

Estudio Patológico para Intervención del Puente Mojao – Atánquez

Presentado por:
Daniel Felipe Arias Carrillo

Asesor:
Osmar Albert Gamba Gómez

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería Civil
Especialización en Patología de la Construcción
2026

Tabla de contenido

Resumen	3
1. Historia clínica.....	4
2. Metodología	5
3. Análisis de datos	6
4. Diagnostico patológico	7
5. Propuesta de intervención	11
6. Análisis de vulnerabilidad sísmica	14
7. Cronograma	16
9. Resultados.....	18
10. Bibliografía	20
ANEXOS	21

Contenido de tablas

Tabla 1: Ensayos propuestos	5
Tabla 2: Síntesis diagnostico patológico.....	9
Tabla 3: Cuadro resumen de propuesta de intervención del Puente Mojao – Atánquez.....	12
Tabla 4: cronograma por semanas general	14
Tabla 5: Análisis de vulnerabilidad sísmica del Puente Mojao – Atánquez	15
Tabla 6: Cronograma por semanas de ejecución de la propuesta de intervención.....	16
Tabla 7: Presupuesto de la fase de evaluación y ensayos del Puente Mojao – Atánquez	17

Resumen

El presente trabajo, titulado *Estudio Patológico para Intervención del Puente Mojao – Atánquez*, desarrolla el diagnóstico estructural integral de esta infraestructura mixta acero–concreto, ubicada sobre el río Candela en el corregimiento de Atánquez, municipio de Valledupar (Cesar), con el fin de establecer criterios técnicos de intervención orientados a garantizar su seguridad, durabilidad y desempeño estructural conforme a la normativa colombiana vigente.

La investigación se abordó mediante un estudio de caso con enfoque analítico–diagnóstico, apoyado en revisión documental, levantamiento de historia clínica estructural, inspección visual sistemática, registro fotográfico y correlación técnica con los lineamientos del Manual de Evaluación y Rehabilitación de Puentes de INVIAS, la NSR-10 y el CCP-14, como resultado, se identificaron fisuras activas en la losa, pérdida de recubrimiento con exposición de acero de refuerzo, humedad persistente y procesos de carbonatación en estribos, así como corrosión avanzada en vigas metálicas tipo IPE con reducción visible de sección y deterioro generalizado del sistema de protección anticorrosiva, adicionalmente, se evidenciaron condiciones compatibles con erosión y posible socavación en los apoyos.

Los hallazgos permiten clasificar el estado del puente como de deterioro moderado a severo, con afectación progresiva de la rigidez global y disminución de la vida útil remanente, se concluye que, aunque la estructura conserva estabilidad general, presenta una vulnerabilidad creciente frente a acciones dinámicas, ambientales y sísmicas, lo que hace técnicamente necesaria una intervención integral orientada a la rehabilitación estructural y al control de durabilidad.

Palabras clave: Patología estructural; puente mixto acero–concreto; diagnóstico estructural; corrosión del acero estructural; rehabilitación de puentes.

Abstract

This graduate project, entitled *Pathological Study for the Intervention of the Mojao–Atánquez Bridge*, develops a comprehensive structural diagnosis of this steel–concrete composite infrastructure located over the Candela River in the district of Atánquez, municipality of Valledupar (Cesar), with the aim of establishing technical intervention criteria to ensure its safety, durability, and structural performance in accordance with current Colombian regulations.

The research was conducted as a case study under an analytical–diagnostic approach, supported by documentary review, structural clinical history assessment, systematic visual inspection, photographic record, and technical correlation with the guidelines of the INVIAS Bridge Evaluation and Rehabilitation Manual, NSR-10, and CCP-14. The results identified active cracking in the deck slab, loss of concrete cover with reinforcement exposure, persistent moisture and carbonation processes in the abutments, as well as advanced corrosion in IPE steel girders with visible section loss and generalized deterioration of the anticorrosive protection system. In addition, conditions compatible with erosion and potential scour at the supports were observed.

The findings allow the bridge condition to be classified as moderate to severe deterioration, with progressive loss of global stiffness and reduction of its remaining service life. It is concluded that, although the structure still preserves overall stability, it shows increasing vulnerability to dynamic, environmental, and seismic actions, making an integral intervention focused on structural rehabilitation and durability control technically necessary.

Keywords: Structural pathology; steel–concrete composite bridge; structural diagnosis; structural steel corrosion; bridge rehabilitation.

1. Historia clínica

El Puente Mojao – Atánquez es una infraestructura vial de tipología mixta acero–concreto, localizada sobre el río Candela, en el corregimiento de Atánquez, municipio de Valledupar, departamento del Cesar, de acuerdo con la información consignada en las Fichas Técnicas incorporadas como Anexo 1, la estructura corresponde a un puente simplemente apoyado, de un solo vano, con una luz aproximada de 30 m, la superestructura está conformada por vigas metálicas longitudinales tipo IPE, que actúan como elementos portantes principales, sobre las cuales descansa una losa de concreto reforzado de 15 cm de espesor, los apoyos están constituidos por estribos de concreto ciclópeo y armado, fundidos in situ, encargados de transmitir las cargas hacia el terreno natural, esta caracterización resulta consistente con los criterios de evaluación inicial establecidos en el Manual de Evaluación y Rehabilitación de Puentes de INVIAS (2015).

El puente fue concebido originalmente para tránsito liviano; sin embargo, en la actualidad soporta tránsito vehicular mixto, condición que puede representar incrementos en la demanda estructural respecto a su concepción inicial, este aspecto resulta relevante dentro del análisis de desempeño y capacidad resistente de la estructura (AIS, 2010), el entorno corresponde a un clima tropical húmedo, con elevada humedad relativa y exposición directa a un cauce fluvial, en el concreto, la acción prolongada de humedad y dióxido de carbono favorece procesos de carbonatación, reduciendo el pH y afectando la protección natural del acero de refuerzo, lo que puede dar lugar a mecanismos de corrosión electroquímica (Neville, 2011; Mehta & Monteiro, 2014), en los elementos metálicos, la combinación entre humedad constante y pérdida del sistema de recubrimiento acelera la corrosión atmosférica (Melchers & Jeffrey, 2018), asimismo, la acción hidráulica del río constituye un factor de riesgo por erosión y posible socavación en los apoyos.

El levantamiento de información se realizó mediante inspección visual sistemática, siguiendo los criterios establecidos por INVIAS (2015), con apoyo en registro fotográfico detallado y verificación cruzada con la documentación técnica disponible en el Anexo 1, como resultado, se identificaron fisuras longitudinales y transversales en la losa de tablero, condiciones que incrementan la permeabilidad y reducen la durabilidad del concreto (Zeng et al., 2023), en los elementos metálicos portantes se evidenció corrosión superficial generalizada, así como sectores con corrosión profunda, pérdida visible de sección y deterioro del sistema anticorrosivo, situación que puede comprometer la capacidad portante a flexión y la rigidez global del sistema mixto

(Melchers & Jeffrey, 2018). Estos hallazgos confirman que el puente presenta un proceso de deterioro progresivo que justifica su evaluación patológica integral.

2. Metodología

La evaluación del Puente Mojao – Atánquez se desarrolló mediante un estudio de caso con enfoque analítico–diagnóstico, siguiendo los lineamientos del Manual de Evaluación y Rehabilitación de Puentes de INVIAS (2015) y el marco normativo de la NSR-10 (AIS, 2010), este enfoque permitió integrar la revisión documental, la inspección visual y la interpretación técnica de las lesiones observadas, con el fin de establecer criterios preliminares de diagnóstico e intervención.

El proceso inició con la revisión de la información técnica disponible, particularmente las Fichas Técnicas del puente incorporadas como Anexo 1, así como la normativa vigente aplicable al caso, esta etapa permitió identificar la configuración estructural, el sistema resistente y las condiciones generales de exposición ambiental de la estructura, posteriormente, se realizó una inspección visual sistemática con apoyo en registro fotográfico y fichas técnicas de campo, evaluando fisuración, pérdida de recubrimiento, corrosión metálica, estado del sistema anticorrosivo y condiciones de los apoyos.

La información recopilada se procesó mediante la correlación entre las manifestaciones observadas y los mecanismos de deterioro reportados en la literatura especializada, tales como retracción y fatiga del concreto (Zeng et al., 2023), carbonatación y afectación del acero de refuerzo (Neville, 2011), así como corrosión atmosférica y pérdida de sección en acero estructural (Melchers & Jeffrey, 2018), esta interpretación permitió formular un diagnóstico preliminar del estado del puente y orientar la propuesta de evaluación complementaria.

Con el fin de complementar el diagnóstico cualitativo, se propusieron ensayos orientados a verificar la condición de los elementos metálicos, el estado del concreto y la posible vulnerabilidad de los apoyos, la siguiente tabla resume los ensayos considerados, su propósito y los resultados esperados.

Tabla 1: Ensayos propuestos

Etapas	Descripción	Instrumentos utilizados	Resultados esperados
Evaluación de vigas metálicas	Determinar pérdida de sección y estado interno	Ultrasonido (UTM/UT) y partículas magnéticas	Cuantificar reducción de capacidad resistente
Evaluación del concreto	Medir actividad y profundidad de fisuras	Fisurómetro y esclerómetro	Clasificación de severidad del daño

Etapas	Descripción	Instrumentos utilizados	Resultados esperados
Verificación de carbonatación	Determinar frente de carbonatación	Ensayo con fenolftaleína	Identificar riesgo de corrosión del refuerzo
Evaluación de apoyos	Analizar posible socavación	Inspección técnica y verificación visual	Estimar vulnerabilidad en cimentación

Fuente: Elaboración propia.

El alcance de esta metodología corresponde a una valoración diagnóstica preliminar orientado a determinar el nivel de deterioro del puente y definir criterios técnicos para su intervención estructural de acuerdo con los lineamientos establecidos por INVIAS (2015).

3. Análisis de datos

La información obtenida durante la inspección visual, el registro fotográfico y la revisión de las Fichas Técnicas del puente, incorporadas como Anexo 1, permitió organizar e interpretar las lesiones observadas en función de su localización, severidad y posible incidencia sobre el comportamiento estructural, este procesamiento constituye una etapa intermedia entre el levantamiento inicial y el diagnóstico patológico, ya que no se limita a describir daños, sino que establece relaciones entre las manifestaciones visibles, las condiciones de exposición y la respuesta del sistema estructural.

La caracterización del caso confirma que se trata de un puente mixto acero–concreto, simplemente apoyado y de un solo vano, conformado por una losa de concreto reforzado, vigas metálicas tipo IPE, estribos de concreto armado y elementos metálicos de protección lateral, a partir de esta configuración, el análisis evidencia que el deterioro no se concentra en un solo componente, sino que afecta de manera simultánea la superestructura, los apoyos y los elementos no estructurales, esta distribución del daño indica que la estructura ha estado sometida a un proceso patológico de evolución prolongada, asociado tanto a las condiciones ambientales como a la ausencia de mantenimiento preventivo.

En la losa de concreto reforzado se observan fisuras longitudinales y transversales, desprendimientos localizados y pérdida de recubrimiento, estas manifestaciones indican disminución de hermeticidad, incremento de permeabilidad y pérdida progresiva de durabilidad, en términos técnicos, este comportamiento es compatible con fenómenos de retracción, gradientes térmicos y fatiga por cargas repetidas, especialmente cuando la estructura ha permanecido expuesta durante largos periodos a tránsito vehicular y humedad ambiental (Neville, 2011; Zeng et al., 2023). En los estribos se identifican humedad persistente, manchas y deterioro superficial, condiciones asociadas con transporte capilar, carbonatación y posible afectación del acero de refuerzo, la literatura técnica señala que la presencia continua de humedad y dióxido de carbono

reduce el pH del concreto y favorece procesos corrosivos internos que comprometen la adherencia y la integridad del sistema (Mehta & Monteiro, 2014; Neville, 2011).

En los elementos metálicos, particularmente en las vigas principales y secundarias, se evidencia corrosión generalizada, pérdida del sistema de protección superficial y reducción visible de sección en algunos tramos, desde el punto de vista estructural, este fenómeno implica una disminución de la sección efectiva resistente, afecta la rigidez global del sistema y reduce la capacidad portante frente a cargas de servicio y acciones dinámicas, en ambientes húmedos o fluviales, la corrosión atmosférica del acero estructural tiende a acelerarse cuando no existe mantenimiento preventivo ni reposición periódica de recubrimientos protectores (Melchers & Jeffrey, 2018).

Adicionalmente, la ubicación del puente sobre el río Candela introduce una condición de exposición hidráulica relevante, la acción continua del cauce y los procesos erosivos en la zona de apoyos incrementan el riesgo de socavación, uno de los mecanismos de deterioro más críticos en puentes, debido a que puede comprometer directamente la estabilidad de los estribos y la seguridad global de la estructura (INVIAS, 2015), esta situación se agrava por la antigüedad del puente, la ausencia de mantenimiento sistemático y el uso actual bajo sollicitaciones que pueden superar las previstas en su diseño original.

En síntesis, el análisis de datos permite establecer tres hallazgos principales: una pérdida progresiva de durabilidad en los elementos de concreto, una afectación estructural significativa en los componentes metálicos por corrosión y reducción de sección, y una condición de vulnerabilidad en apoyos por acción hidráulica y posible socavación, estos resultados constituyen la base técnica para formular el diagnóstico patológico del puente y orientar posteriormente la propuesta de intervención y la evaluación de vulnerabilidad sísmica.

4. Diagnostico patológico

El Puente Mojao – Atánquez presenta un proceso patológico de carácter progresivo, multicausal y acumulativo, con afectación simultánea de elementos estructurales y no estructurales, la lectura integrada de las lesiones observadas indica que el deterioro actual no corresponde a daños aislados, sino a la interacción entre envejecimiento, exposición ambiental agresiva, ausencia de mantenimiento sistemático y exigencias de servicio que han acelerado la degradación del sistema resistente, en este contexto, el diagnóstico patológico no se limita a describir manifestaciones visibles, sino que interpreta sus causas, mecanismos de evolución y efectos sobre la seguridad, la durabilidad y el desempeño estructural del puente (Instituto Nacional de Vías [INVIAS], 2015; Neville, 2011).

En la losa de concreto reforzado se identifican fisuras longitudinales y transversales, pérdida localizada de recubrimiento y deterioro superficial, estas lesiones reflejan una afectación progresiva de la hermeticidad del material, desde el punto de vista patológico, son compatibles con fenómenos de retracción, variaciones térmicas, fatiga por cargas repetidas y exposición continua a humedad, condiciones que favorecen el ingreso de agentes agresivos y aceleran la

pérdida de durabilidad del concreto (Mehta & Monteiro, 2014; Zeng et al., 2023), la presencia de desprendimientos y reducción del recubrimiento sugiere, además, una condición favorable para el avance de la carbonatación, mecanismo que disminuye la alcalinidad del concreto y facilita la despasivación del acero de refuerzo, incrementando el riesgo de corrosión interna (Neville, 2011).

En los estribos se observa humedad persistente, deterioro superficial y señales compatibles con transporte capilar y exposición continua al agua, este comportamiento indica una condición de permeabilidad elevada y una posible pérdida gradual de calidad del concreto en zonas sometidas a ciclos de saturación y secado, técnicamente, esta afectación se asocia con procesos de carbonatación, lixiviación y degradación superficial del material, los cuales reducen la durabilidad y pueden comprometer, a mediano plazo, la capacidad de protección del refuerzo embebido (Mehta & Monteiro, 2014), a ello se suma la exposición directa al cauce, que introduce un factor adicional de vulnerabilidad por erosión y posible socavación, uno de los mecanismos más críticos en puentes debido a su incidencia sobre la estabilidad de los apoyos y la seguridad global de la estructura (INVIAS, 2015).

La condición más crítica del puente se concentra en las vigas metálicas principales y secundarias, en estos elementos se registra corrosión generalizada, pérdida del sistema de protección superficial y reducción visible de sección en algunos sectores, especialmente en los perfiles IPE que conforman el sistema portante, desde el enfoque estructural, la corrosión atmosférica en ambientes húmedos produce una disminución progresiva del espesor del acero, afecta la sección efectiva resistente y modifica la distribución de esfuerzos, reduciendo tanto la capacidad portante como la rigidez del sistema (Melchers & Jeffrey, 2018), en un puente simplemente apoyado, donde las vigas principales constituyen el elemento fundamental de transmisión de cargas, este deterioro adquiere una criticidad alta, ya que compromete directamente la confiabilidad estructural de la superestructura.

En las barandas metálicas se identifican corrosión, deformaciones y pérdida de continuidad en algunos tramos, aunque estos componentes no forman parte del sistema resistente principal, su deterioro afecta la seguridad funcional del puente y evidencia un patrón generalizado de falta de mantenimiento, desde la perspectiva patológica, la afectación de estos elementos confirma que la degradación del puente no es puntual ni reciente, sino sistémica y acumulada, coherente con una infraestructura expuesta durante largos periodos a condiciones ambientales agresivas sin intervenciones correctivas suficientes.

Con base en la interpretación anterior, la siguiente tabla resume el diagnóstico patológico por elemento estructural, relacionando la lesión observada, su causa probable, el mecanismo de deterioro, el efecto técnico-estructural y el nivel de criticidad.

Tabla 2: Síntesis diagnóstico patológico

Elemento evaluado	Lesión manifestación /	Causa probable	Mecanismo de deterioro	Efecto técnico-estructural	Nivel de criticidad
Losa de concreto reforzado	Fisuras longitudinales y transversales	Retracción, gradientes térmicos, cargas repetidas y exposición a humedad	Fisuración por fatiga y pérdida de hermeticidad del concreto	Incremento de permeabilidad, ingreso de agentes agresivos y reducción de durabilidad	Media
Losa de concreto reforzado	Desprendimiento y pérdida de recubrimiento	Carbonatación, humedad persistente y posible corrosión del refuerzo	Despasivación del acero y expansión por productos de corrosión	Disminución de protección del refuerzo y riesgo de pérdida de adherencia acero-concreto	Media
Estribos	Humedad persistente, manchas y deterioro superficial	Contacto continuo con agua, ciclos de saturación-secado y permeabilidad del concreto	Transporte capilar, carbonatación y lixiviación	Pérdida progresiva de durabilidad y afectación del concreto de recubrimiento	Media
Estribos apoyos	Exposición a erosión y posible socavación	Acción hidráulica del cauce y desgaste del terreno de apoyo	Remoción progresiva de material en zonas de cimentación/apoyo	Compromiso de estabilidad local de apoyos y aumento de vulnerabilidad estructural	Alta
Vigas metálicas principales (IPE)	Corrosión generalizada	Ambiente húmedo, pérdida de pintura protectora y	Corrosión atmosférica con pérdida de espesor	Disminución de sección efectiva, rigidez y capacidad portante	Alta

Elemento evaluado	Lesión manifestación /	Causa probable	Mecanismo de deterioro	Efecto técnico-estructural	Nivel de criticidad
		falta de mantenimiento			
Vigas metálicas principales (IPE)	Reducción visible de sección en sectores localizados	Corrosión avanzada y exposición prolongada	Pérdida progresiva de material resistente	Mayor concentración de esfuerzos y reducción de confiabilidad estructural	Alta
Vigas metálicas secundarias	Corrosión superficial y profunda	Humedad ambiental, deterioro del sistema anticorrosivo	Oxidación progresiva del acero	Reducción de capacidad auxiliar y afectación del comportamiento integral del sistema mixto	Media-Alta
Barandas metálicas	Corrosión, deformación y pérdida de continuidad	Exposición ambiental y ausencia de conservación	Deterioro superficial y pérdida de material	Afectación de la seguridad funcional y evidencia de deterioro sistémico	Media
Sistema estructural global	Deterioro acumulativo multicausal	Antigüedad, ambiente agresivo, tránsito y falta de mantenimiento	Interacción de corrosión, fisuración, pérdida de recubrimiento y exposición hidráulica	Reducción de vida útil remanente, aumento de deformabilidad y mayor vulnerabilidad ante acciones dinámicas y sísmicas	Alta

Fuente: Elaboración propia.

En conjunto, el diagnóstico patológico permite clasificar el estado del Puente Mojao – Atánquez como moderado a severo, con criticidad alta en las vigas metálicas portantes y en los apoyos expuestos a acción hidráulica, esta condición justifica la formulación de una propuesta de intervención priorizada, orientada a recuperar seguridad, durabilidad y funcionalidad estructural.

5. Propuesta de intervención

La propuesta de intervención para el Puente Mojao – Atánquez se formula a partir del diagnóstico patológico previamente establecido y tiene como propósito recuperar las condiciones de seguridad, durabilidad y funcionalidad de la estructura, priorizando las acciones sobre los elementos con mayor criticidad, desde el enfoque de rehabilitación estructural, la intervención no debe limitarse a reparar síntomas visibles, sino actuar sobre las causas que originan y aceleran el deterioro, de modo que las soluciones adoptadas sean compatibles con los materiales existentes y con las condiciones reales de exposición del puente (Instituto Nacional de Vías [INVIAS], 2015; Mehta & Monteiro, 2014).

En la losa de concreto reforzado se propone intervenir las zonas fisuradas y con pérdida de recubrimiento mediante un procedimiento que incluya limpieza, apertura y saneamiento controlado de fisuras, retiro del concreto deteriorado, verificación del estado del acero expuesto y reposición del recubrimiento con morteros de reparación estructural compatibles, en fisuras de baja apertura y carácter no activo, la medida más adecuada corresponde al sellado superficial, en fisuras de mayor profundidad o vinculadas al comportamiento estructural, la intervención debe considerar inyección con resinas apropiadas, previa verificación de la estabilidad de la lesión, este tratamiento busca restablecer la continuidad superficial, reducir la permeabilidad y limitar el ingreso de humedad y agentes agresivos, aspectos fundamentales para recuperar la durabilidad del concreto (Neville, 2011; Aïtcin, 2016).

En los estribos se recomienda una intervención orientada tanto a la recuperación del concreto deteriorado como al control de la humedad, para ello deben retirarse las zonas disgregadas o con desprendimiento, reparar el recubrimiento comprometido y aplicar medidas de protección superficial que disminuyan la absorción de agua, no obstante, la reparación del material no será suficiente si no se controla la causa de fondo, por ello, resulta indispensable incorporar medidas de manejo hidráulico y drenaje que minimicen la acción directa del agua sobre los apoyos, cuando existe evidencia de erosión o riesgo de socavación, el Manual de Evaluación y Rehabilitación de Puentes recomienda implementar obras de protección y estabilización en la zona de apoyo, con el fin de preservar la estabilidad local y reducir la vulnerabilidad de la subestructura (INVIAS, 2015).

La intervención más prioritaria corresponde a las vigas metálicas principales y secundarias, debido a que la corrosión identificada afecta directamente la capacidad resistente del puente, en estos elementos se propone realizar limpieza mecánica o abrasiva para remover productos de corrosión, evaluar el espesor remanente en zonas críticas y restituir la protección mediante sistemas anticorrosivos de alto desempeño, cuando la pérdida de sección resulte significativa, será necesario complementar el tratamiento con refuerzo localizado o sustitución parcial de elementos, según el

nivel de afectación y la capacidad residual verificada, desde el punto de vista técnico, la rehabilitación del acero estructural debe orientarse a recuperar la sección efectiva resistente, restituir la protección frente al ambiente y asegurar la continuidad mecánica del sistema portante (Melchers & Jeffrey, 2018), en estructuras metálicas expuestas a ambientes húmedos, la reposición del sistema de recubrimiento solo resulta efectiva si se acompaña de una adecuada preparación superficial y de un programa de mantenimiento periódico.

En las barandas metálicas se propone la reposición o rehabilitación de los tramos con corrosión avanzada, deformación o pérdida de continuidad, dado que su estado actual compromete la seguridad funcional de los usuarios, aunque no son elementos principales de la superestructura, su intervención es necesaria para restablecer condiciones mínimas de operación segura y para evitar que el deterioro continúe propagándose a los puntos de unión con otros componentes metálicos.

De manera complementaria, se recomienda establecer un plan de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones periódicas, monitoreo de fisuras, revisión del comportamiento de los apoyos, verificación de la evolución de la corrosión y mantenimiento del sistema de protección superficial, la literatura especializada coincide en que la durabilidad de una estructura no depende únicamente de la reparación inicial, sino de la continuidad de acciones de conservación que permitan controlar la evolución de los mecanismos patológicos y prolongar la vida útil remanente del sistema (Mehta & Monteiro, 2014; INVIAS, 2015).

Con base en lo anterior, la siguiente tabla resume la propuesta de intervención por elemento afectado, relacionando la patología identificada, la medida recomendada, el objetivo técnico y su prioridad de ejecución.

Tabla 3: Cuadro resumen de propuesta de intervención del Puente Mojao – Atánquez

Elemento intervenido	Patología identificada	Intervención propuesta	Objetivo técnico	Prioridad
Losa de concreto reforzado	Fisuras longitudinales y transversales	Sellado superficial o inyección de fisuras, según apertura y actividad	Restablecer continuidad superficial, reducir permeabilidad y limitar ingreso de humedad	Media
Losa de concreto reforzado	Pérdida de recubrimiento y desprendimientos	Retiro de concreto deteriorado, limpieza del acero expuesto y reposición con mortero de reparación estructural	Recuperar recubrimiento, proteger refuerzo y mejorar durabilidad	Media

Elemento intervenido	Patología identificada	Intervención propuesta	Objetivo técnico	Prioridad
Estribos	Humedad persistente y deterioro superficial	Reparación localizada del concreto y aplicación de protección superficial impermeabilizante	Disminuir absorción de agua y frenar degradación progresiva	Media
Estribos / apoyos	Riesgo de erosión y posible socavación	Obras de protección hidráulica y estabilización de la zona de apoyo	Preservar estabilidad local de los apoyos y reducir vulnerabilidad	Alta
Vigas metálicas principales (IPE)	Corrosión generalizada	Limpieza mecánica o abrasiva y aplicación de sistema anticorrosivo	Detener proceso corrosivo y restituir protección superficial	Alta
Vigas metálicas principales (IPE)	Pérdida visible de sección	Evaluación de espesor remanente, refuerzo localizado o sustitución parcial según afectación	Recuperar capacidad resistente y confiabilidad estructural	Alta
Vigas metálicas secundarias	Corrosión superficial y profunda	Limpieza, protección anticorrosiva y reparación localizada	Mejorar comportamiento integral del sistema metálico	Media-Alta
Barandas metálicas	Corrosión, deformación y pérdida de continuidad	Reposición o rehabilitación de tramos afectados	Restablecer seguridad funcional y condiciones de operación	Media
Sistema estructural global	Deterioro acumulativo y ausencia de conservación	Implementación de plan de mantenimiento preventivo y monitoreo periódico	Controlar evolución del deterioro y prolongar vida útil remanente	Alta

Fuente: Elaboración propia.

Para orientar la ejecución de las medidas propuestas, se plantea el siguiente cronograma general por semanas, estructurado de acuerdo con la criticidad de las patologías identificadas y la secuencia técnica requerida para la rehabilitación del puente.

Tabla 4: cronograma por semanas general

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Planeación y logística	X																	
Señalización y manejo de tránsito	X																	
Inspección técnica y ensayos		X	X															
Intervención en apoyos				X	X	X												
Reparación de concreto						X	X	X										
Intervención en vigas metálicas							X	X	X	X								
Rehabilitación de barandas y juntas										X	X							
Acabados y limpieza												X						
Inspección final y recibo													X					
Seguimiento posterior														X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

El cronograma anterior se formuló con base en la criticidad de las patologías identificadas, su secuencia busca garantizar la seguridad del proceso constructivo, optimizar recursos y asegurar la compatibilidad entre las distintas actividades de rehabilitación. En conjunto, la propuesta planteada permite actuar sobre los daños más relevantes del puente y orientar su recuperación bajo criterios de priorización técnica, seguridad estructural y control de durabilidad.

6. Análisis de vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica del Puente Mojao – Atánquez se evaluó de manera cualitativa, considerando la condición actual de deterioro de sus principales elementos estructurales y su incidencia sobre la rigidez, la capacidad resistente y la confiabilidad del sistema frente a acciones dinámicas. La siguiente tabla resume la relación entre el estado observado de cada componente y su efecto esperado en el comportamiento sísmico global del puente.

Tabla 5: Análisis de vulnerabilidad sísmica del Puente Mojao – Atánquez

Elemento estructural	Condición actual observada	Incidencia en el comportamiento sísmico	Nivel de vulnerabilidad
Vigas metálicas principales (IPE 400)	Corrosión generalizada y pérdida visible de sección	Disminución de capacidad portante, rigidez y confiabilidad estructural frente a acciones dinámicas	Alta
Vigas metálicas secundarias (IPE 300)	Corrosión superficial y profunda en sectores localizados	Reducción del aporte al trabajo integral del sistema y alteración en la distribución de esfuerzos	Media-Alta
Losa de concreto reforzado	Fisuración, pérdida de recubrimiento y deterioro superficial	Menor integridad del sistema mixto, aumento de deformabilidad y pérdida de durabilidad	Media
Estribos	Humedad persistente y deterioro superficial	Posible reducción de confiabilidad en apoyos y afectación de la transferencia de cargas	Media
Apoyos / zona de cimentación	Exposición a erosión y posible socavación	Incremento del riesgo de inestabilidad local y comportamiento desfavorable ante sollicitaciones sísmicas	Alta
Sistema estructural global	Deterioro acumulativo por corrosión, fisuración y exposición hidráulica	Reducción de rigidez global, menor capacidad de respuesta ante cargas sísmicas y aumento de vulnerabilidad	Alta

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Valoración cualitativa preliminar basada en la inspección visual, el registro fotográfico y el Anexo, con criterios de la NSR-10 y del *Manual de Evaluación y Rehabilitación de Puentes* de INVIAS (AIS, 2010; INVIAS, 2015).

La valoración anterior confirma que el deterioro actual del puente incrementa su vulnerabilidad frente a acciones dinámicas y sísmicas, por lo que la intervención propuesta debe entenderse también como una medida de mitigación del riesgo estructural.

7. Cronograma

El cronograma de ejecución de la propuesta de intervención del Puente Mojao – Atánquez se formuló con base en la criticidad de las patologías identificadas y en la secuencia técnica requerida para su rehabilitación, se incluyen las actividades preliminares de inspección y ensayos, seguidas por las fases de intervención estructural y el seguimiento posterior, con el fin de garantizar una ejecución ordenada y técnicamente sustentada.

Tabla 6: Cronograma por semanas de ejecución de la propuesta de intervención

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Planeación y logística	X																	
Señalización y manejo de tránsito	X																	
Inspección visual detallada		X																
Medición de espesores por ultrasonido en vigas metálicas		X	X															
Ensayo de partículas magnéticas en uniones metálicas			X															
Evaluación del concreto con esclerómetro y fisurómetro		X	X															
Verificación de carbonatación con fenolftaleína			X															
Evaluación técnica de apoyos y verificación de socavación			X	X														
Resultado de ensayos e informe					X													
Intervención en apoyos					X	X												
Reparación de concreto						X	X	X										
Intervención en vigas metálicas							X	X	X	X								
Rehabilitación de barandas y juntas										X	X							
Acabados y limpieza												X						
Inspección final y recibo													X					
Seguimiento posterior														X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

El cronograma anterior incorpora los ensayos de evaluación propuestos como actividades preliminares indispensables para confirmar el nivel real de deterioro del puente y ajustar técnicamente las acciones de intervención, de esta manera, la secuencia planteada articula diagnóstico, verificación y rehabilitación dentro de una misma programación de obra.

8. Presupuesto

El presupuesto para el Puente Mojao – Atánquez corresponde únicamente a la fase de evaluación diagnóstica, e incluye actividades preliminares, inspección técnica, ensayos no destructivos y elaboración del informe con resultados, los valores se presentan como una aproximación técnica de referencia, construida a partir de tarifas publicadas para ensayos de campo en Colombia y ajustada al alcance específico del caso de estudio.

Tabla 7: Presupuesto de la fase de evaluación y ensayos del Puente Mojao – Atánquez

Ítem	Actividad	Unidad	Cantidad	Valor unitario (COP)	Valor parcial (COP)
1	Planeación y logística	Global	1	2.000.000	2.000.000
2	Señalización y manejo de tránsito	Global	1	1.500.000	1.500.000
3	Inspección visual detallada	Global	1	1.800.000	1.800.000
4	Medición de espesores por ultrasonido en vigas metálicas	Global	1	2.500.000	2.500.000
5	Ensayo de partículas magnéticas en uniones metálicas	Global	1	1.800.000	1.800.000
6	Evaluación del concreto con esclerómetro y fisurómetro	Global	1	1.500.000	1.500.000
7	Verificación de carbonatación con fenolftaleína	Global	1	900.000	900.000
8	Evaluación técnica de apoyos y verificación de socavación	Global	1	2.000.000	2.000.000
9	Informe técnico y resultados de ensayos	Global	1	2.500.000	2.500.000
Costos directos					16.500.000
A.I.U. (30%)					4.950.000
Total					21.450.000

Fuente: Elaboración propia, con base en tarifas de referencia de ensayos de campo publicadas por la Pontificia Universidad Javeriana para 2024 y 2025.

El presupuesto anterior corresponde exclusivamente a la fase de evaluación diagnóstica del puente, incluyendo la ejecución de ensayos y la elaboración del informe técnico final. En una etapa posterior, y con base en estos resultados, deberá formularse el presupuesto específico de intervención estructural, ajustado al alcance definitivo de las medidas de rehabilitación.

9. Resultados

El estudio patológico del Puente Mojao – Atánquez permitió establecer que la estructura presenta un deterioro progresivo de carácter multicausal, asociado a la interacción entre envejecimiento, exposición ambiental agresiva, ausencia de mantenimiento sistemático y exigencias de servicio acumuladas, la valoración integral del caso confirmó afectaciones simultáneas en elementos de concreto reforzado, componentes metálicos portantes, apoyos y elementos funcionales, lo que evidencia una pérdida progresiva de durabilidad y una disminución de la confiabilidad estructural del sistema.

En los elementos de concreto, los resultados muestran fisuración longitudinal y transversal en la losa, pérdida localizada de recubrimiento, deterioro superficial y humedad persistente en estribos, estas lesiones son compatibles con mecanismos de retracción, fatiga, carbonatación y transporte capilar, los cuales incrementan la permeabilidad del material y reducen su capacidad de protección sobre el acero de refuerzo, desde el punto de vista patológico, este comportamiento indica una pérdida de hermeticidad del concreto y una mayor susceptibilidad al ingreso de agentes agresivos, con impacto directo sobre la durabilidad de la superestructura y la subestructura (Neville, 2011; Mehta & Monteiro, 2014).

En los elementos metálicos, particularmente en las vigas principales y secundarias tipo IPE, los resultados confirman corrosión generalizada, degradación del sistema de protección superficial y reducción visible de sección en algunos sectores, esta condición constituye el hallazgo de mayor criticidad estructural, debido a que compromete directamente la sección efectiva resistente, reduce la rigidez global y afecta la capacidad portante del puente frente a cargas de servicio y acciones dinámicas, en términos de confiabilidad estructural, el deterioro del sistema metálico representa la condición más sensible del caso analizado (Melchers & Jeffrey, 2018).

De igual manera, la evaluación de los apoyos permitió reconocer una condición de exposición hidráulica relevante, con presencia de erosión y posible socavación en zonas próximas al cauce, este hallazgo incrementa la vulnerabilidad local de la subestructura y constituye un factor de riesgo adicional para la estabilidad general del puente, especialmente bajo solicitaciones dinámicas y sísmicas. A partir de la jerarquización de daños, se estableció una criticidad alta en vigas metálicas principales y apoyos, criticidad media-alta en vigas secundarias y criticidad media en losa, estribos y barandas.

En conjunto, los resultados obtenidos justifican técnicamente una intervención estructural integral, priorizada y compatible con la condición actual de la estructura, asimismo, validan la necesidad de complementar la inspección visual con ensayos específicos que permitan cuantificar pérdida de sección, profundidad de carbonatación, severidad de fisuras y condición real de los apoyos, con el fin de reducir la incertidumbre diagnóstica y optimizar la toma de decisiones de rehabilitación.

9.1. Conclusiones:

El Puente Mojao – Atánquez presenta un estado de deterioro moderado a severo, con afectación simultánea de concreto, acero estructural y apoyos, lo que confirma la existencia de un proceso patológico acumulativo y activo, la patología predominante del sistema corresponde a una combinación de fisuración, pérdida de recubrimiento, carbonatación, corrosión atmosférica y exposición hidráulica, cuya evolución compromete progresivamente la seguridad, la durabilidad y el desempeño estructural del puente.

La evaluación realizada permitió establecer que la condición más crítica se concentra en las vigas metálicas portantes y en los apoyos expuestos al cauce, debido a su incidencia directa sobre la capacidad resistente, la rigidez global y la estabilidad local de la estructura, en consecuencia, la propuesta de intervención debe priorizar estos elementos, complementándose con la reparación del concreto deteriorado, la restitución de componentes funcionales y la implementación de un programa de mantenimiento preventivo.

Desde la perspectiva del desempeño sísmico, el deterioro acumulado incrementa la vulnerabilidad del puente frente a acciones dinámicas, debido a la reducción de rigidez, la pérdida de sección resistente en vigas metálicas y la exposición hidráulica de los apoyos, por tanto, la intervención estructural propuesta no solo responde a criterios de reparación, sino también a la necesidad de mitigar el riesgo y prolongar la vida útil remanente de la infraestructura.

9.2. Observaciones:

Los resultados del presente estudio corresponden a una valoración patológica de carácter preliminar, basada en revisión documental, inspección visual, registro fotográfico y análisis técnico del caso, en consecuencia, aunque permiten establecer un diagnóstico suficientemente sustentado para orientar decisiones de intervención, se recomienda complementar la evaluación con ensayos no destructivos y verificaciones técnicas específicas en vigas metálicas, concreto reforzado y apoyos, a fin de cuantificar con mayor precisión el nivel real de afectación.

Se observa además que la condición actual del puente no es consecuencia exclusiva de un único mecanismo de deterioro, sino del efecto combinado entre ambiente agresivo, antigüedad, sobreexigencia de servicio y falta de conservación sistemática, esta situación resalta la necesidad de incorporar programas de monitoreo e inspección periódica como parte integral de la gestión de puentes existentes, especialmente en estructuras rurales sometidas a exposición fluvial continua.

10. Bibliografía

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. AIS.

Aïtcin, P. C. (2016). Durability of concrete systems: Scientific principles and technological practice. CRC Press.

Instituto Nacional de Vías (INVIAS). (2015). Manual de evaluación y rehabilitación de puentes en Colombia. Ministerio de Transporte.

Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). Concrete: Microstructure, properties, and materials (4th ed.). McGraw-Hill Education.

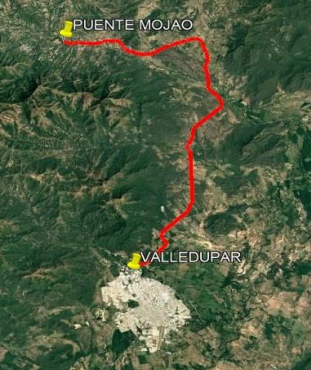
Melchers, R. E., & Jeffrey, R. (2018). Marine corrosion of structural steel. Elsevier.

Neville, A. M. (2011). Properties of concrete (5th ed.). Pearson Education Limited.

Zeng, Q., Li, K., & Fen-Chong, T. (2023). Fatigue and cracking behavior of reinforced concrete structures under cyclic loading. Construction and Building Materials, 381, 131337. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131337>

ANEXOS

Anexo 1. Fichas técnicas del Puente Mojao – Atánquez

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA																							
TIPO DE FICHA	INFORMACION GENERAL																						
Proyecto:	Estudio Patológico y Propuesta de Intervención Puente Mojao - Atánquez																						
Localización	Corregimiento de Atánquez - Vereda El Mojao, Resguardo indígena Kankuamo																						
Municipio	Valledupar																						
Departamento	Cesar																						
Descripción General																							
El Puente El Mojao, ubicado en el corregimiento de Atánquez (Valledupar, Cesar), en las coordenadas Latitud: 10°42'7.27"N – Longitud: 73°19'28.16"O, conecta a la población local con la vía Patillal-Atánquez y constituye un punto estratégico de acceso hacia la Sierra Nevada de Santa Marta. Construido hace más de 70 años, solo ha recibido mantenimientos menores, sin un plan integral de rehabilitación. Su tipología corresponde a un puente vehicular mixto, conformado por un tablero de concreto reforzado apoyado en vigas metálicas, estribos de concreto y barandas metálicas. Actualmente presenta fisuras y desprendimientos en la losa, corrosión avanzada en elementos metálicos y erosión en los apoyos por efecto del cauce. Pese a ello, sigue siendo la principal vía de movilidad para la comunidad Kankuama y el transporte hacia Valledupar, por lo que su deterioro representa un riesgo para la seguridad y la conectividad regional. Pese a ello, el puente continúa siendo utilizado de manera cotidiana por motocicletas, automóviles, transporte público e incluso vehículos de carga mediana, superando posiblemente su capacidad de diseño original. La comunidad reconoce su importancia no solo como vía de comunicación, sino también como un punto de integración cultural y económica, ya que asegura la conexión entre el casco urbano de Valledupar y las poblaciones indígenas asentadas en la zona.	<table border="1"> <tr> <td>Fecha de realización del estudio:</td> <td>Septiembre de 2025</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Construcción:</td> <td>1953–1957, durante el gobierno del presidente Gustavo Rojas Pinilla (dato comunitario).</td> </tr> <tr> <td>Fecha Reconstrucción</td> <td>alrededor de 1985, según información comunitaria.</td> </tr> <tr> <td>Uso:</td> <td>Vehicular - peatonal</td> </tr> <tr> <td>Sistema Constructivo:</td> <td>tipología mixta: concreto reforzado y acero estructural</td> </tr> <tr> <td>Uso actual:</td> <td>Vehicular - peatonal</td> </tr> <tr> <td>Importancia:</td> <td>Funcional</td> </tr> <tr> <td>Normativa actual:</td> <td>CCP-14</td> </tr> <tr> <td>Aplicación patológica:</td> <td>Geriátrica</td> </tr> <tr> <td>Estudios patológicos</td> <td>No registra</td> </tr> <tr> <td>Obstáculo natural que salva</td> <td>Rio Candela</td> </tr> </table>	Fecha de realización del estudio:	Septiembre de 2025	Fecha de Construcción:	1953–1957, durante el gobierno del presidente Gustavo Rojas Pinilla (dato comunitario).	Fecha Reconstrucción	alrededor de 1985, según información comunitaria.	Uso:	Vehicular - peatonal	Sistema Constructivo:	tipología mixta: concreto reforzado y acero estructural	Uso actual:	Vehicular - peatonal	Importancia:	Funcional	Normativa actual:	CCP-14	Aplicación patológica:	Geriátrica	Estudios patológicos	No registra	Obstáculo natural que salva	Rio Candela
Fecha de realización del estudio:	Septiembre de 2025																						
Fecha de Construcción:	1953–1957, durante el gobierno del presidente Gustavo Rojas Pinilla (dato comunitario).																						
Fecha Reconstrucción	alrededor de 1985, según información comunitaria.																						
Uso:	Vehicular - peatonal																						
Sistema Constructivo:	tipología mixta: concreto reforzado y acero estructural																						
Uso actual:	Vehicular - peatonal																						
Importancia:	Funcional																						
Normativa actual:	CCP-14																						
Aplicación patológica:	Geriátrica																						
Estudios patológicos	No registra																						
Obstáculo natural que salva	Rio Candela																						
Localización.																							
 Localización de Valledupar en Colombia   																							
Responsables del estudio: Ing. Daniel Felipe Arias Carrillo	Nº de Ficha 2																						
Estudio de caso "Estudio Patológico y propuesta de Intervención en Puente Mojao - Atánquez municipio de Valledupar". Ficha Técnica - Información General																							

TIPO DE FICHA	AGENTES CONTAMINANTES CERCANOS AL PROYECTO		
Proyecto:	Estudio Patológico y Propuesta de Intervención Puente Mojao - Atánquez		
Localización	Corregimiento de Atánquez - Vereda El Mojao, Resguardo indígena Kankuamo		
Municipio	Valledupar		
Departamento	Cesar		
Contaminantes cercanos.			
CONTAMINANTES CERCANOS		INCIDENCIA DEL VIENTO	
Origen vehicular: el tránsito sobre el puente y la vía Patillal-Atánquez genera emisiones de gases de combustión y partículas en suspensión (polvo de la vía). Origen natural: el río Candela arrastra sedimentos finos y material orgánico que, al depositarse en la estructura, favorecen la humedad retenida y el deterioro superficial del concreto y el acero. Actividades humanas: no hay presencia cercana de industrias contaminantes; sin embargo, se reporta la quema ocasional de residuos agrícolas en la zona, que incrementa la deposición de hollín sobre la estructura. Impacto en el puente: los contaminantes más relevantes son el polvo en suspensión, gases vehiculares y humedad con material orgánico, que aceleran la corrosión del acero y la degradación del concreto.		De acuerdo con registros del IDEAM para la Sierra Nevada de Santa Marta en la vertiente de Valledupar: Velocidad media anual: entre 2 y 3 m/s ($\approx 7-11$ km/h). Variación estacional: En época seca (diciembre-marzo), los vientos alisios del noreste pueden alcanzar ráfagas de 5-7 m/s ($\approx 18-25$ km/h). En época lluviosa, los vientos tienden a ser más suaves, con promedios de 2-3 m/s. Impacto ambiental: aunque no representan un riesgo estructural directo por velocidad, sí influyen en la dispersión de humedad y en la acumulación de polvo/partículas que, en combinación con la humedad, aceleran la corrosión.	
			
ASOLEACIÓN		VEGETACIÓN	
El corregimiento de Atánquez (Valledupar), en la vertiente norte de la Sierra Nevada de Santa Marta, se encuentra en una zona de alta radiación solar. Promedio diario: entre 4,5 y 5,5 kWh/m²/día de radiación solar global, la estructura esta expuesta al sol aproximadamente 12 horas al día. Impacto en el puente: La exposición directa a la radiación solar, especialmente en la época seca (diciembre-marzo), produce dilataciones térmicas en las vigas metálicas y en el concreto. La combinación de insolación y humedad favorece la aparición de fisuras térmicas superficiales en el tablero y acelera la fatiga de materiales.		Cobertura vegetal: presencia de vegetación ribereña y plantas invasoras en los accesos y estribos, lo que favorece humedad y deterioro del concreto. Clima: clima cálido de montaña, con alta pluviosidad estacional (lluvias intensas entre abril-noviembre), lo que incrementa procesos de erosión. Amenazas naturales: Hidráulicas: riesgo de socavación y erosión en los apoyos por variaciones de caudal. Geotécnicas: posibles deslizamientos menores en taludes de acceso por saturación de suelos. Biológicas: colonización de vegetación en elementos de concreto y acero.	
			
Responsables del estudio: Ing. Daniel Felipe Arias Carrillo		N° de Ficha 7	
Estudio de caso "Estudio Patológico y propuesta de Intervención en Puente Mojao - Atánquez municipio de Valledupar". Ficha Técnica - Contaminantes Cercanos			

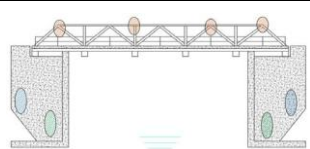
 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA								
TIPO DE FICHA	IDENTIFICACIÓN DE LESIONES I							
Proyecto:	Estudio Patológico y Propuesta de Intervención Puente Mojao - Atánquez							
Localización	Corregimiento de Atánquez - Vereda El Mojao, Resguardo indígena Kankuamo							
Municipio	Valledupar							
Departamento	Cesar							
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES.								
N°	UBICACIÓN DE LESIÓN	ELEMENTO/SITIO ESPECÍFICO	LESIONES					
			ORIGEN					
			FÍSICAS	MECÁNICAS	QUÍMICAS			
1	Subestructura	Estribos en concreto reforzado	Humedad por filtración y accidental, suciedad por depósito y lavado diferencial y erosión atmosférica.	Grietas por dilatación /contracción, fisuras por acabado, desprendimiento por acabado continuo y erosión mecánica.	Corrosión por oxidación			
2	Superestructura	Vigas metálicas IPE 400 (vigas principales del tablero, vigas transversales)	Humedad por filtración y accidental, suciedad por depósito y lavado diferencial y erosión atmosférica.		Corrosión por oxidación			
3	Superestructura	Vigas metálicas IPE 300 (vigas principales del tablero, vigas longitudinales)	Humedad por filtración y accidental, suciedad por depósito y lavado diferencial y erosión atmosférica.		Corrosión por oxidación			
4	Superestructura	Losas en concreto reforzado	Humedad por filtración y accidental, suciedad por depósito y lavado diferencial y erosión atmosférica.	Grietas por dilatación /contracción, fisuras por acabado y desprendimiento por acabado continuo.	Corrosión por oxidación, por par galvánico y erosión química, Eflorescencias.			
N°	UBICACIÓN DE LESIÓN	ELEMENTO/SITIO ESPECÍFICO	CAUSAS					
			DIRECTAS			INDIRECTAS		
			FÍSICAS	MECÁNICAS	QUÍMICAS BIOLÓGICAS	LESIONES PREVIAS	PROYECTO	OTROS
1	Subestructura	Estribos en concreto reforzado	Agentes atmosféricos	Impactos, sobrecarga, pérdida de adherencia, Pérdida de la capacidad portante, Asentamientos del terreno	Contaminación ambiental, vegetación invasora, humedades	Humedad	Deficiente concepción del proyecto	falta de mantenimiento.
2	Superestructura	Vigas metálicas IPE 400 (vigas principales del tablero, vigas transversales)	Agentes atmosféricos	Sobrecarga, impactos, vibraciones excesivas	Contaminación ambiental, humedad, agresiones ambientales, corrosión, ataque químico	Humedad	Deficiente concepción del proyecto	falta de mantenimiento, falta de recubrimiento anticorrosivo, acumulación de agua y suciedad
3	Superestructura	Vigas metálicas IPE 300 (vigas principales del tablero, vigas longitudinales)	Agentes atmosféricos	Sobrecarga, impactos, vibraciones excesivas	Contaminación ambiental, humedad, agresiones ambientales, corrosión, ataque químico	Humedad	Deficiente concepción del proyecto	falta de mantenimiento, falta de recubrimiento anticorrosivo, acumulación de agua y suciedad
4	Superestructura	Losas en concreto reforzado	Agentes atmosféricos	Sobrecarga, Incompatibilidad de los materiales, fatiga, impacto, pérdida del sellado de juntas y pérdida de adherencia.	Contaminación ambiental, humedad, agresiones ambientales, carbonatación, corrosión del refuerzo.	Humedad	Deficiente concepción del proyecto	falta de mantenimiento
Responsables del estudio: Ing. Daniel Felipe Arias Carrillo						N° de Ficha 8		
Estudio de caso "Estudio Patológico y propuesta de Intervención en Puente Mojao - Atánquez municipio de Valledupar". Ficha Técnica - Identificación de lesiones								

TIPO DE FICHA	IDENTIFICACIÓN DE LESIONES II							
Proyecto:	Estudio Patológico y Propuesta de Intervención Puente Mojao - Atánquez							
Localización	Corregimiento de Atánquez - Vereda El Mojao, Resguardo indígena Kankuamo							
Municipio	Valledupar							
Departamento	Cesar							
IDENTIFICACIÓN DE LESIONES.								
N°	UBICACIÓN DE LESIÓN	ELEMENTO/SITIO ESPECÍFICO	LESIONES					
			ORÍGEN					
			FÍSICAS	MECÁNICAS	QUÍMICAS			
5	Tablero	Carpeta superior	Fisuras por retracción o temperatura, Desnivel o deformación diferencial	Grietas por carga, por dilatación/contracción, fisuras por acabado, desprendimiento por acabado continuo y erosión mecánica.	Corrosion del refuerzo, Carbonatacion			
6	Accesorios	Barandas	Deformacion por impacto, vibraciones, asentamiento	impacto localizado, perdida de materiales, fatiga	Corrosion, oxidacion en soldaduras, ataque ambiental			
N°	UBICACIÓN DE LESIÓN	ELEMENTO/SITIO ESPECÍFICO	CAUSAS					
			DIRECTAS				INDIRECTAS	
			FÍSICAS	MECÁNICAS	QUÍMICAS BIOLÓGICAS	LESIONES PREVIAS	PROYECTO	OTROS
5	Tablero	Carpeta superior calzada #3	Agentes atmosféricos	Impactos, sobrecarga,rozamientos, perdida de la capacidad portante, incompatibilidad de los materiales, perdida de adherencia.	Contaminación ambiental y humedad	Deformaciones	Deficiente concepción del proyecto, elección de la técnica constructiva, diseño constructivo.	falta de mantenimiento
6	Accesorios	Barandas	Impactos o colisiones, vibraciones, desplazamiento de anclaje	fatiga, torsion o flexion excesiva	Oxidación localizada en soldaduras o uniones, corrosion, ataque quimico ambiental	deformaciones, perdida de material	Deficiente concepción del proyecto	Mala calidad de los materiales, falta de mantenimiento
Responsables del estudio: Ing. Daniel Felipe Arias Carrillo						N° de Ficha 9		
Estudio de caso "Estudio Patológico y propuesta de Intervención en Puente Mojao - Atánquez municipio de Valledupar". Ficha Técnica - Identificación de lesiones II								

FORMATO ESTRUCTURA

CURSO OPCIÓN DE GRADO

Especialización Patología de la Construcción

DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL - ESTRIBOS EN CONCRETO REFORZADO									
Proyecto: Estudio Patológico y Propuesta de Intervención Puente Mojao - Atáquez									
Localización: Corregimiento de Atáquez - Vereda El Mojao, Municipio de Atáquez, Departamento de Antioquia									
Municipio: Atáquez									
Departamento: Antioquia									
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL EN CONCRETO REFORZADO									
Nº	UBICACIÓN DE LA LESIÓN	ELEMENTO	Ubicación de la lesión: ESTRIBO de apoyo 1 Y 2						
1	Subestructura	Estribos en concreto reforzado	Descripción de la lesión: Siccación y erosión en la base, se observa pérdida de material y cavidades en el terreno de cimentaciones, con riesgo de asentamientos diferenciales y pérdida de estabilidad						
Cuadro de lesiones		Tipo de lesión	Clasificación de la lesión	CAUSAS DIRECTAS		DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	CAUSAS	PREDIAGNÓSTICO	POSIBLES AGRAVANTES
		Primaria	Secundaria	I	M	S			
FÍSICAS	Humedad						Se evidencia un proceso de siccación y erosión en la base de los estribos, con pérdida de material y formación de cavidades en el terreno de cimentación. La acción hidráulica del cauce ha debilitado la superficie de apoyo, lo que aumenta el riesgo de asentamientos diferenciales y afecta la estabilidad global de la estructura. Las fuerzas en vigas y tablero son causadas por retención del concreto, cambios térmicos, cargas repetitivas y asentamientos. El desdoblamiento de recubrimiento y corrosión de armadura se debe a la carbonatación, humedad persistente y penetración de cloruros. La humedad generalizada responde a filtraciones pluviales, fallas en drenaje y capilaridad del terreno. Finalmente, la siccación en los estribos es provocada por la acción hidráulica del cauce y la ausencia de defensas hidráulicas.	El Puente Mojao - Atáquez presenta deterioro moderado a avanzado, con fuertes desdoblamiento de recubrimiento, corrosión incipiente, humedad generalizada y siccación en estribos. Aunque aún es funcional, las lesiones comprometen su durabilidad y seguridad si no se interviene pronto.	El deterioro del Puente Mojao - Atáquez puede agravarse por el aumento de caudales en épocas de lluvias que aceleren la socavación, la falta de mantenimiento que permita el avance de la corrosión, el tránsito vehicular constante que incremente la fatiga en vigas y tablero, la persistencia de humedad por deficiencias en drenaje y la ocurrencia de eventos adversos como sismos o crecientes súbitas que intensifiquen el daño estructural.
	De obra								
	Capilar								
	Filtración		X						
	Condensación								
	Accidental		X						
	Suciedad								
	Daños		X						
	Lavado Diferencial		X						
	Erosión								
Alimentación									
MECÁNICAS	Grutas						INSPECCIÓN VISUAL AFECTACIÓN DE BAÑOS NIVEL DE RECUPERACIÓN NIVEL DE BAÑOS PREVENCIÓN/INTERVENCIÓN	ESTRUCTURAL ARQUITECTÓNICA FUNCIONAL (X) OBLIGATORIA (X) CONVENIENTE RECOMENDABLE LEVE MODERADO SEVERO (X) GRAVE	    
	Empuje								
	Impactos								
	Rotamientos								
	Sobrecarga								
	Pérdida de la capacidad portante								
	Asentamiento del terreno								
	Incompatibilidad de materiales								
	Pérdida de adherencia								
	Consumación ambiental								
QUÍMICAS	Humedad	X					La siccación detectada en los estribos del puente exige medidas inmediatas y de largo plazo. En cuanto a la prevención, se recomienda la implementación de un mas de drenaje y control hidráulico que reduzcan la erosión del terreno, así como la construcción de defensas perimetrales (muretes, gaviones o muros de contención) que disipen la energía del agua en épocas de crecida. Adicionalmente, es fundamental realizar inspecciones periódicas e implementar lluvias intensas para monitorear el avance del problema (Revisión ALCONPAT, s.f.). En términos de intervención correctiva, se requiere la consolidación del terreno de cimentación mediante pillos compactados o inyecciones de mortero fluido en las cavidades, reforzando las zonas debilitadas. También es pertinente restaurar el recubrimiento de concreto deteriorado y aplicar revestimientos protectores contra la humedad y la acción directa del agua. Nelson, Katali-Bernat y Smithson (2016) destacan que estas medidas prolongan la vida útil de los apoyos y evitan pérdidas de capacidad portante asociadas a la erosión. De no atenderse oportunamente, la progresión de la siccación podría comprometer de manera irreversible la estabilidad global de la estructura. Por tanto, la intervención preventiva y correctiva en los estribos debe considerarse prioritaria dentro de cualquier plan de mantenimiento integral del puente.	Consumación ambiental Humedad Gases solubles controlados Agresiones ambientales Organismos Revestimientos Deformaciones Grutas y fisuras Desdoblamiento Corrosión Organismos	
	Grutas								
	Carga	X							
	Dilatación/Contracción								
	Fisuras								
	Empuje								
	Acabado continuo								
	Acabado continuo								
	Acabado por								
	Acabado por								
QUÍMICAS BIOLÓGICAS	Eflorescencias						CAUSAS INDIRECTA PROYECTO OTROS	Deficiente concepto del proyecto Falta de la técnica constructiva Planificación constructiva Falta de especificaciones Ejecución Defectos de fabricación del material Baja calidad del material Interrupciones Falta de mantenimiento	
	Oxidación	X							
	Corrosión	X							
	Por oxidación								
	Por asonamiento								
	Por atracción diferencial								
	Por gas Galvánico								
	Integración								
	Organismos								
	Animales								
Vegetales									
Plantas									
Plantas									

FORMATO ESTRUCTURA

CURSO OPCIÓN DE GRADO

Especialización Patología de la Construcción

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA													
TIPO DE FICHA: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL - VIGA IPE 400													
Proyecto: Estudios Patológicos y Propuesta de Intervención Puente Mojás - Atáquez													
Ubicación: Corregimiento de Atáquez - Vereda El Mojás, Resguardo indígena Kankiamó													
Municipio: Valledupar													
Representante: C.A. S.A.													
DIAGNÓSTICO VIGA IPE 400													
N°	UBICACIÓN DE LA LESIÓN	ELEMENTO	Ubicación de la lesión: Viga transversal IPE 400 Cans 6										
1	Subestructura	Viga transversal IPE 400	Descripción de la lesión: deformación leve en alna y alas por pandeo y flexión, acompañada de microfisuras en soldaduras y uniones atornilladas que evidencian fatiga. Se observa corrosión generalizada										
Cuadro de lesiones		Tipo de lesión		Clasificación de la lesión		CAUSAS DIRECTAS		DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	CAUSAS	PREDIAGNÓSTICO	POSIBLES AGRAVANTES		
		Primaria	Secundaria	F	M	R							
FÍSICAS	Humedad						FÍSICAS	Agresión atmosférica (nieve, viento, heladas, cambios térmicos, contaminación)	X	La viga metálica tipo IPE 400 transversal presenta deformación leve en alna y alas por pandeo y flexión, acompañada de microfisuras en soldaduras y uniones atornilladas que evidencian fatiga. Se observa corrosión generalizada y localizada (pinpoint) en la parte inferior y soles, asociada a pérdida de recubrimiento protector y acumulación de suciedad que retiene humedad, con reducción del espesor efectivo de la sección. Las lesiones comprometen la capacidad portante y la rigidez del elemento, generando riesgo de propagación de fisura y disminución de la vida útil estructural.	La lesión en la viga metálica IPE 400 transversal se origina por la acción combinada de sobrecargas y esfuerzos externos que generan puntos de racha en uniones, puntos de fatiga y corrosión, evidenciando pérdida de capacidad portante y rigidez. A esto se suma la acumulación de suciedad en las alas, que retiene agua y acelera el deterioro, así como soldaduras y uniones defectuosas que generan microfisuras y corrosión intergranular, todo agravado por la falta de mantenimiento preventivo oportuno.	El prediagnóstico indica que la viga metálica IPE 400 transversal presenta un deterioro progresivo de origen principalmente estructural y corrosivo, evidenciado en deformaciones, fisuras en uniones y pérdida de espesor por oxidación, lo cual compromete su capacidad portante y rigidez. Se sugiere intervención correctiva y preventiva, el dato podría evolucionar hacia fallas críticas que afecten la seguridad y funcionalidad de la estructura.	Los posibles agravantes para la viga metálica IPE 400 transversal son la exposición continua a la humedad y agentes contaminantes, la falta de un sistema de protección anticorrosiva adecuado, la ausencia de mantenimiento preventivo periódico, la acumulación de cargas dinámicas y vibraciones por tránsito constante, la presencia de suciedad y material retenido que favorece la corrosión localizada, y la persistencia de uniones y soldaduras deficientes, factores que en conjunto pueden acelerar el deterioro y reducir drásticamente la vida útil del elemento estructural.
	De otra												
	Capilar						MECÁNICAS	Sumo		INSPECCIÓN VISUAL	TIPIFICACIÓN DE LA LESIÓN		
	Filtración		X					Empuje				AFECCIÓN DE DADOS	
	Contaminación							Empujes	X				
	Accidental		X					Atornillados	X				
	Suciedad							Subcarga	X				
	Chapoteo		X					Pérdida de la capacidad portante					
	Lavado Diferencial		X					Asestamiento del terreno					
	Erosión							Incompatibilidad de materiales					
Atmósferica	X					Pérdida de adherencia							
MECÁNICAS	Grútas						QUÍMICAS	Contaminación ambiental	X	NIVEL DE RECUPERACIÓN	NIVEL DE DAÑOS		
	Carga							Humedad	X				
	Obstrucción/Contaminación							Sales solubles corroides	X				
	Pisuras							Agresiones ambientales	X				
	Expansión							Organismos	X				
	Acidulidad							Humedades	X				
	Desperdiciamiento							Deformaciones	X				
	Acidulidad continua							Puntos y juntas	X				
	Acidulidad por elementos							Desperdiciamiento	X				
	Erosión							Corrosiones	X				
QUÍMICAS BIOLÓGICAS	Alcalinidad		X				LESIONES PREVIAS	Agresiones	X	PREVENCIÓN/INTERVENCIÓN			
	Alcalinidad							Corrosiones	X				
	Alcalinidad							Agresiones	X				
	Alcalinidad							Corrosiones	X				
	Alcalinidad							Agresiones	X				
	Alcalinidad							Corrosiones	X				
	Alcalinidad							Agresiones	X				
	Alcalinidad							Corrosiones	X				
	Alcalinidad							Agresiones	X				
	Alcalinidad							Corrosiones	X				
QUÍMICAS BIOLÓGICAS	Enfermedad		X				CAUSAS INDIRECTAS	Deficiente concepto del proyecto	X	PROYECTO			
	Corrosión		X					Falta de la técnica constructiva	X				
	Por oxidación							Deficiente Constructivo	X				
	Por contaminación							Cambio especificaciones	X				
	Por contaminación							Deficiente	X				
	Por contaminación							Defectos de fabricación en mano de obra	X				
	Por contaminación							Mala calidad del material	X				
	Por contaminación							Deficiente	X				
	Por contaminación							Deficiente	X				
	Por contaminación							Deficiente	X				
QUÍMICAS BIOLÓGICAS	Organismos						OTROS	Deficiente	X				
	Organismos							Deficiente	X				
	Organismos							Deficiente	X				
	Organismos							Deficiente	X				
	Organismos							Deficiente	X				
	Organismos							Deficiente	X				
	Organismos							Deficiente	X				
	Organismos							Deficiente	X				
	Organismos							Deficiente	X				
	Organismos							Deficiente	X				
Responsables del estudio: Ing. Daniel Felipe Ariza Castillo													
Estudio de caso "Estudio Patológico y propuesta de intervención en Puente Mojás - Atáquez municipio de Valledupar". Fecha Técnica - Diagnóstico Inicial													
N° de Ficha 12													



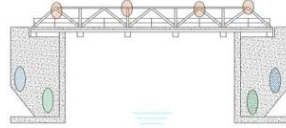
Especialización Patología de la Construcción

[illegible]

FORMATO ESTRUCTURA

CURSO OPCIÓN DE GRADO

Especialización Patología de la Construcción

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA											
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL - LOSA EN CONCRETO REFORZADO											
Proyecto: Edificio Patológico y Propuesta de Intervención Puente Majao - Atáquez											
Localización: Corregimiento de Atáquez - Vereda El Mojón, Resguardo Indígena Kankasú											
Municipio: Atáquez											
Departamento: Cauca											
DIAGNÓSTICO LOSA CONCRETO REFORZADO											
N°	UBICACIÓN DE LA LESIÓN	ELEMENTO	Ubicación de la lesión: Losa en concreto reforzado 5 secciones								
1	Subestructura	Losa en concreto reforzado	Descripción de la lesión: La losa de concreto presenta lesiones asociadas a fisuración, desgaste superficial y deterioro por agentes externos								
Cuadro de lesiones		Tipo de lesión		Clasificación de la lesión		CAUSAS DIRECTAS		DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	CAUSAS	PREDIAGNÓSTICO	POSIBLES AGRAVANTES
		Primaria	Secundaria	I	M	S	R				
FÍSICAS								La losa de concreto presenta un deterioro progresivo visible en su superficie y sección existente, con lesiones que responden tanto a acciones mecánicas como a procesos fisico-químicos. Se evidencian fisuras longitudinales, transversales, producto de la fatiga por cargas repetitivas del tránsito, retención del material que generan dilataciones y contracciones diferenciales. En las zonas de mayor sollicitación, especialmente sobre apoyos y bordes, las fisuras se han ampliado, lo que facilita la infiltración de agua y agentes contaminantes hacia el interior del concreto. Adicionalmente, se aprecia desgaste superficial por abrasión en la capa de medullera debido al tránsito constante de vehículos, lo que provoca pérdida de textura y reducción en la capacidad de adherencia, así como el inicio de corrosión en el acero de refuerzo, que se manifiesta mediante la formación de óxidos y microcraqueos que agravan el agrietamiento.	Las lesiones de la losa de concreto se originan por la acción repetitiva de cargas vehiculares que generan fatiga y agrietamiento, sumadas a variaciones térmicas y retención del material que provocan fisuras por dilatación y contracción. La infiltración de agua y agentes contaminantes acelera el deterioro al alcanzar el acero de refuerzo, favoreciendo procesos de corrosión interna. A su vez se alaba el desgaste superficial por abrasión debido al tránsito constante, la pérdida de recubrimiento por erosión en zonas críticas y la falta de mantenimiento preventivo, que en conjunto permiten la progresión del daño y reducen la durabilidad de la losa.	El prediagnóstico señala que la losa de concreto presenta un deterioro progresivo por fisuración, abrasión y corrosión incipiente del refuerzo, derivado de cargas repetitivas, variaciones térmicas y filtración de agua, lo que comprometen su durabilidad y resistencia; lo que requiere medidas correctivas y preventivas, el daño puede avanzar hacia una pérdida significativa de capacidad estructural y funcionalidad del puente.	Los posibles agravantes en la losa de concreto son la exposición continua a cargas dinámicas y de impacto por tránsito pesado, la filtración persistente de agua y agentes contaminantes que aceleran la corrosión del refuerzo, la ausencia de un sistema de sellado o drenaje adecuado que permita la acumulación de humedad, el incremento de fisuración por ciclos térmicos y retención, el desgaste acelerado de la superficie por abrasión vehicular, y la falta de mantenimiento oportuno, factores que en conjunto pueden intensificar la pérdida de sección resistente y reducir de manera crítica la vida útil de la losa.
FÍSICAS								Inspección visual ESTRUCTURAL ARQUITECTÓNICA FUNCIONAL (X) ESTÉTICA (X) OBLIGATORIA (X) CONVENIENTE RECOMENDABLE NIVEL DE RECUPERACIÓN NIVEL DE DAÑOS LEVE MODERADO SEVERO (X) GRAVE	TIPIFICACIÓN DE LA LESIÓN  		
MECÁNICAS								Sumo Empuje Impactos Deslizamientos Subsencia Fenómeno de capilaridad Asentamiento del terreno Incompatibilidad de materiales Pérdida de adherencia	MECÁNICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
MECÁNICAS								Grietas Carga Dilatación/Contracción Fisuras Segunda Corrosión Desgaste superficial Acabado continuo Retenido por Corrosión Corrosión	MECÁNICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BIOLÓGICAS								Atmósferas Industria Corrosión Por oxidación Por inmersión Por abrasión Por contaminación Organismos Animales Vegetales Microbios	QUÍMICAS CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Humedad Sales solubles Agresiones atmosféricas Agresiones químicas Corrosión Defectuosa Grietas y fisuras Desplazamientos Corrosión Deterioro		
QUÍMICAS BI											



FORMATO ESTRUCTURA
CURSO OPCIÓN DE GRADO

[illegible]