



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de INGENIERO  
CIVIL”**

**Título del proyecto:**

**“EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE  
VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN, UBICADO EN LA CARRETERA  
GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN  
GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, Y ANÁLISIS DE DOS  
ALTERNATIVAS DE DISEÑO”**

**Autores:**

CATERINE ELIZABETH GUSQUI BEJARANO.

ANDREA NATHALY RODRÍGUEZ OROZCO.

**Director:**

Ing. Oscar Paredes.

Riobamba – Ecuador

2016

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN, UBICADO EN LA CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, Y ANÁLISIS DE DOS ALTERNATIVAS DE DISEÑO”

Presentado por: Caterine Elizabeth Gusqui Bejarano y Andrea Nathaly Rodríguez Orozco; y dirigida por: Ing. Oscar Paredes.

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 Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Víctor Velásquez.  
**Presidente del Tribunal**



Firma

Ing. Oscar Paredes  
**Miembro del Tribunal**



Firma

Ing. Jorge Nuñez  
**Miembro del Tribunal**



Firma

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Caterine Elizabeth Gusqui Bejarano y Andrea Nathaly Rodríguez Orozco y al Director del Proyecto Ing. Oscar Paredes Peñaherrera; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo”.

Caterine Elizabeth Gusqui Bejarano.

Firma

Andrea Nathaly Rodríguez Orozco

Firma

Ing. Oscar Paredes Peñaherrera.

Firma

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo por ser nuestra alma máter estos cinco años de estudios, brindándonos una educación de calidad orientada al servicio de la sociedad.

A la Facultad de Ingeniería, en especial a la Escuela de Ingeniería Civil por proporcionarnos la oportunidad de formarnos como excelentes profesionales, a todos nuestros maestros por transmitirnos sus enseñanzas y su invaluable experiencia, haciendo de nosotras personas con las aptitudes y conocimientos necesarios para desempeñar cualquier tarea del campo laboral.

Al Ingeniero Oscar Paredes, por su dirección técnica y confianza en la realización del presente trabajo de investigación y de manera especial por permitir nuestra formación integral en el campo de la Ingeniería Civil a partir de su ejemplo y dedicación, al Ingeniero Jorge Núñez, por su asesoría y valioso aporte técnico, al Ingeniero Víctor Velásquez por su apoyo e interés en el buen desarrollo del presente documento.

A todos nuestro compañeros y amigos, por la alegría, respeto y cariño en cada uno de los momentos compartidos, haciendo de esta etapa un periodo valioso de vida.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar en primer lugar este trabajo a Dios, por ser mi padre y mi fuente de sabiduría, por saber guiarme por el camino correcto y por darme fuerza y valentía para poder levantarme y superar los problemas y adversidades.

A mis padres María y Luis por ser mi base y ejemplo de vida, por apoyarme en todo momento ayudándome a caminar día a día hasta llegar a cumplir esta meta, gracias por confiar en mí.

A mi hermana Yessenia por acompañarme cuando te necesitaba brindándome una palabra de aliento para seguir adelante, a mis amigos, por ser mis compañeros durante toda esta etapa, gracias por todos los momentos que pasamos y por ayudarme cuando los necesitaba.

***GUSQUI CATERINE***

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar mi trabajo de graduación a mi padre Dios y madre Dolorosa, porque nunca me han dejado sola y ser siempre quienes guían y bendicen mis pasos.

A mi mamita Alicia y papá Isaías que se encuentran en el cielo, por ser mi ejemplo de vida, porque con su infinito amor y enseñanzas de bondad y valentía han sido la fuerza que me permitió alcanzar todas las metas propuestas.

A mi mamá Juanita y hermano Andrés, por apoyarme siempre y ser el motor que da sentido a mi vida.

A mis familiares, amigos y maestros, por ser parte de este logro y ayudarme durante esta etapa a crecer como profesional y persona.

*RODRÍGUEZ ANDREA*

## ÍNDICE GENERAL

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	<i>vii</i>
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	<i>xiii</i>
<i>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</i>	<i>xxi</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>xxv</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>xxvi</i>
<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>27</i>
<i>CAPITULO I</i>	<i>28</i>
<b>1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>	<b>28</b>
1.1. PROBLEMATIZACIÓN	28
1.2. ANÁLISIS CRÍTICO	29
1.3. PROGNOSIS	30
1.4. DELIMITACIÓN	30
1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	31
1.6. OBJETIVOS	31
1.6.1. GENERAL:	31
1.6.2. ESPECÍFICOS:	31
1.7. HIPÓTESIS	32
1.8. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	32
1.8.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	32
1.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE	32
1.9. JUSTIFICACIÓN	33
1.10. ANTECEDENTES	34
1.11. ENFOQUE TEÓRICO	36
1.11.1. DEFINICIÓN DE PUENTE	36
1.11.2. ELEMENTOS DE UN PUENTE	38
1.11.3. INSPECCIÓN DE PUENTES	45
1.12. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	99

<b>CAPITULO 2</b>	<b>103</b>
<b>2. METODOLOGÍA</b>	<b>103</b>
2.1. TIPO DE ESTUDIO	103
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	103
2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	104
2.3.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	104
2.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE	106
2.4. PROCEDIMIENTOS	107
<b>CAPITULO 3</b>	<b>108</b>
<b>3. RESULTADOS</b>	<b>108</b>
3.1. INTRODUCCIÓN	108
3.2. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN	108
3.3. INSPECCIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN	109
3.3.1. CRONOGRAMA DE ACCIONES EN CAMPO CON EL TIEMPO DE EJECUCIÓN	109
3.3.2. EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS PARA LA INSPECCIÓN Y SUS RESPONSABLES	110
3.3.3. FOTOGRAFÍAS DEL PUENTE	111
3.3.4. CARACTERÍSTICAS E IDENTIFICACIÓN DEL PUENTE	112
3.3.5. DATOS GENERALES DE LA INSPECCIÓN (ELEMENTOS)	114
3.3.6. FICHAS DE EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE	116
3.3.7. PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS FALLAS PRESENTES EN LA ESTRUCTURA	168
3.4. EVALUACIÓN DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN	186
3.4.1. TABLA DE CALIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE	186
3.4.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE LA ESTRUCTURA PUENTE QUEBRADA RONDAN	187
3.5. ANÁLISIS FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE	188

3.5.1.	ANÁLISIS DE MATERIALES (PRUEBA DEL ESCLERÓMETRO) _	188
3.5.2.	ANÁLISIS DE TRÁFICO (TPDA) _____	200
3.5.3.	ANÁLISIS DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA _____	208
3.5.4.	ANÁLISIS DE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS _____	239
3.6.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE _____	244
3.6.1.	TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIALES (PRUEBA DEL ESCLERÓMETRO) _____	245
3.6.2.	TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE TRÁFICO (TPDA) _____	245
3.6.3.	TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA _____	246
3.6.4.	TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS _____	248
<b><i>CAPITULO 4</i></b>	_____	<b>251</b>
<b>4.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> _____	<b>251</b>
4.1.	INTRODUCCIÓN _____	251
<b><i>CAPITULO 5</i></b>	_____	<b>255</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> _____	<b>255</b>
5.1.	CONCLUSIONES _____	255
5.2.	RECOMENDACIONES _____	258
<b><i>CAPITULO 6</i></b>	_____	<b>259</b>
<b>6.</b>	<b>LA PROPUESTA</b> _____	<b>259</b>
6.1.	TITULO _____	259
6.2.	INTRODUCCIÓN _____	259
6.3.	OBJETIVOS _____	260
6.3.1.	OBJETIVO GENERAL _____	260
6.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS _____	260
6.4.	ANTECEDENTES _____	261
6.5.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO- TÉCNICA _____	262
6.5.1.	Técnicas de refuerzo estructural _____	262
6.5.2.	Sistemas de refuerzo FRP _____	263

6.5.3.	Tipos de fibras (FRP)	267
6.5.4.	Campos de aplicación de los refuerzos FRP	270
6.5.5.	Ventajas y desventajas del FRP	272
6.5.6.	Aplicación de fibra FRP en estructuras de concreto reforzado	273
6.5.7.	Consideraciones	274
6.5.8.	Límites de resistencia	275
6.5.9.	Selección de sistema de refuerzo	275
6.5.10.	Propiedades de los materiales en el diseño	276
6.5.11.	Criterios para refuerzo a flexión de vigas	277
6.5.12.	Resistencia nominal	280
6.5.13.	Nivel de deformación en el refuerzo FRP	282
6.5.14.	Nivel de tensión en el refuerzo FRP	282
6.5.15.	Capacidad de servicio	284
6.5.16.	Aplicación a una sección rectangular reforzada	286
6.5.17.	Detalle del refuerzo FRP	290
6.5.18.	Criterios para refuerzo a cortante de vigas	291
6.6.	CÁLCULO DE MOMENTOS DE VIGA DE CONCRETO REFORZADO PARA CAMIONES HS-MOP Y 1.2HS-MOP	296
6.6.1.	Diseño de viga bajo camión de carga HS-MOP	296
6.6.2.	Camión de carga 1.20 HS-MOP (Camión mayorado)	300
6.7.	ANÁLISIS DE REPARACIÓN Y DE REFUERZO DE VIGA DE CONCRETO REFORZADO UTILIZANDO MATERIALES COMPUESTOS FRP	304
6.7.1.	PRIMERA ALTERNATIVA DE DISEÑO	319
6.7.2.	SEGUNDA ALTERNATIVA DE DISEÑO	321
6.7.3.	DISEÑO FINAL	324
6.8.	DISEÑO DE DISPOSITIVOS DE APOYO DE ELASTÓMERO REFORZADO	328
6.9.	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	333
6.9.1.	LIMPIEZA DE ELEMENTOS – CATEGORÍA RUTINARIA	333
6.9.2.	REPARACIÓN O REPOSICIÓN DE SELLO DE JUNTAS DE DILATACIÓN - CATEGORÍA PERIÓDICA	335
6.9.3.	LIMPIEZA DE JUNTAS DE EXPANSIÓN - CATEGORÍA RUTINARIA	337

6.9.4. PINTURA DE COMPONENTES DE CONCRETO EN BARANDAS - CATEGORÍA PERIÓDICA _____	339
6.9.5. CONSTRUCCIÓN O ALARGAMIENTO DE LOS DRENES - CATEGORÍA PERIÓDICA _____	341
6.9.6. REPLAZO DE APOYOS (SHORE 60) – CATEGORÍA PERIÓDICA 343	
6.9.7. REPOSICIÓN DE CONCRETO EN ESTRIBOS – CATEGORÍA PERIÓDICA _____	345
6.9.8. REPOSICIÓN DEL CONCRETO EN MURO DE ALA – CATEGORÍA PERIÓDICA _____	347
6.9.9. REPOSICIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS – CATEGORÍA PERIÓDICA _____	349
6.9.10. REPOSICIÓN DEL CONCRETO EN DIAFRAGMAS – CATEGORÍA PERIÓDICA _____	351
6.9.11. REPOSICIÓN DEL CONCRETO EN TABLERO – CATEGORÍA PERIÓDICA _____	353
6.9.12. PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA EN ESTRIBOS – CATEGORÍA RUTINARIA _____	355
6.9.13. PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA EN VIGAS – CATEGORÍA RUTINARIA _____	356
6.9.14. PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA EN DIAFRAGMAS – CATEGORÍA RUTINARIA _____	357
6.9.15. PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA EN TABLERO – CATEGORÍA RUTINARIA _____	359
6.9.16. SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ESTRIBOS – CATEGORÍA PERIÓDICA _____	360
6.9.17. SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN VIGAS – CATEGORÍA PERIÓDICA _____	362
6.9.18. SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN DIAFRAGMAS – CATEGORÍA PERIÓDICA _____	365
6.9.19. SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN TABLERO – CATEGORÍA PERIÓDICA _____	367

6.9.20.	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ACERA – CATEGORÍA PERIÓDICA	369
6.10.	VOLÚMENES DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	371
6.11.	PRESUPUESTO	373
6.11.1.	Primera Alternativa de Diseño	373
6.11.2.	Segunda Alternativa de Diseño	399
6.12.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	426
6.13.	DISEÑO ORGANIZACIONAL	427
6.14.	MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	428
<b><i>CAPITULO 7</i></b>		<b>429</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>429</b>
<b><i>CAPITULO 8</i></b>		<b>432</b>
<b>8.</b>	<b>APÉNDICES Y ANEXOS</b>	<b>432</b>
8.1.	Panel Fotográfico	433
8.2.	Planos de diseño del puente “Quebrada Rondán”	435

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 RESUMEN DE PUENTES AFECTADOS PERIODO 1982-1983	34
TABLA 2 RESUMEN PUENTES AFECTADOS PERIODO 1997-1998	35
TABLA 3 LONGITUD DE CLARO DE PUENTES (M)	38
TABLA 4 SECUENCIA DE INSPECCIÓN	52
TABLA 5 TABLA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS	70
TABLA 6 GRADO DE DAÑO POR ONDULACIONES	70
TABLA 7 GRADO DE DAÑO POR SURCOS	71
TABLA 8 GRADO DE DAÑO POR LAS GRIETAS	71
TABLA 9 GRADO DE DAÑO POR BACHES	71
TABLA 10 GRADO DE DAÑO POR SOBRE-CAPAS DE ASFALTO	71
TABLA 11 GRADO DE DAÑO POR MATERIAL AJENO A LA VÍA	72
TABLA 12 GRADO DE DAÑO POR DEFORMACIÓN	72
TABLA 13 GRADO DE DAÑO POR OXIDACIÓN	72
TABLA 14 GRADO DE DAÑO POR CORROSIÓN	73
TABLA 15 GRADO DE DAÑO POR BARANDA FALTANTE	73
TABLA 16 GRADO DE DAÑO POR GRIETAS	73
TABLA 17 GRADO DE DAÑO POR ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	74
TABLA 18 GRADO DE DAÑO POR DESCASCAMIENTO	75
TABLA 19 GRADO DE DAÑO POR NIDOS DE PIEDRA	75
TABLA 20 GRADO DE DAÑO POR EFLORESCENCIA	76
TABLA 21 GRADO DE DAÑO POR FILTRACIÓN DE AGUA EN LAS JUNTAS DE EXPANSIÓN	76
TABLA 22 GRADO DE DAÑO POR FALTANTE O DEFORMACIÓN DE JUNTAS DE EXPANSIÓN	77
TABLA 23 GRADO DE DAÑO POR MOVIMIENTO VERTICAL DE LA JUNTA DE EXPANSIÓN	77
TABLA 24 GRADO DE DAÑO POR JUNTAS OBSTRUIDAS	77
TABLA 25 GRADO DE DAÑO POR OBSTRUCCIÓN DE DRENAJES	78
TABLA 26 GRADO DE DAÑO POR LONGITUD O SECCIÓN INSUFICIENTE	78
TABLA 27 GRADO DE DAÑO POR AUSENCIA DE DRENAJES	78

TABLA 28 GRADO DE DAÑO POR MALA UBICACIÓN DE DRENAJES _____	79
TABLA 29 GRADO DE DAÑO POR BOMBEO DE LA VÍA _____	79
TABLA 30 GRADO DE DAÑO POR EMPLAZAMIENTO DE SEÑALÉTICA _____	79
TABLA 31 GRADO DE DAÑO POR DESGASTE DE PINTURA _____	80
TABLA 32 GRADO DE DAÑO POR AUSENCIA DE SEÑALÉTICA _____	80
TABLA 33 GRADO DE DAÑO POR DETERIORO DE DELINEADORES DE PISO ____	80
TABLA 34 GRADO DE DAÑO POR INSEGURIDAD VIAL _____	80
TABLA 35 GRADO DE DAÑO POR FALLAS EN LA CARPETA DE RODADURA ____	81
TABLA 36 GRADO DE DAÑO POR DEFICIENCIA EN EL DRENAJE _____	81
TABLA 37 GRADO DE DAÑO POR DEFICIENCIAS EN LA SEÑALÉTICA _____	81
TABLA 38 GRADO DE DAÑO POR PERDIDA DE GUARDAVÍA _____	82
TABLA 39 GRADO DE DAÑO POR DESCASCARAMIENTO EN SUPERFICIE DE CONCRETO _____	82
TABLA 40 GRADO DE DAÑO POR NIDOS DE PIEDRA _____	83
TABLA 41 GRADO DE DAÑO POR EFLORESCENCIA _____	83
TABLA 42 GRADO DE DAÑO POR AGUJEROS EN LA LOSA _____	83
TABLA 43 GRADO DE DAÑO POR GRIETAS LOCALIZADAS EN EL CENTRO DE LA LUZ DE LAS VIGAS _____	84
TABLA 44 GRADO DE DAÑO POR GRIETAS LOCALIZADAS EN LOS EXTREMOS DE LAS VIGAS Y EN MENSURAS DE APOYO _____	84
TABLA 45 GRADO DE DAÑO POR ROTURA DEL PERNO DE ANCLAJE _____	85
TABLA 46 GRADO DE DAÑO POR DEFORMACIÓN DEL APOYO _____	86
TABLA 47 GRADO DE DAÑO POR INCLINACIÓN DEL APOYO _____	86
TABLA 48 GRADO DE DAÑO POR DESPLAZAMIENTO DEL APOYO _____	86
TABLA 49 GRADO DE DAÑO POR PROTECCIÓN DEL TALUD _____	87
TABLA 50 GRADO DE DAÑO POR COLAPSO DE LA PROTECCIÓN _____	88
TABLA 51 GRADO DE DAÑO POR INCLINACIÓN DEL ESTRIBO _____	88
TABLA 52 GRADO DE DAÑO POR SOCAVACIÓN EN LA FUNDACIÓN _____	89
TABLA 53 GRADO DE DAÑO POR SOCAVACIÓN EN LA FUNDACIÓN _____	91
TABLA 54 GRADO DE DAÑO POR INESTABILIDAD DE TALUDES _____	91
TABLA 55 GRADO DE DAÑO POR EROSIÓN EN EL LECHO DEL RIO _____	91
TABLA 56 GRADO DE DAÑO POR SOCAVACIÓN GENERAL DEL CAUCE _____	92
TABLA 57 GRADO DE DAÑO POR OBSTRUCCIÓN DEL CAUCE _____	92

TABLA 58 GRADO DE DAÑO POR SEDIMENTACIÓN DE MATERIAL _____	92
TABLA 59 GRADO DE DAÑO POR FALLA O COLAPSO DE LAS ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN _____	93
TABLA 60 DETERIOROS EN ELEMENTOS METÁLICOS _____	96
TABLA 61 PONDERACIÓN DE ELEMENTOS DEL PUENTE _____	97
TABLA 62 FACTOR DE PESO POR MATERIAL DEL ELEMENTO _____	98
TABLA 63 ESCALA DE ICP DEL PUENTE _____	99
TABLA 64 VARIABLE INDEPENDIENTE _____	104
TABLA 65 VARIABLE INDEPENDIENTE _____	105
TABLA 66 VARIABLE INDEPENDIENTE _____	106
TABLA 67 VARIABLE DEPENDIENTE _____	106
TABLA 68 COORDENADAS GEOGRÁFICA _____	108
TABLA 69 CRONOGRAMA DE ACCIONES DURANTE LA VISITA DE CAMPO ____	110
TABLA 70 CHECK LIST EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS PARA LA INSPECCIÓN	110
TABLA 71 TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN _____	113
TABLA 72 TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN (ELEMENTOS) _____	115
TABLA 73 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°01 _____	116
TABLA 74 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°02 _____	117
TABLA 75 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°03 _____	118
TABLA 76 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°04 _____	119
TABLA 77 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°05 _____	120
TABLA 78 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°06 _____	121
TABLA 79 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°07 _____	122
TABLA 80 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°08 _____	123
TABLA 81 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°09 _____	124
TABLA 82 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°10 _____	125
TABLA 83 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°11 _____	126
TABLA 84 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°12 _____	127
TABLA 85 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°13 _____	128
TABLA 86 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°14 _____	129
TABLA 87 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°15 _____	130
TABLA 88 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°16 _____	131
TABLA 89 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°17 _____	132

TABLA 90 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°18	133
TABLA 91 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°19	134
TABLA 92 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°20	135
TABLA 93 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°21	136
TABLA 94 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°22	137
TABLA 95 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°23	138
TABLA 96 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°24	139
TABLA 97 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°25	140
TABLA 98 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°26	141
TABLA 99 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°27	142
TABLA 100 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°28	143
TABLA 101 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°29	144
TABLA 102 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°30	145
TABLA 103 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°31	146
TABLA 104 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°32	147
TABLA 105 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°33	148
TABLA 106 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°34	149
TABLA 107 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°35	150
TABLA 108 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°36	151
TABLA 109 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°37	152
TABLA 110 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°38	153
TABLA 111 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°39	154
TABLA 112 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°40	155
TABLA 113 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°41	156
TABLA 114 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°42	157
TABLA 115 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°43	158
TABLA 116 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°44	159
TABLA 117 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°45	160
TABLA 118 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°46	161
TABLA 119 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°47	162
TABLA 120 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°48	163
TABLA 121 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°49	164
TABLA 122 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°50	165

TABLA 123 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°51	166
TABLA 124 FICHA DE REGISTRO DE FALLAS N°52	167
TABLA 125 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	168
TABLA 126 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	169
TABLA 127 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	170
TABLA 128 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	171
TABLA 129 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	172
TABLA 130 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	173
TABLA 131 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	174
TABLA 132 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	175
TABLA 133 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	176
TABLA 134 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	177
TABLA 135 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	178
TABLA 136 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	179
TABLA 137 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	180
TABLA 138 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	181
TABLA 139 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	182
TABLA 140 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	183
TABLA 141 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	184
TABLA 142 ANEXO FOTOGRAFICO DE FALLAS	185
TABLA 143 CALIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE	186
TABLA 144 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PUENTE	187
TABLA 145 DATOS ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO (ESTRIBO DER.)	188
TABLA 146 SELECCIÓN DEL ESFUERZO CUBICO	188
TABLA 147 IMPACT ANGLE (ESFUERZO CÚBICO)	189
TABLA 148 ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO ESTRIBO DERECHO	191
TABLA 149 ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO ESTRIBO IZQUIERDO	192
TABLA 150 ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO MURO DE ALA	193
TABLA 151 ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO VIGA INTERIOR	194
TABLA 152 ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO VIGA EXTERIOR	195
TABLA 153 ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO TABLERO	196
TABLA 154 ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO ACERAS	197
TABLA 155 ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO BARANDAS	198

TABLA 156 RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DEL HORMIGÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE _____	199
TABLA 157 DATOS DE CONTEO VEHICULAR _____	202
TABLA 158 RESUMEN DE AFORO VEHICULAR _____	203
TABLA 159 TPDA _____	204
TABLA 160 TASAS DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO VEHICULAR PARA LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO _____	205
TABLA 161 TABLA DE RESUMEN DE TPDA _____	207
TABLA 162 TRÁFICO PROYECTADO _____	207
TABLA 163 SECCIÓN TRANSVERSAL _____	208
TABLA 164 TABLA DE MOMENTOS HS-MOP _____	211
TABLA 165 IMPACTO _____	212
TABLA 166 TABLA DE RESUMEN DE CORTANTE Y MOMENTOS _____	215
TABLA 167 MOMENTOS DE CARGA VIVA _____	215
TABLA 168 CORTANTES DE CARGA VIVA _____	215
TABLA 169 MOMENTOS Y CORTANTES ÚLTIMOS _____	216
TABLA 170 ACERO PRINCIPAL _____	219
TABLA 171 ANÁLISIS DE CARGAS (PESO PROPIO) _____	226
TABLA 172 ANÁLISIS DE CARGAS (SOBRE CARGA) _____	226
TABLA 173 GRANULOMETRÍA DE A. FINO _____	240
TABLA 174 TIPOS DE CEMENTO _____	241
TABLA 175 USO DE ADITIVOS _____	242
TABLA 176 REQUISITOS DE LOS VIBRADORES DE INMERSIÓN _____	243
TABLA 177 RESULTADOS DE RESISTENCIA DEL HORMIGÓN _____	245
TABLA 178 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE TRÁFICO _____	246
TABLA 179 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS _____	246
TABLA 180 ANÁLISIS DE DISEÑO, APOYOS MARGEN DERECHO _____	247
TABLA 181 ANÁLISIS DE DISEÑO, APOYOS MARGEN IZQUIERDO _____	247
TABLA 182 ANÁLISIS DE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS _____	250
TABLA 183 FICHA TÉCNICA PUENTE “QUEBRADA RONDAN” (FUENTE: MTOP) _____	251
TABLA 184 CONDICIÓN DEL ELEMENTO _____	254

TABLA 185 TABLA DE CAUSAS DE LAS PATOLOGÍAS PRESENTES EN LA ESTRUCTURA _____	257
TABLA 186 PROPIEDADES CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS _____	265
TABLA 187 PROPIEDADES MÁS COMUNES DE LOS ADHESIVOS EPOXI _____	266
TABLA 188 COEFICIENTE REDUCTOR DEL ENTORNO DE SISTEMA FRP _____	276
TABLA 189 MOMENTO SOSTENIDO MÁS ESFUERZOS LÍMITES DE CARGAS CÍCLICAS _____	286
TABLA 190 VALORES DE B1 _____	288
TABLA 191 FACTOR ADICIONAL DE REDUCCIÓN RECOMENDADO PARA REFUERZO A CORTANTE _____	293
TABLA 192 PROPIEDADES DE LA ESTRUCTURA _____	304
TABLA 193 PROPIEDADES SIKA CARBODUR S1214 _____	305
TABLA 194 CARGAS Y MOMENTOS (VIGA EXTERIOR) _____	306
TABLA 195 EJE NEUTRO _____	309
TABLA 196 VALORES DE CORTANTE CON DIFERENTES DISTANCIAS _____	316
TABLA 197 PROPIEDADES SIKA WRAP 100G _____	319
TABLA 198 PROPIEDADES SIKA WRAP 530C _____	321
TABLA 199 DISEÑO FINAL SIKA CARBODUR S1214 _____	324
TABLA 200 DISEÑO FINAL SIKA WRAP 100G _____	324
TABLA 201 DISEÑO FINAL SIKA CARBODUR S1214 _____	326
TABLA 202 DISEÑO FINAL SIKA WRAP 530C _____	326
TABLA 203 LIMPIEZA DE ELEMENTOS _____	335
TABLA 204 REPARACIÓN DE SELLO DE JUNTAS _____	336
TABLA 205 LIMPIEZA DE JUNTAS DE EXPANSIÓN _____	338
TABLA 206 PINTURA DE COMPONENTES DE CONCRETO EN BARANDAS _____	340
TABLA 207 CONSTRUCCIÓN O ALARGAMIENTO DE LOS DRENES _____	343
TABLA 208 REMPLAZO DE APOYOS _____	345
TABLA 209 REPOSICIÓN DE CONCRETO EN ESTRIBOS _____	347
TABLA 210 REPOSICIÓN DE CONCRETO EN MURO DE ALA _____	349
TABLA 211 REPOSICIÓN DE CONCRETO EN VIGAS _____	351
TABLA 212 REPOSICIÓN DE CONCRETO EN DIAFRAGMAS _____	352
TABLA 213 REPOSICIÓN DE CONCRETO EN TABLERO _____	354
TABLA 214 PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA EN ESTRIBOS _____	355

TABLA 215 PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA EN VIGAS _____	357
TABLA 216 PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA EN DIAFRAGMAS ____	358
TABLA 217 PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA EN TABLERO _____	359
TABLA 218 SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ESTRIBOS _____	361
TABLA 219 SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN VIGAS _____	363
TABLA 220 SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN DIAFRAGMAS _____	366
TABLA 221 SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ESTRIBOS EN TABLERO _____	368
TABLA 222 SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ACERA _____	370
TABLA 223 VOLÚMENES PARA CORRECCIÓN DE PATOLOGÍAS _____	373

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 ELEMENTOS DE UN PUENTE _____	38
ILUSTRACIÓN 2 TABLERO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	39
ILUSTRACIÓN 3 VIGAS DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	40
ILUSTRACIÓN 4 DIAFRAGMAS DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	40
ILUSTRACIÓN 5 APOYO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	41
ILUSTRACIÓN 6 TIPOS DE ESTRIBOS _____	42
ILUSTRACIÓN 7 TIPOS DE PILAS _____	43
ILUSTRACIÓN 8 SUPERFICIE DE RODADURA DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	43
ILUSTRACIÓN 9 BARANDAS DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	44
ILUSTRACIÓN 10 ACERA DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	44
ILUSTRACIÓN 11 JUNTAS DE DILATACIÓN _____	44
ILUSTRACIÓN 12 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL _____	49
ILUSTRACIÓN 13 EQUIPOS PARA LIMPIEZA _____	49
ILUSTRACIÓN 14 HERRAMIENTAS PARA AYUDA VISUAL _____	50
ILUSTRACIÓN 15 HERRAMIENTAS PARA DOCUMENTACIÓN _____	50
ILUSTRACIÓN 16 DEFORMACIONES POR PROCESOS DE SECADO DE LA MADERA _____	54
ILUSTRACIÓN 17 HONGOS Y PUDRICIÓN DE LA MADERA _____	54
ILUSTRACIÓN 18 ATAQUES DE INSECTOS EN LA MADERA _____	54
ILUSTRACIÓN 19 HUMEDAD EN LA MADERA _____	55
ILUSTRACIÓN 20 CORROSIÓN EN ACERO _____	55
ILUSTRACIÓN 21 GRIETAS POR FATIGA _____	56
ILUSTRACIÓN 22 PUNTOS DE OXIDACIÓN EN VIGA _____	56
ILUSTRACIÓN 23 PÉRDIDA DE ELEMENTOS DE FIJACIÓN _____	57
ILUSTRACIÓN 24 IMPACTO VEHICULAR EN BARANDAS METÁLICAS _____	57
ILUSTRACIÓN 25 FISURAS PRODUCIDAS EN EL HORMIGÓN _____	58
ILUSTRACIÓN 26 FALLA POR COMPRESIÓN SIMPLE EN COLUMNAS _____	59
ILUSTRACIÓN 27 ACERO DE REFUERZO EXPUESTO _____	59
ILUSTRACIÓN 28 EFLORESCENCIA EN VIGAS _____	60

ILUSTRACIÓN 29 EFECTO DE DISGREGACIÓN EN VIGA _____	60
ILUSTRACIÓN 30 NIDOS DE PIEDRA EN LA LOSA DE CONCRETO _____	60
ILUSTRACIÓN 31 IMPACTO DE AUTO EN BARANDAS _____	61
ILUSTRACIÓN 32 ONDULACIONES EN EL PAVIMENTO _____	61
ILUSTRACIÓN 33 SURCOS EN EL PAVIMENTO _____	62
ILUSTRACIÓN 34 GRIETAS POR FATIGA (PIEL DE COCODRILO) _____	62
ILUSTRACIÓN 35 GRIETAS EN BLOQUE _____	62
ILUSTRACIÓN 36 GRIETAS LONGITUDINALES _____	62
ILUSTRACIÓN 37 GRIETAS TRANSVERSALES _____	62
ILUSTRACIÓN 38 BACHES EN EL PAVIMENTO _____	63
ILUSTRACIÓN 39 SOBRE-CAPAS EN EL PAVIMENTO _____	63
ILUSTRACIÓN 40 FILTRACIONES DE AGUA POR LA JUNTA _____	64
ILUSTRACIÓN 41 FALTA DE JUNTA DE DILATACIÓN _____	64
ILUSTRACIÓN 42 MOVIMIENTO VERTICAL DE LA JUNTA _____	65
ILUSTRACIÓN 43 SOBRE-CAPAS SOBRE JUNTA _____	65
ILUSTRACIÓN 44 PERNOS DE ANCLAJE CORTADOS _____	66
ILUSTRACIÓN 45 DEFORMACIÓN DEL APOYO _____	66
ILUSTRACIÓN 46 INCLINACIÓN DEL APOYO _____	66
ILUSTRACIÓN 47 DESPLAZAMIENTO DEL APOYO _____	67
ILUSTRACIÓN 48 PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	111
ILUSTRACIÓN 49 ACCESO GUAMOTE-SOCAVÓN _____	111
ILUSTRACIÓN 50 ACCESO SOCAVÓN-GUAMOTE _____	111
ILUSTRACIÓN 51 TOTAL DE VEHÍCULOS POR TIPO _____	204
ILUSTRACIÓN 52 PORCENTAJE DE TRÁFICO DIARIO _____	204
ILUSTRACIÓN 53 ACERO PRINCIPAL X=2.50M _____	221
ILUSTRACIÓN 54 ACERO PRINCIPAL X=5.00M _____	222
ILUSTRACIÓN 55 ACERO SUPERIOR _____	223
ILUSTRACIÓN 56 ACERO LATERAL _____	224
ILUSTRACIÓN 57 APOYO DE NEOPRENO REFORZADO DEL MARGEN DERECHO _____	233
ILUSTRACIÓN 58 APOYO DE NEOPRENO REFORZADO DEL MARGEN IZQUIERDO _____	238
ILUSTRACIÓN 59 ENCAMISADO O RECRECIDO DEL ELEMENTO _____	262

ILUSTRACIÓN 60 SUPLEMENTO CON ARMADURAS O PERFILES METÁLICOS	262
ILUSTRACIÓN 61 REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS MEDIANTE EL USO DE (FRP)	
_____	263
ILUSTRACIÓN 62 FIBRAS ARAMIDA _____	267
ILUSTRACIÓN 63 FIBRAS DE VIDRIO _____	268
ILUSTRACIÓN 64 CURVAS DE ESFUERZO DEFORMACIÓN DE LÁMINAS SIKA CARBODUR _____	270
ILUSTRACIÓN 65 SECCIÓN DE UNA VIGA FISURADA _____	279
ILUSTRACIÓN 66 PÉRDIDA DE ADHERENCIA Y DELAMINACIÓN DEL SISTEMA FRP _____	281
ILUSTRACIÓN 67 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL COEFICIENTE REDUCTOR DE RESISTENCIA COMO FUNCIÓN DE LA DUCTILIDAD _____	284
ILUSTRACIÓN 68 NIVEL DE MOMENTO APLICADO QUE DEBE SER UTILIZADO PARA VERIFICAR LÍMITES DE ESFUERZOS EN EL REFUERZO FRP _____	285
ILUSTRACIÓN 69 DISTRIBUCIÓN INTERNA DE TENSIONES Y DEFORMACIONES DE UNA SECCIÓN RECTANGULAR A FLEXIÓN EN ESTADO LÍMITE ÚLTIMO _	286
ILUSTRACIÓN 70 LONGITUD DE DESARROLLO _____	291
ILUSTRACIÓN 71 ESQUEMAS TÍPICOS DE ENVOLTURA PARA REFUERZO A CORTANTE APLICANDO LAMINADOS FRP _____	292
ILUSTRACIÓN 72 ILUSTRACIÓN DE LAS VARIABLES DIMENSIONALES UTILIZADAS EN EL CÁLCULO DE REFUERZO A CORTANTE PARA REPARACIÓN, RESTAURACIÓN O REFUERZO UTILIZANDO LAMINADOS FRP. _____	293
ILUSTRACIÓN 73 TABLA DE RESUMEN DE CORTANTES Y MOMENTOS HS-MOP _____	296
ILUSTRACIÓN 74 IMPACTO _____	297
ILUSTRACIÓN 75 DIAGRAMA DE CAMIÓN DE CARGA HS-MOP _____	298
ILUSTRACIÓN 76 DIAGRAMA DE CAMIÓN DE CARGA 1.2 HS-MOP _____	300
ILUSTRACIÓN 77 COMPARACIÓN DE MOMENTOS Y SECCIÓN DE ACERO ____	302
ILUSTRACIÓN 78 SECCIÓN TRANSVERSAL _____	304
ILUSTRACIÓN 79 CORTANTE ULTIMO A UNA DISTANCIA D _____	317
ILUSTRACIÓN 80 LONGITUD DE REFORZAMIENTO _____	318
ILUSTRACIÓN 81 REFORZAMIENTO A CORTE PROPUESTA 1 _____	320
ILUSTRACIÓN 82 REFORZAMIENTO A CORTE PROPUESTA 2 _____	323

ILUSTRACIÓN 83 ESQUEMA DE REFORZAMIENTO (PRIMERA ALTERNATIVA DE DISEÑO) _____	324
ILUSTRACIÓN 84 DETALLE DE REFORZAMIENTO DE VIGA EXTERIOR (PRIMERA ALTERNATIVA DE DISEÑO) _____	325
ILUSTRACIÓN 85 ESQUEMA DE REFORZAMIENTO (SEGUNDA ALTERNATIVA DE DISEÑO) _____	327
ILUSTRACIÓN 86 DETALLE DE REFORZAMIENTO DE VIGA EXTERIOR (SEGUNDA ALTERNATIVA DE DISEÑO) _____	327
ILUSTRACIÓN 87 DETALLE DEL DISEÑO DE LOS APOYOS DE NEOPRENO REFORZADO _____	332
ILUSTRACIÓN 88 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN GENERAL DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	433
ILUSTRACIÓN 89 DETERMINACIÓN DE ÁREAS HUECAS EN VIGAS DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	433
ILUSTRACIÓN 90 REALIZACIÓN DEL ENSAY. DE ESCLERÓMETRO EN ESTRIBOS DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	433
ILUSTRACIÓN 91 REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE ESCLERÓMETRO EN VIGA EXTERIOR DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	433
ILUSTRACIÓN 92 REALIZACIÓN DEL ENSAY. DE ESCLERÓMETRO EN VIGA INTERIOR DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	433
ILUSTRACIÓN 93 REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE ESCLERÓMETRO EN BARANDAS DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	433
ILUSTRACIÓN 94 DETECCIÓN DE ARMADURA EN ACERAS PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE ESCLERÓMETRO _____	434
ILUSTRACIÓN 95 CONTEO VEHICULAR EN EL PUENTE QUEBRADA RONDÁN _____	434
ILUSTRACIÓN 96 VEHÍCULO TIPO BIN 3 - CARRIL SOCAVÓN-GUAMOTE _____	434
ILUSTRACIÓN 97 VEHÍCULO TIPO BIN 6 - CARRIL GUAMOTE-SOCAVÓN _____	434
ILUSTRACIÓN 98 VEHÍCULO TIPO BIN 6 - CARRIL SOCAVÓN-GUAMOTE _____	434
ILUSTRACIÓN 99 VEHÍCULO TIPO BIN 6 CON ACOUPLE- CARRIL GUAMOTE-SOCAVÓN _____	434

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación comprende la EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN, UBICADO EN LA CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, Y ANÁLISIS DE DOS ALTERNATIVAS DE DISEÑO”, para lo cual se realizaron varias inspecciones de campo, ensayo del esclerómetro, estudio de tráfico (TPDA) y diversos análisis de carácter estructural, los cuales se exponen detalladamente en el presente documento.

Para la evaluación funcional y estructural se recolectaron en campo, los datos de las diversas patologías presentes en el puente, los cuales fueron analizados y ponderados elemento por elemento obteniendo de esta forma, tanto el índice de condición de cada uno de los elementos (ICE) como el índice de condición del puente (ICP), para lo cual se estableció una metodología de evaluación adecuada para el puente en estudio.

Con el fin de comprender la problemática del puente, se realizó el análisis del diseño de los elementos con mayor grado de afectación, para lo cual se rediseñaron las vigas exteriores y apoyos, permitiendo de esta manera cotejar los resultados obtenidos con el diseño especificado en los planos de construcción. Posteriormente se analizaron también, los métodos constructivos empleados en el puente a partir de las evidencias presentes en la estructura.

Finalmente, como respuesta a la condición actual de la estructura se propone el mantenimiento y reforzamiento estructural del mismo, para lo cual se plantean soluciones a las diversas patologías y dos propuestas de reforzamiento para las vigas exteriores, las cuales incluyen su respectivo presupuesto referencial.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
CENTRO DE IDIOMAS INSTITUCIONAL

Lic. Lorena Gallegos

15 de julio de 2016

**ABSTRACT**

This project includes THE FUNCTIONAL AND STRUCTURAL EVALUATION OF THE VEHICULAR BRIDGE "QUEBRADA RONDÁN", LOCATED AT THE GUAMOTE-SOCAVÓN ROAD - KM 7 + 000, IN GUAMOTE CANTON, CHIMBORAZO PROVINCE, AND THE ANALYSIS OF TWO ALTERNATIVES OF DESIGN " for which, several field inspections, concrete test hammer, traffic count (AADT) and various structural analyzes were conducted, which are detailed in this product.

For the functional and structural evaluation, the data of various pathologies present in the bridge were field collected, which were analyzed and weighted element by element thus obtaining the condition index of each element (ICE) and the bridge condition index (PCI), for which an adequate assessment methodology was established.

In order to understand the problems of the bridge, design analysis of elements with greater involvement was made, for which we should do the redesign of external beams and supports thereby allowing compare the results obtained with specified in construction plans. Subsequently we analyzed the constructive methods used on the bridge, from the evidence present in the structure.

Finally, in response to the current condition of the structure we propose the maintenance and structural reinforcement in it for which solutions to the various pathologies and two proposals for reinforcement the external beam is raised, which include the respective reference budget.



## INTRODUCCIÓN

Los puentes se definen como “construcciones que nos permiten salvar un accidente geográfico”, de allí que su uso resulta imprescindible en la construcción de vías, permitiendo de este modo el desarrollo integral de las poblaciones conectadas.

A pesar de esto, en nuestro país no se da la respectiva atención al mantenimiento de los mismos, mediante la realización de inspecciones programadas y la aplicación de planes preventivos y correctivos, lo que ha permitido el raudo deterioro en la mayoría de dichas estructuras.

Es importante tomar en cuenta que las inspecciones de puentes se deben realizar tanto en etapas tempranas como en futuras ya que, aunque la vida útil de este tipo de construcciones generalmente es muy alta, puede haber deterioro prematuro sobre todo debido a posibles problemas constructivos.

El puente Quebrada Rondán, se encuentra ubicado en el km 7 de la vía Guamote-Socavón formando parte del anillo vial Guamote-Cebadas-Macas, dicha vía fue inaugurada el 11 de noviembre del 2014. Sin embargo, a pesar de ser una construcción relativamente nueva se pudieron detectar problemas y fallas de tipo estructural en los distintos elementos del puente es así que, debido a la importancia de la estructura dentro del desarrollo de la zona, se plantea esta tesis, la cual nos permitirá conocer el estado actual de dicho puente y con ello buscar soluciones eficientes que permitan garantizar a los usuarios seguridad y comodidad de cruce.

## **CAPITULO I**

### **1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **1.1.PROBLEMATIZACIÓN**

Los puentes son estructuras muy diversas, los mismos que nos permiten vencer accidentes geográficos, de allí que su construcción resulta imprescindible al momento de implantar o mejorar las redes viales de nuestro país.

Sin embargo, la falta de planes adecuados de mantenimiento y en si problemas de construcción al momento de concebir la estructura, han hecho que esto se convierta en un problema en la mayoría de dichas obras civiles.

Guamote se encuentra localizado en el callejón interandino al sur de Quito, a 50 Km de Riobamba y con un área de 1.223.3 km<sup>2</sup> se constituye como el segundo cantón más extenso de la Provincia, entre sus principales actividades económicas tenemos la agricultura, ganadería y la mano de obra no calificada en calidad de jornaleros y albañiles.

Dicho esto, podemos considerar a Guamote como un cantón altamente productivo en el cual las redes viales toman importancia al ser las principales gestoras del progreso y avance de los pueblos.

Dentro de la red vial del cantón, se encuentra la vía Guamote-Socavón, la cual establece un nexo importante entre Sierra y Amazonía. Dicha vía corresponde a un proyecto relativamente nuevo, sin embargo, se ha podido detectar que el Puente “Quebrada Rondán” presenta fallas que deben ser adecuadamente evaluadas y corregidas para la conservación del mismo, de allí la necesidad de realizar la presente investigación.

## **1.2.ANÁLISIS CRÍTICO**

Entre los principales problemas que presentan los puentes, está la falta de planes de mantenimiento que conserven las características de diseño de dichas estructuras, la mala o insuficiente calidad de los materiales y sobretodo los métodos constructivos empleados inadecuadamente.

El puente Quebrada Rondán, presenta fallas de tipo funcional y estructural en los distintos elementos que componen la estructura, por lo cual es necesario realizar una evaluación de las fallas existentes que nos permita conocer la condición actual del puente.

De este modo, el primer paso es la realización de la inspección funcional y estructural, lo cual incluye tanto las actividades realizadas en campo, como el procesamiento de los datos recolectados, lo cual nos permitirá conocer la severidad de las fallas y con ello las posibles afectaciones a la capacidad de la estructura.

Previo a la realización de la inspección, es aconsejable contar con información referente al proyecto, por lo cual, se debe investigar en la institución correspondiente sobre la realización de inspecciones anteriores, la aplicación de acciones correctivas, planos del proyecto, etc.

Dentro de la evaluación funcional de puentes se debe realizar una inspección visual adecuadamente documentada, la cual detalla el tipo de falla, la magnitud y ubicación de las mismas, tanto de los elementos de la subestructura como de la súper estructura, además, resulta importante revisar el estado de las obras de protección, taludes y demás obras que forman parte de la estructura.

Para la evaluación estructural, se deberá analizar los materiales que constituyen el puente, para lo cual se realizará el ensayo no destructivo del esclerómetro con el fin de conocer la resistencia del hormigón.

### **1.3.PROGNOSIS**

La inspección funcional y estructural del puente Quebrada Rondan, nos permitirá conocer el estado actual de los distintos elementos que conforman la estructura, siendo esto, el punto de partida para la adecuada elaboración de un plan de mantenimiento correctivo, el cual buscará reparar y de ser el caso reforzar la estructura, para que cumpla con los requerimiento de diseño, puesto que debido a su elevado costo se deben buscar alternativas para corregir el problema teniendo como última opción el derrocamiento de la estructura, siempre y cuando la solución garantice a los usuarios un tránsito seguro y eficiente por el puente.

Además, con el presente documento de tesis, se busca establecer un precedente, con el fin de que las entidades correspondientes brinden mayor atención temprana a toda obra civil.

### **1.4.DELIMITACIÓN**

Uno de los mayores limitantes para el análisis del proyecto es la falta de información técnica, registro de inspecciones previas, memorias del proyecto, etc., e igualmente la carencia de una guía de inspección de puentes normada para nuestro país.

Además, para poder realizar un análisis profundo y real de la situación actual del puente, resulta conveniente la realización de ensayos destructivos, para lo cual se debe contar con la aprobación de la institución correspondiente.

Es importante indicar que la investigación plasmada en el presente documento corresponde únicamente al Puente Quebrada Rondán como se ha especificado anteriormente.

## **1.5.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la condición funcional y estructural actual de los elementos que conforman el puente Quebrada Rondán y que incidencia tiene dicha condición dentro del comportamiento seguro y eficiente de la estructura?

## **1.6.OBJETIVOS**

### **1.6.1. GENERAL:**

Realizar la evaluación funcional y estructural del puente vehicular Quebrada Rondán, ubicado en la carretera Guamote – Socavón kilómetro 7 + 000, del cantón Guamote, provincia de Chimborazo, y análisis de dos alternativas de diseño.

### **1.6.2. ESPECÍFICOS:**

- a) Recopilar información y demás documentos referentes al puente estudiado en la presente investigación.
- b) Realizar la inspección funcional y estructural de los elementos del puente Quebrada Rondán.
- c) Establecer una metodología apropiada de inspección y evaluación de puentes de hormigón tipo losa sobre vigas.
- d) Identificar los elementos que presenten fallas y calificar la severidad de las mismas.
- e) Determinar la condición actual del puente y de los elementos que conforman e influyen en el comportamiento de la estructura.
- f) Investigar y analizar la causa o causas que generaron problemas a la estructura.

## **1.7.HIPÓTESIS**

Al constatar el estado del puente Quebrada Rondán, se pudo observar la presencia de fallas en los elementos de la estructura, de las cuales se pensaría que no son solamente de índole funcional, es decir aquellas fallas que se pueden reparar de forma sencilla con un mantenimiento convencional, presumiendo de esta manera la existencia de fallas estructurales, las cuales requieren un análisis pormenorizado ya que se creería que se encuentran afectando la seguridad de la estructura.

## **1.8.IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

### **1.8.1. VARIABLES INDEPENDIENTES**

- a) Recolección de información previa referente al tema.
- b) Documentación cualitativa y cuantitativa de problemas de los elementos del puente.
- c) Severidad de fallas funcionales y estructurales.
- d) Ponderación de los elementos de la estructura.

### **1.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

La condición funcional y estructural del puente Quebar; obedece principalmente, a la incidencia en el comportamiento normal del puente de las fallas adecuadamente documentadas y cotejadas, con información previa del mismo, las cuales son analizadas de acuerdo a la severidad e importancia del elemento afectado.

## **1.9.JUSTIFICACIÓN**

La construcción de la vía Guamote-Macas, comprende un triunfo social, puesto que se ha esperado 111 años para llevar a cabo dicho proyecto, siendo por décadas simplemente una quimera ecuatoriana.

De esta forma el anillo vial Guamote-Cebada-Macas, mejora la movilidad de la zona disminuyendo el tiempo de viaje entre Riobamba y Guamote en un 40% y siendo un nexo directo entre Sierra y Amazonía.

La vía atraviesa por un sin número de comunidades, conectando directamente la vía Riobamba-Guamote-Alausí-Chunchi-Zhud, enlazando de este modo comunidades agrícolas y ganaderas fortaleciendo la comercialización de productos en las principales ciudades del país, facilitando el turismo y siendo un ente del progreso de la zona.

De allí la importancia de mantener funcional el puente Quebrada Rondan, ubicado en el kilómetro 7+000, ya que forma parte integral de la vía al permitir el cruce vehicular por dicho accidente geográfico.

Dado esto la realización de la evaluación funcional y estructural de puente resulta imperativa al momento de garantizar a los usuarios de la vía un cruce cómodo, pero sobre todo seguro, puesto que conocer el estado del puente, corresponde el primer paso para la elaboración de un adecuado plan de mantenimiento que permita la conservación de la estructura mencionada.

Además, el presente trabajo aporta como un modelo aplicado de análisis y evaluación para la futura inspección de puentes de hormigón armado tipo losa sobre vigas.

### 1.10. ANTECEDENTES

Los puentes son estructuras de vital importancia dentro de una construcción vial, ya que permiten la comunicación a través de obstáculos naturales o artificiales.

Por tal razón su conservación y mantenimiento juega un papel fundamental durante la vida útil de la estructura, ya que a lo largo de este periodo se ven afectados por diversos factores mecánicos, físicos, químicos y biológicos, los mismos que ocasionan daños en la estructura, que con el avance del tiempo, conllevan a una serie de problemas que generan inestabilidad en la estructura, llegando en los casos más extremos al colapso de la misma.

En el Ecuador la red vial es un pilar básico para el desarrollo social y económico, sin embargo, a través de la historia se ha mantenido un registro de afectaciones constantes, como derrumbes y colapso de puentes y caminos, producidos por factores sísmicos y climáticos que se afronta en esta región y que inciden directamente de forma negativa en el proceso de desarrollo económico - productivo del país.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas y la Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos realizó el inventario de puentes de hormigón colapsados en los años 1982 – 1983 y 1997 – 1998, como consecuencia que conlleva el fenómeno del Niño, mostrándose así la siguiente tabla de resumen de puentes afectados:

- **Puentes afectados periodo 1982-1983**

Provincia	Puentes Destruídos
Esmeraldas	5
Manabí	11
Guayas	24
Los Ríos	13
El Oro	14
Pichincha	1
Cotopaxi	1
Chimborazo	1
Bolívar	2
Cañar	1
Carchi	1
Imbabura	1
Tungurahua	2
<b>Total</b>	<b>77</b>

Tabla 1 Resumen de puentes afectados periodo 1982-1983

- **Puentes afectados periodo 1997-1998**

Provincia	Puentes Destruídos	Afectados
Esmeraldas	3	6
Manabí	3	5
Guayas	4	11
Los Ríos	3	7
El Oro	1	6
Pichincha	7	9
Cotopaxi	2	4
Chimborazo	1	2
Bolívar	1	1
Loja	3	3
Azuay	1	2
Cañar	1	3
Morona Santiago	1	0
Zamora Chinchipe	0	0
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>59</b>

Tabla 2 Resumen puentes afectados periodo 1997-1998

Una red vial en condiciones óptimas fomenta el desarrollo económico y productivo de un país, ya que la globalización actualmente exige la realización de procesos de producción y prestación de servicios a través de la red vial, por tal razón en el Ecuador se ha creado la Norma Ecuatoriana Vial NEVI – 12 – MTOP en la cual se actualizan, revisan y complementan las normas y especificaciones técnicas del sector del transporte vial, siendo el Volumen 3 (Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes) y el Volumen 6 (Operaciones para mantenimiento vial) las normas relacionadas con puentes, sin embargo dentro de esta normativa no se cuenta con un manual para la ejecución de inspecciones de puentes, razón por la cual se emplean manuales de países con factores sísmicos y climáticos semejantes a los que se encuentran en nuestro país, empleando así: la “GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú y el “MANUAL DE INSPECCION DE PUENTES” del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica, en los que se detalla el tipo de patología que se puede desarrollar en los elementos de los puentes, la secuencia a seguir y equipos a emplear para la ejecución de una inspección, así como la calificación de cada falla la cual refleja la condición del puente en un determinado momento.

A pesar de lo expuesto anteriormente en el Ecuador el estudio de patologías en puentes ha mostrado progresos, para el año 2009 se presentó una tesis en la Escuela Politécnica Nacional en la que se plantean tres alternativas apropiadas para la reparación del Puente Camarones mediante la instalación de sistemas estructurales de acero. En la

investigación la primera alternativa propone la reparación de la superestructura mediante el reemplazo de las vigas pos-tensadas por vigas “I” de acero (sistema tipo trabe) y emparillado abierto de acero (Tablero), la segunda opción plantea la reparación mediante la sustitución del sistema estructural de armadura y tablero de hormigón y finalmente la tercera plantea la reparación de la superestructura mediante la sustitución de las vigas de hormigón originales con vigas tipo cajón de acero y tablero ortotrópico. Siendo la alternativa uno la más adecuada de acuerdo a una evaluación del peso específico de cada criterio como fiabilidad, costos, peso, procesos, disponibilidad de materiales, facilidad de montaje y mantenimiento, así como estética.

En cuanto a la subestructura, la reparación de la pila del puente se realizará mediante el diseño de una estructura de acero, que permita aumentar el espacio entre la pila asentada y tablero.

## **1.11. ENFOQUE TEÓRICO**

### **1.11.1. DEFINICIÓN DE PUENTE**

Un puente es una estructura que nace básicamente de la necesidad de crear un medio que permita salvar un accidente geográfico, como ríos, valles o quebradas, así como también atravesar obstáculos artificiales como vías férreas, carreteras, o intercambiadores viales, es decir su función básica es conectar dos extremos que permitan el transporte de forma segura a través de dicha obra civil, cumpliendo de esta manera el objetivo para lo cual fue diseñado.

Hoy en día su técnica de construcción ha evolucionado pasando de ser una estructura con una losa simple a grandes puentes colgantes que alcanzan grandes distancias y vencen accidentes considerables, sin embargo, en ambos casos para su diseño se tomaron en cuenta determinados factores, como la función para lo cual va ser construido, las condiciones geológicas del suelo, los materiales disponibles en las zona, así como las cargas que van a soportar, en donde la metodología empleada para su diseño está en función de las normas y especificaciones técnicas, garantizando de esta manera parámetros de calidad y seguridad a la estructura planteada.

Por lo mencionado anteriormente, existen diversos tipos de puentes los cuales se clasifican de la siguiente manera:

**Según su material pueden ser de:**

- ✓ Madera.
- ✓ Concreto reforzado o pre-esforzado.
- ✓ Metálicos
- ✓ Mixtos (Concreto reforzado – Metálicos)

**Según su utilidad pueden ser:**

- ✓ Puentes peatonales.
- ✓ Puentes para carreteras.
- ✓ Puentes para vías férreas.
- ✓ Puentes para paso de tuberías.
- ✓ Puentes para grúas.

**Según la localización de la calzada pueden ser:**

- ✓ Puentes de paso superior.
- ✓ Puentes de paso intermedio.
- ✓ Puentes de paso inferior.

**Según el tipo de estructura pueden ser:**

- ✓ Puentes de viga (viga simple, viga continua o de marco rígido).
- ✓ Puentes en arco.
- ✓ Puentes cantiléver.
- ✓ Puentes colgantes o atirantados.
- ✓ Puentes basculantes.

Según el Seminario técnico sobre diseño de puentes fluviales Parte II, la luz máxima recomendada que puede cubrir un puente varía dependiendo del tipo del mismo, tal como se muestra en la tabla 3:

TIPO DE PUENTE	LONGITUD DE CLAROS DE PUENTES (M)																
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	200	400	600	800	1000
Vigas Prefabricadas																	
Al Avance con Dovelas Prefabricadas																	
Empujados																	
Doble Voladizo																	
Acostillados																	
Atirantados																	
Arcos																	

Tabla 3 Longitud de claro de puentes (m)

### 1.11.2. ELEMENTOS DE UN PUENTE

Un puente está constituido por tres partes fundamentales las cuales son: Superestructura, subestructura y accesorios, los mismos que se diferencian de entre sí de acuerdo a la función que van a desempeñar en la estructura.

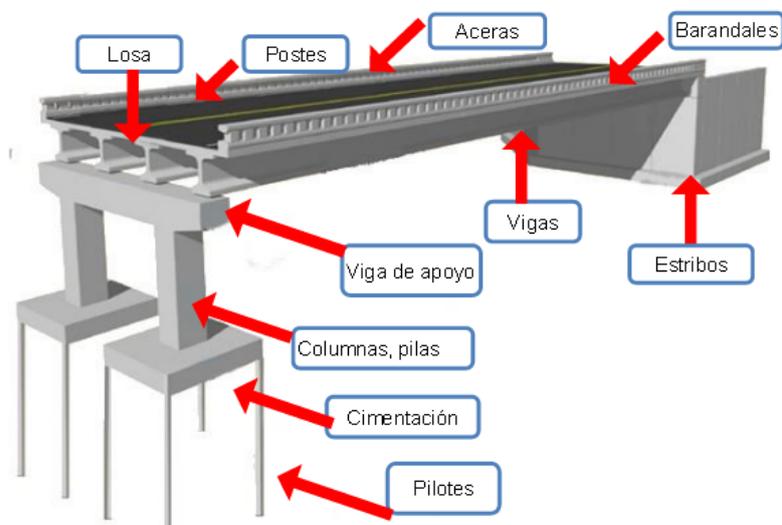


Ilustración 1 Elementos de un puente

#### 1.11.2.1. SUPERESTRUCTURA

La superestructura está conformada por elementos estructurales de uso directo, es decir, los elementos soportan directamente la acción de la carga móvil, constituyendo de esta manera la superficie del tránsito vehicular o peatonal, dichos elementos se encuentran sobre los apoyos del puente, y son los encargados de transmitir las cargas dinámicas por

medio de los elementos principales hacia los elementos de la subestructura como son los estribos y pilas.

La superestructura de un puente está constituida por tres tipos de elementos, que son:

- a) **Sistema de piso:** También conocido como “losa” o “tablero” es la superficie sobre la cual circulan directamente las cargas debidas al tránsito, pudiendo ser estas de tipo vehicular o peatonal, donde su función principal es transmitir las cargas móviles que transitan por él, hacia los elementos principales de la superestructura como son vigas, cerchas, arcos, entre otros. El tablero de un puente puede ser de hormigón armado, madera o acero.



Ilustración 2 Tablero del Puente Quebrada Rondán

- b) **Elementos principales:** Son aquellos que soportan las cargas transferidas desde el tablero y transmiten los esfuerzos resultantes de dichas cargas a través de los apoyos hacia los elementos de la subestructura.

Dentro de estos elementos, se puede hablar acerca de las vigas, las cuales permiten vencer la distancia entre los estribos o pilas, soportando de esta manera el tablero, las cuales están diseñadas para soportar grandes cargas, así como esfuerzos de flexión y corte.

En la actualidad existen diversos tipos de vigas, según la forma de su sección transversal pueden ser rectangulares, tee, I, cajón, etc. De acuerdo a su material estas pueden ser de hormigón armado o pretensado, acero o madera.



Ilustración 3 Vigas del Puente Quebrada Rondán

- c) **Elementos secundarios:** Son aquellos elementos que permiten una distribución uniforme y adecuada de cargas, puesto que generan un mecanismo de respuesta en torsión uniforme, es decir transforman las cargas exteriores que generan la torsión en un flujo de tensiones tangenciales, generando una mayor rigidez lateral y torsional y restringiendo de esta manera las deformaciones de los elementos principales.

Dentro de estos elementos se puede mencionar a los diafragmas en sentido transversal, los arriostramientos superiores e inferiores que unen entre sí las vigas principales en una estructura metálica, cerchas y arcos.



Ilustración 4 Diafragmas del Puente Quebrada Rondán

#### 1.11.2.2. SUBESTRUCTURA

Está formada por los elementos estructurales que son necesarios para soportar el peso de la superestructura del puente y las solicitaciones de carga, la función principal de tales elementos es transmitir las cargas que a ésta se le aplique hacia el sistema de fundación.

Entre los elementos que conforman la subestructura tenemos:

- a) **Apoyos:** Son encargados de transmitir las cargas verticales provenientes de la superestructura a los elementos de la subestructura, permiten simular el modelo

estructural de diseño adoptado en el puente, puesto que a través de su uso se garantiza los grados de libertad. Los apoyos pueden ser clasificados en tres grupos: Fijos, rígidos o empotrados y los expansivos, estos a su vez según su material pueden ser metálicos y elastoméricos, la elección del tipo de apoyo dependerá del tipo de estructura, cargas y movimientos del puente.



Ilustración 5 Apoyo del Puente Quebrada Rondán

**b) Estribos:** Es aquella parte de la subestructura que permite la unión de la superestructura del puente con las vías de acceso, está diseñada para soportar las cargas debidas a los elementos de la superestructura y accesorios más la carga móvil, transmitiendo dichas solicitaciones hacia los cimientos, mantener el terraplén soportando su empuje y soportar los efectos de socavación del suelo de cimentación por la corriente de agua.

Su diseño depende de factores como el empuje del suelo, fricción, sismo, sobrecarga y cargas que deberán ser consideradas para su estabilidad.

Los estribos están constituidos por el sistema de fundación, el cuerpo del estribo, el cabezal de apoyo y los aleros. Existen diferentes tipos de estribos entre los cuales tenemos los siguientes:



Ilustración 6 Tipos de Estribos

c) **Pilas:** Es el elemento estructural que sirve de soporte intermedio, el cual se encarga de soportar la acción de dos tramos de la superestructura del puente, y al igual que los estribos, son diseñados para soportar el empuje del relleno, presión del agua, fuerzas de sismo y viento, así como las cargas transmitidas de la superestructura, todas estas cargas actúan tanto en el sentido longitudinal como en el transversal.

Las pilas se encuentran constituidas por el sistema de fundación, el cuerpo de la pila y el cabezal de apoyo. Existe una gran variedad de pilas, entre las cuales se puede mencionar:

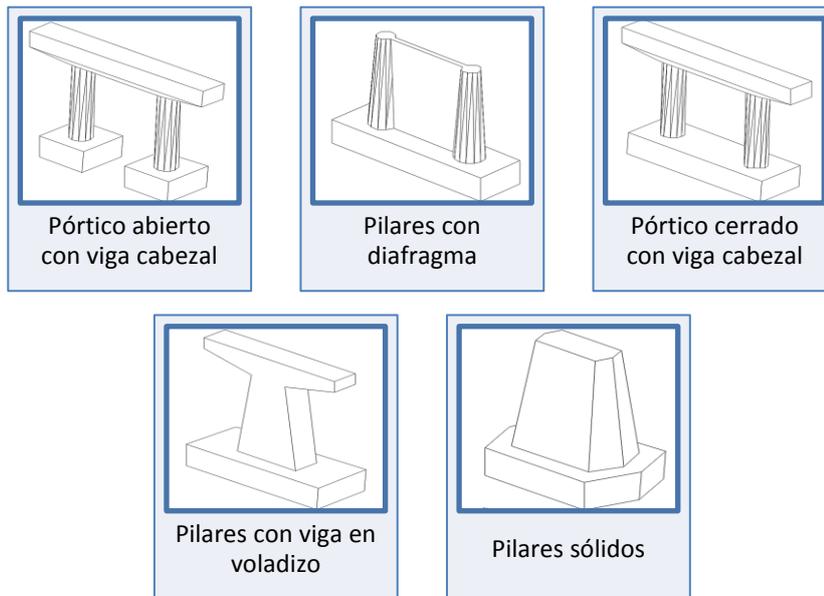


Ilustración 7 Tipos de Pilas

### 1.11.2.3. ACCESORIOS

Es el conjunto de elementos que no aportan con una función estructural al puente, sino que forman parte del sistema global que proporciona funcionalidad a la estructura, puesto que su existencia garantiza la protección tanto del usuario como al puente mismo. Dentro de los principales elementos se encuentran los siguientes:

- a) **Superficie de rodadura:** Es la capa de desgaste que se coloca sobre el tablero del puente, tiene como función protegerlo de los efectos de la abrasión producidos por el tráfico, puede ser de concreto o asfalto y su espesor puede variar entre 2.54cm a 5cm.



Ilustración 8 Superficie de rodadura del Puente Quebrada Rondán

- b) **Baranda:** Constituyen el sistema de contención longitudinal que se encuentra fijada al sistema de piso o tablero, protegen al tránsito vehicular y/o peatonal de posibles desvíos y caídas, estas pueden ser de acero o de concreto.



Ilustración 9 Barandas del Puente Quebrada Rondán

- c) **Acera:** También conocida como banqueta o vereda, constituye una superficie pavimentada colocada a los costados de la calzada del puente, posibilita el tránsito peatonal a través del él de una forma segura.



Ilustración 10 Acera del Puente Quebrada Rondán

- d) **Juntas de dilatación:** Son aquellos elementos que se encuentran colocados en los extremos de cada tipo de superestructura, es decir son elementos divisorios que tienen como objetivo permitir las deformaciones longitudinales producidas por los cambios de temperatura, u otras acciones.



Ilustración 11 Juntas de dilatación

### **1.11.3. INSPECCIÓN DE PUENTES**

#### **1.11.3.1. GENERALIDADES**

Se define como inspección a la recopilación de datos, que se requieren para conocer el estado de un puente en un momento dado, este proceso se lleva a cabo mediante la ejecución de un conjunto de acciones técnicas que siguen un plan previo, pudiendo ser estas acciones de gabinete y/o de campo.

La inspección consiste en un proceso periódico de revisión de todos los elementos que componen el puente incluidos aquellos que se encuentran en su entorno, esto con el fin de determinar su estado cuantificando los deterioros encontrados, dichos deterioros pueden ser causados por las inclemencias de la naturaleza, aumento del tráfico, la presencia de vehículos que superen la capacidad de carga de diseño del puente y la falta de mantenimiento en la estructura.

En una estructura civil de tanta importancia como son los puentes, la inspección y seguridad se relacionan directamente puesto que los objetivos principales de una inspección es permitir el tránsito sin riesgo en la estructura y detectar las deficiencias existentes, recomendando las posibles acciones de mantenimiento para corregirlas, con el fin de mantener en condiciones funcionales a la estructura.

Generalmente es un proceso manual, realizado por personal calificado capaz de examinar y detectar daños, así como también de desarrollar un informe en el que detallen las recomendaciones y acciones de mantenimiento y reparación.

Es recomendable que en un puente en servicio la frecuencia de inspección sea en un intervalo que no exceda los dos años y en elementos que se encuentren sumergidos cada cinco años, en situaciones extraordinarias que representen un alto riesgo en la estructura se debe disponer de inspecciones especiales.

### 1.11.3.2. TIPOS DE INSPECCIONES

#### a) Inspección rutinaria

Constituye una inspección superficial, que tiene como objetivo detectar daños o cambios importantes en la estructura en una etapa temprana, pudiendo prevenir de esta manera que dichos daños degeneren en deterioros graves que representen gastos mayores de mantenimiento, por tal razón estas inspecciones son realizadas continuamente y por personal capacitado para dicha labor, a través de esta inspección se obtienen una serie de fichas que reflejan la historia del puente durante su periodo de servicio.

#### b) Inspección general

También conocida como periódica, es aquella inspección en la cual se realiza una evaluación más exhaustiva de todos los elementos que componen el puente, determinando de esta manera una calificación de cada uno de ellos en función de los deterioros encontrados, para su ejecución se debe contar con el equipo mínimo para seguridad y acceso a zonas complicadas del puente, ya que se deberá observar detalladamente y realizar una medición cuantitativa de los daños hallados, esto con la finalidad de definir acciones de mantenimiento para la conservación o rehabilitación a nivel agrupado, o a su vez establecer la necesidad de una inspección especial.

#### c) Inspección detallada

Se entiende como inspección detallada a aquella que permite obtener información precisa sobre el estado del puente, a través de la realización de una inspección minuciosa de cada componente del mismo. Debe ser ejecutada por personal especializado bajo la supervisión de un ingeniero, y en su ejecución se incluyen la realización de ensayos en campo y laboratorio que permita tener una idea clara de la capacidad y comportamiento actual de la estructura.

A través de esta inspección se obtiene un informe en el cual se detallan los defectos detectados, la evaluación de la condición de la estructura, recomendaciones de ensayos adicionales y necesidades de reparación urgente.

**d) Inspección de construcción**

Su objetivo principal es asegurar que las condiciones finales presentes en un puente nuevo o rehabilitado, correspondan a las estipuladas en el proyecto de ingeniería original, registrando cualquier diferencia entre el original con el diseño construido, cuando se realice dicha inspección en un puente nuevo se deberá realizar una inspección completa y de ser necesario se ejecutara ensayos en el sitio o en laboratorio, en el caso de ser un puente rehabilitado la inspección se enfocara en la zona o daño reparado.

**e) Inspección especial**

Es aquella inspección que surge como consecuencia de los deterioros encontrados en las inspecciones anteriormente mencionadas, o se realizan cuando se presentan daños ocasionados por una situación singular, como asentamientos de fundaciones, fallas estructurales, daños ocasionados por impactos vehiculares, desastres naturales, etc., por tal razón a diferencia de las anteriores no se realizan periódicamente.

Es necesario para su ejecución un plan previo en el que se detallen los aspectos a estudiar, técnicas y medios a emplear, por lo que deberá ser ejecutada por parte de personal calificado.

**1.11.3.3. RESPONSABILIDADES DE LA UNIDAD DE INSPECCIÓN**

Los inspectores juegan un papel primordial dentro del sistema de mantenimiento o rehabilitación de una estructura, puesto que son los encargados de recopilar toda la información relacionada con el estado de deterioro que presenta la misma, y de la calidad de los resultados presentados en el informe de inspección se garantizara su funcionalidad a futuro. Por tal razón se puede mencionar las siguientes responsabilidades:

- ✓ Planificar una inspección de manera ordenada y sistemática, estableciendo para ello un itinerario de visita y tomando en cuenta con anterioridad aspectos relevantes como por ejemplo el control del tráfico, acciones que facilitaran la ejecución de una inspección completa.

- ✓ Organizar con anterioridad los equipos y herramientas necesarios para la inspección, así como también determinar la secuencia de inspección de los elementos del puente, la cual estará en función del tipo de puente, condición y complejidad del puente, requerimientos específicos de inspección, condiciones del tráfico, entre otros.
- ✓ Preparar un formulario de inspección, en el cual se detallen los elementos a ser evaluados, facilitando de esta manera la recolección de datos y garantizando que los datos obtenidos reflejen la situación real del puente.
- ✓ Identificar daños menores que pueden ser corregidos mediante tareas de mantenimiento rutinario.
- ✓ Mantener las medidas de seguridad necesarias, mediante la verificación del equipo y herramientas requeridos, así como la identificación de condiciones no seguras durante la inspección. Es recomendado por tal razón que cada inspector trabaje con un ayudante.
- ✓ Identificar los elementos que requieran de reparaciones urgentes, puesto de no ser ejecutadas a la brevedad pueden derivarse a situaciones que generen riesgos mayores.
- ✓ Elaborar reportes en base a los datos recolectados, en los cuales se detallen la evaluación del puente y las recomendaciones debidamente justificadas.

#### **1.11.3.4. EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS PARA LAS INSPECCIONES**

En muchos de los casos las estructuras a ser inspeccionadas se encuentran a la vista, sin embargo, en ciertos casos su observación es casi imposible sin la utilización de determinados equipos o herramientas, es por ello que se requiere de su uso principalmente para asegurar la optimización de tiempo, seguridad y uniformidad del proceso de inspección. Dentro de las herramientas más importantes se puede mencionar a las siguientes:

- Equipo de protección personal

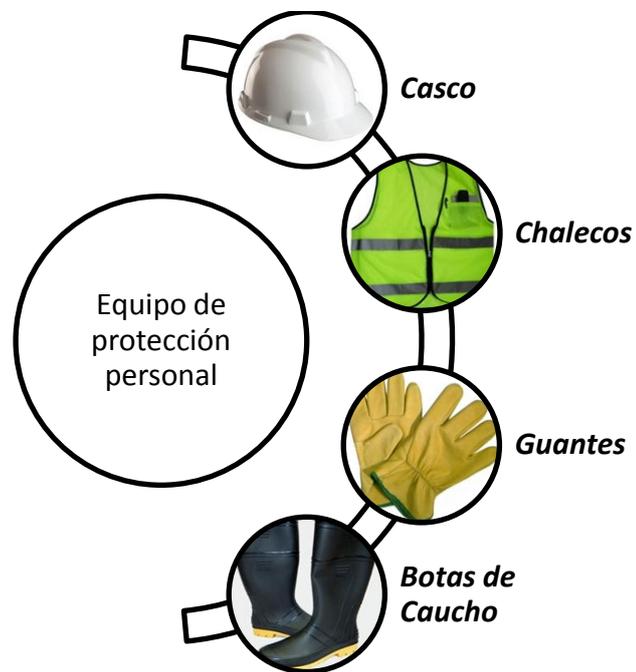


Ilustración 12 Equipo de protección personal

- Equipos para limpieza

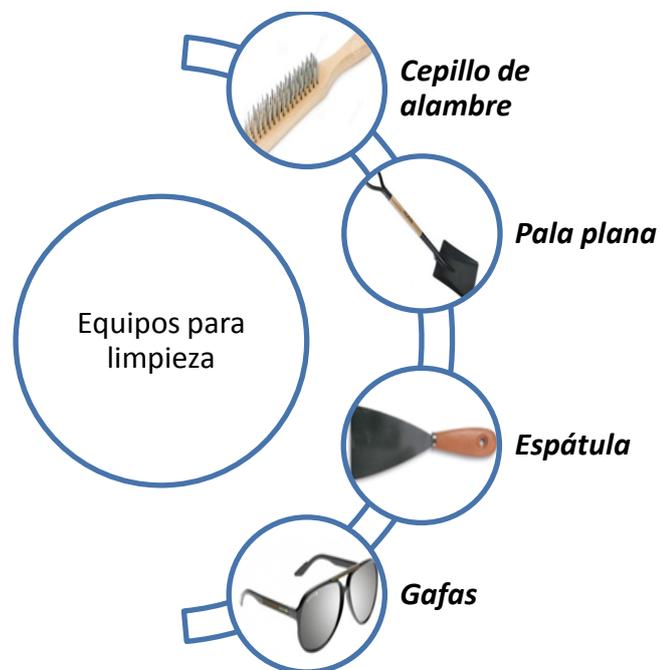


Ilustración 13 Equipos para limpieza

- Herramientas para ayuda visual



Ilustración 14 Herramientas para ayuda visual

- Herramientas para documentación



Ilustración 15 Herramientas para documentación

### **1.11.3.5. PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN**

Contar con un sistema organizado de control es de suma importancia a la hora de realizar una inspección, puesto que al aplicar con anterioridad dicha metodología de trabajo planificada y estandarizada, se logra un trabajo seguro, completo y eficiente a la hora de evaluar en campo a la estructura, aumentando además las posibilidades de obtener información veraz que refleje la situación real del puente en un tiempo determinado.

Un correcto programa de trabajo debe contar con una serie de puntos, los cuales de su ejecución garanticen las siguientes características a la inspección:

- Debe ser objetiva independiente del inspector que la realice.
- Los datos tomados deben ser uniformes, es decir la inspección debe ser homogénea.
- Comparable, es decir debe permitir la organización de prioridades.
- Fiable, debe permitir la detección de todos los deterioros.

#### **a) Acciones previas a la visita de campo**

Previo a la realización de las acciones durante la visita de campo, es recomendable ejecutar las actividades que se detallan a continuación:

- Determinar los datos de ubicación del puente a evaluar y factores como, tipo de estructura, geometría, accesibilidad, condiciones de tránsito, entre otros.
- Investigar antecedentes previos acerca de la estructura, como posibles incidentes ocurridos durante la construcción del mismo y posterior a ella, o acciones de mantenimiento o reparaciones anteriores, información que en caso de existir servirá como una guía de investigación.
- Conocer cuáles son los componentes del puente a inspeccionar y que fallas se pueden encontrar en ellos.

- Realizar una secuencia de inspección, de manera que al emplearla en campo esta permita una inspección de forma ordenada y sistemática, garantizando además que todos los elementos del puente hayan sido evaluados. En la tabla 4, se muestra un ejemplo de secuencia de inspección:

<b>COMPONENTES DEL PUENTE</b>	<b>ELEMENTOS A INSPECCIONAR</b>
SUBESTRUCTURA	Estribos
	Pilas
	Apoyos
SUPERESTRUCTURA	Tablero
	Vigas
	Diafragma
	Losa de aproximación
	Superficie de rodamiento
	Juntas de expansión
	Aceras y barandas
	Drenaje
	Señalización
OBRAS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD	Muros
	Enrocamiento
CAUCE DEL RIO	Socavación
	Características del cauce

**Tabla 4** Secuencia de inspección

- Analizar y preparar los medios necesarios para la inspección, como fichas de inspección, así como equipos y herramienta de inspección.

## **b) Acciones durante la visita de campo**

- Verificar los datos de ubicación y nombre del puente, en relación a los datos investigados en las acciones previas a la visita de campo.
- El ingeniero encargado de la cuadrilla de inspección, debe verificar antes del inicio de la inspección, que cada integrante cuente con el equipo y herramientas necesarias para realizar la inspección.
- Se debe tomar una fotografía general del puente, en la cual se pueda identificar los elementos de la subestructura, superestructura, accesorios y accesos del puente.
- Se debe inspeccionar y calificar la condición de los elementos del puente incluido los alrededores del mismo, tomando datos que indiquen la tipología y características de la estructura evaluada, así como los daños y problemas encontrados.
- Se debe tomar un registro fotográfico de los deterioros encontrados, estas deberán tomarse a una distancia adecuada para dejar constancia de la magnitud del deterioro en relación al elemento donde se manifiesta, en el caso de que no sea posible es aconsejable tomar dos fotografías, una que muestre el detalle del deterioro y otra la escala en relación al elemento.
- Finalmente se debe verificar que todas las partes visibles del puente fueron inspeccionadas y que la documentación del levantamiento de información se encuentra completa y correctamente formulada.

### **1.11.3.6. DAÑOS MÁS COMUNES EN PUENTES**

#### **a) Daños en componentes de madera**

Desde la antigüedad la madera ha sido considerada en muchos aspectos como un excelente material de ingeniería, esto debido a sus características físicas, sin embargo, también presenta algunas características negativas las cuales se pueden decir que afectan principalmente a aspectos como resistencia o durabilidad, es por tal razón que en los componentes de madera los daños más comunes son causados por:

- ❖ Deterioros por procesos de secado, los cuales pueden generar daños que pueden reducir considerablemente el valor de sus tensiones admisibles, provocar una diferencia en el contenido de humedad, grietas y deformaciones.

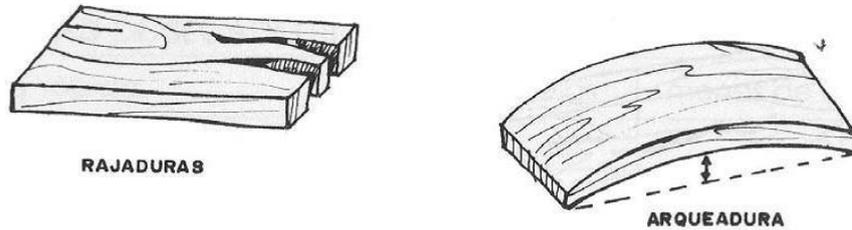


Ilustración 16 Deformaciones por procesos de secado de la madera

- ❖ Daños producidos por la presencia de hongos, que pueden generar manchas, defectos de coloración y pudrición.



Ilustración 17 Hongos y pudrición de la madera

- ❖ La presencia de bacterias puede generar un aumento de permeabilidad y ablandamiento en la superficie de la madera.
- ❖ Ataques de insectos que generan nidos en la madera, que provocan una interrupción en las fibras, y generan una disminución en la resistencia mecánica de la madera.



Ilustración 18 Ataques de insectos en la madera

- ❖ Daños por fuego y humedad, en el caso de la humedad esta se produce debido a los cambios de tiempo, la cual genera problemas como rajaduras o secados irregulares.



Ilustración 19 Humedad en la madera

- ❖ Deterioro de la madera por desgaste mecánico, ya que el efecto combinado del roce, humedad y movimiento conllevan a la pudrición del elemento y finalmente al deterioro total del mismo.

El inspector deberá investigar la magnitud de los daños y documentará adecuadamente las fallas encontradas, para su mantenimiento posterior.

#### **b) Daños en componentes de acero**

Hoy en día el acero constituye uno de los elementos más empleados a la hora de diseñar una estructura, y más aún cuando se trata de la construcción de puentes, esto debido a su alta resistencia, ductilidad y fiabilidad que presenta, sin embargo, pese a todas estas características el acero también es un material que puede sufrir daños, entre los cuales se puede mencionar.

- Deterioros por corrosión, que provocan pérdidas de sección en elemento creando así una discontinuidad, lo que genera una pérdida en la capacidad de resistencia del mismo. Puede ocurrir principalmente en elementos expuestos a humedad, en palcas traslapadas, esquinas de aceros, ángulos y canales, así como también en uniones.



Ilustración 20 Corrosión en acero

- Grietas por fatiga, las cuales se desarrollan en estructuras de puentes debido a la repetición de carga, y se producen en un nivel de tensión por debajo del límite de elasticidad.

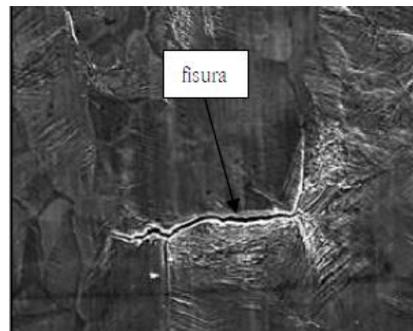


Ilustración 21 Grietas por fatiga

- La sobrecarga en un elemento de acero, puede generar deformaciones plásticas, como elongaciones y pérdidas en las secciones transversales, que ocurren cuando falla un miembro que trabaja a tracción. En cuanto a daños de pandeo estos se presentan cuando falla un miembro que está trabajando en compresión.
- Los deterioros más comunes que aparecen en las pinturas aplicadas al acero son: desgaste, erosión, puntos de oxidación, ampollas, grietas y arrugamiento, en el caso de una rotura en la pintura acompañada por manchas de oxidación, puede ser indicador de que existe una grieta por fatiga.



Ilustración 22 Puntos de oxidación en viga

- Falla y pérdida de elementos de fijación (pernos, soldadura y remaches), ocasionadas por corrosión o conexiones flojas.



Ilustración 23 Pérdida de elementos de fijación

- Los daños producidos por impacto vehicular afectan generalmente a elementos que se encuentran propensos a sufrir impactos de vehículos, es decir comúnmente a los componentes de los accesorios del puente, pudiendo causar en ellos pérdidas de sección, agrietamientos, desplazamientos y distorsiones, deterioros que deberán ser reparados de forma inmediata.



Ilustración 24 Impacto vehicular en barandas metálicas

- En los daños por dilatación térmica se pueden observar deformaciones, pandeo o elongaciones, así como fallas en los puntos de unión de las conexiones como remaches y pernos.

### c) Daños en componentes de hormigón

Los deterioros producidos en elementos de hormigón se desarrollan dentro de un proceso de avance lento, los cuales comienzan a manifestarse a partir de un cierto estado de cargas o deformaciones, en donde los daños generados son progresivos e irreversibles. Es por tal razón que es de suma importancia analizarlos a tiempo mediante la ejecución de inspecciones que además permitirán plantear acciones de mantenimiento que conlleven a una posible reparación del elemento afectado.

Los deterioros o fallas que se pueden encontrar en elementos compuestos por hormigón, son las siguientes:

- **Fisuras:** Es la separación o rotura entre dos o más partes del hormigón con o sin espacio entre ellas, las cuales pueden originarse por motivo de fallas estructurales significativas, durabilidad o producidas por efectos de contracción y temperatura. Las fisuras se manifiestan exteriormente con un desarrollo lineal, por lo que su identificación se realiza en función de su dirección (longitudinal, transversal, vertical, diagonal y horizontal), tipo, ancho, profundidad y longitud.



Ilustración 25 Fisuras producidas en el hormigón

Estas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- ❖ **Fisuras inevitables:** Pueden producirse en concretos recién colocados, en aquellos que están en proceso de endurecimiento, o en los ya endurecidos, y son generados por cambios volumétricos y/o de temperatura, que producen esfuerzos o tensiones internas, estos dependen además de factores como el tipo de concreto utilizado, cantidad y tipo de cemento, cantidad de aire incorporado, sección y tipo de acero, proceso de curado, entre otras.
- ❖ **Fisuras admisibles:** Son aquellas que se encuentran previstas en los elementos, dentro de un comportamiento estructural controlado, ya que se producen desde un estado de servicio de cargas. Las fisuras debidas a acciones mecánicas son generadas por efecto de esfuerzos de tracción, flexión, torsión y corte.

- ❖ **Fisuras patológicas:** La presencia de este tipo de fisuras es un indicativo de problemas estructurales, que requieren de intervención inmediata. Las fisuras patológicas pueden producirse por sobrecargas, acciones químicas y biológicas, pudiendo presentar los siguientes tipos de fallas: Falla por compresión simple en columnas, fallas por flexión en vigas de pórtico, falla de columna por flexo-compresión, falla por flexión y cortante, falla por pandeo, retracción plástica en cabeza de columnas, fisuras patológicas por acciones químicas.



Ilustración 26 Falla por compresión simple en columnas

- **Acero de refuerzo expuesto:** Se produce cuando el acero de refuerzo que debe estar embebido en el concreto queda expuesto a la intemperie, ya sea por fisuras en el hormigón o cavidades, las cuales permiten a través de ellas el ingreso de agua y oxígeno que ataca directamente al acero de refuerzo, oxidándolos, y en situaciones más graves ocasionando pérdidas de sección.



Ilustración 27 Acero de refuerzo expuesto

- **Eflorescencia:** Se produce cuando la humedad disuelve las sales solubles contenidas en el hormigón, y las lleva hacia la superficie por acción capilar, produciéndose posteriormente la cristalización, se manifiesta visualmente a través de manchas superficiales de color blanco las mismas que son

depósitos de sales. En ciertos casos la presencia de eflorescencia en la losa puede ser indicativo de que las fisuras son profundas y que han penetrado a través de ella.



Ilustración 28 Eflorescencia en vigas

- **Descascaramiento:** Es el desprendimiento o delaminación local de hormigón, el cual se produce como resultado de cambios de temperatura, daños en el acero de refuerzo, o uso de malas técnicas constructivas.



Ilustración 29 Efecto de disgregación en viga

- **Nidos de piedra y cavidades:** Son ocasionados por procesos inadecuados de vibración durante la fundición de un determinado elemento, generando segregación tanto de los agregados finos y gruesos como de la pasta de cemento.



Ilustración 30 Nidos de piedra en la losa de concreto

- **Daño por colisión:** Son los daños producidos en aquellos elementos que se encuentren en zonas propensas a ser impactadas, generalmente ocurre elementos complementarios, estos elementos sufren agrietamientos, desplazamientos, distorsiones, pérdidas de sección y deterioros que pueden afectar directamente a la estabilidad del puente por lo que requieren de reparación inmediata.



Ilustración 31 Impacto de auto en barandas

#### d) Pavimento

Constituye un elemento de protección adicional contra daños que pueden ser generados por el clima y el tráfico en la losa y accesos del puente, es decir el pavimento es la superficie de rodamiento. Dentro de los daños más comunes, se puede mencionar a los siguientes:

- ❖ **Ondulaciones:** También conocidas como abultamientos, son deformaciones que se presentan a través de una serie de levantamientos tipo ondas, más o menos regulares y poco separadas, las cuales se extienden transversalmente en el pavimento. Se producen por la continua acción del tráfico sobre superficies en donde la base o la sub-rasante es débil o posee poca estabilidad.



Ilustración 32 Ondulaciones en el pavimento

- ❖ **Surcos:** Son depresiones que se extienden longitudinalmente en el pavimento y coinciden con la zona por donde circular las ruedas del vehículo, de igual forma que las ondulaciones se producen por la acción

del tráfico sobre superficies con mezclas que no se compactaron adecuadamente, o por plastificación del firme existente.

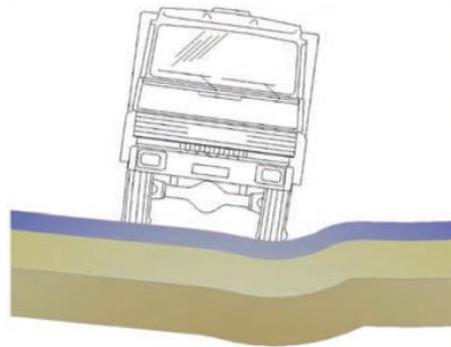


Ilustración 33 Surcos en el pavimento

- ❖ **Grietas:** Son fisuras o cavidades superficiales producidas por cambios de temperatura o por vibraciones, que pueden tener una formación longitudinal o transversal. Existe varios tipos de grietas, entre las principales se puede mencionar:



- ❖ **Baches:** También conocidos como hundimientos, son deformaciones que tienen la forma de un hoyo o cazuela, y se producen por el uso de mezclas con inadecuada dosificación o con compactación insuficiente y

en zonas débiles de la subrasante, se pueden originar también debido a una falta de adherencia entre capas.



Ilustración 38 Baches en el pavimento

- ❖ **Sobre-capas de pavimento sobre la losa de puente:** Constituyen una carga muerta adicional a la concebida en el diseño del puente, por tal razón su colocación no está permitido, y en el caso de detectar la presencia de una excesiva sobre-capa en el puente se le deberá otorgar una calificación de cinco.



Ilustración 39 Sobre-capas en el pavimento

#### e) **Juntas de dilatación**

Constituyen un elemento fundamental dentro de la estructura del puente, pues son los encargados de permitir el movimiento relativo entre dos partes de la estructura, los mismos que son causados por cambios de temperatura, efectos de retracción o fluencia, cargas de tráfico, asentamientos diferenciales, entre otros, garantizando así un adecuado desempeño del puente. Dentro de los deterioros que presentan las juntas se puede mencionar a los siguientes:

- ❖ **Sonidos extraños:** Las juntas de dilatación no deben ser fuentes de ruidos extraños, razón por la cual deberán ser inspeccionadas

detenidamente, ya que, si al pasar un vehículo se generan dichos sonidos, es el indicativo de que cierta zona de la junta presenta algún deterioro.

- ❖ **Filtraciones de agua:** Constituye una falta de estanqueidad, es decir es la filtración del agua a través de la junta que puede afectar a los elementos de la subestructura. Este daño puede presentarse por una inadecuada ejecución, ausencia del aparato de junta, envejecimiento de la junta o la disposición de una junta inadecuada para la estructura.



Ilustración 40 Filtraciones de agua por la junta

- ❖ **Faltante o deformación:** Este problema aparece generalmente en juntas que se arman por tramos independientes y no tienen continuidad resistente, por lo general se producen por el impacto de vehículos, una ejecución defectuosa de la junta, o el empleo de una junta inadecuada para la estructura.



Ilustración 41 Falta de junta de dilatación

- ❖ **Movimiento vertical:** Son desplazamientos verticales que se presentan en las juntas de dilatación, los cuales pueden generar sonidos y movimientos que obligan al usuario del puente a reducir la velocidad.



Ilustración 42 Movimiento vertical de la junta

- ❖ **Juntas obstruidas:** Se produce por la presencia de materiales que obstruyen a la junta e impiden los movimientos requeridos por la estructura. La presencia de grietas transversales es un indicativo de que las juntas están cubiertas por sobre-capas.



Ilustración 43 Sobre-capas sobre junta

#### f) Apoyos

Los apoyos son elementos que presentan diversos tipos de fallas que varían según el material empleado en su elaboración (metálico, elastómero, etc.) y el tipo de apoyo (fijo o móvil). La presencia de deterioros en los apoyos puede causar problemas en otros elementos del puente como vigas o estribos, los cuales afectan fundamentalmente a la funcionalidad y seguridad de un elemento o de la estructura en general. Los posibles defectos que se pueden encontrar en los apoyos son los siguientes:

- ❖ **Rotura de pernos:** Los pernos de anclaje son elementos que se emplean para mantener en una posición fija al apoyo del puente sobre la estructura. Pueden presentarse primero como una deformación que posteriormente sin mantenimiento puede llegar a la rotura del elemento.



Ilustración 44 Pernos de anclaje cortados

- ❖ **Deformación:** Consiste en una deformación excesiva del apoyo en dirección vertical, puede generarse como consecuencia de un error a la hora de dimensionar el apoyo, deficiencia en la calidad de material empleado o un error de fabricación, siendo la mala calidad de material la causa más común cuando se presenta este daño.



Ilustración 45 Deformación del apoyo

- ❖ **Inclinación:** Es una deformación excesiva que se produce en dirección longitudinal o transversal del puente, puede generarse como consecuencia de pendiente, peralte o curvatura excesiva acompañados de la falta de cuña de nivelación, esfuerzos horizontales excesivos, error de dimensionamiento, error de colocación de aparatos de apoyos, entre otros.



Ilustración 46 Inclinación del apoyo

- ❖ **Desplazamiento:** Es la pérdida de la posición teórica original del apoyo, que se origina como consecuencia de errores de ejecución, pendientes o peraltes excesivos acompañados de la falta de cuña de nivelación, o una compresión insuficiente para mantener el rozamiento necesario entre el apoyo y los elementos adyacentes como son las vigas y estribos. Este deterioro se presenta más frecuentemente en apoyos elastoméricos.



Ilustración 47 Desplazamiento del apoyo

### 1.11.3.7. EJECUCIÓN DE LA INSPECCIÓN

#### a) Inspección del cauce

Se deberá verificar si el cauce fluye adecuadamente bajo la estructura, si existe obstrucciones como depósitos o materiales de arrastre que impidan el flujo normal del agua, posible presencia de plantas o maleza que obstruyan y modifiquen la orientación del cauce contribuyendo a los problemas de erosión en el lecho y márgenes del río, así como socavación.

#### b) Estribos y pilas

Revisar su cimentación detectando cualquier principio de erosión o socavación, principalmente en aquellos elementos que se encuentren en contacto directo con el agua. Verificar si existe deterioro del concreto en la zona de apoyo, presencia y severidad de grietas, así como indicar si hay movimientos estructurales tales como cambio en la posición o verticalidad. Se debe además inspeccionar cuidadosamente si existen pérdidas de protección de talud como por ejemplo colapsos del relleno de aproximación cerca de los muros de ala.

#### c) Apoyos

Se debe asegurar el adecuado funcionamiento de los aparatos de apoyo, puesto que su mal comportamiento puede generar daños en elementos de la subestructura como son las pilas y estribos. Por tal razón se deberá verificar si existe daños en los pernos de anclaje o si estos se encuentran flojos, si existe la

presencia de materiales extraños alrededor de los apoyos que impiden el adecuado movimiento, si hay excesiva deformación o rotura del material elastómero, y en apoyos móviles se debe observar los rodillos y la condición de los mismos.

**d) Vigas**

En el caso de vigas de acero se deberá vigilar si existe corrosión y presencia de grietas, principalmente en las alas superiores, alrededor de pernos, en las áreas de soldadura y en remaches, puesto que estas áreas sufren una mayor tensión debido a la compresión ejercida por las cargas del puente. Observar si existe pérdida de elementos de anclaje como pernos y remaches, así como fracturas por soldadura. Verificar la presencia de daños debido a colisiones o concentración de esfuerzos, y aquellos ocasionados por fatiga.

En el caso de vigas de hormigón armado tanto principales como secundarias, se deberá verificar si existe la presencia de fisuras, las cuales deberán ser observadas en un periodo determinado para determinar si son activas, clasificándolas según su severidad en estructurales o funcionales, se deberá observar también, si existe desintegración del hormigón, exposición de acero de refuerzo por corrosión, disgregaciones, eflorescencias, y nidos de piedra.

**e) Tablero**

Observar cuidadosamente la presencia de grietas en el tablero, pues a través de ellas se permite el paso del agua, que genera humedad y afecta directamente al acero de refuerzo el cual al oxidarse ocasiona desprendimientos de hormigón. Se debe buscar también cualquier signo de deterioro como descaramientos, eflorescencia, entre otros.

**f) Accesorios**

- ❖ **Sistema de piso y accesos:** Las solicitaciones de tráfico inciden directamente sobre estos elementos, generando agotamiento por fatiga o desgaste de sus componentes, por tal razón se deberá buscar agrietamientos o fisuramientos superficiales, ondulaciones, baches u otras evidencias de deterioro. En los drenajes de accesos, como cunetas se deberá verificar si estas se encuentran obstruidas con algún material, o

si la vía presenta un bombeo inadecuado que no permite el desalojo del agua que se acumula en ellas.

- ❖ **Juntas de dilatación:** Verificar si existe el adecuado espacio y sello apropiado que permita los desplazamientos por efectos térmicos, observar si se encuentran libres de materiales extraños, es decir sin ninguna obstrucción, y si permiten una adecuada estanqueidad evitando filtraciones de agua.
- ❖ **Barandas y aceras:** Constatar si existen daños causados por colisiones de vehículos, así como cualquier otro signo de deterioro como agrietamientos, acero de refuerzo expuesto, disgregaciones, entre otros.
- ❖ **Sistema de drenajes:** Son aquellos elementos que permiten evacuar adecuadamente el agua de la superficie del tablero, constituyendo un aspecto básico para la durabilidad del puente, por lo que deberán ser inspeccionados para determinar posibles obstrucciones, secciones o longitudes insuficientes, ausencia o mala concepción de los drenajes.
- ❖ **Señalización:** Constituyen un conjunto de elementos que condicionan la actuación de las personas que los captan, permitiendo mantener la seguridad dentro de la estructura evitando accidentes y permitiendo una buena circulación. Por tal razón se deberá inspeccionar el emplazamiento o ausencia de la señalética, así como los signos de deterioros que se presenten en tales elementos.

### 1.11.3.8. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GENERAL DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

La evaluación de la condición de un determinado elemento del puente, constituye un proceso en el que se deberá realizar un análisis y comparación de la condición o grado de deterioro que se encontró en cada uno de ellos después de una inspección. Por tal razón para la presente investigación se empleará, la síntesis de daños según el Manual de Inspección de Puentes de Costa Rica y las Especificaciones Técnicas Para La Elaboración de Inventarios Viales del Ministerio de Transporte de Colombia, las cuales detallan el formato de inspección que permite determinar los tipos de daños más comunes en los diferentes componentes del puente con su respectiva calificación.

La tabla de evaluación que se empleara presenta un rango de calificación entre 1 – 5 del nivel de severidad acorde con la descripción del daño establecida en la siguiente tabla:

Grado de daño	Descripción
5	Sin daño o con daño insignificante
4	Daño pequeño, pero no se requiere reparación
3	Existe daño, el componente funciona como se diseño
2	Daño significativo, se requiere pronta reparación
1	Daño grave, se necesita inmediata reparación

Tabla 5 Tabla de evaluación de daños

Se establecen criterios de daño específicos para los siguientes componentes:

#### a) Pavimento

##### ➤ Ondulaciones

Grado de daño	Descripción
5	Sin ondulación
4	La profundidad de la ondulación es menor a 2cm
3	La profundidad de la ondulación esta entre 2.0 y 4.0 cm
2	La profundidad de la ondulación es mayor a 4cm
1	Es necesario detener el vehículo para esquivar la ondulación

Tabla 6 Grado de daño por ondulaciones

➤ **Surcos**

Grado de daño	Descripción
5	No hay surcos
4	La profundidad de los surcos es menor a 2.0cm
3	La profundidad de los surcos esta entre 2.0 y 4.0 cm
2	La profundidad de los surcos es mayor a 4cm
1	Es necesario detener el vehículo para esquivar los surcos

Tabla 7 Grado de daño por surcos

➤ **Grietas**

Grado de daño	Descripción
5	No se observan grietas
4	El espesor de la grieta es menor a 5.0mm
3	El espesor de la grieta está entre 5.0 y 10.0 mm
2	Se observan grietas en red
1	Se observan grietas en red y desprendimiento del concreto

Tabla 8 Grado de daño por las grietas

➤ **Baches en el pavimento**

Grado de daño	Descripción
5	No se observan baches
4	La profundidad del bache es menor que 20.0 mm
3	La profundidad del bache esta entre 20.0 y 50.0 mm
2	La profundidad del bache es mayor que 50.0 mm
1	Es necesario detener el vehículo para esquivar los baches

Tabla 9 Grado de daño por baches

➤ **Sobre-capas de pavimento sobre la losa de puente**

Grado de daño	Descripción
5	No se observa sobre-capas de asfalto
4	No aplica
3	Se observa una sobre-capa de asfalto
2	No aplica
1	Se observan más de una sobre-capa de asfalto

Tabla 10 Grado de daño por sobre-capas de asfalto

➤ **Material ajeno a la vía**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observan material ajeno a la vía
4	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
2	Del 25% al 50% de la vía se encuentra cubierta con otro material
1	Más del 50% de la vía se encuentra cubierta con otro material

Tabla 11 Grado de daño por material ajeno a la vía

**b) Barandas**

➤ **Deformación**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observan daños de deformación en el elemento.
4	Deformación menor a 5.0cm
3	Deformación entre 5.0 y 10.0 cm con respecto al original
2	Deformación entre 10.0 y 20.0cm con respecto al original
1	Deformación mayor a 20cm con respecto al original

Tabla 12 Grado de daño por deformación

➤ **Oxidación (baranda de acero)**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observa oxidación en el elemento
4	Se observa comienzos de oxidación
3	20% del elemento está cubierta con oxidación
2	50% del elemento está cubierta con oxidación
1	Más del 50% de la superficie del elemento está cubierto con oxidación.

Tabla 13 Grado de daño por oxidación

➤ **Corrosión (baranda de acero)**

Grado de daño	Descripción
5	No se observa corrosión en el elemento
4	Se observa el principio de la corrosión
3	La corrosión creció y ha ocasionado orificios en partes del elemento
2	Algunas partes del elemento están reducidas por corrosión
1	Algunas partes del elemento se han perdido por la corrosión

Tabla 14 Grado de daño por corrosión

➤ **Faltante o ausencia (baranda de acero o concreto)**

Grado de daño	Descripción
5	Se cuenta con la totalidad de la baranda
4	Algunas partes de la baranda están dañadas
3	Hace falta menos del 10 % de la baranda
2	Hace falta entre 10% y 30 % de la baranda
1	Hace falta más del 30% de la baranda

Tabla 15 Grado de daño por baranda faltante

➤ **Agrietamiento (baranda de concreto)**

Grado de daño	Descripción
5	No hay grietas
4	Se observan algunas grietas
3	El espesor de la grieta es menor a 0.3mm con intervalos de 50cm
2	El espesor de la grieta es mayor a 0.3mm con intervalos de 50cm
1	Se observan grietas con espesores de varios mm

Tabla 16 Grado de daño por grietas

➤ Acero de refuerzo expuesto (barandas de concreto)

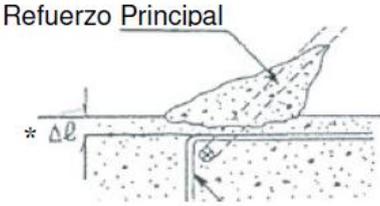
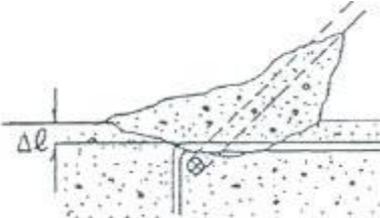
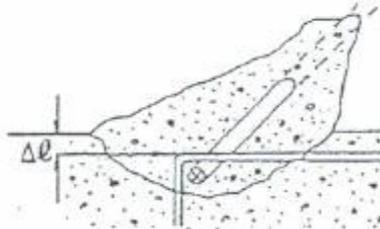
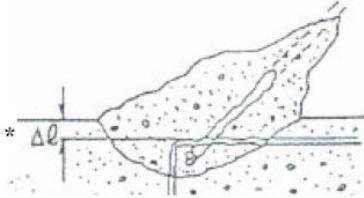
Grado de daño	Descripción
5	Descascaramiento en la superficie del concreto
4	<p>Se observan cáscaras a lo largo del refuerzo principal</p> 
3	<p>El refuerzo está expuesto en pequeñas partes</p> 
2	<p>Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado</p> 
1	<p>Se observa el acero principal expuesto y con reducción de la sección.</p>  <p>* <math>\Delta l</math> = Recubrimiento de concreto</p>

Tabla 17 Grado de daño por acero de refuerzo expuesto

**c) Aceras**

➤ **Agrietamiento**

Refiérase a la **Tabla 16** para la evaluación del grado del daño de agrietamiento en aceras.

➤ **Descascaramiento**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observa descascaramiento en la superficie de la estructura
4	Se observa el principio del descascaramiento
3	Ha crecido el descascaramiento en algunas partes de la superficie de la estructura.
2	Se observa un considerable descascaramiento.
1	Se observa un considerable descascaramiento y oxidación.

**Tabla 18 Grado de daño por descascaramiento**

➤ **Acero de refuerzo expuesto en las juntas de expansión**

Refiérase a la **Tabla 17** para la evaluación del grado del daño del acero de refuerzo expuesto en aceras.

➤ **Nidos de piedra y cavidades**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observaron nidos de piedra
4	Se observaron nidos de piedra en algunos sitios.
3	Se observan más de diez nidos de piedra.
2	Se observan nidos de piedra en muchos sitios
1	No aplica

**Tabla 19 Grado de daño por nidos de piedra**

➤ **Eflorescencia en la losa de concreto**

Grado de daño	Descripción
5	No se observó eflorescencia
4	Se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto
3	Se observó eflorescencia a lo largo de la grieta en menos de la mitad del área de losa
2	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área de losa
1	Se observaron estalactitas en muchos lugares causadas por el cloruro de calcio

Tabla 20 Grado de daño por eflorescencia

➤ **Faltante o ausencia**

Refiérase a la **Tabla 15** para la evaluación del grado del daño de faltante o ausencia en aceras.

**d) Juntas de dilatación**

➤ **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.

➤ **Filtraciones de agua**

Grado de daño	Descripción
5	No hay filtración de agua proveniente de las juntas de expansión
4	Se observaron filtraciones en algunas partes de los asientos del puente
3	Se observan filtraciones en menos del 50% del muro y la viga cabezal
2	Se observan filtraciones en más del 50% del muro y la viga cabezal
1	Las filtraciones cubren toda la pared frontal y la viga cabezal

Tabla 21 Grado de daño por filtración de agua en las juntas de expansión

➤ **Faltante o deformación**

Grado de daño	Descripción
5	No se observan faltante o deformación de juntas
4	Se observan pequeñas deformaciones.
3	Algunas partes están deformadas
2	Algunas partes se han perdido
1	Los vehículos deben reducir la velocidad antes de pasar por la junta de expansión

Tabla 22 Grado de daño por faltante o deformación de juntas de expansión

➤ **Movimiento vertical**

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

Tabla 23 Grado de daño por movimiento vertical de la junta de expansión

➤ **Juntas obstruidas**

Grado de daño	Descripción
5	No se observan juntas obstruidas
4	No aplica
3	Se observa cierta obstrucción en la junta
2	No aplica
1	La junta está cubierta por sobrecapas de asfalto

Tabla 24 Grado de daño por juntas obstruidas

➤ **Acero de refuerzo expuesto en las juntas de expansión**

Refiérase a la **Tabla 17** para la evaluación del grado del daño del acero de refuerzo expuesto en las juntas de expansión.

e) **Sistema de drenaje**

➤ **Obstrucción de drenajes**

Grado de daño	Descripción
5	No hay problemas
4	No aplica
3	Aprox. el 50% de los drenajes se encuentran obstruidos
2	No aplica
1	Drenajes totalmente obstruidos

Tabla 25 Grado de daño por obstrucción de drenajes

➤ **Longitud o sección insuficiente**

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

Tabla 26 Grado de daño por longitud o sección insuficiente

➤ **Ausencia de drenajes**

Grado de daño	Descripción
5	Los drenajes existentes son suficientes
4	No aplica
3	Los drenajes existentes son insuficientes
2	No aplica
1	No existen drenajes

Tabla 27 Grado de daño por ausencia de drenajes

➤ **Mala ubicación de drenajes**

Grado de daño	Descripción
5	No hay problemas
4	No aplica
3	Aproximadamente el 50% de los drenajes desfogan sobre otro elemento
2	No aplica
1	Todos los drenajes descargan sobre algún elemento del puente

Tabla 28 Grado de daño por mala ubicación de drenajes

➤ **Bombeo de la vía**

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

Tabla 29 Grado de daño por bombeo de la vía

**f) Señalización**

➤ **Emplazamiento de señalética**

Grado de daño	Descripción
5	No aplica
4	No aplica
3	No aplica
2	Información con demasiada antelación
1	Información con poca antelación

Tabla 30 Grado de daño por emplazamiento de señalética

➤ **Desgaste de pintura**

Grado de daño	Descripción
5	No aplica
4	Desgaste en menos del 25% de la señalética
3	Desgaste entre el 25% al 50% de la señalética

2	Desgaste entre el 50% al 75% de la señalética
1	Desgaste en más del 75% de la señalética

Tabla 31 Grado de daño por desgaste de pintura

➤ **Ausencia de señalética**

Grado de daño	Descripción
5	No aplica
4	No aplica
3	Ausencia de señalización informativa
2	Ausencia de señalización reglamentaria
1	Ausencia de señalización preventiva

Tabla 32 Grado de daño por ausencia de señalética

➤ **Deterioro de delineadores de piso**

Grado de daño	Descripción
5	No aplica
4	No aplica
3	Perdida de reflectividad de las tachas
2	Perdida por adherencia de las tachas
1	No aplica

Tabla 33 Grado de daño por deterioro de delineadores de piso

➤ **Inseguridad vial**

Grado de daño	Descripción
5	No aplica
4	No aplica
3	No aplica
2	No aplica
1	Mala disposición de señalética

Tabla 34 Grado de daño por inseguridad vial

**g) Accesos**

➤ **Fallas en la carpeta de rodadura**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No aplica
4	Ondulaciones con profundidades menores a 0.04 m
3	Surcos con profundidades entre 0.02 m a 0.04 m
2	Agrietamientos con fisuras entre 5 a 10 mm
1	Baches con profundidades menores a 20 mm

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

➤ **Deficiencia en el drenaje**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No aplica
4	No aplica
3	Bombeo inadecuado en la vía
2	Obstrucción en las cunetas
1	Ausencia de cunetas

Tabla 36 Grado de daño por deficiencia en el drenaje

➤ **Deficiencia en la señalética**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No aplica
4	No aplica
3	Desgaste de pintura
2	Perdida de reflectividad y adherencia en tachas
1	No aplica

Tabla 37 Grado de daño por deficiencias en la señalética

➤ **Perdida de guardavías**

Grado de daño	Descripción
5	No aplica
4	No aplica
3	Corrosión en guardavías y postes guarda
2	Perdida por colisión en alguna sección del guardavía
1	Ausencia de guardavías

Tabla 38 Grado de daño por perdida de guardavía

➤ **Acumulación de material en vía**

Refiérase a la **Tabla 11** para la evaluación del grado del daño de acumulación de material en accesos.

**h) Losa**

➤ **Agrietamiento**

Refiérase a la **Tabla 16** para la evaluación del grado del daño de agrietamiento en losas.

➤ **Descascaramiento**

Grado de daño	Descripción
5	No se observa descascaramiento en la superficie de la estructura
4	Se observa el principio del descascaramiento
3	Ha crecido el descascaramiento en algunas partes de la superficie de la estructura.
2	Se observa un considerable descascaramiento.
1	Se observa un considerable descascaramiento y oxidación.

Tabla 39 Grado de daño por descascaramiento en superficie de concreto

➤ **Acero de refuerzo expuesto en las juntas de expansión**

Refiérase a la **Tabla 17** para la evaluación del grado del daño del acero de refuerzo expuesto en losas.

➤ **Nidos de piedra y cavidades**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observaron nidos de piedra
4	Se observaron nidos de piedra en algunos sitios.
3	Se observan más de diez nidos de piedra.
2	Se observan nidos de piedra en muchos sitios
1	No aplica

Tabla 40 Grado de daño por nidos de piedra

➤ **Eflorescencia en la losa de concreto**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observó eflorescencia
4	Se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto
3	Se observó eflorescencia a lo largo de la grieta en menos de la mitad del área de losa
2	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área de losa
1	Se observaron estalactitas en muchos lugares causadas por el cloruro de calcio

Tabla 41 Grado de daño por eflorescencia

➤ **Agujeros en la losa de concreto**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observaron agujeros
4	Se observaron escamas en la superficie de concreto
3	Se observan pequeños agujeros a lo largo del refuerzo en la losa
2	Se desarrollan agujeros con más de 1.0 m <sup>3</sup> del área bajo la losa
1	Existen evidencias de que el agujero se extiende a través la losa.

Tabla 42 Grado de daño por agujeros en la losa

## i) Viga principal de concreto

### ➤ Grietas localizadas en el centro de la luz de las vigas

Grado de daño	Descripción
5	No hay evidencia de daño.
4	Si todas las grietas tienen anchos menores de 0.3 mm se puede suponer que los esfuerzos no son muy altos y no deberá tomarse acción.
3	Si el ancho de la fisura está entre 0.3 mm y 6 mm el esfuerzo puede ser alto pero se supone no es peligroso.
2	Un ancho de fisura mayor a 0.6 mm indica que los esfuerzos son altos y que allí puede haber problema con respecto a la capacidad de carga.
1	Se presentan agrietamientos en los diafragmas, entallamientos en las juntas de las vigas.

Tabla 43 Grado de daño por grietas localizadas en el centro de la luz de las vigas

### ➤ Grietas localizadas en los extremos de las vigas y en mensuras de apoyo

Grado de daño	Descripción
5	No hay evidencia de daño.
4	Grietas verticales u horizontales menores a 1 mm y de longitud menor a 20 cm
3	Grietas entre 1 mm y 5 mm de espesor y longitud mayor a 20 cm
2	Grietas con espesores mayores a 5 mm y largos mayores a 1 m. Zonas generalizadas de agrietamientos
1	Grietas gruesas e inclinadas que cruzan la sección transversal de la pila o columna, pérdida parcial de material.

Tabla 44 Grado de daño por grietas localizadas en los extremos de las vigas y en mensuras de apoyo

### ➤ Descascaramiento

Refiérase a la **Tabla 39** para la evaluación del grado del daño de descascaramiento en vigas.

➤ **Acero de refuerzo expuesto en las juntas de expansión**

Refiérase a la **Tabla 17** para la evaluación del grado del daño del acero de refuerzo expuesto en vigas.

➤ **Nidos de piedra y cavidades**

Refiérase a la **Tabla 40** para la evaluación del grado del daño de nidos de piedra y cavidades en vigas.

➤ **Eflorescencia**

Refiérase a la **Tabla 41** para la evaluación del grado del daño de eflorescencia en vigas.

**j) Viga diafragma**

La evaluación del grado de daño de la viga diafragma de concreto es la misma que la de la viga principal de concreto.

**k) Apoyos del puente**

➤ **Rotura de pernos**

Grado de daño	Descripción
5	No se observan daños en el perno del anclaje
4	La tuerca no se encuentra en su posición original
3	El perno de anclaje está deformado
2	El perno de anclaje se desplazó más de 5cm
1	El perno de anclaje está completamente cortado

**Tabla 45 Grado de daño por rotura del perno de anclaje**

➤ **Deformación**

Grado de daño	Descripción
5	No se observan deformaciones
4	Se observa una ligera deformación
3	Se observan deformaciones, pero todavía funciona

2	El apoyo está considerablemente deformado y deberá ser reemplazado
1	El apoyo está completamente deforme y no funciona como apoyo

**Tabla 46 Grado de daño por deformación del apoyo**

➤ **Inclinación**

Grado de daño	Descripción
5	No se observa ninguna inclinación
4	No aplica
3	Ligeramente inclinado
2	No aplica
1	Está considerablemente inclinado y no tiene función como apoyo

**Tabla 47 Grado de daño por inclinación del apoyo**

➤ **Desplazamiento**

Grado de daño	Descripción
5	No hay desplazamiento en el apoyo
4	No aplica
3	El apoyo está ligeramente desplazado
2	No aplica
1	El apoyo se desplazó más de 5cm de su posición original

**Tabla 48 Grado de daño por desplazamiento del apoyo**

**D) Viga cabezal y aletones de estribos**

➤ **Agrietamiento**

Refiérase a la **Tabla 16** para la evaluación del grado del daño de agrietamiento.

➤ **Descascaramiento**

Refiérase a la **Tabla 39** para la evaluación del grado del daño de descascaramiento.

➤ **Acero de refuerzo expuesto en las juntas de expansión**

Refiérase a la **Tabla 17** para la evaluación del grado del daño del acero de refuerzo expuesto.

➤ **Nidos de piedra y cavidades**

Refiérase a la **Tabla 40** para la evaluación del grado del daño de nidos de piedra y cavidades.

➤ **Eflorescencia**

Refiérase a la **Tabla 41** para la evaluación del grado del daño de eflorescencia.

➤ **Protección del talud**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No hay daños en el talud del relleno de aproximación
4	No aplica
3	El talud del relleno de aproximación colapsó ligeramente
2	No aplica
1	El colapso del talud reduce al ancho de la vía

**Tabla 49** Grado de daño por protección del talud

m) **Cuerpo principal de estribos**

➤ **Agrietamiento**

Refiérase a la **Tabla 16** para la evaluación del grado del daño de agrietamiento.

➤ **Descascaramiento**

Refiérase a la **Tabla 39** para la evaluación del grado del daño de descascaramiento.

➤ **Acero de refuerzo expuesto en las juntas de expansión**

Refiérase a la **Tabla 17** para la evaluación del grado del daño del acero de refuerzo expuesto.

➤ **Nidos de piedra y cavidades**

Refiérase a la **Tabla 40** para la evaluación del grado del daño de nidos de piedra y cavidades.

➤ **Eflorescencia**

Refiérase a la **Tabla 41** para la evaluación del grado del daño de eflorescencia.

➤ **Pérdida del talud de protección en frente al cuerpo del estribo**

Grado de daño	Descripción
5	No hay daño en el talud
4	No aplica
3	El talud en frente del bastión está deformado ligeramente
2	No aplica
1	El talud en frente al estribo colapsó

**Tabla 50** Grado de daño por colapso de la protección

➤ **Inclinación**

Grado de daño	Descripción
5	No se observa movimiento
4	No aplica
3	Se confirma visualmente el movimiento ligero
2	No aplica
1	La inclinación es notable

**Tabla 51** Grado de daño por inclinación del estribo

➤ **Socavación en la fundación**

Grado de daño	Descripción
5	No se observa socavación
4	No aplica

3	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación
2	No aplica
1	Aparece socavación por la fundación

Tabla 52 Grado de daño por socavación en la fundación

**n) Viga cabezal o martillo de pila**

➤ **Agrietamiento**

Refiérase a la **Tabla 16** para la evaluación del grado del daño de agrietamiento.

➤ **Descascaramiento**

Refiérase a la **Tabla 39** para la evaluación del grado del daño de descascaramiento.

➤ **Acero de refuerzo expuesto en las juntas de expansión**

Refiérase a la **Tabla 17** para la evaluación del grado del daño del acero de refuerzo expuesto.

➤ **Nidos de piedra y cavidades**

Refiérase a la **Tabla 40** para la evaluación del grado del daño de nidos de piedra y cavidades.

➤ **Eflorescencia**

Refiérase a la **Tabla 41** para la evaluación del grado del daño de eflorescencia.

**o) Cuerpo principal de pila**

➤ **Agrietamiento**

Refiérase a la **Tabla 16** para la evaluación del grado del daño de agrietamiento.

➤ **Descascaramiento**

Refiérase a la **Tabla 39** para la evaluación del grado del daño de descascaramiento.

➤ **Acero de refuerzo expuesto en las juntas de expansión**

Refiérase a la **Tabla 17** para la evaluación del grado del daño del acero de refuerzo expuesto.

➤ **Nidos de piedra y cavidades**

Refiérase a la **Tabla 40** para la evaluación del grado del daño de nidos de piedra y cavidades.

➤ **Eflorescencia**

Refiérase a la **Tabla 41** para la evaluación del grado del daño de eflorescencia.

➤ **Inclinación**

El movimiento rotacional y lateral de las pilas puede ser causado por el hundimiento asimétrico del suelo debido a las fuerzas excesivas transversales o longitudinales, tales como las fuerzas sísmicas. Se debe prestar especial atención en inspecciones posteriores a sismos, ya que puede que el daño de la pila no se note a simple vista.

La inspección para la inclinación de la pila debe incluir la verificación de la alineación de la baranda del puente. Si la inclinación de la pila es notable, el registro del daño deberá ser de cinco sin importar el grado de inclinación.

➤ **Socavación en la fundación**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observa socavación
4	No aplica
3	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación
2	No aplica

1	Aparece socavación en la fundación
---	------------------------------------

Tabla 53 Grado de daño por socavación en la fundación

**p) Cauce**

➤ **Inestabilidad de taludes o terraplenes adyacentes a la estructura**

Grado de daño	Descripción
5	No hay daños en taludes adyacentes a la estructura
4	No aplica
3	Leve inestabilidad en taludes de adyacentes a la estructura
2	No aplica
1	Colapso en taludes adyacentes a la estructura

Tabla 54 Grado de daño por inestabilidad de taludes

➤ **Erosión en el lecho y márgenes del río**

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

Tabla 55 Grado de daño por erosión en el lecho del río

➤ **Socavación general del cauce**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observa socavación en elementos estructurales del puente
4	No aplica
3	Crecientes producen socavación leve en elementos estructurales del puente
2	No aplica
1	Crecientes producen socavación excesiva en elementos estructurales del puente

Tabla 56 Grado de daño por socavación general del cauce

➤ **Obstrucción del cauce por escombros**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observa obstrucción por escombros alrededor de la estructura
4	No aplica
3	Leve obstrucción por escombros alrededor de la estructura
2	No aplica
1	Considerable obstrucción por escombros alrededor de la estructura

Tabla 57 Grado de daño por obstrucción del cauce

➤ **Sedimentación de material transportado por la corriente**

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observa sedimentación por material transportado por la corriente
4	No aplica
3	Leve sedimentación de material transportado por la corriente aguas abajo
2	No aplica
1	Considerable sedimentación de material transportado por la corriente aguas abajo

Tabla 58 Grado de daño por sedimentación de material

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

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
5	No se observa daños en las estructuras de protección de las orillas del río
4	No aplica
3	Leves daños de las estructuras de protección de las orillas del río
2	No aplica
1	Colapso parcial de las estructuras de protección de las orillas del río

Tabla 59 Grado de daño por falla o colapso de las estructuras de protección

Especificaciones Técnicas Para La Elaboración De Inventarios Viales del Ministerio de Transporte de Colombia, para los elementos metálicos que conforman los puentes se deberá realizar la respectiva inspección de acuerdo a los siguientes parámetros:

<b>TIPO DE DAÑO</b>	<b>CAL.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>OXIDACIÓN, CORROSIÓN Y HERRUMBE</b>	5	No hay evidencia de daño.
	4	La superficie del metal se oxida en una forma casi uniforme sin presentar herrumbe. Es la corrosión más benigna o menos peligrosa pues el material se va gastando gradualmente extendiéndose en forma homogénea sobre toda la superficie metálica y su penetración media es igual en todos los puntos.
	3	Presencia de herrumbe y zonas con cambio de color concentrado con carácter de ataque general, constituyendo un caso intermedio entre corrosión uniforme y corrosión localizada. Este caso se conoce como corrosión de placas.
	2	Se presenta corrosión generalizada y resulta muy frecuente la aparición de corrosión con picadura. Durante el picado, el ataque se localiza en puntos aislados de superficies metálicas pasivas y se propaga hacia el interior del metal formando en ocasiones túneles microscópicos.
	1	Se observan agujeros de material, al igual que

		desprendimiento de partes de la sección.
<b>DEFORMACIONES Y PANDEOS (VIGAS Y COLUMNAS)</b>	5	No hay evidencia de daño.
	4	Dobleces que no son reconocibles a simple vista. Se requiere medir con regla para poder identificar las deformaciones.
	3	Deformaciones que se pueden observar con facilidad, pero no tienen magnitudes que perjudican la estabilidad de la estructura (no cambian de forma original).
	2	Deformaciones que perjudican la estabilidad de la estructura (cambian de forma original). Generalmente asociados a zonas de pandeos características para vigas y columnas.
	1	Falla del miembro.
<b>DESPRENDIMIENTO DE REMACHES Y PERNOS.</b>	5	No hay evidencia de daño.
	4	Remaches o pernos con posibilidades mínimas de movimiento, pero en buen estado, todavía generan resistencia y unión entre secciones metálicas.
	3	Los remaches están sueltos. Aunque generan resistencia son propensos a caer, pueden presentar Grietas.
	2	Varios pernos sueltos o perdidos. Desgaste importante de pernos. Contactos con platinas con aplastamiento.
	1	Los remaches están completamente averiados y en algunos casos han desaparecido. Los elementos restantes no tienen la capacidad para resistir las máximas demandas.
<b>FRACTURAS POR SOLDADURA INSUFICIENTE.</b>	5	No hay evidencia de daño.
	4	No existe fractura, pero se ve soldadura insuficiente para seguir uniendo las secciones.
	3	Se ven fracturas de longitud inferior a 1/10 de la longitud del cordón, las secciones no están

		separadas.
	2	Se ven fracturas de longitud superiores a 1/10 de la longitud del cordón, existe paso de luz a través de la soldadura.
	1	La soldadura está completamente fracturada y las secciones están separadas.
<b>DAÑOS POR COLISIONES O CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS.</b>	5	No hay evidencia de daño.
	4	Cambios de color por el impacto, desprendimiento de pintura o del recubrimiento, no se perciben a simple vista las deformaciones.
	3	Cambios de color por el impacto, desprendimiento de la pintura o del recubrimiento, se perciben las deformaciones, pero no tienen magnitudes que perjudican la estabilidad de la estructura.
	2	Cambios de color por el impacto, desprendimiento de pintura o del recubrimiento, se perciben las deformaciones con desviación del alineamiento superior a 1 cm en 2 m.
	1	Impactos que generan deformaciones que perjudican la estabilidad de la estructura. (Cambian de forma original).
<b>FATIGA</b>	5	No hay evidencia de daño.
	4	Grietas o rompimiento en parte de la soldadura y cambio de color o presencia de corrosión.
	3	Levantamiento de pintura en forma de ramificaciones y cambios de color en la zona afectada, contactos con platinas con indicios de aplastamiento.
	2	Levantamiento de pintura y cambio de color en varios puntos del elemento, desprendimiento parcial de elementos, doblamientos o deformaciones visibles, desprendimiento total de la soldadura en varios elementos del miembro.

	1	Desprendimiento total de la soldadura, pérdida de pernos, doblamientos o deformaciones visibles, Grietas en varios elementos del miembro.
--	---	---

Tabla 60 Deterioros en elementos metálicos

### 1.11.3.9. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PUENTE (ICP)

Constituye un indicador cuantitativo que determina la condición del puente en un tiempo determinado. En donde para su cálculo se debe considerar tanto a los elementos que poseen una función estructural como a los que representen un factor de seguridad y servicialidad, ponderando la importancia de cada uno de ellos para la estructura y priorizando aquellos que al presentar fallas representen un mayor riesgo para la estructura.

El ICP se calcula de la siguiente forma:

- ❖ Se determina la calificación de cada elemento del puente que representa el Índice de condición del elemento (ICE), de acuerdo a la síntesis de daños presentada en el literal 1.1.3.8 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GENERAL DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE.
- ❖ En caso de que el puente presente varios elementos del mismo tipo, se deberá seleccionar como índice a aquel cuya calificación sea la menor de entre todos.
- ❖ Cada elemento del puente posee una ponderación, cuyo valor está en función de su importancia en la estabilidad y seguridad de la estructura, para lo cual se empleará la **Tabla Elementos de puentes de vigas** propuesta por la agencia de carreteras de Australia (Austroads, 2004). Adoptando así para la presente investigación los siguientes pesos ponderados:

Puentes de vigas Cod: 2400			Sistema de Gestión de Puentes Codificación de Elementos		REV 1 FECHA 07.04.08
Código	Nombre del elemento	Pond.	Código	Nombre del elemento	Pond.
2401	Losa	2	2470	Baranda liviana	1
2402	Losa de acceso	1	2471	Baranda anti impacto	1
2403	Carpeta de rodado	2	2472	Baranda mixta	1
2404	Viga principal	4	2473	Cantonera	2
2405	Viga secundaria	3	2474	Barbacana	2
2406	Conector de corte	3	2475	Pasillo	1
2407	Barra antisísmica	3	2476	Defensa caminera	1
2408	Placa de repartición	2	2477	Iluminación	1
2409	Placa de apoyo	2	2478	Señalización vertical	1
2410	Tablón de resistencia	4	2479	Demarcación	1
2440	Muro de respaldo de estribo	3	2480	Cuneta	1
2441	Muro frontal de estribo	3	2481	Tubo de protección de cable	1
2442	Muro ala de estribo	3	2482	Sello de tubo de protección	1
2443	Mesa de apoyo estribo	4	2483	Cauce	1
2444	Pilote	4	2484	Espigón	1
2445	Pilar	4	2485	Resalto hidráulico enrocado	2
2446	Tapa de pilar	4	2486	Resalto hidráulico con gavión	2
2447	Diagonales o crucetas de pilares	4	2487	Defensa con enrocado	2
2448	Fundación	3	2488	Defensa con gavión	2
2449	Muro de cepa	1	2489	Defensa con mampostería	1
2450	Sábana con gavión	2	2490	Sello de juntas de pavimento	2
2451	Terraplén de acceso	2			

Tabla 61 Ponderación de elementos del puente

- ❖ Se empleará además un factor de peso por material del elemento, el cual refleja la vulnerabilidad y tipo de falla que puede presentar un elemento de acuerdo a su material. Los valores a adoptarse se muestran en la siguiente tabla:

<b>Tabla de Factores por material</b>	
<b>Material</b>	<b>Factor</b>
Hormigón pre o pos-tensado	1
Hormigón armado tradicional	2
Acero	3
Madera	4
Otro	1.5

Tabla 62 Factor de peso por material del elemento

- ❖ Se empleará la siguiente ecuación para calcular el valor del ICP:

$$ICP = \frac{\sum_{i=1}^n ICE_i * w_i * m_i}{\sum_{i=1}^n w_i * m_i}$$

Dónde:

**ICE:** Índice de Condición del Elemento

**w<sub>i</sub>:** Peso ponderado del elemento dentro de la estructura

**m<sub>i</sub>:** Factor por el material del elemento

- ❖ Para determinar el estado de deterioro de la estructura se empleará la siguiente tabla la cual califica a la estructura en un rango de 1 a 5, calificando con 1 a una estructura en buen estado y 5 a los puentes en muy mal estado.

<b>Condición del Elemento</b>		<b>Descripción</b>
5	Como nuevo	Estructura y obras complementarias como nuevo. No requiere acción alguna excepto conservación rutinaria.
4	Bueno	Estructura y obras complementarias en buen estado. Requiere mantenimiento menor

3	Regular	Estructura y obras complementarias en regular estado, se deben tomar medidas de mantenimiento.
2	Malo	Estructura y obras complementarias deficientes. Se debe aplicar medidas a la brevedad para evitar aumento del riesgo.
1	Peligroso	Estructura y obras complementarias en mal estado, tomar medidas de reparación con urgencia. Riesgo para los usuarios

Tabla 63 Escala de ICP del puente

## 1.12. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Abrasión:** Acción mecánica que genera desgaste sobre una superficie debido las fuerzas de fricción.

**Acera:** Superficie destinada al tránsito de peatones, generalmente situada en los extremos de una vía.

**Apoyo:** Elemento estructural diseñado para controlar la interacción de las cargas y desplazamientos en puentes, así como para absorber parcialmente la energía de la dilatación térmica de las vigas.

**Asfalto:** Hidrocarburo natural, también conocido como betún, es un material denso, pegajoso e impermeable de color negro, el cual se emplea en mezclas asfálticas como aglomerante.

**Baranda:** Elemento de contención lateral, que protege a los peatones de caídas o desvíos, puede estar hecho de acero, madera u hormigón.

**Calzada:** Superficie destinada a la circulación de vehículos, compuesta por un determinado número de carriles.

**Carga muerta:** Carga vertical aplicada sobre una estructura, que cubre todas las cargas generadas por el peso propio de la estructura y los elementos permanentes que se encuentren en ella.

**Carga móvil:** Carga de carretera, comprendida por el peso de los vehículos, peatones y otros agentes que afectan de forma transitoria la estructura.

**Carga dinámica:** Carga a la cual está sometida una estructura, la cual bajo su aplicación se desarrollan fuerzas inerciales y su deformación máxima no suele coincidir con la intensidad máxima de la fuerza aplicada.

**Concreto pre-esforzado:** En estructuras, es un material precargado, antes de la aplicación de las cargas de diseño requeridas, con el objeto de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio.

**Concreto reforzado:** Material estructural compuesto de concreto simple y acero de refuerzo, cuya combinación otorga al elemento resistencia a la compresión y tensión.

**Construcción:** En el área de ingeniería y arquitectura construcción se define como el proceso de planificación y realización de un proyecto determinado, así como también a aquellas obras en proceso de realización o las que se encuentran ya finalizadas.

**Corte:** También conocido como esfuerzo tangencial, es aquel esfuerzo interno resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un elemento.

**Daño/ Deterioro:** Pérdida de calidad, importancia o funcionalidad de un elemento, lo cual en una estructura ocasiona deficiencias funcionales o estructurales.

**Diafragma:** Elemento secundario de la superestructura de un puente, cuya función es restringir las deformaciones de los elementos principales al generar una mayor rigidez lateral y torsional.

**Diseño:** Proceso que se realiza en base a un soporte técnico, con el objetivo de dar una solución a una necesidad, combinando factores de seguridad, funcionalidad y economía.

**Esfuerzo:** Se define como la fuerza por unidad de área que se produce internamente en un elemento debido a una carga externa.

**Estribo:** Elemento estructural de apoyo de un puente, cuya función principal es soportar y transmitir el peso de los elementos de la superestructura hacia el suelo de cimentación y contener el terraplén.

**Estructura:** En ingeniería y arquitectura se define como el elemento principal de toda construcción u obra civil, cuya función es soportar y transmitir las cargas para lo cual fue diseñado incluido su peso propio hacia el sistema de fundación.

**Flexión:** Esfuerzo resultante de la aplicación de una fuerza perpendicular al eje longitudinal de un elemento.

**Herrumbe:** También conocida como oxido, se define como una alteración que se produce en elementos de hierro al estar en contacto con la humedad, generalmente de color naranja rojizo.

**Inspección:** En ingeniería civil, se define como la actividad destinada a controlar, revisar y garantizar el cumplimiento de las normas, especificaciones técnicas, planos y demás documentos relacionados con el proyecto durante su ejecución. En obras ya finalizadas, inspección consisten en la determinación de las condiciones actuales en base a criterios establecidos y en un tiempo establecido.

**Juntas de dilatación:** Elemento que empleado en puentes, permite las deformaciones longitudinales contra restando los efectos sísmicos y de temperatura.

**Losa:** También conocido como sistema de piso o tablero, es el elemento estructural que se encuentra en contacto directo con el tránsito vehicular o peatonal, y tiene como función principal soportar y transmitir dichas cargas hacia los elementos principales de la superestructura.

**Luz libre:** Distancia medida entre las paredes internas de estribos y/o pilas.

**NEVI:** Normativa Ecuatoriana de Viabilidad.

**Obra civil:** Son aquellas obras realizadas a través de la ingeniería civil, con el objetivo de contribuir con el desarrollo y beneficio de la población de una determinada nación.

**Pila:** Elemento estructural que sirve de apoyo intermedio en puentes de dos o más tramos, tienen como función principal soportar y transmitir las cargas provenientes de la superestructura hacia el suelo de cimentación.

**Puente:** Obra civil cuya función básica es permitir el tránsito tanto vehicular como peatonal, a través de un obstáculo natural o artificial.

**Subestructura:** Conjunto de elementos estructurales necesarios para soportar el peso los elementos de la superestructura y accesorios de un puente, así como las cargas de diseño, transmitiendo además dichas solicitaciones hacia la cimentación.

**Superestructura:** Conjunto de elementos estructurales (sistema de piso, elementos principales y secundarios) que constituyen el tramo horizontal de un puente, los cuales soportan las cargas móviles y las transmiten a través de sus elementos hacia la subestructura.

**Superficie de rodadura:** Superficie colocada sobre el sistema de piso, la cual resiste directamente la acción del tráfico, protegiendo de esta manera a la losa de un puente.

**Viga:** Elemento principal de la superestructura de un puente, cuya función principal es soportar las cargas de diseño, transmitiendo los esfuerzos resultantes a través de los apoyos hacia la subestructura.

## **CAPITULO 2**

### **2. METODOLOGÍA**

#### **2.1.TIPO DE ESTUDIO**

La presente investigación, puede ser clasificada como de tipo aplicada, puesto que es necesario emplear conocimientos desarrollados previamente, además se puede catalogar de tipo investigativa y de campo, puesto que es necesario, buscar un procedimiento adecuado y eficiente para la documentación de la inspección realizada in situ. De acuerdo al razonamiento empleado es de tipo empírico racional, puesto que para evaluar el estado de la estructura se emplean métodos experimentales que dependen principalmente del criterio del técnico.

#### **2.2.POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **Población**

La presente investigación tiene como población a todas las obras civiles que forman parte de la red vial Guamote-Socavón.

##### **Muestra**

Se seleccionó, para la realización del presente trabajo al Puente Quebrada Rondán, puesto que, al ser una de las obras más representativas, es importante preservar el buen estado del mismo.

## 2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### 2.3.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Recolección de información previa referente al tema.

<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>
Información con relevancia para la presente investigación.	La información debe corresponder al puente quebrada Rondán	Características del estado inicial.	Solicitar planos de diseño del proyecto.
		Seguimiento de deterioro progresivo.	Solicitar registros de inspecciones y visitas técnicas al puente.
	Comprobar que sea veraz y de fuente confiable.	Información recolectada por la entidad pertinente.	Investigar cual/es institución/es participaron en la realización proyecto

Tabla 64 Variable Independiente

- Documentación cualitativa y cuantitativa de problemas de los elementos del puente.

<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>
Inspección visual pormenorizada del puente.	Tipo de puente.	Material predominante en la estructura.	Observación en campo.
		Sistema estructural.	Identificación de elementos y sistemas de apoyos.
	Registro de datos de campo.	Tipo de falla.	Observación en campo.
		Características físicas.	Medir las dimensiones de cada falla.
		Ubicación de la falla.	Registrar el elemento afectado y la zona donde se encuentra.
			Tomar una fotografía.
Realización de ensayos a los elementos del puente.	Ensayos no destructivos.	Ensayo del esclerómetro.	Ejecutar el ensayo en campo a cada elemento mediante el uso de un detector de metales y esclerómetro.

Tabla 65 Variable Independiente

- Severidad de fallas funcionales y estructurales.

<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>
Identificar las fallas funcionales y estructurales.	Severidad de las fallas.	Calificación de acuerdo al manual de inspección.	Observación en campo.
	Localización de las fallas	Importancia del elemento afectado	Observación en campo.

Tabla 66 Variable Independiente

### 2.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Condición funcional y estructural del puente.

<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>
Calificación general de la estructura.	Calificación de los elementos del puente	Severidad de fallas.	Tablas de análisis de daños.

Tabla 67 Variable Dependiente

## **2.4.PROCEDIMIENTOS**

- **Recopilación de información referente al tema.**

Se solicitará y buscará información tanto en la institución pertinente como en publicaciones de internet, con el fin de conocer datos de construcción e inspecciones realizadas anteriormente.

- **Inspección de campo de los elementos del puente quebrada Rondán.**

Se realizará la visita del puente, y mediante una inspección visual se detectarán las fallas existentes, para lo cual se medirán, ubicarán y se tomará un registro fotográfico de cada una de ellas.

- **Realización de ensayos.**

En el Puente Quebrada Rondán, se realizará el ensayo del esclerómetro, lo cual nos ayudará a conocer el estado y características de los materiales presentes.

Para efectuar el ensayo, se debe escoger la superficie sobre la cual se realizarán los impactos, luego de esto con un detector de metales se marcan las zonas donde existe presencia de acero con el fin de evitarlas, finalmente se procede a oprimir el esclerómetro contra la superficie de concreto hasta que el martillo impacte y se registre la lectura. Los impactos deben efectuarse al menos a 2.5 cm de distancia y se tomarán al menos 10 lecturas de las cuales se obtendrá el respectivo promedio.

## CAPITULO 3

### 3. RESULTADOS

#### 3.1.INTRODUCCIÓN

La inspección realizada al puente Quebrada Rondán, ubicado en el km 7+000 de la vía Guamote-Socavón, se realizó los días sábados 02 y 30 de abril del 2016, en los cuales, se pudieron recolectar datos de las principales fallas encontradas en los elementos de la estructura, lo cual forma parte del proyecto: “EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN, UBICADO EN LA CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, Y ANÁLISIS DE DOS ALTERNATIVAS DE DISEÑO”.

#### 3.2.DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN

El puente vehicular Quebrada Rondán, es un puente tipo losa sobre vigas de hormigón armado, el cual posee 5 vigas rectangulares apoyadas en los extremos sobre apoyos de neopreno reforzado, 2 estribos, uno de ellos con aleros en ángulo y otro tipo cajón. El puente posee una estructura longitudinal de tramo simple correspondiente a un sistema estructural isostático.

La estructura tiene una longitud de 30 m y un ancho total de 11.90 m, posee dos veredas para peatones y dos carriles de circulación. El puente permite salvar el obstáculo natural de la Quebrada Rondán, ubicado en la vía que comunica los poblados de Guamote con Cebadas, pertenecientes al cantón Guamote, provincia de Chimborazo.

Geográficamente el puente Quebrada Rondán forma parte del anillo vial Guamote–Cebadas–Macas, corredor transversal E46 que une la Sierra con el Oriente, emplazado en el kilómetro 7+000 de la carretera Guamote – Socavón, en las coordenadas que se muestran a continuación:

Sistema Geográfico de Ubicación			
Inicio		Fin	
Latitud (x)	Altitud (y)	Latitud (x)	Altitud (y)
9792131.00	759581.00	9792148.75	759612.26

Tabla 68 Coordenadas Geográfica

### 3.3.INSPECCIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN

#### 3.3.1. CRONOGRAMA DE ACCIONES EN CAMPO CON EL TIEMPO DE EJECUCIÓN

<b>CRONOGRAMA DE ACCIONES DURANTE LA VISITA DE CAMPO</b>		
<b>Hora</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>
8:00	Salida de la ciudad de Riobamba hacia el Puente Quebrada Rondan	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
9:15	Llegada al Puente Quebrada Rondan	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
9:15-9:20	Verificación del nombre y datos de ubicación del Puente Quebrada Rondan	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
9:20-9:35	Verificación del el equipo y herramientas necesarias para realizar la inspección	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
9:35-9:50	Registro fotográfico del Puente Quebrada Rondan y sus accesos	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
<b>Inspección y calificación de la condición de los elementos del puente</b>		
<b>Subestructura</b>		
9:50-11:20	Estribo - Margen Izquierdo	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
	Muros de ala - Margen Izquierdo	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
	Estribo - Margen Derecho	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
	Muros de ala - Margen Derecho	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
	Muros de gaviones	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
<b>Superestructura</b>		
11:20-13:50	Vigas y Diafragmas	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
	Tablero	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
<b>Accesorios</b>		
13:50-14:50	Superficie de rodadura	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
	Drenaje	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
	Aceras	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
	Barandas	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
	Juntas de Dilatación	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
	Accesos	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
	Señalización	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
14:50-15:15	Verificación de documentación del levantamiento	Caterine Gusqui

	de información	Andrea Rodríguez
15:15-15:30	Levantamiento del equipo y herramientas utilizados en la inspección	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez
15:30	Finalización de inspección	Caterine Gusqui Andrea Rodríguez

Tabla 69 Cronograma de acciones durante la visita de campo

### 3.3.2. EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS PARA LA INSPECCIÓN Y SUS RESPONSABLES

<b>CHECK LIST</b>			
<b>Responsable</b>		<b>Caterine Gusqui</b>	<b>Andrea Rodríguez</b>
<b>Equipo de protección personal</b>			
1	Casco	X	X
2	Chaleco	X	X
3	Guantes	X	X
4	Botas de caucho	X	X
<b>Equipos para limpieza</b>			
5	Cepillo de alambre		X
6	Lija	X	X
7	Espátula	X	
8	Gafas	X	X
9	Brocha	X	X
<b>Herramientas para ayuda visual</b>			
10	Binoculares		X
11	Flexómetro	X	
12	Nivel de Carpintero		X
13	Cintas	X	X
<b>Herramientas para documentación</b>			
14	Cámara fotográfica	X	
15	Libreta de campo	X	X
16	GPS		X
17	Check list de elementos a inspeccionar	X	X
<b>Herramientas para misceláneas</b>			
18	Martillo	X	
19	Escalera		X
20	Botiquín de primeros auxilios		X

Tabla 70 CHECK LIST Equipos y/o herramientas para la inspección

### 3.3.3. FOTOGRAFÍAS DEL PUENTE

Es necesario tomar una fotografía de identificación al inicio de la inspección.

En la fotografía de identificación se puede distinguir algunos de los elementos del puente, tanto de la subestructura como de la superestructura, así como también sus accesos.



Ilustración 48 Puente Quebrada Rondán

- Accesos al puente
- Barandas y aceras
- Junta de dilatación
- Tablero
- Vigas
- Estribo derecho e izquierdo
- Muro de ala izquierdo y derecho
- Cauce del río
- Taludes



Ilustración 49 Acceso Guamote-Socavón

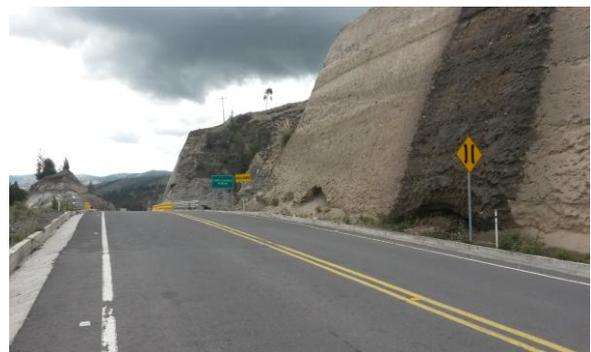


Ilustración 50 Acceso Socavón-Guamote

### 3.3.4. CARACTERÍSTICAS E IDENTIFICACIÓN DEL PUENTE

TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN				
1.	Identificación y ubicación			
	Nombre del puente	Quebrada Rondán	Carretera:	Guamote - Socavón
	Tipo de puente	Losa	Kilómetro:	7 + 000
	Sobre	Vigas de concreto reforzado	Tipo de vía:	Colectora Guamote-Macas E46
	Latitud (x)-Altitud (y) (inicio)	x:9792131.00 y:759581.00	Provincia	Chimborazo
	Latitud (x)-Altitud (y) (fin)	x:9792148.75 y:759612.26	Poblado más cercano	Guamote
2.	Datos Generales			
	Puente sobre	Quebrada Rondán	Altura libre inferior (m)	4.30
	Longitud total (m)	30.00	Año construcción	2014
	Ancho total (m)	11.90	N° proyecto	1
	Ancho vereda (m)	1.20	Última inspección (dd/mm/aa)	No se registra información
	Altura libre superior (m)	6.25	Último trabajo (dd/mm/aa)	No se registra información
3.	Tramos			
	Número de tramos	1	Longitud total	30.00
	Tramos	1	Longitud segundo tramo (m)	No posee
	Luz principal (m)	30.00	Longitud tercer tramo (m)	No posee
4.	Superestructura			
	Losa		Vigas	
	Material	Concreto reforzado	N° de vigas	5
	Espesor (m)	0.20	Material	Concreto reforzado
	Superficie de desgaste	Pavimento asfáltico	Forma	Rectangular
			Peralte (m)	1.95
			Separación entre ejes (m)	2.40
5.	Subestructura			
	<u>Estribo margen izquierdo</u>		<u>Estribo margen derecho</u>	
	Elevación/Tipo	Con aleros en ángulo	Elevación/Tipo	Cajón
	Elevación/Material	Concreto reforzado	Elevación/Material	Concreto reforzado
	Cimentación/Tipo	Zapata superficial	Cimentación/Tipo	Zapata superficial
	Cimentación/Material	Concreto reforzado	Cimentación/Material	Concreto reforzado
	<u>Apoyos margen izquierdo</u>		<u>Apoyo margen derecho</u>	
	Tipo	Apoyo fijo	Tipo	Apoyo fijo
	Material	Neopreono	Material	Neopreono
	Ubicación	Sobre los estribos	Ubicación	Sobre los estribos
	Numero	5	Numero	5
6.	Pilares			
	<u>Pila 1</u>		<u>Pila 2</u>	

	<b>Elevación/Tipo</b>	No posee	<b>Elevación/Tipo</b>	No posee
	<b>Elevación/Material</b>	No posee	<b>Elevación/Material</b>	No posee
	<b>Cimentación/Tipo</b>	No posee	<b>Cimentación/Tipo</b>	No posee
	<b>Cimentación/Material</b>	No posee	<b>Cimentación/Material</b>	No posee
8.	<b>Accesorios</b>			
	<b><u>Barandas</u></b>		<b><u>Veredas</u></b>	
	<b>Tipo</b>	Postes y pasamanos	<b>Ancho vereda (m)</b>	1.20
	<b>Material</b>	Concreto reforzado	<b>Material</b>	Concreto
	<b><u>Juntas de expansión</u></b>		<b><u>Drenaje</u></b>	
	<b>Numero de juntas de expansión</b>	2	<b>Numero de drenaje de calzada</b>	12
	<b>Material</b>	Perfiles de elastómero armado	<b>Material</b>	Pvc
9.	<b>Accesos</b>			
	<b><u>Acceso izquierdo</u></b>		<b><u>Acceso derecho</u></b>	
	<b>Longitud transición (m)</b>	No visible	<b>Longitud transición (m)</b>	No visible
	<b>Ancho de calzada (m)</b>	9.00	<b>Ancho de calzada (m)</b>	9.00
	<b>Ancho total bermas (m)</b>	0.30	<b>Ancho total bermas (m)</b>	0.30
	<b>Visibilidad</b>	Bueno	<b>Visibilidad</b>	Regular
10.	<b>Seguridad vial</b>			
	<b><u>Acceso izquierdo</u></b>		<b><u>Acceso derecho</u></b>	
	<b>Señal informativa</b>	Buena	<b>Señal informativa</b>	Buena
	<b>Señal preventiva</b>	Buena	<b>Señal preventiva</b>	Buena
	<b>Señal reglamentaria</b>	Buena	<b>Señal reglamentaria</b>	Buena
	<b>Señal horizontal</b>	Buena	<b>Señal horizontal</b>	Buena
13.	<b>Condición del sector de la carretera</b>			
	<b>Condición de la carretera</b>	Bueno		
	<b>Fecha de inspección:</b>	02 de Abril del 2016		
	<b>Inspector:</b>	Caterine Gusqui – Andrea Rodríguez		

Tabla 71 Toma de datos de la inspección

### 3.3.5. DATOS GENERALES DE LA INSPECCIÓN (ELEMENTOS)

<b>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN (ELEMENTOS)</b>			
<b>1. Accesorios</b>			
<b><u>1.1 Superficie de rodadura</u></b>			
Material	Pavimento asfáltico	Ancho (m)	9.00
Longitud Total (m)	30.00	Espesor (m)	0.05
<b><u>1.2 Baranda</u></b>			
Material	Concreto reforzado	Separación entre ejes (m)	1.96
Longitud Total (m)	30.00	Altura (m)	0.90
Ancho (m)	Pavimento asfáltico	N° de postes	18.00
<b><u>1.3 Acera</u></b>			
Material	Concreto reforzado	Ancho (m)	1.20
Longitud Total (m)	30.00	Espesor (m)	0.30
<b><u>1.4 Juntas de Expansión</u></b>			
Material	Concreto reforzado	N° de juntas	2.00
Longitud Total (m)	9.00		
<b><u>1.5 Drenaje</u></b>			
Material	PVC	Separación entre ejes (m)	2.50
Diámetro (mm)	110.00	N° de drenajes	24.00
<b>2. Superestructura</b>			
<b><u>2.1 Tablero</u></b>			
Material	Concreto reforzado	Ancho (m)	11.90
Longitud Total (m)	30.00	Espesor (m)	0.20
<b><u>2.2 Vigas Principales</u></b>			
Tipo	Rectangular	Ancho (m)	0.45
Material	Concreto reforzado	Peralte (m)	1.95
N° de vigas	5.00	Separación entre ejes (m)	2.40
<b><u>2.3 Vigas Secundarias (Diafragma)</u></b>			
Material	Concreto reforzado	Ancho (m)	0.20
N° de diafragmas	5.00	Peralte (m)	1.50
Longitud (m)	1.95	Separación entre ejes (m)	7.50
<b>3. Subestructura</b>			
<b><u>3.1 Apoyo Margen Derecho</u></b>		<b><u>3.2 Apoyo Margen Izquierdo</u></b>	
Tipo	Apoyo Fijo	Tipo	Apoyo Fijo
Material	Neopreno	Material	Neopreno
Ubicación	Estribo	Ubicación	Estribo
N° de apoyos	5.00	N° de apoyos	5.00
<b><u>3.3 Estribo Margen Derecho</u></b>		<b><u>3.4 Estribo Margen Izquierdo</u></b>	
Tipo	Cajón	Tipo	Con aleros en ángulo

<b>Material</b>	Concreto reforzado	<b>Material</b>	Concreto reforzado
<b>Cuerpo/Ancho</b>	11.90	<b>Cuerpo/Ancho</b>	11.90
<b>Cuerpo/Espesor</b>	0.95	<b>Cuerpo/Espesor</b>	0.95
<b>Cuerpo/Altura</b>	7.08	<b>Cuerpo/Altura</b>	7.08
<b>Alas/Ancho</b>	No visible	<b>Alas/Ancho</b>	3.54
<b>Alas/Espesor</b>	No visible	<b>Alas/Espesor</b>	0.30
<b>Alas/Altura</b>	7.08	<b>Alas/Altura</b>	7.08
<b>Fecha de inspección:</b>	02 de Abril del 2016		
<b>Inspector:</b>	Caterine Gusqui – Andrea Rodríguez		

Tabla 72 Toma de datos de la inspección (Elementos)

### 3.3.6. FICHAS DE EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

#### 3.3.6.1. ESTRIBOS

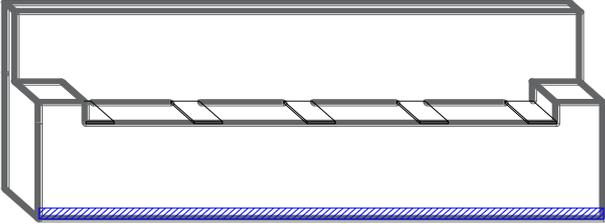
EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN			
			
<b>FICHA N° 01</b>			
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	ESTRIBO MARGEN DERECHO		
<b>DAÑO:</b>	EFLORESCENCIA	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>4</b>
<b>ESQUEMA:</b>			
 <p style="text-align: center;">ELEMENTO: ESTRIBO (MARGEN DERECHO) FALLA: EFLORESCENCIA</p>			
GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN		
5	No se observó eflorescencia		
4	Se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto		X
3	Se observó eflorescencia en menos de la mitad del área del elemento		
2	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área del elemento		
1	Se observaron estalactitas en muchos lugares causadas por el cloruro de calcio		
<b>OBSERVACIONES:</b>			

Tabla 73 Ficha de Registro de Fallas N°01

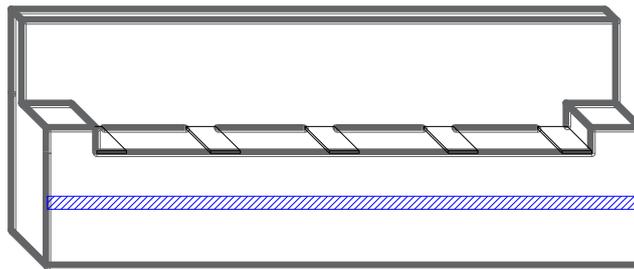
**EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL  
PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN**



**FICHA N° 02**

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	ESTRIBO MARGEN DERECHO		
<b>DAÑO:</b>	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>4</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: ESTRIBO (MARGEN DERECHO)  
FALLA: NIDOS DE PIEDRA

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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 74 Ficha de Registro de Fallas N°02

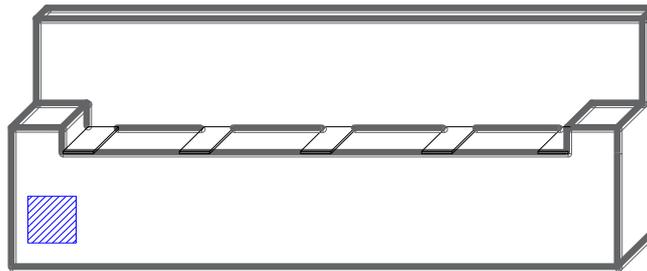
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 03

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO		
<b>DAÑO:</b>	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: ESTRIBO (MARGEN IZQUIERDO)  
FALLA: ACERO EXPUESTO

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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 75 Ficha de Registro de Fallas N°03

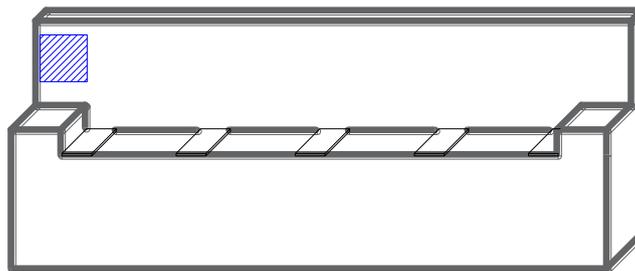
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 04

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO		
<b>DAÑO:</b>	AGRIETAMIENTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>4</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: ESTRIBO (MARGEN IZQUIERDO)  
FALLA: AGRIETAMIENTO

GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay grietas	
4	Se observan algunas grietas	X
3	El espesor de la grieta es menor a 0.3mm con intervalos de 50cm	
2	El espesor de la grieta es mayor a 0.3mm con intervalos de 50cm	
1	Se observan grietas con espesores de varios mm	

**OBSERVACIONES:**

Tabla 76 Ficha de Registro de Fallas N°04

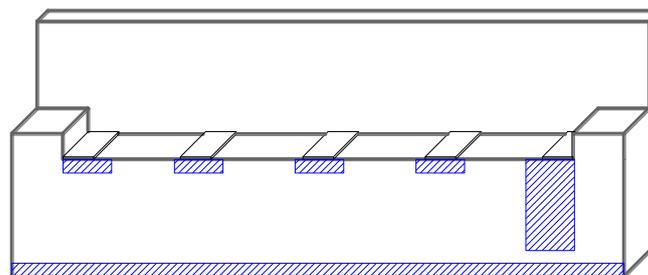
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 05

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO		
<b>DAÑO:</b>	EFLORESCENCIA	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: ESTRIBO (MARGEN IZQUIERDO)  
FALLA: EFLORESCENCIA

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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 77 Ficha de Registro de Fallas N°05

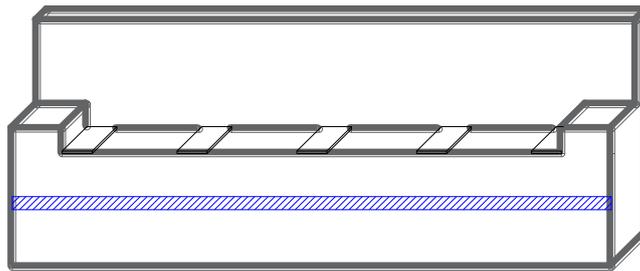
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 06

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO		
<b>DAÑO:</b>	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: ESTRIBO (MARGEN IZQUIERDO)  
FALLA: NIDOS DE PIEDRA

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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 78 Ficha de Registro de Fallas N°06

### 3.3.6.2.MURO DE ALA

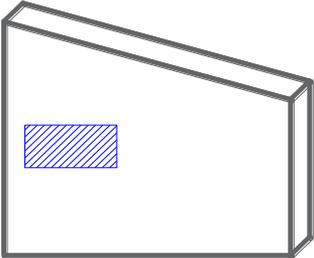
EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN			
<b>FICHA N° 07</b>			
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	MURO DE ALA (ESTRIBO IZQUIERDO)		
<b>DAÑO:</b>	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	<b>SEVERIDAD:</b>	4
<b>ESQUEMA:</b>			
 <p style="text-align: center;">ELEMENTO: MURO DE ALA (MARGEN IZQUIERDO) FALLA: NIDOS DE PIEDRA</p>			
GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN		
5	No se observaron nidos de piedra		
4	Se observaron nidos de piedra en algunos sitios.		X
3	Se observan más de diez nidos de piedra.		
2	Se observan nidos de piedra en muchos sitios		
1	No aplica		
<b>OBSERVACIONES:</b>			

Tabla 79 Ficha de Registro de Fallas N°07

3.3.6.3.VIGAS

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN				
<b>FICHA N° 08</b>				
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES	
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016	
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO			
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (1)			
<b>DAÑO:</b>	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>	
<b>ESQUEMA:</b>				
<p style="text-align: center;">Base Aguas Arriba</p> <p style="text-align: center;">Aguas Abajo</p> <p style="text-align: center;">VISTA - AGUAS ARRIBA</p> <p style="text-align: center;">VISTA - AGUAS ABAJO</p> <p style="text-align: right;">ELEMENTO: VIGA 1 FALLA: ACERO EXPUESTO</p>				
<b>GRADO DE DAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>			
5	Descascaramiento en la superficie del concreto			
4	Se observan cáscaras a lo largo del refuerzo principal			
3	El refuerzo está expuesto en pequeñas partes			
2	Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado			X
1	Se observa el acero principal expuesto y con reducción de la sección.			
<b>OBSERVACIONES:</b>				

Tabla 80 Ficha de Registro de Fallas N°08

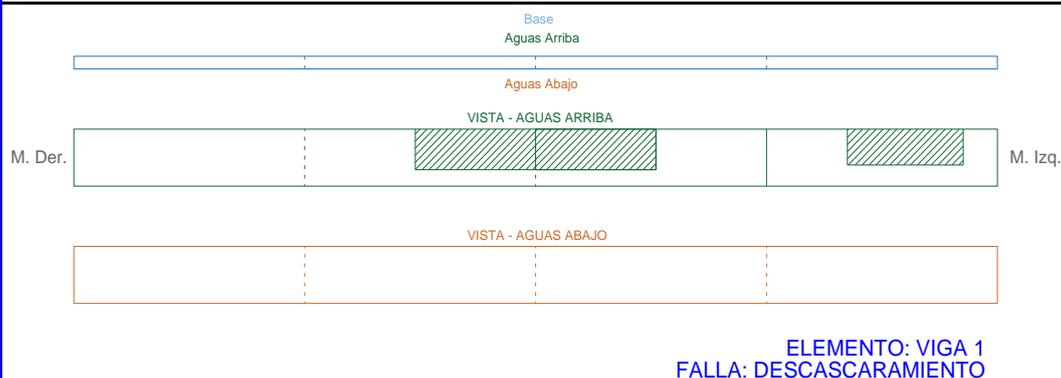
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 09

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (1)		
<b>DAÑO:</b>	DESCASCARAMIENTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

#### ESQUEMA:



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

#### OBSERVACIONES:

Tabla 81 Ficha de Registro de Fallas N°09

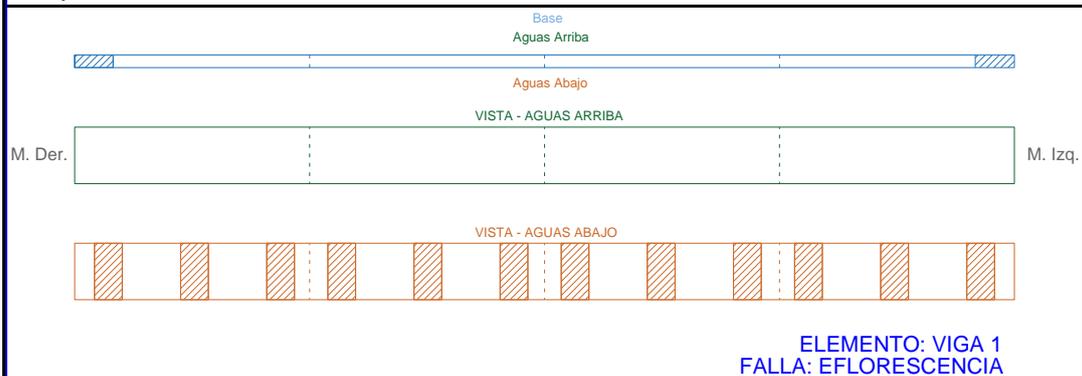
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 10

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (1)		
<b>DAÑO:</b>	EFLORESCENCIA	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

**ESQUEMA:**



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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 82 Ficha de Registro de Fallas N°10

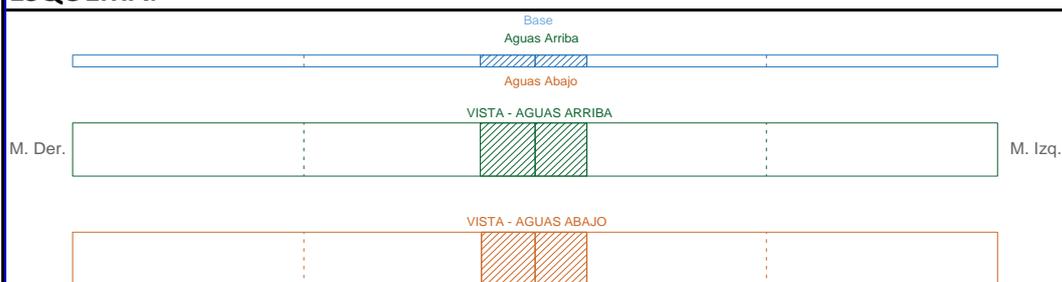
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 11

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (1)		
<b>DAÑO:</b>	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

#### ESQUEMA:



ELEMENTO: VIGA 1  
FALLA: GRIETAS-CENTRO DE LUZ

GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay evidencia de daño.	
4	Si todas las grietas tienen anchos menores de 0.3 mm se puede suponer que los esfuerzos no son muy altos.	
3	Si el ancho de la fisura está entre 0.3 mm y 0.6 mm el esfuerzo puede ser alto pero se supone no es peligroso.	
2	Un ancho de fisura mayor a 0.6 mm indica que los esfuerzos son altos y que allí puede haber problema con respecto a la capacidad de carga.	X
1	Se presentan agrietamientos en los diafragmas, entallamientos en las juntas de las vigas.	

#### OBSERVACIONES:

Tabla 83 Ficha de Registro de Fallas N°11

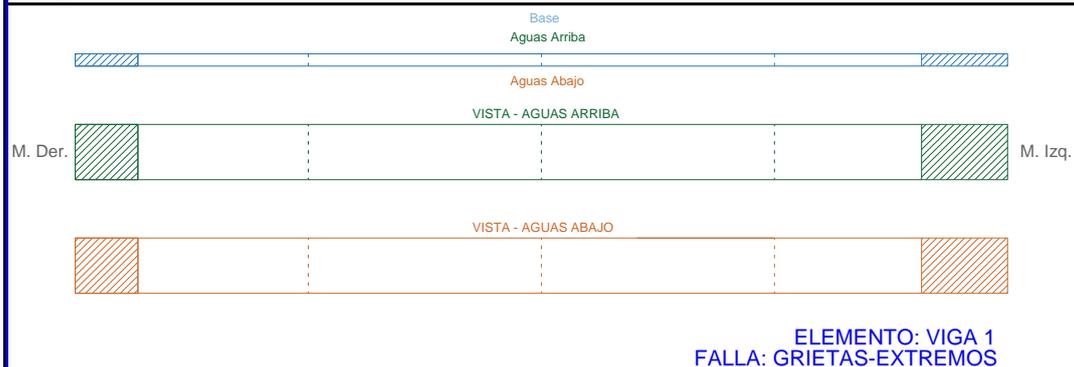
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA Nº 12

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (1)		
<b>DAÑO:</b>	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

**ESQUEMA:**



GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay evidencia de daño.	
4	Grietas verticales u horizontales menores a 1 mm y de longitud menor a 20 cm	
3	Grietas entre 1 mm y 5 mm de espesor y longitud mayor a 20 cm	
2	Grietas con espesores mayores a 5 mm y largos mayores a 1 m. Zonas generalizadas de agrietamientos	X
1	Grietas gruesas e inclinadas que cruzan la sección transversal del elemento, pérdida parcial de material.	

**OBSERVACIONES:**

Tabla 84 Ficha de Registro de Fallas Nº12

## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 13

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (1)		
<b>DAÑO:</b>	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

#### ESQUEMA:



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

#### OBSERVACIONES:

---

Tabla 85 Ficha de Registro de Fallas N°13

## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 14

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (2)		
<b>DAÑO:</b>	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: VIGA 2  
FALLA: ACERO EXPUESTO

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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 86 Ficha de Registro de Fallas N°14

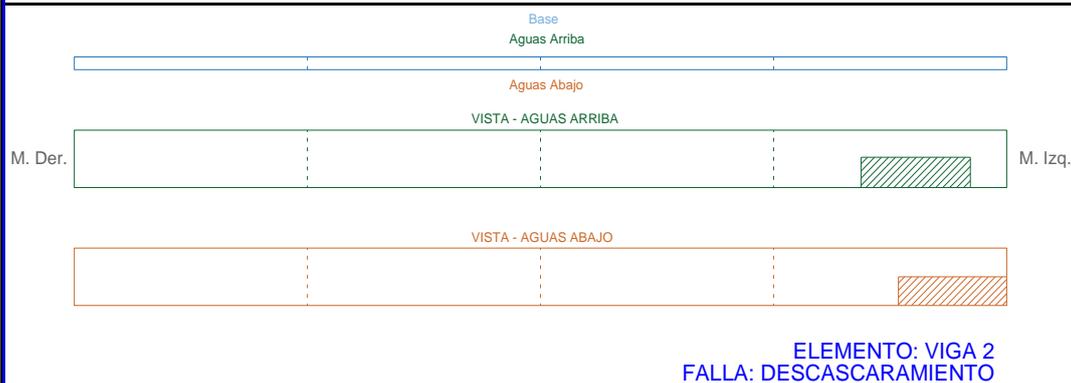
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 15

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (2)		
<b>DAÑO:</b>	DESCASCARAMIENTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

**ESQUEMA:**



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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 87 Ficha de Registro de Fallas N°15

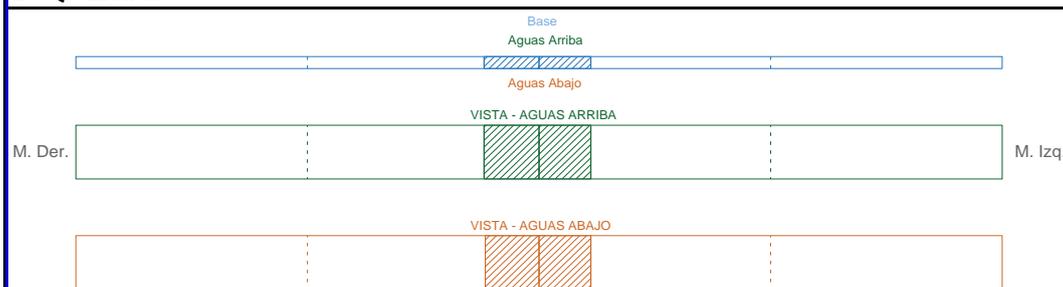
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 16

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (2)		
<b>DAÑO:</b>	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

#### ESQUEMA:



ELEMENTO: VIGA 2  
FALLA: GRIETAS-CENTRO DE LUZ

GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay evidencia de daño.	
4	Si todas las grietas tienen anchos menores de 0.3 mm se puede suponer que los esfuerzos no son muy altos.	
3	Si el ancho de la fisura está entre 0.3 mm y 0.6 mm el esfuerzo puede ser alto pero se supone no es peligroso.	X
2	Un ancho de fisura mayor a 0.6 mm indica que los esfuerzos son altos y que allí puede haber problema con respecto a la capacidad de carga.	
1	Se presentan agrietamientos en los diafragmas, entallamientos en las juntas de las vigas.	

#### OBSERVACIONES:

Tabla 88 Ficha de Registro de Fallas N°16

## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA Nº 17

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (2)		
<b>DAÑO:</b>	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

#### ESQUEMA:



GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay evidencia de daño.	
4	Grietas verticales u horizontales menores a 1 mm y de longitud menor a 20 cm	
3	Grietas entre 1 mm y 5 mm de espesor y longitud mayor a 20 cm	X
2	Grietas con espesores mayores a 5 mm y largos mayores a 1 m. Zonas generalizadas de agrietamientos	
1	Grietas gruesas e inclinadas que cruzan la sección transversal del elemento, pérdida parcial de material.	

#### OBSERVACIONES:

Tabla 89 Ficha de Registro de Fallas Nº17

## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA Nº 18

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (2)		
<b>DAÑO:</b>	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

#### ESQUEMA:



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

#### OBSERVACIONES:

Tabla 90 Ficha de Registro de Fallas Nº18

## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 19

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (3)		
<b>DAÑO:</b>	DESCASCARAMIENTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>4</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: VIGA 3  
FALLA: DESCASCARAMIENTO

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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 91 Ficha de Registro de Fallas N°19

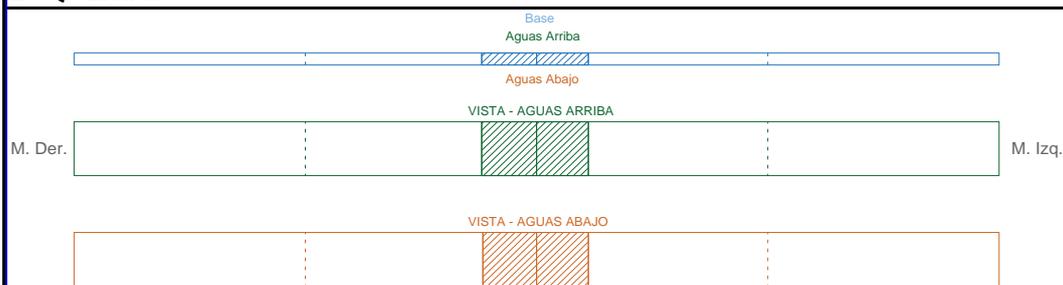
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 20

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (3)		
<b>DAÑO:</b>	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

#### ESQUEMA:



ELEMENTO: VIGA 3  
FALLA: GRIETAS-CENTRO DE LUZ

GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay evidencia de daño.	
4	Si todas las grietas tienen anchos menores de 0.3 mm se puede suponer que los esfuerzos no son muy altos.	
3	Si el ancho de la fisura está entre 0.3 mm y 0.6 mm el esfuerzo puede ser alto pero se supone no es peligroso.	X
2	Un ancho de fisura mayor a 0.6 mm indica que los esfuerzos son altos y que allí puede haber problema con respecto a la capacidad de carga.	
1	Se presentan agrietamientos en los diafragmas, entallamientos en las juntas de las vigas.	

#### OBSERVACIONES:

Tabla 92 Ficha de Registro de Fallas N°20

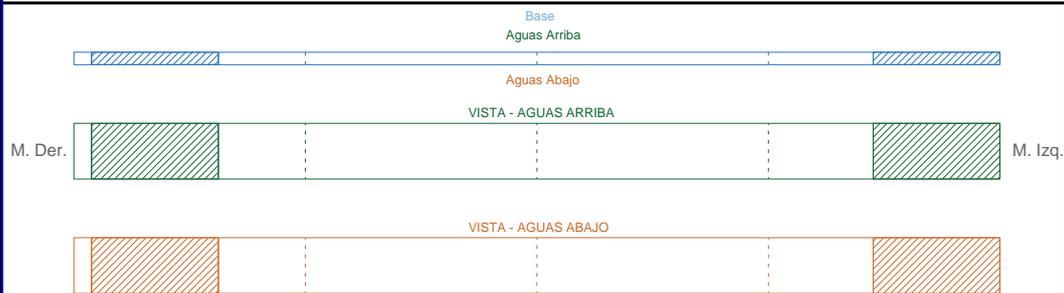
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA Nº 21

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (3)		
<b>DAÑO:</b>	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: VIGA 3  
FALLA: GRIETAS-EXTREMOS

GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay evidencia de daño.	
4	Grietas verticales u horizontales menores a 1 mm y de longitud menor a 20 cm	
3	Grietas entre 1 mm y 5 mm de espesor y longitud mayor a 20 cm	X
2	Grietas con espesores mayores a 5 mm y largos mayores a 1 m. Zonas generalizadas de agrietamientos	
1	Grietas gruesas e inclinadas que cruzan la sección transversal del elemento, pérdida parcial de material.	

**OBSERVACIONES:**

Tabla 93 Ficha de Registro de Fallas Nº21

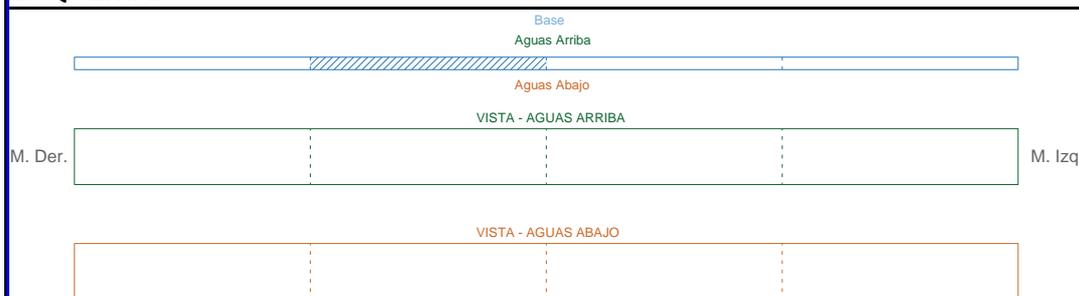
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 22

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (3)		
<b>DAÑO:</b>	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: VIGA 3  
FALLA: NIDOS DE PIEDRA

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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 94 Ficha de Registro de Fallas N°22

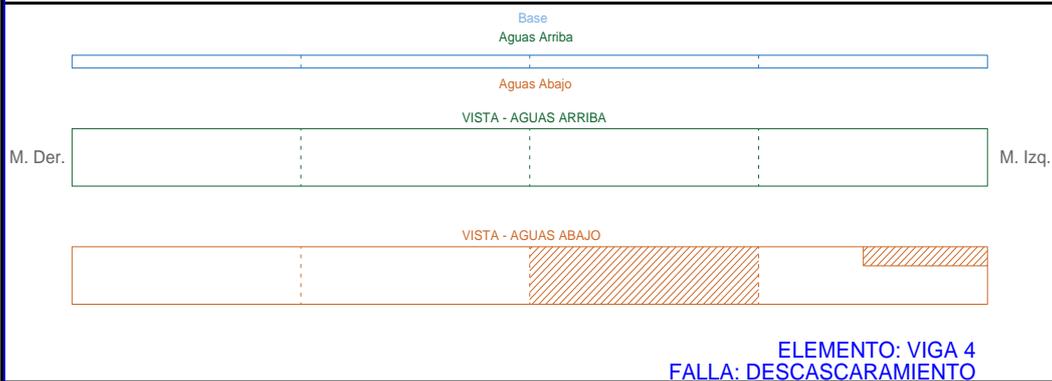
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 23

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (4)		
<b>DAÑO:</b>	DESCASCARAMIENTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

**ESQUEMA:**



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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 95 Ficha de Registro de Fallas N°23

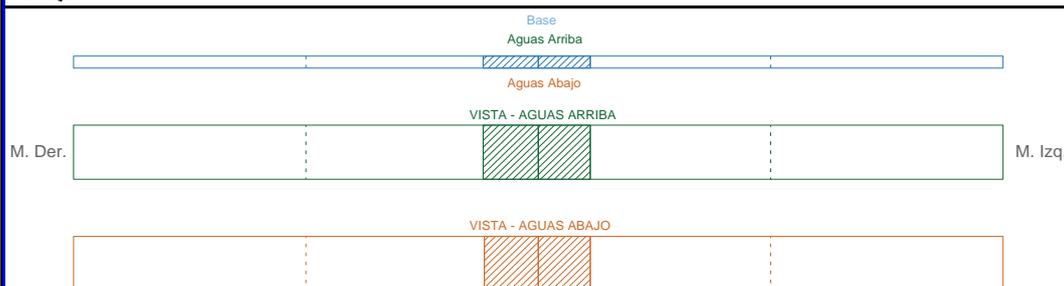
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 24

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (4)		
<b>DAÑO:</b>	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

#### ESQUEMA:



ELEMENTO: VIGA 4  
FALLA: GRIETAS-CENTRO DE LUZ

GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay evidencia de daño.	
4	Si todas las grietas tienen anchos menores de 0.3 mm se puede suponer que los esfuerzos no son muy altos.	
3	Si el ancho de la fisura está entre 0.3 mm y 0.6 mm el esfuerzo puede ser alto pero se supone no es peligroso.	X
2	Un ancho de fisura mayor a 0.6 mm indica que los esfuerzos son altos y que allí puede haber problema con respecto a la capacidad de carga.	
1	Se presentan agrietamientos en los diafragmas, entallamientos en las juntas de las vigas.	

#### OBSERVACIONES:

Tabla 96 Ficha de Registro de Fallas N°24

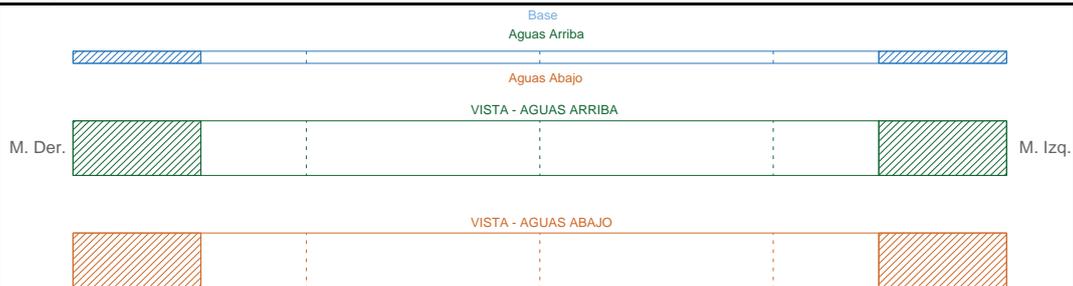
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 25

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (4)		
<b>DAÑO:</b>	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

#### ESQUEMA:



ELEMENTO: VIGA 4  
FALLA: GRIETAS-EXTREMOS

GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay evidencia de daño.	
4	Grietas verticales u horizontales menores a 1 mm y de longitud menor a 20 cm	
3	Grietas entre 1 mm y 5 mm de espesor y longitud mayor a 20 cm	X
2	Grietas con espesores mayores a 5 mm y largos mayores a 1 m. Zonas generalizadas de agrietamientos	
1	Grietas gruesas e inclinadas que cruzan la sección transversal del elemento, pérdida parcial de material.	

#### OBSERVACIONES:

Tabla 97 Ficha de Registro de Fallas N°25

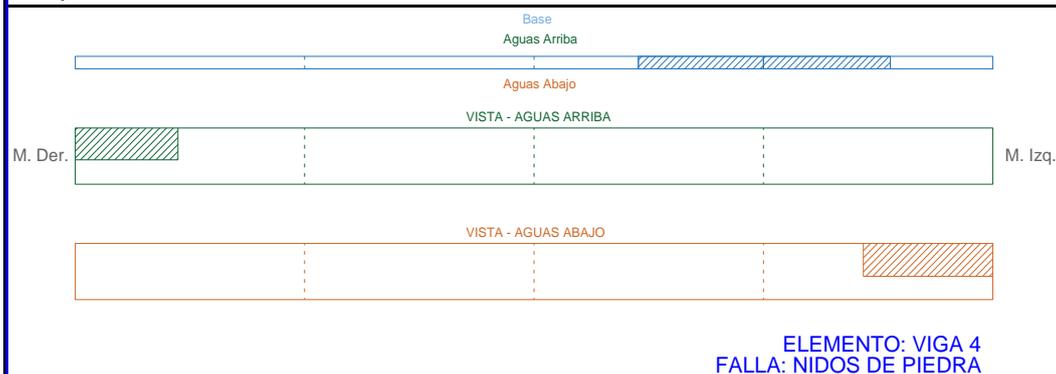
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 26

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (4)		
<b>DAÑO:</b>	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

#### ESQUEMA:



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

#### OBSERVACIONES:

Tabla 98 Ficha de Registro de Fallas N°26

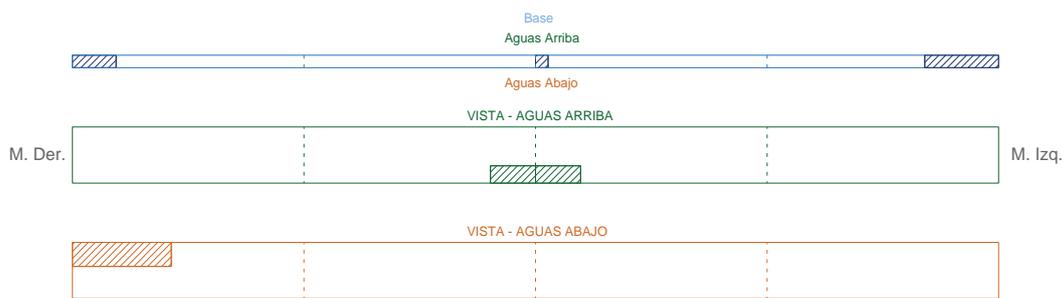
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 27

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (5)		
<b>DAÑO:</b>	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: VIGA 5  
FALLA: ACERO EXPUESTO

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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 99 Ficha de Registro de Fallas N°27

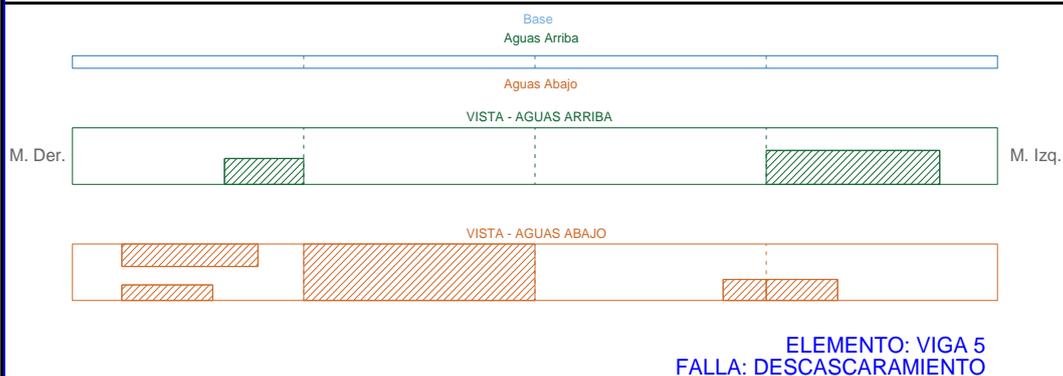
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA Nº 28

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (5)		
<b>DAÑO:</b>	DESCASCARAMIENTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

#### ESQUEMA:



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

#### OBSERVACIONES:

Tabla 100 Ficha de Registro de Fallas Nº28

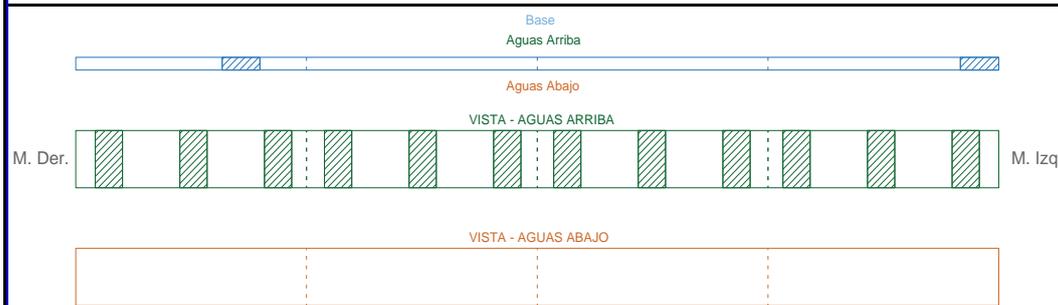
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 29

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (5)		
<b>DAÑO:</b>	EFLORESCENCIA	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

#### ESQUEMA:



ELEMENTO: VIGA 5  
FALLA: EFLORESCENCIA

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

#### OBSERVACIONES:

---

Tabla 101 Ficha de Registro de Fallas N°29

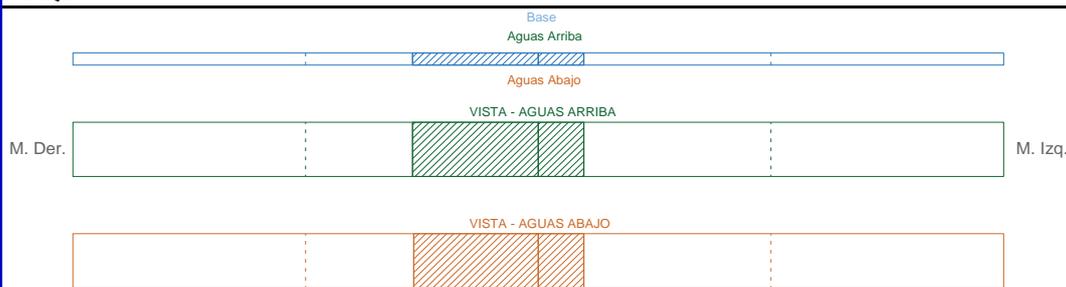
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 30

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (5)		
<b>DAÑO:</b>	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: VIGA 5  
FALLA: GRIETAS-CENTRO DE LUZ

GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay evidencia de daño.	
4	Si todas las grietas tienen anchos menores de 0.3 mm se puede suponer que los esfuerzos no son muy altos.	
3	Si el ancho de la fisura está entre 0.3 mm y 0.6 mm el esfuerzo puede ser alto pero se supone no es peligroso.	
2	Un ancho de fisura mayor a 0.6 mm indica que los esfuerzos son altos y que allí puede haber problema con respecto a la capacidad de carga.	X
1	Se presentan agrietamientos en los diafragmas, entallamientos en las juntas de las vigas.	

**OBSERVACIONES:**

Tabla 102 Ficha de Registro de Fallas N°30

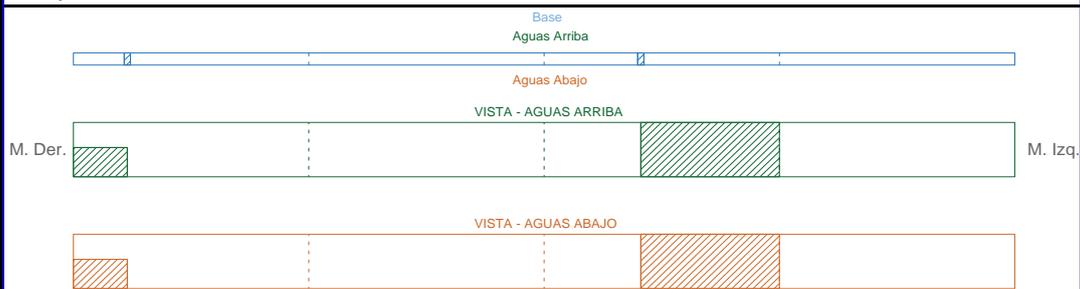
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 31

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (5)		
<b>DAÑO:</b>	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

#### ESQUEMA:



ELEMENTO: VIGA 5  
FALLA: GRIETAS-EXTREMOS

GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay evidencia de daño.	
4	Grietas verticales u horizontales menores a 1 mm y de longitud menor a 20 cm	
3	Grietas entre 1 mm y 5 mm de espesor y longitud mayor a 20 cm	
2	Grietas con espesores mayores a 5 mm y largos mayores a 1 m. Zonas generalizadas de agrietamientos	X
1	Grietas gruesas e inclinadas que cruzan la sección transversal del elemento, pérdida parcial de material.	

#### OBSERVACIONES:

Tabla 103 Ficha de Registro de Fallas N°31

## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 32

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (5)		
<b>DAÑO:</b>	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: VIGA 5  
FALLA: NIDOS DE PIEDRA

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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 104 Ficha de Registro de Fallas N°32

### 3.3.6.4.DIAFRAGMAS

<b>EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN</b>				
<b>FICHA N° 33</b>				
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES	
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016	
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO			
<b>ELEMENTO:</b>	DIAFRAGMAS			
<b>DAÑO:</b>	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>	
<b>ESQUEMA:</b>				
<b>GRADO DE DAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>			
5	Descascaramiento en la superficie del concreto			
4	Se observan cáscaras a lo largo del refuerzo principal			
3	El refuerzo está expuesto en pequeñas partes			
2	Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado			X
1	Se observa el acero principal expuesto y con reducción de la sección.			
<b>OBSERVACIONES:</b>				

Tabla 105 Ficha de Registro de Fallas N°33

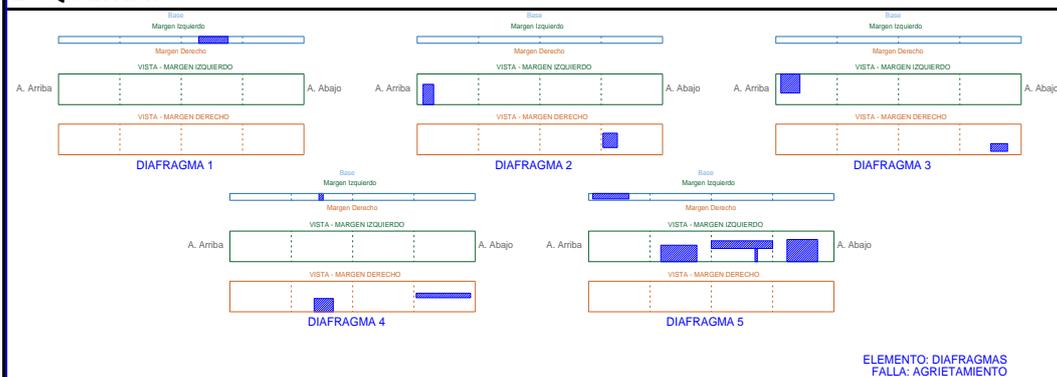
# EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



## FICHA Nº 34

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	DIAFRAGMAS		
<b>DAÑO:</b>	AGRIETAMIENTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>4</b>

### ESQUEMA:



GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay grietas	
4	Se observan algunas grietas	X
3	El espesor de la grieta es menor a 0.3mm con intervalos de 50cm	
2	El espesor de la grieta es mayor a 0.3mm con intervalos de 50cm	
1	Se observan grietas con espesores de varios mm	

### OBSERVACIONES:

Tabla 106 Ficha de Registro de Fallas Nº34

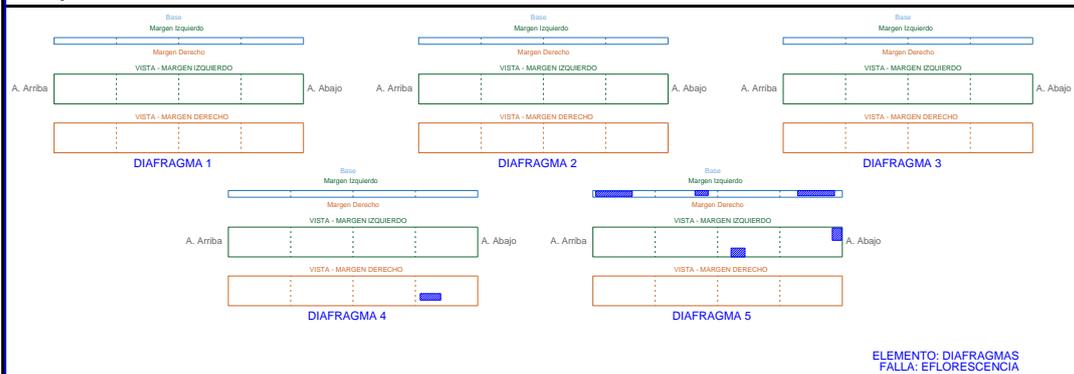
# EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



## FICHA Nº 35

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	DIAFRAGMAS		
<b>DAÑO:</b>	EFLORESCENCIA	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

### ESQUEMA:



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

### OBSERVACIONES:

Tabla 107 Ficha de Registro de Fallas Nº35

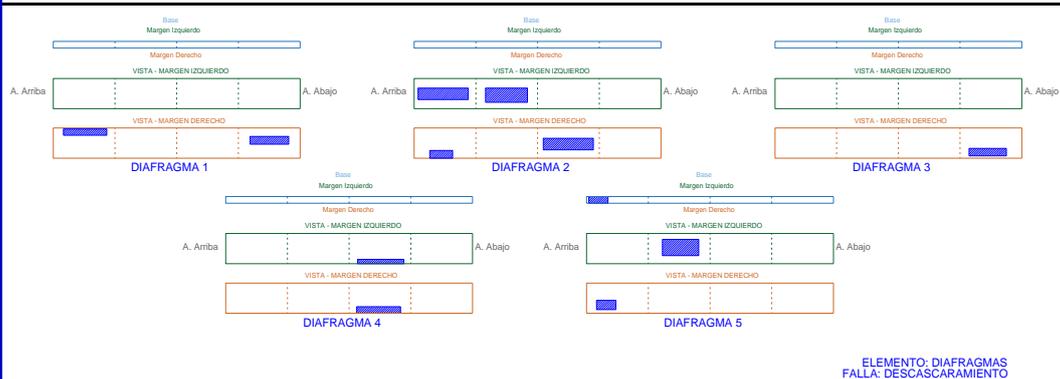
# EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



## FICHA Nº 36

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	DIAFRAGMAS		
<b>DAÑO:</b>	DESCASCARAMIENTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

### ESQUEMA:



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

### OBSERVACIONES:

Tabla 108 Ficha de Registro de Fallas Nº36

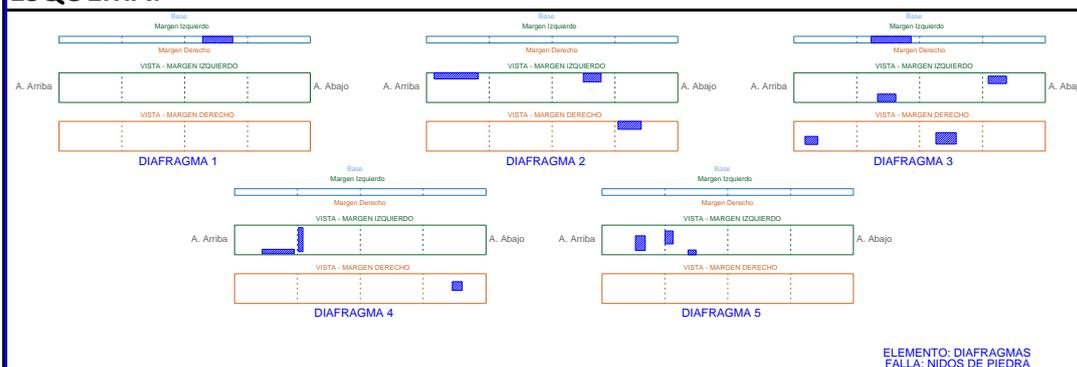
# EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



## FICHA Nº 37

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	DIAFRAGMAS		
<b>DAÑO:</b>	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

### ESQUEMA:



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

### OBSERVACIONES:

Tabla 109 Ficha de Registro de Fallas Nº37

3.3.6.5.APOYOS

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN					
<b>FICHA Nº 38</b>					
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES		
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016		
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO				
<b>ELEMENTO:</b>	APOYOS DE NEOPRENO (MARGEN IZQ.)				
<b>DAÑO:</b>	DEFORMACIÓN	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>		
<b>ESQUEMA:</b>					
	EJE 1	EJE 2	EJE 3	EJE 4	EJE 5
planta					
elev.					
ELEMENTO: APOYOS (MARGEN IZQUIERDO) FALLA: DEFORMACIÓN					
GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN				
5	No se observan deformaciones				
4	Se observa una ligera deformación				
3	Se observan deformaciones, pero todavía funciona				X
2	El apoyo está considerablemente deformado y deberá ser reemplazado				
1	El apoyo está completamente deformado y no funciona como apoyo				
<b>OBSERVACIONES:</b>					

Tabla 110 Ficha de Registro de Fallas Nº38

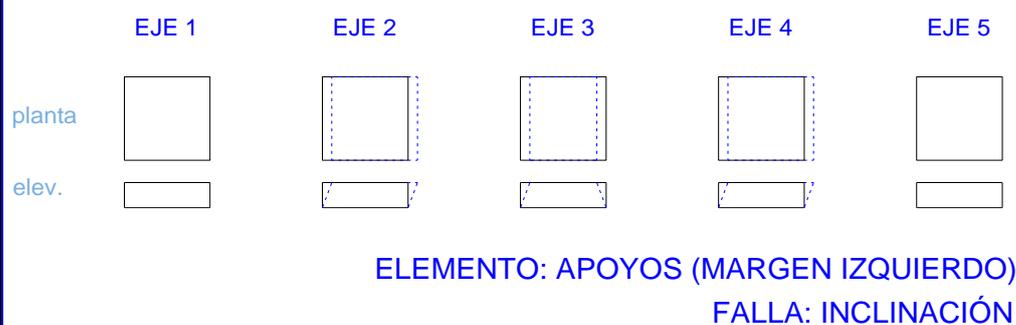
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 39

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	APOYOS DE NEOPRENO (MARGEN IZQ.)		
<b>DAÑO:</b>	INCLINACIÓN	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

#### ESQUEMA:



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

#### OBSERVACIONES:

Tabla 111 Ficha de Registro de Fallas N°39

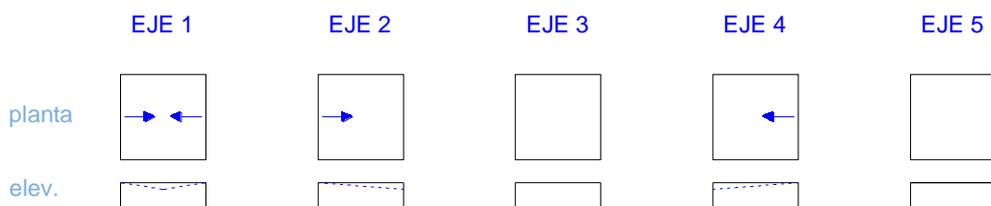
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 40

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	APOYOS DE NEOPRENO (MARGEN DER.)		
<b>DAÑO:</b>	DEFORMACIÓN	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

#### ESQUEMA:



**ELEMENTO: APOYOS (MARGEN DERECHO)**  
**FALLA: DEFORMACIÓN**

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

#### OBSERVACIONES:

Tabla 112 Ficha de Registro de Fallas N°40

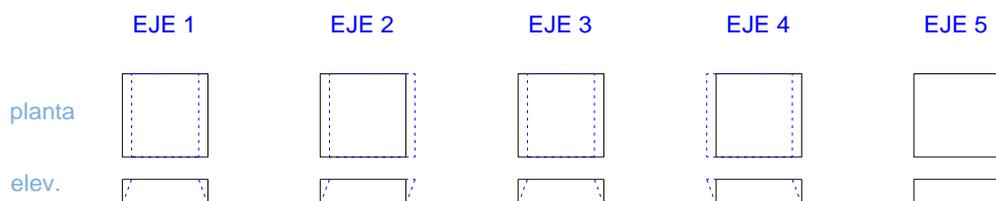
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 41

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	APOYOS DE NEOPRENO (MARGEN DER)		
<b>DAÑO:</b>	INCLINACIÓN	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

#### ESQUEMA:



**ELEMENTO: APOYOS (MARGEN DERECHO)**  
**FALLA: INCLINACIÓN**

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

#### OBSERVACIONES:

Tabla 113 Ficha de Registro de Fallas N°41

### 3.3.6.6.TABLERO

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN			
<b>FICHA N° 42</b>			
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	TABLERO		
<b>DAÑO:</b>	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>
<b>ESQUEMA:</b>			
<p style="text-align: right; color: blue;">ELEMENTO: TABLERO FALLA: ACERO EXPUESTO</p>			
GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN		
5	Descascaramiento en la superficie del concreto		
4	Se observan cáscaras a lo largo del refuerzo principal		
3	El refuerzo está expuesto en pequeñas partes		
2	Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado		X
1	Se observa el acero principal expuesto y con reducción de la sección.		
<b>OBSERVACIONES:</b>			

Tabla 114 Ficha de Registro de Fallas N°42

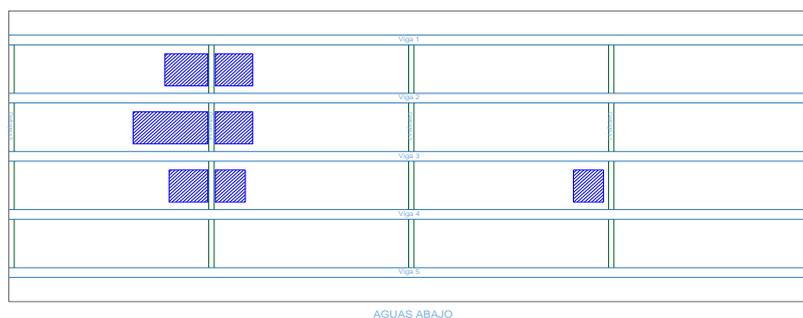
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 43

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	TABLERO		
<b>DAÑO:</b>	AGRIETAMIENTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: TABLERO  
FALLA: AGRIETAMIENTO

GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No hay grietas	
4	Se observan algunas grietas	
3	El espesor de la grieta es menor a 0.3mm con intervalos de 50cm	X
2	El espesor de la grieta es mayor a 0.3mm con intervalos de 50cm	
1	Se observan grietas con espesores de varios mm	

**OBSERVACIONES:**

Tabla 115 Ficha de Registro de Fallas N°43

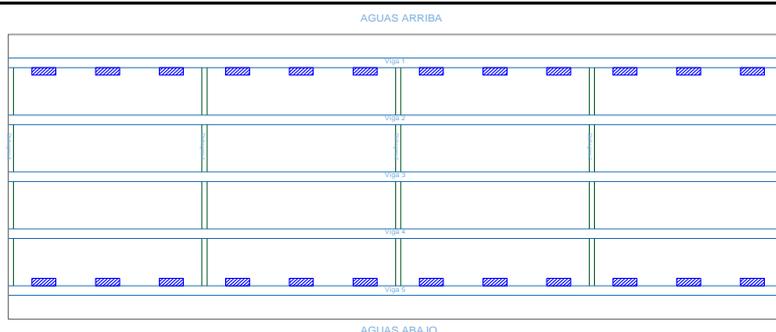
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 44

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	TABLERO		
<b>DAÑO:</b>	EFLORESCENCIA	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: TABLERO  
FALLA: EFLORESCENCIA

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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 116 Ficha de Registro de Fallas N°44

## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA N° 45

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	TABLERO		
<b>DAÑO:</b>	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: TABLERO  
FALLA: NIDOS DE PIEDRAS

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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 117 Ficha de Registro de Fallas N°45

3.3.6.7.DRENAJE

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN			
<b>FICHA Nº 46</b>			
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	DRENES		
<b>DAÑO:</b>	LONGITUD O SECCIÓN INSUFICIENTE	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>1</b>
<b>ESQUEMA:</b>			
<p style="text-align: right; color: blue;">ELEMENTO: DRENAJE FALLA: LONGITUD INSUFICIENTE</p>			
GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN		
5	No hay problemas		
4	No aplica		
3	Aproximadamente el 50% de los drenajes no tienen la longitud o sección requerida		
2	No aplica		
1	Todos los drenajes no poseen longitud o sección requerida		X
<b>OBSERVACIONES:</b>			

Tabla 118 Ficha de Registro de Fallas Nº46

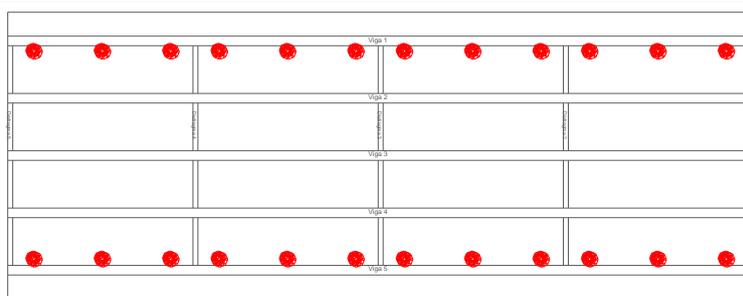
## EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



### FICHA Nº 47

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	DRENES		
<b>DAÑO:</b>	MALA UBICACIÓN DE DRENAJES	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>1</b>

**ESQUEMA:**



AGUAS ABAJO

ELEMENTO: DRENAJE  
FALLA: MALA UBICACIÓN

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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 119 Ficha de Registro de Fallas Nº47

3.3.6.8.ACERA

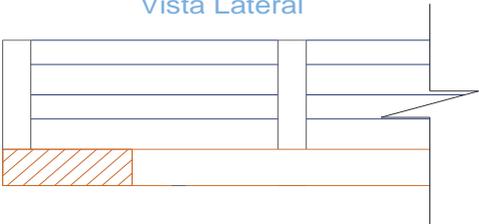
EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN			
<b>FICHA Nº 48</b>			
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	ACERA		
<b>DAÑO:</b>	AGRIETAMIENTO	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>4</b>
<b>ESQUEMA:</b>			
Vista Superior		Vista Lateral	
			
<b>ELEMENTO: ACERA (AGUAS ABAJO)</b> <b>FALLA: AGRIETAMIENTO</b>			
GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN		
5	No hay grietas		
4	Se observan algunas grietas		X
3	El espesor de la grieta es menor a 0.3mm con intervalos de 50cm		
2	El espesor de la grieta es mayor a 0.3mm con intervalos de 50cm		
1	Se observan grietas con espesores de varios mm		
<b>OBSERVACIONES:</b>			

Tabla 120 Ficha de Registro de Fallas Nº48

3.3.6.9.BARANDA

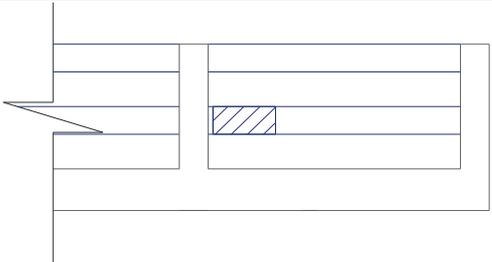
EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN			
<b>FICHA N° 49</b>			
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	BARANDA		
<b>DAÑO:</b>	DAÑO POR COLISION	<b>SEVERIDAD:</b>	5
<b>ESQUEMA:</b>			
			
<p>ELEMENTO: BARANDA (AGUAS ABAJO)</p> <p>FALLA: DAÑOS POR COLISIÓN</p>			
GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN		
5	No se observan daños de deformación en el elemento.		X
4	Deformación menor a 5.0cm		
3	Deformación entre 5.0 y 10.0 cm con respecto al original		
2	Deformación entre 10.0 y 20.0cm con respecto al original		
1	Deformación mayor a 20cm con respecto al original		
<b>OBSERVACIONES:</b>			

Tabla 121 Ficha de Registro de Fallas N°49

3.3.6.10. JUNTA DE DILATACIÓN

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN				
<b>FICHA Nº 50</b>				
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES	
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016	
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO			
<b>ELEMENTO:</b>	JUNTAS DE DILATACION			
<b>DAÑO:</b>	FILTRACIONES DE AGUA	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>2</b>	
<b>ESQUEMA:</b>				
<b>GRADO DE DAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>			
5	No hay filtración de agua proveniente de las juntas de expansión			
4	Se observaron filtraciones en algunas partes de los asientos del puente			
3	Se observan filtraciones en menos del 50% del muro y la viga			
2	Se observan filtraciones en más del 50% del muro y la viga			X
1	Las filtraciones cubren toda la pared frontal y la viga cabezal			
<b>OBSERVACIONES:</b>				

Tabla 122 Ficha de Registro de Fallas Nº50

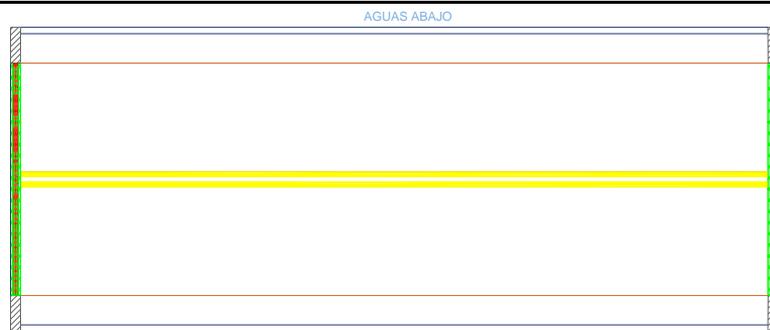
# EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



## FICHA Nº 51

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	JUNTAS DE DILATACION		
<b>DAÑO:</b>	JUNTAS OBSTRUIDAS	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

**ESQUEMA:**



ELEMENTO: JUNTAS DE DILATACIÓN  
FALLA: JUNTAS OBSTRUIDAS

GRADO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	
5	No se observan juntas obstruidas	
4	No aplica	
3	Se observa cierta obstrucción en la junta	X
2	No aplica	
1	La junta está cubierta por sobrecapas de asfalto	

**OBSERVACIONES:**

Tabla 123 Ficha de Registro de Fallas Nº51

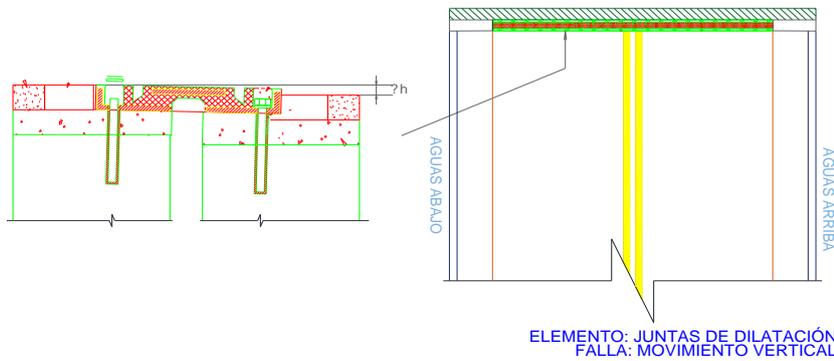
# EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN



## FICHA Nº 52

<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA	<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán	<b>FECHA:</b>	02/04/2016
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>ELEMENTO:</b>	JUNTAS DE DILATACION		
<b>DAÑO:</b>	MOVIMIENTO VERTICAL	<b>SEVERIDAD:</b>	<b>3</b>

**ESQUEMA:**



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

**OBSERVACIONES:**

Tabla 124 Ficha de Registro de Fallas Nº52

### 3.3.7. PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS FALLAS PRESENTES EN LA ESTRUCTURA

PANEL FOTOGRÁFICO DE FALLAS											
NOMBRE DEL PUENTE:		QUEBRADA RONDAN									
Nº DE FICHA:	01	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	01	DIA	MES	AÑO		
		02	04	2016			02	04	2016		
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN DERECHO			ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN DERECHO				
FALLA:		EFLORESCENCIA			FALLA:		EFLORESCENCIA				
											
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:		OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	
DETALLE				4		GENERAL				4	
Nº DE FICHA:	02	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	02	DIA	MES	AÑO		
		02	04	2016			02	04	2016		
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN DERECHO			ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN DERECHO				
FALLA:		NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES			FALLA:		NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES				
											
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:		OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	
DETALLE				4		GENERAL				4	
Nº DE FICHA:	03	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	03	DIA	MES	AÑO		
		02	04	2016			02	04	2016		
ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO			ELEMENTO:		ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO				
FALLA:		ACERO DE REFUERZO EXPUESTO			FALLA:		ACERO DE REFUERZO EXPUESTO				
											
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:		OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	
DETALLE				3		GENERAL				3	

Tabla 125 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	04	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	04	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO				ELEMENTO:	ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO			
FALLA:	AGRIETAMIENTO				FALLA:	AGRIETAMIENTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				4	GENERAL				4
Nº DE FICHA:	05	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	05	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO				ELEMENTO:	ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO			
FALLA:	EFLORESCENCIA				FALLA:	EFLORESCENCIA			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3
Nº DE FICHA:	06	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	06	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO				ELEMENTO:	ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO			
FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES				FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3

Tabla 126 Anexo Fotográfico de Fallas

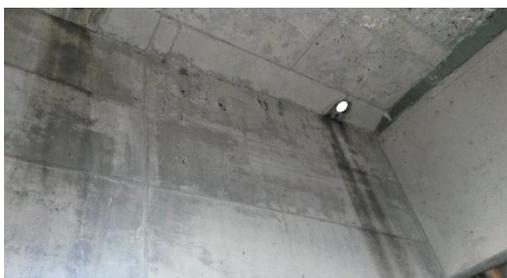
Nº DE FICHA:	07	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	07	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	MURO DE ALA (ESTRIBO IZQUIERDO)				ELEMENTO:	MURO DE ALA (ESTRIBO IZQUIERDO)			
FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES				FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				4	GENERAL				4
Nº DE FICHA:	08	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	08	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (1)				ELEMENTO:	VIGA (1)			
FALLA:	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO				FALLA:	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2
Nº DE FICHA:	09	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	09	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (1)				ELEMENTO:	VIGA (1)			
FALLA:	DESCASCAMIENTO				FALLA:	DESCASCAMIENTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2

Tabla 127 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	10	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	10	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (1)				ELEMENTO:	VIGA (1)			
FALLA:	EFLORESCENCIA				FALLA:	EFLORESCENCIA			
									
OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:		OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:	
DETALLE			3		GENERAL			3	
FUENTE:					TESISTAS				
Nº DE FICHA:	11	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	11	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (1)				ELEMENTO:	VIGA (1)			
FALLA:	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)				FALLA:	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)			
									
OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:		OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:	
DETALLE			2		GENERAL			2	
Nº DE FICHA:	12	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	12	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (1)				ELEMENTO:	VIGA (1)			
FALLA:	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)				FALLA:	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)			
									
OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:		OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:	
DETALLE			2		GENERAL			2	

Tabla 128 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	13	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	13	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (1)				ELEMENTO:	VIGA (1)			
FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES				FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2
Nº DE FICHA:	14	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	14	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (2)				ELEMENTO:	VIGA (2)			
FALLA:	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO				FALLA:	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3
Nº DE FICHA:	15	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	15	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (2)				ELEMENTO:	VIGA (2)			
FALLA:	DESCASCARAMIENTO				FALLA:	DESCASCARAMIENTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3

Tabla 129 Anexo Fotográfico de Fallas

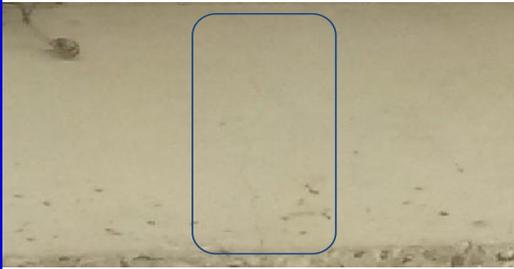
Nº DE FICHA:	16	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	16	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (2)				ELEMENTO:	VIGA (2)			
FALLA:	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)				FALLA:	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3
Nº DE FICHA:	17	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	17	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (2)				ELEMENTO:	VIGA (2)			
FALLA:	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)				FALLA:	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3
Nº DE FICHA:	18	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	18	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (2)				ELEMENTO:	VIGA (2)			
FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES				FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2

Tabla 130 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	19	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	19	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (3)				ELEMENTO:	VIGA (3)			
FALLA:	DESCASCARAMIENTO				FALLA:	DESCASCARAMIENTO			
									
OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:		OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:	
DETALLE			4		GENERAL			4	
Nº DE FICHA:	20	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	20	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (3)				ELEMENTO:	VIGA (3)			
FALLA:	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)				FALLA:	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)			
									
OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:		OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:	
DETALLE			3		GENERAL			3	
Nº DE FICHA:	21	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	21	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (3)				ELEMENTO:	VIGA (3)			
FALLA:	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)				FALLA:	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)			
									
OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:		OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:	
DETALLE			3		GENERAL			3	

Tabla 131 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	22	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	22	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (3)				ELEMENTO:	VIGA (3)			
FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES				FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2
Nº DE FICHA:	23	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	23	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (4)				ELEMENTO:	VIGA (4)			
FALLA:	DESCASCARAMIENTO				FALLA:	DESCASCARAMIENTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3
Nº DE FICHA:	24	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	24	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (4)				ELEMENTO:	VIGA (4)			
FALLA:	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)				FALLA:	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3

Tabla 132 Anexo Fotográfico de Fallas

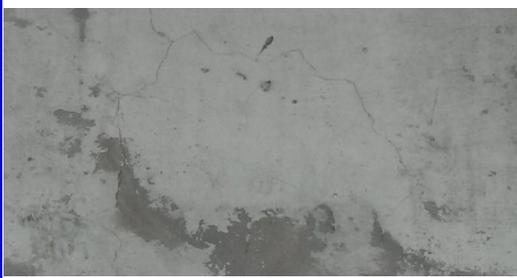
Nº DE FICHA:	25	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	25	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (4)				ELEMENTO:	VIGA (4)			
FALLA:	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)				FALLA:	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3
Nº DE FICHA:	26	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	26	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (4)				ELEMENTO:	VIGA (4)			
FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES				FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2
Nº DE FICHA:	27	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	27	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (5)				ELEMENTO:	VIGA (5)			
FALLA:	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO				FALLA:	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2

Tabla 133 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	28	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	28	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (5)				ELEMENTO:	VIGA (5)			
FALLA:	DESCASCARAMIENTO				FALLA:	DESCASCARAMIENTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2
Nº DE FICHA:	29	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	29	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (5)				ELEMENTO:	VIGA (5)			
FALLA:	EFLORESCENCIA				FALLA:	EFLORESCENCIA			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3
Nº DE FICHA:	30	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	30	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (5)				ELEMENTO:	VIGA (5)			
FALLA:	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)				FALLA:	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2

Tabla 134 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	31	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	31	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (5)				ELEMENTO:	VIGA (5)			
FALLA:	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)				FALLA:	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)			
									
									
OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:		OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:	
DETALLE			2		GENERAL			2	
Nº DE FICHA:	32	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	32	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	VIGA (5)				ELEMENTO:	VIGA (5)			
FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES				FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES			
									
OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:		OBSERVACIÓN:			SEVERIDAD:	
DETALLE			2		GENERAL			2	

Tabla 135 Anexo Fotográfico de Fallas

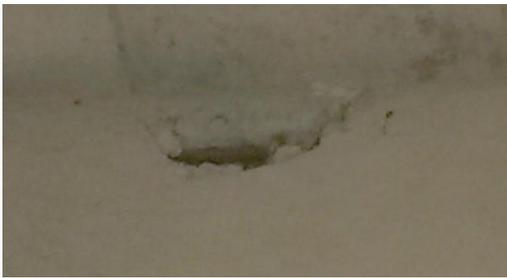
Nº DE FICHA:	33	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	33	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	DIAFRAGMAS				ELEMENTO:	DIAFRAGMAS			
FALLA:	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO				FALLA:	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2
Nº DE FICHA:	34	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	34	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	DIAFRAGMAS				ELEMENTO:	DIAFRAGMAS			
FALLA:	AGRIETAMIENTO				FALLA:	AGRIETAMIENTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				4	GENERAL				4
Nº DE FICHA:	35	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	35	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	DIAFRAGMAS				ELEMENTO:	DIAFRAGMAS			
FALLA:	EFLORESCENCIA				FALLA:	EFLORESCENCIA			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3

Tabla 136 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	36	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	36	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	DIAFRAGMAS				ELEMENTO:	DIAFRAGMAS			
FALLA:	DESCASCARAMIENTO				FALLA:	DESCASCARAMIENTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3
Nº DE FICHA:	37	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	37	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	DIAFRAGMAS				ELEMENTO:	DIAFRAGMAS			
FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES				FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2
Nº DE FICHA:	38	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	38	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	APOYOS DE NEOPRENO (MARGEN IZQ.)				ELEMENTO:	APOYOS DE NEOPRENO (MARGEN IZQ.)			
FALLA:	DEFORMACIÓN				FALLA:	DEFORMACIÓN			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3

Tabla 137 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	39	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	39	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	APOYOS DE NEOPRENO (MARGEN IZQ.)				ELEMENTO:	APOYOS DE NEOPRENO (MARGEN IZQ.)			
FALLA:	INCLINACIÓN				FALLA:	INCLINACIÓN			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3
Nº DE FICHA:	40	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	40	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	APOYOS DE NEOPRENO (MARGEN DER.)				ELEMENTO:	APOYOS DE NEOPRENO (MARGEN DER.)			
FALLA:	DEFORMACIÓN				FALLA:	DEFORMACIÓN			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3
Nº DE FICHA:	41	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	41	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	APOYOS DE NEOPRENO (MARGEN DER.)				ELEMENTO:	APOYOS DE NEOPRENO (MARGEN DER.)			
FALLA:	INCLINACIÓN				FALLA:	INCLINACIÓN			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3

Tabla 138 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	42	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	42	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	TABLERO				ELEMENTO:	TABLERO			
FALLA:	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO				FALLA:	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2
Nº DE FICHA:	43	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	43	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	TABLERO				ELEMENTO:	TABLERO			
FALLA:	AGRIETAMIENTO				FALLA:	AGRIETAMIENTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3
Nº DE FICHA:	44	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	44	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	TABLERO				ELEMENTO:	TABLERO			
FALLA:	EFLORESCENCIA				FALLA:	EFLORESCENCIA			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3

Tabla 139 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	45	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	45	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	TABLERO				ELEMENTO:	TABLERO			
FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES				FALLA:	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2
Nº DE FICHA:	46	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	46	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	DRENES				ELEMENTO:	DRENES			
FALLA:	LONGITUD O SECCIÓN INSUFICIENTE				FALLA:	LONGITUD O SECCIÓN INSUFICIENTE			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				1	GENERAL				1
Nº DE FICHA:	47	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	47	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	DRENES				ELEMENTO:	DRENES			
FALLA:	MALA UBICACIÓN DE DRENAJES				FALLA:	MALA UBICACIÓN DE DRENAJES			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				1	GENERAL				1

Tabla 140 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	48	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	48	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	ACERA				ELEMENTO:	ACERA			
FALLA:	AGRIETAMIENTO				FALLA:	AGRIETAMIENTO			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				4	GENERAL				4
Nº DE FICHA:	49	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	49	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	BARANDA				ELEMENTO:	BARANDA			
FALLA:	DAÑO POR COLISION				FALLA:	DAÑO POR COLISION			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				5	GENERAL				5
Nº DE FICHA:	50	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	50	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	JUNTAS DE DILATACION				ELEMENTO:	JUNTAS DE DILATACION			
FALLA:	FILTRACIONES DE AGUA				FALLA:	FILTRACIONES DE AGUA			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				2	GENERAL				2

Tabla 141 Anexo Fotográfico de Fallas

Nº DE FICHA:	51	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	51	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	JUNTAS DE DILATACION				ELEMENTO:	JUNTAS DE DILATACION			
FALLA:	JUNTAS OBSTRUIDAS				FALLA:	JUNTAS OBSTRUIDAS			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3
Nº DE FICHA:	52	DIA	MES	AÑO	Nº DE FICHA:	52	DIA	MES	AÑO
		02	04	2016			02	04	2016
ELEMENTO:	JUNTAS DE DILATACION				ELEMENTO:	JUNTAS DE DILATACION			
FALLA:	MOVIMIENTO VERTICAL				FALLA:	MOVIMIENTO VERTICAL			
									
OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:	OBSERVACIÓN:				SEVERIDAD:
DETALLE				3	GENERAL				3

Tabla 142 Anexo Fotográfico de Fallas

### 3.4.EVALUACIÓN DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN

#### 3.4.1. TABLA DE CALIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN															
AUTORES:		GUSQUI CATERINE - RODRÍGUEZ ANDREA					TUTOR:		ING. OSCAR PAREDES						
PUENTE:		Quebrada Rondán					FECHA:		02/04/2016						
UBICACIÓN:		CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO													
RESUMEN DE CALIFICACION DE FALLAS															
ELEMENTO	TIPOS DE FALLAS													ICE	
	ACERO EXPUESTO	AGRIETAMIENTO/ GRIETAS-CENT	GRIETAS-EXTR	DESCASCARAM	EFLORESCENCIA	NIDOS DE PIEDRA	DEFORMACION (APOYOS)	INCLINACION (APOYOS)	LONG INSUFIC. (DRENAJE)	MALA UBICACION (DRENAJE)	DAÑO POR COLISION (BARANDAS)	FILTRACION DE AGUA (JUNTAS)	JUNTA OBSTRUIDA		MOV. VERTICAL (JUNTAS)
ESTRIBO DER					4	4									4
ESTRIBO IZQ	3	4			3	3									3
MURO DE ALA						4									4
VIGA (1)	2	2	2	2	3	2									2
VIGA (2)	3	3	3	3		2									2
VIGA (3)		3	3	4		2									2
VIGA (4)		3	3	3		2									2
VIGA (5)	2	2	2	2	3	2									2
DIAFRAGMAS	2	4		3	3	3									2
APOYOS IZQ							3	3							3
APOYOS DER							3	3							3
TABLERO	2	3			3	2									2
DRENAJES									1	1					1
ACERAS		4													4
BARANDAS											5				5
JUNTAS												1	3	3	1
CONDICION DEL ELEMENTO															
5	Como nuevo														
4	Bueno														
3	Regular														
2	Malo														
1	Peligroso														

Tabla 143 Calificación de los elementos del puente

### 3.4.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE LA ESTRUCTURA PUENTE QUEBRADA RONDAN

$$ICP = \frac{\sum_{i=1}^n ICE_i * w_i * m_i}{\sum_{i=1}^n w_i * m_i}$$

Dónde:

**ICE:** Índice de Condición del Elemento

**w<sub>i</sub>:** Peso ponderado del elemento dentro de la estructura

**m<sub>i</sub>:** Factor por el material del elemento

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN			
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE - RODRÍGUEZ ANDREA		
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán		
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
ÍNDICE DE CONDICION DEL PUENTE			
ELEMENTO	PONDERACION (w <sub>i</sub> )	ICE	MATERIAL (m <sub>i</sub> )
ESTRIBO DER	3	4	2
ESTRIBO IZQ	3	3	2
MURO DE ALA	3	4	2
VIGAS	4	2	2
DIAFRAGMAS	3	2	2
APOYOS IZQ	2	3	1.5
APOYOS DER	2	3	1.5
TABLERO	2	2	2
DRENAJES	2	1	1.5
ACERAS	1	4	2
BARANDAS	1	5	2
JUNTAS	2	1	1.5
<b>ICP</b>		3.0	
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>CONDICION DEL PUENTE</b>	
REGULAR.- Estructura y obras complementarias en regular estado, se deben tomar medidas de mantenimiento.		5	Como nuevo
		4	Bueno
		3	Regular
		2	Malo
		1	Peligroso

Tabla 144 Índice de Condición del Puente

### 3.5. ANÁLISIS FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE

#### 3.5.1. ANÁLISIS DE MATERIALES (PRUEBA DEL ESCLERÓMETRO)

##### 3.5.1.1. CALCULO TIPO

**Datos:** (Estribo margen derecho)

$$\alpha = 0^\circ$$

Nº	LECTURA
1	40
2	39
3	37
4	38
5	38
6	40
7	38
8	40
9	41
10	40

Tabla 145 Datos Ensayo del esclerómetro (Estribo Der.)

**Cálculo:**

Esfuerzo cúbico de cada lectura. (Seleccionar el Esfuerzo Cúbico expuesto en la tabla)

Nº	LECTURA	ESFUERZO CÚBICO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	34	260
2	38	320
3	36	290
4	32	238
5	34	260
6	34	260
7	34	260
8	32	238
9	32	238
10	36	290

Tabla 146 Selección del Esfuerzo Cubico

IMPACT ANGLE $\alpha$ (ESCLEROMETRO ILLINOIS ASTM 805-08)					
R	ESFUERZO CÚBICO				
	$\alpha-90^\circ$	$\alpha-45^\circ$	$\alpha 0^\circ$	$\alpha+45^\circ$	$\alpha+90^\circ$
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	110	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	320	280	260
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	OVER 600	OVER 600	580	550	530
55	OVER 600	OVER 600	600	570	550

Tabla 147 IMPACT ANGLE (Esfuerzo Cúbico)

Esfuerzo Cuadrado de cada lectura.

Nº	LECTURA	ESFUERZO CÚBICO
1	34	260

$$\text{Esf. Cuadrado } f^c = \frac{f^{\text{cubico}}}{0.8}$$

$$\text{Esf. Cuadrado } f^c = \frac{260}{0.8}$$

$$\text{Esf. Cuadrado } f^c = 325 \text{ MPa}$$

Promedio de los Esfuerzos cúbicos

$$fm = \frac{1}{n} \sum_i^n f^c_i$$

$$fm = \frac{260 + 320 + 290 + 238 + 260 + 260 + 260 + 238 + 238 + 290}{10}$$

$$fm = 265.40 \text{ MPa}$$

Desviación estándar

$$s = \frac{\sqrt{\sum_i^n f^c - fm}}{n - 1}$$

$$s = \frac{\sqrt{325.00 - 265.40 + 400.00 - 265.40 + (...)}}{10 - 1}$$

$$s = 8.586$$

Coefficiente de variación

$$v = \frac{s}{fm}$$

$$v = \frac{8.586}{265.40}$$

$$v = 0.032$$

Resistencia característica

$$f^k = fm - 1.34 * s$$

$$f^k = 265.40 - 1.34 * 8.586$$

$$f^k = 253.89 \text{ kg/cm}^2$$

### 3.5.1.2.TABLAS DE CALCULO POR ELEMENTO

- ESTRIBO MARGEN DERECHO

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO					
Nombre del Puente:		Puente Quebrada Rondán			
Ubicación:		Chimborazo-Ecuador			
Tipo de Inspección:		Estructural			
Elemento Ensayado:		Estribo Margen Derecho			
Angulo de Disparo:		0º	Fecha:	17/12/2016	
Nº	LECTURA	ESFUERZO CÚBICO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CUADRADO (kg/cm <sup>2</sup> )	fi-fm	(fi-fm) <sup>2</sup>
1	40	350	437.50	99.50	9900.25
2	39	340	425.00	87.00	7569.00
3	37	310	387.50	49.50	2450.25
4	38	320	400.00	62.00	3844.00
5	38	320	400.00	62.00	3844.00
6	40	350	437.50	99.50	9900.25
7	38	320	400.00	62.00	3844.00
8	40	350	437.50	99.50	9900.25
9	41	370	462.50	124.50	15500.25
10	40	350	437.50	99.50	9900.25
PROM. Esf. (kg/cm <sup>2</sup> )		338.00	Desviac. Estándar, s=		9.690
			Coef. De Variación, v=		0.029
<b>Resistencia característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>325.02</b>	
Inspector: Tesistas			Firma: Caterine Gusqui-Andrea Rodríguez		

Tabla 148 Ensayo del Esclerómetro Estribo Derecho

- ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO					
Nombre del Puente:		Puente Quebrada Rondán			
Ubicación:		Chimborazo-Ecuador			
Tipo de Inspección:		Estructural			
Elemento Ensayado:		Estribo Margen Izquierdo			
Angulo de Disparo:		0º	Fecha:	17/12/2016	
Nº	LECTURA	ESFUERZO CÚBICO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CUADRADO (kg/cm <sup>2</sup> )	fi-fm	(fi-fm) <sup>2</sup>
1	36	290	362.50	53.50	2862.25
2	39	340	425.00	116.00	13456.00
3	34	260	325.00	16.00	256.00
4	40	350	437.50	128.50	16512.25
5	39	340	425.00	116.00	13456.00
6	36	290	362.50	53.50	2862.25
7	36	290	362.50	53.50	2862.25
8	36	290	362.50	53.50	2862.25
9	36	290	362.50	53.50	2862.25
10	40	350	437.50	128.50	16512.25
PROM. Esf. (kg/cm <sup>2</sup> )		309.00	Desviac. Estándar, s=		9.265
			Coef. De Variación, v=		0.030
<b>Resistencia característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>296.59</b>	
Inspector: Tesistas			Firma: Caterine Gusqui-Andrea Rodríguez		

Tabla 149 Ensayo del Esclerómetro Estribo Izquierdo

- MURO DE ALA

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO					
Nombre del Puente:		Puente Quebrada Rondán			
Ubicación:		Chimborazo-Ecuador			
Tipo de Inspección:		Estructural			
Elemento Ensayado:		Muro de Ala (Margen Izquierdo)			
Angulo de Disparo:		0º	Fecha:	17/12/2016	
Nº	LECTURA	ESFUERZO CÚBICO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CUADRADO (kg/cm <sup>2</sup> )	fi-fm	(fi-fm) <sup>2</sup>
1	34	260	325.00	59.60	3552.16
2	38	320	400.00	134.60	18117.16
3	36	290	362.50	97.10	9428.41
4	32	238	297.50	32.10	1030.41
5	34	260	325.00	59.60	3552.16
6	34	260	325.00	59.60	3552.16
7	34	260	325.00	59.60	3552.16
8	32	238	297.50	32.10	1030.41
9	32	238	297.50	32.10	1030.41
10	36	290	362.50	97.10	9428.41
PROM. Esf. (kg/cm <sup>2</sup> )		265.40	Desviac. Estándar, s=		8.586
			Coef. De Variación, v=		0.032
<b>Resistencia característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>253.89</b>	
Inspector: Tesistas			Firma: Caterine Gusqui-Andrea Rodríguez		

Tabla 150 Ensayo del Esclerómetro Muro de Ala

- VIGA INTERIOR

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO					
Nombre del Punte:		Puente Quebrada Rondán			
Ubicación:		Chimborazo-Ecuador			
Tipo de Inspección:		Estructural			
Elemento Ensayado:		Viga Interior			
Angulo de Disparo:		0º	Fecha:	17/12/2016	
Nº	LECTURA	ESFUERZO CÚBICO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CUADRADO (kg/cm <sup>2</sup> )	fi-fm	(fi-fm) <sup>2</sup>
1	46	450	562.50	111.50	12432.25
2	46	450	562.50	111.50	12432.25
3	48	480	600.00	149.00	22201.00
4	48	480	600.00	149.00	22201.00
5	42	380	475.00	24.00	576.00
6	42	380	475.00	24.00	576.00
7	48	480	600.00	149.00	22201.00
8	46	450	562.50	111.50	12432.25
9	48	480	600.00	149.00	22201.00
10	48	480	600.00	149.00	22201.00
PROM. Esf. (kg/cm <sup>2</sup> )		451.00	Desviac. Estándar, s=		11.193
			Coef. De Variación, v=		0.025
<b>Resistencia característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>436.00</b>	
Inspector: Tesistas			Firma: Caterine Gusqui-Andrea Rodríguez		

Tabla 151 Ensayo del Esclerómetro Viga Interior

- VIGA EXTERIOR

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO					
Nombre del Punte:		Puente Quebrada Rondán			
Ubicación:		Chimborazo-Ecuador			
Tipo de Inspección:		Estructural			
Elemento Ensayado:		Viga Exterior			
Angulo de Disparo:		0º	Fecha:	17/12/2016	
Nº	LECTURA	ESFUERZO CÚBICO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CUADRADO (kg/cm <sup>2</sup> )	fi-fm	(fi-fm) <sup>2</sup>
1	37	310	387.50	50.50	2550.25
2	42	380	475.00	138.00	19044.00
3	38	320	400.00	63.00	3969.00
4	39	340	425.00	88.00	7744.00
5	41	370	462.50	125.50	15750.25
6	38	320	400.00	63.00	3969.00
7	38	320	400.00	63.00	3969.00
8	38	320	400.00	63.00	3969.00
9	38	320	400.00	63.00	3969.00
10	41	370	462.50	125.50	15750.25
PROM. Esf. (kg/cm <sup>2</sup> )		337.00	Desviac. Estándar, s=		9.675
			Coef. De Variación, v=		0.029
<b>Resistencia característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>324.04</b>	
Inspector: Tesistas			Firma: Caterine Gusqui-Andrea Rodríguez		

Tabla 152 Ensayo del Esclerómetro Viga Exterior

- TABLERO

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO					
Nombre del Punte:		Puente Quebrada Rondán			
Ubicación:		Chimborazo-Ecuador			
Tipo de Inspección:		Estructural			
Elemento Ensayado:		Tablero			
Angulo de Disparo:		(+)90º	Fecha:	17/12/2016	
Nº	LECTURA	ESFUERZO CÚBICO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CUADRADO (kg/cm <sup>2</sup> )	fi-fm	(fi-fm) <sup>2</sup>
1	42	260	325.00	59.60	3552.16
2	42	320	400.00	134.60	18117.16
3	44	290	362.50	97.10	9428.41
4	40	238	297.50	32.10	1030.41
5	40	260	325.00	59.60	3552.16
6	39	260	325.00	59.60	3552.16
7	41	260	325.00	59.60	3552.16
8	44	238	297.50	32.10	1030.41
9	45	238	297.50	32.10	1030.41
10	40	290	362.50	97.10	9428.41
PROM. Esf. (kg/cm <sup>2</sup> )		265.40	Desviac. Estándar, s=		8.586
			Coef. De Variación, v=		0.032
<b>Resistencia característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>253.89</b>	
Inspector: Tesistas			Firma: Caterine Gusqui-Andrea Rodríguez		

Tabla 153 Ensayo del Esclerómetro Tablero

- ACERAS

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO					
Nombre del Punte:		Puente Quebrada Rondán			
Ubicación:		Chimborazo-Ecuador			
Tipo de Inspección:		Estructural			
Elemento Ensayado:		Acera			
Angulo de Disparo:		(-)90º	Fecha:	17/12/2016	
Nº	LECTURA	ESFUERZO CÚBICO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CUADRADO (kg/cm <sup>2</sup> )	fi-fm	(fi-fm) <sup>2</sup>
1	34	310	387.50	27.50	756.25
2	37	350	437.50	77.50	6006.25
3	36	340	425.00	65.00	4225.00
4	34	310	387.50	27.50	756.25
5	40	400	500.00	140.00	19600.00
6	38	370	462.50	102.50	10506.25
7	40	400	500.00	140.00	19600.00
8	37	350	437.50	77.50	6006.25
9	40	400	500.00	140.00	19600.00
10	38	370	462.50	102.50	10506.25
PROM. Esf. (kg/cm <sup>2</sup> )		360.00	Desviac. Estándar, s=		10.000
			Coef. De Variación, v=		0.028
<b>Resistencia característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>346.60</b>	
Inspector: Tesistas			Firma: Caterine Gusqui-Andrea Rodríguez		

Tabla 154 Ensayo del Esclerómetro Aceras

- BARANDAS

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO					
Nombre del Punte:		Puente Quebrada Rondán			
Ubicación:		Chimborazo-Ecuador			
Tipo de Inspección:		Estructural			
Elemento Ensayado:		Barandas			
Angulo de Disparo:		(-)90º	Fecha:	17/12/2016	
Nº	LECTURA	ESFUERZO CÚBICO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CUADRADO (kg/cm <sup>2</sup> )	fi-fm	(fi-fm) <sup>2</sup>
1	31	260	325.00	27.00	729.00
2	32	280	350.00	52.00	2704.00
3	33	290	362.50	64.50	4160.25
4	30	250	312.50	14.50	210.25
5	35	320	400.00	102.00	10404.00
6	31	260	325.00	27.00	729.00
7	36	340	425.00	127.00	16129.00
8	35	320	400.00	102.00	10404.00
9	32	320	400.00	102.00	10404.00
10	36	340	425.00	127.00	16129.00
PROM. Esf. (kg/cm <sup>2</sup> )		298.00	Desviac. Estándar, s=		9.098
			Coef. De Variación, v=		0.031
<b>Resistencia característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>285.81</b>	
Inspector: Tesistas			Firma: Caterine Gusqui-Andrea Rodríguez		

Tabla 155 Ensayo del Esclerómetro Barandas

3.5.1.3. TABLA DE RESUMEN DE LA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

<b>EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN</b>	
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE - RODRÍGUEZ ANDREA
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán
<b>FECHA</b>	17/12/2016
<b>ENSAYO:</b>	ESCLEROMETRO
<b>CUADRO DE RESUMEN</b>	
<b>ELEMENTO</b>	<b>Resistencia característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
ESTRIBO DER	325.02
ESTRIBO IZQ	296.59
MURO DE ALA	253.89
VIGAS INTERIORES	436.00
VIGAS EXTERIORES	324.04
TABLERO	253.89
ACERAS	346.60
BARANDAS	285.81

Tabla 156 Resistencia característica del hormigón de los elementos del puente

### 3.5.2. ANÁLISIS DE TRÁFICO (TPDA)

#### Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Proyectado

#### Datos obtenidos del TPDA actual

<b>TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)</b> <b>PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN</b> 															
DATOS DE AFORO VEHICULAR															
AUTORES:	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA							TUTOR:	ING. OSCAR PAREDES						
PUENTE:	Quebrada Rondán							PERIODO:	Del 02/05/2016 al 08/05/2016						
UBICACIÓN:	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO														
Día	Hora	CARRIL GUAMOTE – SOCAVÓN							CARRIL SOCAVÓN – GUAMOTE						
		Bin 1	Bin 2	Bin 3	Bin 5	Bin 6	Bin 7	Total veh/h	Bin 1	Bin 2	Bin 3	Bin 5	Bin 6	Bin 7	Total veh/h
02/05/2016	12:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3
02/05/2016	1:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
02/05/2016	2:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
02/05/2016	3:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/05/2016	4:00 AM	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
02/05/2016	5:00 AM	0	2	0	0	0	0	2	0	1	2	0	0	0	3
02/05/2016	6:00 AM	1	6	2	0	4	0	13	0	12	4	0	0	0	16
02/05/2016	7:00 AM	3	13	1	0	7	0	24	0	30	6	0	0	0	36
02/05/2016	8:00 AM	5	22	3	0	6	0	36	0	21	6	0	0	0	27
02/05/2016	9:00 AM	2	25	7	0	8	0	42	0	15	6	0	0	0	21
02/05/2016	10:00 AM	1	22	5	0	0	0	28	1	31	4	0	0	0	36
02/05/2016	11:00 AM	1	19	6	0	0	0	26	0	24	3	0	0	0	27
02/05/2016	12:00 PM	1	29	8	0	1	0	39	2	28	2	0	0	0	32
02/05/2016	1:00 PM	0	27	8	0	0	0	35	0	34	5	0	1	0	40
02/05/2016	2:00 PM	2	13	10	0	0	0	25	0	29	3	0	0	0	32
02/05/2016	3:00 PM	2	11	6	0	3	0	22	0	27	3	0	0	0	30
02/05/2016	4:00 PM	0	20	4	0	1	0	25	0	32	5	0	1	0	38
02/05/2016	5:00 PM	3	8	4	0	0	0	15	2	24	5	0	0	0	31
02/05/2016	6:00 PM	2	9	3	0	2	0	16	0	30	4	0	0	0	34
02/05/2016	7:00 PM	0	15	3	0	0	0	18	0	27	4	0	0	0	31
02/05/2016	8:00 PM	0	13	1	0	1	0	15	0	21	0	0	0	0	21
02/05/2016	9:00 PM	0	10	1	0	0	0	11	0	7	0	0	0	0	7
02/05/2016	10:00 PM	0	2	1	0	0	0	3	0	2	3	0	0	0	5
02/05/2016	11:00 PM	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	3
03/05/2016	12:00 AM	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
03/05/2016	1:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
03/05/2016	2:00 AM	0	1	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	3
03/05/2016	3:00 AM	1	0	1	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	2
03/05/2016	4:00 AM	0	3	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	1
03/05/2016	5:00 AM	1	1	0	0	0	0	2	0	4	1	0	0	0	5
03/05/2016	6:00 AM	1	26	2	0	2	0	31	0	25	2	0	0	0	27
03/05/2016	7:00 AM	0	36	6	0	0	0	42	0	39	4	0	1	0	44
03/05/2016	8:00 AM	1	42	4	0	2	0	49	1	34	5	0	0	0	40
03/05/2016	9:00 AM	1	41	4	0	1	0	47	0	37	1	0	0	0	38
03/05/2016	10:00 AM	2	19	1	0	0	0	22	1	30	3	0	1	0	35
03/05/2016	11:00 AM	0	26	5	0	1	0	32	0	36	2	0	1	0	39
03/05/2016	12:00 PM	2	23	1	0	0	0	26	1	30	3	1	0	0	35
03/05/2016	1:00 PM	2	26	2	0	1	0	31	1	38	4	0	0	0	43
03/05/2016	2:00 PM	1	13	0	0	1	0	15	1	30	2	0	0	0	33
03/05/2016	3:00 PM	1	18	2	0	0	0	21	0	25	3	0	0	0	28
03/05/2016	4:00 PM	1	8	1	0	2	0	12	0	22	2	0	0	0	24
03/05/2016	5:00 PM	1	10	1	0	0	0	12	0	21	0	0	0	0	21
03/05/2016	6:00 PM	2	14	2	0	0	0	18	1	18	3	0	0	1	23
03/05/2016	7:00 PM	3	21	4	0	2	0	30	2	20	1	0	0	0	23
03/05/2016	8:00 PM	1	7	0	0	1	0	9	0	16	2	0	0	0	18
03/05/2016	9:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0	9
03/05/2016	10:00 PM	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
03/05/2016	11:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Día	Hora	CARRIL GUAMOTE – SOCAVÓN							CARRIL SOCAVÓN – GUAMOTE						
		Bin 1	Bin 2	Bin 3	Bin 5	Bin 6	Bin 7	Total	Bin 1	Bin 2	Bin 3	Bin 5	Bin 6	Bin 7	Total
04/05/2016	12:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
04/05/2016	1:00 AM	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
04/05/2016	2:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	4
04/05/2016	3:00 AM	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	2
04/05/2016	4:00 AM	0	1	1	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	3
04/05/2016	5:00 AM	2	3	0	0	2	0	7	0	14	3	0	0	0	17
04/05/2016	6:00 AM	0	27	3	0	1	0	31	1	35	7	0	0	0	43
04/05/2016	7:00 AM	1	37	1	0	3	0	42	1	48	8	0	0	0	57
04/05/2016	8:00 AM	0	41	3	0	2	0	46	1	47	7	1	0	0	56
04/05/2016	9:00 AM	4	30	3	0	0	0	37	0	22	3	0	0	0	25
04/05/2016	10:00 AM	0	32	3	0	1	0	36	0	26	2	0	0	0	28
04/05/2016	11:00 AM	3	26	3	0	0	0	32	1	25	3	0	0	0	29
04/05/2016	12:00 PM	0	19	2	0	0	0	21	0	34	3	0	0	0	37
04/05/2016	1:00 PM	0	28	3	0	2	0	33	3	21	1	0	0	0	25
04/05/2016	2:00 PM	1	13	2	0	2	0	18	1	20	2	0	0	0	23
04/05/2016	3:00 PM	0	12	2	0	2	0	16	3	25	1	0	0	0	29
04/05/2016	4:00 PM	0	11	4	0	2	0	17	1	20	2	0	0	0	23
04/05/2016	5:00 PM	4	17	1	0	2	0	24	1	21	0	0	0	0	22
04/05/2016	6:00 PM	2	27	4	0	1	0	34	2	25	2	0	0	0	29
04/05/2016	7:00 PM	1	18	1	0	2	0	22	1	20	2	0	0	0	23
04/05/2016	8:00 PM	0	6	0	0	1	0	7	0	16	1	0	0	0	17
04/05/2016	9:00 PM	0	2	0	0	0	0	2	1	3	1	0	0	0	5
04/05/2016	10:00 PM	0	1	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	3
04/05/2016	11:00 PM	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
05/05/2016	12:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
05/05/2016	1:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
05/05/2016	2:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
05/05/2016	3:00 AM	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	2
05/05/2016	4:00 AM	0	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1
05/05/2016	5:00 AM	0	1	1	0	1	0	3	2	6	0	0	0	0	8
05/05/2016	6:00 AM	0	25	1	0	0	0	26	1	31	2	0	0	0	34
05/05/2016	7:00 AM	2	36	8	0	1	0	47	3	51	2	0	2	0	58
05/05/2016	8:00 AM	2	34	10	0	2	1	49	3	44	4	0	0	0	51
05/05/2016	9:00 AM	4	30	7	0	2	0	43	3	33	2	0	0	0	38
05/05/2016	10:00 AM	1	24	5	0	0	0	30	2	32	6	0	0	0	40
05/05/2016	11:00 AM	2	25	5	0	1	0	33	1	36	4	0	1	0	42
05/05/2016	12:00 PM	1	23	9	0	0	0	33	3	28	3	0	0	0	34
05/05/2016	1:00 PM	3	16	10	0	1	0	30	1	31	4	0	0	0	36
05/05/2016	2:00 PM	0	20	6	0	0	1	27	2	28	5	0	0	0	35
05/05/2016	3:00 PM	1	15	7	0	1	0	24	1	32	6	0	0	0	39
05/05/2016	4:00 PM	1	13	6	1	1	0	22	1	30	3	0	2	0	36
05/05/2016	5:00 PM	0	17	11	0	1	0	29	2	27	3	0	0	0	32
05/05/2016	6:00 PM	1	20	7	0	0	0	28	1	29	3	0	2	0	35
05/05/2016	7:00 PM	2	14	8	0	2	0	26	2	18	2	0	0	0	22
05/05/2016	8:00 PM	0	8	3	0	2	0	13	1	15	1	0	0	0	17
05/05/2016	9:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
05/05/2016	10:00 PM	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
05/05/2016	11:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06/05/2016	12:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06/05/2016	1:00 AM	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
06/05/2016	2:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
06/05/2016	3:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06/05/2016	4:00 AM	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
06/05/2016	5:00 AM	0	9	0	0	1	0	10	1	15	2	0	0	0	18
06/05/2016	6:00 AM	0	26	3	0	1	0	30	2	30	3	0	0	0	35
06/05/2016	7:00 AM	2	35	2	0	0	0	39	3	38	3	0	0	0	44
06/05/2016	8:00 AM	5	48	5	0	0	0	58	6	49	4	0	0	0	59
06/05/2016	9:00 AM	1	26	2	0	2	0	31	2	32	2	0	1	0	37
06/05/2016	10:00 AM	3	21	3	0	4	0	31	1	30	4	0	1	0	36
06/05/2016	11:00 AM	2	25	0	0	2	0	29	3	28	0	0	0	1	32
06/05/2016	12:00 PM	0	16	1	0	1	0	18	5	19	19	0	0	0	43
06/05/2016	1:00 PM	0	19	10	0	0	0	29	3	15	15	0	5	0	38
06/05/2016	2:00 PM	0	15	4	0	4	0	23	9	13	0	0	1	1	24
06/05/2016	3:00 PM	1	14	3	0	0	0	18	2	11	9	0	1	0	23
06/05/2016	4:00 PM	2	20	4	0	2	0	28	0	15	16	0	0	0	31
06/05/2016	5:00 PM	2	11	1	0	0	0	14	1	14	4	0	0	0	19
06/05/2016	6:00 PM	5	21	3	0	2	0	31	0	16	13	0	0	0	29
06/05/2016	7:00 PM	1	5	0	0	1	0	7	0	17	2	0	0	0	19
06/05/2016	8:00 PM	0	0	1	0	2	0	3	0	11	0	0	0	0	11
06/05/2016	9:00 PM	1	1	0	0	1	0	3	0	1	3	0	0	0	4
06/05/2016	10:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
06/05/2016	11:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Día	Hora	CARRIL GUAMOTE – SOCAVÓN							CARRIL SOCAVÓN – GUAMOTE						
		Bin 1	Bin 2	Bin 3	Bin 5	Bin 6	Bin 7	Total	Bin 1	Bin 2	Bin 3	Bin 5	Bin 6	Bin 7	Total
07/05/2016	12:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
07/05/2016	1:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/05/2016	2:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
07/05/2016	3:00 AM	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
07/05/2016	4:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
07/05/2016	5:00 AM	0	2	1	0	0	0	3	0	5	3	0	0	0	8
07/05/2016	6:00 AM	0	36	3	0	4	0	43	1	16	10	0	0	0	27
07/05/2016	7:00 AM	4	35	2	0	8	0	49	0	36	15	0	1	1	53
07/05/2016	8:00 AM	3	29	5	0	2	0	39	0	34	12	0	0	0	46
07/05/2016	9:00 AM	2	39	0	0	2	0	43	0	15	5	0	0	0	20
07/05/2016	10:00 AM	2	19	1	0	2	0	24	0	12	13	0	0	0	25
07/05/2016	11:00 AM	0	19	2	0	4	0	25	1	9	9	0	0	0	19
07/05/2016	12:00 PM	0	10	1	0	0	0	11	1	20	12	0	0	0	33
07/05/2016	1:00 PM	1	24	2	1	0	1	29	1	15	11	0	0	0	27
07/05/2016	2:00 PM	1	25	1	0	1	0	28	0	12	9	0	0	0	21
07/05/2016	3:00 PM	2	22	3	0	2	0	29	0	9	12	1	0	0	22
07/05/2016	4:00 PM	6	7	1	0	1	0	15	2	11	6	0	0	0	19
07/05/2016	5:00 PM	4	21	2	0	1	0	28	0	14	8	0	0	0	22
07/05/2016	6:00 PM	6	22	4	0	4	0	36	0	16	9	0	0	0	25
07/05/2016	7:00 PM	1	12	1	0	3	0	17	1	10	2	0	0	0	13
07/05/2016	8:00 PM	0	8	0	0	2	0	10	0	4	1	0	0	0	5
07/05/2016	9:00 PM	1	2	1	0	0	0	4	0	5	0	0	0	0	5
07/05/2016	10:00 PM	0	0	1	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	4
07/05/2016	11:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/05/2016	12:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
08/05/2016	1:00 AM	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
08/05/2016	2:00 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/05/2016	3:00 AM	1	2	0	0	1	0	4	0	2	0	0	0	0	2
08/05/2016	4:00 AM	1	5	1	0	0	0	7	0	9	3	0	0	0	12
08/05/2016	5:00 AM	1	27	0	0	1	0	29	0	15	6	0	0	0	21
08/05/2016	6:00 AM	4	23	2	0	4	0	33	0	26	15	0	0	0	41
08/05/2016	7:00 AM	1	42	1	0	4	0	48	0	32	19	0	0	0	51
08/05/2016	8:00 AM	3	41	7	0	2	0	53	0	24	13	0	0	0	37
08/05/2016	9:00 AM	3	45	1	0	2	1	52	0	20	20	0	0	0	40
08/05/2016	10:00 AM	5	27	2	1	2	0	37	0	8	14	0	1	0	23
08/05/2016	11:00 AM	9	14	2	0	4	0	29	1	19	7	0	0	0	27
08/05/2016	12:00 PM	2	23	3	0	4	0	32	1	16	5	0	0	0	22
08/05/2016	1:00 PM	3	20	4	0	4	0	31	1	15	9	0	2	0	27
08/05/2016	2:00 PM	6	24	3	0	2	0	35	1	16	7	0	0	0	24
08/05/2016	3:00 PM	5	9	1	0	0	0	15	3	14	3	0	0	0	20
08/05/2016	4:00 PM	7	7	2	0	0	0	16	4	10	1	0	0	0	15
08/05/2016	5:00 PM	6	5	0	0	0	0	11	2	7	3	0	1	0	13
08/05/2016	6:00 PM	1	14	0	0	1	0	16	1	4	5	0	0	1	11
08/05/2016	7:00 PM	3	11	2	0	0	0	16	0	6	1	0	1	0	8
08/05/2016	8:00 PM	0	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	3
08/05/2016	9:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
08/05/2016	10:00 PM	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
08/05/2016	11:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 157 Datos de Conteo Vehicular

## Clasificación de Vehículos (SEGÚN BINS)

**Bin:** Rango de clasificación por ejes (Bandejas de Agrupamiento del tipo de vehículo).

- **Bin 1:** Motocicletas (Eje delantero más eje posterior)
- **Bin 2 y Bin 3:** Vehículos Livianos (Eje delantero y eje posterior, llanta sencilla)
- **Bin 5:** Buses (Eje Delantero y eje posterior con doble llanta)
- **Bin 6:** Camiones (Eje delantero y eje posterior con doble llanta)
- **Bin 7:** Camiones (Eje delantero y dos ejes posteriores con doble llanta)

Para la diferenciación entre las categorías (Bins) 5 y 6, los contadores clasifican a los vehículos en buses y camiones, de acuerdo a la distancia de separación entre los ejes delantero y posterior; y en función de los parámetros de diseño estándar para los vehículos.

## Procesamiento de Información y Resultados Obtenidos

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN																	
DATOS DE AFORO VEHICULAR																	
AUTORES:		GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA						TUTOR:		ING. OSCAR PAREDES							
PUENTE:		Quebrada Rondán						PERIODO:		Del 02/05/2016 al 08/05/2016							
UBICACIÓN:		CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO															
Tipo de vehículo	CARRIL GUAMOTE – SOCAVÓN								Tipo de vehículo	CARRIL SOCAVÓN – GUAMOTE							
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes		Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
Bin 2	267	336	353	324	314	333	343	Bin 2	400	438	432	480	357	251	247		
Bin 3	74	37	37	105	42	31	31	Bin 3	70	43	51	51	100	137	133		
Bin 5	0	0	0	1	0	1	1	Bin 5	0	1	1	0	0	1	0		
Bin 6	33	13	23	15	23	36	32	Bin 6	2	3	0	7	9	1	5		
Bin 7	0	0	0	2	0	1	1	Bin 7	0	1	0	0	2	1	1		
<b>Total</b>	374	386	413	447	379	402	408	<b>Total</b>	472	486	484	538	468	391	386		

Tabla 158 Resumen de aforo vehicular

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN								
								
TRAFICO PROMEDIO DIARIO ACTUAL								
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA				<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES		
<b>PUENTE:</b>	Quebrada Rondán				<b>PERIODO:</b>	Del 02/05/2016 al 08/05/2016		
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO							
Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Livianos	811	854	873	960	813	752	754	5817
Buses	0	1	1	1	0	2	1	6
Camiones	35	17	23	24	34	39	39	211
%	14,00%	15,00%	15,00%	16,00%	14,00%	13,00%	13,00%	100,00%
<b>TOTAL</b>	<b>846</b>	<b>872</b>	<b>897</b>	<b>985</b>	<b>847</b>	<b>793</b>	<b>794</b>	<b>6034</b>
<b>TRAFICO PROMEDIO DIARIO ACTUAL</b>								<b>862</b>

Tabla 159 TPDA

Diagramas resúmenes de los datos obtenidos del TPDA ACTUAL

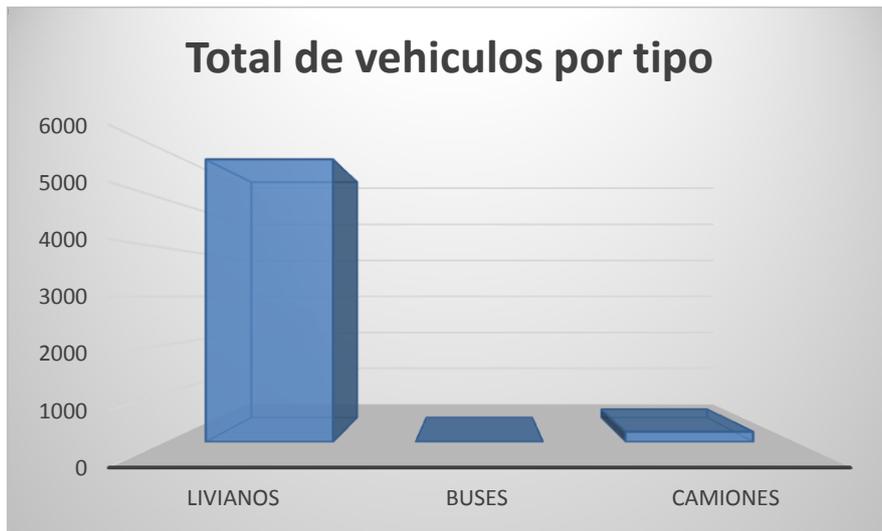


Ilustración 51 Total de vehículos por tipo



Ilustración 52 Porcentaje de tráfico diario

**Proyección de Tráfico actual a TPDA proyectado**

- **Cálculo del Tráfico Actual**

$$TA = \frac{TPDA}{N^{\circ} \text{Días}}$$

$$TA = \frac{6034}{7}$$

$$TA = 862 \frac{veh}{\text{día}}$$

- **Cálculo del Tráfico Futuro**

Para las proyecciones del tráfico vehicular, se han utilizado las tasas de crecimiento de tráfico que dispone el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, la cual se muestra en la siguiente tabla:

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			
2020	1.95%	1.60%	1.84%
2021			
2022			
2023			
2024			
2025	1.78%	1.60%	1.69%
2026			
2027			

Tabla 160 Tasas de crecimiento del tráfico vehicular para la Provincia de Chimborazo

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

Para determinar el valor del tráfico futuro este será proyectado para un periodo de diseño de n=50 años.

Livianos	Buses	Camiones
$TF_{Liv} = TA_{Liv} 1 + i^n$ $TF_{Liv} = 831 1 + 0.0217^{50}$ $TF_{Liv} = 2431 \frac{veh}{día}$	$TF_{Bus} = TA_{Bus} 1 + i^n$ $TF_{Bus} = 1 1 + 0.0195^{50}$ $TF_{Bus} = 3 \frac{veh}{día}$	$TF_{Cam} = TA_{Cam} 1 + i^n$ $TF_{Cam} = 30 1 + 0.0203^{50}$ $TF_{Cam} = 82 \frac{veh}{día}$
$TF = 2421 + 3 + 82$ $TF = 2516 \frac{veh}{día}$		

- **Cálculo del Tráfico Desviado**

$$TDES = 10\%TA$$

$$TDES = 0.10 * 862$$

$$TDES = 86 \frac{veh}{día}$$

- **Cálculo del Tráfico Generado**

$$TG = 20\%TA$$

$$TG = 0.20 * 862$$

$$TG = 172 \frac{veh}{día}$$

- **Cálculo del Tráfico Desarrollado**

$$TD = (5 - 7)\%TA$$

$$TD = 0.05 * 862$$

$$TD = 44 \frac{veh}{día}$$

- **Calculo del Tráfico Promedio Diario Anual Proyectado**

$$TPDA_{Proyectado} = TF + TDES + TG + TD$$

$$TPDA_{\text{proyectado}} = 2516 + 86 + 172 + 44$$

$$TPDA_{\text{proyectado}} = 2818 \frac{\text{veh}}{\text{día}}$$

Tipo de vehículo	Tráfico Promedio Actual	Tráfico Futuro	Tráfico Desviado	Tráfico Generado	Tráfico Desarrollado
Livianos	831	2431	83	166	42
Buses	1	3	0	0	0
Camiones	30	82	3	6	2
<b>Total</b>	862	2516	86	172	44

Tabla 161 Tabla de resumen de TPDA

### Clasificación de la vía según el M.T.O.P

Según el tráfico proyectado a 50 años para el puente en estudio se obtiene un TPDA proyectado de 2818 vehículos por día, valores con el que acogiéndose 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 la vía estaría enumerada en una carretera de segundo orden.

TRAFICO PROYECTADO		
FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA	TRAFICO 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

Tabla 162 Tráfico Proyectado

### 3.5.3. ANÁLISIS DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

#### 3.5.3.1. DISEÑO DE VIGAS

#### CALCULO VIGA EXTERIOR

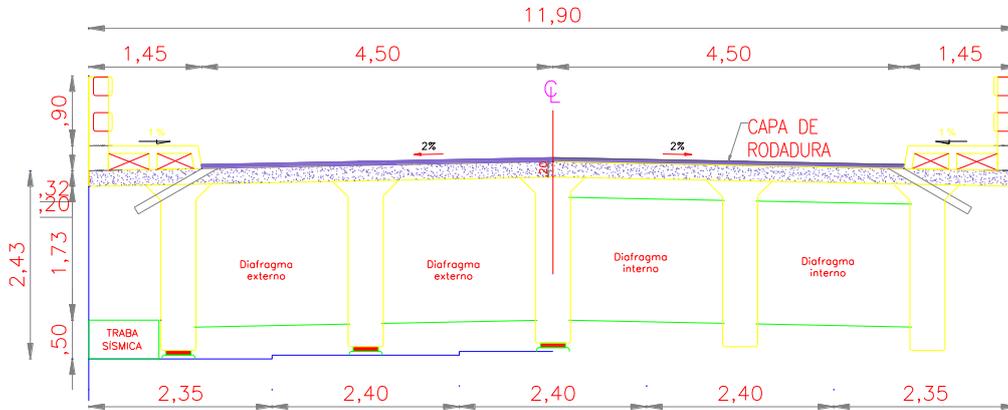


Tabla 163 Sección Transversal

#### ANCHO EFECTIVO

$$s^* = 1.95 \text{ m}$$

$$B = 2.40 \text{ m}$$

#### PERALTE MÍNIMO (AASHTO ESTÁNDAR HB 17)

$$h_{min} = \frac{L + 2.75}{18} * 1.1$$

$$h_{min} = \frac{30.00 + 2.75}{18} * 1.1 = 2.00 \text{ m} \approx 2.15 \text{ m}$$

#### CARGA MUERTA TOTAL

$$W_{TOTAL} = W_{TAB} + W_{BAR} + W_{C.R.} + W_{AC}$$

$$W_{TOTAL} = 178.50 + 20.52 + 39.27 + 36.00 = 274.29 \text{ Tn}$$

$$W_{VIGAS} = Area * 1 \text{ m} * \gamma_{HOR}$$

$$W_{VIGAS} = 0.45 * 2.15 - 0.20 * 30.00 * 2.50 * 5 = 340.78 \text{ Tn}$$

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

$$W_{DIAF INT.} = 1.40 * 0.25 * 1.95 * 2.5 * 12 = 20.48 Tn$$

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

$$W_{DIAF EXT.} = 1.65 * 0.25 * 1.95 * 2.5 * 8 = 16.09 Tn$$

$$W_{TOTAL} = W_{TOTAL} + W_{VIGA} + W_{DIAF INT.} + W_{DIAF EXT.}$$

$$W_{TOTAL} = 274.29 + 340.78 + 20.48 + 16.09$$

$$W_{TOTAL} = 651.64 Tn$$

$$W_{Total/m2} = 1.825 \frac{Tn}{m^2}$$

#### CARGA MUERTA VIGA EXTERIOR

$$W_{TOTAL} = W_{TAB} + W_{BAR} + W_{C.R.} + W_{AC}$$

$$W_{TOTAL} = 35.25 + 10.26 + 2.97 + 18.00 = 66.48 Tn$$

$$W_{VIGAS} = Area * 1m * \gamma_{HOR}$$

$$W_{VIGA} = 0.45 * 2.15 - 0.20 * 30.00 * 2.50 * 1 = 65.81 Tn$$

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

$$W_{DIAF INT.} = 1.40 * 0.25 * 0.98 * 2.5 * 3 = 2.57 Tn$$

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

$$W_{DIAF EXT.} = 1.65 * 0.25 * 0.98 * 2.5 * 2 = 2.02 Tn$$

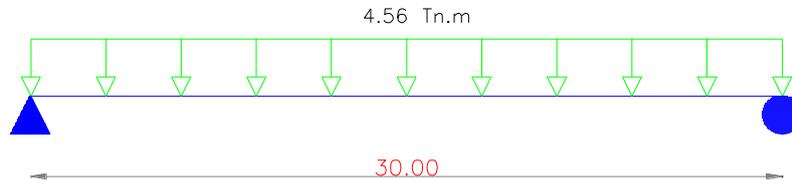
$$W_{TOTAL} = W_{TOTAL} + W_{VIGA} + W_{DIAF INT.} + W_{DIAF EXT.}$$

$$W_{TOTAL} = 66.48 + 65.81 + 2.57 + 2.02$$

$$W_{TOTAL} = 136.88 Tn$$

$$W_{Total/m2} = 4.56 \frac{Tn}{m^2}$$

## MOMENTOS Y CORTANTE (CARGA MUERTA)

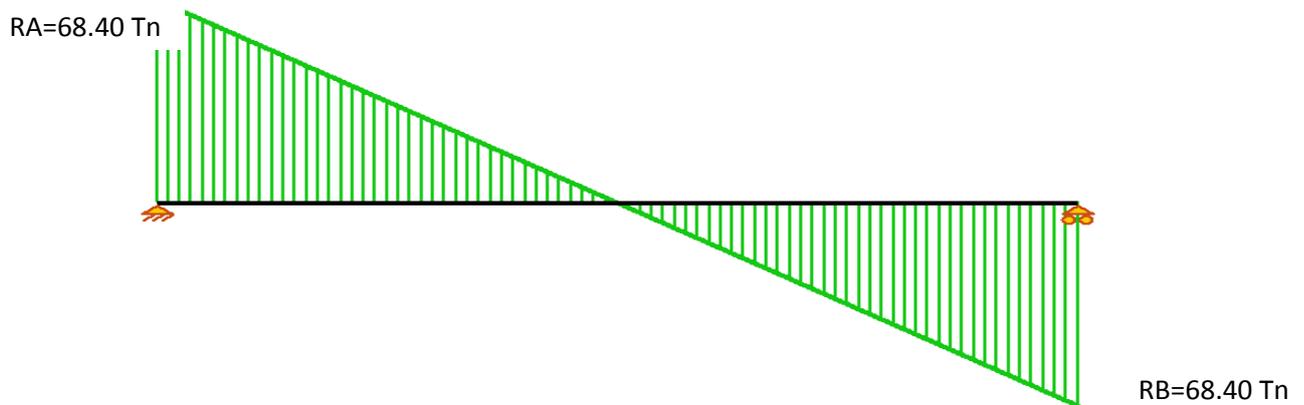


$$R_A + R_B = 4.56 * 30.00$$

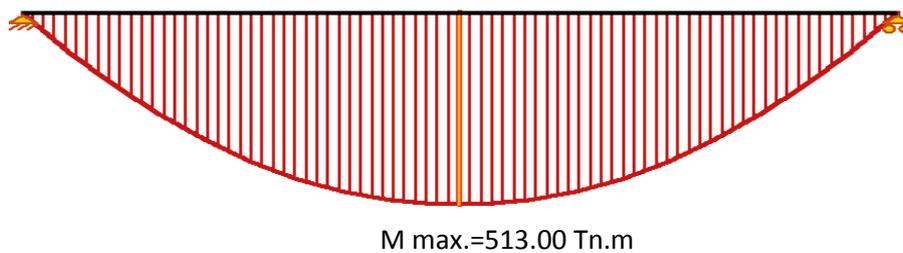
$$R_A + R_B = 136.80$$

$$R_A = R_B = 68.40 T$$

## DIAGRAMA DE CORTANTES



## DIAGRAMA DE MOMENTOS



X (m)	Mcm (T.m)	Vcm (T)
0.00	0.000	68.40
2.50	156.75	57.00
5.00	285.00	45.60
7.50	384.75	34.20
10.00	456.00	22.80
12.50	498.75	11.40
15.00	513.00	0.00

Tabla 164 Tabla de momentos HS-MOP

- **ANÁLISIS DE CARGA VIVA**  
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN TRANSVERSAL (AASHTO ESTÁNDAR HB 17)

$$MB = 0$$

$$RA = \frac{P * 1.80 + P * 0.00}{2.40}$$

$$RA = 0.75 P$$

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN TRANSVERSAL VIGAS INTERNAS (AASHTO ESTÁNDAR HB 17)

$$f_{VI} = \frac{s}{1.829}$$

$$f_{VI} = \frac{2.40}{1.829} = 1.312$$

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN TRANSVERSAL VIGAS EXTERNAS (AASHTO ESTÁNDAR HB 17)

$$f_{VE} = 0.750$$

Comparación

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

$$1.312 > 0.750$$

$$f_{VI} = 1.312$$

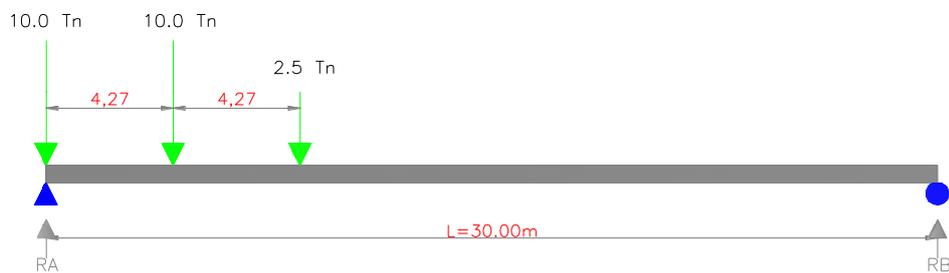
IMPACTO (AASHTO ESTÁNDAR HB 17)

$$I = \frac{15.24}{38.1 + L}$$

$$I = \frac{15.24}{38.1 + (30.00 - 2.5)} = 0.232$$

X (m)	I
0	1.224
2.5	1.232
5	1.242
7.5	1.251
10	1.262
12.5	1.274

Tabla 165 Impacto



$$F_v = 0$$

$$RA + RB = 10.00 + 10.00 + \frac{10.00}{4}$$

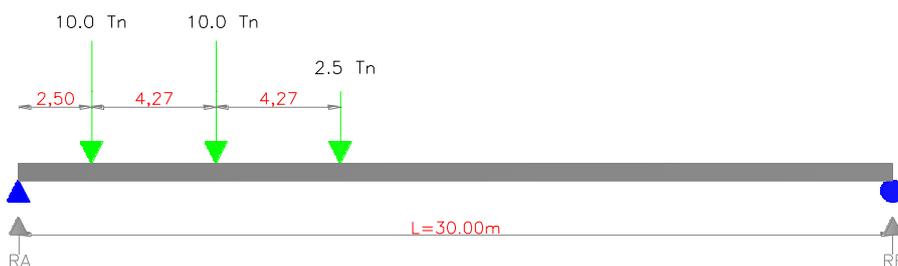
$$RA + RB = 22.50 \text{ Tn}$$

$$MA = 0$$

$$RB = \frac{10.00 * 4.27 + 2.50 * 8.54}{30}$$

$$RB = 2.135 \text{ Tn}$$

$$RA = 20.365 \text{ Tn}$$



$$F_v = 0$$

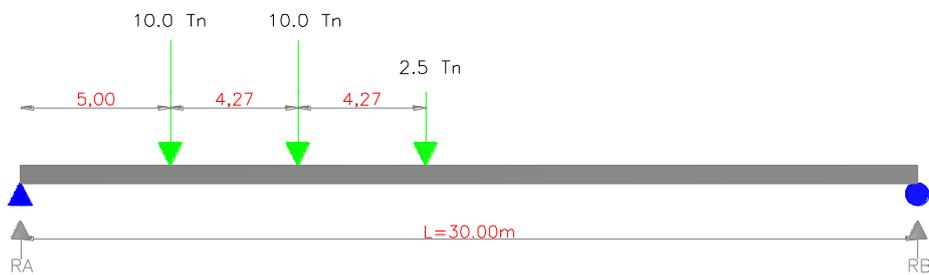
$$RA + RB = 22.50 \text{ Tn}$$

$$MA = 0$$

$$RB = \frac{10.00 * 2.50 + 10.00 * 6.77 + (2.50 * 11.04)}{30}$$

$$RB = 4.010 \text{ Tn}$$

$$RA = 18.490 \text{ Tn}$$



$$F_v = 0$$

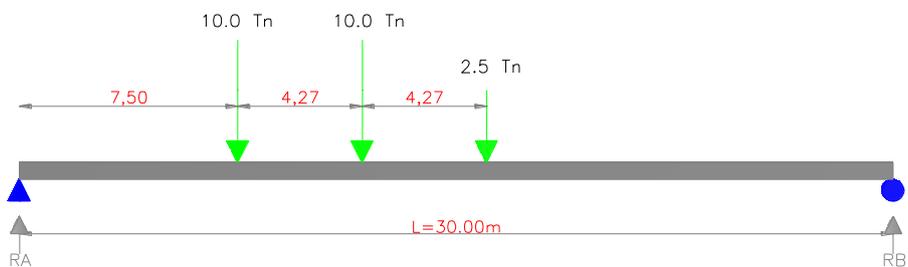
$$RA + RB = 22.50 \text{ Tn}$$

$$MA = 0$$

$$RB = \frac{10.00 * 5.00 + 10.00 * 9.27 + (2.50 * 13.54)}{30}$$

$$RB = 5.885 \text{ Tn}$$

$$RA = 16.615 \text{ Tn}$$



$$F_v = 0$$

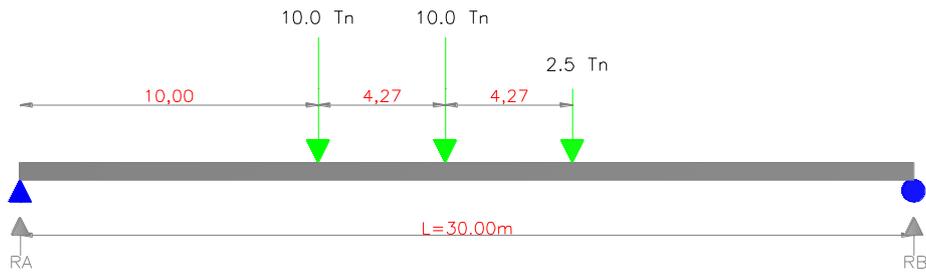
$$RA + RB = 22.50 \text{ Tn}$$

$$MA = 0$$

$$RB = \frac{10.00 * 7.50 + 10.00 * 11.770 + (2.50 * 16.04)}{30}$$

$$RB = 7.760 \text{ Tn}$$

$$RA = 14.740 \text{ Tn}$$



$$Fv = 0$$

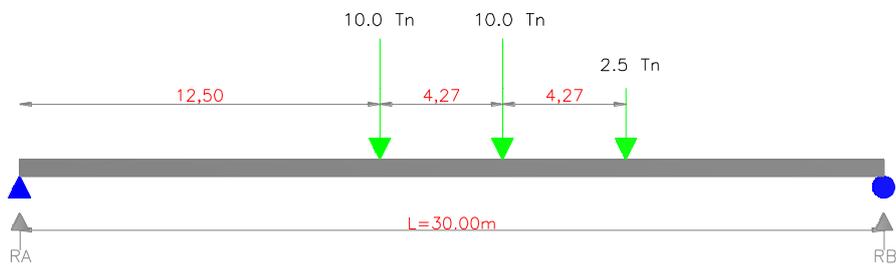
$$RA + RB = 22.50 \text{ Tn}$$

$$MA = 0$$

$$RB = \frac{10.00 * 10.00 + 10.00 * 14.27 + (2.50 * 18.54)}{30}$$

$$RB = 9.635 \text{ Tn}$$

$$RA = 12.865 \text{ Tn}$$



$$Fv = 0$$

$$RA + RB = 22.50 \text{ Tn}$$

$$MA = 0$$

$$RB = \frac{10.00 * 12.50 + 10.00 * 16.77 + (2.50 * 21.04)}{30}$$

$$RB = 11.510 Tn$$

$$RA = 10.990 Tn$$

RA	X	Mcv
20.365	0.00	0.000
18.490	2.50	46.225
16.615	5.00	83.075
14.740	7.50	110.55
12.865	10.00	128.65
10.990	12.50	137.375

Tabla 166 Tabla de resumen de Cortante y Momentos

$$M_{CV+I} = M * f * I \text{ (AASHTO ESTÁNDAR HB 17)}$$

$$V_{CV+I} = V * f * I \text{ (AASHTO ESTÁNDAR HB 17)}$$

X	Mcv	F	I	Mcv + I
0.00	0.000	1.312	1.224	0.000
2.50	46.225	1.312	1.232	74.717
5.00	83.075	1.312	1.242	135.371
7.50	110.55	1.312	1.251	181.447
10.00	128.65	1.312	1.262	213.011
12.50	137.375	1.312	1.274	229.621

Tabla 167 Momentos de Carga Viva

X	Vcv	F	I	Vcv + I
0.00	20.365	1.312	1.224	32.704
2.50	18.490	1.312	1.232	29.887
5.00	16.615	1.312	1.242	27.074
7.50	14.740	1.312	1.251	24.193
10.00	12.865	1.312	1.262	21.301
12.50	10.990	1.312	1.274	18.370

Tabla 168 Cortantes de Carga Viva

$$M_u = 1.3 M_{CM} + \frac{5}{3} M_{CV+I}$$

$$V_u = 1.3 V_{CM} + \frac{5}{3} V_{CV+I}$$

x	M cm (T.m)	M cv+l (T.m)	MU (T.m)	Vcm (T)	V cv+l (T)	Vu(T)
0.00	0.000	0.000	0.000	68.40	32.704	159.779
2.50	156.75	74.717	365.662	57.00	29.887	138.855
5.00	285.00	135.371	663.804	45.60	27.074	117.940
7.50	384.75	181.447	893.310	34.20	24.193	96.878
10.00	456.00	213.011	1054.324	22.80	21.301	75.792
12.50	498.75	229.621	1145.887	11.40	18.370	54.622

Tabla 169 Momentos y cortantes últimos

## ACERO PRINCIPAL PARA LA VIGA

### ANÁLISIS VIGA TIPO T (AASHTO ESTÁNDAR HB 17)

$$M_{uVIGAT} = 0.85 * f'c * B * t * d - \frac{t}{2} * \phi * 10^{-5}$$

$$M_{uVIGAT} = 0.85 * 280 * 240 * 20 * 205 - \frac{20}{2} * 0.90 * 10^{-5}$$

$$M_{uVIGAT} = 2004.912 T.m$$

$$M_{uVIGAT} \geq M_u$$

$$2004.912 \geq 1161.195 (T.m)$$

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

## CUANTÍA DE ACERO

$$M_u = 1145.887 T.m$$

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{F_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{0.85 * \phi * f'c * b * d^2}} \right]$$

$$\rho = \frac{0.85 * 280}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2(1145.887 * 10^5)}{0.85 * 0.90 * 280 * 240 * 205^2}} \right]$$

$$\rho = 0.00309$$

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

$$A_s = 0.00309 * 240 * 205$$

$$A_s = 152.02 \text{ cm}^2$$

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

$$N. \text{ varillas} = \frac{152.02}{\frac{\pi * 3.2^2}{4}}$$

$$N. \text{ varillas} = 19 \text{ } \varnothing 32 \text{ mm}$$

$$d' = \frac{5 + 1.2 + 1.6 * 6 + 5 + 1.2 + 3.2 * 2 + 1.6 * 6 + 5 + 1.2 + 3.2 * 4 + 1.6 * 5 + (5 + 1.2 + 3.2 * 6 + 1.6 * 2)}{19}$$

$$d' = 18 \text{ cm}$$

$$d = 187 \text{ cm}$$

Calculo el  $A_s$  con el  $d'$  corregido 1

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{F_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{0.85 * \varnothing * f'c * b * d^2}} \right]$$

$$\rho = \frac{0.85 * 280}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2(1145.887 * 10^5)}{0.85 * 0.90 * 280 * 45 * 187^2}} \right]$$

$$\rho = 0.02461$$

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

$$A_s = 0.02461 * 45 * 187$$

$$A_s = 207.09 \text{ cm}^2$$

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

$$N. \text{ varillas} = \frac{207.09}{\frac{\pi * 3.2^2}{4}}$$

$$N. \text{ varillas} = 26 \text{ } \phi 32 \text{ mm}$$

$$d' = \frac{5 + 1.2 + 1.6 * 6 + 5 + 1.2 + 3.2 * 2 + 1.6 * 6 + 5 + 1.2 + 3.2 * 4 + 1.6 * 6 + 5 + 1.2 + 3.2 * 6 + 1.6 * 5 + (5 + 1.2 + 3.2 * 8 + 1.6 * 3)}{26}$$

$$d' = 19 \text{ cm}$$

$$d = 186 \text{ cm}$$

Calculo el  $A_s$  con el  $d'$  corregido 2

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{F_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{0.85 * \phi * f'c * b * d^2}} \right]$$

$$\rho = \frac{0.85 * 280}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2(1145.887 * 10^5)}{0.85 * 0.90 * 280 * 45 * 186^2}} \right]$$

$$\rho = 0.02498$$

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

$$A_s = 0.02498 * 45 * 186$$

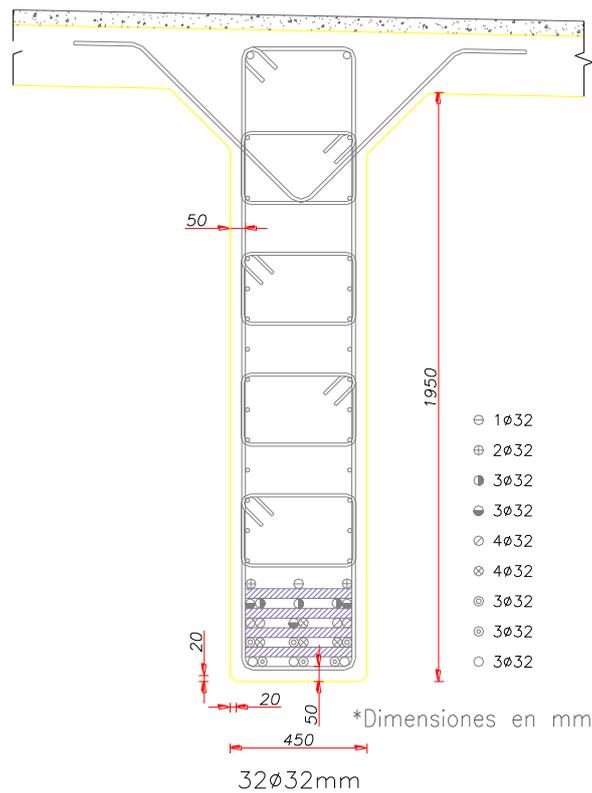
$$A_s = 209.05 \text{ cm}^2$$

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

$$N. \text{ varillas} = \frac{209.05}{\frac{\pi * 3.2^2}{4}}$$

$$N. \text{ varillas} = 26 \text{ } \phi 32 \text{ mm}$$

$d' = N. \text{ varillas} = N. \text{ varillas corregido} = 26 \text{ } \phi 32 \text{ mm, OK}$



**Tabla 170 Acero Principal**

**X=2.50 m**

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{Fy} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{0.85 * \phi * f'c * b * d^2}} \right]$$

$$\rho = \frac{0.85 * 280}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2(365.662 * 10^5)}{0.85 * 0.90 * 280 * 45 * 186^2}} \right]$$

$$\rho = 0.0066$$

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

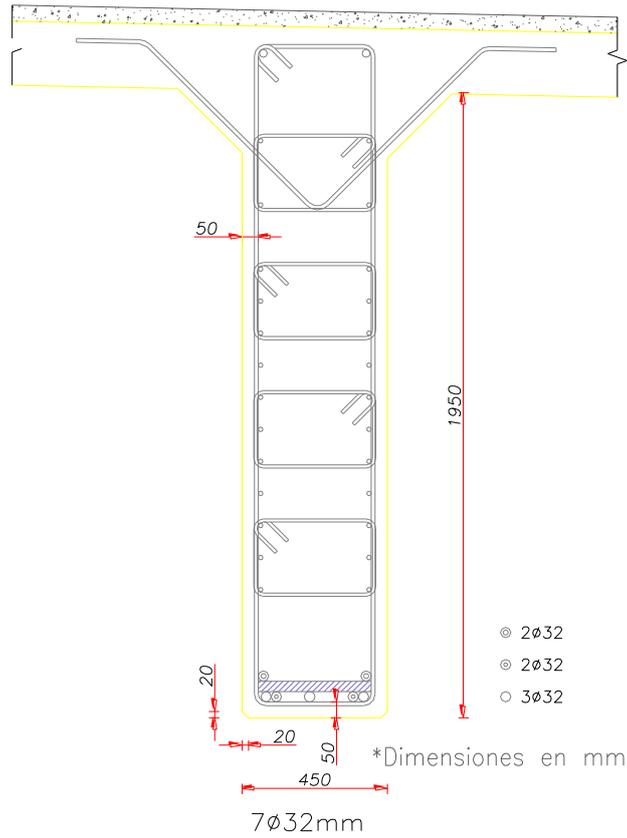
$$A_s = 0.0066 * 45 * 186$$

$$A_s = 55.24 \text{ cm}^2$$

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

$$N. \text{ varillas} = \frac{55.24}{\frac{\pi * 3.2^2}{4}}$$

$$N. \text{ varillas} = 7 \phi 32 \text{ mm}$$



**Ilustración 53 Acero principal X=2.50m**

**X=5.00 m**

$$\rho = \frac{0.85 * f'c}{Fy} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{0.85 * \phi * f'c * b * d^2}} \right]$$

$$\rho = \frac{0.85 * 280}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2(663.804 * 10^5)}{0.85 * 0.90 * 280 * 45 * 186^2}} \right]$$

$$\rho = 0.01270$$

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

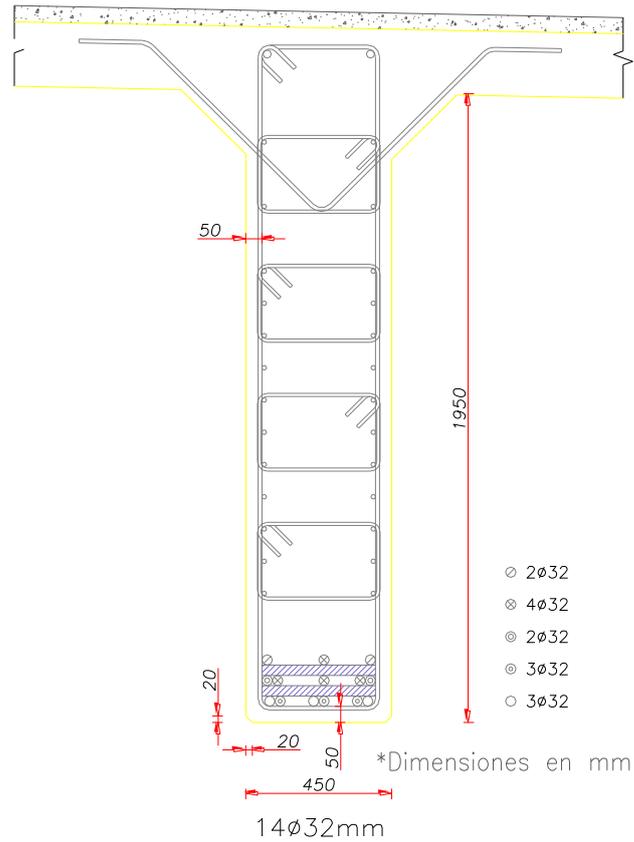
$$A_s = 0.01270 * 45 * 186$$

$$A_s = 106.30 \text{ cm}^2$$

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

$$N. varillas = \frac{106.30}{\frac{\pi * 3.2^2}{4}}$$

***N. varillas = 14 Ø 32 mm***



**Ilustración 54 Acero principal X=5.00m**

**ACERO DE REFUERZO SUPERIOR**

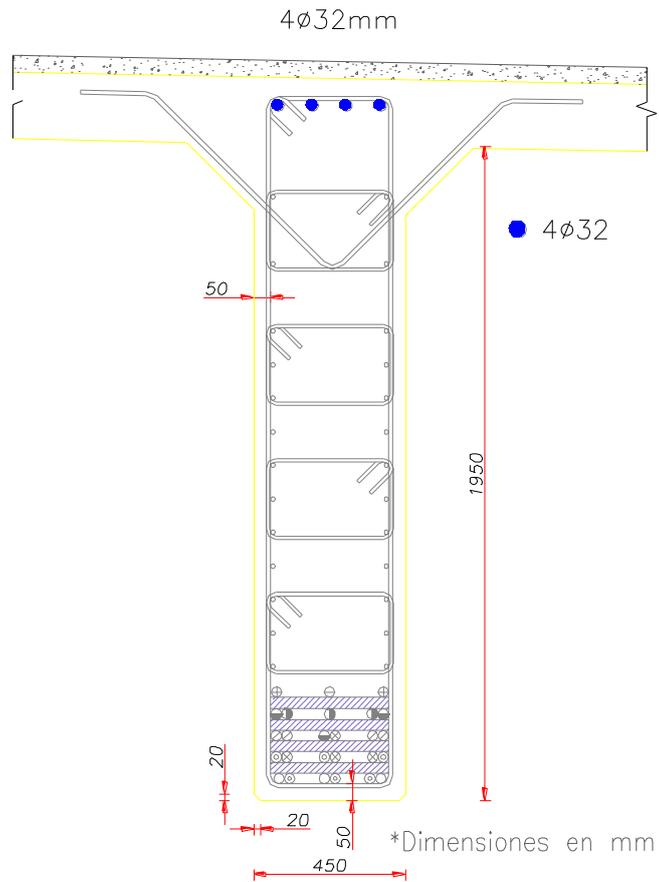
$$\rho_{min} = 0.0033$$

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

$$A_s = 0.0033 * 45 * 185$$

$$A_s = 27.47 \text{ cm}^2$$

**$N. varillas = 4 \varnothing 32 \text{ mm}$**



**Ilustración 55 Acero Superior**

**ACERO DE REFUERZO LATERAL (AASHTO ESTÁNDAR HB 17)**

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

$$A_{S_{LAT}} = 10\% * 215.12$$

$$A_{S_{LAT}} = 21.51 \text{ cm}^2$$

**$N. varillas = 16 \varnothing 14 \text{ mm}$**

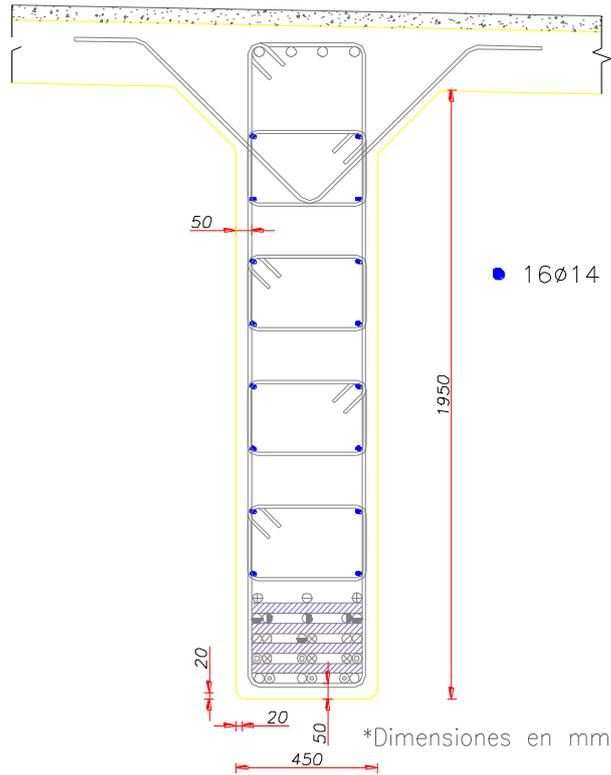


Ilustración 56 Acero Lateral

## CALCULO DE ESTRIBOS

### CORTANTE

$$V_u = 159.779 \text{ T}$$

$$V_u = \frac{v_u}{\phi * b * d}$$

$$V_u = \frac{159.779 * 10^3}{0.85 * 45 * 185}$$

$$V_u = 22.58 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_c = 0.53 * \overline{f_c}$$

$$V_c = 0.53 * \overline{280}$$

$$V_c = 8.869 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S = \frac{A_s * F_y}{V_u - V_c * b}$$

$$S = \frac{(2 * 1.13 + 2 * 0.79) * 4200}{22.58 - 8.869 * 45}$$

$$S = 26.15 \cong 25 \text{ cm}$$

$$0.53 \overline{f_c} < V_u < 1.50 \overline{f_c}$$

$$0.53 \overline{280} < 22.58 < 1.50 \overline{280}$$

$$8,869 < 19.24 < 25,099 \text{ OK}$$

*DIMENSIONAMIENTO DE ESTRIBOS CENTRALES*

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

$$S = \frac{185}{2}$$

$$S = 92.5 \text{ cm} > 60 \text{ cm}$$

$$S = 60 \text{ cm}$$

### 3.5.3.2.DISEÑO DE APOYOS DE ACUERDO A LA NORMA AASHTO LRFD 2010

#### Análisis de Cargas

<b>PESO PROPIO</b>	
<b>ELEMENTO</b>	<b>PESO</b>
Capa de rodadura	39.27
Losa	178.5
Barandas	20.52
Aceras	36.00
Vigas principales	340.78
Vigas secundarias	36.57
<b>TOTAL</b>	<b>651.64</b>

Tabla 171 Análisis de Cargas (Peso propio)

<b>PESO SOBRECARGA</b>	
Camión Tipo	45.00
Carga Peatonal	24.90
Sobre carga en veredas	27.60
<b>TOTAL</b>	<b>97.50</b>

Tabla 172 Análisis de Cargas (Sobre carga)

#### CARGA MUERTA VIGA EXTERIOR

$$W_{TOTAL} = W_{TOTAL} + W_{VIGA} + W_{DIAF INT.} + W_{DIAF EXT.}$$

$$W_{TOTAL} = 66.48/2 + 65.81/2 + 2.57/2 + 2.02/2$$

$$W_{TOTAL} = 68.44 \text{ Tn}$$

#### CARGA VIVA VIGA EXTERIOR

$$W_{TOTAL} = W_{VEH} + W_{PEAT} + W_{S.VER}$$

$$W_{TOTAL} = 45/4 + 24.9/4 + 27.60/4 = 24.38 \text{ Tn}$$

$$P_D = 68.44 \text{ tn}$$

$$P_L = 24.38 \text{ tn}$$

$$P_T = 92.82 \text{ tn}$$

## APOYO MARGEN DERECHO

### Área del Elastómero

Esfuerzo de compresión

$$\sigma_s \leq 2 GS \leq 122 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{req} = \frac{92820}{122}$$

$$A_{req} = 760.82 \text{ cm}^2$$

Adoptado L= 50 cm; W=40 cm (Área=2000 cm<sup>2</sup>>760.82 cm<sup>2</sup>)

### Factor de forma S min

Carga total

Con,

$$\sigma_s \leq 2 GS \leq 122 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_T \geq \frac{\sigma_s}{2G} = \frac{46.41 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{2 * 9.18 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 2.53$$

Siendo;

$G = 9.18 \text{ kg/cm}^2$  (Shore 60)

$$\sigma_s = \frac{P_T}{A}$$

$$\sigma_s = \frac{92820 \text{ kg}}{2000 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_s = 46.41 \text{ kg/cm}^2$$

Carga Viva

Con  $\sigma_L \leq GS$

$$S_L \geq \frac{\sigma_L}{G} = \frac{12.19 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{9.18 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 1.33$$

Siendo;

$$G = 9.18 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_L = \frac{P_L}{A}$$

$$\sigma_L = \frac{24380 \text{ kg}}{2000 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_L = 12.19 \text{ kg/cm}^2$$

El factor de forma es: 2.53 (2.53>1.33)

### **Grosor de una capa interior de elastómero ( $h_{ri}$ )**

Para carga total:

$$h_{ri} \leq \frac{LW}{2S_f L + W}$$

$$h_{ri} \leq \frac{50 * 40}{2 * 2.53 * 50 + 40}$$

$$h_{ri} \leq 4.39 \text{ cm}$$

Para carga viva:

$$h_{ri} \leq \frac{LW}{2S_f L + W}$$

$$h_{ri} \leq \frac{50 * 40}{2 * 1.33 * 50 + 40}$$

$$h_{ri} \leq 8.35 \text{ cm}$$

Grosor de capa interior adoptada  $h_{ri}=1.00$  cm (10mm) , el factor de forma es:

$$S = \frac{LW}{2h_{ri} L + W}$$

$$S = \frac{50 * 40}{2 * 1.00 * 50 + 40}$$

$$S = 11.11 > 2.53$$

### Número de capas interiores del elastómero

Compresión y rotación combinados

$$F'c=280 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c=256754 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_g=63822079.61 \text{ cm}^4$$

$$M_a=498.75 \text{ tn.m}$$

$$M_{cr}=156.36 \text{ tn.m}$$

$$I_{cr}=35609246.66 \text{ cm}^4$$

$$I_E = \frac{M_{cr}^3}{M_a^3} * I_g + \left(1 - \frac{M_{cr}^3}{M_a^3}\right) * I_{cr}$$

$$I_E = \frac{156.36^3}{498.75^3} * 63822079.61 + \left(1 - \frac{156.36^3}{498.75^3}\right) * 35609246.66$$

$$I_E = 36478557.22 \text{ cm}^4$$

$$M_{cr} = f_r * \frac{I_g}{y_t}$$

$$f_r=33.20 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_r = 1.984 \overline{f'c}$$

$$f_r = 1.984 \overline{280}$$

$$f_r = 33.20 \text{ kg/cm}^2$$

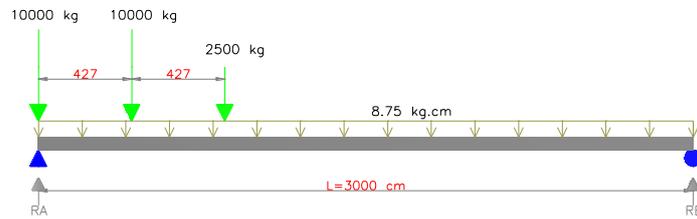
$$Y_t (A_y/A)=135.51 \text{ cm}$$

$$M_{cr} = 33.20 \text{ kg/cm}^2 * \frac{63822079.61 \text{ cm}^4}{135.51 \text{ cm}}$$

$$M_{cr} = 15636433.05 \text{ kg.cm} = 156.36 \text{ tn.m}$$

Eje Neutro

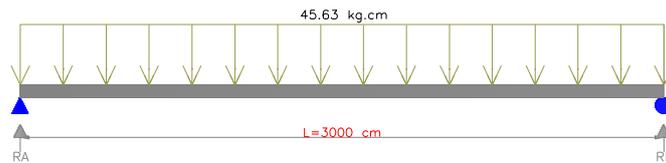
$$C=51.94 \text{ cm}$$



Carga viva GIRO Max. =14555210000/EI rad

$$\theta_{cv} = \frac{14555210000}{256754 * 35609246.66}$$

$$\theta_{cv} = 0.0016 \text{ rad}$$



Carga muerta GIRO Max. =51333750000/EI rad

$$\sigma_s = 46.41 \text{ kg/cm}^2$$

$$\theta_{cm} = \frac{51333750000}{256754 * 35609246.66}$$

$$\theta_{cm} = 0.0056 \text{ rad}$$

$$\theta_s = 0.0072 \text{ rad}$$

$$n > \frac{GS\theta_s}{\sigma_s} * \frac{B}{h_{ri}}^2$$

$$n > \frac{9.18 * 11.11 * 0.0072}{46.41} * \frac{50}{1}^2$$

$$n > 39.56$$

$$\sigma_s < 2.25GS \left( 1 - 0.167 * \frac{\theta_s}{n} * \frac{B}{h_{ri}} \right)^2$$

$$n > -0.167 * \theta_s * \frac{\frac{B}{h_{ri}}^2}{\frac{\sigma_s}{2.25GS} - 1}$$

$$n > -0.167 * 0.0072 * \frac{\frac{50}{1}^2}{\frac{46.41}{2.25 * 9.18 * 11.11} - 1}$$

$$n > 3.77$$

Capas exteriores

$$h_{re} < 0.7h_{ri}$$

$$14mm < 0.7 * 10mm$$

$$14mm > 7mm \text{ No cumple}$$

Adoptamos  $n=4u+2*0.5u$  (Capas interiores de 10mm de espesor) debido a que el grosor de la capa exterior es mayor que la mitad de una exterior.

**Resultado:** 5 u. Capas interiores de 10mm + 2u Capas exteriores de 14mm (Espesor total  $h_{rt}= 78mm$  de elastómero).

Estabilidad del Elastómero

$$A = \frac{1.92 * \frac{h_{rt}}{L}}{1 + \frac{2L}{W}}$$

$$A = \frac{1.92 * \frac{7.00}{50}}{1 + \frac{2 * 50}{40}} = 0.14$$

$$B = \frac{2.67}{S + 2 * 1 + \frac{L}{4W}}$$

$$B = \frac{2.67}{11.11 + 2 * 1 + \frac{50}{4 * 40}} = 0.16$$

$$2A \leq B$$

$$2(0.14) \leq 0.16$$

$$0.28 \geq 0.16 \text{ No cumple}$$

$$A - B \leq 0$$

$$0.14 - 0.16 \leq 0$$

$$-0.02 \leq 0, \text{ el apoyo es estable}$$

Cálculo de placas de refuerzo en el elastómero

Estado límite de servicio

$$h_s \geq \frac{3h_{max}\sigma_s}{F_y}$$

$$h_s \geq \frac{3 * 1.00 * 46.41}{2531}$$

$$h_s \geq 0.055 \text{ cm}$$

Estado límite de fatiga

$$h_s \geq \frac{2h_{max}\sigma_L}{\Delta F_{TH}}$$

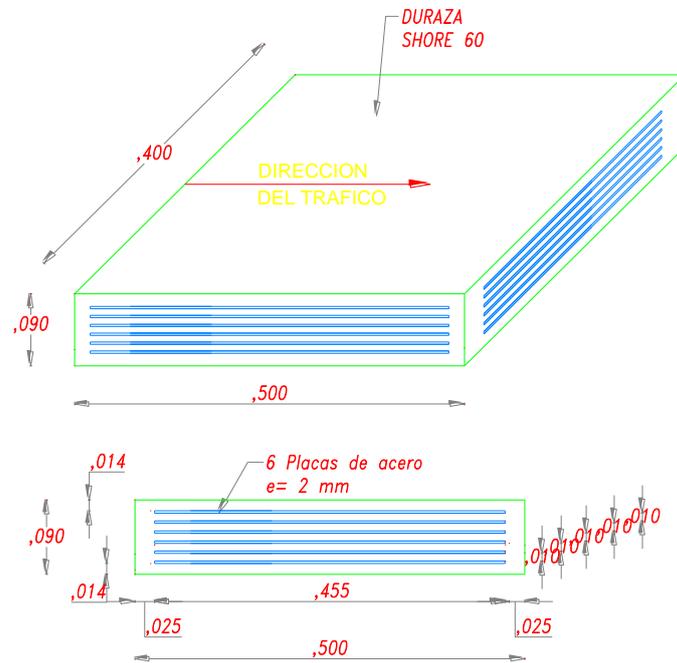
$$h_s \geq \frac{2 * 1.00 * 12.19}{1683(\text{Categ. A})}$$

$$h_s \geq 0.014 \text{ cm}$$

Adoptamos  $h_s=3\text{mm} > 0.5\text{mm}$

## Resultado:

Se usarán 6 placas de 3mm, El espesor total del apoyo será:  $78\text{mm} + (6 \cdot 3\text{mm}) = 96\text{mm}$



## DETALLE DEL NEOPRENO

Ilustración 57 Apoyo de neopreno reforzado del margen derecho

### APOYO MARGEN IZQUIERDO

$$P_D = 68.44 \text{ tn}$$

$$P_L = 24.38 \text{ tn}$$

$$P_T = 92.82 \text{ tn}$$

Esfuerzo de compresión

$$\sigma_s \leq 2 GS \leq 122 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{req} = \frac{92820}{122}$$

$$A_{req} = 760.82 \text{ cm}^2$$

Adoptado  $L = 32 \text{ cm}$ ;  $W = 35 \text{ cm}$  (Área =  $1120 \text{ cm}^2 > 760.82 \text{ cm}^2$ )

### Factor de forma S min

Carga total

Con,

$$\sigma_s \leq 2 GS \leq 122 \text{ kg/cm}^2$$
$$S_T \geq \frac{\sigma_s}{2G} = \frac{82.88 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{2 * 9.18 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 4.51$$

Siendo;

$$G = 9.18 \text{ kg/cm}^2 (\text{Shore 60})$$

$$\sigma_s = \frac{P_T}{A}$$

$$\sigma_s = \frac{92820 \text{ kg}}{1120 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_s = 82.88 \text{ kg/cm}^2$$

Carga Viva

Con  $\sigma_L \leq GS$

$$S_L \geq \frac{\sigma_L}{G} = \frac{21.77 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{9.18 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 2.37$$

Siendo;

$$G = 9.18 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_L = \frac{P_L}{A}$$

$$\sigma_L = \frac{24380 \text{ kg}}{1120 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_L = 21.77 \text{ kg/cm}^2$$

El factor de forma es: 4.51 (4.51 > 2.37)

### Grosor de una capa interior de elastómero ( $h_{ri}$ )

Para carga total:

$$h_{ri} \leq \frac{LW}{2S_l L + W}$$
$$h_{ri} \leq \frac{32 * 35}{2 * 4.51 * 32 + 35}$$
$$h_{ri} \leq 1.85 \text{ cm}$$

Para carga viva:

$$h_{ri} \leq \frac{LW}{2S_l L + W}$$
$$h_{ri} \leq \frac{32 * 35}{2 * 2.37 * 32 + 35}$$
$$h_{ri} \leq 3.53 \text{ cm}$$

Grosor de capa interior adoptada  $h_{ri}=0.90$  cm (9mm)

Con este grosor de capa interior, el factor de forma es:

$$S = \frac{LW}{2h_{ri} L + W}$$
$$S = \frac{32 * 35}{2 * 0.90 * 32 + 35}$$
$$S = 9.29 > 4.51$$

### Número de capas interiores del elastómero

Compresión y rotación combinados

$$\sigma_s = 82.88 \text{ kg/cm}^2$$

$$n > \frac{GS\theta_s}{\sigma_s} * \frac{B}{h_{ri}}^2$$
$$n > \frac{9.18 * 9.29 * 0.0072}{82.88} * \frac{32}{0.90}^2$$

$$n > 9.37$$

$$\sigma_s < 2.25GS \left( 1 - 0.167 * \frac{\theta_s}{n} * \frac{B}{h_{ri}} \right)^2$$

$$n > -0.167 * \theta_s * \frac{\frac{B}{h_{ri}}}{\frac{\sigma_s}{2.25GS} - 1}$$

$$n > -0.167 * 0.0072 * \frac{\frac{32}{0.90}}{\frac{82.88}{2.25 * 9.18 * 9.29} - 1}$$

$$n > 2.68$$

Capas exteriores

$$h_{re} < 0.7h_{ri}$$

$$16mm < 0.7 * 9mm$$

$$16mm > 7mm \text{ No cumple}$$

Adoptamos  $n=3u+2*0.5u$  (Capas interiores de 9mm de espesor) debido a que el grosor de la capa exterior es mayor que la mitad de una exterior.

**Resultado:** 4 u. Capas interiores de 9mm + 2u Capas exteriores de 16mm (Espesor total  $h_{rt}= 68mm$  de elastómero).

Estabilidad del Elastómero

$$A = \frac{1.92 * \frac{h_{rt}}{L}}{1 + \frac{2L}{W}}$$

$$A = \frac{1.92 * \frac{7.20}{32}}{1 + \frac{2 * 32}{35}} = 0.26$$

$$B = \frac{2.67}{S + 2 * 1 + \frac{L}{4W}}$$

$$B = \frac{2.67}{9.29 + 2 * 1 + \frac{32}{4 * 35}} = 0.19$$

$$2A \leq B$$

$$2(0.26) \leq 0.19$$

$$0.52 \geq 0.19 \text{ No cumple}$$

$$A - B \leq 0$$

$$0.26 - 0.19 \leq 0$$

$$0.07 \geq 0, \text{ el apoyo no es estable}$$

Cálculo de placas de refuerzo en el elastómero

Estado límite de servicio

$$h_s \geq \frac{3h_{max}\sigma_s}{F_y}$$

$$h_s \geq \frac{3 * 0.90 * 82.88}{2531}$$

$$h_s \geq 0.088 \text{ cm}$$

Estado límite de fatiga

$$h_s \geq \frac{2h_{max}\sigma_L}{\Delta F_{TH}}$$

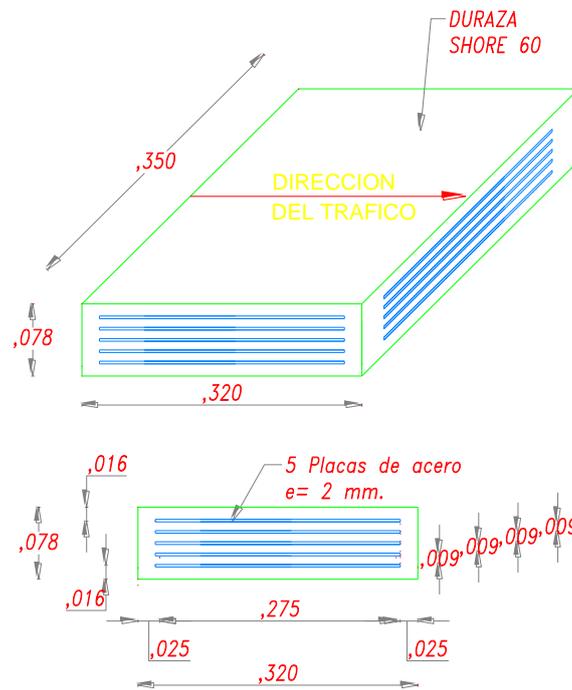
$$h_s \geq \frac{2 * 0.90 * 21.77}{1683(\text{Categ. A})}$$

$$h_s \geq 0.023 \text{ cm}$$

Adoptamos  $h_s=3\text{mm} > 0.9\text{mm}$

**Resultado:**

Se usarán 5 placas de 3mm, El espesor total del apoyo será:  $68\text{mm} + (5 \cdot 3\text{mm}) = 83\text{mm}$



## DETALLE DEL NEOPRENO

Ilustración 58 Apoyo de neopreno reforzado del margen izquierdo

### **3.5.4. ANÁLISIS DE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS**

#### **3.5.4.1. VIGAS DE HORMIGÓN**

- *ENCOFRADOS*

Los moldes para encofrado, deberán ser diseñados para soportar adecuadamente las cargas producidas al verter el concreto, evitando que se produzcan deformaciones en cualquier etapa constructiva.

Para el diseño del encofrado, se considerará la presión del concreto y las cargas vivas producidas en el vertido del mismo, ya sea por la velocidad de colado, efectos producidos por el vibrado y cambios de temperatura, por lo cual adoptando un coeficiente de mayoración igual al 50% de la presión del concreto.

Los tableros utilizados para el encofrado de la estructura, serán preferentemente de fibras pre-tensadas, madera machi-hembrada o metálicos, los cuales estarán sujetos adecuadamente mediante pernos, anclajes, amarres, etc. de acuerdo al tipo de encofrado, además serán asegurados con puntales distribuidos en la superficie de los moldes con el fin de evitar el desplazamiento del encofrado.

Es importante revisar que el encofrado se encuentre adecuadamente alineado y cumpla con las dimensiones especificadas en los planos de diseño con una tolerancia de  $\pm 5$ mm. En el caso de existir defectos como alabeos o torceduras, deberán ser corregidos inmediatamente, además se debe controlar que los moldes se encuentren libres de suciedad o materiales extraños.

Antes de realizar el hormigonado de la estructura, los tableros de encofrado, deberán ser humedecidos o recubiertos por una capa de aceite, grasa, etc. con el fin de facilitar la remoción del mismo sin afectar la integridad del hormigón.

- *MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO*

El hormigón, corresponde a una mezcla de agregados finos y gruesos, cemento, agua y en casos especiales aditivo.

#### AGREGADO GRUESO

Para la elaboración de concretos de alta resistencia el agregado grueso corresponde a grava o piedra triturada sin poros. El tamaño máximo del agregado grueso no será mayor a 2/3 el espacio libre entre varillas de la armadura.

Los requisitos para el uso y disposición del agregado grueso se establecen en las normas AASHTO M 80 y ASTM C 33 (graduación del agregado grueso).

#### AGREGADO FINO

El agregado fino estará compuesto por arenas naturales o materiales con características semejantes. Su granulometría está dada de acuerdo a la siguiente tabla:

TAMICES AASHTO M92		PORCENTAJE EN MASA QUE PASA
9.500 mm	3/8"	100
4.750 mm	Nº 4	95-100
2.360 mm	Nº 8	80-100
1.180 mm	16	50-85
0.600 mm	30	25-60
0.300 mm	50	10-30
0.150 mm	100	2-10
0.075 mm	200	0-5

Tabla 173 Granulometría de A. Fino

## CEMENTO. -

De acuerdo a la norma AASHTO M85, tenemos 5 tipos de cemento Portland:

TIPO	CARACTERÍSTICAS
I	Características originales
II	Resistencia inicial alta
III	Resistencia alta en periodos cortos de tiempo
IV	Menor cantidad y ritmo de calor generado por el cemento
V	Elemento expuesto a sulfatos

Tabla 174 Tipos de cemento

## AGUA. -

El agua debe ser limpia, libre de grasas, ácidos, sales, cloruros, materia orgánica. Las concentraciones de iones de cloruro debe ser menores de 400ppm.

## ADITIVO. -

El uso de aditivos debe estar autorizado por fiscalización, y su uso debe seguir las especificaciones dadas por el fabricante. Los aditivos más comunes están dados en la siguiente tabla:

<i>ADITIVOS</i>	<i>NORMAS</i>
<i>Incorporadores de aire o Inclusores</i>	<i>AASHTO M154, ASTM C260</i>
<i>Retardantes</i>	<i>AASHTO M194, ASTM C494</i>
<i>Acelerantes</i>	<i>AASHTO M194, ASTM C494</i>
<i>Reductores de agua, reductores de agua y retardantes, reductores de agua y acelerantes, reductores de agua de alto rango t retardantes tipo A, D, E, F y G</i>	<i>AASHTO M194, ASTM C494</i>
<i>Plastificantes y plastificantes y retardantes tipo I y II</i>	<i>ASTM C1017</i>
<i>Cloruro de Calcio</i>	<i>AASHTO M14 ó ASTM D98</i>
<i>Ceniza volante de carbón y otras puzolanas naturales o artificiales.</i>	<i>AASHTO M295, ASTM C618</i>
<i>Escoria granulada de alto horno</i>	<i>AASHTO M302 y ASTM C989, para</i>

<i>como aditivo mineral.</i>	<i>grados 100 y 120</i>
<i>Humo de sílice o micro-sílice</i>	<i>AASHTO M307 y ASTM C1240</i>
<i>Aditivos expansivos y reductores de contracción</i>	<i>ASTM C845 sin producir efectos nocivos secundarios en el concreto.</i>

Tabla 175 Uso de aditivos

- **HORMIGONADO DE VIGAS**

Como actividades previas al hormigonado, se efectuará por parte de fiscalización la revisión del encofrado y de la armadura de refuerzo, con el fin de obtener la autorización que permita colocar el hormigón.

El vertido del hormigón, es una acción continua, la cual busca obtener un conglomerado compacto, denso y de textura uniforme.

Para vigas con luces mayores a 10m, dicho vertido deberá realizarse en capas horizontales cuya altura depende de las características del dispositivo utilizado para la vibración del mismo, evitando acumulaciones de concreto en un solo punto. Dichas capas serán coladas en intervalos no mayores a 45 minutos o antes de que el hormigón alcance su fraguado inicial, evitando la formación de juntas frías, en el caso de producirse discontinuidades en la provisión del hormigón, las superficies hormigonadas, deberán protegerse de la intromisión de materiales extraños.

El colado del concreto, se realizará de forma vertical y con alturas no mayores a 1.5m, en cuyo caso deberán utilizarse embudos o dispositivos que permitan verter el hormigón lo más cerca posible de la capa anterior, al colocarlo se deberá evitar la segregación de la mezcla y los emplazamientos del encofrado.

En lugares donde la armadura no permite el paso adecuado del hormigón, se retirará el agregado grueso de la superficie y se forzará mediante punzones el paso del mismo alrededor y bajo de la armadura.

- **VIBRADO**

El vibrado es parte esencial del hormigonado, permite la consolidación y compactación de la mezcla, dicho vibrado puede realizarse de distintas formas, siendo muy común la compactación con vibradores mecánicos, la cual debe producir la plastificación y consolidación del concreto.

El tiempo de vibración será tal que permita la penetración de la mezcla en las aristas del encofrado y cubra totalmente la armadura de refuerzo, sin embargo, no se debe prolongar la vibración en un mismo punto ya que esto permitirá la segregación del concreto.

El vibrado se realizará inmediatamente se vierta el hormigón, ingresando con una diferencia máxima de 15 min, luego de que hormigón haya alcanzado su fraguado inicial no se deben provocar esfuerzos o vibraciones en el hormigón, formaletas o armadura

En los lugares donde el acceso del vibrador es limitado se puede realizar la compactación manual de la mezcla.

La manera adecuada de manipular el vibrador mecánico es atravesar verticalmente la capa de hormigón y penetrar un par de centímetros en la capa colocada anteriormente, la cual debe encontrarse aun en estado plástico. El ingreso del vibrador en el hormigón debe realizarse de forma lenta, y este debe ser retirado con un movimiento vertical y rápido.

Los puntos de vibrado, deben distribuirse uniformemente, a distancias no mayores al doble del radio de vibración efectiva del dispositivo.

<b>Diámetro</b>	<b>Frecuencia (vibraciones/min)</b>	<b>Radio de acción (mm)</b>	<b>Usos</b>
19-38	10000 a 15000	75 a 125	Concreto plástico y fluido en componentes delgados y en lugares confinados.
32-64	9000 a 13500	125 a 255	Concreto plástico 100-150 mm de asentamiento en muros, columnas, vigas y losas delgadas.
50-89	8000 a 12000	180 a 485	Concreto de menos de 80mm de asentamiento en muros, vigas, columnas, pilas, losas gruesas.

Tabla 176 Requisitos de los vibradores de inmersión

- *CURADO DEL CONCRETO*

El curado del concreto deberá realizarse inmediatamente el concreto haya iniciado su endurecimiento por un periodo de al menos 7 días.

El curado consiste básicamente en mantener húmedo al hormigón, para lo cual se rocía permanentemente agua sobre la superficie del elemento, para mejores resultados, se colocará aserrín, arena, esterillas etc. con el fin de preservar la humedad de la estructura.

- *RETIRO DEL ENCOFRADO*

Para la remoción del encofrado, se deberá evitar que se produzcan grietas, descaramiento o fracturas en los bordes, sin embargo, al finalizar dicha actividad se revisará que no existan cavidades producidas al retirar los tableros, caso contrario corregirán inmediatamente con hormigón o mortero de relación agua/cemento menor al del elemento, asegurando la adherencia con el concreto endurecido.

#### 3.5.4.2.APOYOS DE NEOPRENO REFORZADO

Los apoyos de neopreno, deberán cumplir estrictamente con lo especificado en los planos de diseño, además deberán ser colocados en una superficie uniforme y plana, dónde el eje del apoyo debe coincidir con el eje de cada viga.

### **3.6.RESULTADOS DEL ANÁLISIS FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE**

Para los resultados cuantitativos de los análisis realizados, se compararán los datos obtenidos tanto en la inspección y ensayos realizados como de los mencionados análisis. Dichos datos comprenden información tanto del estado real del puente como de lo especificado en el diseño del mismo.

**3.6.1. TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIALES  
(PRUEBA DEL ESCLERÓMETRO)**

<b>ANÁLISIS DE RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DEL HORMIGÓN</b>					
<b>Nº</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>RESISTENCIA REAL ACTUAL (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
1	ESTRIBO DER.	280.00	325.02	X	
2	ESTRIBO IZQ.	280.00	296.59	X	
3	MURO DE ALA	280.00	253.89		X
4	VIGAS INT.	280.00	436.00	X	
5	VIGAS EXT.	280.00	324.04	X	
6	TABLERO	280.00	253.89		X
7	ACERAS	280.00	346.60	X	
8	BARANDAS	280.00	285.81	X	
<b>RESULTADO CUANTITATIVO</b>				<b>6</b>	<b>2</b>

Tabla 177 RESULTADOS DE RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

**3.6.2. TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE TRÁFICO (TPDA)**

<b>ANÁLISIS DE TRAFICO (TPDA)</b>			
<b>Nº</b>	<b>VEHÍCULO DE DISEÑO HS-MOP (45 Ton Max.)</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
1	BIN 2	X	
2	BIN 3	X	
3	BIN 5	X	
4	BIN 6	X	
5	BIN 7	X	

RESULTADO CUANT.	5	0
------------------	---	---

Tabla 178 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE TRÁFICO

### 3.6.3. TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

#### 3.6.3.1. DISEÑO DE VIGAS

ANÁLISIS DE DISEÑO (VIGAS)					
Nº	ASPECTOS DE DISEÑO	DIMENSIONES Y REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE DISEÑO	DIMENSIONES Y REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO	CUMPLE	NO CUMPLE
1	PERALTE MIN. DE LA VIGA (m)	2.00	2.15	X	
2	CUANTÍA DEL ACERO PRINCIPAL (cm <sup>2</sup> )	209.05	209.10	X	
3	CUANTÍA DEL ACERO SUPERIOR (cm <sup>2</sup> )	27.47	9.82		X
4	CUANTÍA DEL ACERO LATERAL (cm <sup>2</sup> )	21.51	40.02	X	
5	CUANTÍA DEL ACERO DE CORTE (cm <sup>2</sup> )	4.41			
RESULTADOS CUANTITATIVOS				<b>3</b>	<b>1</b>

Tabla 179 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS

3.6.3.2.DISEÑO DE APOYOS DE NEOPRENO REFORZADO

<b>ANÁLISIS DE DISEÑO (APOYOS MARGEN DERECHO)</b>					
<b>Nº</b>	<b>ASPECTOS DE DISEÑO</b>	<b>DIMENSIONES Y REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE DISEÑO</b>	<b>DIMENSIONES Y REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
1	NUM. DE CAPAS INTERIORES (E=10mm)	5	3		X
2	NUM. DE PLACAS DE ACERO (E=3mm)	6	4		X
<b>RESULTADOS CUANTITATIVOS</b>				<b>0</b>	<b>2</b>

Tabla 180 ANÁLISIS DE DISEÑO, APOYOS MARGEN DERECHO

<b>ANÁLISIS DE DISEÑO (APOYOS MARGEN IZQUIERDO)</b>					
<b>Nº</b>	<b>ASPECTOS DE DISEÑO</b>	<b>DIMENSIONES Y REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE DISEÑO</b>	<b>DIMENSIONES Y REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
1	NUM. DE CAPAS INTERIORES (E=9mm)	4	3		X
2	NUM. DE PLACAS DE ACERO (E=3mm)	5	4		X
<b>RESULTADOS CUANTITATIVOS</b>				<b>0</b>	<b>2</b>

Tabla 181 ANÁLISIS DE DISEÑO, APOYOS MARGEN IZQUIERDO

**3.6.4. TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS**

<b>ANÁLISIS DE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS</b>				
<b>Nº</b>	<b>RECOMENDACIÓN</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>S/D</b>
<b>VIGAS DE HORMIGÓN</b>				
1	Los moldes para encofrado, deberán ser diseñados para soportar adecuadamente las cargas producidas al verter el concreto, evitando que se produzcan deformaciones en cualquier etapa constructiva.		X	
2	Los tableros utilizados para el encofrado de la estructura, serán preferentemente de fibras pre-tensadas, madera machi-hembrada o metálicos.	X		
3	Los tableros estarán sujetos adecuadamente mediante pernos, anclajes, amarres, etc. de acuerdo al tipo de encofrado, además serán asegurados con puntales distribuidos en la superficie de los moldes con el fin de evitar el desplazamiento del encofrado.			X
4	Es importante revisar que el encofrado se encuentre adecuadamente alineado y cumpla con las dimensiones especificadas en los planos de diseño con una tolerancia de $\pm 5\text{mm}$ tanto antes como después de la fundición.			X
5	Los tableros de encofrado, deberán ser humedecidos y recubiertos por una capa de aceite, grasa, etc. con el fin de facilitar la remoción del mismo sin afectar la integridad del hormigón.		X	
6	Para la elaboración de concretos de alta resistencia el agregado grueso corresponde a grava o piedra triturada sin poros.			X
7	El tamaño máximo del agregado grueso no será mayor a 2/3 del		X	

	espacio libre entre varillas de la armadura.			
8	El agregado fino estará compuesto por arenas naturales o materiales con características semejantes.			X
9	Para vigas con luces mayores a 10m, dicho vertido deberá realizarse en capas horizontales cuya altura depende de las características del dispositivo utilizado para la vibración del mismo, evitando acumulaciones de concreto en un solo punto.		X	
10	Dichas capas serán coladas en intervalos no mayores a 45 minutos o antes de que el hormigón alcance su fraguado inicial, evitando la formación de juntas frías.		X	
11	El colado del concreto, se realizará de forma vertical y con alturas no mayores a 1.5m.			X
12	En lugares donde la armadura no permite el paso adecuado del hormigón, se retirará el agregado grueso de la superficie y se forzarán mediante punzones el paso del mismo alrededor y bajo de la armadura.		X	
13	El tiempo de vibración será tal que permita la penetración de la mezcla en las aristas del encofrado y cubra totalmente la armadura de refuerzo, sin embargo, no se debe prolongar la vibración en un mismo punto ya que esto permitirá la segregación del concreto.		X	
14	El vibrado se realizará inmediatamente se vierta el hormigón, ingresando con una diferencia máxima de 15 min. Luego de que el hormigón haya alcanzado su fraguado inicial no se deben provocar esfuerzos o vibraciones en el hormigón, formaleas o armadura.			X
15	El curado del concreto deberá realizarse inmediatamente después de que haya iniciado su endurecimiento por un periodo de al menos 7 días.			X
16	Para la remoción del encofrado, se deberá evitar que se produzcan grietas, descaramiento o fracturas en los bordes.		X	
17	En el caso de existir cavidades en la estructura, se corregirán inmediatamente luego de retirar el encofrado con hormigón o		X	

	mortero de relación agua/cemento menor al del elemento, asegurando la adherencia con el concreto endurecido.			
<b>APOYOS DE NEOPRENO REFORZADO</b>				
18	Los apoyos de neopreno, deberán cumplir estrictamente las especificaciones expuestas en los planos de diseño.		X	
19	Los apoyos deberán ser colocados en una superficie horizontal y plana, dónde el eje del apoyo coincida con el eje de cada viga.		X	
<b>RESULTADOS CUANTITATIVOS</b>		<b>1</b>	<b>11</b>	<b>7</b>

Tabla 182 ANÁLISIS DE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

## CAPITULO 4

### 4. DISCUSIÓN

#### 4.1.INTRODUCCIÓN

La condición actual del puente, corresponde al análisis realizado a la estructura, en el cual, se busca determinar las fallas existentes en cada uno y la severidad de las mismas. Dada la importancia estructural de ciertos elementos, se buscó ponderarlos individualmente de acuerdo a la función que tiene cada uno dentro del comportamiento de la estructura.

Para dicho análisis fue necesaria la inspección de la estructura, con el fin de recolectar información que nos permita evaluar la condición de la misma.

#### a) INFORMACIÓN RECOPIADA DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN

Se pudo recolectar una tabla de inspección realizada en el año 2015, en la cual se exponen las principales observaciones realizadas por el MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS.

MANTENIMIENTO
DESCRIPCIÓN:
<ul style="list-style-type: none"><li>- Completar la señalización vertical.</li><li>- Limpieza y pintura de barandas.</li><li>- Realizar limpieza de cunetas en los accesos de entrada y salida del puente.</li><li>- Encauzar 100 m aguas abajo y 100 m aguas arriba.</li><li>- Análisis estructural de la viga.</li><li>- Colocar tubos PVC en los drenajes de tal forma que el agua no se escurra por las vigas.</li></ul>

Tabla 183 Ficha técnica puente "Quebrada Rondan" (FUENTE: MTOP)

De las observaciones realizadas, pudimos notar que algunas fueron atendidas satisfactoriamente, sin embargo, es preciso realizar el análisis estructural de una de las vigas, en la cual se pudo notar una pronunciada fisura, además pudimos constatar que no se realizó la colocación de tubería PVC en los drenajes, esto con el fin de evitar que el agua afecte la estructura.

## **b) ESTABLECER UN MÉTODO CONVENIENTE PARA EVALUAR LAS FALLAS Y CONDICIÓN DE LA ESTRUCTURA**

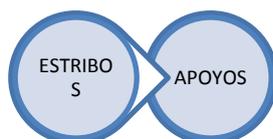
Encontrar un método de evaluación adecuado, que nos permita tener resultados confiables de cada caso en específico es muy difícil, ya que todos los puentes son diferentes al igual que sus patologías, además que en nuestro país no contamos con una guía propia de inspección, es por ello que para la ponderación se decidió adoptar la tabla expuesta en la tesis: “METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE PUENTES A NIVEL DE RED BASADA EN INSPECCIÓN VISUAL”, mientras que para la calificación de severidad de cada falla, se adoptaron las tablas desarrolladas en el “MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES DE COSTA RICA” y en las “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE INVENTARIOS VIALES” de la República de Colombia.

Mediante esta compilación, se pudo obtener un método de evaluación adecuado para el puente en estudio y en sí para la mayoría de puentes de hormigón armado tipo losa sobre vigas, puesto que se adoptaron las principales fallas producidas en este tipo de estructuras, teniendo como resultado el Índice de Condición por Elemento ICE y el Índice de Condición del Puente ICP.

## **c) INSPECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE QUEBRADA RONDAN**

Se inspeccionó el puente quebrada Rondán los días sábados 02 y 30 de abril del 2016, donde se pudieron inspeccionar los siguientes elementos:

### **SUB-ESTRUCTURA**



## SÚPER-ESTRUCTURA



## OBRAS COMPLEMENTARIAS Y ACCESORIOS



Se partió de la sub-estructura, siguiendo la planificación realizada previa a la inspección, es así que, dada la programación, se inició con la subestructura, para luego seguir con la superestructura del puente y finalmente con los accesorios y obras complementarias.

Para la recolección de datos, se utilizaron tablas para cada uno de elementos de acuerdo al material y a las distintas patologías esperadas en cada uno de ellos.

### **d) SEVERIDAD DE FALLAS DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS DEL PUENTE**

La calificación de cada uno de los elementos afectados, se realizó con una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde un estado peligroso del elemento y 5 a un elemento relativamente nuevo como se expone en la siguiente tabla.

Condición del Elemento	
5	Como nuevo
4	Bueno
3	Regular
2	Malo

1	Peligroso
---	-----------

Tabla 184 Condición del elemento

Las características que proporcionan la severidad de cada una de las fallas, se encuentran claramente especificada en cada una de las fichas, con el fin de evitar al máximo el criterio del inspector, buscando resultados teóricos y sin variaciones.

#### **e) CONDICIÓN ACTUAL DE LA ESTRUCTURA**

Luego de realizar la evaluación de cada uno de los elementos del puente, se procedió a realizar la ponderación de los elementos y con ello al cálculo del Índice de Condición del Puente ICP.

Dicho índice, nos permite tener una idea clara del tipo de intervención necesaria en la estructura ya sea elemento por elemento, como de forma global, con el fin de preservar la estructura y proporcionar comodidad y seguridad a los usuarios del puente.

La estructura alcanzó una calificación de 3, lo cual nos dice que su estado es Regular y que se deben tomar medidas de mantenimiento, sin embargo, al analizarla elemento por elemento podemos observar que las vigas tienen una calificación de 2, siendo uno de los elementos más altos dentro de la ponderación global, por lo cual, se vio necesaria la intervención inmediata con el fin de evitar afectaciones mucho más graves en el futuro.

También se recomienda la realización de actividades de mantenimiento ya que los elementos secundarios como drenajes y juntas también requieren atención, a pesar que su ponderación no sea alta.

#### **g) INVESTIGAR Y ANALIZAR LA CAUSA O CAUSAS QUE GENERARON PROBLEMAS A LA ESTRUCTURA.**

Dentro del análisis de posibles causas, que expliquen, por qué un puente relativamente nuevo presenta las patologías y daños expuestos anteriormente tenemos:

- Incumplimiento de los planos de diseño y especificaciones técnicas del proyecto.
- Presencia de sobre-esfuerzos en la estructura.
- Diseño estructural deficiente.
- Malos procesos constructivos.
- Eventos naturales (sismos).

## CAPITULO 5

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- Del análisis realizado a los datos recolectados en las distintas visitas efectuadas a la estructura, se puede concluir que el deterioro del puente es progresivo, pues en la actualidad existe un mayor número de aspectos a considerar para corregir los daños y para mantener la seguridad del puente, en relación a las observaciones realizadas un año atrás por el MTOP.
- Las inspecciones de puentes corresponden un aspecto primordial dentro de la conservación de las redes viales de nuestro país, sin embargo luego de investigar sobre el tema, pudimos notar que en nuestro medio no contamos con una guía normada de inspección y evaluación de puentes, por lo cual fue necesario adoptar guías y manuales de países cercanos para la realización del presente trabajo investigativo, esto con el fin de tener un modelo eficiente que facilite la inspección y evaluación de dichas estructuras. Por tal razón, se adoptó la ponderación de la tabla expuesta en la tesis: “METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE PUENTES A NIVEL DE RED BASADA EN INSPECCIÓN VISUAL”, mientras que para la inspección y calificación de fallas, nos apoyamos en las tablas desarrolladas en el “MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES DE COSTA RICA” y en las “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE INVENTARIOS VIALES” de la República de Colombia.
- Se pudo constatar la importancia de realizar inspecciones de puentes desde etapas tempranas de la vida útil de la estructura, ya que el puente Quebrada Rondán, a pesar de ser una estructura relativamente nueva (2 años de servicio), presenta fallas estructurales de importancia. Sin embargo, generalmente las entidades encargadas de la conservación de las estructuras no dan atención a las mencionadas obras civiles, impidiendo así la corrección y seguimiento temprano de fallas.

- Al realizar la inspección de estructuras compuestas por distintos elementos, como es el caso del puente estudiado, se concluyó que es importante, tener tanto un análisis global de la estructura, así como, un análisis individual de cada uno de los elementos, para lo cual, es necesario basarnos en la premisa que, todos los elementos son importantes para el adecuado funcionamiento de la estructura, sin embargo existen elementos primarios tales como vigas y estribos, los cuales requieren atención prioritaria dada su importancia estructural, de allí, la necesidad de ponderar los elementos, obteniendo así resultados más reales del estado general de la obra civil en estudio.
- Luego de analizar el estado de cada uno de los elementos de la estructura se concluyó que el estado general del puente es REGULAR, puesto que obtuvo una calificación de 3, lo cual indica la necesidad de efectuar labores de mantenimiento correctivo, todo esto con el fin conservar adecuadamente el puente en estudio.
- Al realizar la inspección de los componentes del puente Quebrada Rondan, se pudo apreciar que los elementos más críticos de la estructura son las vigas de hormigón y apoyos de neopreno reforzado.
- Las vigas principales, en el análisis individual alcanzaron la calificación de 2, lo cual nos indica que su estado actual es MALO, razón por la cual, se denota la necesidad de realizar un análisis de capacidad de carga de dichos elementos.
- Al realizar el análisis de los apoyos, se observó que dichos elementos tienen problemas de diseño, puesto que las dimensiones especificadas en los planos no satisfacen los chequeos recomendados por la norma para diseño de puentes AASHTO LRFD 2010, razón por la cual en obra no soportaron adecuadamente las solicitaciones de carga.

- Al cotejar las inspecciones realizadas antes y después del sismo suscitado el 16 de abril del 2016, se observó que este provocó el deslizamiento de la superestructura, lo cual afectó la integridad de las vigas exteriores, apoyos y trabas sísmicas.
- Las patologías predominantes en la estructura son los nidos de piedras, acero expuesto, descascaramiento y agrietamiento como resultado de la aplicación de métodos constructivos inadecuados. Así tenemos la siguiente tabla:

<b>Patología</b>	<b>Causa (Método Constructivo)</b>
Acero Expuesto	Inadecuado vibrado y colado del hormigón.
Agrietamiento	Curado inadecuado
Descascaramiento	Falta de adherencia entre el hormigón “nuevo” y “viejo”
Nidos de piedra	Inadecuado vibrado y colado del hormigón.

**Tabla 185 TABLA DE CAUSAS DE LAS PATOLOGÍAS PRESENTES EN LA ESTRUCTURA**

- Del análisis realizado a la estructura, se pudo observar que el deterioro del puente de hormigón, se debe principalmente a:
  - Sobreesfuerzos generados por el paso de vehículos no proyectados.
  - Por procesos constructivos inadecuados.
  - Eventos naturales (sismos).

## 5.2.RECOMENDACIONES

- Es importante no limitarse a una sola guía o manual de inspección y evaluación, ya que ninguna estructura es igual, por lo cual siempre quedan aspectos descuidados de acuerdo al enfoque de la guía empleada, es por ello que resulta importante consultar a otros autores y tratar de incorporar los aspectos carentes, evitando crear incoherencias al combinar una o más guías.
- Durante la inspección de campo, es esencial contar con todos los implementos necesarios, además de un plan de inspección específico y las fichas de cada uno de los elementos, pues de esta forma se evitará pasar por alto detalles importantes dentro de la recolección de datos.
- Es aconsejable obtener una calificación general de la estructura, ya que esto nos permitirá tener un conocimiento global de la misma, sin embargo, no se deben descuidar las calificaciones individuales de cada elemento, ya que son estas las que nos indican claramente donde se deben concentrar las tareas de mantenimiento.
- Resulta imprescindible la presencia permanente de un técnico especializado durante la ejecución de todas las actividades constructivas de la estructura, puesto que siempre se debe precautelar que todas las especificaciones de diseño, recomendaciones técnicas y procesos constructivos sean cumplidos fielmente de acuerdo a los planos y especificaciones del proyecto.
- Debido al cambio del orden de vía de III a II de acuerdo a la clasificación dada por el MTOP, al aumento de la capacidad de tránsito y deficiencias en los procesos constructivos, se recomienda, el cambio de apoyos, sello de fisuras, reposición de hormigón, protección contra humedad y reforzamiento de las vigas que presentan afectaciones de carácter estructural. Para lo cual proponemos las 2 alternativas siguientes con el afán de preservar la obra construida.

## **CAPITULO 6**

### **6. LA PROPUESTA**

#### **6.1.TITULO**

PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN, UBICADO EN LA CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

#### **6.2.INTRODUCCIÓN**

Una obra civil corresponde al conjunto de elementos de carácter físico, los cuales están destinados principalmente al servicio de la sociedad, de ahí la importancia de mantener dichas obras en óptimas condiciones, puesto que de esta manera se asegurará la funcionalidad y seguridad estructural de las mismas.

La aplicación de un mantenimiento, resulta imperativo sobretodo en estructuras que no pueden ser demolidas por ser vías principales y su costo e impacto en el tráfico resulta demasiado alto, como sucede con el puente estudiado, por lo que se hace necesario buscar métodos de reforzamiento estructural que cumplan con los requisitos de carga.

En la actualidad podemos encontrar distintos tipos de reforzamiento estructural, sin embargo, aproximadamente desde el año 2000, en el Ecuador se viene desarrollando el mecanismo de reforzamiento de estructuras mediante la adición de fibras (FRP), lo cual responde a la necesidad de facilitar dicha tarea mediante materiales livianos y eficientes frente a las distintas solicitaciones de carga.

## **6.3.OBJETIVOS**

### **6.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Reparar y reforzar el puente vehicular Quebrada Rondán, ubicado en la carretera Guamote – Socavón kilómetro 7 + 000, del cantón Guamote, provincia de Chimborazo.

### **6.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar una propuesta de mantenimiento que permita la reparación de fallas funcionales.
- Investigar el tipo de reforzamiento más propicio y viable para la estructura en estudio.
- Diseñar el reforzamiento estructural correspondiente a las vigas exteriores de la superestructura del puente.
- Determinar las acciones y presupuesto del plan mantenimiento de reparación y reforzamiento propuesto.

#### **6.4.ANTECEDENTES**

Aproximadamente desde los años 80s, en Japón, Estados Unidos, China y otros países, se lograron buenos resultados prácticos al emplear materiales compuestos para el reforzamiento de estructuras, y en la actualidad tales materiales sintéticos denominados como Polimeros Reforzados con Fibras (FRP) forman parte del conjunto de materiales que son utilizados con un alto desarrollo en las obras de ingeniería, empleados principalmente para el reforzamiento de estructuras, así como también en aplicaciones geotécnicas.

Los cuales previo a su empleo han sido ensayados en muchos centros de investigación, y hoy en día su aplicación se encuentra normalizada por el ACI (Comité ACI 440), la cual permite aplicar una metodología sencilla y fácil, que permite obtener buenos rendimientos con costos asequibles, aumentando además el nivel de confianza a nivel de producción, proyecto y aplicación.

En el caso de reforzamientos de estructuras, estas pueden deberse a diversos factores tales como cambio de uso de la estructura, deterioro de la misma como consecuencia de pérdida de la capacidad portante o incluso por errores de proyectos o ejecución, todos estos casos pueden ser solucionados a través del uso de los sistemas de reforzamiento FRP, ya que estos permiten dar reforzamiento tanto a flexión, corte y a compresión.

En el Ecuador, tras transcurrir veinte años de su aparición, comienza a desarrollarse y tomar fuerza, es así que se puede decir que hoy en día en la construcción civil, los sistemas de refuerzos que emplean materiales compuestos FRP del tipo laminado y tejido son los más investigados y usados para el caso de reforzamientos de obras civiles de hormigón armado, siendo un claro ejemplo el proyecto “Rehabilitación y Reforzamiento del Puente La Asunción – Cuenca”, que se llevó a cabo en el año 2006, proyecto en el que se realizó reparaciones de fisuras y grietas con inyección epóxica, y el reforzamiento del puente mediante la colocación de tejidos de fibras de carbono, en los lugares donde se determinó los esfuerzos máximos de corte y confinamiento para lograr mayor ductibilidad en las columnas afectadas del puente.

## 6.5.FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO- TÉCNICA

### 6.5.1. Técnicas de refuerzo estructural

En la actualidad la técnica de refuerzo estructural es uno de los principios básicos dentro del mantenimiento de una obra civil, siendo una actividad de conservación destinada a recuperar la capacidad de la estructura y aumentarla respecto al estándar original, esto principalmente debido a daños producidos como pérdidas de la capacidad portante, degradación de la estructura, procesos constructivos erróneos, daños ocasionados por factores naturales, así como también aumento del nivel de solicitaciones asociado a un cambio de usos.

Existe varias técnicas entre las cuales se puede hablar acerca del suplemento con armaduras o perfiles metálicos, así como del encamisado o recrecido del elemento que consiste en el reforzamiento con hormigón o morteros de alta resistencia con o sin aportación de armadura pasiva. Sin embargo, estas generan ciertos problemas como son el aumento del peso propio de la estructura, así como de su inercia, la disminución de la superficie y/o altura libre, empleo de mano de obra intensiva y especializada que requieren un tiempo de interrupción elevado y pueden ser susceptibles al deterioro de forma similar a la estructura original.

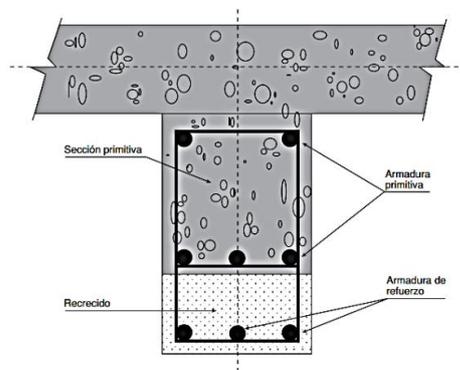


Ilustración 59 Encamisado o recrecido del elemento



Ilustración 60 Suplemento con armaduras o perfiles metálicos

Por lo mencionado anteriormente, hoy en día se está empleando una nueva técnica la cual se basa en el refuerzo y reparación de estructuras mediante el uso de materiales compuestos de polímeros reforzados con fibras (FRP), los mismos que pueden ser empleados en elementos estructurales como son vigas, losas y pilares. Dicha técnica a generado una mejora estructural sin afectar prácticamente a la rigidez ni al peso propio del elemento, en donde para su ejecución en obra, se colocan sin la ayuda de

instrumentos y maquinarias específicos, por un número limitado de operarios, en tiempos extremadamente breves y, a menudo, sin que resulte necesario interrumpir el servicio de la estructura.



Ilustración 61 Reparación de estructuras mediante el uso de (FRP)

### 6.5.2. Sistemas de refuerzo FRP

Este sistema de refuerzo consiste en la adhesión externa del material de refuerzo sobre la superficie del hormigón, actuando como una armadura externa para el elemento, presenta varias ventajas principalmente en resistencia a la tracción.

El termino FRP significa “Fiber Reinforced Polymer”, lo cual quiere decir, “material polimérico fibroreforzado”, es un compuesto estructural constituido por un conjunto de fibras plásticas presentes en forma continua y direccionadas, caracterizadas por sus elevadas prestaciones mecánicas, estas se encuentran envueltas por el elemento continuo el cual se identifica como matriz de resina, la misma que protege y transfiere la tensión entre fibras de manera uniforme.

En el caso de las fibras estas son el principal constituyente en lo que a tensión se refiere, puesto que normalmente, la fracción en volumen de fibras en los FRP se encuentra entre el 50-70% para las cintas laminadas y alrededor de 25-35% para los tejidos.

#### **Componentes y Propiedades de los materiales FRP**

Los materiales FRP son elementos compuestos que resultan de la combinación de filamentos extraídos de un material natural principal, los cuales se encuentran embebidos dentro de una matriz, formando un conjunto que posee propiedades definidas en su producción, entre las cuales se pueden hablar de las propiedades anisotrópicas, la cual permite orientar al refuerzo en la dirección que se requiere, siendo especialmente útiles en las obras de Arquitectura e Ingeniería Civil.

Los materiales compuestos FRP están constituidos por los siguientes elementos:

- **Fibras:** Son fibras pequeñas, continuas y con una dirección dada, presentan un rigidez y resistencia alta con respecto a la matriz y son las encargadas de otorgar las propiedades estructurales al material compuesto.

Permiten la transferencia de cargas de las resinas a las fibras debido a la alta relación de fibras (longitud/diámetro). Las fibras destinadas al refuerzo tienen un comportamiento lineal elástico hasta la rotura y por lo tanto prácticamente no tienen ductilidad, a diferencia del acero.

Dentro de las fibras más utilizadas para el refuerzo de estructuras, se pueden distinguir tres tipos los cuales son:

- ✓ **CFRP:** Material polimérico reforzado con fibra de carbono (Carbon fiber reinforced polymer).
- ✓ **GFRP:** Material polimérico reforzado con fibra de vidrio (Glass fiber reinforced polymer).
- ✓ **AFRP:** Material polimérico reforzado con fibra de aramida (Aramid fiber reinforced polymer).

En la tabla que se muestra a continuación se da a conocer ciertas propiedades de los distintos tipos de fibra, sin embargo, cabe recalcar que estos valores corresponden únicamente a las fibras, y a la hora de diseñar un refuerzo se deberá realizar la estimación del compuesto, es decir incluyendo las resinas, de igual forma se deberá reducir estos valores al considerar las cargas de larga duración, factores de corrosión ambiental, etc.

Material	Módulo Elástico (GPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Deformación última (a tracción) (%)
<b>Carbono</b>			
Alta resistencia	215-235	3500-4800	1.4-2.0
Ultra alta resistencia	215-235	3500-6000	1.5-2.3
Módulo alto	350-500	2500-3100	0.5-0.9
Módulo ultra alto	500-700	2100-2400	0.2-0.4
<b>Vidrio</b>			
E	70	1900-3000	3.0-4.5
D	85-90	3500-4800	4.5-5.5

Aramida			
Módulo bajo	70-80	3500-4100	4.3-50
Módulo alto	115-130	3500-4000	2.5-3.5

Tabla 186 Propiedades características de las fibras

- **Matriz:** Es el compuesto estructural que tiene como objetivos principales mantener unidas a las fibras, brindar protección contra la abrasión y corrosión ambiental, y finalmente distribuir de manera uniforme las cargas entre las fibras.

Las matrices pueden ser del tipo termoestable, o también pueden ser termoplásticas. La matriz termoestable es la más común, esta se caracteriza por ser originalmente un material suave, el cual al entrar en contacto con el calor se vuelve sólido insoluble, siendo una acción que no es reversible, en el caso de las termoplásticas estas al ponerse en contacto con el calor se comportan como un líquido.

Es importante durante el diseño saber escoger de manera adecuada el tipo de matriz, puesto que esta influirá directamente en las propiedades mecánicas del material compuesto tales como módulo y resistencia transversal y sus propiedades de corte y compresión. Por tal razón se deberá tomar en cuenta las características físicas y químicas de la matriz, como son la temperatura de fusión o de curado, la viscosidad y la reactividad de las fibras.

Los tipos más comunes de matrices son las resinas epóxicas, el poliéster y el viniléster, los mismos que son del tipo termoestable, poseen gran resistencia química y son fáciles de procesar. Las resinas epóxicas poseen mejores propiedades mecánicas y de durabilidad, con respecto al poliéster y el viniléster, sin embargo, estos últimos son más económicos con relación a las epóxicas.

- **Adhesivo:** Es el material empleado para adherir a la superficie de concreto el material FRP, permitiendo de esta manera la transferencia de carga por corte entre el elemento del concreto y el refuerzo FRP, trabajando de esta manera como una sección compuesta.

Las resinas de origen epóxico, son las más comunes dentro de los adhesivos, las cuales son el resultado de la mezcla entre una resina epóxica (polímero) con un componente endurecedor.

La tabla que se muestra a continuación contiene los valores de las propiedades más comunes de los adhesivos epoxi utilizados en los sistemas de reforzamiento FRP:

PROPIEDAD (a 20 °C)	ADHESIVO EPOXI CURADO
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	1100-1700
Módulo elástico (GPa)	0.5-20
Módulo tangencial (GPa)	0.2-8
Coefficiente de Poisson	0.3-0.4
Resistencia a Tracción (MPa)	9-30
Resistencia a Cortante (MPa)	10-30
Resistencia a Compresión (MPa)	55-110
Deformación de Tracción en rotura (%)	0.5-5
Energía de Fractura (aprox) (Jm <sup>-2</sup> )	200-1000
Coefficiente de expansión Térmica (10 <sup>6</sup> /°C)	25-100
Absorción de agua: 7 días – 25°C (%w/w)	0.1-3
Temperatura de transición Vítrea (°C)	45-80

Tabla 187 Propiedades más comunes de los adhesivos epoxi

Dentro de las ventajas de los adhesivos epoxi sobre otros polímeros, se puede mencionar a las siguientes:

- ✓ Alta actividad superficial y buenas propiedades de humectación para una gran variedad de sustratos.
- ✓ Alta resistencia de cohesión del compuesto curado.
- ✓ Posibilidad de endurecimiento por inclusión de una fase de goma dispersa.
- ✓ La ausencia de subproductos de la reacción de curado minimiza la retracción y permite la adherencia de áreas grandes simplemente por presión de contacto.
- ✓ Baja retracción comparada con los poliésteres, acrílicos y vinílicos.
- ✓ Baja fluencia y mayor resistencia en la aplicación de cargas de larga duración.

- ✓ Posibilidad de composición tixotrópica para la aplicación en superficies verticales.
- ✓ Adaptación a líneas de contorno irregulares.

Entre las características más comunes de los materiales compuestos utilizados en refuerzos de estructuras, se puede mencionar:

- ✓ Elevada resistencia, con comportamiento tensión-deformación lineal hasta la rotura (frágil).
- ✓ Buen comportamiento a fatiga
- ✓ Excelente durabilidad, al no ser afectados por problemas de corrosión o ataque químico.
- ✓ Posibilidad de orientación de las fibras, optimizando así su comportamiento en una dirección

### 6.5.3. Tipos de fibras (FRP)

- **Fibras Aramida – AFRP:** Son aquellas fibras de origen orgánico y sintético, posee una estructura anisotrópica, proporciona propiedades tales como: alta resistencia y módulo en la dirección longitudinal de la fibra, presentan una alta tenacidad, tolerancia al daño y buenas características de fatiga.

Las fibras de aramida responden a un comportamiento elástico a tracción, mientras que a compresión son no-lineales y dúctiles.



Ilustración 62 Fibras Aramida

- **Fibras de Vidrio – GFRP:** Son fibras que se obtienen al hacer fluir vidrio fundido a través de una pieza de agujeros muy finos los cuales al solidificarse

son flexibles. Este tipo de fibra presenta varias características como: buena resistencia, buen comportamiento ante la abrasión y corrosión, buen aislante térmico, acústico y eléctrico.

Se elaboran a partir de sílice (del 50% al 70% de su composición) y se le añaden otros componentes en función de las propiedades deseadas.

Existen dos tipos de fibras más utilizadas para fabricar materiales compuestos los cuales se mencionan a continuación:

- ✓ Las fibras E-glass (eléctricos), son más económicas que las fibras de carbono y son los más utilizados en la fabricación de fibras continuas, tienen altas cantidades de ácido bórico y alúmina, y presentan baja resistencia a los álcalis.
- ✓ Las fibras S-glass (alta resistencia), tienen una alta relación de resistencia/peso y son rígidas, son más caras que las fibras E y al igual que estas presentan baja resistencia a los álcalis.



Ilustración 63 Fibras de Vidrio

A diferencia de las fibras de carbono y aramida, las fibras de vidrio presentan propiedades isotropas, de forma que, por ejemplo, el módulo de Young a lo largo del eje de la fibra es el mismo que transversalmente a este eje. Esto es consecuencia directa de la estructura tridimensional de la red del vidrio.

El factor más importante que determina la resistencia a la rotura del vidrio es el daño que las fibras experimentan cuando rozan entre sí durante las operaciones del proceso. El deterioro mecánico se produce en forma de pequeñas grietas superficiales.

- **Fibras de Carbono – CFRP:** Material compuesto proveniente principalmente del poliacrilonitrilo (PAN), que es un polímero de tipo acrílico, resultan de la combinación de fibras de carbono y una matriz de resina epóxica, posee alta

resistencia y rigidez en la dirección de la fibra, densidad baja y buen comportamiento ante efectos de fatiga. Las fibras se colocan en dirección longitudinal correspondiendo a la dirección de la sollicitación, de esta forma la lámina tiene una dirección unidireccional.

Las propiedades mecánicas de las fibras de carbono no presentan alteraciones ante diversos factores como: humedad, disolventes, ácidos o bases, agentes ambientales, etc. permitiendo de esta manera que exista un contacto directo con el hormigón durante largos periodos de tiempo.

Los materiales CFRP en el mercado se pueden encontrar en cualquier longitud, factor que evita la realización de juntas o empalmes.

Dentro de los materiales CFRP empleados para reforzamiento de estructuras en el Ecuador, se puede mencionar a dos tipos: los tejidos Sikawrap y las platinas preformadas de Sika CarboDur, ambos productos distribuidos por la empresa Sika.

Sikawrap es un tejido de fibras de carbono unidireccionales, en donde una de las características principales de este tipo de material, es que en el todavía no se coloca la matriz de resina, este material suele tener entre el 95 y el 98% de las fibras en dirección longitudinal y entre el 2% y el 5% restante en la dirección transversal, para efectuar el cosido e impedir el deshilachado de los longitudinales, a diferencia de las platinas Sika CarboDur, que vienen en forma de laminados, cintas o bandas longitudinales curadas preconformados, en los que las fibras van como elemento resistente, envueltos en una matriz de resina.

La ventaja de material Sikawrap con relación al material Sika CarboDur es que, este permite envolver a elemento reforzado de manera irregular, cosa que no se puede realizar con las platinas, puesto que estos elementos son rígidos y no permiten ser doblados.

Para las platinas Sika CarboDur se clasifican en tres tipos S, M y H, en donde las dos primeras se emplean para el reforzamiento de elementos de hormigón y la platina tipo H se emplea en el refuerzo de elementos de madera.

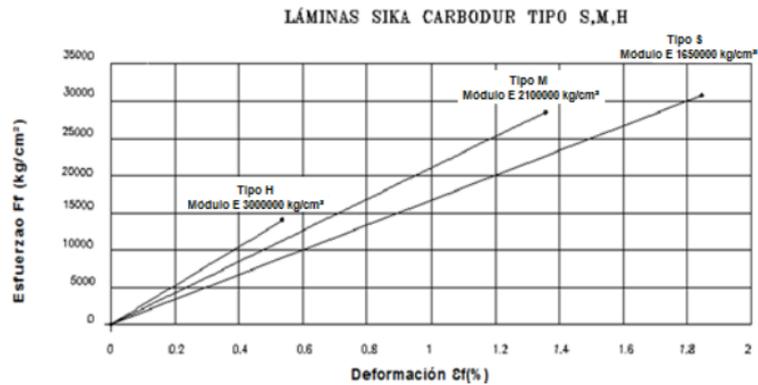


Ilustración 64 Curvas de Esfuerzo Deformación de láminas Sika Carbodur

#### 6.5.4. Campos de aplicación de los refuerzos FRP

Existen diversos motivos para reforzar una estructura que responden a ciertas necesidades, de entre las cuales se pueden mencionar a las siguientes:

- Debido a incrementos de cargas
  - ✓ Incremento de la capacidad resistente en pilares, forjados y vigas.
  - ✓ Aumento de la capacidad de puentes para soportar un aumento de cargas axiales.
  - ✓ Instalación de maquinaria pesada.
- Defectos del proyecto o de la ejecución
  - ✓ Dimensiones insuficientes de los elementos estructurales.
  - ✓ Armadura insuficiente o mal colocada.
  - ✓ Mala disposición de los elementos estructurales.
  - ✓ Materiales de baja calidad.
- Renovación de estructuras antiguas
  - ✓ Conocimientos de insuficiencias del método de cálculo empleado.
  - ✓ Consideración de refuerzos frente a sollicitaciones dinámicas.
  - ✓ Envejecimiento de los materiales con pérdida de sus características iniciales.
  - ✓ Adecuación del proyecto inicial a nuevas normas más exigentes.

- Cambios en la propia forma de la estructura
  - ✓ Apertura de huecos en forjados.
  - ✓ Eliminación de pilares o muros de carga.
- Daños en la estructura
  - ✓ Impactos sobre la estructura.
  - ✓ Incendios.
  - ✓ Corrosión y pérdida de sección de las armaduras del hormigón.
  - ✓ Sismo.
- Necesidad de mejora en las condiciones en servicio
  - ✓ Reducción en la tensión de las armaduras.
  - ✓ Disminución en las deformaciones y flechas, utilizando laminados de alto módulo.
  - ✓ Disminución de la abertura de las fisuras
  - ✓ Reducción de la fatiga.
- Reforzamientos de estructuras de concreto
  - ✓ Refuerzo a flexión.
  - ✓ Refuerzo por confinamiento.
  - ✓ Refuerzo a cortante.
  - ✓ Refuerzo de muros.

### 6.5.5. Ventajas y desventajas del FRP

#### Ventajas

- Calidad constante y estabilidad dimensional, fácil de reparar, bajas tolerancias.
- A diferencia del acero poseen densidades bajas ( $1.5$  y  $2.5$   $\text{g/cm}^3$ ), convirtiéndoles en materiales livianos, los cuales en el momento de su aplicación no representan un incremento en el peso de la estructura.
- Incrementa la resistencia de la estructura sin aumentar mucho su rigidez.
- Excelente comportamiento a la fatiga al ser sometido a cargas cíclicas.
- Resistencia ante factores ambientales agresivos, ataques químicos y corrosión, permitiendo de esta manera mantener un factor de seguridad sin afectar su comportamiento.
- No son eléctricamente conductores y tienen una conductividad térmica 250 veces más baja que el aluminio y 60 veces más baja que el acero.
- Propiedades de retardante a la llama.
- Su colocación se lo realiza a través de procesos rápidos que no requieren el uso de equipos especiales y grandes grupos de mano de obra especializada.
- Gracias a su bajo espesor no se visualizan en los elementos reforzados, por lo que a estos refuerzos se los puede perder con un acabado final como un recubrimiento de pintura o mortero.
- Son de fácil manejo, transporte e instalación debido a su bajo peso y flexibilidad.
- Debido a sus excelentes propiedades estos materiales requieren un nulo o muy pequeño mantenimiento.
- No tienen restringida su longitud, es decir permite cortar donde se considere más conveniente directamente en la obra, eliminando de esta manera los empalmes los cuales eran necesarios al emplear láminas de acero.

## Desventajas

- Costo elevado del material, esto debido a que su proceso de fabricación es largo y complicado (estabilización, carbonización, grafitización y tratamiento de superficie)
- Baja resistencia transversal, ya que está hecha por fibras unidireccionales que se rompen al aplicar esfuerzos transversales.
- Mayor cuidado en la preparación de la superficie de contacto, puesto que la incorrecta colocación puede conllevar a fallas estructurales por concentración de esfuerzos o por delaminación de las platinas.
- Debido a que el refuerzo FRP se adhiere a la superficie del concreto, existe una transferencia de esfuerzos del concreto hacia el refuerzo CFRP. La superficie debe tener suficiente resistencia a tensión directa y a corte para que la transferencia de esfuerzos sea de forma adecuada (mínimo 1.4 MPa).
- No es recomendable su aplicación en elementos que requieran mayor ductilidad, ya que la fibra tiene una deformación a rotura muy baja.

### 6.5.6. Aplicación de fibra FRP en estructuras de concreto reforzado

El diseño de refuerzos mediante la aplicación de fibras FRP se fundamenta en la guía **ACI 440.2R-02**, la cual corresponde a una “Guía para el diseño y construcción de sistemas FRP externamente adherido para refuerzo de estructuras de concreto” (Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures, American Concrete Institute ACI-Committee 440).

En dicha guía se da a conocer recomendaciones de diseño, las mismas que se basan en los principios de cálculo de los estados límite, en donde se manifiesta que los refuerzos deben ser diseñados para mantener la compatibilidad de deformaciones entre la superficie tratada y el material FRP al resistir tensiones.

Se establecen además niveles de seguridad aceptables ante la incidencia de los Estados Límites de Servicio (excesiva deformación, agrietamiento) y los Estados Límites Últimos (fallo, tensión de rotura, fatiga), considerando siempre la evaluación de la

resistencia nominal del elemento, posibles modos de falla, así como también la tensiones y esfuerzos en los materiales.

Para el cálculo se empleará los coeficientes de seguridad de las acciones y los materiales proporcionados en la guía ACI 318, Código de requerimientos para el hormigón estructural en edificación, así como también los coeficientes de reducción para los refuerzos FRP de la guía ACI 440.2R-02, pudiéndose considerar además factores adicionales en el caso de existir incertidumbre respecto a la capacidad de servicio de los materiales existentes.

#### **6.5.7. Consideraciones**

Es necesario verificar el cumplimiento de ciertos requisitos de la estructura que se pretende reforzar, lo cual se determina a través de la realización de pruebas que permitan mantener un margen de seguridad para el sistema seleccionado y la estructura en general, como mínimo se debe evaluar lo siguiente de una estructura de concreto:

- Dimensionamiento del elemento estructural.
- Localización, causas y longitud de fisuras o agrietamientos, en fisuras mayores a 0,3 mm de ancho deben ser inyectadas con epóxico, de tal manera que no afecten al refuerzo.
- Verificar si existe corrosión en el acero de refuerzo, la misma que en el caso de existir deberá ser tratada ya que el sistema no detiene tal daño.
- Cantidad y ubicación de acero de refuerzo de la estructura.
- El elemento estructural a reforzar deberá tener una resistencia a compresión mayor a 17.5 MPa.
- La superficie de concreto donde se colocará el refuerzo no debe presentar discontinuidades como cavidades, nidos de piedra, etc., en el caso de detectarse tales daños se deberá reparar la superficie de manera que no exista problemas de adherencia del sistema de refuerzo.

### 6.5.8. Límites de resistencia

Una de las condiciones principales que se debe tomar en cuenta a la hora de emplear las fibras FRP para refuerzo de estructuras, es que la estructura sin reforzar debe ser capaz de soportar cierto nivel de cargas. Con esta premisa se logra que en el caso de que el sistema FRP falle a causa de cualquier daño, la estructura siga manteniendo su resistencia ante dichas solicitaciones sin llegar al colapso. Según las recomendaciones dadas en la guía empleada, la resistencia existente en la estructura debe ser suficiente para soportar el nivel de cargas descrito en la ecuación:

$$\phi R_n \text{ existente} \geq 1.2 S_{DL} + 0.85 S_{LL} \text{ nuevo}$$

Donde:

$\phi$  = Coeficiente reductor de fuerza

$R_n$  = Resistencia nominal de un elemento

$S_{DL}$  = Valor de las cargas permanentes

$S_{LL}$  = Valor de las cargas variables

### 6.5.9. Selección de sistema de refuerzo

La guía de diseño utilizada plantea coeficientes reductores que varían dependiendo de diversos factores tales como: el tipo de fibra y resina, así como de las condiciones a las cuales va a ser expuesto el refuerzo, esto debido a que tales factores del entorno afectan únicamente a las fibras y resinas de los sistemas de refuerzo.

Por tal razón a la hora de diseñar es importante tomar en cuenta cuáles serán las condiciones de servicio previstas en la estructura, como alcalinidad/acidez, expansión térmica, conductividad eléctrica, consideraciones de carga y durabilidad, para que de esta manera se elija de manera adecuada el tipo de sistema de refuerzo a emplear.

En la tabla se da a conocer los valores de los coeficientes reductores, en donde se puede observar que mientras más agresivo sea el entorno, el valor del coeficiente reductor es mayor.

Condiciones de exposición	Tipo de fibra y resina	Coefficiente reductor $C_E$
Exposición interior	Carbono/Epoxi	0.95
	Vidrio/Epoxi	0.75
	Aramida/Epoxi	0.85
Exposición exterior (puentes, muelles y garajes abiertos)	Carbono/Epoxi	0.85
	Vidrio/Epoxi	0.65
	Aramida/Epoxi	0.75
Entorno agresivo (plantas químicas y plantas de tratamiento de aguas residuales)	Carbono/Epoxi	0.85
	Vidrio/Epoxi	0.50
	Aramida/Epoxi	0.70

Tabla 188 Coeficiente reductor del entorno de sistema FRP

#### 6.5.10. Propiedades de los materiales en el diseño

En las especificaciones técnicas entregadas normalmente por parte de los fabricantes de los materiales FRP, no se considera la exposición prolongada del refuerzo a diferentes factores ambientales, los mismos que pueden reducir las propiedades mecánicas y la resistencia a fatiga y fluencia de los materiales compuestos en el caso de no ser consideradas en un diseño. Es por esta razón que para ser utilizadas como condiciones iniciales deberán reducirse tales propiedades con base en el tipo de exposición del ambiente para ser aplicada en las ecuaciones de diseño. Las ecuaciones proporcionan las propiedades mecánicas que deben ser utilizadas en todas las ecuaciones de cálculo.

La resistencia última de diseño a tensión debe determinarse aplicando el coeficiente reductor de la **Tabla 3 Coeficiente reductor del entorno de sistema FRP** para la fibra y la condición de exposición:

$$f_{fu} = C_E f_{fu}^*$$

Donde:

$f_{fu}$  = Resistencia última de diseño a tensión

$C_E$  = Coeficiente de reducción ambiental

$f_{fu}^*$  = Resistencia última del material FRP según fabricante

De igual forma, el factor deformación unitaria de ruptura de diseño también debe reducirse en función de las condiciones del entorno:

$$\epsilon_{fu} = C_E \epsilon_{fu}^*$$

Donde:

$\epsilon_{fu}$  = Deformación de ruptura de diseño del refuerzo

$C_E$  = Coeficiente de reducción ambiental

$\epsilon_{fu}^*$  = Deformación última de ruptura del refuerzo

Para determinar el módulo de elasticidad se puede emplear la ley de Hooke, esto debido a que los materiales compuestos son linealmente elásticos hasta la falla, en donde al no verse afectado por las condiciones ambientales de exposición se adopta el valor obtenido por la ecuación que tendrá el mismo valor inicial proporcionado por la empresa:

$$E_f = \frac{f_{fu}}{\epsilon_{fu}}$$

Donde:

$E_f$  = Módulo de elasticidad a tensión del refuerzo

$f_{fu}$  = Resistencia última de diseño a tensión

$\epsilon_{fu}$  = Deformación de ruptura de diseño del refuerzo

### **6.5.11. Criterios para refuerzo a flexión de vigas**

El refuerzo a flexión de FRP se debe adherir en la cara a tensión del elemento estructural de concreto con las fibras orientadas a lo largo del elemento, esto provee un incremento en la resistencia a flexión, de acuerdo con los estudios y ensayos realizados por diversos autores, se consigue incrementos en la capacidad a flexión entre el 10% y

el 160%, y al tomar en cuenta factores de ductilidad y de límites de servicio, los incrementos de resistencia estarán entre 5 y 40%.

Es necesario realizar las siguientes suposiciones para calcular la resistencia a flexión de una sección reforzada con refuerzo FRP adherido externamente:

- Los cálculos de diseño están basados en las dimensiones, distribución del acero de refuerzo interno, y propiedades del material del elemento estructural existente que se desea reforzar.
- Las deformaciones en el acero de refuerzo y el concreto son directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro. Esto significa que una sección plana antes de soportar carga se mantiene plana después de ser cargada.
- No existe deslizamiento relativo entre el refuerzo FRP externo y el concreto.
- La deformación unitaria por corte en la capa adhesiva no se considera debido a que la capa adhesiva es muy delgada y tiene poca variación en su espesor.
- La deformación unitaria máxima utilizable del concreto sometido a compresión es 0,003.
- La resistencia a tensión del concreto no es considerada.
- La relación esfuerzo-deformación hacia la falla del refuerzo FRP es linealmente elástica.

Cuando un refuerzo de FRP está siendo aplicado para incrementar la resistencia a flexión de un elemento, es muy importante verificar que el elemento será capaz de resistir los esfuerzos cortantes asociados con el incremento de la resistencia a flexión. Este es un tema importante a tener en cuenta al momento de realizar el diseño del refuerzo de una sección a flexión ya que es necesario determinar si el elemento es capaz de resistir esta fuerza cortante asociada al incremento de las solicitaciones a flexión, puesto que la fibra sería solo útil a flexión y no a corte. De lo contrario se requeriría disponer una fibra adicional de manera transversal para realizar un refuerzo a corte.

A menos que todas las cargas de un elemento, incluyendo su propio peso y cualquier fuerza de pretensado, sean eliminadas antes de la instalación del refuerzo, el sustrato al cual el FRP es aplicado, estará deformado. Dichas deformaciones deben ser

consideradas como deformaciones iniciales y deben ser excluidas de la deformación en el FRP. El nivel de deformación inicial del substrato  $\epsilon_{bi}$  puede ser determinado a partir de un análisis elástico del elemento existente, considerando todas las cargas que actúan sobre el elemento, durante la instalación del sistema FRP. Se recomienda que el análisis elástico del elemento existente esté basado en las propiedades de la sección fisurada.

$$\epsilon_{bi} = \frac{M_{dl}(h - kd)}{I_{cr} E_c}$$

Dónde:

$M_{dl}$ = Momento de cargas mayoradas

$h$ = Altura de la viga

$kd$ = Altura de la sección fisurada de la viga

$I_{cr}$ = Momento de inercia de una viga fisurada

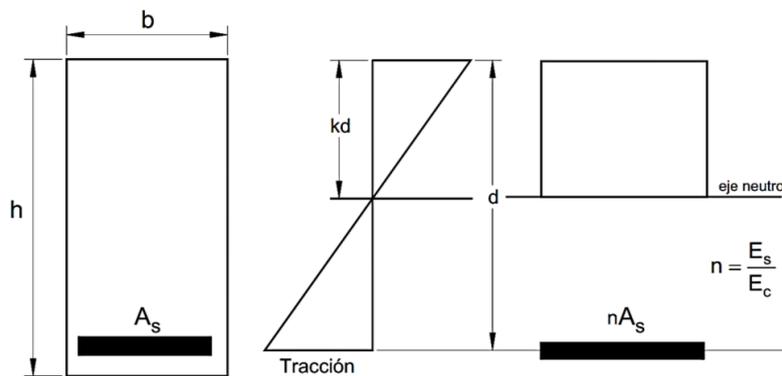


Ilustración 65 Sección de una viga fisurada

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$B = \frac{b}{nA_s}$$

$$kd = \frac{\sqrt{2Bd + 1} - 1}{B}$$

$$I_{cr} = \frac{bkd^3}{3} + nA_s(d - kd)^2$$

Dónde:

$E_s$ = Módulo de elasticidad del acero

$E_c$ = Módulo de elasticidad del concreto

$A_s$ = Área del acero

### 6.5.12. Resistencia nominal

En el momento de diseñar la resistencia a flexión debe verificarse que el momento a flexión de diseño sea mayor que el momento a flexión requerido. La resistencia a flexión de diseño  $\phi M_n$ , hace referencia a la resistencia nominal del elemento estructural multiplicado por un factor de reducción, mientras que la resistencia a flexión requerido,  $M_u$ , está vinculada a los efectos de cargas mayoradas, tal y como aparece en ACI 318.

De acuerdo a lo anterior, ACI 318 propone un coeficiente reductor de resistencia,  $\phi$ , y otro coeficiente reductor de resistencia adicional de 0.85 aplicado únicamente a la contribución a flexión del FRP ( $\psi_f=0.85$ ).

$$\phi M_n \geq M_u$$

La capacidad que tiene un elemento estructural con FRP a flexión puede determinarse con la compatibilidad de deformaciones, el equilibrio interno de fuerzas y control del modo de fallo.

#### Modos de fallo

La resistencia a flexión de una sección depende del control del modo de fallo. Estos modos de fallo deben investigarse:

- Aplastamiento del hormigón a compresión antes de alcanzar el límite elástico del acero.
- Alcance del límite elástico del acero en tensión seguido por la rotura de la lámina FRP.
- Alcance del límite elástico del acero en tensión seguido por el aplastamiento del hormigón.
- Delaminación por cortante o flexión del recubrimiento de hormigón.
- Despegue del FRP del sustrato de hormigón.

El aplastamiento del hormigón se producirá si la tensión a compresión en el hormigón alcanza su valor máximo ( $\epsilon_c = \epsilon_{cu} = 0.003$ ). La rotura del laminado ocurrirá si la tensión en el FRP alcanza su tensión de rotura de diseño ( $\epsilon_f = \epsilon_{fu}$ ) antes de que el hormigón alcance su tensión máxima.

La delaminación del recubrimiento de hormigón o el despegue del FRP ocurrirán si la fuerza aplicada en el FRP no se puede sostener por el sustrato. Para prevenir el despegue del laminado FRP, se debe limitar el nivel de deformación desarrollado en el laminado. La ecuación da un coeficiente de dependencia del adhesivo  $\kappa_m$ :

$$\kappa_m = \begin{cases} \frac{1}{60\epsilon_{fu}} \left( 1 - \frac{nE_f t_f}{360.000} \right) \leq 0.90 & \text{para } nE_f t_f \leq 180.000 \\ \frac{1}{60\epsilon_{fu}} \frac{90.000}{nE_f t_f} \leq 0.90 & \text{para } nE_f t_f > 180.000 \end{cases}$$

Donde:

$n$ = Numero de capas del refuerzo FRP

$E_f$ = Módulo de elasticidad a tensión del refuerzo FRP

$t_f$ = Espesor nominal de una capa del refuerzo FRP

$\epsilon_{fu}$ = Deformación de ruptura de diseño del refuerzo FRP

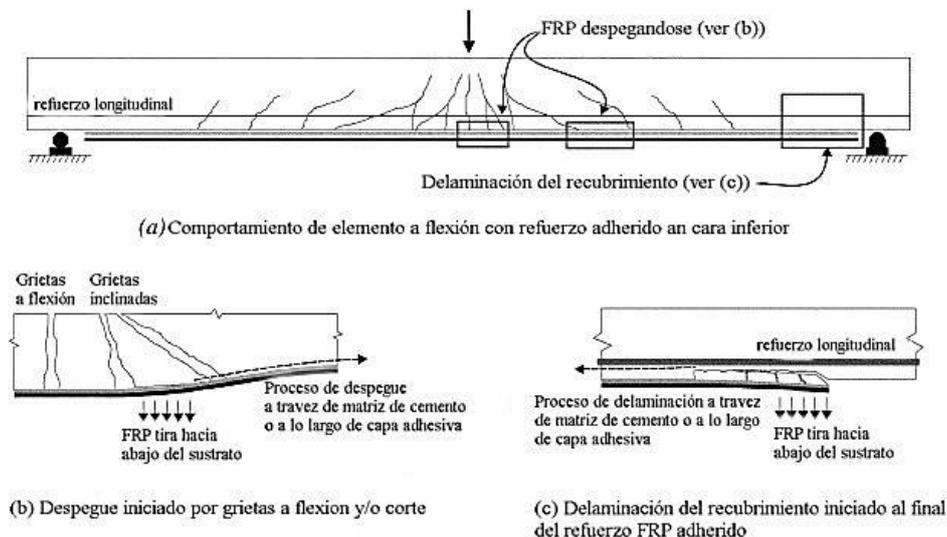


Ilustración 66 Pérdida de adherencia y delaminación del sistema FRP

El término  $\kappa_m$  es un factor no mayor de 0.90 que debe multiplicarse por la tensión de rotura del laminado FRP hasta alcanzar la limitación de tensión para evitar el despegue. El número de laminados  $n$  utilizados en esta ecuación corresponde a los que se aplicarán en el refuerzo a flexión en el punto donde se calcula el momento.

### 6.5.13. Nivel de deformación en el refuerzo FRP

Debido a que los materiales FRP son linealmente elásticos hasta la falla, el nivel de deformación dictará el nivel de tensión desarrollado en el FRP. El máximo nivel de deformación que se puede lograr en un refuerzo FRP se registrará por el nivel de deformación desarrollada en el FRP en el punto donde el hormigón agrieta, el punto donde se rompe el FRP o el punto donde el FRP se despega del sustrato. La deformación máxima o el nivel de deformación efectiva del refuerzo FRP en su estado límite último (ELU) se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\epsilon_{fe} = \epsilon_{cu} \frac{h - c}{c} - \epsilon_{bi} \leq \kappa_m \epsilon_{fu}$$

Dónde:

$\epsilon_{fe}$  = Deformación efectiva del refuerzo FRP alcanzada en la falla.

$\epsilon_{cu}$  = Deformación unitaria del concreto.

$h$  = Altura efectiva del refuerzo FRP a flexión.

$c$  = Distancia desde la fibra extrema a compresión al eje neutro.

$\epsilon_{bi}$  = Deformación inicial del sustrato.

$\epsilon_{fu}$  = Deformación de ruptura de diseño del refuerzo FRP.

### 6.5.14. Nivel de tensión en el refuerzo FRP

El nivel de tensión efectivo en el refuerzo, es el máximo nivel de tensión que puede desarrollarse en el refuerzo antes del fallo a flexión de la sección. Esta tensión eficaz puede encontrarse en el nivel de deformación del FRP, suponiendo un comportamiento elástico perfecto.

$$f_{fe} = E_f \epsilon_{fe}$$

Dónde:

$f_{fe}$ = Esfuerzo efectivo en el refuerzo FRP alcanzado en la sección al momento de la falla.

$E_f$ = Módulo de elasticidad a tensión del refuerzo FRP.

$\epsilon_{fe}$ = Deformación efectiva en el refuerzo FRP alcanzado al momento de falla.

### Ductilidad

El uso del sistema FRP adherido externamente para el refuerzo a flexión reducirá la ductilidad del elemento original. En algunos casos, la pérdida de ductilidad es insignificante. No obstante, a las secciones que experimentan una pérdida representativa en la ductilidad se les debe prestar especial atención. Para mantener un grado suficiente de ductilidad, se debe verificar el nivel de deformación del acero en el estado límite último. Se obtiene ductilidad adecuada si la deformación del acero en el punto de aplastamiento del hormigón o de fallo del FRP, incluyendo delaminación o desprendimiento, alcanza un valor de al menos 0.005.

El enfoque tomado en el presente estudio sigue la filosofía de ACI 318 Apéndice B, donde una sección con baja ductilidad debe ser compensada con una alta reserva de resistencia. La mayor reserva de resistencia es lograda mediante la aplicación de un factor de reducción de resistencia de 0.70 a las secciones frágiles, en oposición a 0.90 para secciones dúctiles. Por lo tanto, debe utilizarse un factor de reducción de resistencia dado por la ecuación, donde es la deformación del acero en el estado límite último:

$$\phi = \begin{cases} 0.90 & \text{para } \epsilon_s \geq 0.005 \\ 0.70 + \frac{0.20(\epsilon_s - \epsilon_{sy})}{0.005 - \epsilon_{sy}} & \text{para } \epsilon_{sy} < \epsilon_s < 0.005 \\ 0.70 & \text{para } \epsilon_s \leq \epsilon_{sy} \end{cases}$$

Donde:

$\phi$ = Factor de reducción de resistencia según ACI 318-08.

$\epsilon_s$ = Deformación unitaria del acero en tensión.

$\epsilon_{sy}$  = Deformación unitaria del acero correspondiente al punto de fluencia.

Esta ecuación fija el factor de reducción en 0.90 para secciones dúctiles y 0.70 para secciones frágiles donde el acero no alcanza la deformación de límite elástico, y proporciona una transición lineal para el factor entre estos dos extremos:

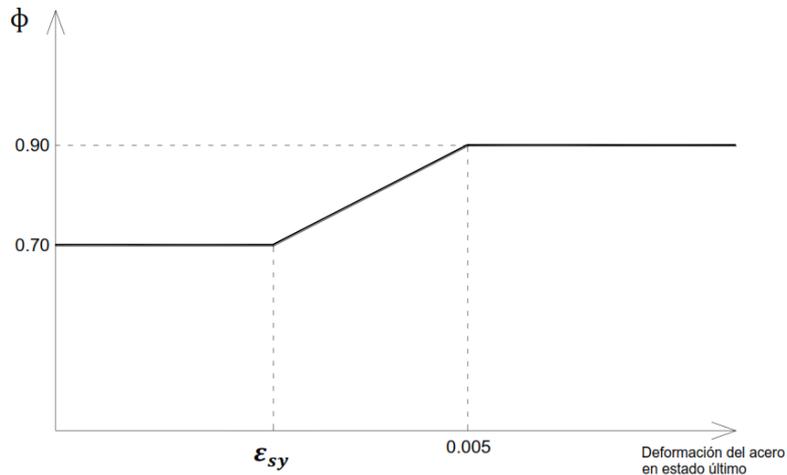


Ilustración 67 Representación gráfica del coeficiente reductor de resistencia como función de la ductilidad

### 6.5.15. Capacidad de servicio

La capacidad de servicio de un miembro (deflexiones, anchos de grieta) bajo cargas de servicio debe satisfacer las disposiciones aplicables en ACI 318. Para evitar deformaciones inelásticas de los miembros de hormigón reforzados con FRP, debe impedirse superar el límite elástico en el acero interno existente bajo niveles de cargas de servicio. La tensión del acero bajo cargas de servicio debe limitarse al 80% del límite elástico, como se muestra:

$$f_{s,s} \leq 0.80f_y$$

Donde:

$f_{s,s}$  = Esfuerzo en acero de refuerzo con cargas de servicio.

$f_y$  = Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.

Y el esfuerzo a compresión del concreto debe estar limitado al 45% de su resistencia a la compresión según la ecuación:

$$f_{c,s} \leq 0.45f'_c$$

Donde:

$f_{c,s}$  = Esfuerzo de compresión del concreto en condición de servicio.

$f'_c$  = Resistencia a compresión del concreto.

Este tipo de material está sujeto a falla por flujo plástico, por lo que se debe revisar el nivel de esfuerzos en el refuerzo CFRP cuando está sujeto a esfuerzos constantes o bajo esfuerzos cíclicos. Según investigaciones se ha determinado que la fibra de vidrio, aramida, y de carbono resiste aproximadamente 0.30, 0.74 y 0,91 veces su resistencia última respectivamente, antes tener un problema de falla por flujo plástico.

Para evitar este tipo de falla se debe evaluar por medio de un análisis elástico con un momento aplicado debido a todas las cargas sostenidas (cargas muertas y la parte sostenida de la carga viva) más el momento máximo inducido en un ciclo de carga de fatiga, como se muestra en la figura:

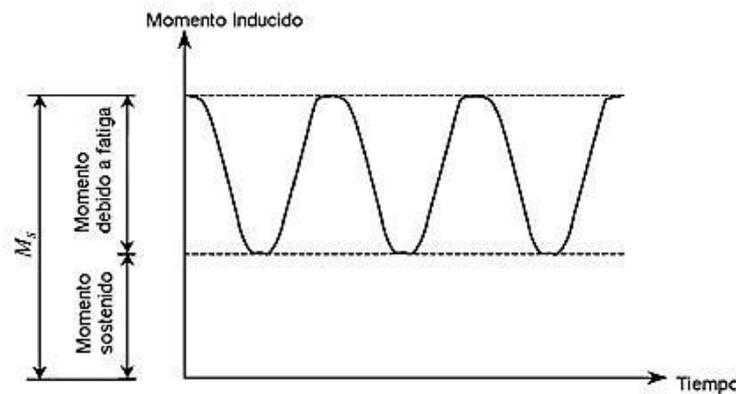


Ilustración 68 Nivel de momento aplicado que debe ser utilizado para verificar límites de esfuerzos en el refuerzo FRP

El esfuerzo sostenido para mantener el nivel de seguridad debe ser limitado según la ecuación:

$$f_{f,s} \leq \text{momento sostenido más esfuerzo límite cíclico}$$

Donde:

$f_{f,s}$  = Esfuerzo en refuerzo FRP por el momento dentro del rango elástico.

Tipo de esfuerzo	Vidrio – GFRP	Aramida – AFRP	Carbono – CFRP
Momento sostenido más	0.20 $f_{fu}$	0.30 $f_{fu}$	0.55 $f_{fu}$

límite de esfuerzo cíclico			
----------------------------	--	--	--

Tabla 189 Momento sostenido más esfuerzos límites de cargas cíclicas

### 6.5.16. Aplicación a una sección rectangular reforzada

Para ilustrar los conceptos presentados, esta sección describe la aplicación en una sección rectangular reforzada.

#### Resistencia última

La figura mostrada refleja la distribución interna de tensiones y deformaciones de una sección rectangular a flexión en estado límite último:

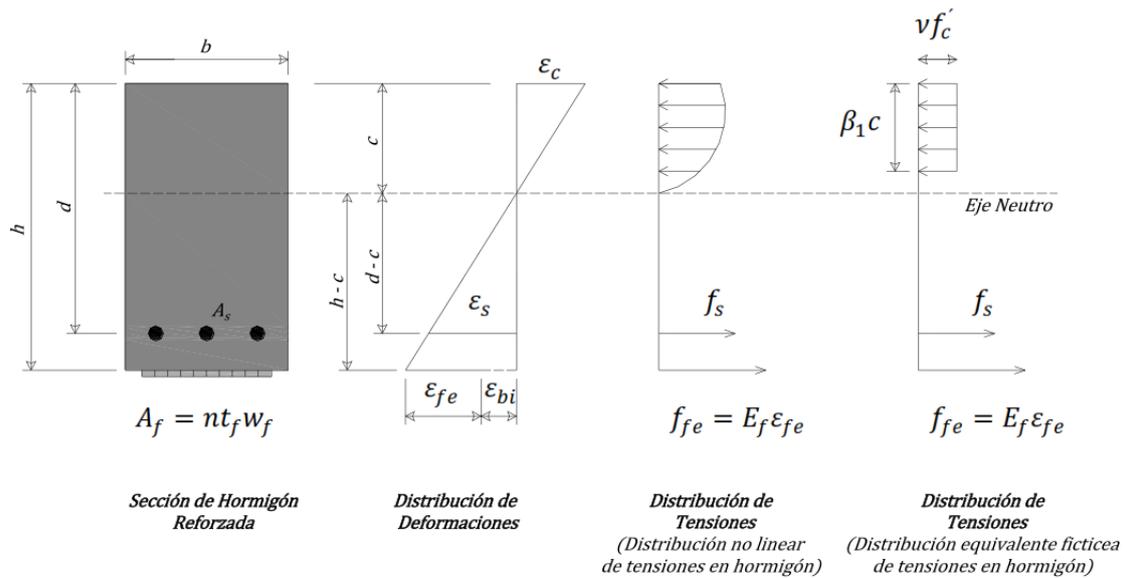


Ilustración 69 Distribución interna de tensiones y deformaciones de una sección rectangular a flexión en estado límite último

El procedimiento de cálculo utilizado para llegar a la resistencia última debe satisfacer la compatibilidad de deformaciones y equilibrio de fuerzas y considerar el principal modo de fallo. El procedimiento descrito es tal que ilustra un método de ensayo y error.

El procedimiento de ensayo y error implica seleccionar una profundidad supuesta del eje neutro,  $c$ ; cálculo del nivel de deformación en cada material aplicando la compatibilidad de deformaciones; cálculo del nivel de deformación asociado en cada

material; y comprobación del equilibrio de fuerza internas. Si las resultantes de fuerzas internas no llegan a equilibrio, debe revisarse la profundidad del eje neutro y repetir el proceso.

Para una supuesta profundidad del eje neutro, el nivel de deformación del FRP puede calcularse de la ecuación que hemos visto en apartado de deformación del FRP. Esta ecuación considera el principal modo de fallo para la supuesta profundidad del eje neutro. Si domina el primer término de la ecuación, el aplastamiento del hormigón controla el fallo a flexión de la sección. Si domina el segundo término, el fallo del FRP (rotura o despegue) controla el fallo a flexión de la sección:

$$\epsilon_{fe} = \epsilon_{cu} \frac{h - c}{c} - \epsilon_{bi} \leq \kappa_m \epsilon_{fu}$$

El nivel de deformación eficiente en el refuerzo puede hallarse a partir del nivel de deformación del mismo, suponiendo un comportamiento elástico perfecto:

$$f_{fe} = E_f \epsilon_{fe}$$

En base al nivel de deformación del FRP, puede calcularse la deformación del acero mediante compatibilidad de deformaciones:

$$\epsilon_s = (\epsilon_{fe} + \epsilon_{bi}) \frac{d - c}{h - c}$$

La tensión en el acero se calcula a partir del nivel de deformación del mismo, suponiendo un comportamiento elasto-plástico.

$$f_s = E_s \epsilon_s \leq f_y$$

Determinados los niveles de tensión y deformación en acero y FRP para una supuesta profundidad del eje neutro, el equilibrio de fuerzas internas se debe comprobar con la siguiente ecuación:

$$c = \frac{A_s f_s + A_f f_{fe}}{\gamma'_c \beta_1 b}$$

**c**= Distancia desde la fibra e trema a compresión al eje neutro.

**A<sub>s</sub>**= Área de acero de refuerzo.

$f_s$ = Esfuerzo del acero de refuerzo.

$A_f$ = Área de refuerzo FRP.

$f_{fe}$ = Esfuerzo efectivo del refuerzo FRP en la sección de falla.

$\gamma$ = Factor del  $f'_c$  para calcular intensidad del rectángulo equivalente de esfuerzos de concreto.

$f'_c$ = resistencia a compresión del concreto

$\beta_1$ = Proporción entre la profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos y la profundidad del eje neutro.

$b$ = Ancho de la cara a compresión del elemento

Los términos  $\gamma$  y  $\beta_1$  son parámetros que definen un bloque rectangular de esfuerzos en el concreto equivalente a una distribución no lineal de esfuerzos. Si el modo de falla que gobierna es el aplastamiento del concreto, antes o después de que el acero fluya,  $\gamma$  y  $\beta_1$  pueden ser tomados como  $\gamma = 0.85$  y  $\beta_1$  según la sección 10.2.7.3 del ACI 318-08, valores que se muestran en la siguiente tabla:

$f'_c$ kg cm <sup>2</sup>	$\beta_1$
210	0.85
280	0.85
350	0.80
420	0.75
490	0.70
$\geq 560$	0.65

Tabla 190 Valores de  $\beta_1$

La profundidad del eje neutro se encuentra al satisfacer de manera simultánea las cinco ecuaciones anteriores, esto establece un equilibrio interno de fuerzas y una compatibilidad de deformaciones unitarias. Para resolver la profundidad asumida del eje neutro,  $c$ , debe de coincidir con la profundidad del eje neutro calculada. Si coinciden los dos valores del eje neutro la profundidad correcta ha sido alcanzada, si no coinciden se asume otro valor de profundidad de eje neutro y se repiten estos pasos hasta que el valor

de la profundidad de eje neutro asumida coincida con la profundidad del eje neutro calculada.

La resistencia a flexión nominal de la sección con refuerzo FRP se calcula mediante la siguiente ecuación, donde se aplican el coeficiente reductor de resistencia  $\phi$  y el factor adicional de reducción  $\psi_f$  a la contribución del FRP en el refuerzo a flexión  $\psi_f = 0.85$  :

$$\phi M_n = \phi A_s f_s \left( d - \frac{\beta_1 c}{2} \right) + \psi_f A_f f_{fe} \left( h - \frac{\beta_1 c}{2} \right)$$

Dónde:

$M_n$  = Resistencia nominal a flexión.

$A_s$  = Área de acero de refuerzo.

$f_s$  = Esfuerzo del acero de refuerzo.

$d$  = Distancia desde la fibra extrema a compresión hacia el centroide del refuerzo a tensión.

$c$  = Distancia desde la fibra extrema a compresión al eje neutro.

$\beta_1$  = Proporción entre la profundidad del bloque rectangular equivalente.

$\psi_f$  = Factor de reducción de resistencia del refuerzo FRP para flexión.

$A_f$  = Área del refuerzo FRP.

$f_{fe}$  = Esfuerzo efectivo del refuerzo FRP en la sección de falla.

$h$  = Altura o ancho del elemento.

### **Tensión en el acero bajo cargas de servicio**

La tensión en el acero bajo cargas de servicio puede ser calculada mediante un análisis elástico de fisuración en la sección de hormigón reforzada podemos calcular la tensión en el acero, como indica la ecuación:

$$f_{s,s} = \frac{M_s + \varepsilon_{bi} A_f E_f \left( h - \frac{kd}{3} \right) (d - kd) E_s}{A_s E_s \left( d - \frac{kd}{3} \right) (d - kd) + A_f E_f \left( h - \frac{kd}{3} \right) (h - kd)}$$

La tensión del acero calculada bajo cargas de servicio debe ser comparada con los límites escritos anteriormente, donde:

$$f_{s,s} \leq 0.80 f_y$$

Para calcular el esfuerzo en el refuerzo FRP debido a cargas de servicio, se emplea la siguiente ecuación:

$$f_{f,s} = f_{s,s} \frac{E_f}{E_s} \frac{h - kd}{d - kd} - \varepsilon_{bi} E_f$$

Esta ecuación da el esfuerzo en el refuerzo FRP bajo un momento aplicado dentro del rango de respuesta elástica del elemento estructural. Este esfuerzo debe cumplir con el límite impuesto por la ecuación:

$$f_{f,s} \leq \text{momento sostenido más esfuerzo límite cíclico}$$

### 6.5.17. Detalle del refuerzo FRP

La capacidad de adherencia del FRP es desarrollada sobre una longitud de desarrollo  $l_{df}$ , pues para desarrollar el esfuerzo efectivo del FRP en la sección el anclaje disponible debe ser mayor que  $l_{df}$ , según la ecuación:

$$l_{df} = \frac{\overline{n E_f t_f}}{f'_c}$$

La longitud del refuerzo CFRP está determinado por el momento de fisuramiento  $M_{cr}$ , ya que para vigas simplemente apoyadas el extremo de una capa de refuerzo CFRP debe terminar por lo menos una distancia igual a  $l_{df}$  pasado del punto donde se encuentra el  $M_{cr}$ .

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$$

Para refuerzo FRP formado por múltiples capas la terminación en los extremos debe ser escalonada. La capa más externa debe terminar a una distancia no menor de  $l_{df}$  pasado

el punto que corresponde al  $M_{cr}$  de la viga. Cada capa sucesiva debe terminar a una distancia no menor de 150 milímetros (6 pulgadas) más allá de la capa previa, según se muestra en la figura. Para vigas continuas la capa debe terminar en el punto de inflexión donde los esfuerzos son mínimos.

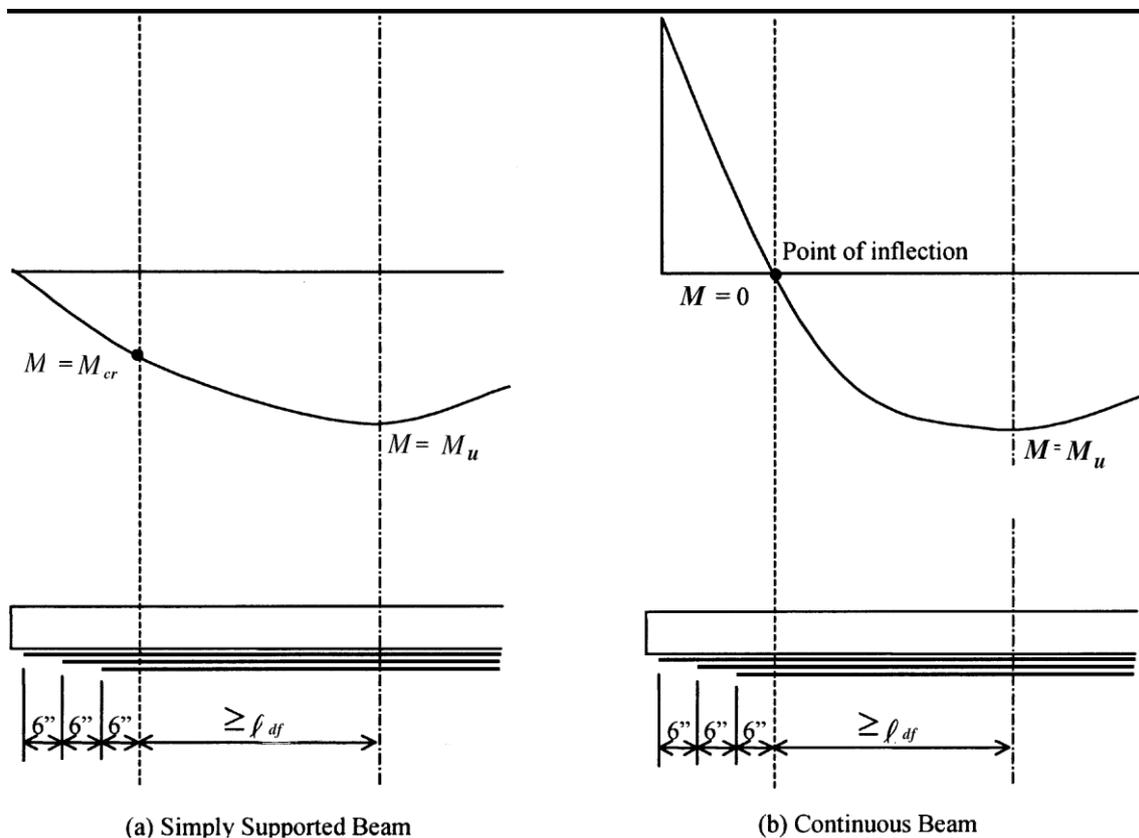


Ilustración 70 Longitud de desarrollo

### 6.5.18. Criterios para refuerzo a cortante de vigas

#### Consideraciones generales

Los sistemas FRP han demostrado el incremento de la resistencia a esfuerzos cortantes de vigas de hormigón existentes mediante encamisado total o parcial; orientar las fibras transversales al eje del miembro o perpendicular a las grietas potenciales de cortante es eficaz en el suministro adicional de fuerza cortante.

En el refuerzo externo en forma de laminados, la separación a eje entre cintas no debe exceder de la suma de  $d/4$  más la anchura de la cinta.

#### Esquemas de revestimiento

Los tres tipos de revestimientos FRP utilizados para incrementar la resistencia a cortante de vigas se muestran en la siguiente figura:

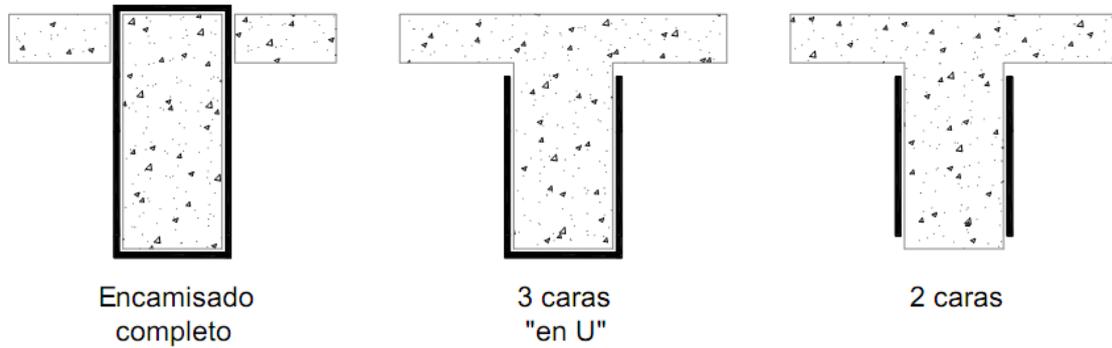


Ilustración 71 Esquemas típicos de envoltura para refuerzo a cortante aplicando laminados FRP

El encamisado completo es el esquema más efectivo y el más aplicado en columnas, dado que es fácil acceder a sus cuatro caras. En aplicaciones en vigas, donde el forjado impide la envoltura completa, se puede realizar con la envoltura alrededor de tres caras, en forma de U, o el pegado en los dos laterales del miembro.

Las tres técnicas han demostrado mejorar la resistencia a corte, por orden, el sistema más eficiente es el encamisado completo de la sección, seguido del encamisado en U. El pegado en los laterales es el esquema menos eficiente.

### Resistencia nominal a cortante

La resistencia nominal a cortante de un miembro de hormigón reforzado con FRP debe exceder la resistencia a cortante requerida. Esta resistencia a corte requerida se calcula con los coeficientes de carga reflejados en ACI 318, así como el factor reductor de resistencia a corte  $\phi$ .

$$\phi V_n \geq V_n$$

La resistencia nominal a cortante de un elemento de hormigón reforzado con CFRP puede determinarse añadiendo las contribuciones del refuerzo a las propias del acero y del hormigón. Un factor reductor adicional se aplica en la contribución del sistema FRP, según tabla “Factor adicional de reducción recomendado para refuerzo a cortante”.

$$\phi V_n = \phi V_c + V_s + \psi_f V_f$$

$\psi_f = 0.95$	Vigas con encamisado completo
-----------------	-------------------------------

$\psi_f = 0.85$	Envoltura en forma de U o en caras laterales
-----------------	--

Tabla 191 Factor adicional de reducción recomendado para refuerzo a cortante

### Contribución del sistema CFRP a cortante

La Ilustración 72 ilustra las variables dimensionales utilizadas en los cálculos a cortante de laminados FRP.

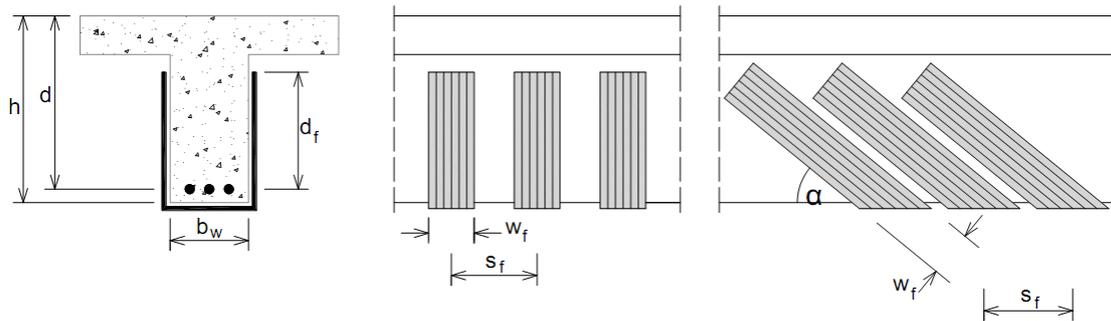


Ilustración 72 Ilustración de las variables dimensionales utilizadas en el cálculo de refuerzo a cortante para reparación, restauración o refuerzo utilizando laminados FRP.

La contribución del sistema FRP a cortante se basa en la orientación de las fibras y un patrón asumido de grieta. El cortante proporcionado por el refuerzo FRP puede determinarse con el cálculo de la fuerza resultante de la tracción en el refuerzo a través de la grieta supuesta. Se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$V_f = \frac{A_{fv} f_{fe} (\sin \alpha + \cos \alpha) d_f}{s_f}$$

Dónde:

$$A_{fv} = 2nt_f w_f$$

El esfuerzo a tracción en el refuerzo FRP a cortante en estado último es directamente proporcional al nivel de deformación que puede desarrollarse en el refuerzo CFRP a cortante en estado último.

$$f_{fe} = \varepsilon_{fe} E_f$$

### Deformación efectiva en laminados CFRP

La deformación efectiva es la máxima deformación que puede alcanzarse en un sistema FRP en el último estado de carga y está gobernada por el modo de fallo del sistema FRP y del miembro reforzado de hormigón. El técnico debe considerar todos los posibles modos de fallo y utilizar una deformación efectiva representativa del modo de fallo crítico. Los siguientes subapartados orientan en la determinación de la deformación efectiva para diferentes configuraciones de laminados FRP utilizados para el refuerzo a corte de elementos de hormigón.

- **Miembros encamisados completamente**

Se limita la deformación máxima de diseño del refuerzo FRP al 0.4%:

$$\varepsilon_{fe} = 0.004 \leq 0.75\varepsilon_{fu}$$

Esta limitación está basada en ensayos y experiencia. Deformaciones mayores no deben ser utilizadas para aplicaciones de refuerzo mediante FRP.

- **Pegado en U o en caras laterales**

Las tensiones del adhesivo deben analizarse para determinar la utilidad de estos sistemas y el nivel de deformación efectiva que puede alcanzarse. Esta deformación efectiva se calcula aplicando un coeficiente reductor de unión  $\kappa_v$  en el cortante:

$$\varepsilon_{fe} = \kappa_v \varepsilon_{fu} \leq 0.004$$

El coeficiente reductor de unión es una función de la resistencia del hormigón, el esquema de envoltura utilizado y la rigidez del laminado. Puede ser calculado por las siguientes ecuaciones:

$$\kappa_v = \frac{\kappa_1 \kappa_2 L_e}{11.900 \varepsilon_{fu}} \leq 0.75$$

La longitud activa de unión  $L_e$  es la longitud sobre la que la mayoría de la tensión de pegado se mantiene. Esta longitud la da la ecuación:

$$L_e = \frac{23.300}{n t_f E_f^{0.58}}$$

El coeficiente reductor de unión también se basa en dos factores de modificación,  $\kappa_1$  y  $\kappa_2$ , en función de la resistencia del hormigón y el esquema de envoltura aplicado, respectivamente. Las expresiones para estos factores son:

$$\kappa_1 = \frac{f'_c}{27}^{2/3}$$

$$\kappa_2 = \begin{cases} \frac{d_f - L_e}{d_f} & \text{para refuerzos en U} \\ \frac{d_f - 2L_e}{d_f} & \text{para refuerzos en los dos laterales} \end{cases}$$

Pueden utilizarse anclajes mecánicos en los puntos de terminación para desarrollar grandes fuerzas de tracción. La eficacia de estos anclajes mecánicos, junto con el nivel de esfuerzos de tracción que pueden desarrollar, debe tener base a través de representativos ensayos físicos. En ningún caso, sin embargo, la deformación efectiva del laminado FRP debe exceder de 0'004.

### **Espaciado**

Cintas o laminados de FRP separados utilizados para refuerzos a cortante deben ser investigados para evaluar su contribución a la resistencia a cortante. El espaciado debe estar en base a los límites establecidos por ACI 318 para la armadura a cortante (estribos).

### **Límites de refuerzo**

El refuerzo total a cortante debe tomarse como la suma de la contribución del refuerzo a cortante FRP y la armadura a cortante. La capacidad de refuerzo se limita en base a los criterios de las vigas armadas, según ACI, Sección 11.5.6.9. Este límite se indica en la siguiente ecuación:

$$V_s + V_f \leq 0.66 \overline{f'_c} b_w d$$

## 6.6. CÁLCULO DE MOMENTOS DE VIGA DE CONCRETO REFORZADO PARA CAMIONES HS-MOP Y 1.2HS-MOP

### 6.6.1. Diseño de viga bajo camión de carga HS-MOP

#### Cuadro de Resultados

A continuación, se muestra los valores de cortantes y momentos últimos obtenidos del análisis que se detallan en el inciso 3.5.3.1. DISEÑO DE VIGAS - CALCULO VIGA EXTERIOR

x	M <sub>cm</sub> (T.m)	M <sub>cv+I</sub> (T.m)	MU (T.m)	V <sub>cm</sub> (T)	V <sub>cv+I</sub> (T)	Vu(T)
0.00	0.000	0.000	0.000	68.40	32.704	159.779
2.50	156.75	74.717	365.662	57.00	29.887	138.855
5.00	285.00	135.371	663.804	45.60	27.074	117.940
7.50	384.75	181.447	893.310	34.20	24.193	96.878
10.00	456.00	213.011	1054.324	22.80	21.301	75.792
12.50	498.75	229.621	1145.887	11.40	18.370	54.622

Ilustración 73 Tabla de resumen de cortantes y momentos HS-MOP

#### Diseño de viga bajo camión de carga 1.20 HS-MOP (Camión mayorado)

Para el diseño del puente se utilizó el camión de carga HS MOP, el cual se mayoró en un 20% para el cálculo del reforzamiento de vigas exteriores.

#### Pre-dimensionamiento de la viga

Para el cálculo, se tomará la sección actual de la viga exterior.

#### Determinación de la carga muerta

$W_{total} = 4.56 \text{ ton.m}$

### Determinación de la carga viva

$$P=10.00 \text{ ton} * 1.20 = 12.00 \text{ ton}$$

$$P'=2.50 \text{ ton} * 1.20 = 3.00 \text{ ton}$$

### Cálculo de momento máximo

### IMPACTO

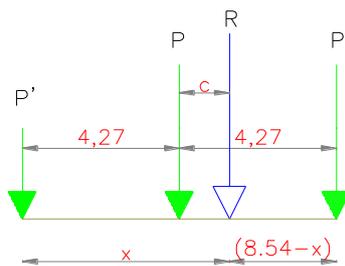
$$I = \frac{15.24}{38.1 + L}$$

$$I = \frac{15.24}{38.1 + (30.00 - 2.5)} = 0.232$$

X (m)	I
0	1.224
2.5	1.232
5	1.242
7.5	1.251
10	1.262
12.5	1.274

Ilustración 74 Impacto

### Líneas de Influencia



$$F_y = 0$$

$$R = 0.20w + 0.80w + 0.80w$$

$$R = 1.80w$$

$$M_R = 0$$

$$0.20w * x + 0.80w * x - 4.27 - 0.80w * 8.54 - x = 0$$

$$0.20w * x + 0.80w * x - 3.416w - 6.832w + 0.80w * x = 0$$

$$1.80w * x = 10.248w$$

$$x = 5.693 \text{ m}$$

$$c = 5.693 - 4.27$$

$$c = 1.423$$

$$\frac{c}{2} = 0.71 \text{ m}$$

$$Y = \frac{a * b}{L}$$

$$Y = \frac{14.29 \text{ m} * 15.71 \text{ m}}{30 \text{ m}}$$

$$Y = 7.48 \text{ m}$$

### Camión de carga HS-MOP

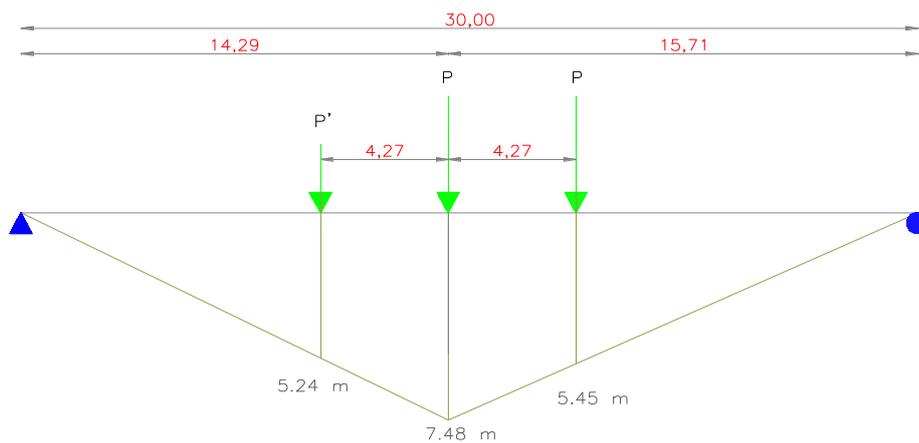


Ilustración 75 Diagrama de camión de carga HS-MOP

P=10.00 ton

P'=2.50 ton

$$M_L = 5.45 * 10.00 + 7.48 * 10.00 + (5.24 * 2.50)$$

$$M_L = 142.40 \text{ Ton.m}$$

$$I = \frac{15.24}{38.1 + L}$$

$$I = \frac{15.24}{38.1 + 30.00} = 0.224$$

$$f_{VI} = 1.312$$

$$M_L = M_L * I * f_{VI}$$

$$M_L = 142.40 \text{ Ton.m} * 1.224 * 1.312$$

$$M_L = 228.68 \text{ Ton.m}$$

$$Md_{total} = 0.5 * 7.48m * 30.00m * 4.56ton.m$$

$$Md_{total} = 511.63 \text{ Ton.m}$$

$$Mu = 1.3 * Md_{total} + \frac{5}{3} * M_L$$

$$Mu = 1.3 * 511.63 \text{ Ton.m} + \frac{5}{3} * 228.68 \text{ Ton.m}$$

$$Mu = 1160.59 \text{ Ton.m}$$

$$\phi M_u = \phi \rho b f_y d^2 \left( 1 - 0.6 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right)$$

$$0.9 * 116059000 = 0.9 \rho * 235 * 4200 * 186^2 \left( 1 - 0.6 \frac{\rho * 4200}{280} \right)$$

$$\rho_1 = 0.10760137$$

$$\rho_2 = 0.00350974$$

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

$$A_s = 0.00350974 * 235 * 186$$

$$A_s = 153.41 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$a = \frac{153.41 * 4200}{0.85 * 280 * 235}$$

$$a = 11.52 \text{ cm}$$

### 6.6.2. Camión de carga 1.20 HS-MOP (Camión mayorado)

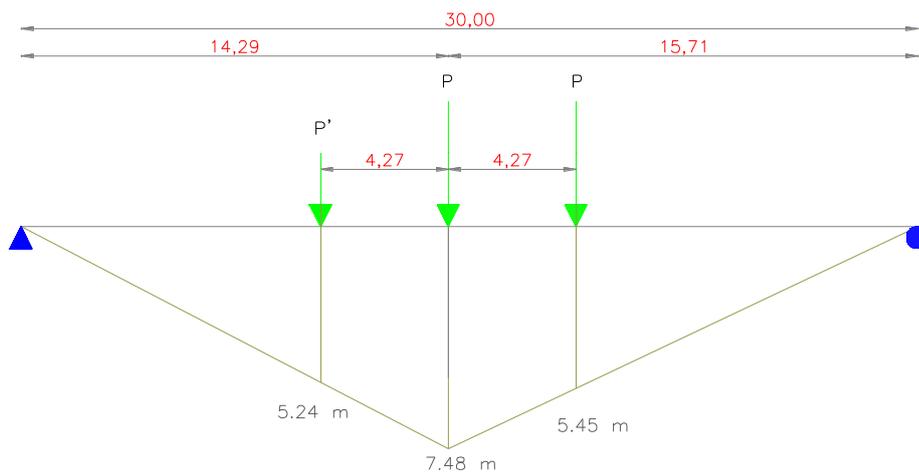


Ilustración 76 Diagrama de camión de carga 1.2 HS-MOP

P=12.00 ton

P'=3.00 ton

$$M_L = 5.45 * 12.00 + 7.48 * 12.00 + (5.24 * 3.00)$$

$$M_L = 170.88 \text{ Ton.m}$$

$$I = \frac{15.24}{38.1 + L}$$

$$I = \frac{15.24}{38.1 + 30.00} = 0.224$$

$$f_{VI} = 1.312$$

$$M_L = M_L * I * f_{VI}$$

$$M_L = 170.88 \text{ Ton.m} * 1.224 * 1.312$$

$$M_L = 274.41 \text{ Ton.m}$$

$$Md_{total} = 0.5 * 7.48m * 30.00m * 4.56ton.m$$

$$Md_{total} = 511.63 \text{ Ton.m}$$

$$Mu = 1.3 * Md_{total} + \frac{5}{3} * M_L$$

$$Mu = 1.3 * 511.63 \text{ Ton.m} + \frac{5}{3} * 274.41 \text{ Ton.m}$$

$$Mu = 1259.67 \text{ Ton.m}$$

$$\phi M_u = \phi \rho b f_y d^2 \left[ 1 - 0.6 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right]$$

$$0.9 * 125967000 = 0.9 \rho * 235 * 4200 * 186^2 \left[ 1 - 0.6 \frac{\rho * 4200}{280} \right]$$

$$\rho_1 = 0.10729071$$

$$\rho_2 = 0.00382040$$

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

$$A_s = 0.00382040 * 235 * 186$$

$$A_s = 166.99 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$a = \frac{166.99 * 4200}{0.85 * 280 * 235}$$

$$a = 12.54 \text{ cm}$$

CAMIÓN DE DISEÑO	Mu (ton.m)	As (cm <sup>2</sup> )
HS-MOP	1160.59 Ton.m	153.41 cm <sup>2</sup>
1.2 HS-MOP	1259.67 Ton.m	166.99 cm <sup>2</sup>

Ilustración 77 Comparación de momentos y sección de acero

$$\Delta M_u = 1259.67 - 1160.59$$

$$\Delta M_u = 99.08 \text{ Ton.m}$$

$$\phi M_u = \phi \rho b f_y d^2 \left[ 1 - 0.6 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right]$$

$$0.9 * 9908000 = 0.9 \rho * 235 * 4200 * 186^2 \left[ 1 - 0.6 \frac{\rho * 4200}{280} \right]$$

$$\rho_1 = 0.11082019$$

$$\rho_2 = \mathbf{0.00029093}$$

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

$$A_s = 0.00029093 * 235 * 186$$

$$A_s = 12.72 \text{ cm}^2$$

## 6.7. ANÁLISIS DE REPARACIÓN Y DE REFUERZO DE VIGA DE CONCRETO REFORZADO UTILIZANDO MATERIALES COMPUESTOS FRP

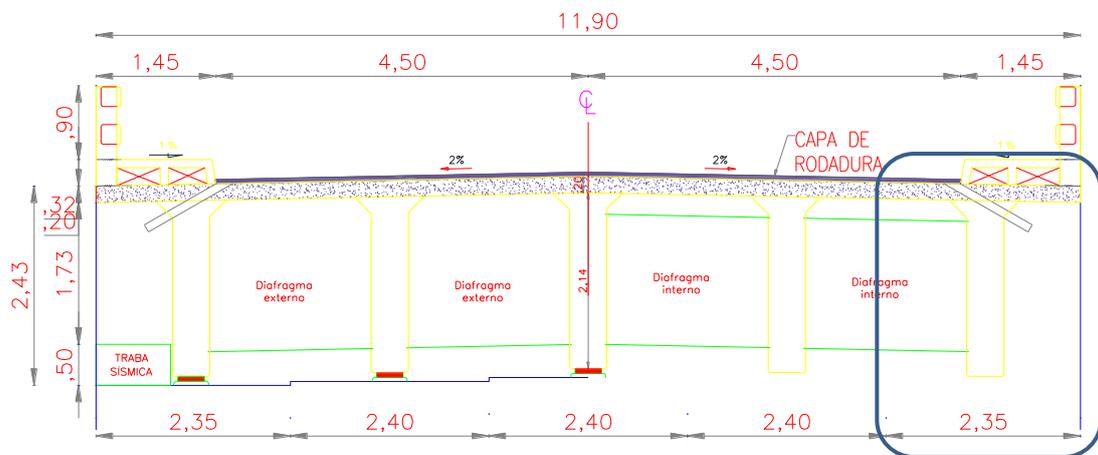


Ilustración 78 Sección transversal

### Propiedades de la superestructura

Propiedades de la viga	
L (m):	30
b (m):	2.40
S (m):	2.40
b <sub>w</sub> (m):	0.45
h <sub>f</sub> (m):	0.20
d (mm):	186
h (mm):	215
F'c (kg/cm <sup>2</sup> ):	280
Fy (kg/cm <sup>2</sup> ):	4200
∅M <sub>n</sub> sin CFRP (kn.m):	10242.90

Tabla 192 Propiedades de la estructura

$$\phi M_n \sin CFRP = \phi A_s F_y d - \frac{a}{2}$$

$$\phi M_n \sin CFRP = 0.90 * 153.41 * 4200 * 186 - \frac{11.52}{2}$$

$$\phi M_n \sin CFRP = 104519337.60 \text{ kg. cm} = 10242.90 \text{ kN.m}$$

## Propiedades de la fibra de carbono

La fibra de carbono empleada como refuerzo a flexión para la viga será el producto Sika Carbodur S 1214, para lo cual se utilizará 8 tiras de 120 mm de ancho, las mismas que estarán distribuidas a lo ancho de la carga inferior de la viga, de acuerdo al detalle del refuerzo. Las propiedades del producto son las que se muestran en la siguiente tabla:

Sika Carbodur S 1214	
Espesor por tira, $t_f$	1.40 mm
Resistencia última a tensión, $f_{fu}^*$	3100 N/mm <sup>2</sup>
Deformación de falla, $\epsilon_{fu}$	1.70 %
Módulo de elasticidad del FRP, $E_f$	165000 N/mm <sup>2</sup>

Tabla 193 Propiedades Sika Carbodur S1214

## Resumen de cargas y momentos de viga exterior

CARGAS Y MOMENTOS DE VIGA EXTERIOR		
Cargas	Carga actual HS-MOP	Carga esperada HS-MOP+20%
Carga muerta $W_{DL}$	44.69N/mm	4.56 ton $\approx$ 44.69N/mm
Carga viva $W_{LL}$	10.04 N/mm	12.05 N/mm
Cargas sin factorar $W_{DL+} W_{LL}$	54.73N/mm	56.74N/mm
Carga Limite sin reforzar $1.1W_{DL+} 0.75W_{LL}$	-	58.20N/mm
Carga factorada $1.3(W_{DL+} 1.67W_{LL})$	79.89 N/mm	84.26 N/mm
Momentos	Carga actual HS-MOP	Carga esperada HS-MOP+20%
Momento carga muerta $M_{DL}$	511.63 Ton. $m \approx$ 5013.97 kN.m	511.63 Ton. $m \approx$ 5013.97 kN.m
Momento carga viva $M_{LL}$	228.68 Ton. $m \approx$ 2241.06 kN.m	274.41 Ton. $m \approx$ 2689.22 kN.m
Momento carga de	7255.03 kN.m	7703.19 kN.m

servicio $M_{DL} + M_{LL}$		
Momento Límite sin refuerzo $1.1M_{DL} + 0.75M_{LL}$	-	7532.28 kN.m
Momento Factorado $1.3(M_{DL} + 1.67M_{LL})$	1160.59 Ton. m $\approx$ 11373.78 kN.m	1259.67 Ton. m $\approx$ 12344.77 kN.m

Tabla 194 Cargas y Momentos (Viga exterior)

### Cálculo de refuerzo con fibra de carbono

$$\phi M_n \text{ existente} \geq 1.1 M_{DL} + 0.75 M_{LL} \text{ nuevo}$$

$$\phi M_n \text{ existente} = \phi A_s f_y \left( d - \frac{\beta_1 c}{2} \right)$$

$$\phi = 0.90 \text{ (coef. Flexión, ACI 318)}$$

$$\beta_1 = 0.85 \text{ (HA-25, ACI 318)}$$

$$f_y = 4200 \frac{kg}{cm^2}$$

$$c = 52.47 \text{ cm}$$

$$A_s = 102.89 \text{ cm}^2$$

$$\phi M_n \text{ existente} = 0.90 * 153.41 * 4200 * 186 - \frac{0.85 * 52.47}{2}$$

$$\phi M_n \text{ existente} = 94928105.23 \text{ kg. cm} \approx 9302.95 \text{ kN. m}$$

$$\phi M_n \text{ existente} \geq 1.1 M_{DL} + 0.75 M_{LL} \text{ nuevo}$$

$$9302.95 \text{ kN. m} \geq 7532.28 \text{ kN. m} \text{ Ok}$$

**Paso 1: Cálculo de las propiedades del sistema CFRP**

**Coefficiente reductor  $C_E$**

Carbono/Epoxi	0.85
---------------	------

$f_{fu} = C_E f_{fu}^*$ $f_{fu} = 0.85 * 3100 \frac{N}{mm^2}$ $f_{fu} = 2635.00 \frac{N}{mm^2}$	$\epsilon_{fu} = C_E \epsilon_{fu}^*$ $\epsilon_{fu} = 0.85 * 0.0170 \frac{mm}{mm}$ $\epsilon_{fu} = 0.01445 \frac{mm}{mm}$
---	---

**Paso 2: Cálculos preliminares**

$E_c = 4730 \frac{N}{mm^2}$ $E_c = 4730 * 28 \frac{N}{mm^2}$ $E_c = 25028.81 \frac{N}{mm^2}$	$\beta_1 = 1.05 - 0.05 \frac{f'_c}{6.90}$ $\beta_1 = 1.05 - 0.05 \frac{28 \frac{N}{mm^2}}{6.90}$ $\beta_1 = 0.85$	$A_f = n f_t w_f$ $A_f = (8) (1.40 \frac{mm}{cap}) (120mm)$ $A_f = 1344 mm^2$
--	---	---

**Paso 3: determinar la deformación existente en la cara inferior**

$$b_w(c - h_f)^2 - 2nAs d - c + bh_f 2c - h_f = 0$$

$$45(c - 20)^2 - 2 * 8 * 153.41 186 - c + 235 * 20 2c - 20 = 0$$

$$c = 44.22 \text{ cm}$$

$$I_{cr} = \frac{b_w * (c - h_f)^3}{3} + \frac{B * h_f^3}{12} + n * As d - c^2 + B * h_f * c - h_f^2$$

$$I_{cr} = \frac{45 * (44.22 - 20)^3}{3} + \frac{235 * 20^3}{12} + 8 * 153.41 * 186 - 44.22^2 + 235 * 20 * 44.22 - 20^2$$

$$I_{cr} = 27797093.84 \text{ cm}^4$$

$$c = kd$$

$$k = \frac{44.22 \text{ cm}}{186 \text{ cm}}$$

$$k = 0.2377$$

**Deformación en el concreto al momento de colocar el refuerzo CFRP**

$$\epsilon_{bi} = \frac{M_{DL}(h - kd)}{I_{cr} E_c}$$

$$\epsilon_{bi} = \frac{5013970000 \text{ N} \cdot \text{mm} * (2150 \text{ mm} - 442.20 \text{ mm})}{2.779709384 \times 10^{11} \text{ mm}^4 * 25028.81 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$\epsilon_{bi} = 0.00123078$$

**Paso 4: Determinar el coeficiente de dependencia del adhesivo del sistema CFRP**

$$nE_f t_f > 180.000$$

$$1 * 165000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 1.40 \text{ mm} > 180000$$

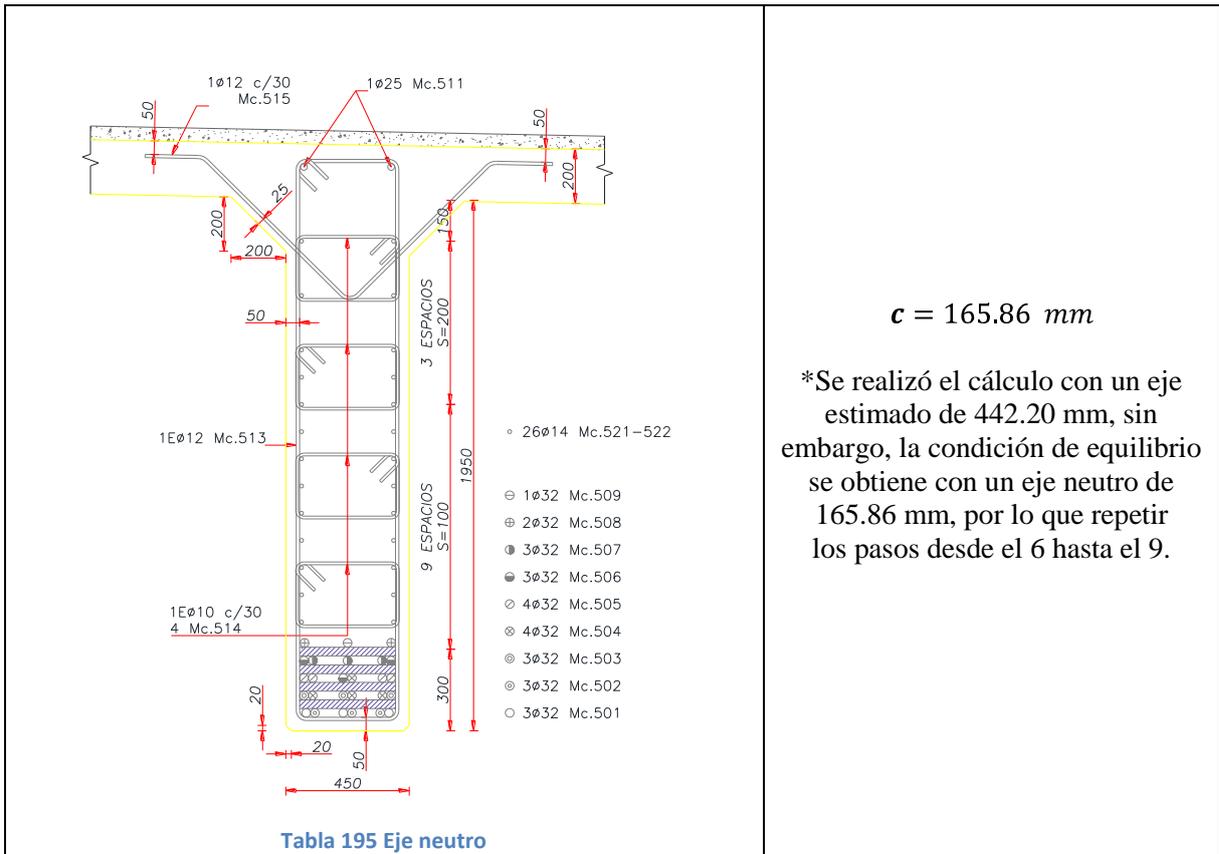
$$231000 \frac{\text{N}}{\text{mm}} > 180000$$

$$\kappa_m = \frac{1}{60 \epsilon_{fu}} \frac{90000}{nE_f t_f} \leq 0.90$$

$$\kappa_m = \frac{1}{60 * 0.01445} \frac{90000}{1 * 165000 * 1.40} \leq 0.90$$

$$\kappa_m = 0.45 \leq 0.90 \quad \mathbf{Ok}$$

**Paso 5: Estimar c, la profundidad del eje neutro**



$$c = 165.86 \text{ mm}$$

\*Se realizó el cálculo con un eje estimado de 442.20 mm, sin embargo, la condición de equilibrio se obtiene con un eje neutro de 165.86 mm, por lo que repetir los pasos desde el 6 hasta el 9.

**Paso 6: Determinar el nivel de deformación efectiva del refuerzo CFRP**

$$\epsilon_{fe} = \epsilon_{cu} \frac{h - c}{c} - \epsilon_{bi} \leq \kappa_m \epsilon_{fu}$$

$$\epsilon_{fe} = 0.003 \frac{2150 - 165.86}{165.86} - 0.00123078 \leq 0.45 * 0.01445$$

$$0.03465744 \leq 0.0065025$$

$$\epsilon_{fe} = 0.0065025$$

**Paso 7: Calcular la deformación en el armado existente**

$$\epsilon_s = (\epsilon_{fe} + \epsilon_{bi}) \frac{d - c}{h - c}$$

$$\epsilon_s = (0.0065025 + 0.00123078) \frac{1860 - 165.86}{2150 - 165.86}$$

$$\epsilon_s = 0.00660299$$

**Paso 8: Cálculo del esfuerzo en el acero de refuerzo y en el CFRP**

$$f_s = E_s \varepsilon_s \leq f_y$$

$$f_s = 200 \frac{kN}{mm^2} * 0.00660299 \leq 0.4200 \frac{kN}{mm^2}$$

$$f_s = 1.320598 \frac{kN}{mm^2} \leq 0.4200 \frac{kN}{mm^2}$$

$$f_s = 0.4200 \frac{kN}{mm^2}$$

- **Cálculo del esfuerzo en el CFRP**

$$f_{fe} = E_f \varepsilon_{fe}$$

$$f_{fe} = 165 \frac{kN}{mm^2} * 0.0065025$$

$$f_{fe} = 1.07291 \frac{kN}{mm^2}$$

**Paso 9: Cálculo de fuerzas internas resultantes y revisión de equilibrio**

$$c = \frac{A_s f_s + A_f f_{fe}}{\gamma f'_c \beta_1 b}$$

$\gamma = 0.85$  y  $\beta_1 = 0.85$  según ACI 318

$$c = \frac{15341 * 420.0 + 1344 * 1072.91}{0.85 * 28.0 \frac{N}{mm^2} * 0.85 * 2350 \text{ mm}}$$

$$c = 165.86 \text{ mm}$$

**Paso 10: ajuste de c hasta obtener equilibrio**

El valor de c asumido y el c calculado son iguales, por lo que existe equilibrio de esfuerzos.

**Paso 11: Calcular la resistencia a flexión de diseño de la sección**

$$\phi M_n = \phi A_s f_s d - \frac{\beta_1 c}{2} + \psi_f A_f f_{fe} h - \frac{\beta_1 c}{2}$$

**Contribución del acero:**

$$M_{ns} = A_s f_s d - \frac{\beta_1 c}{2}$$

$$M_{ns} = 15341 * 420.0 - 1860 - \frac{0.85 * 165.86}{2}$$

$$M_{ns} = 11530.20 \text{ kN.m}$$

**Contribución del CFRP:**

$$M_{nf} = A_f f_{fe} h - \frac{\beta_1 c}{2}$$

$$M_{nf} = 1344 * 1072.91 * 2150 - \frac{0.85 * 165.86}{2}$$

$$M_{nf} = 2998.63 \text{ kN.m}$$

$\phi = 0.90$  Factor de reducción de resistencia según ACI 318-08

$\psi_f = 0.85$  Factor de reducción de resistencia del refuerzo FRP para flexión.

$$\phi M_n = \phi M_{ns} + \psi_f M_{nf}$$

$$\phi M_n = 0.90 * 11530.20 + 0.85 * 2998.63$$

$$\phi M_n = 12671.13 \text{ kN.m}$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$12671.13 \text{ kN.m} \geq 12344.77 \text{ kN.m} \text{ OK}$$

**Paso 13: Evaluación de los esfuerzos de servicio en el acero de refuerzo en el CFRP**

$$k = \frac{\rho_s \frac{E_s}{E_c} + \rho_f \frac{E_f}{E_c}^2 + 2 \rho_s \frac{E_s}{E_c} + \rho_f \frac{E_f}{E_c} \frac{h}{d}}{\rho_s \frac{E_s}{E_c} + \rho_f \frac{E_f}{E_c}}$$

$\rho_s = \frac{A_s}{bd}$ $\rho_s = \frac{15341}{2350 * 1860}$ $\rho_s = 0.00350972$	$\rho_f = \frac{A_f}{bh}$ $\rho_f = \frac{1344}{2350 * 2150}$ $\rho_f = 0.00026601$
--	---

$$E_c = 25028.81 \frac{N}{mm^2}$$

$$E_s = 200000 \frac{N}{mm^2}$$

$$E_f = 165000 \frac{N}{mm^2}$$

$$h = 2150 \text{ mm}$$

$$d = 1860 \text{ mm}$$

$k$

$$= \frac{0.00350972 * \frac{200000}{25028.81} + 0.00026601 * \frac{165000}{25028.81}^2 + 2 * 0.00350972 * \frac{200000}{25028.81} + 0.00026601 * \frac{165000}{25028.81} * \frac{2150}{1860}}{0.00350972 * \frac{200000}{25028.81} + 0.00026601 * \frac{165000}{25028.81}}$$

$$k = 0.21724948$$

$$kd = (0.21724948)(1860 \text{ mm})$$

$$kd = 404.08 \text{ mm}$$

### Esfuerzo en el acero de refuerzo bajo cargas de servicio

$$f_{s,s} = \frac{M_s + \varepsilon_{bi} A_f E_f \left( h - \frac{kd}{3} \right) (d - kd) E_s}{A_s E_s \left( d - \frac{kd}{3} \right) (d - kd) + A_f E_f \left( h - \frac{kd}{3} \right) (h - kd)}$$

$$f_{s,s} = \frac{7703190000 + 0.00123078 * 1344 * 165000 \left( 2150 - \frac{404.08}{3} \right) (1860 - 404.08) 200000}{15341 * 200000 \left( 1860 - \frac{404.08}{3} \right) (1860 - 404.08) + 1344 * 165000 \left( 2150 - \frac{404.08}{3} \right) (2150 - 404.08)}$$

$$f_{s,s} = 226.16 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{s,s} \leq 0.80 f_y$$

$$226.16 \frac{N}{mm^2} \leq 0.80 * 420 \frac{N}{mm^2}$$

$$226.16 \frac{N}{mm^2} \leq 336 \frac{N}{mm^2} \quad \mathbf{Ok}$$

### Paso 14: Verificación del límite de flujo plástico (Creep) del CFRP bajo cargas de servicio

$$f_{f,s} = f_{s,s} \frac{E_f}{E_s} \frac{h - kd}{d - kd} - \varepsilon_{bi} E_f$$

$$f_{f,s} = 226.16 \frac{165000}{200000} \frac{2150 - 404.08}{1860 - 404.08} - 0.00123078 * 165000$$

$$f_{f,s} = 20.67 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{f,s} \leq \text{momento sostenido más esfuerzo límite cíclico}$$

$$f_{f,s} \leq 0.55f_{fu}$$

$$20.67 \frac{N}{mm^2} \leq 0.55 * 2635.00 \frac{N}{mm^2}$$

$$20.67 \frac{N}{mm^2} \leq 1449.25 \frac{N}{mm^2} \text{ Ok.}$$

### Detalle del refuerzo CFRP

- Determinación del momento de fisuramiento del elemento

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$$

- Módulo de ruptura

$$f_r = 0.62 \sqrt{f'_c}$$

$$f_r = 0.62 \sqrt{28 \frac{N}{mm^2}}$$

$$f_r = 3.28 \frac{N}{mm^2}$$

- Momento de inercia de la sección bruta de hormigón alrededor del eje centroidal, sin incluir el armado

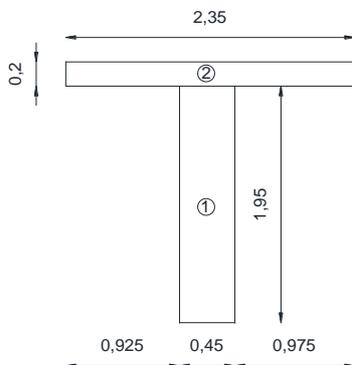


Fig.	b	h	A	x	y	Mx	My
1	0,45	1,95	0,8775	1,2000	0,975	1,053	0,856
2	2,35	0,20	0,4700	1,1750	2,050	0,552	0,964
			1,3475			1,605	1,819

x	1,191
y	1,350

$$I_g = \frac{0.45 * 1.95^3}{12} + \frac{2.35 * 0.20^3}{12} + 0.88 * 0.37^2 + 0.47 * 0.70^2$$

$$I_g = 0.6303964792 m^4$$

$$I_g = 6.303964792 \times 10^{11} mm^4$$

- Distancia del eje centroidal de la sección bruta hasta la fibra extrema a tracción, sin incluir el armado

$$y_t = 1.35 m$$

$$y_t = 1350 mm$$

- Momento de fisuración

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$$

$$M_{cr} = \frac{3.28 \frac{N}{mm^2} * 6.303964792 \times 10^{11} mm^4}{1350 mm}$$

$$M_{cr} = 1531629964 N.mm$$

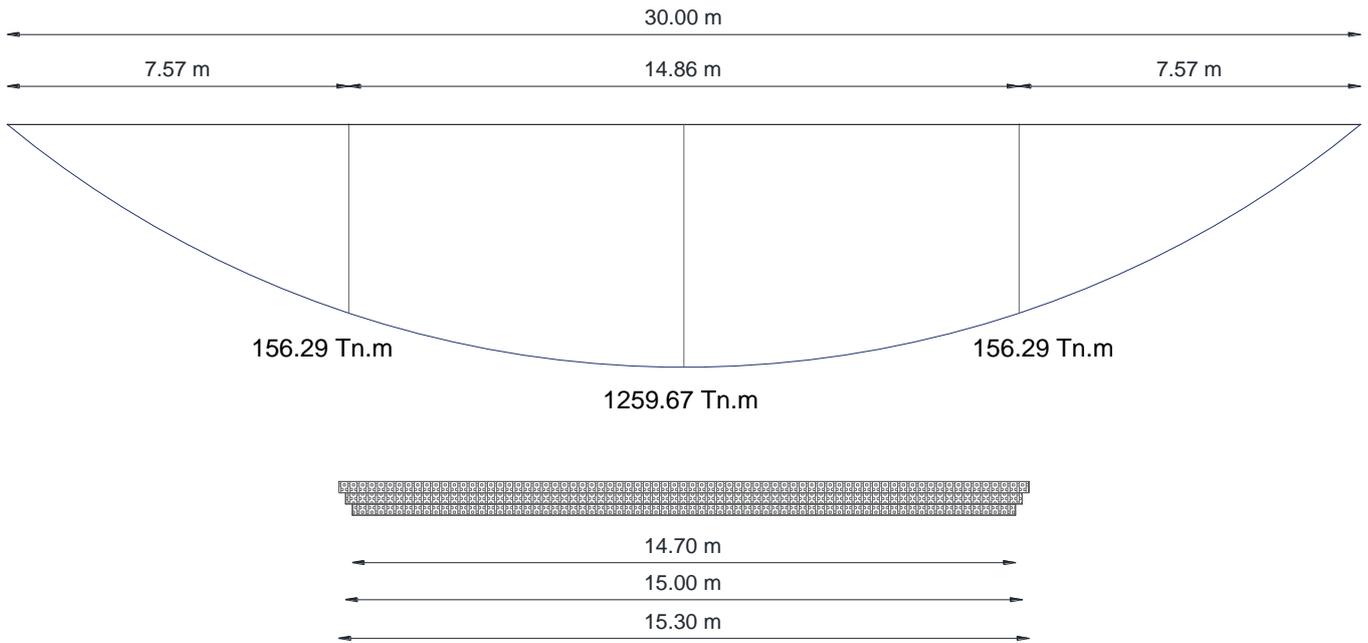
$$M_{cr} = 156.29 Tn.m$$

- Longitud de desarrollo

$$l_{df} = \frac{n E_f t_f}{f'_c}$$

$$l_{df} = \frac{1 * 165000 \frac{N}{mm^2} * 1.4 mm}{28 \frac{N}{mm^2}}$$

$$l_{df} = 208.94 mm \approx 210 mm$$



### Comprobación a esfuerzo cortante

- Valores de cortantes a diferentes distancias

x	V <sub>cm</sub> (T)	V <sub>cv+I</sub> (T)	V <sub>u</sub> (T)
<b>0.00</b>	68.400	39.245	173.950
<b>2.50</b>	57.000	35.864	151.806
<b>5.00</b>	45.600	32.489	129.673
<b>7.50</b>	34.200	29.032	107.362
<b>10.00</b>	22.800	25.561	85.023
<b>12.50</b>	11.400	22.044	62.581

Tabla 196 Valores de cortante con diferentes distancias

- **Determinación del cortante ultimo a una distancia d**

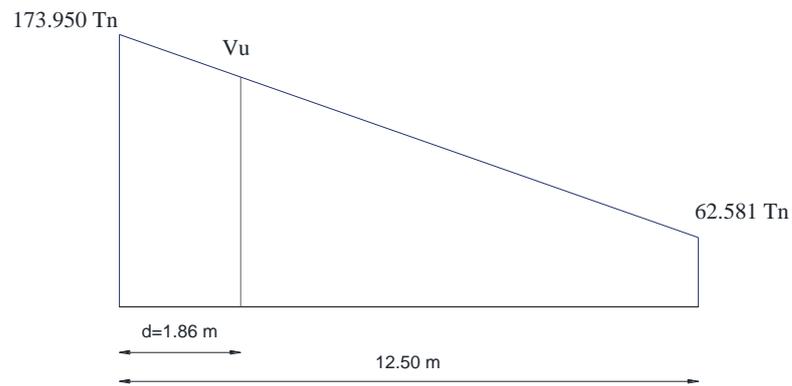


Ilustración 79 Cortante ultimo a una distancia d

$$V_u = \frac{111.369 * 10.64}{12.50} + 62.581$$

$$V_u = 157.378 \text{ Tn}$$

$$V_u = 157378 \text{ Kg}$$

- **Determinar la resistencia a corte del concreto**

$$V_c = 0.53 \overline{f_c} * b * d$$

$$V_c = 0.53 \overline{280} * 45 * 186$$

$$V_c = 74230.15 \text{ Kg}$$

- **Determinar la resistencia del acero a cortante**

- Separación entre estribos:

$$S = 30 \text{ cm}$$

- Área de refuerzo

$$A_v = (2 * 1.13 + 2 * 0.79)$$

$$A_v = 3.84 \text{ cm}^2$$

- Resistencia del acero

$$V_s = \frac{A_v * F_y * d}{S}$$

$$V_s = \frac{3.84 \text{ cm}^2 * 4200 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} * 186 \text{ cm}}{30 \text{ cm}}$$

$$V_s = 99993.60 \text{ Kg}$$

- Comprobación de resistencia

$$\phi V_n = \phi V_c + V_s$$

$$\phi V_n = 0.85 * 74230.15 \text{ Kg} + 99993.60 \text{ Kg}$$

$$\phi V_n = 148090.19 \text{ Kg}$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$148090.19 \text{ Kg} \geq 157378 \text{ Kg}$$

### Longitud de reforzamiento a cortante

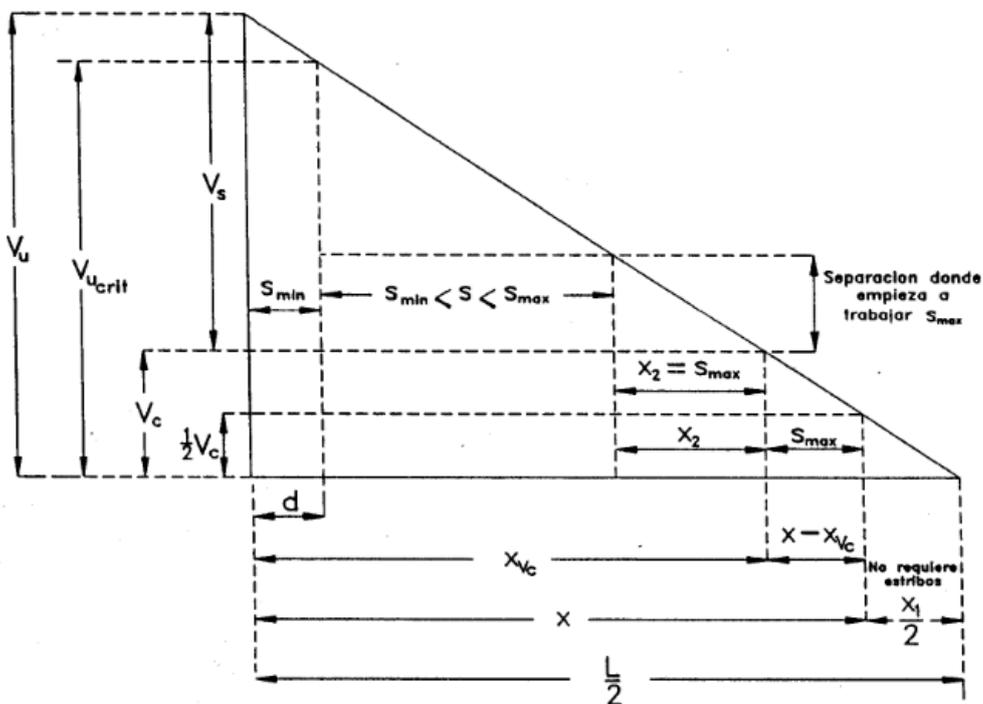


Ilustración 80 Longitud de reforzamiento

$X_{Vc}$  =Distancia teórica a la cual se requieren estribos

$$X_{Vc} = 12.44 \text{ m}$$

### 6.7.1. PRIMERA ALTERNATIVA DE DISEÑO

#### Cálculo de las propiedades del sistema GFRP

SikaWrap 100G	
Espesor por tira, $t_f$	0.358 mm
Resistencia última a tensión, $f_{fu}^*$	2276 N/mm <sup>2</sup>
Deformación de falla, $\epsilon_{fu}$	4.0 %
Módulo de elasticidad del FRP, $E_f$	72400 N/mm <sup>2</sup>

Tabla 197 Propiedades Sika Wrap 100G

#### Coefficiente reductor $C_E$

Vidrio/Epoxi	0.65
--------------	------

$f_{fu} = C_E f_{fu}^*$ $f_{fu} = 0.65 * 2276 \frac{N}{mm^2}$ $f_{fu} = 1479.40 \frac{N}{mm^2}$	$\epsilon_{fu} = C_E \epsilon_{fu}^*$ $\epsilon_{fu} = 0.65 * 0.040 \frac{mm}{mm}$ $\epsilon_{fu} = 0.026 \frac{mm}{mm}$
---	--

- Pegado en U o en caras laterales

$$L_e = \frac{23300}{nt_f E_f^{0.58}}$$

$$L_e = \frac{23300}{3 * 0.0358 \text{ cm} * 724000 \frac{Kg}{cm^2}^{0.58}}$$

$$L_e = 33.94 \text{ cm}$$

$\kappa_1 = \frac{f'_c}{27}^2$	$\kappa_2 = \frac{d_f - 2L_e}{d_f}$ $\kappa_2 = \frac{(80) - 2(33.94)}{(80)}$
--------------------------------	--

$\kappa_1 = \frac{280^2}{27}$ $\kappa_1 = 4.76$	$\kappa_2 = 0.15$
---	-------------------

$$\kappa_v = \frac{\kappa_1 \kappa_2 L_e}{11900 \varepsilon_{fu}} \leq 0.75$$

$$\kappa_v = \frac{4.76 * 0.15 * 339.40}{11900 * 0.026} \leq 0.75$$

$$\kappa_v = 0.78 \leq 0.75$$

$$\kappa_v = 0.75$$

$$\varepsilon_{fe} = \kappa_v \varepsilon_{fu} \leq 0.004$$

$$\varepsilon_{fe} = 0.75 * 0.026 \leq 0.004$$

$$\varepsilon_{fe} = 0.0195 \leq 0.004$$

$$\varepsilon_{fe} = 0.004$$

$A_{fv} = 2nt_f w_f$ $A_{fv} = 2 * 3 * 0.0358 * 15$ $A_{fv} = 3.22 \text{ cm}^2$	$f_{fe} = \varepsilon_{fe} E_f$ $f_{fe} = 0.004 * 72400 \frac{N}{\text{mm}^2}$ $f_{fe} = 2896 \frac{Kg}{\text{cm}^2}$
--	---

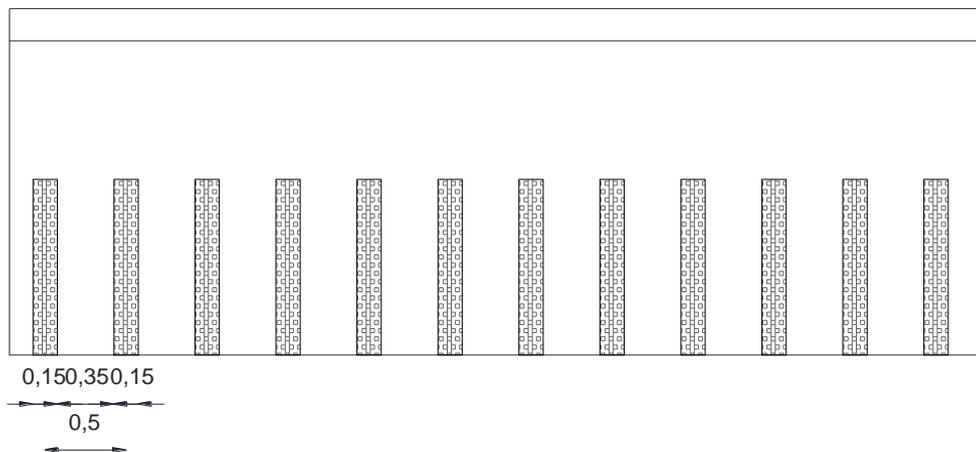


Ilustración 81 Reforzamiento a corte Propuesta 1

$$V_f = \frac{A_{fv} f_{fe} (\sin \alpha + \cos \alpha) d_f}{S_f}$$

$$V_f = \frac{3.22 * 2896 * (\sin 90 + \cos 90) * (80)}{50}$$

$$V_f = 14920.19 \text{ Kg}$$

$$\phi V_n = \phi V_c + V_s + \psi_f V_f$$

$$\phi V_n = 0.85 * 74230.15 + 99993.60 + 0.85 * 14920.19$$

$$\phi V_n = 158870.02 \text{ Kg}$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$158870.02 \text{ Kg} \geq 157378 \text{ Kg} \text{ Ok}$$

## 6.7.2. SEGUNDA ALTERNATIVA DE DISEÑO

### Cálculo de las propiedades del sistema CFRP

Sika Wrap -530 C	
Espesor por tira, $t_f$	0.293 mm
Resistencia última a tensión, $f_{fu}^*$	40770 Kg/cm <sup>2</sup>
Deformación de falla, $\epsilon_{fu}$	1.50 %
Módulo de elasticidad del FRP, $E_f$	2446000 Kg/cm <sup>2</sup>

Tabla 198 Propiedades Sika Wrap 530C

### Coefficiente reductor $C_E$

Carbono/Epoxi	0.85
---------------	------

$f_{fu} = C_E f_{fu}^*$ $f_{fu} = 0.85 * 40770 \frac{N}{mm^2}$ $f_{fu} = 3465.45 \frac{N}{mm^2}$	$\epsilon_{fu} = C_E \epsilon_{fu}^*$ $\epsilon_{fu} = 0.85 * 0.0150 \frac{mm}{mm}$ $\epsilon_{fu} = 0.013 \frac{mm}{mm}$
--	---

- Pegado en U o en caras laterales

$$L_e = \frac{23300}{nt_f E_f^{0.58}}$$

$$L_e = \frac{23300}{1 * 0.0293 \text{ cm} * 2446000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}^{0.58}}$$

$$L_e = 35.59 \text{ cm}$$

$\kappa_1 = \frac{f'_c}{27}^2$ $\kappa_1 = \frac{280}{27}^2$ $\kappa_1 = 4.76$	$\kappa_2 = \frac{d_f - 2L_e}{d_f}$ $\kappa_2 = \frac{(80) - 2(35.59)}{(80)}$ $\kappa_2 = 0.11$
--	---

$$\kappa_v = \frac{\kappa_1 \kappa_2 L_e}{11900 \varepsilon_{fu}} \leq 0.75$$

$$\kappa_v = \frac{4.76 * 0.11 * 355.9}{11900 * 0.013} \leq 0.75$$

$$\kappa_v = 1.20 \leq 0.75$$

$$\kappa_v = 0.75$$

$$\varepsilon_{fe} = \kappa_v \varepsilon_{fu} \leq 0.004$$

$$\varepsilon_{fe} = 0.75 * 0.013 \leq 0.004$$

$$\varepsilon_{fe} = 0.0098 \leq 0.004$$

$$\varepsilon_{fe} = 0.004$$

$A_{fv} = 2nt_f w_f$ $A_{fv} = 2 * 1 * 0.0293 * 15$ $A_{fv} = 0.879 \text{ cm}^2$	$f_{fe} = \varepsilon_{fe} E_f$ $f_{fe} = 0.004 * 2446000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$ $f_{fe} = 9784.00 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
---	---

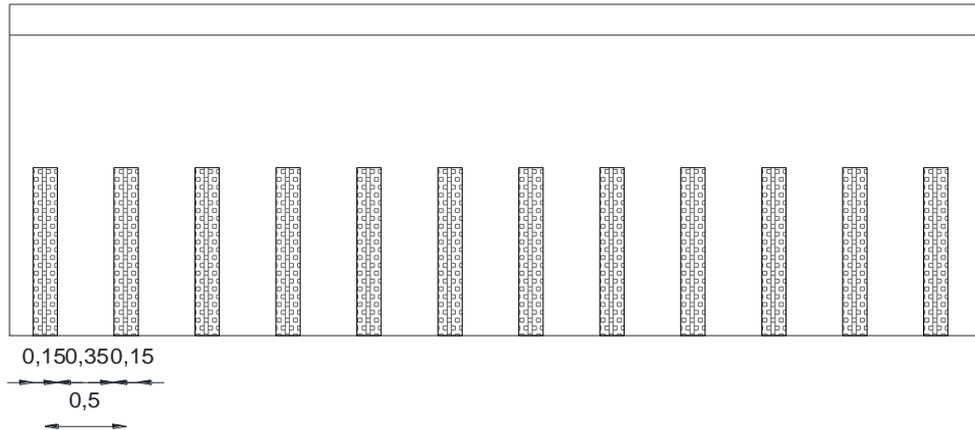


Ilustración 82 Reforzamiento a corte Propuesta 2

$$V_f = \frac{A_{fv} f_{fe} (\sin \alpha + \cos \alpha) d_f}{s_f}$$

$$V_f = \frac{0.879 * 9784 * (\sin 90 + \cos 90) * (80)}{50}$$

$$V_f = 13760.22 \text{ Kg}$$

$$\phi V_n = \phi V_c + V_s + \psi_f V_f$$

$$\phi V_n = 0.85 * 74230.15 + 99993.60 + 0.85 * 14920.19$$

$$\phi V_n = 158031.95 \text{ Kg}$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$158031.95 \text{ Kg} \geq 157378 \text{ Kg} \text{ Ok}$$

### 6.7.3. DISEÑO FINAL

#### Primera Alternativa de Diseño

#### Refuerzo a Flexión

Sika Carbodur S 1214			
Capa	Nº de Laminas	Longitud	Longitud Total
1	3	15.30 m	45.90 m
2	3	15.00 m	45.00 m
3	2	14.70 m	29.40 m

Tabla 199 Diseño final Sika Carbodur S1214

#### Refuerzo a Corte

SikaWrap 100G				
Capa	Nº de Laminas	Largo/lado	Ancho	Longitud Total
3	50	1.09 m	0.45 m	131.50 m

Tabla 200 Diseño final Sika Wrap 100G

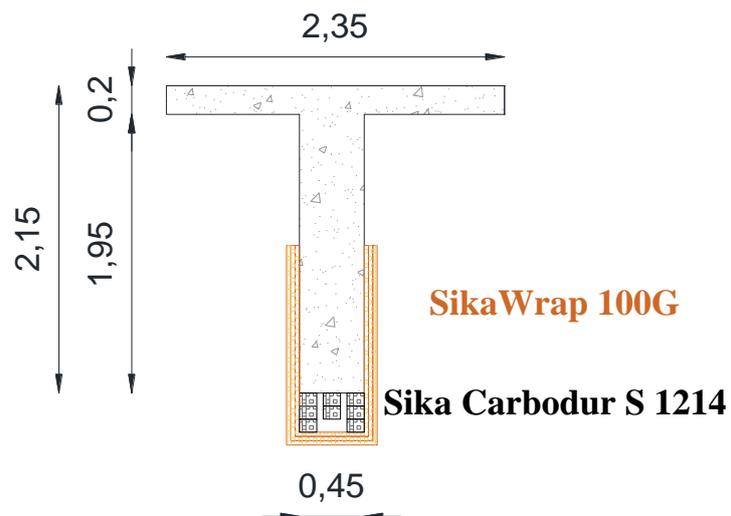


Ilustración 83 Esquema de reforzamiento (Primera alternativa de diseño)

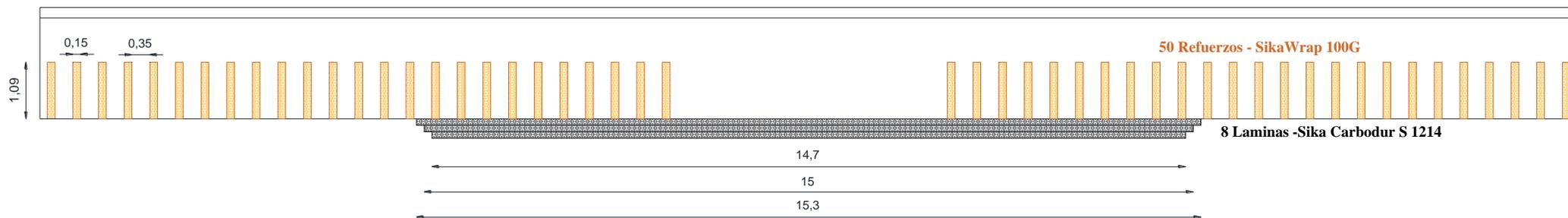


Ilustración 84 Detalle de reforzamiento de viga exterior (Primera alternativa de diseño)

## Segunda Alternativa de Diseño

### Refuerzo a Flexión

Sika Carbodur S 1214			
Capa	Nº de Laminas	Longitud	Longitud Total
1	3	15.30 m	45.90 m
2	3	15.00 m	45.00 m
3	2	14.70 m	29.40 m

Tabla 201 Diseño final Sika Carbodur S1214

### Refuerzo a Corte

Sika Wrap -530 C				
Capa	Nº de Laminas	Largo/llado	Ancho	Longitud Total
1	50	1.09 m	0.45 m	131.50 m

Tabla 202 Diseño final Sika Wrap 530C

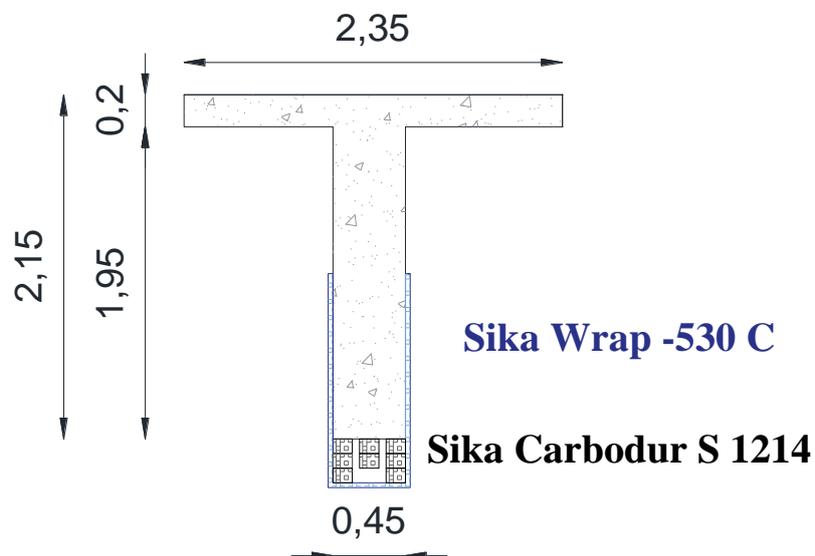


Ilustración 85 Esquema de reforzamiento (Segunda alternativa de diseño)

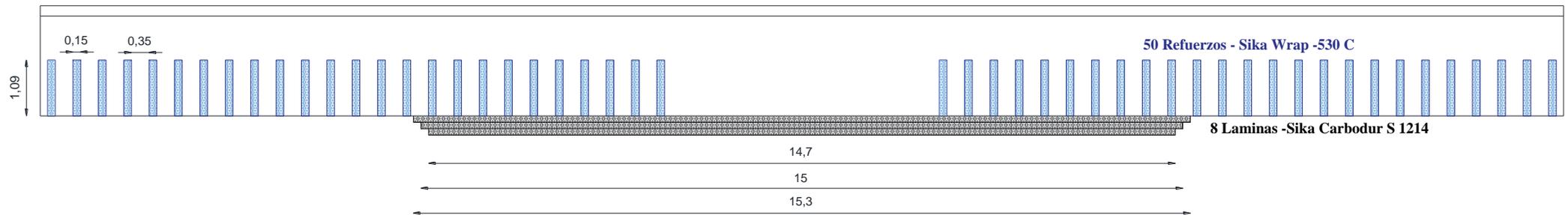


Ilustración 86 Detalle de reforzamiento de viga exterior (Segunda alternativa de diseño)

## 6.8.DISEÑO DE DISPOSITIVOS DE APOYO DE ELASTÓMERO REFORZADO

### Análisis de Cargas

$$P_D = 68.44 \text{ tn}$$

$$P_L = 24.38 \text{ tn}$$

$$P_T = 92.82 \text{ tn}$$

### Área del Elastómero

Esfuerzo de compresión

$$\sigma_s \leq 2 \text{ GS} \leq 122 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{req} = \frac{92820}{122}$$

$$A_{req} = 760.82 \text{ cm}^2$$

Adoptado L= 40 cm; W=40 cm (Área=1600 cm<sup>2</sup>>760.82 cm<sup>2</sup>)

### Factor de forma S min

Carga total

Con,

$$\sigma_s \leq 2 \text{ GS} \leq 122 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_T \geq \frac{\sigma_s}{2G} = \frac{58.01 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{2 * 9.18 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 3.16$$

Siendo;

$$G = 9.18 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Shore 60)}$$

$$\sigma_s = \frac{P_T}{A}$$

$$\sigma_s = \frac{92820 \text{ kg}}{1600 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_s = 58.01 \text{ kg/cm}^2$$

Carga Viva

Con  $\sigma_L \leq GS$

$$S_L \geq \frac{\sigma_L}{G} = \frac{15.24 \frac{kg}{cm^2}}{9.18 \frac{kg}{cm^2}} = 1.66$$

Siendo;

$$G = 9.18 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_L = \frac{P_L}{A}$$

$$\sigma_L = \frac{24380 \text{ kg}}{1600 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_L = 15.24 \text{ kg/cm}^2$$

El factor de forma es: 3.16 (3.16 > 1.66)

### Grosor de una capa interior de elastómero ( $h_{ri}$ )

Para carga total:

$$h_{ri} \leq \frac{LW}{2S_f L + W}$$

$$h_{ri} \leq \frac{40 * 40}{2 * 3.16 * 40 + 40}$$

$$h_{ri} \leq 3.16 \text{ cm}$$

Para carga viva:

$$h_{ri} \leq \frac{LW}{2S_f L + W}$$

$$h_{ri} \leq \frac{40 * 40}{2 * 1.66 * 40 + 40}$$

$$h_{ri} \leq 6.02 \text{ cm}$$

Grosor de capa interior adoptada  $h_{ri}=1.00 \text{ cm}$  (10mm) , el factor de forma es:

$$S = \frac{LW}{2h_{ri} L + W}$$

$$S = \frac{40 * 40}{2 * 1.00 * 40 + 40}$$

$$S = 10 > 2.53$$

### Número de capas interiores del elastómero

Compresión y rotación combinadas

$$\theta_s = 0.0072 \text{ rad}$$

$$n > \frac{GS\theta_s}{\sigma_s} * \frac{B}{h_{ri}}^2$$

$$n > \frac{9.18 * 10.00 * 0.0072}{58.01} * \frac{40}{1}^2$$

$$n > 18.23$$

$$\sigma_s < 2.25GS \left( 1 - 0.167 * \frac{\theta_s}{n} * \frac{B}{h_{ri}}^2 \right)$$

$$n > -0.167 * \theta_s * \frac{\frac{B}{h_{ri}}^2}{\frac{\sigma_s}{2.25GS} - 1}$$

$$n > -0.167 * 0.0072 * \frac{\frac{40}{1}^2}{\frac{58.01}{2.25 * 9.18 * 10.00} - 1}$$

$$n > 2.68$$

### Chequeo de capas exteriores

$$h_{re} < 0.7h_{ri}$$

$$5\text{mm} < 0.7 * 10\text{mm} \text{ ok}$$

**Resultado:** 3 u. Capas interiores de elastómero (Shore 60) de 10mm de espesor+ 2u Capas exteriores de elastómero de 5mm de espesor (Esp. total  $h_{rt}= 40\text{mm}$  de elastómero).

### Estabilidad del Elastómero

$$A = \frac{1.92 * \frac{h_{rt}}{L}}{1 + \frac{2L}{W}}$$

$$A = \frac{1.92 * \frac{4.00}{40}}{1 + \frac{2 * 40}{40}} = 0.11$$

$$B = \frac{2.67}{S + 2 * 1 + \frac{L}{4W}}$$

$$B = \frac{2.67}{10.00 + 2 * 1 + \frac{40}{4 * 40}} = 0.18$$

$$2A \leq B$$

$$2(0.11) \leq 0.18$$

$$0.22 \geq 0.18 \text{ No cumple}$$

$$A - B \leq 0$$

$$0.11 - 0.18 \leq 0$$

$$-0.07 \leq 0, \text{ el apoyo es estable}$$

### Cálculo de placas de refuerzo en el elastómero

Estado límite de servicio

$$h_s \geq \frac{3h_{max}\sigma_s}{F_y}$$

$$h_s \geq \frac{3 * 1.00 * 58.01}{2531}$$

$$h_s \geq 0.069 \text{ cm}$$

Estado límite de fatiga

$$h_s \geq \frac{2h_{max}\sigma_L}{\Delta F_{TH}}$$

$$h_s \geq \frac{2 * 1.00 * 15.24}{1683(\text{Categ. A})}$$

$$h_s \geq 0.018 \text{ cm}$$

Adoptamos  $h_s=2\text{mm} > 0.7\text{mm}$

### Resultado:

Se usarán 4 placas de acero ( $F_y=2531 \text{ kg/cm}^2$ ) de 2mm de espesor. El espesor total del apoyo será:  $40\text{mm} + (4*2\text{mm}) = 48\text{mm}$

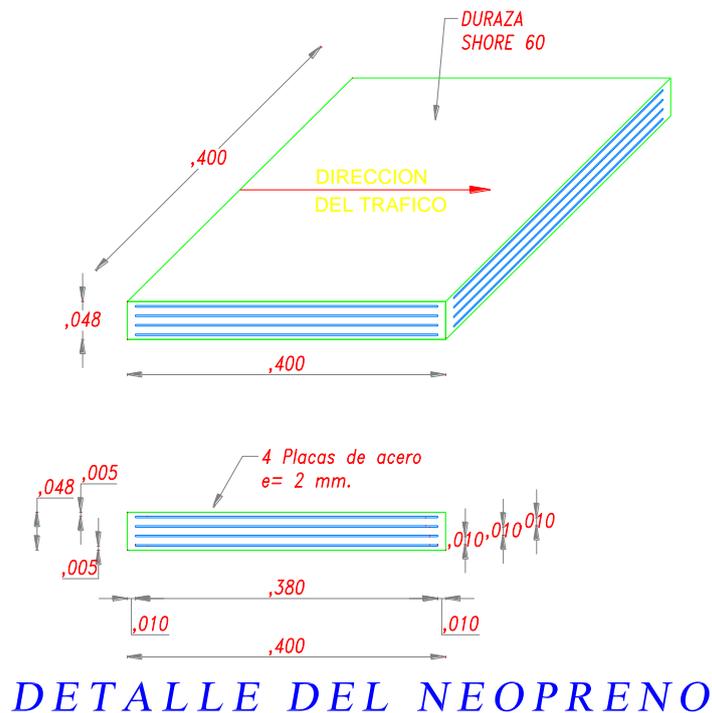


Ilustración 87 Detalle del diseño de los apoyos de neopreno reforzado

## 6.9. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Las actividades y acciones de mantenimiento que se llevan a cabo en un puente, tienen como objetivo principal preservar en buen estado los elementos que lo componen, controlar los daños y en lo posible conservar las condiciones iniciales de construcción.

Con el fin de minimizar los riesgos de accidentalidad del personal y de los usuarios de la vía, durante la ejecución de las actividades de mantenimiento, se recomienda tener en cuenta lo sugerido en las normas vigentes para la seguridad industrial y el manejo provisional del tránsito, así como las condiciones particulares de la actividad a realizar y del lugar.

A continuación, se detallan las actividades, tanto de mantenimiento rutinario y periódico a ser empleadas en el Puente Quebrada Rondan, las mismas que están basadas en las especificaciones del “MANUAL PARA EL MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL SECUNDARIA (PAVIMENTADA Y EN AFIRMADO)” del Ministerio de Transporte de Colombia y la tesis de la Universidad Nacional de Chimborazo “INSPECCIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES DE CONCRETO REFORZADO TIPO LOSA Y LOSA SOBRE VIGAS, EN EL CANTÓN CHAMBO - PROVINCIA DE CHIMBORAZO”.

### 6.9.1. LIMPIEZA DE ELEMENTOS – CATEGORÍA RUTINARIA

#### ACTIVIDAD A DESARROLLAR:

Esta actividad consiste en la limpieza y remoción de residuos de tierra, vegetación, basuras y todo material que se acumule en los elementos de un puente y sus alrededores. Con el propósito de eliminar los objetos extraños que afecten su adecuado funcionamiento y que impiden hacer la inspección para verificar su estado.

PERSONAL

PROCEDIMIENTO

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Peón</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> </ol>
<b>EQUIPO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> </ol>
<b>HERRAMIENTA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> <li>• Amoladora</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Mediante el uso de los equipos manuales o mecánicos quitar las basuras, vegetación y demás obstáculos (sustancias líquidas, semilíquidas, objetos pesados, etc.) de los elementos de un puente.</li> </ol>
<b>MATERIALES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. En el caso de tierra, polvo y basura de tamaño reducido que se encuentren en los elementos se retirará mediante la ayuda de aire comprimido o escoba.</li> <li>5. Cuando se encuentre polvo, basuras o demás partículas, adheridos y dependiendo del grado de adhesión que tengan y la magnitud del área afectada, se desprenderán mediante el empleo de herramientas adecuadas, como cepillos de alambre o con la ayuda de aire comprimido.</li> <li>6. Se deberá verificar que la calidad y funcionamiento de los elementos no se haya alterado como consecuencia de los trabajos de limpieza y que no presenten defectos ocasionados por negligencia en la ejecución de los trabajos. Asimismo, se debe verificar que todos los residuos hayan sido depositados en zonas autorizadas.</li> </ol>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la limpieza de elementos, será medida en Metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización</li> </ul>

de esta actividad.

Tabla 203 Limpieza de elementos

## 6.9.2. REPARACIÓN O REPOSICIÓN DE SELLO DE JUNTAS DE DILATACIÓN - CATEGORÍA PERIÓDICA

### ACTIVIDAD A DESARROLLAR:

Esta actividad consiste en reponer parcial o totalmente el sello en las juntas de dilatación de los puentes. Con el propósito de prevenir la entrada de cuerpos extraños y de agua a través de las juntas de dilatación, lo cual puede generar deterioro de la losa en la parte inferior y los apoyos. También asegurar que cumpla con su función estructural, que consiste en propiciar un adecuado movimiento relativo entre las partes del puente.

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Residente de obra</li> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Delimitar sobre la superficie de la estructura las juntas por reparar.</li> <li>4. La remoción del sello se realizará hasta los límites demarcados de tal manera que la parte restante de la junta de dilatación o el sello más allá del área de trabajo no sean dañados.</li> <li>5. Retirar la parte del sello de la junta dañado que no cumpla adecuadamente con su función.</li> <li>6. Reparar y limpiar la zona donde estaba el sello, antes de instalar un nuevo sello. Por ejemplo, dejar las superficies de concreto limpias y libres</li> </ol>
EQUIPO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica</li> </ul>	
HERRAMIENTA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> </ul>	
MATERIALES	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los materiales empleados en el reemplazo del sello de las juntas serán deformables, no absorbentes y con las dimensiones basadas en el tipo de junta. Deberán cumplir con lo establecido en las Especificaciones de diseño.</li> </ul>	<p>de adherencias.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Adecuar el área reparando aceros expuestos (si estos existen), limpiándolos hasta eliminar residuos de óxido mediante lijado manual o mecánico. Una vez limpios los elementos de acero se recomienda aplicar productos anticorrosivos.</li> <li>8. Además, limpiar cuidadosamente las caras interiores de la junta empleando espátulas, cinceles, cepillos de alambre o aire comprimido, según se requiera.</li> <li>9. Cuando por cualquier circunstancia se suspenda la reposición del sello, antes de reiniciarla, la junta se deberá limpiar nuevamente.</li> <li>10. Instalar el material de sellado teniendo en cuenta las especificaciones y recomendaciones del fabricante. Este material debe ser compatible con el tipo de junta de dilatación de tal forma que se garantice su completa adherencia. La compatibilidad se debe verificar comparando las especificaciones del sello que se va a utilizar con el tipo de junta.</li> <li>11. La ejecución de esta actividad se debe emprender cuando no llueva o cuando las condiciones climáticas lo permitan. Por otro lado, no se debe realizar esta labor mientras sobre las zonas aledañas cercanas se presenten superficies con agua libre o encharcada o cuando este lloviendo.</li> <li>12. Después de concluidos los trabajos de reposición de sello en las juntas de dilatación la parte superior de esta quedará al mismo nivel de la superficie de rodadura que la rodea y el área objeto de los trabajos presentará una textura uniforme.</li> </ol>
<p><b>UNIDAD DE MEDIDA</b></p>	<p>Metro lineal (m)</p>
<p><b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b></p>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la reparación o reposición de sello de juntas de dilatación, será medida en Metros lineales (m) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo</p>

	<p>estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>
--	---

Tabla 204 Reparación de sello de juntas

### 6.9.3. LIMPIEZA DE JUNTAS DE EXPANSIÓN - CATEGORÍA RUTINARIA

<b>ACTIVIDAD A DESARROLLAR:</b>
<p>Esta actividad consiste en el retiro de residuos de tierra, vegetación, basuras, obstáculos y todo material que se acumule alrededor o en el interior de las juntas de expansión. Con el propósito de mantener limpias las juntas de dilatación, para evitar su inadecuado funcionamiento que puede afectar en corto plazo su comportamiento y durabilidad, así como evitar la afectación y durabilidad de los demás componentes aledaños a este dispositivo, tales como losa de acceso, pavimento, losa del puente y apoyos.</p>

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Peón</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Mediante el uso de los equipos manuales quitar de las juntas y zonas aledañas a este componte, las basuras, vegetación, pequeños derrumbes y demás obstáculos (sustancias líquidas, semilíquidas y demás objetos pesados).</li> <li>4. Los materiales sólidos que se encuentren incrustados en las juntas se retirarán con medios manuales o mecánicos. En el caso de suelos u basura de reducido tamaño, que se encuentren dentro de las juntas, se retirarán utilizando escobas o barredoras.</li> </ol>
EQUIPO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica</li> </ul>	
HERRAMIENTA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> </ul>	

<b>MATERIALES</b>	<p>Cuando se encuentren adheridos a la superficie de la junta, dependiendo del grado de adherencia que tengan y la magnitud de las áreas afectadas, se desprenderán mediante el empleo de las herramientas adecuadas como cepillos de alambre, aire comprimido o de agua a presión.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Los fluidos producto de derrames de combustibles, solventes lubricantes o cualquier otra sustancia líquida o semilíquida (excepto agua) vertidos accidentalmente en las juntas de expansión se eliminará mediante bombeo y materiales absorbentes. Posteriormente según se requiera, se aplicarán detergentes comunes, agua y aire a presión con la ayuda de herramientas apropiadas como cepillos de fibra o cerdas de alambre.</li> <li>6. La limpieza se efectuará con el cuidado necesario para no dañar la junta y sus correspondientes partes (sello, etc.). Cualquier daño de la junta o su sello provocado en la limpieza deberá ser reparado.</li> <li>7. Después de concluidos los trabajos de limpieza, las juntas de expansión deberán quedar libres de residuos. Asimismo, se verificará que la disposición de todos los residuos se haya depositado en los sitios autorizados por la Entidad responsable en la zona.</li> </ol>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la limpieza de juntas de expansión, será medida en Metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>

Tabla 205 Limpieza de juntas de expansión

#### 6.9.4. PINTURA DE COMPONENTES DE CONCRETO EN BARANDAS - CATEGORÍA PERIÓDICA

ACTIVIDAD A DESARROLLAR:
Esta actividad consiste en la aplicación de pinturas de protección de superficies de componentes de concreto, tales como barandas. Con el propósito de mantener y proteger la superficie de concreto, con el fin de evitar el deterioro que pueda afectar las propiedades físicas y químicas de estos componentes. Contribuir en labores de señalización, para el caso de barandas y separadores (este aspecto debe estar coordinado con las recomendaciones de señalización)

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Peón</li> <li>✓ Pintor</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Las superficies donde se apliquen las capas de pintura deberán estar libres de cualquier partícula como polvo, basura, tierra, oxido o cualquier otro material que no permita la adherencia de la pintura sobre la estructura. Se debe evitar la limpieza de la superficie con agua o con disolventes que al evaporarse dejen residuos grasosos.</li> <li>4. La preparación superficial se deberá realizar con el fin de producir una superficie de concreto adecuado para el uso y la adherencia del sistema de protección especificado, con base en las recomendaciones.</li> <li>5. Ejecutar la preparación superficial del concreto empleando cualquiera de los siguientes métodos dependiendo de las condiciones iniciales del concreto a limpiar y a pintar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para producir una superficie de concreto sano con porosidad adecuada, se debe retirar contaminantes, lechadas y el concreto suelto.</li> </ul> </li> </ol>
EQUIPO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andamios metálicos</li> </ul>	
HERRAMIENTA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> <li>• Brocha 4"</li> <li>• Lija de agua</li> </ul>	
MATERIALES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pinturas esmalte para concretos, específicamente formuladas para la acción de agentes anticorrosivos.</li> <li>• Diluyente</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esto se puede hacer con limpieza con agua a alta presión o chorro de agua.</li> <li>• También empleando herramientas de impacto se pueden quitar la capa existente, la lechada, y el concreto suelto. Estos métodos incluyen escarificar, cepillar y el martillo rotatorio. Estas herramientas se deben manejar con mucho cuidado, porque pueden fracturar superficies de concreto, lo cual implicaría repararlos.</li> <li>• Otra opción para quitar la capa existente es emplear pulidora circular, arenado y el cepillado con alambre.</li> </ul> <p><b>6.</b> Se deberá verificar que las pinturas empleadas cumplan con el objeto de protección de las estructuras de concreto contra agentes atmosféricos.</p> <p><b>7.</b> Las pinturas se podrán aplicar directamente por aspersión o mediante el uso de brochas y en tantas capas como el fabricante lo recomiende. Para pintar se recomienda tener en cuenta lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcla: Agitar el contenido de los envases con agitador mecánico. Asegurarse que ningún pigmento quede retenido en el fondo de la lata.</li> <li>• Agregar el diluyente solamente después de que la mezcla de los componentes esté terminada, si el fabricante lo recomienda esperar 15 minutos antes de comenzar la aplicación.</li> <li>• Aplicación: Con el fin de evitar fallas prematuras debe realizarse nuevas pasadas con brocha los cantos, vértices y aristas. Cuando se aplica por aspersión, debe traslaparse la pasada anterior en un 50%.</li> </ul> <p><b>8.</b> En el proceso de secado se deberán realizar basado en las recomendaciones del fabricante de la pintura.</p> <p><b>9.</b> Los trabajos de pintura de elementos de concreto serán suspendidos en el momento en el que llueva o las condiciones climáticas no lo permitan.</p>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la pintura de componentes de concreto en barandas, será medida en Metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>
-------------------------------	--

Tabla 206 Pintura de componentes de concreto en barandas

**6.9.5. CONSTRUCCIÓN O ALARGAMIENTO DE LOS DRENES - CATEGORÍA PERIÓDICA**

<b>ACTIVIDAD A DESARROLLAR:</b>
<p>Esta actividad consiste en la instalación o alargamiento de los drenes que generalmente tienen los tableros de los puentes. Incluye en caso que sea necesario la construcción o reemplazo por uno nuevo. Esta actividad pretende asegurar que los drenes cumplan debidamente con su función en los puentes, que consiste en evacuar el agua de escorrentía de la carretera, sin afectar la durabilidad y funcionamiento de los componentes aledaños (losa, pavimento, vigas, etc.). Mantener su capacidad y eficiencia hidráulica, para evitar encharcamientos en la superficie de rodadura y problemas de infiltración que afecta parte de la losa y/o vigas de concreto del puente aledañas a este componente. Esto para evitar el deterioro de estas que afecta apreciablemente su durabilidad.</p>

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> <li>✓ Peón</li> <li>✓ Plomero</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad</li> </ol>
EQUIPO	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andamios metálicos</li> </ul>	<p>industrial en concordancia con las normas establecidas.</p> <p>3. Verificar el estado de los drenes existentes y determinar cuáles deben ser alargados y cuales remplazarse o construirse nuevamente.</p>
<b>HERRAMIENTA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> </ul>	<p>4. El alargamiento de este componente se debe hacer cuando se detecte que el número de huecos para drenes en el tablero del puente es suficiente y que dichos agujeros se pueden fácilmente limpiar y destapar. Para esto se recomienda hacerlo con tubos PVC o similar, cuya longitud depende de la geometría de la losa y las vigas aledañas. Se debe proceder a instalarlos en cada agujero, debidamente pegados y con una inclinación de 10 a 20 grados (aproximadamente), de tal forma que cuando llueva el agua no afecte la losa ni las vigas aledañas a este componente.</p>
<b>MATERIALES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos de PVC o especificación similar.</li> <li>• Unión de PVC o especificación similar.</li> <li>• Polímeros modificados o epóxicos</li> </ul>	<p>5. La construcción de nuevos drenes se debe emprender cuando se detecte que en el tablero no hay agujeros o huecos suficientes, que aseguren una capacidad y eficiencia hidráulica para la evaluación de las aguas de escorrentía en el tablero.</p> <p>6. Se debe proceder a determinar el número de agujeros para drenes con su correspondiente diámetro. Para esto es necesario hacer una evaluación hidráulica y determinar basados en el tipo de puentes la cantidad de drenajes necesarios para evacuar el agua de escorrentía del tablero del puente.</p> <p>7. Realizar los correspondientes agujeros para instalar los nuevos dispositivos de drenaje, los cuales deben tener un diámetro mayor que el diámetro externo del tubo por instalar más unos 20 mm. Esta actividad no debe afectar el refuerzo de la losa.</p> <p>8. Limpiar las paredes de estos agujeros, verificando que el pegante o mortero de adherencia que se debe utilizar para ajustar el drenaje (tubo) funcione correctamente. Se recomienda también remover todo el óxido de las armaduras que quedaron cerca de cada hueco, empleando escobilla.</p>

	<p>9. Los procedimientos que se utilicen para realizar los trabajos especificados no deberán afectar, en forma alguna, otros elementos de la estructura. Cualquier daño generado deberá ser reparado como parte de esta actividad.</p>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Unidad (U)
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la construcción o alargamiento de los drenes, será medida en Unidades (U) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>

Tabla 207 Construcción o alargamiento de los drenes

#### 6.9.6. REMPLAZO DE APOYOS (SHORE 60) – CATEGORÍA PERIÓDICA

##### ACTIVIDAD A DESARROLLAR:

Esta operación comprende la limpieza y rehabilitación de placas de apoyo de vigas cuando corresponda, su reemplazo por elementos nuevos. Se incluye de ser necesario, el apuntalamiento y levante de vigas y losas mediante grúas.

<b>PERSONAL</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Residente de obra</li> <li>✓ Operador de grúa</li> <li>✓ Albañil</li> <li>✓ Peón</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad</li> </ol>
<b>EQUIPO</b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grúa de 70 Ton</li> </ul>	<p>industrial en concordancia con las normas establecidas.</p>
<b>HERRAMIENTA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> </ul>	<p>3. Primeramente, se deberá limpiar la zona del apoyo de la palca y sus alrededores, retirando la vegetación, el óxido, las acumulaciones de tierra, los restos de antiguos moldajes y cualquier otro material extraño y, especialmente, todos los elementos incompresibles que se hubieren introducido.</p>
<b>MATERIALES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyos de neopreno reforzados shore 60, de dimensiones establecidas en los diseños.</li> </ul>	<p>4. Se verificará el estado en que se encuentran las placas de apoyo, debiéndose definir si estas cumplen o no cabalmente con los propósitos para los cuales fueron instaladas.</p> <p>5. Cuando las placas se encuentren en buen estado, es decir, sin ninguno de los defectos y fallas que se enumeran en los siguientes párrafos, la operación debe darse por terminada en esta etapa.</p> <p>6. Deben reemplazarse las placas de apoyo, de cualquier tipo, que se encuentren desalineadas respecto del eje de la viga, no estén sensiblemente paralelas al plano de apoyo de la viga, y que presenten deformaciones, aplastamientos de sus caras laterales o cualquier otro signo de deterioro.</p> <p>7. Para reemplazar las placas de apoyo, los elementos que descansan sobre ellas deberán apuntalarse y levantarse mediante grúas u otros procedimientos adecuados. Luego se deberá remover la o las placas deterioradas.</p> <p>8. La placa de reemplazo debe colocarse sobre una superficie perfectamente horizontal, lisa y localizada a la cota exacta especificada en los planos.</p> <p>9. Verificada la superficie se procederá a instalar las nuevas placas. En cualquier caso, los procedimientos que se utilicen para levantar las vigas, deberán garantizar que no inducirán, ni en las placas ni en el resto de la estructura, esfuerzos no contemplados, desplazamientos o giros.</p> <p>10. Los procedimientos que se utilicen para realizar</p>

	<p>los trabajos especificados no deberán afectar, en forma alguna, otros elementos de la estructura o del camino; cualquier daño deberá ser reparado como parte de esta operación.</p> <p><b>11.</b> Los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a botaderos autorizados, dejando el área de los trabajos completamente limpia.</p>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Unidad (U)
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para el remplazo de apoyos (shore 60), será medida en Unidades (U) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>

Tabla 208 Remplazo de apoyos

### 6.9.7. REPOSICIÓN DE CONCRETO EN ESTRIBOS – CATEGORÍA PERIÓDICA

<b>ACTIVIDAD A DESARROLLAR:</b>
Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de los estribos de un puente que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.

<b>PERSONAL</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
-----------------	----------------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> </ol>
<b>EQUIPO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andamios metálicos</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Inspección y auscultación del concreto para descubrir fisuras, zonas huecas, degradación, etc.</li> </ol>
<b>HERRAMIENTA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Todos los indicios o signos de problemas de corrosión en esta superficie (oxidación etc.) deben ser eliminados. En caso que se detecte oxido en las barras de acero, esta actividad debe incluir su limpieza o reemplazo, el cual se hace por identificar una corrosión apreciable y la pérdida de más del 80% de su área efectiva. Lo anterior debe combinarse con métodos de protección inhibidores de la corrosión para las barras de refuerzo, que pueden ser de tipo directo o indirecto (Helene, P. et.al, 2003).</li> </ol>
<b>MATERIALES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aditivo para mejoras la adherencia de morteros</li> <li>• Cemento</li> <li>• Arena</li> <li>• Agua</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Remover el concreto dañado o deteriorado por medio de herramientas de mano o mecánicas, hasta que se encuentre el concreto sano. Realizar la limpieza de las áreas afectas pudiendo emplear para esto un cepillo de alambre, hasta obtener una superficie limpia debe ser de acabado rugoso, libre de lodo y sin polvo. En esta actividad es importante apuntalar la estructura, si los elementos que se está reparando tienen responsabilidad estructural.</li> <li>6. De ser necesario preparar e instalar la formaleta necesaria para la reparación en las zonas afectadas.</li> <li>7. Antes de ejecutar la reparación, se deben saturar las superficies con agua limpia y potable por lo menos durante dos (2) horas. Después de colocar el nuevo concreto o mortero sobre la superficie debe ser protegida contra evaporación por medio de sacos húmedos u otro material apropiado. La selección del nuevo tipo de concreto o mortero, depende de la importancia y el tipo de daño del componente a reparar. Se debe seleccionar</li> </ol>

	<p>también cumpliendo con las especificaciones de diseño.</p> <p><b>8.</b> Cuando el concreto o mortero nuevo instalado haya fraguado se debe proceder a retirar la formaleta empleada.</p>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la reposición de concreto en estribos, será medida en Metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>

Tabla 209 Reposición de concreto en estribos

### 6.9.8. REPOSICIÓN DEL CONCRETO EN MURO DE ALA – CATEGORÍA PERIÓDICA

#### ACTIVIDAD A DESARROLLAR:

Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de los muros de ala de un puente que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> </ul>	<p><b>1.</b> Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</p>

<b>EQUIPO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andamios metálicos</li> </ul>	<p>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</p> <p>3. Inspección y auscultación del concreto para descubrir fisuras, zonas huecas, degradación, etc.</p>
<b>HERRAMIENTA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> </ul>	<p>4. Todos los indicios o signos de problemas de corrosión en esta superficie (oxidación etc.) deben ser eliminados. En caso que se detecte oxido en las barras de acero, esta actividad debe incluir su limpieza o reemplazo, el cual se hace por identificar una corrosión apreciable y la pérdida de más del 80% de su área efectiva. Lo anterior debe combinarse con métodos de protección inhibidores de la corrosión para las barras de refuerzo, que pueden ser de tipo directo o indirecto (Helene, P. et.al, 2003).</p>
<b>MATERIALES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aditivo para mejoras la adherencia de morteros</li> <li>• Cemento</li> <li>• Arena</li> <li>• Agua</li> </ul>	<p>5. Remover el concreto dañado o deteriorado por medio de herramientas de mano o mecánicas, hasta que se encuentre el concreto sano. Realizar la limpieza de las áreas afectas pudiendo emplear para esto un cepillo de alambre, hasta obtener una superficie limpia debe ser de acabado rugoso, libre de lodo y sin polvo. En esta actividad es importante apuntalar la estructura, si los elementos que se está reparando tienen responsabilidad estructural.</p> <p>6. De ser necesario preparar e instalar la formaleta necesaria para la reparación en las zonas afectadas.</p> <p>7. Antes de ejecutar la reparación, se deben saturar las superficies con agua limpia y potable por lo menos durante dos (2) horas. Después de colocar el nuevo concreto o mortero sobre la superficie debe ser protegida contra evaporación por medio de sacos húmedos u otro material apropiado. La selección del nuevo tipo de concreto o mortero, depende de la importancia y el tipo de daño del componente a reparar. Se debe seleccionar también cumpliendo con las especificaciones de diseño.</p> <p>8. Cuando el concreto o mortero nuevo instalado</p>

	haya fraguado se debe proceder a retirar la formaleta empleada.
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la reposición de concreto en muro de ala, será medida en Metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>

Tabla 210 Reposición de concreto en muro de ala

### 6.9.9. REPOSICIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS – CATEGORÍA PERIÓDICA

#### ACTIVIDAD A DESARROLLAR:

Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de las vigas de un puente que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> </ol>
EQUIPO	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. El personal debe contar con los uniformes,</li> </ol>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andamios metálicos</li> </ul>	<p>cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</p>
<b>HERRAMIENTA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> </ul>	<p>3. Inspección y auscultación del concreto para descubrir fisuras, zonas huecas, degradación, etc.</p>
<b>MATERIALES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortero expansivo autonivelante</li> </ul>	<p>4. Todos los indicios o signos de problemas de corrosión en esta superficie (oxidación etc.) deben ser eliminados. En caso que se detecte oxido en las barras de acero, esta actividad debe incluir su limpieza o reemplazo, el cual se hace por identificar una corrosión apreciable y la pérdida de más del 80% de su área efectiva. Lo anterior debe combinarse con métodos de protección inhibidores de la corrosión para las barras de refuerzo, que pueden ser de tipo directo o indirecto (Helene, P. et.al, 2003).</p> <p>5. Remover el concreto dañado o deteriorado por medio de herramientas de mano o mecánicas, hasta que se encuentre el concreto sano. Realizar la limpieza de las áreas afectas pudiendo emplear para esto un cepillo de alambre, hasta obtener una superficie limpia debe ser de acabado rugoso, libre de lodo y sin polvo. En esta actividad es importante apuntalar la estructura, si los elementos que se está reparando tienen responsabilidad estructural.</p> <p>6. De ser necesario preparar e instalar la formaleta necesaria para la reparación en las zonas afectadas.</p> <p>7. Antes de ejecutar la reparación, se deben saturar las superficies con agua limpia y potable por lo menos durante dos (2) horas. Después de colocar el nuevo concreto o mortero sobre la superficie debe ser protegida contra evaporación por medio de sacos húmedos u otro material apropiado. La selección del nuevo tipo de concreto o mortero, depende de la importancia y el tipo de daño del componente a reparar. Se debe seleccionar también cumpliendo con las especificaciones de diseño.</p> <p>8. Cuando el concreto o mortero nuevo instalado haya fraguado se debe proceder a retirar la formaleta empleada.</p>

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la reposición de concreto en vigas, será medida en Metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>

Tabla 211 Reposición de concreto en vigas

### 6.9.10. REPOSICIÓN DEL CONCRETO EN DIAFRAGMAS – CATEGORÍA PERIÓDICA

<b>ACTIVIDAD A DESARROLLAR:</b>
Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de los diafragmas de un puente que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.

<b>PERSONAL</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Inspección y auscultación del concreto para descubrir fisuras, zonas huecas, degradación, etc.</li> </ol>
<b>EQUIPO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andamios metálicos</li> </ul>	
<b>HERRAMIENTA</b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>Herramienta menor</li> </ul>	<p>4. Todos los indicios o signos de problemas de corrosión en esta superficie (oxidación etc.) deben ser eliminados. En caso que se detecte oxido en las barras de acero, esta actividad debe incluir su limpieza o reemplazo, el cual se hace por identificar una corrosión apreciable y la pérdida de más del 80% de su área efectiva. Lo anterior debe combinarse con métodos de protección inhibidores de la corrosión para las barras de refuerzo, que pueden ser de tipo directo o indirecto (Helene, P. et.al, 2003).</p>
<b>MATERIALES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aditivo para mejoras la adherencia de morteros</li> <li>Cemento</li> <li>Arena</li> <li>Agua</li> </ul>	<p>5. Remover el concreto dañado o deteriorado por medio de herramientas de mano o mecánicas, hasta que se encuentre el concreto sano. Realizar la limpieza de las áreas afectas pudiendo emplear para esto un cepillo de alambre, hasta obtener una superficie limpia debe ser de acabado rugoso, libre de lodo y sin polvo. En esta actividad es importante apuntalar la estructura, si los elementos que se está reparando tienen responsabilidad estructural.</p> <p>6. De ser necesario preparar e instalar la formaleta necesaria para la reparación en las zonas afectadas.</p> <p>7. Antes de ejecutar la reparación, se deben saturar las superficies con agua limpia y potable por lo menos durante dos (2) horas. Después de colocar el nuevo concreto o mortero sobre la superficie debe ser protegida contra evaporación por medio de sacos húmedos u otro material apropiado. La selección del nuevo tipo de concreto o mortero, depende de la importancia y el tipo de daño del componente a reparar. Se debe seleccionar también cumpliendo con las especificaciones de diseño.</p> <p>8. Cuando el concreto o mortero nuevo instalado haya fraguado se debe proceder a retirar la formaleta empleada.</p>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la reposición de concreto en diafragmas, será medida en Metros cuadrados (m <sup>2</sup> ) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>
--	--

Tabla 212 Reposición de concreto en diafragmas

### 6.9.11. REPOSICIÓN DEL CONCRETO EN TABLERO – CATEGORÍA PERIÓDICA

<b>ACTIVIDAD A DESARROLLAR:</b>
<p>Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado del tablero de un puente que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.</p>

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Inspección y auscultación del concreto para descubrir fisuras, zonas huecas, degradación, etc.</li> <li>4. Todos los indicios o signos de problemas de corrosión en esta superficie (oxidación etc.) deben ser eliminados. En caso que se detecte oxido en las barras de acero, esta actividad debe incluir su limpieza o reemplazo, el cual se hace por identificar una corrosión apreciable y la pérdida de más del 80% de su área efectiva. Lo anterior debe combinarse con métodos de protección inhibidores de la corrosión para las</li> </ol>
<b>EQUIPO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andamios metálicos</li> </ul>	
<b>HERRAMIENTA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> </ul>	
<b>MATERIALES</b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aditivo para mejoras la adherencia de morteros</li> <li>• Cemento</li> <li>• Arena</li> <li>• Agua</li> </ul>	<p>barras de refuerzo, que pueden ser de tipo directo o indirecto (Helene, P. et.al, 2003).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Remover el concreto dañado o deteriorado por medio de herramientas de mano o mecánicas, hasta que se encuentre el concreto sano. Realizar la limpieza de las áreas afectas pudiendo emplear para esto un cepillo de alambre, hasta obtener una superficie limpia debe ser de acabado rugoso, libre de lodo y sin polvo. En esta actividad es importante apuntalar la estructura, si los elementos que se está reparando tienen responsabilidad estructural.</li> <li>6. De ser necesario preparar e instalar la formaleta necesaria para la reparación en las zonas afectadas.</li> <li>7. Antes de ejecutar la reparación, se deben saturar las superficies con agua limpia y potable por lo menos durante dos (2) horas. Después de colocar el nuevo concreto o mortero sobre la superficie debe ser protegida contra evaporación por medio de sacos húmedos u otro material apropiado. La selección del nuevo tipo de concreto o mortero, depende de la importancia y el tipo de daño del componente a reparar. Se debe seleccionar también cumpliendo con las especificaciones de diseño.</li> <li>8. Cuando el concreto o mortero nuevo instalado haya fraguado se debe proceder a retirar la formaleta empleada.</li> </ol>
<p><b>UNIDAD DE MEDIDA</b></p>	<p>Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)</p>
<p><b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b></p>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la reposición de concreto en tablero, será medida en Metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>

### 6.9.12. PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA EN ESTRIBOS – CATEGORÍA RUTINARIA

<b>ACTIVIDAD A DESARROLLAR:</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b> Este trabajo consiste en la protección de los estribos del puente contra la humedad, con la finalidad de que los elementos cumplan la función para la que fueron diseñados.

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Residente de obra</li> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Retirar el salitre, moho, hasta visualizar el hormigón limpio.</li> <li>4. Cepillar el área afectada y limpiar con agua.</li> <li>5. Esperar el secado superficial del área antes de la aplicación de un aditivo.</li> <li>6. Preparar el aditivo impermeabilizante que va a ser usado.</li> <li>7. Aplicar el aditivo impermeabilizante como mínimo dos manos, dejando secar la primera mano antes de aplicar la segunda.</li> </ol>
EQUIPO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andamios metálicos</li> </ul>	
HERRAMIENTA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> <li>• Cepillo de alambre</li> <li>• Brocha 4"</li> </ul>	
MATERIALES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impermeabilizante para muros, listo para usar</li> <li>• Agua</li> </ul>	
UNIDAD DE MEDIDA	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la protección contra la eflorescencia en estribos, será medida en Metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>
-------------------------------	--

Tabla 214 Protección contra la eflorescencia en estribos

### 6.9.13. PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA EN VIGAS – CATEGORÍA RUTINARIA

<b>ACTIVIDAD A DESARROLLAR:</b>
<p><b>DESCRIPCIÓN</b> Este trabajo consiste en la protección de las vigas del puente contra la humedad, con la finalidad de que los elementos cumplan la función para la que fueron diseñados.</p>

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Residente de obra</li> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Retirar el salitre, moho, hasta visualizar el hormigón limpio.</li> <li>4. Cepillar el área afectada y limpiar con agua.</li> </ol>
EQUIPO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andamios metálicos</li> </ul>	
HERRAMIENTA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> <li>• Cepillo de alambre</li> <li>• Brocha 4"</li> </ul>	
MATERIALES	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impermeabilizante para muros, listo para usar</li> <li>• Agua</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Esperar el secado superficial del área antes de la aplicación de un aditivo.</li> <li>6. Preparar el aditivo impermeabilizante que va a ser usado.</li> <li>7. Aplicar el aditivo impermeabilizante como mínimo dos manos, dejando secar la primera mano antes de aplicar la segunda.</li> </ol>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la protección contra la eflorescencia en vigas, será medida en Metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>

Tabla 215 Protección contra la eflorescencia en vigas

#### 6.9.14. PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA EN DIAFRAGMAS – CATEGORÍA RUTINARIA

<b>ACTIVIDAD A DESARROLLAR:</b>
<p><b>DESCRIPCIÓN</b> Este trabajo consiste en la protección de los diafragmas del puente contra la humedad, con la finalidad de que los elementos cumplan la función para la que fueron diseñados.</p>

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Residente de obra</li> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Retirar el salitre, moho, hasta visualizar el hormigón limpio.</li> <li>4. Cepillar el área afectada y limpiar con agua.</li> <li>5. Esperar el secado superficial del área antes de la aplicación de un aditivo.</li> <li>6. Preparar el aditivo impermeabilizante que va a ser usado.</li> <li>7. Aplicar el aditivo impermeabilizante como mínimo dos manos, dejando secar la primera mano antes de aplicar la segunda.</li> </ol>
EQUIPO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andamios metálicos</li> </ul>	
HERRAMIENTA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> <li>• Cepillo de alambre</li> <li>• Brocha 4"</li> </ul>	
MATERIALES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impermeabilizante para muros, listo para usar</li> <li>• Agua</li> </ul>	
UNIDAD DE MEDIDA	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
MEDIDA Y FORMA DE PAGO	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la protección contra la eflorescencia en diafragmas, será medida en Metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>

Tabla 216 Protección contra la eflorescencia en diafragmas

**6.9.15. PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA EN TABLERO –  
CATEGORÍA RUTINARIA**

<b>ACTIVIDAD A DESARROLLAR:</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b> Este trabajo consiste en la protección del tablero del puente contra la humedad, con la finalidad de que los elementos cumplan la función para la que fueron diseñados.

<b>PERSONAL</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Residente de obra</li> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Retirar el salitre, moho, hasta visualizar el hormigón limpio.</li> <li>4. Cepillar el área afectada y limpiar con agua.</li> <li>5. Esperar el secado superficial del área antes de la aplicación de un aditivo.</li> <li>6. Preparar el aditivo impermeabilizante que va a ser usado.</li> <li>7. Aplicar el aditivo impermeabilizante como mínimo dos manos, dejando secar la primera mano antes de aplicar la segunda.</li> </ol>
<b>EQUIPO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andamios metálicos</li> </ul>	
<b>HERRAMIENTA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> <li>• Cepillo de alambre</li> <li>• Brocha 4"</li> </ul>	
<b>MATERIALES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impermeabilizante para muros, listo para usar</li> <li>• Agua</li> </ul>	
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para la protección contra la eflorescencia en tablero, será medida en Metros cuadrados (m <sup>2</sup> ) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>
--	--

Tabla 217 Protección contra la eflorescencia en tablero

### 6.9.16. SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ESTRIBOS – CATEGORÍA PERIÓDICA

<b>ACTIVIDAD A DESARROLLAR:</b>
<p><b>DESCRIPCIÓN.</b>  Este trabajo consiste en el sellado de fisuras y grietas de los estribos de un puente, se realiza mediante inyecciones o epóxicos, para que el elemento del puente siga cumpliendo la función estructural para el cual fue diseñado.  Antes de efectuar el trabajo de sellado de fisuras y grietas, debe realizarse una inspección especializada, a fin de verificar que las mismas no tengan origen estructural.</p>

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Residente de obra</li> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> <li>✓ Peón</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Remover el concreto deteriorado dejando el área de la fisura totalmente limpia. Se debe verificar que no exista humedad.</li> </ol>
EQUIPO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inyector de resina epóxica.</li> </ul>	
HERRAMIENTA	

<ul style="list-style-type: none"> <li>Herramienta menor</li> <li>Espátula</li> <li>Cepillo de alambre</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mediante una espátula colocar la pasta de poliéster sobre el inyector, esta pasta deberá ser capaz de soportar la presión de inyección.</li> </ol>
<b>MATERIALES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Inyección resina epóxica.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Colocar los inyectores a lo largo de la fisura sujetándolos por medio de un clavo. En las grietas verticales, el proceso de inyección debe realizarse de abajo hacia arriba, y en las grietas horizontales debe iniciarse en un extremo. Cuando las fisuras atraviesen todo el elemento se deberán colocar inyectores en ambos lados.</li> <li>Aplicar pasta selladora a lo largo de toda la fisura evitando la fuga de la resina.</li> <li>Una vez endurecido el sello, se conectarán las mangueras a los inyectores y mediante aire a baja presión, se comprobará la comunicación de los puntos de salida y la estanqueidad del sello.</li> <li>Una vez comprobada la continuidad de los puntos se deberá preparar la resina, e inyectarla por el punto extremo inferior de la fisura hasta que la resina salga por el punto superior.</li> <li>Cortar la manguera y amarrar con hilo de alambre de tal manera que esté totalmente cerrada.</li> <li>Seguir inyectando hasta que la resina salga por el inyector superior, cerrarlo y mantener la presión durante algunos minutos para asegurar el llenado completo de la fisura.</li> <li>Dejar una marca de la zona donde se aplicó la resina para verificar posteriormente su endurecimiento.</li> <li>Para realizar la inyección se utilizará un recipiente provisto de un manómetro de manera que se pueda controlar la presión de inyección (no mayor a 5 kg/cm<sup>2</sup> y no menor a 1.5 kg/cm<sup>2</sup>)</li> <li>Se deberá secar la resina por lo menos 24 horas y se verifica que haya endurecido. Una vez endurecida la resina, retirar la pasta sellador e inyectores, y limpiar y pulir la superficie.</li> </ol>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro lineal (m)
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos

	<p>ordenados para el sellado de fisuras y grietas con resina epóxica en estribos, será medida en Metros lineales (m) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>
--	---

Tabla 218 Sellado de fisuras y grietas con resina epóxica en estribos

### 6.9.17. SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN VIGAS – CATEGORÍA PERIÓDICA

<b>ACTIVIDAD A DESARROLLAR:</b>
<p><b>DESCRIPCIÓN.</b>  Este trabajo consiste en el sellado de fisuras y grietas de las vigas de un puente, se realiza mediante inyecciones o epóxicos, para que el elemento del puente siga cumpliendo la función estructural para el cual fue diseñado.  Antes de efectuar el trabajo de sellado de fisuras y grietas, debe realizarse una inspección especializada, a fin de verificar que las mismas no tengan origen estructural.</p>

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Residente de obra</li> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> <li>✓ Peón</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Remover el concreto deteriorado dejando el área de la fisura totalmente limpia. Se debe verificar que no exista humedad.</li> </ol>
EQUIPO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inyector de resina epóxica.</li> </ul>	
HERRAMIENTA	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> <li>• Espátula</li> <li>• Cepillo de alambre</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Mediante una espátula colocar la pasta de poliéster sobre el inyector, esta pasta deberá ser capaz de soportar la presión de inyección.</li> <li>5. Colocar los inyectores a lo largo de la fisura sujetándolos por medio de un clavo. En las grietas verticales, el proceso de inyección debe realizarse de abajo hacia arriba, y en las grietas horizontales debe iniciarse en un extremo. Cuando las fisuras atraviesen todo el elemento se deberán colocar inyectores en ambos lados.</li> </ol>
<b>MATERIALES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inyección resina epóxica.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Aplicar pasta selladora a lo largo de toda la fisura evitando la fuga de la resina.</li> <li>7. Una vez endurecido el sello, se conectarán las mangueras a los inyectores y mediante aire a baja presión, se comprobará la comunicación de los puntos de salida y la estanqueidad del sello.</li> <li>8. Una vez comprobada la continuidad de los puntos se deberá preparar la resina, e inyectarla por el punto extremo inferior de la fisura hasta que la resina salga por el punto superior.</li> <li>9. Cortar la manguera y amarrar con hilo de alambre de tal manera que esté totalmente cerrada.</li> <li>10. Seguir inyectando hasta que la resina salga por el inyector superior, cerrarlo y mantener la presión durante algunos minutos para asegurar el llenado completo de la fisura.</li> <li>11. Dejar una marca de la zona donde se aplicó la resina para verificar posteriormente su endurecimiento.</li> <li>12. Para realizar la inyección se utilizará un recipiente provisto de un manómetro de manera que se pueda controlar la presión de inyección (no mayor a 5 kg/cm<sup>2</sup> y no menor a 1.5 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>13. Se deberá secar la resina por lo menos 24 horas y se verifica que haya endurecido. Una vez endurecida la resina, retirar la pasta sellador e inyectores, y limpiar y pulir la superficie.</li> </ol>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro lineal (m)
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos

	<p>ordenados para el sellado de fisuras y grietas con resina epóxica en vigas, será medida en Metros lineales (m) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Equipos y herramientas</li><li>• Materiales</li><li>• Mano de Obra</li><li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li></ul>
--	---

Tabla 219 Sellado de fisuras y grietas con resina epóxica en vigas

## 6.9.18. SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN DIAFRAGMAS – CATEGORÍA PERIÓDICA

### ACTIVIDAD A DESARROLLAR:

#### DESCRIPCIÓN.

Este trabajo consiste en el sellado de fisuras y grietas de los diafragmas de un puente, se realiza mediante inyecciones o epóxicos, para que el elemento del puente siga cumpliendo la función estructural para el cual fue diseñado.

Antes de efectuar el trabajo de sellado de fisuras y grietas, debe realizarse una inspección especializada, a fin de verificar que las mismas no tengan origen estructural.

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Residente de obra</li> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> <li>✓ Peón</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Remover el concreto deteriorado dejando el área de la fisura totalmente limpia. Se debe verificar que no exista humedad.</li> <li>4. Mediante una espátula colocar la pasta de poliéster sobre el inyector, esta pasta deberá ser capaz de soportar la presión de inyección.</li> <li>5. Colocar los inyectores a lo largo de la fisura sujetándolos por medio de un clavo. En las grietas verticales, el proceso de inyección debe realizarse de abajo hacia arriba, y en las grietas horizontales debe iniciarse en un extremo. Cuando las fisuras atraviesen todo el elemento se deberán colocar inyectores en ambos lados.</li> <li>6. Aplicar pasta selladora a lo largo de toda la fisura evitando la fuga de la resina.</li> <li>7. Una vez endurecido el sello, se conectarán las mangueras a los inyectores y mediante aire a baja presión, se comprobará la comunicación de los puntos de salida y la estanqueidad del sello.</li> </ol>
EQUIPO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inyector de resina epóxica.</li> </ul>	
HERRAMIENTA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> <li>• Espátula</li> <li>• Cepillo de alambre</li> </ul>	
MATERIALES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inyección resina epóxica.</li> </ul>	

	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Una vez comprobada la continuidad de los puntos se deberá preparar la resina, e inyectarla por el punto extremo inferior de la fisura hasta que la resina salga por el punto superior.</li> <li>9. Cortar la manguera y amarrar con hilo de alambre de tal manera que esté totalmente cerrada.</li> <li>10. Seguir inyectando hasta que la resina salga por el inyector superior, cerrarlo y mantener la presión durante algunos minutos para asegurar el llenado completo de la fisura.</li> <li>11. Dejar una marca de la zona donde se aplicó la resina para verificar posteriormente su endurecimiento.</li> <li>12. Para realizar la inyección se utilizará un recipiente provisto de un manómetro de manera que se pueda controlar la presión de inyección (no mayor a 5 kg/cm<sup>2</sup> y no menor a 1.5 kg/cm<sup>2</sup>)</li> <li>13. Se deberá secar la resina por lo menos 24 horas y se verifica que haya endurecido. Una vez endurecida la resina, retirar la pasta sellador e inyectores, y limpiar y pulir la superficie.</li> </ol>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro lineal (m)
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para el sellado de fisuras y grietas con resina epóxica en diafragmas, será medida en Metros lineales (m) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>

Tabla 220 Sellado de fisuras y grietas con resina epóxica en diafragmas

**6.9.19. SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN  
TABLERO – CATEGORÍA PERIÓDICA**

<b>ACTIVIDAD A DESARROLLAR:</b>
<p><b>DESCRIPCIÓN.</b>          Este trabajo consiste en el sellado de fisuras y grietas del tablero de un puente, se realiza mediante inyecciones o epóxicos, para que el elemento del puente siga cumpliendo la función estructural para el cual fue diseñado.          Antes de efectuar el trabajo de sellado de fisuras y grietas, debe realizarse una inspección especializada, a fin de verificar que las mismas no tengan origen estructural.</p>

<b>PERSONAL</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Residente de obra</li> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> <li>✓ Peón</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Remover el concreto deteriorado dejando el área de la fisura totalmente limpia. Se debe verificar que no exista humedad.</li> <li>4. Mediante una espátula colocar la pasta de poliéster sobre el inyector, esta pasta deberá ser capaz de soportar la presión de inyección.</li> <li>5. Colocar los inyectores a lo largo de la fisura sujetándolos por medio de un clavo. En las grietas verticales, el proceso de inyección debe realizarse de abajo hacia arriba, y en las grietas horizontales debe iniciarse en un extremo. Cuando las fisuras atraviesen todo el elemento se deberán colocar inyectores en ambos lados.</li> <li>6. Aplicar pasta selladora a lo largo de toda la fisura evitando la fuga de la resina.</li> <li>7. Una vez endurecido el sello, se conectarán las mangueras a los inyectores y mediante aire a baja presión, se comprobará la comunicación de los puntos de salida y la estanqueidad del sello.</li> </ol>
<b>EQUIPO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inyector de resina epóxica.</li> </ul>	
<b>HERRAMIENTA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> <li>• Espátula</li> <li>• Cepillo de alambre</li> </ul>	
<b>MATERIALES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inyección resina epóxica.</li> </ul>	

	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Una vez comprobada la continuidad de los puntos se deberá preparar la resina, e inyectarla por el punto extremo inferior de la fisura hasta que la resina salga por el punto superior.</li> <li>9. Cortar la manguera y amarrar con hilo de alambre de tal manera que esté totalmente cerrada.</li> <li>10. Seguir inyectando hasta que la resina salga por el inyector superior, cerrarlo y mantener la presión durante algunos minutos para asegurar el llenado completo de la fisura.</li> <li>11. Dejar una marca de la zona donde se aplicó la resina para verificar posteriormente su endurecimiento.</li> <li>12. Para realizar la inyección se utilizará un recipiente provisto de un manómetro de manera que se pueda controlar la presión de inyección (no mayor a 5 kg/cm<sup>2</sup> y no menor a 1.5 kg/cm<sup>2</sup>)</li> <li>13. Se deberá secar la resina por lo menos 24 horas y se verifica que haya endurecido. Una vez endurecida la resina, retirar la pasta sellador e inyectores, y limpiar y pulir la superficie.</li> </ol>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro lineal (m)
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para el sellado de fisuras y grietas con resina epóxica en tablero, será medida en Metros lineales (m) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>

Tabla 221 Sellado de fisuras y grietas con resina epóxica en estribos en tablero

## 6.9.20. SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ACERA – CATEGORÍA PERIÓDICA

### ACTIVIDAD A DESARROLLAR:

#### DESCRIPCIÓN.

Este trabajo consiste en el sellado de fisuras y grietas de la acera de un puente, se realiza mediante inyecciones o epóxicos, para que el elemento del puente siga cumpliendo la función estructural para el cual fue diseñado.

Antes de efectuar el trabajo de sellado de fisuras y grietas, debe realizarse una inspección especializada, a fin de verificar que las mismas no tengan origen estructural.

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Residente de obra</li> <li>✓ Maestro Mayor</li> <li>✓ Albañil</li> <li>✓ Peón</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos.</li> <li>2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.</li> <li>3. Remover el concreto deteriorado dejando el área de la fisura totalmente limpia. Se debe verificar que no exista humedad.</li> <li>4. Mediante una espátula colocar la pasta de poliéster sobre el inyector, esta pasta deberá ser capaz de soportar la presión de inyección.</li> <li>5. Colocar los inyectores a lo largo de la fisura sujetándolos por medio de un clavo. En las grietas verticales, el proceso de inyección debe realizarse de abajo hacia arriba, y en las grietas horizontales debe iniciarse en un extremo. Cuando las fisuras atraviesen todo el elemento se deberán colocar inyectores en ambos lados.</li> <li>6. Aplicar pasta selladora a lo largo de toda la fisura evitando la fuga de la resina.</li> <li>7. Una vez endurecido el sello, se conectarán las mangueras a los inyectores y mediante aire a baja presión, se comprobará la comunicación de los puntos de salida y la estanqueidad del sello.</li> </ol>
EQUIPO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inyector de resina epóxica.</li> </ul>	
HERRAMIENTA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta menor</li> <li>• Espátula</li> <li>• Cepillo de alambre</li> </ul>	
MATERIALES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inyección resina epóxica.</li> </ul>	

	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Una vez comprobada la continuidad de los puntos se deberá preparar la resina, e inyectarla por el punto extremo inferior de la fisura hasta que la resina salga por el punto superior.</li> <li>9. Cortar la manguera y amarrar con hilo de alambre de tal manera que esté totalmente cerrada.</li> <li>10. Seguir inyectando hasta que la resina salga por el inyector superior, cerrarlo y mantener la presión durante algunos minutos para asegurar el llenado completo de la fisura.</li> <li>11. Dejar una marca de la zona donde se aplicó la resina para verificar posteriormente su endurecimiento.</li> <li>12. Para realizar la inyección se utilizará un recipiente provisto de un manómetro de manera que se pueda controlar la presión de inyección (no mayor a 5 kg/cm<sup>2</sup> y no menor a 1.5 kg/cm<sup>2</sup>)</li> <li>13. Se deberá secar la resina por lo menos 24 horas y se verifica que haya endurecido. Una vez endurecida la resina, retirar la pasta sellador e inyectores, y limpiar y pulir la superficie.</li> </ol>
<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	Metro lineal (m)
<b>MEDIDA Y FORMA DE PAGO</b>	<p>La cantidad realmente ejecutada y aceptada de trabajos ordenados para el sellado de fisuras y grietas con resina epóxica en acera, será medida en Metros lineales (m) y se pagará al precio contractual de acuerdo a lo estipulado en el contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos y herramientas</li> <li>• Materiales</li> <li>• Mano de Obra</li> <li>• Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.</li> </ul>

Tabla 222 Sellado de fisuras y grietas con resina epóxica en acera

## 6.10. VOLÚMENES DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PUEBTE VEHICULAR QUEBRADA RONDÁN					
PROCESOS DE MANTENIMIENTO (PERIODICO Y RUTINARIO)					
<b>AUTORES:</b>	GUSQUI CATERINE RODRÍGUEZ ANDREA		<b>TUTOR:</b>	ING. OSCAR PAREDES	
<b>PUEBTE:</b>	Quebrada Rondán		<b>FECHA:</b>	02/04/2016	
<b>UBICACIÓN:</b>	CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO				
ZONAS DE ANÁLISIS	DIAGNOSTICO	RUBROS	UNIDAD	CANT.	DESCRIPCION
<b>ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO</b>	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	REPARACIÓN DEL CONCRETO – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	0,89	Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de la losa (del tablero y la de acceso), andenes, bordillos, barandas, vigas, pilas, aletas, estribos, arcos y demás elementos, que presentan deterioro, descascamiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.
	AGRIETAMIENTO	SELLADO DE FISURAS CON RESINA EPÓXICA – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	0,90	Este trabajo consiste en el sellado de fisuras y grietas de los elementos de concreto, se realiza mediante inyecciones o epóxicos, para que el elemento del puente siga cumpliendo la función estructural para el cual fue diseñado. Antes de efectuar el trabajo de sellado de fisuras y grietas, debe realizarse una inspección especializada, a fin de verificar que las mismas no tengan origen estructural.
	EFLORESCENCIA	PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA – CATEGORÍA RUTINARIA	M2	5,94	Este trabajo consiste en la protección de los elementos de hormigón del puente contra la humedad, con la finalidad de que lo elementos cumplan la función para la que fueron diseñados.
	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	REPARACIÓN DEL CONCRETO – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	3,21	Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de la losa (del tablero y la de acceso), andenes, bordillos, barandas, vigas, pilas, aletas, estribos, arcos y demás elementos, que presentan deterioro, descascamiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.
<b>ESTRIBO MARGEN DERECHO</b>	EFLORESCENCIA	PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA – CATEGORÍA RUTINARIA	M2	3,57	Este trabajo consiste en la protección de los elementos de hormigón del puente contra la humedad, con la finalidad de que lo elementos cumplan la función para la que fueron diseñados.
	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	REPARACIÓN DEL CONCRETO – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	2,98	Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de la losa (del tablero y la de acceso), andenes, bordillos, barandas, vigas, pilas, aletas, estribos, arcos y demás elementos, que presentan deterioro, descascamiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.
ZONAS DE ANÁLISIS	DIAGNOSTICO	RUBROS	UNIDAD	CANT.	DESCRIPCION
<b>MURO DE ALA MARGEN IZQUIERDO</b>	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	REPARACIÓN DEL CONCRETO – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	1,39	Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de la losa (del tablero y la de acceso), andenes, bordillos, barandas, vigas, pilas, aletas, estribos, arcos y demás elementos, que presentan deterioro, descascamiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.
ZONAS DE ANÁLISIS	DIAGNOSTICO	RUBROS	UNIDAD	CANT.	DESCRIPCION
<b>APOYOS</b>	MANTENIMIENTO DE APOYOS	LIMPIEZA DE APOYOS – CATEGORÍA PERIÓDICA	U	10,00	Esta actividad consiste en la limpieza y remoción de residuos de tierra, vegetación, basuras y todo material que se acumule en los apoyos y sus alrededores. Con el propósito de mantener limpios los apoyos de los puentes, eliminando objetos extraños que afecten su adecuado funcionamiento (Impide por ejemplo los movimientos) y que impiden hacer la inspección para verificar su estado. Esta actividad asegura que se pueda verificar que este componente este cumpliendo con las funciones estructurales para las cuales fue concebido y no cambie el comportamiento estructural del puente en general.

ZONAS DE ANÁLISIS	DIAGNOSTICO	RUBROS	UNIDAD	CANT.	DESCRIPCION
VIGAS	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	REPOSICIÓN DE CONCRETO – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	3,63	Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de la losa (del tablero y la de acceso), andenes, bordillos, barandas, vigas, pilas, aletas, estribos, arcos y demás elementos, que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.
	DESCASCARAMIENTO	REPOSICIÓN DE CONCRETO – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	23,11	Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de la losa (del tablero y la de acceso), andenes, bordillos, barandas, vigas, pilas, aletas, estribos, arcos y demás elementos, que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.
	EFLORESCENCIA	PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA – CATEGORÍA RUTINARIA	M2	19,28	Este trabajo consiste en la protección de los elementos de hormigón del puente contra la humedad, con la finalidad de que lo elementos cumplan la función para la que fueron diseñados.
	GRIETAS (Centro de la luz de las vigas)	SELLADO DE FISURAS CON RESINA EPÓXICA – CATEGORÍA PERIÓDICA	M	202,51	Este trabajo consiste en el sellado de fisuras y grietas de los elementos de concreto, se realiza mediante inyecciones o epóxicos, para que el elemento del puente siga cumpliendo la función estructural para el cual fue diseñado. Antes de efectuar el trabajo de sellado de fisuras y grietas, debe realizarse una inspección especializada, a fin de verificar que las mismas no tengan origen estructural.
	GRIETAS (Extremos de las vigas y en mensuras de apoyo)	SELLADO DE FISURAS CON RESINA EPÓXICA – CATEGORÍA PERIÓDICA	M	179,89	Este trabajo consiste en el sellado de fisuras y grietas de los elementos de concreto, se realiza mediante inyecciones o epóxicos, para que el elemento del puente siga cumpliendo la función estructural para el cual fue diseñado. Antes de efectuar el trabajo de sellado de fisuras y grietas, debe realizarse una inspección especializada, a fin de verificar que las mismas no tengan origen estructural.
	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	REPOSICIÓN DE CONCRETO – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	9,93	Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de la losa (del tablero y la de acceso), andenes, bordillos, barandas, vigas, pilas, aletas, estribos, arcos y demás elementos, que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.
ZONAS DE ANÁLISIS	DIAGNOSTICO	RUBROS	UNIDAD	CANT.	DESCRIPCION
DIAFRAGMAS	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	REPOSICIÓN DE CONCRETO – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	1,20	Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de la losa (del tablero y la de acceso), andenes, bordillos, barandas, vigas, pilas, aletas, estribos, arcos y demás elementos, que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.
	AGRIETAMIENTO	SELLADO DE FISURAS CON RESINA EPÓXICA – CATEGORÍA PERIÓDICA	M	38,40	Este trabajo consiste en el sellado de fisuras y grietas de los elementos de concreto, se realiza mediante inyecciones o epóxicos, para que el elemento del puente siga cumpliendo la función estructural para el cual fue diseñado. Antes de efectuar el trabajo de sellado de fisuras y grietas, debe realizarse una inspección especializada, a fin de verificar que las mismas no tengan origen estructural.
	EFLORESCENCIA	PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA – CATEGORÍA RUTINARIA	M2	3,31	Este trabajo consiste en la protección de los elementos de hormigón del puente contra la humedad, con la finalidad de que lo elementos cumplan la función para la que fueron diseñados.
	DESCASCARAMIENTO	REPOSICIÓN DE CONCRETO – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	4,43	Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de la losa (del tablero y la de acceso), andenes, bordillos, barandas, vigas, pilas, aletas, estribos, arcos y demás elementos, que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.
	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	REPOSICIÓN DE CONCRETO – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	2,23	Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de la losa (del tablero y la de acceso), andenes, bordillos, barandas, vigas, pilas, aletas, estribos, arcos y demás elementos, que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.

ZONAS DE ANÁLISIS	DIAGNOSTICO	RUBROS	UNIDAD	CANT.	DESCRIPCION
<b>TABLERO DE HORMIGÓN</b>	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	REPOSICIÓN DE CONCRETO – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	4,17	Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de la losa (del tablero y la de acceso), andenes, bordillos, barandas, vigas, pilas, aletas, estribos, arcos y demás elementos, que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.
	AGRIETAMIENTO	SELLADO DE FISURAS CON RESINA EPÓXICA – CATEGORÍA PERIÓDICA	M	41,75	Este trabajo consiste en el sellado de fisuras y grietas de los elementos de concreto, se realiza mediante inyecciones o epóxicos, para que el elemento del puente siga cumpliendo la función estructural para el cual fue diseñado. Antes de efectuar el trabajo de sellado de fisuras y grietas, debe realizarse una inspección especializada, a fin de verificar que las mismas no tengan origen estructural.
	EFLORESCENCIA	PROTECCIÓN CONTRA LA EFLORESCENCIA – CATEGORÍA RUTINARIA	M2	3,53	Este trabajo consiste en la protección de los elementos de hormigón del puente contra la humedad, con la finalidad de que los elementos cumplan la función para la que fueron diseñados.
	NIDOS DE PIEDRA Y CAVIDADES	REPOSICIÓN DE CONCRETO – CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	1,29	Esta actividad consiste en la reparación del concreto reforzado de la losa (del tablero y la de acceso), andenes, bordillos, barandas, vigas, pilas, aletas, estribos, arcos y demás elementos, que presentan deterioro, descascaramiento, hormigueros, aceros expuestos, indicios de corrosión y otros defectos. Con el propósito de mantener en buen estado el concreto reforzado de los componentes de los puentes, asegurando su buen funcionamiento estructural y estético.
ZONAS DE ANÁLISIS	DIAGNOSTICO	RUBROS	UNIDAD	CANT.	DESCRIPCION
<b>DRENES</b>	LONGITUD O SECCIÓN INSUFICIENTE	CONSTRUCCIÓN O ALARGAMIENTO DE LOS DRENES - CATEGORÍA PERIÓDICA	U	24,00	Esta actividad consiste en la instalación o alargamiento de los drenes que generalmente tienen los tableros de los puentes. Incluye en caso que sea necesario la construcción o reemplazo por uno nuevo. Esta actividad pretende asegurar que los drenes cumplan debidamente con su función en los puentes, que consiste en evacuar el agua de escorrentía de la carretera, sin afectar la durabilidad y funcionamiento de los componentes aledaños (losa, pavimento, vigas, etc.). Mantener su capacidad y eficiencia hidráulica, para evitar encharcamientos en la superficie de rodadura y problemas de infiltración que afecta parte de la losa y/o vigas de concreto del puente aledaños a este componente. Esto para evitar el deterioro de estas que afecta apreciablemente su durabilidad.
	MALA UBICACIÓN DE DRENAJES				
ZONAS DE ANÁLISIS	DIAGNOSTICO	RUBROS	UNIDAD	CANT.	DESCRIPCION
<b>JUNTAS DE DILATACIÓN</b>	FILTRACIONES DE AGUA	REPARACIÓN O REPOSICIÓN DE SELLO DE JUNTAS DE DILATACIÓN - CATEGORÍA PERIÓDICA	M	9,10	Esta actividad consiste en reponer parcial o totalmente el sello en las juntas de dilatación de los puentes. Con el propósito de prevenir la entrada de cuerpos extraños y de agua a través de las juntas de dilatación, lo cual puede generar deterioro de la losa en la parte inferior y los apoyos. También asegurar que cumpla con su función estructural, que consiste en propiciar un adecuado movimiento relativo entre las partes del puente.
	MOVIMIENTO VERTICAL				
	JUNTAS OBSTRUIDAS	LIMPIEZA DE JUNTAS DE EXPANSIÓN - CATEGORÍA RUTINARIA	M2	0,56	Esta actividad consiste en el retiro de residuos de tierra, vegetación, basuras, obstáculos y todo material que se acumule alrededor o en el interior de las juntas de expansión. Con el propósito de mantener limpias las juntas de dilatación, para evitar su inadecuado funcionamiento que puede afectar en corto plazo su comportamiento y durabilidad, así como evitar la afectación y durabilidad de los demás componentes aledaños a este dispositivo, tales como losa de acceso, pavimento, losa del puente y apoyos.
ZONAS DE ANÁLISIS	DIAGNOSTICO	RUBROS	UNIDAD	CANT.	DESCRIPCION
<b>BARANDAS</b>	DAÑO POR COLISION	PINTURA DE COMPONENTES DE CONCRETO - CATEGORÍA PERIÓDICA	M2	0,39	Esta actividad consiste en la aplicación de pinturas de protección de superficies de componentes de concreto, tales como barandas, bordillos, andenes, separadores, estribos, pilas, pilones, aletas, vigas, losa y otros. Con el propósito de mantener y proteger la superficie de concreto, con el fin de evitar el deterioro que pueda afectar las propiedades físicas y químicas de estos componentes. Contribuir en labores de señalización, para el caso de barandas y separadores (este aspecto debe estar coordinado con las recomendaciones de señalización)
ZONAS DE ANÁLISIS	DIAGNOSTICO	RUBROS	UNIDAD	CANT.	DESCRIPCION
<b>ACERAS</b>	AGRIETAMIENTO	SELLADO DE FISURAS CON RESINA EPÓXICA – CATEGORÍA PERIÓDICA	M	2,40	Este trabajo consiste en el sellado de fisuras y grietas de los elementos de concreto, se realiza mediante inyecciones o epóxicos, para que el elemento del puente siga cumpliendo la función estructural para el cual fue diseñado. Antes de efectuar el trabajo de sellado de fisuras y grietas, debe realizarse una inspección especializada, a fin de verificar que las mismas no tengan origen estructural.

Tabla 223 Volúmenes para corrección de patologías

## 6.11. PRESUPUESTO

### 6.11.1. Primera Alternativa de Diseño

- Presupuesto referencial

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

UBICACION: CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

FECHA: jul-16

**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
<b>1.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	LIMPIEZA DE ELEMENTOS	M2	367.60	2.21	812.40
<b>2.0</b>	<b>ESTRIBOS</b>				
2.1	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ESTRIBOS	M	2.71	159.72	432.84
2.2	PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN ESTRIBOS	M2	9.51	11.99	114.02
2.3	REPOSICIÓN DE CONCRETO EN ESTRIBOS	M2	2.12	29.40	62.33
<b>3.0</b>	<b>MURO DE ALA</b>				
3.1	REPOSICIÓN DE CONCRETO EN MURO DE ALA	M2	0.42	29.40	12.35
<b>4.0</b>	<b>APOYOS</b>				
4.1	REEMPLAZO DE APOYOS (SHORE 60)	U	10.00	1,346.23	13,462.30
<b>5.0</b>	<b>VIGAS</b>				
5.1	REPOSICIÓN DE CONCRETO EN VIGAS	M2	36.68	79.43	2,913.49
5.2	PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN VIGAS	M2	19.28	11.99	231.17
5.3	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN VIGAS	M	382.40	159.72	61,076.93
<b>6.0</b>	<b>DIAFRAGMAS</b>				
6.1	REPOSICIÓN DE CONCRETO EN DIAFRAGMAS	M2	7.86	40.92	321.63
6.2	PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN DIAFRAGMAS	M2	38.40	11.99	460.42
6.3	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN DIAFRAGMAS	M	3.31	159.72	528.67
<b>7.0</b>	<b>TABLERO</b>				
7.1	REPOSICIÓN DE CONCRETO EN TABLERO	M2	5.46	40.92	223.42
7.2	PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN TABLERO	M2	3.53	11.99	42.32
7.2	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN TABLERO	M	41.75	159.72	6,668.31
<b>8.0</b>	<b>DRENAJE</b>				
8.1	CONSTRUCCIÓN O ALARGAMIENTO DE LOS DRENES	U	24.00	14.95	358.80
<b>9.0</b>	<b>JUNTA DE DILATACIÓN</b>				
9.1	REPARACIÓN O REPOSICIÓN DE SELLO DE JUNTAS DE DILATACIÓN	M	9.10	31.85	289.84
9.2	LIMPIEZA DE JUNTAS DE EXPANSIÓN	M2	0.56	2.17	1.22
<b>10.0</b>	<b>BARANDAS</b>				
10.1	PINTURA DE COMPONENTES DE CONCRETO EN BARANDAS	M2	0.39	5.77	2.25
<b>11.0</b>	<b>ACERAS</b>				
11.1	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ACERA	M	2.40	159.72	383.33
<b>12.0</b>	<b>REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIGAS EXTERIORES</b>				
12.1	REFORZAMIENTO A FLEXIÓN CON PLATINAS CFRP	ML	240.60	162.00	38,977.20
12.2	REFORZAMIENTO A CORTE CON TEJIDOS GFRP	M2	118.35	96.24	11,390.00
				<b>TOTAL:</b>	<b>138,765.24</b>

SON : CIENTO TREINTA Y OCHO MIL SETECIENTOS SESENTA Y CINCO, 24/100 DÓLARES

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

- Detalle de Equipo

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS  
CUADRO AUXILIAR: TARIFA DE EQUIPOS**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTOxHORA</b>	<b>HORA-EQUIPO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Herramienta menor(% total)	96.55		96.55
AMOLADORA	2.00	73.52	147.04
ANDAMIOS METALICOS	0.80	728.85	583.08
GRUA DE 70 TON	110.00	40.00	4,400.00
		TOTAL:	5,226.67

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

- Detalle de Mano de Obra

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS  
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CAT.	SAL.REALxHORA	HOR-HOMBRE	COSTO TOTAL
RESIDENTE DE OBRA	EO B1	3.67	4.80	17.62
MAESTRO DE OBRA	EO C1	3.66	21.87	80.04
ALBAÑIL	EO D2	3.30	317.93	1,049.17
PINTOR	EO D2	3.30	0.11	0.36
PLOMERO	EO D2	3.30	12.00	39.60
PEÓN	EO E2	3.26	179.43	584.94
OPERADOR DE GRUA	OP C1	3.66	40.00	146.40
			TOTAL:	1,918.13

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

- Detalle de Materiales

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO****MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)****ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS  
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
ADITIVO PARA MEJORAR LA ADHERENCIA DE MORTEROS (SIKATOP 77)	KG	9.14	4.77	43.60
AGUA	M3	2.20	7.39	16.26
APOYOS DE NEOPRENO REFORZADO SHORE60 (40X40)CM2	U	645.00	10.00	6,450.00
ARENA	M3	15.00	0.52	7.80
BROCHA DE 4"	U	6.50	14.23	92.50
CEMENTO	KG	0.15	356.85	53.53
CEPILLO DE ALAMBRE	U	1.60	14.15	22.64
COMPUESTO ELÁSTICO DE POLIURETANO (SIKAFLEX 2C SL)	KG	18.90	10.92	206.39
IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS, LISTO PARA USAR (SIKA IMPERMUR)	KG	6.72	42.44	285.20
LIJA DE AGUA 9X11	U	0.60	0.08	0.05
MORTERO EXPANSIVO AUTONIVELANTE (SIKA GROUT EC)	KG	0.43	3,851.40	1,656.10
PINTURA DE ESMALTE	GAL	13.52	0.02	0.27
PLATINAS DE FIBRAS DE CARBONO INCLUYE MANO DE OBRA	M	135.00	240.60	32,481.00
POLIPEGA	GAL	44.46	0.72	32.01
RESINA DE BAJA VISCOSIDAD. INCLUYE MANO DE OBRA (SIKADUR 52 INY.)	M	133.10	432.57	57,575.07
TEJIDOS DE FIBRA DE VIDRIO INCLUYE MANO DE OBRA	M2	80.20	118.35	9,491.67
THINNER	GAL	4.00	0.04	0.16
TUBERÍA PVC E/C 110 MM	ML	3.30	12.00	39.60
UNION PVC 110 MM	U	1.70	24.00	40.80
				-----
			TOTAL:	108,494.65

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

- Detalle de Análisis de Precios Unitarios

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 1 DE 22**

RUBRO : 1.1

UNIDAD: M2

DETALLE : LIMPIEZA DE ELEMENTOS

<b>EQUIPO</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.07
AMOLADORA	1.00	2.00	2.00	0.200	0.40
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.47</b>
<b>MANO DE OBRA</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>JORNAL/HR</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
PEÓN EO E2	2.00	3.26	6.52	0.200	1.30
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.200	0.07
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.37</b>
<b>MATERIALES</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>PRECIO UNIT.</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>	
<b>TRANSPORTE</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>1.84</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>0.37</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2.21</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>2.21</b>

SON: DOS DÓLARES CON VEINTIÚN CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 2 DE 22

RUBRO : 2.1

UNIDAD: M

DETALLE : SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN 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 0% de M.O.					0.00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
RESINA DE BAJA VISCOSIDAD. INCLUYE MANO DE OBRA (SIKADUR 52 INY.)	M	1.000	133.10	133.10	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>133.10</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>133.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>26.62</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>159.72</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>159.72</b>

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON SETENTA Y DOS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 3 DE 22**

RUBRO : 2.2

UNIDAD: M2

DETALLE : PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN ESTRIBOS

<b>EQUIPO</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.12
ANDAMIOS METALICOS	6.00	0.80	4.80	0.330	1.58
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.70</b>
<b>MANO DE OBRA</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>JORNAL/HR</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	0.330	2.18
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.330	0.12
RESIDENTE DE OBRA EO B1	0.10	3.67	0.37	0.330	0.12
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.42</b>
<b>MATERIALES</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>PRECIO UNIT.</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS, LISTO PARA USAR (SIKA IMPERMUR)	KG	0.600	6.72	4.03	
BROCHA DE 4"	U	0.200	6.50	1.30	
AGUA	M3	0.100	2.20	0.22	
CEPILLO DE ALAMBRE	U	0.200	1.60	0.32	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>5.87</b>	
<b>TRANSPORTE</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>9.99</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>2.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>11.99</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>11.99</b>

**SON:** ONCE DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 4 DE 22**

RUBRO : 2.3

UNIDAD: M2

DETALLE : REPOSICIÓN DE CONCRETO EN ESTRIBOS

<b>EQUIPO</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.70
ANDAMIOS METALICOS	2.00	0.80	1.60	2.000	3.20
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3.90</b>
<b>MANO DE OBRA</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>JORNAL/HR</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	2.000	13.20
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	2.000	0.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>13.94</b>
<b>MATERIALES</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>PRECIO UNIT.</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
ADITIVO PARA MEJORAR LA ADHERENCIA DE MORTEROS (SIKATOP 77)	KG	0.300	9.14	2.74	
CEMENTO	KG	22.500	0.15	3.38	
ARENA	M3	0.033	15.00	0.50	
AGUA	M3	0.020	2.20	0.04	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>6.66</b>
<b>TRANSPORTE</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>24.50</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					4.90
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>29.40</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>29.40</b>

**SON:** VEINTE Y NUEVE DÓLARES CON CUARENTA CENTAVOS

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 5 DE 22

RUBRO : 3.1

UNIDAD: M2

DETALLE : REPOSICIÓN DE CONCRETO EN MURO DE ALA

<b>EQUIPO</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.70
ANDAMIOS METALICOS	2.00	0.80	1.60	2.000	3.20
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3.90</b>
<b>MANO DE OBRA</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>JORNAL/HR</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	2.000	13.20
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	2.000	0.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>13.94</b>
<b>MATERIALES</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>PRECIO UNIT.</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
ADITIVO PARA MEJORAR LA ADHERENCIA DE MORTEROS (SIKATOP 77)	KG	0.300	9.14	2.74	
CEMENTO	KG	22.500	0.15	3.38	
ARENA	M3	0.033	15.00	0.50	
AGUA	M3	0.020	2.20	0.04	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>6.66</b>
<b>TRANSPORTE</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>24.50</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>4.90</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>29.40</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>29.40</b>

SON: VEINTE Y NUEVE DÓLARES CON CUARENTA CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 6 DE 22

RUBRO : 4.1

UNIDAD: U

DETALLE : REEMPLAZO DE APOYOS (SHORE 60)

<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.					1.76
GRUA DE 70 TON	2.00	110.00	220.00	2.000	440.00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>441.76</b>

<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>
PEÓN EO E2	1.00	3.26	3.26	2.000	6.52
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	2.000	13.20
OPERADOR DE GRUA OP C1	2.00	3.66	7.32	2.000	14.64
RESIDENTE DE OBRA EO B1	0.10	3.67	0.37	2.000	0.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>35.10</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
APOYOS DE NEOPRENO REFORZADO SHORE60 (40X40)CM2	U	1.000	645.00	645.00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>645.00</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>1,121.86</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>224.37</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1,346.23</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>1,346.23</b>

SON: UN MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS DÓLARES CON VEINTE Y TRES CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 7 DE 22

RUBRO : 5.1

UNIDAD: M2

DETALLE : REPOSICIÓN DE CONCRETO EN VIGAS

<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.					0.70
ANDAMIOS METALICOS	4.00	0.80	3.20	2.000	6.40
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>7.10</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	2.000	13.20
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	2.000	0.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>13.94</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
MORTERO EXPANSIVO AUTONIVELANTE (SIKA GROUT EC)	KG	105.000	0.43	45.15	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>45.15</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>66.19</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>13.24</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>79.43</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>79.43</b>

SON: SETENTA Y NUEVE DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 8 DE 22**

RUBRO : 5.2

UNIDAD: M2

DETALLE : PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN VIGAS

<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.					0.12
ANDAMIOS METALICOS	6.00	0.80	4.80	0.330	1.58
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.70</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	0.330	2.18
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.330	0.12
RESIDENTE DE OBRA EO B1	0.10	3.67	0.37	0.330	0.12
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.42</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS, LISTO PARA USAR (SIKA IMPERMUR)	KG	0.600	6.72	4.03	
BROCHA DE 4"	U	0.200	6.50	1.30	
AGUA	M3	0.100	2.20	0.22	
CEPILLO DE ALAMBRE	U	0.200	1.60	0.32	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>5.87</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>9.99</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>2.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>11.99</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>11.99</b>

**SON:** ONCE DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 9 DE 22

RUBRO : 5.3

UNIDAD: M

DETALLE : SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN VIGAS

<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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
RESINA DE BAJA VISCOSIDAD. INCLUYE MANO DE OBRA (SIKADUR 52 INY.)	M	1.000	133.10	133.10	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>133.10</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>133.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>26.62</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>159.72</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>159.72</b>

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON SETENTA Y DOS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 10 DE 22**

RUBRO : 6.1

UNIDAD: M2

DETALLE : REPOSICIÓN DE CONCRETO EN DIAFRAGMAS

<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.					0.70
ANDAMIOS METALICOS	8.00	0.80	6.40	2.000	12.80
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>13.50</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	2.000	13.20
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	2.000	0.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>13.94</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
ADITIVO PARA MEJORAR LA ADHERENCIA DE MORTEROS (SIKATOP 77)	KG	0.300	9.14	2.74	
CEMENTO	KG	22.500	0.15	3.38	
ARENA	M3	0.033	15.00	0.50	
AGUA	M3	0.020	2.20	0.04	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>6.66</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>34.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>6.82</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>40.92</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>40.92</b>

**SON:** CUARENTA DÓLARES CON NOVENTA Y DOS CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 11 DE 22**

RUBRO : 6.2

UNIDAD: M2

DETALLE : PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN DIAFRAGMAS

<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.					0.12
ANDAMIOS METALICOS	6.00	0.80	4.80	0.330	1.58
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.70</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	0.330	2.18
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.330	0.12
RESIDENTE DE OBRA EO B1	0.10	3.67	0.37	0.330	0.12
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.42</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS, LISTO PARA USAR (SIKA IMPERMUR)	KG	0.600	6.72	4.03	
BROCHA DE 4"	U	0.200	6.50	1.30	
AGUA	M3	0.100	2.20	0.22	
CEPILLO DE ALAMBRE	U	0.200	1.60	0.32	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>5.87</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>9.99</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>2.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>11.99</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>11.99</b>

**SON: ONCE DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS**  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 12 DE 22**

RUBRO : 6.3

UNIDAD: M

DETALLE : SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN DIAFRAGMAS

<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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
RESINA DE BAJA VISCOSIDAD. INCLUYE MANO DE OBRA (SIKADUR 52 INY.)	M	1.000	133.10	133.10	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>133.10</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>133.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>26.62</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>159.72</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>159.72</b>

**SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON SETENTA Y DOS CENTAVOS**  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 13 DE 22**

RUBRO : 7.1

UNIDAD: M2

DETALLE : REPOSICIÓN DE CONCRETO EN TABLERO

<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.					0.70
ANDAMIOS METALICOS	8.00	0.80	6.40	2.000	12.80
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>13.50</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	2.000	13.20
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	2.000	0.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>13.94</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
ADITIVO PARA MEJORAR LA ADHERENCIA DE MORTEROS (SIKATOP 77)	KG	0.300	9.14	2.74	
CEMENTO	KG	22.500	0.15	3.38	
ARENA	M3	0.033	15.00	0.50	
AGUA	M3	0.020	2.20	0.04	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>6.66</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>34.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>6.82</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>40.92</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>40.92</b>

**SON:** CUARENTA DÓLARES CON NOVENTA Y DOS CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 14 DE 22**

RUBRO : 7.2

UNIDAD: M2

DETALLE : PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN TABLERO

<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.					0.12
ANDAMIOS METALICOS	6.00	0.80	4.80	0.330	1.58
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.70</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	0.330	2.18
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.330	0.12
RESIDENTE DE OBRA EO B1	0.10	3.67	0.37	0.330	0.12
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.42</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS, LISTO PARA USAR (SIKA IMPERMUR)	KG	0.600	6.72	4.03	
BROCHA DE 4"	U	0.200	6.50	1.30	
AGUA	M3	0.100	2.20	0.22	
CEPILLO DE ALAMBRE	U	0.200	1.60	0.32	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>5.87</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>9.99</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>2.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>11.99</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>11.99</b>

SON: ONCE DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 15 DE 22

RUBRO : 7.2

UNIDAD: M

DETALLE : SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN TABLERO

<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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
RESINA DE BAJA VISCOSIDAD. INCLUYE MANO DE OBRA (SIKADUR 52 INY.)	M	1.000	133.10	133.10	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>133.10</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>133.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>26.62</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>159.72</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>159.72</b>

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON SETENTA Y DOS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 16 DE 22

RUBRO : 8.1

UNIDAD: U

DETALLE : CONSTRUCCIÓN O ALARGAMIENTO DE LOS DRENES

<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.					0.26
ANDAMIOS METALICOS	6.00	0.80	4.80	0.500	2.40
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2.66</b>
<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>
PLOMERO EO D2	1.00	3.30	3.30	0.500	1.65
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	0.500	1.65
PEÓN EO E2	1.00	3.26	3.26	0.500	1.63
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.500	0.19
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>5.12</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
TUBERÍA PVC E/C 110 MM	ML	0.500	3.30	1.65	
UNION PVC 110 MM	U	1.000	1.70	1.70	
POLIPEGA	GAL	0.030	44.46	1.33	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>4.68</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>12.46</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>2.49</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>14.95</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>14.95</b>

**SON:** CATORCE DÓLARES CON NOVENTA Y CINCO CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 17 DE 22

RUBRO : 9.1

UNIDAD: M

DETALLE : REPARACIÓN O REPOSICIÓN DE SELLO DE JUNTAS DE DILATACIÓN

<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.					0.18
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.18</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	0.500	3.30
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.500	0.19
RESIDENTE DE OBRA EO B1	0.10	3.67	0.37	0.500	0.19
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3.68</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
COMPUESTO ELÁSTICO DE POLIURETANO (SIKAFLEX 2C SL)	KG	1.200	18.90	22.68	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>22.68</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>26.54</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>5.31</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>31.85</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>31.85</b>

SON: TREINTA Y UN DÓLARES CON OCHENTA Y CINCO CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 18 DE 22**

RUBRO : 9.2

UNIDAD: M2

DETALLE : LIMPIEZA DE JUNTAS DE EXPANSIÓN

<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.					0.09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.09</b>
<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>
PEÓN EO E2	2.00	3.26	6.52	0.250	1.63
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.250	0.09
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.72</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.81</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>0.36</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.17</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>2.17</b>

**SON:** DOS DÓLARES CON DIECISIETE CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 19 DE 22**

RUBRO : 10.1

UNIDAD: M2

DETALLE : PINTURA DE COMPONENTES DE CONCRETO EN BARANDAS

<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.					0.09
ANDAMIOS METALICOS	1.00	0.80	0.80	0.270	0.22
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.31</b>
<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>
PEÓN EO E2	1.00	3.26	3.26	0.270	0.88
PINTOR EO D2	1.00	3.30	3.30	0.270	0.89
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.270	0.10
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.87</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
PINTURA DE ESMALTE	GAL	0.060	13.52	0.81	
THINNER	GAL	0.100	4.00	0.40	
LJA DE AGUA 9X11	U	0.200	0.60	0.12	
BROCHA DE 4"	U	0.200	6.50	1.30	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>2.63</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>4.81</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>0.96</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>5.77</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>5.77</b>

**SON:** CINCO DÓLARES CON SETENTA Y SIETE CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 20 DE 22**

RUBRO : 11.1

UNIDAD: M

DETALLE : SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ACERA

<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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
RESINA DE BAJA VISCOSIDAD. INCLUYE MANO DE OBRA (SIKADUR 52 INY.)	M	1.000	133.10	133.10	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>133.10</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>133.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>26.62</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>159.72</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>159.72</b>

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON SETENTA Y DOS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 21 DE 22

RUBRO : 12.1

UNIDAD: ML

DETALLE : REFORZAMIENTO A FLEXIÓN CON PLATINAS CFRP

<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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
PLATINAS DE FIBRAS DE CARBONO INCLUYE MANO DE OBRA	M	1.000	135.00	135.00	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>135.00</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>135.00</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>27.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>162.00</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>162.00</b>

SON: CIENTO SESENTA Y DOS DÓLARES

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 1)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 22 DE 22

RUBRO : 12.2

UNIDAD: M2

DETALLE : REFORZAMIENTO A CORTE CON TEJIDOS GFRP

<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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
TEJIDOS DE FIBRA DE VIDRIO INCLUYE MANO DE OBRA	M2	1.000	80.20	80.20	80.20
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>80.20</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>80.20</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>16.04</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>96.24</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>96.24</b>

SON: NOVENTA Y SEIS DÓLARES CON VEINTE Y CUATRO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

### 6.11.2. Segunda Alternativa de Diseño

- Presupuesto referencial

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

UBICACION: CARRETERA GUAMOTE – SOCAVÓN KILÓMETRO 7 + 000, DEL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

FECHA: jul-16

**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
<b>1.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	LIMPIEZA DE ELEMENTOS	M2	367.60	2.21	812.40
<b>2.0</b>	<b>ESTRIBOS</b>				
2.1	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ESTRIBOS	M	2.71	159.72	432.84
2.2	PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN ESTRIBOS	M2	9.51	11.99	114.02
2.3	REPOSICIÓN DE CONCRETO EN ESTRIBOS	M2	2.12	29.40	62.33
<b>3.0</b>	<b>MURO DE ALA</b>				
3.1	REPOSICIÓN DE CONCRETO EN MURO DE ALA	M2	0.42	29.40	12.35
<b>4.0</b>	<b>APOYOS</b>				
4.1	REEMPLAZO DE APOYOS (SHORE 60)	U	10.00	1,346.23	13,462.30
<b>5.0</b>	<b>VIGAS</b>				
5.1	REPOSICIÓN DE CONCRETO EN VIGAS	M2	36.68	79.43	2,913.49
5.2	PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN VIGAS	M2	19.28	11.99	231.17
5.3	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN VIGAS	M	382.40	159.72	61,076.93
<b>6.0</b>	<b>DIAFRAGMAS</b>				
6.1	REPOSICIÓN DE CONCRETO EN DIAFRAGMAS	M2	7.86	40.92	321.63
6.2	PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN DIAFRAGMAS	M2	38.40	11.99	460.42
6.3	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN DIAFRAGMAS	M	3.31	159.72	528.67
<b>7.0</b>	<b>TABLERO</b>				
7.1	REPOSICIÓN DE CONCRETO EN TABLERO	M2	5.46	40.92	223.42
7.2	PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN TABLERO	M2	3.53	11.99	42.32
7.2	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN TABLERO	M	41.75	159.72	6,668.31
<b>8.0</b>	<b>DRENAJE</b>				
8.1	CONSTRUCCIÓN O ALARGAMIENTO DE LOS DRENES	U	24.00	14.95	358.80
<b>9.0</b>	<b>JUNTA DE DILATACIÓN</b>				
9.1	REPARACIÓN O REPOSICIÓN DE SELLO DE JUNTAS DE DILATACIÓN	M	9.10	31.85	289.84
9.2	LIMPIEZA DE JUNTAS DE EXPANSIÓN	M2	0.56	2.17	1.22
<b>10.0</b>	<b>BARANDAS</b>				
10.1	PINTURA DE COMPONENTES DE CONCRETO EN BARANDAS	M2	0.39	5.77	2.25
<b>11.0</b>	<b>ACERAS</b>				
11.1	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ACERA	M	2.40	159.72	383.33
<b>12.0</b>	<b>REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIGAS EXTERIORES</b>				
12.1	REFORZAMIENTO A FLEXIÓN CON PLATINAS CFRP	ML	240.60	162.00	38,977.20
12.2	REFORZAMIENTO A CORTE CON TEJIDOS CFRP	M2	39.45	133.14	5,252.37
				<b>TOTAL:</b>	<b>132,627.61</b>

SON : CIENTO TREINTA Y DOS MIL SEISCIENTOS VEINTE Y SIETE, 61/100 DÓLARES

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

- Detalle de Equipo

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS  
CUADRO AUXILIAR: TARIFA DE EQUIPOS**

<u>DESCRIPCION</u>	<u>COSTOxHORA</u>	<u>HORA-EQUIPO</u>	<u>COSTO TOTAL</u>
Herramienta menor(% total)	96.55		96.55
AMOLADORA	2.00	73.52	147.04
ANDAMIOS METALICOS	0.80	728.85	583.08
GRUA DE 70 TON	110.00	40.00	4,400.00
		TOTAL:	5,226.67

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

- Detalle de Mano de Obra

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS  
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MANO DE OBRA**

<u>DESCRIPCION</u>	<u>CAT.</u>	<u>SAL.REALxHORA</u>	<u>HOR-HOMBRE</u>	<u>COSTO TOTAL</u>
RESIDENTE DE OBRA	EO B1	3.67	4.80	17.62
MAESTRO DE OBRA	EO C1	3.66	21.87	80.04
ALBAÑIL	EO D2	3.30	317.93	1,049.17
PINTOR	EO D2	3.30	0.11	0.36
PLOMERO	EO D2	3.30	12.00	39.60
PEÓN	EO E2	3.26	179.43	584.94
OPERADOR DE GRUA	OP C1	3.66	40.00	146.40
			TOTAL:	1,918.13

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

- Detalle de Materiales

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO****MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)****ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS  
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MATERIALES**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
ADITIVO PARA MEJORAR LA ADHERENCIA DE MORTEROS (SIKATOP 77)	KG	9.14	4.77	43.60
AGUA	M3	2.20	7.39	16.26
APOYOS DE NEOPRENO REFORZADO SHORE60 (40X40)CM2	U	645.00	10.00	6,450.00
ARENA	M3	15.00	0.52	7.80
BROCHA DE 4"	U	6.50	14.23	92.50
CEMENTO	KG	0.15	356.85	53.53
CEPILLO DE ALAMBRE	U	1.60	14.15	22.64
COMPUESTO ELÁSTICO DE POLIURETANO (SIKAFLEX 2C SL)	KG	18.90	10.92	206.39
IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS, LISTO PARA USAR (SIKA IMPERMUR)	KG	6.72	42.44	285.20
LIJA DE AGUA 9X11	U	0.60	0.08	0.05
MORTERO EXPANSIVO AUTONIVELANTE (SIKA GROUT EC)	KG	0.43	3,851.40	1,656.10
PINTURA DE ESMALTE	GAL	13.52	0.02	0.27
PLATINAS DE FIBRAS DE CARBONO INCLUYE MANO DE OBRA	M	135.00	240.60	32,481.00
POLIPEGA	GAL	44.46	0.72	32.01
RESINA DE BAJA VISCOSIDAD, INCLUYE MANO DE OBRA (SIKADUR 52 INY.)	M	133.10	432.57	57,575.07
TEJIDOS DE FIBRA DE CARBONO INCLUYE MANO DE OBRA	M2	110.95	39.45	4,376.98
THINNER	GAL	4.00	0.04	0.16
TUBERÍA PVC E/C 110 MM	ML	3.30	12.00	39.60
UNION PVC 110 MM	U	1.70	24.00	40.80
				-----
			TOTAL:	103,379.96

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

- Detalle de Análisis de Precios Unitarios

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 1 DE 22**

RUBRO : 1.1

UNIDAD: M2

DETALLE : LIMPIEZA DE ELEMENTOS

<b>EQUIPO DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.07
AMOLADORA	1.00	2.00	2.00	0.200	0.40
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.47</b>

<b>MANO DE OBRA DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
PEÓN EO E2	2.00	3.26	6.52	0.200	1.30
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.200	0.07
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.37</b>

<b>MATERIALES DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT. B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>

<b>TRANSPORTE DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>1.84</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>0.37</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2.21</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>2.21</b>

SON: DOS DÓLARES CON VEINTIÚN CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 2 DE 22**

RUBRO : 2.1

UNIDAD: M

DETALLE : SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN 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 0% de M.O.					0.00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
RESINA DE BAJA VISCOSIDAD. INCLUYE MANO DE OBRA (SIKADUR 52 IN.)	M	1.000	133.10	133.10	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>133.10</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>133.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>26.62</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>159.72</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>159.72</b>

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON SETENTA Y DOS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 3 DE 22**

RUBRO : 2.2

UNIDAD: M2

DETALLE : PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN 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.					0.12
ANDAMIOS METALICOS	6.00	0.80	4.80	0.330	1.58
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.70</b>

<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	0.330	2.18
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.330	0.12
RESIDENTE DE OBRA EO B1	0.10	3.67	0.37	0.330	0.12
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.42</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS, LISTO PARA USAR (SIKA IMPERMUR)	KG	0.600	6.72	4.03
BROCHA DE 4"	U	0.200	6.50	1.30
AGUA	M3	0.100	2.20	0.22
CEPILLO DE ALAMBRE	U	0.200	1.60	0.32
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>5.87</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>9.99</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>2.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>11.99</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>11.99</b>

**SON: ONCE DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS**  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 4 DE 22**

RUBRO : 2.3

UNIDAD: M2

DETALLE : REPOSICIÓN DE CONCRETO EN 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.					0.70
ANDAMIOS METALICOS	2.00	0.80	1.60	2.000	3.20
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3.90</b>

<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	2.000	13.20
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	2.000	0.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>13.94</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
ADITIVO PARA MEJORAR LA ADHERENCIA DE MORTEROS (SIKA TOP 77)	KG	0.300	9.14	2.74
CEMENTO	KG	22.500	0.15	3.38
ARENA	M3	0.033	15.00	0.50
AGUA	M3	0.020	2.20	0.04
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>6.66</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>24.50</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>4.90</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>29.40</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>29.40</b>

**SON:** VEINTE Y NUEVE DÓLARES CON CUARENTA CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 5 DE 22

RUBRO : 3.1

UNIDAD: M2

DETALLE : REPOSICIÓN DE CONCRETO EN MURO DE ALA

<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.					0.70
ANDAMIOS METALICOS	2.00	0.80	1.60	2.000	3.20
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3.90</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	2.000	13.20
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	2.000	0.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>13.94</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
ADITIVO PARA MEJORAR LA ADHERENCIA DE MORTEROS (SIKATOP 77)	KG	0.300	9.14	2.74	
CEMENTO	KG	22.500	0.15	3.38	
ARENA	M3	0.033	15.00	0.50	
AGUA	M3	0.020	2.20	0.04	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>6.66</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>24.50</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>4.90</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>29.40</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>29.40</b>

**SON:** VEINTE Y NUEVE DÓLARES CON CUARENTA CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 6 DE 22

RUBRO : 4.1

UNIDAD: U

DETALLE : REEMPLAZO DE APOYOS (SHORE 60)

<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.					1.76
GRUA DE 70 TON	2.00	110.00	220.00	2.000	440.00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>441.76</b>

<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>
PEÓN EO E2	1.00	3.26	3.26	2.000	6.52
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	2.000	13.20
OPERADOR DE GRUA OP C1	2.00	3.66	7.32	2.000	14.64
RESIDENTE DE OBRA EO B1	0.10	3.67	0.37	2.000	0.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>35.10</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
APOYOS DE NEOPRENO REFORZADO SHORE60 (40X40)CM2	U	1.000	645.00	645.00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>645.00</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>1,121.86</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>224.37</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1,346.23</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>1,346.23</b>

SON: UN MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS DÓLARES CON VEINTE Y TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 7 DE 22**

RUBRO : 5.1

UNIDAD: M2

DETALLE : REPOSICIÓN DE CONCRETO EN VIGAS

<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.					0.70
ANDAMIOS METALICOS	4.00	0.80	3.20	2.000	6.40
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>7.10</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	2.000	13.20
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	2.000	0.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>13.94</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
MORTERO EXPANSIVO AUTONIVELANTE (SIKA GROUT EC)	KG	105.000	0.43	45.15	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>45.15</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>66.19</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>13.24</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>79.43</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>79.43</b>

SON: SETENTA Y NUEVE DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 8 DE 22**

RUBRO : 5.2

UNIDAD: M2

DETALLE : PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN VIGAS

<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.					0.12
ANDAMIOS METALICOS	6.00	0.80	4.80	0.330	1.58
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.70</b>

<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	0.330	2.18
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.330	0.12
RESIDENTE DE OBRA EO B1	0.10	3.67	0.37	0.330	0.12
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.42</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS, LISTO PARA USAR (SIKA IMPERMUR)	KG	0.600	6.72	4.03
BROCHA DE 4"	U	0.200	6.50	1.30
AGUA	M3	0.100	2.20	0.22
CEPILLO DE ALAMBRE	U	0.200	1.60	0.32
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>5.87</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>9.99</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>2.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>11.99</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>11.99</b>

**SON: ONCE DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS**  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 9 DE 22**

RUBRO : 5.3

UNIDAD: M

DETALLE : SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN VIGAS

<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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
RESINA DE BAJA VISCOSIDAD. INCLUYE MANO DE OBRA (SIKADUR 52 INY.)	M	1.000	133.10	133.10	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>133.10</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>133.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>26.62</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>159.72</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>159.72</b>

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON SETENTA Y DOS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 10 DE 22**

RUBRO : 6.1

UNIDAD: M2

DETALLE : REPOSICIÓN DE CONCRETO EN DIAFRAGMAS

<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.					0.70
ANDAMIOS METALICOS	8.00	0.80	6.40	2.000	12.80
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>13.50</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	2.000	13.20
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	2.000	0.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>13.94</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
ADITIVO PARA MEJORAR LA ADHERENCIA DE MORTEROS (SIKA TOP 77)	KG	0.300	9.14	2.74	
CEMENTO	KG	22.500	0.15	3.38	
ARENA	M3	0.033	15.00	0.50	
AGUA	M3	0.020	2.20	0.04	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>6.66</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>34.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>				20.00	<b>6.82</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>40.92</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>40.92</b>

**SON:** CUARENTA DÓLARES CON NOVENTA Y DOS CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 11 DE 22**

RUBRO : 6.2

UNIDAD: M2

DETALLE : PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN DIAFRAGMAS

<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.					0.12
ANDAMIOS METALICOS	6.00	0.80	4.80	0.330	1.58
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.70</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	0.330	2.18
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.330	0.12
RESIDENTE DE OBRA EO B1	0.10	3.67	0.37	0.330	0.12
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.42</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS, LISTO PARA USAR (SIKA IMPERMUR)	KG	0.600	6.72	4.03	
BROCHA DE 4"	U	0.200	6.50	1.30	
AGUA	M3	0.100	2.20	0.22	
CEPILLO DE ALAMBRE	U	0.200	1.60	0.32	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>5.87</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>9.99</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>2.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>11.99</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>11.99</b>

**SON: ONCE DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS**  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 12 DE 22**

RUBRO : 6.3

UNIDAD: M

DETALLE : SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN DIAFRAGMAS

<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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
RESINA DE BAJA VISCOSIDAD. INCLUYE MANO DE OBRA (SIKADUR 52 INY.)	M	1.000	133.10	133.10	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>133.10</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>133.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>26.62</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>159.72</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>159.72</b>

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON SETENTA Y DOS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 13 DE 22

RUBRO : 7.1

UNIDAD: M2

DETALLE : REPOSICIÓN DE CONCRETO EN TABLERO

<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.					0.70
ANDAMIOS METALICOS	8.00	0.80	6.40	2.000	12.80
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>13.50</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	2.000	13.20
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	2.000	0.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>13.94</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
ADITIVO PARA MEJORAR LA ADHERENCIA DE MORTEROS (SIKA TOP 77)	KG	0.300	9.14	2.74	
CEMENTO	KG	22.500	0.15	3.38	
ARENA	M3	0.033	15.00	0.50	
AGUA	M3	0.020	2.20	0.04	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>6.66</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>34.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>6.82</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>40.92</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>40.92</b>

SON: CUARENTA DÓLARES CON NOVENTA Y DOS CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 14 DE 22**

RUBRO : 7.2

UNIDAD: M2

DETALLE : PROTECCIÓN CONTRA EFLORESCENCIA EN TABLERO

<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.					0.12
ANDAMIOS METALICOS	6.00	0.80	4.80	0.330	1.58
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.70</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	0.330	2.18
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.330	0.12
RESIDENTE DE OBRA EO B1	0.10	3.67	0.37	0.330	0.12
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.42</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS, LISTO PARA USAR (SIKA IMPERMUR)	KG	0.600	6.72	4.03	
BROCHA DE 4"	U	0.200	6.50	1.30	
AGUA	M3	0.100	2.20	0.22	
CEPILLO DE ALAMBRE	U	0.200	1.60	0.32	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>5.87</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>9.99</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>2.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>11.99</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>11.99</b>

**SON: ONCE DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS**  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 15 DE 22

RUBRO : 7.2

UNIDAD: M

DETALLE : SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN TABLERO

<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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
RESINA DE BAJA VISCOSIDAD. INCLUYE MANO DE OBRA (SIKADUR 52 INY.)	M	1.000	133.10	133.10	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>133.10</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>133.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>26.62</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>159.72</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>159.72</b>

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON SETENTA Y DOS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 16 DE 22

RUBRO : 8.1

UNIDAD: U

DETALLE : CONSTRUCCIÓN O ALARGAMIENTO DE LOS DRENES

<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.					0.26
ANDAMIOS METALICOS	6.00	0.80	4.80	0.500	2.40
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2.66</b>
<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>
PLOMERO EO D2	1.00	3.30	3.30	0.500	1.65
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	0.500	1.65
PEÓN EO E2	1.00	3.26	3.26	0.500	1.63
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.500	0.19
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>5.12</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
TUBERÍA PVC E/C 110 MM	ML	0.500	3.30	1.65	
UNION PVC 110 MM	U	1.000	1.70	1.70	
POLIPEGA	GAL	0.030	44.46	1.33	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>4.68</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>12.46</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>2.49</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>14.95</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>14.95</b>

**SON:** CATORCE DÓLARES CON NOVENTA Y CINCO CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 17 DE 22

RUBRO : 9.1

UNIDAD: M

DETALLE : REPARACIÓN O REPOSICIÓN DE SELLO DE JUNTAS DE DILATACIÓN

<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.					0.18
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.18</b>
<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>
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	0.500	3.30
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.500	0.19
RESIDENTE DE OBRA EO B1	0.10	3.67	0.37	0.500	0.19
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3.68</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
COMPUESTO ELÁSTICO DE POLIURETANO (SIKAFLEX 2C SL)	KG	1.200	18.90	22.68	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>22.68</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>26.54</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>5.31</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>31.85</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>31.85</b>

SON: TREINTA Y UN DÓLARES CON OCHENTA Y CINCO CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 18 DE 22**

RUBRO : 9.2

UNIDAD: M2

DETALLE : LIMPIEZA DE JUNTAS DE EXPANSIÓN

<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.					0.09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.09</b>
<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>
PEÓN EO E2	2.00	3.26	6.52	0.250	1.63
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.250	0.09
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.72</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.81</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>0.36</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.17</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>2.17</b>

**SON:** DOS DÓLARES CON DIECISIETE CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 19 DE 22**

RUBRO : 10.1

UNIDAD: M2

DETALLE : PINTURA DE COMPONENTES DE CONCRETO EN BARANDAS

<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.					0.09
ANDAMIOS METALICOS	1.00	0.80	0.80	0.270	0.22
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.31</b>
<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>
PEÓN EO E2	1.00	3.26	3.26	0.270	0.88
PINTOR EO D2	1.00	3.30	3.30	0.270	0.89
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.10	3.66	0.37	0.270	0.10
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.87</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
PINTURA DE ESMALTE	GAL	0.060	13.52	0.81	
THINNER	GAL	0.100	4.00	0.40	
LJA DE AGUA 9X11	U	0.200	0.60	0.12	
BROCHA DE 4"	U	0.200	6.50	1.30	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>2.63</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>4.81</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00					<b>0.96</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>5.77</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>5.77</b>

**SON:** CINCO DÓLARES CON SETENTA Y SIETE CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 20 DE 22**

RUBRO : 11.1

UNIDAD: M

DETALLE : SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS CON RESINA EPÓXICA EN ACERA

<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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
RESINA DE BAJA VISCOSIDAD. INCLUYE MANO DE OBRA (SIKADUR 52 INY.)	M	1.000	133.10	133.10	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>133.10</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>133.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>26.62</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>159.72</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>159.72</b>

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON SETENTA Y DOS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 21 DE 22

RUBRO : 12.1

UNIDAD: ML

DETALLE : REFORZAMIENTO A FLEXIÓN CON PLATINAS CFRP

<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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
PLATINAS DE FIBRAS DE CARBONO INCLUYE MANO DE OBRA	M	1.000	135.00	135.00	135.00
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>135.00</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>135.00</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>27.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>162.00</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>162.00</b>

SON: CIENTO SESENTA Y DOS DÓLARES

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y REFORZAMIENTO DEL PUENTE QUEBRADA RONDÁN (PROPUESTA 2)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 22 DE 22

RUBRO : 12.2

UNIDAD: M2

DETALLE : REFORZAMIENTO A CORTE CON TEJIDOS CFRP

<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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00</b>
<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>
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.00</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
TEJIDOS DE FIBRA DE CARBONO INCLUYE MANO DE OBRA	M2	1.000	110.95	110.95	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>110.95</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>110.95</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b> 20.00	<b>22.19</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>133.14</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>133.14</b>

SON: CIENTO TREINTA Y TRES DÓLARES CON CATORCE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: JULIO/2016

ELABORADO: GUSQUI CATERINE-RODRÍGUEZ ANDREA

## **6.12. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA**

Luego de haber realizado el análisis funcional y estructural del Puente Quebrada Rondán, se concluyó tanto la necesidad de un plan de mantenimiento correctivo como el análisis para un posible reforzamiento para las vigas exteriores, las cuales presentan serios problemas estructurales.

El plan de mantenimiento correctivo, buscará reparar las presentes fallas y con ello detener el deterioro de la estructura, permitiendo de esta forma que el puente alcance la vida útil para la cual fue diseñado.

El reforzamiento estructural tiene como finalidad incrementar la capacidad de carga y servicialidad de las vigas que presentan problemas de carácter estructural (vigas exteriores), dicho reforzamiento se realizará mediante la adición de fibras de carbono, lo cual resulta conveniente en este tipo de casos, puesto que los métodos de reforzamiento convencionales no brindan la seguridad y funcionalidad necesaria para este tipo de estructuras.

### 6.13. DISEÑO ORGANIZACIONAL



#### **6.14. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA**

Como respuesta a la problemática funcional y estructural del puente “Quebrada Rondán”, se realizó el diseño de dos propuestas de mantenimiento, las cuales buscan dar una respuesta técnico-eficiente con el fin de aseverar la seguridad y comodidad de los usuarios.

Aunque las propuestas expuestas en el presente proyecto investigativo son muy similares, es importante resaltar la diferencia de cada una de ellas.

La propuesta N°1, contempla la aplicación de un mantenimiento correctivo para las diferentes patologías encontradas y el reforzamiento estructural a flexión mediante fibras de carbono (Sika Carbodur S1214) y fibras de vidrio (Sika Wrap 100G).

El reforzamiento estructural esta dado en las dos vigas exteriores con el fin de proporcionar uniformidad a la estructura, puesto que la viga exterior ubicada aguas arriba presenta deterioro temprano considerable.

La propuesta N°2, contempla de igual forma la aplicación de un mantenimiento correctivo para las diferentes patologías encontradas y el reforzamiento estructural mediante fibras de carbono (Sika Carbodur S1214) y fibras de carbono (Sika Wrap 530C).

La diferencia entre las propuestas está dada por motivos económicos, puesto que el reforzamiento estructural es un rubro relativamente alto, dejando a buen criterio de la institución y técnicos pertinentes el análisis de las mismas, ya que ambos diseños cumplen con las solicitaciones actuales de carga.

## CAPITULO 7

### 7. BIBLIOGRAFÍA

- LÓPEZ, Javier. 2012. Refuerzo a flexión de vigas de hormigón mediante polímeros reforzados con fibra de carbono. Tesis Universidad Politécnica De Valencia.
- PARRA. C; MARTÍNEZ, E; VALCUENDE, M; GARRIDO, A. 2012. Análisis de métodos para evaluar el refuerzo a esfuerzo cortante con CFRP en vigas de hormigón armado.
- OTERO, Álvaro y OLLER, Eva. 2013. Refuerzo a cortante de elementos de hormigón armado mediante laminados de fibra de carbono. Tesis Escola de Camins.
- IBÁÑEZ, Carlos. 2013. Diseño del reforzamiento para la reparación o aumento de capacidad de carga de vigas para puentes de concreto reforzado utilizando fibra de carbono. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala.
- RAMÍREZ, Antonio. S/A. Diseño de materiales compuestos y aplicación en estructuras y geotecnia. Piura.
- CASTELLANOS, Raúl. 2009. Propuesta de un modelo para la evaluación de los puentes metálicos. Tesis Universidad de Oriente.
- PARRA, Santiago y SEDANO, German. 2011. Desarrollo de Una Metodología para la Evaluación del Estado de Puentes Existentes. Tesis Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones de la República del Perú.2009. Guía para inspección de puentes. Perú.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas de la República de Costa Rica.2007. Manual de inspección de puentes S.A.E.P. Costa Rica.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas de la República de Colombia.2007. Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (Pavimentada y en afirmado). Colombia.

- Ministerio de Transportes e Instituto Nacional de Vías de la República de Colombia.2008. Manual para la inspección visual de puentes y pontones. Colombia.
- Ministerio de Fomento Gobierno de España.2012. Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la red de Carreteras del Estado.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas de la República de Colombia. S/A. Especificaciones Técnicas Para La Elaboración De Inventarios Viales. Colombia.
- ORTIZ, Adriana y SANCHEZ, Luis.2014. Guía de inspección funcional y estructural de puentes de concreto reforzado tipo losa y losa sobre vigas. Tesis Universidad Nacional de Chimborazo.
- American Concrete Institute.2005. Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural ACI 318S-05 y Comentarios ACI 318R-05. Michigan Estados Unidos.
- AASHTO. Standard Specifications for Highway Bridges. Décimo séptima Edición. 2002.
- AASHTO. Aashto LRFD Bridge Design specifications.2010
- AASHTO. Standard Specifications for Highway Bridges. Décimo séptima Edición. 2002.
- ACI COMMITTEE 440. Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures ACI 440.2R-02. Michigan Estados Unidos.
- WINKLER, Eduardo. 2011. Proposición de Mantenimiento, Rehabilitación y Recomendaciones de Diseño para Puentes de la Región de Los Lagos. Tesis Universidad Austral de Chile.
- SANTANA, Rodrigo. 2006. Mantenimiento de puentes de hormigón armado y mixto. Tesis Universidad Austral de Chile.
- YANEZ, Sandy. 2008. Evaluación del estado de servicio de puentes en vías secundarias de Santander. Tesis Universidad Industrial de Santander.

- VALENZUELA, Sergio. 2008. Metodología de gestión de puentes a nivel de red basada en inspección visual. Tesis Pontificia Universidad Católica de Chile.
- ROSERO, Luis. 2013. Reforzamiento de estructuras de hormigón armado con FRP (Fiber Reinforced Polymers). Aplicación al caso de refuerzo de una losa y columnas de un salón de audiovisuales y un auditorio. Tesis Escuela Politécnica del Ejercito. Ecuador.

**CAPITULO 8**

**8.APÉNDICES Y ANEXOS**

## 8.1. Panel Fotográfico



**Ilustración 88** Recolección de Información General del Puente Quebrada Rondán



**Ilustración 89** Determinación de áreas huecas en vigas del Puente Quebrada Rondán



**Ilustración 90** Realización del Ensay. de Esclerómetro en estribos del Puente Quebrada Rondán



**Ilustración 91** Realización del ensayo de Esclerómetro en viga exterior del Puente Quebrada Rondán



**Ilustración 92** Realización del ensay. de Esclerómetro en viga interior del Puente Quebrada Rondán



**Ilustración 93** Realización del ensayo de Esclerómetro en barandas del Puente Quebrada Rondán



**Ilustración 94** Detección de armadura en aceras para la realización del ensayo de Esclerómetro



**Ilustración 95** Conteo Vehicular en el Puente Quebrada Rondán



**Ilustración 96** Vehículo tipo Bin 3 - Carril Socavón-Guamote



**Ilustración 97** Vehículo tipo Bin 6 - Carril Guamote-Socavón



**Ilustración 98** Vehículo tipo Bin 6 - Carril Socavón-Guamote



**Ilustración 99** Vehículo tipo Bin 6 con acople- Carril Guamote-Socavón

## **8.2. Planos de diseño del puente “Quebrada Rondán”**