

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE
LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN - CAJAMARCA”**

Tesis Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por el Bachiller:

FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES

Asesor:

MG. ING. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA

Cajamarca – Perú – 2017

DEDICATORIA

A Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres Godofredo Barrantes Celis y Socorro Troyes Guarníz por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos, Cynthia, Tania, Greysi y Godofredo por estar siempre presente, dándome siempre ánimos y deseando lo mejor para mí. También a Berceliza que ha sido como mi segunda madre quien siempre ha estado guiándome, aconsejándome en todo momento de mi vida.

A toda mi familia por siempre estar allí, darme las fuerzas y el apoyo para seguir adelante en cada momento.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a dios por haberme dado la oportunidad de llegar hasta este punto de mi vida, con lo cual logro llegar a cumplir uno de mis grandes sueños de ser profesional, logro que me servirá para desarrollarme de aquí en adelante tanto social como profesionalmente, y estoy seguro que lo lograre satisfactoriamente.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, en especial a los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil, quienes me otorgaron los conocimientos necesarios para brindar un servicio profesional de calidad a la comunidad cajamarquina y peruana.

A mi asesor Mg. Ing. Héctor A. Pérez Loayza, por su valiosa orientación, sus conocimientos, colaboración, por su calidad humana y trabajo dedicado para hacer posible la realización de la presente investigación.

A mi tío Ing. Eduardo Barrantes Mejía quien siempre estuvo apoyándome, aconsejándome y desea siempre lo mejor para mi persona.

A mis amigos Katia, Erick, Carlos, Fernando, Percy, Alexander, Carmen; por estar conmigo todo este tiempo donde he vivido momentos felices y tristes, a ellos por brindarme su valiosa amistad.

INDICE DE CONTENIDOS

1	CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	2
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3	HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION.....	4
1.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	5
1.5	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.6	ALCANCES.....	6
1.7	LIMITACIONES.....	7
1.8	OBJETIVOS.....	7
2	CAPITULO II. MARCO TEORICO.....	8
2.1	ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1.1	ANTECEDENTES INTERNACIONALES A NIVEL DE INVESTIGACION.....	8
2.1.2	ANTECEDENTES NACIONALES A NIVEL DE INVESTIGACION.....	9
2.1.3	ANTECEDENTES LOCALES A NIVEL DE INVESTIGACION.....	9
2.2	BASES TEÓRICAS.....	10
2.2.1	PUENTES.....	10
2.2.2	SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE.....	10
2.2.3	SUBESTRUCTURA.....	11
2.2.4	OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	12
2.2.5	CONSIDERACIONES GENERALES DE LA NORMA MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES – MTC 2016.....	13
2.3	PATOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	22
2.4	PATOLOGÍA DEL CONCRETO.....	22
2.5	PATOLOGÍAS EN PUENTES.....	22
2.6	DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO.....	23
2.7	TIPOS DE LESIONES EN EL CONCRETO.....	23
2.8	LESIONES FÍSICAS.....	23
2.9	LESIONES MECÁNICAS.....	25
2.10	LESIONES QUÍMICAS.....	29
2.11	DAÑOS POR PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEFICIENTES.....	32
2.12	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.....	33
2.13	INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGIAS DEL CONCRETO.....	35
2.14	CONTROL DE FISURACIÓN EN EL CONCRETO.....	36
2.15	MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES.....	36
2.16	ESTUDIO DE TRÁFICO.....	36
2.17	MODELAMIENTO DEL PUENTE EN EL SOFTWARE CSI BRIDGE 2017.....	39
2.18	VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL EN UN PUENTE.....	40

2.19	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO	40
3	CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS.....	41
3.1	MATERIALES Y EQUIPOS.....	41
3.2	DELIMITACIÓN ESPACIAL	41
3.3	PLANO DE LOCALIZACIÓN.....	42
3.4	UBICACIÓN GEOGRAFICA	43
3.5	DELIMITACIÓN TEMPORAL	45
3.6	ALCANCE DE LA INVESTIGACION	45
3.6.1	POBLACIÓN DE ESTUDIO.	45
3.6.2	MUESTRA.....	46
3.6.3	UNIDAD DE ANÁLISIS.	46
3.7	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	46
4	CAPITULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	50
4.1	ENSAYO DEL MARTILLO DE REBOTE ESCLERÓMETRO	50
4.2	ESTUDIO DE TRAFICO PUENTE PAKAMUROS.....	56
4.3	MODELAMIENTO DEL PUENTE PAKAMUROS EN EL CSI BRIDGE V19. 2017	69
4.4	ANALISIS DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL EN PUENTE PAKAMUROS	82
4.4.1	UNIDAD DE ANÁLISIS 01- VIGA PRINCIPAL V-1.....	85
4.4.2	UNIDAD DE ANÁLISIS 02 – VIGA PRINCIPAL V-2.....	87
4.4.3	UNIDAD DE ANÁLISIS 03 – VIGA PRINCIPAL V-3.....	89
4.4.4	UNIDAD DE ANÁLISIS 04 – VIGA PRINCIPAL V-4.....	92
4.4.5	UNIDAD DE ANÁLISIS 05 – VIGAS DIAFRAGMAS D-1	94
4.4.6	UNIDAD DE ANÁLISIS 06 – VIGAS DIAFRAGMAS D-2	96
4.4.7	UNIDAD DE ANÁLISIS 07- LOSA MARGEN DERECHO	98
4.4.8	UNIDAD DE ANÁLISIS 08 – PUENTE MARGEN IZQUIERDO	100
4.4.9	UNIDAD DE ANÁLISIS 09 – LOSA DE APROXIMACION MARGEN DERECHO	102
4.4.10	UNIDAD DE ANÁLISIS 10 –LOSA DE APROXIMACION MARGEN IZQUIERDO	104
4.4.11	UNIDAD DE ANÁLISIS 11 –VEREDA PEATONAL MARGEN DERECHO	106
4.4.12	UNIDAD DE ANÁLISIS 12 –VEREDA PEATONAL MARGEN IZQUIERDO	107
4.4.13	UNIDAD DE ANÁLISIS 13 - TABLERO MARGEN DERECHO	110
4.4.14	UNIDAD DE ANÁLISIS 14 – TABLERO MARGEN IZQUIERDO	112
4.5	RESUMEN DE RESULTADOS VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL.....	114
5	CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
5.1	CONCLUSIONES	121
5.2	RECOMENDACIONES	122
6	CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	123
7	CAPITULO VII. ANEXOS.....	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Operacionalización de variables	5
Tabla N° 2 Combinaciones de Cargas y Factores de Cargas.....	15
Tabla N° 3 Factores de Carga para Cargas Permanentes	15
Tabla N° 4 Fracción de tráfico de camiones en un único carril.....	16
Tabla N° 5 Factores por Presencia Múltiple de Sobrecargas	16
Tabla N° 6 Incremento por Carga Dinámica (IM).....	17
Tabla N° 7 Formulas para el Cálculo de las Deflexiones.....	18
Tabla N° 8 Pesos Específicos de Algunos Materiales	19
Tabla N° 9 Clasificación Vehicular para el Conteo.	37
Tabla N° 10 Estaciones de Conteo.....	38
Tabla N° 11 Ubicación Geográfica.....	43
Tabla N° 12 Muestras tomadas con el esclerómetro en las vigas de la Ampliación de Puente Margen Derecho, Aguas Arriba.....	50
Tabla N° 13 Muestras tomadas en el Diafragma D-1 y Viga Principal V-3	51
Tabla N° 14 Muestras tomadas en el Estribo y Viga Principal V-4, Ampliación de Puente Margen Izquierdo, aguas abajo.....	51
Tabla N° 15 Muestra tomada en la Losa de la Ampliación de puente aguas arriba.	52
Tabla N° 16 Resultados obtenidos por el esclerómetro en las Ampliaciones de puentes	52
Tabla N° 17 Muestra tomada en la Viga Principal V-2, Puente Antiguo	53
Tabla N° 18 Muestras tomadas con el Ensayo Destructivo de Extracción de Diamantina	54
Tabla N° 19 Factor de corrección de resistencia	55
Tabla N° 20 Resumen de resistencias de cada componente estructural del puente	56
Tabla N° 21 Resumen de las Deflexiones de las dos Ampliaciones de Puentes.....	76
Tabla N° 22 Cuadro comparativo de los momentos en las vigas para las áreas de acero	81
Tabla N° 23 Nivel de Vulnerabilidad adaptado para Puentes.	84
Tabla N° 24 Parámetros Propuestos para Analizar la Vulnerabilidad Estructural del Puente.....	85
Tabla N° 25 Rango Numérico para el Análisis de la Vulnerabilidad	85
Tabla N° 26 Evaluación de la Unidad de Análisis 01-14.....	86
Tabla N° 40 Daños encontrados con total de áreas afectadas en Ampliaciones de Puentes.....	114
Tabla N° 41 Porcentaje de afectación de las componentes Ampliación de puente aguas arriba	115
Tabla N° 40 Porcentaje de afectación de componentes Ampliación de puente aguas abajo	116
Tabla N° 41 Nivel de vulnerabilidad de las componentes de ampliación de puente aguas arriba	117
Tabla N° 42 Nivel de vulnerabilidad de las componentes Ampliación de puente aguas abajo.....	117
Tabla N° 43 Resumen de resultados por unidad de análisis del puente Pakamuros	118
Tabla N° 43 Análisis Global de la Vulnerabilidad Estructural del Puente.....	120

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Viga principal V-3 de puente con presencia de humedad	24
Figura N° 2. Mal diseño del drenaje y filtración en la viga principal V-1	25
Figura N° 3. Desprendimiento del concreto en la viga principal V-1 del puente.	26
Figura N° 4. Desgaste por abrasión en la losa del puente.	26
Figura N° 5. Eflorescencia del concreto en la viga principal V-3 del puente.....	30
Figura N° 6. Oxidación de acero estructural expuesto a la intemperie	30
Figura N° 7. Corrosión del concreto en la viga principal del puente Pakamuros	31
Figura N° 8. Se aprecia la Deflexión en la Viga Principal V-4 del Puente Pakamuros.	33
Figura N° 9. Ubicación del Puente de la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén.....	42
Figura N° 10. Ubicación del Puente	43
Figura N° 11. Mapa de Localización de la Provincia de Jaén.....	44
Figura N° 12. Mapa de ubicación de la provincia de Jaén y sus distritos	44
Figura N° 13. Por motivo de análisis llamaremos V-1 y V-2 a las vigas principales de la Ampliación de puente margen derecho, aguas arriba.	48
Figura N° 14. Por motivo de análisis llamaremos V-3 y V-4 a las vigas principales de la Ampliación de puente margen izquierdo, aguas abajo.	49
Figura N° 15. Prueba del esclerómetro	50
Figura N° 16. Vista en 3D generado por el software Csi Bridge Ampliación de puente aguas arriba	70
Figura N° 17. Vista en 3D generado por el software Csi Bridge Ampliación de puente aguas abajo.....	70
Figura N° 18. Grafica de cargas de barandas Ampliación de puente aguas arriba .	71
Figura N° 19. Grafica de cargas de vereda Ampliación de puente aguas arriba	71
Figura N° 20. Grafica de cargas de sardinel Ampliación de puente aguas arriba ...	71
Figura N° 21. Grafica de cargas LP peatonal Ampliación de puente aguas arriba..	72
Figura N° 22. Grafica de cargas de barandas Ampliación de puente aguas abajo .	72
Figura N° 23. Grafica de cargas de vereda Ampliación de puente aguas abajo	73
Figura N° 24. Grafica de cargas de sardinel Ampliación de puente aguas abajo....	73
Figura N° 25. Grafica de cargas de LP peatonal Ampliación de puente aguas abajo	73
Figura N° 26. Deflexión horizontal viga V-1, Ampliación de puente aguas arriba....	74
Figura N° 27. Deflexión horizontal viga V-2, Ampliación de puente aguas arriba....	75

Figura N° 28. Deflexión horizontal viga V-3, Ampliación de puente aguas abajo. ...	75
Figura N° 29. Deflexión horizontal viga V-4, Ampliación de puente aguas abajo	76
Figura N° 30. Colocación de Acero según el Expediente Técnico Viga Principal V-2	77
Figura N° 31. Colocación de Acero según el Expediente Técnico Viga Principal V-1	77
Figura N° 32. Colocación de Acero según el Expediente Técnico Viga Principal V-4	78
Figura N° 33. Colocación de Acero según el Expediente Técnico Viga Principal V-3	78
Figura N° 34. Momento obtenido por el Combo de Resistencia I Viga Principal V-2	79
Figura N° 35. Momento obtenido por el combo de Resistencia I considerando las áreas de acero del Expediente Técnico, Puente Margen Derecho.	79
Figura N° 36. Momento obtenido por el Combo de Resistencia I Viga Principal V-1	79
Figura N° 37. Momento obtenido por el Combo de Resistencia I considerando las áreas de acero del Expediente Técnico, Puente Margen Derecho.	80
Figura N° 38. Momento Máximo para la Combinación de resistencia I, Viga Principal V-4.....	80
Figura N° 39. Diagrama de Momentos máximo y mínimo combinación de Resistencia I con el acero colocado del Expediente Técnico, Puente Margen Izquierdo	80
Figura N° 40. Momento Máximo para la Combinación de resistencia I, Viga Principal V-3.....	81
Figura N° 41. Diagrama de Momentos máximo y mínimo combinación de Resistencia I con el acero colocado del Expediente Técnico, Puente Margen Izquierdo	81
Figura N° 42. Ampliación de puente Margen Derecho, Aguas Arriba.....	83
Figura N° 43. Ampliación de puente Margen Izquierdo, Aguas Abajo.....	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1	Camión de diseño según la carga HL-93.....	20
Gráfico N° 2	Tándem de diseño según la carga HL-93.....	21
Gráfico N° 3	Tipos de fisuras en vigas longitudinales.	27
Gráfico N° 4	Esquema del Esclerómetro.....	35
Gráfico N° 5	Metodología de la Investigación	47
Gráfico N° 6	Resistencias del concreto obtenidas por el ensayo de esclerómetro. 53	
Gráfico N° 7	Resistencias obtenidas por la Extracción de Diamantinas	55
Gráfico N° 8	Volumen de tráfico día domingo 24 horas.	57
Gráfico N° 9	Composición del tráfico día domingo.....	57
Gráfico N° 10	Incidencia del tráfico día domingo.	58
Gráfico N° 11	Volumen de tráfico día lunes 24 horas.	58
Gráfico N° 12	Composición del tráfico día lunes.	59
Gráfico N° 13	Incidencia del tráfico día lunes.....	59
Gráfico N° 14	Volumen de tráfico día martes.....	60
Gráfico N° 15	Composición del tráfico día martes.....	60
Gráfico N° 16	Composición del tráfico día martes.....	61
Gráfico N° 17	Volumen del tráfico día miércoles.....	61
Gráfico N° 18	Composición del tráfico día miércoles.	62
Gráfico N° 19	Incidencia del tráfico día miércoles.....	62
Gráfico N° 20	Volumen de tráfico día jueves.....	63
Gráfico N° 21	Composición del tráfico día jueves.	63
Gráfico N° 22	Incidencia del tráfico día jueves.....	64
Gráfico N° 23	Volumen de tráfico día viernes.	64
Gráfico N° 24	Composición del tráfico día viernes.	65
Gráfico N° 25	Incidencia del tráfico día viernes.....	65
Gráfico N° 26	Volumen del tráfico día sábado.	66
Gráfico N° 27	Composición del tráfico día sábado.....	66
Gráfico N° 28	Incidencia del tráfico día sábado.	67
Gráfico N° 29	Composición del tráfico día domingo.....	67
Gráfico N° 30	Composición del tráfico de toda la semana.	68
Gráfico N° 31	Resumen del tráfico de toda la semana.	68
Gráfico N° 32	Tipos de daños encontrados en la viga principal V-1.	87
Gráfico N° 33	Tipos de daños encontrados en la viga principal V-2.	89

Gráfico N° 34 Tipos de daños encontrados en la viga principal V-3.	91
Gráfico N° 35 Tipos de daños encontrados en la viga principal V-4.	93
Gráfico N° 36 Tipos de daños encontrados en las vigas diafragmas D-1.	95
Gráfico N° 37 Tipos de daños encontrados en la Vigas Diafragmas D-2.	97
Gráfico N° 38 Tipos de daños encontrados en la Losa de Puente Margen Derecho	99
Gráfico N° 39 Tipos de daños encontrados en la Losa de Puente Margen Izquierdo	101
Gráfico N° 40 Tipos de daños encontrados en la Losa de Aproximación Margen Derecho.....	103
Gráfico N° 41 Tipos de daños encontrados en la Losa de Aproximación Margen Izquierdo	105
Gráfico N° 42 Tipos de daños encontrados en la Vereda Margen Derecho.....	107
Gráfico N° 43 Tipos de daños encontrados en la vereda Margen Izquierdo	109
Gráfico N° 44 Tipos de daños encontrados en el Tablero Margen Derecho	111
Gráfico N° 45 Tipos de daños encontrados en el Tablero Margen Izquierdo	113
Gráfico N° 46 Tipos de daños encontrados en Ampliación de puentes	114
Gráfico N° 47 Nivel de vulnerabilidad total Ampliación de puente aguas arriba	115
Gráfico N° 48 Áreas afectadas y/o áreas no afectadas de las componentes del ampliación de puente aguas arriba.	115
Gráfico N° 49 Nivel de vulnerabilidad total en el Ampliación de puente aguas abajo	116
Gráfico N° 50 Áreas afectadas y/o áreas no afectadas de las componentes del Ampliación de puente margen izquierdo, aguas abajo.....	116
Gráfico N° 51 Nivel de vulnerabilidad estructural de las componentes del Ampliación de puente aguas arriba	117
Gráfico N° 52 Nivel de vulnerabilidad estructural de las componentes ampliación de puente margen izquierdo, aguas abajo	118
Gráfico N° 53 Nivel de Vulnerabilidad Total del Puente Pakamuros	119
Gráfico N° 54 Áreas afectadas y/o áreas no afectadas de las componentes del puente Pakamuros	119

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo principal analizar el nivel de vulnerabilidad estructural en los elementos estructurales del puente Pakamuros. La metodología empleada fue descriptiva, mixta, no experimental y de corte transversal. Se identificó y cuantifico el daño encontrado a través de los porcentajes de áreas afectadas de este modo se estableció un diagnóstico de su estado actual; se empleó la técnica de la observación y con la ayuda de ensayos no destructivos se determinó la resistencia del concreto ($f'c$) haciendo uso del esclerómetro en todas las componentes estructurales del puente, la resistencia promedio obtenida en ambas Ampliaciones de puente, no cumple con la especificación técnica debido a que se encuentra por debajo de la resistencia de diseño. Se hizo el modelamiento en el software CSI BRIDGE V19.2 2017 lo cual nos permitió analizar el comportamiento estructural del puente a través de las deflexiones encontradas y la comprobación de las áreas de acero en las vigas principales y verificar mediante el Manual de Diseño de Puentes del MTC-2016, las condiciones de diseño del puente en análisis, se realizó el estudio de tráfico para saber la funcionalidad y serviciabilidad a la que está expuesto el puente diariamente lo cual se llegó a la conclusión que el 59.46% es tráfico liviano(autos, camionetas y combis) y el 40.54% es tráfico pesado(buses, ómnibus, semi-traileres y tráileres), con un IMD semanal de 6293 Veh/día, lo cual representa una alta transitabilidad en el puente. Se elaboró una ficha de inspección de cada uno de los elementos hacer analizados, que luego fue procesada. Concluyéndose que el 58.22% de los componentes estructurales del puente en estudio presentan patologías y daño estructural, siendo las de mayor área fisuras, desgaste por abrasión, grietas y desprendimientos. Por lo tanto, según los parámetros propuestos el rango numérico es **3**. Por ende, el nivel de vulnerabilidad estructural del puente es **Alta**.

Palabras Clave: Puente Pakamuros, Vulnerabilidad Estructural, Patologías y Daños Encontrados, Elementos Estructurales.

ABSTRACT

The main objective of this work is to analyze the level of structural vulnerability in the structural elements of the Pakamuros bridge. The methodology used was descriptive, mixed, non-experimental and cross-sectional. The damage found through the percentages of affected areas was identified and quantified, thus establishing a diagnosis of their current state; Was used the observation technique and with the help of non-destructive tests the concrete resistance ($f'c$) was determined by making use of the sclerometer in all the structural components of the bridge, the average resistance obtained in both bridge extensions, does not comply With the technical specification because it is below the design resistance. The modeling was done in software CSI BRIDGE V19.2 2017 which allowed us to analyze the structural behavior of the bridge through the deflections found and the verification of the steel areas in the main beams and verify through the Bridge Design Manual Of MTC-2016, the design conditions of the bridge under analysis, the traffic study was carried out to know the functionality and service to which the bridge is exposed daily, which concluded that 59.46% is light traffic , Trucks and buses) and 40.54% is heavy traffic (buses, buses, semi-trailers and trailers), with a weekly IMD of 6293 veh / day, which represents a high level of traffic on the bridge. An inspection form was drawn up for each of the analyzed items, which was then processed. It is concluded that 58.22% of the structural components of the bridge under study present pathologies and structural damage, being the ones of greater area fissures, wear by abrasion, cracks and detachments. Therefore, according to the proposed parameters the numerical range is 3. Therefore, the level of structural vulnerability of the bridge is High.

Keywords: Pakamuros Bridge, Structural Vulnerability, Pathologies and Damage Found, Structural Elements.

1 CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

(Serpa & Samper , 2014). Los puentes son estructuras viales que se construyen por necesidades urbanas o rurales, apuntando al crecimiento y desarrollo de la infraestructura vial de un país, son tan antiguos como la civilización misma, ya que desde el momento que alguien cruzó un tronco de árbol para atravesar una zanja o un rio, empezó su historia.

(Serpa & Samper , 2014). La importancia de los puentes se evidencia en el desarrollo y progreso representado en las sociedades, teniendo en cuenta que permiten no sólo interconectar áreas específicas sino crear enlaces económicos, sociales y urbanísticos. De ahí, el gran hincapié que se realiza para impulsar la investigación de los mismos, con el fin de que esto permita una construcción y mantenimiento óptimo y apropiado de estas estructuras. Sin embargo, el transcurrir del tiempo y la incidencia de factores externos las deterioran comprometiendo tanto el aspecto estético como estructural, perdiendo su capacidad de resistencia, llegando inclusive a un colapso parcial o total.

La infraestructura vial de una ciudad es parte fundamental de su desarrollo social, así como su conservación. Parte de esta lo conforman los puentes que constituyen una estructura de conectividad, los cuales se deben programar para cumplir con nuevas exigencias de crecimiento y de desarrollo de la región.

(Contreras Perez & Reyes Ravelo, 2014). El deterioro de un puente dificulta el desplazamiento vehicular y peatonal, ocasionando incomodidad y a la vez inseguridad para los usuarios, por lo cual se debe realizar trabajos de mantenimiento y conservación para garantizar el buen funcionamiento de éste.

La siguiente investigación se centró en uno de los puentes de la ciudad de Jaén cuya longitud es 26m de tipo viga losa, simplemente apoyado ubicado en la Av. Pakamuros. El estudio de la vulnerabilidad del puente estará dado por las patologías encontradas en el concreto lo cual afecta a sus principales elementos estructurales. En este se realizaron pruebas y ensayos no destructivos que tenían como objetivo ayudar a verificar la resistencia del concreto con la que fue diseñado y responder la pregunta de investigación: ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad que presenta la estructura del puente de la Av. Pakamuros, en donde

se localizan dichas fallas estructurales, cuáles son sus características, en qué estado de deterioro estructural se encuentra el puente y cuál sería el diagnóstico estructural del Puente?

El objetivo general de dicha investigación fue analizar la vulnerabilidad estructural del puente de la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén, departamento de Cajamarca, y los específicos fueron, Verificar los resultados obtenidos a través de la utilización del software Csi Bridge V19.1, determinar mediante ensayos no destructivos las condiciones estructurales y Realizar el estudio de tráfico para analizar la carga diaria a la que está expuesta dicha estructura y verificar si está cumpliendo para lo cual fue diseñado dicho puente

Con este estudio propongo diagnosticar y analizar las principales causas de la aparición de fallas estructurales en el puente para así poder contribuir con la solución a los problemas que se presentan en él. Se elaboró una ficha de inspección en la cual se detallara la metodología utilizada en esta investigación la cual se analizara por áreas afectadas de cada uno de los elementos estructurales. El procesamiento de los datos e información recolectada se realizó de acuerdo al plan de análisis establecido para este estudio.

El aporte de la presente investigación es facilitar información a la autoridad edil al área técnica de la Municipalidad Provincial de Jaén. Para tomar las decisiones más adecuadas y dar solución a corto plazo, dado que la estructura presenta vulnerabilidad estructural y esta propenso al colapso.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

(Muñoz E. , 2001). Son diversos los casos de colapsos y fallas de puentes vehiculares y peatonales en nuestro medio y a nivel mundial; este problema debe ser objeto de reflexión y análisis por parte de la Ingeniería Civil para determinar sus causas y posibles soluciones. La existencia de un gran número de puentes con importantes problemas patológicos fue la motivación para realizar esta investigación.

De acuerdo a la observación visual in situ realizado en dicho puente, se pudo notar daños estructurales que acentúan la vulnerabilidad del puente. A continuación, se hará una

breve descripción de los diversos problemas encontrados en dicho puente tales como: fisuras y grietas en sus principales elementos estructurales (vigas, diafragmas y tablero). Problemas con el drenaje que afecta directamente en las estructuras de concreto armado produciendo filtración y eflorescencia, lo concerniente a vigas principales desprendimiento del recubrimiento del material, se nota el acero expuesto a la intemperie y en proceso de oxidación.

Según el Manual de Diseño de Puentes publicado en enero 2016, el concreto en obras de infraestructuras vial debe ser mayor o igual a $280\text{kg}/\text{cm}^2$, el cual está por debajo de la resistencia requerida. Presenta serias deficiencias técnicas en los procesos constructivos encontrándose deflexiones que están fuera de lo permisible según las normas de diseño. También se encontró desgaste por abrasión e impacto en la losa del concreto debido alta demanda vehicular a la que está expuesta dicha estructura. Lo cual en conjunto presenta deterioros prematuros en el puente, por ende, es necesario conocer y determinar las patologías presentes hasta el momento, con el fin de lograr una prevención desde la etapa de diseño y construcción y así prolongar el estado de conservación y funcionalidad de estas estructuras

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El puente de la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén, tiene aproximadamente 3 años de funcionamiento, el cual presenta serias patologías en sus principales elementos estructurales tales como: Fisuras, grietas, desprendimientos, deflexiones máximas, áreas de acero que no cumplen, concreto de mala calidad y baja resistencia.

En tal sentido se formula la siguiente interrogante:

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad estructural del puente de la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén - Cajamarca?

1.3 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

1.3.1 HIPOTESIS GENERAL

- ✓ El puente en la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén – Cajamarca, presenta una alta vulnerabilidad estructural.

1.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- ✓ El puente de la Av. Pakamuros al realizar los ensayos no destructivos del concreto, no cumple con la resistencia con la que fue diseñada.
- ✓ El puente de la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén – Cajamarca al realizar un estudio de tráfico, no está cumpliendo para el tren de cargas para el cual fue diseñado. No cumple con las deflexiones máximas permisibles y las áreas de acero en las vigas principales. Presenta alto porcentaje de áreas afectadas en sus principales elementos estructurales.

1.3.3 DEFINICIÓN DE VARIABLES

1.3.3.1 Variables Independientes

- Procesos constructivos deficientes
- Patología y daño estructural
- Deflexiones encontradas y áreas de acero que no cumplen.

1.3.3.2 Variables Dependientes

- Vulnerabilidad estructural del puente.

1.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla N° 1 Operacionalización de variables

VARIABLES		DEFINICION - CONCEPTO	INDICADOR	INDICE	TECNICA	INSTRUMENTO	FUENTE
DEPENDIENTES	INDEPENDIENTES						
Vulnerabilidad estructural del puente.	Proceso constructivos deficientes Patologías y daño estructural Deflexiones máximas encontradas y áreas de acero que no cumplen.	Los casos de colapsos y fallas de puentes. El problema es objeto de análisis por parte de la Ingeniería para determinar posibles soluciones.	1. Concreto de mala y baja calidad 2. Porcentaje de áreas afectadas 3. Deflexiones y áreas de acero que no cumplen.	Análisis	Ensayo del esclerómetro, Propuesta de análisis de vulnerabilidad mediante elaboración de ficha de inspección, estudio de tráfico.	Observación, recopilación de información y procesamiento de las muestras extraídas en el Puente.	Ensayo realizado en el laboratorio para la verificación de la calidad del concreto

Fuente: Elaboración Propia

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio nos permitirá evaluar los daños y las patologías encontradas para finalmente conocer el nivel de vulnerabilidad del puente en la Av .Pakamuros.

- ✓ Es un puente que tiene 3 años de funcionamiento, pero ya presenta serias fallas en sus principales elementos estructurales, lo cual con lleva a tener un elevado porcentaje de áreas afectadas, esto genera un nivel de vulnerabilidad alto.
- ✓ La necesidad de conocer el estado actual de los elementos estructurales del Puente; a partir de la determinación y evaluación de las patologías encontradas; para establecer el nivel de vulnerabilidad que presenta, Por lo tanto, será presentado a la Municipalidad Provincial de Jaén para que pueda servir de base en futuras decisiones de reparación, mantenimiento o reconstrucción.
- ✓ Por ser un puente principal de gran importancia y cuya transitabilidad es alta, lo cual genera desarrollo social, económico y político; cabe señalar que no existe conformidad con el expediente técnico de dicha obra ejecutada, debido a que no estaría cumpliendo con las especificaciones técnicas; el mismo que no cuenta con los estándares establecidos por el Manual de Diseño de Puentes, aprobado mediante Resolución Directoral N° 041-2016-MTC/14, y publicado de fecha 18 de enero 2016.

1.6 ALCANCES

- ✓ La investigación contiene el análisis de la vulnerabilidad estructural del puente de la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén - Cajamarca, donde se medirá las deflexiones en las vigas principales, se realizará la prueba del esclerómetro, para verificar la resistencia del concreto, también se analizará, las diferentes fallas y patologías encontradas en dicho puente.
- ✓ Revisión del Expediente técnico y comparar con lo indicado por el Manual de Diseño de Puentes 2016.
- ✓ Realizar un Estudio de Tráfico y verificar si cumple con la carga para la cual fue diseñado.

1.7 LIMITACIONES

- ✓ Solo se estudiarán a nivel superficial, ya que las cimentaciones profundas son casos especiales y necesitan un nuevo estudio específico más amplio.
- ✓ El estudio será a nivel de Superestructura, no se realizará un Estudio de Fundaciones ni de Mecánica de Suelos.
- ✓ No se realizará el estudio de socavación en los estribos.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Analizar la vulnerabilidad estructural del puente de la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén - Cajamarca.

1.8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Diagnosticar el nivel de vulnerabilidad estructural con el porcentaje de áreas afectadas del puente de la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén – Cajamarca.
- ✓ Verificar los cálculos del diseño estructural mediante la utilización del software Csi Bridge V19.1, las condiciones reales de la estructura y las normas vigentes.
- ✓ Determinar mediante ensayos no destructivos las condiciones estructurales del puente Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén-Cajamarca.
- ✓ Realizar el estudio de tráfico para analizar la carga diaria a la que está expuesta dicha estructura y verificar si está cumpliendo.

2 CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.

(Clemente, 2015). Los puentes son considerados elementos importantes de las carreteras, estos se diseñan de manera funcional, de modo que ofrezcan a los usuarios seguridad y facilidad en su desplazamiento.

(Tapia, 2012). Es muy importante que los puentes carreteros se rijan por normas que establezcan los parámetros de seguridad y utilidad. Gran parte de ellos se diseñan según las normas de la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO). Este documento contiene las especificaciones necesarias y son muy conocidas a nivel mundial especialmente en aquellos países que no cuentan con normativa de diseño.

(Tapia, 2012). Los manuales de la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), conocidas a nivel mundial son herramienta importante en todo lo relacionado a la ingeniería de puentes. En 1970 se publicó la primera edición de AASHTO Manual for Maintenance Inspection of Bridges (Manual AASHTO de inspección para el mantenimiento de puentes) y han evolucionado tomando en consideración los eventos sísmicos que se registraron en Estados Unidos como el ocurrido en 1994 en Northridge, California así como el de Kobe en 1995, estos han demostrado lo vulnerables que son los puentes, debido a esto se vio la urgencia de realizar investigaciones experimentales y numéricas orientadas al desarrollo de efectivos procedimientos para evaluar la vulnerabilidad de puentes.

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES A NIVEL DE INVESTIGACION.

(Serpa & Samper, 2014) Evaluación, Diagnostico, Patología y Propuesta de Intervención del Puente sobre el Caño el Zapatero a la Entrada de la Escuela Naval Almirante Padilla. Cartagena, Marzo 2014. Obtuvo como conclusión de tesis 4 partes. La primera es el análisis de los planos estructurales y la descripción de los elementos que componen la estructura. La segunda es la evaluación patológica del puente, aquí se mostró las patologías encontradas durante la investigación, y los resultados obtenidos de las pruebas destructivas realizadas. La

tercera comprende el análisis de los resultados obtenidos por el estudio. La cuarta y última parte propuesta de intervención a partir de las patologías encontradas.

Según (Lanamme, 2011) se llegó a la conclusión que “El puente Palomo-Rio Grande posee un alto grado de vulnerabilidad y presenta corrosión en muchos de sus elementos, la superestructura posee un alto grado de vibración debido a los daños que presenta las vigas de rigidez y estas vibraciones comprometen la estabilidad del puente, la cual no ofrecen seguridad al tráfico vehicular ni peatonal”.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES A NIVEL DE INVESTIGACION

Según evaluación realizado (Andia ROJAS, 2016) “Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto Armado en los Elementos Estructurales del Puente Vehicular Chancara de Tipo Viga-Losa, en el Rio Pongora, Provincia de Huamanga, Región Ayacucho, marzo - 2016. Llego a la conclusión que el 60.46% presenta patologías cuyo nivel de severidad es de orden 4 Muy malo. Recomienda realizar la demolición y posterior construcción del puente”.

Debido a la evaluación realizada por (Villacorta, 2014) “Evaluación y Determinación de las Patologías de las Estructuras de los Puentes Vehiculares: Puente Simón Bolívar y Puente Confraternidad Internacional Este de la Provincia de Huaraz, Departamento de Áncash, Julio – 2014. En el estudio se encontró como patología relevante las grietas, las oxidaciones, corrosión y faltante de juntas, lo que afecta a la integridad del puente en su conjunto. En comparación del grado de daño de las patologías el más afectado es el puente confraternidad internacional este que requiere de mejoramiento en los componentes de su estructura”.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES A NIVEL DE INVESTIGACION.

(Castro Toro, 2013) de acuerdo a su investigación “Evaluación de la socavación de los muros de encauzamiento del Río Amojú ciudad de Jaén concluye que la socavación de los muros de existente en el tramo más crítico es de 1,20m; en la que indica que la profundidad de la cimentación existente es muy poca pues esta tiene una profundidad de 1,50m y para la estimación de la socavación para un caudal estimado de 238,70 m³/seg para un tiempo de

retorno de 100 años sobrepasa 0,91m la cimentación de los muros construidos, el cual es un riesgo para la población”.

(Moreno, 2013) En su trabajo de investigación “Nivel de Deterioro en el Puente Orellana en la ciudad de Jaén concluye que la estructura y sus obras complementarias, presentan un estado regular por lo que se deben tomar medidas de mantenimiento lo antes posible para no incrementar la situación negativa de la estructura del puente. La estructura que comprende los estribos y pilares, así como las cimentaciones, se encuentran en buen estado, se recomienda mantenimiento menor.”

2.2 BASES TEÓRICAS

A través de la historia los puentes son elementos principales en las carreteras y sus funciones son distintas desde unir grandes tramos por la separación de un río, o los viaductos que sirven para unir caminos separados por terrenos profundos, hasta los que se utilizan en los pasos a desnivel. Estos además se deben construir de una manera funcional y segura para facilitar el desplazamiento de la población y realizar labores económicas y sociales.

2.2.1 PUENTES

(Aranis, 2006). Los puentes son unas estructuras que permiten la continuidad de una vía a través de un obstáculo natural o artificial, la vía puede ser natural clásicamente un río o quebrada, lago o mar el obstáculo artificial puede ser una carretera, calle o avenida u otra construcción hecha por un hombre.

2.2.2 SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE

(Cayambe & Cordova, 2012). La superestructura comprende todos los componentes de un puente arriba de los soportes, llámese a capa de rodamiento, tablero, miembros o vigas Constituida en términos generales por las vigas principales, miembros o vigas secundarias también diafragma, riostras laterales, adicionan también veredas y barandas.

2.2.2.1 Vigas Principales

(Seminario Manrique, 2004). Las vigas constituyen el elemento estructural que soporta la losa. En la actualidad, existen muchos tipos de vigas. Según la forma de su sección transversal, las vigas pueden ser vigas rectangulares, vigas T, vigas I, vigas Cajón, etc. Según el material las vigas más comunes pueden ser de madera, concreto o acero. A su vez, las vigas de concreto pueden ser armadas, pretensadas o postensadas.

2.2.2.2 Diafragmas

Son vigas transversales a las anteriores y sirven para su arriostamiento. En algunos casos, pasan a ser vigas secundarias cuando van destinadas a transmitir cargas del tablero a las vigas principales.

2.2.2.3 Tablero

(Apaza, 2012). Conformada por la losa de concreto armado. Es el elemento sobre el cual se aplica directamente las cargas móviles de los vehículos, siendo sus efectos transmitidos a la estructura portante.

2.2.3 SUBESTRUCTURA

(Alvarez & Icaza, 2012). La subestructura llamado también infraestructura compone de todos los elementos necesarios para apoyar la superestructura y la calzada, entre ellos tenemos los apoyos, los estribos, los pilares, y la fundación o cimentación.

2.2.3.1 Estribos

(Ventura, 2011). Son los que proveen soporte a la superestructura, establecen la conexión entre la superestructura y el terraplén, son diseñados para soportar la carga de la superestructura la cual es transmitida por medio de los elementos de apoyo, el peso de la losa de transición y las presiones del suelo (empujes de tierra).

2.2.4 OBRAS COMPLEMENTARIAS

2.2.4.1 Barandas

(Rodríguez Serquen, 2016). Se instalan a lo largo del borde de las estructuras de puente cuando existen pases peatonales, o en puentes peatonales, para protección de los usuarios. La altura de las barandas será no menor que 1.10m, en ciclovías será no menor que 1.40m.

2.2.4.2 Drenaje

(Rodríguez Serquen, 2016). La pendiente de drenaje longitudinal debe ser la mayor posible, recomendándose un mínimo de 0.5%. la pendiente de drenaje transversal mínima es de 2% para las superficies de rodadura. En caso de rasante horizontal, se utilizan también sumideros o lloraderos, de diámetro suficiente y número adecuado. Son típicos drenes de material anticorrosivos, Ø 0.10m cada 0.40m, sobresaliendo debajo del tablero 5cm como mínimo. El agua drenada no debe caer sobre las partes de la estructura.

2.2.4.3 Losas de Transición

El Manual de Diseño de Puentes – 2016 del MTC – DCGF especifica que las losas de transición tendrán un espesor mínimo de 0.20 m y una longitud límite justificado dentro de la geometría del puente y los accesos. Además, se especifica que estarán ligados a la estructura o al estribo del puente mediante articulaciones de concreto, sin conectores, y apoyadas en el terraplén de acceso.

2.2.4.4 Junta de Dilatación

(Rodríguez Serquen, 2016). Para permitir la expansión o la contracción de la estructura por efecto de los cambios de temperatura, se colocan juntas en sus extremos y otras secciones intermedias en que se requieran. Las juntas deben sellarse con materiales flexibles, capaces de tomar las expansiones y contracciones que se produzcan y ser impermeables.

2.2.5 CONSIDERACIONES GENERALES DE LA NORMA MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES – MTC 2016

La norma emplea factores de carga y resistencia, basados en los estados límites lo cual proporciona mayor confiabilidad en las estructuras.

Esta norma aplica coeficientes de ductilidad, redundancia e importancia que permite combinar las cargas, generando un margen de seguridad en el diseño de la estructura.

2.2.5.1 Factores de Carga y Combinaciones de Carga

A continuación, se describen las combinaciones que presenta la norma

Resistencia I: Combinación de carga básica que representa el uso vehículo normal del puente, sin viento.

Resistencia II: Combinación de cargas que representa el uso del puente por parte de vehículos de diseño especiales especificados por el propietario, vehículos de circulación restringida (sobrepeso), o ambos, sin viento.

Resistencia III: Combinación de carga que representa el puente expuesto a velocidades del viento mayores a 90 (km/hr).

Resistencia IV: Combinación de carga que representa una alta relación entre las solicitaciones provocadas por las cargas permanentes y las provocadas por las sobrecargas.

Resistencia V: Combinación de carga que representa el uso del puente por parte de vehículos normales con una velocidad del viento de 90 (Km/hr).

Evento Extremo I: Combinaciones de carga que incluye sismo.

Evento Extremo II: Combinaciones de cargas que incluye carga de hielo, colisión de embarcaciones, vehículos, y ciertos eventos hidráulicos con una sobre carga reducida diferente a la que forma parte de la carga de colisión de vehículos, CT.

Las combinaciones de carga del estado de servicio son las siguientes:

Servicio I: Combinación de cargas que representa la operación normal del puente con un viento de 90 (km/h), tomando todas las cargas con sus valores nominales. También se relaciona con el control de las deflexiones de las estructuras metálicas enterradas, revestimientos de túneles y tuberías termoplásticas y con el control del ancho de fisuración de las estructuras de hormigón armado.

Esta combinación de cargas también se debería utilizar para investigar la estabilidad de taludes.

Servicio II: Combinación de carga cuya intención es controlar la fluencia de las estructuras de acero y el resbalamiento que provoca la sobrecarga vehicular en las condiciones de resbalamiento crítico.

Servicio III: Combinación de carga relativa sólo a la tracción en estructuras de hormigón pretensado con el objetivo de controlar la fisuración.

Servicio IV: Combinación de carga relacionada exclusivamente a la tensión en las columnas de concreto pretensado con el propósito de controlar grietas.

Fatiga I: Combinación de cargas de fatiga y fractura que se relaciona con la vida de fatiga infinita por carga inducida. El concepto de vida infinita es usado en puentes con volumen de tráfico alto.

Fatiga II: Combinación de cargas de fatiga y fractura que se relaciona con la vida de fatiga infinita por carga inducida. El concepto de vida infinita es usado en puentes con volumen de tráfico bajo.

2.2.5.1 Designación de cargas

Las cargas que vamos a considerar en nuestro estudio son las siguientes:

DC: Carga muerta de la estructura

DW: Carga muerta de las superficies de revestimiento y accesorios.

PL: Carga Peatonal

LL: Carga viva vehicular.

IM: Incremento por carga vehicular dinámica.

En la siguiente tabla se encuentran los factores que afectan a cada una de las diferentes combinaciones de carga.

Tabla N° 2 Combinaciones de Cargas y Factores de Cargas.

Combinación de Cargas Estado Limite	DC																												
	ES	DD	EL	DW	LL	PS	IM	EH	CE	CR	BR	EV	PL	SH	LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	EQ	BL	IC	CT	CV		
RESISTENCIA I A menos que se especifique lo contrario	$\gamma\rho$	1.75	1.00					1.00	0.50/1.20	γ TG	γ SE																		
RESISTENCIA II	$\gamma\rho$	1.35	1.00					1.00	0.50/1.20	γ TG	γ SE																		
RESISTENCIA III	$\gamma\rho$	-	1.00	1.40				1.00	0.50/1.20	γ TG	γ SE																		
RESISTENCIA IV	$\gamma\rho$	-	1.00	-	-			1.00	0.50/1.20																				
RESISTENCIA V	$\gamma\rho$	1.35	1.00	0.40	1.00			1.00	0.50/1.20	γ TG	γ SE																		
EVENTO EXTREMO I	$\gamma\rho$	γ EQ	1.00					1.00															1.00						
EVENTO EXTREMO II	$\gamma\rho$	0.50	1.00					1.00																1.00	1.00	1.00	1.00		
SERVICIO I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00			1.00	1.00/1.20	γ TG	γ SE																		
SERVICIO II	1.00	1.30	1.00					1.00	1.00/1.20																				
SERVICIO III	1.00	0.80	1.00					1.00	1.00/1.20	γ TG	γ SE																		
SERVICIO IV	1.00		1.00	0.70				1.00	1.00/1.20		1.00																		
FATIGA I Solamente LL,IM y CE		1.50																											
FATIGA I II- solamente LL,IM y CE		0.75																											

Fuente: Manual de Diseño de Puentes 2016, Tabla 2.4.5.3.1-1

Tabla N° 3 Factores de Carga para Cargas Permanentes

Tipo de Carga, Tipo de fundaciones, y Métodos usados para fuerza de arrastre hacia abajo(Downdrag)	Factor de Carga	
	Máximo	Mínimo
DC: Componentes y auxiliares	1.25	0.90
DC: Resistencia IV Solamente	1.50	0.90
DD: Downdrag Pilotes, Método de Tomlinson	1.40	0.25
Pilotes, Método	1.05	0.30
Pilotes Perforados,(Drilled Shaft) Método de O'Neil and Resse (1999)	1.25	0.35
DW: Superficie de rodadura y accesorios	1.50	0.65
EH: Presión Horizontal de la tierra		
• Activa	1.50	0.90
• En reposo	1.35	0.90
EL: Esfuerzos residuales acumulados resultantes del proceso constructivos, (Locked-in construction Stresses)	1.00	1.00
EV: Presión vertical de la tierra		
• Estabilidad global	1.00	N/A
• Muros y estribos de retención	1.35	1.00
• Estructura rígida enterrada	1.30	0.90
• Pórticos rígido	1.35	0.90
	1.95	0.90
ES: Carga superficial (Sobrecarga) en el terreno	1.50	0.75

Fuente: Manual de Diseño de Puentes 2016, Tabla 2.4.5.3.1-2.

2.2.5.1 Análisis de Cargas

Carga muerta (DC)

Es el peso permanente de la estructura en su totalidad, es decir: las vigas, barandas, diafragmas, pilas y otros servicios públicos.

Carga por capa de rodadura (DW)

Es el peso del revestimiento en área que se le da al puente, el cual está en función del espesor y del peso específico de la misma.

Carga viva vehicular (LL)

Es el peso de las cargas móviles, es decir: los camiones, autos y peatones.

La Norma AASHTO LRFD 2014 define unos coeficientes de acuerdo con el número de carriles y la presencia de múltiples sobrecargas que puedan presentarse en el puente. Estos coeficientes no son aplicables en el estado límite de fatiga.

Tabla N° 4 Fracción de tráfico de camiones en un único carril

Número de carriles disponibles por camiones	p
1	1.00
2	0.85
3 ó mas	0.80

Fuente: Manual de Diseño de Puentes 2016, Tabla 2.4.3.2.4.2-1

Tabla N° 5 Factores por Presencia Múltiple de Sobrecargas

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

Fuente: Manual de Diseño de Puentes 2016, Tabla 2.4.3.2.2.6-1

2.2.5.1 Carga Peatonal

La carga peatonal es de 367 kg/m² en las aceras con un ancho mayor a 0.60m, la cual será aplicada simultáneamente con la sobrecarga vehicular. En caso de que las cargas peatonales se combinen con uno o más carriles con sobre carga vehicular.

2.2.5.1 Incremento por Carga Dinámica: (IM)

Los efectos estáticos del camión de diseño, se debe mayorar con los siguientes porcentajes:

Tabla N° 6 Incremento por Carga Dinámica (IM)

Componente	IM
Juntas del tablero- Todos los Estados Limites	75%
Todos los demás componentes	
• Estado límite de fatiga y fractura	15%
• Todos los demás estados limites	33%

Fuente: Manual de Diseño de Puentes 2016, Tabla 2.4.3.3-1

2.2.5.2 Criterios de Deflexiones

Los criterios de esta sección se deben considerar optativos, a excepción de los siguientes:

- ✓ Los requerimientos para tableros ortótropos se deben considerar obligatorios
- ✓ Los requisitos para estructuras de concreto armado prefabricado que tienen tres lados se deben considerar obligatorios.
- ✓ Los tableros metálicos reticulados y otros tableros livianos metálicos y de concreto deben de satisfacer los requisitos de estados limites de servicio donde se estipula que se considerara los efectos de excesiva deformación del tablero incluyendo la deflexión causada por la carga viva mas la carga dinámica que no deberán de exceder los siguientes criterios:

Tabla N° 7 Formulas para el Cálculo de las Deflexiones

FORMULAS PARA CALCULAR LA DEFORMACION	
CARGA	FORMULAS
Vehicular	$L/800$
Vehicular y/o peatonal	$L/1000$
vehicular sobre voladizos	$L/300$
vehicular y/o peatonal sobre voladizos	$L/375$

Fuente: Según el Manual de Diseño de Puentes MTC-2016, sección 2.9.1.4.4.5.

2.2.6 CARGAS Y FACTORES DE CARGAS

2.2.7 CARGAS PERMANENTES

2.2.7.1 Peso propio y cargas muerta

El peso propio se determinará considerando todos los elementos que sean indispensables para que la estructura funcione como tal. Las cargas muertas incluirán el peso de todos los elementos no estructurales, tales como veredas, superficie de rodadura, balastro, barandas, postes y tuberías.

El peso propio y las cargas muertas serán estimados sobre la base de las dimensiones indicadas en planos y en cada caso considerando los valores medios de los correspondientes pesos específicos.

Tabla N° 8 Pesos Específicos de Algunos Materiales

Material	Peso Unitario (kg/m3)
Acero	7850
Agua fresca	1000
Agua salada	1020
Albañilería de piedra	2700
Aleaciones de aluminio	2800
Arcilla blanda	1600
Arena, limo o grava no compactados	1600
Concreto simple	
Liviano	1760
De arena liviana	1920
Peso normal con $f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	2320
Peso normal con $350 < f'c \leq 1050 \text{ kg/cm}^2$	$2240 + 0.23f'c$
Concreto armado (C3.5.1. AASHTO)	Peso Concreto Simple + 80 kg/cm^2
Grava, macadam o balastro compactados	2240
Hierro fundido	7200
Madera dura	960
Madera blanda	800
Relleno de ceniza	960
Superficies de rodamiento bituminosas	2240
Material	Peso por unidad de longitud
Rieles de tránsito, durmientes y fijadores de vía	300

*El Manual de Diseño de Puentes- Perú, adopta para el concreto armado el peso específico de 2500 kg/m^3 y para el caso de superficies de rodamiento bituminosas 2200 kg/m^3 .

Fuente: Manual de Diseño de Puentes 2016

2.2.8 CARGAS VARIABLES

2.2.8.1 Cargas durante la construcción

El proyectista considerara todas las cargas debidas a pesos de materiales y equipos requeridos durante la construcción, así como las cargas de peso propio u otras de carácter permanente que se apliquen en cada etapa del proceso constructivo. Deberá preverse la ubicación de todas las cargas permanentes o temporales en cada etapa, dejando margen para posibles imprecisiones o errores.

Deberá considerarse la posibilidad que, durante el proceso constructivo o como resultado de una posterior modificación, la carga muerta sea retirada parcialmente, pudiendo reducirse un posible efecto favorable.

2.2.8.2 Cargas vivas de vehículos

Numero de vías

Para efectos de diseño, el número de vías será igual a la parte entera de $W/3.60$ donde W es el ancho libre de la calzada, en metros, medido entre los bordes de sardineles o barreras. El ancho de cada vía se supondrá igual a 3.60m, excepto para anchos de calzada entre 6.00m y 7.20m, en que se considerará al puente como de dos vías, cada una con un ancho igual a la mitad del total.

2.2.9 CARGAS VIVAS DE DISEÑO

Generalidades

La carga viva correspondiente a cada vía será la suma de:

- Camión de diseño, o tándem, tomándose aquello que produzca en cada caso los efectos más desfavorables.
- Sobrecarga distribuida

2.2.9.1 Camión de Diseño

Las cargas por eje y los espaciamientos entre ejes serán los indicados en la figura, la distancia entre los dos ejes de 32 kips (14.52T) será tomada como aquella que, estando entre los límites de 14.0 ft (4.27m) y 30 ft (9.14m), resulta en los mayores efectos. Las cargas del camión de diseño deberán incrementarse por efectos dinámicos.

Carga HL-93:

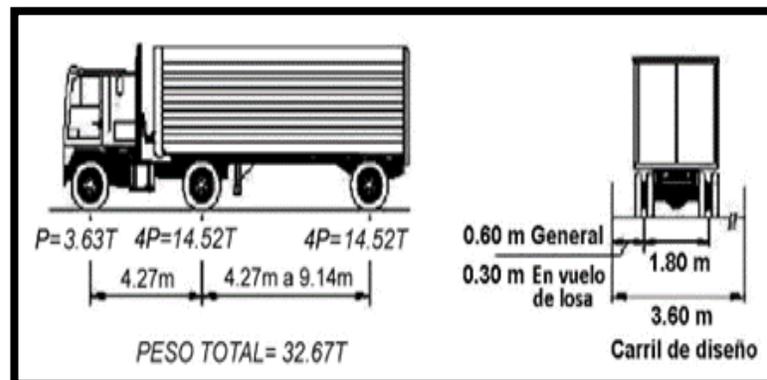


Gráfico N° 1 Camión de diseño según la carga HL-93.

2.2.9.2 Tándem de Diseño

El tándem de diseño consistirá en un conjunto de dos ejes, cada uno con una carga de 25 kips (11.34Tn). Espaciados a 4 ft (1.20m). La distancia entre las ruedas de cada eje, en dirección transversal, será de 6 ft (1.80m). Estas cargas deberán incrementarse por efectos dinámicos.

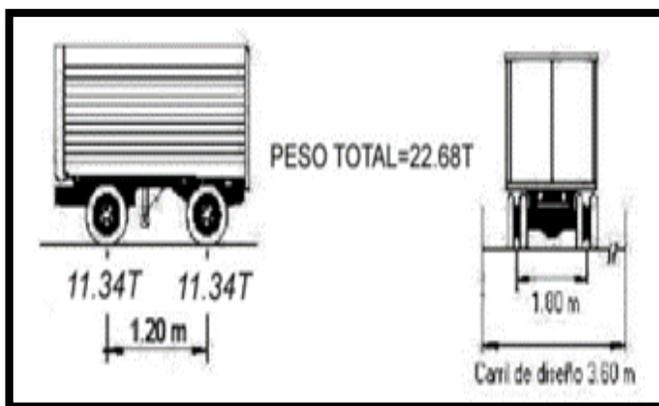


Gráfico N° 2 Tándem de diseño según la carga HL-93.

2.2.9.3 Sobrecarga Distribuida (Carga de Carril de Diseño)

Se considerará una sobrecarga de 0.64 klf (954Kgf/m), uniformemente distribuida en dirección longitudinal sobre aquellas porciones del puente en las que produzca un efecto desfavorable. Se supondrá que esta sobrecarga se distribuye uniformemente sobre un ancho de 10.0-ft (3.00m) en dirección transversal. Esta sobrecarga se aplicará también aquellas zonas donde se ubique el camión o el tándem de diseño. No se considerarán efectos dinámicos para esta sobrecarga.

2.2.10 CARGAS EXCEPCIONALES

Son aquellas acciones cuya probabilidad de ocurrencia es muy baja, pero que en determinadas condiciones deben ser consideradas por el proyectista, como por ejemplo las debidas a colisiones, explosiones o incendio.

2.3 PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

(Panozo, 2007). La patología estructural es el estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas o comportamiento defectuoso (enfermedad), investigando sus causas (diagnostico) y planteando medidas correctivas (terapéuticas) para recuperar las condiciones de seguridad en el funcionamiento de la estructura.

2.4 PATOLOGÍA DEL CONCRETO

(Rivva, 2006). La patología en el concreto sea este simple o armado, se la puede definir como el estudio sistemático de los procesos y de las características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que pueden sufrir el concreto armado, sus causas, consecuencias y soluciones.

2.5 PATOLOGÍAS EN PUENTES

Son lesiones o fallas que se presentan en diversas estructuras, en este caso los puentes, estas se pueden originar desde el momento de la construcción del puente o por los diversos agentes atmosféricos a los que se encuentran expuestos, generando el colapso del mismo y a su vez grandes pérdidas tanto económicas como seres humanos. Los puentes son estructuras que amerita mucho cuidado, ya que son grandes estructuras importantes para la población y por ende se deben conservar aplicando periódicamente mantenimiento programado, para el buen funcionamiento del cual fueron construidos.

Estas estructuras con el pasar del tiempo van presentando síntomas de patologías en sus partes, las cuales si no las atacamos en el momento adecuado se llega a un punto donde se vuelve una enfermedad grave, una de ellas es deformaciones en la estructura y el pronóstico puede ser pesimista, donde se tiene varias opciones, ellas son; amputación, demolición o muerte de la parte del puente que se enferma.

2.6 DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO

(Treviño, 1998). El atributo de una estructura de conservar la cualidad de seguridad, resistencia, rigidez y estabilidad, durante toda su vida útil se denomina durabilidad. En otras palabras, la durabilidad es la habilidad que posee una estructura para resistir agresiones físicas, químicas, biológicas y de los agentes atmosféricos conservando su integridad a través del tiempo, asegurando con ellos que no se alcance ningún estado límite dentro de la vida útil prevista, como consecuencia de eventuales deterioros prematuros. Una estructura es durable si ha tenido un diseño, construcción y conservación adecuados.

Ahora bien, en un contexto más amplio, el atributo de durabilidad va mucho más allá que la sola habilidad para resistir el deterioro.

2.7 TIPOS DE LESIONES EN EL CONCRETO

(Rivva, 2006). El conjunto de lesiones constructivas que pueden aparecer es bastante numeroso, sobre todo si tenemos en cuenta la gran diversidad de materiales y unidades constructivas que se utilizan.

Para el caso de puentes podemos distinguir cuatro grandes familias de lesiones de carácter del proceso patológico: a saber, físicas, mecánicas, químicas y biológicas. Ello supondrá un dato de partida importante y una base para la diagnosis del proceso patológico.

2.8 LESIONES FÍSICAS

(Ortega & Quintero, 2013). Las acciones físicas se refieren esencialmente a los cambios volumétricos que experimenta el concreto, como consecuencia de cambios de humedad (agua líquida, vapor de agua, escarcha, hielo), y/o de temperatura (frio, calor, fuego). Pero también, las acciones físicas hacen referencia a las variaciones en su masa (cambios de peso unitario, porosidad, y permeabilidad).

2.8.1 CAMBIOS DE HUMEDAD.

(Ortega & Quintero, 2013). Cantidad de agua, vapor de agua o cualquier otro líquido que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo o en el aire, se puede distinguir en cinco tipos de humedades en función a su procedencia como la humedad de obra, humedad capilar, humedad de filtración, humedad de condensación, humedad accidental.



Figura N° 1. Viga principal V-3 de puente con presencia de humedad

2.8.2 EXPOSICIÓN DE AGUA EN LA ESTRUCTURA

El problema que se en pocos puentes, pero representan un peligro con el pasar del tiempo es la armadura expuesta con presencia de corrosión (reducción y variación de sección transversal). El daño se generó debido a que el agua comenzó a pasar a través de los intersticios que deja el hormigón, llegando hasta la armadura de acero, la que posteriormente se comenzó a oxidar, llegando a causar el desprendimiento del recubrimiento de hormigón.



Figura N° 2. Mal diseño del drenaje y filtración en la viga principal V-1.

2.9 LESIONES MECÁNICAS

(Sanchez, 2011). Las acciones mecánicas del concreto es la capacidad que tiene este para reaccionar ante una fuerza externa que coloca a este en un complejo estado ya sea tensional o en un estado de compresión dependiendo cual sea las condiciones en las que se encuentre sometida una estructura de concreto. La aplicación de una carga directa sobre un elemento constructivo implica una deformación. Si la carga provoca un esfuerzo mecánico demasiado intenso, la deformación tendrá como consecuencia la aparición de fisuras y grieta de hecho, este tipo de fenómeno es el que origina la mayor parte de estas lesiones en los elementos estructurales y en los materiales adheridos a ellos.

2.9.1 DESPRENDIMIENTOS

(Sanchez, 2011). Desprendimientos de pequeñas porciones de una superficie de hormigón, debido a presión interna localizada, que deja un cráter poco profundo, generalmente cónico.



Figura N° 3. Desprendimiento del concreto en la viga principal V-1 del puente.

2.9.2 DESGASTE POR ABRASIÓN

(Calavera, 1996). Es producido por acciones mecánicas debido a tráfico de peatones, vehículos ordinarios, vehículos industriales especiales.



Figura N° 4. Desgaste por abrasión en la losa del puente.

2.9.3 FISURAS.

(Sanchez, 2011). Las fisuras en elementos de concreto son de recurrencia diaria y no existe obra realizada en concreto que no presente esta patología, lo importante es saberlas reconocer, prevenir su aparición, saber cómo resanarlas cuando se presenten y en algunos casos inducir las para que aparezcan antes de realizar los acabados.

Su identificación se realizará según su dirección, ancho y profundidad utilizando los siguientes adjetivos: longitudinal, transversal, vertical, diagonal, o aleatoria. Se deben utilizar comparadores de fisuras o fisurómetros para medirlas y monitorearlas. Los tipos de fisuras pueden ser inevitables, admisibles, necesarias o patológicas

2.9.3.1 Fisuras por Flexión

Las fisuras por flexión en una viga o una losa generalmente se presentan en la cara inferior de los elementos, se localizan en la zona central de la luz, nacen en la fibra inferior y se extienden hasta llegar al eje neutro de la sección; al principio crecen verticalmente y luego se inclinan bajo la influencia del esfuerzo cortante cuando se aproximan a los apoyos.

El ancho de las fisuras indica el nivel del esfuerzo de tracción al que han sido sometidas las barras de refuerzo; anchos pronunciados indican altos esfuerzos por exceso de carga y/o por insuficiencia de refuerzo longitudinal principal.

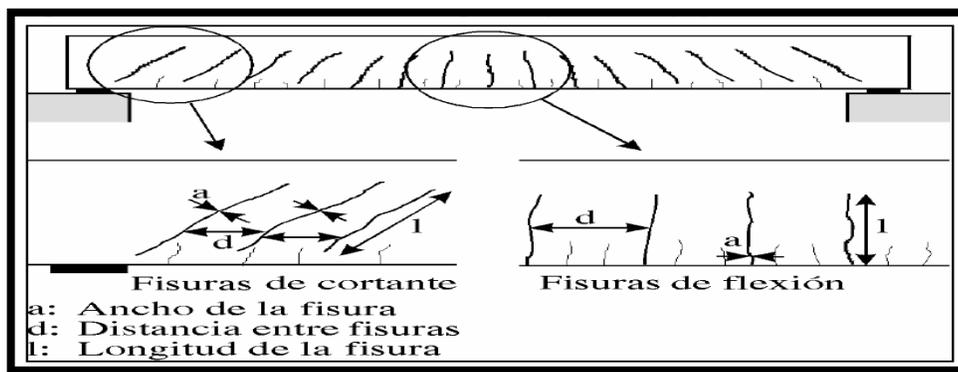


Gráfico N° 3 Tipos de fisuras en vigas longitudinales.

2.9.3.2 Fisuras por Cortante

Los esfuerzos de corte en vigas y losas generan fisuras oblicuas generalmente formando un ángulo de 45° con la dirección del acero principal (longitudinal), las fisuras presentan un ancho variable y separación máxima correspondiente a la separación del refuerzo transversal. Normalmente las fisuras por cortante se presentan en las zonas cercanas a los apoyos, sin embargo, también pueden presentarse en el centro de la luz del elemento si hay cargas puntuales o pocos estribos. Frecuentemente se presentan varias fisuras paralelas, con separación variable.

2.9.3.3 Fisuras por asentamiento plástico.

(Sánchez de G. 2011). Se produce frecuentemente en hormigones que no están adecuadamente diseñados cuando un exceso de exudación produce una importante reducción en el volumen del hormigón en estado fresco. En aquellas zonas donde el movimiento del hormigón en estado fresco se encuentre restringido se producirán fisuras en coincidencia con dicha restricción generalmente producida por las armaduras superficiales.

2.9.4 GRIETAS

(Sánchez de G. 2011). Las grietas estructurales son la consecuencia de esfuerzos que actúan en la sección neta resistencia de los elementos estructurales, por aplicación de cargas directas. En realidad, en cualquier elemento de concreto reforzado es posible que se presente una fisuración relativamente pequeña (con un ancho de grietas menos a 0.5mm), bajo las cargas de servicio normales, siempre y cuando las armaduras no alcancen su límite elástico. Usualmente, esta fisuración se presenta en los puntos en que las tensiones son máximas.

2.9.4.1 Grietas por Tracción Pura.

(Sanchez, 2011). De acuerdo con lo mencionado al principio de esta sección, el concreto simple ofrece una resistencia muy baja a los esfuerzos de tracción (su resistencia a la tracción es apenas del orden de un 10% de su resistencia a la compresión). Por ello, es obvio considerar la tracción pura como el caso más básico de agrietamiento.

2.9.4.2 Grietas por Flexión.

(Sanchez, 2011). Para una viga, una losa, sometidos a esfuerzos de flexión que causan una deformación por pandeo del elemento, se presentan tracciones en la cara sometida a la expansión de su superficie, que originan fisuras y grietas. Estos planos de falla son de dos tipos: grietas de flexión, que originalmente son fisuras de tracción, las cuales se extienden hasta llegar al eje neutro de la sección; y grietas por tracción, que emergen como una manifestación del aumento de la deformación, se localizan entre las fisuras de flexión y se extienden por encima de las barras de refuerzo.

2.9.4.3 Grietas Longitudinales.

(Sanchez, 2011). Aunque las grietas longitudinales, es decir aquellas que se forman a lo largo de la dirección de las barras de refuerzo, se pueden inducir como consecuencia de los fenómenos de retracción plástica o de asentamiento plástico, también pueden formarse grietas longitudinales por falta de adherencia entre el concreto y acero de refuerzo. Esta situación, no es usual en estructuras bien calculadas y construidas, bajo las cargas normales de servicio. Pero si se presentan, indican un grave deterioro del comportamiento mecánico del elemento y de exposición extrema del acero principal a eventuales sustancias agresivas. Ocasionalmente, la falta de adherencia se presenta porque durante la construcción, las varillas de acero se impregnan de aceites, bentonita o tienen óxido suelto.

2.9.4.4 Grietas por Cortante.

(Sanchez, 2011). Para el caso de vigas y losas sometidas a esfuerzos de corte y flexión, la deformación que ocurre puede causar las llamadas “grietas de cortante” que aparecen inclinadas en las zonas cercanas a los apoyos. El ángulo de las grietas de cortante inclinadas y el eje de la viga, es de aproximadamente 45° (zona de máximo cortante y mínimo momento de flexión, por cargas verticales). Algunas veces, si existen fisuras de tracción en la parte superior de la viga (que se han causado por momentos negativos de flexión cerca al apoyo), estas tienden a unirse con las grietas de cortante.

2.10 LESIONES QUÍMICAS

(Rivva, 2006). Dentro de los factores de deterioro imputables a las acciones químicas están, el ataque de ácidos, la lixiviación por aguas blandas, la carbonatación, la formación de sales expansivas o ataque de sulfatos, eflorescencias y la expansión destructiva de las reacciones álcali – agregado. También se puede mencionar la corrosión de los metales, este se puede definir como un proceso de reacción entre el metal y alguna sustancia del medio ambiente que lo rodea y el resultado es una oxidación destructiva del material en cuestión.

2.10.1 EFLORESCENCIA.

(Monjo, 1997). Como la cristalización en la superficie de un material de sales solubles contenidas en el mismo que son arrastradas hacia el exterior por el agua que las disuelve, agua que tiende a ir hacia afuera, donde acaba evaporándose y permite la mencionada cristalización.



Figura N° 5 Eflorescencia del concreto en la viga principal V-3 del puente.

2.10.2 OXIDACIÓN.

(Monjo, 1997). Entendido este conjunto como la transformación molecular y la pérdida de material en las superficies de los metales y sobre todo en el hierro y el acero.



Figura N° 6. Oxidación de acero estructural expuesto a la intemperie.

Objetivamente deberíamos considerarlas como dos lesiones distintas, ya que sus procesos patológicos, aunque normalmente sucesivos, son químicamente diferentes; sin embargo, prefiero agruparlas dentro de un solo tipo ya que su aparición es simultánea y su sintomatología muy parecida. No obstante, a los efectos de su definición y tipología conviene distinguirlas.

2.10.3 CORROSIÓN DEL ACERO EN EL CONCRETO

(Monjo, 1997). Como la pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal como consecuencia de la aparición de una pila electroquímica, en presencia de un electrolito, en la que el metal en cuestión actúa de ánodo perdiendo en favor del polo positivo (cátodo) electrones que acaban deshaciendo moléculas, lo que se materializa como pérdida de metal.

2.10.3.1 Mecanismo de Corrosión del Concreto

Una vez que la corrosión se ha desencadenado, esta se manifestara bajo tres vertientes.

- ✓ **Sobre el acero**, con una disminución de su diámetro inicial y por lo tanto de su capacidad mecánica.
- ✓ **Sobre el concreto**, debido a que al generarse acumulación de óxidos expansivos en la interface acero-concreto, provoca fisuras y desprendimientos.
- ✓ **Sobre la adherencia acero/concreto**, desde el punto de vista de la corrosión del acero en el concreto.



Figura N° 7. Corrosión del concreto en la viga principal del puente Pakamuros

2.11 DAÑOS POR PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEFICIENTES

Estos daños pueden originarse por la utilización de los materiales con calidad inadecuada (cemento, agregados, agua), problemas en la dosificación, la producción, el transporte, la colocación y el curado.

- ✓ Pandeos, producto de esfuerzos de compresión sobre elementos verticales, sea lineal o superficial.
- ✓ Alabeos, resultado de una rotación del elemento por esfuerzos torsionales.
- ✓ Desplomes, ocasionado por el desplazamiento de la cúspide de los elementos por empujes horizontales o asentamientos.

2.11.1 SOBRECARGA

Las sobrecargas son cargas que exceden a los elementos. El acero es elástico, es decir, recupera su forma original cuando disminuye la carga hasta anularse, esto es sólo hasta un cierto punto, conocido como punto de fluencia. Si los elementos de acero trabajan, provoca que se doblen o se estiren y se mantengan así después de haber retirado la carga, provocando una deformación permanente de los materiales, más allá de su rango elástico se llama deformación plástica. La deformación plástica se puede causar tanto en compresión como tracción.

2.11.2 DEFLEXIÓN (PANDEO).

Una sobrecarga puede llevar a la deformación plástica, así como a la pérdida completa de los miembros y de la estructura. Esto ocurre cuando falla un miembro que trabaja a la tracción o cuando un miembro que está en compresión presenta pandeo en el punto de falla.



Figura N° 8 Se aprecia la Deflexión en la Viga Principal V-4 del Puente Pakamuros.

2.12 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

(Bunge & Magallanes, 2011). Consiste en la aplicación de ciertas pruebas sobre un objeto, para verificar su calidad sin modificar sus propiedades y estado original.

Estas pruebas permitirán detectar y evaluar discontinuidades o propiedades de los materiales sin modificar sus condiciones de uso o aptitud para el servicio.

Los ensayos no destructivos están basados en principios físicos y de su aplicación se obtienen los resultados necesarios para establecer un diagnóstico del estado o de la calidad del objeto inspeccionado.

2.12.1 EVALUACIÓN DEL CONCRETO POR EL ESCLERÓMETRO

La evaluación de las estructuras de concreto en sitio, además de los métodos de extracción de testigos y pruebas de carga, se pueden realizar mediante ensayos no destructivos, que tienen la ventaja de permitir el control de toda la estructura y sin afectarla en forma rápida.

Dentro de los métodos no destructivos, los de dureza superficial son los más generalizados, por su economía y facilidad de ejecución, entre ellos el método del esclerómetro es empleado por el mayor número de países.

El esclerómetro fue diseñado por el Ing. Suizo Ernest Schmidh en 1948, constituyendo una versión tecnológicamente más desarrollada que los iniciales métodos de dureza superficial generados en la década del veinte.

El martillo tiene que utilizarse sobre una superficie plana, de preferencia cimbrada; por lo tanto, no es posible probar concreto de textura abierta. Las superficies llanadas deben frotarse hasta que queden lisas. Cuando el concreto a prueba no forma parte de una masa mayor, debe sujetarse firmemente, pues los golpes durante la prueba pueden dar como resultado una disminución del número de rebote registrado.

Por esta razón, es recomendable tomar 10 o 12 lecturas bien distribuidas en el área puesta a prueba y considerar un valor promedio como representativo del concreto. El error estándar de la media es más elevado que cuando la resistencia se determina mediante la prueba de compresión, pero el ahorro en esfuerzo, tiempo y costo es considerable.

La prueba determina, en realidad, la dureza de la superficie del concreto y, aunque no existe una relación especial entre la dureza y resistencia del concreto, puede determinarse relaciones empíricas para concretos similares curados de tal manera, que tanto las superficies probadas con el martillo y las regiones centrales, cuya resistencia es lo importante, tengan la misma resistencia. La norma de referencia es ASTM C 805.

2.12.1.1 Criterios de Evaluación.

Los datos y sus correcciones dependen del tipo de esclerómetro y dicha información debe ser suministrada por el fabricante. Con respecto a las medidas, se deben eliminar las lecturas que difieran del promedio en más de 5 unidades y se determina un promedio final de las lecturas. Si más de 3 lecturas difieren del promedio en 6 unidades, se deben descartar todas las lecturas.

2.12.1.2 Descripción del Aparato

Un esquema del aparato está dado en el gráfico N°04, según la información del fabricante, en el que se singulariza los siguientes elementos:

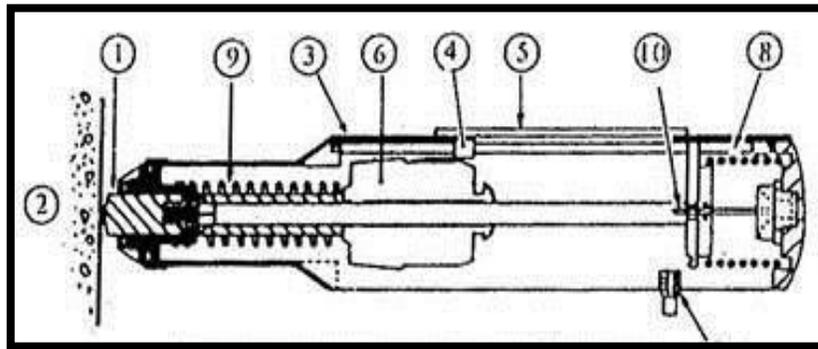


Gráfico N° 4 Esquema del Esclerómetro

1. Percutor, 2. Concreto, 3. Cuerpo exterior, 4. Aguja, 5. Escala, 6. Martillo, 7. Botón de fijación de lectura, 8. Resorte, 9. Resorte, 10. Seguro.

El ensayo se efectúa apretando el percutor contra la superficie examinar, hasta que el martillo, impulsado por un resorte, se descargue sobre el percutor. Después del golpe, el martillo rebota un acierta distancia, la cual se indica por una aguja en una escala graduada. La lectura de la posición de la aguja representa la medida del retroceso en porcentaje del avance del martillo.

2.13 INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGIAS DEL CONCRETO

(M.T.C, 2006). La observación visual es una metodología a emplear en primera instancia para evaluar estructuras que presentan patologías, ya que permiten obtener rápidamente una noción sobre las condiciones generales y particulares en que se encuentra. En estructuras de características complejas, desde el punto de vista de su diseño estructural o de las condiciones de agresividad del medio de exposición, la inspección visual resulta mucho más efectiva si se realiza según la Guía para Inspección de Puentes aprobado mediante resolución N°012-2006-MTC, de fecha 14 de marzo del 2006.

2.14 CONTROL DE FISURACIÓN EN EL CONCRETO

(A.C.I, 224). En las estructuras de concreto las fisuras pueden indicar importantes problemas estructurales y deslucir el aspecto de las construcciones monolíticas. Existen numerosas causas de fisuración específicas. La fisuración juega un papel importante en la respuesta del concreto a las cargas, tanto en tracción como en compresión. Los primeros estudios del comportamiento microscópico del concreto involucraban la respuesta del concreto a ensayos de compresión. Estos trabajos mostraban que la respuesta tensión - deformación del concreto está fuertemente asociada a la formación de micro fisuras, es decir, fisuras que se forman en los bordes de los agregados gruesos (fisuras de adherencia) y se propagan a través del mortero circundante (fisuras del mortero).

2.15 MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES

(M.D.P, 2016). El manual de diseño de puentes, establece las condiciones generales para la preparación de un proyecto, así como las cargas a las que serán sometidas las estructuras, la resistencia de los materiales que la conforman, las deformaciones que se pueden producir y los métodos de análisis para evaluar su comportamiento con seguridad y estabilidad en su periodo de vida útil.

2.16 ESTUDIO DE TRÁFICO

(M.D.P, 2016). El estudio de tráfico vehicular nos permitirá cuantificar, clasificar y obtener el volumen diario de los vehículos que transitan dentro del puente de la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén. Además, nos permite determinar el nivel de tráfico futuro. Nuestro principal objetivo es determinar el Índice Medio Diario (IMD), y analizar si dicha estructura, estuvo diseñado para el tren de cargas al cual está expuesto diariamente y verificar su correcto funcionamiento y capacidad de carga.

2.16.1 CONTEO DEL TRÁFICO VEHICULAR

2.16.1.1 Características Generales del Conteo

Las características básicas del conteo vehicular fueron los siguientes:

- a) Los conteos fueron realizados durante 7 días en una estación siendo estas: lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo.
- b) Los conteos se realizaron durante 24 horas, con el objetivo de identificar lo más claramente posible, el comportamiento del flujo vehicular durante el día y la noche.
- c) Las horas de conteo fueron desde las 06:00 AM hasta 06:00 AM del día siguiente, dos turnos: de día y de noche de 12 horas respectivamente.
- d) Los conteos vehiculares fueron cerrados cada hora, con el objetivo de evaluar posibles variaciones horarias.
- e) Los vehículos fueron agrupados según la siguiente clasificación:

Tabla N° 9 Clasificación Vehicular para el Conteo.

TRAFICO LIVIANO	TRAFICO PESADO
Autos	Ómnibus
Camiones	Camiones
Combis	Semi-trailer y Trailers.

Fuente: Elaboración propia

2.16.1.2 Metodología

En el desarrollo del Estudio se contemplaron tres etapas metodológicas claramente definidas:

- ✓ Recopilación de la información.
- ✓ Tabulación de la información.
- ✓ Análisis de la información.

2.16.1.3 Recopilación de la Información

Se utilizó los formatos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, incluye también la estación de control y la identificación del tramo del puente cuya longitud es de 26m donde se llevó a cabo; la hora, día y fecha del conteo; la clasificación de los vehículos, Para la ejecución del conteo de tráfico se ubicaron, estaciones de control en cada tramo de dicho puente en evaluación: la Estación N° 01 parte derecha Ingreso a la ciudad parte céntrica; Estación N° 02 Ruta Carretera Jaén – San Ignacio.

Tabla N° 10 Estaciones de Conteo

Estación de Conteo	
Estación N°01	Ruta carretera Jaén - Chiclayo
Estación N°02	Ruta carretera Jaén – San Ignacio

Fuente: Elaboración Propia

El conteo volumétrico se realizó, en las dos estaciones, durante cinco (07) días consecutivos. Los conteos volumétricos realizados tuvieron por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta los tramos carreteros en estudio, así como su composición vehicular y variación diaria.

2.16.1.4 Análisis de la Información y Resultados Obtenidos

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo, en Índice Medio Diario (IMD), se ha empleado la siguiente fórmula:

$$I.M.D = \frac{5VDL+VS+VD}{7} * F.C$$

Dónde:

VDL = Promedio de Volumen de tránsito de Días Laborales

VS = Volumen de tránsito del sábado

VD = Volumen de tránsito del Domingo

F.C. = Factor de Corrección, obtenido de una Estación de Mayor Control

2.17 MODELAMIENTO DEL PUENTE EN EL SOFTWARE CSI BRIDGE 2017

A lo largo de la historia se han utilizado diferentes formas para el diseño y cálculo de puentes, que dependen de los recursos disponibles y el conocimiento que posea el ingeniero encargado, siendo indispensable el empleo de software que permita agilizar el proceso, sirviendo también como guía de aprendizaje y una herramienta útil para comprobar los resultados obtenidos de un cálculo manual, además el programa permite diseñar, analizar y evaluar de manera directa.

2.17.1 PROPIEDADES Y PARÁMETROS GEOMÉTRICOS PARA LA SIMULACIÓN EN EL CSI BRIDGE

El estudio de las propiedades y parámetros geométricos para la simulación demanda conocer las cargas y factores de cargas a la que está expuesta la estructura del puente a fin de conocer cómo será la distribución de las cargas presentes, según las especificaciones de la norma AASTHO LRFD. Este análisis nos permite conocer los diferentes tipos de cargas existentes y a la vez cuantificarlos, datos que nos servirán para ingresar al software.

2.17.2 MODELACIÓN GEOMÉTRICA EN EL CSI BRIDGE V19 2017.

Csi Bridge V19 es un nuevo software integral del estado de la técnica para el análisis estructural y sísmico; para el diseño y evaluación de puentes simples y complejos. Todos los comandos se integran en una única interfaz, que proporciona un entorno fácil de usar, así como realizar un trabajo intuitivo. Los modelos de puente son generados a partir de plantillas que el programa trae como predefinidos; permitiendo al participante un gran ahorro de tiempo en la elaboración del modelo del puente a diseñar.

Usando el programa Csi Bridge, los ingenieros pueden definir geometrías complejas del puente, condiciones de contorno y los casos de carga demandadas. Los modelos de puente se definen paramétricamente, el uso de términos que son familiares a los ingenieros de puentes, como líneas de diseño, estribo, pilares, inclinaciones, pos tensado, secciones agrietadas; etc.

2.18 VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL EN UN PUENTE

(Moreno R. , 2015). La vulnerabilidad estructural está asociada a la susceptibilidad de los elementos o componentes estructurales de sufrir daño. El mismo comprende el deterioro físico de aquellos elementos o componentes que forman parte integrante del sistema resistente o estructura del puente. El nivel de daño estructural que sufrirá un puente depende tanto del comportamiento global como local de su estructura. Está relacionado con la calidad de los materiales empleados, las características de los elementos estructurales, su configuración, esquema resistente y obviamente, con las cargas actuantes. La naturaleza y grado de daño estructural pueden ser descritos en términos cualitativos o cuantitativos, y constituye un aspecto primordial e importante para verificar el nivel de deterioro de un puente. Así como si situación relativa con respecto al colapso estructural, que representa una situación límite donde se compromete la estabilidad del sistema.

2.19 ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO

Los estudios de peligro sísmico tendrán como finalidad la determinación de espectros de diseño que definan las componentes horizontal y vertical del sismo a nivel de cota de cimentación.

Se requerirán estudios de peligro sísmico para los puentes no convencionales que se ubiquen en las zonas 1,2,3 y 4, en los siguientes casos:

- Puentes colgantes, puentes atirantados, puentes de arco y todos aquellos puentes con sistemas estructurales no convencionales, ver artículo 2.4.3.11.1.
- Otros puentes de gran longitud, incluyendo puentes continuos y simplemente apoyados de múltiples luces.

En conclusión, según el Manual de Diseño de Puentes del MTC – Publicado en enero 2016, para nuestro caso no se considerará el Estudio Peligro Sísmico ya que se trata de un Puente Viga Losa, simplemente apoyado.

3 CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales y equipos que se usaron en la investigación son los siguientes:

- ✓ Esmalte, Tizas
- ✓ Esclerómetro: Marca FORNEY, L.P Modelo LA-0352.
- ✓ Estación total NIKON NIVO 1.C
- ✓ 02 prismas.
- ✓ Trípode de aluminio marca Leica.
- ✓ Trípode de aluminio Pentax.
- ✓ G.P.S Garmin
- ✓ Cámara fotográfica marca Kodak, AF 3x.
- ✓ Wincha de 50m marca Stanley, de plástico
- ✓ Wincha de 5 m marca Stanley, de aluminio

3.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL

Este trabajo de investigación se realizó en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Esta ciudad posee una población 86021 habitantes según INEI 2007, se encuentra a 720 msnm y su temperatura promedio de 21°C. Este estudio se realizó más exactamente en el puente ubicado en la Av. Pakamuros de la Provincia de Jaén- Cajamarca.



Figura N° 9. Ubicación del Puente de la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén.

Fuente: Google Earth 2017

3.3 PLANO DE LOCALIZACIÓN

El Puente se encuentra localizado en:

Departamento : Cajamarca

Provincia : Jaén

Distrito : Jaén

Localidad : Ciudad de Jaén

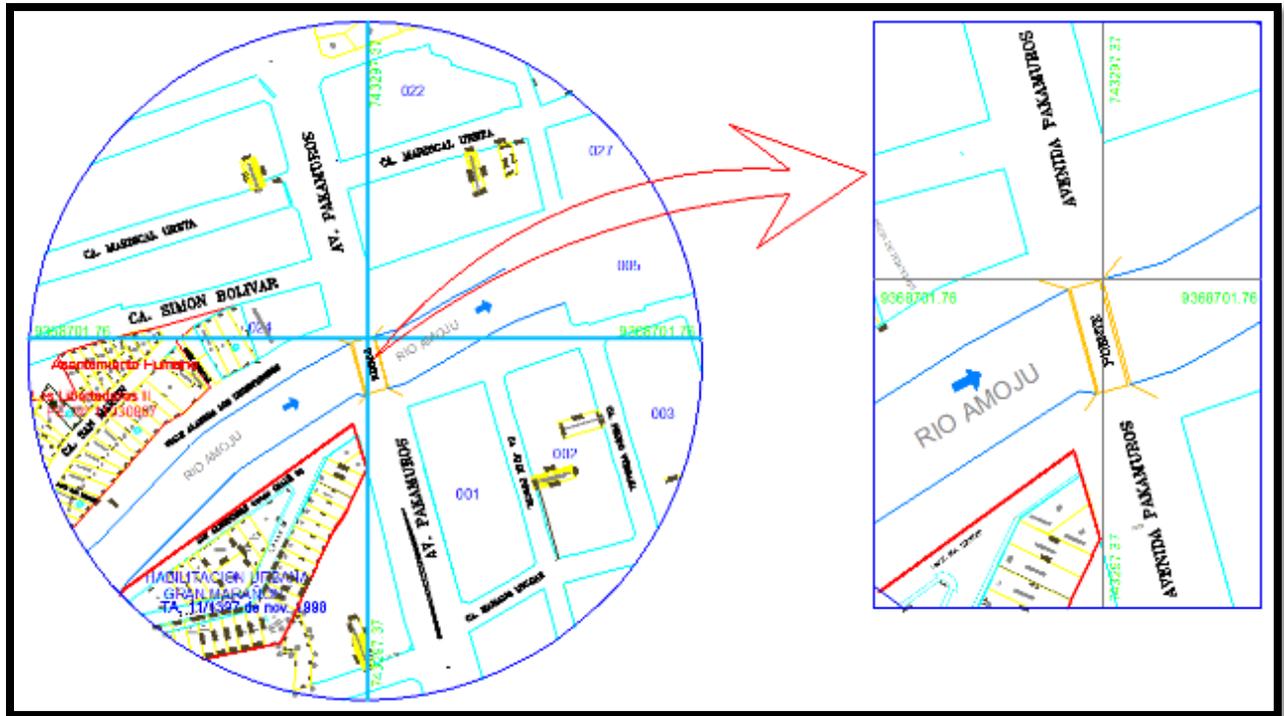


Figura N° 10. Ubicación del Puente
Fuente: Plano catastral de Jaén, 2014.

3.4 UBICACIÓN GEOGRAFICA

La investigación se realizó en el puente Pakamuros y se ha tomado como referencia la ubicación geográfica en la aleta izquierda del puente aguas abajo determinándose los siguientes datos como se detalla en la tabla 11.

Tabla N° 11 Ubicación Geográfica

DATUM	WGS84
HUSO	M
ZONA	17
ESTE	9368701.76
NORTE	743297.37
COTA	726 m.s.n.m

Fuente: Elaboración Propia

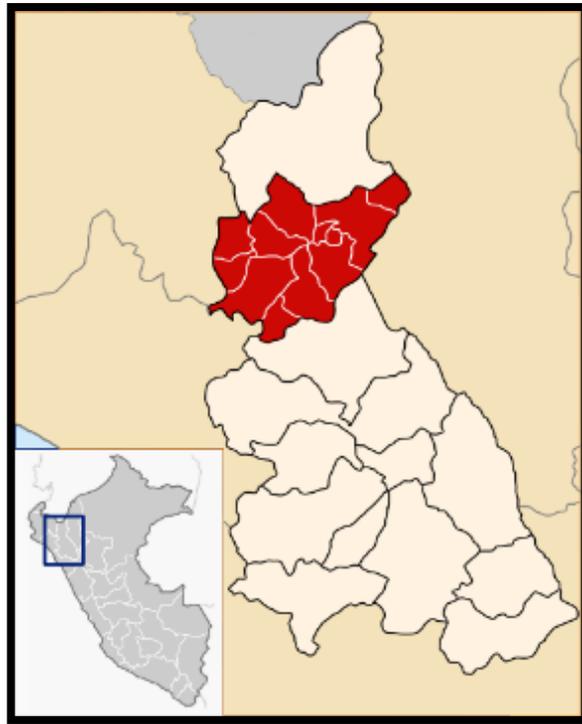


Figura N° 11. Mapa de Localización de la Provincia de Jaén



Figura N° 12. Mapa de ubicación de la provincia de Jaén y sus distritos

3.5 DELIMITACIÓN TEMPORAL

La investigación se llevó a cabo en el mes de agosto 2016 y finalizando en el mes de agosto del 2017, la duración de la tesis difiere del tiempo presentado debido a retrasos en la realización de algunas actividades planteadas.

3.6 ALCANCE DE LA INVESTIGACION

El análisis de la vulnerabilidad estructural de la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén, comprende la identificación de los daños presentes en el puente, dando un diagnóstico del nivel de daño encontrado. Se reconocerán y describirán los problemas que presenta el puente.

Este estudio se realizó mediante inspección visual detallada y ensayos no destructivos como el Esclerómetro, los cuales se realizaron en puntos seleccionados del puente, estos permitieron identificar las áreas afectadas y evaluar los niveles de daño, caracterizarlos y realizar un análisis completo de dicha estructura.

Este estudio se limitó a un trabajo descriptivo, en el cual se determinó la ubicación y características de las patologías, se identificó cualitativamente la vulnerabilidad del puente.

Los resultados obtenidos de esta tesis de investigación servirán como base para futuras investigaciones que impliquen patología estructural de los puentes de la ciudad, ya que hasta el momento no se han realizado este tipo de estudios relacionados con el Análisis de la Vulnerabilidad Estructural de los Puentes en la Ciudad.

3.6.1 POBLACIÓN DE ESTUDIO.

Para la presente investigación, la población de estudio estaría conformada por todos los Puentes de la ciudad de Jaén, región Cajamarca.

3.6.2 MUESTRA.

La muestra de estudio estuvo dada por el puente Pakamuros de la Ciudad de Jaén.

3.6.3 UNIDAD DE ANÁLISIS.

La unidad de análisis está dado por los elementos estructurales de la superestructura del puente. El objeto de estudio es el puente ubicado en la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén.

3.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de esta investigación es determinado como investigación mixta, los cuales implica la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos los cuales son los daños y fallas, las posibles causas y el estado actual del puente de la Av. Pakamuros.

Esta investigación fue un diseño no experimental; ya que se usó la observación y recolección datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito esencial es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

En esta tesis se analizó el estado actual del puente, por medio de las patologías encontradas, para lograr dar una calificación del nivel de vulnerabilidad, el cual estaría dado por el porcentaje de áreas afectadas, las deflexiones máximas y las áreas de acero las cuales no están cumpliendo con el diseño. Por motivo de no haber una metodología, se propuso adaptar los niveles de vulnerabilidad en viviendas dados por el Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI 2006, para nuestro caso de puentes. Con la elaboración de nuestra ficha de inspección se logró dar el nivel de vulnerabilidad estructural del puente. El estudio consistió en 3 etapas, las cuales se detallan en la siguiente figura:

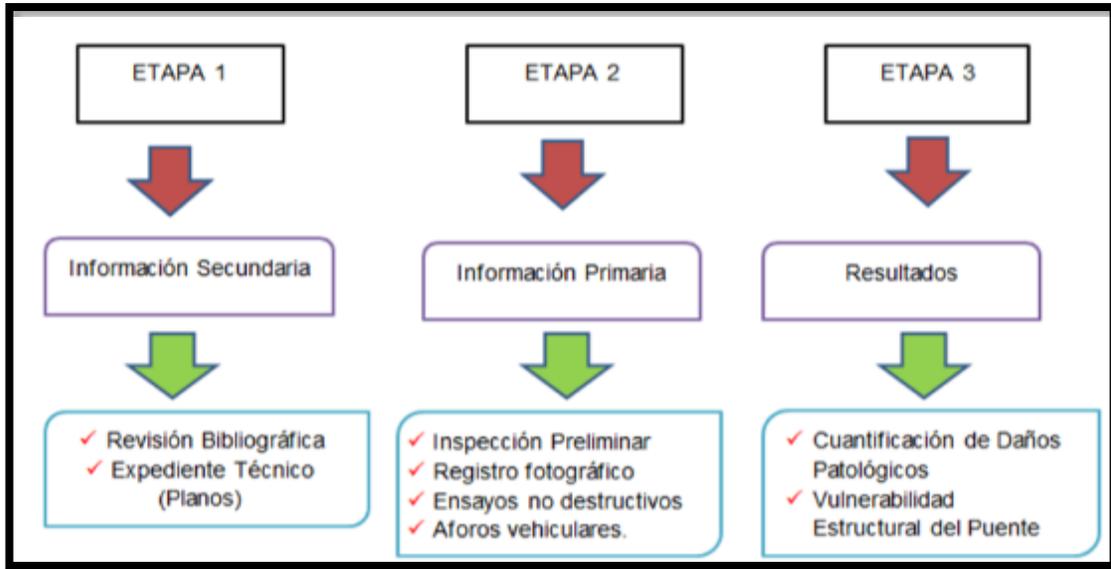


Gráfico N° 5 Metodología de la Investigación

Fuente: Elaboración Propia

3.7.1.1 Etapa 1: Información Secundaria.

En esta etapa se seleccionó el material de información disponible en revistas científicas, libros, manuales, trabajos de Tesis y documentos relacionados con diagnóstico patológico en puentes, así como los factores que causan este deterioro. Y se cuenta con los planos estructurales del Expediente Técnico del Puente Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén.

3.7.1.2 Etapa 2: Información Primaria.

Esta investigación resulta de un trabajo de recolección de información en campo, los cuales se realizaron a partir de constantes visitas técnicas donde se realizó una inspección visual detallada para llevar un registro fotográfico de cada uno de los daños y fallas patológicas. Además, se realizó ensayos no destructivos tales como la prueba del esclerómetro en las vigas principales y estribos del puente con el objetivo de determinar las condiciones en las que se encuentra la estructura. Se analizó las deflexiones y se comprobó las áreas de aceros para dar respuesta al comportamiento estructural del puente. También información del nivel de tráfico y tipo de vehículo que circulan por el mismo.

3.7.2 INSPECCIÓN PRELIMINAR

3.7.2.1 Descripción del Puente Pakamueros

Se encuentra conformado por tres puentes, un puente antiguo y dos ampliaciones de puentes, los cuales han construidos tanto aguas arriba como aguas abajo del puente antiguo en el año 2014. En la investigación se consideró solo las dos ampliaciones de puente, denominando para la evaluación a las vigas principales tales como viga (1, 2, 3, 4) en la dirección del cauce de tal manera que las vigas del puente quedaron conformadas de la siguiente manera.

3.7.3 CONFORMACIÓN DE LOS PUENTES

3.7.3.1 Ampliación de puente margen derecho aguas arriba

La subestructura: está conformada por una zapata continua y estribo.

La superestructura: conformada por 2 vigas longitudinales, 6 vigas diafragmas, losa, vereda, parapeto, baranda, un ancho de calzada de 3,60m y ancho de vereda 1,80m.



Figura N° 13. Por motivo de análisis llamaremos V-1 y V-2 a las vigas principales de la Ampliación de puente margen derecho, aguas arriba.

3.7.3.2 Puente Antiguo

La subestructura: conformada por una zapata continua y estribo.

La superestructura: conformada por 4 vigas longitudinales, 5 vigas diafragmas, losa, una capa de asfalto y un ancho de la calzada de 7,20m. No se tom6 en cuenta en nuestra investigaci6n.

3.7.3.3 Ampliaci6n de puente margen izquierdo aguas abajo

La subestructura: conformada por una zapata continua y estribo.

La superestructura: conformada por 2 vigas longitudinales, 6 vigas diafragmas, losa, vereda, parapeto, baranda, una calzada de 3,60 m y un ancho de vereda 1,80m



Figura N° 14. Por motivo de análisis llamaremos V-3 y V-4 a las vigas principales de la Ampliaci6n de puente margen izquierdo, aguas abajo.

4 CAPITULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 ENSAYO DEL MARTILLO DE REBOTE ESCLERÓMETRO

Se realizó el ensayo a Estribos, vigas principales, diafragma y losa del Puente Pakamuros, teniendo en cuenta la metodología planteada anteriormente teniendo como norma la ASTM C 805. Se tomaron 10 golpes en cada punto del elemento descartando las lecturas que diferían de 2 unidades, obteniendo el promedio de cada prueba. Se tomó 8 puntos considerando como referencia que el mínimo número de puntos es 6. A continuación, se detalla los resultados obtenidos:



Figura N° 15. Prueba del esclerómetro

Tabla N° 12 Muestras tomadas con el esclerómetro en las vigas de la Ampliación de Puente Margen Derecho, Aguas Arriba

N° DE LECTURAS	PUNTO N°01			PUNTO N°02		
	VIGA PRINCIPAL N°01			VIGA PRINCIPAL N°02		
	LECTURA			LECTURA		
	REBOTE	VALIDOS	Kg/Cm2	REBOTE	VALIDOS	Kg/Cm2
1	25	25	166	28	28	210
2	26	26	180	27	27	195
3	27	27	195	27	27	195
4	26	26	180	26	26	180
5	25	25	166	26	26	210
6	25	25	166	28	27	195
7	26	26	180	27	27	195
8	26	26	180	26	26	180
9	25	25	166	27	27	195
10	27	27	195	26	27	195
DIRECCION	HORIZONTAL			HORIZONTAL		
ANGULO DE PRUEBA	90°			90°		
PROMEDIO	25.8			26.8		
DESVIACION ESTANDAR	11.4 kg/cm2			11.8 kg/cm2		
COEFICIENTE DE VARIACION	6.40%			6.20%		
RESISTENCIA %(F'c)	84.48			92.86		
RESISTENCIA ESTIMADA	177.4			195		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 13 Muestras tomadas en el Diafragma D-1 y Viga Principal V-3

N° DE LECTURAS	PUNTO N°03			PUNTO N°04		
	VIGA DIAFRAGMA N°01			VIGA PRINCIPAL N°03		
	LECTURA			LECTURA		
	REBOTE	VALIDOS	Kg/Cm2	REBOTE	VALIDOS	Kg/Cm2
1	25	25	166	27	27	195
2	26	26	180	26	26	180
3	25	25	166	25	25	166
4	27	27	195	25	25	166
5	27	27	195	26	26	180
6	26	26	180	26	26	180
7	25	26	180	25	25	166
8	26	26	180	24	24	152
9	25	25	166	26	26	180
10	26	27	195	27	27	195
DIRECCION	HORIZONTAL			HORIZONTAL		
ANGULO DE PRUEBA	90°			90°		
PROMEDIO	26			25.7		
DESVIACION ESTANDAR	11.8 kg/cm2			13.6 kg/cm2		
COEFICIENTE DE VARIACION	6.60%			7.70%		
RESISTENCIA %(F'c)	85.86			83.81		
RESISTENCIA ESTIMADA	180.3			176		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 14 Muestras tomadas en el Estribo y Viga Principal V-4, Ampliación de Puente Margen Izquierdo, aguas abajo.

N° DE LECTURAS	PUNTO N°05			PUNTO N°06		
	ESTRIBO IZQUIERDO AGUAS ABAJO			VIGA PRINCIPAL N°04		
	LECTURA			LECTURA		
	REBOTE	VALIDOS	Kg/Cm2	REBOTE	VALIDOS	Kg/Cm2
1	26	26	180	27	27	195
2	26	26	180	27	27	195
3	26	26	180	28	28	210
4	25	25	166	27	27	195
5	25	25	166	28	28	210
6	25	25	166	28	28	210
7	26	26	180	27	27	195
8	25	25	166	27	27	195
9	26	26	180	26	26	180
10	26	26	180	26	26	180
DIRECCION	HORIZONTAL			HORIZONTAL		
ANGULO DE PRUEBA	90°			90°		
PROMEDIO	25.6			27.1		
DESVIACION ESTANDAR	7.2 kg/cm2			11.1 kg/cm2		
COEFICIENTE DE VARIACION	4.10%			5.60%		
RESISTENCIA %(F'c)	83.05			93.57		
RESISTENCIA ESTIMADA	174.4			196.5		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 15 Muestra tomada en la Losa de la Ampliación de puente aguas arriba

N° DE LECTURAS	PUNTO N°07		
	LOSA DE PUENTE		
	LECTURA		
	REBOTE	VALIDOS	Kg/Cm2
1	22	22	126
2	22	22	126
3	21	21	113
4	21	21	113
5	22	22	126
6	22	22	126
7	22	22	126
8	21	21	113
9	21	21	113
10	21	21	113
DIRECCION	HORIZONTAL		
ANGULO DE PRUEBA	90°		
PROMEDIO	21.5		
DESVIACION ESTANDAR	6.9 kg/cm2		
COEFICIENTE DE VARIACION	5.70%		
RESISTENCIA %(F'c)	56.90		
RESISTENCIA ESTIMADA	119.5		

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se resume los valores obtenidos con el esclerómetro.

Tabla N° 16 Resultados obtenidos por el esclerómetro en las Ampliaciones de puentes

Ensayo de Esclerometria	Sentido	Muestras	Componente	Resistencia F'c (kg/cm2)	Promedio
Ampliacion de Puente Aguas Arriba	Lado Derecho	D-1	Viga Principal V-1	177.4	168.05
		D-2	Viga Principal V-2	195	
		D-3	Viga Diafragmas D-1	180.3	
	Lado Izquierdo	D-7	Losa de Puente	119.5	
Ampliacion de Puente Aguas Abajo	Lado Derecho	D-4	Estribo E-3	174.4	182.30
		D-5	Viga Principal V-3	176	
		D-6	Viga Principal V-4	196.5	

Fuente: Elaboración Propia

La verificación de la resistencia del concreto mediante el esclerómetro, se rigen mediante las normas internacionales ASTM C 805. De los resultados obtenidos del ensayo de esclerómetro se obtiene como resistencia promedio **174.15kg/cm2**, la cual no está cumpliendo con la especificación técnica para la cual fue diseñada.

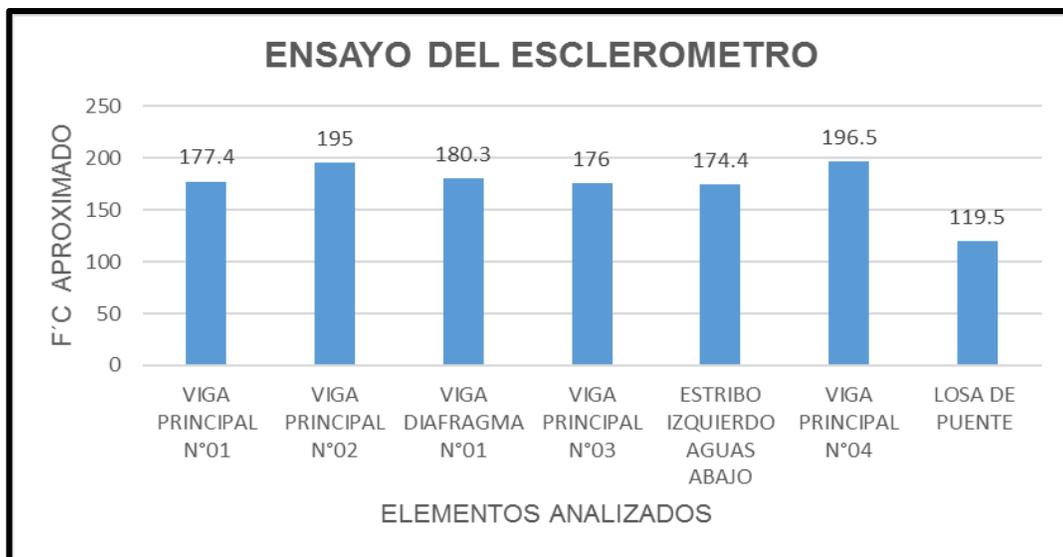


Gráfico N° 6 Resistencias del concreto obtenidas por el ensayo de esclerómetro.

Tabla N° 17 Muestra tomada en la Viga Principal V-2, Puente Antiguo

N° DE LECTURAS	PUNTO N°08		
	VIGA N°02 PUENTE ANTIGUO		
	LECTURA		
	REBOTE	VALIDOS	Kg/Cm2
1	40	40	413
2	39	39	395
3	38	38	377
4	37	38	377
5	39	39	395
6	38	38	377
7	38	38	377
8	39	39	395
9	38	38	377
10	39	39	395
DIRECCION	HORIZONTAL		
ANGULO DE PRUEBA	90°		
PROMEDIO	38.6		
DESVIACION ESTANDAR	12.6 kg/cm2		
COEFICIENTE DE VARIACION	3.20%		
RESISTENCIA %(F'c)	110.80		
RESISTENCIA ESTIMADA	387.8		

Fuente: Elaboración Propia

Se consideró tomar un punto en el Puente Antiguo, para tener un sondeo de la resistencia del concreto cuya resistencia de diseño fue de **350 kg/cm²**, puente de tiene una vida útil de más de 40 años, según la tabla se observa una resistencia de **387.8 kg/cm²** la cual supera la resistencia de diseño y estaría cumpliendo la especificación técnica.

Se tomó en cuenta para el Análisis de la calidad del concreto en el Puente, los ensayos de Extracción de Núcleos Diamantinos realizados por la Municipalidad Provincial de Jaén. Debido a que dicho ensayo tiene mayor precisión y donde estuvo presente y pude dar la validez de dicho ensayo destructivo. A continuación, se detalla las 15 muestras tomadas en cuenta para el análisis.

Tabla N° 18 Muestras tomadas con el Ensayo Destructivo de Extracción de Diamantina

Muestras	Componentes del puente Pakamuros	Altura de testigos (cm)	Diámetro (cm)	Relación (L/D)	Carga (kg)	Resistencia F`c (kg/cm2)
D-2	E N° 02-Puente Margen Derecho	7.98	5.0	1.60	3087	152
D-3	E N° 01-Puente Margen Izquierdo	9.92	5.0	1.98	2949	150
D-4	VP V-1-Margen Izquierdo	8.83	5.0	1.77	3496	178
D-16	VP V-1-Margen Derecho	7.97	5.0	1.59	3136	155
D-11	VP V-2-Margen Izquierdo	7.08	5.0	1.42	3614	175
D-12	E N° 03-Puente Margen Izquierdo	7.33	5.0	1.47	3427	167
D-6	E N° 01-Puente Margen Derecho	9.41	5.0	1.88	3493	178
D-17	VP V-3-Margen Derecho	10.11	5.0	2.02	3555	181
D-18	VP V-4-Margen Derecho	9.79	5.0	1.96	4162	212
D-52	Losa de Puente-Margen Izquierdo	15	7.5	2.00	5755	150
D-53	Losa de Puente-Margen Izquierdo	15	7.5	2.00	5446	130
D-54	Losa de Puente-Margen Izquierdo	15	7.5	2.00	6939	123
D-55	Losa de Puente-Margen Derecho	8.03	7.5	1.07	5166	139
D-56	Losa de Puente-Margen Derecho	8.1	7.5	1.08	5166	104
D-57	Losa de Puente-Margen Derecho	7.95	7.5	1.06	5294	106

Fuente: Laboratorio de Ensayos de Materiales FERMATI S.A.C

Tabla N° 19 Factor de corrección de resistencia

Ratio longitud/diámetro L/D	Factor de Corrección de resistencia
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

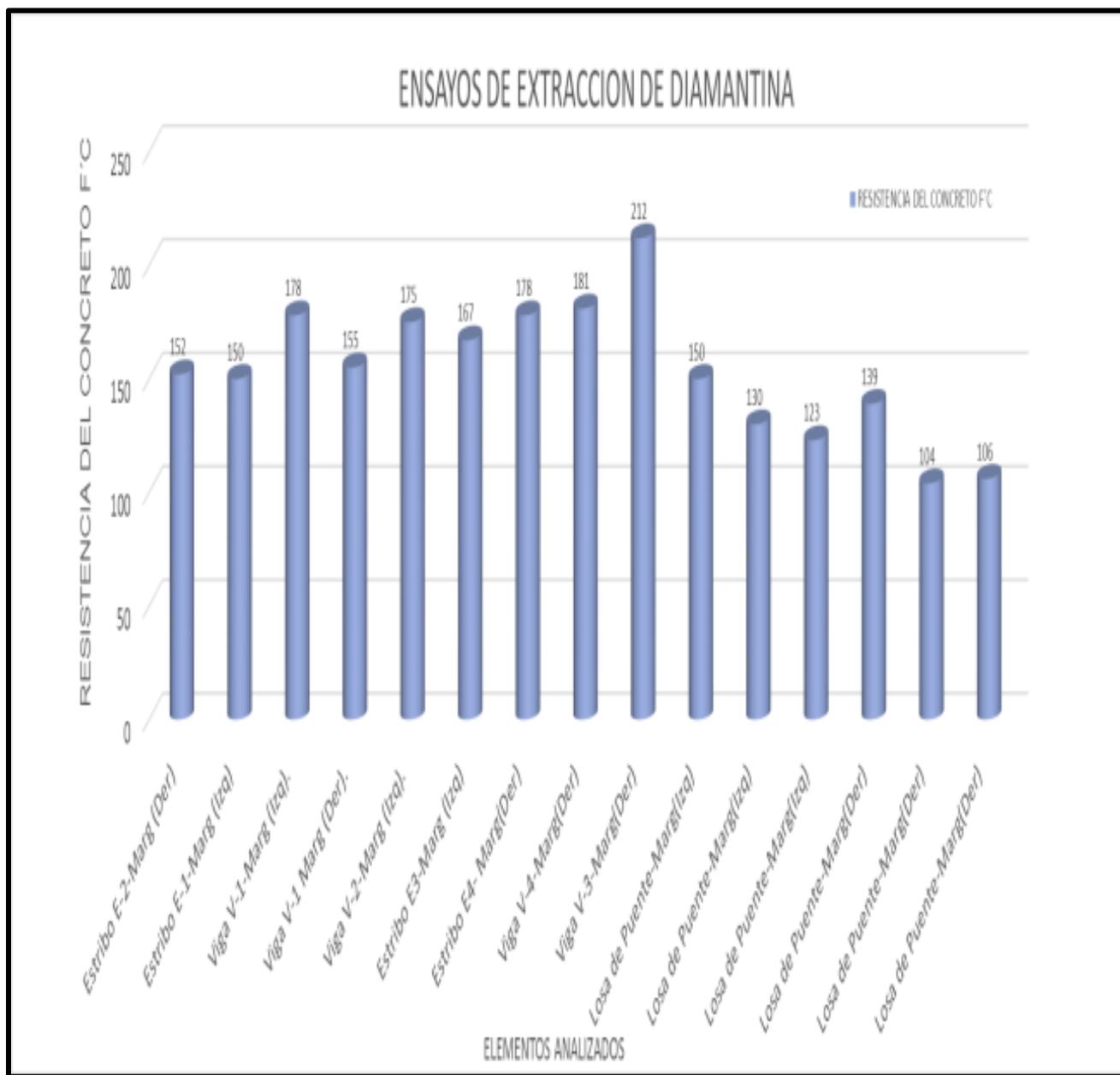


Gráfico N° 7 Resistencias obtenidas por el Ensayo de Extracción de Diamantinas

Tabla N° 20 Resumen de resistencias de cada componente estructural del puente

Componente Estructural	Resistencia obtenido por el Esclerómetro	Resistencia obtenida por Diamantina	Resistencia Especificada en el Expediente Técnico
E-1, Margen derecho		150 kg/cm ²	210 kg/cm ²
E-2, Margen derecho		152 kg/cm ²	210 kg/cm ²
E-3, Margen izquierdo	174.4 kg/cm ²	167 kg/cm ²	210 kg/cm ²
E-4, Margen izquierdo		178 kg/cm ²	210 kg/cm ²
VP V-1- Margen derecho	177.4 kg/cm ²	155 kg/cm ²	210 kg/cm ²
VP V-2- Margen derecho	195 kg/cm ²	175 kg/cm ²	210 kg/cm ²
VP V-3- Margen izquierdo	176 kg/cm ²	212 kg/cm ²	210 kg/cm ²
VP V-4- Margen izquierdo	196.5 kg/cm ²	181 kg/cm ²	210 kg/cm ²
VD- Margen derecho	180.3 kg/cm ²		210 kg/cm ²
Losa - margen derecho	119.5 kg/cm ²	150 kg/cm ²	210 kg/cm ²
Losa - margen derecho		130 kg/cm ²	210 kg/cm ²
Losa - margen derecho		123 kg/cm ²	210 kg/cm ²
Losa - margen izquierdo		139 kg/cm ²	210 kg/cm ²
Losa - margen izquierdo		104 kg/cm ²	210 kg/cm ²
Losa - margen izquierdo		106 kg/cm ²	210 kg/cm ²
Promedio de Resistencias	174.16 kg/cm²	152 kg/cm²	210 kg/cm²

Fuente: Elaboración Propia

Las resistencias obtenidas están por debajo de las especificadas en el expediente técnico, según el Manual de Diseño de Puentes MTC - 2016, nos dice que la resistencia del concreto en elementos estructurales comunes debe ser del tipo A, La cual debería ser mínimo 280 kg/cm². El puente presento deficiencias técnicas, mal diseño de mezclas, esto refleja un elevado grado de fisuración en sus elementos principales.

4.2 ESTUDIO DE TRAFICO PUENTE PAKAMUROS

Se realizó el estudio de tráfico en el puente Pakamuros, para lo cual consideramos 02 estaciones 02 sentidos el primero fue Jaén - San Ignacio y el otro Jaén - Chiclayo, considerando la importancia del puente ubicado en la carretera que une las dos provincias fronterizas Jaén- San Ignacio, en el expediente técnico no se encontró un estudio de tráfico lo que tuvimos necesidad de realizarlo durante 7 días las 24 horas del día, a continuación, se detallan los resultados obtenidos.

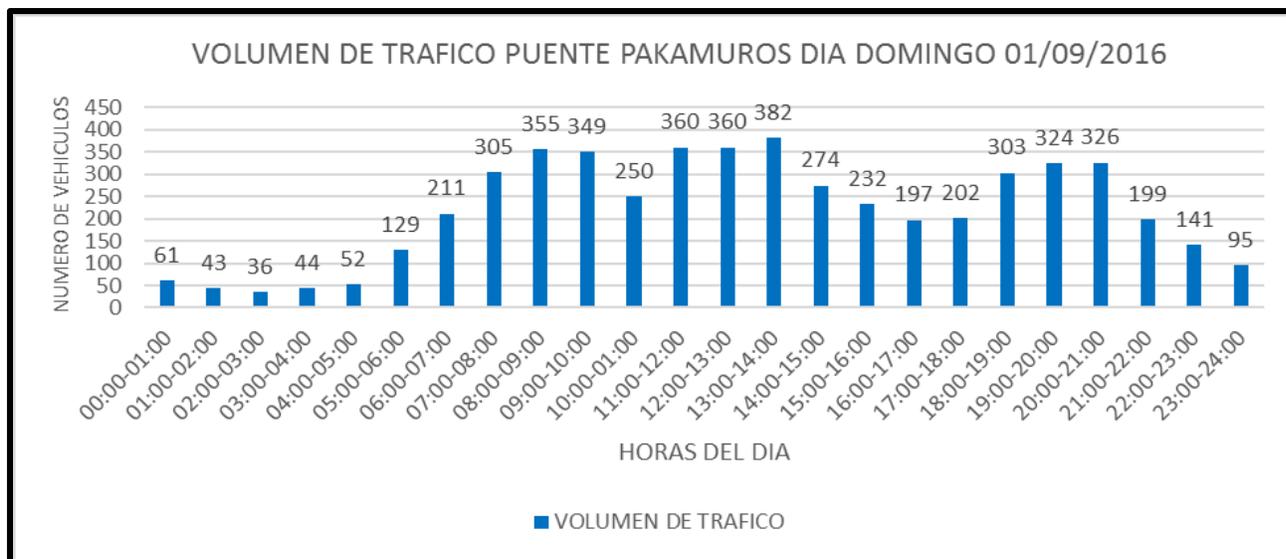


Gráfico N° 8 Volumen de tráfico día domingo 24 horas.

Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°08, se observa el tráfico durante las 24 horas del día domingo donde las horas puntas en el conteo son 7-9am, 11-2pm y 6-8pm es donde se da la mayor congestión vehicular.

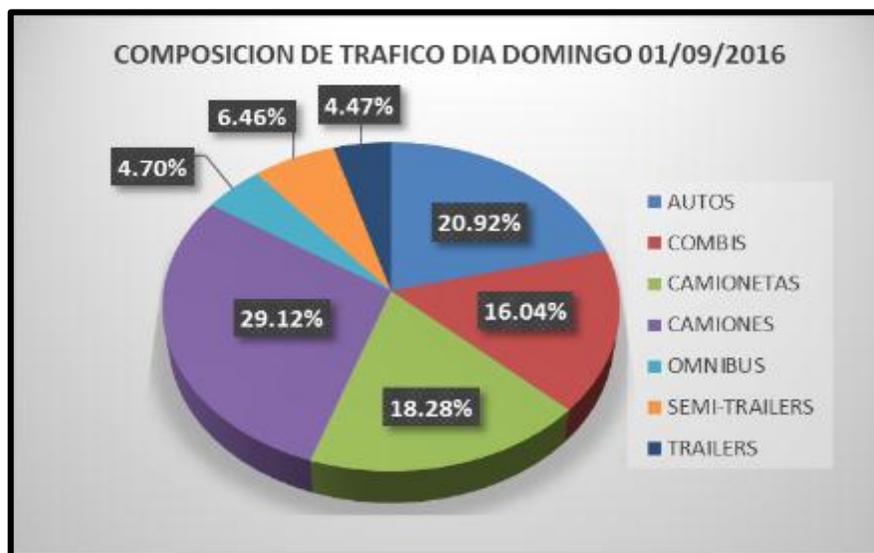


Gráfico N° 9 Composición del tráfico día domingo.

Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°09, se observa la composición del tráfico el día domingo 01/09/2016, el mayor porcentaje de vehículos son los Camiones (29.12%), y los de menor incidencia son los Tráileres (4.47%).

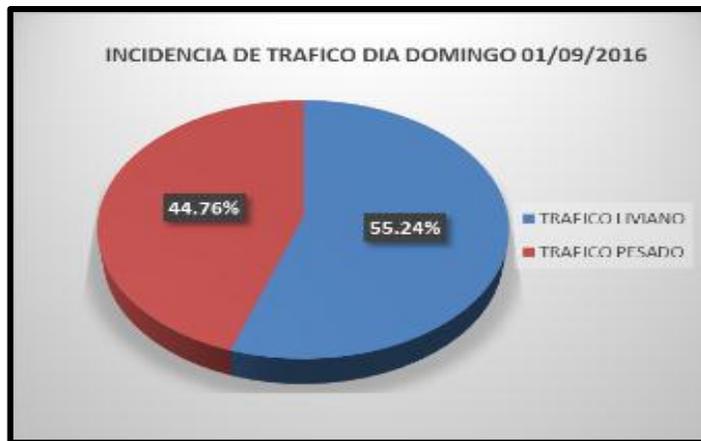


Gráfico N° 10 Incidencia del tráfico día domingo.

Fuente: Elaboración propia

Se observa la composición total de vehículos del día domingo 01/09/2016, lo cual el mayor porcentaje es **55.24%** vehículos livianos, y el de menor incidencia **44.76%** vehículos pesados.

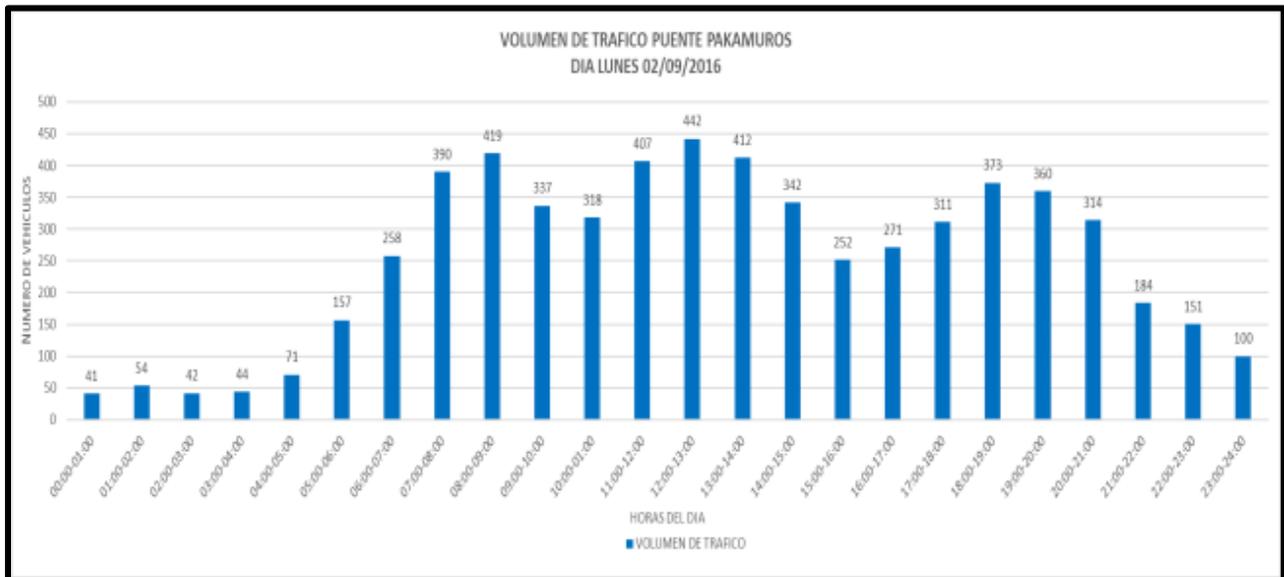


Gráfico N° 11 Volumen de tráfico día lunes 24 horas.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°11, se observa el tráfico durante las 24 horas del día domingo donde las horas puntas en el conteo son 7-9am, 11-2pm y 6-8pm es donde se da la mayor congestión vehicular.



Gráfico N° 12 Composición del tráfico día lunes.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°12, se observa la composición del tráfico el día lunes 02/09/2016, el mayor porcentaje de vehículos son los Autos (26.61%), y los de menor incidencia son los Tráileres (2.33%).



Gráfico N° 13 Incidencia del tráfico día lunes.

Fuente: Elaboración propia

Se observa la composición total de vehículos del día lunes 02/09/2016, lo cual el mayor porcentaje es **64.68%** vehículos livianos, y el de menor incidencia **35.32%** vehículos pesados.

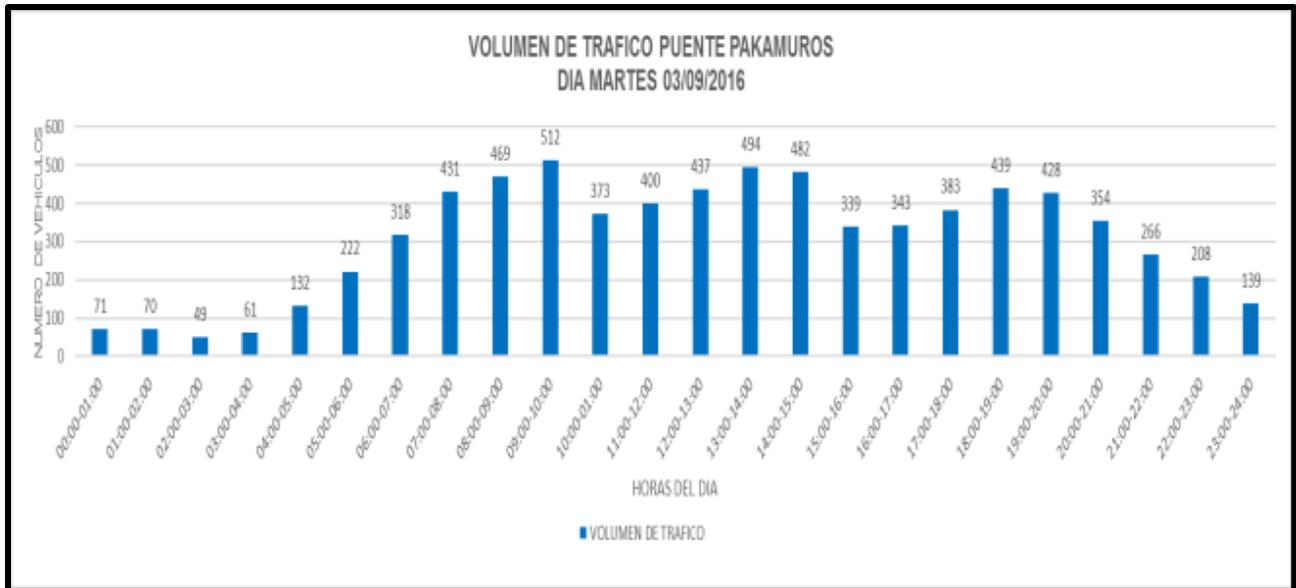


Gráfico N° 14 Volumen de tráfico día martes.

Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°14, se observa el tráfico durante las 24 horas del día domingo donde las horas punta en el conteo son 7-9am, 11-2pm y 6-8pm es donde se da la mayor congestión vehicular.



Gráfico N° 15 Composición del tráfico día martes.

Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°15, se observa la composición del tráfico el día martes 03/09/2016, el mayor porcentaje de vehículos son los Camiones (29.26%), y los de menor incidencia son los Ómnibus (3.17%).



Gráfico N° 16 Composición del tráfico día martes.

Fuente: Elaboración propia

Se observa la composición total de vehículos del día martes 03/09/2016, lo cual el mayor porcentaje es **59.53%** vehículos livianos, y el de menor incidencia **40.47%** vehículos pesados.

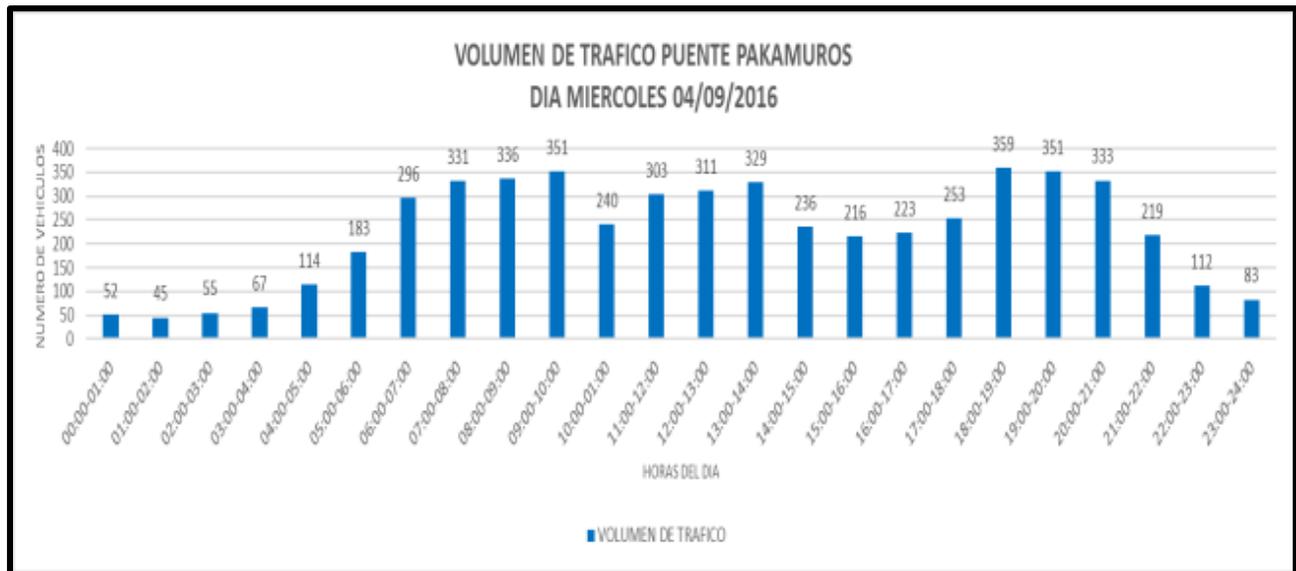


Gráfico N° 17 Volumen del tráfico día miércoles.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°17, se observa el tráfico durante las 24 horas del día domingo donde las horas puntas en el conteo son 7-10am, 11-2pm y 6-9pm es donde se da la mayor congestión vehicular.

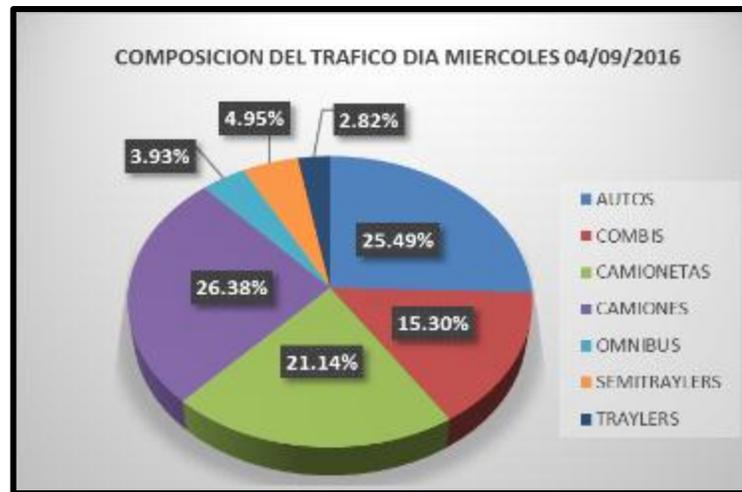


Gráfico N° 18 Composición del tráfico día miércoles.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°18, se observa la composición del tráfico el día miércoles 04/09/2016, el mayor porcentaje de vehículos son los Camiones (26.38%), y los de menor incidencia son los tráileres (2.82%).



Gráfico N° 19 Incidencia del tráfico día miércoles.

Fuente: Elaboración propia

Se observa la composición total de vehículos del día miércoles 04/09/2016, lo cual el mayor porcentaje es **61.93%** vehículos livianos, y el de menor incidencia **38.07%** vehículos pesados.

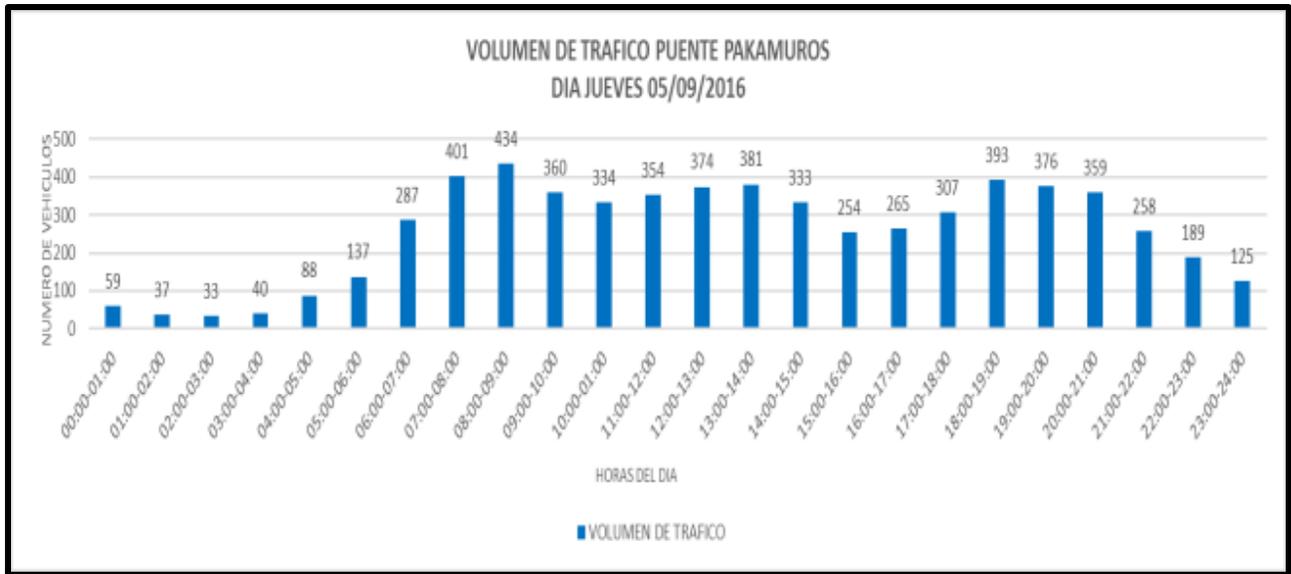


Gráfico N° 20 Volumen de tráfico día jueves.

Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°20, se observa el tráfico durante las 24 horas del día domingo donde las horas puntas en el conteo son 7-10am, 11-2pm y 6-9pm es donde se da la mayor congestión vehicular.



Gráfico N° 21 Composición del tráfico día jueves.

Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°21, se observa la composición del tráfico el día jueves 05/09/2016, el mayor porcentaje de vehículos son los Camiones (29.96%), y los de menor incidencia son los Ómnibus (3.37%).



Gráfico N° 22 Incidencia del tráfico día jueves.

Fuente: Elaboración propia

Se observa la composición total de vehículos del día jueves 05/09/2016, lo cual el mayor porcentaje es **57.04%** vehículos livianos, y el de menor incidencia **42.96%** vehículos pesados.

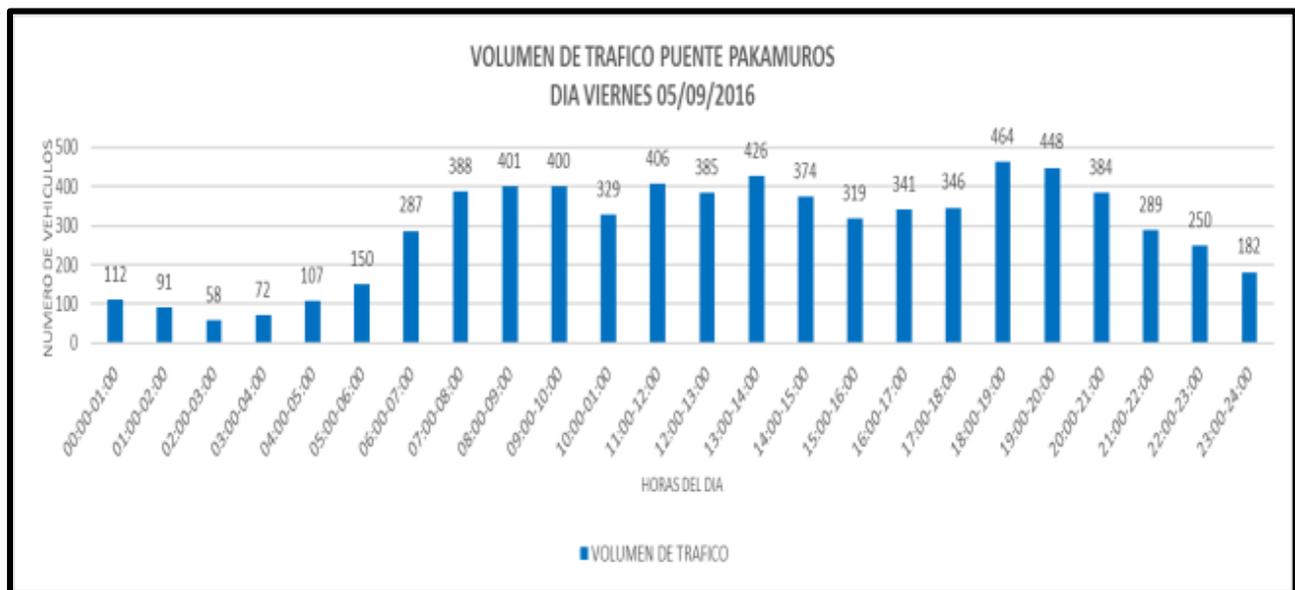


Gráfico N° 23 Volumen de tráfico día viernes.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°23, se observa el tráfico durante las 24 horas del día domingo donde las horas punta en el conteo son 7-10am, 11-2pm y 6-9pm es donde se da la mayor congestión vehicular.



Gráfico N° 24 Composición del tráfico día viernes.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°24, se observa la composición del tráfico el día viernes 06/09/2016, el mayor porcentaje de vehículos son los Camiones (26.52%), y los de menor incidencia son los Ómnibus (3.04%).



Gráfico N° 25 Incidencia del tráfico día viernes.

Fuente: Elaboración propia

Se observa la composición total de vehículos del día viernes 06/09/2016, lo cual el mayor porcentaje es **60.32%** vehículos livianos, y el de menor incidencia **39.68%** vehículos pesados.

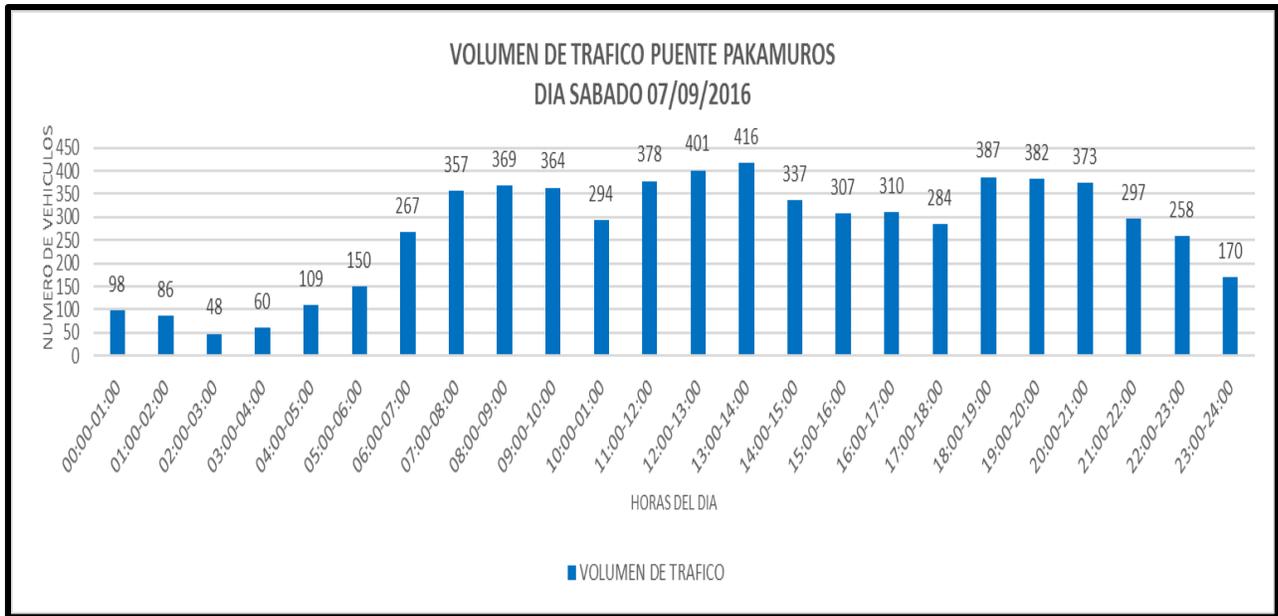


Gráfico N° 26 Volumen del tráfico día sábado.

Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°26, se observa el tráfico durante las 24 horas del día domingo donde las horas puntas en el conteo son 7-10am, 11-2pm y 6-9pm es donde se da la mayor congestión vehicular.



Gráfico N° 27 Composición del tráfico día sábado.

Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°27, se observa la composición del tráfico el día sábado 07/09/2016, el mayor porcentaje de vehículos son los Camiones (27.15%), y los de menor incidencia son los Ómnibus (4.00%).

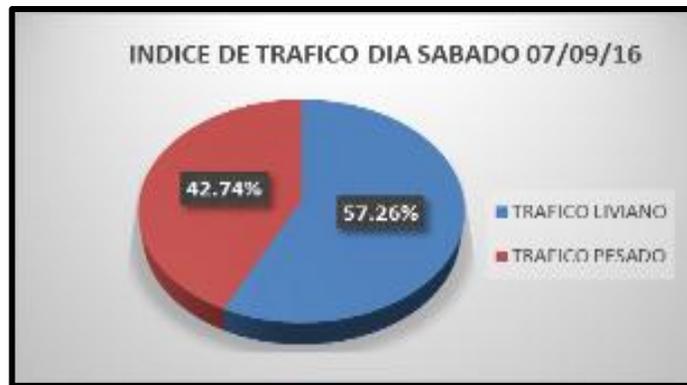


Gráfico N° 28 Incidencia del tráfico día sábado.

Fuente: Elaboración propia

Se observa la composición total de vehículos del día sábado 07/09/2016, lo cual el mayor porcentaje es **57.26%** vehículos livianos, y el de menor incidencia **42.74%** vehículos pesados.



Gráfico N° 29 Composición del tráfico día domingo.

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Según el gráfico N°29 se puede apreciar que en el día martes es donde tiene el más alto volumen de tráfico con **7420 veh/día**, y el menor volumen de tráfico es el día domingo con **5230 Veh/día**. El cual representa un volumen muy alto de tránsito y debido a que por el Puente Pakamuros pasa la Carretera Jaén- San Ignacio lo podemos clasificar por la demanda vehicular que tiene como autopista de primera clase que son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual mayor a 6000 veh/día).



Gráfico N° 30 Composición del tráfico de toda la semana.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°30, se observa la composición del tráfico que pasa por el Puente en una semana en las 24 horas del día lo que estipula el estudio de tráfico. Donde el mayor porcentaje de incidencia es 27.76% que corresponde a los camiones, el menor porcentaje de vehículos es 3.56% Ómnibus. Los cuales representan al tráfico pesado



Gráfico N° 31 Resumen del tráfico de toda la semana.

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Realizado el estudio de tráfico en el Puente Pakamuros de la ciudad de Jaén, podemos concluir que tenemos el **59.46%** de tráfico liviano (Autos, combis, camionetas) y el **40.54%** de tránsito pesado (Camiones, ómnibus, semi tráileres y tráileres).

4.3 MODELAMIENTO DEL PUENTE PAKAMUROS EN EL CSI BRIDGE V19. 2017

Diseño de un puente viga-losa de concreto armado de 26 metros de longitud según AASHTO LRFD 2014, mediante la aplicación de software Csi Bridge 2017.

Descripción: Se necesita hacer el análisis estructural de los 02 puentes nuevos adyacentes al puente antiguo. Calcular sus deflexiones máximas y verificar si cumplen sus áreas de aceros en las vigas principales.

Las condiciones geométricas de ambos puentes son las siguientes:

Longitud 26.00 m

Ancho de calzada 3.60m

Espesor de la losa de puente 0.20m

Ancho de vigas 0.45m

Peralte de vigas 1.82m

Ancho de vigas diafragmas 0.25m

Peralte de vigas diafragmas 1.35m

Ancho de veredas 2.00m

Camión de diseño HL-93

Factores de carga y combinaciones

DC=1.25

DW=Desgaste 1.50 (No se considera)

LL=1.75

IM= 33%

Características de los materiales

Resistencia del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$

Esfuerzo de fluencia $f_y=4200\text{kg/cm}^2$

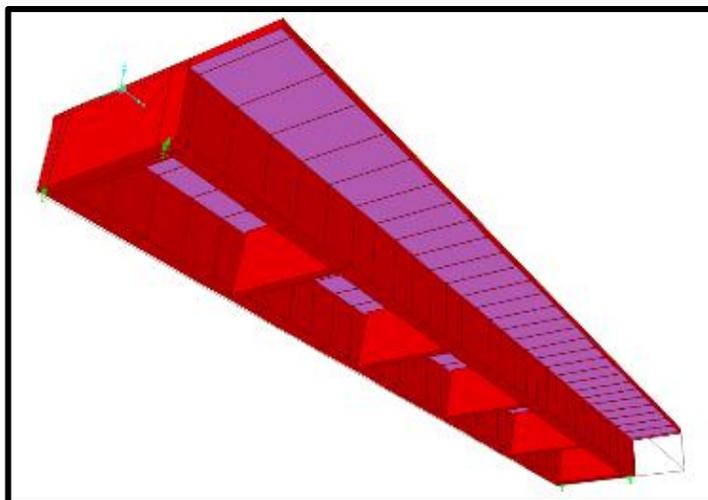


Figura N° 16. Vista en 3D generado por el software Csi Bridge Ampliación de puente aguas arriba

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

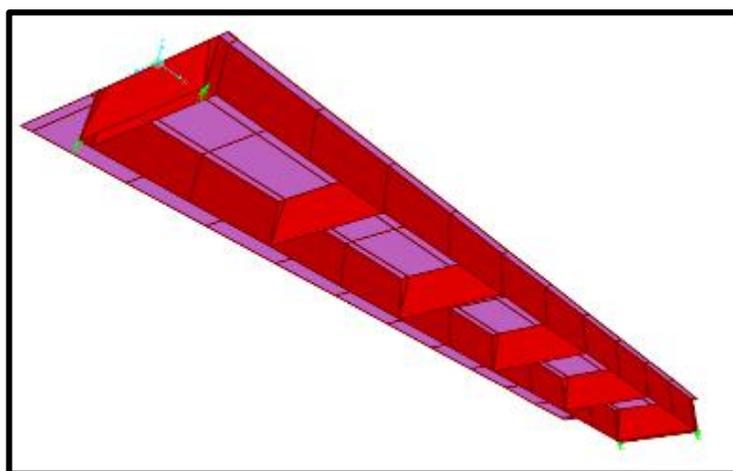


Figura N° 17. Vista en 3D generado por el software Csi Bridge Ampliación de puente aguas abajo

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

Se muestran los distintos tipos de carga, tanto lineales (barandas, lo cual se considera 0.10 Ton/m) como de superficie (Veredas 0.96 Ton/m, sardinel 0.192 Ton/m, s/c peatonal la cual según el Manual de Diseño de Puente del MTC-2016 se considera 0.36 Ton/m). Para la Ampliación de puente Margen Derecho, Aguas arriba. Como se muestran en las figuras 18, 19, 20 y 21.

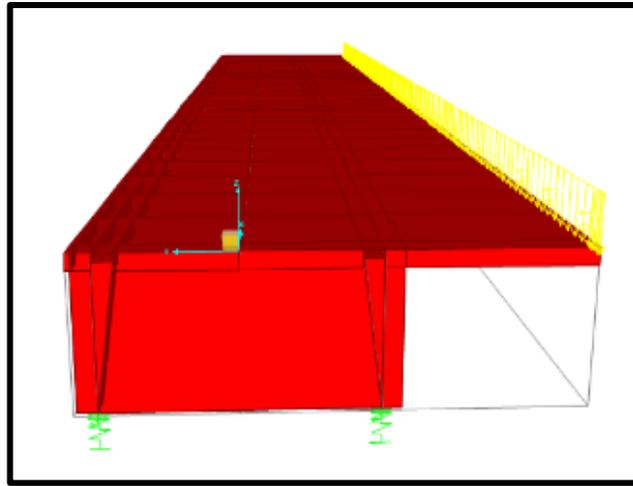


Figura N° 18. Grafica de cargas de barandas Ampliación de puente aguas arriba
Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

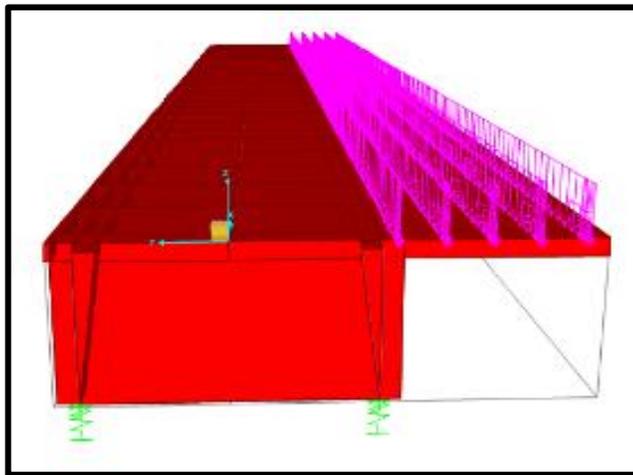


Figura N° 19. Grafica de cargas de vereda Ampliación de puente aguas arriba
Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

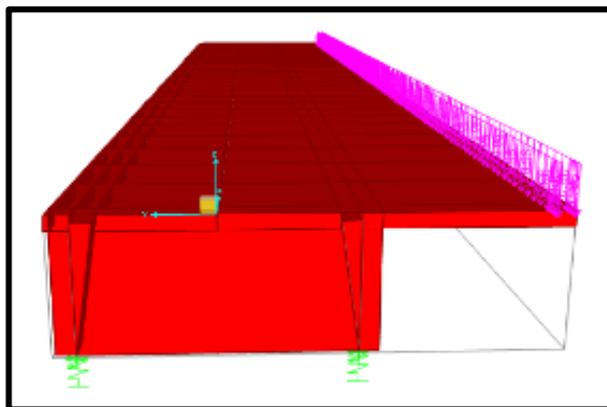


Figura N° 20. Grafica de cargas de sardinell Ampliación de puente aguas arriba
Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

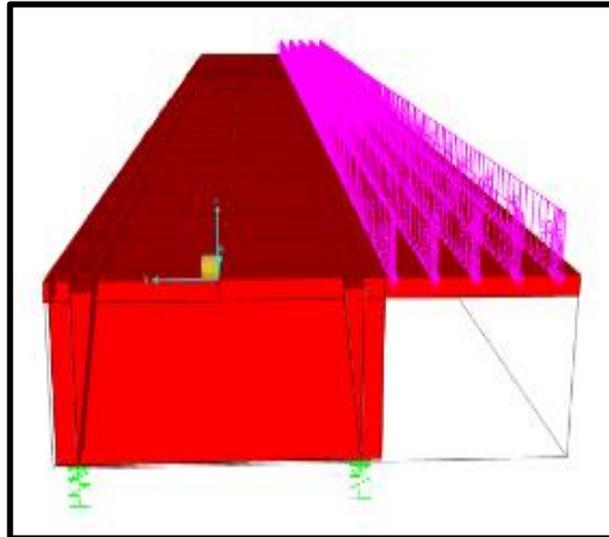


Figura N° 21. Grafica de cargas LP peatonal Ampliación de puente aguas arriba

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

Se muestran los distintos tipos de carga, tanto lineales (barandas, lo cual se considera 0.10 Ton/m) como de superficie (Veredas 0.96 Ton/m, sardinel 0.192 Ton/m, s/c peatonal la cual según el Manual de Diseño de Puente del MTC-2016 se considera 0.36 Ton/m). Para la Ampliación de puente Margen Izquierdo, Aguas abajo. Como se muestran en las figuras 22, 23, 24 y 25.

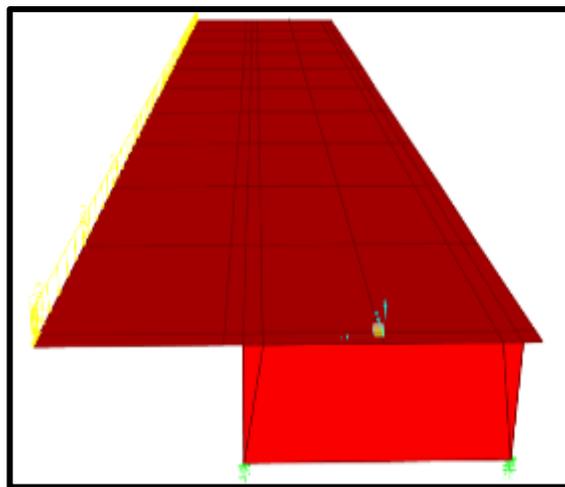


Figura N° 22. Grafica de cargas de barandas Ampliación de puente aguas abajo

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

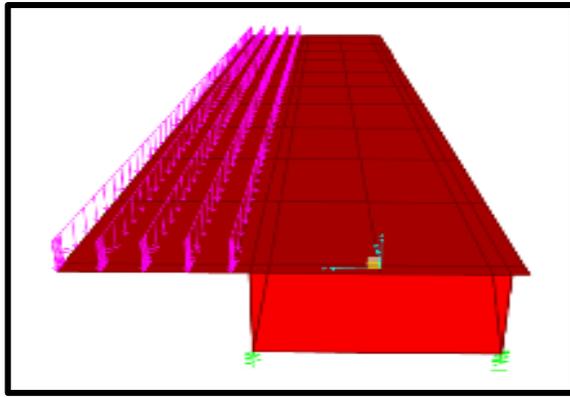


Figura N° 23. Grafica de cargas de vereda Ampliación de puente aguas abajo

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

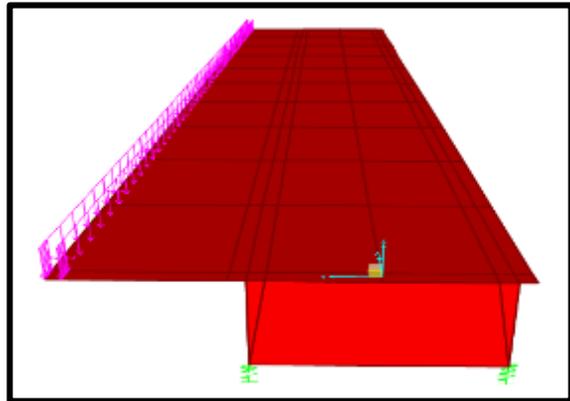


Figura N° 24. Grafica de cargas de sardinel Ampliación de puente aguas abajo

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

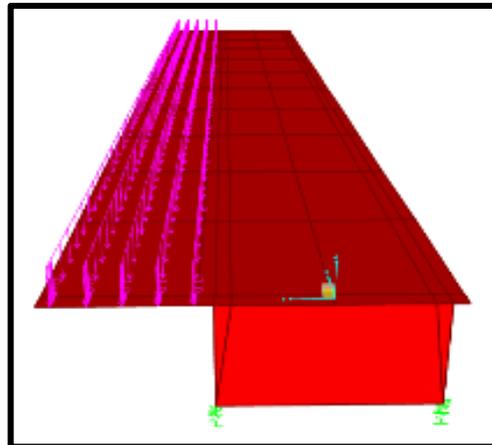


Figura N° 25. Grafica de cargas de LP peatonal Ampliación de puente aguas abajo

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

Al analizar las condiciones de la estructura, para este caso un puente de 26 metros, lo primero en revisar son los criterios de deflexiones para los puentes.

En ausencia de otros criterios, para las construcciones de acero, aluminio y/o concreto se pueden considerar los siguientes límites de deflexión

- Carga vehicular, general..... Longitud/800,
- Carga vehiculares y peatonales.....Longitud/1000,
- Carga vehicular sobre voladizos.....Longitud/300, y
- Carga vehiculares y peatonales sobre voladizos.....Longitud/375

Fuente: Según el Manual de Diseño de Puentes Publicado el 18 de enero del 2016.

Para el presente caso sería $L/1000$, siendo L la longitud del puente de 26m. Por lo que $26/1000=2.6\text{cm}$ sería el límite de deflexión en esta estructura.

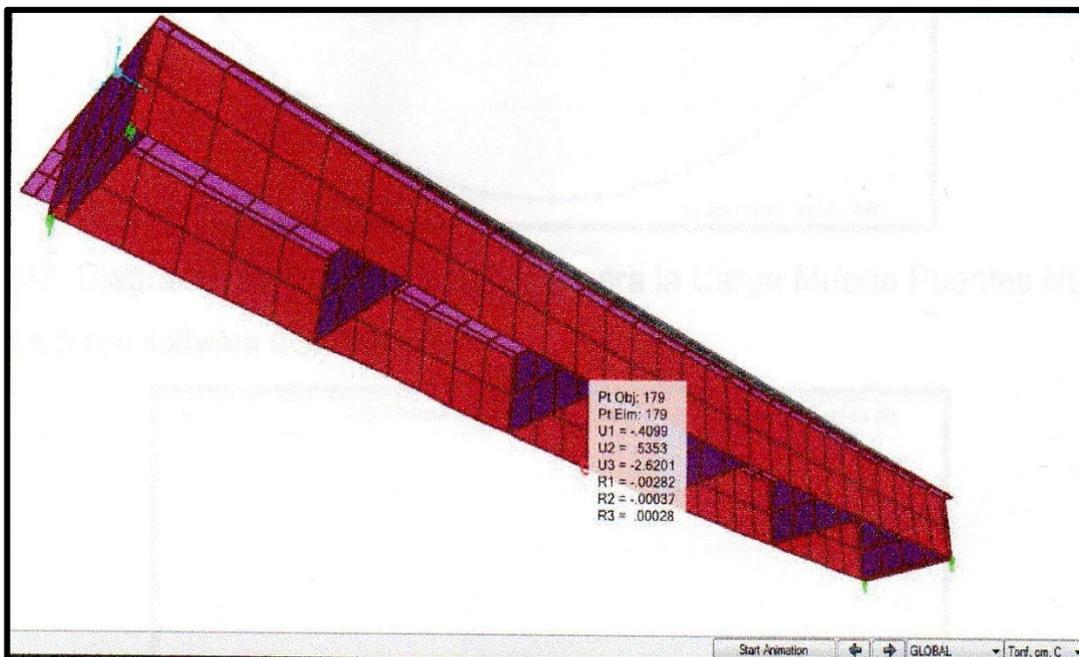


Figura N° 26. Deflexión horizontal viga V-1, Ampliación de puente aguas arriba.

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

Se observa en la figura N°26, la deflexión máxima es **2.69cm** lo cual está por encima de la deflexión máxima permisible que es **2.60cm**. Por lo cual la viga V-1, No cumple los requisitos para lo cual fue diseñado.

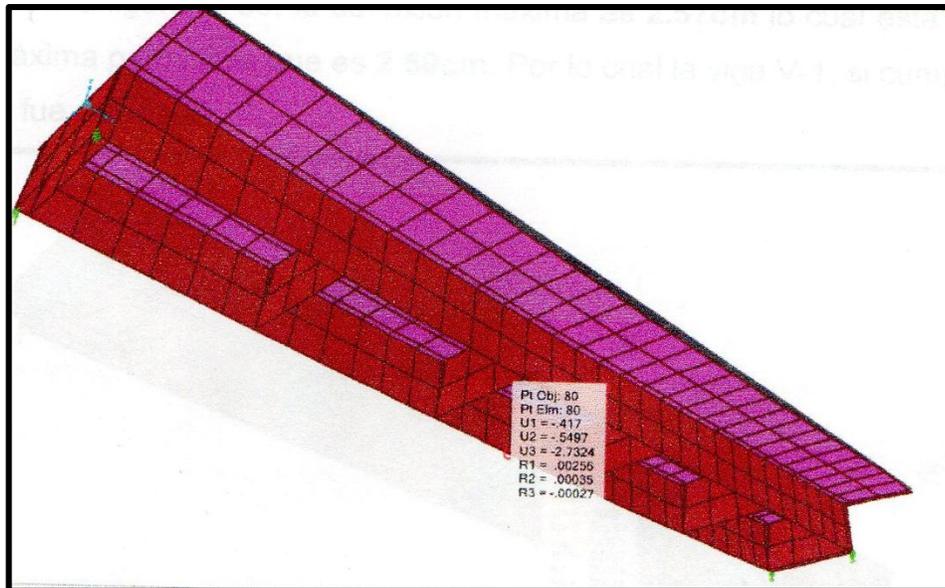


Figura N° 27. Deflexión horizontal viga V-2, Ampliación de puente aguas arriba

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

Se observa en la figura N°27, la deflexión máxima es **2.73cm** lo cual está por encima de la deflexión máxima permisible que es **2.60cm**. Por lo cual la viga V-2, No cumple los requisitos para lo cual fue diseñado.

En conclusión, ambas Vigas Principales V-1 y V-2 del Ampliación de puente margen derecho, aguas arriba no están cumpliendo con las deflexiones mínimas permisibles.

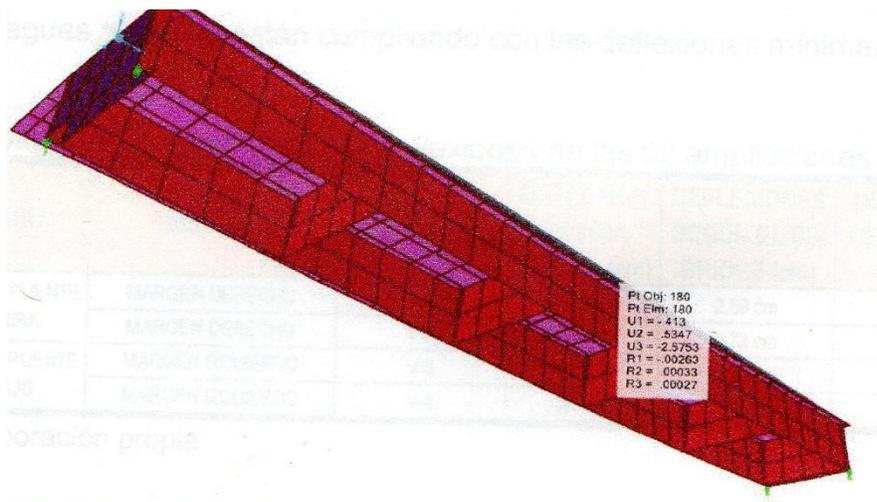


Figura N° 28. Deflexión horizontal viga V-3, Ampliación de puente aguas abajo.

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

Se observa en la figura N°28, la deflexión máxima es **2.57cm** lo cual está muy cerca de la deflexión máxima permisible que es **2.60cm**. Por lo cual la viga V-1, si cumple los requisitos para lo cual fue diseñado.

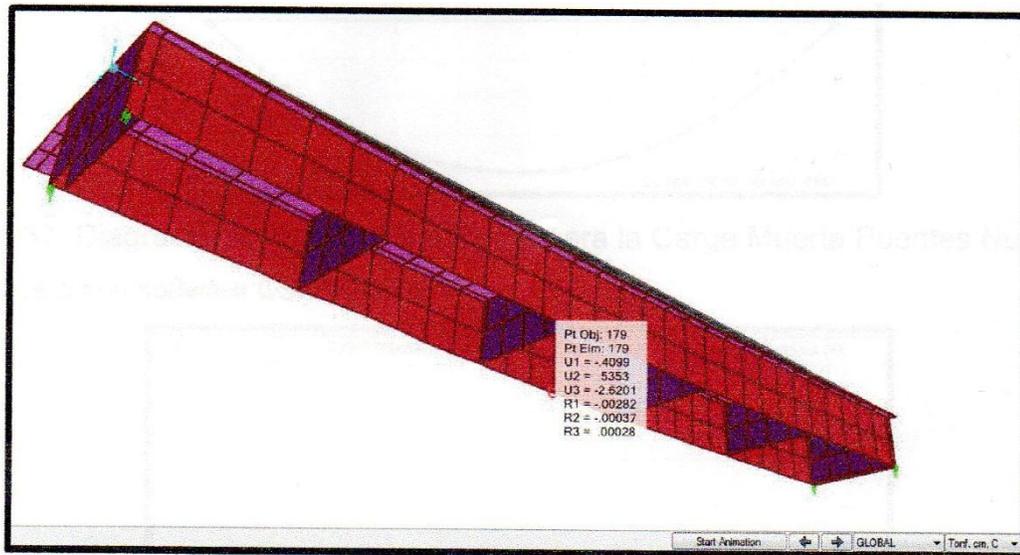


Figura N° 29. Deflexión horizontal viga V-4, Ampliación de puente aguas abajo

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

Se observa en la figura N°29, la deflexión máxima es **2.62cm** lo cual está por encima de la deflexión máxima permisible que es **2.60cm**. Por lo cual la viga V-1, No cumple los requisitos para lo cual fue diseñado.

En conclusión, ambas Vigas Principales V-3 y V-4 de la Ampliación de puente margen izquierdo, aguas abajo no están cumpliendo con las deflexiones mínimas permisibles.

Tabla N° 21 Resumen de las Deflexiones de las dos Ampliaciones de Puentes.

Estructura	Sentido	Vigas Principales	Deflexión máxima medida (cm)	Deflexiones según el CSI BRIDGE(cm)	Deflexión permisible (L/1000)	Condición
Ampliación de puente aguas arriba	Margen Derecho	V-1	12 cm	2.69cm	2.6cm	No cumple
	Margen Derecho	V-2	10 cm	2.73cm	2.6cm	No cumple
Ampliación de puente aguas abajo	Margen Izquierdo	V-3	18 cm	2.58cm	2.6cm	No cumple
	Margen Izquierdo	V-4	20 cm	2.62cm	2.6cm	No cumple

Fuente: Elaboración propia

Las deflexiones máximas medidas en las ampliaciones de puente se detallan en los Anexos 7.5 Planos.

Se verifico las áreas de acero en cada una de las vigas principales de las dos Ampliaciones de puentes, debido a que las Ampliaciones son estructuras simétricas los momentos serán muy similares. Se consideró el margen izquierdo aguas abajo (figuras 30, 31, 32 y 33).

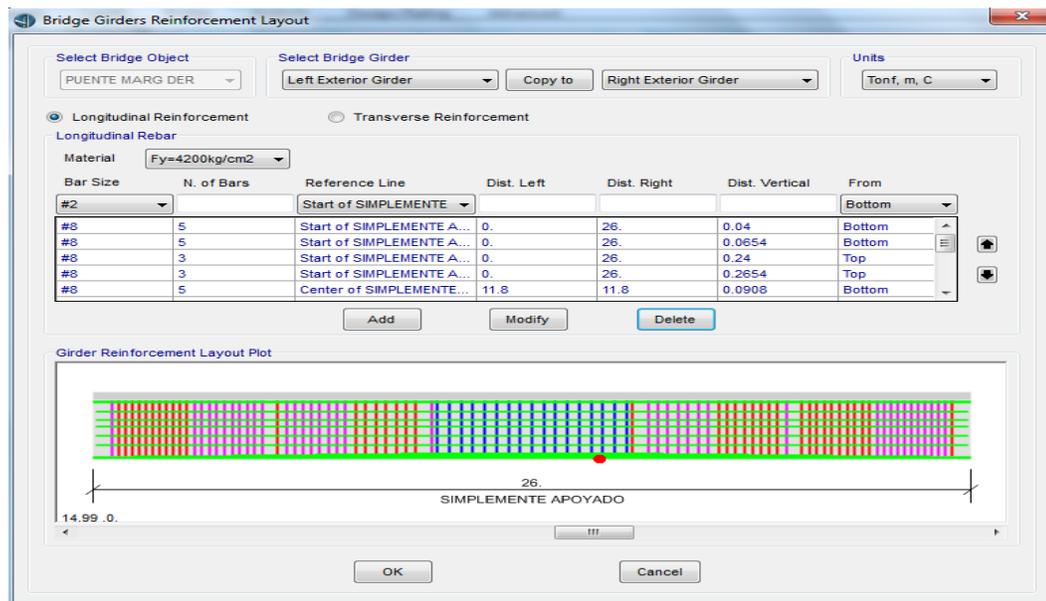


Figura N° 30. Colocación de Acero según el Expediente Técnico Viga Principal V-2

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

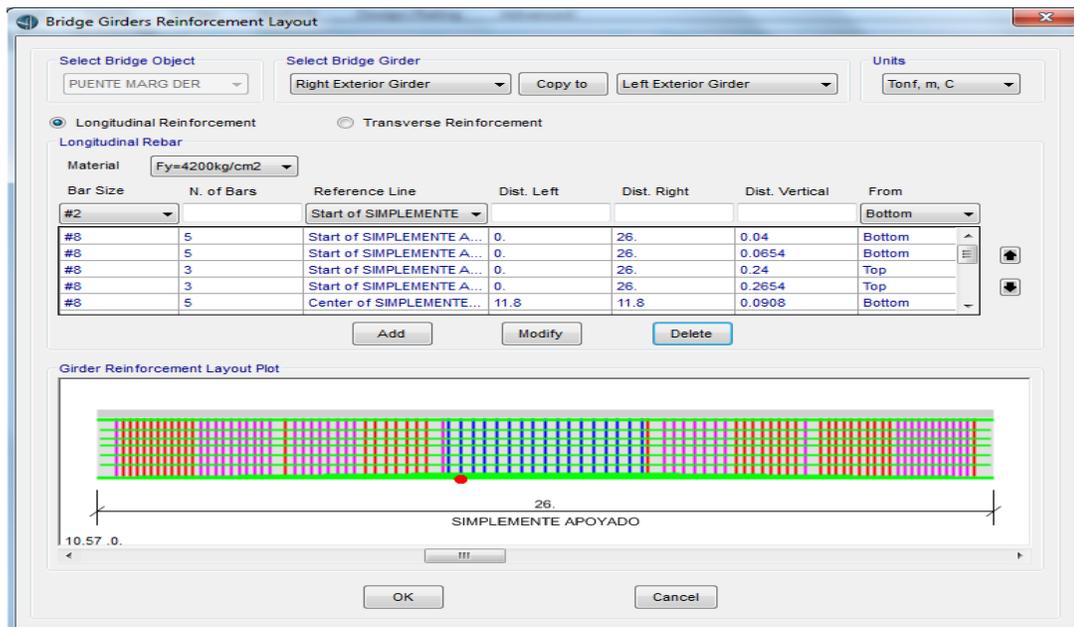


Figura N° 31. Colocación de Acero según el Expediente Técnico Viga Principal V-1

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

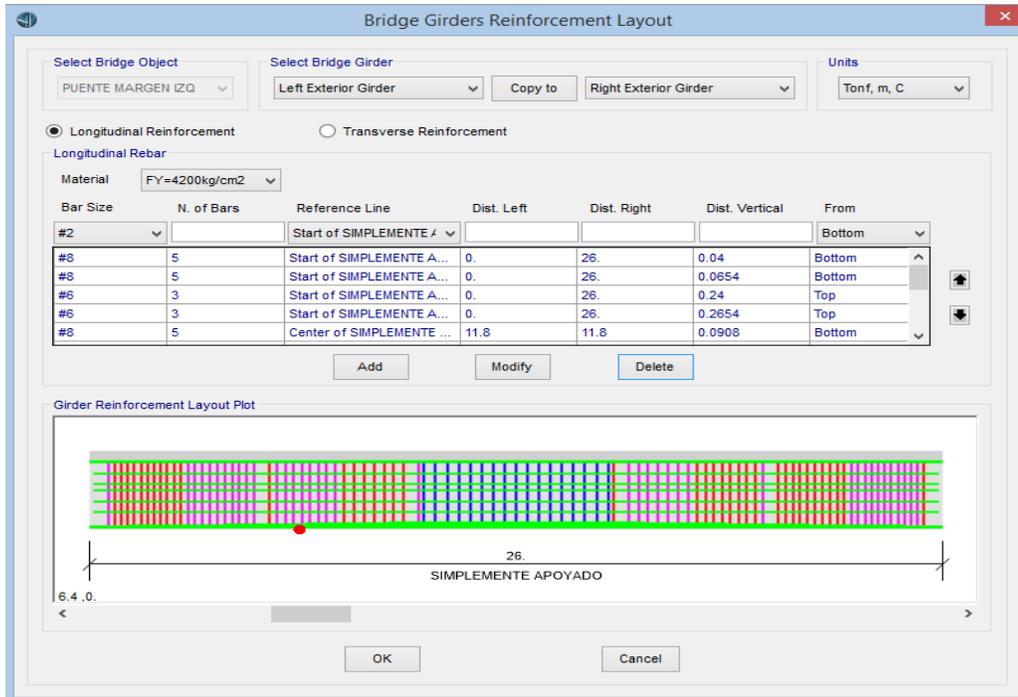


Figura N° 32. Colocación de Acero según el Expediente Técnico Viga Principal V-4
Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

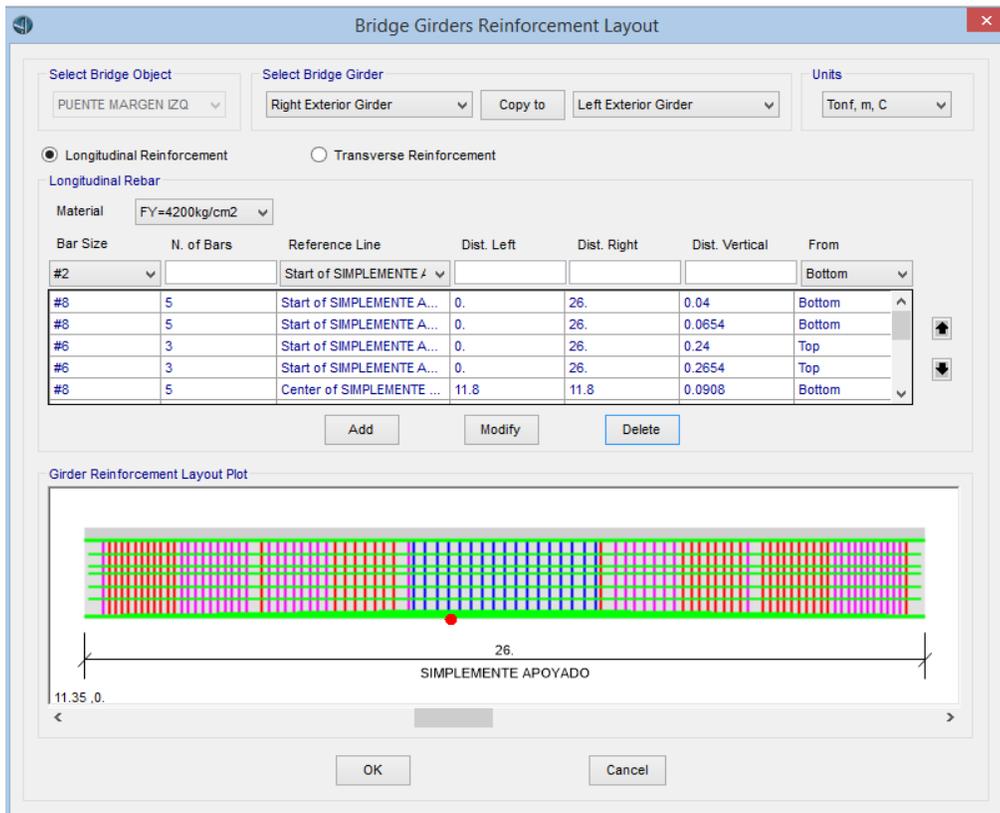


Figura N° 33. Colocación de Acero según el Expediente Técnico Viga Principal V-3
Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

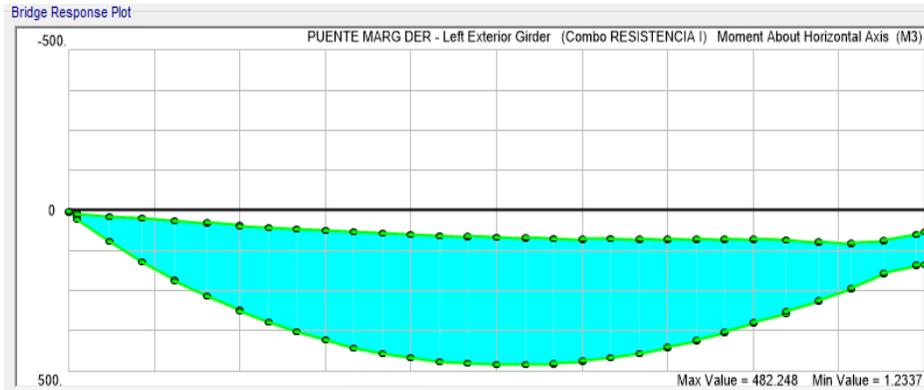


Figura N° 34. Momento obtenido por el Combo de Resistencia I Viga Principal V-2
Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

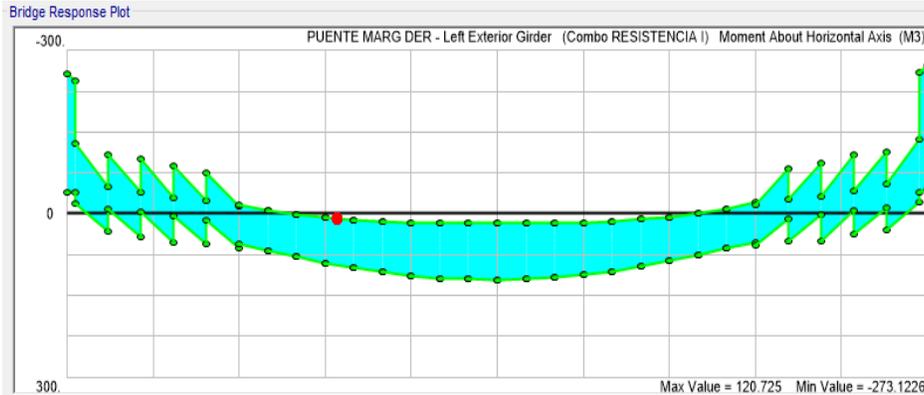


Figura N° 35. Momento obtenido por el combo de Resistencia I considerando las áreas de acero del Expediente Técnico, Puente Margen Derecho.
Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

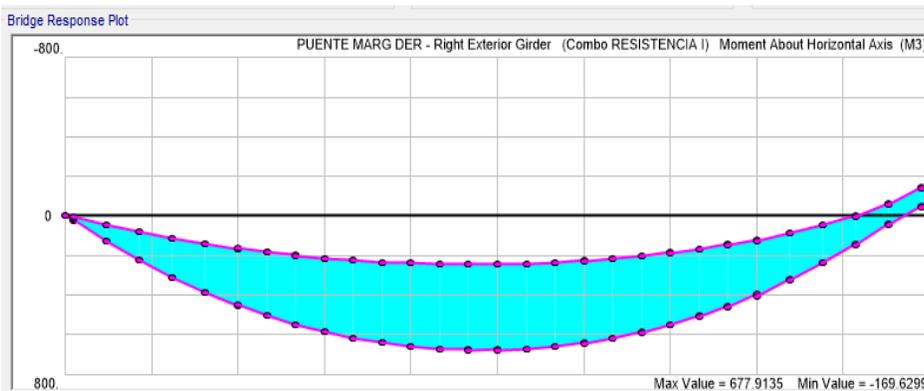


Figura N° 36. Momento obtenido por el Combo de Resistencia I Viga Principal V-1
Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

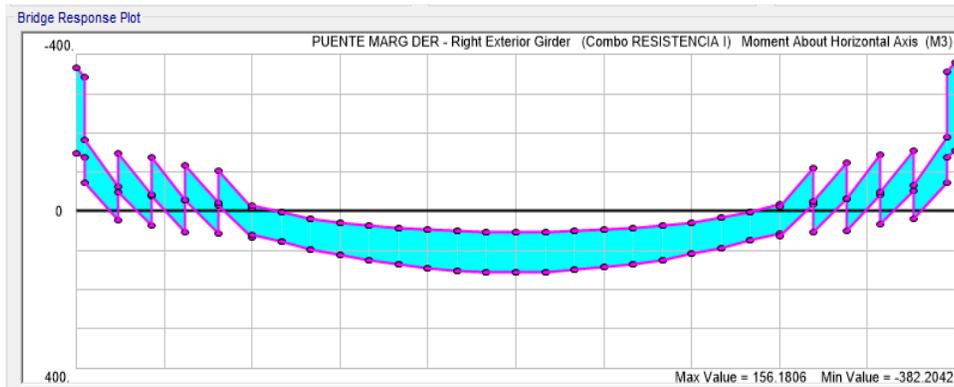


Figura N° 37. Momento obtenido por el Combo de Resistencia I considerando las áreas de acero del Expediente Técnico, Puente Margen Derecho.

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

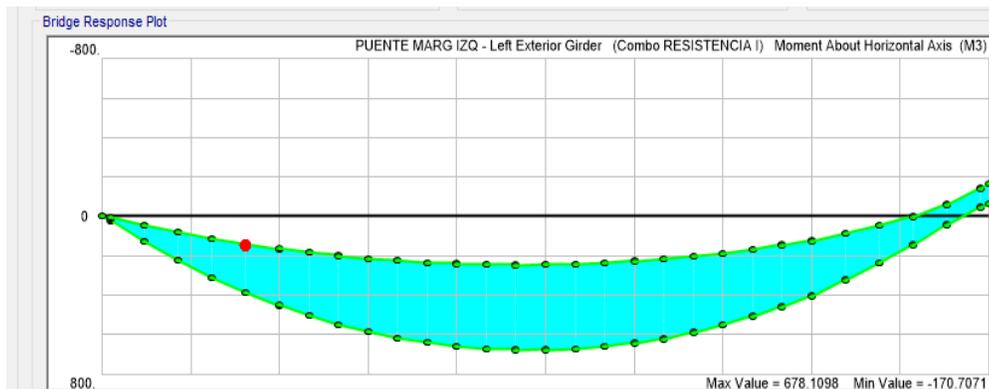


Figura N° 38. Momento Máximo para la Combinación de resistencia I, Viga Principal V-4

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

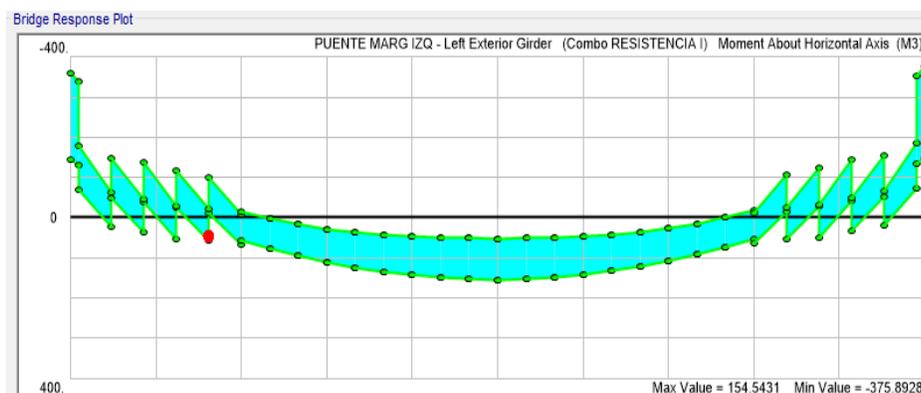


Figura N° 39. Diagrama de Momentos máximo y mínimo combinación de Resistencia I con el acero colocado del Expediente Técnico, Puente Margen Izquierdo

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

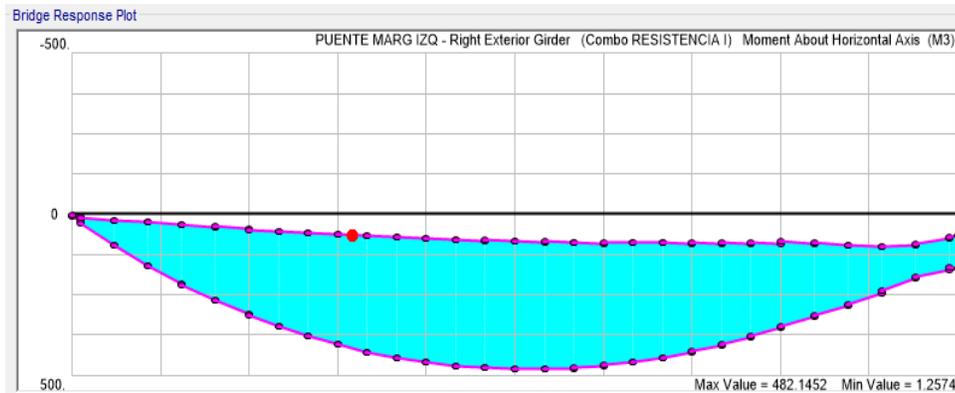


Figura N° 40. Momento Máximo para la Combinación de resistencia I, Viga Principal V-3

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

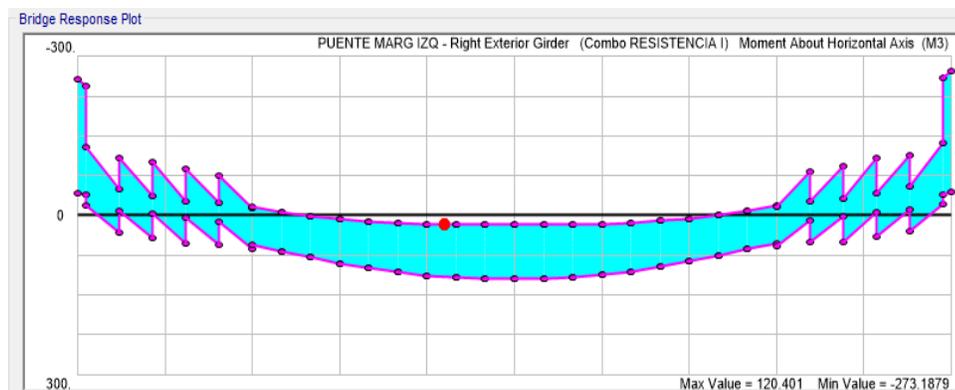


Figura N° 41. Diagrama de Momentos máximo y mínimo combinación de Resistencia I con el acero colocado del Expediente Técnico, Puente Margen Izquierdo

Fuente: Modelo con software CSI BRIDGE 2017

Tabla N° 22 Cuadro comparativo de los momentos en las vigas para las áreas de acero

Tramos	Sentido	Elementos	Momento de Resistencia I según el CSI BRIDGE		Momentos Resistencia I según los aceros del Expediente Técnico		Área de Acero (Condición)
Ampliación de Puente Aguas Arriba	Margen Derecho	Viga Principal V-1	677.9135	-169.6299	156.1806	-382.2042	No Cumple
		Viga Principal V-2	482.248	1.2337	120.725	-273.1226	No Cumple
Ampliación de Puente Aguas Abajo	Margen Izquierdo	Viga Principal V-3	482.145	1.2574	120.401	-273.1879	No Cumple
		Viga Principal V-4	678.1098	-170.7071	154.5431	-375.8928	No Cumple

Fuente: Momentos calculados en el CSI BRIDGE V19.1 2017

Se concluye que al analizar el acero en las 4 vigas principales en ambas Ampliaciones de puente tanto margen derecho e izquierda, no cumplen las áreas de acero requerido, ya que el momento resultante con el acero propuesto del Expediente Técnico es menor que el requerido. Esto nos indica que el puente está presentando vulnerabilidad estructural porque las áreas de acero no están cumpliendo.

4.4 ANALISIS DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL EN PUENTE PAKAMUROS

El objetivo principal de la presente investigación fue analizar y determinar la vulnerabilidad estructural del concreto armado en los elementos estructurales del Puente Pakamuros de tipo Viga-Losa, distrito y provincia de Jaén, región de Cajamarca, por lo cual presentaremos a continuación los resultados obtenidos de manera lógica y objetiva detallados en las tablas y gráficos correctamente descritos e interpretados.

Cabe señalar que en este capítulo se incluyen resultados por cada muestra de análisis evaluada.

- Tipos de daños presente en cada una de las unidades de muestra.
- El nivel de vulnerabilidad de los daños en cada componente de los elementos estructurales del puente en análisis.
- El porcentaje total de área afectada en cada unidad de muestra, para establecer el grado de daño estructural de sus elementos.

Cabe señalar que el análisis de la vulnerabilidad estructural del puente Pakamuros, se realizará siguiendo el orden de la tabla 2, se analizará con un método científico inductivo ya que se evaluará primero las componentes, para llegar a la conclusión de los elementos, luego se hará una conclusión de ambos puentes nuevos, para después realizar la conclusión final del puente.

La orientación de donde se observará a los puentes, será en un inicio de aguas arriba para terminar analizando el puente aguas abajo como se muestra a continuación.

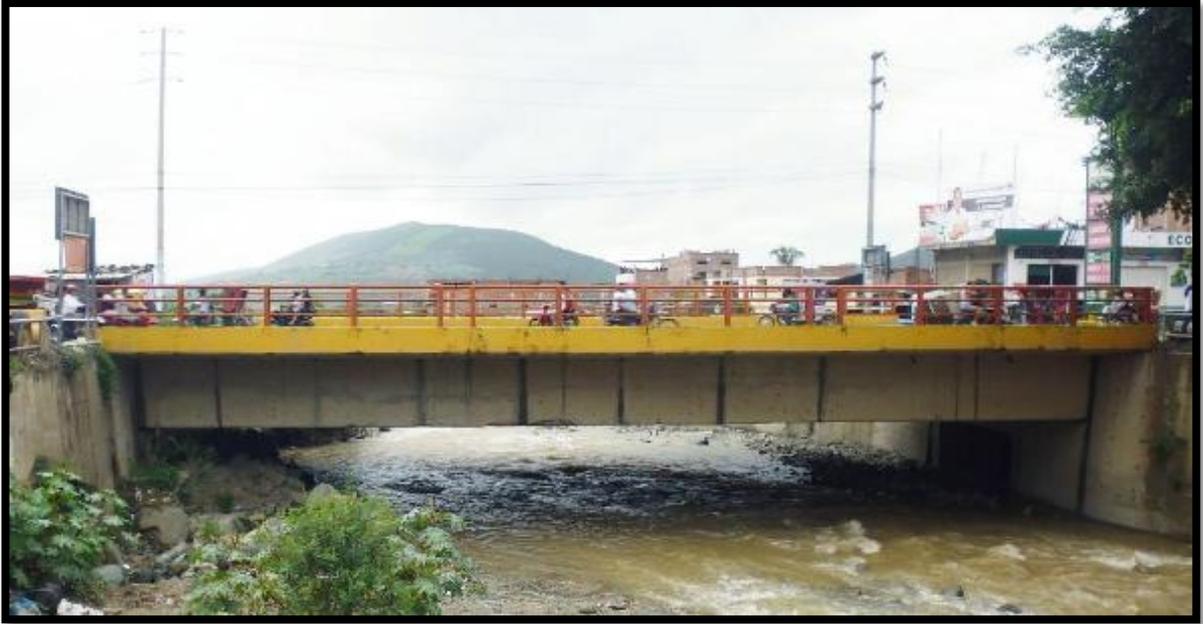


Figura N° 42. Ampliación de puente Margen Derecho, Aguas Arriba.



Figura N° 43. Ampliación de puente Margen Izquierdo, Aguas Abajo.

Entre los daños evaluados en el puente ambos tramos de ampliación del puente Pakamuros, las unidades de análisis consideradas son las siguientes:

Superestructura:

- (UA-01). Daño estructural en la viga principal V-1.
- (UA-02). Daño estructural en la viga principal V-2.
- (UA-03). Daño estructural en la viga principal V-3.
- (UA-04). Daño Estructural en la Viga Principal V-4.
- (UA-05). Daño Estructural en las Vigas Diafragmas D-1.
- (UA-06). Daño Estructural en las Vigas Diafragmas D-2.
- (UA-07). Daño Estructural en la Losa Margen Derecho.
- (UA-08). Daño Estructural en la Losa Margen Izquierdo.
- (UA-09). Daño Estructural en la Losa de Aproximación Margen Derecho.
- (UA-10). Daño Estructural en la Losa de Aproximación Margen Izquierdo.
- (UA-11). Daño Estructural en la Vereda Peatonal Margen Derecho.
- (UA-12). Daño Estructural en la Vereda Peatonal Margen Izquierdo.
- (UA-13). Daño Estructural en el Tablero Margen Derecho.
- (UA-14). Daño Estructural en el Tablero Margen Izquierdo.

A falta de criterios de análisis en puentes sobre porcentajes de áreas afectadas se tuvo que adaptar los niveles de vulnerabilidad de viviendas del Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI para el caso de la vulnerabilidad en puentes, para ello se elaboró una Ficha de Inspección para conocer el nivel de vulnerabilidad encontrado en el puente, lo que se considera como una propuesta de análisis para esta tesis de investigación.

Tabla N° 23 Nivel de Vulnerabilidad adaptado para Puentes.

Nivel	Grado	Valor
VB (Vulnerabilidad Baja)	1	< 25%
VM (Vulnerabilidad Media)	2	De 25% a 50%
VA (Vulnerabilidad Alta)	3	De 50% a 75%
VMA (Vulnerabilidad Muy Alta)	4	De 75% a 100%

Fuente: Elaboración propia

La vulnerabilidad estructural del puente se estimara de acuerdos a los siguientes parámetros: Procesos Constructivos, Patologías y Daños encontrados, Comportamiento Estructural (deflexiones y áreas de acero que no cumplen). A cada uno de los parámetros se le asignara un valor numérico

Tabla N° 24 Parámetros Propuestos para Analizar la Vulnerabilidad Estructural del Puente.

Vulnerabilidad Estructural Del Puente					
Procesos Constructivos (20%)		Patologías y Daños Encontrados (40%)		Comportamiento Estructural (40%)	
Bueno	1	Bajo	1	Adecuado	1
Regular	2	Regular	2	Aceptable	2
Malo	3	Alto	3	Inadecuado	3
Muy Malo	4	Muy alto	4	Propenso al colapso	4

Fuente: Elaboración propia

Los valores asignados a cada parámetro se reemplazan en la Ecuación 4.1 para calificar numéricamente la vulnerabilidad del puente. Se ha considerado un 20% a los Procesos Constructivos debido a que se encontraron deficiencias técnicas y constructivas. Un 40% en Patologías y Daños encontrados debido a que el puente tiene una alta incidencia de áreas afectadas en sus principales elementos estructurales. Un 40% en Comportamiento Estructural debido a que el puente no cumple con las deflexiones permisibles y las áreas de acero. Con lo que la ecuación nos queda de la siguiente manera:

$$Vulnerabilidad\ Estructural = 0.20 \times \text{Procesos Constructivos} + 0.40 \times \text{Patologías y Daños Encontrados} + 0.40 \times \text{Comportamiento Estructural} \dots\dots (4.1)$$

En la tabla N°25 se puede ver los rangos para la vulnerabilidad como baja, media, alta y muy alta.

Tabla N° 25 Rango Numérico para el Análisis de la Vulnerabilidad

Vulnerabilidad	Rango numérico
baja	1 a 1.5
Media	1.5 a 2.5
Alta	2.5 a 3.5
Muy alta	3.5 a mas

Fuente: Elaboración propia

4.4.1 UNIDAD DE ANÁLISIS 01- VIGA PRINCIPAL V-1

La unidad de análisis 01, se refiere a las VIGAS PRINCIPALES V-1 del puente, que ha sido construida de concreto armado, para su evaluación se consideró solo el margen derecho aguas arriba.

Tabla N° 26 Evaluación de la Unidad de Análisis 01.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		FICHA DE INSPECCION			INGENIERIA	
TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA"						
TESISTA	FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES		ASESOR	Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA		
DATOS GENERALES DEL PUENTE						
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE	PAKAMUROS	NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA Puentes		
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA	VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m	1	< 25%	VULNERABILIDAD BAJA
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	VIGA PRINCIPAL V-1	2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA
FECHA	27/02/2017	UBICACIÓN	MARGEN DERECHO AGUAS ARRIBA	3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA
UNIDAD DE ANALISIS	UA-01	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO (01)	ELEMENTOS EN ANALISIS		1.0
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE						
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (4)
2.FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS(12)		VEREDAS PEATONALES (2)
3. DESPRENDIMIENTOS	6. CORROSION DEL CONCRETO	9.EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE(2)		TABLEROS (2)
FOTOGRAFIAS						
						
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		VIGA PRINCIPAL
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS						
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA	AREA NO AFECTADA	ESTADISTICAS	
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)
VIGA PRINCIPAL V-1 , MARGEN DERECHO - AGUAS ARRIBA	89.43	GRIETAS	12.7	22.12	14.20	24.73
		FISURAS	21.68		24.24	
		DESPRENDIMIENTOS	4.76		5.32	
		DESCASCAMIENTO	6.39		7.15	
		CORROSION DEL CONCRETO	3.32		3.71	
		ACERO EXPUESTO	5.64		6.31	
		FILTRACION(HUMEDAD)	6.25		6.99	
		EFLORESCENCIA	2.72		3.04	
DEFLEXION	3.85	4.31				
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)
			67.31	22.12	75.27	24.73
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			VULNERABILIDAD MUY ALTA (4)			

Fuente: Elaboración Propia



Gráfico N° 32 Tipos de daños encontrados en la viga principal V-1.

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de análisis 01 los cuales son: Grietas, fisuras, corrosión, desprendimientos, descascaramiento, acero expuesto, filtración, eflorescencia, deflexión.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las **Fisuras**, en un 24.24% y la de menor incidencia fue la **Corrosión en el Concreto** en un 3.71%, tal como se puede apreciar en el gráfico N°32.

La Unidad de Análisis 01, está conformada por la viga principal V-1 del puente Pakamuros, margen derecho en un área de 89.43m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por los daños mencionados anteriormente en la tabla N°26, comprende un área total de 67.31m², el cual representa el 75.27% y el área no afectada comprende un área total de 22.12m², lo que representa un 24.73% donde no presenta daño alguno.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra de la Viga Principal V-1 tendría una calificación numero **4 VULNERABILIDAD MUY ALTA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla N°23.

4.4.2 UNIDAD DE ANÁLISIS 02 – VIGA PRINCIPAL V-2

La unidad de análisis 02, se refiere a las VIGAS PRINCIPALES V-2 del puente, que ha sido construida de concreto armado, para su evaluación se consideró solo el margen derecho aguas arriba.

Tabla N° 27 Evaluación de la Unidad de Análisis 02.

		FICHA DE INSPECCION					
TESISTA		FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES		ASESOR		Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA	
<p align="center">TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA"</p>							
<p align="center">DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA</p>							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE		PAKAMUROS		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES	
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA		VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m		1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	VIGA PRINCIPAL V-2		2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA
FECHA	27/02/2017	UBICACIÓN	MARGEN DERECHO AGUAS ARRIBA		3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO		4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA
UNIDAD DE ANALISIS	UA-02	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO		ELEMENTO EN ANALISIS		1.0
<p align="center">DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE</p>							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (4)	
2.FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS PEATONALES (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	CORROSION DEL CONCRETO	9.EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE(2)		TABLEROS (2)	
<p align="center">FOTOGRAFIAS</p>							
				ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA	
				COMPONENTE DEL PUENTE		VIGA PRINCIPAL	
<p align="center">ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS</p>							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑO ENCONTRADO	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
VIGA PRINCIPAL V-2 , MARGEN DERECHO - AGUAS ARRIBA	89.43	GRIETAS	9.62	37.64	10.76	42.09	
		FISURAS	18.35		20.52		
		DESPRENDIMIENTOS	3.46		3.87		
		DESCASCAMIENTO	7.14		7.98		
		CORROSION DEL CONCRETO	2.85		3.19		
		ACERO EXPUESTO	4.37		4.89		
		FILTRACION(HUMEDAD)	2.43		2.72		
		EFLORESCENCIA	1.68		1.88		
DEFLEXION	1.89	2.11					
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			51.79	37.635	57.91	42.09	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			VULNERABILIDAD ALTA (3)				

Fuente: Elaboración Propia

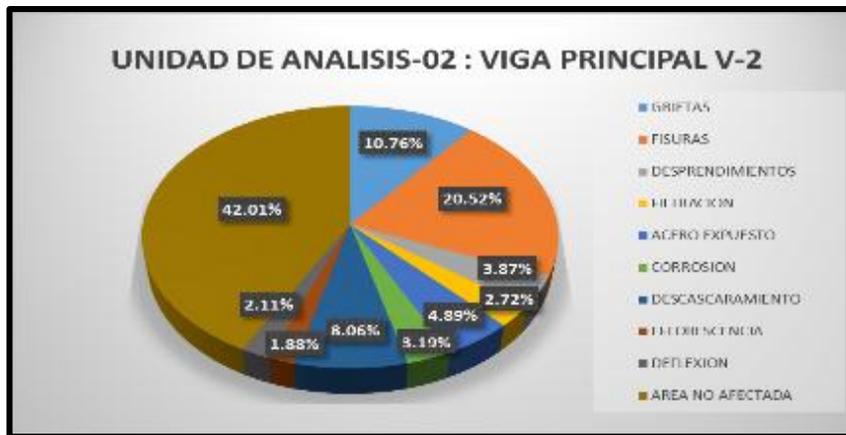


Gráfico N° 33 Tipos de daños encontrados en la viga principal V-2.

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de análisis 02 los cuales son: Grietas, fisuras, corrosión, desprendimientos, descascaramiento, acero expuesto, filtración, eflorescencia, deflexión.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las **Fisuras**, en un 20.52 % y la de menor incidencia fue la **Eflorescencia** en un 1.88 %, tal como se puede apreciar en el gráfico N°33.

La Unidad de Análisis 02, está conformada por la Viga Principal V-2 del Puente Pakamuros, margen derecho en un área de 89.43m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por los daños mencionados anteriormente en la tabla N°27, comprende un área total de 51.79m², el cual representa el 57.91% y el área no afectada comprende un área total de 37.64m², lo que representa un 42.09% donde no presenta daño alguno.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra de la Viga Principal V-2 tendría una calificación numero **3 VULNERABILIDAD ALTA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla 23.

4.4.3 UNIDAD DE ANÁLISIS 03 – VIGA PRINCIPAL V-3

La unidad de análisis 03, se refiere a las VIGAS PRINCIPALES V-3 del puente, que ha sido construida de concreto armado, para su evaluación se consideró solo el margen izquierdo aguas abajo.

Tabla N° 28 Evaluación de la Unidad de Análisis 03

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		FICHA DE INSPECCION				INGENIERIA	
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA							
TESISTA		FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES		ASESOR		Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE		PAKAMUROS		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES	
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA		VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m		1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE ANALISIS	VIGA PRINCIPAL V-3		2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA
FECHA	27/02/2016	UBICACIÓN	MARGEN IZQUIERDO AGUAS ABAJO		3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO		4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA
UNIDAD DE ANALISIS	UA-03	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO		ELEMENTO EN ANALISIS		1.0
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (4)	
2. FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS PEATONALES (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. CORROSION DEL CONCRETO	9. EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE (2)		TABLEROS (2)	
FOTOGRAFIAS							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		VIGA PRINCIPAL	
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
VIGA PRINCIPAL V-3, MARGEN IZQUIERDO - AGUAS ABAJO	89.43	GRIETAS	8.92	39.19	9.97	43.82	
		FISURAS	17.71		19.80		
		DESPRENDIMIENTOS	3.55		3.97		
		DESCASCAMIENTO	7.84		8.77		
		CORROSION DEL CONCRETO	3.18		3.56		
		ACERO EXPUESTO	4.16		4.65		
		FILTRACION(HUMEDAD)	1.79		2.00		
		EFLORESCENCIA	1.57		1.76		
DEFLEXION	1.52	1.70					
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			50.24	39.185	56.18	43.82	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			VULNERABILIDAD ALTA (3)				

Fuente: Elaboración Propia

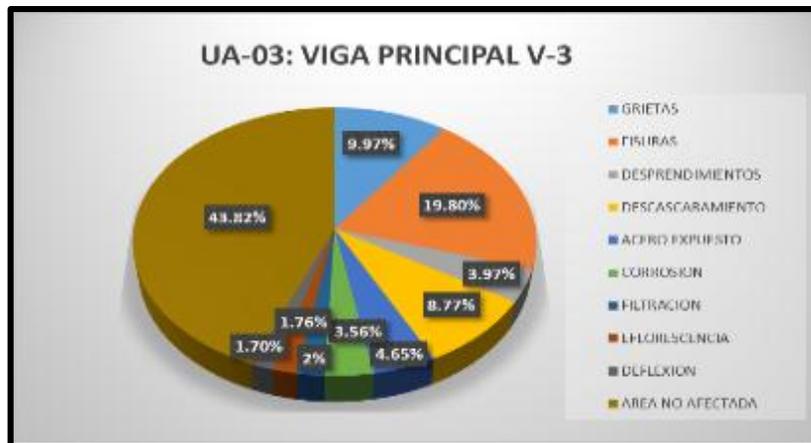


Gráfico N° 34 Tipos de daños encontrados en la viga principal V-3.

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de Análisis 03 los cuales son: Grietas, fisuras, corrosión, desprendimientos, descascaramiento, acero expuesto, filtración, eflorescencia y deflexión.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las Fisuras, en un 19.80 % y la de menor incidencia fue la Deflexión en un 1.70 %, tal como se puede apreciar en el gráfico N°34.

La Unidad de Análisis 03, está conformada por la Viga Principal V-3 del Puente Pakamuros, margen izquierdo en un área de 89.43m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por los daños mencionados anteriormente en la tabla N°28, comprende un área total de 50.24m², el cual representa el 56.18 % y el área no afectada comprende un área total de 39.19m², lo que representa un 43.82 % donde no presenta daño alguno.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra de la Viga Principal V-3 tendría una calificación número **3 VULNERABILIDAD ALTA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla 23.

4.4.4 UNIDAD DE ANÁLISIS 04 – VIGA PRINCIPAL V-4

La unidad de análisis 04, se refiere a la VIGA PRINCIPAL V-4 del puente, que ha sido construida de concreto, para su evaluación se consideró el margen izquierdo aguas abajo.

Tabla N° 29 Evaluación de la Unidad de Análisis 04

UNIVERSIDAD DE CAJAMARCA		FICHA DE INSPECCION				INGENIERIA	
TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA"							
TESISTA	FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES			ASESOR	Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA		
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE	PAKAMUROS	NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA Puentes			
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA	VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m	1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA	
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	VIGA PRINCIPAL V-4	2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA	
FECHA	27/02/2016	UBICACIÓN	MARGEN IZQUIERDO AGUAS ABAJO	3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA	
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA	
UNIDAD DE ANALISIS	UA-04	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS			1.0
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (4)	
2.FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS PEATONALES (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. CORROSION DEL CONCRETO	9.EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE(2)		TABLEROS (2)	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		VIGA PRINCIPAL	
ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
VIGA PRINCIPAL V-4, MARGEN IZQUIERDO - AGUAS ABAJO	89.43	GRIETAS	6.82	43.49	7.63	48.63	
		FISURAS	11.95		13.36		
		DESPRENDIMIENTOS	3.37		3.77		
		DESCASCAMIENTO	8.69		9.72		
		CORROSION DEL CONCRETO	2.68		3.00		
		ACERO EXPUESTO	4.19		4.69		
		FILTRACION(HUMEDAD)	2.23		2.49		
		EFLORESCENCIA	1.67		1.87		
		DEFLEXION	4.34	4.85			
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			45.94	43.485	51.37	48.63	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA				VULNERABILIDAD ALTA (3)			

Fuente: Elaboración Propia

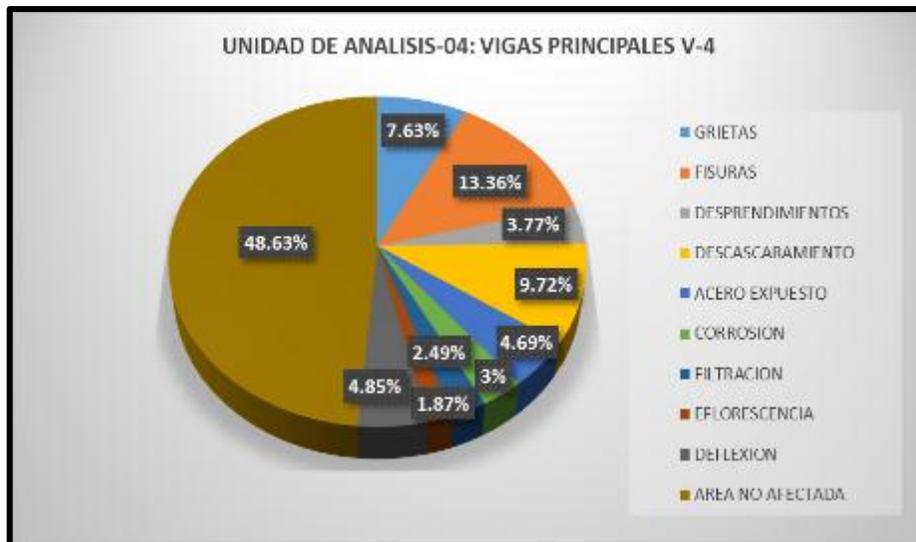


Gráfico N° 35 Tipos de daños encontrados en la viga principal V-4.

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de Análisis 04 los cuales son: Grietas, fisuras, corrosión, desprendimientos, descascaramiento, acero expuesto, filtración, eflorescencia, deflexión.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las **Fisuras**, en un 13.36 % y la de menor incidencia fue la **Eflorescencia** en un 1.87 %, tal como se puede apreciar en el gráfico 35.

La Unidad de Análisis 04, está conformada por la Viga Principal V-4 del Puente Pakamuros, margen izquierdo en un área de 89.43m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por los daños mencionados anteriormente en la tabla N°29, comprende un área total de 45.94m², el cual representa el 51.37 % y el área no afectada comprende un área total de 43.49m², lo que representa un 48.63 %.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra de la Viga Principal V-4 tendría una calificación número **3 VULNERABILIDAD ALTA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla 23.

4.4.5 UNIDAD DE ANÁLISIS 05 – VIGAS DIAFRAGMAS D-1

La unidad de análisis 05, se refiere a las VIGAS DIAFRAGMAS D-1 del puente, que ha sido construida de concreto, para su evaluación se consideró el margen derecho aguas arriba.

Tabla N° 30 Evaluación de la Unidad de Análisis 05

UNIVERSIDAD INTEGRAL COMUNIDAD		FICHA DE INSPECCION				INGENIERIA	
TESISTA		FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES		ASESOR		Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA	
TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA"							
DATOS GENERALES DEL PUENTE							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE		PAKAMUROS		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES	
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA		VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m		1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	VIGAS DIAFRAGMAS D-1		2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA
FECHA	27/02/2016	UBICACIÓN	MARGEN DERECHO AGUAS ARRIBA		3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO		4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA
UNIDAD DE ANALISIS	UA-05	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO		ELEMENTO EN ANALISIS		6.0
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (4)	
2.FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS PEATONALES (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. OXIDACION	9.EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE (2)		TABLERO (2)	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		DIAFRAGMAS MARGEN DERECHO	
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
VIGAS DIAFRAGMAS . MARGEN DERECHO - AGUAS ARRIBA	45.24	GRIETAS	2.92	21.84	6.45	48.28	
		FISURAS	7.93		17.53		
		DESPRENDIMIENTOS	3.37		7.45		
		DESCASCAMIENTO	4.38		9.68		
		CORROSION DEL CONCRETO	1.29		2.85		
		ACERO EXPUESTO	1.84		4.07		
EFLORESCENCIA	1.67	3.69					
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			23.4	21.84	51.72	48.28	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			VULNERABILIDAD ALTA (3)				

Fuente: Elaboración Propia

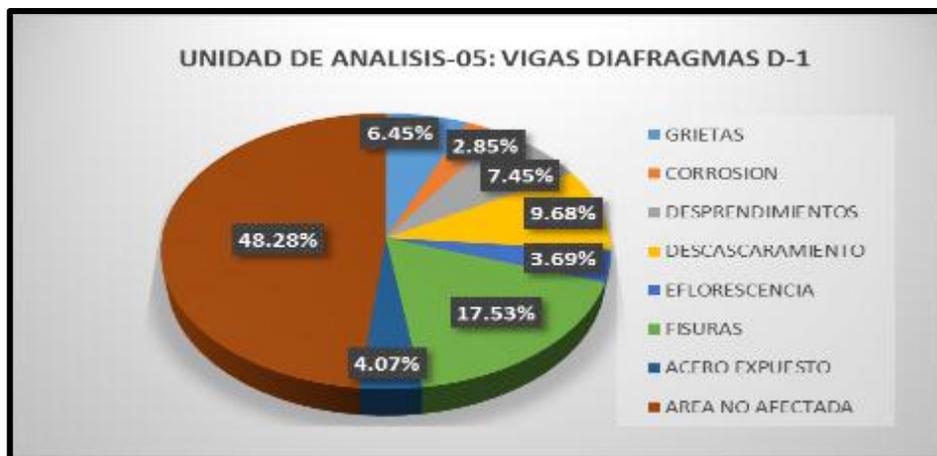


Gráfico N° 36 Tipos de daños encontrados en las vigas diafragmas D-1.

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de Análisis 05 los cuales son: Grietas, fisuras, corrosión, desprendimientos, descascaramiento, acero expuesto, eflorescencia.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las **Fisuras**, en un 17.53 % y la de menor incidencia fue la **Corrosión del Concreto** en un 2.85 %, tal como se puede apreciar en el grafico N°36.

La Unidad de Análisis 05, está conformada por la Vigas diafragmas, margen derecho en un área de 45.24m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por los daños comprende un área total de 23.40m², el cual representa el 51.72 % y el área no afectada comprende un área total de 21.84m², lo que representa un 48.28 % donde no presenta daño alguno y como se muestra en la tabla N°30.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra de la Vigas Diafragmas D-1 tendría una calificación numero **3 VULNERABILIDAD ALTA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla 23.

4.4.6 UNIDAD DE ANÁLISIS 06 – VIGAS DIAFRAGMAS D-2

La unidad de análisis 06, se refiere a las VIGAS DIAFRAGMAS D-2 del puente, que ha sido construida de concreto armado, para su evaluación se consideró el margen izquierdo aguas abajo.

Tabla N° 31 Evaluación de la Unidad de Análisis 06

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		FICHA DE INSPECCION				INGENIERIA CIVIL	
TESISTA		FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES		ASESOR		Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA	
TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA"							
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE		PAKAMUROS		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA Puentes	
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA		VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m		1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	VIGAS DIAFRAGMAS D-2		2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA
FECHA	27/02/2016	UBICACIÓN	MARGEN IZQUIERDO AGUAS ABAJO		3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO		4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA
UNIDAD DE ANALISIS	UA-06	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO		ELEMENTOS EN ANALISIS		6
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCARAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (4)	
2. FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS PEATONALES (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. OXIDACION	9. EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE (2)		TABLEROS (2)	
FOTOGRAFIAS							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		DIAFRAGMAS MARGEN IZQUIERDO	
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
VIGAS DIAFRAGMAS , MARGEN IZQUIERDO - AGUAS ABAJO	45.24	GRIETAS	2.54	24.22	5.61	53.54	
		FISURAS	6.88		15.21		
		DESPRENDIMIENTOS	3.29		7.27		
		DESCASCARAMIENTO	3.86		8.53		
		CORROSION DEL CONCRETO	1.37		3.03		
		ACERO EXPUESTO	1.73		3.82		
EFLORESCENCIA	1.35	2.98					
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			21.02	24.22	46.46	53.54	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			VULNERABILIDAD MEDIA (2)				

Fuente: Elaboración Propia

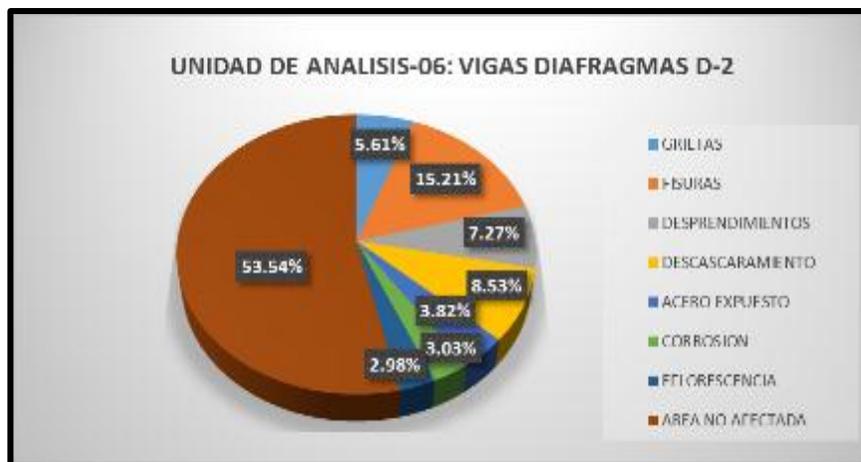


Gráfico N° 37 Tipos de daños encontrados en la Vigas Diafragmas D-2.

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de Análisis 06 los cuales son: Grietas, fisuras, corrosión, desprendimientos, descascaramiento, acero expuesto, eflorescencia.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las **Fisuras**, en un 15.21 % y la de menor incidencia fue la **Eflorescencia** en un 2.98 %, tal como se puede apreciar en el grafico N°37.

La Unidad de Análisis 06, está conformada por la Vigas Diafragmas D-2 del Puente Pakamuros, margen izquierdo en un área de 45.24m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por los daños mencionados anteriormente en la tabla N°31, comprende un área total de 21.02m², el cual representa el 46.46 % y el área no afectada comprende un área total de 24.22m², lo que representa un 53.54 % donde no presenta daño alguno.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra de las Vigas Diafragmas D-2 tendría una calificación numero **2 VULNERABILIDAD MEDIA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla N°23.

4.4.7 UNIDAD DE ANÁLISIS 07- LOSA MARGEN DERECHO

La unidad de análisis 07, se refiere a las LOSA DE AMPLIACION DE PUENTE, que ha sido construida de concreto armado, para su evaluación se consideró solo el margen derecho aguas arriba.

Tabla N° 32 Evaluación de la Unidad de Análisis 07

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJAMARCA		FICHA DE INSPECCION				INGENIERIA	
TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA"							
TESISTA		FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES		ASESOR		Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE		PAKAMUROS		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA Puentes	
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA		VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m		1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	LOSA DE PUENTE		2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA
FECHA	27/02/2016	UBICACIÓN	MARGEN DERECHO AGUAS ARRIBA		3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO		4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA
UNIDAD DE ANALISIS	UA-07	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO		ELEMENTO EN ANALISIS		1.0
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (4)	
2.FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DESGASTE POR ABRASION		VIGAS DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS PEATONALES (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. CORROSION DEL CONCRETO	9.EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE (2)		TABLEROS (2)	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		LOSA MARGEN DERECHO AGUAS ARRIBA	
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
LOSA DE PUENTE , MARGEN DERECHO - AGUAS ARRIBA	93.60	GRIETAS	3.93	32.99	4.20	35.25	
		FISURAS	10.49		11.21		
		DESPRENDIMIENTOS	6.84		7.31		
		DESGASTE POR ABRASION	39.35		42.04		
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			60.61	32.99	64.75	35.25	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			VULNERABILIDAD ALTA (3)				

Fuente: Elaboración Propia

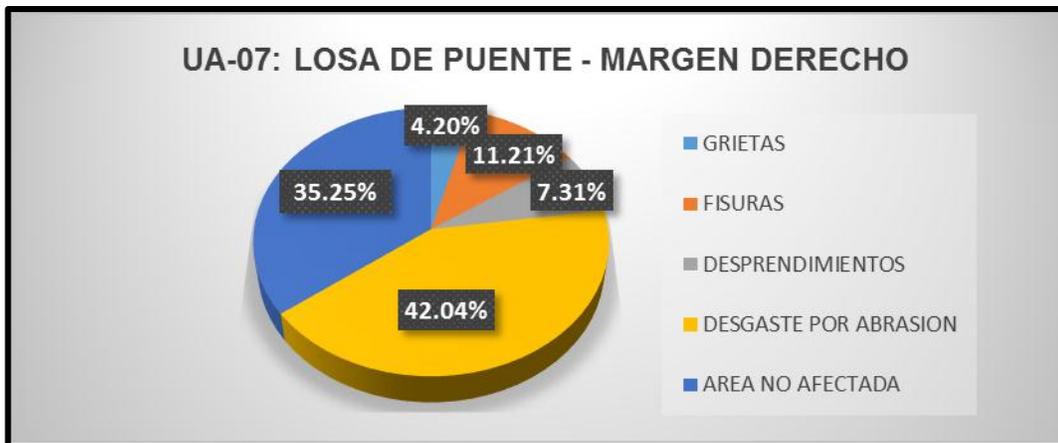


Gráfico N° 38 Tipos de daños encontrados en la Losa de Puente Margen Derecho

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de Análisis 07 los cuales son: Grietas, fisuras, desprendimientos y desgaste por abrasión.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las **Desgaste por Abrasión**, en un 42.04 % y la de menor incidencia fue la **Grietas** en un 4.20 %, tal como se puede apreciar en el gráfico N°38.

La Unidad de Análisis 07, está conformada por la Losa del Puente, margen derecho en un área de 93.60 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por los daños comprende un área total de 60.61m², el cual representa el 64.75% y el área no afectada comprende un área total de 32.99m², lo que representa un 35.25 % donde no presenta daño alguno y se aprecia en la tabla N°32.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra la Losa del Puente, margen derecho tendría una calificación numero **3 VULNERABILIDAD ALTA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla N°23.

4.4.8 UNIDAD DE ANÁLISIS 08 – PUENTE MARGEN IZQUIERDO

La unidad de análisis 08, se refiere a las LOSA DE AMPLIACION DE PUENTE, que ha sido construido de concreto armado, para su evaluación se consideró solo el margen izquierdo aguas abajo.

Tabla N° 33 Evaluación de la Unidad de Análisis 08

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		FICHA DE INSPECCION				INGENIERIA	
TESISTA		FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES		ASESOR		Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA	
TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN - CAJAMARCA"							
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE		PAKAMUROS		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES	
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA		VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m		1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	LOSA DE PUENTE		2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA
FECHA	27/02/2016	UBICACIÓN	MARGEN IZQUIERDO AGUAS ABAJO		3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO		4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA
UNIDAD DE ANALISIS	UA-08	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO		ELEMENTO EN ANALISIS		1.0
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCARAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (4)	
2. FISURAS	5. IMPACTOS	8. DESGASTE POR ABRASION		VIGAS DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS PEATONALES (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. OXIDACION	9. EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE (2)		TABLERO (2)	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		LOSA MARGEN IZQUIERDO AGUAS ABAJO	
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
LOSA DE PUENTE , MARGEN IZQUIERDO - AGUAS ABAJO	93.60	GRIETAS	7.87	33.21	8.41	35.48	
		FISURAS	14.29		15.27		
		DESPRENDIMIENTOS	19.36		20.68		
		DESGASTE POR ABRASION	18.87		20.16		
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			60.39	33.21	64.52	35.48	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			VULNERABILIDAD ALTA (3)				

Fuente: Elaboración Propia

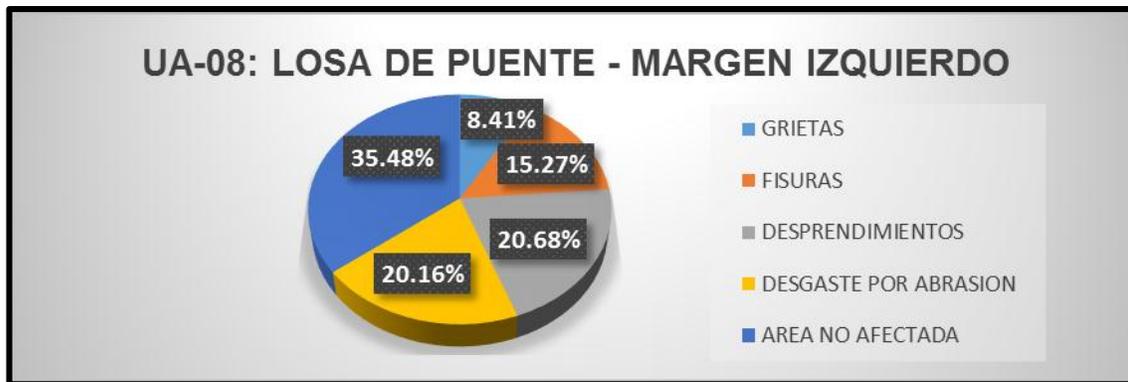


Gráfico N° 39 Tipos de daños encontrados en la Losa de Puente Margen Izquierdo

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de Análisis 08 los cuales son: Grietas, fisuras, desprendimientos y desgaste por abrasión.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las **Desprendimientos**, en un 20.68 % y la de menor incidencia fue la **Grietas** en un 8.41 %, tal como se puede apreciar en el gráfico N°39.

La Unidad de Análisis 08, está conformada por la Losa del Puente, margen izquierdo en un área de 93.60 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por daños comprende un área total de 60.39m², el cual representa el 64.52% y el área no afectada comprende un área total de 33.21m², lo que representa un 35.48 % donde no presenta daño alguno y se aprecia en la tabla N°33.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra la Losa del Puente, margen izquierdo tendría una calificación numero **3 VULNERABILIDAD ALTA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla N°23.

4.4.9 UNIDAD DE ANÁLISIS 09 – LOSA DE APROXIMACION MARGEN DERECHO

La unidad de análisis 09, se refiere a las LOSA DE APROXIMACION AMPLIACION DE PUENTE, que ha sido construida de concreto armado, para su evaluación se consideró el margen derecho aguas arriba.

Tabla N° 34 Evaluación de la Unidad de Análisis 09

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJAMARCA		FICHA DE INSPECCION				INGENIERIA	
TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA"							
TESISTA	FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES			ASESOR	Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA		
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE	PAKAMUROS	NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA Puentes			
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA	VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m	1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA	
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	LOSAS DE APROXIMACION	2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA	
FECHA	27/02/2016	UBICACIÓN	MARGEN DERECHO AGUAS ARRIBA	3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA	
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA	
UNIDAD DE ANALISIS	UA-09	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS		2.0	
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSA DE APROXIMACION (4)	
2. FISURAS	5. IMPACTO	8. DESGASTE POR ABRASION		VIGAS DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. COLAPSO	9. EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE (2)		TABLEROS (2)	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA	COMPONENTE DEL PUENTE		LOSA DE APROXIMACION DERECHA		
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
LOSA DE APROXIMACION, MARGEN DERECHO - AGUAS ARRIBA	57.60	GRIETAS	1.26	4.08	2.19	3.27	
		FISURAS	5.82		10.10		
		DESPRENDIMIENTOS	3.24		5.63		
		COLAPSO	28.80		53.81		
		DESGASTE POR ABRASION	14.40		25.00		
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			53.52	4.08	96.73	3.27	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			VULNERABILIDAD MUY ALTA (4)				

Fuente: Elaboración Propia

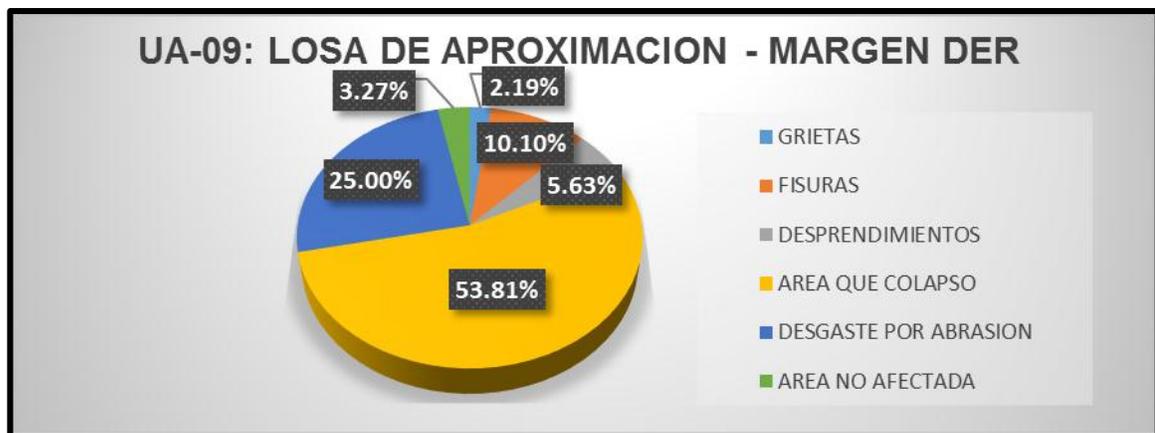


Gráfico N° 40 Tipos de daños encontrados en la Losa de Aproximación Margen Derecho

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de Análisis 09 los cuales son: Grietas, fisuras, desprendimientos, impactos, desgaste por abrasión.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las **Desgaste por abrasión**, en un 25.00 % y la de menor incidencia fue la **Grietas** en un 2.19 %, tal como se puede apreciar en el gráfico N°40.

La Unidad de Análisis 09, está conformada por la Losa de aproximación, margen derecho en un área de 57.60 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada, comprende un área total de 53.52m², el cual representa el 96.73% y el área no afectada comprende un área total de 4.08 m², lo que representa un 3.27 % donde no presenta daño alguno y se aprecia en la tabla N°34.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra la Losa del Puente, margen izquierdo tendría una calificación numero **4 VULNERABILIDAD MUY ALTA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla N°23.

4.4.10 UNIDAD DE ANÁLISIS 10 –LOSA DE APROXIMACION MARGEN IZQUIERDO

La unidad de análisis 10, se refiere a las LOSA DE APROXIMACION PUENTE, que ha sido construida de concreto armado, para su evaluación se consideró solo el margen izquierdo aguas abajo.

Tabla N° 35 Evaluación de la Unidad de Análisis 10

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		FICHA DE INSPECCION				INGENIERIA	
TESISTA		FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES		ASESOR		Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA	
TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA"							
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE	PAKAMUROS	NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA Puentes			
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA	VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m	1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA	
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	LOSAS DE APROXIMACION	2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA	
FECHA	27/02/2016	UBICACIÓN	MARGEN IZQUIERDO AGUAS ABAJO	3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA	
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA	
UNIDAD DE ANALISIS	UA-10	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS		2.0	
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (4)	
2.FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DESGASTE POR ABRASION		VIGAS DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS PEATONALES (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. OXIDACION	9.EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE (2)		TABLEROS (2)	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		LOSA DE APROXIMACION IZQUIERDA	
ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
LOSAS DE APROXIMACION , MARGEN IZQUIERDO - AGUAS ABAJO	57.60	GRIETAS	2.48	12.70	4.31	22.05	
		FISURAS	8.25		14.32		
		DESPRENDIMIENTOS	5.37		9.32		
		DESGASTE POR ABRASION	28.80		50.00		
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			44.9	12.7	77.95	22.05	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			VULNERABILIDAD MUY ALTA (4)				

Fuente: Elaboración Propia

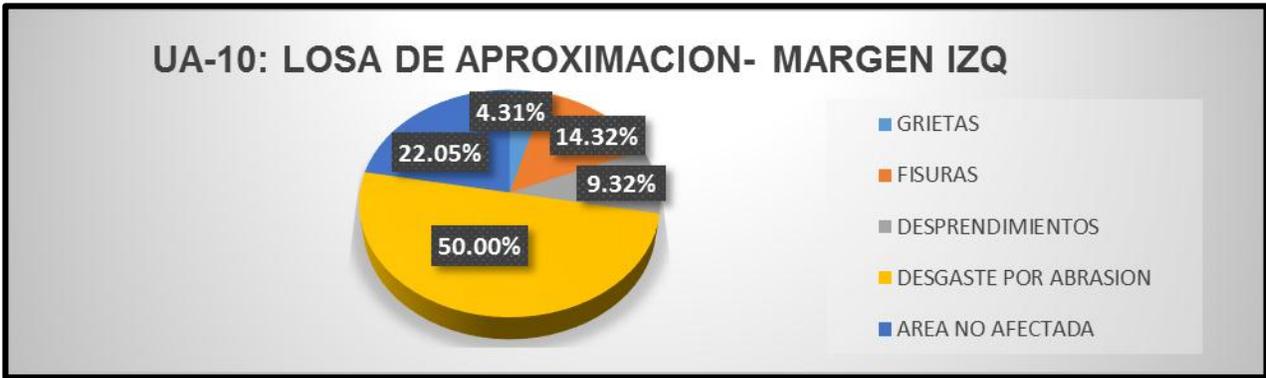


Gráfico N° 41 Tipos de daños encontrados en la Losa de Aproximación Margen Izquierdo

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de Análisis 09 los cuales son: Grietas, fisuras, desprendimientos, impactos, desgaste por abrasión.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las **Desgaste por abrasión**, en un 50.00 % y la de menor incidencia fue la **Grietas** en un 4.31 %, tal como se puede apreciar en el gráfico N°41.

La Unidad de Análisis 10, está conformada por la Losa de aproximación, margen izquierdo en un área de 57.60 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por los daños mencionados, comprende un área total de 44.9 m², el cual representa el 77.95 % y el área no afectada comprende un área total de 12.7 m², lo que representa un 22.05 % donde no presenta daño alguno y se aprecia en la tabla N°35.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra la Losa del Puente, margen izquierdo tendría una calificación numero **4 VULNERABILIDAD MUY ALTA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla N°23.

4.4.11 UNIDAD DE ANÁLISIS 11 –VEREDA PEATONAL MARGEN DERECHO

La unidad de análisis 11, se refiere a la VEREDA PEATONAL, que ha sido construida de concreto armado, para su evaluación se consideró el margen derecho aguas arriba.

Tabla N° 36 Evaluación de la Unidad de Análisis 11

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		FICHA DE INSPECCION				INGENIERIA	
		TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA"					
TESISTA	FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES		ASESOR	Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA			
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE	PAKAMUROS	NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA Puentes			
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA	VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m	1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA	
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	VEREDA PEATONAL	2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA	
FECHA	27/02/2016	UBICACIÓN	MARGEN DERECHA AGUAS ARRIBA	3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA	
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA	
UNIDAD DE ANALISIS	UA-11	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS		1.0	
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (4)	
2.FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DESGASTE POR ABRASION		VIGAS DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS PEATONALES (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. OXIDACION	9.EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE (2)		TABLEROS (2)	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		VEREDA PEATONAL DERECHA	
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
VEREDA PEATONAL, MARGEN DERECHO - AGUAS ARRIBA	55.90	GRIETAS	1.96	33.10	3.51	59.21	
		FISURAS	3.96		7.08		
		EFLORESCENCIA	3.96		7.08		
		HUMEDAD (FILTRACION)	6.96		12.45		
		DESGASTE POR ABRASION	5.96		10.66		
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			22.8	33.1	40.79	59.21	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			VULNERABILIDAD MEDIA (2)				

Fuente: Elaboración Propia

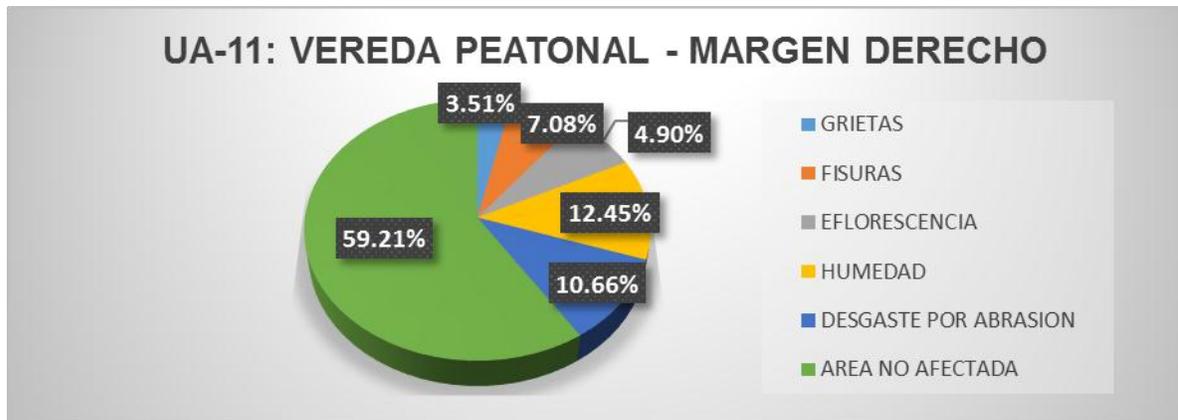


Gráfico N° 42 Tipos de daños encontrados en la Vereda Peatonal Margen Derecho

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de Análisis 11 los cuales son: Grietas, fisuras, desprendimientos, impactos, desgaste por abrasión.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue la **Humedad**, en un 12.45 % y la de menor incidencia fue la **Grietas** en un 3.51%, tal como se puede apreciar en el gráfico N°42.

La Unidad de Análisis 10, está conformada por la Losa de aproximación, margen izquierdo en un área de 55.90 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por los daños mencionados, comprende un área total de 22.80 m², el cual representa el 40.79 % y el área no afectada comprende un área total de 33.10 m², lo que representa un 59.21 % donde no presenta daño alguno y se aprecia en la tabla N°36.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra Vereda peatonal, margen derecha tendría una calificación numero **2 VULNERABILIDAD MEDIA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla N°23.

4.4.12 UNIDAD DE ANÁLISIS 12 –VEREDA PEATONAL MARGEN IZQUIERDO

La unidad de análisis 12, se refiere a la VEREDA PEATONAL, que ha sido construida de concreto armado, para su evaluación se consideró el margen izquierdo aguas abajo.

Tabla N° 37 Evaluación de la Unidad de Análisis 12

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		FICHA DE INSPECCION				UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
		TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA"					
TESISTA	FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES		ASESOR	Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA			
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE	PAKAMUROS	NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES			
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA	VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m	1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA	
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	VEREDA PEATONAL	2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA	
FECHA	27/02/2016	UBICACIÓN	MARGEN IZQUIERDO AGUAS ABAJO	3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA	
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA	
UNIDAD DE ANALISIS	UA-12	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS		1.0	
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (4)	
2.FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DESGASTE POR ABRASION		DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS PEATONALES (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. OXIDACION	9.EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE (2)		TABLEROS (2)	
FOTOGRAFIAS							
				ELEMENTO DE PUENTE		VEREDA PEATONAL IZQUIERDA	
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		VEREDA PEATONAL IZQUIERDA	
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
VEREDA PEATONAL , MARGEN IZQUIERDO - AGUAS ABAJO	55.90	GRIETAS	1.46	33.28	2.61	59.53	
		FISURAS	3.29		5.89		
		EFLORESCENCIA	4.75		8.50		
		HUMEDAD (FILTRACION)	5.87		10.50		
		DESGASTE POR ABRASION	7.25		12.97		
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			22.62	33.28	40.47	59.53	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			VULNERABILIDAD MEDIA (2)				

Fuente: Elaboración Propia



Gráfico N° 43 Tipos de daños encontrados en la vereda peatonal Margen Izquierdo

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de Análisis 12 los cuales son: Grietas, fisuras, humedad, eflorescencia, impactos, desgaste por abrasión.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las **Desgaste por abrasión**, en un 12.97 % y la de menor incidencia fue la **Grietas** en un 2.61 %, tal como se puede apreciar en el gráfico N°43.

La Unidad de Análisis 12, está conformada por la vereda peatonal, margen izquierdo en un área de 55.90 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por los daños mencionados, comprende un área total de 22.62 m², el cual representa el 40.47 % y el área no afectada comprende un área total de 33.28 m², lo que representa un 59.53 % donde no presenta daño alguno y se aprecia en la tabla N°37.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra la Losa del Puente, margen izquierdo tendría una calificación numero **2 VULNERABILIDAD MEDIA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla N°23.

4.4.13 UNIDAD DE ANÁLISIS 13 - TABLERO MARGEN DERECHO

La unidad de análisis 13, se refiere al **TABLERO**, que ha sido construida de concreto armado, para su evaluación se consideró el margen derecho aguas arriba.

Tabla N° 38 Evaluación de la Unidad de Análisis 13

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		FICHA DE INSPECCION				INGENIERIA	
TESISTA		FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES				ASESOR	
						Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE		PAKAMUROS		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA Puentes	
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA		VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m		1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	TABLERO		2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA
FECHA	27/02/2016	UBICACIÓN	MARGEN DERECHO AGUAS ARRIBA		3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO		4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA
UNIDAD DE ANALISIS	UA-13	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO		ELEMENTO EN ANALISIS		1.0
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCARAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (2)	
2. FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DESGASTE POR ABRASION		VIGAS DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS PEATONALES (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. OXIDACION	9. EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE (2)		TABLEROS (2)	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		TABLERO MARGEN DERECHO	
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
TABLERO, MARGEN DERECHO - AGUAS ARRIBA	69.60	GRIETAS	1.87	38.27	2.69	54.99	
		FISURAS	10.76		15.46		
		DESPRENDIMIENTOS	5.34		7.67		
		HUMEDAD	3.85		5.53		
		EFLORESCENCIA	9.51		13.66		
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			31.33	38.27	45.01	54.99	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA				VULNERABILIDAD MEDIA (2)			

Fuente: Elaboración Propia

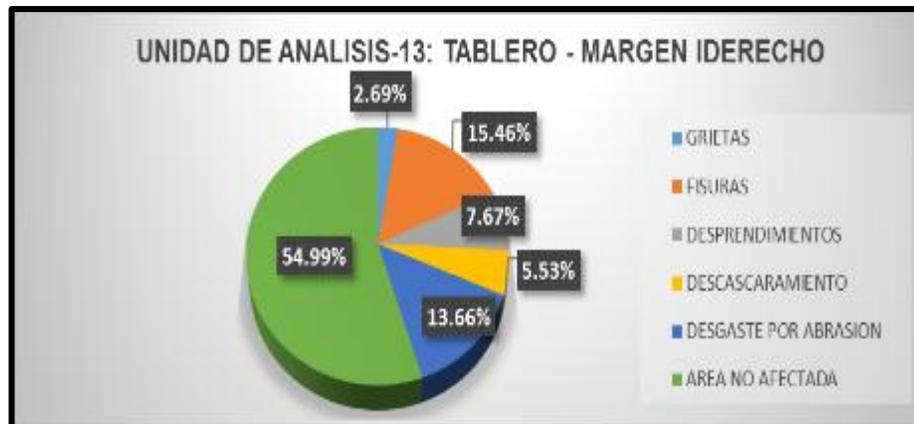


Gráfico N° 44 Tipos de daños encontrados en el Tablero Margen Derecho

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de Análisis 13 los cuales son: Grietas, fisuras, desprendimientos, descascaramiento y desgaste por abrasión.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las **Fisuras**, en un 15.46 % y la de menor incidencia fue la **Grietas** en un 2.69 %, tal como se puede apreciar en el gráfico N°44.

La Unidad de Análisis 13, está conformado por el tablero, margen derecho en un área de 69.60 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por los daños mencionados, comprende un área total de 31.33m², el cual representa el 45.01 % y el área no afectada comprende un área total de 38.27 m², lo que representa un 54.99 % donde no presenta daño alguno y se aprecia en la tabla N°38.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra la Losa del Puente, margen izquierdo tendría una calificación numero **2 VULNERABILIDAD MEDIA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla N°23.

4.4.14 UNIDAD DE ANÁLISIS 14 – TABLERO MARGEN IZQUIERDO

La unidad de análisis 14, se refiere al TABLERO, que ha sido construida de concreto armado, para su evaluación se consideró el margen izquierdo aguas abajo.

Tabla N° 39 Evaluación de la Unidad de Análisis 14

UNIVERSIDAD NACIONAL CAJAMARCA		FICHA DE INSPECCION				INGENIERIA	
		TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA"					
TESISTA	FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES		ASESOR	Mg. Ing. HECTOR ALBARINO PEREZ LOAYZA			
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE	PAKAMUROS	NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES			
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	TIPO DE PUENTE	VIGA - LOSA	VALOR	PROPORCION	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
PROVINCIA	JAEN	LONGITUD TOTAL	26m	1	<25%	VULNERABILIDAD BAJA	
DISTRITO	JAEN	UNIDAD DE MUESTRA	TABLERO	2	25-50%	VULNERABILIDAD MEDIA	
FECHA	27/02/2016	UBICACIÓN	MARGEN IZQUIERDO AGUAS ABAJO	3	50-75%	VULNERABILIDAD ALTA	
AÑO DE CONSTRUCCION	25/08/2013	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	VULNERABILIDAD MUY ALTA	
UNIDAD DE ANALISIS	UA-14	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS		1.0	
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES (4)	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	LOSAS DE APROXIMACION (4)	
2. FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DESGASTE POR ABRASION		VIGAS DIAFRAGMAS (12)		VEREDAS PEATONALES (2)	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. OXIDACION	9. EFLORESCENCIA		LOSAS DE PUENTE (2)		TABLEROS (2)	
FOTOGRAFIAS							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		TABLERO MARGEN IZQUIERDO	
ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE PAKAMUROS							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
TABLERO , MARGEN IZQUIERDO - AGUAS ABAJO	69.60	GRIETAS	2.87	42.40	4.12	60.92	
		FISURAS	8.29		11.91		
		DESPRENDIMIENTOS	3.36		4.83		
		HUMEDAD	7.75		11.14		
		EFLORESCENCIA	4.93		7.08		
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			27.2	42.4	39.08	60.92	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			VULNERABILIDAD MEDIA (2)				

Fuente: Elaboración Propia

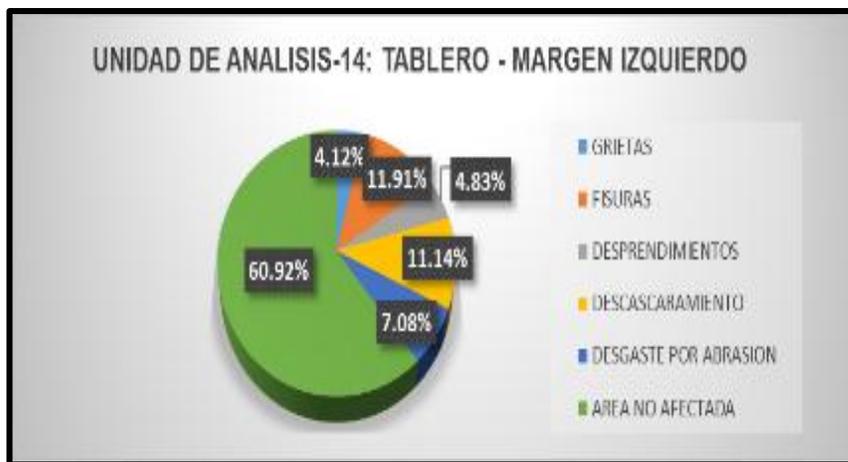


Gráfico N° 45 Tipos de daños encontrados en el Tablero Margen Izquierdo

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Para el análisis de vulnerabilidad estructural en el puente se ha determinado los daños existentes en la unidad de Análisis 14 los cuales son: Grietas, fisuras, desprendimientos, descascaramiento, desgaste por abrasión.

De todos los tipos de daños el de mayor incidencia fue las **Fisuras**, en un 11.91 % y la de menor incidencia fue la **Grietas** en un 4.12 %, tal como se puede apreciar en el gráfico N°45.

La Unidad de Análisis 14, está conformado por el tablero, margen izquierdo en un área de 69.60 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por los daños mencionados, comprende un área total de 27.20 m², el cual representa el 39.08 % y el área no afectada comprende un área total de 42.40 m², lo que representa un 60.92 % donde no presenta daño alguno y se aprecia en la tabla N°39.

Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de toda la muestra la Losa del Puente, margen izquierdo tendría una calificación numero **2 VULNERABILIDAD MEDIA**. Debido a los daños encontrados en la muestra, tal como se muestra en la tabla N°23.

4.5 RESUMEN DE RESULTADOS VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Tabla N° 40 Daños encontrados con total de áreas afectadas en Ampliaciones de Puentes.

TIPO DE DAÑOS	AREA AFECTADA (m2)	% AFECTADA
GRIETAS	67.22	11.53
FISURAS	149.65	25.67
DESPRENDIMIENTOS	65.31	11.20
DESCASCARAMIENTO	38.3	6.57
CORROSION DEL ACERO EN EL CONCRETO	14.69	2.52
FILTRACION (HUMEDAD)	37.13	6.37
ACERO EXPUESTO (OXIDACION)	21.93	3.76
DESGASTE POR ABRASION	114.63	19.66
EFLORESCENCIA	33.81	5.80
DEFLEXION	11.6	1.99
AREA COLAPSADA	28.8	4.94
AREA TOTAL AFECTADA	583.07	100.00

Fuente: Fichas de evaluación de muestras del 01 al 14.

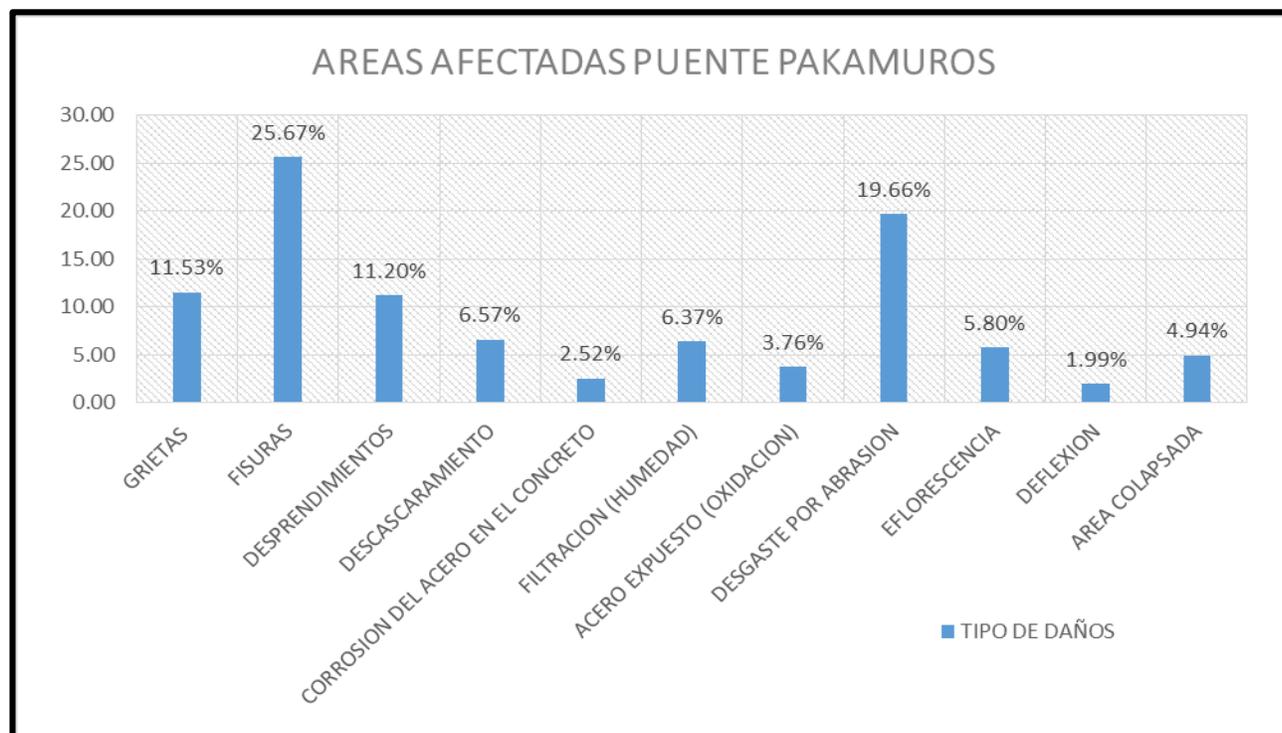


Gráfico N° 46 Tipos de daños encontrados en las estructuras de Ampliación de puentes

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 41 Porcentaje de afectación de las componentes Ampliación de puente aguas arriba

AMPLIACION DE PUENTE - MARGEN DERECHO , AGUAS ARRIBA						
COMPONENTES	AREA TOTAL	AREA AFECTADA	AREA NO AFECTADA	% AREA AFECTADA	% AREA NO AFECTADA	NIVEL DE VULNERABILIDAD
VIGA PRINCIPAL V-1	89.43	67.31	22.12	75.27	24.73	4
VIGA PRINCIPAL V-2	89.425	51.79	37.64	57.91	42.09	3
VIGAS DIAFRAGMAS D-1	45.24	23.4	21.84	51.72	48.28	3
LOSA DE PUENTE	93.6	60.61	32.99	64.75	35.25	3
LOSA DE APROXIMACION	57.6	53.52	4.08	96.73	3.27	4
VEREDA PEATONAL	55.9	22.8	33.1	40.79	59.21	2
TABLERO	69.6	31.33	38.27	45.01	54.99	2
TOTAL	500.79	310.76	190.03	62.05	37.95	3

Fuente: Fichas de evaluación de muestras del 01 al 14.



Gráfico N° 47 Nivel de vulnerabilidad total Ampliación de puente aguas arriba

Fuente: Elaboración propia

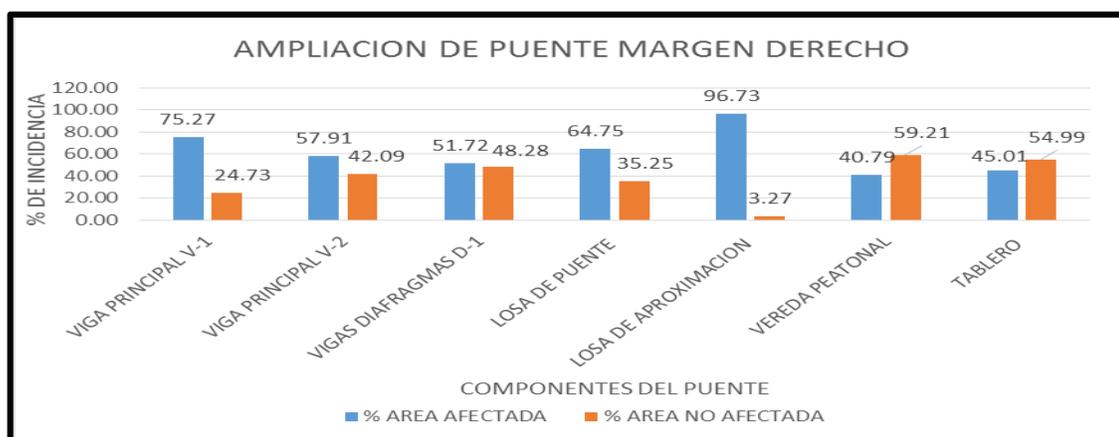


Gráfico N° 48 Áreas afectadas y/o áreas no afectadas de las componentes del ampliación de puente aguas arriba.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 42 Porcentaje de afectación de componentes Ampliación de puente aguas abajo

AMPLIACION DE PUENTE - MARGEN IZQUIERDO , AGUAS ABAJO						
COMPONENTES	AREA TOTAL	AREA AFECTADA	AREA NO AFECTADA	% AREA AFECTADA	% AREA NO AFECTADA	NIVEL DE VULNERABILIDAD
VIGA PRINCIPAL V-3	89.43	50.24	39.19	56.18	43.82	3
VIGA PRINCIPAL V-4	89.43	45.94	43.49	51.37	48.63	3
VIGAS DIAFRAGMAS D-2	45.24	21.02	24.22	46.46	53.54	2
LOSA DE PUENTE	93.6	60.39	33.21	64.52	35.48	3
LOSA DE APROXIMACION	57.6	44.9	12.7	77.95	22.05	4
VEREDA PEATONAL	55.9	22.62	33.28	40.47	59.53	2
TABLERO	69.6	27.2	42.4	39.08	60.92	2
TOTAL	500.79	272.31	228.48	54.38	45.62	3

Fuente: Fichas de evaluación de muestras del 01 al 14.

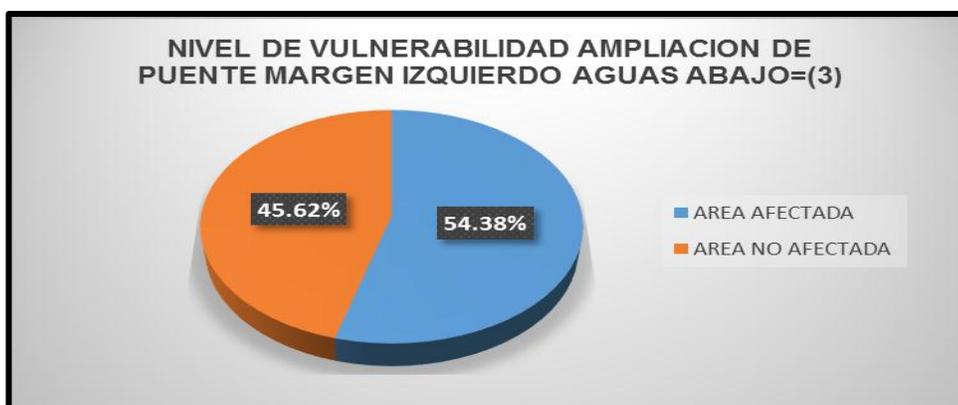


Gráfico N° 49 Nivel de vulnerabilidad total en el Ampliación de puente aguas abajo

Fuente: Elaboración propia

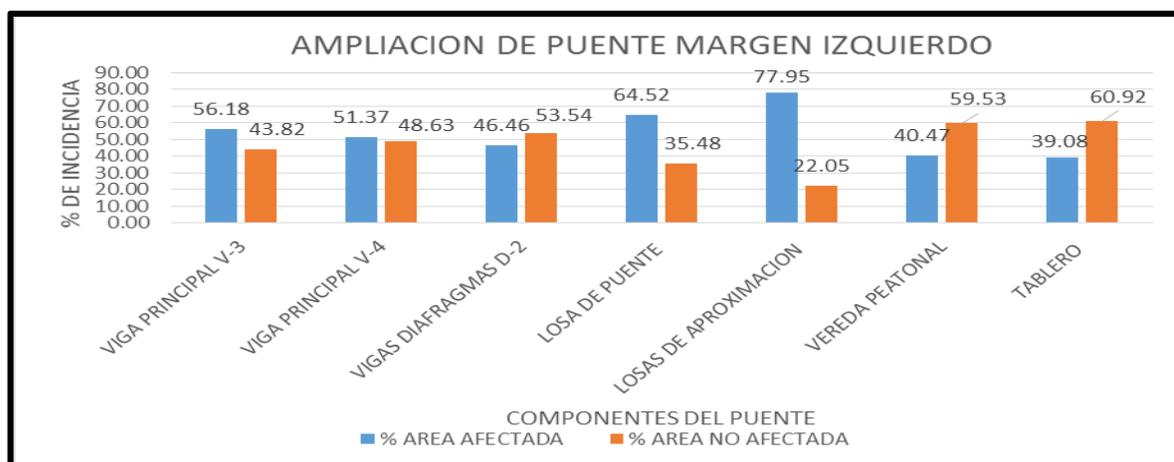


Gráfico N° 50 Áreas afectadas y/o áreas no afectadas de las componentes del Ampliación de puente margen izquierdo, aguas abajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 43 Nivel de vulnerabilidad de las componentes de ampliación de puente aguas arriba

AMPLIACION DE PUENTE -MARGEN DERECHO AGUAS ARRIBA	
COMPONENTES DEL PUENTE	NIVEL DE VULNERABILIDAD
VIGA PRINCIPAL V-1	4
VIGA PRINCIPAL V-2	3
VIGAS DIAFRAGMA D-1	3
LOSA DE PUENTE	3
LOSA DE APROXIMACION	4
VEREDA PEATONAL	2
TABLERO	2

Fuente: Elaboración propia

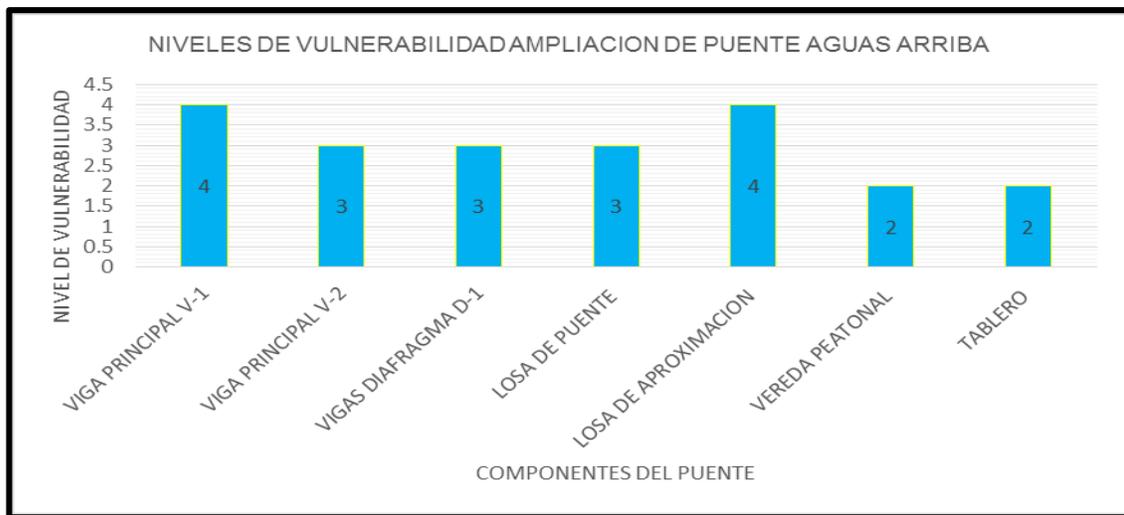


Gráfico N° 51 Nivel de vulnerabilidad estructural de las componentes del Ampliación de puente aguas arriba

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 44 Nivel de vulnerabilidad de las componentes Ampliación de puente aguas abajo

AMPLIACION DE PUENTE -MARGEN IZQUIERDO AGUAS ABAJO	
COMPONENTES DEL PUENTE	NIVEL DE VULNERABILIDAD
VIGA PRINCIPAL V-3	3
VIGA PRINCIPAL V-4	3
VIGAS DIAFRAGMA D-2	2
LOSA DE PUENTE MARG IZQ	3
LOSA DE APROXIMACION	4
VEREDA PEATONAL	2
TABLERO	2

Fuente: Elaboración propia

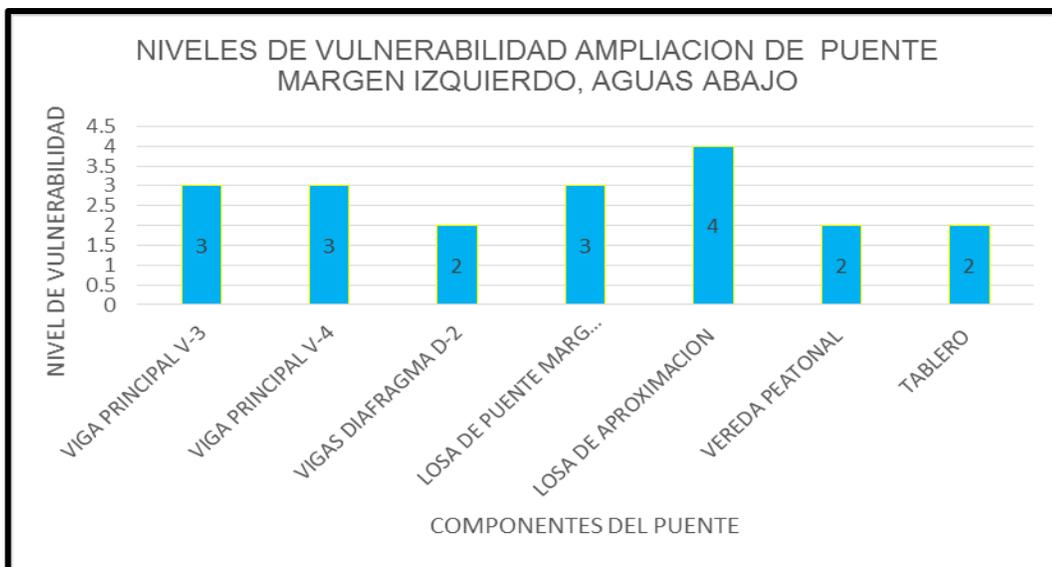


Gráfico N° 52 Nivel de vulnerabilidad estructural de las componentes ampliación de puente margen izquierdo, aguas abajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 45 Resumen de resultados por unidad de análisis del puente Pakamuros

ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE PAKAMUROS						
UNIDAD DE ANALISIS	AREA TOTAL	AREA AFECTADA	AREA NO AFECTADA	% AREA AFECTADA	% AREA NO AFECTADA	NIVEL DE VULNERABILIDAD
UA-01	89.43	67.31	22.12	75.27	24.73	4
UA-02	89.425	51.79	37.64	57.91	42.09	3
UA-03	89.43	50.24	39.19	56.18	43.82	3
UA-04	89.43	45.94	43.49	51.37	48.63	3
UA-05	45.24	23.4	21.84	51.72	48.28	3
UA-06	45.24	21.02	24.22	46.46	53.54	2
UA-07	93.6	60.61	32.99	70.05	29.95	3
UA-08	93.6	60.39	33.21	64.52	35.48	3
UA-09	57.6	53.52	4.08	96.73	3.27	4
UA-10	57.6	44.9	12.7	77.95	22.05	4
UA-11	55.9	22.8	33.1	40.79	59.21	2
UA-12	55.9	22.62	33.28	40.47	59.53	2
UA-13	69.6	31.33	38.27	45.01	54.99	2
UA-14	69.6	27.2	42.4	39.08	60.92	2
TOTAL	1001.58	583.07	418.51	58.22	41.78	3

Fuente: Fichas de evaluación de muestras del 01 al 14.

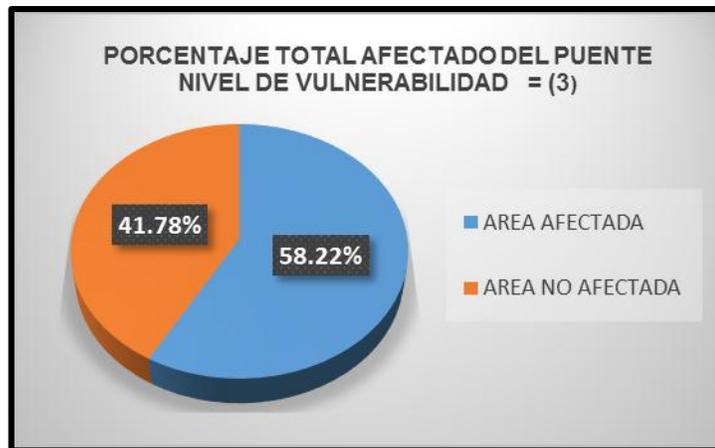


Gráfico N° 53 Nivel de Vulnerabilidad Total del Puente Pakamuros

Fuente: Elaboración propia

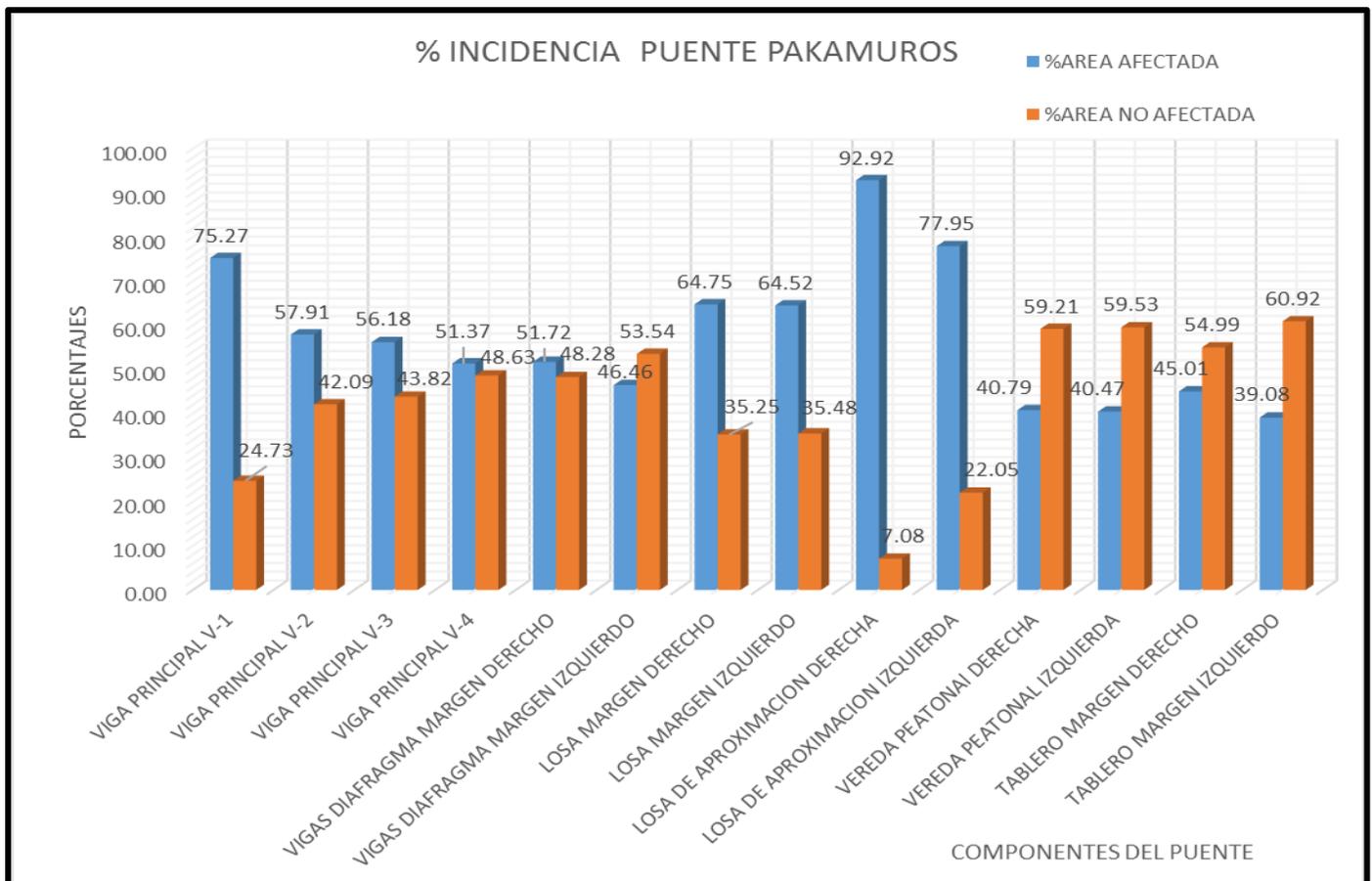


Gráfico N° 54 Áreas afectadas y/o áreas no afectadas de las componentes del puente Pakamuros

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se hace una Análisis Global de las dos Ampliaciones de puente combinando los 3 parámetros propuestos en el análisis procesos constructivos, patologías y daños encontrados y comportamiento estructural de lo cual se obtuvo el siguiente resultado.

Tabla N° 46 Análisis Global de la Vulnerabilidad Estructural del Puente

Vulnerabilidad Estructural Del Puente					
Procesos Constructivos (20%)		Patologías y Daños Encontrados (40%)		Comportamiento Estructural (40%)	
Bueno (1)		Bajo (1)		Adecuado (1)	
Regular (2)		Regular (2)		Aceptable (2)	
Malo (3)	X	Alto (3)	X	Inadecuado (3)	X
Muy malo (4)		Muy alto (4)		Propenso al colapso (4)	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°43 se muestra que los procesos constructivos es inadecuado (se le asigna el valor de 3), patologías y daños encontrados alto (se asigna el valor de 3) y el comportamiento estructural (se asigna el valor de 3). De acuerdo a la ecuación 4.1 se tiene que $0,2 \times 3 + 0,4 \times 3 + 0,4 \times 3 = 3.0$; esto significa que el puente Pakamuros tiene vulnerabilidad alta.

5 CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Gracias a esta investigación, se ha logrado dar respuesta al cuestionamiento de la necesidad de reparar el puente, a través de ensayos no Destructivos, los cuales fueron los siguientes: En el ensayo del Esclerómetro el valor promedio fue **174.16kg/cm²**, siendo el valor más bajo **119.5kg/cm²**. El cual están por debajo de la resistencia de diseño la cual fue **210kg/cm²**. Según el Manual de Diseño de Puentes MTC-2016 nos dice que la resistencia mínima en el caso de Puentes debe ser **280kg/cm²**. Con lo que se concluye que no cumple con las especificaciones de diseño.
- Se hizo la verificación de las deflexiones mediante el software CSI BRIDGE 2017, donde se obtuvo deflexiones superiores a 2.6cm. que según el Manual de Diseño de Puentes MTC 2016 es la máxima permisible, se comprobó las áreas de acero en las vigas principales las cuales no cumplen debido a que el momento es menor al requerido.
- Se realizó el estudio de tráfico durante una semana y se obtuvo los siguientes resultados: El día donde se obtuvo mayor volumen de vehículos fue el martes con 7420 veh/día, y el de menor fue el domingo 5230 veh/día. El IMD obtenido fue **6290 veh/día**, lo que representa un alto volumen de tráfico que transitan por el Puente Pakamuros, debido a que es la vía más importante de la ciudad de Jaén.
- Los daños y patologías encontradas en el puente Pakamuros son: fisuras (25.67%), desgaste por abrasión (19.66%), grietas (11.53%), desprendimientos (11.20%), descascaramiento (6.57%), filtración (6.37%), eflorescencia (5.80%) y corrosión del acero en el concreto (2.52%). Para conocer el nivel de vulnerabilidad en el puente Pakamuros, se ha evaluado las dos Ampliaciones de puentes construidos adyacentes al puente antiguo; donde la Ampliación de puente margen derecho, aguas arriba tiene un

grado de afectación de **62.05%** y un 37.95% de área no afectada, el cual nos representa un nivel de **Vulnerabilidad Alta (3)**. En el caso de la Ampliación de puente margen izquierdo, aguas abajo, Tenemos un **54.38%** de área afectada y un 45.62% de área no afectada, el cual nos representa un nivel de **Vulnerabilidad Alta (3)**, según nuestros niveles de vulnerabilidad propuestos en la investigación. De lo que concluimos que la Ampliación de Puente Margen Derecho, Aguas arriba, Presenta la más alta Vulnerabilidad Estructural.

- Finalmente se observa que la Vulnerabilidad Estructural total de las dos Ampliaciones de Puente proponiendo parámetros según la Tabla N° 43 resulta vulnerabilidad alta 3 según su rango numérico.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Jaén hacer una evaluación estructural y un análisis de vulnerabilidad de todos los puentes existentes de la ciudad de Jaén, considerando que son estructuras muy importantes en la vida social, cultural y económica
- El presente estudio fue realizado a nivel de superestructura. Se sugiere realizar un estudio a nivel de sub-estructura para tener un consolidado más global del estado actual del puente.

6 CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Seminario M. Guía para el Diseño de Puentes con Vigas y Losas. [tesis para optar título]. Piura-Perú, Universidad de Piura; febrero 2004.
- Treviño E, Patología de las Estructuras de Concreto Reforzado. Repositorio [seriada en línea] 1998 [citado 2017 abril 10], disponible en <http://eprints.uanl.mx/6017/1/1080087103.PDF>.
- Manual de Diseño de Puente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones/Perú. MTC-2016.
- INDECI. Manual Básico para la Estimación del Riesgo y Análisis de Vulnerabilidad/Perú. Instituto nacional de defensa civil. Lima, 2006.
- Santiago G. Análisis y Diseño de la Superestructura de un Puente Viga-Losa de Concreto Armado de 20 metros de Longitud Según las Normas de AASHTO-LRFD, Mediante la Aplicación del Software Csi Bridge, Guatemala mayo-2015.
- A.C.I. 224. Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón.
- Rivva E, Durabilidad y Patología del Concreto. Slideshare [seriada en línea] 2006 [citado 2017 abril 12], disponible en <http://es.slideshare.net/mariobariffo/durabilidad-y-patologiadelconcretoenriquerival>
- AASHTO LRFD 2004, Normas Americanas para el Diseño de Puentes.
- Mc Ing. Arturo Rodríguez Serquen. (abril 2016). Puentes con las AASHTO- LRFD 2014/Perú.
- BROTO I COMERMA, C. (2006). Enciclopedia Broto de patologías de la construcción Stylish ideas.
- Andía R. Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto Armado en los Elementos Estructurales del Puente Vehicular Chancara de Tipo Viga-Losa, en el Rio Pongora, Distrito de Pacaycasa, Provincia de Huamanga, Región Ayacucho, Marzo-2016.
- Villacorta A. Evaluación y Determinación de las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares: Puente Simón Bolívar y Puente Confraternidad Internacional Este [tesis para optar título]. Chimbote, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote;2014.
- Panozo M, Patología de las Estructuras, Slideshare [seriada en línea] 2007 [citada 2016 Mayo18], Disponible en <http://es.slideshare.net/angelcaido666x/patologia-de-las-estructuras>.
- Aranís C, Análisis y Diseño de Puente de Concreto Armado, Método AASHTO – LRFD. Primera Edición. Lima, Perú: A.C.I- U.N.I.; 2006.

- Villarino A, Tema 7-Puentes. Repositorio [seriada en línea] 2012 [citado 2016 Junio 06], Disponible en <http://ocw.usal.es/enseñanzas-tecnicas/ingenieria-civil/contenido/TEMA%207-%20PUENTES.pdf>.
- Apaza P, Puentes Introducción al Diseño de Puentes en Concreto. Nueva ed. Lima, Perú: D´Luis;2000.
- Serpa M, Samper L. Evaluación, Diagnostico, Patología y Propuesta de Intervención del Puente sobre el Caño el Zapatero a la Entrada de la escuela Naval Almirante Padilla. Repositorio [seriada en línea] 2014 [citado 11 abril de 2017], disponible en <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/1368/1/trabajo%20de%20Grado.%20Lina%20Samper%20-%20Mafe%20Serpa.pdf>
- M.T.C. Guía para la Inspección de Puentes, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles [seriada en línea] 2006 [citado 11 abril de 2017], disponible en https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/GUIA%20PARA%20INSPECCION%20DE%20PUENTES.pdf.
- Sánchez de Guzmán, D. (2011). Durabilidad y patología del concreto. Bogotá, Colombia: Asocreto.
- Ortega Y, Quintero K, Durabilidad del concreto. Prezi [seriada en línea] 2015 [citado 2016 Mayo 20], disponible en <https://prezi.com/bjull8el3f/durabilidad-del-concreto/>.
- Calavera J, Patología de las Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado. 2da ed. Madrid y Ribadeo, España: Intermac;1996.
- Monjo J. Patologías de cerramientos y acabados arquitectónicos. 2ª ed. Madrid, España : Munilla-Leria;1997.
- 2017. Csi Bridge V19.1.1. Software de diseño de puentes. 2017.

7 CAPITULO VII. ANEXOS

7.1 ANEXOS 1: DOCUMENTOS



10.03. SUPERESTRUCTURA

10.03.01. CONCRETO $f'c=210$ kg/cm²

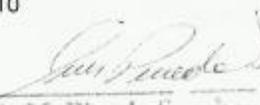
Generalidades. -

Las Obras de concreto se refieren a todas aquellas ejecutadas con una mezcla de cemento, material inerte y agua, la cual deberá ser diseñada por el Responsable de la Obra a fin de obtener un concreto de las características especificadas y de acuerdo a las condiciones necesarias de cada elemento de la estructura.

La dosificación de los componentes de la mezcla será al peso, determinando previamente el contenido de humedad de los agregados para efectuar la corrección correspondiente en la cantidad de agua de la mezcla. El Ingeniero Supervisor comprobará en cualquier momento la buena calidad de la mezcla, rechazando todo material defectuoso.

La mínima cantidad de cemento con la cual se debe realizar una mezcla, será la que indica la siguiente tabla:

Tipo de Concreto	Cemento Kg/m	f'c (aprox.) -Kg/cm ²
Ciclópeo	170	140
Simple - Cimentaciones ligeramente armadas	250	175
Armado- Elevación de estribos y - Superestructura	300	210


Luis M. Pineda Sánchez
ING. CIVIL
CIP. N° 77558

Ejecución. -

La correcta ejecución de las Obras de concreto deberá ceñirse a las especificaciones técnicas del Expediente de obra.



espesor de sección variable de 0.15 m a 0.30 m. y un ancho de 1.80 m. libres, barandas de protección de fierro de 2" y 3" de diámetro, además barreras de seguridad vehicular de concreto armado adosadas a la losa del puente.

Superestructura

La superestructura del puente tendrá una luz entre los ejes de los apoyos de 26 m. y está diseñada para la sobrecarga de HL-93 según la Norma AASHTO LRFD de 2004. Sus características son las siguientes:

Puente de vigas de Concreto armado y una losa de concreto armado con un ancho de rodadura de 3.60 m. y 5.72 m. de sección total, conformado por una sección de vía de 3.60 m. y 1.80 m. de vereda a un lado, la losa será construida con un concreto de $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y con acero corrugado de esfuerzo de fluencia de $F_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$.

Características generales de la superestructura:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| • Luz | 26.00 m. |
| • Carga | HL-93 |
| • Ancho de calzada | 3.60 m. |
| • Ancho total | 5.72 m. |
| • Veredas | 1.80 m. |
| • Barrera de seguridad | 02 vehicular y una peatonal |
| • Peralte viga longitudinal | 1.82 m. |
| • Apoyos | 2 fijos y 2 móviles |
| • Juntas de dilatación | Indicada en planos. |
| • Barandas | Tubulares |

Subestructura

Estribo

Son estructuras de concreto armado, diseñadas para transmitir las cargas procedentes de la Superestructura a la cimentación, haciendo principalmente las veces de muros de contención de los rellenos.


Luis M. Pineda Sanchez
ING. CIVIL
CIP. N° 77658



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622 -
RPC 954 131 476. E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

LEVANTAMIENTO DE RESISTENCIAS F_c POR MEDIO DEL ESCLEROMETRO

TESIS DE INVESTIGACIÓN	: "Análisis de La Vulnerabilidad Estructural del Puente de la Av. Pakamuros de la Ciudad de Jaén - Cajamarca".	
UBICACIÓN	: Puente de la Av. Pakamuros de la Ciudad de Jaén - Cajamarca"	
ESTRUCTURA	: Indicada - Margen Derecha	
F_c (kg/cm²)	: 210	
EQUIPO	: Esclerómetro	
MARCA	: FORNEY, L.P	RES. LAB. : S.B.F.
MODELO	: LA-0352	TEC. LAB. : S.A.C.M.
SOLICITANTE	: Francisco Godofredo Barrantes Troyes	FECHA : 18/02/2017

Ang. de prueba: 90°

VIGA N°01			
Dirección		Horizontal	
No.	Rebote	Valores	Kg/cm ²
1	25	25	166,0
2	26	26	180,0
3	27	27	195,0
4	25	25	180,0
5	25	25	166,0
6	25	25	166,0
7	26	26	180,0
8	26	26	180,0
9	25	25	166,0
10	27	27	195,0

Ang. de prueba: 90°

VIGA N°02			
Dirección		Horizontal	
No.	Rebote	Valores	Kg/cm ²
1	26	26	210,0
2	27	27	185,0
3	27	27	180,0
4	26	26	180,0
5	26	26	210,0
6	26	27	185,0
7	27	27	185,0
8	26	26	180,0
9	27	27	195,0
10	26	27	195,0

Ang. de prueba: 90°

CARRAJUNA			
Dirección		Horizontal	
No.	Rebote	Valores	Kg/cm ²
1	25	25	166,0
2	26	26	180,0
3	25	25	166,0
4	27	27	195,0
5	27	27	195,0
6	26	26	180,0
7	25	25	166,0
8	26	26	180,0
9	25	25	166,0
10	26	27	195,0

Valores de Resistencia Esperados a los 28 días

Promedio	25,8	26	
Promedio Resistencia		177,4	Kg/cm ²
Desv. Stand.		11,4	Kg/cm ²
Coef. Variación		6,4	%
Resistencia % (f'c)		84,5	%

Promedio	26,6	27	
Promedio Resistencia		195,0	Kg/cm ²
Desv. Stand.		10,0	Kg/cm ²
Coef. Variación		5,1	%
Resistencia % (f'c)		92,9	Kg/cm ²

Promedio	25,8	26,0	
Promedio Resistencia		180,3	Kg/cm ²
Desv. Stand.		11,8	Kg/cm ²
Coef. Variación		6,6	%
Resistencia % (f'c)		85,9	Kg/cm ²

GRAFICO: ENSAYO N° 01



GRAFICO: ENSAYO N° 02



GRAFICO: ENSAYO N° 03



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Segundo A. Carranza Mejía
TECNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622 -
 RPC 954 131 476. E-mail: servicios_lab@hotmail.com.
 Búsquenos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

LEVANTAMIENTO DE RESISTENCIAS F'c. POR MEDIO DEL ESCLEROMETRO

TESIS DE INVESTIGACIÓN	: "Análisis de La Vulnerabilidad Estructural del Puente de la Av. Pakamuros de la Ciudad de Jaén - Cajamarca".	
UBICACIÓN	: Puente de la Av. Pakamuros de la Ciudad de Jaén - Cajamarca"	
ESTRUCTURA	: Indicada - Margen Izquierdo	
F'c (kg/cm²)	: 210	
EQUIPO	: Esclerómetro	
MARCA	: FORNEY, L.P	RES. LAB. : S.B.F.
MODELO	: LA-0352	TEC. LAB. : S.A.C.M.
SOLICITANTE	: Francisco Godofredo Barrantes Troyes	FECHA : 18/02/2017

Ang. de prueba: 90°

VIGA N° 03			
Dirección		Horizontal	
No.	Rebote	Valores	Kg / cm ²
1	27	27	195.0
2	26	26	180.0
3	25	25	166.0
4	25	25	166.0
5	26	26	180.0
6	26	26	180.0
7	25	25	166.0
8	24	24	152.0
9	26	26	180.0
10	27	27	195.0

Ang. de prueba: 90°

ESTRIBIO E-1			
Dirección		Horizontal	
No.	Rebote	Valores	Kg / cm ²
1	26	26	180.0
2	26	26	180.0
3	26	26	180.0
4	25	25	166.0
5	25	25	166.0
6	25	25	166.0
7	26	26	180.0
8	25	25	166.0
9	26	26	180.0
10	26	26	180.0

Ang. de prueba: 90°

VIGA N° 04			
Dirección		Horizontal	
No.	Rebote	Valores	Kg / cm ²
1	27	27	195.0
2	27	27	195.0
3	26	26	180.0
4	27	27	195.0
5	26	26	180.0
6	26	26	180.0
7	27	27	195.0
8	27	27	195.0
9	26	26	180.0
10	26	26	180.0

Promedio	25,7	26	
Promedio Resistencia		178,0	Kg/cm ²
Desv. Stand.		13,6	Kg/cm ²
Coef. Variación		7,7	%
Resistencia % (f'c)		83,8	%

Promedio	25,6	26	
Promedio Resistencia		174,4	Kg/cm ²
Desv. Stand.		7,2	Kg/cm ²
Coef. Variación		4,1	%
Resistencia % (f'c)		83,0	Kg/cm ²

Promedio	27,1	27,1	
Promedio Resistencia		196,5	Kg/cm ²
Desv. Stand.		11,1	Kg/cm ²
Coef. Variación		5,6	%
Resistencia % (f'c)		93,6	Kg/cm ²

GRAFICO: ENSAYO N° 01

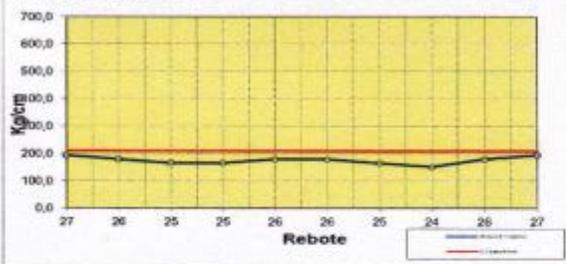


GRAFICO: ENSAYO N° 02

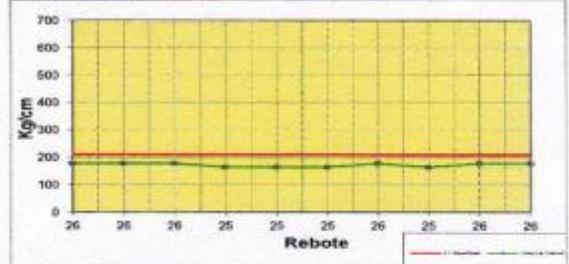
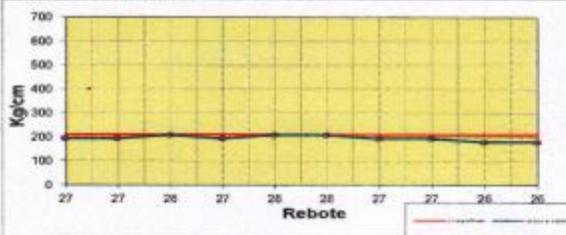


GRAFICO: ENSAYO N° 03



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Segundo A. Carranza Mejía
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

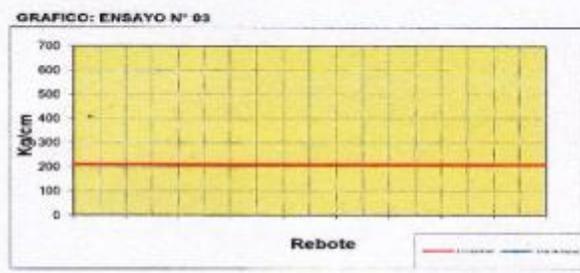
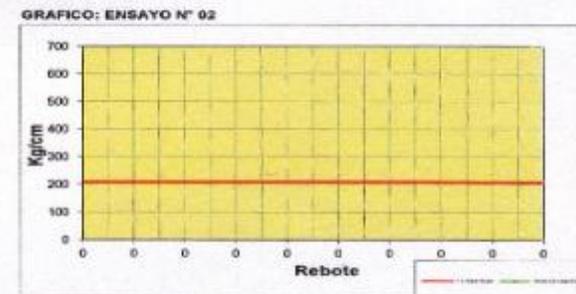
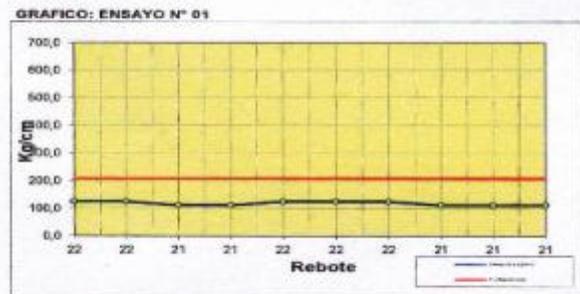
Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo, Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622 -
 RPC 954 131 476. E-mail: servicios_lab@hotmail.com.
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

LEVANTAMIENTO DE RESISTENCIAS F'c, POR MEDIO DEL ESCLEROMETRO

TESIS DE INVESTIGACIÓN	: "Análisis de La Vulnerabilidad Estructural del Puente de la Av. Pakamuros de la Ciudad de Jaén - Cajamarca".	
UBICACIÓN	: Puente de la Av. Pakamuros de la Ciudad de Jaén - Cajamarca"	
ESTRUCTURA	: Indicada - Losa del Puente	
F'c (kg/cm2)	: 210	
EQUIPO	: Esclerómetro	
MARCA	: FORNEY, L.P	RES. LAB. : S.B.F.
MODELO	: LA-0352	TEC. LAB. : S.A.C.M.
SOLICITANTE	: Francisco Godofredo Barrantes Troyes	FECHA : 18/02/2017

Ang. de prueba: 90°				Ang. de prueba: 90°				Ang. de prueba: 90°			
LOSA DEL PUENTE											
Dirección		Horizontal									
No.	Rebote	Validos	Kg/cm ²								
1	22	22	126.0								
2	22	22	126.0								
3	21	21	113.0								
4	21	21	113.0								
5	22	22	126.0								
6	22	22	126.0								
7	22	22	126.0								
8	21	21	113.0								
9	21	21	113.0								
10	21	21	113.0								

Valores de Resistencia Esperados a los 28 días			
Promedio	21.5	22	
Promedio Resistencia		119.5	Kg/cm ²
Dev. Stand.		6.8	Kg/cm ²
Coef. Variación		5.7	%
Resistencia % (f'c)		56.9	%



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Segundo A. Capranza Mejía
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622 -
 RPC 954 131 476. E-mail: servicio_lab@hotmail.com.
 Búscanos en Facebook: [Laboratorios de Suelos Chiclayo](#)
 Pág. Web: www.emlaboratorios.com

LEVANTAMIENTO DE RESISTENCIAS F'c POR MEDIO DEL ECCLEROMETRO

TESIS DE INVESTIGACIÓN	: "Análisis de La Vulnerabilidad Estructural del Puente de la Av. Pakamuros de la Ciudad de Jaén - Cajamarca".	RES. LAB. :	S.B.F.
UBICACIÓN	: Fuente de la Av. Pakamuros de la Ciudad de Jaén - Cajamarca"	TEC. LAB. :	S.A.C.M.
ESTRUTURA	: Puente Antiguo - Viga 02	FECHA :	18/02/2017
F'c (kg/cm ²)	: 350		
EQUIPO	: Ecclerómetro		
MARCA	: FORNEY, L.P		
MODELO	: LA-0352		
SOLICITANTE	: Francisco Godofredo Barrantes Troyes		

Ang. de prueba: 90°

PUENTE ANTIGUO (VIGA 2)			
Dirección		Horizontal	
No.	Rebote	Valores	Kg / cm ²
1	40	40	413.0
2	39	39	395.0
3	38	38	377.0
4	37	36	377.0
5	39	39	395.0
6	38	36	377.0
7	38	38	377.0
8	39	39	395.0
9	38	38	377.0
10	39	39	395.0

Ang. de prueba: 90°

PUENTE ANTIGUO (VIGA 2)			
Dirección		Horizontal	
No.	Rebote	Valores	Kg / cm ²

Ang. de prueba: 90°

PUENTE ANTIGUO (VIGA 2)			
Dirección		Horizontal	
No.	Rebote	Valores	Kg / cm ²

Valores de Resistencia Esperados a los 28 días			
Promedio	38.5	39	
Promedio Resistencia		387.6	Kg/cm ²
Desv. Stand.		12.6	Kg/cm ²
Coef. Variación		3.2	%
Resistencia % (f'c)		110.8	%

GRAFICO: ENSAYO N° 01



GRAFICO: ENSAYO N° 02

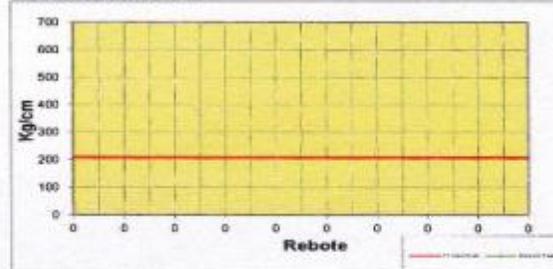
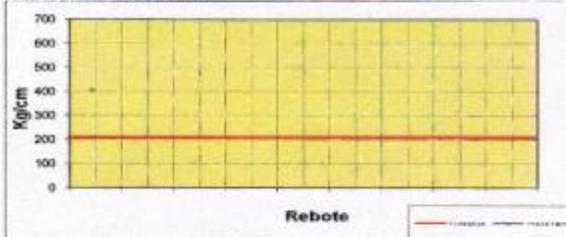


GRAFICO: ENSAYO N° 03



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Segundo A. Carranza Mejía
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



2.2. RESULTADOS

Los resultados obtenidos con el esclerómetro y que se muestran en los archivos adjuntos, nos dan una aproximación de la resistencia que tendría el concreto, estos se adjuntan al presente informe en el Anexo Registros.

3. CONCLUSIONES

- La verificación de la resistencia del concreto mediante el Esclerómetro, puede verse afectado por muchos factores, por ello según normas internacionales como la ASTM C 805, indica que el esclerómetro arroja resultados con una confianza del 80%.
- Datos obtenidos en campo del puente de la margen derecha son los siguientes:

ESTRUCTURA	ENSAYO	F'c (kg/cm ²)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (Kg/cm ²)
VIGA N°01	01	210	177.4
VIGA N°02	02		195.0
DIAFRAGMA	03		180.3

Los promedios de la resistencia (kg/cm²), es 184.2 kg/cm², lo cual no cumple con la especificación técnica.

- Datos obtenidos en campo del puente del margen izquierdo son los siguientes:

ESTRUCTURA	ENSAYO	F'c (kg/cm ²)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (Kg/cm ²)
VIGA N° 03	01	210	176.0
ESTIBO E-2	02		174.4
VIGA N°04	03		196.5

- Los promedios de la resistencia (kg/cm²), es 182.3 kg/cm², lo cual no cumple con la especificación técnica.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso – Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) – 619319 –

RPM # 948 852 622 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios_lab@hotmail.com

Pág. Web: www.emplaboratorios.com



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

- Datos obtenidos en campo de la losa puente son los siguientes:

ESTRUCTURA	ENSAYO	F'c (kg/cm ²)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (Kg/cm ²)
LOSA DEL PUENTE	01	210	119.5

- La resistencia (kg/cm²), es 119.5 kg/cm², lo cual no cumple con la especificación técnica.
- También se realizó un ensayo al puente antiguo (Viga 02) del cual obtuvimos los siguientes resultados:

ESTRUCTURA	ENSAYO	F'c (kg/cm ²)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (Kg/cm ²)
PUENTE ANTIGUO (VIGA 2)	01	350	387.8

- La resistencia (kg/cm²), es 387.8 kg/cm², lo cual cumple con la especificación técnica.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso – Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) – 619319 –

RPM # 948 852 622 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios_lab@hotmail.com

Pág. Web: www.emlaboratorios.com



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622 –
RPC 954 131 476. E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE REALIZACION DE ENSAYOS

Ing. Secundino Burga Fernández, Gerente General de la empresa **Servicios De Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.**

CERTIFICA QUE:

El tesista **FRANCISCO GODOFREDO BARRANTES TROYES**, con DNI N° 47324413 ha realizado sus ensayos de Levantamiento de resistencias f'c. por medio del Esclerómetro para la tesis "**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE DE LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAÉN - CAJAMARCA**", en el mes de febrero del presente año, realizados en esta empresa, habiéndose alcanzado los objetivos programados de forma enteramente satisfactorias.

Para que conste donde sea oportuno firmo la presente.

28 de febrero del 2017

Atentamente:

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

ING. SECUNDINO BURGA FERNANDEZ
GERENTE GENERAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LD - 116 - 2016**

Área de Metrología
Laboratorio de Dureza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Número de Mediciones	Lectura Indicada del Instrumento a Calibrar
1	78,0
2	78,5
3	80,0
4	78,0
5	78,0
6	78,0
7	78,5
8	78,0
9	78,0
10	78,0
PROMEDIO	78,3
Desv. Estándar	0,63

Incertidumbre de medición ($k=2$): $\pm 0,49$

Nota 1.- Para una mejor toma de datos se subdividió la división mínima del equipo en 4 partes.

Nota 2.- El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de 80 ± 2 , según norma internacional ASTM C805.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

7.2 ANEXOS 2. TABLAS

Tabla N° 01 Conteo del Tráfico Día Domingo 01/09/2016 en el Puente Pakamuros

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones			TITULO DE TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE EN LA AV .PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN - CAJAMARCA"																
			FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																
SENTIDO			AMBOS			FECHA			DOMINGO 01/09/2016										
Hora de Conteo			TRAFICO LIVIANO			TRAFICO PESADO												Total	
			Autos	Combis	Camionetas	Omnibus			Camiones			Semi-Trailers			Trailers				
Diagrama Vehicular																			
06:00	07:00	am	44	35	34	3	4	3	33	17	12	5	4	3	4	3	3	4	211
07:00	08:00	am	61	45	43	4	6	5	45	33	28	5	4	5	6	5	5	5	305
08:00	09:00	am	75	59	52	5	4	4	52	41	30	4	3	4	7	4	6	5	355
09:00	10:00	am	68	65	59	3	4	5	46	32	27	5	6	5	8	5	5	6	349
10:00	11:00	am	54	40	37	2	4	3	41	29	18	3	4	3	4	3	1	4	250
11:00	12:00	am	68	53	64	5	5	6	65	36	22	6	5	4	5	6	5	5	360
12:00	01:00	pm	75	64	68	4	5	4	60	28	19	4	4	5	5	4	7	4	360
01:00	02:00	pm	82	68	74	5	4	5	58	32	15	5	6	4	6	5	6	7	382
02:00	03:00	pm	63	36	63	4	5	3	40	25	9	3	4	3	5	3	4	4	274
03:00	04:00	pm	57	29	51	3	5	3	32	19	13	4	3	0	4	1	3	5	232
04:00	05:00	pm	56	25	47	2	1	3	22	13	8	3	2	1	5	2	4	3	197
05:00	06:00	pm	49	37	41	3	4	4	30	9	7	2	1	2	4	3	3	3	202
06:00	07:00	pm	57	51	56	5	3	5	43	27	13	5	8	5	11	5	5	4	303
07:00	08:00	pm	64	60	63	4	2	4	52	24	15	5	5	4	9	4	4	5	324
08:00	09:00	pm	65	57	57	5	6	5	57	23	11	5	7	3	10	6	4	5	326
09:00	10:00	pm	46	30	38	4	4	3	31	15	8	3	4	1	5	3	3	1	199
10:00	11:00	pm	26	21	22	3	7	5	27	11	6	0	3	0	4	4	2	0	141
11:00	12:00	pm	18	14	15	2	4	3	19	7	3	0	1	1	5	1	0	2	95
12:00	01:00	am	9	8	9	0	5	2	11	5	0	3	0	2	5	1	1	0	61
01:00	02:00	am	3	5	11	0	4	0	6	3	1	0	0	1	4	0	0	5	43
02:00	03:00	am	6	0	7	0	5	2	7	0	0	0	1	0	5	1	2	0	36
03:00	04:00	am	8	8	9	0	3	1	3	1	0	0	0	1	3	0	3	4	44
04:00	05:00	am	11	10	14	0	2	0	6	2	1	1	0	0	4	1	0	0	52
05:00	06:00	am	29	19	22	2	3	1	26	11	2	0	1	3	3	2	2	3	129
TOTAL DE VEHICULOS POR DIA			1094	839	956	68	99	79	812	443	268	71	76	60	131	72	78	84	5230
			1094	839	956	246			1523			338			234				
% POR VEHICULOS			20.9	16.0	18.3	1.3	1.9	1.5	15.5	8.5	5.1	1.4	1.5	1.1	2.5	1.4	1.5	1.6	
% DE TRAFICO			55.24			44.76													

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 02 Conteo del Tráfico Día Lunes 02/09/2016 en el Puente Pakamuros

MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones		TITULO DE TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE EN LA AV .PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN - CAJAMARCA"															OPP		
		FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																	
SENTIDO		AMBOS			FECHA			LUNES 02/09/2016											
Hora de Conteo	TRAFICO LIVIANO			TRAFICO PESADO												Total			
	Autos	Combis	Camionetas	Omnibus			Camiones			Semi-Trailer				Trailers					
Diagrama Vehicular																			
06:00	07:00	am	75	33	45	2	3	2	43	27	11	2	3	2	4	2	2	2	258
07:00	08:00	am	86	52	81	4	5	4	69	35	19	4	5	5	7	5	4	5	390
08:00	09:00	am	93	68	98	3	4	5	75	28	15	5	4	3	6	3	5	4	419
09:00	10:00	am	101	53	84	5	2	3	52	16	9	2	3	0	1	0	3	3	337
10:00	11:00	am	91	41	92	3	3	4	48	15	8	4	4	1	2	1	0	1	318
11:00	12:00	am	99	46	113	4	3	2	61	35	18	5	3	3	5	3	4	3	407
12:00	01:00	pm	105	53	119	2	4	3	68	42	21	4	4	2	4	2	5	4	442
01:00	02:00	pm	97	64	100	5	4	3	64	36	15	3	4	3	5	3	3	3	412
02:00	03:00	pm	93	55	97	3	5	1	51	19	7	4	2	0	3	0	1	1	342
03:00	04:00	pm	84	34	66	1	3	2	36	14	6	2	3	0	1	0	0	0	252
04:00	05:00	pm	76	37	71	0	2	3	41	18	8	2	4	1	5	1	1	1	271
05:00	06:00	pm	88	38	86	1	3	2	45	22	11	2	3	1	2	2	2	3	311
06:00	07:00	pm	92	46	92	4	5	3	54	34	13	4	3	4	6	4	5	4	373
07:00	08:00	pm	97	38	95	2	5	4	46	28	15	3	5	3	7	3	6	3	360
08:00	09:00	pm	83	29	94	3	4	3	38	19	12	4	2	4	6	4	4	5	314
09:00	10:00	pm	54	9	72	1	2	3	14	13	9	1	0	0	5	0	1	0	184
10:00	11:00	pm	49	13	48	2	1	4	13	7	6	0	2	1	3	1	0	1	151
11:00	12:00	pm	37	3	29	1	2	3	9	5	3	3	2	0	1	0	2	0	100
12:00	01:00	am	12	2	9	0	0	2	6	2	0	1	4	0	1	0	2	0	41
01:00	02:00	am	13	0	13	1	4	3	8	1	2	0	2	0	4	0	0	3	54
02:00	03:00	am	2	0	6	1	3	2	13	5	3	1	2	0	1	0	3	0	42
03:00	04:00	am	8	9	2	0	0	2	16	0	1	3	0	1	0	1	0	1	44
04:00	05:00	am	21	12	11	0	0	1	19	5	0	0	1	0	1	0	0	0	71
05:00	06:00	am	54	15	30	1	2	2	24	9	4	2	3	3	2	3	1	2	157
TOTAL DE VEHICULOS POR DIA			1610	750	1553	49	69	66	913	435	216	61	68	37	82	38	54	49	6050
			1610	750	1553	184			1564			248				141			
% POR VEHICULOS			26.6	12.4	25.7	0.8	1.1	1.1	15.1	7.2	3.6	1.0	1.1	0.6	1.4	0.6	0.9	0.8	
% DE TRAFICO			64.68			35.32													

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 03 Conteo del Tráfico Día Martes 03/09/2016 en el Puente Pakamuros

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones			TITULO DE TESIS:"ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE EN LA AV .PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN - CAJAMARCA"																
			FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR - ESTUDIO DE TRAFICO																
SENTIDO			AMBOS			FECHA			MARTES 03/09/2016										
Hora de Conteo			TRAFICO LIVIANO			TRAFICO PESADO												Total	
			Autos	Combis	Camionetas	Omnibus			Camiones			Semi-Trailer			Trailers				
Diagrama Vehicular																			
06:00	07:00	am	75	42	53	6	4	2	53	36	19	3	3	3	6	4	5	4	318
07:00	08:00	am	86	74	77	5	6	3	65	44	28	5	5	6	10	5	7	5	431
08:00	09:00	am	98	76	91	4	5	5	72	52	26	4	5	5	11	3	6	6	469
09:00	10:00	am	119	80	107	5	6	4	78	49	33	3	5	2	9	3	4	5	512
10:00	11:00	am	96	63	92	3	2	3	57	23	11	2	3	3	6	3	3	3	373
11:00	12:00	am	101	33	103	5	3	4	68	25	21	5	6	5	9	5	2	5	400
12:00	01:00	pm	109	43	91	4	5	6	73	42	27	4	5	6	8	5	5	4	437
01:00	02:00	pm	113	82	102	4	3	5	81	47	29	3	3	4	5	4	4	5	494
02:00	03:00	pm	106	83	114	5	3	3	72	42	33	2	5	2	4	2	3	3	482
03:00	04:00	pm	99	31	73	2	4	3	52	33	21	2	3	3	3	3	3	4	339
04:00	05:00	pm	92	53	92	2	3	2	47	18	11	3	2	2	5	4	4	3	343
05:00	06:00	pm	87	65	104	3	2	3	53	21	17	3	4	4	4	4	4	5	383
06:00	07:00	pm	91	74	98	5	6	4	66	35	21	5	6	6	7	5	5	5	439
07:00	08:00	pm	107	61	95	4	5	3	68	27	24	4	5	5	8	4	4	4	428
08:00	09:00	pm	93	19	91	3	4	2	64	31	21	3	4	3	5	3	3	5	354
09:00	10:00	pm	74	8	77	3	4	1	37	22	10	5	3	4	6	5	4	3	266
10:00	11:00	pm	65	16	52	5	1	2	25	16	8	3	3	2	3	3	2	2	208
11:00	12:00	pm	39	5	37	4	5	1	19	9	3	2	2	3	4	2	1	3	139
12:00	01:00	am	18	2	19	3	1	2	11	3	0	2	0	1	5	1	1	2	71
01:00	02:00	am	15	0	25	0	3	2	9	5	1	1	0	0	3	1	1	4	70
02:00	03:00	am	9	1	10	2	4	1	11	3	2	0	0	1	4	0	0	1	49
03:00	04:00	am	14	9	5	0	2	0	15	7	3	0	0	1	2	0	0	3	61
04:00	05:00	am	28	11	23	3	1	2	27	14	6	1	3	2	5	1	2	3	132
05:00	06:00	am	43	37	41	5	2	3	39	21	9	4	2	1	6	0	4	5	222
TOTAL DE VEHICULOS POR DIA			1777	968	1672	85	84	66	1162	625	384	69	77	74	138	70	77	92	7420
			1777	968	1672	235			2171			358			239				
% POR VEHICULOS			23.9	13.0	22.5	1.1	1.1	0.9	15.7	8.4	5.2	0.9	1.0	1.0	1.9	0.9	1.0	1.2	
% DE TRAFICO			59.53			40.47													

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 04 Conteo del Tráfico Día Miércoles 04/09/2016 en el Puente Pakamuros

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones			TITULO DE TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE EN LA AV .PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN - CAJAMARCA"																
			FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																
SENTIDO			AMBOS			FECHA			MIERCOLES 04/09/2016										
Hora de Conteo			TRAFICO LIVIANO			TRAFICO PESADO									Total				
			Autos	Combis	Camionetas	Omnibus			Camiones			Semi-Trailers				Trailers			
Diagrama Vehicular																			
06:00	07:00	am	54	38	64	3	3	4	49	35	24	3	2	3	5	2	3	4	296
07:00	08:00	am	68	31	52	4	5	3	62	41	32	4	5	5	7	3	4	5	331
08:00	09:00	am	83	46	69	5	4	3	58	23	19	2	4	4	5	4	3	4	336
09:00	10:00	am	92	59	71	4	3	5	49	29	14	4	3	3	3	3	4	5	351
10:00	11:00	am	52	41	78	1	4	3	28	11	10	3	1	1	2	1	1	3	240
11:00	12:00	am	64	46	61	5	4	5	52	32	11	2	3	2	5	4	3	4	303
12:00	01:00	pm	70	41	74	4	3	4	44	28	13	3	4	2	8	5	5	3	311
01:00	02:00	pm	79	53	68	4	5	3	49	27	15	2	3	3	6	4	4	4	329
02:00	03:00	pm	81	42	51	3	1	2	33	9	4	1	2	1	3	0	0	3	236
03:00	04:00	pm	68	38	53	2	4	2	28	7	3	3	1	2	4	0	0	1	216
04:00	05:00	pm	71	42	57	1	3	3	24	5	2	2	3	2	5	0	2	1	223
05:00	06:00	pm	76	45	62	2	2	2	29	12	6	3	4	1	4	1	1	3	253
06:00	07:00	pm	97	51	64	4	5	4	51	38	16	5	3	5	6	3	3	4	359
07:00	08:00	pm	101	59	68	5	3	3	48	27	11	3	4	3	5	2	4	5	351
08:00	09:00	pm	83	62	71	4	5	4	42	21	15	3	5	4	4	3	3	4	333
09:00	10:00	pm	62	34	51	2	3	2	33	11	5	2	2	3	3	1	2	3	219
10:00	11:00	pm	23	14	23	3	5	3	18	7	3	1	2	2	5	1	1	1	112
11:00	12:00	pm	16	19	7	2	4	1	12	6	1	2	3	1	5	0	2	2	83
12:00	01:00	am	18	7	1	1	3	2	9	4	0	0	0	2	3	0	1	1	52
01:00	02:00	am	9	4	10	3	1	3	5	3	0	1	0	1	4	0	1	0	45
02:00	03:00	am	13	7	9	2	2	1	9	2	1	0	1	2	3	1	2	0	55
03:00	04:00	am	23	9	13	1	1	2	7	5	0	1	2	0	2	0	0	1	67
04:00	05:00	am	32	13	28	1	2	0	19	11	3	0	0	2	1	0	2	0	114
05:00	06:00	am	41	25	36	1	4	2	32	23	9	3	1	1	3	0	0	2	183
TOTAL DE VEHICULOS POR DIA			1376	826	1141	67	79	66	790	417	217	53	58	55	101	38	51	63	5398
			1376	826	1141	212			1424			267			152				
% POR VEHICULOS			25.5	15.3	21.1	1.2	1.5	1.2	14.6	7.7	4.0	1.0	1.1	1.0	1.9	0.7	0.9	1.2	
% DE TRAFICO			61.93			38.07													

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 05 Conteo del Tráfico Día Jueves 05/09/2016 en el Puente Pakamuros

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones			NOMBRE DE TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE EN LA AV. PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN - CAJAMARCA"																	
			FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																	
Hora de Conteo			SENTIDO			AMBOS			FECHA			JUEVES 05/09/2016						Total		
			TRAFICO LIVIANO			OMNIBUS			CAMIONES			Semi-Trailer			Trailers					
Diagrama Vehicular			Autos	Combis	Camionetas	B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2SE2	T3S3	C2R2	C3R2	C3R3		
																				
06:00	07:00	am	58	34	51	3	4	3	43	32	29	3	4	4	7	3	4	5	287	
07:00	08:00	am	62	73	67	5	4	5	64	41	32	5	5	5	12	6	7	8	401	
08:00	09:00	am	69	69	76	4	5	4	72	57	41	3	4	4	10	5	6	5	434	
09:00	10:00	am	54	81	67	3	3	3	45	46	22	5	3	3	11	4	4	6	360	
10:00	11:00	am	51	70	75	2	2	3	48	39	19	4	2	2	7	3	3	4	334	
11:00	12:00	am	63	35	82	3	5	5	59	42	24	3	5	4	9	3	5	7	354	
12:00	01:00	pm	68	41	93	4	6	5	63	38	21	4	4	3	10	4	4	6	374	
01:00	02:00	pm	72	58	101	3	5	3	54	29	19	4	3	5	12	3	5	5	381	
02:00	03:00	pm	58	67	97	3	4	4	47	21	13	3	2	1	7	0	3	3	333	
03:00	04:00	pm	53	42	73	2	5	3	32	15	9	2	3	1	6	2	4	2	254	
04:00	05:00	pm	48	46	79	2	3	2	38	19	12	1	2	3	5	1	3	1	265	
05:00	06:00	pm	53	38	103	3	2	3	42	27	18	2	2	2	5	0	4	3	307	
06:00	07:00	pm	62	52	101	5	4	5	57	41	29	5	4	4	9	5	5	5	393	
07:00	08:00	pm	71	45	93	4	5	4	53	37	26	6	4	4	11	3	4	6	376	
08:00	09:00	pm	78	39	97	3	2	5	46	29	22	4	5	5	10	4	5	5	359	
09:00	10:00	pm	62	10	81	2	3	4	34	21	14	2	3	4	7	3	4	4	258	
10:00	11:00	pm	42	16	62	0	4	1	21	13	11	1	2	3	5	3	2	3	189	
11:00	12:00	pm	29	5	35	2	5	2	14	8	8	0	1	2	5	4	4	1	125	
12:00	01:00	am	14	3	12	0	3	3	9	1	3	1	1	2	3	2	0	2	59	
01:00	02:00	am	8	0	9	0	0	1	7	1	2	0	2	1	4	1	1	0	37	
02:00	03:00	am	3	0	5	1	2	0	10	2	1	1	1	0	3	1	2	1	33	
03:00	04:00	am	11	7	1	0	1	0	7	1	0	2	0	1	3	0	3	3	40	
04:00	05:00	am	19	18	19	0	0	2	17	3	1	0	2	0	4	1	0	2	88	
05:00	06:00	am	26	25	37	1	5	1	22	5	3	1	1	2	5	0	1	2	137	
TOTAL DE VEHICULOS POR DIA			1134	874	1516	55	82	71	904	568	379	62	65	65	170	61	83	89	6178	
			1134	874	1516	208			1851			362			233					
% POR VEHICULOS			18.4	14.1	24.5	0.9	1.3	1.1	14.6	9.2	6.1	1.0	1.1	1.1	2.8	1.0	1.3	1.4		
% DE TRAFICO			57.04						42.96											

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 06 Conteo del Tráfico Día Viernes 06/09/2016 en el Puente Pakamuros

			TITULO DE TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE EN LA AV .PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN - CAJAMARCA"																
			FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																
SENTIDO			AMBOS			FECHA			VIERNES 06/09/2016										
Hora de Conteo	TRAFICO LIVIANO						TRAFICO PESADO											Total	
	Autos	Combis	Camionetas	Omnibus			Camiones			Semi-Trailer				Trailes					
Diagrama Vehicular																			
06:00	07:00	am	58	46	52	4	3	3	47	30	19	3	3	3	5	4	3	4	287
07:00	08:00	am	72	53	76	5	5	5	65	42	24	5	6	5	8	5	5	7	388
08:00	09:00	am	84	64	81	5	4	4	59	34	19	5	6	6	11	7	4	8	401
09:00	10:00	am	76	87	79	3	5	3	54	37	16	4	5	5	10	5	5	6	400
10:00	11:00	am	67	71	68	3	4	3	46	22	17	3	3	3	8	3	4	4	329
11:00	12:00	am	79	53	83	5	5	4	69	47	22	5	4	5	9	6	5	5	406
12:00	01:00	pm	86	49	79	4	5	3	60	38	23	4	5	4	10	5	3	7	385
01:00	02:00	pm	91	86	82	4	4	4	57	36	21	5	6	5	8	7	4	6	426
02:00	03:00	pm	88	93	74	3	2	2	46	26	14	2	4	3	5	5	3	4	374
03:00	04:00	pm	85	59	81	3	1	3	35	19	13	3	3	3	4	3	2	2	319
04:00	05:00	pm	82	68	86	2	4	2	41	17	15	2	2	4	5	4	3	4	341
05:00	06:00	pm	75	71	93	3	3	1	47	12	13	3	3	3	6	5	3	5	346
06:00	07:00	pm	86	83	115	5	5	4	65	34	21	5	6	5	11	7	5	7	464
07:00	08:00	pm	94	67	121	4	4	5	49	38	19	4	5	6	9	8	7	8	448
08:00	09:00	pm	93	22	102	5	5	4	58	31	23	5	5	4	10	6	6	5	384
09:00	10:00	pm	78	9	91	2	3	3	42	21	11	2	4	3	8	5	4	3	289
10:00	11:00	pm	67	15	82	2	2	2	34	15	6	3	4	4	6	3	3	2	250
11:00	12:00	pm	42	6	59	1	3	0	28	11	5	3	5	2	5	4	4	4	182
12:00	01:00	am	26	1	34	2	2	1	14	8	3	2	8	1	3	2	4	1	112
01:00	02:00	am	18	3	28	1	3	1	11	3	1	1	5	3	5	2	3	3	91
02:00	03:00	am	5	9	15	1	2	1	9	4	2	0	4	0	4	1	0	1	58
03:00	04:00	am	12	11	9	0	3	0	15	5	2	0	3	1	3	3	4	1	72
04:00	05:00	am	21	16	21	1	3	2	21	6	3	3	1	1	4	1	1	2	107
05:00	06:00	am	32	23	35	2	3	0	28	9	2	2	4	2	5	2	0	1	150
TOTAL DE VEHICULOS POR DIA			1517	1065	1646	70	83	60	1000	545	314	74	104	81	162	103	85	100	7009
			1517	1065	1646	213			1859			421				288			
% POR VEHICULOS			21.6	15.2	23.5	1.0	1.2	0.9	14.3	7.8	4.5	1.1	1.5	1.2	2.3	1.5	1.2	1.4	
% DE TRAFICO			60.32						39.68										

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 07 Conteo del Tráfico Día Sábado 07/09/2016 en el Puente Pakamuros

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones			TITULO DE TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE EN LA AV .PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN - CAJAMARCA"																
			FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																
SENTIDO			AMBOS			FECHA			SABADO 07/09/2016										
Hora de Conteo			TRAFICO LIVIANO			TRAFICO PESADO												Total	
			Autos	Combis	Camionetas	Omnibus			Camiones			Semi-Trailers				Trailers			
Diagrama Vehicular																			
06:00	07:00	am	51	45	58	3	2	3	41	25	13	3	3	3	5	4	3	5	267
07:00	08:00	am	72	58	69	5	6	4	58	32	14	4	5	5	8	5	6	6	357
08:00	09:00	am	68	63	74	6	5	5	63	35	11	6	4	4	9	5	4	7	369
09:00	10:00	am	81	59	65	5	4	3	61	34	15	5	5	5	7	4	5	6	364
10:00	11:00	am	77	41	56	4	5	4	55	14	11	3	3	3	5	4	4	5	294
11:00	12:00	am	87	53	65	5	7	5	68	30	17	5	5	5	8	6	6	6	378
12:00	01:00	pm	92	61	71	6	5	6	70	28	19	6	6	5	9	4	5	8	401
01:00	02:00	pm	101	68	76	4	5	4	63	33	21	5	5	4	11	5	4	7	416
02:00	03:00	pm	96	55	68	3	4	3	42	16	16	4	6	3	9	4	3	5	337
03:00	04:00	pm	91	40	74	2	5	2	36	18	11	3	5	3	6	3	4	4	307
04:00	05:00	pm	72	38	65	2	2	3	61	26	9	5	4	4	7	3	3	6	310
05:00	06:00	pm	68	40	52	3	3	4	52	28	8	4	3	3	5	2	4	5	284
06:00	07:00	pm	94	49	75	4	5	5	55	35	21	5	4	5	11	4	7	8	387
07:00	08:00	pm	90	51	82	5	6	3	46	30	25	4	5	6	9	5	6	9	382
08:00	09:00	pm	94	45	79	4	5	5	41	34	23	5	5	5	12	4	7	5	373
09:00	10:00	pm	75	29	81	3	4	3	34	22	16	4	3	4	7	3	5	4	297
10:00	11:00	pm	66	18	75	4	5	3	29	17	11	3	4	5	6	3	4	5	258
11:00	12:00	pm	43	10	41	5	3	5	17	11	7	4	5	3	5	2	3	6	170
12:00	01:00	am	13	7	18	3	4	3	11	7	4	2	5	4	5	3	5	4	98
01:00	02:00	am	19	3	25	1	2	0	9	1	3	3	2	2	4	3	4	5	86
02:00	03:00	am	3	1	11	0	1	2	11	2	1	2	0	3	5	1	3	2	48
03:00	04:00	am	10	3	7	0	2	1	14	3	2	0	2	1	4	2	4	5	60
04:00	05:00	am	18	13	24	1	3	4	22	7	3	2	0	0	5	0	3	4	109
05:00	06:00	am	29	19	33	5	3	1	27	8	2	2	3	1	5	3	3	6	150
TOTAL DE VEHICULOS POR DIA			1510	869	1344	83	96	81	986	496	283	89	92	86	167	82	105	133	6502
			1510	869	1344	260			1765			434				320			
% POR VEHICULOS			23.2	13.4	20.7	1.3	1.5	1.2	15.2	7.6	4.4	1.4	1.4	1.3	2.6	1.3	1.6	2.0	
% DE TRAFICO			57.26						42.74										

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 08 Resumen Total Conteo del Tráfico durante 01/09/2016 al 07/09/2016 en el Puente Pakamuros

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones	TITULO DE TESIS: "ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE EN LA AV .PAKAMUROS DE LA CIUDAD DE JAEN - CAJAMARCA"																	
	FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																	
	SENTIDO			AMBOS			FECHA			TODA LA SEMANA DEL 01/09/2016 AL 07/09/2016								
RESUMEN TOTAL	TRAFICO LIVIANO			TRAFICO PESADO													Total	
	Autos	Combis	Camionetas	Omnibus			Camiones			Semi-Trailers				Trailers				
Diagrama Vehicular																		
DOMINGO	1094	839	956	68	99	79	812	443	268	71	76	60	131	72	78	84	5230	
LUNES	1610	750	1553	49	69	66	913	435	216	61	68	37	82	38	54	49	6050	
MARTES	1777	968	1672	85	84	66	1162	625	384	69	77	74	138	70	77	92	7420	
MIERCOLES	1376	826	1141	67	79	66	790	417	217	53	58	55	101	38	51	63	5398	
JUEVES	1134	874	1516	55	82	71	904	568	379	62	65	65	170	61	83	89	6178	
VIERNES	1517	1065	1646	70	83	60	1000	545	314	74	104	81	162	103	85	100	7009	
SABADO	1510	869	1344	83	96	81	986	496	283	89	92	86	167	82	105	133	6502	
PROMEDIO SEMANAL	1431	884	1404	68	85	70	938	504	294	68	77	65	136	66	76	87	6290	
FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL	1.03033	1.03033	1.03033	0.97005	0.97005	0.97005	0.9701	0.97005	0.97005	0.97005	0.97005	0.97005	0.97005	0.97005	0.97005	0.97005		
IMD	1474	911	1447	66	82	68	910	489	285	66	75	63	132	64	74	84		
TOTAL ACUMULADO	10018	6191	9828	477	592	489	6567	3529	2061	479	540	458	951	464	533	610	43787	
% DE PARTICIPACION	22.88	14.14	22.45	1.09	1.35	1.12	15.00	8.06	4.71	1.09	1.23	1.05	2.17	1.06	1.22	1.39	100.00	
% DE INCIDENCIA	59.46						40.54											

Fuente: Elaboración propia

7.3 ANEXOS 3. FIGURAS



Figura N° 01. El cauce se llevó el encofrado del Falso Puente lo cual generó la deflexión en las vigas



Figura N° 02. Realizando el conteo del tráfico durante las 24 horas del día.



Figura N° 03. Se observa el paso del vehículo T3S3 de 50Ton, cuya carga es muy considerable.



Figura N° 04. Se observa la Filtración y Humedad en la viga principal V-1, Ampliación de puente margen derecho, aguas arriba.



Figura N° 05. Desprendimientos en el concreto en la viga principal V-3, Ampliación de puente margen izquierdo, aguas abajo.



Figura N° 06. Eflorescencia y Humedad en la Viga Principal V-3, Ampliación de puente margen izquierdo, aguas abajo.



Figura N° 07. Se encontró Tecnopor como recubrimiento en la Viga Principal V-3 Ampliación de puente aguas abajo, lo cual nos muestra las serias deficiencias técnicas y constructivas.



Figura N° 08. Realización del Ensayo de Esclerómetro en el Diafragma del Ampliación del puente margen derecho, aguas arriba.



Figura N° 09. Realización del Ensayo de Esclerómetro Viga Principal V-2 del Ampliación de puente margen derecho, aguas arriba



Figura N° 10. Se determinó 10 puntos por muestra con un diámetro de 15cm para una mejor precisión



Figura N° 11. Toma de muestra con el esclerómetro en la losa del Ampliación de puente margen derecho, aguas arriba.



Figura N° 12. Lectura en el esclerómetro que verifica la realización del ensayo de esclerómetro.



Figura N° 13. Estuvimos presentes en los Ensayos de Diamantina realizados por la Municipalidad Provincial de Jaén.



Figura N° 14. Inspección de las Patologías Existentes en la Superestructura del Puente Pakamuros.



Figura N° 15. Realizando la verificación de los niveles y las deflexiones en la losa del puente



Figura N° 16. Medición de áreas afectadas para el Análisis de Vulnerabilidad Estructural del Puente.



Figura N° 17. Deterioro de la junta de dilatación la cual genera Filtración y Humedad en el Puente



Figura N° 18. Diferencia de niveles con respecto a la losa del Puente Antiguo.



Figura N° 19. Deflexión considerable que avanza con el tiempo en la losa del Ampliación de puente margen izquierdo, aguas abajo.



Figura N° 20. Medición de áreas afectadas y realizar un estudio a nivel global del puente Pakamuros.

7.4 ANEXOS 4. GRAFICOS

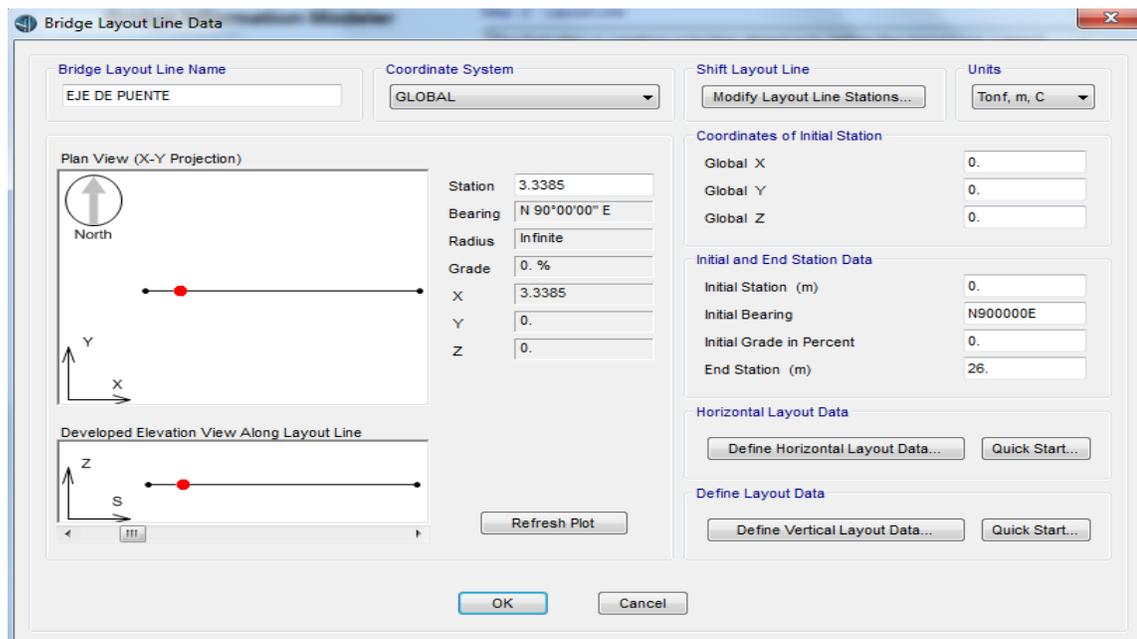


Gráfico N° 01 Se define la luz total del Puente y las unidades en las que se trabajara

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

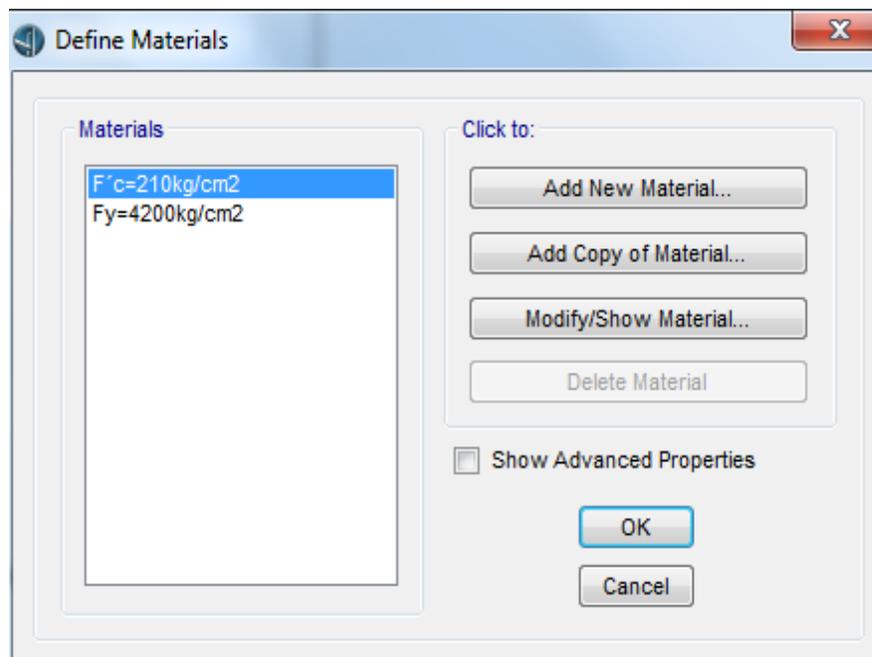


Gráfico N° 02 Definición de los materiales y sus respectivas características

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

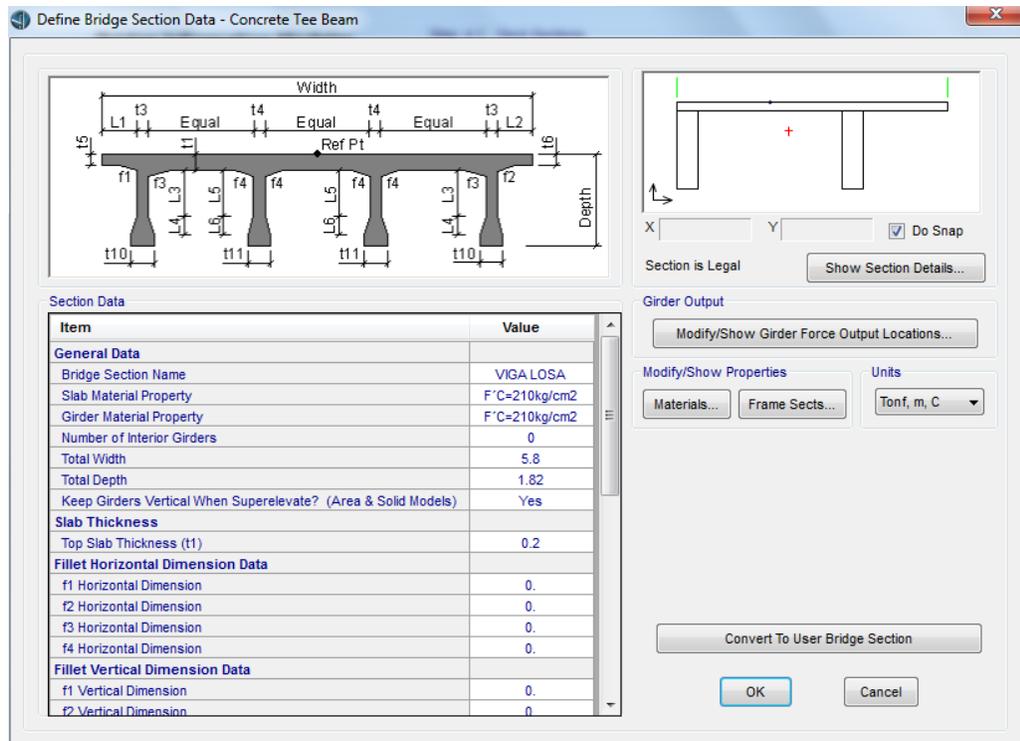


Gráfico N° 03 Asignación de la geometría Ampliación de puente, margen derecha.
Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

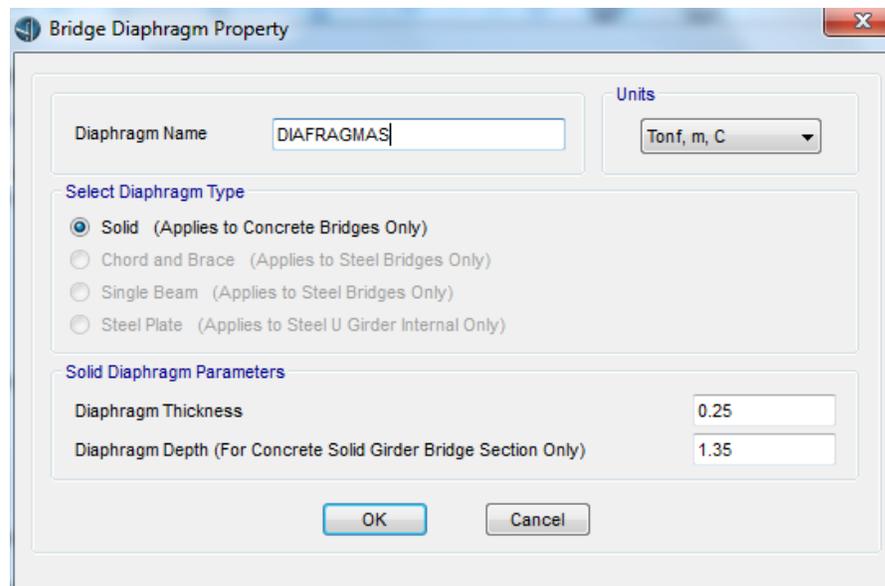


Gráfico N° 04 Se define las dimensiones de los Diafragmas ancho y el peralte respectivo.
Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

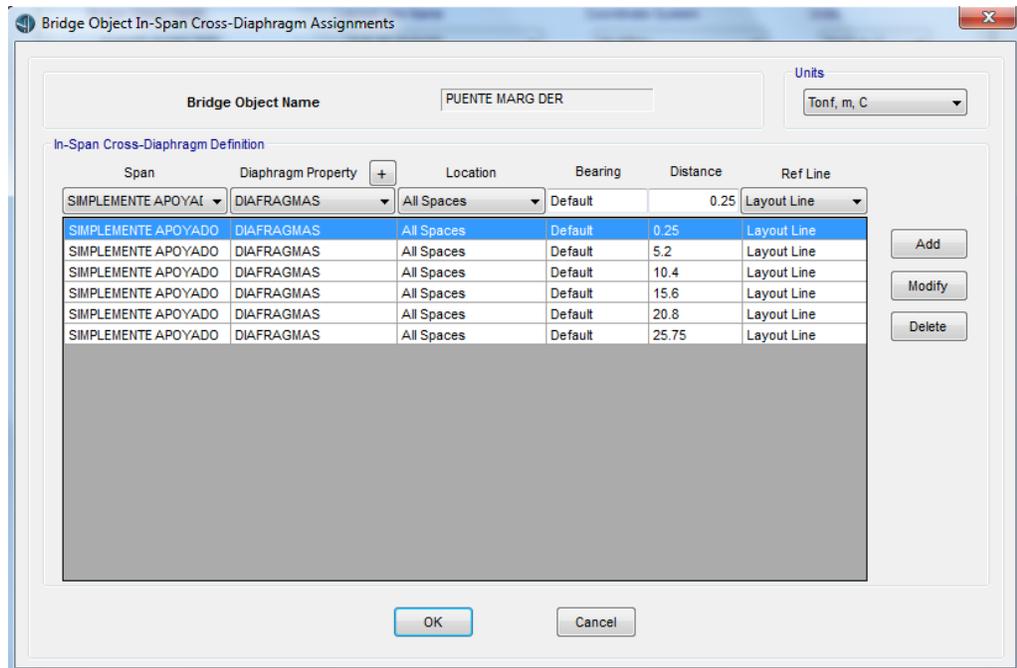


Gráfico N° 05 Se indica las distancias y el número de diafragmas a considerar para el diseño.

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

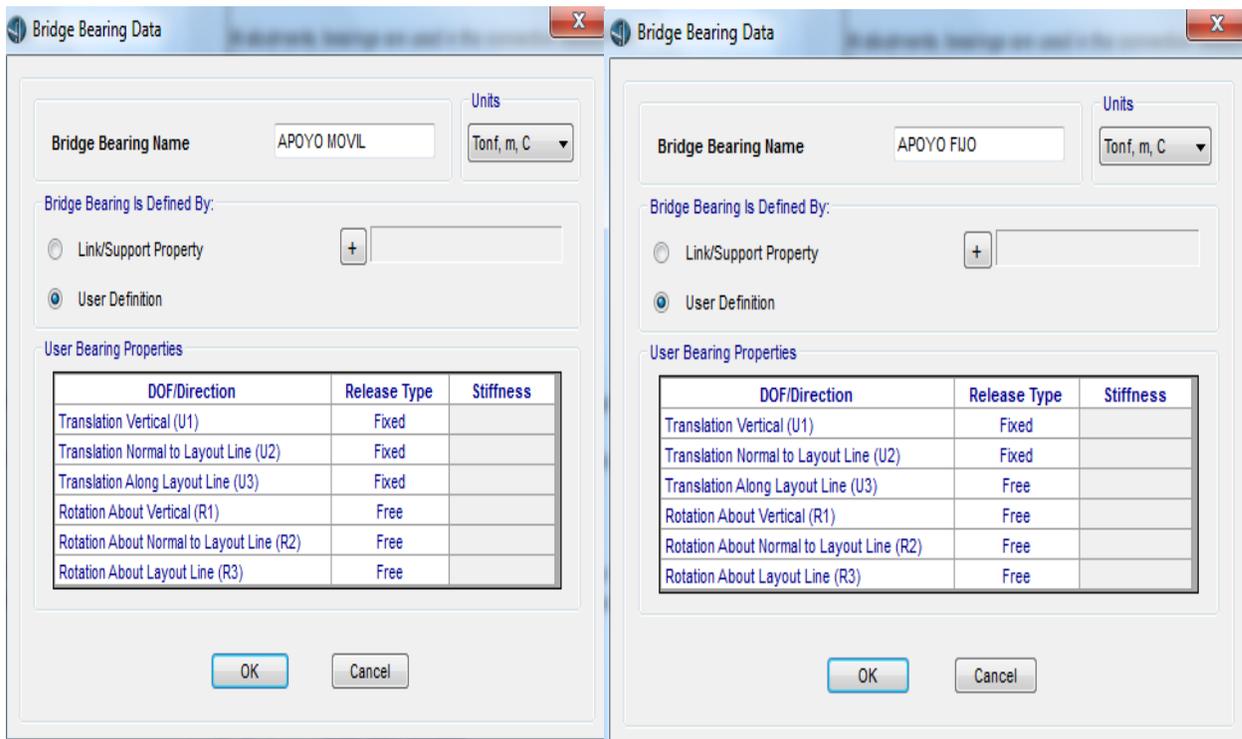


Gráfico N° 06 Se definen los Apoyos con sus respectivos Grados de Libertad

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

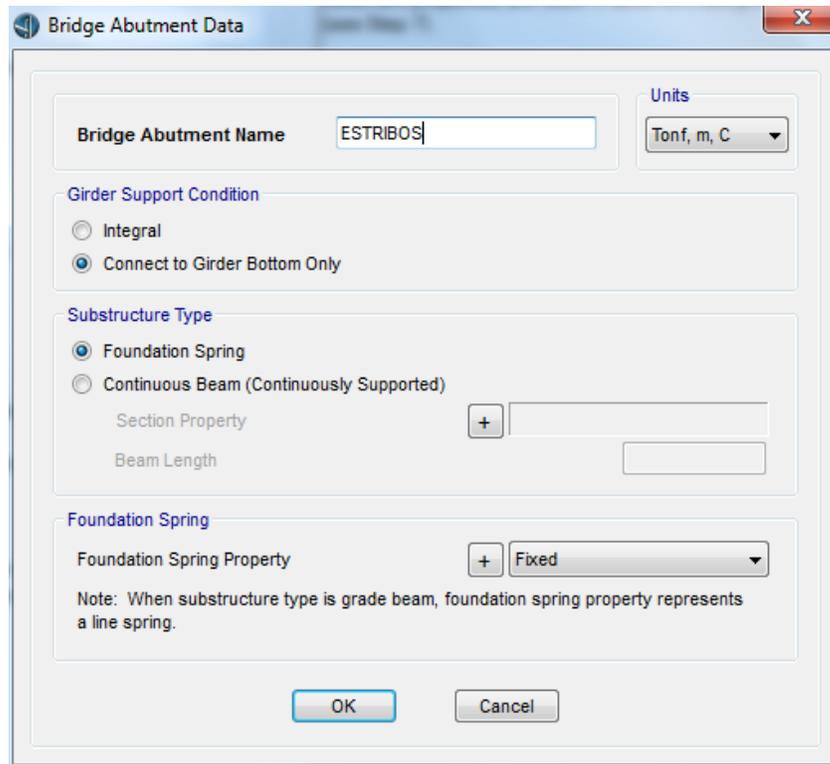


Gráfico N° 07 Definimos los estribos fijos a la superestructura del puente.

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

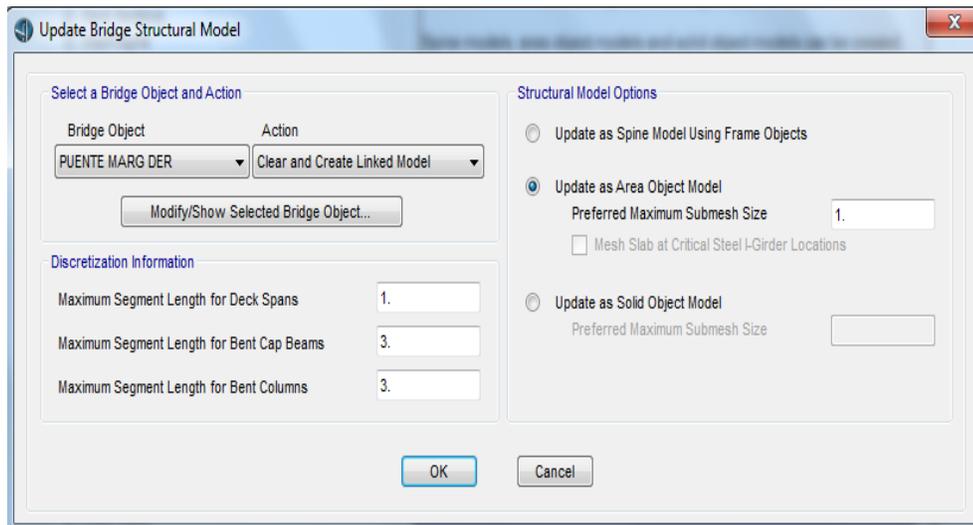


Gráfico N° 08 Obtención del Modelo Estructural

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

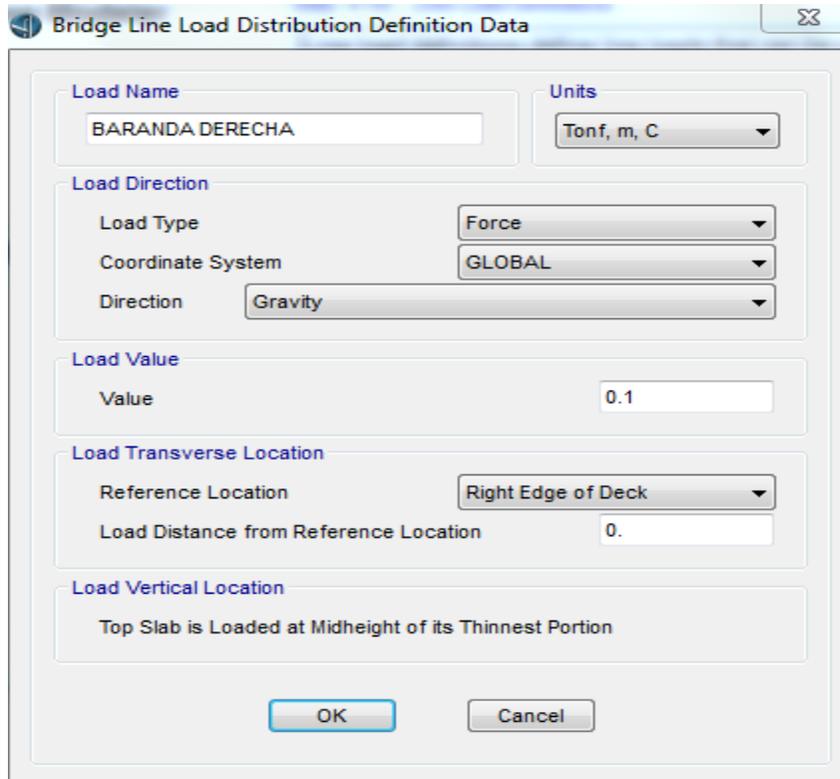


Gráfico N° 09 Se considera la carga externa de la Baranda en nuestro análisis

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

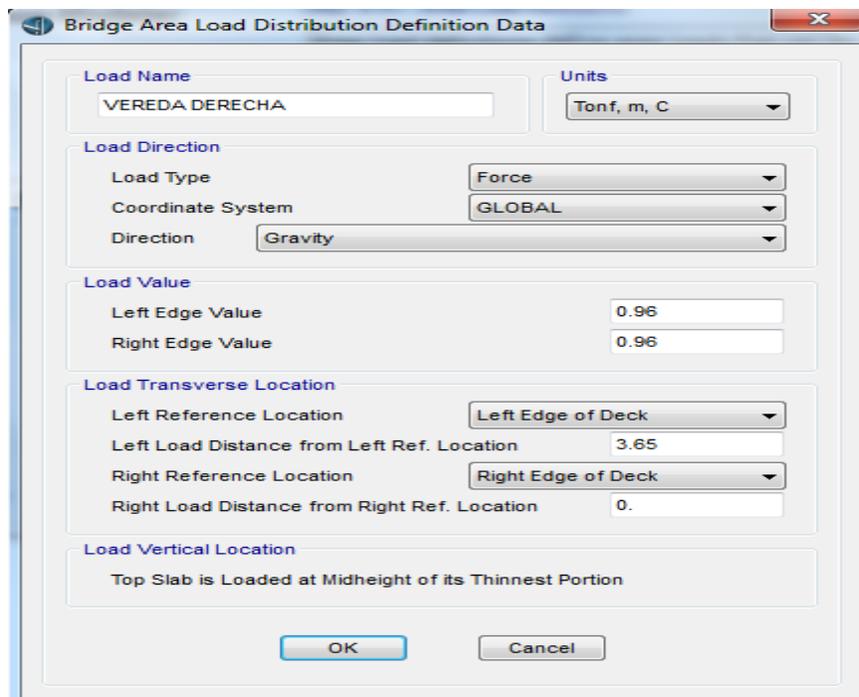


Gráfico N° 10 Se considera la carga externa de la Vereda en nuestro análisis

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

Bridge Area Load Distribution Definition Data

Load Name: PARAPETO DER

Units: Tonf, m, C

Load Direction:

- Load Type: Force
- Coordinate System: GLOBAL
- Direction: Gravity

Load Value:

- Left Edge Value: 0.192
- Right Edge Value: 0.192

Load Transverse Location:

- Left Reference Location: Left Edge of Deck
- Left Load Distance from Left Ref. Location: 5.6
- Right Reference Location: Right Edge of Deck
- Right Load Distance from Right Ref. Location: 0.

Load Vertical Location: Top Slab is Loaded at Midheight of its Thinnest Portion

Buttons: OK, Cancel

Gráfico N° 11 Se considera la carga externa del parapeto en nuestro análisis

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

Bridge Area Load Distribution Definition Data

Load Name: PL PEATONAL DERECHA

Units: Tonf, m, C

Load Direction:

- Load Type: Force
- Coordinate System: GLOBAL
- Direction: Gravity

Load Value:

- Left Edge Value: 0.36
- Right Edge Value: 0.36

Load Transverse Location:

- Left Reference Location: Left Edge of Deck
- Left Load Distance from Left Ref. Location: 3.8
- Right Reference Location: Right Edge of Deck
- Right Load Distance from Right Ref. Location: 0.2

Load Vertical Location: Top Slab is Loaded at Midheight of its Thinnest Portion

Buttons: OK, Cancel

Gráfico N° 12 Se considera la carga LP Peatonal en nuestro análisis

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

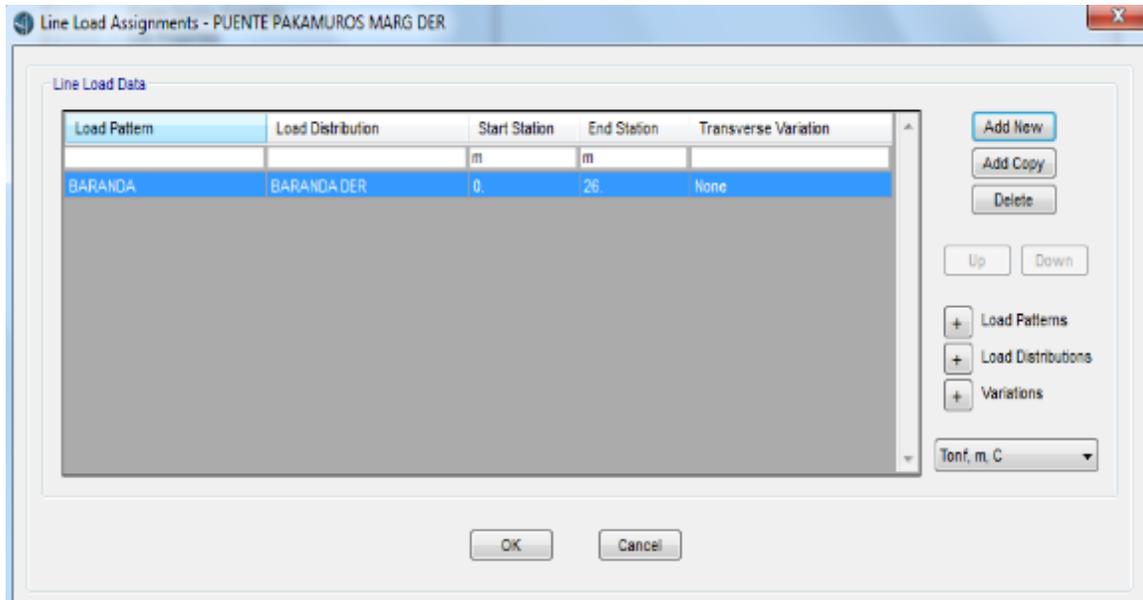


Gráfico N° 13 Se agrega las Cargas Lineales como las barandas en el puente

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

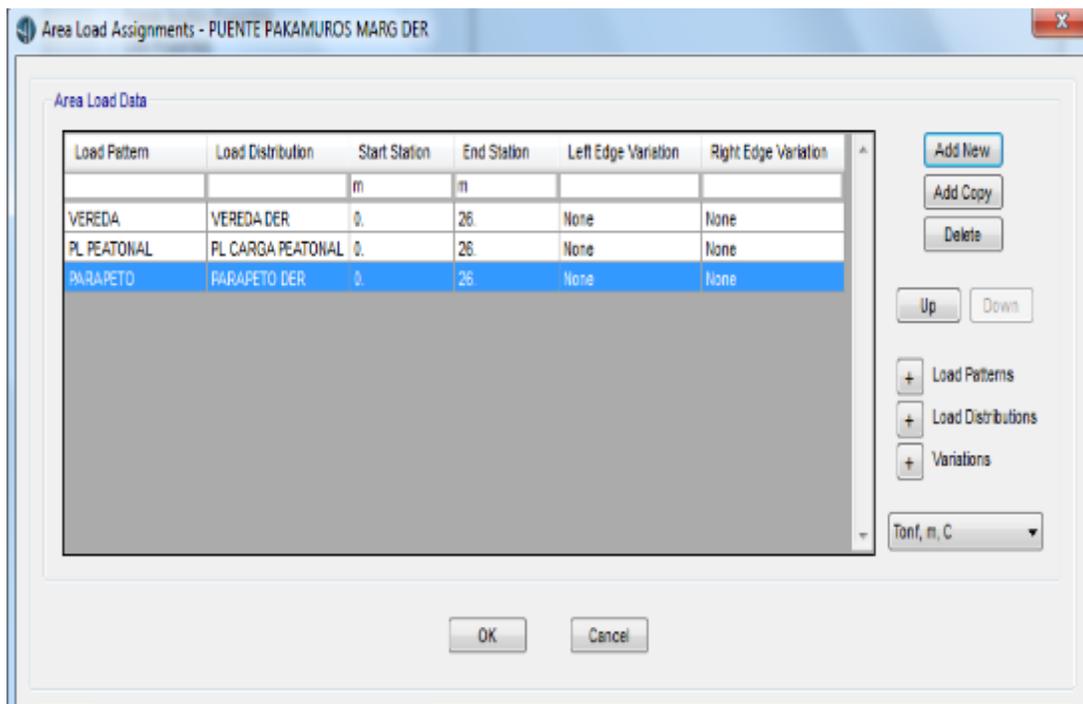


Gráfico N° 14 Se agrega las Cargas de áreas vereda, sardinel y peatonal al Puente

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

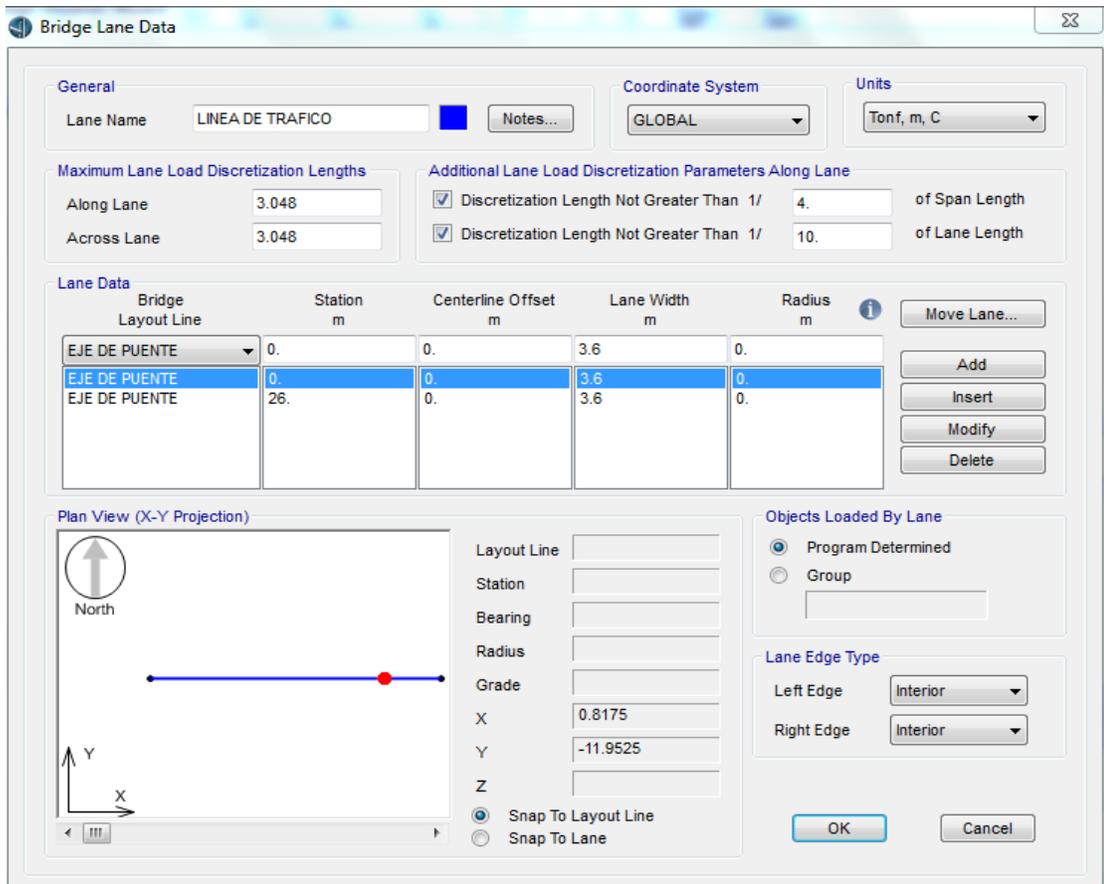


Gráfico N° 15 Se agrega la línea de tráfico con un ancho de carril de 3.60m

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

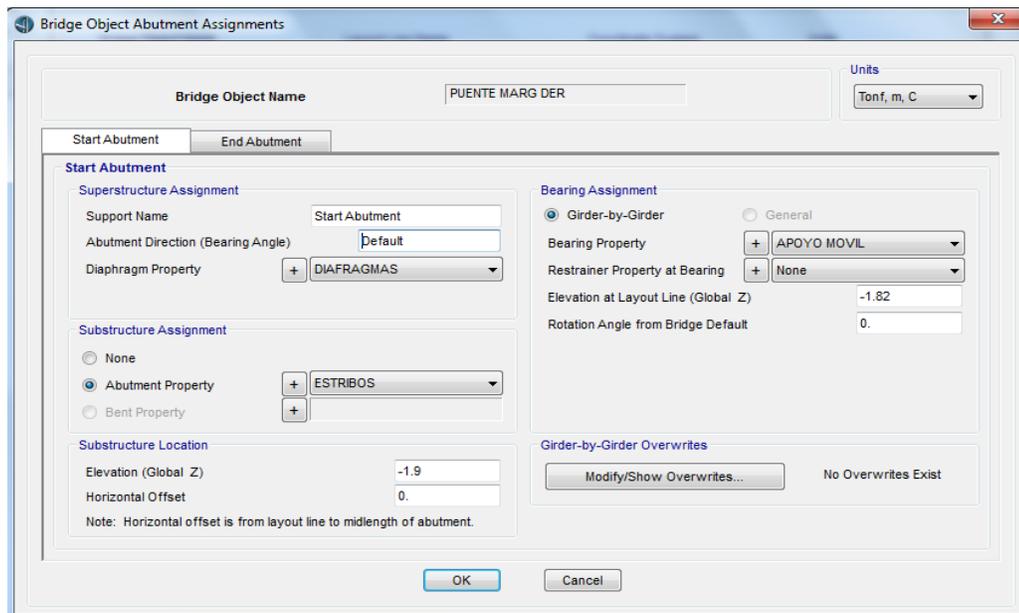


Gráfico N° 16 Se asigna las distancias con respecto al Apoyo Móvil

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

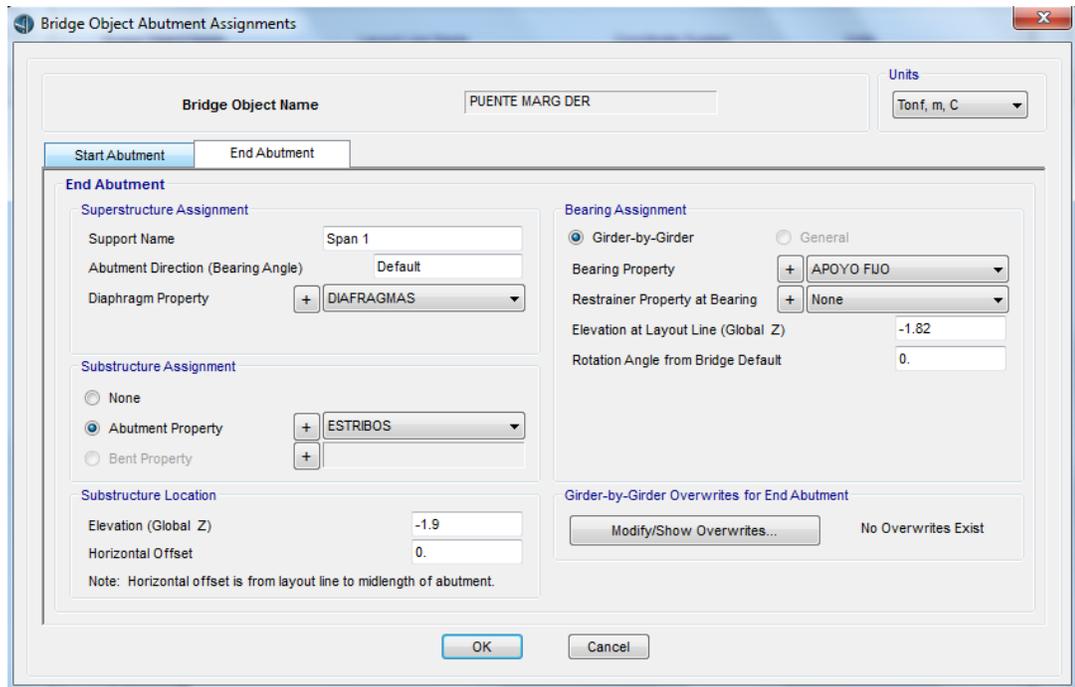


Gráfico N° 17 Se asigna las distancias con respecto al Apoyo Fijo

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

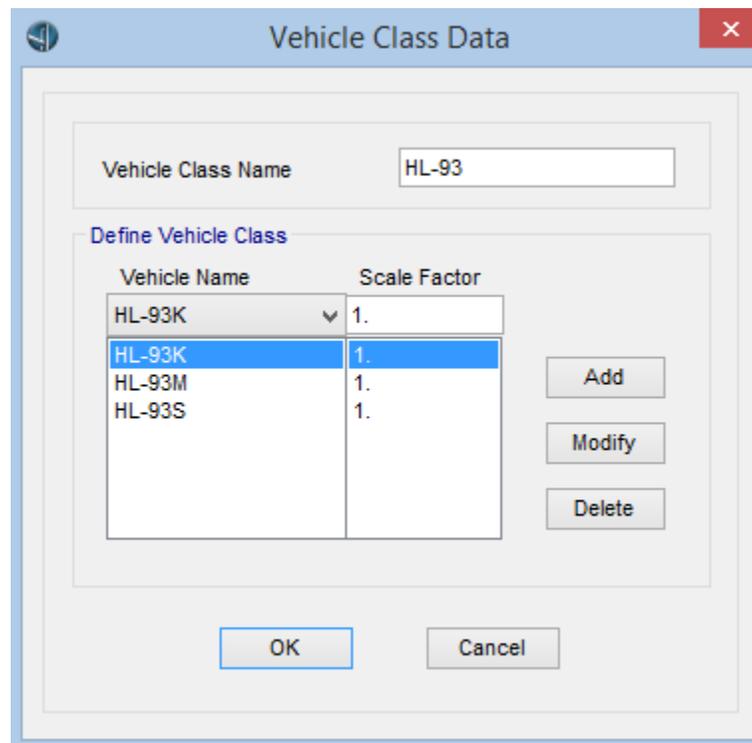


Gráfico N° 18 Se considera la Carga de Diseño HL-93.

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

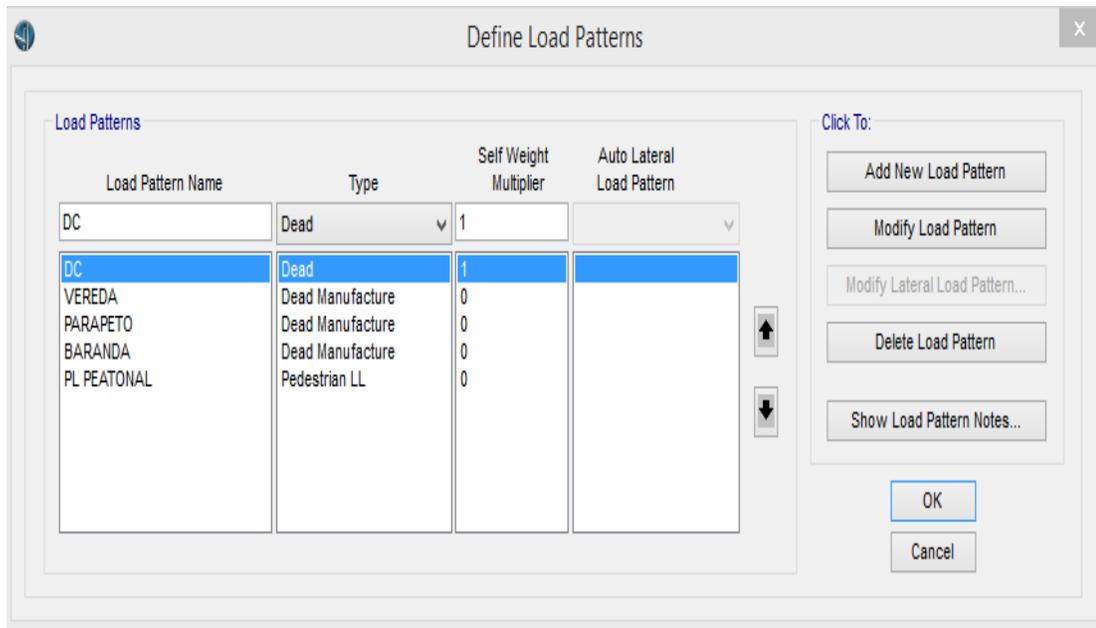


Gráfico N° 19 Se considera las cargas que actúan para el puente de acuerdo a su tipo.

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

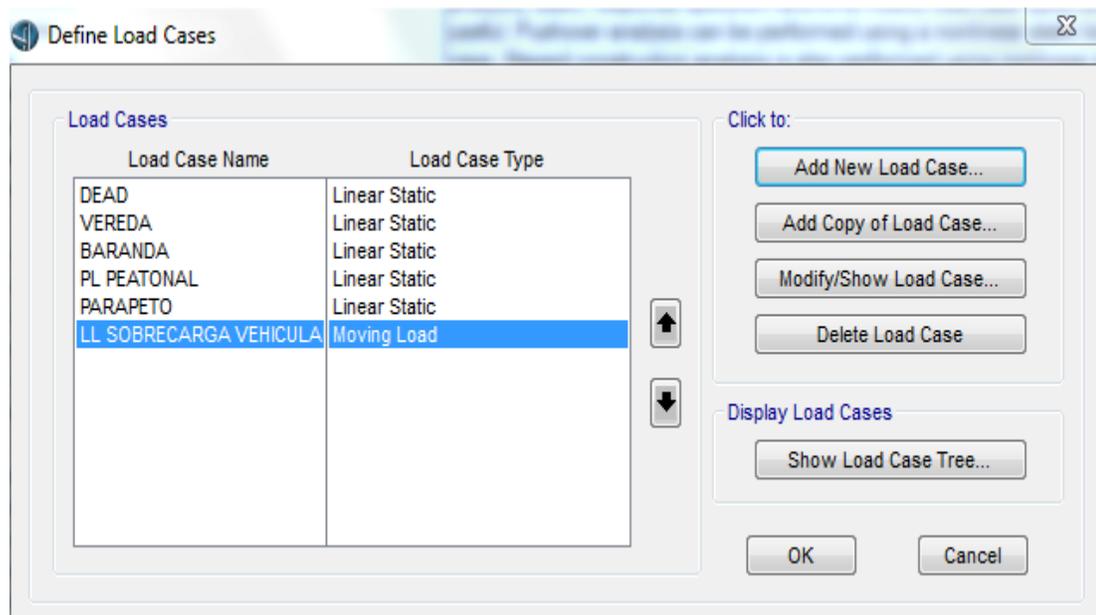


Gráfico N° 20 Se agregan todas las cargas consideradas para el diseño y análisis

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

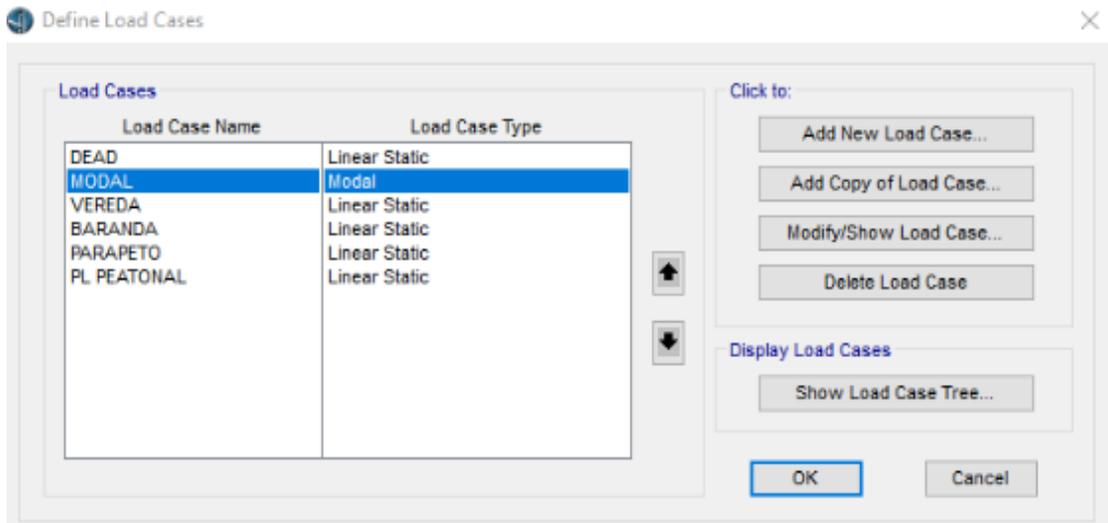


Gráfico N° 21 No se considera MODAL porque no haremos análisis sísmico

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

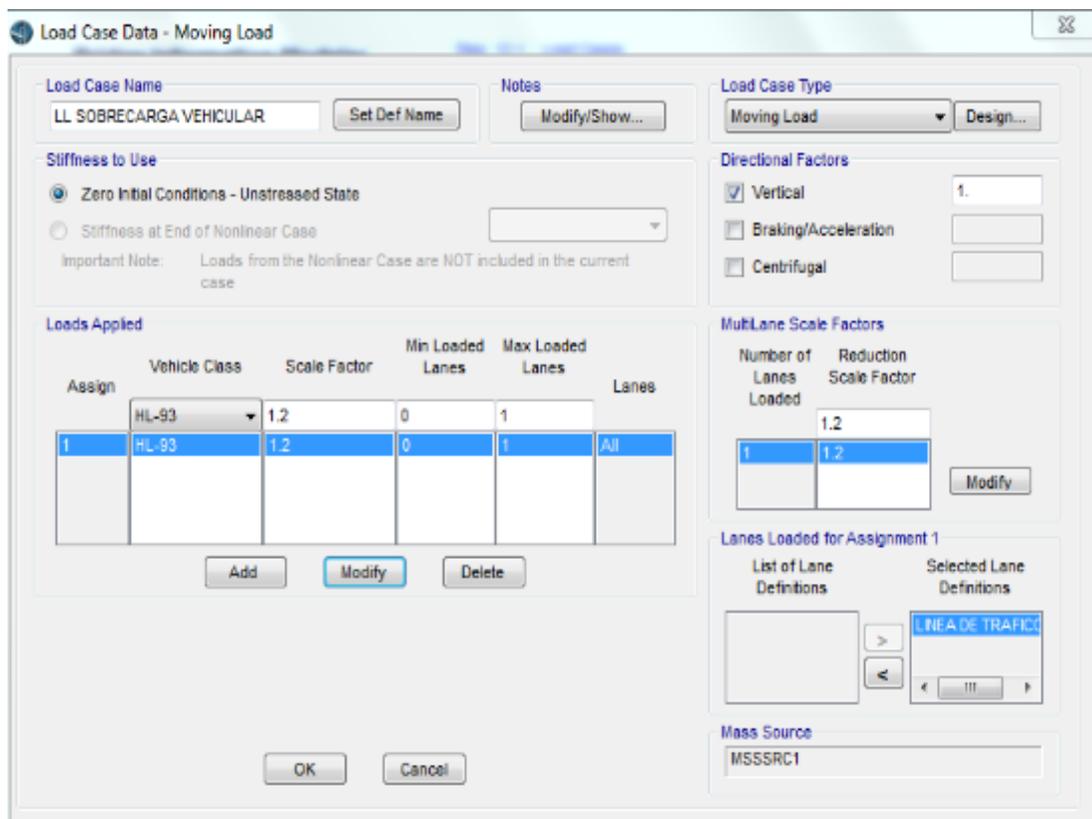


Gráfico N° 22 Se adiciona la carga vehicular LL con sus consideraciones respectivas

Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

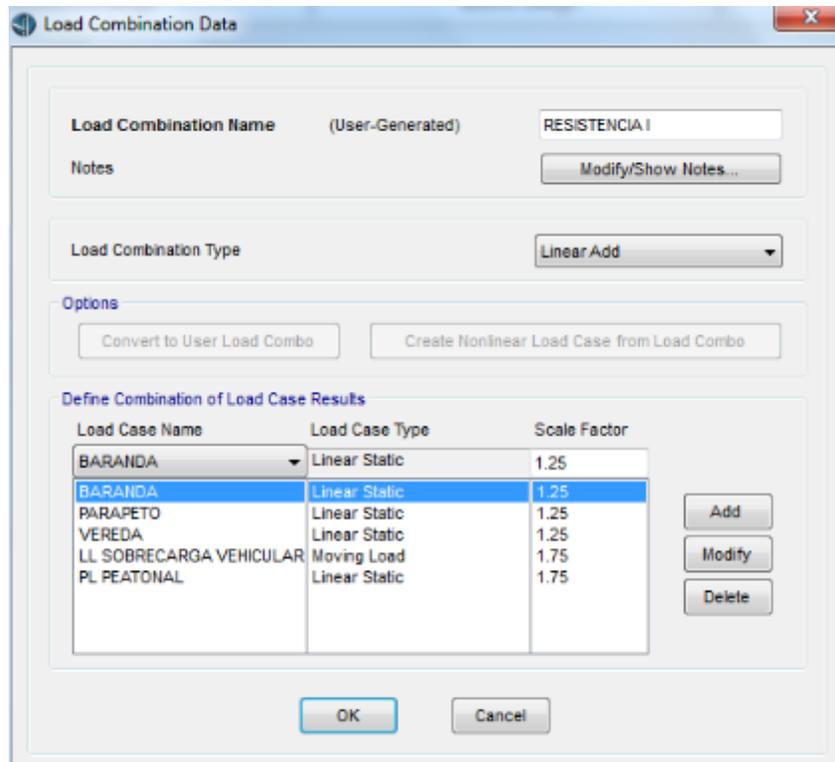


Gráfico N° 23 Se considera la Combinación de Resistencia I con sus factores de amplificación
Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

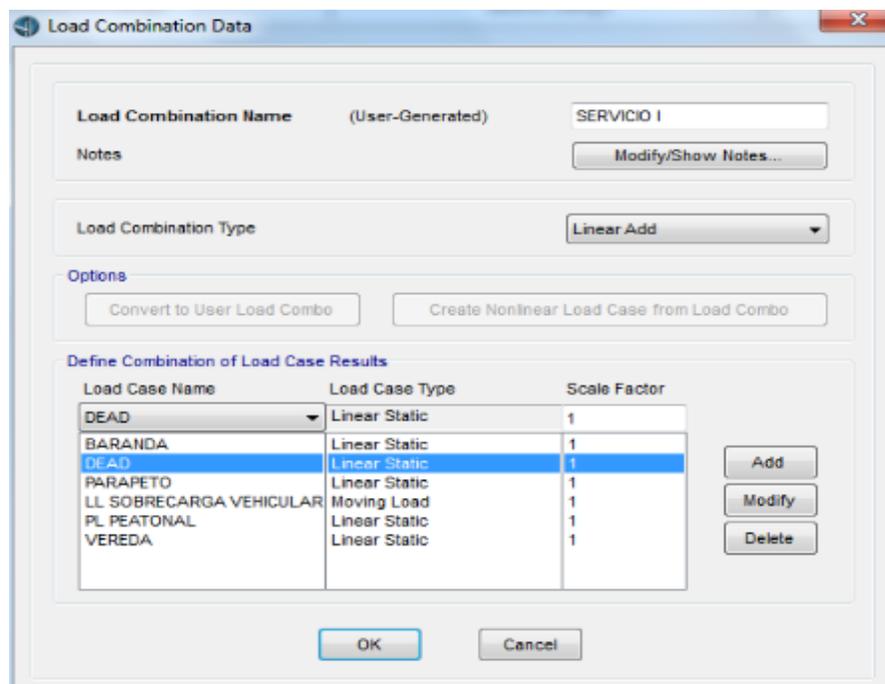
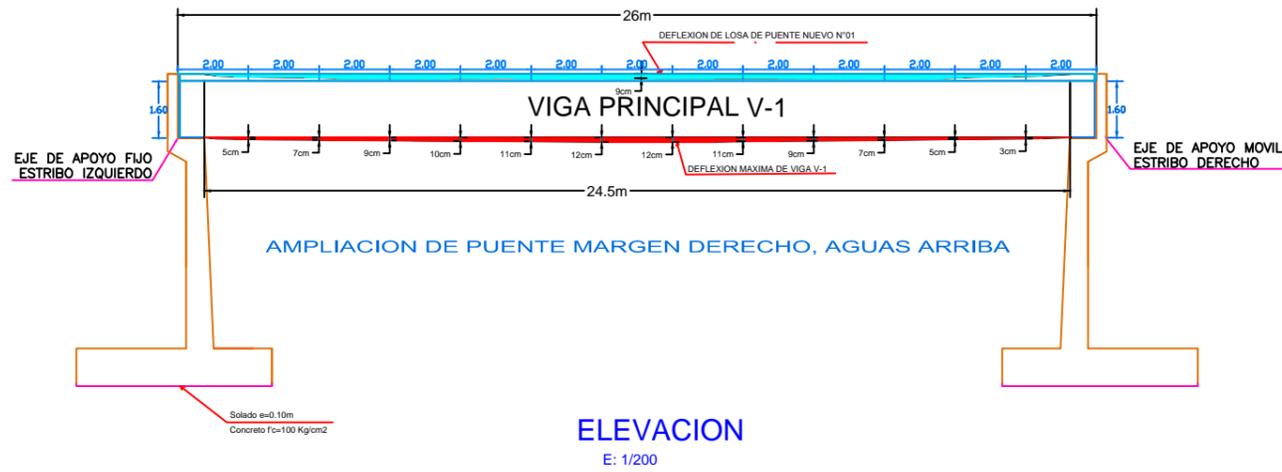


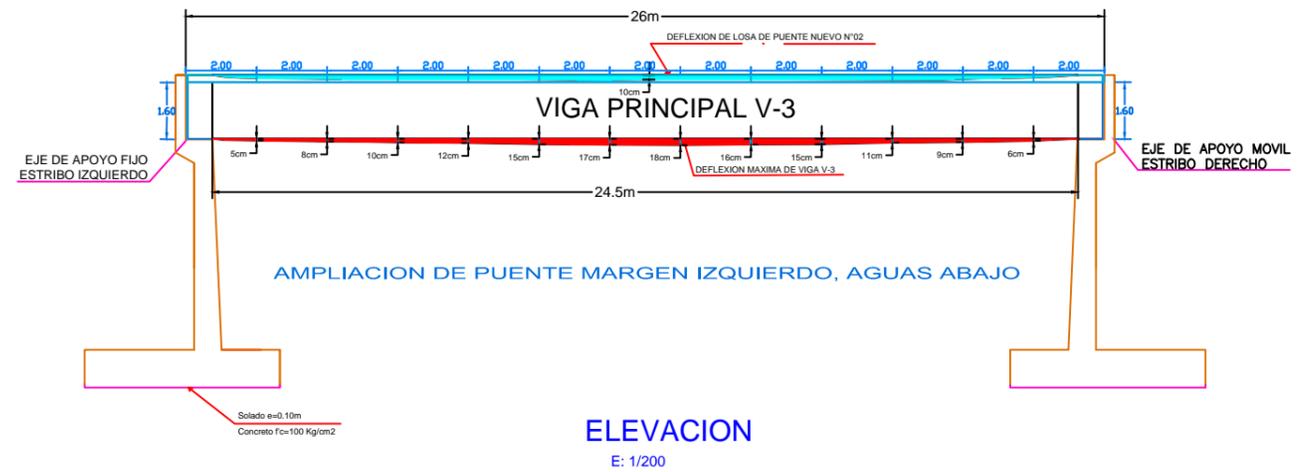
Gráfico N° 24 Se considera la Combinación de Servicio I para nuestro caso.
Fuente: Software Csi Bridge V19.2017

7.5 ANEXOS 5. PLANOS

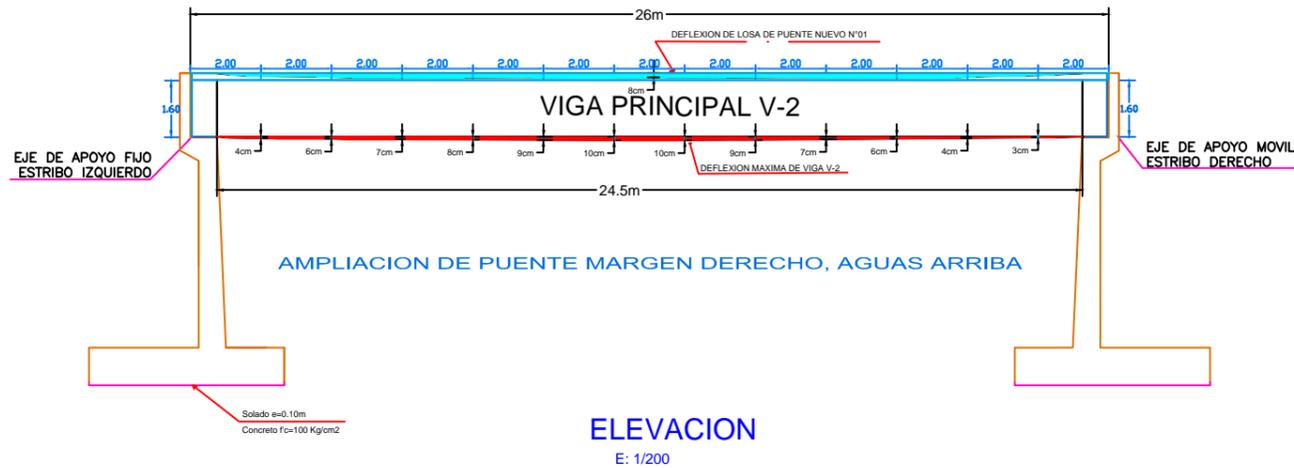
DEFLEXION DE VIGA V-1 (0.12m)



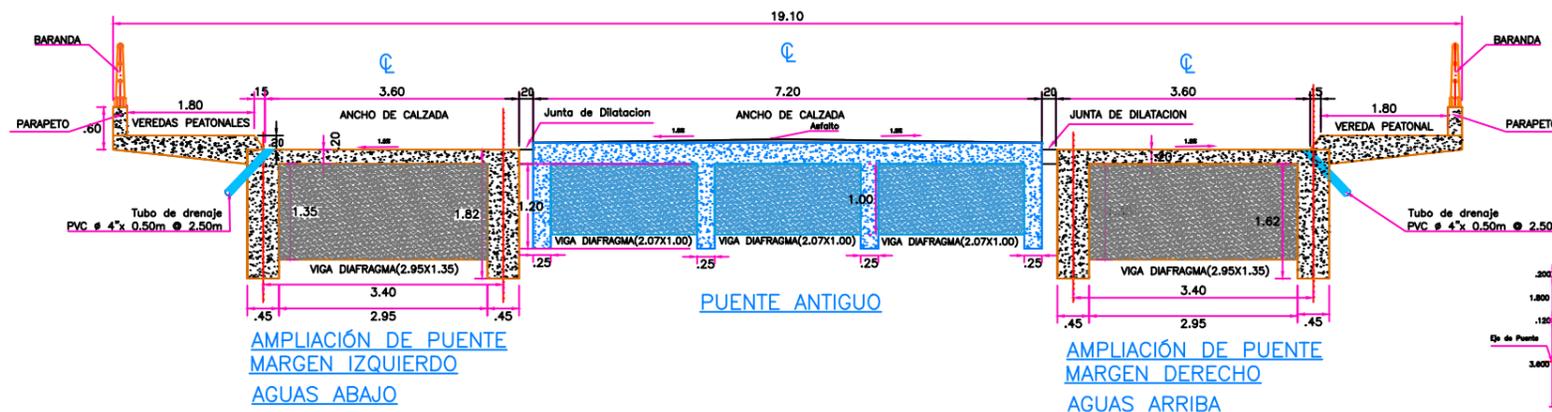
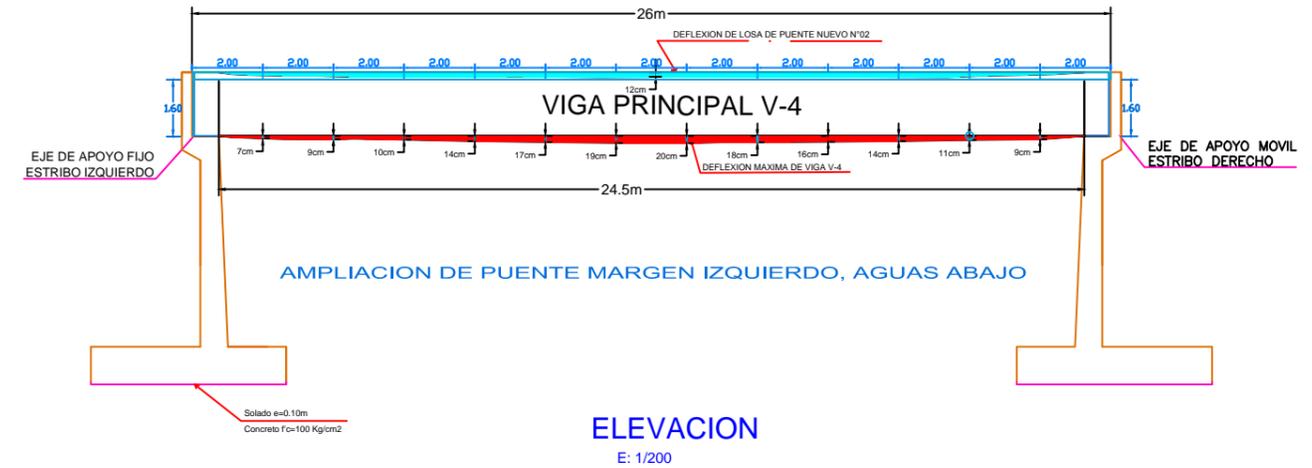
DEFLEXION DE VIGA V-3 (0.18m)



DEFLEXION DE VIGA V-2 (0.10m)



DEFLEXION DE VIGA V-4 (0.20m)



SECCIÓN TRANSVERSAL PUENTE PAKAMUROS

ESCALA 1:100

