

INFORME DE INSPECCIÓN PRINCIPAL DEL PUENTE CALAMAR

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. METODOLOGIA	6
3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA	7
4. INSPECCIÓN PRINCIPAL.....	9
4.1. GENERALIDADES	9
4.2. EVALUACIÓN DE COMPONENTES DEL PUENTE.....	10
4.2.1. Evaluación de superficie.....	10
4.2.2. Evaluación de juntas de dilatación.....	12
4.2.3. Bordillos y andenes.....	13
4.2.4. Evaluación de barandas.....	14
4.2.5. Evaluación de señalización.....	15
4.2.6. Evaluación de drenajes	17
4.2.7. Evaluación de Accesos y terraplenes	18
4.2.8. Evaluación de Aletas.....	23
4.2.9. Evaluación de estribos	24
4.2.10. Evaluación de apoyos.....	30
4.2.11. Evaluación de arco	32
4.2.12. Evaluación de arriostramiento del arco.....	36
4.2.13. Evaluación de montantes	39
4.2.14. Evaluación de vigas longitudinales	41
4.2.15. Evaluación de vigas transversales	44
4.2.16. Evaluación de arriostramiento	45
4.2.17. Evaluación de conexiones.....	47
4.2.18. Evaluación de losa	51
4.2.19. Evaluación del Cauce.....	53
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación General	5
Ilustración 2 Vista lateral del puente.....	7
Ilustración 3 Vista superior del puente	7
Ilustración 4 Vista inferior del puente	8
Ilustración 5 Vista general de superficie.....	10
Ilustración 6 Fisuración de pavimento.....	10
Ilustración 7 Degradación superficial y pérdida de material	11
Ilustración 8 Vista de juntas de dilatación lado Barranquilla	12
Ilustración 9 Vista de juntas de dilatación lado Calamar	12
Ilustración 10 Vista de bordillos	13
Ilustración 11 Fisuración en bordillo.....	13
Ilustración 12 Pérdida de sección por corrosión	14
Ilustración 13 Deformación de elemento longitudinal	14
Ilustración 14 Ausencia de protección en elemento sustituido	15
Ilustración 15 Oxidación en baranda	15
Ilustración 16 Vista de señalización horizontal	16
Ilustración 17 Vista de señalización horizontal	16
Ilustración 18 Obstrucción de drenajes	17
Ilustración 19 Longitud insuficiente de drenajes.....	17
Ilustración 20 Vista de acceso lado Calamar	18
Ilustración 21 Vista de acceso lado Barranquilla	19
Ilustración 22 Vista de superficie de accesos	19
Ilustración 23 Juntas de dilatación en accesos.....	19
Ilustración 24 Agrietamiento de placa en andén	20
Ilustración 25 Pérdida de sección en andén	20
Ilustración 26 Pérdida de pintura y oxidación en baranda.....	20
Ilustración 27 Impacto y rotura de sección en baranda.....	21
Ilustración 28 Vista de estribo sentido Barranquilla	21
Ilustración 29 Vista de estribo sentido Calamar	21
Ilustración 30 Fisuración en viga cabezal.....	22
Ilustración 31 Junta fría en pila	22
Ilustración 32 Biocapas y eflorescencias	22
Ilustración 33 Degradación de concreto en aleros	23
Ilustración 34 Vista inferior del puente	23
Ilustración 35 Vista general pila 1	24
Ilustración 36 Fisuración en fuste	25
Ilustración 37 Fisuración y juntas frías en fuste	25
Ilustración 38 Fisuración y juntas frías en fuste	25
Ilustración 39 Fisuración con continuidad en caras.....	26
Ilustración 40 Fisuración vertical en fuste.....	26
Ilustración 41 Vista general pila 2	26
Ilustración 42 Fisuración en fuste de pila 2	27
Ilustración 43 Juntas frías en pila 2.....	27
Ilustración 44 Fisuración y manchas de hollín en pila 2	27
Ilustración 45 Humedades y biocapas en viga cabezal.....	28
Ilustración 46 Fisuración por junta fría	28
Ilustración 47 Hormigueros en viga cabezal pila 1	28
Ilustración 48 Hormigueros en viga cabezal pila 2	29
Ilustración 49 Vista de apoyo lado Barranquilla.....	30
Ilustración 50 Vista de apoyo lado Barranquilla.....	30
Ilustración 51 Vista de apoyo lado Calamar	31
Ilustración 52 Vista de apoyo lado Calamar	31
Ilustración 53 Pérdida de pintura y oxidación en arco derecho	32
Ilustración 54 Oxidación en zona de soldadura arco costado derecho	32
Ilustración 55 Pérdida de sección por corrosión	33
Ilustración 56 Pérdida de pintura y oxidación en cara inferior arco costado derecho	33
Ilustración 57 Pérdida de pintura y oxidación cara exterior arco costado derecho	33
Ilustración 58 Pérdida de pintura y oxidación cara exterior arco costado derecho	34
Ilustración 59 Oxidación en soldadura cara superior arco costado derecho	34
Ilustración 60 Oxidación cara superior arco derecho	34

Ilustración 61 Pérdida de pintura y oxidación arco costado izquierdo	35
Ilustración 62 Pérdida de pintura y oxidación arco costado izquierdo	35
Ilustración 63 Pérdida de pintura y oxidación en soldadura arco costado izquierdo	35
Ilustración 64 Pérdida de pintura y oxidación arco costado izquierdo	36
Ilustración 65 Pérdida de pintura y oxidación arco costado izquierdo	36
Ilustración 66 Vista general de arriostramiento	37
Ilustración 67 Pérdida de pintura y oxidación	37
Ilustración 68 Pérdida de pintura y oxidación	37
Ilustración 69 Pérdida de pintura y oxidación	38
Ilustración 70 Pérdida de pintura y oxidación	38
Ilustración 71 Pérdida de pintura y oxidación zona superior	38
Ilustración 72 Pérdida de pintura y oxidación	39
Ilustración 73 pérdida de pintura y oxidación	39
Ilustración 74 pérdida de pintura y oxidación	40
Ilustración 75 pérdida de pintura y oxidación	40
Ilustración 76 Vista inferior del puente	41
Ilustración 77 Vista de rigidizador	41
Ilustración 78 Vista de rigidizador	42
Ilustración 79 Pérdida de pintura y oxidación	42
Ilustración 80 Pérdida de pintura y oxidación en vigas longitudinales	42
Ilustración 81 Pérdida de pintura y oxidación en vigas longitudinales	43
Ilustración 82 Pérdida de pintura y oxidación en ala inferior de vigas longitudinales	43
Ilustración 83 Pérdida de pintura y oxidación en ala inferior de vigas longitudinales	43
Ilustración 84 Pérdida de pintura y oxidación	44
Ilustración 85 Pérdida de pintura y oxidación	44
Ilustración 86 Pérdida de pintura y oxidación	45
Ilustración 87 Pérdida de pintura y oxidación	45
Ilustración 88 Pérdida de pintura y oxidación	46
Ilustración 89 Pérdida de pintura y oxidación	46
Ilustración 90 Pérdida de pintura y oxidación	46
Ilustración 91 Pérdida de pintura y oxidación	47
Ilustración 92 Vista de uniones en arco	47
Ilustración 93 Vista de uniones en arco	48
Ilustración 94 Pérdida de pintura y oxidación	48
Ilustración 95 Vista de uniones costado izquierdo	48
Ilustración 96 Vista de uniones costado derecho	49
Ilustración 97 Vista de uniones arriostramiento arco	49
Ilustración 98 Vista de uniones arriostramiento arco	49
Ilustración 99 Vista de uniones arriostramiento arco	50
Ilustración 100 Vista de uniones arriostramiento	50
Ilustración 101 Oxidación en zona de soldaduras	50
Ilustración 102 Degradación de concreto, humedades y eflorescencias	51
Ilustración 103 Eflorescencias en losa	51
Ilustración 104 Hormigueros en losa	52
Ilustración 105 Humedades, biocapas, eflorescencias, pérdida de recubrimiento	52
Ilustración 106 Pérdida de concreto en unión con bordillo	52
Ilustración 107 Vista de protección	53
Ilustración 108 Rotura y asentamiento losa sentido Calamar	53
Ilustración 109 Rotura y asentamiento losa sentido Barranquilla	54

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como fin mostrar los registros de exploración, resultados de ensayos, análisis, recomendaciones y conclusiones del estudio de patologías realizado al puente Calamar, ubicado en el PR 0+100 de la RN 2516 en Calamar, departamento de Atlántico (10.261848239769526, -74.91643891258046).

En este estudio se presenta una descripción detallada de las características estructurales, lesiones, problemáticas y patologías halladas en cada uno de los componentes funcionales de la estructura, así como un inventario de las condiciones encontradas a la fecha de realización de la inspección. Se emplearon los parámetros y recomendaciones establecidas en el MANUAL PARA LA EVALUACION PRELIMINAR DE VULNERABILIDAD DE PUENTES DE LA RED VIAL PRINCIPAL DE COLOMBIA, junto con el respectivo registro fotográfico, que evidencia las condiciones expuestas en el presente informe.

Se presentan los ensayos realizados en la estructura, los resultados y análisis correspondientes de los mismos, y las patologías detectadas para cada componente del puente, para terminar con las recomendaciones y conclusiones, resultado del desarrollo de este informe.



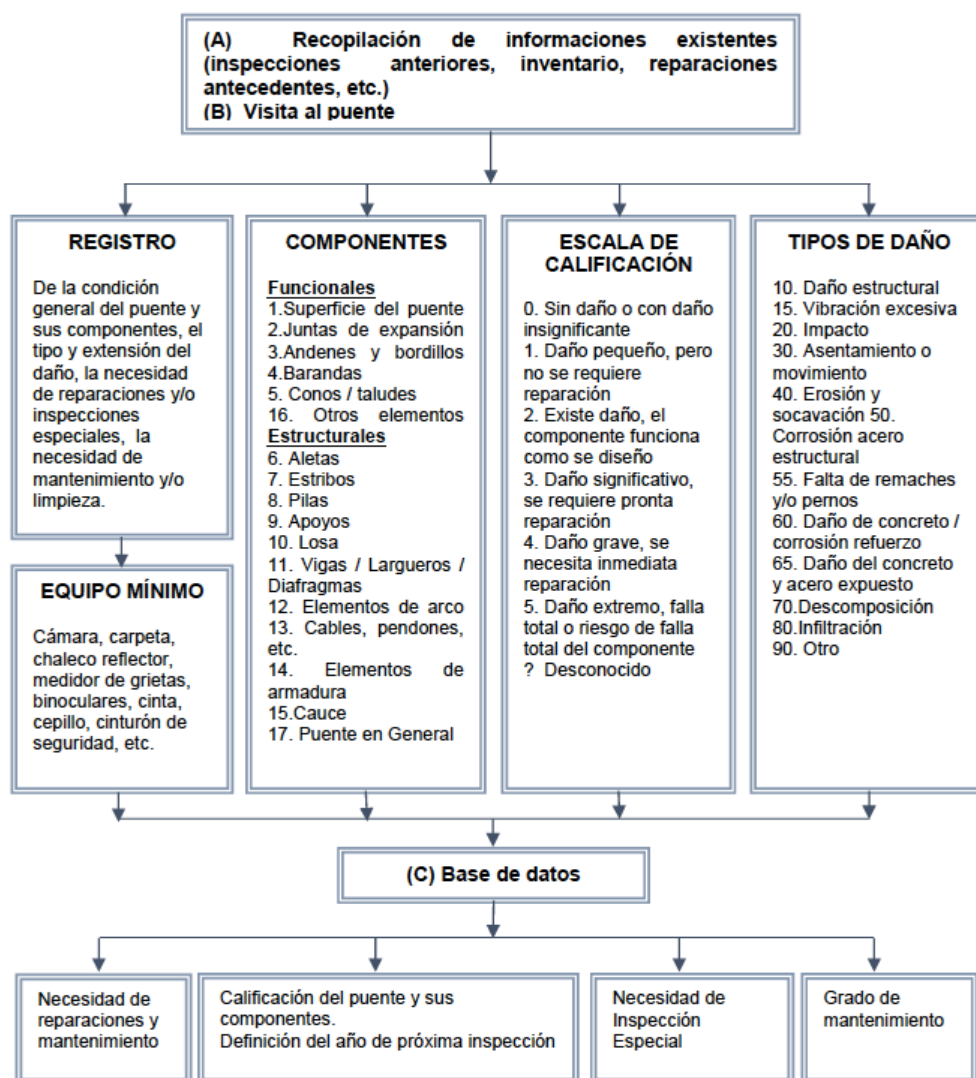
Ilustración 1 Ubicación General
Fuente: Google.com/maps

2. METODOLOGIA

Entre las actividades programadas se encuentran las siguientes en su orden:

- I. Inspección inicial: En esta etapa se realiza la visita de campo por parte de los especialistas en puentes y/o patología estructural y la evaluación de la información disponible de la estructura. Como resultado de esta inspección se caracterizan los daños existentes en la estructura y las recomendaciones para su corrección y el mantenimiento del puente en condiciones seguras de operación.

En el siguiente gráfico se muestra el esquema general de inspección planteado por el INVIAS en su Manual de Sistema de Puentes de Colombia.



3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA

La estructura corresponde a un puente arco metálico, de una luz de 92 m, simplemente apoyado. La superestructura está formada por dos arcos de sección rectangular de 0,47 x 0,423 m. Cuenta en cada costado con 11 montantes formados por perfiles metálicos en I de 0,27 m de longitud de ala y 0,435 m de altura unidos al arco mediante uniones remachadas. La altura de estos montantes varía entre 3,40 m y 12,88 m en clave. Los dos arcos se encuentran arriostrados mediante perfiles de sección en I, 7 en sentido perpendicular y el resto formando diagonales. Los montantes soportan una estructura metálica formada por siete vigas longitudinales y 13 transversales y un arriostramiento horizontal mediante diagonales. Sobre las vigas apoya una losa en concreto reforzado de 9,54 m formado por dos carriles de 3,375 m, dos arcenes y dos bordillos con baranda metálica. Como apoyos, el puente presenta un sistema de dos pilas de 15,47 y 15,56 m de altura respectivamente en concreto reforzado con fuste de sección rectangular y viga cabezal. Las aproximaciones del puente están formadas por 8 y 9 luces isostáticas respectivamente conformadas por un sistema de vigas postesadas y losa de concreto. Contando con las aproximaciones, la longitud total es de 534,2 m.



Ilustración 2 Vista lateral del puente



Ilustración 3 Vista superior del puente



Ilustración 4 Vista inferior del puente

4. INSPECCIÓN PRINCIPAL

A continuación, se relacionan las principales patologías evidenciadas durante la inspección principal del puente, realizada en enero de 2024.

4.1. GENERALIDADES

Para la inspección se utilizó el equipo de protección personal que consiste en casco, botas, gafas, guantes, tapa oídos, tapa bocas, arnés y las herramientas necesarias para la inspección tales como: distanciómetro Laser, cámara fotográfica, binoculares, formatos para información, flexómetro, escaleras, andamios, entre otros.

Se realizó el levantamiento de las principales lesiones de la estructura. Con la información recopilada se procedió a calificar las lesiones, basados en el MANUAL PARA LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DE PUENTES DE LA RED VIAL PRINCIPAL DE COLOMBIA.

Tabla 1 Descripción de calificación a asignar para los diferentes elementos del puente

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Sin daño, o daño insignificante.
1	Daño pequeño, pero reparación no es necesaria (excepto mantenimiento rutinario).
2	Algún daño, reparación necesaria cuando se presente la ocasión. El componente funciona como fue diseñado.
3	Daño significativo, reparación necesaria muy pronto.
4	Daño grave, reparación necesaria inmediatamente.
5	Daño extremo, falla total o riesgo de falla total del componente.

Fuente: Manual de Inspección de puentes Uniandes – INVIAS

A partir de la calificación de los componentes, se establece la condición global del puente. La calificación se determina tomando en cuenta cuales componentes están dañados, el tipo, extensión y desarrollo esperado del daño y la influencia que éste tiene sobre el flujo vehicular.

Como regla general se establece que la calificación global del puente no puede ser mayor que la de los otros componentes, y no puede ser menor que la mayor de los componentes importantes tales como: Estribos, Pilas, Apoyos, Losa, Vigas y/o cualquier componente esencial para la estabilidad del puente. Solo bajo circunstancias muy especiales podrán ocurrir desviaciones a estas reglas.

A continuación, se presenta de forma detallada el resultado de la inspección de cada uno de los elementos de la estructura:

4.2. EVALUACIÓN DE COMPONENTES DEL PUENTE

4.2.1. Evaluación de superficie

Los principales daños observados en la superficie de rodadura se encuentran ubicados en la zona de juntas. Se aprecia pérdida de material en ambos costados. En el resto de la superficie del puente no se observan patologías relevantes que comprometan la seguridad y el confort para la circulación del tráfico. Se aprecia degradación superficial que es más acusada en la zona de juntas de dilatación y fisuración del pavimento.

Tabla 2 Evaluación de superficie – Puente Calamar

ELEMENTO	SUPERFICIE
CALIFICACIÓN	2
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Pérdida de material Degradación superficial Fisuración
ACTUACIONES	Mantenimiento rutinario



Ilustración 5 Vista general de superficie



Ilustración 6 Fisuración de pavimento



Ilustración 7 Degradación superficial y pérdida de material

4.2.2. Evaluación de juntas de dilatación.

El puente no cuenta con juntas de dilatación como tales. En el costado Calamar se han podido observar restos de una platina metálica que se ha perdido en varios tramos y que en el resto se encuentra cubierta de tierra y pavimento. En el caso del costado Barranquilla, no es posible distinguir el tipo de elemento existente para tapar la dilatación del puente.

Tabla 3 Evaluación de juntas de dilatación

ELEMENTO	JUNTAS DE DILATACIÓN
CALIFICACIÓN	4
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Pérdida de elementos Colmatación
ACTUACIONES	Sustitución de juntas



Ilustración 8 Vista de juntas de dilatación lado Barranquilla



Ilustración 9 Vista de juntas de dilatación lado Calamar

4.2.3. Bordillos y andenes

El puente cuenta con bordillos, pero no con andenes peatonales en ninguno de los dos costados. En general se encuentran en buen estado de conservación y mantenimiento, no presentando patologías relevantes. Se ha observado fisuración transversal en alguno de los tramos sin relevancia estructural.

Tabla 5 Evaluación De Bordillos– Puente Calamar

ELEMENTO	BORDILLOS Y ANDENES
CALIFICACIÓN	1
GRADO DE MANTENIMIENTO	(+)
TIPO DE PATOLOGÍA	Rotura de concreto
ACTUACIONES	Mantenimiento rutinario



Ilustración 10 Vista de bordillos



Ilustración 11 Fisuración en bordillo

4.2.4. Evaluación de barandas

Las protecciones del puente están formadas por barandas metálicas vehiculares a ambos costados. Se ha podido observar pérdida de pintura y oxidación, principalmente en los elementos longitudinales. En dos de los perfiles se observa pérdida de sección por corrosión y en uno de ellos deformación probablemente por impacto. Se han sustituido algunos elementos, pero no se han protegido adecuadamente.

Tabla 6 Evaluación De Barandas–Puente Calamar

ELEMENTO	BARANDAS
CALIFICACIÓN	2
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Pérdida de pintura Oxidación Pérdida de sección Deformación
ACTUACIONES	Sustitución de elementos deteriorados Mantenimiento de pintura



Ilustración 12 Pérdida de sección por corrosión



Ilustración 13 Deformación de elemento longitudinal



Ilustración 14 Ausencia de protección en elemento sustituido



Ilustración 15 Oxidación en baranda

4.2.5. Evaluación de señalización

En la zona no se encuentra señalización vertical indicativa de presencia de la estructura en la vía, únicamente señales de precaución por baranda de puente. La señalización horizontal muestra desgaste generalizado con pérdida puntual de pintura en algunas zonas.

Tabla 7 Evaluación De Señalización– Puente Calamar

ELEMENTO	SEÑALIZACIÓN
CALIFICACIÓN	2
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Desgaste de señalización horizontal-
ACTUACIONES	Mantenimiento rutinario



Ilustración 16 Vista de señalización horizontal



Ilustración 17 Vista de señalización horizontal

4.2.6. Evaluación de drenajes

La estructura cuenta con elementos de drenaje y no cuentan con tubería de vertido de aguas, lo que está provocando degradación del concreto y humedades en esas zonas del tablero. Se evidencia falta de mantenimiento al encontrarse drenajes obstruidos.

Tabla 8 Evaluación De Drenajes – Puente Calamar

ELEMENTO	DRENAJES
CALIFICACIÓN	2
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Obstrucción de drenajes Humedades Degradación de concreto
ACTUACIONES	Mantenimiento rutinario Instalación de tuberías de drenaje Mantenimiento de concreto



Ilustración 18 Obstrucción de drenajes



Ilustración 19 Longitud insuficiente de drenajes

4.2.7. Evaluación de Accesos y terraplenes

Los accesos al puente están formados por estructuras isostáticas de 8 y 9 luces respectivamente. Cada luz está formada por cuatro vigas postesadas que se encuentran reforzadas mediante un sistema de tensionamiento externo. Los apoyos intermedios están formados por dos pilas de sección rectangular y viga cabezal en concreto reforzado. La losa, también en concreto reforzado, cuenta con andenes peatonales en ambos costados y baranda metálica.

Durante la inspección se han podido observar las siguientes patologías:

- En Superficie: baches, pérdida de material, fisuración y degradación superficial.
- Juntas: formadas por perfiles en ángulo, éstas se encuentran colmatadas o cubiertas por pavimento. Se ha observado pérdida de perfiles. No cuentan con sello favoreciendo la entrada de agua a la parte inferior de la losa.
- Bordillos y andenes: ambos elementos presentan fisuración, fisuración en mapa, rotura de placas y pérdida de pintura.
- Barandas: presentan pérdida de pintura, deformaciones y roturas por impacto y oxidación.
- Estribos: presentan biocapas, humedades y eflorescencias.
- Pilas: se ha observado fisuración en vigas cabezal, juntas frías, hormigueros, humedades y biocapas.
- Vigas: presentan biocapas y desconches puntuales.
- Losa: se observan humedades, eflorescencias, y degradación de concreto en zonas puntuales de aleros.

Tabla 9 Evaluación de terraplenes y accesos- puente Calamar

ELEMENTO	ACCESOS Y TERRAPLENES
CALIFICACIÓN	3
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	(Ver listado anterior)
ACTUACIONES	Repavimentación Sustitución de juntas Reparación de bordillos y andenes Sustitución de elementos de baranda deformados y limpieza de oxidación y reposición de pintura Inyección de fisuras Mantenimiento de concreto



Ilustración 20 Vista de acceso lado Calamar



Ilustración 21 Vista de acceso lado Barranquilla



Ilustración 22 Vista de superficie de accesos



Ilustración 23 Juntas de dilatación en accesos



Ilustración 24 Agrietamiento de placa en andén



Ilustración 25 Pérdida de sección en andén



Ilustración 26 Pérdida de pintura y oxidación en baranda



Ilustración 27 Impacto y rotura de sección en baranda



Ilustración 28 Vista de estribo sentido Barranquilla



Ilustración 29 Vista de estribo sentido Calamar



Ilustración 30 Fisuración en viga cabezal

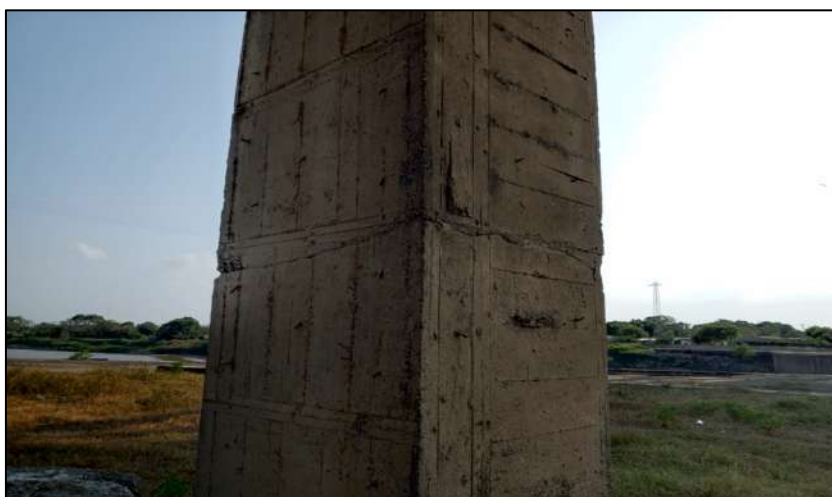


Ilustración 31 Junta fría en pila



Ilustración 32 Biocapas y eflorescencias



Ilustración 33 Degradación de concreto en aleros

4.2.8. Evaluación de Aletas

Por su tipología constructiva, el puente no cuenta con aletas.

Tabla 10 Evaluación de aletas–Puente Calamar

ELEMENTO	ALETAS
CALIFICACIÓN	N/A
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	-
ACTUACIONES	-



Ilustración 34 Vista inferior del puente

4.2.9. Evaluación de estribos

Por su tipología constructiva, el puente no cuenta con estribos como tales. Los apoyos del puente están formados por dos fustes de sección rectangular y viga cabezal en concreto reforzado. Los fustes del apoyo lado Calamar presentan fisuración de espesor variable entre 0,25 y 0,35 mm. Estas fisuras tienen orientación horizontal y se desarrollan a lo largo de dos o tres caras del fuste en la mitad inferior de los elementos. Adicionalmente se observa fisuración vertical sin patrón definido y un espesor entre 0,1 y 0,12 mm. Se aprecian juntas frías, segregación de concreto y hormigueros. En la viga cabezal se ha podido observar fisuración diagonal en el encuentro con uno de los fustes y manchas de humedad y biocapas. En el costado Barranquilla se observa fisuración en fustes, principalmente en zonas de junta fría de hasta 0,3 mm de espesor. Se aprecia fisuración en mapa y fisuración vertical sin patrón definido. En la viga cabezal se observan manchas de humedad y biocapas.

Tabla 12 Evaluación de estribos– Puente Calamar

ELEMENTO	ESTRIBOS
CALIFICACIÓN	3
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Humedades. Biocapas Fisuración Hormigueros Juntas frías
ACTUACIONES	Inyección de fisuras Mantenimiento de concreto



Ilustración 35 Vista general pila 1



Ilustración 36 Fisuración en fuste



Ilustración 37 Fisuración y juntas frías en fuste



Ilustración 38 Fisuración y juntas frías en fuste



Ilustración 39 Fisuración con continuidad en caras

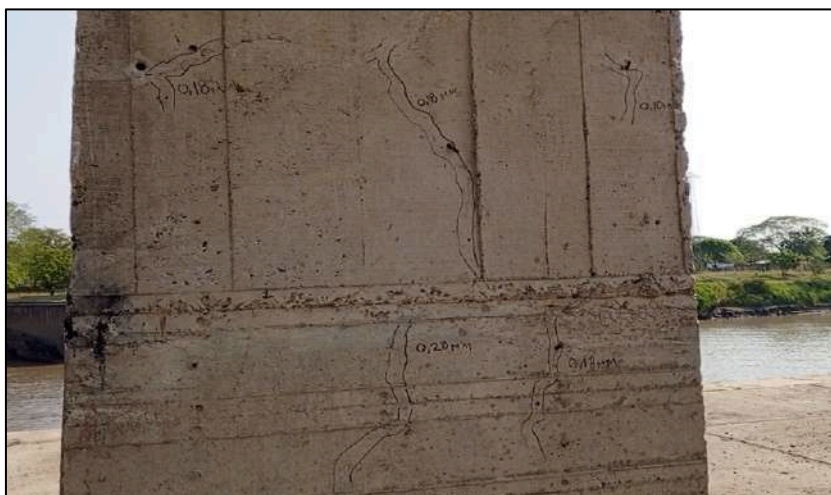


Ilustración 40 Fisuración vertical en fuste



Ilustración 41 Vista general pila 2



Ilustración 42 Fisuración en fuste de pila 2



Ilustración 43 Juntas frías en pila 2



Ilustración 44 Fisuración y manchas de hollín en pila 2



Ilustración 45 Humedades y biocapas en viga cabezal



Ilustración 46 Fisuración por junta fría



Ilustración 47 Hormigueros en viga cabezal pila 1



Ilustración 48 Hormigueros en viga cabezal pila 2

4.2.10. Evaluación de apoyos

El puente cuenta con cuatro apoyos metálicos formados por platinas metálicas superpuestas. Durante la inspección no se han observado signos de funcionamiento anómalo de los mismos. Se han apreciado inicios de pérdida de pintura y oxidación así como deterioro del mortero de la cama.

Tabla 17 Evaluación de apoyos–Puente Calamar

ELEMENTO	APOYOS
CALIFICACIÓN	2
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Pérdida de pintura y oxidación Degradación de mortero
ACTUACIONES	Mantenimiento de pintura Reposición de mortero



Ilustración 49 Vista de apoyo lado Barranquilla



Ilustración 50 Vista de apoyo lado Barranquilla



Ilustración 51 Vista de apoyo lado Calamar



Ilustración 52 Vista de apoyo lado Calamar

4.2.11. Evaluación de arco

Los dos arcos del puente están formados por platinas de acero soldadas dando lugar a una sección rectangular de 0,47 x 0,423 m. En la parte superior cuentan con dos platinas soldadas de 1,5 cm de espesor cada una. Las uniones entre distintos tramos y con los montantes son remachadas. En el arco del costado derecho, como principales patologías se han detectado pérdida de pintura y oxidación generalizada en las cuatro caras de los perfiles. En la primera unión sentido Barranquilla se ha observado pérdida de sección en perfil por corrosión. No se observan signos de deformación, pandeo o desplazamiento de los elementos que lo componen.

En el caso del arco del costado izquierdo, se han observado las mismas patologías, principalmente pérdida de pintura y oxidación.

Tabla18 Evaluación de arco–Puente Calamar

ELEMENTO	ARCO
CALIFICACIÓN	2
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Pérdida de pintura Oxidación Corrosión en perfil
ACTUACIONES	Limpieza de superficies Mantenimiento de pintura



Ilustración 53 Pérdida de pintura y oxidación en arco derecho



Ilustración 54 Oxidación en zona de soldadura arco costado derecho



Ilustración 55 Pérdida de sección por corrosión



Ilustración 56 Pérdida de pintura y oxidación en cara inferior arco costado derecho



Ilustración 57 Pérdida de pintura y oxidación cara exterior arco costado derecho



Ilustración 58 Pérdida de pintura y oxidación cara exterior arco costado derecho



Ilustración 59 Oxidación en soldadura cara superior arco costado derecho



Ilustración 60 Oxidación cara superior arco derecho



Ilustración 61 Pérdida de pintura y oxidación arco costado izquierdo



Ilustración 62 Pérdida de pintura y oxidación arco costado izquierdo



Ilustración 63 Pérdida de pintura y oxidación en soldadura arco costado izquierdo



Ilustración 64 Pérdida de pintura y oxidación arco costado izquierdo



Ilustración 65 Pérdida de pintura y oxidación arco costado izquierdo

4.2.12. Evaluación de arriostramiento del arco.

Los arcos se encuentran arriostrados entre sí mediante perfiles transversales y diagonales que se unen en nudos en el centro de la luz transversal mediante uniones remachadas, de igual forma que las uniones con los arcos. Presentan como principal patología pérdida de pintura y oxidación. No se observan deformaciones en estos elementos.

Tabla 16 Evaluación de arriostramiento arco–Puente Calamar

ELEMENTO	ARRIOSTRAMIENTO ARCO
CALIFICACIÓN	2
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Pérdida de pintura Oxidación
ACTUACIONES	Limpieza de superficies Mantenimiento de pintura



Ilustración 66 Vista general de arriostramiento



Ilustración 67 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 68 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 69 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 70 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 71 Pérdida de pintura y oxidación zona superior

4.2.13. Evaluación de montantes

El puente cuenta con once montantes en cada costado formados por perfiles metálicos de sección en I de 0,27 m de longitud de ala y 0,435 m de altura unidos al arco mediante uniones remachadas. La altura de estos montantes varía entre 3,40 m y 12,88 m en clave. Durante la inspección se observó que las principales patologías que presentan son pérdida de pintura y oxidación de los elementos., siendo más significativos en las caras externas de estos elementos en ambos costados.

Tabla 16 Evaluación de montantes–Puente Calamar

ELEMENTO	MONTANTES
CALIFICACIÓN	2
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Pérdida de pintura Oxidación
ACTUACIONES	Limpieza de superficies Mantenimiento de pintura



Ilustración 72 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 73 pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 74 pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 75 pérdida de pintura y oxidación

4.2.14. Evaluación de vigas longitudinales

El puente cuenta con vigas longitudinales principales en los dos costados, formadas por perfiles en I con rigidizadores. A estas vigas se unen los montantes mediante uniones remachadas y las vigas transversales. A estas transversales se unen cinco vigas longitudinales secundarias, también formadas por perfiles en I con rigidizadores. Durante la inspección se ha observado pérdida de pintura y oxidación en algunas zonas puntuales. Se observa rotura de uno de los rigidizadores en el costado derecho lado Barranquilla y deformación en otro de ellos en el mismo costado lado Calamar.

Tabla 16 Evaluación de vigas longitudinales–Puente Calamar

ELEMENTO	VIGAS LONGITUDINALES
CALIFICACIÓN	2
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Pérdida de pintura Oxidación Deformación y rotura de rigidizador
ACTUACIONES	Limpieza de superficies Mantenimiento de pintura Sustitución de rigidizadores



Ilustración 76 Vista inferior del puente



Ilustración 77 Vista de rigidizador



Ilustración 78 Vista de rigidizador



Ilustración 79 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 80 Pérdida de pintura y oxidación en vigas longitudinales



Ilustración 81 Pérdida de pintura y oxidación en vigas longitudinales



Ilustración 82 Pérdida de pintura y oxidación en ala inferior de vigas longitudinales



Ilustración 83 Pérdida de pintura y oxidación en ala inferior de vigas longitudinales

4.2.15. Evaluación de vigas transversales

El puente cuenta con vigas transversales principales formadas por perfiles en I con rigidizadores que en el encuentro con las vigas longitudinales se apoyan en ménsulas. Presentan zonas puntuales con pérdida de pintura y oxidación.

Tabla 16 Evaluación de vigas transversales–Puente Calamar

ELEMENTO	VIGAS TRANSVERSALES
CALIFICACIÓN	1
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Pérdida de pintura Oxidación
ACTUACIONES	Limpieza de superficies Mantenimiento de pintura



Ilustración 84 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 85 Pérdida de pintura y oxidación

4.2.16. Evaluación de arriostramiento

El arriostramiento está formado por perfiles dobles en L unidos mediante remaches en su longitud. Presentan zonas puntuales con pérdida de pintura y oxidación. Las conexiones entre sí y con las vigas longitudinales principales se realiza mediante uniones remachadas. Durante la inspección se han podido observar zonas puntuales de pérdida de pintura y oxidación. No se han observado deformaciones de estos elementos.

Tabla 16 Evaluación de arriostramiento–Puente Calamar

ELEMENTO	ARRIOSTRAMIENTO
CALIFICACIÓN	2
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Pérdida de pintura Oxidación
ACTUACIONES	Limpieza de superficies Mantenimiento de pintura



Ilustración 86 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 87 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 88 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 89 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 90 Pérdida de pintura y oxidación

4.2.17. Evaluación de conexiones

Las conexiones del puente son remachadas. Durante la inspección no se han observado patologías relevantes en las mismas. No se han apreciado fisuras, pérdida de remaches, deformaciones etc. Sí se han apreciado zonas con pérdida de pintura y oxidación. En el caso de las uniones soldadas, durante la inspección no se han detectado fisuras o roturas de las mismas.

Tabla 16 Evaluación de conexiones–Puente Calamar

ELEMENTO	CONEXIONES
CALIFICACIÓN	2
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Pérdida de pintura Oxidación
ACTUACIONES	Limpieza de superficies Mantenimiento de pintura



Ilustración 91 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 92 Vista de uniones en arco



Ilustración 93 Vista de uniones en arco



Ilustración 94 Pérdida de pintura y oxidación



Ilustración 95 Vista de uniones costado izquierdo



Ilustración 96 Vista de uniones costado derecho



Ilustración 97 Vista de uniones arriostamiento arco



Ilustración 98 Vista de uniones arriostamiento arco



Ilustración 99 Vista de uniones arriostramiento arco



Ilustración 100 Vista de uniones arriostramiento



Ilustración 101 Oxidación en zona de soldaduras

4.2.18. Evaluación de losa

La losa del puente, en concreto reforzado, presenta zonas con pérdida de recubrimiento y acero expuesto, hormigueros, humedades, biocapas y eflorescencias. Se observan humedades y degradación del concreto en las zonas próximas a los drenajes.

Tabla19 Evaluación de losa–Puente Calamar

ELEMENTO	LOSA
CALIFICACIÓN	2
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Humedades, biocapas, eflorescencias Acero expuesto Hormigueros Degradación de concreto
ACTUACIONES	Mantenimiento de concreto



Ilustración 102 Degradación de concreto, humedades y eflorescencias



Ilustración 103 Eflorescencias en losa



Ilustración 104 Hormigueros en losa



Ilustración 105 Humedades, biocapas, eflorescencias, pérdida de recubrimiento



Ilustración 106 Pérdida de concreto en unión con bordillo

4.2.19. Evaluación del Cauce

Durante la inspección no se pudo constatar deficiencia en la capacidad hidráulica de la estructura. El puente se encuentra protegido con un sistema de plataforma y perfiles verticales, algunos de los cuales se encuentran deteriorados. La losa superior del costado Barranquilla ha fallado presentando rotura y hundimiento. La correspondiente al costado Calamar presenta asentamiento.

Tabla 20 Evaluación cauce–Puente Calamar

ELEMENTO	CAUCE
CALIFICACIÓN	3
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)
TIPO DE PATOLOGÍA	Rotura de losa Deterioro de perfiles
ACTUACIONES	Sustitución de perfiles Reposición de losa



Ilustración 107 Vista de protección



Ilustración 108 Rotura y asentamiento losa sentido Calamar



Ilustración 109 Rotura y asentamiento losa sentido Barranquilla

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la inspección del puente Calamar no se detectaron patologías relevantes en la estructura metálica. Las principales patologías están asociadas a la falta de mantenimiento de los elementos, recomendándose realizar la limpieza de las zonas en las que se ha perdido la protección y apareciendo oxidación y proteger adecuadamente estos elementos. Se recomienda igualmente realizar el refuerzo o sustitución de los rigidizadores deformados.

En las zonas de las conexiones se identifica corrosión en platinas de anclaje, y algunas zonas donde la corrosión ha degradado partes de las platinas y algunos remaches, se recomienda realizar la sustitución de los elementos afectados, mantenimiento rutinario y la pintura anticorrosión en estas zonas. Debe recordarse en este caso, que este trabajo es una inspección visual sin medios de acceso, por lo que no ha sido posible realizar la inspección de la totalidad de las soldaduras.

En superficie, se recomienda realizar la sustitución e instalación de juntas de dilatación adecuadas, preferiblemente de neopreno armado, junto con el saneo y reparación del pavimento. De igual forma, se considera conveniente reparar los andenes peatonales en los accesos, al menos en aquellas zonas en las que se presenta rotura y pérdida de material que pueden suponer un riesgo para los viandantes.

En el caso de los estribos/pilas del puente, se recomienda realizar el saneo del concreto y la inyección de fisuras, así como la realización de una inspección especial de estos elementos para determinar la necesidad de reforzamiento o no de los mismos.

Dado que la inspección principal de los accesos no era objeto de este informe y a la vista de las patologías que se han podido detectar, se recomienda la realización de la inspección principal de ambos elementos para su caracterización en detalle.

Se recomienda realizar los trabajos de mantenimiento en las protecciones del cauce y la sustitución de los elementos fallados.

El resto de patologías que presenta la estructura están asociadas a la durabilidad de la misma, como humedades, biocapas, degradación del concreto o eflorescencias. Se recomienda instalación de dispositivos que garanticen un adecuado drenaje de la estructura, la reparación del concreto deteriorado y la protección de la estructura mediante una protección anticarbonatación.

Por todo ello, y de acuerdo a las recomendaciones del Manual de Inspección de Puentes del INVIAS, la calificación de la estructura en general es 3.

TABLA 3 EVALUACIÓN GENERAL ESTRUCTURA-PUENTE CALAMAR

ELEMENTO	GENERAL ESTRUCTURA
CALIFICACIÓN	3
GRADO DE MANTENIMIENTO	(-)

BIBLIOGRAFÍA

- Manual para la evaluación preliminar de la vulnerabilidad de puentes de la red vial principal de Colombia. INVIAS
- Manual para la inspección visual de puentes y pontones. INVIAS
- Manual for bridge evaluation. AASHTO
- Recomendaciones ACI
- Manual Contecvet. Geocisa, IETcc