DAÑO:	Descascaramiento	GRADO:	3

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Se observo descascaramiento en el filo interno al tablero, tambien en la zona superior de la acera tanto aguas arriba como aguas abajo, desprendimientos de zonas de hormigón cercanas a los postes de los extremos del puente.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No se observó descascaramiento en la superficie de la estructura
	2	Se observó el principio del descascaramiento
X	3	Ha crecido el descascaramiento en algunas partes de la superficie de la estructura
	4	Se observó un considerable descascaramiento
	5	Se observó un considerable descascaramiento y oxidación

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	13
ELEMENTO:		ACERAS	
DAÑO:	Descascaramiento	GRADO:	3
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

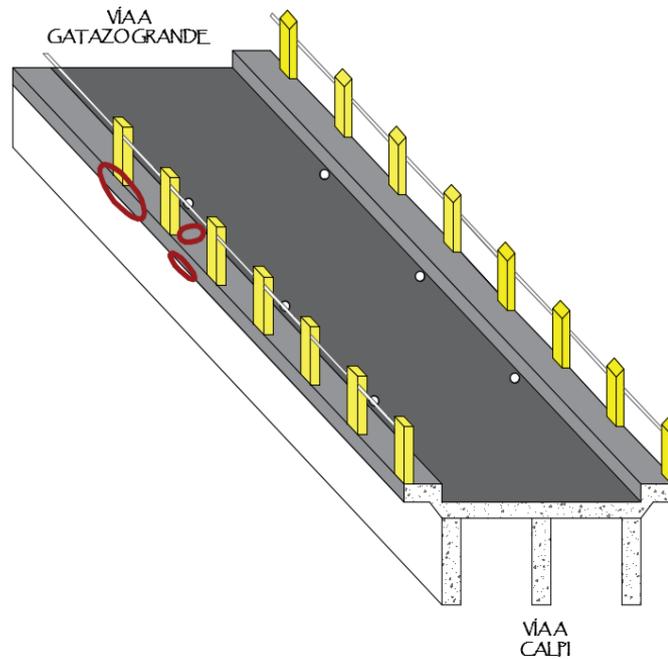


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	14
ELEMENTO:		ACERAS	
DAÑO:	Acero de refuerzo expuesto	GRADO:	3

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

La construcción de las aceras se las ha realizado tipo volado por lo que se pudo observar claramente acero de refuerzo expuesto mayoritariamente en la zona inferior de las aceras tanto aguas arriba como aguas abajo, debido al poco recubrimiento de las mismas.

LOCALIZACIÓN

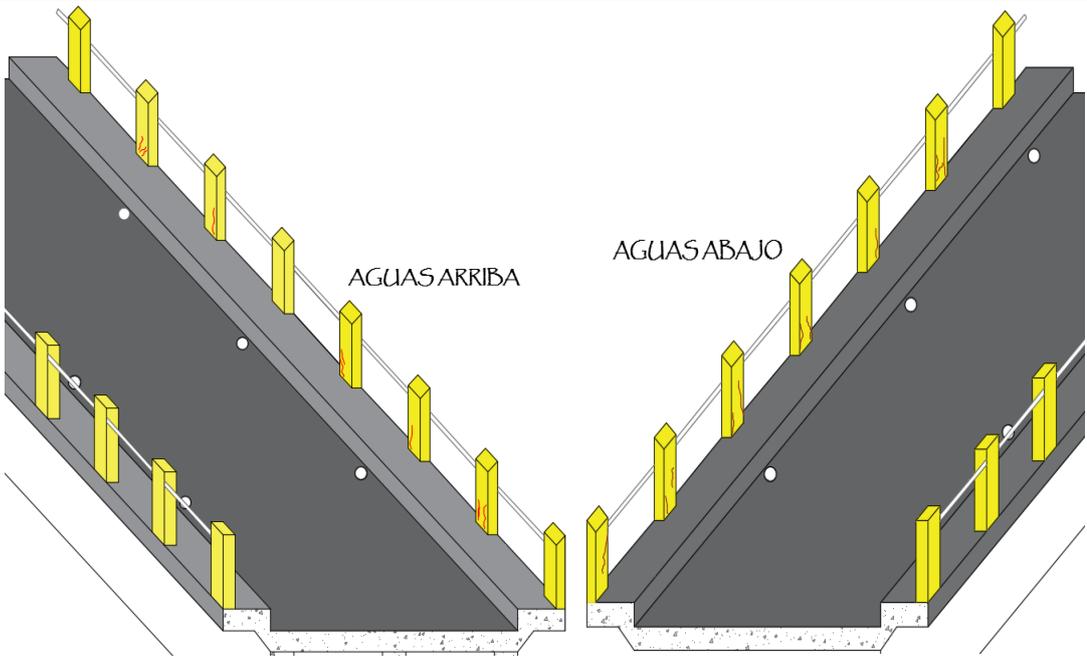


GRADO		DESCRIPCIÓN
X	1	Descascaramiento en la superficie del concreto
	2	Se observó cascaras a lo largo del refuerzo principal
	3	El refuerzo está expuesto en pequeñas partes
	4	Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado
	5	Se observa el acero principal expuesto con reducción de sección

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	14
ELEMENTO:		ACERAS	
DAÑO:	Acero de refuerzo expuesto	GRADO:	3
			
			
			

b. BARANDAS

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA			
			
NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
CANTÓN:	Colta		
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	15
ELEMENTO:		BARANDAS	
DAÑO:	Agrietamiento	GRADO:	5
DESCRIPCIÓN DEL DAÑO			
El 90% de las barandas tienen agrietamientos o fisuras de diversos tamaños lo que ha causado desprendimientos de pedazos de hormigon dejando de tal forma expuesto al acero de refuerzo.			
LOCALIZACIÓN			
			
GRADO		DESCRIPCIÓN	
	1	No hay grietas	
	2	Se observó algunas grietas	
	3	El espesor de la grieta es menor a 0,30 mm con intervalos de 50 cm	
	4	El espesor de la grieta es mayor a 0,30 mm con intervalos de 50 cm	
X	5	Se observa grietas con espesores de varios mm	

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	15
ELEMENTO:		BARANDAS AGUAS ARRIBA	
DAÑO:	Agrietamiento	GRADO:	5
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	15
ELEMENTO:		BARANDAS AGUAS ABAJO	
DAÑO:	Agrietamiento	GRADO:	5
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

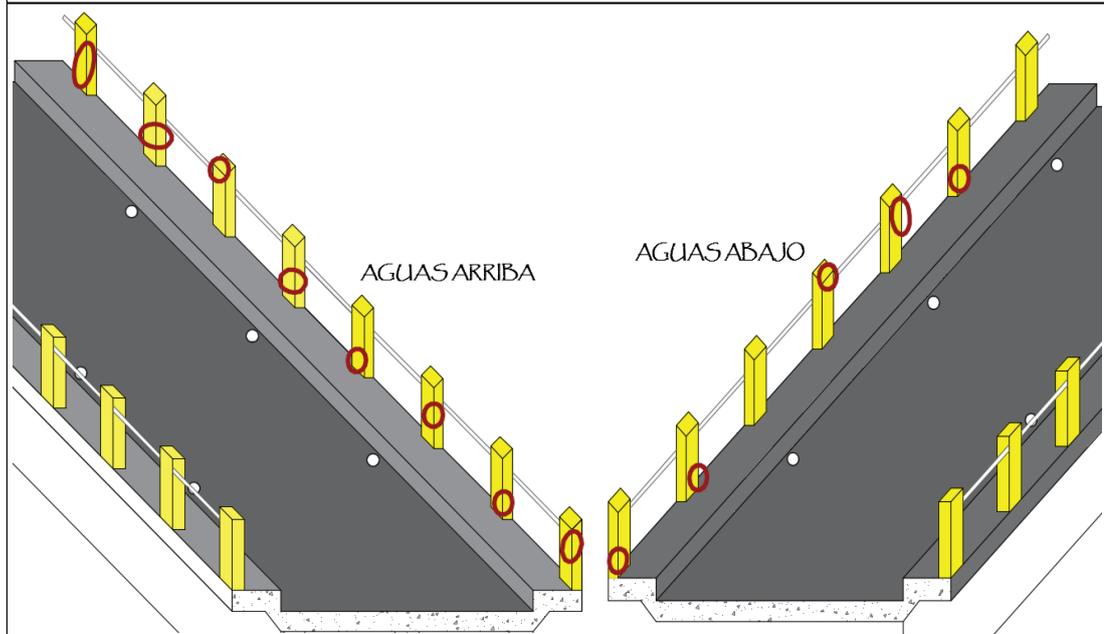


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	16
ELEMENTO:		BARANDAS	
DAÑO:	Descascaramiento	GRADO:	4

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Descascaramiento en la mayor parte de las caras del poste lo que ha provocado el desprendimiento de grandes partes de hormigón dejando totalmente expuesto al acero de refuerzo.

LOCALIZACIÓN



GRADO		DESCRIPCIÓN
	1	No se observó descascaramiento en la superficie de la estructura
	2	Se observó el principio del descascaramiento
	3	Ha crecido el descascaramiento en algunas partes de la superficie de la estructura
X	4	Se observó un considerable descascaramiento
	5	Se observó un considerable descascaramiento y oxidación

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	16
ELEMENTO:		BARANDAS	
DAÑO:	Descascaramiento	GRADO:	4
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

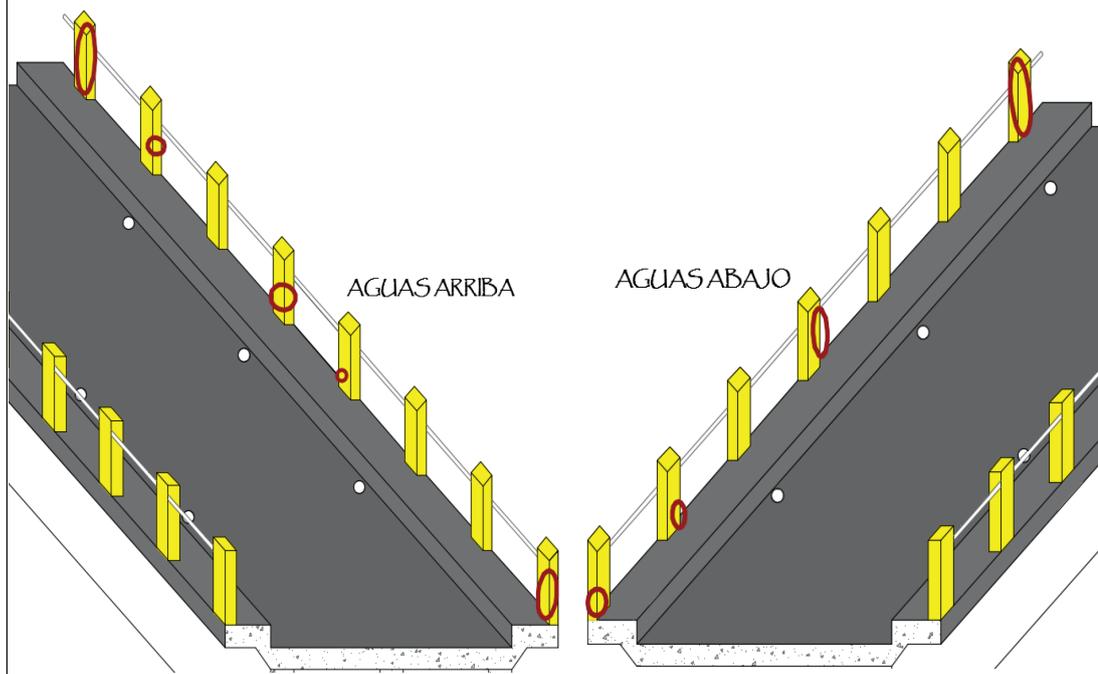


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
CANTÓN:	Colta		
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	17
ELEMENTO:		BARANDAS	
DAÑO:	Acero de refuerzo expuesto	GRADO:	5

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Un 40% de los postes de barandas estan totalmente con su acero expuesto especialmente los postes esquineros de los accesos al puente.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	Descascaramiento en la superficie del concreto
	2	Se observó cascarras a lo largo del refuerzo principal
	3	El refuerzo está expuesto en pequeñas partes
	4	Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado
X	5	Se observa el acero principal expuesto con reducción de sección

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	17
ELEMENTO:		BARANDAS	
DAÑO:	Acero de refuerzo expuesto	GRADO:	5
			
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

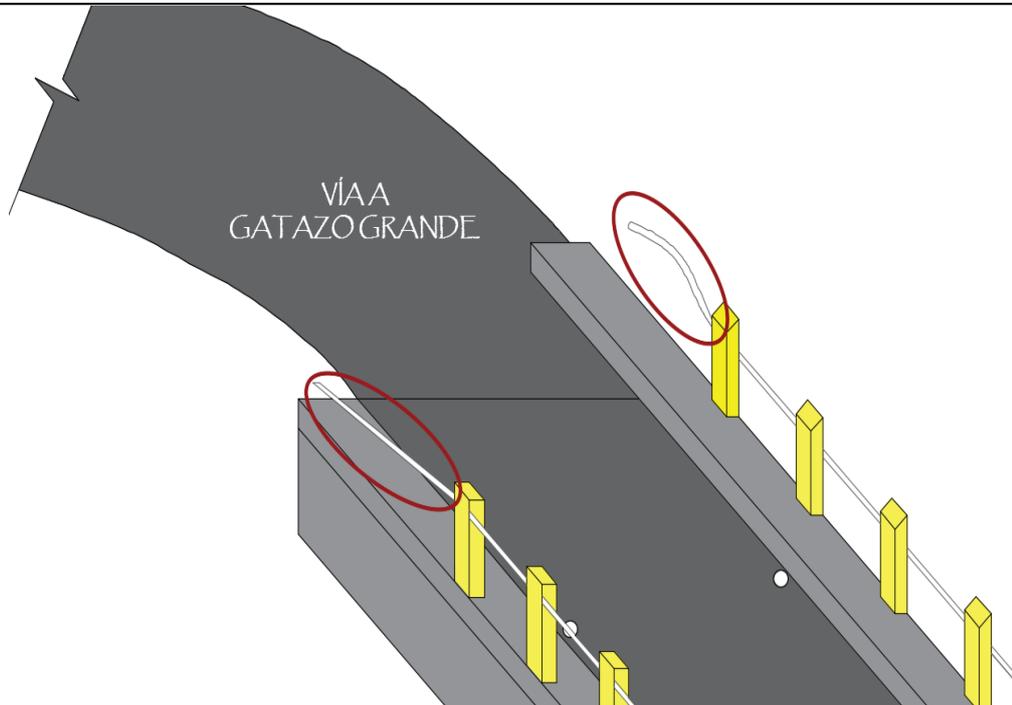


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
CANTÓN:	Colta		
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	18
ELEMENTO:		BARANDAS	
DAÑO:	Deformación	GRADO:	4

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Los tubos de hierro galvanizado unicamente el último tramo entre el postel final y la distancia restante de la luz del puente en el acceso a gatazo se encuentran totalmente deformados.

LOCALIZACIÓN



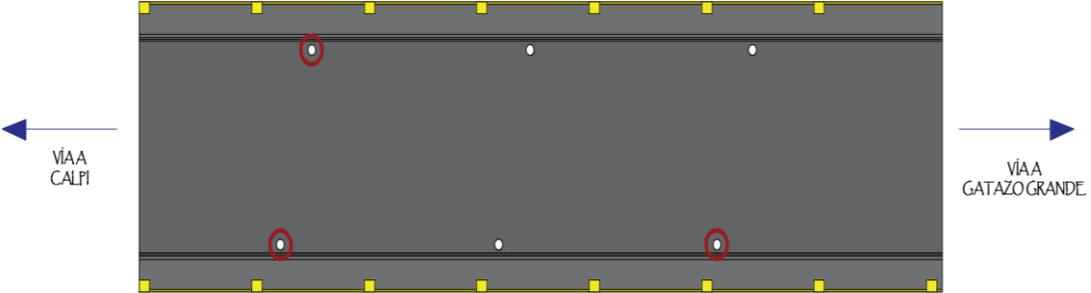
<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No se observan daños de deformación en el elemento
	2	Deformación menor a 5,00 cm
	3	Deformación entre 5,00 y 10,00 cm con respecto al original
X	4	Deformación entre 10,00 y 20,00 cm con respecto al original
	5	Deformación mayor a 20,00 cm con respecto al original

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	18
ELEMENTO:		TUBOS DE BARANDAS	
DAÑO:	Deformación	GRADO:	4



c. DRENAJE

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA			
			
NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	19
ELEMENTO:		DRENAJE	
DAÑO:	Obstrucción de drenajes	GRADO:	3
DESCRIPCIÓN DEL DAÑO			
Los huecos para drenaje se encuentran obstruidos con piedras y paja.			
LOCALIZACIÓN			
			
GRADO		DESCRIPCIÓN	
X	1	No hay problemas	
	2	No aplica	
	3	Aproximadamente el 50% de los drenajes se encuentran obstruidos	
	4	No aplica	
	5	Drenajes totalmente obstruidos	

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	19
ELEMENTO:		DRENAJE	
DAÑO:	Obstrucción de drenajes	GRADO:	3



EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

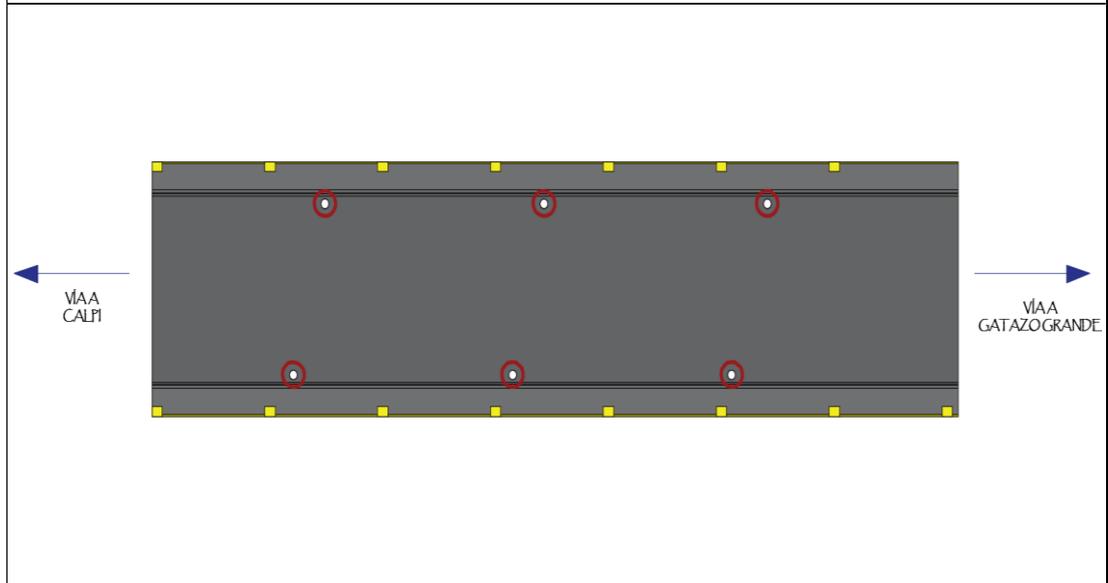


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	20
ELEMENTO:		DRENAJE	
DAÑO:	Longitud o sección insuficiente	GRADO:	5

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Los drenajes son huecos hechos en el tablero de aproximadamente 10 centímetros los cuales desembocan directamente sobre las vigas causando eflorescencia en el hormigón.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No hay problemas
	2	No aplica
	3	Aproximadamente el 50% de los drenajes no tienen la longitud o sección requerida
	4	No aplica
X	5	Todos los drenajes no poseen longitud o sección requerida

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	20
ELEMENTO:		DRENAJE	
DAÑO:	Longitud o sección insuficiente	GRADO:	5



d. SEÑALÉTICA

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA			
NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
CANTÓN:	Colta		
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	21
ELEMENTO:			
DAÑO:	Desgaste	GRADO:	4
DESCRIPCIÓN DEL DAÑO			
Desgaste de señalética tanto horizontal como vertical, la señalética horizontal ya no es visible tanto en el puente como en los accesos, mientras que la señalética vertical al ingreso del puente se encuentra parcialmente deteriorada.			
LOCALIZACIÓN			
			
GRADO		DESCRIPCIÓN	
	1	No aplica	
	2	Desgaste en menos del 25% de la señalética	
	3	Desgaste entre el 25% al 50% de la señalética	
X	4	Desgaste entre el 50% al 75% de la señalética	
	5	Desgaste en más del 75% de la señalética	

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA



NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	22
ELEMENTO:			
DAÑO:	Ausencia de señalética	GRADO:	5

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Por el acceso desde Gatazo Grande no existe señalética de advertencia de la aproximación del puente ni de velocidad a la cual sea recomendable transitar.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No aplica
	2	No aplica
	3	Ausencia de señalización informativa
	4	Ausencia de señalización reglamentaria
X	5	Ausencia de señalización preventiva

e. JUNTAS DE DILATACIÓN

En la inspección no se apreció la existencia de juntas de dilatación tanto al inicio como al final del puente.



Ilustración 46. Acceso Vía Calpi a Gatazo Grande

Fuente: Inspección Puente sobre el Río Chibunga, Aguayo, (2016).



Ilustración 47. Acceso Vía Gatazo Grande a Calpi

Fuente: Inspección Puente sobre el Río Chibunga, Aguayo, (2016).

2.7.1.4.3. INFRAESTRUCTURA

a. APOYOS

No existen apoyos de ningún tipo, las vigas se encuentran apoyadas directamente sobre el cabezal del estribo por lo que no existe una adecuada transferencia de cargas desde la superestructura hacia la infraestructura.

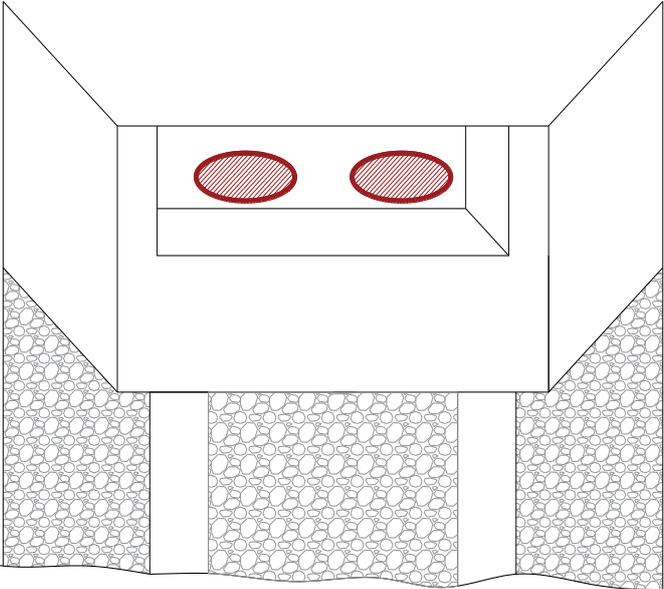


Ilustración 48. Unión viga-cabezal estribo

Fuente: Inspección puente sobre el río Chibunga, Aguayo, (2016).

b. ESTRIBOS

MARGEN IZQUIERDO

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA			
			
NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	23
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO	
DAÑO:	Agrietamiento	GRADO:	5
DESCRIPCIÓN DEL DAÑO			
El agrietamiento se presencia en el cabezal del estribo, con grietas de diversos tamaños y principalmente en posición horizontal.			
LOCALIZACIÓN			
			
GRADO		DESCRIPCIÓN	
	1	No hay grietas	
	2	Se observó algunas grietas	
	3	El espesor de la grieta es menor a 0,30 mm con intervalos de 50 cm	
	4	El espesor de la grieta es mayor a 0,30 mm con intervalos de 50 cm	
X	5	Se observa grietas con espesores de varios mm	

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	23
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO	
DAÑO:	Agrietamiento	GRADO:	5



EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

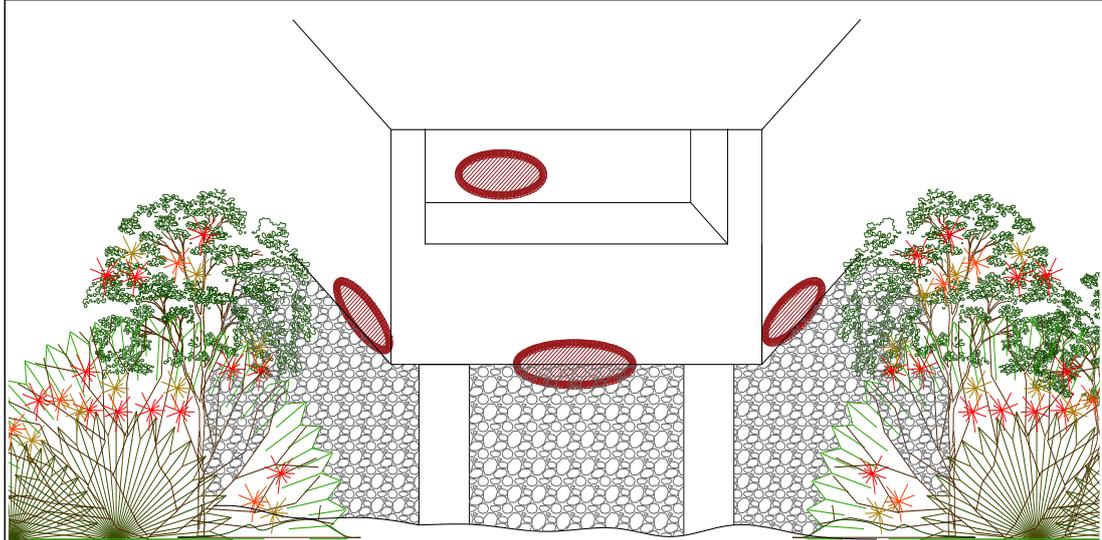


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
CANTÓN:	Colta		
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	24
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO	
DAÑO:	Nidos de piedra y cavidades	GRADO:	4

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Presencia de nidos de piedra en la parte inferior del cabezal del estribo y alas laterales del mismo esto debido a malos procesos constructivos y la falta de vibrado al momento de fundición.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No se observaron nidos de piedra
	2	Se observaron nidos de piedra en algunos sitios
	3	Se observaron más de diez nidos de piedra
X	4	Se observan nidos de piedra en muchos sitios
	5	No aplica

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	24
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO	
DAÑO:	Nidos de piedra y cavidades	GRADO:	4
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

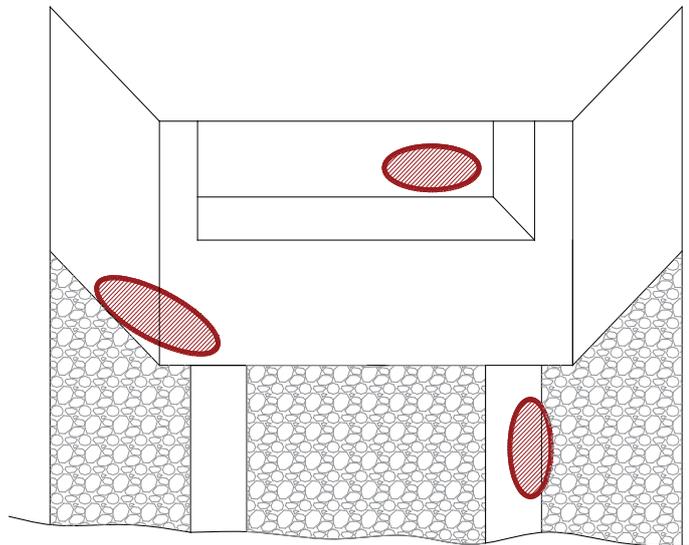


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	25
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO	
DAÑO:	Descascaramiento	GRADO:	4

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Los pobres procesos constructivos han evidenciado la presencia de desprendimientos de capas de hormigón en la zona superficial del mismo principalmente en el cabezal y pilares del estribo.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No se observó descascaramiento en la superficie de la estructura
	2	Se observó el principio del descascaramiento
	3	Ha crecido el descascaramiento en algunas partes de la superficie de la estructura
X	4	Se observó un considerable descascaramiento
	5	Se observó un considerable descascaramiento y oxidación

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	25
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO	
DAÑO:	Descascaramiento	GRADO:	4
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

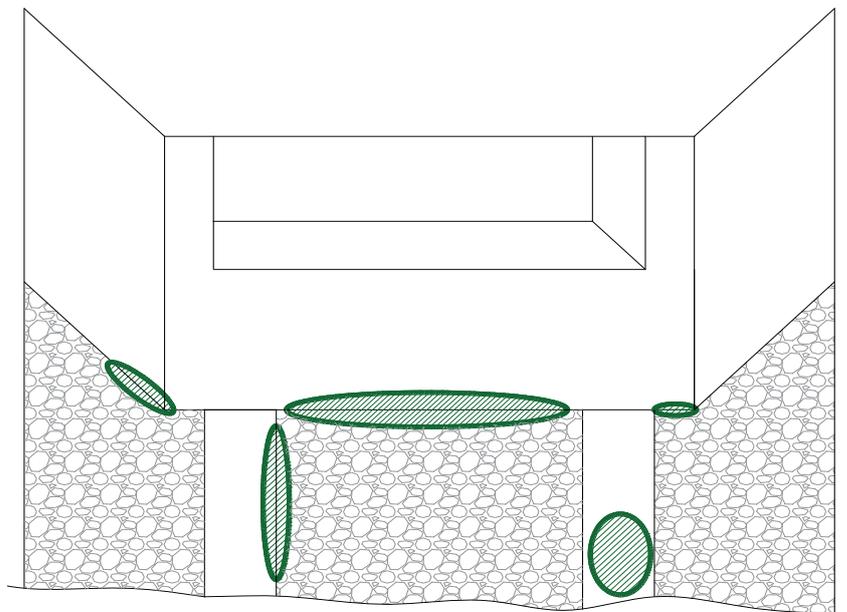


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	26
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO	
DAÑO:	Eflorescencia	GRADO:	4

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Eflorescencia en gran parte del cuerpo del estribo, esto se debe al contacto permanente que tiene este elemento con la humedad ya que se encuentra rodeado de plantas que en el caso de sus alas laterales están se encuentran cubiertas alrededor de un 75%.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
1	No se observó eflorescencia
2	Se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie del concreto
3	Se observó eflorescencia en menos de la mitad del área del elemento
4	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área del elemento
5	Se observó estalactitas en muchos lugares causados por el cloruro de calcio

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	26
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO	
DAÑO:	Eflorescencia	GRADO:	4
			
			

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA

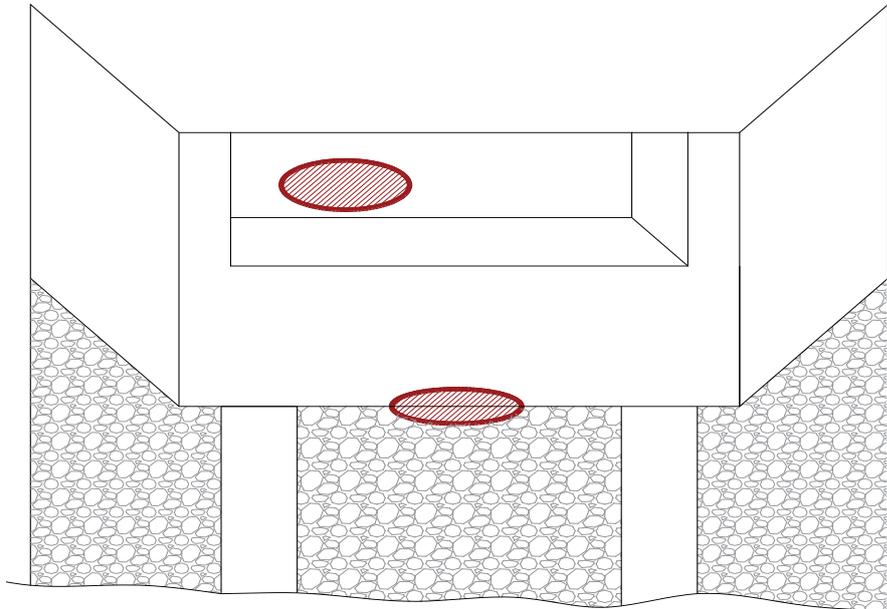


NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
CANTÓN:	Colta		
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	27
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO	
DAÑO:	Acero de refuerzo expuesto	GRADO:	4

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Los malos procesos de fundición y el poco recubrimiento que le han dado al acero lo ha dejado a este expuesto principalmente en la zona inferior del cabezal y en el tramo superior entre vigas.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	Descascaramiento en la superficie del concreto
	2	Se observó cascaras a lo largo del refuerzo principal
	3	El refuerzo está expuesto en pequeñas partes
X	4	Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado
	5	Se observa el acero principal expuesto con reducción de sección

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE EVALUACIÓN		Nº	27
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO	
DAÑO:	Acero de refuerzo expuesto	GRADO:	4
			
			

2.7.1.4.4. CAUCE

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA			
NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofia Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	28
ELEMENTO:		CAUCE	
DAÑO:	Erosión en el lecho y márgenes del río	GRADO:	3
DESCRIPCIÓN DEL DAÑO			
El agua fluye desgastando los materiales que hay por donde pasan y arrastrando los restos o sedimentos en dirección hacia las partes más bajas del relieve, dejándolos depositados en diversos lugares, formando terrazas.			
LOCALIZACIÓN			
GRADO		DESCRIPCIÓN	
	1	No se observa acumulación de sedimentos en los márgenes del río	
	2	No aplica	
X	3	Movilización de pequeñas cantidades de sedimentos que son transportados aguas abajo	
	4	No aplica	
	5	Movilización de grandes cantidades de sedimentos que son transportados aguas abajo	

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA



NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	29
ELEMENTO:		CAUCE	
DAÑO:	Sedimentación de material transportado por la corriente	GRADO:	3

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Leve presencia de sedimentos en las orillas del río.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No se observa sedimentación por material transportado por la corriente
	2	No aplica
X	3	Leve sedimentación de material transportado por la corriente aguas abajo
	4	No aplica
	5	Considerable sedimentación de material transportado por la corriente aguas abajo

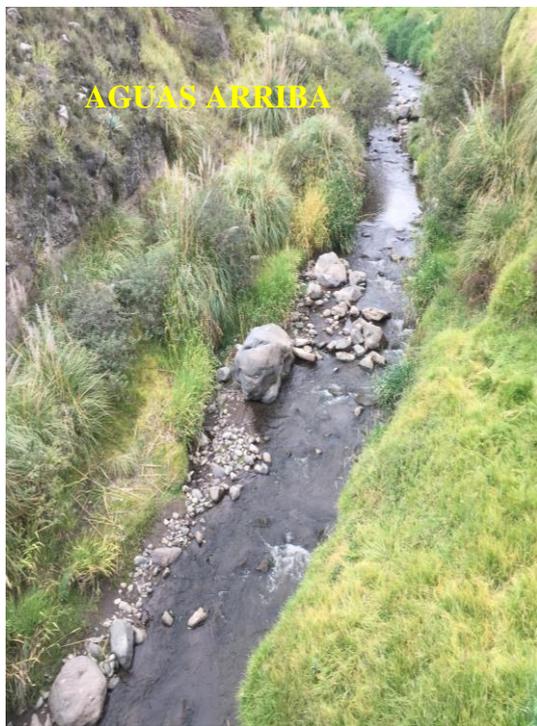
EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA



NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA	LUZ TOTAL (m):	19,50
TIPO PUENTE:	Losa sobre vigas	ANCHO CALZADA (m):	3,65
AÑO CONSTRUCCIÓN:	1990	RESPONSABLE INSPECCIÓN:	Sofía Aguayo
PROVINCIA:	Chimborazo		
CANTÓN:	Colta	FECHA INSPECCIÓN:	23/7/2016
PARROQUIA:	Cajabamba		
FICHA DE EVALUACIÓN		N°	30
ELEMENTO:		CAUCE	
DAÑO:	Obstruccion del cauce por escombros	GRADO:	3

DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
 Leve obstrucción del cauce por piedras de gran tamaño, algunos escombros procedentes de la obra falsa y basura.

LOCALIZACIÓN



<i>GRADO</i>		<i>DESCRIPCIÓN</i>
	1	No se observa obstrucción por escombros alrededor de la estructura
	2	No aplica
X	3	Leve obstrucción por escombros alrededor de la estructura
	4	No aplica
	5	Considerable obstrucción por escombros alrededor de la estructura

2.7.1.5. Análisis del diseño estructural del puente

VIGA EXTERIOR

Ancho efectivo entre vigas

$$B = 0,12 + \frac{1,70}{2}$$

$$B = 0,97 \text{ m}$$

$$S^* = 1,30 \text{ m}$$

Peralte mínimo de vigas

$$h_{min} = \left(\frac{L + 2,75}{18} \right) * 1,1$$

$$h_{min} = \left(\frac{19,50 + 2,75}{18} \right) * 1,1 = 1,36 \text{ m} \cong 1,75 \text{ m}$$

CARGA MUERTA TOTAL

Tablero

$$W_{TAB} = A * L * e * \gamma_{HOR}$$

$$W_{TAB} = 3,65 * 19,50 * 0,25 * 2,50 = 44,48 \text{ T}$$

Carpeta de rodadura

$$W_{CR} = e * A * L * \gamma_{Asf}$$

$$W_{CR} = 0,05 * 3,65 * 19,50 * 2,40 = 8,54 \text{ T}$$

Aceras

$$W_{AC} = e * a * L * \gamma_{HOR}$$

$$W_{AC} = 0,12 * 0,60 * 19,50 * 2,50 = 3,51 \text{ T}$$

Barandas

$$W_{BAR} = a * h * n * \gamma_{HOR}$$

$$W_{BAR} = 0,25 * 0,80 * 8 * 2,40 = 3,84 T$$

CARGA MUERTA TOTAL

$$W_{TOTAL} = W_{TAB} + W_{CR} + W_{AC} + W_{BAR}$$

$$W_{TOTAL} = 44,48 + 8,54 + 3,51 + 3,48 = 60,01 T$$

Carga muerta viga

$$W_{VIGA} = b * (h_{min} - t) * L * \gamma_{HOR} * n$$

$$W_{VIGA} = 0,40 * (1,50) * 19,50 * 2,50 * 3 = 87,75 T$$

Carga muerta diafragma

$$h = 0,80m$$

$$W_{DIAF} = h * e * S * \gamma_{HOR} * n$$

$$W_{DIAF} = 0,80 * 0,20 * 1,30 * 2,50 * 2 = 1,04 T$$

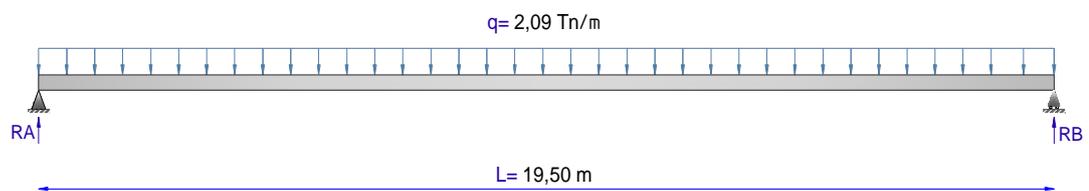
$$W_{TOTAL} = W_{TOTAL} + W_{VIGA} + W_{DIAF}$$

$$W_{TOTAL} = 60,01 + 87,75 + 1,04$$

$$W_{TOTAL} = 148,80 T$$

$$W_{TOTAL} = 2,09 \frac{T}{m^2}$$

MOMENTOS Y CORTANTES DE LA CARGA MUERTA



$$\sum F_V = 0$$

$$R_A + R_B = 2,09(19,50)$$

$$R_A + R_B = 40,755$$

$$R_A = R_B = 20,378 \text{ T}$$

DIAGRAMA DE CORTANTES

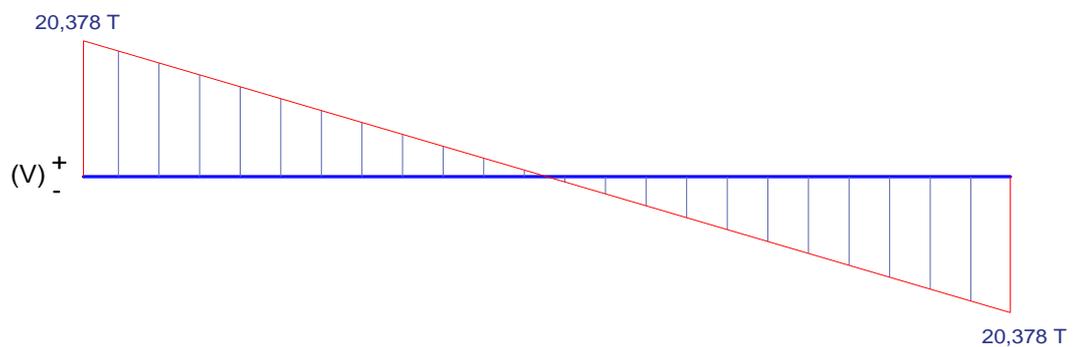


DIAGRAMA DE MOMENTOS

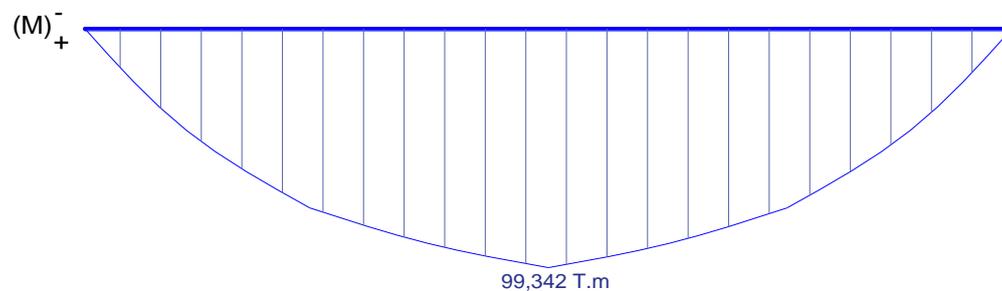


Tabla 59. Cortante y Momento de la viga por carga muerta

X (m)	V_{CM} (T)	M_{CM} (T.m)
0,00	20,378	0,00
2,50	15,153	44,413
5,00	9,927	75,765
7,50	4,702	94,05
9,75	0,00	99,342

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

ANÁLISIS DE CARGA VIVA

Factor de distribución transversal

$$\sum MB = 0$$
$$RA = \frac{(P * 1,47) - (P * 0,23)}{1,70} = 0,729 P$$

Factor de distribución transversal vigas internas

$$f_{VI} = \frac{s}{1,829}$$
$$f_{VI} = \frac{1,70}{1,829} = 0,929$$

Factor de distribución transversal vigas externas

$$f_{VE} = 0,729$$

$$f_{VI} > f_{VE}$$

$$0,929 > 0,729$$

$$f_{VE} = \mathbf{0,929}$$

Impacto

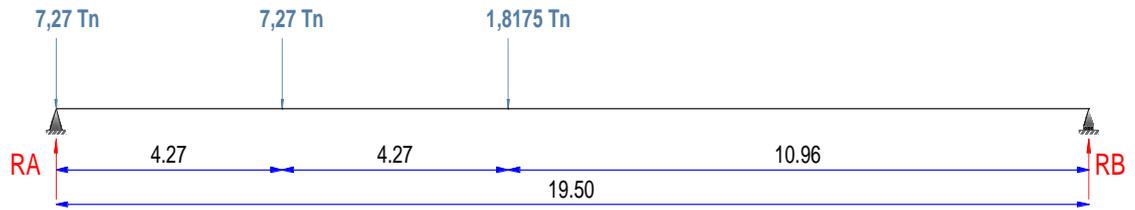
$$I = \frac{15,24}{38,1 + L}$$
$$I = \frac{15,24}{38,1 + (19,50 - 2,5)} = 0,277$$

Tabla 60. Impacto

X (m)	I
0,00	1,265
2,50	1,277
5,00	1,289
7,50	1,300
9,75	1,300

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

X=0,00 m



$$\sum F_v = 0$$

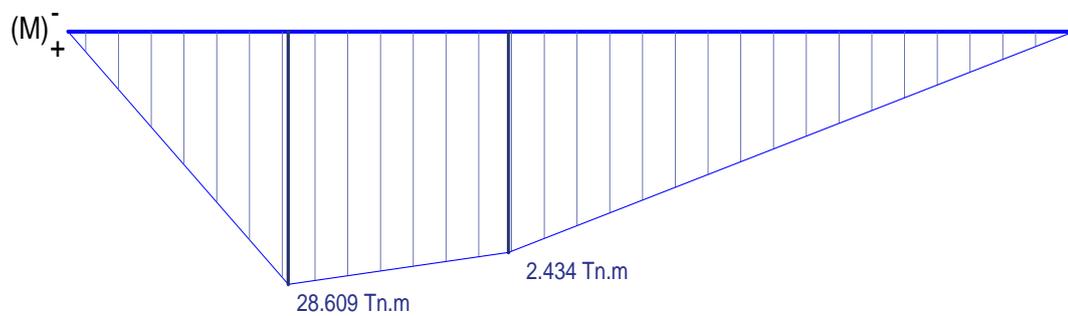
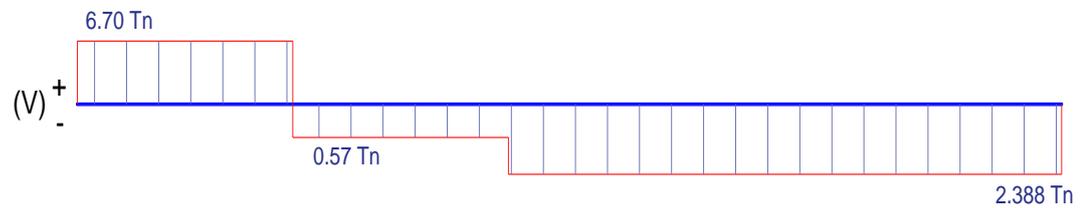
$$RA + RB = 16,358$$

$$\sum MA = 0$$

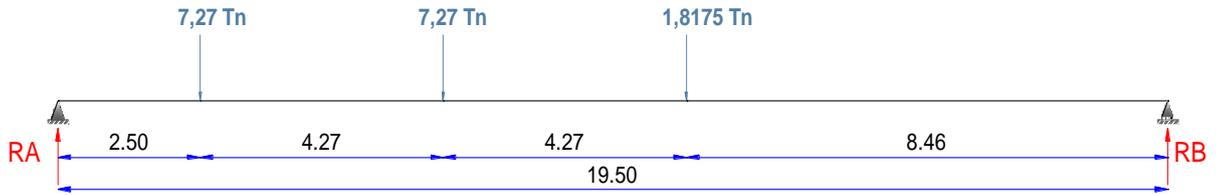
$$RB = \frac{(7,27 * 4,27) + (1,8175 * 8,54)}{19,50}$$

$$RB = 2,388 \text{ Tn}$$

$$RA = 13,97 \text{ Tn}$$



X=2,50 m



$$\sum F_v = 0$$

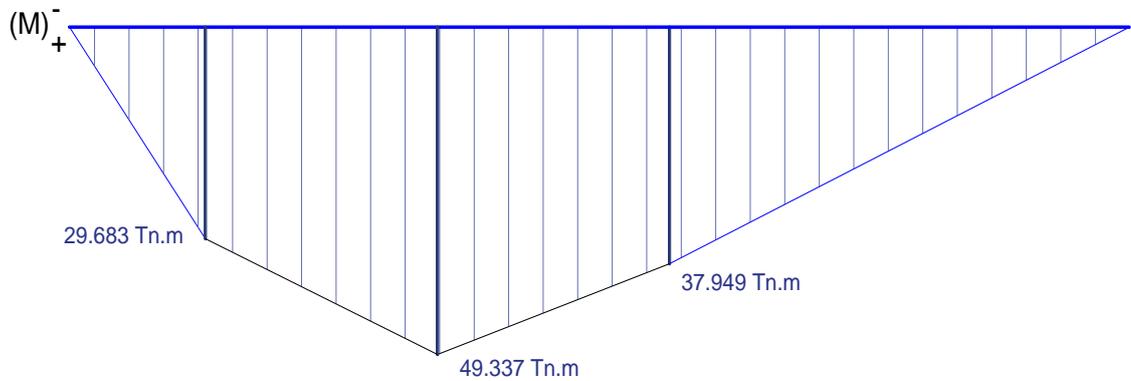
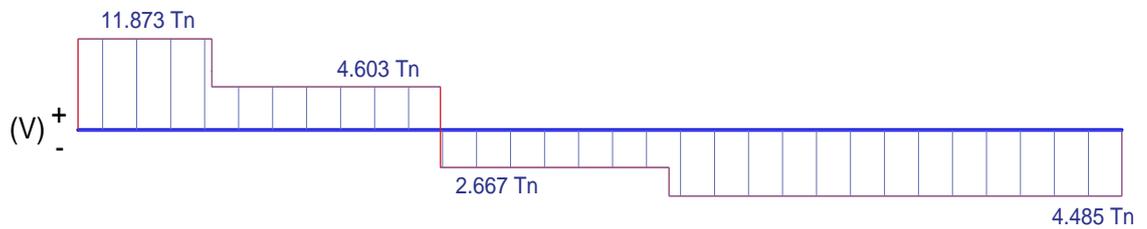
$$RA + RB = 16,358$$

$$\sum MA = 0$$

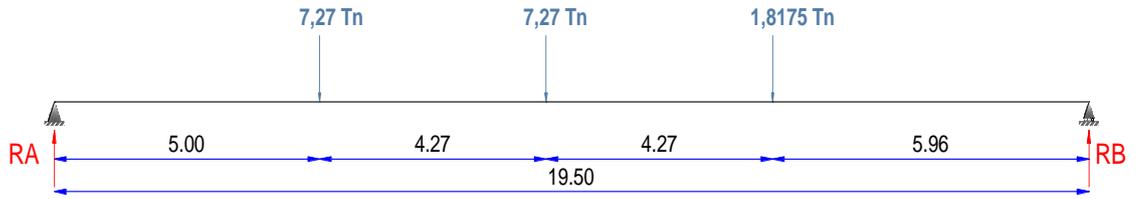
$$RB = \frac{(7,27 * 2,50) + (7,27 * 6,77) + (1,8175 * 11,04)}{19,50}$$

$$RB = 4,485 \text{ Tn}$$

$$RA = 11,873 \text{ Tn}$$



X=5,00 m



$$\sum Fv = 0$$

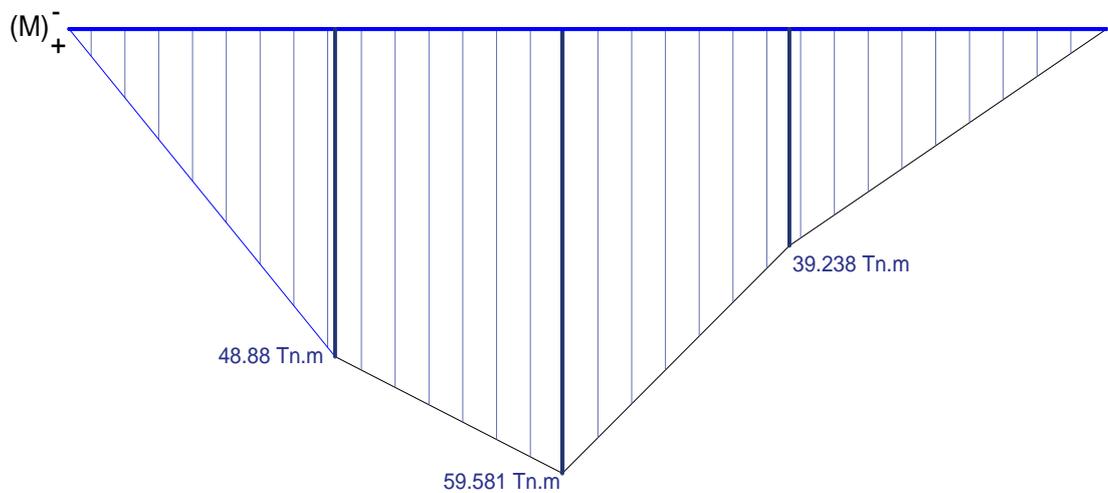
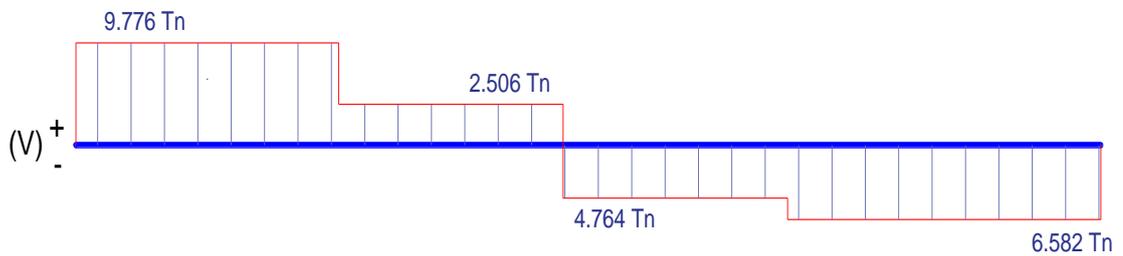
$$RA + RB = 16,358$$

$$\sum MA = 0$$

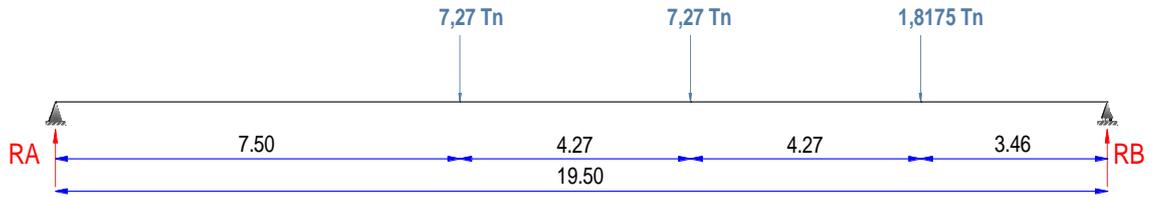
$$RB = \frac{(7,27 * 5,00) + (7,27 * 9,27) + (1,8175 * 13,54)}{19,50}$$

$$RB = 6,582 \text{ Tn}$$

$$RA = 9,776 \text{ Tn}$$



X=7,50 m



$$\sum Fv = 0$$

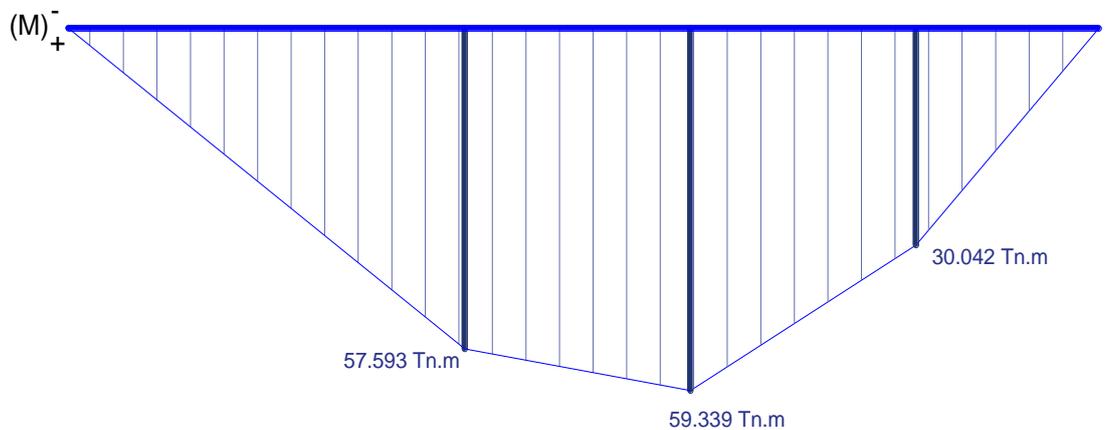
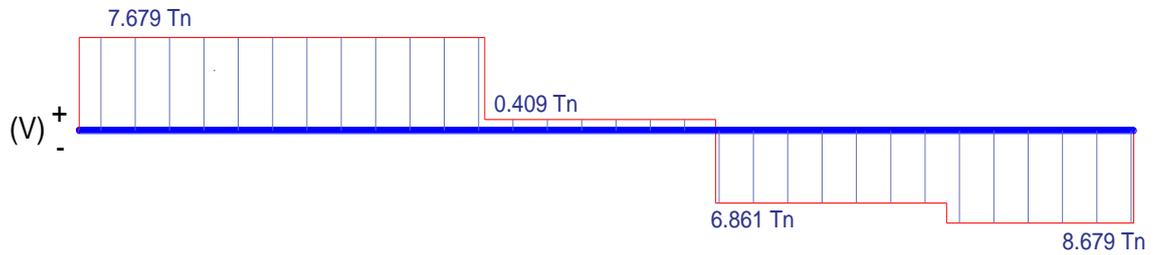
$$RA + RB = 16,358$$

$$\sum MA = 0$$

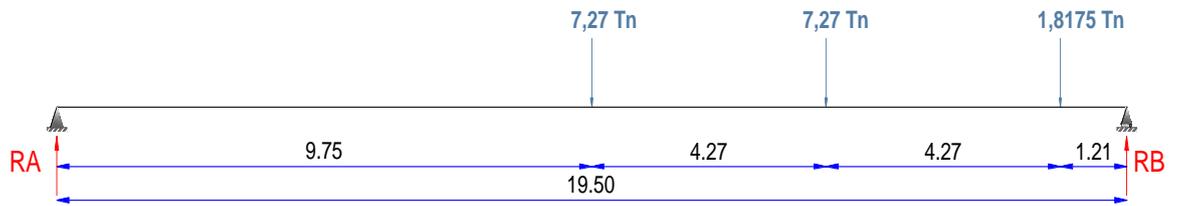
$$RB = \frac{(7,27 * 7,50) + (7,27 * 11,77) + (1,8175 * 16,04)}{19,50}$$

$$RB = 8,679 \text{ Tn}$$

$$RA = 7,679 \text{ Tn}$$



X=9,75 m



$$\sum Fv = 0$$

$$RA + RB = 16,358$$

$$\sum MA = 0$$

$$RB = \frac{(7,27 * 9,75) + (7,27 * 14,02) + (1,8175 * 18,29)}{19,50}$$

$$RB = 10,567 \text{ Tn}$$

$$RA = 5,791 \text{ Tn}$$

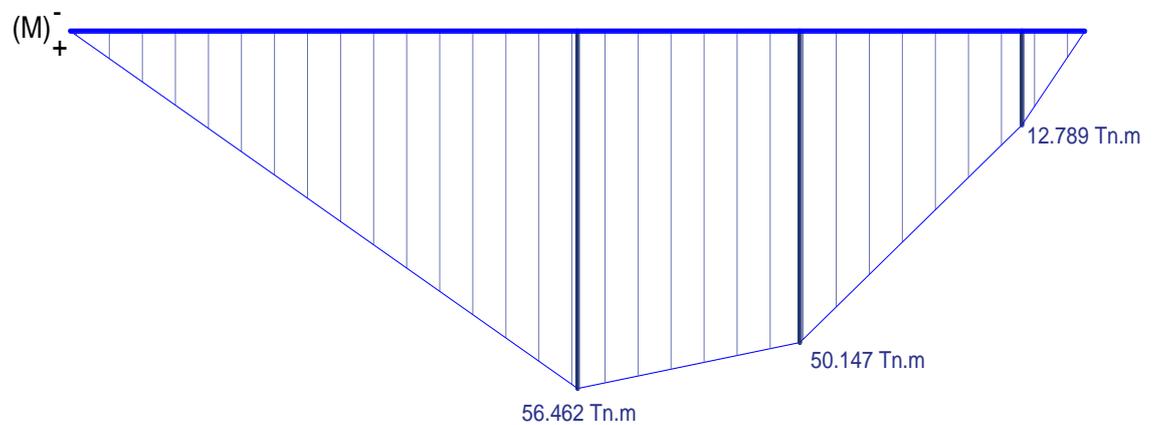
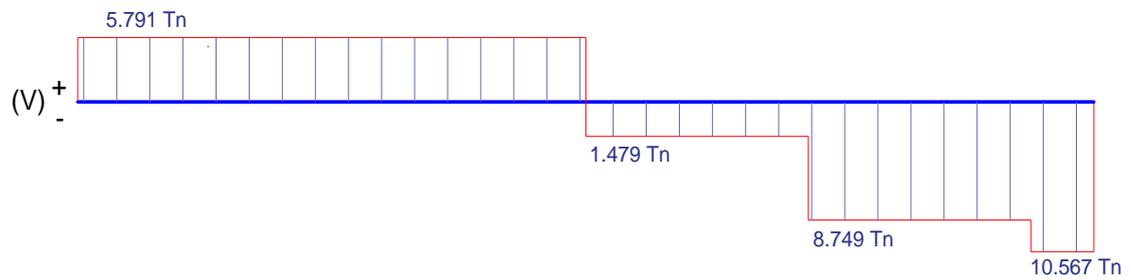


Tabla 61. Cortantes y Momentos de la viga para carga viva

X (m)	V_{cv} (T)	M_{cv} (T.m)
0,00	13,97	0,000
2,50	11,873	29,683
5,00	9,776	48,88
7,50	7,679	57,593
9,75	5,791	56,462

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

$$M_{CV+I} = M * f * I$$

$$V_{CV+I} = V * f * I$$

$$M_u = 1.3 \left(M_{CM} + \frac{5}{3} M_{CV+I} \right)$$

$$V_u = 1.3 \left(V_{CM} + \frac{5}{3} V_{CV+I} \right)$$

Tabla 62. Cortantes y momentos por carga última

X	I	V_{cv} (T)	M_{cv} (T.m)	V_{cv+i}	M_{cv+i}	M_{cm}	V_{cm}	M_u	V_u
0,000	1,265	6,70	0,000	7,874	0,000	0,000	20,378	0,000	43,551
2,500	1,277	11,873	26,683	14,085	31,655	44,413	15,153	126,323	50,217
5,000	1,289	9,776	48,880	11,707	58,533	75,765	9,927	225,316	38,269
7,500	1,300	7,679	57,593	9,274	69,555	94,050	4,702	272,968	26,206
9,750	1,300	5,791	56,462	6,994	68,189	99,342	0,000	276,888	15,153

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

ACERO PRINCIPAL PARA LA VIGA

ANÁLISIS VIGA TIPO T

$$M_{uVIGAT} = 0,85 * f'c * B * t * \left(d - \frac{t}{2} \right) * \phi * 10^{-5}$$

$$M_{uVIGAT} = 0,85 * 240 * 170 * 25 * \left(165 - \frac{25}{2} \right) * 0,90 * 10^{-5}$$

$$M_{uVIGAT} = 1189,958 \text{ T.m}$$

$$M_{uVIGAT} \geq M_u$$

$$1189,958 \geq 276,888 \text{ (T.m)}$$

El M_u es menor que el M_{VIGAT} por lo que se diseña como VIGA RECTANGULAR.

Cuantía de acero

$$\rho = \frac{0,85 * f'c}{Fy} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{0,85 * \phi * f'c * b * d^2}} \right)$$

$$\rho = \frac{0,85 * 240}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(276,888 * 10^5)}{0,85 * 0,90 * 240 * 170 * 165^2}} \right)$$

$$\rho = 0.0016$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0,0016 * 170 * 165$$

$$A_s = 44,88 \text{ cm}^2$$

$$N. \text{ varillas} = \frac{A_s}{\frac{\pi * d^2}{4}}$$

$$N. \text{ varillas} = \frac{44,88}{\frac{\pi * 3,2^2}{4}}$$

$$N. \text{ varillas} = 6 \text{ } \phi \text{ 32 mm}$$

Determinación del d' corregido

$$d' = \frac{((5 + 1.2 + 1.6) * 6)}{6}$$

$$d' = 7,8 \text{ cm} \cong 8 \text{ cm}$$

$$d = 167 \text{ cm}$$

Cálculo el A_s con el d' corregido 1

$$\rho = \frac{0,85 * 240}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(276,888 * 10^5)}{0,85 * 0,90 * 240 * 40 * 167^2}} \right)$$

$$\rho = 0,00708$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0,00708 * 40 * 167$$

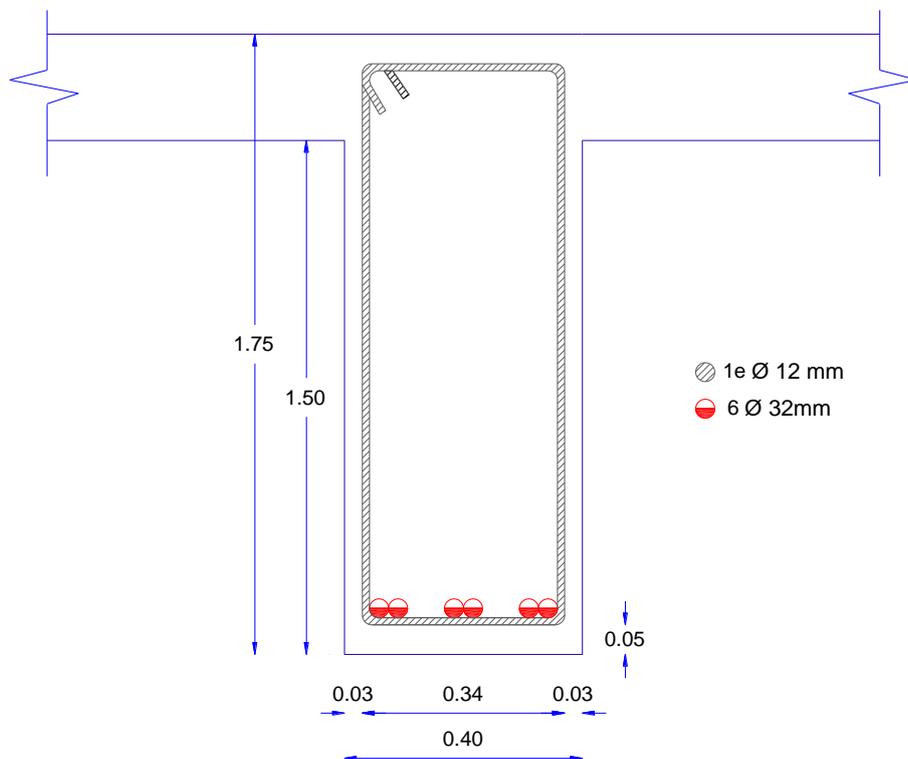
$$A_s = 47,312 \text{ cm}^2$$

$$N. \text{ varillas} = \frac{47,312}{\frac{\pi * 3,2^2}{4}}$$

$$N. \text{ varillas} = 6 \text{ } \emptyset 32 \text{ mm}$$

$$N. \text{ varillas } 1 = N. \text{ varillas } 2$$

$$6 \text{ } \emptyset 32 \text{ mm} = 6 \text{ } \emptyset 32 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$



X = 7,50 m

Mu = 272,968 Ton.m

$$\rho = \frac{0,85 * 240}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(272,968 * 10^5)}{0,85 * 0,90 * 240 * 40 * 167^2}} \right)$$

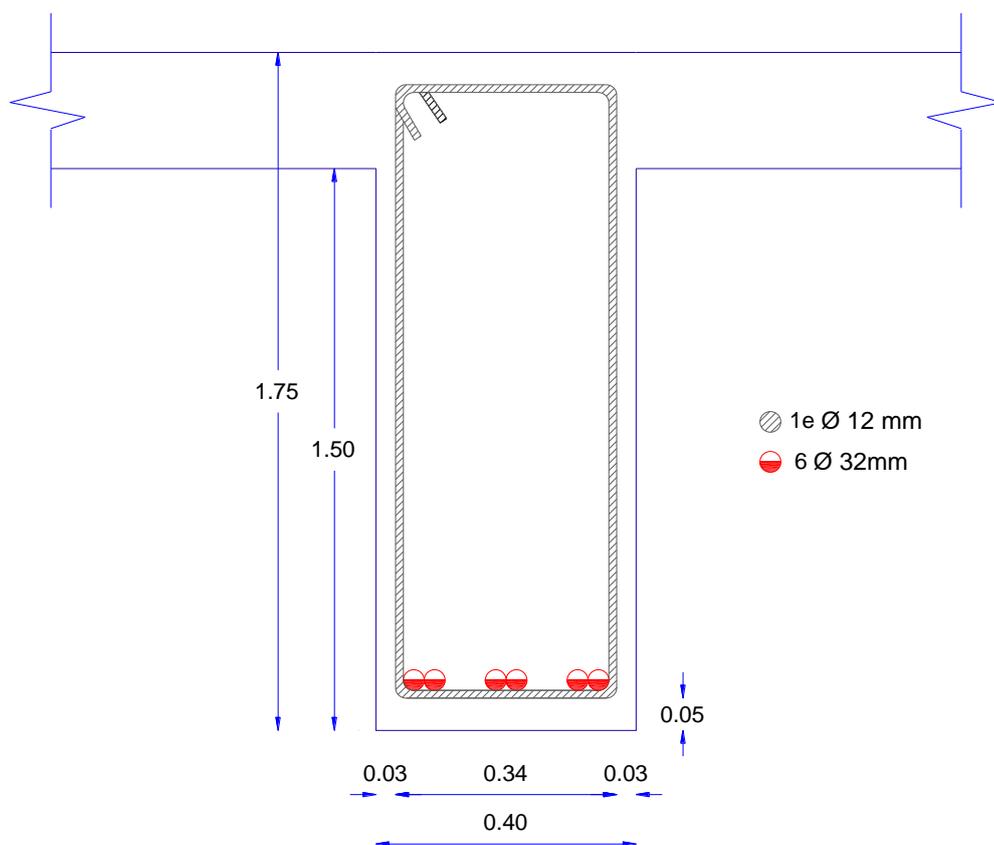
$$\rho = 0.00697$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0.00697 * 40 * 167$$

$$A_s = 46,586 \text{ cm}^2$$

N. varillas = 6 Ø 32 mm



X = 5,00 m

Mu = 225,316 Ton.m

$$\rho = \frac{0,85 * 240}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(225,316 * 10^5)}{0,85 * 0,90 * 240 * 40 * 167^2}} \right)$$

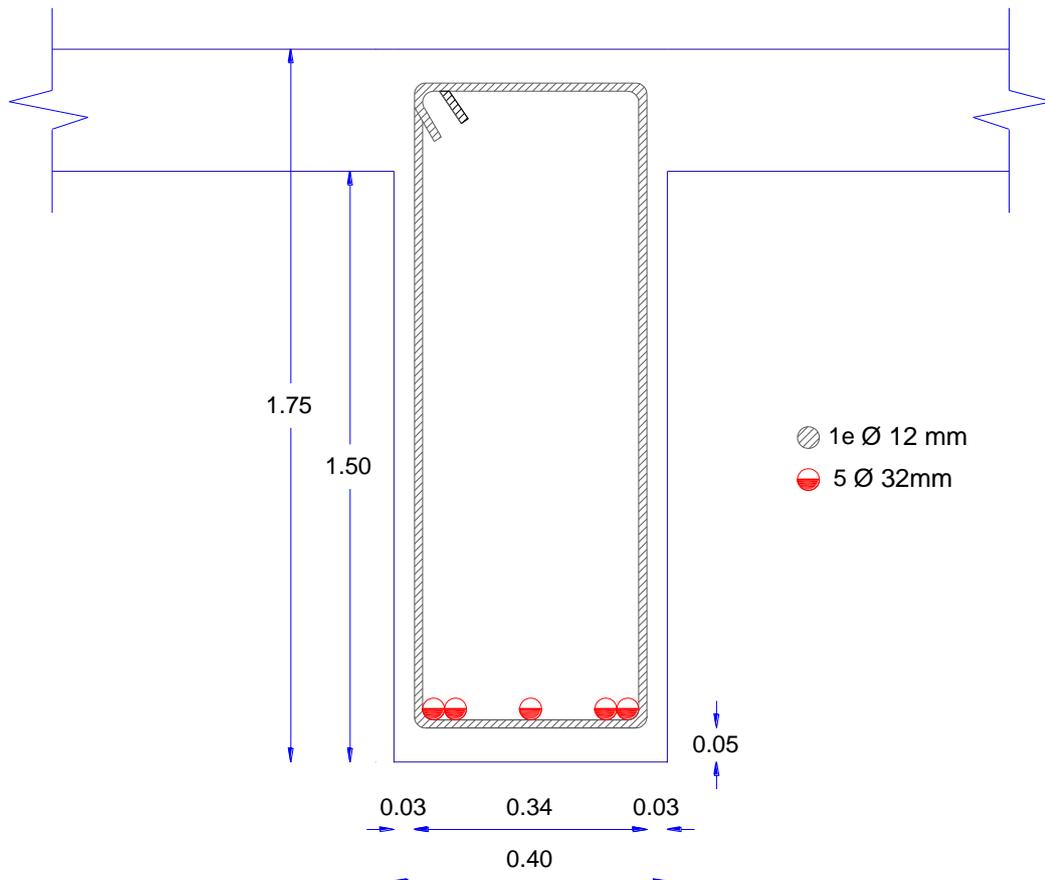
$$\rho = 0.00568$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0.00568 * 40 * 167$$

$$A_s = 37,907 \text{ cm}^2$$

N. varillas = 5 Ø 32 mm



X = 2,50 m

Mu = 126,323 Ton.m

$$\rho = \frac{0,85 * 240}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(126,323 * 10^5)}{0,85 * 0,90 * 240 * 40 * 167^2}} \right)$$

$$\rho = 0.00309$$

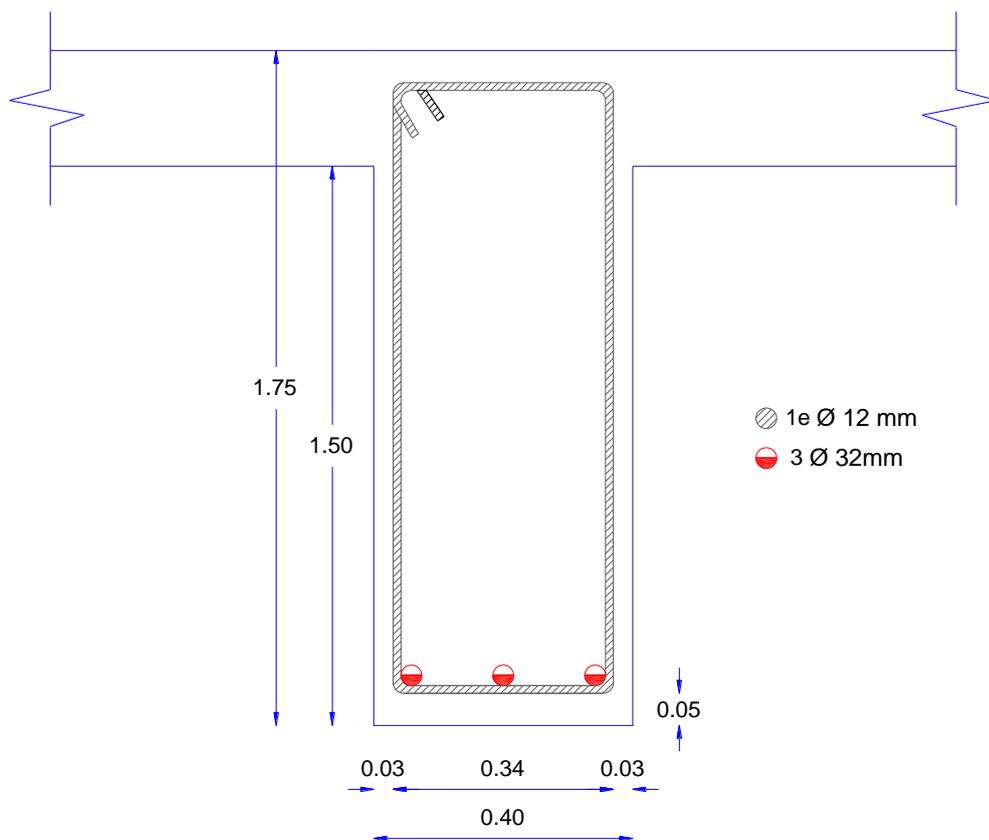
$$\rho_{min} = 0.0033$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0.0033 * 40 * 167$$

$$A_s = 22,044 \text{ cm}^2$$

N. varillas = 3 Ø 32 mm



ACERO DE REFUERZO SUPERIOR

$$\rho_{min} = 0.0033$$

$$A_s = \rho_{min} * b * d$$

$$A_s = 0.0033 * 40 * 167$$

$$A_s = 22,044 \text{ cm}^2$$

$$N. \text{ varillas} = 3 \text{ } \varnothing 32 \text{ mm}$$

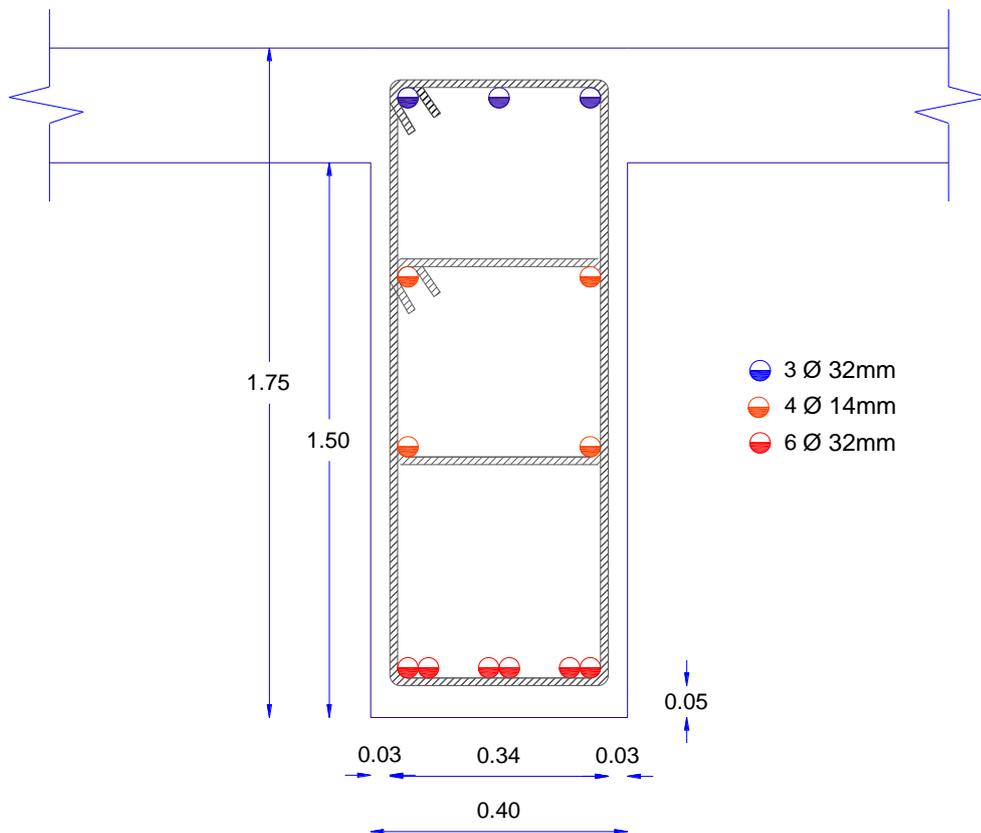
ACERO DE REFUERZO LATERAL

$$A_{S_{LAT}} = 10\% * A_{S_{max}}$$

$$A_{S_{LAT}} = 10\% * 47,312$$

$$A_{S_{LAT}} = 4,731 \text{ cm}^2$$

$$N. \text{ varillas} = 4 \text{ } \varnothing 14 \text{ mm}$$



CÁLCULO DE ESTRIBOS

CORTANTE

$$V_u = 54,124 \text{ Ton}$$

$$V_u = \frac{vu}{\phi * b * d} \quad V_c = 0,53 * \sqrt{fc} \quad S = \frac{As * Fy}{(V_u - V_c) * b}$$

$$V_u = \frac{54,124 * 10^3}{0,85 * 40 * 165} \quad V_c = 0,53 * \sqrt{240} \quad S = \frac{2 * 1.131 * 4200}{(9,648 - 8,211) * 40}$$

$$V_u = 9,648 \text{ Kg/cm}^2 \quad V_c = 8,211 \text{ Kg/cm}^2 \quad S = 165,28 \text{ cm} > 60 \text{ cm}$$

$$0,53\sqrt{fc} < V_u < 1,50\sqrt{fc}$$

$$0,53\sqrt{280} < 9,648 < 1,50\sqrt{240}$$

$$8,211 < 9,648 < 23,238$$

Si cumple

Dimensionamiento de estribos centrales

$$S = \frac{d}{2}$$

$$S = \frac{165}{2}$$

$S = 82,5 \text{ cm} > 60 \text{ cm}$ Adopto $S = 60 \text{ cm}$ para todo el tramo.

2.7.1.6. Análisis de los procesos constructivos

Todo proceso constructivo requiere de la supervisión y fiscalización de personal adecuado que garantice el cumplimiento de normas y reglamentos vigentes de la construcción

En la inspección realizada en campo se evidencio el incumplimiento de varios factores como:

Encofrados

Los encofrados según recomendaciones de la NEC SE-HM Sección 9.4.2 deben colocarse de tal forma que garanticen hermeticidad y se encuentran correctamente alineados, los puntales, separadores de encofrado y otros elementos de encofrado deben de ser lo suficientemente rígidos para evitar hinchamiento o abultamiento.

Se recomienda emplear madera de buena resistencia canteada y cepillada, para que el acabado sea más uniforme y el hormigón se vea mejor estéticamente.

En base a estos parámetros y a inspección visual se pudo constatar que el encofrado no se encontraba correctamente alineado por lo que provocó la segregación de hormigón causando gran cantidad de rebabas y dañando la forma inicial de los elementos.

Procesos de Hormigonado

Para la colocación del hormigón se deben emplear métodos adecuados de tal manera que se pueda mantener al hormigón uniforme y libre de imperfecciones visibles. Estos métodos evitan la segregación y áreas porosas, impiden el desplazamiento de los encofrados o acero de refuerzo y aseguran una firme adherencia entre las capas, minimizando el agrietamiento por contracción.

Compactación

El hormigón debe compactarse totalmente a medida que es colocado, en nuestro medio generalmente se emplea vibradores mecánicos cuya misión es conseguir la nivelación del hormigón y la remoción de las burbujas de aire.

Es evidente que durante el proceso de fundición no se cumplió con nada de lo descrito anteriormente ya que una de las patologías predominantes fue la presencia de nidos de piedra y cavidades estos generados debido a la no compactación del hormigón.

Curado del hormigón

Las superficies expuestas de hormigón deben mantenerse húmedas por el tiempo especificado en cada proyecto de construcción. Si no se dispone de esta especificación deben de mantenerse húmedas por al menos de 5 a 7 días. Mientras mayor es la cantidad de humedad retenida dentro del hormigón mayor es la eficiencia del curado.

Habitualmente en nuestro medio se emplea el curado con agua, esto consiste en rociar superficialmente al hormigón logrando que este se hidrate.

Este aspecto se puede evidenciar con la presencia de agrietamientos o fisuras en hormigón que aparecen cuando este no ha sido curado después de su fundición.

2.7.2. Análisis del tráfico existente

El Diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, es por lo tanto que primeramente determinamos:

- Características del flujo del Tránsito.
- Previsión de Tráfico.
- Estimación de los Volúmenes a futuro.

El Flujo del Tránsito por una carretera está medido por la cantidad de vehículos que pasan por una determinada estación particular durante un período de tiempo dado.

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos.

Conteos volumétricos de tráfico

La metodología para la determinación de los volúmenes de tráfico se basa fundamentalmente en la realización de aforos de tránsito en el camino en estudio.

- El aforo de tráfico, por tener características de camino de bajo volumen de tráfico, se realizará mediante el conteo manual de vehículos que regularmente transitan por la vía.
- El aforo se hará registrando el tráfico por cada sentido de circulación.
- Se registrará además la composición del tráfico, para proporcionar información para el diseño de pavimentos y estudio de factibilidad técnica y económica.

Estaciones de conteo

En los casos en los que no se cuente con datos de investigaciones anteriores, para establecer el TPDA del proyecto se debe realizar el aforo de tráfico por una semana completa durante 24 horas incluyendo fines de semana y feriados, esto con la finalidad de conseguir un promedio entre los días normales y los días que se pronostica existe mayor afluencia vehicular.

Por lo tanto, se estableció una sola estación de conteo ubicada en el acceso al puente, ya que la vía tiene un único acceso desde la vía principal 35 Riobamba – Guayaquil hacia la comunidad de Gatazo Grande.

El conteo vehicular se realizó a partir del domingo 24 de julio hasta el sábado 30 de Julio.



Ilustración 49. Estación de conteo de tráfico

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

Del Censo Volumétrico De Tráfico realizado se obtuvieron los resultados registrados en el Anexo 3. Ficha de conteo vehicular del puente sobre el Río Chibunga.

Cálculo del tráfico promedio diario actual

$$TA = \frac{\sum TPDA}{DIAS}$$

$$TA = \frac{3373}{7} = 482 \frac{veh.}{día}$$

Determinación del T.P.D.A.

La unidad de medida del tráfico que circula por una carretera es el T.P.D.A (tráfico promedio diario anual) que es el volumen de tráfico anual dividido para 360 días, tal como se indica en la siguiente ecuación:

$$TPDA = \frac{Volumen\ de\ tráfico\ anual}{360}$$

El T.P.D.A. se determina en base a observaciones y conteos específicos y puntuales del tráfico que permitan determinar el volumen actual de tráfico.

El conteo puede ser manual y automático. El primero es el más importante; puesto que permite conocer la composición del tráfico y los giros en las intersecciones, en el diseño de vías urbanas, el conteo automático permite conocer el volumen total de tráfico utilizando equipo de conteo que registre pares de ejes (por cada dos impulsos recibidos registran un vehículo).

Para determinar el TPDA, se deberá tomar en consideración lo siguiente:

- En caminos de una sola vía de circulación, el conteo del número de vehículos se realiza en un solo sentido.
- En caminos de dos carriles de circulación, se considera el volumen de tráfico en ambas direcciones.
- En autopistas, el TPDA se calcula para cada sentido de circulación, considerando el flujo direccional que representa el porcentaje de vehículos que circula en cada sentido; esto origina regularmente volúmenes de tráfico y composiciones diferentes del mismo en un mismo período.

Períodos de observación

Para la realización de estudios importantes de tráfico, si se desea obtener el TPDA con suficiente aproximación, los conteos deben realizarse en forma manual durante por lo menos una semana, apoyándose en conteos automáticos realizados durante cuatro semanas, para determinar el volumen total de tráfico y correlacionar la información con la obtenida en forma manual.

Tráfico promedio diario anual

En nuestro país la unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA.

Para determinar el TPDA, lo ideal sería disponer de los datos de una estación de contaje permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales. Además, convendría disponer del registro de datos de un periodo de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro.

$$TPDA = TF + TG + TD$$

Tráfico actual (TA)

Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

Tráfico futuro (TF)

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

$$TF = TA(1 + i)^n$$

Donde

TA: Es el tráfico actual.

i: Es la Tasa de crecimiento.

n: Es el período de proyección en años.

Tráfico desarrollado (TD)

Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este componente del tráfico futuro, puede continuar incrementándose durante parte o todo el periodo de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios.

$$TD = 20\%TF$$

Tráfico generado (TG)

El tráfico generado está formado por aquel número de viajes que se efectuarían solo si las mejores propuestas ocurren, y lo constituyen:

- Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.

- Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera.

$$TG = 15\%TF$$

CÁLCULO DEL TPDA PROYECTADO

TPDA actual

$$TA = \frac{\sum TPDA}{DIAS}$$

$$TA = \frac{3373}{7}$$

$$TA = 482 \frac{veh.}{día}$$

Tráfico futuro

$$TF = TA(1 + i)^n$$

El tráfico se proyectará para un periodo de diseño n=50 años.

Tasas de crecimiento (i)

Para determinar el tráfico futuro se empleó las tasas de crecimiento emitidas por el Ministerio de Transporte y Obras Publicas de Ecuador.

Para vehículos livianos: 2,17 %

Para vehículos pesados: 2,03 %

Tabla 63. Tasas de crecimiento vehicular

AÑO	TASA DE CRECIMIENTO		
	Liviano	Bus	Camión
2008			
2009			
2010	2.43%	2.66%	2.26%
2011			
2012			
2013			
2014			
2015	2.17%	1.95%	2.03%
2016			
2017			
2018			
2019	1.95%	1.60%	1.84%
2020			
2021			
2022			
2023			
2024	1.78%	1.60%	1.69%
2025			
2026			
2027			

Fuente: MTOP

Livianos

$$TF_{Liv} = TA_{Liv}(1 + i)^n$$

$$TF_{Liv} = 454(1 + 2,17)^{50}$$

$$TF_{Liv} = 1327 \frac{veh}{dia}$$

Pesados

$$TF_{Pes} = TA_{Pes}(1 + i)^n$$

$$TF_{Pes} = 28(1 + 2,03)^{50}$$

$$TF_{Pes} = 77 \frac{veh}{dia}$$

Tráfico futuro total

$$TF = TF_{Liv} + TF_{Pes}$$

$$TF = 1327 + 77$$

$$TF = 1404 \frac{veh}{dia}$$

Tráfico desarrollado

$$TD = 20\%TF$$

$$TD = 20\%(1404)$$

$$TD = 281 \frac{veh}{dia}$$

Tráfico generado

$$TG = 15\%TF$$

$$TG = 15\%(1404)$$

$$TG = 211 \frac{veh}{dia}$$

TPDA proyectado a 50 años

$$TPDA = TF + TG + TD$$

$$TPDA = 1404 + 281 + 211$$

$$TPDA = 1896 \frac{veh}{dia}$$

Tabla 64. Valores de TPDA

	LIVIANOS		PESADOS	
TPDA actual:	454	veh/día	28	veh/día
TPDA:	165554	veh/años	10324	veh/años
n (N° de años):	50	años	50	años
i (tasa de crecimiento %):	2,17	%	2,03	%
TPDAf (50 años)	1327	veh/día	77	veh/día
TPDA (50 años)	484293	veh/años	28200	veh/años
Tráfico Generado(15%TPDAf)	199	veh/día	12	veh/día
Tráfico de Desarrollo(20%TPDAf)	265	veh/día	15	veh/día
TPDA	1791	veh/día	104	veh/día
TPDA	653796	veh/años	38070	veh/años
TPDA(LIV+PES)	1896			veh/día

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

Clasificación de la vía según el MTOP

El M.T.O.P ha clasificado tradicionalmente las carreteras de acuerdo a un cierto grado de importancia basado más en el volumen del tráfico y el número de calzadas requerido en su función jerárquica.

Según el tráfico proyectado para 50 años tenemos un TPDA de 1896 vehículos por día, valores con el que acogidos a la tabla basada en el cuadro III – I del libro de normas y diseño geométrico de carreteras emitido por el M.T.O.P el proyecto a diseñarse estaría enumerado en una carretera de segundo orden.

Tabla 65. Clasificación de carreteras en función del tráfico

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO		
FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA	TRÁFICO PROYECTADO (T.P.D.A)
Corredor Arterial	R-I O R-II	Más de 8000
	I	De 3000 – 8000
	II	De 1000 – 3000
Colectora	III	De 300 – 1000
	IV	De 100 – 300
Vecinal	V	Menos de 100

Fuente: MTOP

2.7.3. Estudio topográfico

La topografía tiene por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles.

Se realizó un levantamiento topográfico abarcando toda la zona de influencia del puente, 100 metros aguas arriba y 100 metros aguas abajo y de igual forma tanto para el margen izquierdo como el derecho.

Se tomó referencia para posterior constancia en planos de todas las estructuras anexas tales como canal de riego, línea férrea, obras de alcantarillado y caminos vecinales.

Equipo topográfico

Se empleó un GPS Estacionario SOKKIA, seleccionamos este tipo de equipo por la mayor precisión que proporciona ya que este sistema de posicionamiento global como comúnmente se le conoce consiste en una red de satélites que orbitan la Tierra en puntos fijos por encima del planeta y transmiten señales a cualquier receptor GPS en la Tierra. Estas señales llevan un código de tiempo y un punto de datos geográficos que permite al usuario identificar su posición exacta, la velocidad y el tiempo en cualquier parte del planeta.

Equipos

- GPS Estacionario SOKKIA Modelo GSR2700IS
- Receptor GPS GSR2700IS Móvil
- GPS Marca Garmin



Ilustración 50. GPS Estacionario y receptor

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

Accesorios complementarios

- 1 Trípode
- 1 Bastón



Ilustración 51. Trípode y bastón

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

Herramientas y materiales

- Clavos de acero
- Spray
- Flexómetro
- Martillo
- Machete
- Libreta de apuntes
- Esferos



Ilustración 52. Herramientas y materiales empleados en el levantamiento topográfico

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

Procedimiento

Para el levantamiento topográfico, se procedió de la siguiente manera:

- En primer lugar, se buscó un punto de estación, el cual permita la adecuada recepción de señal satelital hacia la base receptora.

- Luego se marcó en el terreno dicho punto, y se procedió a plantar el GPS estacionario.
- Posteriormente, se armó y configuró el equipo, para lo cual, se midió la altura del equipo con la ayuda de un flexómetro y se tomó la coordenada del punto base.
- A continuación, se realizó la toma de puntos con el receptor del equipo, para lo cual se ubica el bastón en el punto deseado esperando que el mismo reciba señal, procediendo a guardar la coordenada del mismo.

Digitalización de datos

Luego de Geo-referenciar los puntos obtenidos mediante el GPS estacionario, se procedió a digitalizar los puntos mediante el uso del programa Autocad Civil 3D, en el cual se creó una superficie a partir de los puntos ingresados, obteniendo de esta manera curvas de nivel que nos permitirán realizar el diseño tanto del puente como de sus accesos.

Dibujo de planos topográficos

Actualmente, existen disponibles una amplia gama de programas especializados que permiten crear dibujos y manipularlos de acuerdo a las necesidades del proyecto.

En el caso de planos topográficos una opción muy conveniente resulta la utilización del programa Autocad Civil 3D, puesto que permite crear dibujos en 3 dimensiones, lo cual agiliza la obtención tanto de proyectos de carácter horizontal como vertical.

Planos del proyecto topográfico

El programa elegido para la realización de los planos topográficos del proyecto fue Autocad Civil 3D, mediante el cual se modeló la superficie levantada, además que permitió la realización del proyecto vertical y horizontal.

2.7.4. Estudio hidráulico e hidrológico

La finalidad de este estudio es conocer las condiciones hidrológicas e hidráulicas del río Chibunga para un periodo de retorno determinado.

El análisis hidrológico determinara las condiciones existentes del área del proyecto y condiciones de la cuenca contribuyente a este con el fin de obtener los patrones de flujo y las descargas de escorrentía a producirse durante eventos de precipitación. El análisis hidráulico determinara los niveles de inundación asociados a estas descargas.

Delimitación de la sub-cuenca hidrográfica del río Chibunga

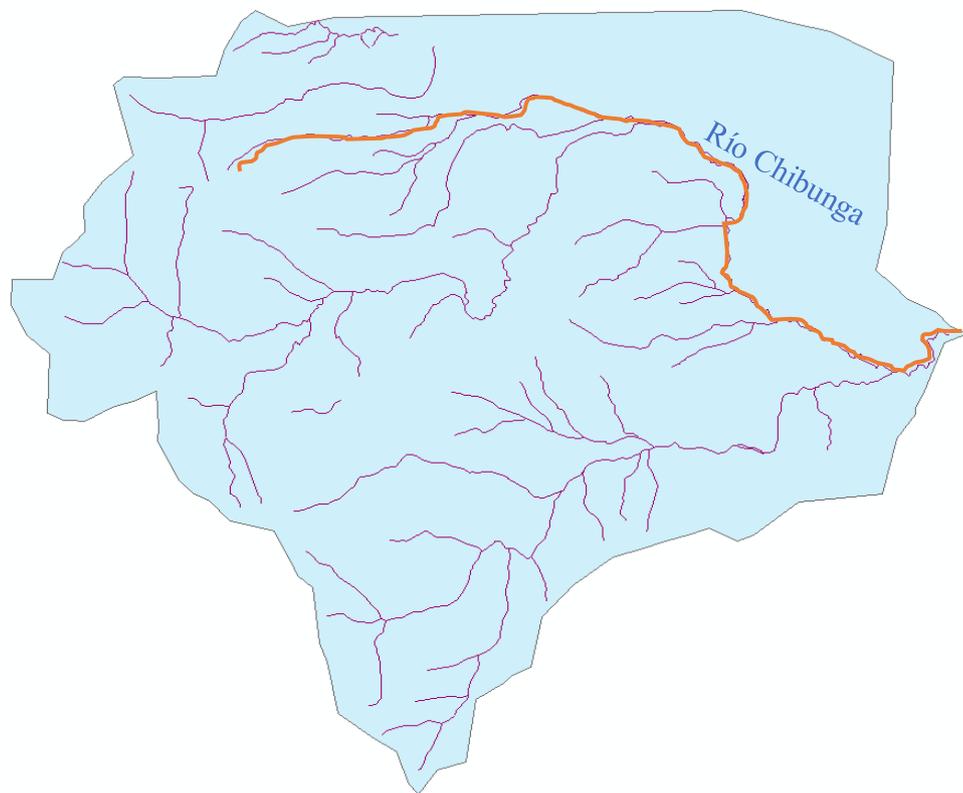


Ilustración 53. Delimitación Sub-cuenca Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

Las características fisiográficas de la cuenca pueden ser explicadas a partir de ciertos parámetros o constantes que se obtienen del procesamiento de la información cartográfica y conocimiento de la topografía de la zona de estudio.

La cuenca como unidad dinámica natural es un sistema hidrológico en el que se reflejan acciones recíprocas entre parámetros y variables.

Las variables pueden clasificarse en variables o acciones externas, conocidas como entradas y salidas al sistema, tales como: precipitación, escorrentía directa, evaporación, infiltración, transpiración; y variables de estado, tales como: contenido de humedad del suelo, salinidad, cobertura vegetal, entre otros. Los parámetros en cambio permanecen constantes en el tiempo y permiten explicar las características fisiomorfométricas de la cuenca.

Área de la cuenca (a)

El área de la cuenca es probablemente la característica geomorfológica más importante para el diseño. Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural.



Ilustración 54. Área Sub-cuenca Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

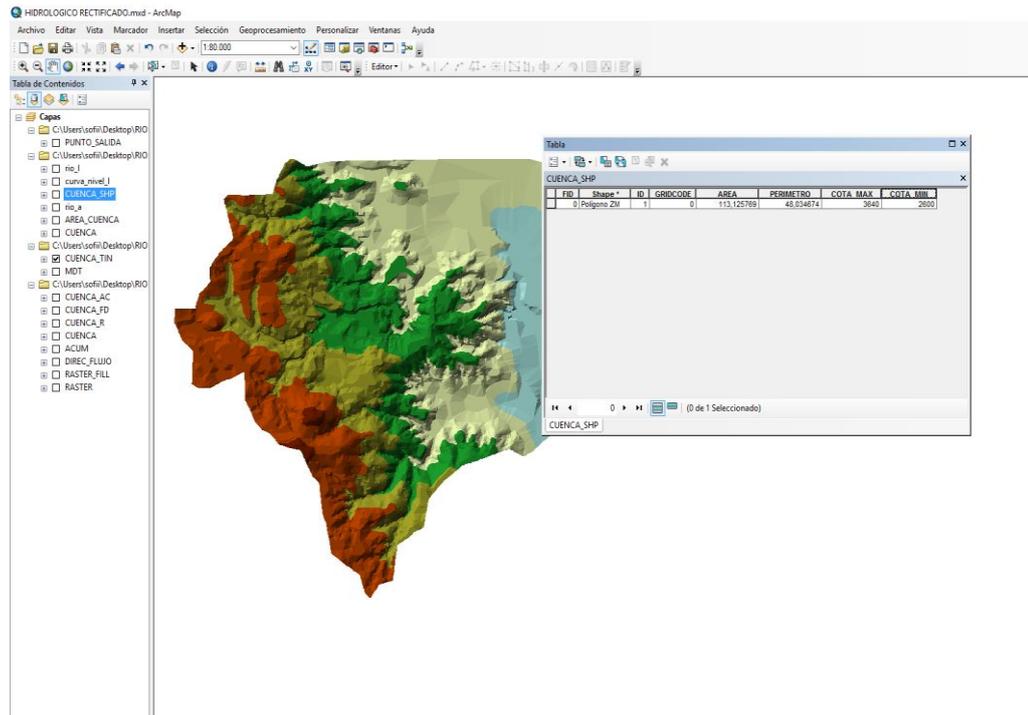


Ilustración 55. Datos obtenidos en el software Arcmap de ArcGis 10.4.1.

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

Longitud, perímetro y ancho.

La longitud, L , de la cuenca puede estar definida como la distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo (estación de aforo) y otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca.

$$L = 12,40 \text{ km}$$

El perímetro P de la cuenca o la longitud de la línea de divorcio de la hoya es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca.

$$P = 48,03 \text{ km}$$

El ancho se define como la relación entre el área (A) y la longitud de la cuenca (L) y se designa por la letra W .

$$W = 4,99 \text{ km}$$

Determinación del tipo de unidad hidrológica

En base a la Tabla 72, y a los datos originados mediante el programa computacional ArcGis 10.4.1 (Arcmap) la cuenca en estudio corresponde a una Sub-cuenca con un área total de 113,12 km².

Tabla 66. Clasificación sistemas hidrológicos

TAMAÑO RELATIVO DE LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS		
UNIDAD HIDROLÓGICA	ÁREA (km²)	N° DE ORDEN
Micro-cuenca	10-100	1, 2, 3
Sub-cuenca	101-700	3, 4, 5
Cuenca	Más de 700	6 o más

Fuente: Segovia, (2016).

Número de orden de la sub-cuenca

Hace referencia al grado de ramificación o bifurcación dentro de una hoya. A mayor número de orden, es mayor el potencial erosivo, mayor el transporte de sedimentos y por tanto mayor también la componente de escorrentía directa.

Por el número de corrientes obtenidas en ArcMap la Sub-cuenca es de orden 3.

Tabla 67. Clasificación de las corrientes de agua

CLASIFICACIÓN DE LAS CORRIENTES DE AGUA	
<i>Corrientes de Primer Orden:</i>	Pequeños canales que no tienen tributarios
<i>Corrientes de Segundo Orden:</i>	Cuando dos corrientes de primer orden se unen
<i>Corrientes de Tercer Orden:</i>	Cuando dos corrientes de segundo orden se unen
<i>Corrientes de Orden n+1:</i>	Cuando corrientes de orden “n” se unen

Fuente: Aguayo, (2016)

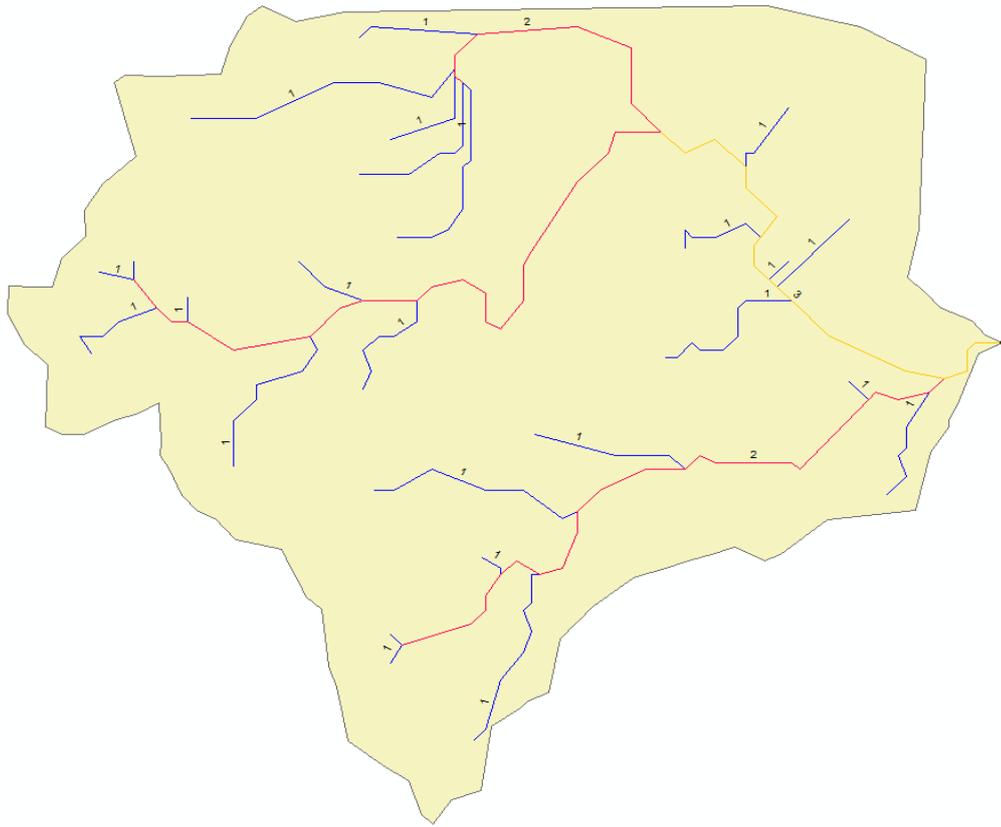


Ilustración 56. Número de orden Sub-cuenca Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

PARÁMETROS DE FORMA

Factor de forma de Horton de la Sub-cuenca (F)

$$F = \frac{A}{L^2}$$

$$F = \frac{113,12}{22,68^2} = 0,22$$

Tabla 68. Clases de forma de Cuencas

RANGOS Kf	CLASES DE FORMA
0,01 – 0,18	Muy poco achatada
0,18 – 0,36	Ligeramente achatada
0,36 – 0,54	Moderadamente achatada

Fuente: s.f

Relación de Elongación (R)

$$R = 1,128 \frac{\sqrt{A}}{L}$$

$$R = 1,128 \frac{\sqrt{113,12}}{22,68} = 0,53$$

Relación de circularidad (Rc)

$$R = \frac{4A\pi}{P^2}$$

$$R = \frac{4(113,12)\pi}{48,03^2} = 0,62$$

Índice de Compacidad o índice de Gravelious (Kc)

$$K = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

$$K = 0,28 \frac{48,03}{\sqrt{113,12}} = 1,26$$

Tabla 69. Forma de cuencas según Gravelious

CLASE DE FORMA	ÍNDICE DE COMPASIDAD Kc	FORMA DE LA CUENCA
Clase I	1,00 a 1,25	Casi redonda a oval – redonda
Clase II	1,26 a 1,50	Oval – redonda a oval - oblonga
Clase III	1,51 a 1,75	Oval – oblonga a rectangular - oblonga

Fuente: Segovia, (2016)

PARÁMETROS DE RELIEVE

Elevación Sub-Cuenca Río Chibunga

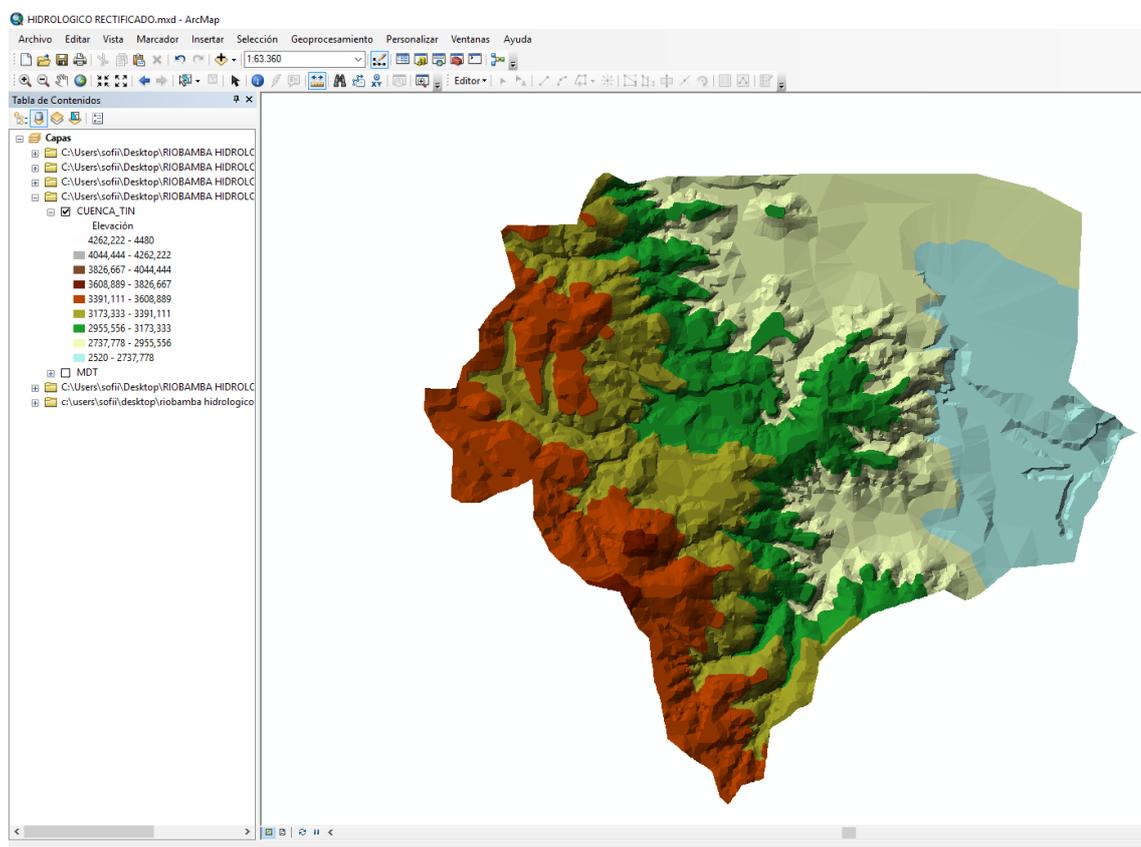


Ilustración 57. Relieve-elevación Sub-cuenca Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

Pendiente media Sub-cuenca Río Chibunga

Tabla 70. Rango de pendiente de la Sub-Cuenca

N°	rango pendiente			Numero de ocurrencias (2)	Resultado
	Inferior	Superior	Promedio (1)		
1	0	5	2,5	2789	6972,5
2	5	12	8,5	1600	13600
3	12	18	15	1625	24375
4	18	24	21	1186	24906
5	24	32	28	824	23072
6	32	44	38	527	20026
7	44	100	72	307	22104
SUMATORIA:				8858	135055,5

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

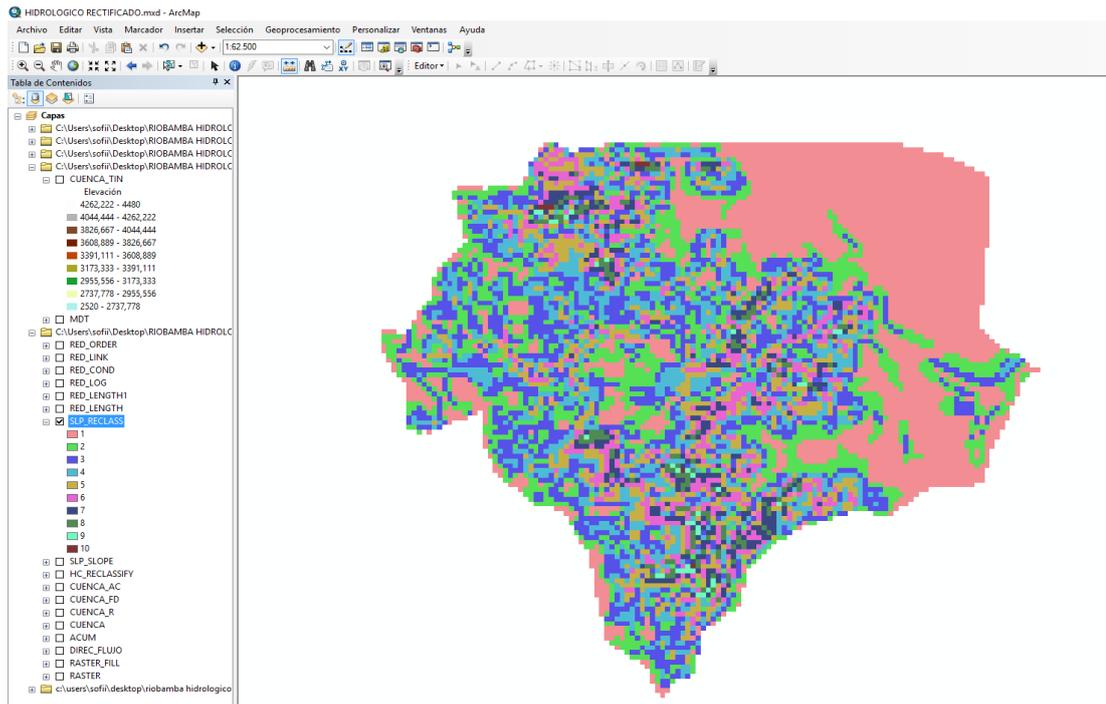


Ilustración 58. Pendientes Sub-cuenca Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

$$\text{Pendiente media de la Sub – cuenca} = \frac{\text{Resultado}}{\text{Numero de ocurrencia}}$$

pendiente media de la cuenca 15,25 % ondulado

Pendiente media cauce principal

$$= \frac{\text{Cota inicial del cauce} - \text{Cota final del cauce}}{10 * \text{Longitud cauce principal}}$$

pendiente media cauce principal 8,39 % ligeramente ondulado

PARÁMETROS RED HIDROGRÁFICA

Densidad de drenaje (Dd)

$$D_d = \frac{L_t}{A}$$

$$D_d = \frac{75,93}{113,12} = 0,67$$

Constante de estabilidad del río (C)

$$C = \frac{A}{L_t}$$

$$C = \frac{113,12}{75,93} = 1,49$$

Densidad de corriente (Dc) o densidad hidrográfica (Dh)

$$D_h = \delta D_d^2$$

δ : *coeficiente adimensional* = 0,694

$$D_h = 0,694(0,67)^2 = 0,31$$

RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS DE LA SUB-CUENCA DEL RÍO CHIBUNGA

Tabla 71. Datos generales de la Sub-cuenca Rio Chibunga

Área de la Sub-cuenca (A)	113,12	km ²
Perímetro de la Sub-cuenca (P):	48,03	km
Longitud Sub-cuenca (L)	22,68	km
Ancho Sub-cuenca (W):	4,99	km
Longitud del Cauce Principal (Lp):	12,40	km
Longitud total de cauces (L _t):	75,93	km
Cota mínima:	2600	msnm
Cota máxima:	3640	msnm
Factor de Horton (F):	0,22	
Relación de elongación (R):	0,53	
Relación de circularidad (Rc):	0,62	
Índice de Gravelious (Kc):	1,26	
Pendiente media Sub-Cuenca:	15,25	%
Pendiente media cauce:	8,39	%
Densidad de drenaje (Dd):	0,67	
Constante de estabilidad del rio (C):	1,49	
Densidad hidrográfica (Dh):	0,31	

Elaborado por: Sofía Aguayo, 2017

Tiempo de concentración

Es considerado como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida. Este parámetro se determinará mediante la siguiente fórmula:

Temez (1978)

$$T_c = 0,3 \left(\frac{L}{S_o^{0,25}} \right)^{0,75}$$

T_c es el tiempo de concentración (horas).

L es la longitud del cauce principal (km).

S_o es la pendiente promedio del cauce principal (en porcentaje).

$$T_c = 0,3 \left(\frac{12,40}{8,39^{0,25}} \right)^{0,75}$$

$$T_c = 1,33 \text{ horas}$$

DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Tabla 72. Tipos de estaciones meteorológicas

CÓDIGO DE TIPO	TIPO DE ESTACIÓN
AN	Anemográfica
AP	Agrometereológica
AR	Aeronáutica
CE	Climatología Especial
CO	Climatología Ordinaria
CP	Climatología Principal
PC	Plataforma colectora de datos
PG	Pluviográfica
PV	Pluviométrica
RS	Radio Sonda

Fuente: INAMHI, pág. 9

Tabla 73. Códigos de provincias

CÓDIGO DE PROVINCIA	NOMBRE DE LA PROVINCIA
01	Azuay
02	Bolívar
03	Cañar
04	Carchi
05	Cotopaxi
06	Chimborazo
07	El Oro
08	Esmeraldas
09	Guayas
10	Imbabura
11	Loja
12	Los Ríos
13	Manabí
14	Morona Santiago
15	Napo
16	Pastaza
17	Pichincha
18	Tungurahua
19	Zamora Chinchipe
20	Galápagos
21	Sucumbios
22	Orellana
23	Santo Domingo de los Tsáchilas
24	Santa Elena

Fuente: INAMHI, pág. 9

Tabla 74. Códigos de Cuencas

CÓDIGO DE CUENCA	CUENCA DEL RÍO	DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA
010	Mataje	Mira
020	Mira	Mira
030	Carchi	Mira
040	Verde	Esmeraldas
050	Cayapas-Onzole	Esmeraldas
060	Muisne	Esmeraldas
070	Cojimies	Esmeraldas
080	Esmeraldas	Esmeraldas
090	Jama	Manabí
100	Chone	Manabí
110	Portoviejo	Manabí
120	Jipijapa	Manabí
130	Guayas	Guayas
140	Zapotal	Guayas
150	Taura	Guayas
160	Cañar	Guayas
170	Balao	Jubones
180	Jubones	Jubones
190	Arenillas	Jubones
200	Puyango	Puyango
210	Catamayo	Puyango
220	San Miguel-Putumayo	Napo
230	Aguarico	Napo
240	Napo	Napo
250	Curaray	Napo
260	Pastaza	Pastaza
270	Tigre	Pastaza
280	Santiago	Santiago
290	Morona	Santiago

300	Mayo Chinchi	Santiago
310	Cenepa	Santiago
320	Galápagos	Galápagos

Fuente: INAMHI, pág. 10

ESTACIONES METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS CON INFORMACIÓN PUBLICADA

- M0133 Guaslan
- M0393 San Juan-Chimborazo

CODIGO	NOMBRE DE LA ESTACION	TIPO	ZONA HIDRO	LATITUD			LONGITUD			ALTITUD (m)	PROVINCIA	INSTIT. PROPIET	Página de Climatología	Página de Pluviometría
				GG	MM	SS	GG	MM	SS					
M0133	GUASLAN	CO	260	1 °	43 ' 15 " S	78 °	39 ' 40 " W	2850	Chimborazo	INAMHI	57	127		
M0393	SAN JUAN-CHIMBORAZO	PV	260	1 °	37 ' 35 " S	78 °	47 ' 0 " W	3220	Chimborazo	INAMHI	128			

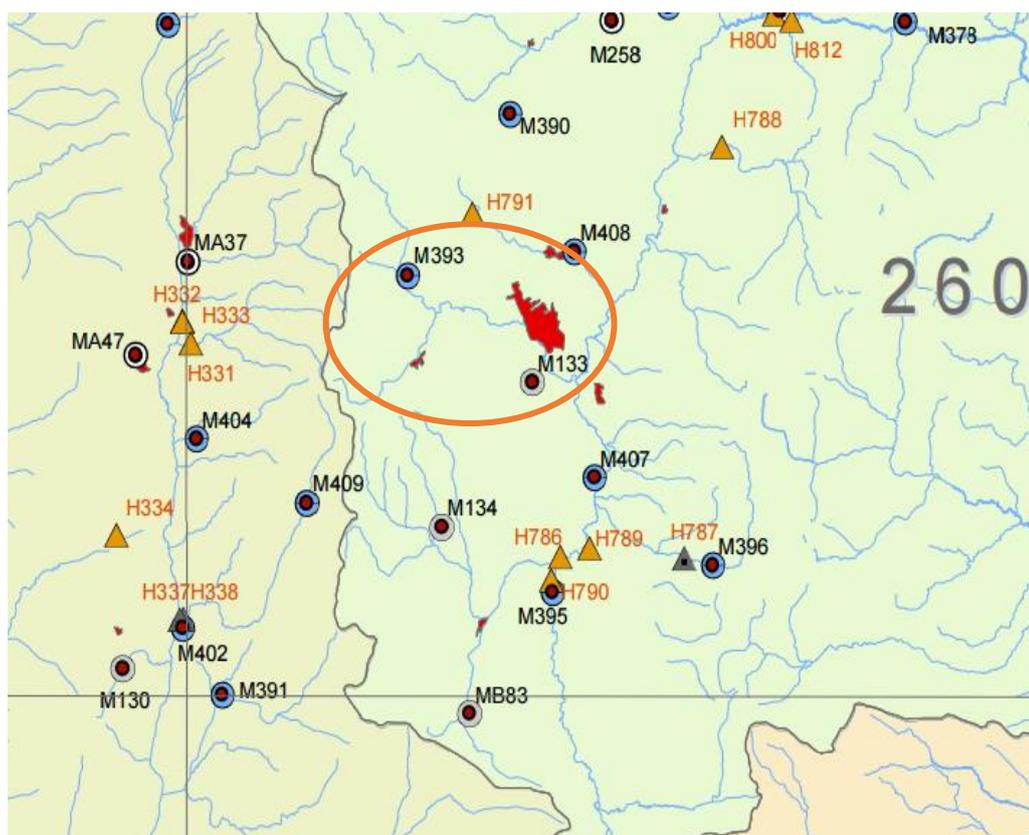


Ilustración 59. Estaciones hidrometeorológicas seleccionadas cercanas al puente en estudio.

Fuente: INAMHI, (2009).

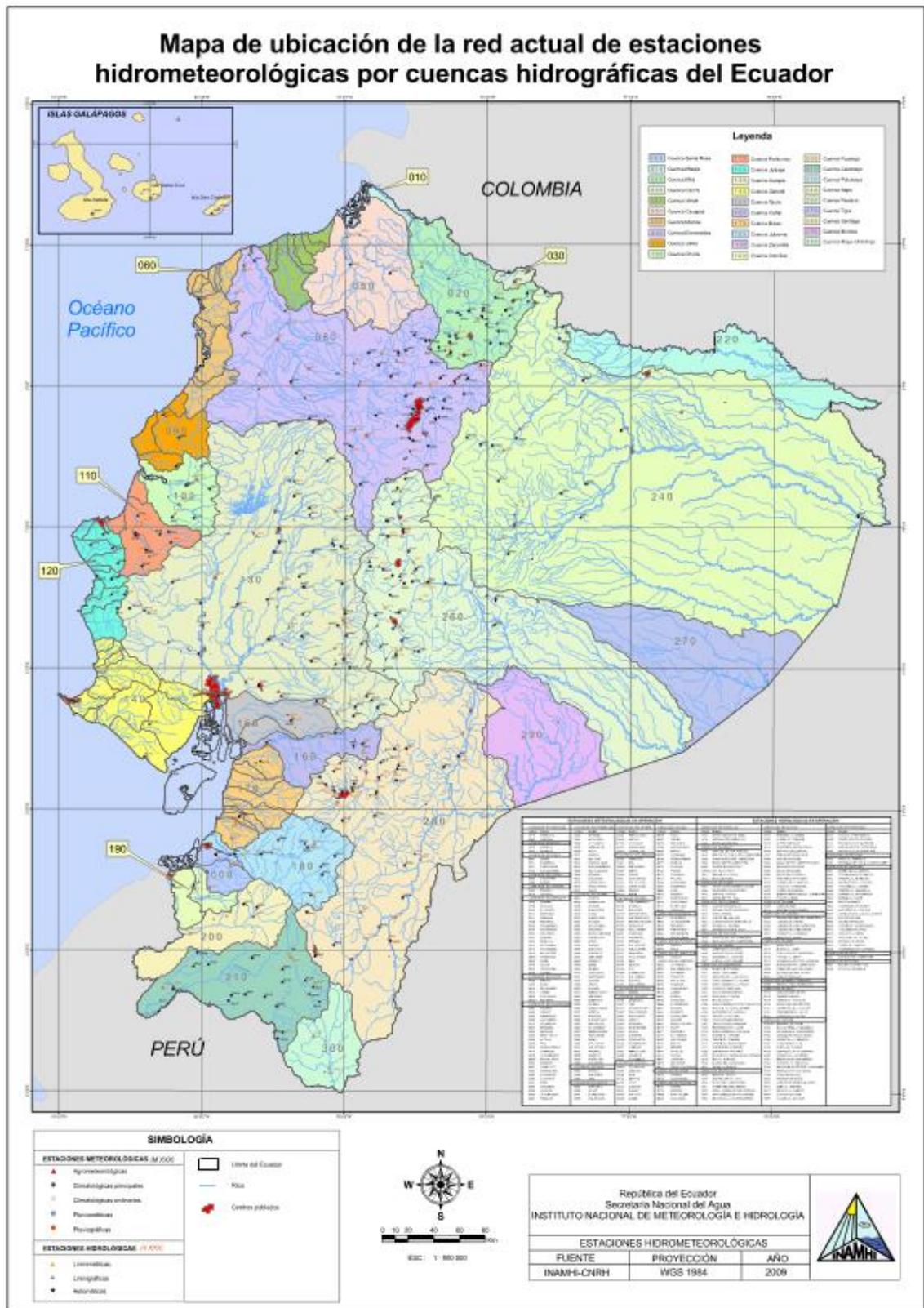


Ilustración 60. Mapa de ubicación de la red actual de estaciones hidrometeorológicas

Fuente: INAMHI, (2009).

Precipitaciones máximas y mínimas de la Sub-cuenca

Tabla 75. Precipitaciones máximas y mínimas de la Sub-cuenca

Estación:	M0133 GUASLAN										Latitud:	1° 43' 15" S		
Ciudad:	Riobamba										Longitud:	78° 39' 40" W		
Provincia:	Chimborazo										Altura:	2850		
DATOS DE : PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
2001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,3	11,1	8,0	69,8	6,6	37,1	50,6	227,5	
2002	0,0	50,8	20,9	79,0	53,4	41,7	10,6	13,5	24,1	75,8	25,3	36,3	431,4	
2003	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2005	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2006	53,7	68,3	67,5	69,3	13,5	52,2	8,3	20,1	14,8	40,8	81,4	59,2	549,1	
2007	41,7	21,1	88,7	99,5	102,7	68,0	10,6	55,7	6,2	90,7	66,2	37,6	688,7	
2008	62,2	77,2	103,3	89,4		49,9	16,1	37,0	33,2	101,1	101,7	113,9	785,0	
2009	36,5	65,6	49,1	42,1	27,1	50,9	22,4	10,0	1,9	96,5	12,2	0,0	414,3	
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2011	39,4	87,5	18,3	100,2	52,6	20,1	37,6	22,7	33,5	52,7	94,9	62,2	621,7	
SUMA	233,5	370,5	347,8	479,5	249,3	327,1	116,7	167,0	183,5	464,2	418,8	359,8	3717,7	
MEDIA	21,2	33,7	31,6	43,6	24,9	29,7	10,6	15,2	16,7	42,2	38,1	32,7	338,0	
DATOS DE : PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
2001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	4,0	31,4	5,2	10,0	9,6	31,4	
2002	0,0	0,0	7,7	13,1	24,8	20,5	4,1	0,0	12,0	0,0	4,7	13,8	24,8	
2003	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2005	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2006	14,5	19,3	9,4	13,9	8,0	20,0	6,8	11,0	5,2	14,5	25,3	14,2	25,3	
2007	13,5	10,6	20,5	20,6	21,0	8,4	3,8	13,0	2,8	24,2	12,7	8,6	24,2	
2008	18,6	17,2	14,2	0,0	0,0	12,4	5,0	11,0	12,8	19,3	25,5	33,4	33,4	
2009	9,2	0,0	11,2	15,4	0,0	23,4	5,7	3,2	0,8	43,1	0,0	0,0	43,1	
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2011	0,0	34,7	12,9	0,0	21,2	6,1	11,7	3,9	21,8	0,0	15,1	0,0	34,7	
MAX	18,6	34,7	20,5	20,6	24,8	23,4	11,7	13,0	31,4	43,1	25,5	33,4	43,1	

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

ESTIMACIÓN PRECIPITACIÓN MÁXIMA PROBABLE

Debido a la falta de pluviógrafos en las estaciones próximas al sitio de proyecto, que permitan una determinación directa de las curvas de intensidad - duración - frecuencia, se trabajó sobre la base de registros de máximas precipitaciones diarias. La precipitación máxima probable es aquella magnitud de lluvia que ocurre sobre la sub-cuenca, en la cual generará un gasto de avenida, para el que virtualmente no existe riesgo de ser excedido.

Los diversos procedimientos de estimación de la precipitación máxima probable no están normalizados, ya que varían principalmente con la cantidad y calidad de los datos disponibles; además, cambian con el tamaño de la sub-cuenca, su emplazamiento y su topografía, con los tipos de temporales que producen las precipitaciones extremas y con el clima. Los métodos de estimación de fácil y rápida aplicación son los empíricos y el estadístico.

Las lluvias máximas horarias o diarias por lo común se ajustan bien a la distribución de valores extremos tipo I o Gumbel, a la Log-Pearson tipo III y a la gamma incompleta. En este proyecto se emplea la distribución Gumbel.

Tabla 76. Registros pluviométricos de precipitaciones máximas, estación Guaslán

No	AÑO	MES MAX. PRECIPITACIÓN	PRECIPITACIÓN MÁXIMA	
			Xi	(Xi-X)^2
1	2001	SEPTIEMBRE	31,40	136,42
2	2002	MAYO	24,80	25,81
3	2003		0,00	388,88
4	2004		0,00	388,88
5	2005		0,00	388,88
6	2006	NOVIEMBRE	25,30	31,14
7	2007	OCTUBRE	24,20	20,07
8	2008	DICIEMBRE	33,40	187,14
9	2009	OCTUBRE	43,10	546,62
10	2010		0,00	388,88
11	2011	FEBRERO	34,70	224,40
SUMA			216,90	2727,12

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{216,90}{11} = 19,72 \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{2727,12}{10}} = 16,51 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 12,88 \text{ mm}$$

$$u = \bar{x} - 0,5772 * \alpha = 12,29 \text{ mm}$$

Para el modelo de probabilidad:

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Según el estudio de miles de estaciones - año de datos de lluvia, realizado por L. L. Welss, los resultados de un análisis probabilístico llevado a cabo con lluvias máximas anuales tomadas en un único y fijo intervalo de observación, al ser incrementados en un 13% conducían a magnitudes más aproximadas a las obtenidas en el análisis basado en lluvias máximas verdaderas. Por tanto, el valor representativo adoptado para la cuenca será multiplicado por 1.13 para ajustarlo por intervalo fijo y único de observación.

Tabla 77. Cuadro de precipitaciones para distintas frecuencias

Periodo de retorno	Variable reducida	Precipitación (mm)	Prob. De ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT' (mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0,3665	17,0054	0,5000	19,2167
5	1,4999	31,5993	0,8000	35,7072
10	2,2504	41,2617	0,9000	46,6257
25	3,1985	53,4702	0,9600	60,4213
50	3,9019	62,5272	0,9800	70,6557
75	4,3108	67,7914	0,9867	76,6043
100	4,6001	71,5173	0,9900	80,8145

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

INTENSIDAD DE LLUVIA

Los datos meteorológicos necesarios para el cálculo de las crecidas, consiste en las intensidades de diseño para diferentes periodos de retorno, considerando duraciones del mismo orden de magnitud que los tiempos de concentración de cada cuenca.

El cálculo se efectúa a partir de las intensidades obtenidas de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia, sobre la base de los datos generados por el Estudio de Lluvias Intensas publicado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) en desde 2001 a 2011.

ECUACIÓN DE INTENSIDAD

Las relaciones o cocientes a la lluvia de 24 horas se emplean para duraciones de varias horas D.F. Campos A. propone los siguientes cocientes.

Tabla 78. Coeficientes para la relación de lluvias duración 24 horas

Duraciones en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0,30	0,39	0,46	0,52	0,57	0,61	0,68	0,80	0,91	1,00

Fuente: Campos, (1978).

Estos datos serán obtenidos como un porcentaje de los resultados de la precipitación máxima probable para 24 horas, para cada período de retorno, diferentes porcentajes de este valor según los tiempos de duración de lluvia adoptados.

Tabla 79. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración

Tiempo de duración	Cociente	P.M.P (mm) para diferentes tiempos de duración sg.						
		Periodo de Retorno						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años
24 hr	X24 = 100%	19,2161	35,7072	46,6257	60,4213	70,6557	76,6043	80,8145
18 hr	X 18 = 91%	17,4867	32,4936	42,4294	54,9834	64,2967	69,7099	73,5412
12 hr	X 12 = 80%	15,3729	28,5658	37,3006	48,3370	56,5246	61,2834	64,6516
8 hr	X 8 = 68%	13,0669	24,2809	31,7055	41,0865	48,0459	52,0909	54,9539
6 hr	X 6 = 61%	11,7218	21,7814	28,4417	36,8570	43,1000	46,7286	49,2968
5 hr	X 5 = 57%	10,9532	20,3531	26,5766	34,4401	40,2737	43,6645	46,0643
4 hr	X 4 = 52%	9,9924	18,5677	24,2454	31,4191	36,7410	39,8342	42,0235
3 hr	X 3 = 46%	8,8394	16,4253	21,4478	27,7938	32,5016	35,2380	37,1747
2 hr	X 2 = 39%	7,4943	13,9258	18,1840	23,5643	27,5557	29,8757	31,5177
1 hr	X 1 = 30%	5,7648	10,7122	13,9877	18,1264	21,1967	22,9813	24,2444

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

Basándose en los resultados de la anterior tabla, y los tiempos de duración adoptados, calculamos la intensidad equivalente para cada caso, según:

$$I = \frac{P[mm]}{t_{duración}[hr]}$$

Tabla 80. Intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno

Tiempo de duración		Intensidad de lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno						
hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años
24	1440	0,8007	1,4878	1,9427	2,5176	2,9440	3,1918	3,3673
18	1080	0,9715	1,8052	2,3572	3,0546	3,5720	3,8728	4,0856
12	720	1,2811	2,3805	3,1084	4,0281	4,7104	5,1070	5,3876
8	480	1,6334	3,0351	3,9632	5,1358	6,0057	6,5114	6,8692
6	360	1,9537	3,6302	4,7403	6,1428	7,1833	7,7881	8,2161
5	300	2,1907	4,0706	5,3153	6,8880	8,0547	8,7329	9,2129
4	240	2,4982	4,6419	6,0613	7,8548	9,1852	9,9586	10,5059
3	180	2,9466	5,4751	7,1493	9,2646	10,8339	11,7460	12,3916
2	120	3,7473	6,9629	9,0920	11,7822	13,7779	14,9378	15,7588
1	60	5,7650	10,7122	13,9877	18,1264	21,1967	22,9813	24,2444

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

La representación matemática de las curvas Intensidad – Duración -Periodo de retorno, Sg. Bernard es:

$$I = \frac{a * T^b}{t^c}$$

Donde:

I: Intensidad (mm/hr)

t: Duración de la lluvia (min)

T: Periodo de retorno (años)

a, b, c: parámetros de ajuste

Realizando un cambio de variable

$$d = a * T^b$$

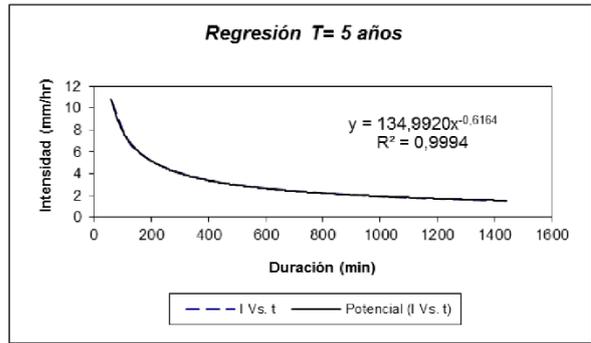
De donde:

$$I = \frac{d}{t^c} \rightarrow I = d * t^{-c}$$

Periodo de retorno para T = 5 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	1,4878	7,2724	0,3973	2,8893	52,8878
2	1080	1,8052	6,9847	0,5907	4,1257	48,7863
3	720	2,3805	6,5793	0,8673	5,7062	43,2865
4	480	3,0351	6,1738	1,1102	6,8544	38,1156
5	360	3,6302	5,8861	1,2893	7,5889	34,6462
6	300	4,0706	5,7038	1,4038	8,0069	32,5331
7	240	4,6419	5,4806	1,5351	8,4135	30,0374
8	180	5,4751	5,1930	1,7002	8,8291	26,9668
9	120	6,9629	4,7875	1,9406	9,2906	22,9201
10	60	10,7122	4,0943	2,3714	9,7092	16,7637
10	4980	44,2015	58,1555	13,2059	71,4139	346,9435

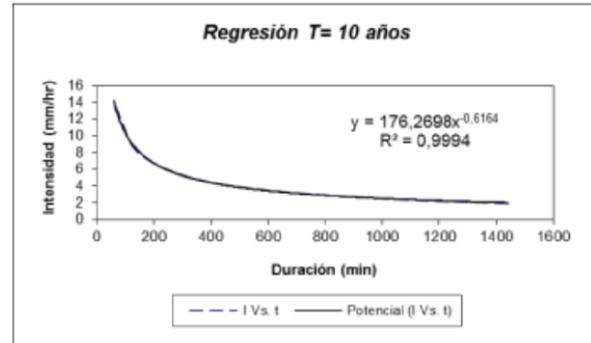
Ln (A) = 4,9052 A = 134,9920 B = -0,6164



Periodo de retorno para T = 10 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	1,9427	7,2724	0,6641	4,8296	52,8878
2	1080	2,3572	6,9847	0,8575	5,9892	48,7863
3	720	3,1084	6,5793	1,1341	7,4615	43,2865
4	480	3,9632	6,1738	1,3770	8,5016	38,1156
5	360	4,7403	5,8861	1,5561	9,1593	34,6462
6	300	5,3153	5,7038	1,6706	9,5287	32,5331
7	240	6,0613	5,4806	1,8019	9,8757	30,0374
8	180	7,1493	5,1930	1,9670	10,2146	26,9668
9	120	9,0920	4,7875	2,2074	10,5679	22,9201
10	60	13,9877	4,0943	2,6382	10,8016	16,7637
10	4980	57,7175	58,1555	15,8739	86,9299	346,9435

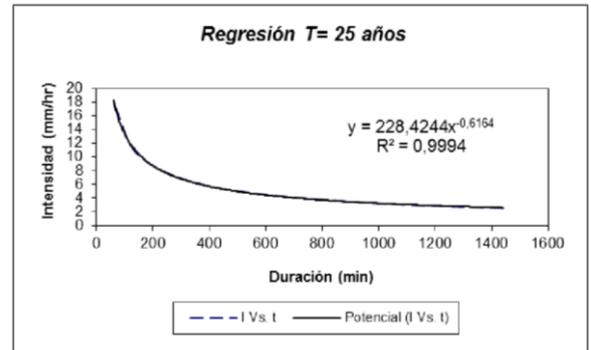
Ln (A) = 5,1720 A = 176,2698 B = -0,6164



Periodo de retorno para T = 25 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	2,5176	7,2724	0,9233	6,7145	52,8878
2	1080	3,0546	6,9847	1,1167	7,7996	48,7863
3	720	4,0281	6,5793	1,3933	9,1668	43,2865
4	480	5,1358	6,1738	1,6362	10,1018	38,1156
5	360	6,1428	5,8861	1,8153	10,6850	34,6462
6	300	6,8880	5,7038	1,9298	11,0071	32,5331
7	240	7,8548	5,4806	2,0611	11,2963	30,0374
8	180	9,2646	5,1930	2,2262	11,5606	26,9668
9	120	11,7822	4,7875	2,4666	11,8088	22,9201
10	60	18,1264	4,0943	2,8974	11,8628	16,7637
10	4980	74,7949	58,1555	18,4658	102,0032	346,9435

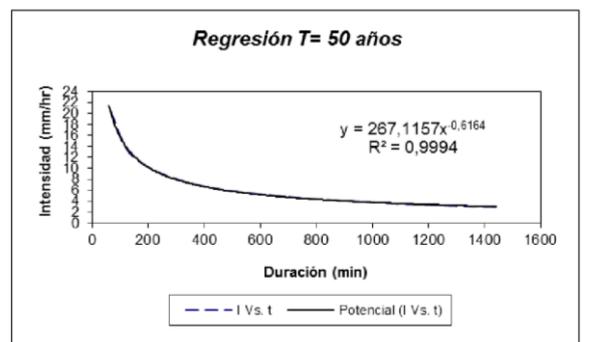
Ln (A) = 5,4312 A = 228,4244 B = -0,6164



Periodo de retorno para T = 50 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	2,9440	7,2724	1,0798	7,8525	52,8878
2	1080	3,5720	6,9847	1,2731	8,8925	48,7863
3	720	4,7104	6,5793	1,5498	10,1963	43,2865
4	480	6,0057	6,1738	1,7927	11,0678	38,1156
5	360	7,1833	5,8861	1,9718	11,6060	34,6462
6	300	8,0548	5,7038	2,0863	11,8996	32,5331
7	240	9,1852	5,4806	2,2176	12,1539	30,0374
8	180	10,8339	5,1930	2,3827	12,3731	26,9668
9	120	13,7779	4,7875	2,6231	12,5579	22,9201
10	60	21,1967	4,0943	3,0538	12,5035	16,7637
10	4980	87,4639	58,1555	20,0306	111,1031	346,9435

Ln (A) = 5,5877 A = 267,1157 B = -0,6164



Periodo de retorno para T = 100 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	3,3673	7,2724	1,2141	8,8294	52,8878
2	1080	4,0856	6,9847	1,4075	9,8308	48,7863
3	720	5,3876	6,5793	1,6841	11,0802	43,2865
4	480	6,8692	6,1738	1,9271	11,8972	38,1156
5	360	8,2161	5,8861	2,1061	12,3967	34,6462
6	300	9,2129	5,7038	2,2206	12,6658	32,5331
7	240	10,5059	5,4806	2,3519	12,8901	30,0374
8	180	12,3916	5,1930	2,5170	13,0708	26,9668
9	120	15,7588	4,7875	2,7574	13,2010	22,9201
10	60	24,2444	4,0943	3,1882	13,0535	16,7637
10	4980	100,0394	58,1555	21,3740	118,9156	346,9435

Ln (A) = 5,7220 A = 305,5213 B = -0,6164

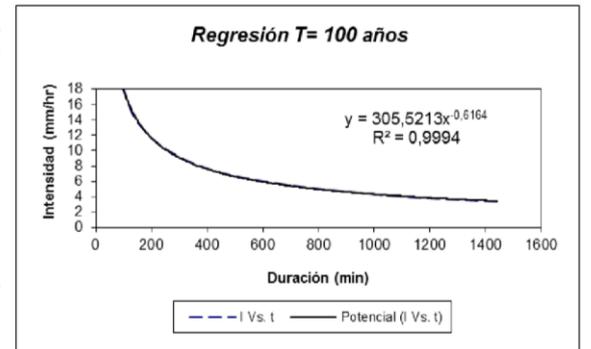


Tabla 81. Resumen de aplicación de regresión potencial

Periodo de retorno (años)	Termino ctte. de regresión (d)	Coefficiente de regresión (c)
5	134,9920	-0,616386088
10	176,2698	-0,616386088
25	228,4244	-0,616386088
50	267,1157	-0,616386088
100	305,5213	-0,616386088
PROMEDIO	222,464644	-0,616386088

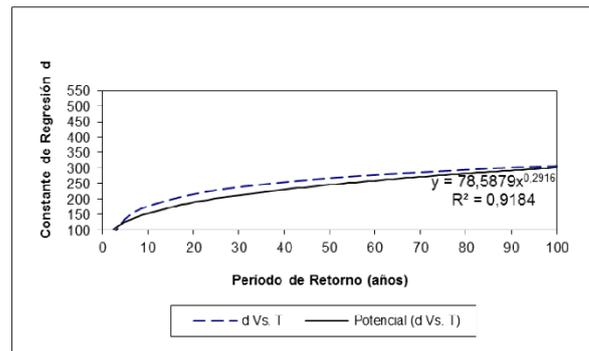
Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

$$d = a * T^b$$

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x * ln y	(lnx) ²
1	2	72,6469	0,6931	4,2856	2,9706	0,4805
2	5	134,9920	1,6094	4,9052	7,8946	2,5903
3	10	176,2698	2,3026	5,1720	11,9090	5,3019
4	25	228,4244	3,2189	5,4312	17,4824	10,3612
5	50	267,1157	3,9120	5,5877	21,8591	15,3039
6	75	289,6046	4,3175	5,6685	24,4738	18,6407
7	100	305,5213	4,6052	5,7220	26,3509	21,2076
8	500	394,2708	6,2146	5,9770	37,1449	38,6214
8	767	1868,8455	26,8733	42,7493	150,0853	112,5074

Ln (A) = 4,3642 A = 78,5879 B = 0,2916



Finalmente se tiene la ecuación de intensidad válida para la Sub-Cuenca:

$$I = \frac{78,5879 * T^{0,291574}}{t^{0,61639}}$$

Donde:

I: intensidad de precipitación (mm/hr)

T: período de retorno (años)

t: tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla 82. Intensidad-tiempo de duración

Frecuencia en años	duración en minutos						
	5	10	15	20	25	30	35
5	46,59	30,39	23,67	19,83	17,28	15,44	14,04
10	57,03	37,20	28,97	24,27	21,15	18,90	17,19
25	74,49	48,59	37,85	31,70	27,62	24,69	22,45
50	91,18	59,48	46,32	38,80	33,81	30,22	27,48
100	111,60	72,80	56,70	47,49	41,38	36,98	33,63

Frecuencia en años	duración en minutos					
	40	45	50	55	60	79,82
5	12,93	12,03	11,27	10,63	10,07	8,45
10	15,83	14,72	13,79	13,01	12,33	10,34
25	20,68	19,23	18,02	16,99	16,10	13,51
50	25,31	23,53	22,05	20,80	19,71	16,53
100	30,97	28,81	26,99	25,45	24,13	20,23

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

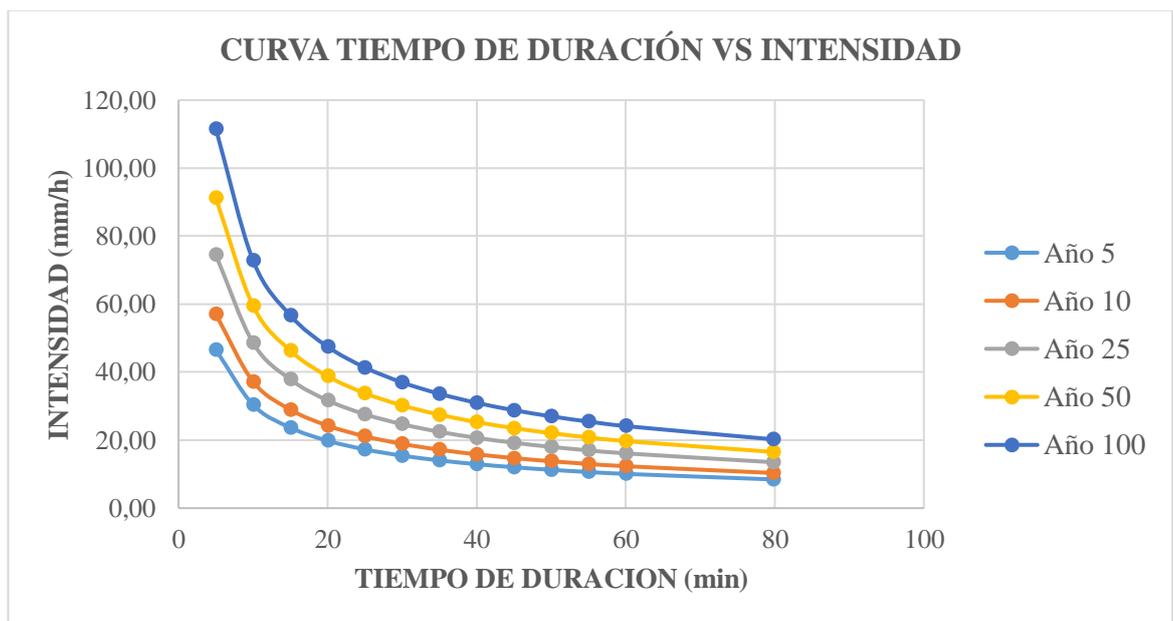


Ilustración 61. Curva Tiempo de duracin vs Intensidad

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

CAUDAL MÁXIMO (Q_{max}) PERÍODO DE RETORNO 50 AÑOS

Metodo de Burkli-Zieler

$$Q = 3,90 * A * I_{TR} * C * \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

Donde:

Q: Caudal máximo en l/s

A: Área de la Sub-cuenca en Ha.

I_{TR} : Intensidad de lluvia en mm/h

C: Coeficiente de escorrentía (Tabla 90)

S: Pendiente de la Sub-cuenca

Tabla 83. Tipos de Usos de suelo

TIPO	USOS DEL SUELO
1	Forestal protector
2	Uso mixto
3	Uso mixto (residencial 38% impermeable)
4	Áreas y corredores de actividad múltiple de cobertura zonal
5	Corredor barrial
6	Equipamientos generales o de ciudad (Residencial 38% impermeable)
7	Residencial tipo (65% impermeable)
8	Verdes

Fuente: Segovia, (2016).

Tabla 84. Coeficientes de escorrentía para diferentes periodos de retorno

USOS SUELO	$Tr = 2,33$	$Tr = 5$	$Tr = 10$	$Tr = 25$	$Tr = 50$	$Tr = 100$
1	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52
2	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55
3	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53
4	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97
5	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95
6	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53
7	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55
8	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52

Fuente: Segovia, (2016).

Tabla 85. Cálculo caudal máximo método Burkli-Zieler

AÑOS	C	I (mm/h)	A (Ha)	Q (l/seg)	Q (m3/seg)
5	0,40	8,45	11312	24597,82	24,60
10	0,42	10,34	11312	31612,47	31,61
25	0,46	13,51	11312	45226,80	45,23
50	0,49	16,53	11312	58966,68	58,97
100	0,53	20,23	11312	78065,47	78,07

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017)

Cálculo de parámetros de condiciones actuales del río

Velocidad del flujo

Para la obtención de este parámetro se realizó trabajo de campo determinando inicialmente una distancia de 10 metros, para posterior arrojar botellas de plástico vacías, y medir el tiempo que estas demoraban en recorrer todo el trayecto.

Distancia 1

t = 15,10 seg

$$v = \frac{d}{t} = \frac{10}{15,10} = 0,66 \text{ m/s}$$

Distancia 2

t = 16,00 seg

$$v = \frac{d}{t} = \frac{10}{16,00} = 0,625 \text{ m/s}$$

Distancia 3

t = 15,70 seg

$$v = \frac{d}{t} = \frac{10}{15,70} = 0,639 \text{ m/s}$$

PROMEDIO

$$v = \frac{0,66 + 0,625 + 0,639}{3} = 0,641 \text{ m/s}$$

Caudal de cauce

El caudal viene definido por:

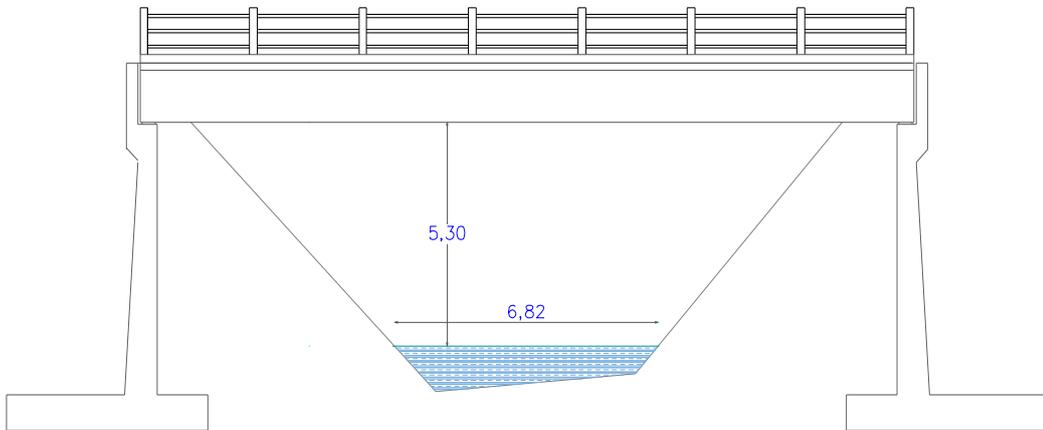
$$Q = A \cdot v$$

Donde:

Q: Caudal de cauce (m^3/s)

A: Área (m^2)

v: velocidad de flujo obtenido en campo (m/s)



$$Q = A \cdot v$$

$$Q = 5,291 \cdot 0,641 = 3,391 \text{ m}^3/\text{s}$$

ESTIMACIÓN DE NIVELES DE CRECIENTE

Modelación Hidráulica en HEC-RAS

Para el análisis hidráulico se empleó el software HEC-RAS (River Analysis System del Hydrologic Engineering Center del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos) el cual es el encargado de la simulación de flujos en cauces naturales o canales artificiales con la finalidad de determinar el nivel del agua y así poder establecer estudios de inundabilidad y determinar las zonas inundables.

Una vez obtenido el caudal máximo para el período de diseño de 50 años cuyo valor es $58,97 \text{ m}^3/\text{s}$, y ayudados del levantamiento topográfico se procederá a

ingresar al HEC-RAS para el modelamiento del río e identificación de zonas de inundación.

El puente en estudio se encuentra ubicado en la abscisa 0+110 por lo que el análisis y la luz del puente se obtendrá mediante los resultados que se expresen en esa ubicación.

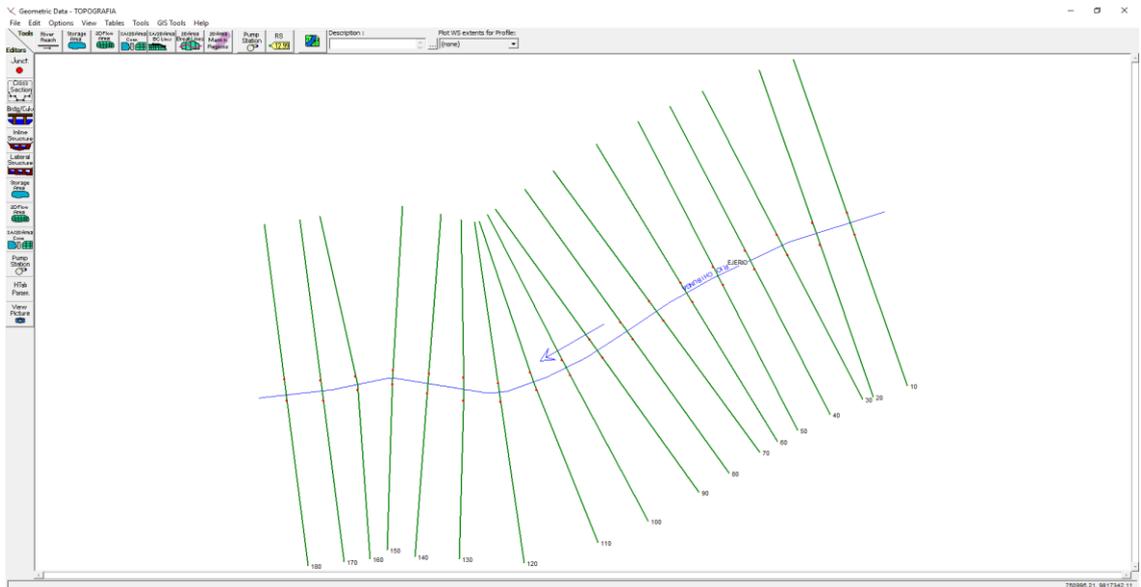


Ilustración 62. Geometría del eje del Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

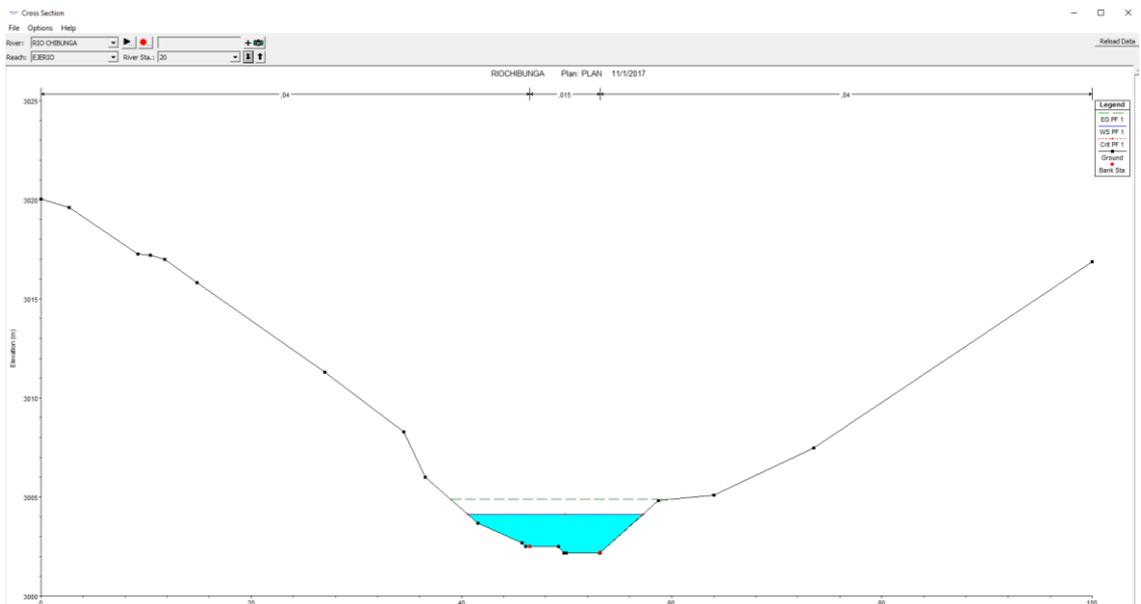


Ilustración 63. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+020 m.

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

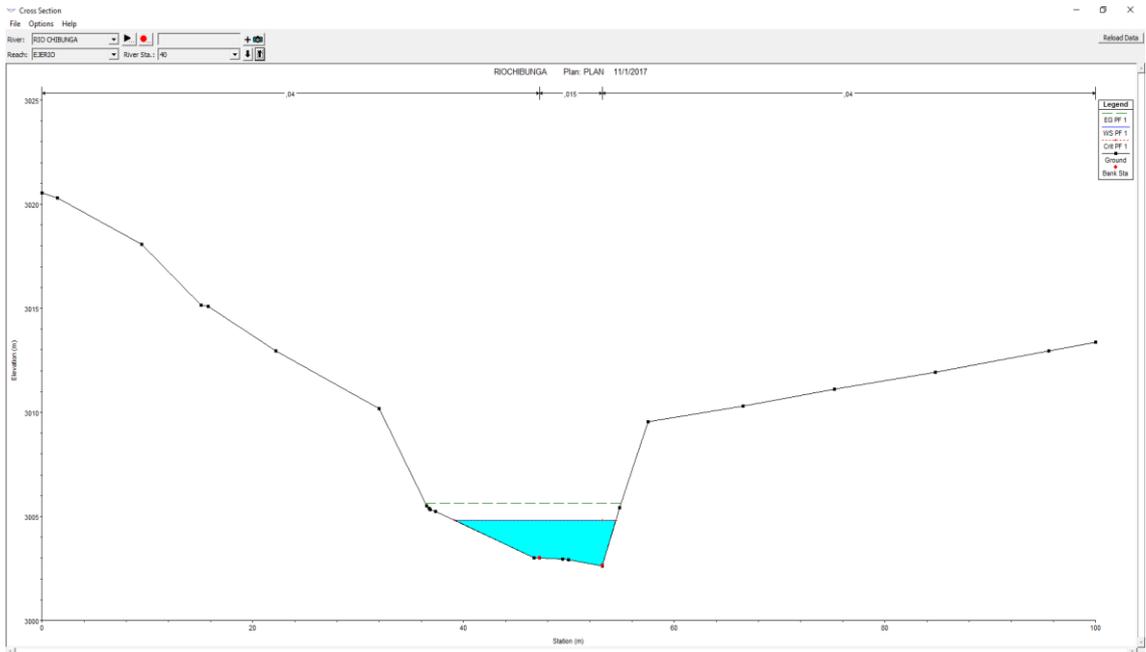


Ilustración 64. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+040 m.

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

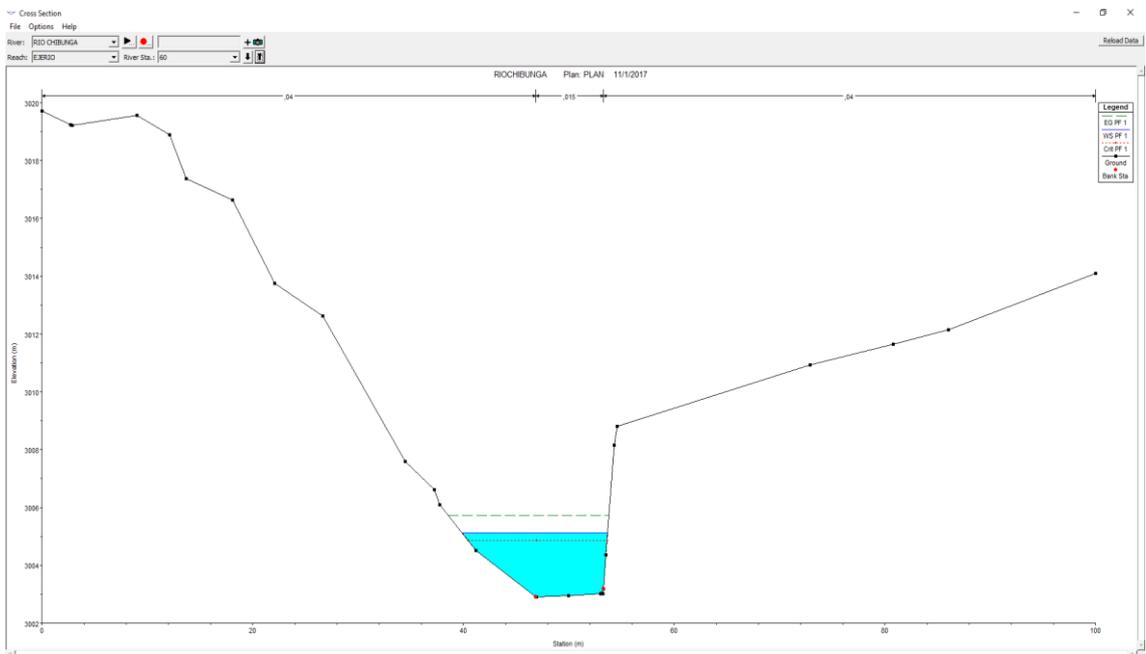


Ilustración 65. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+060 m.

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

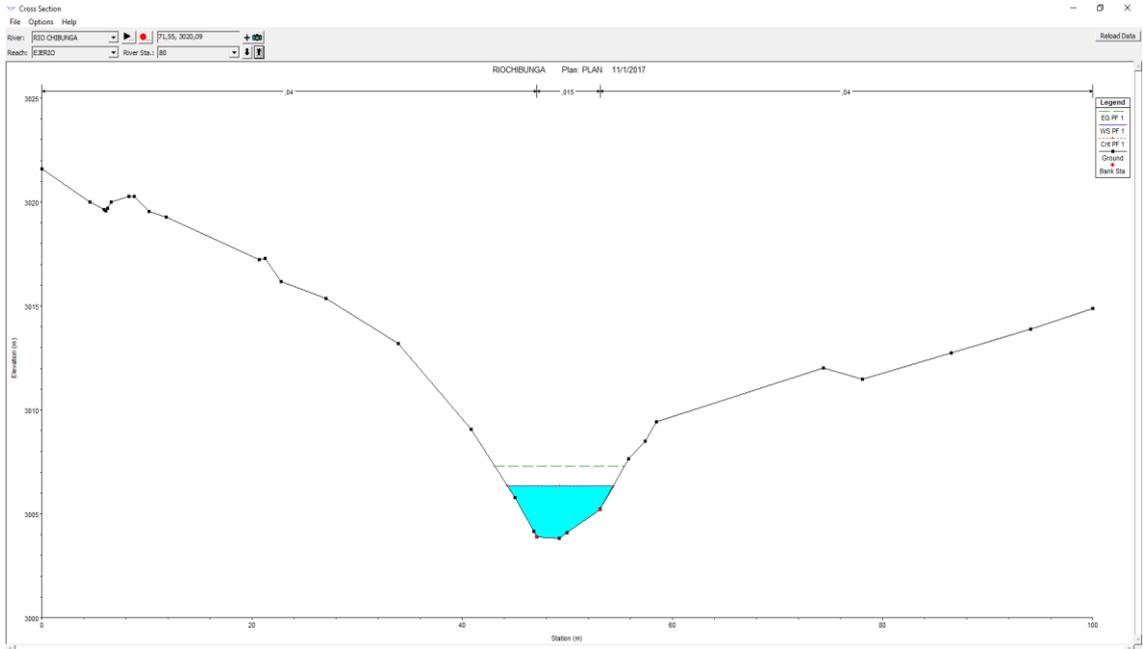


Ilustración 66. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+080 m.

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

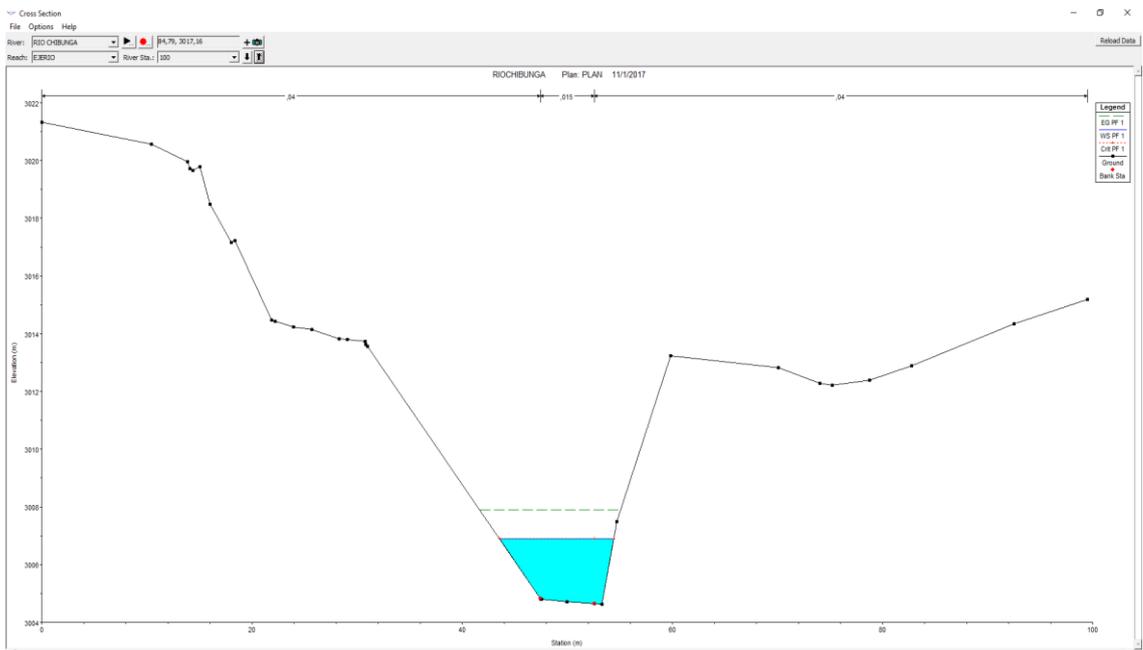


Ilustración 67. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+100 m.

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

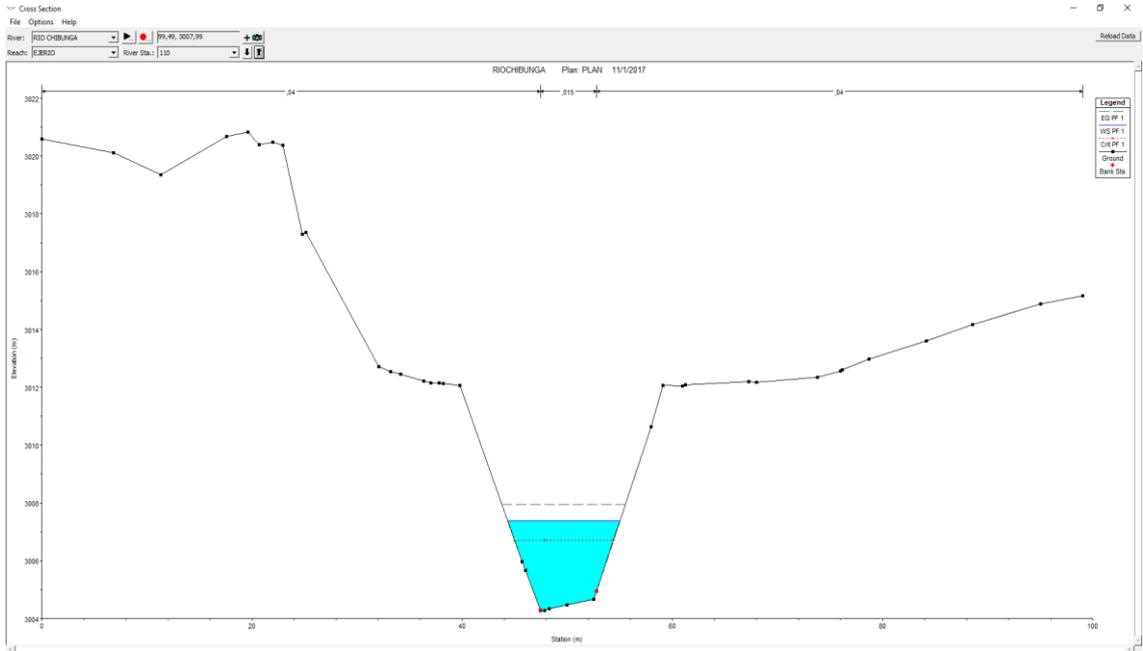


Ilustración 68. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+110 m.

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

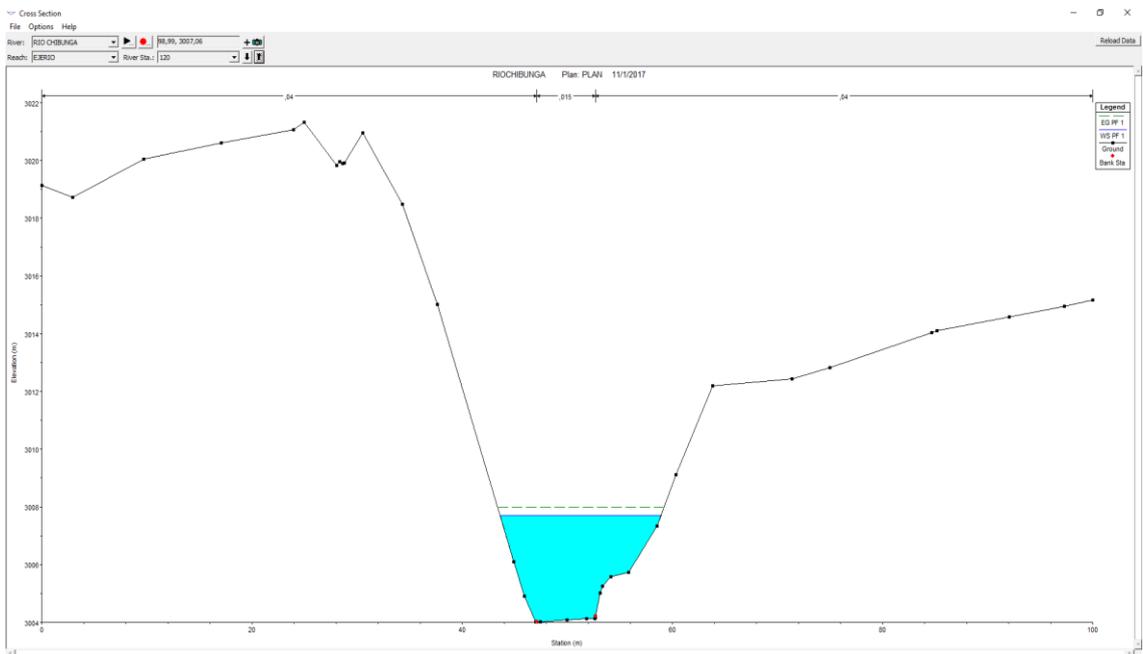


Ilustración 69. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+110 m.

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

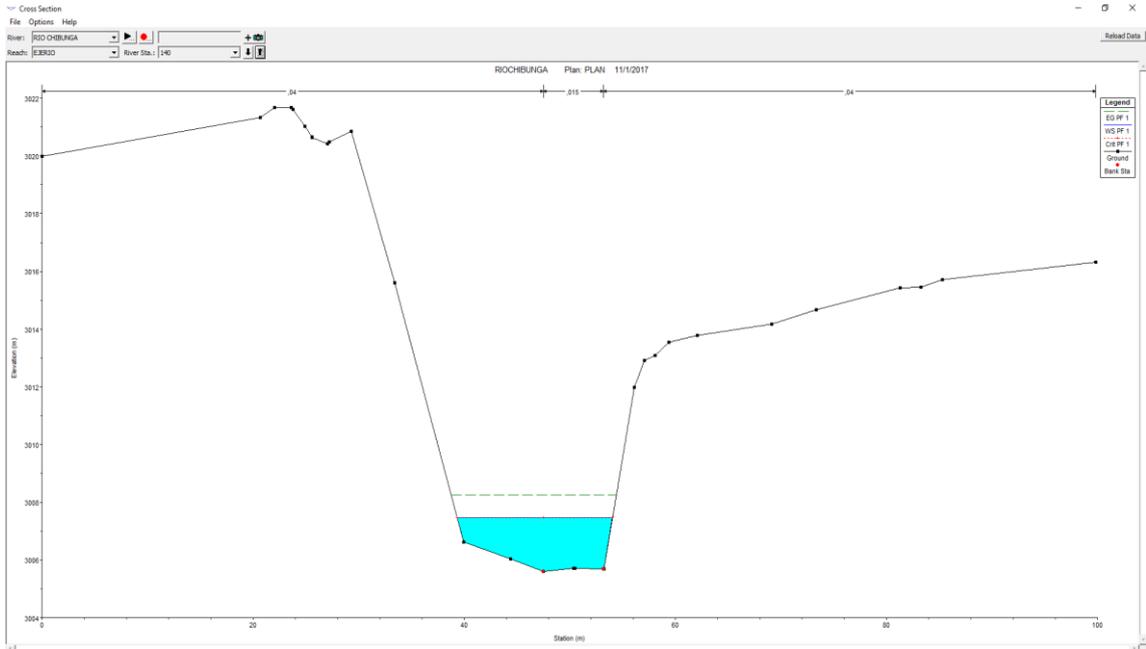


Ilustración 70. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+140 m.

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

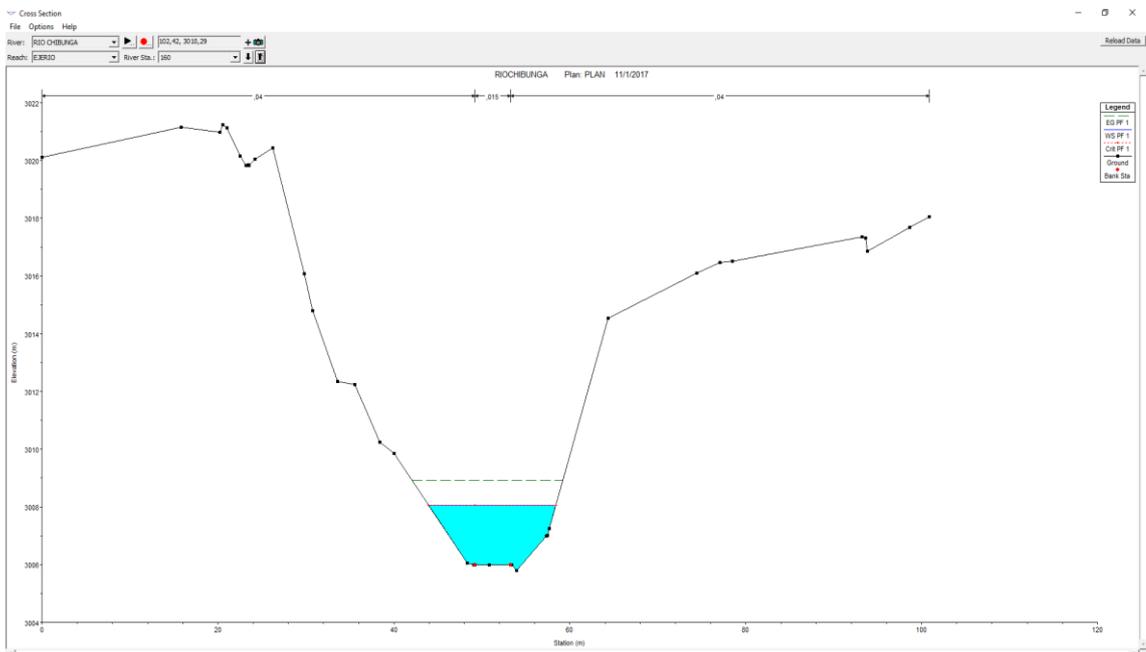


Ilustración 71. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+160 m.

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

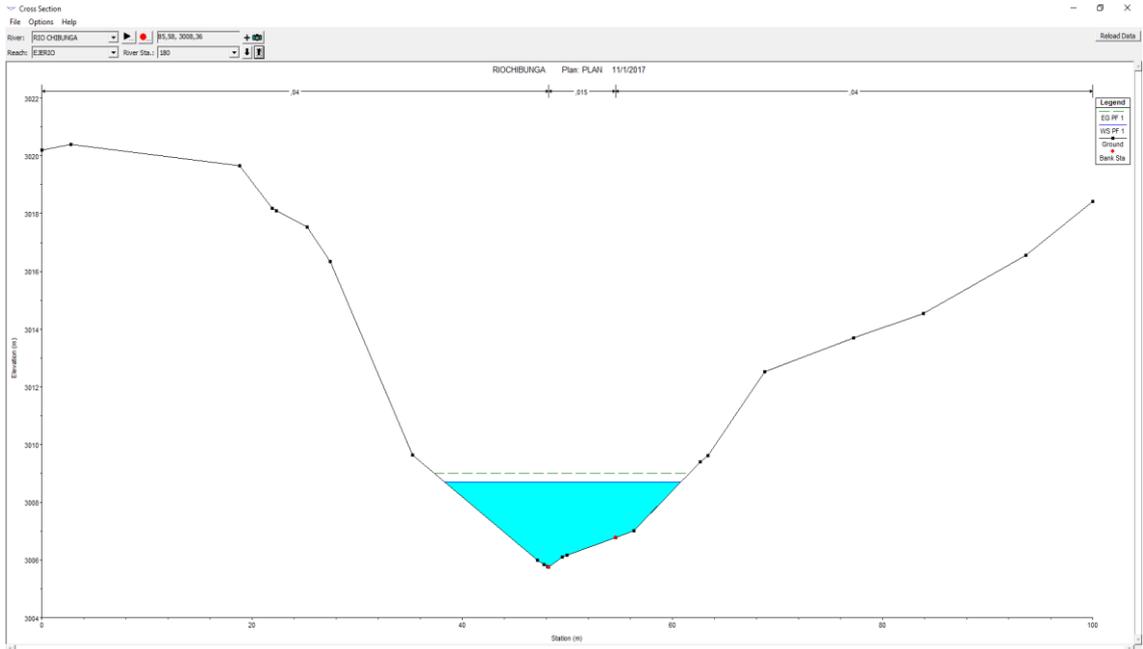


Ilustración 72. Línea de agua y de energía Río Chibunga, abscisa 0+180 m.

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

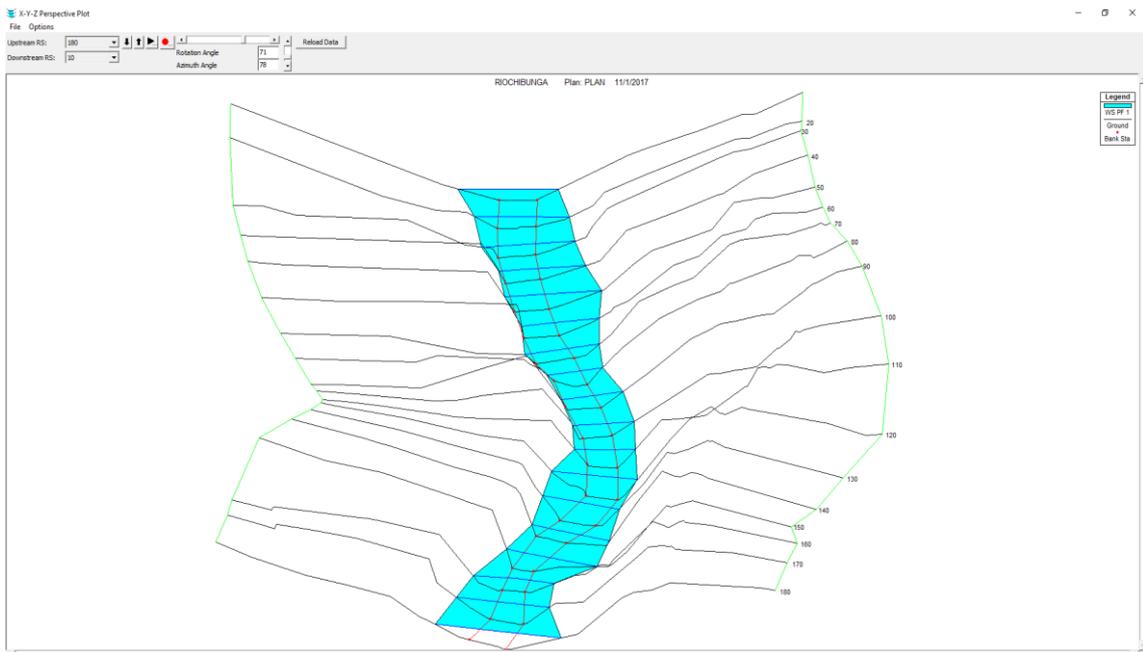


Ilustración 73. Desborde del Río vista aguas abajo

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

Tabla 86. Resultados modelación Río Chibunga



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: plan River: RIO CHIBUNGA Reach: EJERIO Profile: PF 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
EJERIO	180	PF 1	58,97	3005,76	3008,54		3008,78	0,006780	0,92	33,41	21,55	0,20
EJERIO	170	PF 1	58,97	3005,30	3008,48		3008,71	0,006739	1,12	33,22	15,92	0,21
EJERIO	160	PF 1	58,97	3005,99	3008,13		3008,60	0,012569	1,24	23,41	14,69	0,27
EJERIO	150	PF 1	58,97	3004,67	3008,30		3008,44	0,003239	0,89	39,80	19,56	0,15
EJERIO	140	PF 1	58,97	3005,60	3008,06		3008,38	0,006736	0,98	30,31	15,42	0,20
EJERIO	130	PF 1	58,97	3004,10	3008,15		3008,28	0,003354	0,97	44,00	14,93	0,16
EJERIO	120	PF 1	58,97	3004,02	3008,12		3008,24	0,002801	0,89	44,23	16,06	0,14
EJERIO	110	PF 1	58,97	3004,29	3007,89		3008,18	0,011118	1,56	28,62	11,60	0,27
EJERIO	100	PF 1	58,97	3004,64	3007,76		3008,07	0,010045	1,40	28,43	13,03	0,26
EJERIO	90	PF 1	58,97	3004,67	3007,04	3007,04	3007,84	0,042572	2,20	19,38	11,74	0,48
EJERIO	80	PF 1	58,97	3003,82	3006,50	3006,50	3007,32	0,053614	2,55	18,07	10,48	0,55
EJERIO	70	PF 1	58,97	3003,55	3005,84	3005,84	3006,62	0,025476	1,60	21,51	12,80	0,36
EJERIO	60	PF 1	58,97	3002,90	3005,31		3005,81	0,016795	1,44	25,11	14,25	0,30
EJERIO	50	PF 1	58,97	3002,67	3005,36		3005,62	0,008297	1,17	31,64	17,57	0,23
EJERIO	40	PF 1	58,97	3002,61	3004,78	3004,78	3005,43	0,035096	1,92	20,25	15,14	0,44
EJERIO	30	PF 1	58,97	3002,22	3004,61		3004,94	0,013219	1,35	28,83	20,35	0,28
EJERIO	20	PF 1	58,97	3002,17	3004,34	3004,10	3004,77	0,018656	1,44	25,07	17,54	0,32
EJERIO	10	PF 1	58,97	3002,14	3003,93	3003,93	3004,52	0,033145	1,79	21,35	17,43	0,43

Fuente: Sofía Aguayo, (2017)

2.7.5. Análisis de suelos

En el sector en el cual está implantado el puente en estudio no se visualiza corrimientos de tierra por tratarse de lecho de río rocoso, conjuntamente con grabas no fragmentadas bien graduadas, que filtran el agua y evitan que el suelo ceda por su propio peso y movimientos, lo taludes pertenecen a la misma índole, no se verifica asentamientos en el puente existente, observación fácilmente realizable en los ingresos uniformizados de la vía y el tablero del puente que no presentan fisuras por asentamiento ni deformaciones, lo que da a notar que la capacidad portante del terreno de asiento es sumamente aceptable para implantar las bases del nuevo puente en el mismo sector.

El sitio en el cual se va a implantar el nuevo puente corresponde al mismo en el cual está ubicado actualmente el puente en estudio, es decir, el puente existente ingresará en un proceso de demolición y se construirá el nuevo en el mismo sitio ajustando la entrada de cada carril, lo que nos da a entender que las características estratigráficas del sector son adecuadas por las observaciones antes mencionadas.

Mediante bibliografía y análisis experimental se tiene que para el tipo de suelo al que hacemos mención corresponde una capacidad portante que bordea las 30tn/m² a 40tn/m² tomando para nuestro caso la capacidad más crítica que es 30tn/m² y vinculándola con lo expuesto en la NEC 15 Perfiles de Suelo rígidos, y para el relleno que será material filtrante de mejoramiento se tomaran las características propias de dicho material expuestas en la sección de diseño del puente, la realización de un ensayo SPT en el sitio queda como recomendación al momento de la construcción, tomando incluso la opción de mejoramientos para alcanzar resistencias más elevadas de soporte.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1. Introducción

Las diferentes estructuras que hacen parte de una red vial, como son los puentes, deben estar administradas por un ente que posea un proceso fácil, eficiente y dinámico para la evaluación de las necesidades de mantenimiento, rehabilitación, reconstrucción y construcción. La inspección de puentes tiene como finalidad la prevención de fallas a tiempo para prevenir problemas futuros.

El puente sobre el Río Chibunga fue inspeccionado siguiendo los manuales de inspección de Costa Rica, Perú y tesis afines al tema.

3.2. Descripción general

El puente sobre el Río Chibunga es un puente tipo losa sobre vigas, consta de tres vigas, las cuales se encuentran apoyadas directamente sobre el cabezal del estribo por lo que no existe ningún tipo de apoyo, el estribo del margen derecho se caracteriza por ser tipo pórtico con aleros y bajo el mismo posee un enrocado bien constituido, al margen derecho no se visualiza estribo simplemente un enrocado. La obra falsa continúa colocada y tanto las vigas como el tablero siguen encofrados, solo las caras visibles se encuentran desencofradas.

Su construcción está registrada en 1990 posee una luz total de 19,50 metros y un ancho de calzada de 3,65 metros.

3.3. Resultados de la evaluación funcional y estructural del puente sobre el Río Chibunga

La inspección fue realizada el día sábado 23 de Julio del 2016, se siguió la metodología secuencial de inspección especificada en la sección 1.9.6.3. y con la ayuda de fichas se registró elemento por elemento todas las fallas encontradas y la posición y magnitud de las mismas. En el siguiente cuadro se muestra un resumen de todas las patologías encontradas y su calificación respectiva.

Tabla 87. Resultados de la Evaluación funcional y estructural del Puente sobre el Río Chibunga

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA						
PATOLOGÍAS						
ELEMENTOS PRINCIPALES						
	Nidos de piedra y cavidades	Descascaramiento	Eflorescencia	Acero de refuerzo expuesto		SUMATORIA
Tablero	4	5	4	5		18
Vigas principales de hormigón	Agrietamiento	Nidos de piedra y cavidades	Descascaramiento	Eflorescencia	Acero de refuerzo expuesto	
	5	4	5	4	4	22
Vigas secundarias (diafragmas)	Nidos de piedra y cavidades	Descascaramiento				
	4	4				8
Apoyos	Rotura de pernos	Deformación del apoyo	Inclinación del apoyo	Desplazamiento del apoyo		
						20
Estribo margen izquierdo	Agrietamiento	Nidos de piedra y cavidades	Descascaramiento	Eflorescencia	Acero de refuerzo expuesto	
	5	4	4	4	4	21
Estribo margen derecho	Agrietamiento	Nidos de piedra y cavidades	Eflorescencia	Acero de refuerzo expuesto		
						40
Muros de ala (margen izquierdo)	Agrietamiento	Nidos de piedra y cavidades	Descascaramiento	Eflorescencia	Acero de refuerzo expuesto	
						35

Muros de ala (margen derecho)	Agrietamiento	Nidos de piedra y cavidades	Descascaramiento	Eflorescencia	Acero de refuerzo expuesto	
						35
Cauce	Erosión	Sedimentación	Obstrucción del cauce por escombros			
	3	3	3			9
SUMATORIA TOTAL:						208
ELEMENTOS SECUNDARIOS						
Aceras	Nidos de piedra y cavidades	Descascaramiento	Acero de refuerzo expuesto			
	4	3	3			10
Barandas	Agrietamiento	Descascaramiento	Acero de refuerzo expuesto	Deformación		
	5	4	5	4		18
Juntas de expansión	Filtraciones de agua	Faltante o deformación	Movimiento vertical	Juntas obstruidas	Acero de refuerzo expuesto	
						25
Drenaje	Obstrucción de drenajes	Longitud o sección insuficiente				
	3	5				8
Señalización	Desgaste	Ausencia de señalética				
	4	5				9
SUMATORIA TOTAL:						70

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2016).

Tabla 88. Calificación General del estado del Punte

CALIFICACIÓN GENERAL						
PUENTE SOBRE EL RÍO CHIBUNGA						
ELEMENTOS	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	ESTADO			
1.	ELEMENTOS PRIMARIOS	208	9	1	< 34 E. secundarios	MUY BUENO
				2	< 80 E. secundarios	BUENO
				3	< 125 E. secundarios	
				4	< 170 E. secundarios	REGULAR
				5	>53 y <90 E. primarios (sin pilas)	
2.	ELEMENTOS SECUNDARIOS	70		6	<125 E. primarios (sin pilas)	MALO
				7	<160 E. primarios (sin pilas)	
				8	<195 E. primarios (sin pilas)	<u>MUY MALO</u>
				9	<230 E. primarios (sin pilas)	
				10	<265 E. primarios (sin pilas)	PÉSIMO

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2016).

La calificación final obtenida después de una serie de inspecciones realizadas al puente sobre el Río Chibunga es de 9; lo que significa un estado MUY MALO con un avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios.

3.4. Análisis del tráfico existente

La información de tráfico se da en base al tráfico promedio diario actual proyectado a los años para los cuales se necesita realizar el diseño del puente.

Composición del tráfico

Se analizó la composición del tráfico y se observó que los vehículos livianos son los de más importancia ya que representan el 94 % del volumen total mientras que los vehículos pesados representan el 6% restante.

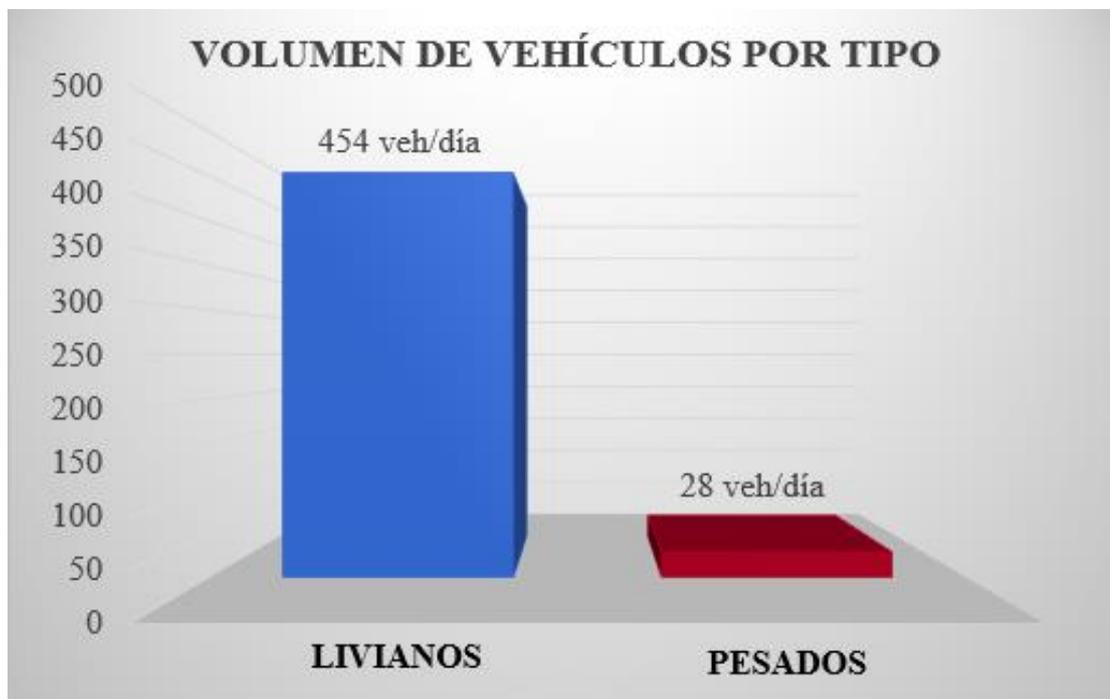


Ilustración 74. Volumen de vehículos por tipo

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2016).

Horas de máxima demanda

El conteo manual se realizó durante las 24 horas del día por siete días de la semana lo que permitió determinar las horas de máxima demanda obteniendo los siguientes resultados:

- Mañana: 9:00 a 10:00 am
- Tarde: 12:00 a 13:00 pm

Y el día con mayor volumen de tráfico es el domingo.

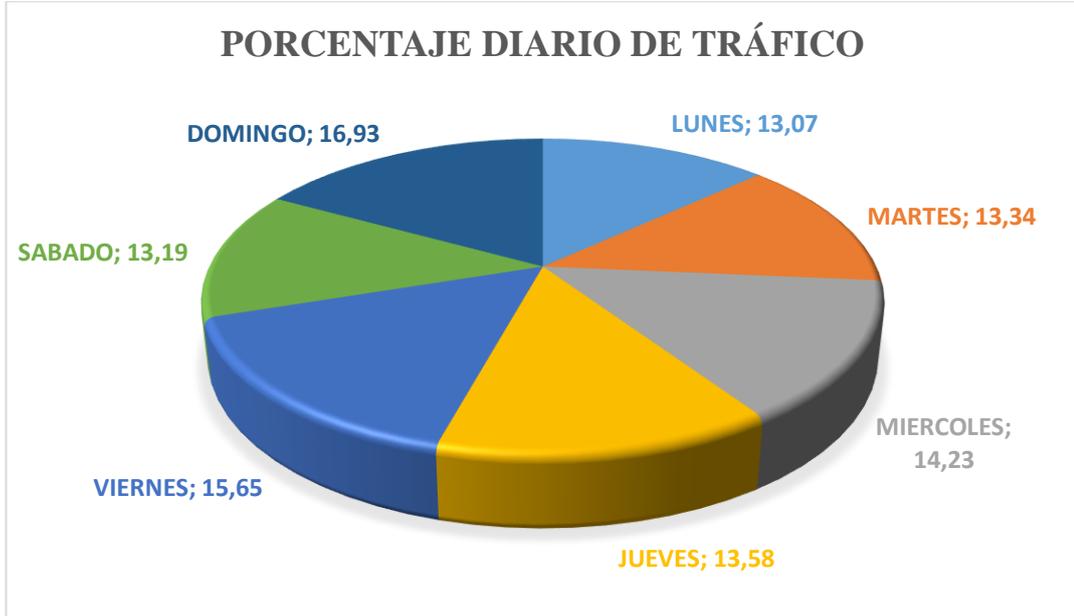


Ilustración 75. Porcentaje diario de tráfico

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2016).

CAPÍTULO IV

4. DISCUSIÓN

El puente actual es una estructura antigua la cual se construyó en el año 90 sin bases de criterio ni diseño.

Para la realización de la evaluación se empleó guías y manuales de otros países y la tesis de Ortiz y Sánchez de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Sin embargo, existen muchas falencias dentro de estos documentos, por ejemplo, en la “*Guía de Inspección de Puentes del Perú*” el grado de calificación del puente se lo realiza de forma muy general dándole un valor de 0 a 5 siendo 5 la peor condición y dejando todo a total criterio del personal de inspección, mientras que en el Manual de Puentes de Costa Rica su Sistema de Administración Estructural de Puentes la evaluación se la hace patología por patología dándole una ponderación a cada una, pero esto no nos permite determinar la condición general en la que se supondría esta la estructura. Por otra parte, en la tesis de Ortiz y Sánchez es un poco más detallada en lo que respecta a calificación y estado del puente, el problema que presenta es que se lo ha realizado solo para un tipo de puente lo que limita el proceso de inspección.

Finalmente adaptando todos estos manuales y empleando la calificación otorgada por Ortiz y Sánchez, la evaluación realizada califico al puente como MUY MALO, sin embargo, a criterio se debería hacer reformas para castigar más severamente a elementos que se encuentren totalmente deteriorados o ausentes ya que no están cumpliendo la función para la cual fueron diseñados.

En base a investigaciones realizadas a diferentes entidades e instituciones públicas encargadas de la administración de estas estructuras no se ha registrado datos sobre la construcción, ni inspecciones anteriores, por lo que no se pudo hacer una comparación que permita conocer el deterioro gradual que ha ido teniendo el puente.

Generalmente las guías o manuales de inspección recomiendan como procedimiento inicial que se efectúen programas de mantenimiento, conservación

o rehabilitación, en este caso para este proyecto de investigación esta opción se encuentra imposibilitada, ya que el puente no cumple con características mínimas de diseño que deben poseer este tipo de estructuras.

Uno de los principales problemas es la ausencia de muros de ala para la contención de tierras y la carencia de estribos cuya función principal es soportar todo el peso generado por la superestructura y las cargas adicionales que ha este se aplican, si bien se ha evidenciado que no ha existido asentamientos es importante mantener las precauciones necesarias y sugerir la construcción de un nuevo puente que cuente con todos sus elementos constitutivos.

En el estudio de tráfico y movilidad proyectado a 50 años nos da un tipo de vía RII la cual debe cumplir anchos mínimos de calzada establecidos por el MTOP que van desde 6,70 m a 7,00 m, actualmente la vía de acceso realizada hace apenas 3 años tiene un ancho de 6,40 y en el puente se acorta a 3,65 provocando un brusco estrechamiento que puede ser un generador alto de accidentes de tránsito.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La evaluación del puente se dividió en 5 áreas: (a) Superestructura, (b) Infraestructura, (c) Accesorios, (d) Obras de protección y seguridad, (e) Cauce, de esta forma se describió el grado de deterioro de una manera simple y ordenada, la cual se detalla en la sección 1.9.6.3. Como resumen se entrega el informe técnico definido a continuación:

a) Superestructura

Tablero, vigas y diafragmas se evidencia la presencia de nidos de piedra con un área representativa respecto al área total de los elementos.

Estructuralmente fisuración de vigas, carencia de losa de aproximación y juntas de dilatación.

Encofrados sin retirar tanto en vigas como tablero.

Descoordinación geométrica entre la vía de alimentación con la sección transversal del puente causando un brusco estrechamiento en los ingresos del mismo.

b) Infraestructura

La humedad transmitida por las plantas que se encuentran en los alrededores del estribo del margen izquierdo, así como la presencia de acequias y drenajes naturales de quebradas aledañas están afectando al mismo causando eflorescencia.

Carencia de estribos geométrica y estructuralmente adecuados.

En el margen derecho no hay presencia de estribo solo existe una estabilización de taludes con piedra sobre los cuales se asientan directamente las vigas.

No poseen drenajes

Deficiencia de muros de ala con drenajes apropiados.

Carencia de apoyos para vigas, no simula los vínculos físicos matemáticamente idealizados para un desempeño sísmico adecuado.

Inexistencia de trabes sísmicas.

c) Accesorios

Aceras: Presencia de nidos de piedra en la parte inferior a las aceras.

La sección geométrica no otorga protección al tráfico humano y animal del sector.

Barandas: El 80% de los postes de barandas se encuentran deteriorados y con su mayor parte de armadura expuesta a la intemperie, los tubos galvanizados también se encuentran deformados debido a colisiones anteriores.

Drenaje: Los 6 drenajes del puente son solo huecos en el tablero que desembocan directamente sobre las vigas afectando a las mismas.

Señalización: Tanto la señalética vertical como la horizontal se encuentra parcialmente desgastada lo que impide la buena visibilidad para los usuarios de la infraestructura vial.

d) Obras de protección y seguridad

No se evidencio la presencia de obras de protección para el puente.

e) Cauce

El arrastre de escombros que viene desde aguas arriba está ocasionando la obstrucción del mismo en los sectores cercanos al puente.

- Las patologías predominantes y de mayor importancia durante las inspecciones en resumen fueron: nidos de piedra y cavidades, eflorescencia, acero de refuerzo expuesto en todos los elementos y agrietamiento en vigas.
- La calificación general obtenida después del seguimiento de un sinnúmero de parámetros para poder ponderar los elementos del puente fue de 9 (nueve) lo que nos da un estado MUY MALO, este calificativo genera la necesidad

de la intervención urgente del puente ya que representa un alto riesgo para los usuarios y moradores del sector.

- Los buenos procesos constructivos son el eje fundamental para la correcta ejecución de cualquier proyecto, en base al análisis visual realizado a los diferentes elementos del puente se pudo notar que no existió ningún tipo de criterio ni dirigencia técnica que pueda guiar en el momento de la construcción ya que los encofrados habían sido colocados totalmente desalineados, dejando espacios entre los mismos, empleando madera de baja calidad y sin el apuntalamiento adecuado provocando el hinchamiento y abultamiento del hormigón, igualmente durante el colado del hormigón no se realizó ningún tipo de compactación o vibrado esto evidenciado en la gran cantidad de nidos de piedra y cavidades en la mayoría de los elementos del puente.
- La evaluación de carga vehicular se la realizó con un CONTEO MANUAL durante 7 días las 24 horas. El detalle de esta evaluación se describe en la sección 2.7.2. obteniendo un TPDA (Tráfico Promedio Diario Actual) de 482 vehículos categorizados en Livianos y Pesados, con mayor incidencia de vehículos livianos representando el 92% del valor total.
- El estudio hidráulico e hidrológico del Río Chibunga se lo realizó tanto para condiciones normales como para condiciones de máximas crecientes con una proyección de 50 años, obteniendo para condición normal un caudal de 3,391 m³/s y para la condición de máximas crecientes un caudal de 58,97 m³/s. El gálibo o altura libre inferior entre la base de la viga y la línea de agua bajo condición normal es de 5,30 m y bajo condición de máxima creciente es 2,78 m. por lo que no existe problemas referentes a la luz actual que presenta el puente.
- Referente al análisis visual realizado al suelo no se evidencio la presencia de asentimientos o corrimientos, lo que da a notar que la capacidad portante del terreno de asiento es sumamente aceptable para implantar las bases del

nuevo puente en el mismo sector. En la NEC 15 perfiles de suelos rígidos determina que la capacidad portante bordea las 30tn/m² a 40tn/m² tomando para nuestro caso la capacidad más crítica que es 30tn/m².

5.2. RECOMENDACIONES

- En función a la evaluación realizada y las conclusiones obtenidas se recomienda la demolición y realización inmediata de un nuevo diseño estructural cumpliendo la normativa vigente y los requerimientos sísmicos necesarios.
- La geometría de la vía existente y el tipo de tráfico que circula por el sector priorizan el cambio del diseño geométrico del puente de manera que los ingresos sean fluidos y exentos de peligrosidad entregando un diseño funcional tanto estructural económico y estético.
- Se recomienda que para el momento de la construcción realizar como en todo proceso de construcción de cimentaciones, una verificación del tipo de suelo al momento de la excavación.
- Es necesaria la implementación de planes de conservación e intervención de puentes, donde a partir de inspecciones ya ejecutadas se pueda establecer la metodología necesaria para afrontar la problemática actual.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

6.1. Título de la propuesta

Rediseño del puente sobre el Río Chibunga ubicado en la vía Calpi-Gatazo Grande, perteneciente a la parroquia Cajabamba, cantón Riobamba, provincia Chimborazo.

6.2. INTRODUCCIÓN

Los puentes son una parte fundamental de la infraestructura vial de nuestro país, ya que salvan las barreras que nos separan y juntan pueblos, comunidades y naciones, acortan distancias, aceleran el transporte y facilitan el comercio.

Estas estructuras deben proyectarse y construirse de la manera más óptima posible y deben cumplir con los objetivos técnicos y sociales para los cuales fueron concebidos.

La inspección realizada al puente sobre el Río Chibunga evidencio una serie de problemas constructivos y estructurales por lo cual en la propuesta se consideró necesario un rediseño del puente. Para lo cual se partirá de todos los estudios de ingeniería básica realizados en los capítulos anteriores tales como estudio topográfico, estudio hidrológico e hidráulico, estudio de tráfico, estudio de suelos, etc. necesarios para la elaboración del proyecto.

6.3. OBJETIVOS

6.3.1. Objetivo general

- Realizar el diseño del puente sobre el Río Chibunga aplicando la normativa AASHTO.

6.3.2. Objetivos específicos

- Establecer el lugar apropiado de cruce del puente considerando aspectos económicos, técnicos y medioambientales.

- Diseñar la superestructura, infraestructura y obras complementarias de acuerdo a la normativa y especificaciones vigentes.
- Elaborar el presupuesto referencial y planos estructurales del puente

6.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

El puente a diseñar se caracterizará por ser tipo losa sobre vigas, el ancho se definirá de acuerdo al tipo de vía obtenido mediante el tráfico proyectado para 50 años vía que según la tabla de “*Valores normativos de diseño geométrico recomendados por el Ministerio de Obras Publicas MTOP*” nos da un ancho de vía de 6,70 m lo cual se acopla de manera óptima con el ancho de los accesos.

Todo el diseño estructural está basado en la normativa AASHTO y en las recomendaciones emitidas por el ACI 318S-08 y la normativa Ecuatoriana de la Construcción NEC 15.

Los materiales serán:

- Acero de refuerzo: esfuerzo de fluencia 4200 kg/cm²
- Hormigón Simple: esfuerzo a la compresión 280 kg/cm²

A continuación, se detalla todo el diseño de cada uno de los elementos que constituyen el puente.

6.4.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

6.4.1.1. SUPERESTRUCTURA

a. DISEÑO DE ACERAS Y BARANDAS

Criterios para Seleccionar el Nivel de Ensayo. - Se deberá especificar uno de los niveles de ensayo siguientes:

- TL-1: (nivel de ensayo 1) Usado cuando las velocidades permitidas son bajas, calles de muy bajo volumen y baja velocidad.
- TL-2: (nivel de ensayo 2) Paso de un menor número de vehículos pesados y velocidades reducidas.

- TL-3: (nivel de ensayo 3) Carreteras principales de alta velocidad con presencia muy baja de vehículos pesados.
- TL-4: (nivel de ensayo 4) Carreteras de alta velocidad, autovías, autopistas, en las cuales el tráfico incluye camiones y vehículos pesados.
- TL-5: (nivel de ensayo 5) Iguales aplicaciones que el nivel 4. Además, cuando el tráfico medio diario contiene una proporción significativa de grandes camiones o cuando las condiciones de emplazamiento justifican un mayor nivel de resistencia de las barandas. (Paso de vehículos de remolque).

Tabla 89. Niveles de Ensayos para las barandas de puentes.

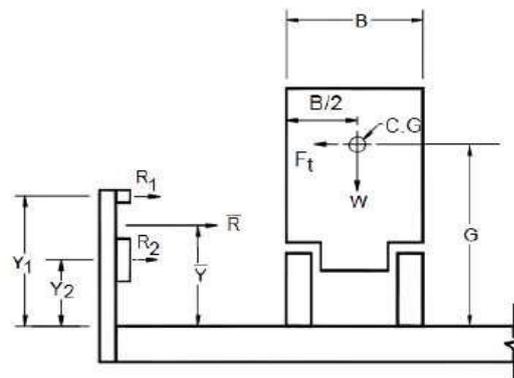
Fuerzas de diseño y simbología	Niveles de Ensayo para las Barandas					
	TL-1	TL-2	TL-3	TL-4	TL-5	TL-6
Transversal F_t (N)	60.000	120.000	240.000	240.000	550.000	780.000
Longitudinal F_L (N)	20.000	40.000	80.000	80.000	183.000	260.000
Vertical descendente F_v (N)	20.000	20.000	20.000	80.000	355.000	355.000
L_t y L_L (mm)	1220	1220	1220	1070	2440	2440
L_v (mm)	5500	5500	5500	5500	12.200	12.200
H_c (min.) (mm)	460	510	610	810	1070	1420
Mínima altura del riel H (mm)	685	685	685	810	1070	2290

Fuente: AASHTO, (1996).

Fuerzas de diseño para protecciones vehiculares.

Se aplican el estado límite correspondiente a evento extremo y las combinaciones de cargas de servicio y resistencia.

Las barandas se deberán dimensionar de manera que:



$$R \geq F_t$$

La resistencia nominal del parapeto de hormigón armado frente a la carga transversal, R_w será igual a:

$$R_w = \left(\frac{2}{2L_c - L_t} \right) + \left(8M_b + 8M_w + \frac{M_c * L_c^2}{H} \right)$$

La longitud crítica de muro en la cual se produce el mecanismo de la línea de influencia, L_c , se deberá tomar como:

$$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2} \right)^2 + \frac{8 * H * (M_b + M_w)}{M_c}}$$

Dónde:

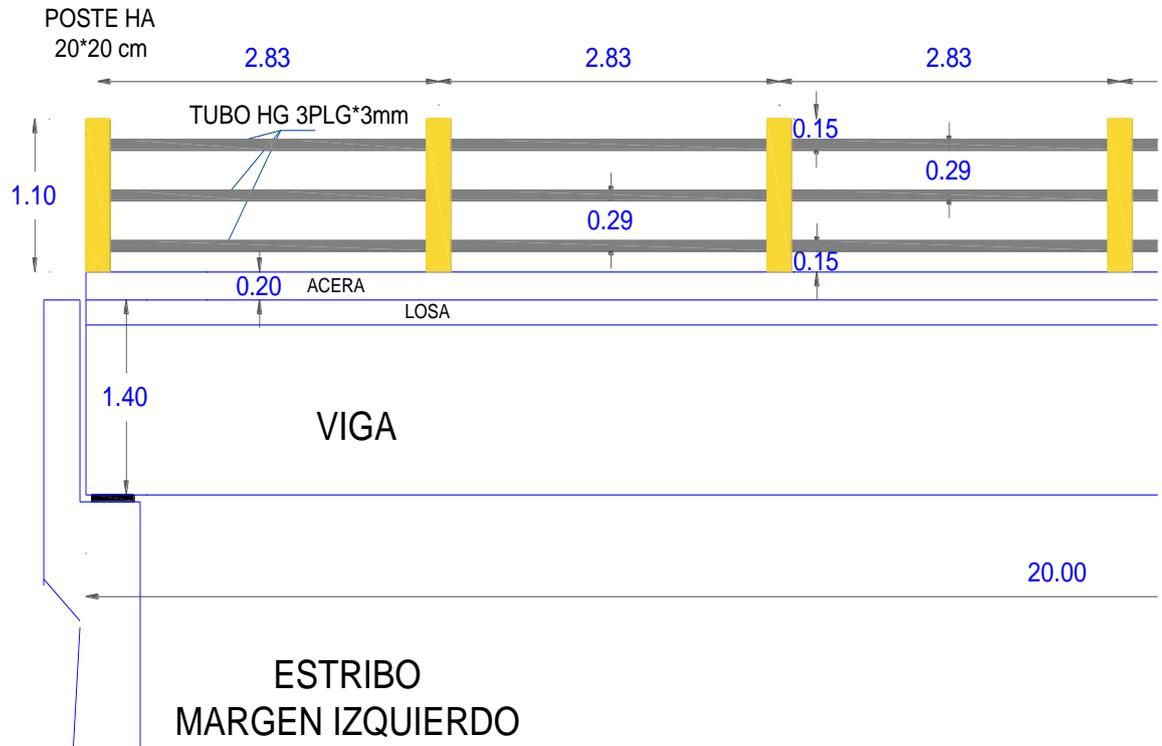
- F_t = fuerza transversal que se supone actuando en la parte superior de un muro de hormigón (N).
- H = altura del muro (mm).
- L_c = longitud crítica del patrón de falla (mm).
- L_t = longitud de distribución longitudinal de la fuerza de impacto F_t (mm)
- R_w = resistencia transversal total de la baranda (N)
- M_b = resistencia flexional adicional de la viga acumulativa con M_w , si corresponde, en la parte superior del muro (N-mm)
- M_c = resistencia flexional de los muros en voladizo respecto de un eje paralelo al eje longitudinal del puente (N-mm/mm).

Para poder ser utilizados en las expresiones anteriores, M_c y M_w no deberían variar significativamente con la altura del muro. En otros casos se debería realizar un análisis riguroso mediante líneas de fluencia.

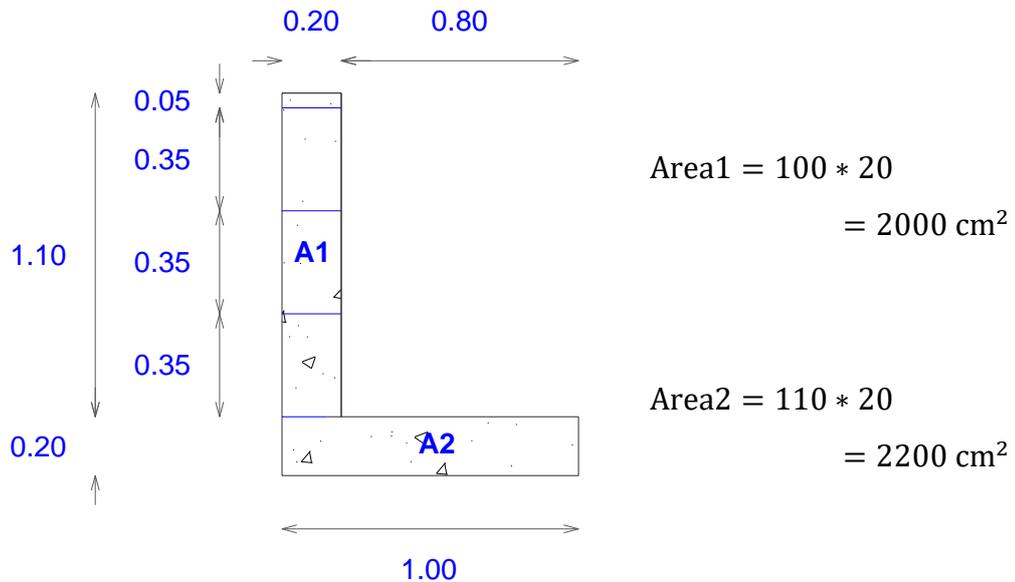
Diseño de baranda.

La altura mínima de las protecciones laterales vehiculares macizas o alivianadas es $h_{min} = 810$ mm y el espesor del voladizo del tablero de hormigón armado que soporta parapetos o barreras de hormigón armado es $t_{min} = 200$ mm,

por lo que la altura de las barandas para este puente será de 1,10m y de 20x20cm, la altura de la acera será de 20 cm como se muestra en la figura.

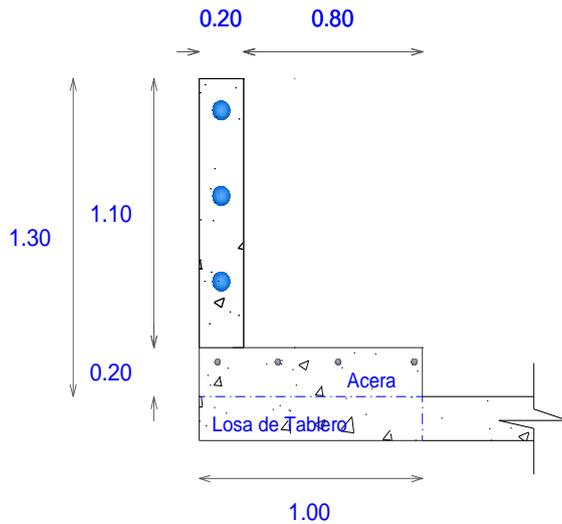


Baranda tipo



Momento resistente a la flexión alrededor del eje vertical (M_w).

La resistencia a los momentos positivo y negativo que actúan alrededor de un eje vertical se determina tomando como base el mecanismo de falla en este tipo de barreras; se determina así el refuerzo horizontal en la cara vertical de la barrera.



Adoptamos un diámetro de varilla de 12mm $\rightarrow A = 1,13 \text{ cm}^2$

Valor de d con recubrimiento de 5 cm

$$d_1 = (100 - 5) = 95 \text{ cm}$$

$$d_2 = (100 - 35) = 65 \text{ cm}$$

$$d = \frac{95 + 65}{2} = 80 \text{ cm}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0,85 * f'_c * H}$$

$$a = \frac{1,13 * 4200}{0,85 * 280 * 20}$$

$$a = 0,998 \text{ cm}$$

$$M_u = \phi * A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_u = 1 * 1,13 * 4200 * \left(80 - \frac{0,998}{2}\right)$$

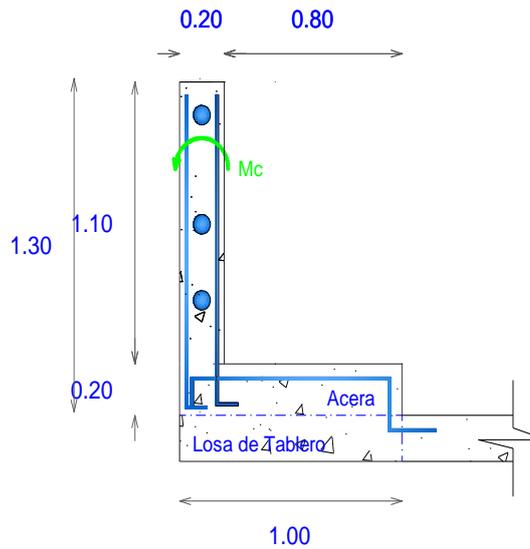
$$M_u = 377636,949 \text{ kg. cm} = 3,776 \text{ Ton. m}$$

Para este caso

$$M_w = M_u$$

Resistencia a la flexión alrededor de un eje paralelo al eje longitudinal del puente (Mc).

Se calcula de acuerdo a las líneas de rotura con el momento negativo; este produce esfuerzos de tensión en la cara inclinada de la barrera.



Adoptamos un diámetro de varilla de la acera de 12mm → Area = 1,13 cm²

Sección 1:

Valor de d con recubrimiento de 4,4 cm

$$d1 = (20 - 4,4) = 15,60 \text{ cm}$$

$$a = \frac{As * fy}{0,85 * f'c * H}$$

$$a = \frac{1,13 * 2 * 4200}{0,85 * 280 * 20}$$

$$a = 1,996 \text{ cm}$$

$$Mu1 = \phi * As * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$Mu1 = 1 * 1,13 * 2 * 4200 * \left(15,60 - \frac{1,996}{2}\right)$$

$$Mu1 = 138722,355 \text{ kg. cm} = 1,387 \text{ Ton. m}$$

Sección 2:

Valor de d con recubrimiento de 4,4 cm

$$d2 = (100 - 4,4) = 95,60 \text{ cm}$$

$$a = \frac{As * fy}{0,85 * f'c * H}$$

$$a = \frac{1,13 * 4200}{0,85 * 280 * 20}$$

$$a = 0,998 \text{ cm}$$

$$Mu2 = \phi * As * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$Mu2 = 1 * 1,13 * 4200 * \left(95,60 - \frac{0,997}{2}\right)$$

$$Mu2 = 451738,323 \text{ kg. cm} = 4,517 \text{ Ton. m}$$

$$M_c = \frac{M_{u1} + M_{u2}}{H} = \frac{1,387 + 4,517}{1,30} = 4,542 \text{ Ton}$$

Longitud crítica de la línea de rotura (L_c) según el patrón de falla.

$$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2}\right)^2 + \frac{8 * H * (M_b + M_w)}{M_c}}$$

$$L_c = \frac{1,22}{2} + \sqrt{\left(\frac{1,22}{2}\right)^2 + \frac{8 * 1,30 * (0 + 3,776)}{4,54}}$$

$$L_c = 3,564 \text{ m} \quad L_t = 1,22 \text{ m}$$

Resistencia nominal a la carga transversal R_w

$$R_w = \left(\frac{2}{2L_c - L_t}\right) + \left(8M_b + 8M_w + \frac{M_c * L_c^2}{H}\right)$$

$$R_w = \left(\frac{2}{2 * 3,564 - 1,22}\right) + \left(8 * 0 + 8 * 3,776 + \frac{4,542 * 3,564^2}{1,30}\right)$$

$$R_w = 74,94 \text{ Ton}$$

Dónde:

- $F_t = 120000 \text{ N}$ para el nivel TL-2 = 12,00 T se da obtiene de la Tabla 96. Niveles de ensayo para las barandas de puentes.

$R_w =$ Resistencia del parapeto.

Comprobación:

$$R_w = 74,94 \text{ Ton} > F_t = 12,00 \text{ Ton} \rightarrow \text{OK}$$

Transferencia de cortante entre la barrera y la losa.

Se debe considerar la transferencia de corte en la interface en un plano dado por: una fisura existente o potencial, una interface entre diferentes materiales, o una interface entre dos hormigones colados en diferentes momentos.

La resistencia nominal al corte del plano de interface se debe tomar como:

$$V_{nc} = c * A_{cv} + \mu(A_{vf} * f_y + P_c)$$

La resistencia nominal a la corte utilizada en el diseño no deberá ser mayor que:

$$V_n \leq 0,20 * f'c * A_{cv}$$

Dónde:

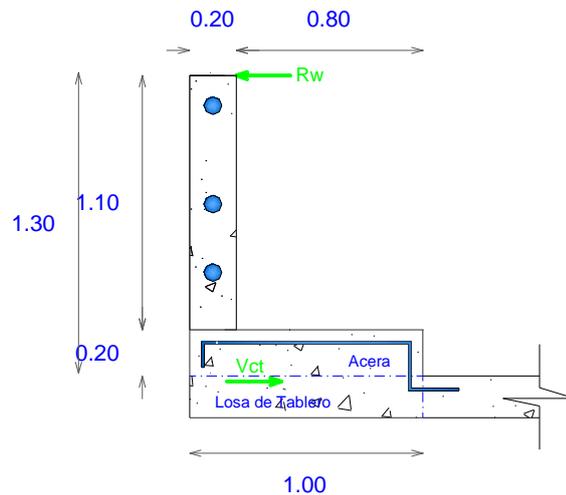
- A_{cv} = área de corte en contacto.
- A_{vf} = armadura perpendicular al área de corte.
- c = factor de cohesión = $0,52\text{MPa} = 5,3\text{kg/cm}^2$
- μ = coeficiente de fricción = $0,6$
- $f'c$ = 280 kg/cm .
- f_y = 4200 kg/cm .
- P_c = fuerza de compresión permanente perpendicular al plano de corte = peso del parapeto.

Se adoptará para el diseño a cortante un $1\text{Ø}12\text{mm} = 1,13\text{cm}^2$ cada 20cm , como se muestra en la figura.

$$V_{ct} = \frac{R_w}{L_c + 2 * H}$$

$$V_{ct} = \frac{74,94}{3,564 + 2 * 1,30}$$

$$V_{ct} = 12,157 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$



$$A_{cv} = 20 * 100 = 2000\text{ cm}^2$$

$$A_{vf} = 5 * 1,13 = 5,655\text{ cm}^2$$

$$P_c = ((0,20 * 1,00) + (1,10 * 0,20)) * 2400$$

$$P_c = 1008,00 \text{ kg}$$

$$V_{nc} = c * A_{cv} + \mu(A_{vf} * f_y + P_c)$$

$$V_{nc} = 5,3 * 2000 + 0,6(5,655 * 4200 + 1008)$$

$$V_{nc} = 25455,064 \text{ kg} = 25,455 \text{ Ton}$$

$$V_c = 0,2 * 280 * 2000 = 112000 \text{ kg} = 112 \text{ Ton}$$

$$V_{nc} \leq V_c \rightarrow \text{OK}$$

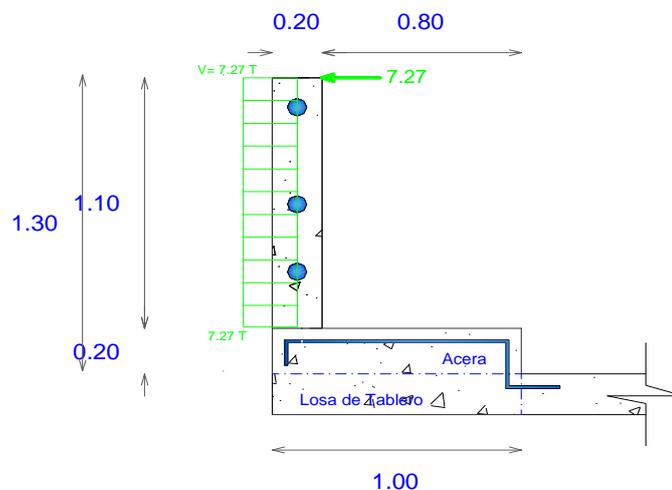
Además, para que el diseño cumpla se debe verificar que V_{nc} sea mayor a:

$$V_{ct} = 12,157 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$V_{ct} < V_{nc} \rightarrow \text{OK}$$

Diseño a cortante del poste de hormigón de 20x20cm.

Para este análisis se consideró que el camión de diseño (7,27 Ton) golpea al poste de hormigón y el diagrama de momentos queda igual como se indica en la figura:



$$V_{cb} = \frac{7,27 * 1000}{0,85 * 20 * 20}$$

$$V_{cb} = 25,156 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$V_c = 0,53\sqrt{f'_c}$$

$$V_c = 0,53\sqrt{280}$$

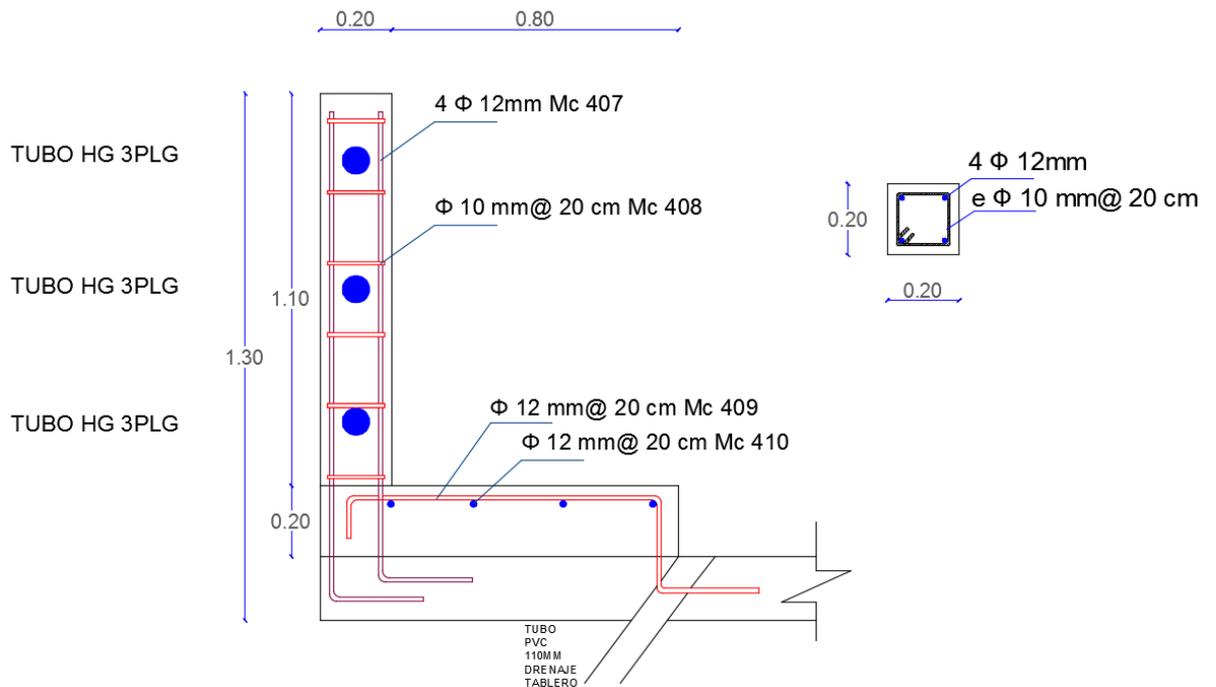
$$V_c = 8,869 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Se adopta 1Ø10mm → Área= 0,785 cm²

$$s = \frac{A_v * f_y}{(V_{cb} - V_c) * b}$$

$$s = \frac{2 * 0,785 * 4200}{(25,156 - 8,869) * 20}$$

$$s = 20,243 \text{ cm} \rightarrow 20 \text{ cm}$$



b. DISEÑO DEL TABLERO

Con las características del terreno y el tráfico proyectado de acuerdo a la tabla del MTOP se determinara el ancho del puente, obteniendo un ancho de calzada para el puente de 6,70 m, ancho de aceras de 1,00 m, al encontrarse en una zona urbana no requiere de espaldones, dichos valores fueron obtenidos de la tabla “VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN”, del Ministerio de Transporte y Obras Públicas de República del Ecuador, estableciendo así el ancho del puente de 8,70 metros.

El camión de diseño empleado será el HS 20-44 con una carga de 7,27 Ton.

Datos generales:

- Luz del puente: 20,00 m
- Ancho calzada del puente: 6,70 m
- Ancho de Aceras: 1,00 m
- Ancho total del puente (B): 8,70 m
- Resistencia a compresión del hormigón $f'c$: 280 Kg/cm²
- Resistencia a tracción del acero F_y : 4200 Kg/cm²
- Peso específico del hormigón: 2,50 Ton/m²
- Carga de camión de diseño: HS 20-44 (7,27 Tn)

NÚMERO Y ESPACIAMIENTO DE VIGAS

Para elegir el número de vigas necesarias seguiremos los parámetros detallados a continuación para tableros con un ancho menor a 10 metros.

Ancho < 10 m
1,80 m < S < 3,00 m

Ancho > 10 m
S/1,829 ≤ 3,05

$$\# \text{ Vigas} = \frac{B(\text{tablero})}{s}$$

$$\# \text{ Vigas} = \frac{8,70}{2,20}$$

$$\# \text{ Vigas} = 4$$

Nota:

S^* = Luz efectiva entre vigas de hormigón.

S = Luz efectiva entre las vigas metálicas.

El ancho de la viga está dado por:

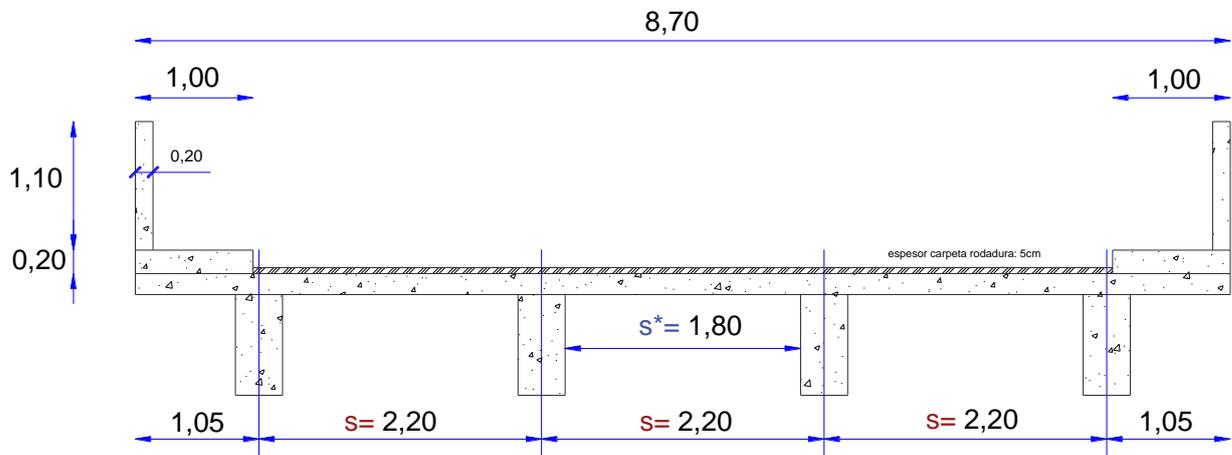
$$30 < b < 50$$

Asumimos un ancho de viga $b= 40$ m

$$s^* = s - b$$

$$s^* = 2,20 - 0,40$$

$$s^* = 1,80 \text{ m}$$



DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE LA LOSA

$$t = \frac{(s^* + 3,05)}{30} \geq 0,17 \text{ m}$$

$$t = \frac{(1,80 + 3,05)}{30} \geq 0,17 \text{ m}$$

$$t = 0,162 \geq 0,17 \text{ m}$$

Asumimos t (espesor de la losa) = 0,18 m

DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS MUERTAS

Peso propio de la losa:

$$W_{losa} = B * t * L * \gamma_{HOR}$$

$$W_{losa} = 8,70 \text{ m} * 0,18 \text{ m} * 20,00 \text{ m} * 2,50 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} = 78,30 \text{ Ton}$$

Peso propio de la acera:

$$W_{\text{acero}} = a_n * e * L * \delta * \# \text{aceras}$$

$$W_{\text{acero}} = 1,00 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 20,00 \text{ m} * 2,50 \frac{\text{Tn}}{\text{m}^3} * 2 = 20,00 \text{ Ton}$$

Peso propio de la baranda:

Tubería estructural redonda 3 plg x 3 mm

$$W = 5,42 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{tubos}} = 0,0054 * 20,00 * 3 \text{ tubos} * 2 = 0,65 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{bar}} = a * h * L * \delta * \# \text{barandas}$$

$$W_{\text{bar}} = 0,20 \text{ m} * 1,10 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 2,50 \frac{\text{Tn}}{\text{m}^3} * 8 * 2 + 0,65 = 2,41 \text{ Ton}$$

Peso propio postes

$$W_{\text{postes}} = W * \# \text{postes}$$

$$W_{\text{postes}} = 0,034 * 4$$

$$W_{\text{postes}} = 0,14 \text{ Ton}$$

Peso propio de la capa de rodadura:

$$W_{\text{carp}} = \text{area rodadura} * e_s * \delta$$

$$W_{\text{carp}} = 20,00 \text{ m} * 6,70 \text{ m} * 0,05 \text{ m} * 2,4 \frac{\text{Tn}}{\text{m}^3} = 16,08 \text{ Ton}$$

TOTAL DE CARGA MUERTA:

$$\sum W = W_{\text{losa}} + W_{\text{aceras}} + W_{\text{barandas}} + W_{\text{postes}} + W_{\text{carpeta}}$$

$$\sum W = 78,30 + 20,00 + 2,41 + 0,14 + 16,08$$

$$\sum W = 116,92 \text{ Ton}$$

Carga muerta

$$C_m = \frac{\sum W}{\text{Area Tablero}}$$

$$C_m = \frac{116,92 \text{ Ton}}{(20,00 \text{ m})(8,70 \text{ m})} = 0,672 \text{ Ton/m}^2$$

CÁLCULO DE MOMENTOS DE TRAMO

MOMENTO DE CARGA MUERTA.

$$M_{cm} = \frac{(Cm) * (s^*)^2}{10}$$

$$M_{cm} = \frac{(0,672) * (1,80)^2}{10} = 0,218 \text{ Ton. m}$$

IMPACTO.

$$I = \frac{15,24}{38,1 + L} \leq 0,30$$

$$I = \frac{15,24}{38,1 + 20} = 0,262 \leq 0,30$$

$$I = 1,262$$

MOMENTO DE CARGA VIVA.

$$M_{cv} = \frac{(s^* + 0,61)}{9,75} * (0,8)(P)$$

$$M_{cv} = \frac{(1,80 + 0,61)}{9,75} * (0,8)(7,27) = 1,438 \text{ Ton. m}$$

MOMENTO DE CARGA VIVA MAS IMPACTO.

$$M(cv + I) = M_{cv} * I$$

$$M(cv + I) = 1,438 * 1,262 = 1,815 \text{ Ton. m}$$

MOMENTO ÚLTIMO

$$M_u = 1,3 \left[M_{cm} + \frac{5}{3} (M_{cv} + I) \right]$$

$$M_u = 1,3 \left[0,218 + \frac{5}{3} (1,815) \right] = 4,215 \text{ Ton. m}$$

CÁLCULO DE ARMADURA

Se utilizará un recubrimiento de 5cm

(d) Asumido de diseño

$$d = t - r - \frac{\emptyset}{2}$$

$$d = 0,18 - 0,05 - \frac{0,014}{2} = 0,123 \text{ m}$$

$$k = \frac{Mu * (10^5)}{\phi * (fc) * (b)(d^2)}$$

$$k = \frac{(4,215) * (10^5)}{(0,9) * (280) * (100)(12,3^2)} = 0,111$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - (2,36) * k}}{1,18}$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - (2,36) * (0,111)}}{1,18} = 0,119$$

$$\rho = q * \left(\frac{fc}{fy}\right)$$

$$\rho = (0,119) * \left(\frac{280}{4200}\right) = 0,00793$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = (0,00793) * (100) * (12,3) = 9,75 \text{ cm}^2$$

COMPROBACIÓN DEL “d”

Cálculo del (d)

$$d = \sqrt{\frac{Mu * (10^5)}{\phi * (\rho) * (Fy) * (b) * \left(1 - \frac{(0,59) * (\rho) * (fy)}{fc}\right)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{(4,215) * (10^5)}{(0,9) * (0,00793) * (4200) * (100) * \left(1 - \frac{(0,59) * (0,00793) * (4200)}{280}\right)}}$$

$$= 12,298 \text{ cm}$$

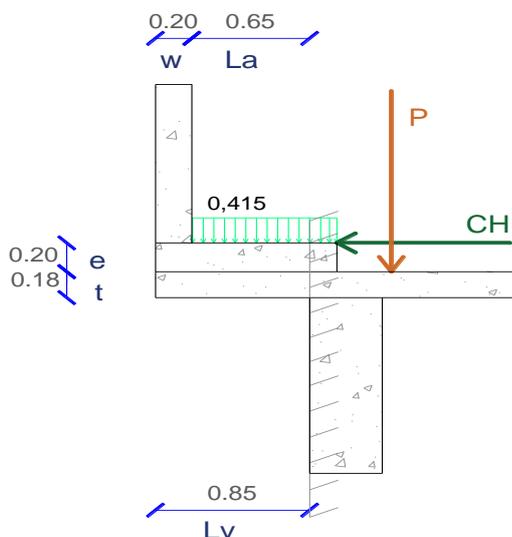
Nota: d calculado <= d asumido

Nota: 12,298 cm <= 12,300 cm “OK”

CÁLCULO DE MOMENTOS DE VOLADO

PRIMERA CONDICIÓN

En esta condición se debe considerar la aplicación de una carga P a una distancia de 0,30 m medidos desde la vereda y una carga de Choque CH aplicada horizontalmente a la altura de la vereda $h=0,20$ m, pero debido a que la longitud del volado es de 0,70 m menor al ancho de la vereda estas cargas no influyen dentro del cálculo ya que se encuentran fuera de la zona de análisis.



Momento de carga muerta

$$M_{cm} = C_m * \frac{L_v^2}{2}$$

$$M_{cm} = (0,672) * \frac{(0,85)^2}{2} = 0,243 \text{ Ton.m}$$

Momento de carga viva Peatonal

$$M_{cvPeat} = [(0,415) * (L_a)] \left[L_v - w - \frac{L_a}{2} \right]$$

$$M_{cvPeat} = [(0,415) * (0,65)] \left[0,85 - 0,2 - \frac{0,65}{2} \right] = 0,0877 \text{ Ton.m}$$

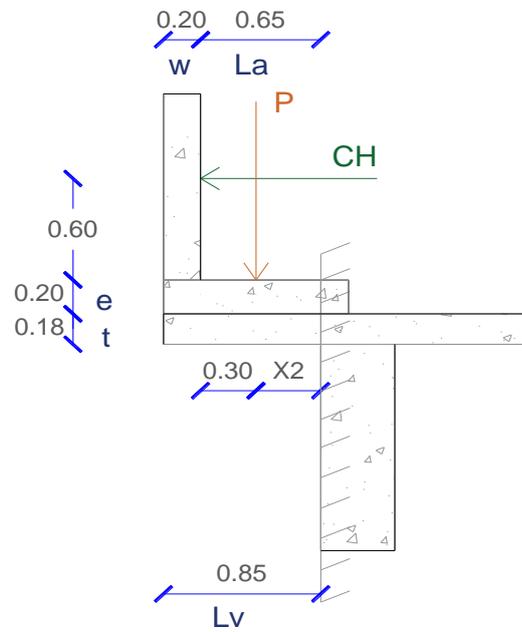
Momento último de la primera condición

$$M_u = 1,3 \left[M_{cm} + \left(\frac{5}{3} \right) * (M_{cvd} + M_{cvPeat}) \right]$$

$$M_u = 1,3 \left[0,243 + \left(\frac{5}{3} \right) * (0 + 0,0877) \right] = \mathbf{0,506 \text{ Ton.m}}$$

SEGUNDA CONDICIÓN

En esta condición se hace referencia cuando la carga del vehículo P sube a la vereda y la carga de choque CH actúa directamente a una altura de 0,60 m en las barandas; no existe carga peatonal.



Momento de carga muerta

$$M_{cm} = C_m * \frac{Lv^2}{2}$$

$$M_{cm} = (0,672) * \frac{(0,85)^2}{2} = 0,243 \text{ Ton. m}$$

Momento de carga viva de vehículo

$$M_{cvP} = P * X2 * l$$

$$M_{cvP} = (7,27) * (0,35) * (1,262) = 3,212 \text{ Ton. m}$$

Momento de carga viva de choque

$$M_{cvChoque} = (0,744) * \left(\frac{t}{2} + e + 0,60 \right) * (I)$$

$$M_{cvChoque} = (0,744) * \left(\frac{0,18}{2} + 0,20 + 0,60 \right) * (1,262) = 0,836 \text{ Ton. m}$$

Factor de distribución

$$E = (0,8) * (X2) + 1,143$$

$$E = (0,8) * (0,35) + 1,143 = 1,423$$

Momento de carga viva distribuida.

$$Mcvd = \frac{McvP + McvChoq}{E}$$

$$Mcvd = \frac{3,212 + 0,836}{1,423} = 2,845$$

Momento último de la segunda condición

$$Mu = 1,3[Mcm + Mcvd]$$

$$Mu = 1,3[0,243 + 2,845] = 4,013 \text{ Ton. m}$$

Comparación

$$\mathbf{Mvolado = 4,013 \text{ Ton. m}}$$

$$\mathbf{Mtramo = 4,215 \text{ Ton. m}}$$

Se optó por el momento de tramo para armar el tablero

$$Mu = 4,215 \text{ Ton.m}$$

$$\delta = \left(\frac{(0,85)(f'c)}{(Fy)} \right) * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(Mu)}{(0,85)(\phi)(f'c)(b)(d^2)}} \right)$$

$$\rho = \left(\frac{(0,85)(280)}{(4200)} \right) * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(4,215 * 10^5)}{(0,85)(0,9)(280)(100)(12,3^2)}} \right)$$

$$= 0,0079$$

$$\mathbf{As = \rho * b * d}$$

$$As = (0,0079) * (100) * (12,3) = 9,747 \text{ cm}^2$$

$$\text{num. varillas} = 1 \text{ } \phi 16 \text{ mm @ } 24 \text{ cm}$$

Tabla 90. Resumen de momentos último en tablero

RESUMEN DE MOMENTOS ULTIMO (Ton.m/m)			
TRAMO	Volado Izquierdo	Central	Volado Derecho
		4,215 Ton.m	
1ra. Condición	0,506 Ton.m		0,506 Ton.m
2da. Condición	4,013 Ton.m		4,013 Ton.m
As (cm ²)	9,244 cm ²	9,747 cm ²	9,244 cm ²
Armado Principal	1 ϕ 16 mm @ 24 cm		

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

ACERO DE REPARTICIÓN PARA UN 1 mts²

$$A_{s_{rep}\%} = \frac{121}{\sqrt{S}} \leq 67\%$$

$$A_{s_{rep}\%} = \frac{121}{\sqrt{2,20}} = 81,578 \% \geq 67\% \text{ **NO CUMPLE**}$$

Adoptamos 67%

$$67\%A_s = 0,67 * 9,747 \text{ cm}^2 = 6,53 \text{ cm}^2$$

Varilla ϕ 14 mm $A_{var\phi 12mm} = 1,54 \text{ cm}^2$

$$\text{num, varillas} = 1\phi 14 \text{ m} @ 32 \text{ cm}$$

ACERO DE TEMPERATURA:

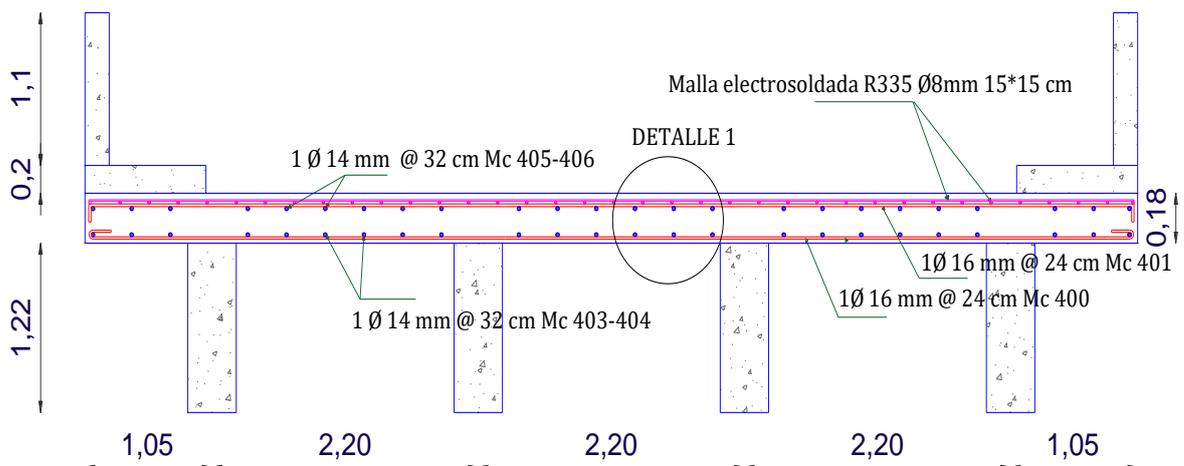
$$A_{stemp} = 0,0018 * b * t$$

$$A_{stemp} = 0,0018 * 100 * 18 = 3,24 \text{ cm}^2$$

Varilla ϕ 8 mm $A_{var\phi 8mm} = 0,503 \text{ cm}^2$

$$\text{num. varillas} = 1\phi 8 \text{ mm} @ 16 \text{ cm}$$

Para el acero por temperatura se empleará malla electrosoldada tipo ARMEX R335 que cumple con los mismos requisitos obtenidos en el cálculo para acero de temperatura cuyo peso por plancha es de 79,23 kg.



c. DISEÑO DE VIGAS INTERIORES

Ancho efectivo

El ancho efectivo de análisis para las vigas se tomara considerando las tres condiciones descritas a continuación, de las cuales se trabaja siempre con el menor valor.

$$b \leq \frac{L}{4} = \frac{20}{4} = 5,00 \text{ m}$$

$$12t + b = 12(0,18) + 0,40 = 2,56 \text{ m}$$

$$s = 2,20 \text{ m}$$

Entonces $B = 2,20 \text{ m}$

Peralte mínimo

$$h_{min} = \left(\frac{L + 2,75}{18} \right) * 1,1$$

$$h_{min} = \left(\frac{20 + 2,75}{18} \right) * 1,1 = 1,39 \text{ m}$$

Asumimos $h_{min}=1,40 \text{ m}$

DETERMINACIÓN DE CARGAS MUERTAS

Tablero

$$W_{TAB} = B * t * 1m * \gamma_{HOR}$$

$$W_{TAB} = 2,20 * 0,18 * 1 * 2,50 = 0,99 \text{ Ton/m}$$

Carpeta de rodadura

$$W_{CR} = e * B * 1m * \gamma_{HOR}$$

$$W_{CR} = 0,05 * 2,20 * 1 * 2,40 = 0,264 \text{ Ton/m}$$

Aceras

$$W_{ACERAS} = \frac{\#aceras * a * e * 1m * \gamma_{HOR}}{\# \text{ de vigas}}$$

$$W_{ACERAS} = \frac{2 * 1,00 * 0,20 * 1,00 * 2,50}{4} = 0,253 \text{ Ton/m}$$

Barandas

$$W_{BAR} = \frac{\text{Peso} * e}{\# \text{ de vigas}}$$

$$W_{BAR} = \frac{2,41 * 0,20}{4} = 0,122 \frac{Ton}{m}$$

VIGA

$$W_{VIGA} = b * (h_{min} - t) * 1m * \gamma_{HOR}$$

$$W_{VIGA} = 0,40 * (1,40 - 0,18) * 1 * 2,50 = 1,22 Ton$$

CARGA MUERTA DIAFRAGMA

$$W_{DIAF} = h * e * B * \gamma_{HOR}$$

$$W_{DIAF} = 1,00 * 0,20 * (2,20 - 0,40) * 2,5 = 0,90 Ton$$

$$M = \frac{W_{DIAF} * Luz}{\# \text{ de Vigas}}$$

$$M = \frac{0,90 * 20,00}{4} = 4,50 Ton.m$$

$$M_{DIAF} = \frac{q * L^2}{8}$$

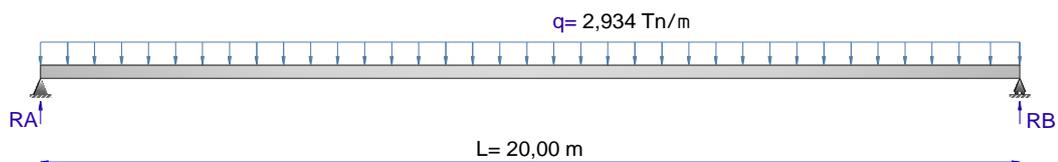
$$q = \frac{M_{DIAF} * 8}{L^2} = \frac{4,50 * 8}{20,00^2} = 0,090 Ton/m^2$$

CARGA MUERTA TOTAL

$$W_{TOTAL} = W_{TAB} + W_{CR} + W_{ACERAS} + W_{BAR} + W_{VIGA} + q$$

$$W_{TOTAL} = 0,99 + 0,264 + 0,253 + 0,122 + 1,22 + 0,09 = 2,934 Ton$$

ANÁLISIS DE CARGA MUERTA



$$R_A = R_B = \frac{qL}{2} = \frac{2,934 * 20,00}{2}$$

$$R_A = R_B = 29,344 Ton$$

Ecuación para cálculo de cortante a una distancia x.

$$V_{CMX} = R - (q * x)$$

Para una distancia x=2,50 m

$$V_{CMX} = 29,344 - (2,934 * 2,50) = 22,008 Ton$$

Ecuación para cálculo de momento a una distancia x.

$$M_{CMX} = R * x - \frac{q * x^2}{2}$$

Para una distancia x=2,50 m

$$M_{CMX} = 29,344 * 2,50 - \frac{2,934 * 2,50^2}{2} = 64,190 \text{ Ton.m}$$

Tabla 91. Cortantes y momentos por Carga Muerta Vigas Interiores

X (m)	V cm (Ton)	M cm (Ton.m)
0,00	29,344	0,000
2,50	22,008	64,190
5,00	14,672	110,040
7,50	7,336	137,550
10,00	0,000	146,720

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

ANÁLISIS DE CARGA VIVA

Factor de distribución transversal

$$f = \frac{s}{1,829}$$

$$f_{VI} = \frac{2,20}{1,829} = 1,203$$

Impacto

$$I = 1 + \frac{15,24}{38,1 + L} \leq 1,30$$

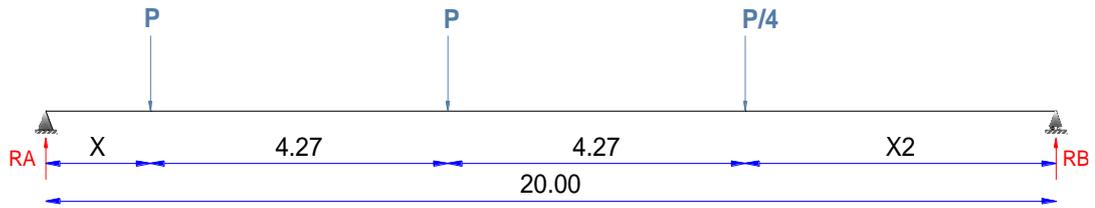
$$I = 1 + \frac{15,24}{38,10 + (20,00 - 0,00)} = 1,262$$

Tabla 92. Factor de impacto para una distancia x

X (m)	I
0,00	1,262
2,50	1,274
5,00	1,287
7,50	1,300
10,00	1,300

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

Tren de cargas



X=0,00 m

R_A

$$= \frac{7,27 * (20 - 0) + 7,27 * (20 - (0 + 4,27)) + \frac{7,27}{4} * (20 - (0 + 4,27 + 4,27))}{20}$$

$$R_A = 14,029 \text{ Ton}$$

$$R_B = P + P + \frac{P}{4} - R_A$$

$$R_B = 7,27 + 7,27 + \frac{7,27}{4} - 14,029$$

$$R_B = 2,328 \text{ Ton}$$

Tabla 93. Cortantes y momentos por carga viva

X (m)	RA	RB	V cv (Ton)	M cv (Ton.m)
0,00	14,029	2,328	6,759	28,862
2,50	11,985	4,373	11,985	29,961
5,00	9,940	6,418	9,940	49,700
7,50	7,895	8,462	7,895	59,214
10,00	5,851	10,507	5,851	58,505

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

$$M_{CV+I} = M_{CV} * f * I$$

$$V_{CV+I} = V_{CV} * f * I$$

$$M_u = 1,3 \left(M_{CM} + \frac{5}{3} M_{CV+I} \right)$$

$$V_u = 1,3 \left(V_{CM} + \frac{5}{3} V_{CV+I} \right)$$

Tabla 94. Cortantes y momentos últimos de diseño vigas interiores

X (m)	I	Vcv+i (Ton)	Mcv+i (Ton.m)	Vcm (Ton)	Mcm (Ton.m)	Vu (Ton)	Mu (Ton.m)
0,00	1,262	10,263	43,823	29,344	0,000	60,384	94,950
2,50	1,274	18,367	45,917	22,008	64,190	68,405	182,934
5,00	1,287	15,388	76,938	14,672	110,040	52,413	309,751
7,50	1,300	12,346	92,593	7,336	137,550	36,286	379,433
10,00	1,300	9,148	91,485	0,000	146,720	19,822	388,953

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

ACERO PRINCIPAL PARA LA VIGA

ANÁLISIS VIGA TIPO T

$$M_{uVIGAT} = 0,85 * f'c * B * t * \left(d - \frac{t}{2}\right) * \phi * 10^{-5}$$

$$M_{uVIGAT} = 0,85 * 280 * 220 * 18 * \left(130 - \frac{18}{2}\right) * 0,90 * 10^{-5}$$

$$M_{uVIGAT} = 1026,361 \text{ Ton.m}$$

$$M_{uVIGAT} \geq M_u$$

$$1023,361 \geq 388,953 \text{ (Ton.m)}$$

El M_u es menor que el M_{VIGAT} por lo que se diseña como VIGA RECTANGULAR.

Cuantía de acero

$$\rho = \frac{0,85 * f'c}{F_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{0,85 * \phi * f'c * b * d^2}}\right)$$

$$\rho = \frac{0,85 * 280}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(388,953 * 10^5)}{0,85 * 0,90 * 280 * 220 * 130^2}}\right)$$

$$\rho = 0,00284$$

$$A_s = \rho * b * d$$

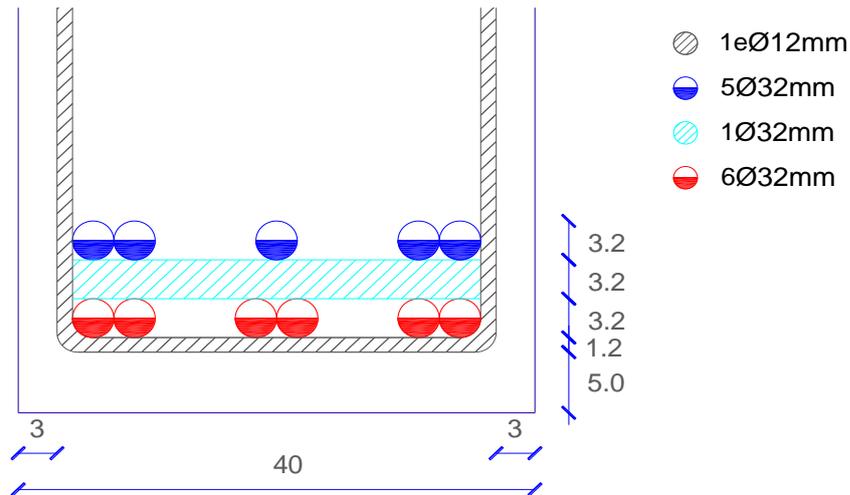
$$A_s = 0,00284 * 220 * 130$$

$$A_s = 81,224 \text{ cm}^2$$

$$N. varillas = \frac{A_s}{\frac{\pi * d^2}{4}}$$

$$N. varillas = \frac{81,224}{\frac{\pi * 3,2^2}{4}}$$

$$N. varillas = 11 \text{ } \varnothing 32 \text{ mm}$$



$$d' = \frac{((5 + 1,2 + 1,6) * 6) + ((5 + 1,2 + 3,2 + 3,2 + 1,6) * 5)}{11}$$

$$d' = 10,709 \text{ cm}$$

$$d = 129,291 \text{ cm}$$

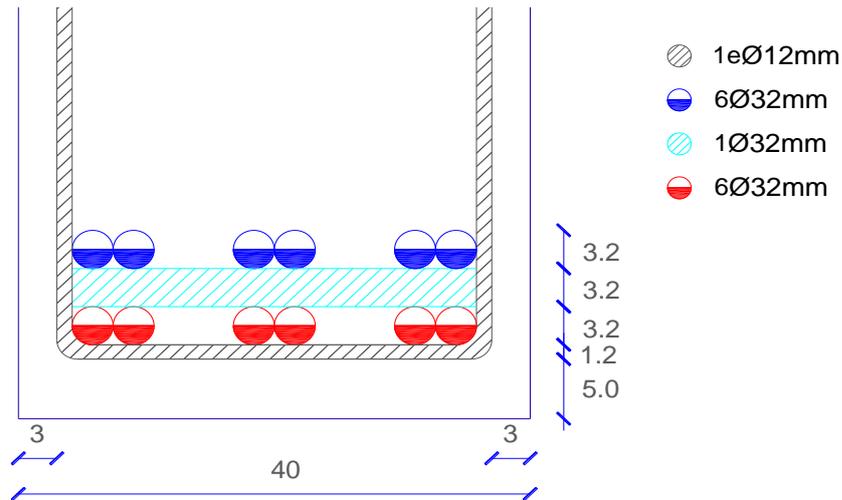
Cálculo el A_s con el d' corregido 1

$$\rho = \frac{0,85 * 280}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(388,953 * 10^5)}{0,85 * 0,90 * 280 * 40 * 129,291^2}} \right) = 0,0184$$

$$A_s = 0,0184 * 40 * 129,291 = 94,976 \text{ cm}^2$$

$$N. varillas 1 = \frac{94,976}{\frac{\pi * 3,2^2}{4}}$$

$$N. varillas 1 = 12 \text{ } \varnothing 32 \text{ mm}$$



$$d' = \frac{((5 + 1,2 + 1,6) * 6) + ((5 + 1,2 + 3,2 + 3,2 + 1,6) * 6)}{12}$$

$$d' = 11 \text{ cm}$$

$$d = 129 \text{ cm}$$

Cálculo el A_s con el d' corregido 2

$$\rho = \frac{0,85 * 280}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(388,953 * 10^5)}{0,85 * 0,90 * 280 * 40 * 129^2}} \right) = 0,0185$$

$$A_s = 0,0185 * 40 * 129 = 95,460 \text{ cm}^2$$

$$N. \text{ varillas } 2 = \frac{95,460}{\frac{\pi * 3,2^2}{4}}$$

$$N. \text{ varillas } 2 = 12 \phi 32 \text{ mm}$$

$$N. \text{ varillas } 1 = N. \text{ varillas } 2$$

$$12 \phi 32 \text{ mm} = 12 \phi 32 \text{ mm} \rightarrow OK$$

Por lo tanto, el armado para el centro de la luz igual a 10,00 m con un momento de 388,953 Ton. m será de 12 ϕ 32 mm.

Realizaremos el mismo proceso con los momentos últimos obtenidos en la Tabla 102 para los siguientes tramos, 7,50 m, 5,00 m, 2,50 m y 0,00 m.

Tabla 95. Número de varillas para armado en tramos de vigas interiores

X (m)	Mu	$\rho=$	As	N° Varillas
7,50	379,433	0,0179	92,419	12
5,00	309,751	0,0141	72,515	10
2,50	182,934	0,0078	40,292	6
0,00	94,950	0,0039	20,168	3

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

Para el último tramo de 0 a 2,50 m solamente se requiere 3 varillas, pero para mantener un armado uniforme se prolongará las 6 varillas que vienen en el siguiente tramo.

ACERO DE REFUERZO SUPERIOR

$$\rho_{min} = 0,0033$$

$$A_s = \rho_{min} * b * d$$

$$A_s = 0,0033 * 40 * 129$$

$$A_s = 17,028 \text{ cm}^2$$

$$N. \textit{varillas} = 3 \text{ } \emptyset \text{ 32 mm}$$

ACERO DE REFUERZO LATERAL

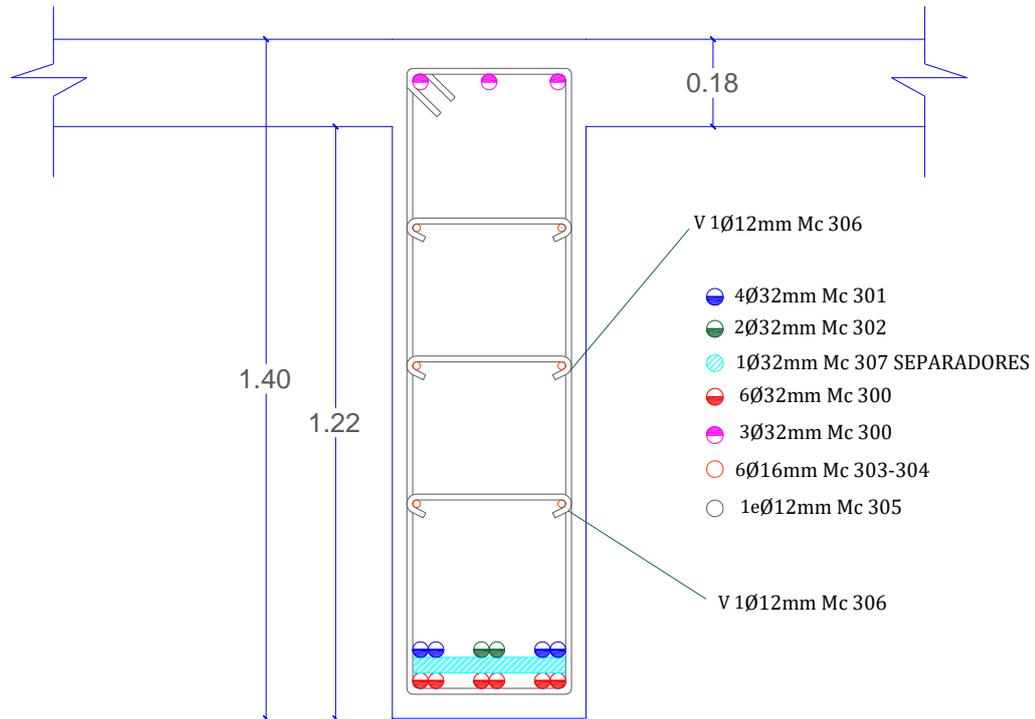
$$A_{S_{LAT}} = 10\% * A_{S_{max}}$$

$$A_{S_{LAT}} = 10\% * 95,460$$

$$A_{S_{LAT}} = 9,55 \text{ cm}^2$$

$$N. \textit{varillas} = 6 \text{ } \emptyset \text{ 16 mm}$$

ARMADO FINAL



CÁLCULO DE ESTRIBOS

CORTANTE

Cortante ultimo a distancia $d = 1,29$ m

$$V_u = 64,523 \text{ T}$$

$$V_u = \frac{v_u}{\phi * b * d}$$

$$V_u = \frac{64,523 * 10^3}{0,85 * 40 * 129}$$

$$V_u = 14,711 \text{ Kg/cm}^2$$

Esfuerzo de corte del concreto

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f_c}$$

$$V_c = 0,53 * \sqrt{280}$$

$$V_c = 8,869 \text{ Kg/cm}^2$$

Esfuerzo de corte máximo

$$V_{max} = 1,50 \sqrt{f_c}$$

$$V_{max} = 1,50 \sqrt{280}$$

$$V_{max} = 25,100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_c < V_u < V_{max}$$

$$8,869 < 14,711 < 25,100 \rightarrow \text{SE NECESITA REFUERZO A CORTE}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \rightarrow ACI 318 - 99 \text{ Seccion } 11.1 \text{ Ec. } 11.2$$

$$V_s = \frac{14,711}{0,85} - 8,869 = 8,439 \text{ kg}$$

$$V_s = V_s * b * d$$

$$V_s = 8,439 * 40 * 129 = 43543,072 \text{ kg}$$

$$S = \frac{A_v * F_y * d}{V_s} \rightarrow ACI 318 - 99 \text{ Seccion } 11.5 \text{ Ec } 11.15$$

$$S = \frac{2 * 1,13 * 4200 * 129}{43543,072} = 28,15 \text{ cm}$$

De acuerdo a la NEC-SE-HM en la sección 4.2.8 en la cual se hace referencia a estribos para confinamiento se establece el espaciamiento máximo de acuerdo al menor valor obtenido de las siguientes condiciones:

1. $\frac{d}{4} = \frac{129}{4} = 32,25 \text{ cm}$
2. 6 veces el diametro menor del refuerzo longitudinal $\rightarrow 6 * 3,2$
 $= 19,20 \text{ cm}$
3. 20 cm

$$28,15 \text{ cm} > 20 \text{ cm}$$

1Ø12 mm @20 cm distribuidos en 5,20 m

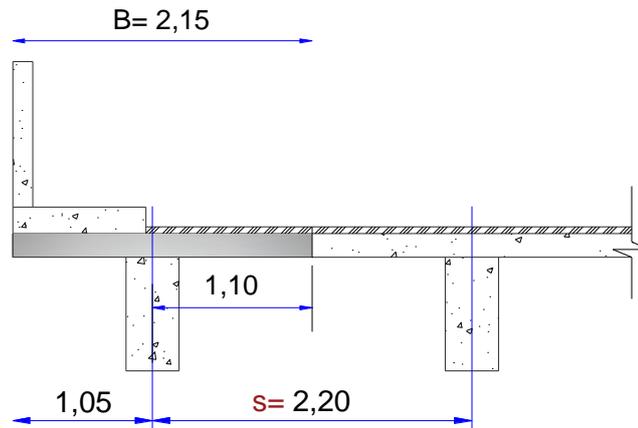
ESPACIAMIENTO ESTRIBOS CENTRALES

NEC-SE-HM Sección 4.2.8. Para estructuras de cualquier tipo en regiones donde colocar refuerzo de confinamiento sea de menor importancia, se debe colocar estribos con varillas de 10 mm o mayores, con espaciamiento máximo de d/2.

$$S = \frac{d}{2} = \frac{129}{2} = 64,50 \text{ cm}$$

1Ø12 mm @60 cm distribuidos en 9,60 m

d. DISEÑO VIGAS EXTERIORES



Ancho efectivo

$$B = 1,05 + \frac{2,20}{2} = 2,15 \text{ m}$$

DETERMINACIÓN DE CARGAS MUERTAS

Tablero

$$W_{TAB} = B * t * 1m * \gamma_{HOR}$$

$$W_{TAB} = 2,15 * 0,18 * 1 * 2,50 = 0,9675 \text{ Ton/m}$$

Carpeta de rodadura

$$W_{CR} = e * B * 1m * \gamma_{HOR}$$

$$W_{CR} = 0,05 * 2,15 * 1 * 2,40 = 0,258 \text{ Ton/m}$$

Aceras

$$W_{ACERAS} = \frac{\#aceras * a * e * 1m * \gamma_{HOR}}{\# \text{ de vigas}}$$

$$W_{ACERAS} = \frac{2 * 1,00 * 0,20 * 1,00 * 2,50}{4} = 0,253 \text{ Ton/m}$$

Barandas

$$W_{BAR} = \frac{\text{Peso} * e}{\# \text{ de vigas}}$$

$$W_{BAR} = \frac{2,41 * 0,20}{4} = 0,122 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

Viga

$$W_{VIGA} = b * (h_{min} - t) * 1m * \gamma_{HOR}$$

$$W_{VIGA} = 0,40 * (1,40 - 0,18) * 1 * 2,50 = 1,22 \text{ Ton}$$

CARGA MUERTA DIAFRAGMA

$$W_{DIAF} = h * e * B * \gamma_{HOR}$$

$$W_{DIAF} = 1,00 * 0,20 * (2,15 - 0,40) * 2,5 = 0,854 T$$

$$M = \frac{W_{DIAF} * Luz}{\# \text{ de Vigas}}$$

$$M = \frac{0,854 * 20,00}{4} = 4,27 \text{ Ton.m}$$

$$M_{DIAF} = \frac{q * L^2}{8}$$

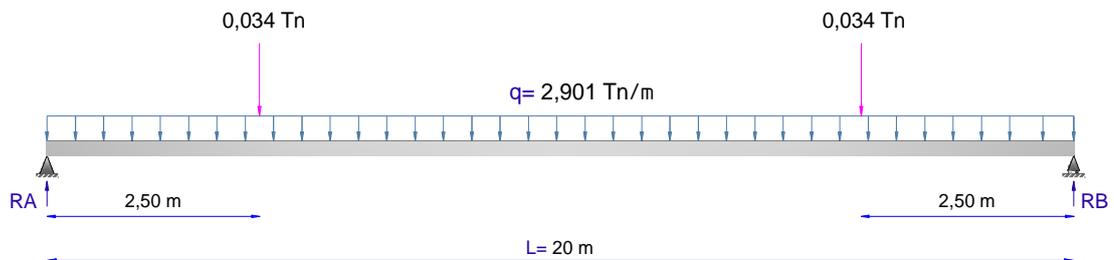
$$q = \frac{M_{DIAF} * 8}{L^2} = \frac{4,27 * 8}{20,00^2} = 0,085 \text{ Ton/m}^2$$

CARGA MUERTA TOTAL

$$W_{TOTAL} = W_{TAB} + W_{CR} + W_{ACERAS} + W_{BAR} + W_{VIGA} + q$$

$$W_{TOTAL} = 0,9675 + 0,258 + 0,253 + 0,122 + 1,22 + 0,085 = 2,901 \text{ Ton}$$

ANÁLISIS DE CARGA MUERTA



$$R_A = R_B = \frac{qL}{2} = \frac{2,901 * 20,00}{2}$$

$$R_A = R_B = 29,044 \text{ Ton}$$

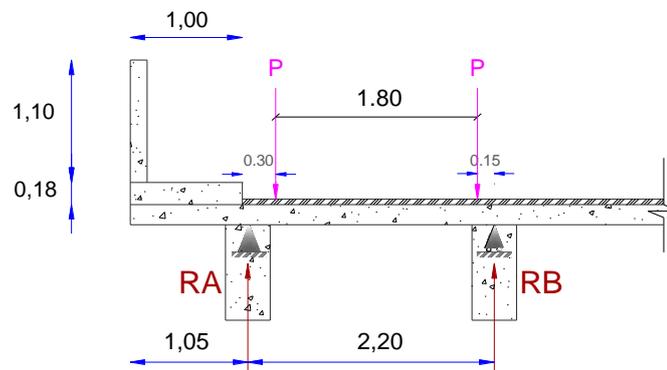
Tabla 96. Cortantes y momentos por Carga Muerta Vigas Exteriores

X (m)	V cm (Ton)	M cm (Ton.m)
0,00	29,044	0,000
2,50	21,792	63,544
5,00	14,505	108,873
7,50	7,253	136,027
10,00	0,000	145,050

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

ANÁLISIS DE CARGA VIVA

Factor de distribución transversal



$$\sum MB = 0$$

$$RA = \frac{(P * 0,15) + (P * 1,95)}{2,20} = 0,955 P$$

Factor de distribución transversal vigas internas

$$f_{VI} = 1,203$$

Comparación

$$f_{VI} > f_{VE}$$

$$1,203 > 0,955$$

Se utilizará el factor de distribución transversal de vigas internas, por lo que el análisis de carga viva tendrá los mismos valores obtenidos en el cálculo de vigas internas, teniendo la siguiente tabla como resumen de cortantes y momentos últimos.

Tabla 97. Cortantes y momentos últimos de diseño

X (m)	I	V _{cv+i} (Ton)	M _{cv+i} (Ton.m)	V _{cm} (Ton)	M _{cm} (Ton.m)	V _u (Ton)	M _u (Ton.m)
0,00	1,262	10,263	43,823	29,044	0,000	59,994	94,950
2,50	1,274	18,367	45,917	21,792	63,544	68,124	182,095
5,00	1,287	15,388	76,938	14,505	108,873	52,196	308,234
7,50	1,300	12,346	92,593	7,253	136,027	36,177	377,453
10,00	1,300	9,148	91,485	0,000	145,050	19,822	386,782

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

El momento máximo es relativamente menor al momento máximo obtenido en vigas internas por lo que se armara tanto vigas internas como vigas externas con la misma cantidad de varillas.

e. DISEÑO DE DIAFRAGMAS

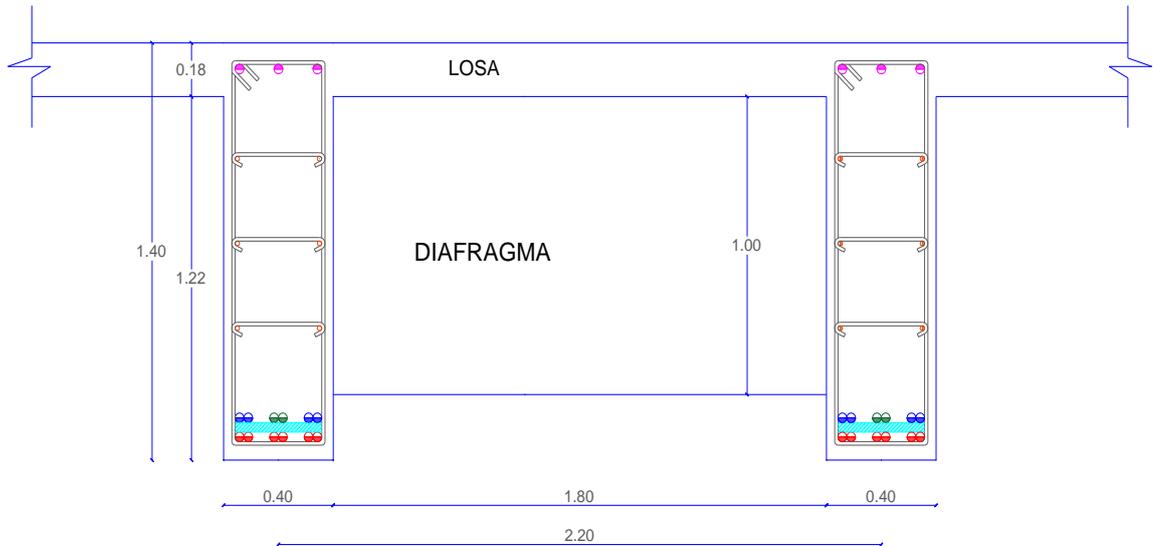
DIMENSIONES

$$h = 80\% * (h_{min} - t)$$

$$h = 80\% * (1,40 - 0,18) = 0,976m$$

$$h_{asumido} = 1,00 m$$

$$b = 0,20m$$



Momento y cortante por carga muerta

$$C_{M_{Diafragma}} = b * h * \gamma_{hor} * 1 m$$

$$C_{M_{Diafragma}} = 0,20 m * 1,00 m * 2,5 \frac{Ton}{m^3} * 1 m = 0,50 Ton/m$$

$$M_{CM} = \frac{C_{M_{Diafragma}} * S^{*2}}{10}$$

$$M_{CM} = \frac{0,50 * 1,80^2}{10} = 0,162 Ton.m$$

$$V_{CM} = \frac{C_{M_{Diafragma}} * S^*}{2}$$

$$V_{CM} = \frac{0,50 * 1,80}{2} = 0,45 Ton$$

Momento y cortante por carga viva

$$P_{rueda+imp} = 7,27 * 1,22 = 8,87 \text{ Ton}$$

$$M_{CV} = \frac{P_{rueda+imp} * S^*}{4}$$

$$M_{CV} = \frac{8,87 * 1,80}{4} = 3,991 \text{ Ton.m}$$

$$V_{CV} = \frac{P_{rueda+imp} * S^*}{2} = 7,982 \text{ Ton}$$

Momento último

$$M_u = 1,3 \left(M_{CM} + \frac{5}{3} M_{CV} \right)$$

$$M_u = 1,3 \left(0,162 + \frac{5}{3} * 3,991 \right) = 8,858 \text{ Ton}$$

Acero de refuerzo principal

$$\rho = \frac{0,85 * 280}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(8,858 * 10^5)}{0,85 * 0,90 * 280 * 20 * 95^2}} \right) = 0,00131$$

$$\rho = 0,0013 < \rho_{min} = 0,00333$$

$$A_s = \rho_{min} * b * d = 0,00333 * 20 * 95 = 6,327 \text{ cm}^2$$

Con varilla ϕ 18 mm $A_{v\phi 18mm} = 2,544 \text{ cm}^2$

$$N. \text{ varillas} = 3 \phi 18 \text{ mm}$$

Acero de refuerzo lateral

Por seguridad se colocará acero lateral calculado con la cuantía mínima.

$$A_{SLAT} = 0,00333 * 20 * 95$$

$$A_{SLAT} = 6,327 \text{ cm}^2$$

$$N. \text{ varillas} = 4 \phi 14 \text{ mm}$$

Acero por cortante

$$V_u = 1,3 \left(V_{CM} + \frac{5}{3} V_{CV} \right)$$

$$V_u = 1,3 \left(0,45 + \frac{5}{3} * 7,982 \right) = 17,88 \text{ Ton}$$

$$v_u = \frac{V_u}{0,85 * b * d} = \frac{17,88 * 10^3}{0,85 * 20 * 95} = 11,071 \text{ Ton}$$

Cortante resistido por el concreto

$$V_c = 0,53 * \sqrt{280}$$

$$V_c = 8,869 \text{ Kg/cm}^2$$

Comparación:

$$v_u < V_c$$

11,071 < 8,869 [Ton] → **REQUIERE REFUERZO A CORTE**

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \rightarrow \text{ACI 318 - 99 Seccion 11.1 Ec. 11.2}$$

$$V_s = \frac{11,071}{0,85} - 8,869 = 4,157 \text{ kg}$$

$$V_s = 4,157 * 20 * 95 = 7897,529 \text{ kg}$$

Con varilla ϕ 10 mm $A_{v_{\phi 10mm}} = 0,785 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{A_v * F_y * d}{V_s} \rightarrow \text{ACI 318 - 99 Seccion 11.5 Ec 11.15}$$

$$S = \frac{2 * 0,785 * 4200 * 95}{7897,529} = 79,36 \text{ cm}$$

Espaciamiento máximo según NEC-SE-HM

1. $\frac{d}{4} = \frac{95}{4} = 23,75 \text{ cm}$
2. 6 veces el diametro menor del refuerzo longitudinal $\rightarrow 6 * 1,8$
 $= 10,80 \text{ cm}$
3. 20 cm

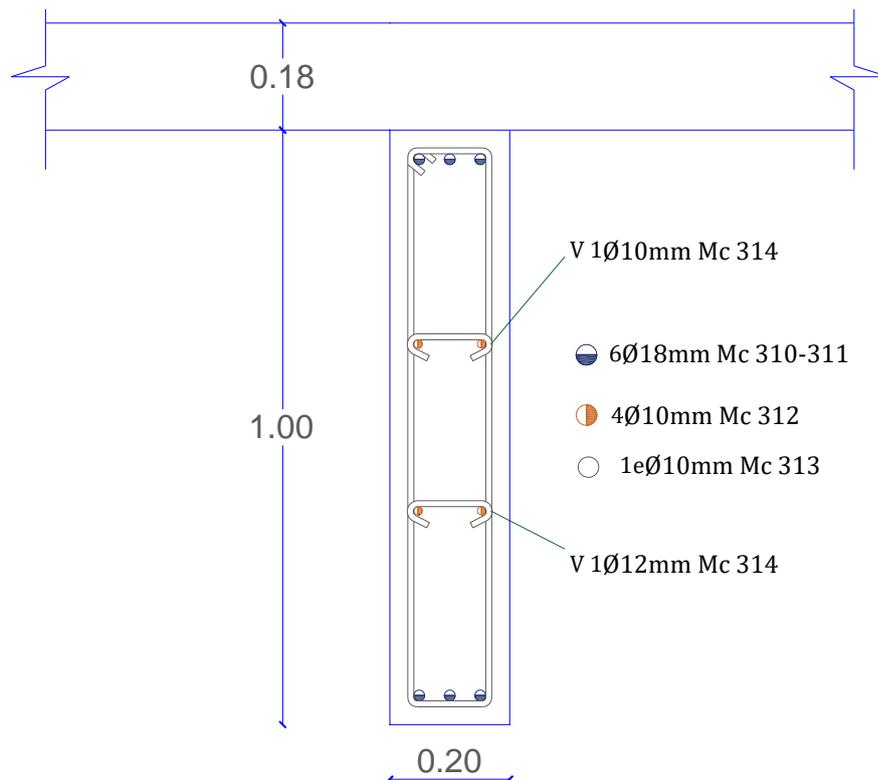
$$79,36 \text{ cm} > 10,80 \text{ cm}$$

Se optará por armar el refuerzo a corte en el primer y último tercio a cada 10 cm.

$1\emptyset 10 \text{ mm} @ 10 \text{ cm}$ distribuidos en 0,60 m

Y en el tercio medio $1\emptyset 10 \text{ mm} @ 20 \text{ cm}$ distribuidos en 0,60 m

ARMADO FINAL



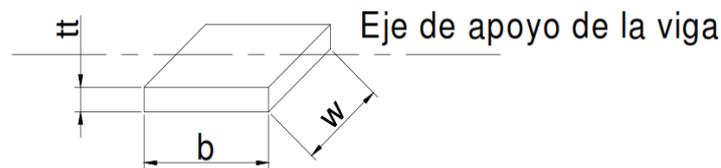
f. DISEÑO DE APOYOS ELASTOMÉRICOS.

Como apoyo para el puente en estudio se escogerá placas de neopreno los cuales tienen tres ventajas importantes, son económicos, efectivos y no requieren de mantenimiento mayor.

El neopreno actualmente se usa para apoyos de puentes por dos razones importantes:

- **Resistencia.**- La resistencia del neopreno a la compresión es más que suficiente para soportar cargas de puentes, puede soportar cargas a la compresión de hasta 120 kg/cm².
- **Durabilidad.**- La vida útil de un neopreno es de aproximadamente 40 años. Sin darle ningún tipo de mantenimiento hasta 35 años.

Pre-dimensionamiento



$$b \text{ máx} = \text{ancho Viga} - 2\text{cm.}$$

$$b \text{ max} = 40 \text{ cm} - 2\text{cm}$$

$$b \text{ max} = 38 \text{ cm}$$

$$b \text{ asumido} = 35 \text{ cm}$$

$$5 * t_t < w < 35 \text{ cm}$$

$$\text{Asumimos } w = b = 35 \text{ cm}$$

Espesor

$$1 \text{ cm} < t_t < w/5$$

$$\text{Asumimos: } t_t = 4,8 \text{ cm}$$

$$1 \text{ cm} < 4,8 < 35/5$$

$$1 \text{ cm} < 4,80 \text{ cm} < 7 \text{ cm} \rightarrow \mathbf{OK}$$

CARGA VERTICAL:

Las acciones verticales a considerar en el apoyo son las reacciones de las vigas (V) debido a las cargas gravitatorias del Tablero (Q).

$$Q = P_g + P_q$$

Donde:

P_g = Peso Propio: losa, carpeta de rodadura, aceras, barandas, postes, vigas principales, diafragmas.

P_q = Peso Sobrecargas: Camión Tipo HS20-44, Peatonal.

PESO PROPIO

Tabla 98. Peso total de los elementos del puente

ELEMENTO	PESO (Ton)
Carpeta de rodadura	16,080
Losa	78,300
Aceras	20,000
Barandas	2,408
Postes	0,136
Vigas	97,600
Diafragmas	10,800
TOTAL P_g:	225,324

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017)

SOBRECARGA

Tabla 99. Sobrecarga para el diseño de apoyos

Camión Tipo	36,00
Carga Peatonal	8,30
TOTAL P_q:	44,30

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017)

$$Q = (225,324 + 44,30) \text{ Ton} = 269,624 \text{ Ton}$$

$$V = \frac{Q}{n_v * 2}$$

$$V = \frac{269,624}{4 * 2} = 33,703 \text{ Ton}$$

La tensión de compresión en el Neopreno es:

$$\sigma = \frac{V}{w * b}$$

Fijada la tensión admisible del Neopreno ($\sigma=70\text{kg/cm}^2$) (70 kg/cm^2 - 120 kg/cm^2) y adoptada la dimensión b , se obtendrán las dimensiones en planta:

$$w = \frac{V}{\sigma * b}$$

$$w = \frac{33,703 * 10^3 \text{Kg}}{70 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} * 35 \text{ cm}} = 13,756 \text{ cm}$$

$$w \text{ asumido} = 35 \text{ cm} > 13,756 \text{ cm} \rightarrow \mathbf{OK}$$

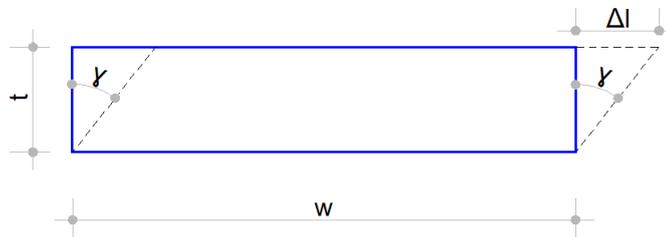
VERIFICACIONES COMPLEMENTARIAS

Al apoyo de neopreno dimensionado de esta manera, se le deben realizar las siguientes verificaciones:

- Máximo Corrimiento (Δl)
- Deformación del espesor
- Deslizamiento

VERIFICACIÓN MÁXIMO CORRIMIENTO (Δl)

El corrimiento Δl es producido por la variación de longitud de la viga debido a acciones térmicas, acciones estáticas (frenado) y/o geológicas.



$$\Delta l \leq 0,5 * t$$

$$\Delta l \leq 0,5 * 4,8$$

$$\Delta l \leq 2,40$$

$$\operatorname{tg}_{\max}(\gamma) = \frac{\Delta l}{t} = 0,5$$

VARIACIÓN DE TEMPERATURA

$$\Delta l_1 = \frac{L(m)}{2} * \alpha \left(\frac{1}{^{\circ}C} \right) * \Delta t(^{\circ}C)$$

Dónde:

α = Coeficiente de dilatación del hormigón = $1 * 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}C$.

Δt = Variación de Temperatura del sector de implantación del puente = **15 °C**

$$\Delta l_1 = \frac{20}{2} * 0,00001 \left(\frac{1}{^{\circ}C} \right) * 15(^{\circ}C) = 0,0015 \text{ m} = 0,15 \text{ cm}$$

FUERZA DE FRENADO

El frenado de vehículos se tomará en cuenta aplicando una fuerza horizontal en el plano del tablero de 1/25 de la sobrecarga equivalente a la multitud compacta, sin impacto, distribuida sobre todo el largo y ancho de la calzada, debiendo adoptarse como mínimo una fuerza de 0,15 veces el peso del camión tipo por cada carril de circulación.

La fuerza de frenado a considerar en la superestructura es el mayor valor entre:

$$F_{t1} = 0,15 * \text{Peso Camión Tipo} * n^{\circ} \text{ carriles}$$

Camión estándar de 3 ejes HS20-44: Peso total = 36 Ton.

$$F_{t1} = 0,15 * 36\ 000 \text{ Kg} * 2 = 10\ 800 \text{ Kg}$$

$$F_{t2} = \frac{1}{25} * \text{Carga peatonal} * \text{Sup. Calzada}$$

Sobrecarga peatonal: 415 Kg/m²

$$F_{t2} = \frac{1}{25} * 415 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * (20 * 8,70) \text{ m}^2 = 2224,40 \text{ Kg}$$

Ft máx. = $F_{t1} = 10\ 800 \text{ Kg}$

La reacción en el apoyo es:

$$F = \frac{Ft_{max}}{\#vigas * 2}$$

$$F = \frac{10\ 800\ Kg}{4 * 2} = 1350\ Kg$$

Siendo G_0 el módulo de deformación transversal del neopreno, el mismo depende del material empleado. El valor del mismo es:

Tabla 100. Dureza según tipo de neopreno

Tipo	G_0 (kg/cm ²)
Shore 50	8
Shore 60	11
Shore 70	15

$$G_0 = \frac{Tensión}{Distorsión} = \frac{F}{b * w} * \frac{t}{\Delta l_2}$$

Despejando:

$$\Delta l_2 = \frac{F * t}{G_0 * b * w}$$

Escogemos el neopreno Tipo Shore 60, con un módulo de 11 Kg/cm² de deformación transversal según la tabla: “Módulo de deformación transversal del neopreno”

$$\Delta l_2 = \frac{1350\ Kg * 4,8\ cm}{11 \frac{Kg}{cm^2} * 35\ cm * 35\ cm} = 0,481\ cm$$

Corrimiento total

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2$$

$$\Delta l = 0,15 + 0,481 = 0,631\ cm$$

Comprobación:

$$\operatorname{tg}(\gamma) = \frac{\Delta l}{t} \leq \operatorname{tg}_{\max}(\gamma) = 0,5$$

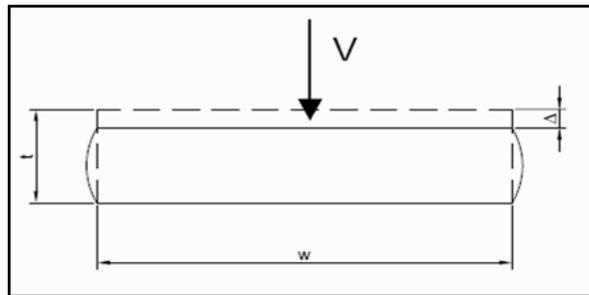
$$\frac{\Delta l}{t} = \frac{0,631 \text{ cm}}{4,8 \text{ cm}} = 0,131 \text{ cm}$$

$$0,131 \leq \operatorname{tg}_{\max}(\gamma) = 0,5$$

$$0,131 \leq 0,5 \quad \text{ok}$$

VERIFICACIÓN DEFORMACIÓN DEL ESPESOR

La deformación del espesor del neopreno depende de la dureza material, la carga unitaria y del factor de forma.



$$\Delta l \leq 15\% t$$

- **Factor de forma:**

$$T' = \frac{w * b}{2 * (w + b) * t}$$

$$T' = \frac{35 \text{ cm} * 35 \text{ cm}}{2 * (35 + 35) * 4,8} = 1,823$$

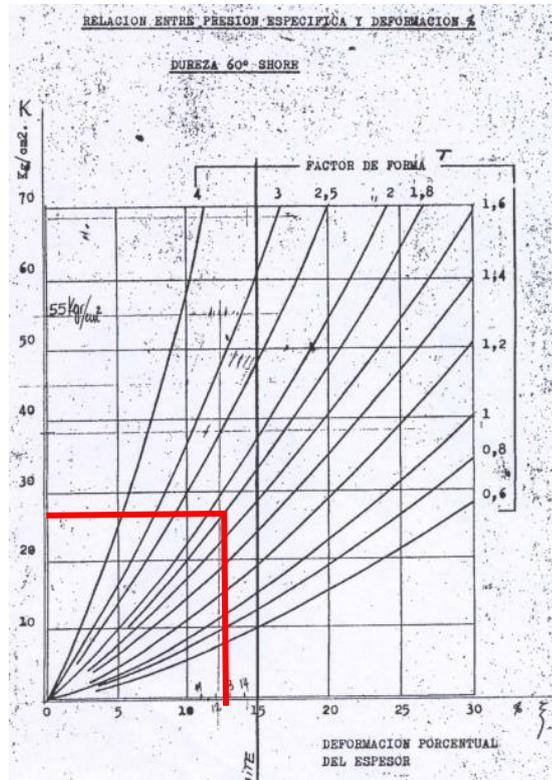
- **Carga Unitaria:**

$$k = \frac{V}{w * b} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$k = \frac{33,703 * 1000}{35 * 35} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$k = 27,513 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

Para verificar esta deformación existen ábacos para cada Dureza, a los cuales se entra con los valores de carga unitaria (k) y factor de forma (T) y se obtiene la deformación porcentual del espesor.



Δl obtenido ábaco = 12,60 % t

$$12,60 \% t \leq 15\% t \quad ok$$

VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO

Debido a los esfuerzos horizontales el apoyo de Neopreno sufre una distorsión (γ) en su altura, la cual no debe superar el límite de $\text{tg}(\gamma) < 0,5$ (Verificación del corrimiento máximo).

Además de poder deformarse el neopreno debe ser capaz de transmitir este esfuerzo sin deslizarse. Para ello se realiza el cálculo del corrimiento admisible sin deslizamiento (δ) que soporta el apoyo:

$$\delta = 0,2 * \frac{Pg * t_t}{b * w} * \frac{X}{G_0}$$

Donde X = factor que depende de la temperatura mínima.

Temp. Minima (°C)	X
-7	1.90
-10	1.88
-15	1.85
-20	1.75
-25	1.67
-30	1.50

Temperatura mínima registrada del sector de implantación del puente = 8 °C, asumimos un valor para x de 1,90.

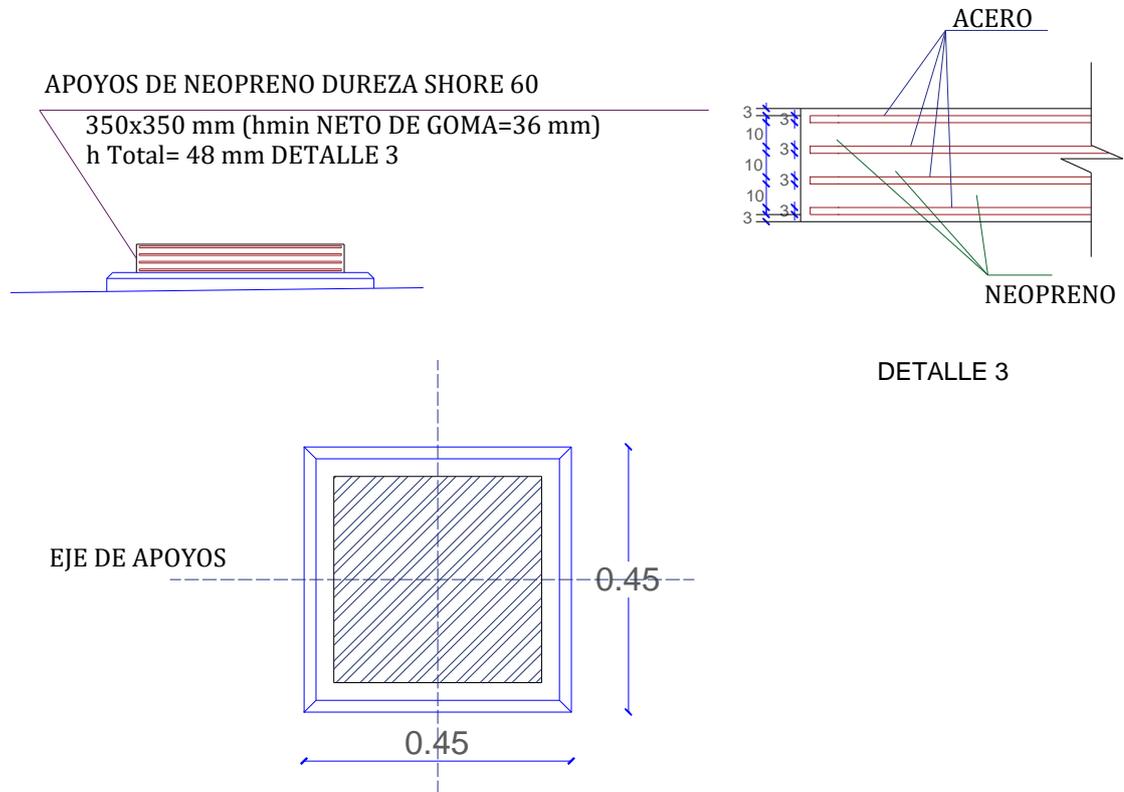
$$\delta = 0,2 * \frac{225,324 * 1000 * 4,8}{35 * 35} * \frac{1,90}{11}$$

$$\delta = 30,50 \text{ cm}$$

Comprobación

$$\delta > \Delta l$$

$$15,226 > 0,631 \text{ cm ok}$$

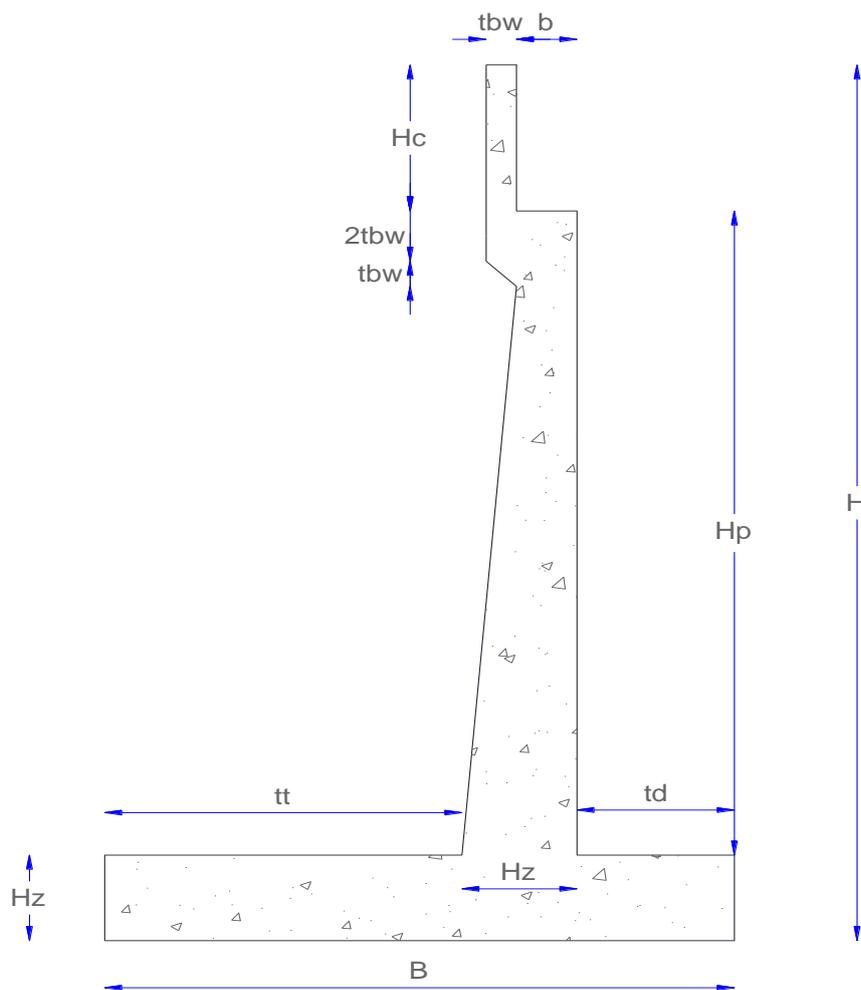


g. DISEÑO ESTRIBOS

Datos generales:

- Luz total del puente: 20,00 m
- Ancho del puente: 8,70 m
- Altura del estribo: 8,70 m
- Esfuerzo admisible del suelo: 30 Ton/m²
- Peso específico del suelo: 2,62 Ton/m³
- Ángulo de fricción del suelo: 33°
- Peso específico del hormigón: 2,5 Ton/m³
- Esfuerzo a compresión del hormigón: 280 kg/cm²
- Esfuerzo a fluencia del acero: 4200 kg/cm²

Pre-dimensionamiento



Altura del cabezal

$$H_c = \textit{losa} + \textit{viga} + \textit{aparatos de apoyo}$$

$$H_c = 0,18 + 1,22 + 0,048$$

$$H_c = 1,448 \textit{ m}$$

Altura de la zapata

$$H_z = \frac{H}{10} \textit{ ó } \frac{H}{12}$$

$$H_z = \frac{8,70}{10}$$

$$H_z = 0,87 \textit{ m}$$

Asumimos: $H_z = 0,85 \textit{ m}$

Altura de la pantalla

$$H_p = H - H_c - H_z$$

$$H_p = 8,70 - 1,45 - 0,85$$

$$H_p = 6,40 \textit{ m}$$

Ancho superficie de asiento

$$b = n + j$$

$$b = 0,35 + 0,05 + 0,10$$

$$b = 0,50 \textit{ m}$$

Ancho cabezal

$$0,20\text{-}0,30 \textit{ m}$$

Asumimos: $tbw = 0,30$

Ancho de la zapata

$$B = 0,40H \textit{ ó } 0,70H$$

$$B = 0,60H = 0,60 * 8,70$$

$$B = 5,22 \text{ m}$$

$$\text{Asumimos: } B = 5,20 \text{ m}$$

Ancho del dedo

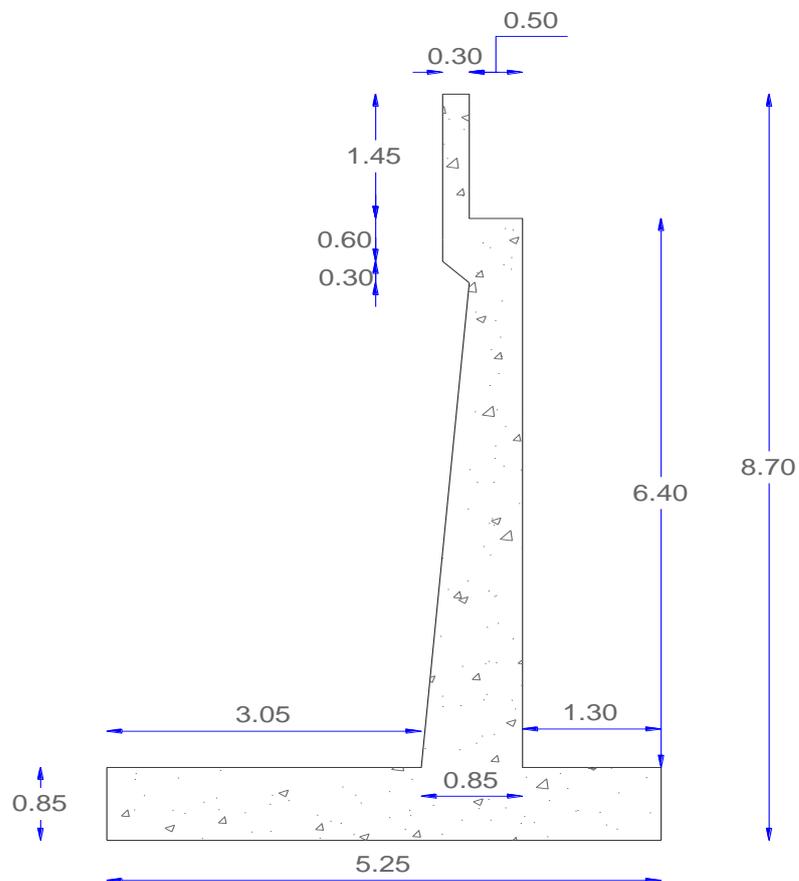
$$t_d = \frac{B}{3}$$

$$t_d = \frac{5,25}{3}$$

$$t_d = 1,75 \text{ m}$$

$$\text{Asumimos: } t_d = 1,30 \text{ m}$$

Una vez establecidas las medidas básicas a partir del pre-dimensionamiento, nuestro estribo queda configurado geoméricamente como se muestra a continuación:



Cálculo del centro de gravedad

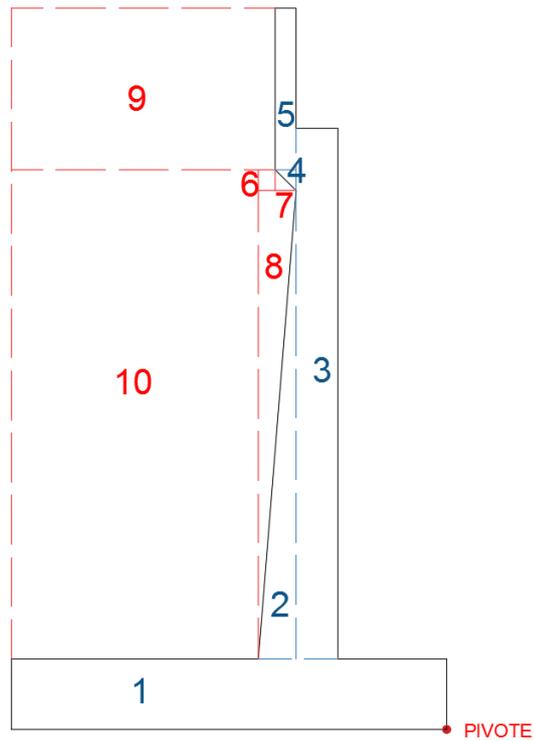


Tabla 101. Centro de gravedad estribo

FIGURA	ÁREA (m ²)	Wi (Ton/m)	Xi (m)	Yi (m)	Wi * Xi	Wi * Yi
1	4,420	11,05	2,60	0,43	28,73	4,70
2	0,963	2,41	1,92	2,68	4,61	6,46
3	3,200	8,00	1,55	4,05	12,40	32,40
4	0,045	0,11	1,90	6,55	0,21	0,74
5	0,615	1,54	1,95	7,68	3,00	11,80
6	0,015	0,04	2,13	6,50	0,08	0,26
7	0,045	0,12	2,00	6,45	0,24	0,76
8	0,963	2,52	2,03	4,52	5,13	11,39
9	6,355	16,65	3,65	7,68	60,77	127,79
10	17,690	46,35	3,68	3,75	170,33	173,80
	Σ =	88,78			285,50	370,09

WT =	88,78	Ton
X =	3,22	m
Y =	4,17	m

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

ESTADOS DE CARGA

Para el diseño se considerará cinco estados de carga, en los dos primeros estados hace referencia solamente al peso propio del estribo, mientras que en los tres siguientes ya interviene el peso generado por el puente.

- I. Empuje del suelo (100% q_{adm})
- II. Empuje del suelo + Sismo (133% q_{adm})
- III. Empuje del suelo + Peso del puente (R. Carga Muerta de la superestructura, 100% q_{adm})
- IV. Empuje del suelo + R. Carga Muerta de la superestructura + Sismo Estribo + Sismo Puente (133% q_{adm})
- V. Empuje de suelo+ R. Carga Muerta de la superestructura + R. Carga Viva Vehicular (100% q_{adm})

Parámetros a evaluar

Revisión al volcamiento

$$Fs_v = \frac{\sum M_r}{\sum M_v} \geq 2,0$$

Revisión al deslizamiento:

$$Fs_d = \frac{\sum F_r}{\sum F_v} \geq 1,5$$

Revisión de las presiones aceptables sobre el suelo de fundación:

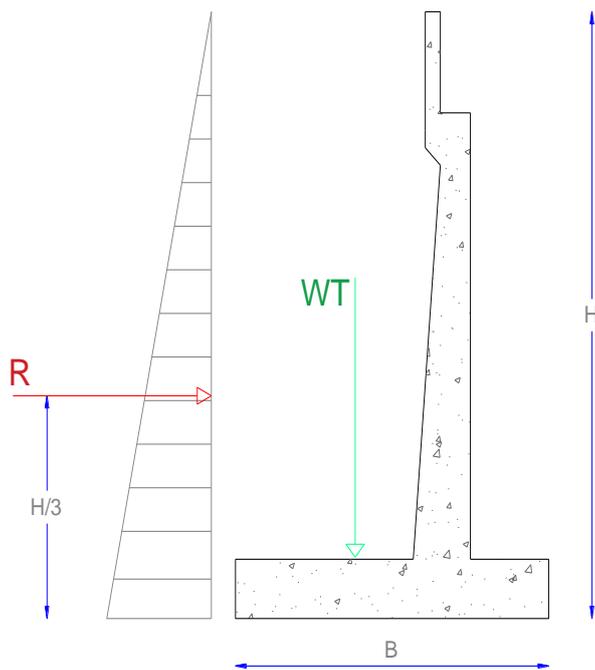
$$q_{suelo} \leq q_{adm}$$

PRIMER ESTADO DE CARGA (Empuje del suelo (100% q_{adm}))

Empuje Activo k_a

$$k_a = \left[\tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \right]^2$$

$$k_a = \left[\tan \left(45 - \frac{33}{2} \right) \right]^2 = 0,295$$



$$\text{Presión} = \gamma_s * H * k_a$$

$$\text{Presión} = 2,62 * 8,70 * 0,295$$

$$\text{Presión} = 6,72 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$R = \frac{\text{Presión} * H}{2}$$

$$R = \frac{6,72 * 8,70}{2}$$

$$R = 29,23 \text{ Ton}$$

Momento Volcador

$$M_{VI} = \frac{R * H}{3}$$

$$M_{VI} = \frac{29,23 * 8,70}{3} = 84,77 \text{ Ton.m}$$

Momento estabilizador

$$M_{EI} = W_T * X$$

$$M_{EI} = 88,78 * 3,22 = 285,50 \text{ Ton.m}$$

Verificación de seguridad al Volteo

$$Fs_v = \frac{M_{EI}}{M_{VI}} = \frac{285,50}{84,77} = 3,37 > 2 \rightarrow \text{OK}$$

Verificación de seguridad al desplazamiento

$$Fs_D = \frac{W_T * \tan\phi}{R} = \frac{88,78 * \tan(33)}{29,23} = 1,97 > 1,5 \rightarrow \text{OK}$$

Verificación de esfuerzo del suelo

$$x = \frac{M_{EI} - M_{VI}}{W_T} = \frac{285,50 - 84,77}{88,78} = 2,26 > 1,20 \rightarrow \text{OK}$$

Excentricidad

$$e = \frac{B}{2} - x = \frac{5,20}{2} - 2,26 = 0,34 \text{ m}$$

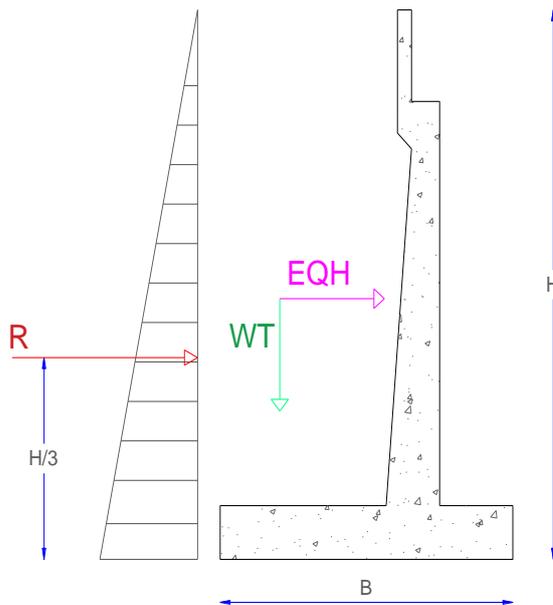
Esfuerzo admisible del suelo

$$\sigma_s = \frac{W_T}{B} \pm \frac{6 * W_T * e}{B^2}$$

$$\sigma_{s1} = \frac{88,78}{5,20} + \frac{6 * 88,78 * 0,34}{5,20^2} = 23,75 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < 30 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{OK}$$

$$\sigma_{s2} = \frac{88,78}{5,20} - \frac{6 * 88,78 * 0,34}{5,20^2} = 10,39 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < 30 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{OK}$$

SEGUNDO ESTADO DE CARGA (Empuje del suelo + Sismo (133% q_{adm}))



Fuerza de sismo horizontal

$$EQH = W_T * C$$

C: 0,10 Coeficiente de zona sísmica III.

$$EQH = 88,78 * 0,10 = 8,88 \text{ Ton}$$

Momento de la fuerza de Sismo

$$M_{EQH_{II}} = EQH * \bar{y}$$

$$M_{EQH_{II}} = 8,88 * 4,17 = 37,02 \text{ Ton.m}$$

Verificación de seguridad al Volteo

$$F_{Sv} = \frac{M_{EI}}{M_{VI} + M_{EQH_{II}}} = \frac{285,50}{84,77 + 37,02} = 2,34 > 2 \rightarrow \text{OK}$$

Verificación de seguridad al desplazamiento

$$F_{SD} = \frac{W_T}{R + EQH} = \frac{88,78}{29,23 + 8,88} = 1,51 > 1,5 \rightarrow \text{OK}$$

Ubicación del esfuerzo del suelo

$$X = \frac{M_{EI} - (M_{VI} + M_{EQHII})}{W_T} = \frac{285,50 - (84,77 + 37,02)}{88,78} = 1,84$$

Esfuerzo admisible calculado

$$\sigma_s = \frac{2W_T}{3 * X} = \frac{2 * 88,78}{3 * 1,84} = 32,10 \frac{Ton}{m^2}$$

$$\sigma_{adm} = 1,33 * 30 = 39,90 \frac{Ton}{m^2}$$

$$\sigma_s = 32,10 \frac{Ton}{m^2} < \sigma_{adm} = 39,90 \frac{Ton}{m^2} \rightarrow OK$$

TERCER ESTADO (Empuje del suelo + Peso del puente (R. Carga Muerta de la superestructura, 100% q_{adm}))

Determinación de cargas muertas de la superestructura

Los valores mostrados en la Tabla 107 se obtienen con las dimensiones finales calculadas en el diseño de la superestructura detallado anteriormente.

Tabla 102. Carga Muerta total

Carga Muerta		
Tablero =	78,30	Ton
Barandas =	2,41	Ton
Aceras=	20,00	Ton
Postes =	0,14	Ton
Carpeta de rodadura=	16,08	Ton
Vigas=	97,60	Ton
Diafragmas =	10,80	Ton
Cm=	225,33	Ton

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

$$R_{CM} = \frac{Cm}{Ancho\ del\ puente * 2}$$

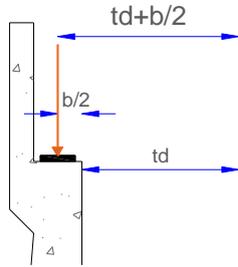
$$R_{CM} = \frac{225,33}{8,70 * 2} = 12,95\ Ton$$

Carga a emplearse

$$W_{TIII} = W_T + R_{CM}$$

$$W_{TIII} = 88,78 + 12,95 = 101,73 \text{ Ton}$$

Momento estabilizador



$$M_{EIII} = M_{EI} + R_{CM} * \text{brazo de palanca}$$

$$M_{EIII} = 285,50 + 12,95 * 1,55$$

$$M_{EIII} = 305,57 \text{ Ton.m}$$

Ubicación del esfuerzo del suelo

$$X = \frac{M_{EIII} - M_{VI}}{W_{TIII}} = \frac{305,57 - 84,77}{101,73} = 2,17 \text{ m}$$

Excentricidad

$$e = \frac{B}{2} - x = \frac{5,20}{2} - 2,17 = 0,43 \text{ m}$$

Esfuerzo admisible del suelo

$$\sigma_s = \frac{W_T}{B} \pm \frac{6 * W_T * e}{B^2}$$

$$\sigma_{s1} = \frac{101,73}{5,20} + \frac{6 * 101,73 * 0,43}{5,20^2} = 29,27 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < 30 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{OK}$$

$$\sigma_{s2} = \frac{101,73}{5,20} - \frac{6 * 101,73 * 0,42}{5,20^2} = 9,86 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < 30 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{OK}$$

CUARTO ESTADO DE CARGA (Empuje del suelo + R. Carga Muerta de la superestructura + Sismo Estribo + Sismo Puente (133% q_{adm}))

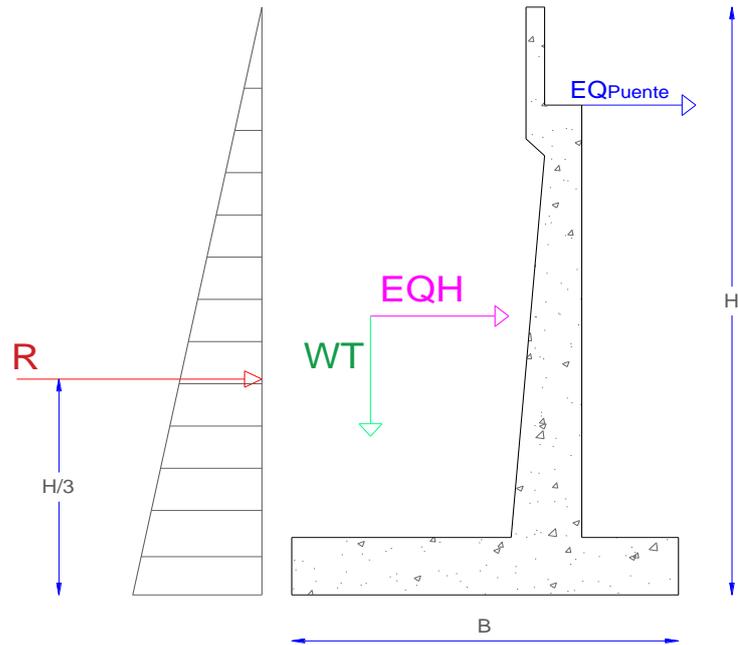
$$W_{TIV} = W_{TIII}$$

$$W_{TIV} = 101,73 \text{ Ton}$$

Fuerza de Sismo en el puente

$$EQ_{Puente} = C * R_{CM}$$

$$EQ_{Puente} = 0,10 * 12,95 = 1,295 \text{ Ton}$$



Momento Volcador

$$M_{V_{IV}} = M_{V_I} + (EQ_{Puentes} * (H - H_{Parapeto})) + M_{EQ_{H_{II}}}$$

$$M_{V_{IV}} = 84,77 + (1,295 * (8,70 - 1,45)) + 37,02$$

$$M_{V_{IV}} = 131,18 \text{ Ton.m}$$

Momento estabilizador

$$M_{E_{IV}} = M_{E_{III}} = 305,57 \text{ Ton.m}$$

Ubicación del esfuerzo del suelo

$$X = \frac{M_{E_{IV}} - M_{V_{IV}}}{W_{T_{IV}}} = \frac{305,57 - 131,18}{101,73} = 1,71 \text{ m}$$

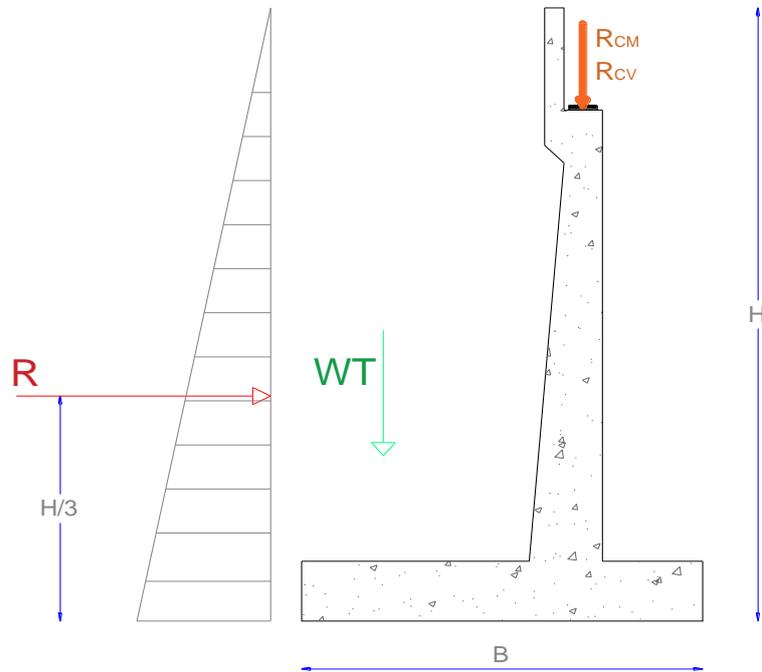
Esfuerzo admisible calculado

$$\sigma_s = \frac{2W_T}{3 * X} = \frac{2 * 101,73}{3 * 1,71} = 39,66 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

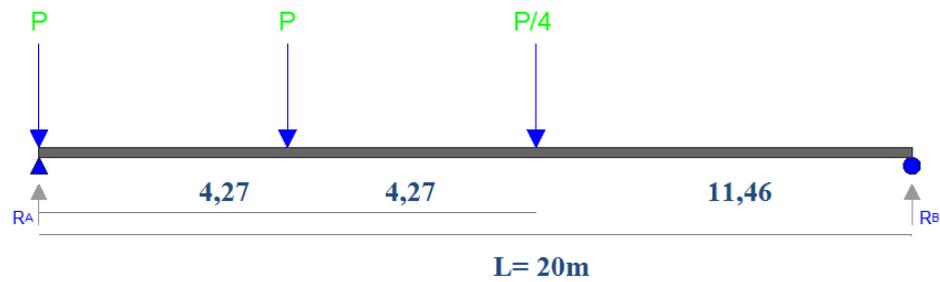
$$\sigma_s < 1,33 * \sigma_{adm}$$

$$39,66 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < 39,90 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \rightarrow OK$$

QUINTO ESTADO DE CARGA (Empuje de suelo+ R. Carga Muerta de la superestructura + R. Carga Viva Vehicular (100% q_{adm}))



Reacción carga viva en 1 metro



$$\sum M_B = 0$$

$$R_A = \frac{(7,27 * 20) + (7,27 * 15,73) + (1,8175 * 11,46)}{20}$$

$$R_A = 14,03 \text{ Ton}$$

$$R_{CV} = \frac{R_A}{\text{Ancho tablero}} = \frac{14,03}{8,70} = 1,61 \text{ Ton}$$

Carga a utilizar

$$W_{TV} = W_T + R_{CM} + R_{CV}$$

$$W_{TV} = 88,78 + 12,95 + 1,61 = 103,35 \text{ Ton}$$

Momento estabilizador

$$M_{EV} = M_{EI} + (R_{CM} + R_{CV}) * \text{brazo de palanca}$$

$$M_{EV} = 285,50 + (12,95 + 1,61) * 1,55 = 308,07 \text{ Ton.m}$$

Ubicación del esfuerzo del suelo

$$X = \frac{M_{EV} - M_{VI}}{W_{TV}} = \frac{308,07 - 84,77}{103,35} = 2,16 \text{ m}$$

Excentricidad

$$e = \frac{B}{2} - x = \frac{5,20}{2} - 2,16 = 0,44 \text{ m}$$

Esfuerzo admisible del suelo

$$\sigma_s = \frac{W_T}{B} \pm \frac{6 * W_T * e}{B^2}$$

$$\sigma_{s1} = \frac{103,35}{5,20} + \frac{6 * 103,35 * 0,44}{5,20^2} = 29,96 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < 30 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{OK}$$

$$\sigma_{s2} = \frac{103,35}{5,20} - \frac{6 * 103,35 * 0,44}{5,20^2} = 9,78 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < 30 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{OK}$$

DISEÑO DE ZAPATA

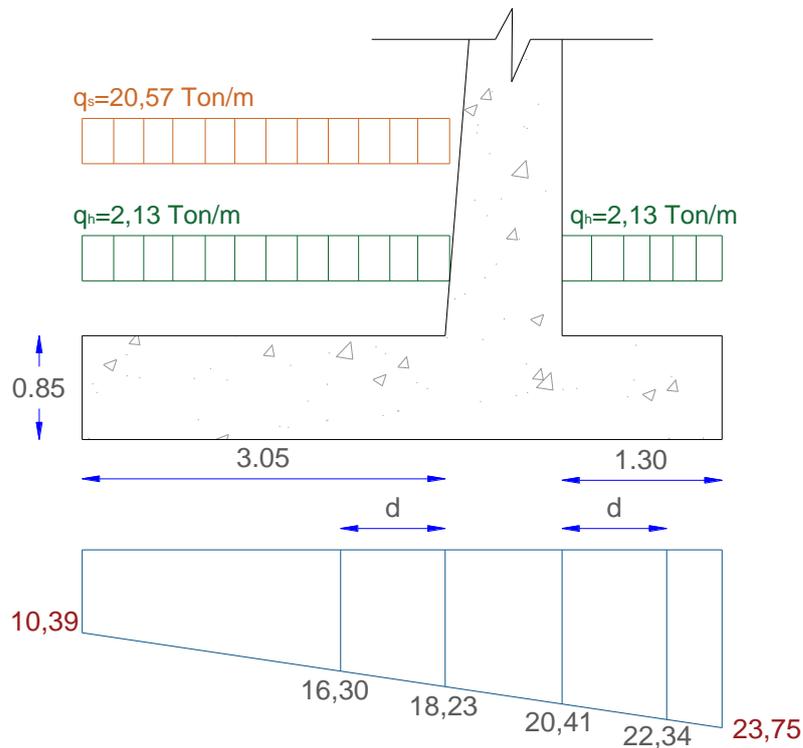
Cálculo de momentos y cortantes

Una vez chequeados los cinco estados de carga y que las dimensiones escogidas cumplan con todas las verificaciones se procede a calcular los cortantes y momentos para cada estado, con el fin de obtener el mayor valor de los mismos y proceder al cálculo del acero de refuerzo necesario.

PRIMER ESTADO DE CARGA

$$d = H_z - 10 \text{ cm}$$

$$d = 85 - 10 \text{ cm} = 75 \text{ cm}$$



Sobreesfuerzos

$$q_s = \gamma_s * h' = 2,62 * (8,70 - 0,85) = 20,57 \text{ Ton/m}$$

$$q_h = \gamma_{hor} * H_z = 2,5 * 0,85 = 2,13 \text{ Ton/m}$$

Momentos y cortantes

TALÓN

$$M_{cal} = \frac{B^2}{6} * (2P_1 + P_2)$$

$$M_{TALÓN} = \frac{3,05^2}{6} * (2(10,39 - 22,70) + (18,23 - 22,70)) = -45,09 \text{ Ton.m}$$

$$V_{cal} = \frac{Lt - d}{2} * (P_1 + P_2)$$

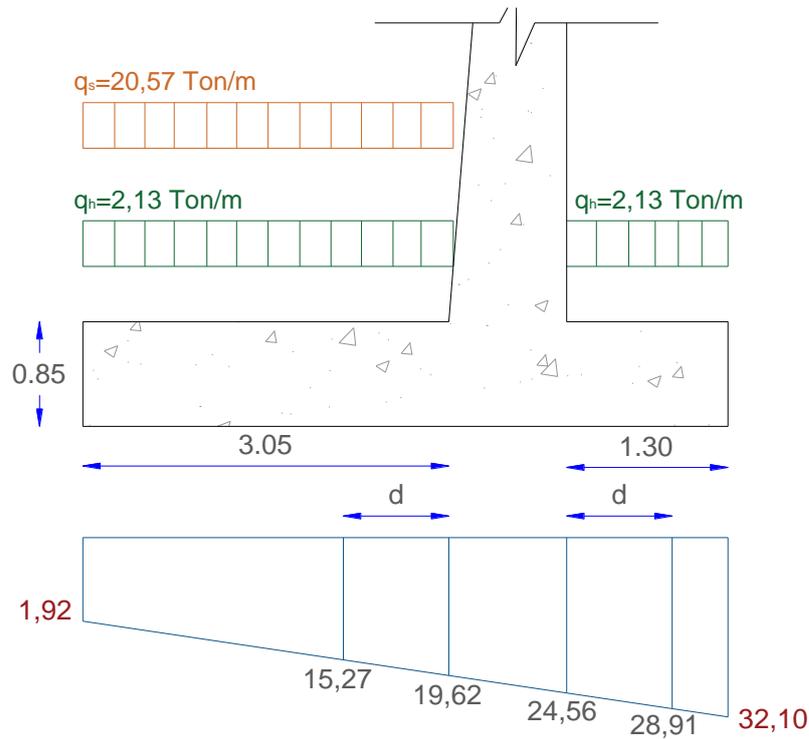
$$V_{TALÓN} = \frac{3,05 - 0,75}{2} * ((10,39 - 22,70) + (16,30 - 22,70)) = -21,51 \text{ Ton}$$

DEDO

$$M_{DEDO} = \frac{1,30^2}{6} * (2(23,75 - 2,13) + (20,41 - 2,13)) = 17,33 \text{ Ton.m}$$

$$V_{DEDO} = \frac{1,30 - 0,75}{2} * ((22,34 - 2,13) + (23,75 - 2,13)) = 11,50 \text{ Ton}$$

SEGUNDO ESTADO DE CARGA



Excentricidad

$$e = \frac{B}{2} - x = \frac{5,20}{2} - 1,84 = 0,76 \text{ m}$$

Cálculo de equilibrio

$$L = \frac{3B}{2} - 3e = \frac{3 * 5,20}{2} - 3 * 0,76 = 5,53 \text{ m}$$

Momentos y cortantes

TALÓN

$$M_{TALÓN} = \frac{3,05^2}{6} * (2(1,92 - 22,70) + (19,62 - 22,70)) = -69,21 \text{ Ton.m}$$

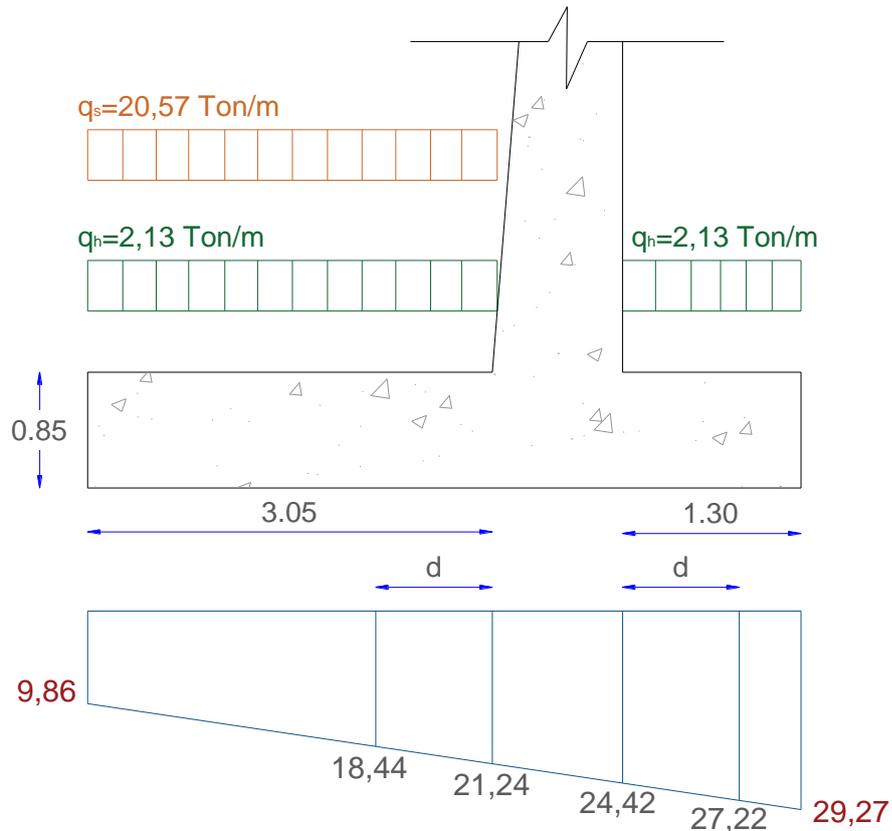
$$V_{TALÓN} = \frac{3,05 - 0,75}{2} * ((1,92 - 22,70) + (15,27 - 22,70)) = -33,44 \text{ Ton}$$

DEDO

$$M_{DEDO} = \frac{1,30^2}{6} * (2(32,10 - 2,13) + (24,56 - 2,13)) = 23,19 \text{ Ton.m}$$

$$V_{DEDO} = \frac{1,30 - 0,75}{2} * ((28,91 - 2,13) + (32,10 - 2,13)) = 15,61 \text{ Ton}$$

TERCER ESTADO DE CARGA



Momentos y cortantes

TALÓN

$$M_{TALÓN} = \frac{3,05^2}{6} * (2(9,86 - 22,70) + (21,24 - 22,70)) = -42,08 \text{ Ton. m}$$

$$V_{TALÓN} = \frac{3,05 - 0,75}{2} * ((9,86 - 22,70) + (18,45 - 22,70)) = -19,66 \text{ Ton}$$

DEDO

$$M_{DEDO} = \frac{1,30^2}{6} * (2(29,27 - 2,13) + (24,42 - 2,13)) = 21,57 \text{ Ton. m}$$

$$V_{DEDO} = \frac{1,30 - 0,75}{2} * ((27,22 - 2,13) + (29,27 - 2,13)) = 14,36 \text{ Ton}$$

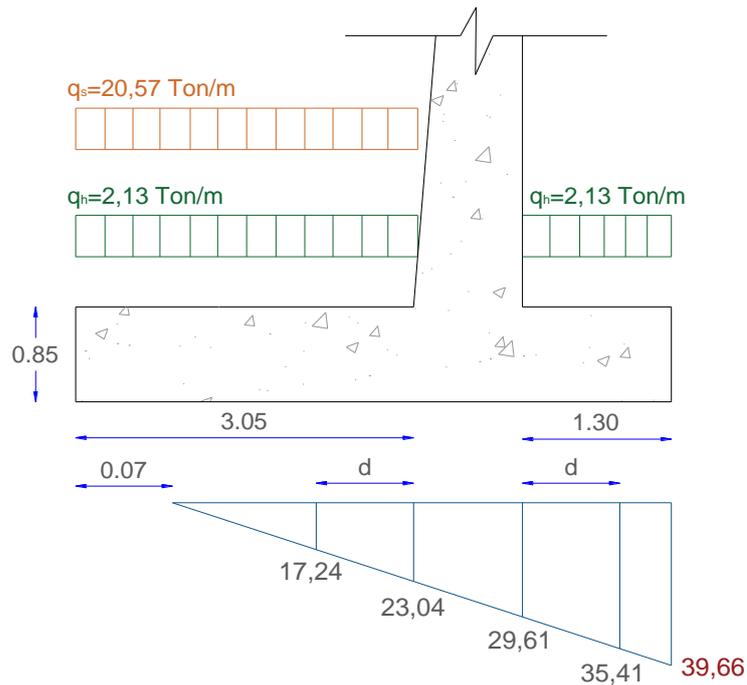
CUARTO ESTADO DE CARGA

Excentricidad

$$e = \frac{B}{2} - x = \frac{5,20}{2} - 1,71 = 0,89 \text{ m}$$

Cálculo de equilibrio

$$L = \frac{3B}{2} - 3e = \frac{3 * 5,20}{2} - 3 * 0,89 = 5,13 \text{ m}$$



Momentos y cortantes

TALÓN

$$M_{TALÓN} = \frac{(3,05 - 0,07)^2}{6} * (2(0 - 22,70) + (23,04 - 22,70))$$

$$= -66,69 \text{ Ton.m}$$

$$V_{TALÓN} = \frac{3,05 - 0,75 - 0,07}{2} * ((0 - 22,70) + (17,24 - 22,70))$$

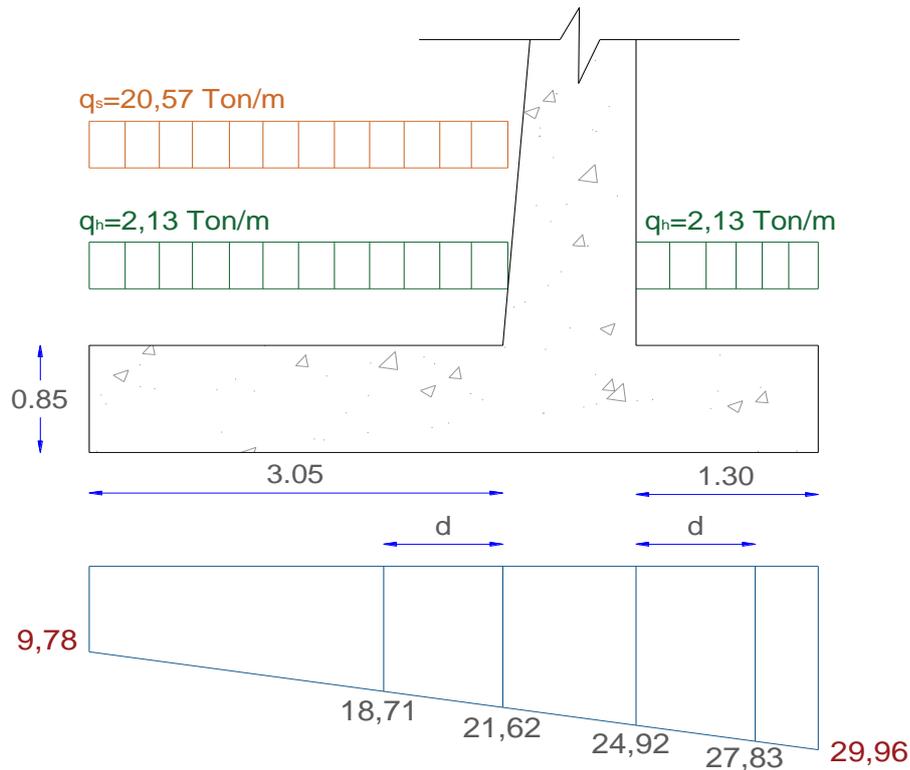
$$= -31,40 \text{ Ton}$$

DEDO

$$M_{DEDO} = \frac{1,30^2}{6} * (2(39,66 - 2,13) + (29,61 - 2,13)) = 28,88 \text{ Ton.m}$$

$$V_{DEDO} = \frac{1,30 - 0,75}{2} * ((35,41 - 2,13) + (39,66 - 2,13)) = 19,47 \text{ Ton}$$

QUINTO ESTADO DE CARGA



Momentos y cortantes

TALÓN

$$M_{TALÓN} = \frac{3,05^2}{6} * (2(9,78 - 22,70) + (21,62 - 22,70)) = -41,73 \text{ Ton.m}$$

$$V_{TALÓN} = \frac{3,05 - 0,75}{2} * ((9,78 - 22,70) + (18,71 - 22,70)) = -19,44 \text{ Ton}$$

DEDO

$$M_{DEDO} = \frac{1,30^2}{6} * (2(29,96 - 2,13) + (24,92 - 2,13)) = 22,10 \text{ Ton.m}$$

$$V_{DEDO} = \frac{1,30 - 0,75}{2} * ((27,83 - 2,13) + (29,96 - 2,13)) = 14,72 \text{ Ton}$$

Calculados los momentos y cortantes para cada estado de carga se procede a multiplicarlos por los factores de mayoración siendo 1,7 para los estados (I, III y V) y 1,3 para los estados (II y IV).

Tabla 103. Cortantes y momentos últimos mayorados

Talón	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4	ESTADO 5
V	-21,51	-33,44	-19,66	-31,40	-19,44
Vmay	-36,56	-43,47	-33,43	-40,82	-33,05
M	-45,09	-69,20	-42,08	-66,69	-41,73
Mmay	-76,65	-89,97	-71,54	-86,70	-70,94
Dedo	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4	ESTADO 5
V	11,50	15,61	14,36	19,47	14,72
Vmay	19,56	20,29	24,42	25,31	25,02
M	17,33	23,20	21,57	28,88	22,10
Mmay	29,46	30,16	36,66	37,55	37,56

Talón	V máx..	-43,47	Ton
	M máx..	-89,97	Ton.m
Dedo	V máx..	25,31	Ton
	M máx..	37,56	Ton.m

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017)

Diseño a flexión del talón

$$M_u = 89,97 \text{ Ton.m}$$

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

$$k = \frac{89,97 * 10^5}{0,90 * 280 * 100 * 75^2}$$

$$k = 0,0635$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - (2,36) * k}}{1,18}$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - (2,36) * 0,0635}}{1,18}$$

$$q = 0,06608$$

Cuantía balanceada de acero:

$$\rho = q * \left(\frac{f'c}{F_y} \right)$$

$$\rho = 0,06608 * \left(\frac{280}{4200} \right)$$

$$\rho = 0,0044$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = (0,0044) * (100) * (75)$$

$$As = 33,038 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 Ø25 mm @ 16 cm

Diseño a flexión del dedo

$$M_u = 25,31 \text{ Ton. m}$$

$$k = \frac{37,58 * 10^5}{0,90 * 280 * 100 * 75^2}$$

$$k = 0,0179$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - (2,36) * 0,0179}}{1,18}$$

$$q = 0,0180$$

Cuantía balanceada de acero:

$$\rho = q * \left(\frac{f'c}{F_y} \right)$$

$$\rho = 0,0180 * \left(\frac{280}{4200} \right)$$

$$\rho = 0,0012 < \rho_{min}$$

$$\rho_{min} = 0,0033$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = (0,0033) * (100) * (75)$$

$$As = 25,00 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 Ø25 mm @ 19 cm

Verificación a corte

$$Vu = \frac{Vu}{\phi * b * d}$$
$$Vu = \frac{43,47 * 1000}{0,85 * 100 * 75}$$
$$Vu = 6,819 \text{ kg/cm}^2$$

$$Vc = 0,53 * \sqrt{f'c}$$
$$Vc = 0,53 * \sqrt{280}$$
$$Vc = 8,869 \text{ kg/cm}^2$$

*El esfuerzo de corte es absorbido por el concreto.

Acero de repartición en zapata

La sección mínima acero de repartición transversal se calcula con la siguiente expresión:

$$As = 0,0018 * b * d$$
$$As = 0,0018 * 100 * 75$$
$$As = 13,50 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 Ø16 mm @ 16cm

Diseño de la pantalla

El diseño de la pantalla se debe realizar para diferentes alturas para determinar el acero de refuerzo.

Determinando los efectos de:

- Presión del suelo.
- Efecto sísmico.
- Peso del propio estribo.
- Carga Viva y Muerta de la superestructura.

*El análisis se lo realizara para un ancho de 100.00cm

Características de los materiales:

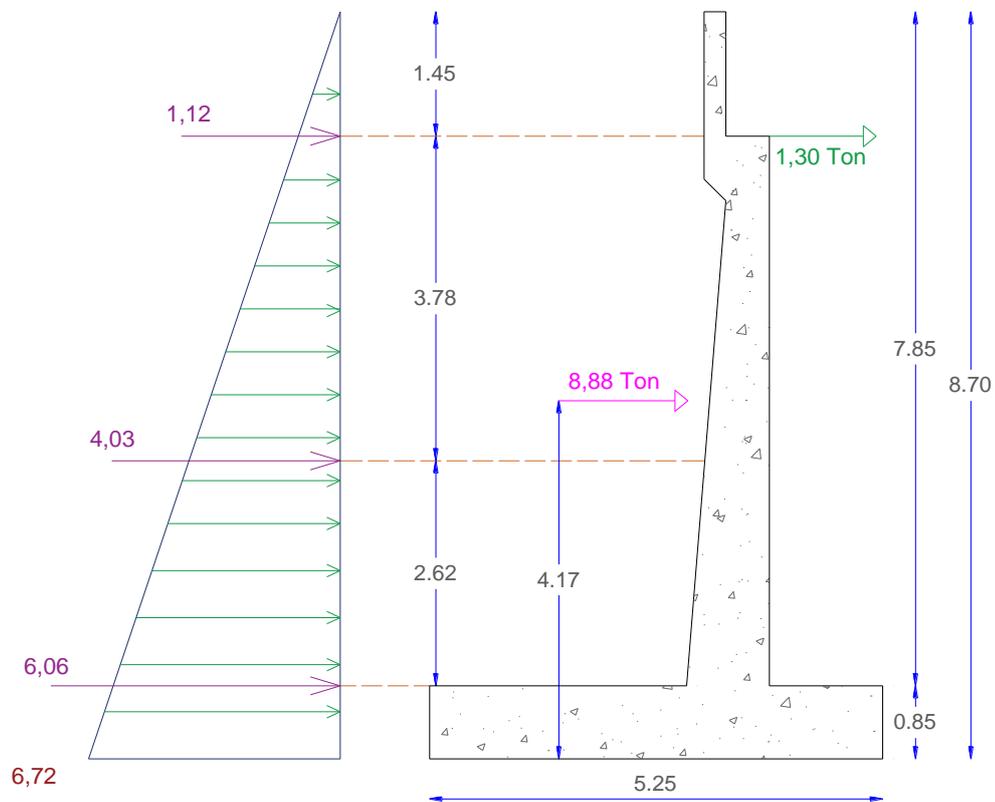
Hormigón armado: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Acero estructural: $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Recubrimiento mínimo = 7.50cm

Secciones de análisis:

- La primera sección analizará el asiento en el cabezal
- La segunda sección se analizará a una altura de 2/3 de la pantalla menos la zapata.
- La tercera sección de análisis es en el asiento de la pantalla en la unión con la zapata.



Sección 1

Distancia 1,45 m media desde el extremo superior

$$Vu = 1,7 * \left(\frac{1,12 * 1,45}{2} \right) + (1,3 * 1,30) = 3,07 \text{ Ton}$$

$$Muf = 1,3 * (1,45 * 1,30) = 2,451 \text{ Ton.m}$$

$$Mu = 1,3 * \left(\frac{1,12 * 1,45}{2} \right) * \frac{2}{3} * 1,45 + 2,451 = 3,471 \text{ Ton.m}$$

Sección 2

Distancia 5,23 m

$$Vu = 1,7 * \left(\frac{4,03 * 5,23}{2} \right) + 1,3 * (1,30 + 8,88) = 31,149 \text{ Ton}$$

$$Muf = 1,3 * (4,53 * 8,88) = 52,294 \text{ Ton.m}$$

$$Mu = 1,3 * \left(\frac{4,03 * 5,23}{2} \right) * \frac{2}{3} * 5,23 + (2,451 + 52,294) = 102,512 \text{ Ton.m}$$

Sección 3

Distancia 7,85 m

$$Vu = 1,7 * \left(\frac{6,06 * 7,85}{2} \right) + 1,3 * (1,30 + 8,88) = 53,669 \text{ Ton}$$

$$Mu = 1,3 * \left(\frac{6,06 * 7,85}{2} \right) * \frac{2}{3} * 7,85 + (2,451 + 52,294) = 216,566 \text{ Ton.m}$$

Verificación a corte

$$Vu = \frac{53,669 * 1000}{0,85 * 100 * 77,5} = 8,147 \text{ kg/cm}^2$$

$$Vc = 0,53 * \sqrt{280} = 8,869 \text{ kg/cm}^2$$

*El esfuerzo de corte puede ser absorbido por el concreto.

Diseño a flexión de pantalla por secciones

Sección 3

Acero vertical principal

$Mu = 216,566 \text{ Ton.m}$

$$k = \frac{Mu}{\phi * f'c * b * d^2}$$

$$k = \frac{216,566 * 100000}{0,90 * 280 * 100 * 77,5^2}$$

$$k = 0,1431$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - (2,36) * k}}{1,18}$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - (2,36) * 0,1431}}{1,18}$$

$$q = 0,1578$$

Cuantía balanceada de acero:

$$\rho = q * \left(\frac{f_c}{f_y}\right)$$

$$\rho = 0,1578 * \left(\frac{280}{4200}\right)$$

$$\rho = 0,0105$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = (0,0105) * (100) * (77,5) = 81,513 \text{ cm}^2$$

$$\text{Num. varillas} = 1 \text{ } \varnothing 25 \text{ mm @ 6 cm}$$

Sección 2

Distancia 5,23 m

$$M_u = 102,512 \text{ Ton. m}$$

$$k = \frac{102,512 * 100000}{0,90 * 280 * 100 * 61,5^2} = 0,0677$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - (2,36) * 0,0677}}{1,18} = 0,0707$$

Cuantía balanceada de acero:

$$\rho = 0,0707 * \left(\frac{280}{4200}\right) = 0,0047$$

$$A_s = (0,0047) * (100) * (61,5) = 28,977 \text{ cm}^2$$

$$\text{Num. varillas} = 1 \text{ } \varnothing 25 \text{ mm @ 18 cm}$$

- **Acero de repetición vertical secundario**

$$A_s = 0,0033 * b * d$$

$$A_s = 0,0033 * 100 * 77,5$$

$$A_s = 25,57 \text{ cm}^2$$

$$\text{Num. varillas} = 1 \text{ } \varnothing 18 \text{ mm @ 11 cm}$$

- Acero de repartición horizontal

Sección 3

CARA INTERIOR

$$As = \frac{1}{3} * 0,0018 * b * d$$

$$As = \frac{1}{3} * 0,0018 * 100 * 77,5$$

$$As = 4,65 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 Ø14 mm @ 32 cm

CARA EXTERIOR

$$As = \frac{2}{3} * 0,0018 * b * d$$

$$As = \frac{2}{3} * 0,0018 * 100 * 77,5$$

$$As = 9,30 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 Ø14 mm @ 16 cm

Sección 2

CARA INTERIOR

$$As = \frac{1}{3} * 0,0018 * b * d$$

$$As = \frac{1}{3} * 0,0018 * 100 * 59$$

$$As = 3,54 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 Ø14 mm @ 32 cm

CARA EXTERIOR

$$As = \frac{2}{3} * 0,0018 * b * d$$

$$As = \frac{2}{3} * 0,0018 * 100 * 59$$

$$As = 7,08 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 Ø14 mm @ 25 cm

Diseño a flexión parapeto

Distancia 1,45 m media desde el extremo superior

Acero vertical principal

$M_u = 3,471 \text{ Ton.m}$

$$k = \frac{3,471 * 100000}{0,90 * 280 * 100 * 22,5^2} = 0,0023$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - (2,36) * 0,0023}}{1,18} = 0,0023$$

Cuantía balanceada de acero:

$$\delta = 0,0023 * \left(\frac{280}{4200} \right)$$

$$\delta = 0,0002 < 0,0033$$

* Como la cuantía obtenida es menor a la mínima se asumirá 0,0033 para el cálculo del refuerzo:

$$A_s = (0,00333) * (100) * (22,5)$$

$$A_s = 7,50 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 \emptyset 14 mm @ 25 cm

- **Acero de repartición vertical secundario**

$$A_s = 0,0025 * b * d$$

$$A_s = 0,0025 * 100 * 22,50$$

$$A_s = 5,625 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 \emptyset 14 mm @ 32 cm

- **Acero de repartición horizontal**

$$A_s = 0,0018 * b * d$$

$$A_s = 0,0018 * 100 * 22,50$$

$$A_s = 4,05 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 \emptyset 12 mm @ 32 cm

h. DISEÑO DE MURO DE ALA

Datos generales:

- Ancho del muro: 3,00 m
- Altura del muro: 8,70 m
- Esfuerzo admisible del suelo: 30 Ton/m²
- Peso específico del suelo: 2,62 Ton/m³
- Angulo de fricción del suelo: 33°
- Peso específico del hormigón: 2,5 Ton/m³
- Esfuerzo a compresión del hormigón: 280 kg/cm²
- Esfuerzo a fluencia del acero: 4200 kg/cm²

Pre-dimensionamiento

Ancho de la zapata

$$B = 0,40H \text{ ó } 0,70H$$

$$B = 0,50H = 0,50 * 8,70 = 4,35 \text{ m}$$

$$\text{Asumimos } B = 4,50 \text{ m}$$

Altura de la zapata y ancho de la pantalla

$$H_z = \frac{H}{10} \text{ ó } \frac{H}{12}$$

$$H_z = \frac{8,70}{12}$$

$$H_z = 0,725 \text{ m}$$

$$\text{Asumimos: } H_z = 0,65 \text{ m}$$

Ancho del dedo

Por razones de geometría asumimos el mismo ancho del dedo del estribo:

$$t_d = 1,30 \text{ m}$$

Ancho cabezal

$$0,20\text{-}0,30 \text{ m}$$

$$\text{Asumimos: } tbw = 0,20 \text{ m}$$

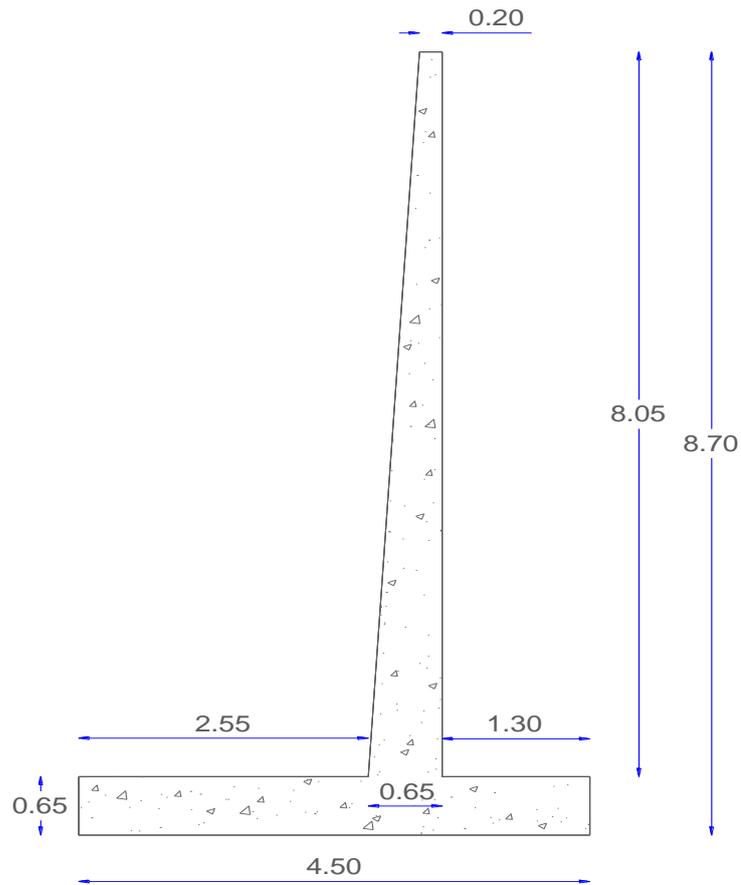


Tabla 104. Centro de gravedad muro de ala

FIGURA	ÁREA	Wi	Xi	Yi	Wi * Xi	Wi * Yi
1	2,925	7,31	2,25	0,33	16,45	2,38
2	1,811	4,53	1,65	3,33	7,47	15,09
3	1,610	4,03	1,40	4,68	5,64	18,82
4	20,528	53,78	3,23	6,02	173,45	323,59
5	1,811	4,75	1,80	4,68	8,54	22,19
Σ =		74,39			211,55	382,06
		WT =	74,39	T/m		
		X =	2,84	m		
		Y =	5,14	m		

Elaborado por: Sofía Aguayo, (2017).

Empuje Activo k_a

$$k_a = \left[\tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \right]^2$$

$$k_a = \left[\tan \left(45 - \frac{33}{2} \right) \right]^2 = 0,295$$

Presión del suelo

$$Presion = \gamma_s * H * k_a$$

$$Presion = 2,62 * 8,70 * 0,295$$

$$Presion = 6,72 \frac{Ton}{m^2}$$

Empuje activo

$$R = \frac{Presion * H}{2}$$

$$R = \frac{6,72 * 8,70}{2}$$

$$R = 29,23 Ton$$

Momento Volcador

$$M_{VI} = \frac{R * H}{3}$$

$$M_V = \frac{29,23 * 8,70}{3} = 84,77 Ton.m$$

Momento estabilizador

$$M_{EI} = W_T * X$$

$$M_E = 74,39 * 2,84 = 211,55 Ton.m$$

Verificación de seguridad al Volteo

$$Fs_v = \frac{M_E}{M_V} = \frac{211,55}{84,77} = 2,50 > 2 \rightarrow \mathbf{OK}$$

Verificación de seguridad al desplazamiento

$$Fs_D = \frac{W_T * \tan\phi}{R} = \frac{74,39 * \tan(33)}{29,23} = 1,65 > 1,5 \rightarrow \mathbf{OK}$$

Verificación de esfuerzo del suelo

$$x = \frac{M_E - M_V}{W_T} = \frac{211,55 - 84,77}{74,39} = 1,70 > 1,20 \rightarrow \mathbf{OK}$$

Excentricidad

$$e = \frac{B}{2} - x = \frac{4,50}{2} - 1,70 = 0,55 \text{ m}$$

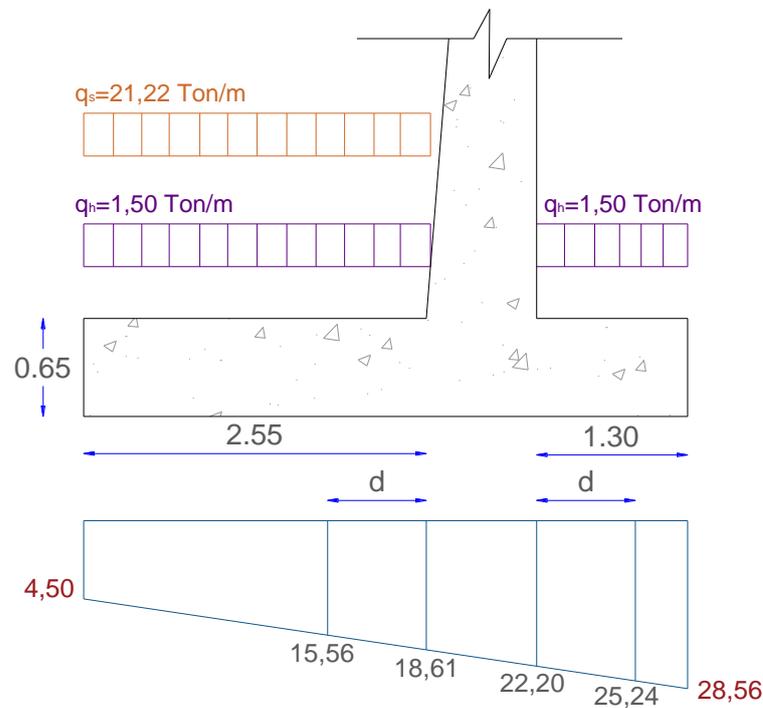
Esfuerzo admisible del suelo

$$\sigma_s = \frac{W_T}{B} \pm \frac{6 * W_T * e}{B^2}$$

$$\sigma_{s1} = \frac{74,39}{4,50} + \frac{6 * 74,39 * 0,55}{4,50^2} = 28,56 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < 30 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{OK}$$

$$\sigma_{s2} = \frac{74,39}{4,50} - \frac{6 * 74,39 * 0,55}{4,50^2} = 4,50 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < 30 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{OK}$$

DISEÑO ZAPATA MURO DE ALA



$$d = H_z - r$$

$$d = 0,65 - 0,10 = 0,55$$

Sobreesfuerzos

$$q_s = \gamma_s * h' = 2,62 * (8,70 - 0,65) = 21,22 \text{ Ton/m}$$

$$q_h = \gamma_{hor} * H_z = 2,5 * 0,65 = 2,13 \text{ Ton/m}$$

Momentos y cortantes

TALÓN

$$M_{cal} = \frac{B^2}{6} * (2P_1 + P_2)$$

$$M_{TALÓN} = \frac{2,55^2}{6} * (2(4,50 - 22,72) + (18,61 - 22,72)) = -43,95 \text{ Ton.m}$$

$$V_{cal} = \frac{Lt - d}{2} * (P_1 + P_2)$$

$$V_{TALÓN} = \frac{2,45 - 0,55}{2} * ((4,50 - 22,72) + (15,56 - 22,70)) = -25,38 \text{ Ton}$$

DEDO

$$M_{DEDO} = \frac{1,30^2}{6} * (2(22,20 - 1,50) + (28,56 - 1,50)) = 20,89 \text{ Ton.m}$$

$$V_{DEDO} = \frac{1,30 - 0,55}{2} * ((25,24 - 1,50) + (28,56 - 1,50)) = 18,96 \text{ Ton}$$

Calculados los momentos y cortantes para cada estado de carga se procede a multiplicarlos por el factor de mayoración 1,7.

Talón	V máx..	-43,14	Ton
	M máx..	-74,72	Ton.m
Dedo	V máx..	32,23	Ton
	M máx..	35,51	Ton.m

Diseño a flexión del talón

$$M_u = 74,72 \text{ Ton.m}$$

$$k = \frac{74,72 * 10^5}{0,90 * 280 * 100 * 55^2} = 0,0981$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - (2,36) * 0,0981}}{1,18} = 0,1046$$

Cuantía balanceada de acero:

$$\rho = 0,1046 * \left(\frac{280}{4200}\right) = 0,0070$$

$$As = (0,0070) * (100) * (55) = 38,339 \text{ cm}^2$$

$$\text{Num. varillas} = 1 \text{ } \varnothing 25 \text{ mm @ 14 cm}$$

Diseño a flexión del dedo

$$M_u = 35,51 \text{ Ton.m}$$

$$k = \frac{35,51 * 10^5}{0,90 * 280 * 100 * 55^2} = 0,0466$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - (2,36) * 0,0466}}{1,18} = 0,0479$$

Cuantía balanceada de acero:

$$\rho = 0,0479 * \left(\frac{280}{4200}\right) = 0,0032 < \rho_{min}$$

$$\rho_{min} = 0,0033$$

$$A_s = (0,0033) * (100) * (55)$$

$$A_s = 18,15 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 Ø25 mm @ 32 cm

Verificación a corte

$$V_u = \frac{43,14 * 1000}{0,9 * 100 * 55} = 8,715 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_c = 0,53 * \sqrt{280}$$

$$V_c = 8,869 \text{ kg/cm}^2$$

*El esfuerzo de corte es absorbido por el concreto.

Acero de repartición en zapata

La sección mínima acero de repartición transversal se calcula con la siguiente expresión:

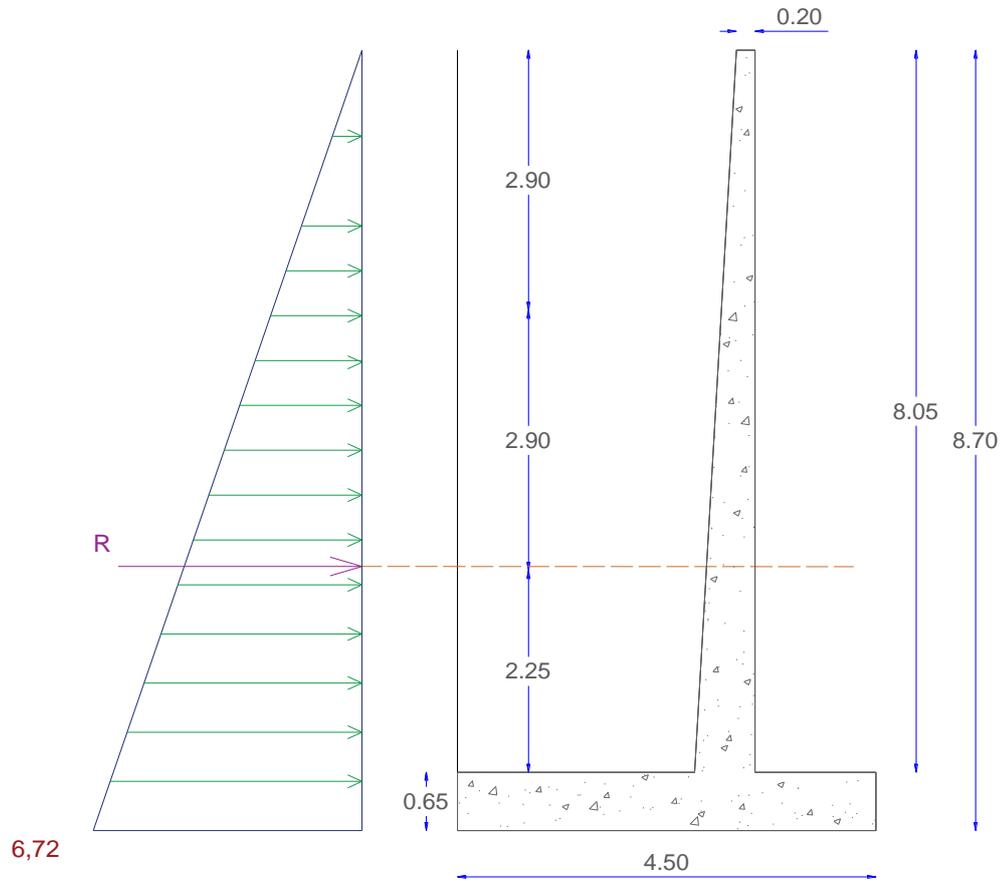
$$A_s = 0,0018 * b * d$$

$$A_s = 0,0018 * 100 * 55$$

$$A_s = 9,90 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 Ø16 mm @ 24 cm

Diseño de la pantalla



$$M = 29,23 * \frac{8,05}{3} = 78,433 \text{ Ton. m}$$

Acero de refuerzo principal

$$\rho = \frac{0,85 * 280}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(78,483 * 10^5)}{0,85 * 0,90 * 280 * 100 * 57,5^2}} \right) = 0,0067$$

$$A_s = 0,0067 * 100 * 57,5$$

$$A_s = 38,53 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 \varnothing 20 mm @ 8 cm

Acero de refuerzo vertical secundario

$$\rho_{min} = 0,0033$$

$$A_s = 0,0033 * 100 * 57,5$$

$$A_s = 18,98 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 \varnothing 16 mm @ 11 cm

Acero de refuerzo horizontal por retracción y temperatura

CARA EXTERIOR

$$A_s = \frac{2}{3} * 0,0018 * 100 * 57,5$$

$$A_s = 6,90 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 \varnothing 12 mm @ 16 cm

CARA INTERIOR

$$A_s = \frac{1}{3} * 0,0018 * 100 * 57,5$$

$$A_s = 3,45 \text{ cm}^2$$

Num. varillas = 1 \varnothing 12 mm @ 32 cm

6.4.2. MODELACIÓN EN TRES DIMENSIONES DEL PUENTE

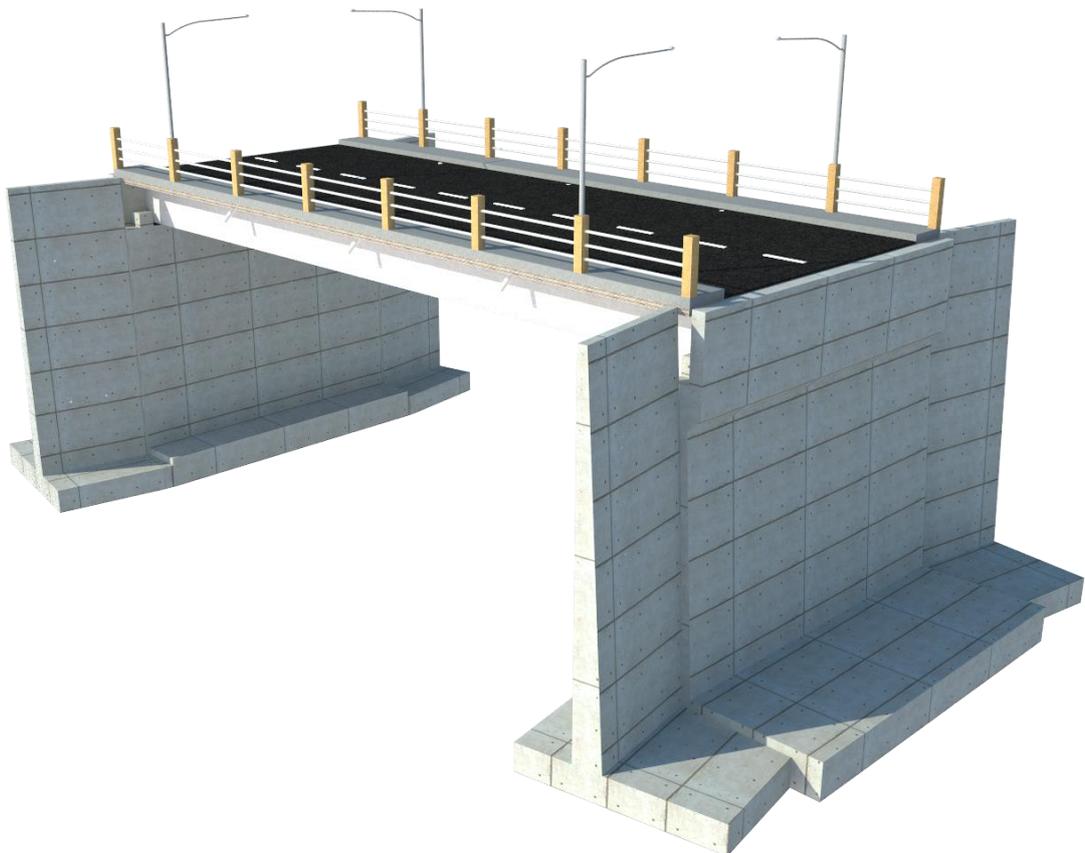


Ilustración 76. Vista total Puente sobre el Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

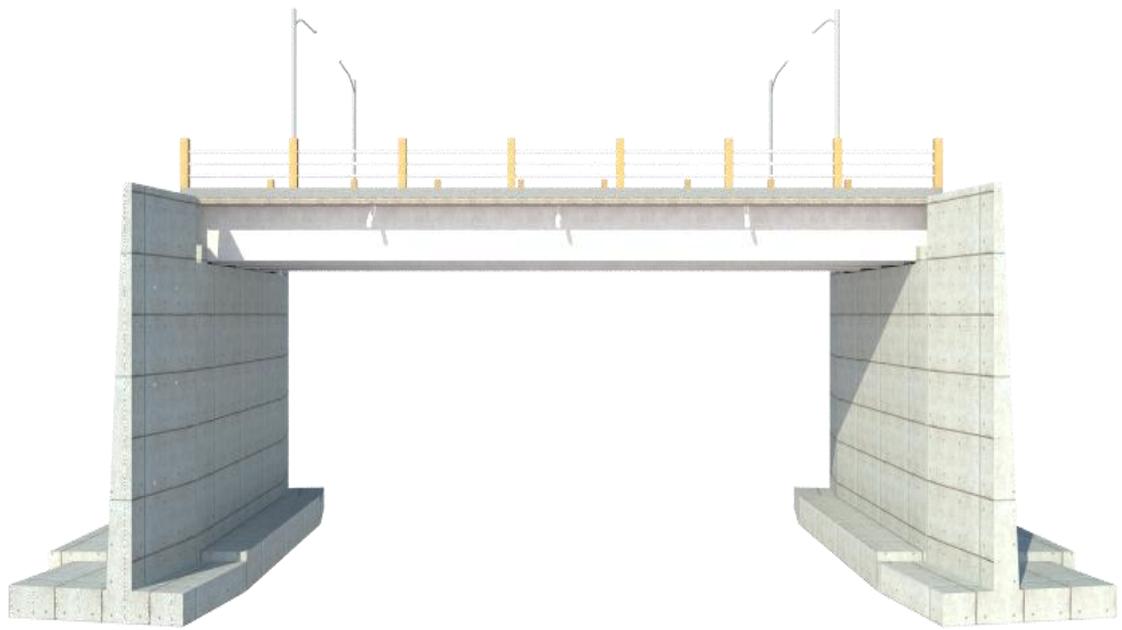


Ilustración 77. Vista lateral Puente sobre el Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

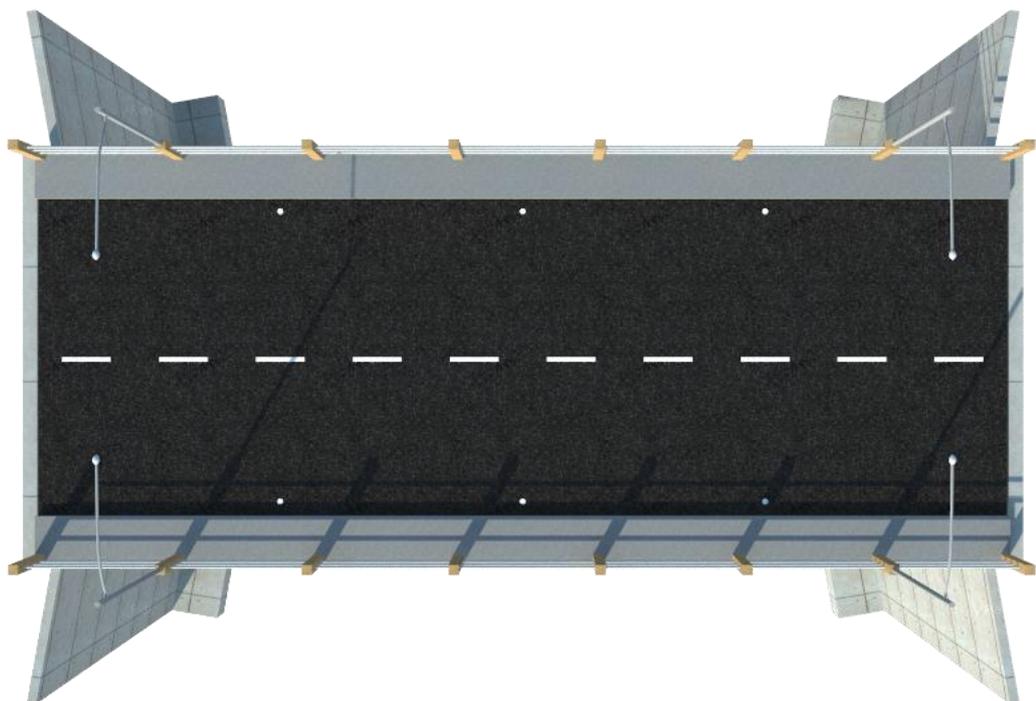


Ilustración 78. Vista superior Puente sobre el Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

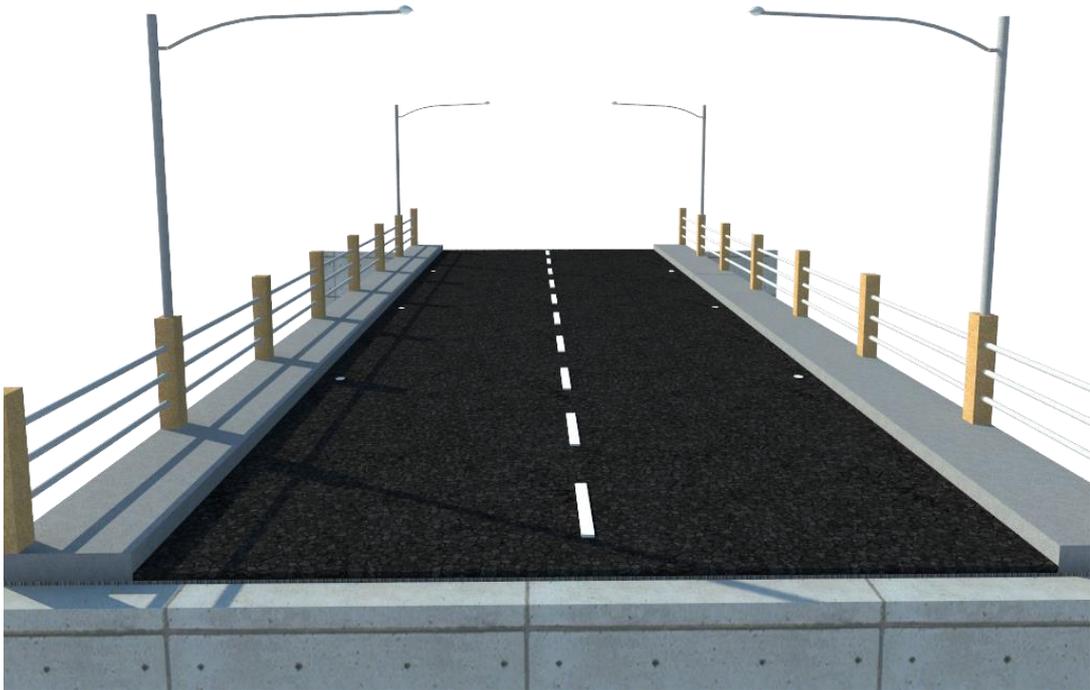


Ilustración 79. Acceso Puente sobre el Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).



Ilustración 80. Vista Inferior Puente sobre el Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).



Ilustración 81. Vigas y diafragmas Puente sobre el Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

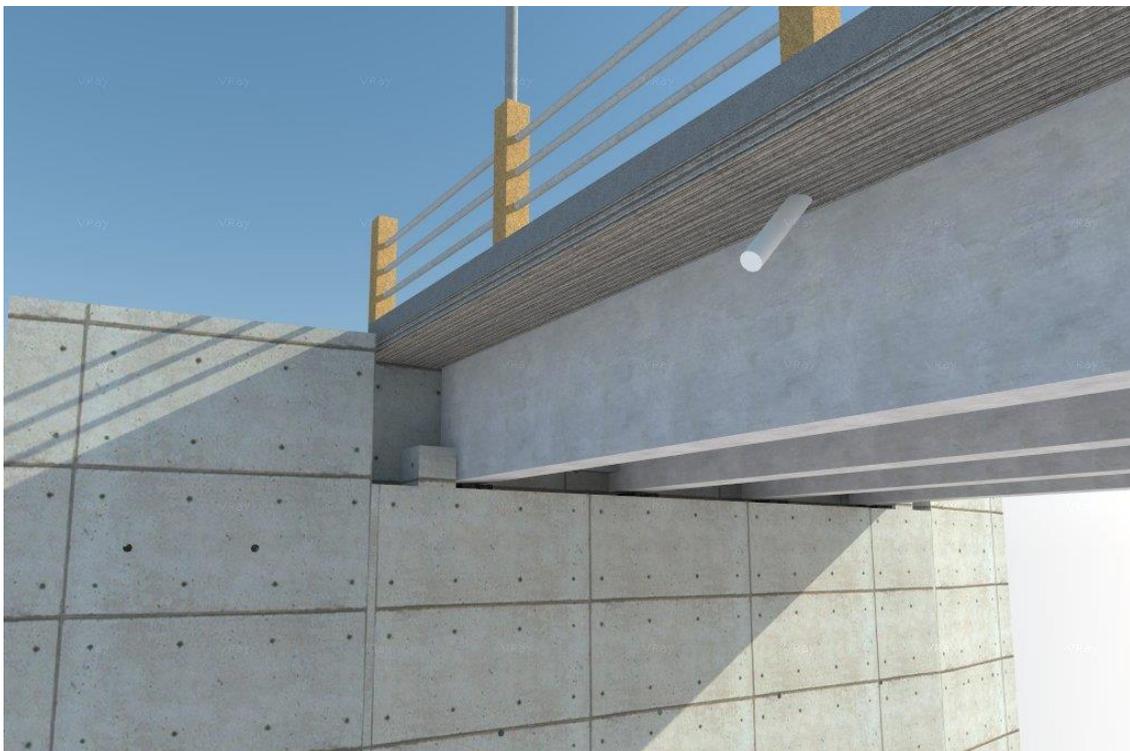


Ilustración 82. Topes sísmicos Puente sobre el Río Chibunga

Fuente: Sofía Aguayo, (2017).

6.4.3. PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA

UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
OBRA PRELIMINARES					
001	REPLANTEO Y NIVELACION	M2	174,00	5,00	870,00
002	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	100,00	2,78	278,00
003	DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACION	M3	1.726,99	0,82	1.416,13
004	DEMOLICION DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE	M3	100,38	36,96	3.710,04
INFRAESTRUCTURA					
005	EXCAVACIÓN DE SUELO SIN CLASIFICAR	M3	2.799,46	2,07	5.794,88
006	REPLANTILLO DE H.S. F'C=180KG(CM2) ESTRIBOS Y MUROS	M3	2,34	151,25	353,93
007	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 12 mm a 25 mm (ESTRIBOS)	KG	13.957,75	2,51	35.033,95
008	TUBERIA PVC PARA DRENAJE 75 MM	M	13,60	6,16	83,78
009	ENCOFRADO METALICO (ESTRIBOS)	M2	271,44	12,28	3.333,28
0010	HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'C=280KG/CM2) ESTRIBOS	M3	160,78	230,01	36.981,01
0011	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 12 mm a 25 mm (MUROS)	KG	9.549,41	2,51	23.969,02
0012	ENCOFRADO METALICO (MUROS)	M2	193,20	12,28	2.372,50
0013	HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'C=280KG/CM2) MUROS	M3	76,08	230,01	17.499,16
0014	MATERIAL FILTRANTE INCLUIDO TRANSPORTE (ESTRIBOS Y MUROS)	M3	117,09	12,01	1.406,25
0015	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	1.072,47	3,23	3.464,08
0016	APOYOS PLACAS DE NEOPRENO SHORE 60	U	8,00	353,91	2.831,28
SUPERESTRUCTURA					
OBRA FALSA					
0017	ESTRUCTURA DE OBRA FALSA	M2	174,00	32,45	5.646,30
VIGAS					
0018	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 12 mm a 25 mm	KG	2.012,59	2,81	5.655,38
0019	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 30 mm a 32 mm	KG	6.277,14	3,19	20.024,08
0020	ENCOFRADO DE MADERA	M2	227,20	16,43	3.732,90
0021	HORMIGÓN ESTRUCTURAL F'C=280KG/CM2 VIGAS	M3	39,04	230,01	8.979,59
DIAFRAGMAS					
0022	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 12 mm a 25 mm	KG	837,42	2,81	2.353,15
0020	ENCOFRADO DE MADERA	M2	47,52	16,43	780,75
0024	HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'C=280KG/CM2)	M3	4,32	230,01	993,64
TABLERO					
0025	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 12 mm a 25 mm	KG	4.587,50	2,81	12.890,88
0026	TUBERIA PVC PARA DRENAJE 75MM	M	6,00	6,16	36,96
0020	ENCOFRADO DE MADERA	M2	83,48	16,43	1.371,58
0028	HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'C=280KG/CM2)	M3	31,32	230,01	7.203,91
0029	JUNTA DE DILATACIÓN TIPO 3 MOP	M	17,40	117,61	2.046,41

ACERAS Y BARANDAS					
0030	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 12 mm A 25 mm	KG	473,01	2,81	1.329,16
0020	ENCOFRADO DE MADERA	M2	36,36	16,43	597,39
0032	HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'C=280KG/CM2)	M3	8,70	230,01	2.001,09
0033	TUBERIA HG DE 3" EN BARANDAS	ML	120,00	8,11	973,20
CALZADA					
0034	IMPRIMACION ASFALTICA RC-250	Lt	281,88	1,13	318,52
0035	CARPETA ASFALTICA e=2" EN CALIENTE	M2	134,00	8,04	1.077,36
SEÑALIZACIÓN					
0036	SEÑALIZACION HORIZONTAL	ML	175,80	6,00	1.054,80
0037	SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA INC. INSTALACIÓN	U	2,00	143,75	287,50
0038	SEÑALIZACIÓN REGULATIVA INC. INSTALACIÓN	U	2,00	207,00	414,00
0039	SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA INC. INSTALACIÓN	U	2,00	207,00	414,00
0040	SEÑALES PREVENTIVAS (ETAPA DE CONSTRUCCIÓN)	U	2,00	143,75	287,50
0041	PINTURA DE TRAFICO (AMARILLA REFLECTIVA) BARANDAS	M2	10,56	18,33	193,56
VARIOS					
0044	DOTACION DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	U	20,00	115,54	2.310,80
0045	EXTINTORES	U	2,00	26,45	52,90
0046	BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS	U	2,00	25,30	50,60
				TOTAL:	222.475,20

SON : DOSCIENTOS VEINTE Y DOS MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y CINCO, 20/100 DÓLARES

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

6.4.3.1. Análisis de precios unitarios

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL**

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 44

RUBRO : 001
DETALLE : REPLANTEO Y NIVELACION

UNIDAD: M2

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,13
ESTACION TOTAL	1,00	5,00	5,00	0,250	1,25
SUBTOTAL M					1,38

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
CADENERO	1,00	3,45	3,45	0,250	0,86
TOPOGRAFO 2	1,00	3,82	3,82	0,250	0,96
PEON	1,00	3,41	3,41	0,250	0,85
SUBTOTAL N					2,67

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
ESTACAS	U	0,150	0,40	0,06
PINTURA ESMALTE	U	0,010	24,00	0,24
SUBTOTAL O				0,30

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4,35
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,00
VALOR UNITARIO	5,00

SON: CINCO DÓLARES
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2 DE 44

RUBRO : 002
 DETALLE : DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

UNIDAD: M2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,08
MOTOSIERRA	1,00	5,00	5,00	0,150	0,75
SUBTOTAL M					0,83

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	3,00	3,41	10,23	0,100	1,02
OPERADOR DE EQUIPO EN GENI	1,00	3,82	3,82	0,150	0,57
SUBTOTAL N					1,59

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0,00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,42
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,78
VALOR UNITARIO	2,78

SON: DOS DÓLARES CON SETENTA Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 44

RUBRO : 003

UNIDAD: M3

DETALLE : DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACION

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01
VOLQUETA	1,00	18,00	18,00	0,010	0,18
EXCAVADORA DE ORUGA 90 HP	1,00	40,00	40,00	0,010	0,40
SUBTOTAL M					0,59

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
CHOFER DE VOLQUETA	1,00	5,00	5,00	0,010	0,05
PEON	1,00	3,41	3,41	0,010	0,03
OPERADOR DE EXCAVADORA	1,00	3,82	3,82	0,010	0,04
SUBTOTAL N					0,12

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0,00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,71
INDIRECTOS (%)	15,00% 0,11
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,82
VALOR UNITARIO	0,82

SON: OCHENTA Y DOS CENTAVOS DE DÓLAR
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4 DE 44

RUBRO : 004

UNIDAD: M3

DETALLE : DEMOLICION DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,53
EXCAVADORA DE ORUGA 90 HP	1,00	40,00	40,00	0,110	4,40
MARTILLO ROMPEDOR	1,00	6,25	6,25	2,660	16,63
SUBTOTAL M					21,56

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OPERADOR DE EXCAVADORA	1,00	3,82	3,82	0,110	0,42
OPERADOR DE EQUIPO EN GENI	1,00	3,82	3,82	2,660	10,16
SUBTOTAL N					10,58

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0,00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	32,14
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	36,96
VALOR UNITARIO	36,96

SON: TREINTA Y SEIS DÓLARES CON NOVENTA Y SEIS CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5 DE 44

RUBRO : 005

UNIDAD: M3

DETALLE : EXCAVACIÓN DE SUELO SIN CLASIFICAR

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,02
EXCAVADORA DE ORUGA 90 HP	1,00	40,00	40,00	0,035	1,40
SUBTOTAL M					1,42

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
OPERADOR DE EXCAVADORA	1,00	3,82	3,82	0,035	0,13
PEON	1,00	3,41	3,41	0,035	0,12
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	0,035	0,13
SUBTOTAL N					0,38

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0,00

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,80
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,07
VALOR UNITARIO	2,07

SON: DOS DÓLARES CON SIETE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 44

RUBRO : 006

UNIDAD: M3

DETALLE : REPLANTILLO DE H.S. F'C=180KG(CM2) ESTRIBOS Y MUROS

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					2,52
CONCRETERA 1 SACO	1,00	5,00	5,00	1,200	6,00
VIBRADOR	1,00	3,75	3,75	1,200	4,50
SUBTOTAL M					13,02

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	1,325	5,06
ALBAÑIL	2,00	3,45	6,90	1,325	9,14
PEON	8,00	3,41	27,28	1,325	36,15
SUBTOTAL N					50,35

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	KG	275,000	0,16	44,00
RIPIO	M3	0,950	14,00	13,30
ARENA	M3	0,650	15,00	9,75
AGUA	M3	0,220	5,00	1,10
SUBTOTAL O				68,15

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	131,52
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	151,25
VALOR UNITARIO	151,25

SON: CIENTO CINCUENTA Y UN DÓLARES CON VEINTE Y CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 7 DE 44

RUBRO : 007

UNIDAD: KG

DETALLE : ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 12 mm a 25 mm (ESTRIBOS)

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
CIZALLA	1,00	2,50	2,50	0,100	0,25
SUBTOTAL M					0,28

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
FIERRERO	1,00	3,45	3,45	0,100	0,35
PEON	1,00	3,41	3,41	0,100	0,34
SUBTOTAL N					0,69

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
ACERO DE REFUERZO	KG	1,050	1,05	1,10
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,050	2,10	0,11
SUBTOTAL O				1,21

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,18
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,51
VALOR UNITARIO	2,51

SON: DOS DÓLARES CON CINCUENTA Y UN CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 8 DE 44

RUBRO : 008

UNIDAD: M

DETALLE : TUBERIA PVC PARA DRENAJE 75 MM

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
SUBTOTAL M					0,03

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
PEON	1,00	3,41	3,41	0,200	0,68
SUBTOTAL N					0,68

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
TUBO PVC 75 MM DESAGUE	U	1,100	4,23	4,65
SUBTOTAL O				4,65

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5,36
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6,16
VALOR UNITARIO	6,16

SON: SEIS DÓLARES CON DIECISEIS CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 9 DE 44

RUBRO : 009
DETALLE : ENCOFRADO METALICO (ESTRIBOS)

UNIDAD: M2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,11
SUBTOTAL M					0,11

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	1,00	3,41	3,41	0,200	0,68
ALBAÑIL	1,00	3,45	3,45	0,200	0,69
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	0,200	0,76
SUBTOTAL N					2,13

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,400	2,10	0,84
CLAVOS	KG	0,060	1,26	0,08
PINGOS D=10 CM Y L=3M	U	0,670	1,00	0,67
ACEITE QUEMADO	GALON	0,100	0,50	0,05
ESTACAS	U	2,000	0,40	0,80
TABLERO METALICO	U	0,800	7,50	6,00
SUBTOTAL O				8,44

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10,68
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12,28
VALOR UNITARIO	12,28

SON: DOCE DÓLARES CON VEINTE Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 10 DE 44

RUBRO : 0010

UNIDAD: M3

DETALLE : HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'c=280KG/CM²) ESTRIBOS

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					4,25
HORMIGONERA	1,00	7,00	7,00	1,500	10,50
VIBRADOR	1,00	3,75	3,75	1,500	5,63
SUBTOTAL M					20,38

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	4,00	3,45	13,80	1,500	20,70
CHOFER DE VOLQUETA	1,00	5,00	5,00	1,500	7,50
PEON	10,00	3,41	34,10	1,500	51,15
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	1,500	5,73
SUBTOTAL N					85,08

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	KG	440,000	0,16	70,40
RIPIO	M3	0,950	14,00	13,30
ARENA	M3	0,650	15,00	9,75
AGUA	M3	0,220	5,00	1,10
SUBTOTAL O				94,55

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	200,01
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	230,01
VALOR UNITARIO	230,01

SON: DOSCIENTOS TREINTA DÓLARES CON UN CENTAVO
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 11 DE 44

RUBRO : 0011

UNIDAD: KG

DETALLE : ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 12 mm a 25 mm (MUROS)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
CIZALLA	1,00	2,50	2,50	0,100	0,25
SUBTOTAL M					0,28

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
FIERRERO	1,00	3,45	3,45	0,100	0,35
PEON	1,00	3,41	3,41	0,100	0,34
SUBTOTAL N					0,69

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ACERO DE REFUERZO	KG	1,050	1,05	1,10
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,050	2,10	0,11
SUBTOTAL O				1,21

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,18
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,51
VALOR UNITARIO	2,51

SON: DOS DÓLARES CON CINCUENTA Y UN CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 12 DE 44

RUBRO : 0012

UNIDAD: M2

DETALLE : ENCOFRADO METALICO (MUROS)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,11
SUBTOTAL M					0,11

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	1,00	3,45	3,45	0,200	0,69
PEON	1,00	3,41	3,41	0,200	0,68
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	0,200	0,76
SUBTOTAL N					2,13

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,400	2,10	0,84
CLAVOS	KG	0,060	1,26	0,08
PINGOS D=10 CM Y L=3M	U	0,670	1,00	0,67
TABLERO METALICO	U	0,800	7,50	6,00
ESTACAS	U	2,000	0,40	0,80
ACEITE QUEMADO	GALON	0,100	0,50	0,05
SUBTOTAL O				8,44

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10,68
INDIRECTOS (%)	15,00% 1,60
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12,28
VALOR UNITARIO	12,28

SON: DOCE DÓLARES CON VEINTE Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 13 DE 44

RUBRO : 0013

UNIDAD: M3

DETALLE : HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'c=280KG/CM2) MUROS

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					4,25
HORMIGONERA	1,00	7,00	7,00	1,500	10,50
VIBRADOR	1,00	3,75	3,75	1,500	5,63
SUBTOTAL M					20,38

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	4,00	3,45	13,80	1,500	20,70
CHOFER DE VOLQUETA	1,00	5,00	5,00	1,500	7,50
PEON	10,00	3,41	34,10	1,500	51,15
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	1,500	5,73
SUBTOTAL N					85,08

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	KG	440,000	0,16	70,40
RIPIO	M3	0,950	14,00	13,30
ARENA	M3	0,650	15,00	9,75
AGUA	M3	0,220	5,00	1,10
SUBTOTAL O				94,55

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	200,01
INDIRECTOS (%)	15,00% 30,00
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	230,01
VALOR UNITARIO	230,01

SON: DOSCIENTOS TREINTA DÓLARES CON UN CENTAVO
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 14 DE 44

RUBRO : 0014

UNIDAD: M3

DETALLE : MATERIAL FILTRANTE INCLUIDO TRANSPORTE (ESTRIBOS Y MUROS)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01
EXCAVADORA DE ORUGA 90 HP	1,00	40,00	40,00	0,025	1,00
SUBTOTAL M					1,01
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OPERADOR DE EXCAVADORA	1,00	3,82	3,82	0,025	0,10
PEON	1,00	3,41	3,41	0,025	0,09
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	0,013	0,05
SUBTOTAL N					0,24
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
PIEDRA BOLA	M3	1,050	8,75	9,19	
SUBTOTAL O				9,19	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10,44
INDIRECTOS (%)				15,00%	1,57
UTILIDAD (%)				0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12,01
VALOR UNITARIO					12,01

OBSERVACIONES: R=0.025

SON: DOCE DÓLARES CON UN CENTAVO

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 15 DE 44
 UNIDAD: M3

RUBRO : 0015
 DETALLE : RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,02
RODILLO LISO	1,00	40,00	40,00	0,020	0,80
VIBROAPISONADOR MANUAL	1,00	3,75	3,75	0,020	0,08
RETROEXCAVADORA	1,00	50,00	50,00	0,020	1,00
SUBTOTAL M					1,90

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	0,020	0,08
PEON	1,00	3,41	3,41	0,020	0,07
OPERADOR DE RODILLO	1,00	3,82	3,82	0,020	0,08
OPERADOR DE RETROEXCAVAD	1,00	3,82	3,82	0,020	0,08
SUBTOTAL N					0,31

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
AGUA	M3	0,120	5,00	0,60
SUBTOTAL O				0,60

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,81
INDIRECTOS (%)	15,00% 0,42
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,23
VALOR UNITARIO	3,23

SON: TRES DÓLARES CON VEINTE Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 16 DE 44

RUBRO : 0016

UNIDAD: U

DETALLE : APOYOS PLACAS DE NEOPRENO SHORE 60

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,37
SUBTOTAL M					0,37
<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	1,021	3,90
PEON	1,00	3,41	3,41	1,021	3,48
SUBTOTAL N					7,38
<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
NEOPRENO DUREZA SHORE 60	U	1,000	300,00	300,00	
SUBTOTAL O				300,00	
<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	307,75
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	353,91
VALOR UNITARIO	353,91

SON: TRESCIENTOS CINCUENTA Y TRES DÓLARES CON NOVENTA Y UN CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 17 DE 44

RUBRO : 0017

UNIDAD: M2

DETALLE : ESTRUCTURA DE OBRA FALSA

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,04
ANDAMIOS	2,91	7,27	21,16	0,080	1,69
SUBTOTAL M					1,73

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	1,00	3,45	3,45	0,080	0,28
PEON	2,00	3,41	6,82	0,080	0,55
SUBTOTAL N					0,83

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
TABLONES DE EUCALIPTO	U	0,330	12,00	3,96
PINGOS D=10 CM Y L=3M	U	4,000	1,00	4,00
CELOSIAS METALICAS	U	1,000	12,00	12,00
TABLAS DE EUCALIPTO	U	2,000	1,80	3,60
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	1,000	2,10	2,10
SUBTOTAL O				25,66

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	28,22
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	32,45
VALOR UNITARIO	32,45

SON: TREINTA Y DOS DÓLARES CON CUARENTA Y CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 18 DE 44

RUBRO : 0018

UNIDAD: KG

DETALLE : ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 12 mm a 25 mm

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,04
AMOLADORA	1,00	1,50	1,50	0,130	0,20
SUBTOTAL M					0,24

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
FIERRERO	1,00	3,45	3,45	0,130	0,45
PEON	1,00	3,41	3,41	0,130	0,44
SUBTOTAL N					0,89

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
ACERO DE REFUERZO	KG	1,050	1,05	1,10
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,100	2,10	0,21
SUBTOTAL O				1,31

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,44
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,81
VALOR UNITARIO	2,81

SON: DOS DÓLARES CON OCHENTA Y UN CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 19 DE 44

RUBRO : 0019
 DETALLE : ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 30 mm a 32 mm

UNIDAD: KG

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,05
CIZALLA	1,00	2,50	2,50	0,150	0,38
SUBTOTAL M					0,43
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
FIERRERO	1,00	3,45	3,45	0,150	0,52
PEON	1,00	3,41	3,41	0,150	0,51
SUBTOTAL N					1,03
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ACERO DE REFUERZO	KG	1,050	1,05	1,10	
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,100	2,10	0,21	
SUBTOTAL O				1,31	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,77
INDIRECTOS (%)				15,00%	0,42
UTILIDAD (%)				0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,19
VALOR UNITARIO					3,19

SON: TRES DÓLARES CON DIECINUEVE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
 ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 20 DE 44

RUBRO : 0020
 DETALLE : ENCOFRADO DE MADERA

UNIDAD: M2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,09
CORTADORA ELECTRICA CIRCULAR	1,00	3,00	3,00	0,130	0,39
SUBTOTAL M					0,48

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	1,00	3,45	3,45	0,130	0,45
PEON	1,00	3,41	3,41	0,130	0,44
CARPINTERO	1,00	3,45	3,45	0,130	0,45
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	0,130	0,50
SUBTOTAL N					1,84

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,400	2,10	0,84
CLAVOS	KG	0,060	1,26	0,08
PINGOS D=10 CM Y L=3M	U	0,670	1,00	0,67
TABLA DE ENCOFRADO 2.40X0.20X0.02	U	3,800	2,10	7,98
ALFAJIA 6X6 CM	U	1,000	1,60	1,60
ESTACAS	U	2,000	0,40	0,80
SUBTOTAL O				11,97

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	14,29
INDIRECTOS (%)	15,00% 2,14
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16,43
VALOR UNITARIO	16,43

SON: DIECISEIS DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 21 DE 44

RUBRO : 0021

UNIDAD: M3

DETALLE : HORMIGÓN ESTRUCTURAL F'C=280KG/CM2 VIGAS

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					4,25
HORMIGONERA	1,00	7,00	7,00	1,500	10,50
VIBRADOR	1,00	3,75	3,75	1,500	5,63
SUBTOTAL M					20,38

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	4,00	3,45	13,80	1,500	20,70
CHOFER DE VOLQUETA	1,00	5,00	5,00	1,500	7,50
PEON	10,00	3,41	34,10	1,500	51,15
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	1,500	5,73
SUBTOTAL N					85,08

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	KG	440,000	0,16	70,40
RIPIO	M3	0,950	14,00	13,30
ARENA	M3	0,650	15,00	9,75
AGUA	M3	0,220	5,00	1,10
SUBTOTAL O				94,55

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	200,01
INDIRECTOS (%)	15,00% 30,00
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	230,01
VALOR UNITARIO	230,01

SON: DOSCIENTOS TREINTA DÓLARES CON UN CENTAVO
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 22 DE 44

RUBRO : 0022

UNIDAD: KG

DETALLE : ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 12 mm a 25 mm

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,04
AMOLADORA	1,00	1,50	1,50	0,130	0,20
SUBTOTAL M					0,24

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
FIERRERO	1,00	3,45	3,45	0,130	0,45
PEON	1,00	3,41	3,41	0,130	0,44
SUBTOTAL N					0,89

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ACERO DE REFUERZO	KG	1,050	1,05	1,10
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,100	2,10	0,21
SUBTOTAL O				1,31

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,44
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,81
VALOR UNITARIO	2,81

SON: DOS DÓLARES CON OCHENTA Y UN CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 23 DE 44

RUBRO : 0020

UNIDAD: M2

DETALLE : ENCOFRADO DE MADERA

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,09
CORTADORA ELECTRICA CIRCULAR	1,00	3,00	3,00	0,130	0,39
SUBTOTAL M					0,48

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	1,00	3,45	3,45	0,130	0,45
PEON	1,00	3,41	3,41	0,130	0,44
CARPINTERO	1,00	3,45	3,45	0,130	0,45
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	0,130	0,50
SUBTOTAL N					1,84

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,400	2,10	0,84
CLAVOS	KG	0,060	1,26	0,08
PINGOS D=10 CM Y L=3M	U	0,670	1,00	0,67
TABLA DE ENCOFRADO 2.40X0.20X0.02	U	3,800	2,10	7,98
ALFAJIA 6X6 CM	U	1,000	1,60	1,60
ESTACAS	U	2,000	0,40	0,80
SUBTOTAL O				11,97

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	14,29
INDIRECTOS (%)	15,00% 2,14
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16,43
VALOR UNITARIO	16,43

SON: DIECISEIS DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 24 DE 44

RUBRO : 0024

UNIDAD: M3

DETALLE : HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'c=280KG/CM²)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					4,25
HORMIGONERA	1,00	7,00	7,00	1,500	10,50
VIBRADOR	1,00	3,75	3,75	1,500	5,63
SUBTOTAL M					20,38

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	4,00	3,45	13,80	1,500	20,70
CHOFER DE VOLQUETA	1,00	5,00	5,00	1,500	7,50
PEON	10,00	3,41	34,10	1,500	51,15
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	1,500	5,73
SUBTOTAL N					85,08

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	KG	440,000	0,16	70,40
RIPIO	M3	0,950	14,00	13,30
ARENA	M3	0,650	15,00	9,75
AGUA	M3	0,220	5,00	1,10
SUBTOTAL O				94,55

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	200,01
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	230,01
VALOR UNITARIO	230,01

SON: DOSCIENTOS TREINTA DÓLARES CON UN CENTAVO
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 25 DE 44

RUBRO : 0025
 DETALLE : ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 12 mm a 25 mm

UNIDAD: KG

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,04
AMOLADORA	1,00	1,50	1,50	0,130	0,20
SUBTOTAL M					0,24

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
FIERRERO	1,00	3,45	3,45	0,130	0,45
PEON	1,00	3,41	3,41	0,130	0,44
SUBTOTAL N					0,89

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ACERO DE REFUERZO	KG	1,050	1,05	1,10
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,100	2,10	0,21
SUBTOTAL O				1,31

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,44
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,81
VALOR UNITARIO	2,81

SON: DOS DÓLARES CON OCHENTA Y UN CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
 ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 26 DE 44

RUBRO : 0026
 DETALLE : TUBERIA PVC PARA DRENAJE 75MM

UNIDAD: M

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
SUBTOTAL M					0,03
<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
PEON	1,00	3,41	3,41	0,200	0,68
SUBTOTAL N					0,68
<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
TUBO PVC 75 MM DESAGUE	U	1,100	4,23	4,65	
SUBTOTAL O				4,65	
<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5,36
INDIRECTOS (%)				15,00%	0,80
UTILIDAD (%)				0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6,16
VALOR UNITARIO					6,16

SON: SEIS DÓLARES CON DIECISEIS CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 27 DE 44

RUBRO : 0020
 DETALLE : ENCOFRADO DE MADERA

UNIDAD: M2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,09
CORTADORA ELECTRICA CIRCULAR	1,00	3,00	3,00	0,130	0,39
SUBTOTAL M					0,48

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	1,00	3,45	3,45	0,130	0,45
PEON	1,00	3,41	3,41	0,130	0,44
CARPINTERO	1,00	3,45	3,45	0,130	0,45
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	0,130	0,50
SUBTOTAL N					1,84

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,400	2,10	0,84
CLAVOS	KG	0,060	1,26	0,08
PINGOS D=10 CM Y L=3M	U	0,670	1,00	0,67
TABLA DE ENCOFRADO 2.40X0.20X0.02	U	3,800	2,10	7,98
ALFAJIA 6X6 CM	U	1,000	1,60	1,60
ESTACAS	U	2,000	0,40	0,80
SUBTOTAL O				11,97

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	14,29
INDIRECTOS (%)	15,00% 2,14
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16,43
VALOR UNITARIO	16,43

SON: DIECISEIS DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 28 DE 44

RUBRO : 0028

UNIDAD: M3

DETALLE : HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'C=280KG/CM2)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					4,25
HORMIGONERA	1,00	7,00	7,00	1,500	10,50
VIBRADOR	1,00	3,75	3,75	1,500	5,63
SUBTOTAL M					20,38

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	4,00	3,45	13,80	1,500	20,70
CHOFER DE VOLQUETA	1,00	5,00	5,00	1,500	7,50
PEON	10,00	3,41	34,10	1,500	51,15
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	1,500	5,73
SUBTOTAL N					85,08

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	KG	440,000	0,16	70,40
RIPIO	M3	0,950	14,00	13,30
ARENA	M3	0,650	15,00	9,75
AGUA	M3	0,220	5,00	1,10
SUBTOTAL O				94,55

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	200,01
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	230,01
VALOR UNITARIO	230,01

SON: DOSCIENTOS TREINTA DÓLARES CON UN CENTAVO
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 29 DE 44

RUBRO : 0029

UNIDAD: M

DETALLE : JUNTA DE DILATACIÓN TIPO 3 MOP

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,16
SUBTOTAL M					0,16

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
SOLDADOR	1,00	3,45	3,45	0,900	3,11
SUBTOTAL N					3,11

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
JUNTA DE DILATACION TIPO METALICA	ML	1,000	99,00	99,00
SUBTOTAL O				99,00

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	102,27
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	117,61
VALOR UNITARIO	117,61

SON: CIENTO DIECISIETE DÓLARES CON SESENTA Y UN CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 30 DE 44

RUBRO : 0030

UNIDAD: KG

DETALLE : ACERO DE REFUERZO EN BARRAS 12 mm A 25 mm

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,04
AMOLADORA	1,00	1,50	1,50	0,130	0,20
SUBTOTAL M					0,24

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
FIERRERO	1,00	3,45	3,45	0,130	0,45
PEON	1,00	3,41	3,41	0,130	0,44
SUBTOTAL N					0,89

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ACERO DE REFUERZO	KG	1,050	1,05	1,10
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,100	2,10	0,21
SUBTOTAL O				1,31

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,44
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,81
VALOR UNITARIO	2,81

SON: DOS DÓLARES CON OCHENTA Y UN CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 31 DE 44

RUBRO : 0020

UNIDAD: M2

DETALLE : ENCOFRADO DE MADERA

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,09
CORTADORA ELECTRICA CIRCULAR	1,00	3,00	3,00	0,130	0,39
SUBTOTAL M					0,48

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	1,00	3,45	3,45	0,130	0,45
PEON	1,00	3,41	3,41	0,130	0,44
CARPINTERO	1,00	3,45	3,45	0,130	0,45
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	0,130	0,50
SUBTOTAL N					1,84

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ALAMBRE GALVANIZADO Nº 18	KG	0,400	2,10	0,84
CLAVOS	KG	0,060	1,26	0,08
PINGOS D=10 CM Y L=3M	U	0,670	1,00	0,67
TABLA DE ENCOFRADO 2.40X0.20X0.02	U	3,800	2,10	7,98
ALFAJIA 6X6 CM	U	1,000	1,60	1,60
ESTACAS	U	2,000	0,40	0,80
SUBTOTAL O				11,97

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	14,29
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16,43
VALOR UNITARIO	16,43

SON: DIECISEIS DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 32 DE 44

RUBRO : 0032

UNIDAD: M3

DETALLE : HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'c=280KG/CM2)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					4,25
HORMIGONERA	1,00	7,00	7,00	1,500	10,50
VIBRADOR	1,00	3,75	3,75	1,500	5,63
SUBTOTAL M					20,38

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	4,00	3,45	13,80	1,500	20,70
CHOFER DE VOLQUETA	1,00	5,00	5,00	1,500	7,50
PEON	10,00	3,41	34,10	1,500	51,15
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	1,500	5,73
SUBTOTAL N					85,08

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	KG	440,000	0,16	70,40
RIPIO	M3	0,950	14,00	13,30
ARENA	M3	0,650	15,00	9,75
AGUA	M3	0,220	5,00	1,10
SUBTOTAL O				94,55

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	200,01
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	230,01
VALOR UNITARIO	230,01

SON: DOSCIENTOS TREINTA DÓLARES CON UN CENTAVO
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 33 DE 44

RUBRO : 0033

UNIDAD: ML

DETALLE : TUBERIA HG DE 3" EN BARANDAS

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,07
SUBTOTAL M					0,07

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
ALBAÑIL	1,00	3,45	3,45	0,200	0,69
FIERRERO	1,00	3,45	3,45	0,200	0,69
SUBTOTAL N					1,38

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
TUBO GALVANIZADO 3"	U	1,000	5,60	5,60
SUBTOTAL O				5,60

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	7,05
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,11
VALOR UNITARIO	8,11

SON: OCHO DÓLARES CON ONCE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 34 DE 44

RUBRO : 0034

UNIDAD: Lt

DETALLE : IMPRIMACION ASFALTICA RC-250

ESPECIFICACIONES: 1.63L/m²

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,00
ESCOBA AUTOPROPULSADA 80 HP	1,00	35,00	35,00	0,001	0,04
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1,00	35,00	35,00	0,001	0,04
SUBTOTAL M					0,08

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OPERADOR EQUIPO EN GENERA	1,00	3,82	3,82	0,010	0,04
PEON	1,00	3,41	3,41	0,010	0,03
SUBTOTAL N					0,07

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ASFALTO RC-250	Lt	1,500	0,50	0,75
DIESEL	Lt	0,300	0,27	0,08
SUBTOTAL O				0,83

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,98
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,13
VALOR UNITARIO	1,13

SON: UN DÓLAR CON TRECE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 35 DE 44

RUBRO : 0035

UNIDAD: M2

DETALLE : CARPETA ASFALTICA e=2" EN CALIENTE

ESPECIFICACIONES: MEZCLADO EN PLANTA

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,02
PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO	1,00	119,10	119,10	0,008	0,95
CARGADORA FRONTAL	1,00	40,00	40,00	0,008	0,32
TERMINADORA DE ASFALTO	1,00	92,00	92,00	0,008	0,74
RODILLO NEUMATICO	1,00	30,00	30,00	0,008	0,24
VOLQUETA	1,00	18,00	18,00	0,015	0,27
SUBTOTAL M					2,54

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	1,00	3,82	3,82	0,005	0,02
OPERADOR DISTRIBUIDORA DE	1,00	3,64	3,64	0,011	0,04
OPERADOR DE EQUIPO EN GENI	1,00	3,82	3,82	0,008	0,03
OPERADOR CARGADORA FRON	1,00	3,82	3,82	0,008	0,03
CHOFER DE VOLQUETA	1,00	5,00	5,00	0,008	0,04
PEON	1,00	3,41	3,41	0,053	0,18
SUBTOTAL N					0,34

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ASFALTO AP-3	Lt	7,840	0,45	3,53
MATERIAL TRITURADO 3/4"	M3	0,024	7,00	0,17
MATERIAL TRITUTADO 1"	M3	0,038	7,00	0,27
DIESEL	Lt	0,510	0,27	0,14
SUBTOTAL O				4,11

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6,99
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,04
VALOR UNITARIO	8,04

SON: OCHO DÓLARES CON CUATRO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 36 DE 44

RUBRO : 0036

UNIDAD: ML

DETALLE : SEÑALIZACION HORIZONTAL

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,06
MAQUINA TERMOPLASTICA	1,00	12,00	12,00	0,005	0,06
SUBTOTAL M					0,12

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
PINTOR	1,00	3,45	3,45	0,330	1,14
PEON	2,00	3,41	6,82	0,010	0,07
SUBTOTAL N					1,21

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO CPP COLOR AMARILLA	GAL	0,083	45,00	3,74
DISOLVENTE XISOL	GAL	0,020	7,50	0,15
SUBTOTAL O				3,89

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5,22
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6,00
VALOR UNITARIO	6,00

SON: SEIS DÓLARES
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 37 DE 44

RUBRO : 0037
 DETALLE : SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA INC. INSTALACIÓN

UNIDAD: U

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
RÓTULO 1.20 X 0.60 INCLUYE POSTE E INSTALACIÓN	U	1,000	125,00	125,00
SUBTOTAL O				125,00

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	125,00
INDIRECTOS (%)	15,00% 18,75
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	143,75
VALOR UNITARIO	143,75

SON: CIENTO CUARENTA Y TRES DÓLARES CON SETENTA Y CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
 ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA

UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 38 DE 44

RUBRO : 0038

UNIDAD: U

DETALLE : SEÑALIZACIÓN REGULATORIA INC. INSTALACIÓN

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
RÓTULO D= 0.75 m INCLUYE POSTE E INSTALACIÓN	U	1,000	180,00	180,00
SUBTOTAL O				180,00

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	180,00
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	207,00
VALOR UNITARIO	207,00

SON: DOSCIENTOS SIETE DÓLARES

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 39 DE 44

RUBRO : 0039

UNIDAD: U

DETALLE : SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA INC. INSTALACIÓN

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
SUBTOTAL N					0,00

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
RÓTULO D= 0.75 m INCLUYE POSTE E INSTALACIÓN	U	1,000	180,00	180,00
SUBTOTAL O				180,00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	180,00
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	207,00
VALOR UNITARIO	207,00

SON: DOSCIENTOS SIETE DÓLARES
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 40 DE 44

RUBRO : 0040

UNIDAD: U

DETALLE : SEÑALES PREVENTIVAS (ETAPA DE CONSTRUCCIÓN)

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
RÓTULO 1.20 X 0.60 INCLUYE POSTE E INSTALACIÓN	U	1,000	125,00	125,00
SUBTOTAL O				125,00

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	125,00
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	143,75
VALOR UNITARIO	143,75

SON: CIENTO CUARENTA Y TRES DÓLARES CON SETENTA Y CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 41 DE 44

RUBRO : 0041

UNIDAD: M2

DETALLE : PINTURA DE TRAFICO (AMARILLA REFLECTIVA) BARANDAS

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,06
COMPRESOR	1,00	3,75	3,75	0,167	0,63
SUBTOTAL M					0,69

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PINTOR	1,00	3,45	3,45	0,167	0,58
PEON	1,00	3,41	3,41	0,167	0,57
SUBTOTAL N					1,15

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO CPP COLOR AMARILLA	GAL	0,300	45,00	13,50
TIÑER	GAL	0,150	4,00	0,60
SUBTOTAL O				14,10

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	15,94
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	18,33
VALOR UNITARIO	18,33

SON: DIECIOCHO DÓLARES CON TREINTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 42 DE 44

RUBRO : 0044

UNIDAD: U

DETALLE : DOTACION DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00

<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00

<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
PROTECTORES AUDITIVOS TIPO DIADEMA	U	1,000	10,97	10,97
PROTECTORES AUDITIVOS TIPO TAPON	U	1,000	2,23	2,23
RESPIRADOR CON CARTUCHO AR9036	U	1,000	12,05	12,05
CAZCO AR5121	U	1,000	6,00	6,00
GAFAS	U	1,000	7,00	7,00
TERNO IMPERMEABLE CALIBRE 12 DE DOS PIEZAS	U	1,000	16,96	16,96
FAJA LUMBAR	U	1,000	10,26	10,26
BOTAS DE CAUCHO PUNTAS DE ACERO	U	1,000	10,00	10,00
GUANTES DE ALGODÓN RECUBIERTO DE LATEX	U	1,000	2,00	2,00
LINTERNA PARA CAZCO 3 LED	U	1,000	20,00	20,00
CHALECOS TELA NAYLON CON BANDA REFLECTIVA	U	1,000	3,00	3,00
SUBTOTAL O				100,47

<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	100,47
INDIRECTOS (%)	15,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	115,54
VALOR UNITARIO	115,54

SON: CIENTO QUINCE DÓLARES CON CINCUENTA Y CUATRO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL**

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 43 DE 44

RUBRO : 0045
DETALLE : EXTINTORES

UNIDAD: U

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO 10LB INCL. SOPORTE MET.	U	1,000	22,00	22,00	
TACO FISHER + PERNO	U	4,000	0,25	1,00	
SUBTOTAL O					23,00
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					23,00
INDIRECTOS (%)					15,00% 3,45
UTILIDAD (%)					0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					26,45
VALOR UNITARIO					26,45

SON: VEINTE Y SEIS DÓLARES CON CUARENTA Y CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHIBUNGA
UBICACION: CALPI-GATAZO GRANDE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 44 DE 44

RUBRO : 0046

UNIDAD: U

DETALLE : BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS

<i>EQUIPO</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00
<i>MANO DE OBRA</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL/HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00
<i>MATERIALES</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>PRECIO UNIT.</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS	U	1,000	22,00	22,00	
SUBTOTAL O					22,00
<i>TRANSPORTE</i> <i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	22,00
INDIRECTOS (%)	15,00% 3,30
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	25,30
VALOR UNITARIO	25,30

SON: VEINTE Y CINCO DÓLARES CON TREINTA CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RIOBAMBA, 03 DE FEBRERO DE 2017

SOFÍA AGUAYO
ELABORADO

6.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

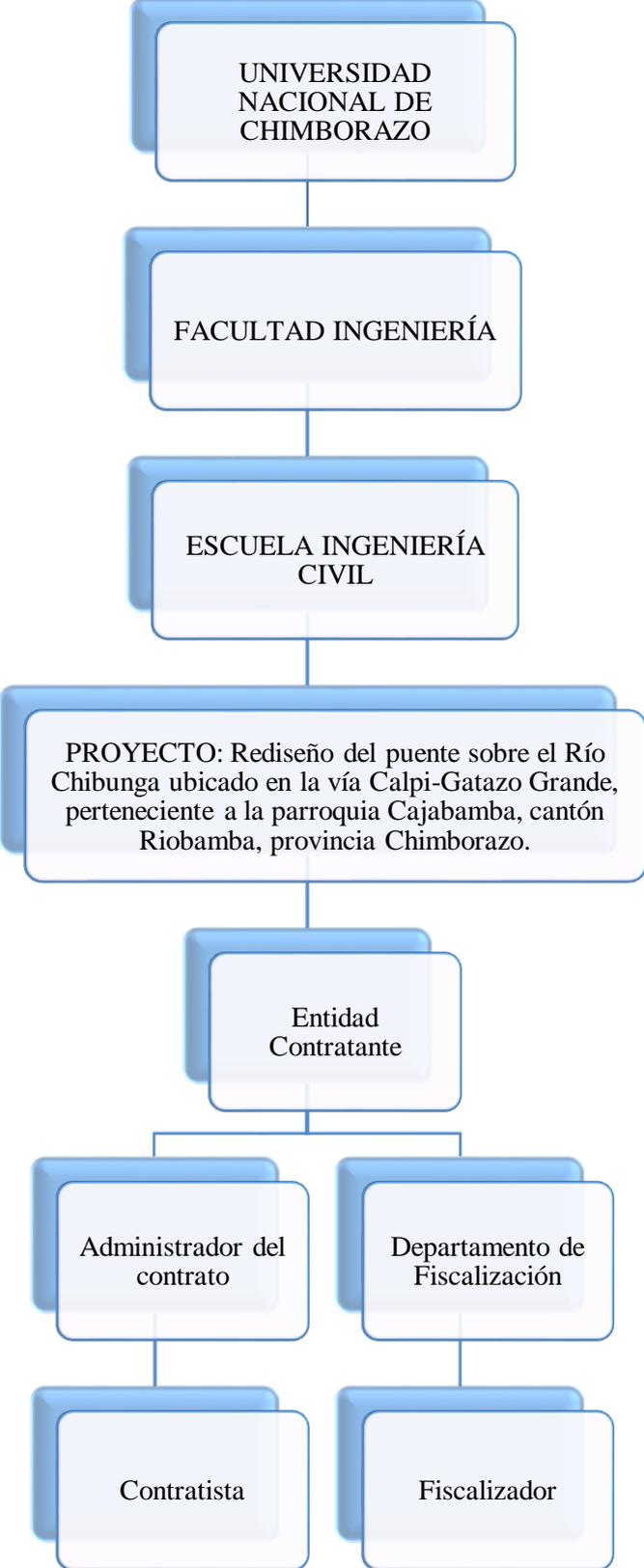
En base a todo el estudio explicado anteriormente y a sus resultados obtenidos el puente actual se encuentra en condiciones precarias por lo que representa un alto riesgo para sus usuarios y moradores del sector por lo que es imprescindible la realización de una nueva estructura que permita salvar el río Chibunga y la cual se adapte a las condiciones de la vía ya existente.

En la propuesta se plantea construir un puente tipo losa sobre vigas con una luz de 20 metros y un ancho de 8,70 metros, todo el diseño cumple con todas las normativas vigentes y está proyectado para una vida útil de 50 años.

El tiempo estimado de duración del proyecto de construcción es de 4 meses, iniciando con la demolición total de la estructura existente para la posterior construcción del nuevo puente.

Es importante que estas estructuras siempre se encuentran monitoreadas por algún ente o institución pública, para que puedan ser intervenidas a tiempo si se detecta algún tipo de falla o deficiencia.

6.6. DISEÑO ORGANIZACIONAL



BIBLIOGRAFÍA

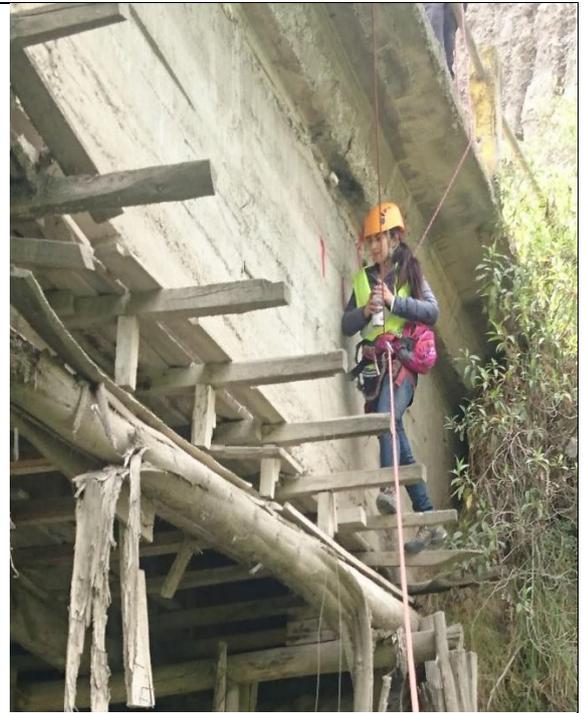
- AASHTO. Standard Specifications for Highway Bridges. Décimo séptima Edición. 2012. 423p.
- American Concrete Institute, (2008), Requisitos de reglamento para concreto estructural ACI 318-08S y comentario, Farmington Hills Michigan, Estados Unidos.
- Instituto nacional de estadística y censos INEC (2010), *Censo poblacional 2010*.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI, Anuarios
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador, Cartografías Riobamba, Chimborazo.
- Ministerio de transporte y comunicaciones República del Perú, (2006), *Guía para inspección de puentes*.
- Ministerio de transporte y comunicaciones República del Perú, (2003), *Manual de diseño de puentes, Lima-Perú*,
- Ministerio de Obras Públicas y transporte de Costa Rica, (2007), *Manual de inspección de puentes*.
- Ministerio de Infraestructura, Vivienda y Servicios Públicos, (2006), *Manual para inspección de puentes y alcantarillas, Buenos Aires, Argentina, 45 pág.*
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 15
- Ortiz A, Sánchez L, (2014), *Guía de inspección funcional y estructural de puentes de concreto reforzado tipo losa y losa sobre vigas, (Tesis de grado)*, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba.
- Rodríguez Serquen Arturo, (2012), *Diseño de Puentes con ASSHTO LRFD 2010 Quinta Edición, Lima-Perú, 336p.*

ANEXOS

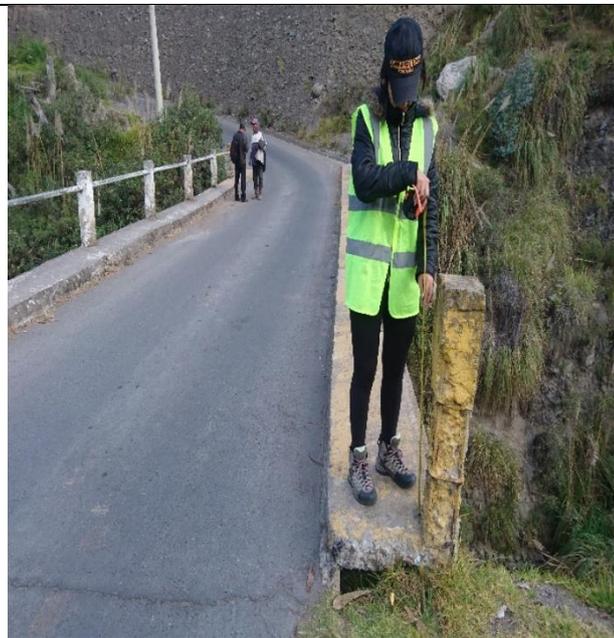
Anexo 1. Registro Fotográfico



Preparacion para la inspeccion de vigas



Inspeccion de vigas, tablero y aceras



Medición de barandas



Inspección aceras y barandas



Estacion de conteo vehicular



Levantamiento topografico aguas abajo



Levantamiento topografico aguas arriba



Levantamiento topografico



Base para replanteo



Leyenda de construccion del puente realizada el 12 de Noviembre de 1990

Anexo 2. Puntos del levantamiento topográfico

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	751151,112	9817527,243	3061,441	V
2	751144,728	9817529,264	3061,165	V
3	751143,822	9817529,479	3061,185	CN
4	751140,557	9817524,063	3060,085	CN
5	751140,981	9817523,592	3060,038	V
6	751145,859	9817518,747	3060,396	V
7	751143,574	9817520,780	3060,259	E
8	751138,014	9817516,973	3059,403	E
9	751139,276	9817513,834	3059,519	V
10	751136,266	9817519,831	3059,135	V
11	751135,941	9817520,524	3059,200	CN
12	751130,124	9817518,769	3058,303	CN
13	751130,174	9817517,993	3058,219	V
14	751130,799	9817511,695	3058,440	V
15	751129,624	9817514,803	3058,229	E
16	751101,510	9817515,411	3054,366	E
17	751101,376	9817511,783	3054,111	V
18	751099,324	9817518,089	3058,082	V
19	751099,190	9817518,799	3058,158	CN
20	751082,701	9817517,982	3055,963	CN
21	751082,926	9817517,027	3055,937	V
22	751083,417	9817510,151	3055,812	V
23	751083,654	9817514,261	3051,871	E
24	751053,973	9817508,821	3047,736	E
25	751054,266	9817505,348	3047,440	V
26	751051,724	9817511,748	3047,502	V
27	751051,635	9817512,508	3047,460	E
28	751030,738	9817507,052	3044,602	CN
29	751030,822	9817506,227	3044,506	V
30	751032,115	9817499,633	3044,502	V
31	751031,384	9817502,926	3044,528	E
32	751015,746	9817501,068	3042,294	E
33	751015,697	9817497,588	3042,313	V
34	751015,051	9817504,127	3042,018	V
35	751014,762	9817505,022	3041,986	CN
36	750998,368	9817506,007	3039,670	CN
37	750998,268	9817505,237	3039,661	V
38	750997,111	9817498,651	3039,656	V
39	75099,727	98175020,510	3039,610	E
40	750970,201	98175062,120	3035,707	E
41	750969,390	98175031,180	3035,681	V
42	750970,655	98175095,940	3035,428	V
43	750970,579	98175102,610	3035,717	CN
44	750960,127	9817512,831	3034,025	CN
45	750959,948	9817512,175	3034,040	V

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
46	750957,317	9817505,982	3034,196	V
47	750958,299	9817509,223	3034,146	E
48	750944,746	9817516,248	3031,817	E
49	750946,071	9817519,023	3031,524	V
50	750946,478	9817519,610	3031,712	CN
51	750941,597	9817514,160	30317,050	V
52	750924,754	9817525,232	30286,300	V
53	750925,859	9817532,187	30288,180	V
54	750926,013	9817532,775	3029,093	CN
55	750922,833	9817530,383	3028,793	E
56	750915,777	9817530,039	3028,105	E
57	750913,938	9817533,715	3028,091	CN
58	750914,226	9817533,012	3028,099	V
59	750916,852	9817526,608	3027,883	V
60	750911,728	9817521,795	3027,144	V
61	750905,820	9817525,172	30274,290	V
62	750905,039	9817525,580	3027,506	CN
63	750908,325	9817522,741	3027,272	E
64	750894,665	9817492,776	3024,530	E
65	750891,806	9817494,020	3024,383	V
66	750891,030	9817494,377	3024,416	CN
67	750893,684	9817492,779	3024,537	V
68	750897,670	9817491,399	3024,650	V
69	750892,458	9817481,910	3023,656	V
70	750889,551	9817483,691	3023,608	E
71	750886,812	9817485,542	3023,387	V
72	750886,364	9817486,074	3023,405	CN
73	750879,954	9817479,176	3022,485	CN
74	750880,346	9817478,717	3022,490	V
75	750882,387	9817476,126	3022,658	E
76	750884,320	9817473,589	3022,786	V
77	750870,605	9817463,442	3022,252	V
78	750868,703	9817466,170	3022,156	E
79	750866,950	9817468,793	3022,164	V
80	750866,264	9817470,241	3022,861	CN
81	750853,021	9817462,645	3021,000	CN
82	750853,765	9817461,968	3019,985	V
83	750855,137	9817458,993	3019,986	E
84	750857,107	9817456,018	3019,847	V
85	750850,055	9817449,717	3018,854	V
86	750843,670	9817453,095	3019,012	V
87	750843,060	9817453,520	3019,101	CN
88	750846,292	9817450,776	3018,818	E
89	750842,659	9817438,619	3017,743	E
90	750839,317	9817437,090	3017,772	V

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
91	750838,475	9817436,746	3017,838	CN
92	750807,372	9817423,136	3018,359	CAN
93	750807,523	9817422,638	3018,376	CAN
94	750790,569	9817416,517	3018,971	LF
95	750790,894	9817415,656	3019,465	LF
96	750791,644	9817412,268	3018,606	TP
97	750810,505	9817418,378	3018,290	TP
98	750809,870	9817421,220	3018,506	LF
99	750809,682	9817422,547	3018,494	LF
100	750820,519	9817426,744	3018,194	LF
101	750821,020	9817425,550	3018,235	LF
102	750822,402	9817421,984	3018,314	TP
103	750838,578	9817429,338	3017,967	TP
104	750837,437	9817432,307	3017,714	LF
105	750839,730	9817433,130	3017,715	LF
106	750839,083	9817434,458	3017,765	LF
107	750846,363	9817437,633	3017,522	LF
108	750846,438	9817436,285	3017,530	LF
109	750873,999	9817449,768	3016,500	LF
110	750874,733	9817448,695	3016,516	LF
111	750888,108	9817455,832	3015,991	LF
112	750888,400	9817454,529	3016,035	LF
113	750889,348	9817452,386	3015,815	TP
114	750887,323	9817458,312	3016,331	CA SR
115	750886,883	9817458,827	3016,335	CA SR
116	750870,393	9817453,744	3016,473	CA SR
117	750870,063	9817454,386	3016,410	CA SR
118	750860,170	9817449,962	3016,482	CA SR
119	750853,281	9817442,811	3016,680	CA SR
120	750851,385	9817442,245	3016,610	CA SR
121	750841,690	9817428,374	3016,615	CA SR
122	750841,129	9817429,243	3016,484	CA SR
123	750838,832	9817426,556	3016,677	CA SR
124	750839,562	9817425,741	3016,638	CA SR
125	750815,045	9817410,632	3016,936	CA SR
126	750814,624	9817411,255	3016,870	CA SR
127	750792,306	9817402,936	3017,265	CA SR
128	750794,343	9817402,501	3016,860	CA SR
129	750794,533	9817402,129	3017,768	TP
130	750797,167	9817389,516	3016,863	TP
131	750800,013	9817376,574	3014,508	TP
132	750808,548	9817378,102	3014,547	TP
133	750807,236	9817390,406	3016,488	TP
134	750820,096	9817392,559	3016,355	TP
135	750824,470	9817378,273	3014,275	TP

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
136	750826,109	9817371,910	3013,497	TP
137	750817,505	9817375,168	3013,970	TP
138	750814,282	9817378,167	3014,553	TP
139	750832,511	9817374,064	3013,693	TP
140	750834,046	9817371,154	3012,693	TP
141	750836,434	9817370,183	3011,811	TP
142	750844,443	9817374,620	3012,400	TP
143	750854,949	9817377,397	3012,084	TP
144	750848,675	9817397,531	3014,038	TP
145	750837,888	9817396,513	3015,294	TP
146	750839,620	9817386,583	3014,120	TP
147	750854,528	9817372,160	3007,746	TP
148	750857,100	9817368,249	3006,055	TP
149	750858,045	9817366,934	3005,373	TP
150	750851,985	9817365,736	3005,181	TP
151	750855,270	9817365,610	3004,258	RIO
152	750850,308	9817365,484	3003,758	RIO
153	750844,358	9817368,162	3006,205	TP
154	750841,204	9817367,330	3004,025	RIO
155	750841,293	9817367,676	3005,091	TP
156	750834,994	9817367,791	3005,666	TP
157	750821,539	9817366,428	3006,033	TP
158	750821,640	9817366,035	3004,668	TP
159	750811,321	9817367,743	3005,981	TP
160	750812,238	9817371,375	3007,028	TP
161	750799,698	9817374,548	3009,247	TP
162	750792,762	9817374,999	3009,472	TP
163	750788,786	9817376,196	3010,459	TP
164	750787,696	9817369,226	3008,737	TP
165	750788,505	9817365,333	3006,665	TP
166	750789,129	9817364,897	3005,591	RIO
167	750797,404	9817367,302	3005,580	RIO
168	750805,448	9817365,957	3005,742	RIO
169	750865,695	9817371,961	3004,213	TP
170	750868,054	9817371,457	3007,634	RIO
171	750871,470	9817366,095	3006,210	RIO
172	750875,662	9817374,509	3001,882	RIO
173	750877,868	9817377,794	3005,161	RIO
174	750878,070	9817378,056	3006,053	TP
175	750882,432	9817379,791	3006,249	TP
176	750885,702	9817382,530	3006,276	RIO
177	750873,677	9817383,530	3014,945	TP
178	750884,539	9817387,815	3008,912	TP
179	750902,329	9817395,118	3008,780	TP
180	750910,369	9817403,540	3009,570	TP

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
181	750924,268	9817409,968	3009,555	TP
182	750918,819	9817424,346	3010,827	TP
183	750910,215	9817443,492	3012,617	TP
184	750905,589	9817454,418	3013,692	TP
185	750893,741	9817450,053	3014,641	TP
186	750897,493	9817440,670	3013,173	TP
187	750904,820	9817422,832	3011,372	TP
188	750883,050	9817416,181	3011,772	TP
189	750873,328	9817438,719	3015,139	TP
190	750862,399	9817433,447	3016,138	TP
191	750870,633	9817417,520	3013,211	TP
192	750874,839	9817404,454	3011,329	TP
193	750863,497	9817400,391	3012,048	TP
194	750856,169	9817416,079	3014,593	TP
195	750851,397	9817416,774	3015,438	V
196	750845,526	9817414,646	3015,360	V
197	750844,943	9817414,604	3015,420	CN
198	750848,595	9817415,249	3015,409	E
199	750855,128	9817391,586	3012,659	E
200	750852,362	9817387,636	3012,452	CN
201	750853,007	9817387,877	3012,367	V
202	750859,230	9817389,038	3012,294	V
203	750862,981	9817375,294	3012,102	PT
204	750858,239	9817373,931	3011,991	PT
205	750858,801	9817374,098	3012,070	V
206	750862,279	9817375,032	3012,016	V
207	750867,518	9817356,905	3012,079	V
208	750864,178	9817355,013	3012,060	V
209	750863,569	9817354,814	3012,091	PT
210	750868,003	9817356,859	3012,127	PT
211	750869,464	9817356,575	3012,124	V
212	750865,634	9817351,581	3012,188	V
213	750865,139	9817350,685	3012,301	CN
214	750871,235	9817355,839	3012,308	CN
215	750878,427	9817352,217	3013,386	CN
216	750878,251	9817351,482	3013,319	V
217	750877,166	9817344,969	3013,648	V
218	750877,098	9817344,217	3013,694	CN
219	750878,187	9817347,995	3013,556	E
220	750888,067	9817348,298	3014,875	E
221	750889,434	9817344,377	3014,949	CN
222	750889,212	9817345,041	3014,992	V
223	750889,706	9817351,880	3015,122	V
224	750889,694	9817352,875	3015,082	CN
225	750887,195	9817355,215	3014,259	ALC

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
226	750887,546	9817354,610	3014,558	ALC
227	750887,365	9817354,541	3014,524	ALC
228	750887,456	9817354,225	3015,000	ALC
229	750889,142	9817354,573	3014,940	ALC
230	750889,024	9817354,846	3014,679	ALC
231	750888,637	9817356,590	3014,136	ALC
232	750889,511	9817354,885	3014,890	ALC
233	750889,904	9817354,970	3015,000	ALC
234	750891,395	9817353,378	3015,325	ALC
235	750891,076	9817353,065	3015,284	ALC
236	750893,191	9817346,058	3015,447	ALC
237	750891,493	9817345,509	3015,205	ALC
238	750891,594	9817345,256	3015,204	ALC
239	750892,149	9817344,311	3015,248	ALC
240	750893,344	9817344,698	3015,302	ALC
241	750893,223	9817345,443	3015,340	ALC
242	750901,801	9817347,718	3016,501	CN
243	750901,761	9817348,454	3016,545	V
244	750901,670	9817351,541	3016,739	E
245	750901,642	9817354,976	3016,737	V
246	750901,621	9817355,664	3016,861	CN
247	750919,600	9817356,459	3018,873	CN
248	750919,886	9817355,533	3018,863	V
249	750920,370	9817349,189	3018,877	V
250	750920,403	9817348,482	3018,912	CN
251	750920,774	9817352,250	3018,984	E
252	750969,878	9817345,767	3024,944	V
253	750972,896	9817351,819	3025,359	V
254	750973,307	9817352,554	3025,529	CN
255	750973,847	9817344,748	3025,394	CN
256	750974,246	9817348,470	3025,460	E
257	750987,767	9817345,495	3027,135	E
258	750986,862	9817349,000	3026,654	V
259	750988,713	9817348,580	3027,177	V
260	750989,074	9817349,219	3027,387	CN
261	750986,349	9817341,963	3026,907	CN
262	750986,486	9817342,502	3026,904	V
263	751001,442	9817335,551	3029,112	V
264	751001,054	9817334,831	3028,802	CN
265	751005,010	9817341,304	3029,398	CN
266	751004,562	9817341,020	3029,295	V
267	751002,681	9817338,401	3029,169	E
268	750916,509	9817360,756	3018,893	TP
269	750929,387	9817364,482	3018,353	TP
270	750932,070	9817364,355	3018,450	CAM

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
271	750934,257	9817361,982	3018,492	CAM
272	750949,663	9817368,391	3017,454	CAM
273	750949,079	9817371,158	3017,279	CAM
274	750956,098	9817373,519	3016,763	CAM
275	750956,983	9817371,308	3017,138	CAM
276	750966,652	9817372,559	3016,286	CAM
277	750967,270	9817375,270	3016,222	CAM
278	750967,798	9817384,301	3013,250	TP
279	750958,460	9817384,252	3012,795	TP
280	750957,273	9817392,980	3009,889	TP
281	750966,004	9817397,755	3008,566	TP
282	750964,405	9817400,698	3007,662	TP
283	750952,399	9817396,712	3007,484	TP
284	750961,829	9817411,317	3002,749	TP
285	750961,677	9817411,685	3001,895	RIO
286	750949,354	9817407,627	3002,207	RIO
287	750949,426	9817406,825	3002,644	TP
288	750936,830	9817403,210	3002,733	TP
289	750936,163	9817403,752	3002,126	RIO
290	750938,537	9817395,413	3004,598	TP
291	750928,755	9817389,114	3005,381	TP
292	750921,471	9817396,709	3003,204	TP
293	750920,653	9817396,988	3002,607	RIO
294	750902,959	9817386,842	3003,024	RIO
295	750899,679	9817392,447	3000,836	RIO
296	750892,339	9817379,530	3003,172	RIO
297	750893,023	9817378,736	3004,069	TP
298	750898,498	9817379,570	3004,160	TP
299	750896,677	9817381,938	3003,869	TP
300	750913,029	9817382,346	3005,326	TP
301	750905,430	9817376,603	3008,578	TP
302	750905,591	9817373,842	3011,404	TP
303	750901,054	9817371,439	3012,835	TP
304	750912,342	9817367,155	3013,536	TP
305	750926,444	9817367,698	3014,010	TP
306	750925,172	9817379,419	3010,897	TP
307	750936,097	9817390,180	3009,481	TP
308	750934,572	9817370,042	3014,435	TP
309	750925,674	9817356,124	3019,570	CAM
310	750921,667	9817356,215	3019,140	CAM
311	750925,554	9817346,927	3020,096	CAN RE
312	750926,696	9817346,714	3019,494	CAN RE
313	750926,758	9817346,312	3019,544	CAN RE
314	750914,750	9817344,593	3019,555	CAN RE
315	750903,113	9817341,950	3019,629	CAN RE

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
316	750892,662	9817338,848	3019,836	CAN RE
317	750892,272	9817338,390	3019,761	CAN RE
318	750886,344	9817337,936	3019,635	CAN RE
319	750886,409	9817337,581	3019,722	CAN RE
320	750882,482	9817337,841	3019,680	CAN RE
321	750882,158	9817337,708	3019,512	CAN RE
322	750863,047	9817340,047	3019,641	CAN RE
323	750862,897	9817339,805	3019,655	CAN RE
324	750856,432	9817340,998	3019,765	CAN RE
325	7508562,880	9817341,306	3019,745	CAN RE
326	750838,908	9817342,187	3019,738	CAN RE
327	750839,005	9817341,709	3019,703	CAN RE
328	750822,903	9817340,035	3019,776	CAN RE
329	750823,073	9817339,579	3019,771	CAN RE
330	750820,311	9817338,221	3019,817	CAN RE
331	750820,250	9817338,515	3019,802	CAN RE
332	750813,962	9817337,043	3019,838	CAN RE
333	750813,914	9817337,370	3019,852	CAN RE
334	750805,537	9817335,186	3019,906	CAN RE
335	750805,650	9817334,901	3019,823	CAN RE
336	750804,909	9817335,413	3019,853	CAN RE
337	750804,126	9817335,174	3019,872	CAN RE
338	750804,238	9817334,891	3019,848	CAN RE
339	750802,160	9817334,016	3019,894	CAN RE
340	750802,362	9817333,706	3019,906	CAN RE
341	750801,691	9817333,745	3019,955	CAN RE
342	750802,641	9817336,710	3019,642	CAN RE
343	750802,922	9817336,550	3019,581	CAN RE
344	750799,160	9817332,694	3019,765	CAN RE
345	750799,074	9817332,335	3019,723	CAN RE
346	750801,352	9817332,961	3019,888	CAN RE
347	750800,423	9817335,067	3020,436	TP
348	750801,700	9817337,353	3020,019	TP
349	750806,286	9817337,966	3020,379	TP
350	750807,715	9817334,096	3021,013	TP
351	750812,789	9817335,197	3021,010	TP
352	750811,633	9817339,693	3020,327	TP
353	750821,587	9817335,027	3021,418	TP
354	750819,643	9817341,097	3020,576	TP
355	750830,549	9817344,078	3020,842	TP
356	750830,990	9817341,845	3020,455	TP
357	750831,191	9817340,381	3020,663	TP
358	750831,544	9817338,561	3021,679	TP
359	750838,123	9817344,485	3020,954	TP
360	750839,269	9817342,417	3020,488	TP

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
361	750838,952	9817340,921	3020,720	TP
362	750840,326	9817338,674	3021,927	TP
363	750852,166	9817344,697	3021,435	TP
364	750852,523	9817342,553	3021,231	TP
365	750857,854	9817342,531	3020,641	TP
366	750866,331	9817340,194	3020,632	TP
367	750866,290	9817337,353	3020,972	TP
368	750875,680	9817340,530	3020,221	TP
369	750876,192	9817338,764	3020,115	TP
370	750876,391	9817337,982	3020,119	TP
371	750876,330	9817337,224	3020,758	TP
372	750891,950	9817341,424	3020,346	TP
373	750893,075	9817339,109	3020,321	TP
374	750893,305	9817338,308	3020,331	TP
375	750893,551	9817337,605	3020,720	TP
376	750905,235	9817345,850	3020,344	TP
377	750906,200	9817343,538	3020,360	TP
378	750913,296	9817346,640	3020,247	TP
379	750914,476	9817344,919	3019,916	TP
380	750859,709	9817350,920	3013,894	TP
381	750851,404	9817350,062	3015,743	TP
382	750845,416	9817348,442	3017,102	TP
383	750810,658	9817342,282	3016,736	TP
384	750816,609	9817345,887	3014,056	TP
385	750812,419	9817349,957	3010,253	TP
386	750822,160	9817350,717	3008,134	TP
387	750834,433	9817355,504	3006,341	TP
388	750838,641	9817355,942	3005,760	TP
389	750853,921	9817358,494	3004,969	TP
390	750853,424	9817359,679	3004,018	RIO
391	750848,717	9817360,803	3004,141	RIO
392	750845,526	9817359,465	3005,123	TP
393	750844,050	9817359,904	3004,169	RIO
394	750837,350	9817361,635	3005,167	RIO
395	750831,273	9817362,487	3005,763	RIO
396	750819,985	9817359,222	3006,,592	TP
397	750812,865	9817352,828	3010,678	TP
398	750807,883	9817349,409	3010,355	TP
399	750804,426	9817354,722	3009,423	TP
400	750803,627	9817360,103	3005,300	RIO
401	750794,729	9817360,277	3005,736	RIO
402	750779,208	9817355,593	3006,118	RIO
403	750779,784	9817354,642	3006,787	TP
404	750781,612	9817347,631	3008,057	TP
405	750786,665	9817343,528	3009,288	TP
406	750802,208	9817349,977	3009,888	TP
407	750860,296	9817388,733	3012,356	BASE

Anexo 3. Ficha de conteo vehicular

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	CALPI-GATAZO		GATAZO-CALPI		CALPI-GATAZO		GATAZO-CALPI		CALPI-GATAZO		GATAZO-CALPI		CALPI-GATAZO		GATAZO-CALPI		CALPI-GATAZO		GATAZO-CALPI		CALPI-GATAZO		GATAZO-CALPI		CALPI-GATAZO		GATAZO-CALPI	
	LIV.	PES.	LIV.	PES.	LIV.	PES.	LIV.	PES.	LIV.	PES.	LIV.	PES.	LIV.	PES.	LIV.	PES.	LIV.	PES.	LIV.	PES.	LIV.	PES.	LIV.	PES.	LIV.	PES.	LIV.	PES.
00:00-1:00	1	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	1	2	1	2	1		
1:00-2:00	2	0	3	0	0	0	1	0	1	0	3	0	1	0	1	0	2	0	1	0	2	0	3	0	2	0	1	0
2:00-3:00	3	0	2	0	0	0	1	0	3	0	2	0	3	0	1	0	2	1	1	0	3	0	2	0	2	0	3	0
3:00-4:00	4	0	2	0	3	1	2	0	4	1	6	1	2	0	4	1	4	1	3	1	4	0	2	0	4	0	4	1
4:00-5:00	3	1	5	1	4	0	1	0	6	2	5	2	5	1	6	1	5	0	8	1	7	1	8	1	6	0	5	1
5:00-6:00	7	1	9	1	6	2	7	1	7	1	8	1	8	1	9	2	11	3	10	2	11	1	10	1	9	1	12	3
6:00-7:00	13	2	17	1	10	1	15	2	10	1	13	1	10	0	15	1	13	2	15	1	15	2	11	1	15	2	12	1
7:00-8:00	13	0	16	1	18	2	14	2	16	2	17	1	14	1	11	1	15	1	17	1	13	0	16	1	14	1	17	0
8:00-9:00	12	0	14	1	15	1	14	2	15	0	19	1	15	1	17	0	12	2	11	1	13	0	14	1	18	0	15	1
9:00-10:00	15	1	11	0	21	3	17	0	18	1	18	0	20	1	18	1	16	1	18	2	15	1	11	0	25	2	19	2
10:00-11:00	18	1	19	1	19	2	15	1	15	1	17	0	18	2	22	1	19	2	22	1	18	1	19	1	23	1	22	2
11:00-12:00	15	0	13	1	22	0	18	1	18	0	19	0	16	1	19	1	21	1	17	0	15	0	13	1	20	1	20	0
12:00-13:00	18	0	17	0	18	1	17	1	16	1	17	1	12	0	14	1	23	0	21	1	18	0	17	0	18	0	21	1
13:00-14:00	14	0	14	0	16	2	18	1	13	1	18	1	13	2	18	1	18	1	19	0	14	0	14	0	16	1	15	1
14:00-15:00	11	1	11	0	11	0	15	0	17	1	16	0	12	0	11	1	15	1	12	0	11	1	11	0	15	1	19	1
15:00-16:00	13	1	16	0	10	1	12	1	11	0	15	0	15	1	14	0	11	0	10	1	13	1	16	0	20	0	17	1
16:00-17:00	10	0	10	0	8	1	14	1	8	0	10	1	10	1	9	1	13	0	14	0	10	0	10	0	16	1	15	0
17:00-18:00	8	0	12	0	8	0	7	0	10	1	8	0	7	0	8	0	9	1	12	1	8	0	12	0	11	0	14	1
18:00-19:00	6	0	8	0	7	0	5	1	7	0	9	0	9	0	5	1	11	2	9	0	6	0	8	0	10	1	12	0
19:00-20:00	6	1	4	1	8	1	3	0	8	1	5	1	8	1	7	0	6	1	10	1	6	1	4	1	6	2	7	1
20:00-21:00	3	1	5	0	5	1	4	0	3	0	7	0	4	0	2	0	8	0	7	0	4	1	2	0	5	1	5	0
21:00-22:00	4	0	3	0	4	0	2	0	4	0	4	0	1	0	3	1	4	1	5	0	5	0	2	0	5	0	3	0
22:00-23:00	2	0	3	0	2	0	0	0	2	0	3	0	4	1	2	0	5	0	3	0	1	0	1	0	3	1	4	1
23:00-00:00	2	1	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	0	2	0	2	0	2	0	2	1	1	0	4	0	2	0
TOTAL VIA	203	12	218	8	215	19	202	14	215	14	240	11	210	14	219	15	245	21	248	14	215	11	210	9	269	17	266	19
	TPDA		TPDA		TPDA		TPDA		TPDA		TPDA		TPDA		TPDA		TPDA		TPDA		TPDA		TPDA		TPDA		TPDA	
	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS
	421	20	417	33	455	25	429	29	493	35	425	20	535	36														
	TPDA:	441	TPD:	450	TPD:	480	TPD:	458	TPD:	528	TPD:	445	TPD:	571														
	TRAFICO PROMEDIO DIARIO ACTUAL:																							482				

Anexo 4. Planos topográficos y estructurales