



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

**EVALUACION DEL PUENTE SOBRE EL RIO OCOA UTILIZANDO LA METODOLOGIA DE
INSPECCION PRINCIPAL (VISUAL) DE PUENTES DE CONCRETO REFORZADO EN SERVICIO
SEGÚN MANUAL DE INVIAS**

MARIA MARCELA LOZANO ORTIZ

Código. 2181810

KATERINE MERCEDES ZAPATA POLO

Código. 2161791

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO – TPI

**PRESENTADO COMO REQUISITO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE ESPECIALISTA EN
PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS
ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
BOGOTA D.C
ENERO 15 de 2018**



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

**EVALUACION DEL PUENTE SOBRE EL RIO OCOA UTILIZANDO LA METODOLOGIA DE
INSPECCION PRINCIPAL (VISUAL) DE PUENTES DE CONCRETO REFORZADO EN SERVICIO
SEGÚN MANUAL DE INVIAS**

MARIA MARCELA LOZANO ORTIZ

Código. 2181810

KATERINE MERCEDES ZAPATA POLO

Código. 2161791

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO – TPI

**PRESENTADO COMO REQUISITO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE ESPECIALISTA EN
PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION**

DIRECTOR.

ING. ANDRES RAMIREZ GOMEZ

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS
ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
BOGOTA D.C
ENERO 15 de 2018**



TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. PRELIMNARES.....	6
1.1 INTRODUCCIÓN	6
1.2 OBJETIVO GENERAL	6
1.2.1 OBJETIVO ESPECIFICO	6
1.3 JUSTIFICACIÓN	7
1.4 ALCANCE.....	7
1.5 METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL ESTUDIO PATOLÓGICO.....	7
1.5.1 METODOLOGIA PARA LA PRESENTACION INFORME DE PATOLOGIA.	12
2. DESARROLLO DEL ESTUDIO PATOLOGICO	13
2.1.1 ETAPA I: HISTORIA CLÍNICA.....	17
2.1.1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	17
2.1.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	17
A. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	17
B. VISITA DE INSPECCIÓN.....	17
C. DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA ESTRUCTURA EN INSPECCIONES ANTERIORES ...	21
2.2 ETAPA II: DIAGNOSTICO.....	22
2.2.1 LEVANTAMIENTO DETALLADO DE LA ESTRUCTURA.....	27
2.2.2 LESIONES EN LA ESTRUCTURA.....	29
A. PLANOS	29
B. FICHA TÉCNICAS DE LAS LESIONES PRESENTADAS EN EL PUENTE.....	39
2.2.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN VISUAL	45
2.2.3.1 EVALUACIÓN DE PROBLEMAS DE SOCAVACIÓN.....	45
2.2.3.1.1 PREVENCIÓN Y REHABILITACIÓN DE PROBLEMAS DE SOCAVACIÓN	59
2.2.3.1.1.1 TIPOS DE INTERVENCIÓN SEGÚN CALIFICACIÓN DE LA SOCAVACIÓN	60
A. R3. PEDRAPLENES.....	60
B. R6. RECUBRIMIENTO DEL LECHO.....	61
C. R7. DISPOSITIVOS DE GEOMETRÍA SENCILLA (HEXÁPODOS O SIMILARES).....	61
3. PRESUPUESTO GENERAL DE INTERVENCIÓN.....	63



4.	CONCLUSIONES	65
5.	BIBLIOGRAFIA.....	66

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.(Certificado de calibración estación total.)	15
Imagen 2.(Certificado de calibración de Nivel Automático.)	16
Imagen 3.(Localización Georeferenciada puente y cauce de río aguas arriba y aguas abajo.)	19
Imagen 4.(Formato de inventario de puentes- SIPUCOL.)	20
Imagen 5.(Estado General del puente- estudios anteriores.)	21
Imagen 6.(Necesidades Preventivas de la Vía - estudios anteriores.)	21
Imagen 7.(Necesidades Críticas de la Vía - estudios anteriores.)	21
Imagen 8.(FORMATO DE INSPECCION PRINCIPAL DE PUENTES .)	22
Imagen 9.(Formato de Inspección Principal de Puentes .)	23
Imagen 10.(Formato de Inspección Principal de Puentes.)	24
Imagen 11.(Levantamiento de Puentes – Trabajo de Campo – Estudios Anteriores)	26
Imagen 12.(Ubicación Drenajes Andenes Peatonales Margen Derecha.)	27
Imagen 13.(Ubicación Drenajes Andenes Peatonales Margen Izquierda.)	28
Imagen 14.(Planta General Puente – Ubicación de lesiones en placas de aproximación.)	29
Imagen 15 y 16.(Detalle levantamiento de lesiones placa de aproximación estribo 1 .)	30
Imagen 17 y 18.(Detalle levantamiento de lesiones placa de aproximación estribo 2 .)	31
Imagen 19 .(Sección Transversal general del puente)	32
Imagen 20, 21, 22, 23.(Levantamiento de Lesiones de Estribo 1 .)	33
Imagen 24, 25, 26, 27.(Levantamiento de Lesiones de Estribo 2.)	34
Imagen 28, 29 .(Levantamiento de Lesiones de Junta 1.)	35
Imagen 30, 31 .(Levantamiento de Lesiones de Junta 2.)	36
Imagen 32, 33 .(Levantamiento de Lesiones de Junta 3.)	37
Imagen 34, 35 .(Levantamiento de Lesiones de Junta 3.)	38
Imagen 36 .(Ficha de Levantamiento de Lesiones 1, Losa-Junta).	39
Imagen 37 .(Ficha de Levantamiento de Lesiones 2, Junta, andenes, bordillos)	40
Imagen 38 .(Ficha de Levantamiento de Lesiones 3, Conos/taludes, aletas).	41
Imagen 39 .(Ficha de Levantamiento de Lesiones 4, Aletas, Estribo).	42
Imagen 40 .(Ficha de Levantamiento de Lesiones 5, Pilas, Apoyos).	43
Imagen 41 .(Ficha de Levantamiento de Lesiones 6, Vigas, Cauce).	44
Imagen 42 .(Figura pila Cilíndrica).	46
Imagen 43 .(Figura Socavación Local).	47
Imagen 44 .(Tabla de Identificación de Evidencias de Socavación).	47
Imagen 45 .(Tabla de Ancho del cauce)	48
Imagen 46, 47, 48 (Levantamiento de la Sección Transversal del Cauce del Río.)	49
Imagen 49, 50 (Tabla de Profundidad del Cauce en diferentes puntos.)	50
Imagen 51 (Tabla del perímetro del cauce .)	50
Imagen 52 (Tabla de Dimensiones de estribos y pilas .)	51
Imagen 53 (Tabla de Área de Sección Transversal del Cauce .)	51
Imagen 54 (Tabla de Factor Multiplicador .)	52
Imagen 55 (Tabla de Profundidad de desplazante .)	52
Imagen 56 (Tabla de Velocidad Actual del Cauce .)	53
Imagen 57 (Tabla de Velocidad Maxima .)	53



Imagen 58 (Grafico A máx/ B máx .)	55
Imagen 59 (Grafico H vs Hs – Suelos no Cohesivos)	55
Imagen 60, 61, 62 (Socavación en Pila Rectangular)	56
Imagen 63 (Grafico de valor ds)	58
Imagen 64 (Tabla de Susceptibilidad a la Socavación y Recomendaciones de intervención)	59
Imagen 65 (Tabla de Susceptibilidad a la Socavación y Recomendaciones de intervención)	59
Imagen 66, 67, 68, 69 (Instalación de Predraplenes)	60
Imagen 70, 71 (Instalación de Recubrimiento del lecho)	61
Imagen 72, 73 (Dispositivos de Geometría Sencilla- Hexápodos o Similares)	62
Imagen 74 (Presupuesto General de Intervención)	63
Imagen 75 (Presupuesto General de Intervención)	64

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.(Cauce del rio aguas arriba- estudios anteriores .)	26
Fotografía 2.(Socavación local – playa en pila central – residuos de material arrastrado por el cauce)	57
Fotografía 3.(Evidencia de Socavación en pila central – residuos de material arrastrado por el cauce- Puente Rio Ocoa)	57
Fotografía 4.(Socavación pila centra costado lateral – residuos de material arrastrado por el cauce- Puente Rio OCoa)	58



1. PRELIMNARES

1.1 Introducción

Los puentes, son estructuras fundamentales en el desarrollo urbanístico, ya que permite la intercomunicación y conectividad con otros sectores permitiendo el libre tránsito, tanto vehicular como peatonal, por lo que se hace necesario realizar una serie de revisiones como por ejemplo “la Inspección principal (visual) que es el procedimiento por el cual se evalúa en qué condiciones se encuentra una infraestructura, cuando está en uso o en condiciones de estarlo, y sin interferir demasiado con los usuarios normales de la infraestructura”. (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005). Es un procedimiento habitual en grandes obras de ingeniería, como en puentes, presas y vías de ferrocarril.

La importancia de los puentes en el desarrollo y en las relaciones humanas ha sido el objetivo principal del impulso para el conocimiento en la construcción y mantenimiento de dichas estructuras, cuyo propósito inicial de un puente es superar un obstáculo para luego continuar el camino. Sin embargo, tomando en cuenta la literatura técnica sobre clasificaciones de puentes, es necesario considerar aspectos de diseño, tales como obstáculos superados, vistas laterales, cantidad de vanos libres, área de soporte que constituye el material, naturaleza del tránsito, etc.

La Inspección Principal implica la observación minuciosa de todos los elementos accesibles del puente, con los siguientes propósitos:

- Mantener la seguridad del tránsito.
- Evaluar la necesidad de Reparaciones.
- Vigilar los cambios en la condición de los puentes.
- Realizar el seguimiento a la ejecución de los trabajos de limpieza y mantenimiento rutinario.

1.2 Objetivo General

Realizar evaluación por medio de inspección principal (visual) al puente sobre el río Ocoa utilizando metodologías no destructivas para determinar las condiciones actuales para la inspección de puentes de concreto reforzado en servicio. (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)

1.2.1 Objetivo Especifico

- Realizar una historia clínica, diagnóstico y propuesta de intervención basados en la inspección visual principal del puente sobre el río Ocoa, de tal manera que nos permita definir mejor las patologías presentadas en este.
- Clasificar los tipos de daños, analizando la información recopilada, aplicando el formato de INVIAS (Formato para inspección principal (visual) de puentes y pontones; y formato de inventario de puentes)
- Formular alternativas de solución para las lesiones encontradas.
- Realizar un presupuesto a las alternativas de solución con base a las lesiones identificadas en el puente sobre el río Ocoa
- Elaborar una programación de obra, para la intervención del Puente sobre el río Ocoa.

1.3 Justificación

El propósito del estudio del puente sobre el río Ocoa en la vía que de Villavicencio conduce a Puerto López, es desarrollar un análisis, y diagnóstico de las lesiones a través de la inspección principal que presenta este puente, ya que es de gran importancia debido a que comunica a las regiones más productivas en la industria petrolera con el resto del país, como Rubiales, Pompeya, Puerto Gaitán, algunos municipios del Casanare, etc. El colapso de este puente implicaría un sobrecosto incalculable en el transporte del crudo, además de perjudicar a muchos municipios que dependen de esta vía para abastecerse de alimentos, turismo, y comercio en general.

Así mismo brindar alternativas viables de intervención que sean aprovechadas por las entidades competentes y así evitar que se vea afectada la población que utiliza este corredor vial y en consecuencia se impactaría la economía del departamento y el país.

1.4 Alcance

Se realizará inspección principal (visual) al puente sobre el Río Ocoa, la cual consiste en una verificación de la condición de todas las partes de la estructura. Basado en los manuales para inspección de puentes y pontones de INVIAS, con el apoyo del Manual para la evaluación preliminar de la vulnerabilidad de puentes de la red vial principal de Colombia elaborado por la Universidad de los Andes.

Geográfica.

Para el desarrollo de la propuesta de TPI se tiene como campo de acción el puente sobre el río OCOA ubicado en el Municipio de Villavicencio (departamento del Meta), el cual hace parte de la ruta 4007 Villavicencio – Puerto López perteneciente al Instituto nacional de Vías – INVIAS, territorial 16; identificación del puente No. 001.00.

Permisos y autorizaciones.

Se recibió autorización por parte del Instituto Nacional de Vías – INVIAS – por medio del oficio No. DT-MET 33089 del 20 de junio de 2014, firmado por el Director territorial Meta el ingeniero JAIME ANDRE LEON ORTIZ, donde se da autorización para realizar Inspección Principal (visual), en donde se expresa que no se pueden realizar ensayos destructivos en el puente ya que este estaba en servicio y era un puente vital para el desarrollo del municipio y del país.

1.5 Metodología Utilizada en el Estudio Patológico

- **Metodología para la inspección principal**

Se utilizará la metodología que sugiere el Manual para la inspección visual de puentes y pontones elaborado para el Instituto Nacional de Vías INVIAS y Manual para la evaluación preliminar de la vulnerabilidad de puentes de la red vial principal de Colombia elaborado por la Universidad de los Andes.

La metodología establece que la inspección principal de un puente corresponde a una verificación visual de la condición de todos los componentes de la estructura evaluando numéricamente el estado de daño de cada uno, de manera tal que se minimice la subjetividad y se establezca una calificación general y una priorización de reparaciones a la estructura. (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad Nacional de Colombia, 2003).

A continuación, se resume la nomenclatura empleada para la calificación del daño y el tipo de daño, con las cuales se evalúa cada uno de los siguientes componentes de la estructura:

1. Superficie del puente.
2. Juntas de expansión.
3. Andenes y bordillos.
4. Barandas metálicas
5. Barreras de tráfico en concreto.
6. Aletas.
7. Estribos.
8. Pilas.
9. Apoyos.
10. Placa superior de tablero.
11. Vigas y diafragmas.
12. Elementos de arco.
13. Cables/pendolones/torres/macizos.
14. Elementos de armadura.
15. Cauce.
16. Otros elementos.
17. Puente en general.

Cada elemento recibe una escala de calificación de 0 a 5 según el grado de daño que presente, descrito según la siguiente definición:

0. Sin daño, o con 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.
- ? Desconocido.

Igualmente, el tipo de daño tiene una calificación numérica definida a partir de la siguiente numeración:

- 10 Daño estructural (Sobrecarga / diseño insuficiente)
- 15 Vibración excesiva
- 20 Impacto
- 30 Asentamiento / Movimiento
- 40 Erosión / socavación
- 45 Sedimentación
- 50 Corrosión de acero estructural



- 60 Daño en concreto/ Corrosión de reforzamiento
- 65 Daño en concreto/ Acero Expuesto
- 70 Descomposición
- 80 Infiltración
- 90 Otro
- 91 No Aplicable
- 92 Desconocido
- 93 No Registrado

Como resultado de la inspección principal (visual), se analizarán aspectos importantes como son: ubicación del puente en relación al caudal del río, geometría del puente.

MODULO DE INVENTARIO

Códigos para Inventario e Inspección Principal

- General

- 90 Otro
- 91 No aplicable
- 92 Desconocido
- 93 No registrado

- Clase de distribución de carga

- 1 Distribución en 2 direcciones
- 2 Distribución en 1 dirección
- 3 No hay distribución

- Tipo de obstáculo

- 10 Carretera nacional (del INV)
- 11 Carretera concesionada
- 12 Otra carretera (no del INV)
- 13 Paso peatonal
- 20 Ferrocarril
- 30 Rio Arroyo
- 31 Canal
- 40 Valle

- Requisitos de inspección

- 0 Nada
- 1 Grúa con canastilla ("Snooper")
- 2 Grúa con canastilla ("Lift")
- 3 Bote
- 9 Otro

- Tipo de barandas

- 10 Mampostera
- 20 Concreto solido
- 21 Concreto solido con pasamanos metálicas



- 30 Pasamanos de concreto sobre pilastras de concreto
- 40 Pasamanos metálicas sobre pilastras de concreto
- 41 Pasamanos metálicas sobre pilastras metálicas
- 50 Construcción metálica ligera
- 60 Parte integral de la superestructura

- Tipo de superficie del puente

- 10 Asfalto
- 20 Concreto
- 30 Acero (con disp. de fricción)
- 40 Pavimento de piedra

- Tipo de juntas de expansión

- 10 Placa de acero
- 11 Placa de acero cubierto de asfalto
- 12 Placas verticales/ángulos de acero
- 13 Junta dentada
- 20 Acero con sello fijo de neopreno
- 21 Acero con neopreno comprimido
- 30 Bloque de neopreno
- 40 Junta de goma asfáltica
- 50 No dispositivo de junta
- 51 Junta de cartón asfaltado
- 52 Junta de cartón asfaltado con sello

- Tipo de estructuración transversal (de la superestructura)

- 10 Losa
- 11 Losa/viga, 1 viga
- 12 Losa/viga, 2 vigas
- 13 Losa/viga, 3 vigas
- 14 Losa/viga, 4 más vigas
- 30 Trabe cajón, 1 cajón
- 31 Trabe cajón, 2 más cajones
- 40 Armadura de paso inferior
- 41 Armadura de paso superior
- 42 Armadura de paso a través
- 50 Arco superior
- 51 Arco inferior, tipo abierto
- 52 Arco inferior, tipo cerrado
- 80 Provisional, tipo Bailey
- 81 Provisional, tipo Callender Hamilton

- Tipo de estructuración longitudinal (de la superestructura)

- 10 Simplemente apoyado, sección transversal constante
- 11 Simplemente apoyado, sección transversal variable



- 20 Viga continua, sección transversal constante
- 21 Viga continua, sección transversal variable
- 30 Viga Gerber, sección transversal constante
- 31 Viga Gerber, sección transversal variable
- 40 Pórtico, sección transversal constante
- 41 Pórtico, sección transversal variable
- 42 Cajones (box culvert)
- 50 Puente colgante
- 60 Puente atirantado

- Material (de la superestructura)

- 10 Concreto ciclópeo
- 11 Concreto sin refuerzo
- 20 Concreto reforzado, in situ
- 21 Concreto reforzado, prefabricado & in situ
- 30 Concreto presforzado, in situ
- 31 Concreto presforzado, prefabricado
- 32 Concreto presforzado, prefabricado & in situ
- 50 Acero
- 51 Acero y concreto
- 60 Piedra o roca
- 70 Ladrillo

- Tipo de estribos

- 10 Con aletas integradas
- 11 Con aletas separadas
- 20 Enterrado, sólido
- 21 Enterrado, columnas/pilotes con viga cabezal

- Tipo de pilas

- 10 Pila sólida
- 20 Columna sola
- 21 2-más columnas sin viga cabezal
- 30 Columna sola con viga cabezal
- 31 2-más columnas con vigas cabezales separadas
- 32 2-más columnas con viga cabezal común
- 33 Columnas con viga cabezal y diafragma
- 40 Pilotes con viga cabezal
- 41 Pilotes con viga cabezal y diafragma
- 50 Mástil (pilan) 60 Torre metálica

- Material de estribos/pilas

- 10 Mampostera
- 20 Concreto ciclópeo
- 21 Concreto reforzado
- 30 Acero



40 Acero y concreto

50 Tierra armada

60 Ladrillo

- Tipo de cimentación de estribos/pilas

10 Cimentación superficial

20 Pilotes de concreto

21 Pilotes de acero

22 Pilotes de madera

30 Caisson de concreto

40 Cajón autofundente

- Tipo de apoyos

10 Junta de construcción (acaso con una capa de cartón asfaltado de plomo)

20 Balancín de concreto

30 Placas de neopreno

40 Apoyo fijo de acero

41 Apoyo de deslizamiento (acero)

42 Balancín de acero

43 Apoyos de rodillos (acero)

50 asculante

1.5.1 METODOLOGIA PARA LA PRESENTACION INFORME DE PATOLOGIA.

El TPI será desarrollado en tres etapas bien diferenciadas:

- historia clínica
- Recopilación de la información general y específica del paciente
- Levantamiento de las lesiones y recopilación de la información con respecto a estas
- Indicios sobre las posibles causas de las diferentes lesiones
- Diagnóstico
- Definición y corroboración de las causas de las lesiones
- Comprobación de hipótesis
- Ensayos, pruebas, resultados de seguimientos, etc. (en caso que aplique)
- Propuesta de Intervención

Considerando los siguientes aspectos:

- Medidas preventivas
- Especificaciones
- Métodos
- Metodología
- Vulnerabilidad sísmica (en caso que aplique)
- Técnicas de intervención
- Programación
- Presupuesto

EQUIPO DE TRABAJO.

ING. KATERINE ZAPATA POLO: Ingeniera Civil, egresada de la universidad Cooperativa de Colombia en el año 2007, estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción Universidad Santo Tomas – Bogotá. Correo electrónico: kata924@hotmail.com

ING. MARIA MARCELA LOZANO ORTIZ: Ingeniera Civil, egresada de la Universidad del Quindío en el año 2006, estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción Universidad Santo Tomas – Bogotá. Correo electrónico: ingenieramarcelalozano@gmail.com.

Equipo de Apoyo y Asesores:

DOCENTE ASIGNADO: Ing. Andrés Ramírez docente asignado como apoyo para la realización del TPI.

TOPOGRAFO: Aldevier Zarta González, Ingeniero Topográfico Universidad Distrital Francisco José de Caldas año 2014.

INGENIERO ESTRUCTURAL: Juan Carlos Aldana, Ingeniero Civil, Universidad del Quindío, año 2007, y especialista en estructuras Universidad Nacional de Colombia año 2011.

2. DESARROLLO DEL ESTUDIO PATOLOGICO

Para la realización de la Inspección Principal del Puente sobre el Rio Ocoa en la vía que va desde Villavicencio a Puerto López en el Departamento del Meta, es necesario recopilar los planos record del Puente (en caso que existan), se necesitaran los parámetros de diseño iniciales para compararlos con las condiciones actuales (en caso que existan), inspecciones principales anteriores, estudios de transito anteriores, levantamiento topográfico actualizado, Manual de Inspección de Puentes y Pontones – INVIAS, estudios anteriores.

DEFINICIÓN DE MEDIOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA EXPLORACIÓN.

Para la realización de la exploración inicial del Puente sobre el Rio Ocoa en la vía que va desde Villavicencio a Puerto López en el Departamento del Meta, será necesario utilizar equipos de medición manual y electrónica para realizar el levantamiento de lesiones y la localización general del paciente, también se necesitaran formatos de registro de datos los cuales se encuentran en el manual de INVIAS para la inspección principal de un puente, además será necesario llevar, cámara, binoculares, brújulas, elementos para delimitación e identificación de lesiones en la estructura y demás elementos de visualización de detalles a largo alcance.

MEDIDAS PREVENTIVAS A TENER CUENTA.

Para la realización de la exploración inicial del Puente sobre el Rio Ocoa en la vía que va desde Villavicencio a Puerto López en el Departamento del Meta, se tendrán las siguientes medidas preventivas y de protección:

Utilizar elementos de protección como cascos, guantes, chalecos reflectivos, botas de caucho, ropa adecuada para la exposición del sol, bloqueador solar.

Se utilizarán conos reflectivos para indicar a los transeúntes y vehículos que hacen uso de este puente, que se está realizando una actividad en el paciente en cuestión, para que así reduzcan la velocidad y tengan precaución en el área donde se está realizando el estudio.

Se tendrán líneas de vida ancladas a un punto fijo en el puente en el caso que ocurra un crecimiento repentino del río, o una caída del personal en la corriente de este.

Señalización de personal trabajando

SERVICIOS ESPECIALIZADOS PARA LA EXPLORACIÓN

Debido a que a este puente no se le permite realizar ensayos destructivos no fue necesario la utilización de laboratorios de materiales para este fin, solo se contó con una comisión topográfica completa para la localización y levantamiento general del puente y el cauce del río que lo influye.

- Equipos de medición electrónica usados para el levantamiento detallado de las lesiones.

Se utilizó equipo de medición electrónica para topografía relacionados a continuación, los cuales fueron contratados por la empresa Ingeniería y Topografía Colombiana S.A.S, quienes fueron los que realizaron el levantamiento principal del puente:

- Estación total TOPCON modelo GTS235W serial: 271396.



Bogotá D.C. 04 de Febrero de 2015

Señor:
ALDEVER ZARTA
Ciudad

REF: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN ESTACIÓN TOTAL MARCA TOPCON MODELO GTS-235W SIN: 271396

INGENIERÍA Y TOPOGRAFÍA COLOMBIANA S.A.S. CERTIFICA que el equipo en mención ha sido sometido al proceso de confirmación metrológica utilizando los equipos de medición recomendados por TOPCON y siguiendo los parámetros indicados por el fabricante, teniendo como referencia el manual de reparación y calibración suministrado por el fabricante. Estos procedimientos cumplen con los estándares de calidad internacional según lo establecido por el fabricante.

Telescopio	Imagen Aumento Campo de Visión Poder de Resolución	Directa 30X 1°30'(2,3m a 100m) 1.30"
Medición de distancia	Distancia mínimo de enfoque Con Prisma Precisión modo MSR	1,3m/ 4,26 pies 3000m +(2 + 2ppm x D) mm
Medición de Ángulos	Sistema de Lectura Incremento mínimo (grados sexagesimales) Incremento mínimo (grados centesimales) Precisión	Detección fotobélica mediante codificador Detector Para V/H 1° o 5" 0,2 mgon o 1 mgon 5"
Compensador vertical automático	Sistema Margen de trabajo Precisión de ajuste	Detección eléctrica por líquido + 3" + 1" + 0,1 mg
Lumi-Guide	Margen de Trabajo Precisión de posicionamiento	Mayor de 100m/330 pies Dentro de aproximadamente 6 Cm
Niveles	Sensibilidad de ampolla de nivel plana	10"/2mm
Pantalla	Tipo	Cristal Líquido (16 caracteres x 2 líneas)
Capacidad de memoria	Puntos / coordenadas	8.000 puntos

Calle 132 N° 58 – 38
Bogotá Colombia
Tel. 4791413 Cel.: 3112239159
ventas@intopcol.com - ingenieria@intopcol.com

Batería BT-52 QA	Voltaje de salida Tiempo de Trabajo	7.2 V Recargable 10 Horas/aprox. 12000 medidas
Plomada Laser	L.D (láser visible)	Ok

Esta Certificación tiene una validez de seis (6) meses a partir de Febrero 04 del año 2015 Hasta Agosto 03 del año 2015.

Atentamente,

INTOPCOL SAS
INGENIERÍA Y TOPOGRAFÍA
COLOMBIANA SAS
Bogotá - Colombia
Nº. 900.657.171-6

PEDRO JESÚS VÁSQUEZ C.
Departamento Técnico
3112239159

Calle 132 N° 58 – 38
Bogotá Colombia
Tel. 4791413 Cel.: 3112239159
ventas@intopcol.com - ingenieria@intopcol.com

Imagen 1.(Certificado de calibración estación total.)

Autoría de INTOPCOL S.A.S

- Nivel de precisión automático TOPCON MODELO AT-B4 serial: MZ 6483



INTOPCOL S.A.S
Ingeniería y Topografía Colombiana S.A.S

Bogotá D.C. 06 de Febrero de 2015

Señor:
ALDEVIER ZARTA GONZÁLEZ
Ciudad

REF.: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE NIVEL AUTOMÁTICO MARCA TOPCON MODELO AT-B4 SERIAL: MZ6483

INGENIERÍA Y TOPOGRAFÍA COLOMBIANA S.A.S. CERTIFICA que el equipo en mención ha sido sometido al proceso de confirmación metrológica utilizando los equipos de medición recomendados por **TOPCON** y siguiendo los parámetros indicados por el fabricante, teniendo como referencia el manual de reparación y calibración suministrado por el fabricante. Estos procedimientos cumplen con los estándares de calidad internacional según lo establecido por el fabricante.

ESPECIFICACIONES:

Fue ajustado en colimador de precisión de 0.001 mm de error.

ENFOQUE MÍNIMO:	OK
NIVEL CIRCULAR:	OK
PRECISIÓN:	OK
COMPENSADOR:	OK
TORNILLOS DE NIVELACIÓN:	OK

Esta Certificación tiene una validez de seis (6) meses a partir de 11 de Febrero de 2015 hasta 10 de Agosto del año 2015.

Atentamente,


INTOPCOL SAS
Ingeniería y Topografía
COLOMBIANA SAS
Bogotá - Colombia
Tel. 990.667.171-0

PEDRO JESÚS VÁSQUEZ
Departamento Técnico
311 223 9159

Calle 132 N° 58 – 38
Bogotá Colombia
Tel. 4791413 Cel.: 3112239159
ventas@intopcol.com - ingenieria@intopcol.com

Imagen 2.(Certificado de calibración de Nivel Automático.)

Autoría de INTOPCOL S.A.S

2.1.1 Etapa I: Historia Clínica

2.1.1.1 Localización del proyecto

El puente sobre el río ocoa se encuentra ubicado aproximadamente en el K0+0708 en la vía Villavicencio puerto López – en Colombia en el Municipio de Villavicencio (departamento del Meta), el cual hace parte de la ruta 4007 Villavicencio – Puerto López perteneciente al Instituto nacional de Vías – INVIAS, territorial 16; identificación del puente No. 001.00. Latitud 4°6′45.42” N, longitud 73°36′20.71” O. (ver imagen)

2.1.1.2 Descripción del proyecto

a. Descripción de la Estructura

El puente está conformado por dos luces cada una de 31.20 m. en el cual cuenta con una superestructura del sistema viga-losa y presenta una sección transversal, conformada por una losa de concreto reforzado apoyada en cuatro vigas tipo I de concreto presforzado, unidas además por riostras de concreto reforzado en zona de apoyo y tres con distancias de 7.80m.

Las vigas se apoyan en los estribos de concreto reforzado y una pila central compuesta por tres columnas y coronadas por viga cabezote corrida única, y cimentados en pilotes de concreto. (ver tabla de inventario).

b. Visita de inspección

Se realiza la visita al puente rio ocoa el 14 de abril del 2015 en el cual se realiza una inspección principal (visual) el cual tuvo como finalidad de contener con toda la información necesaria para tener datos generales (ubicación, año de construcción, cantidad de luces, longitud mayor, ancho, tipología de la estructura).

En esta visita se realiza un primer análisis del estado de la estructura, donde esta consta de vigas I/tablero simplemente apoyadas en estribo y en una pila central.

La pila ubicada dentro del lecho del río, se observa socavación debido a que es visible parcialmente la cimentación ya que la cota de cimentación del puente se encuentra encima de la cota de socavación, así mismo esta pila genera obstrucción al cauce ya que se evidencia vegetación y escombros que hacen que se interrumpa el flujo libre del cauce en el centro haciendo que se desplace mayor flujo de cauce a los estribos. (Parra Palacio & Sedano Agudelo, Diciembre de 2011).

Así mismo se visualiza que estos estribos presentan musgosidad originada por la permeabilidad del concreto haciendo que este almacene humedad.

Las vigas metálicas de apoyo para los andenes presentan indicios de oxidación originados a la humedad que se deja pasar por las dilataciones entre losa y andén.

Por lo mencionado se realiza un procesamiento de la información para determinar las lesiones y las posibles soluciones.



Localización Georeferenciada puente y cauce de río aguas arriba y aguas abajo – Ver anexo archivo .cad

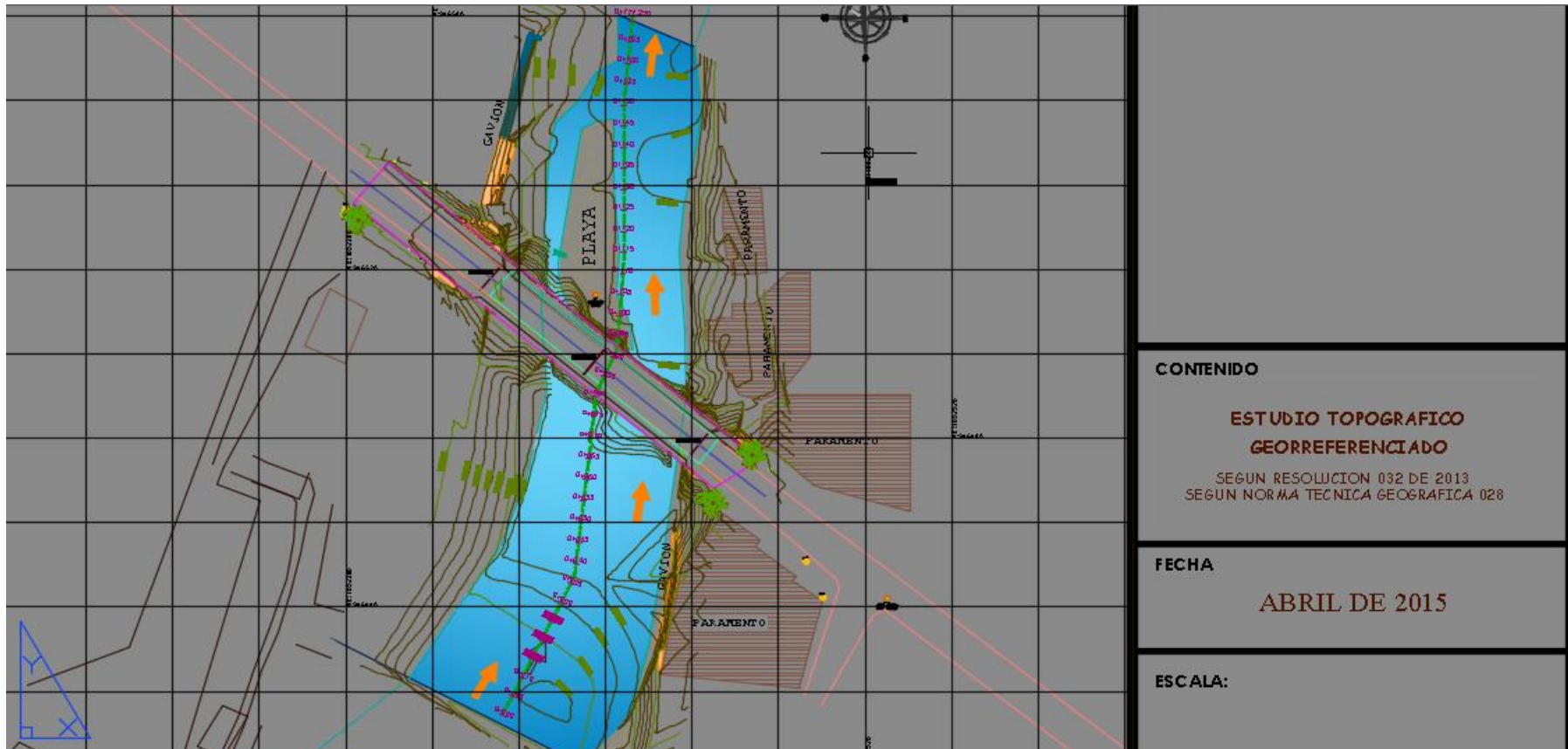


Imagen 3.(Localización Georeferenciada puente y cauce de río aguas arriba y aguas abajo.)

Autoría propia



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
SECRETARIA GENERAL TECNICA
Sistema de Administración de puentes
SIPUCOL
FORMATO DE INVENTARIO DE PUENTES

Nombre:	Puente K 0+780 sobre rio Ocoa	Identif.	1 6 -	Regional	4 0 0 7 -	Carretera	0 0 1 -	Ident. del puente	0 0
Carretera:	Villavicencio - Puerto Lopez			PR	0+780	regional		Meta	

PASOS								SUBESTRUCTURA			
No.	Tipo	Primero	Sup/Inf	Gálibo				ESTRIBOS		PILAS	
	Paso	(S/N)	(S/I)	I	IM	DM	D	Tipo:		Tipo:	
1				4,72	4,72	4,72	4,72	10		32	
2								21		21	
								10		20	

DATOS ADMINISTRATIVOS	
Año de construcción	Sin Datos
Area de construcción:	851,76
Dirección de absc. De la carret. (N/S/E/O)	E
Requisitos de inspección:	0
Número de secciones de inspección	2
Estación de Conteo	
Fecha de recolección de datos	abr-15
Iniciales del inspector	KZP - MML

DATOS TÉCNICOS	
Geometría	
Número de luces	2,00
Longitud luz menor (m)	31,20
Longitud Luz mayor (m)	31,20
Longitud total (m)	62,40
Ancho de tablero (m)	8,00
Ancho del separador (m)	0,00
Ancho del andén del izquierdo (m)	1,95
Ancho del andén del derecho (m)	1,95
Ancho de la calzada (m)	7,26
Ancho entrebordillos (m)	7,40
Altura de pilas (m)	5,70
Altura de estribos (m)	6,00
Longitud de apoyo en pilas (m)	0,80
Longitud de apoyo en estribos (m)	0,60
Puente en terraplén (S/N)	S
Puente en cobertura /tangente (C/T)	T
Esviajamiento (gra)	0

APOYOS	
Tipo de apoyos fijos sobre estribos	91 No aplic.
Tipos de apoyos móviles sobre estribos	30 placa Neop.
Tipo de apoyos fijos en pilas	91 No aplic.
Tipos de apoyos móviles en pilas	30 placa Neop.
Tipos de apoyos fijos en vigas	91 No aplic.
Tipos de apoyos móviles en vigas	91 No aplic.
Vehículo de diseño	sin datos
Clase de distribución de carga	2 Dist. 1 direcc.

MIEMBROS INTERESADOS	
Propietario	1 I.N.V.I.A.S
Departamento	16 Meta
Administración Vial	0
Proyectista	0
Municipio	Villavicencio

POSICIÓN GEOGRÁFICA			
	Grados	Minutos	Altitud (m)
Latitud (N)	4°	6'45.42" N	393
Longitud (O)	73°	36'20.71" O	
Coeficiente de aceleración sísmica (Aa):	0,35		

SUPERESTRUCTURA , Tipo principal	
Diseño tipo (S/N)	
Tipo de estructuración transversal:	14
Tipo de estructuración longitudinal:	10
Material:	32

SUPERESTRUCTURA , Tipo secundario	
Diseño tipo (S/N)	N
Tipo de estructuración transversal:	91 No aplicable
Tipo de estructuración longitudinal:	91 No aplicable
Material:	91 No aplicable

CARGA	
Capacidad de carga para transito legal	
Long. Luz crítica (m)	Factor de Clasif:
Capacidad de carga para transporte especiales	
Fuerza cortante (t)	Momento (t.m)
Línea de carga por rueda (t)	
Observaciones	Existe una tubería de 16" de diámetro anexa a la viga de borde, la información de la descripción de la subestructura pertenece a inspección anterior de SIPUCOL

Imagen 4.(Formato de inventario de puentes- SIPUCOL.)

Autoría SIPUCOL



c. Diagnostico Preliminar de la Estructura en inspecciones anteriores



INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS
DIRECCIÓN TERRITORIAL META

CUADRO N° 9.1

ESTADO GENERAL DE LOS PUENTES

INGENIERO RESIDENTE: MIGUEL SERRANO AREVALO.
TRIMESTRE EVALUADO: JULIO A SEPTIEMBRE DE 2013.

PUENTES VÍAS 40 MTA - 65 MTE - 65 MTF - 40 07

N°	NOMBRE DEL PUENTE	PR Inicial	PR Final	Longitud (m)	CARRETERA	CÓDIGO DE LA VÍA	TRANSITO		ESTADO GENERAL					OBSERVACIONES
							Normal	Restringido	Estribos Aletas	Vigas Losas	Barandas	Estado Crítico Inmediato		
6	Ocoa	0+0708	0+0770	62	V/cio - Pto López	40 07	X		●	●	●			Requiere estudio URGENTE de fundación de la pila central.
7	Quenane	27+0800	27+0821	21	V/cio - Pto López	40 07	X		●	●	●			Se presenta socavación en el estribo y la aleta margen izquierda.
8	La Balsa	67+0700	67+0802	102	V/cio - Pto López	40 07	X		●	●	●			Requiere hidrolavado de la estructura metálica. No tiene andenes.
9	La Venturosa	75+0370	75+0400	30	V/cio - Pto López	40 07	X		●	●	●			No tiene andenes, ni barreras protectoras de aproximación y sus juntas están deterioradas.

CONVENCIONES: N.E. : No existe ● En buen estado ● En regular estado ● En mal estado ● Se reparó en el presente mes

Imagen 5.(Estado General del puente- estudios anteriores.)

Autoría INVIAS



INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS
DIRECCIÓN TERRITORIAL META

CUADRO N° 5

NECESIDADES PREVENTIVAS DE LA VÍA

MANTENIMIENTO PERIÓDICO

INGENIERO RESIDENTE: MIGUEL SERRANO AREVALO.
TRIMESTRE EVALUADO: JULIO A SEPTIEMBRE DE 2013

CARRETERA	CÓDIGO	PR Inicial	PR Final	DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD	COSTO ESTIMADO (1) (Miles de pesos)	OBSERVACIÓN
VILLAVICENCIO - PUERTO LÓPEZ	40 07	0+0000		28. Obras de Protección a Pila Central del Puente Ocoa Ruta 40 07 PR 0+0000	\$ 127.770,83	

Imagen 6.(Necesidades Preventivas de la Vía - estudios anteriores.)

Autoría INVIAS



INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS
DIRECCIÓN TERRITORIAL META

CUADRO N° 6

NECESIDADES CRITICAS DE LAS VÍAS

MANTENIMIENTO PERIÓDICO

INGENIERO RESIDENTE: MIGUEL SERRANO AREVALO.
TRIMESTRE EVALUADO: JULIO A SEPTIEMBRE DE 2013

CARRETERA	CÓDIGO	PR inicial	PR final	DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD	COSTO ESTIMADO (1) (Miles de pesos)	OBSERVACIONES
VCENCIO - PUERTO LÓPEZ	40 07	0+0000		28. Obras de Protección a Pila Central del Puente Ocoa Ruta 40 07 PR 0+0000	\$ 127.770,83	

Imagen 7.(Necesidades Críticas de la Vía - estudios anteriores.)

Autoría INVIAS



2.2 Etapa II: Diagnostico



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
SECRETARIA GENERAL TECNICA
Sistema de Administración de puentes
SIPUCOL

FORMATO DE INSPECCIÓN PRINCIPAL DE PUENTES

Nombre:		Puente K 0+780 sobre rio Ocoa		Identif.		1 6 -		4 0 0 7 -		0 0 1 -		0 0			
Carretera:		Villavicencio - Puerto Lopez		PR		0+780		Fecha		14 4 15		Tiempo		SOLEADO	
Tempera:		27°		Inspector		KZP - MML		Adminsitrador				Año próxima inspección			

Componente	Calificación	Mantenimiento	Inp. Esp.	No. De fotos	Tipo de Daño	Reparaciones			Daño
						Tipo	Cant.	Año	
1. Superficie del puente	2				A				reemplazo carpeta asfaltica. Se presenta gran desgaste, fisuras en diferentes lugares de la carpeta y perdida total de la capa de asfalto (baches).
2. Juntas de expansión	2				A				Reemplazo de juntas. Por la poca adherencia entre el asfalto y el neopreno de la junta, se presentan: fisuras, hundimientos y desprendimiento del pavimento en las zonas de las juntas, se recomienda el cambio de las juntas para evitar la infiltracion y mejorar el transito. Infiltracion
3. Andenes / Bordillos	2				B				Requiere mantenimiento. Los bordillos se encuentran en buen estado, requieren de labores de mantenimiento rutinario. Los andenes estan apoyados sobre cercha metalica los cuales a su vez estan apoyados en vigas en perfil metalico transversal ubicado en estribos y viga cabezal de la pila central. se recomienda lavado y pintura de proteccion.
4. Barandas	2				B/D				Requiere mantenimiento. Reparacion de baranda de acero, las barandas presentan impactos vehiculares. Faltan 6 metros de baranda en acceso principal 2 aguas abajo. Corrosion superficial. Impacto en barandas vehiculares metalicas.
5. Conos /Taludes	1				D				Requiere mantenimiento. Los conos se encuentran en buen estado. El cono 4 presenta erosion y deslizamiento leve junto a la pata de la aleta.

Imagen 8.(FORMATO DE INSPECCION PRINCIPAL DE PUENTES .)

Autoría SIPUCOL



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
SECRETARIA GENERAL TECNICA
Sistema de Administración de puentes
SIPUCOL

FORMATO DE INSPECCIÓN PRINCIPAL DE PUENTES

Nombre:		Puente K 0+780 sobre rio Ocoa		Identif.		1 6 - 4 0 0 7 -		0 0 1 -		0 0	
Carretera:		Villavicencio - Puerto Lopez		PR		0+780		Fecha 14 4 15		Tiempo SOLEADO	
Tempera:		27°		Inspector		KZP - MML		Adminsitrador		Año próxima inspección	

Componente	Calificación	Mantenimiento	Inp. Esp.	No. De fotos	Tipo de Daño	Reparaciones			Daño
						Tipo	Cant.	Año	
6. Aletas	2				A				Requiere mantenimiento. Las aletas se encuentran en buen estado. Vegetacion y Humedad
7. Estribos	1				A				Requiere mantenimiento. Se encontro adosado perfil metalico para sostenimiento de pasos peatonales. Vegetacion y Humedad. Infiltracion
8. Plas	2				A				Requiere mantenimiento. Se presenta infiltracion y vegetacion a traves de la junta de expansion. Material de arrastre. Infiltracion
9. Apoyos	1				Z				Requiere mantenimiento, los apoyos se observan en buen estado. Humedad por filtraciones
10. Losa	2				D/E				Requiere mantenimiento. Reparacion de drenes, acero expuesto entre V1 y V2 cerca de ES2. Tuberia colgada de la losa que desvia el agua hacia la viga. Manchas de humedad por drenajes tapados o si alargue. Acero exposto en voladizos
11. Vigas / Largueros/ Diafragmas	1				Z				Requiere mantenimiento. Vigas en buen estado salvo por las manchas de humedad que produce el tubo en V1. se recomienda hidrolavado y recubrimiento con pintura hidrofugante

Imagen 9.(Formato de Inspección Principal de Puentes .)

Autoría SIPUCOL - Propia



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
SECRETARIA GENERAL TECNICA
Sistema de Administración de puentes
SIPUCOL

FORMATO DE INSPECCIÓN PRINCIPAL DE PUENTES

Nombre:	Puente K 0+780 sobre río Ocoa	Identif.	1	6	-	4	0	0	7	-	0	0	1	-	0	0
Carretera:	Villavicencio - Puerto Lopez	PR	0+780	Fecha	14	4	15	Tiempo	SOLEADO							
Tempera:	27°	Inspector	KZP - MML	Administrador				Año próxima inspección								

Componente	Calificación	Mantenimiento	Inp. Esp.	No. De fotos	Tipo de Daño	Reparaciones			Daño
						Tipo	Cant.	Año	
12. Elementos de arco									No tiene
13. Cables /Pendolones/ Torres / Macizos									No tiene
14. Elementos de armadura									No tiene
15. Cauce	1				A				Renivelar: presenta sedimentación, se recomienda construcción de espaldones y hacer estabilización de muro de gaviones existente aguas arriba. Recomendaciones hidráulica y geológicas iniciales.
16. Otros elementos									No tiene
17. puente en general	2								El puente en general requiere algunas intervenciones y limpieza para evitar daños mayores a futuro en el cual se vea comprometida su estabilidad y funcionamiento. Se recomienda protegerlo del impacto permanente de la corriente del caudal la cual debe estar monitoreada periódicamente. Recomendaciones Geotécnicas iniciales.
Observaciones generales:	El puente requiere mantenimiento, limpieza, colocación de juntas, reparación del pavimento, mantenimiento de elementos metálicos de soporte andenes, barandas y apoyos.								

Imagen 10. (Formato de Inspección Principal de Puentes.)

Autoría SIPUCOL - Propia

- **Descripción geología:** El cauce está conformado en su lecho y taludes por material del depósito aluvial de granulometría gruesa a fina. La compactación del depósito es pobre a los clastos están completamente independizados entre sí. El depósito es de máxima susceptibilidad a los procesos erosivos de la escorrentía, la cual depende, desplaza y sedimenta el material a lo largo de su cauce. El cauce del río Ocoa siempre será colmatado con el material desprendido de sus orillas y del que es transportado por el mismo río. La

fuelle del puente sobre este río siempre estará amenazado por la erosión por socavación de sus estructuras de apoyo; estribos y columnas, si estos elementos de apoyo están cimentados en el material del depósito; el puente será estable solo si está cimentado sobre material erodable infrayacente al depósito.

Aporte de material para colmar el cauce es inagotable y su transporte es permanente. Las excavaciones de carácter antrópico (dragados) para recuperar la profundidad del cauce del río son efímeras, pues serán rellenados progresivamente en corto tiempo o pueden rellenarse súbitamente. El procedimiento de Dragado NO soluciona la recuperación y funcionalidad del cauce.

- **Descripción Hidráulica:** La corriente presenta morfología trezada con alto transporte de sedimentos con presencia de islas formadas por sedimentación; el cauce del río se aproxima a la estructura, la cual es un puente de 62.40 m de longitud, en curva, generando sedimentación sobre margen izquierda y recostándose sobre margen derecha. Adicionalmente se observa inmediatamente aguas arriba del puente sobre margen izquierda, un muro en gaviones, de aproximadamente 3.00 m de alto y 30.00 m de longitud; e inmediatamente se acaba el muro de gaviones empieza un muro en concreto de aproximadamente 15.00 m de longitud.

Para este puente es recomendable construir cuatro (4) espolones sobre margen derecha aguas arriba del puente, sobre la curva y hacer estabilización del muro en gaviones existente. Para el puente, de acuerdo a la evaluación del SIPUCOL, el cauce tiene una calificación 1. El puente presenta daños tipo (sedimentación). Se recomienda hacer mantenimiento del tipo 00 y 10. Las reparaciones propuestas son el tipo A para un volumen igual a 1500 m³.



Fotografía 1.(Cauce del río aguas arriba- estudios anteriores .)

Autoría INVIAS

Figura: Río Ocoa: Aguas arriba. Se observa que el cauce se aproxima al puente en curva, y se recuesta sobre margen derecha, generando una playa sobre margen izquierda. Adicionalmente se observa, inmediatamente aguas arriba del puente sobre margen izquierda, un muro en gaviones, de aproximadamente 3.00m de alto y 30.00m de longitud. E inmediatamente se acaba el muro de gaviones empieza un muro en concreto de aproximadamente 15.00m de longitud.

- **Descripción geotecnia: (ver cuadro anexo)**



LEVANTAMIENTO DE PUENTES - TRABAJO DE CAMPO

LOCALIZACIÓN:	
VÍA:	Villavicencio-Pto López
NOMBRE PUENTE:	Ocoa
SOBRE QUÉ?:	Río
ABSCISAS:	0+708



DESCRIPCIÓN:

	SUPERESTRUCTURA	ESTRIBOS	GEOTECNIA
MATERIAL:	Concreto	Concreto	1) Cimientos apoyados sobre arena fina habana. 2) Sovacación en la el apoyo central. 3) Sedimentación de material arenoso. 4) Estable Geotécnicamente.
TIPO:	Presforzado		
ESTADO/APARIENCIA:	Fisuras leves	Fisuras leves	

OBSERVACIONES
1) Se observan Obras de mitigación temporales como gaviones y colocación de bolsacretos. 2) Rio Ocoa con alta velocidad Fluvial.

Imagen 11.(Levantamiento de Puentes – Trabajo de Campo – Estudios Anteriores)
Autoría SIPUCOL- INVIAS

2.2.1 Levantamiento Detallado de la Estructura

UBICACIÓN DRENAJES ANDENES PEATONALES MARGEN DERECHA					
Numero	Medida	Ubicación referencia poste	Numero	Medida	Ubicación referencia poste
1	L= 39 cm	1.47 m de borde externo poste 17 hacia el 18 - DPMD	17	L= 20 cm	1.06 m de borde externo poste 35 hacia el 36 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
2	L= 20 cm	1.95 m de borde externo poste 19 hacia el 20 - DPMD	18	L= 20 cm	No existe drenaje entre poste 36 hacia el 37 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
3	L= 20 cm	1.87 m de borde externo poste 20 hacia el 21 - DPMD	19	L= 20 cm	1.17 m de borde externo poste 37 hacia el 38 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
4	L= 20 cm	1.82 m de borde externo poste 21 hacia el 22 - DPMD	20	L= 20 cm	1.04 m de borde externo poste 38 hacia el 39 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
5	L= 20 cm	2.00 m de borde externo poste 22 hacia el 23 - DPMD	21	L= 20 cm	1.20 m de borde externo poste 39 hacia el 40 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
6	L= 20 cm	1.62 m de borde externo poste 23 hacia el 24 - DPMD	22	L= 20 cm	0.99 m de borde externo poste 41 hacia el 42 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
7	L= 20 cm	1.89 m de borde externo poste 24 hacia el 25 - DPMD	23	L= 20 cm	1.24 m de borde externo poste 42 hacia el 43 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
8	L= 20 cm	2.05 m de borde externo poste 25 hacia el 26 - DPMD	24	L= 20 cm	1.40 m de borde externo poste 43 hacia el 44 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
9	L= 20 cm	0.29 m de borde externo poste 27 hacia el 28 - DPMD	25	L= 20 cm	1.47 m de borde externo poste 44 hacia el 45 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
10	L= 20 cm	0.45 m de borde externo poste 28 hacia el 29 - DPMD	26	L= 20 cm	1.43 m de borde externo poste 45 hacia el 46 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
11	L= 20 cm	0.45 m de borde externo poste 29 hacia el 30 - DPMD	27	L= 20 cm	1.90 m de borde externo poste 46 hacia el 47 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
12	L= 20 cm	0.72 m de borde externo poste 30 hacia el 31 - DPMD	28	L= 20 cm	1.80 m de borde externo poste 47 hacia el 48 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
13	L= 20 cm	0.80 m de borde externo poste 31 hacia el 32 - DPMD	29	L= 20 cm	2.00 m de borde externo poste 48 hacia el 49 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
14	L= 20 cm	0,80 m de borde externo poste 32 hacia el 33 - DPMD	30	L= 20 cm	1.90 m de borde externo poste 49 hacia el 50 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
15	L= 20 cm	0.74 m de borde externo poste 33 hacia el 34 - DPMD	31	L= 20 cm	0.51 m de borde externo poste 52 hacia el 53 - DPMD
	D= 5 cm			D= 5 cm	
16	L= 20 cm	0.90 m de borde externo poste 34 hacia el 35 - DPMD			
	D= 5 cm				

Imagen 12.(Ubicación Drenajes Andenes Peatonales Margen Derecha.)

Autoría Propia



UBICACIÓN DRENAJES ANDENES PEATONALES MARGEN IZQUIERDA

Numero	Medida	Ubicación referencia poste	Numero	Medida	Ubicación referencia poste
1	L= 39 cm	1.47 m de borde externo poste 17 hacia el 18 - DPMI	17	L= 20 cm	1.06 m de borde externo poste 35 hacia el 36 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
2	L= 20 cm	1.95 m de borde externo poste 19 hacia el 20 - DPMI	18	L= 20 cm	No existe drenaje entre poste 36 hacia el 37 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
3	L= 20 cm	1.87 m de borde externo poste 20 hacia el 21 - DPMI	19	L= 20 cm	1.17 m de borde externo poste 37 hacia el 38 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
4	L= 20 cm	1.82 m de borde externo poste 21 hacia el 22 - DPMI	20	L= 20 cm	1.04 m de borde externo poste 38 hacia el 39 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
5	L= 20 cm	2.00 m de borde externo poste 22 hacia el 23 - DPMI	21	L= 20 cm	1.20 m de borde externo poste 39 hacia el 40 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
6	L= 20 cm	1.62 m de borde externo poste 23 hacia el 24 - DPMI	22	L= 20 cm	0.99 m de borde externo poste 41 hacia el 42 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
7	L= 20 cm	1.89 m de borde externo poste 24 hacia el 25 - DPMI	23	L= 20 cm	1.24 m de borde externo poste 42 hacia el 43 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
8	L= 20 cm	2.05 m de borde externo poste 25 hacia el 26 - DPMI	24	L= 20 cm	1.40 m de borde externo poste 43 hacia el 44 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
9	L= 20 cm	0.29 m de borde externo poste 27 hacia el 28 - DPMI	25	L= 20 cm	1.47 m de borde externo poste 44 hacia el 45 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
10	L= 20 cm	0.45 m de borde externo poste 28 hacia el 29 - DPMI	26	L= 20 cm	1.43 m de borde externo poste 45 hacia el 46 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
11	L= 20 cm	0.45 m de borde externo poste 29 hacia el 30 - DPMI	27	L= 20 cm	1.90 m de borde externo poste 46 hacia el 47 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
12	L= 20 cm	0.72 m de borde externo poste 30 hacia el 31 - DPMI	28	L= 20 cm	1.80 m de borde externo poste 47 hacia el 48 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
13	L= 20 cm	0.80 m de borde externo poste 31 hacia el 32 - DPMI	29	L= 20 cm	2.00 m de borde externo poste 48 hacia el 49 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
14	L= 20 cm	0,80 m de borde externo poste 32 hacia el 33 - DPMI	30	L= 20 cm	1.90 m de borde externo poste 49 hacia el 50 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
15	L= 20 cm	0.74 m de borde externo poste 33 hacia el 34 - DPMI	31	L= 20 cm	0.51 m de borde externo poste 52 hacia el 53 - DPMI
	D= 5 cm			D= 5 cm	
16	L= 20 cm	0.90 m de borde externo poste 34 hacia el 35 - DPMI			
	D= 5 cm				

Imagen 13.(Ubicación Drenajes Andenes Peatonales Margen Izquierda.)

Autoría Propia

2.2.2 Lesiones en la Estructura

a. Planos

Planta General puente – Ubicación de lesiones en placas de aproximación

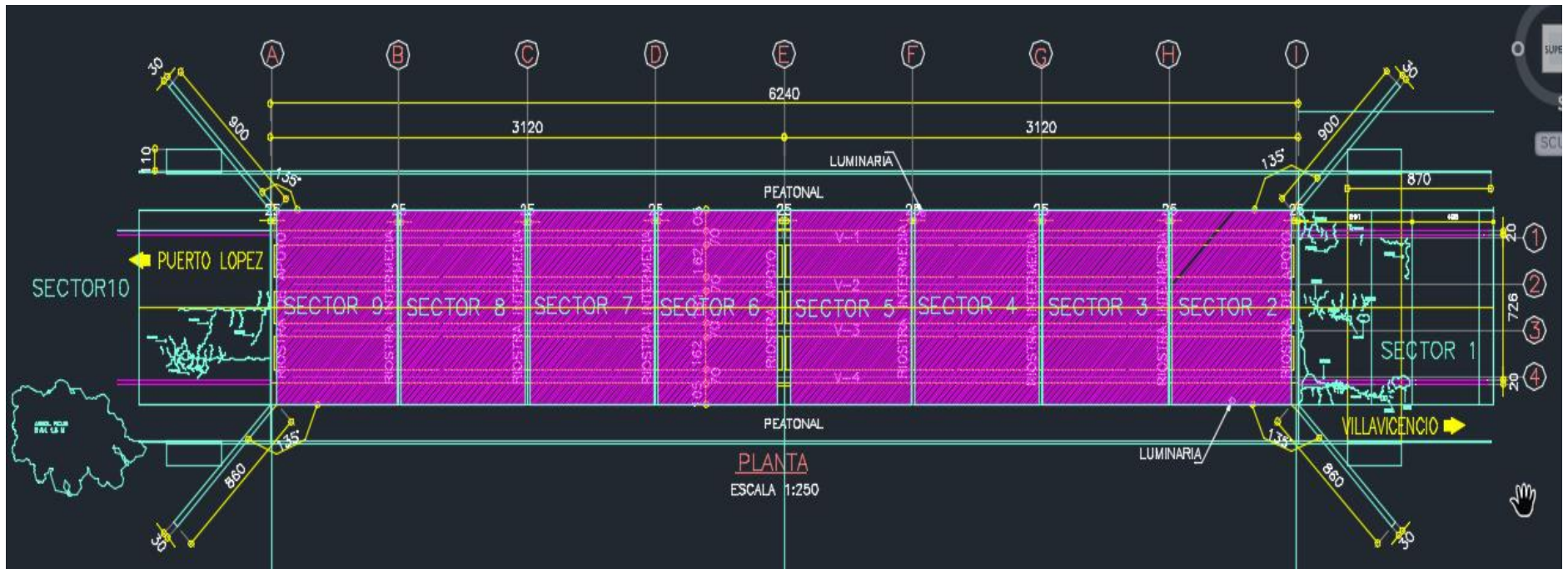


Imagen 14.(Planta General Puente – Ubicación de lesiones en placas de aproximación.)

Autoría Propia



Detalle levantamiento de lesiones placa de aproximación estribo 1

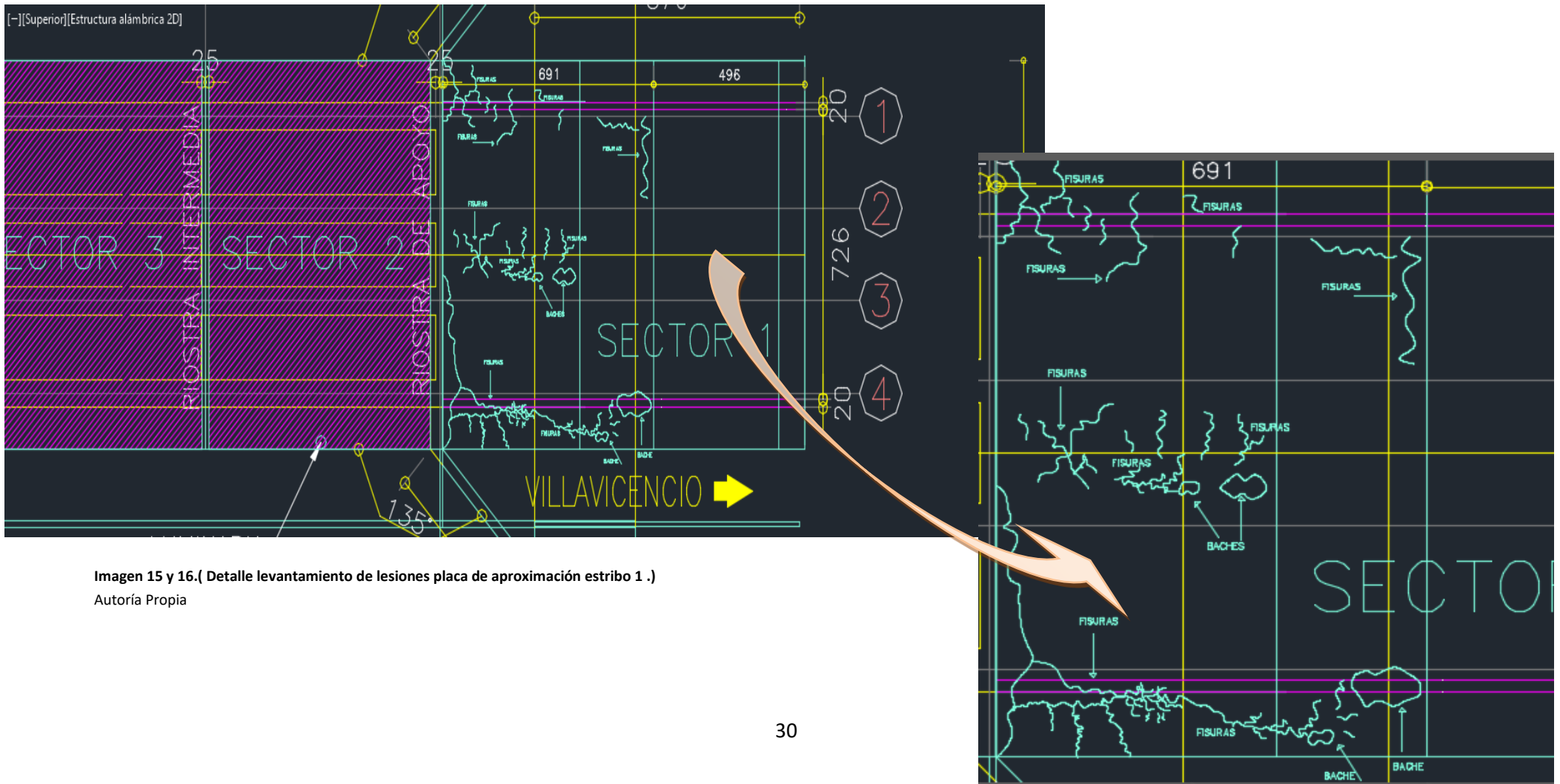


Imagen 15 y 16.(Detalle levantamiento de lesiones placa de aproximación estribo 1 .)

Autoría Propia



Detalle levantamiento de lesiones placa de aproximación estribo 2

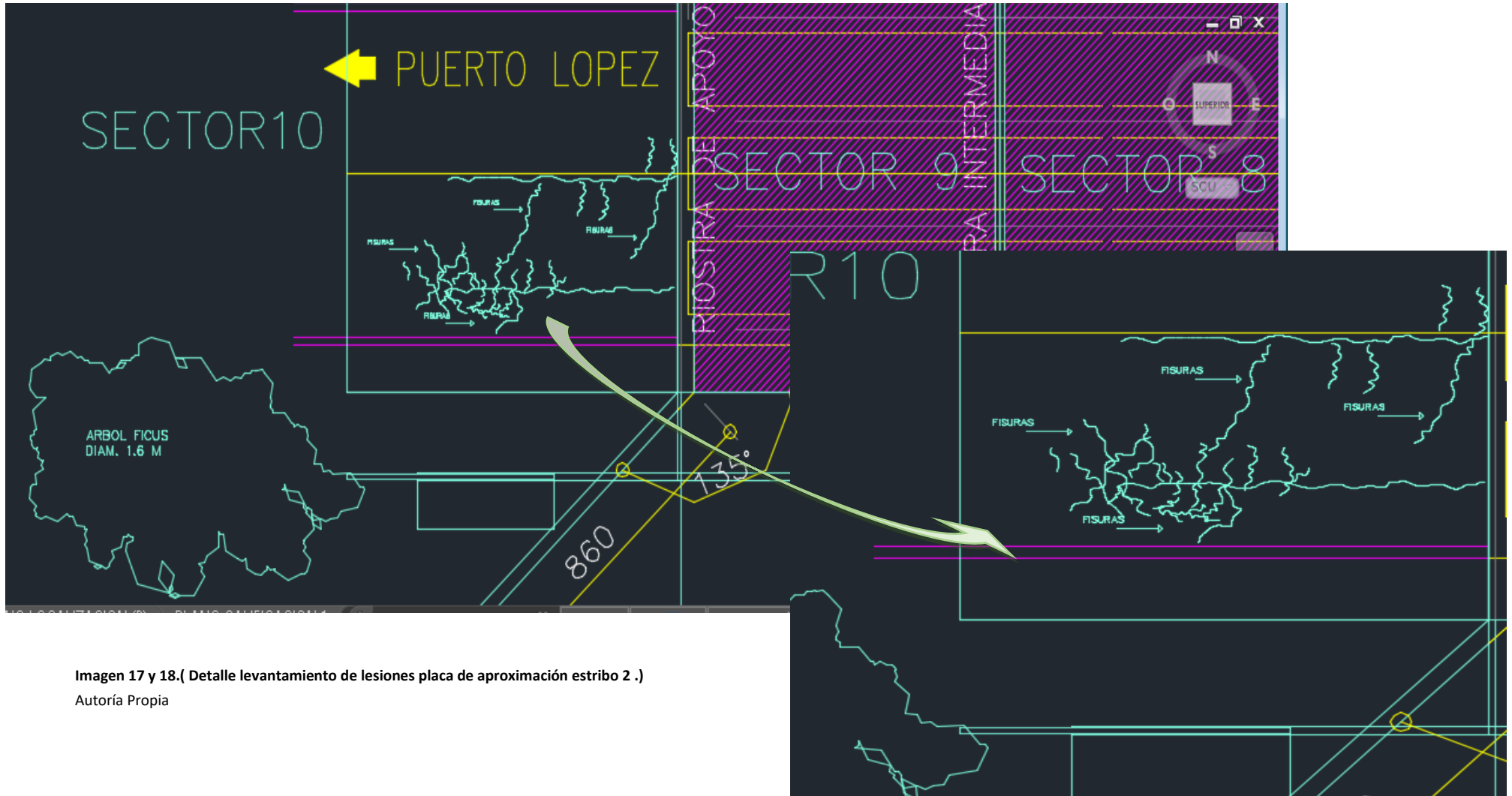


Imagen 17 y 18.(Detalle levantamiento de lesiones placa de aproximación estribo 2 .)

Autoría Propia



Levantamiento de lesiones estribo 1

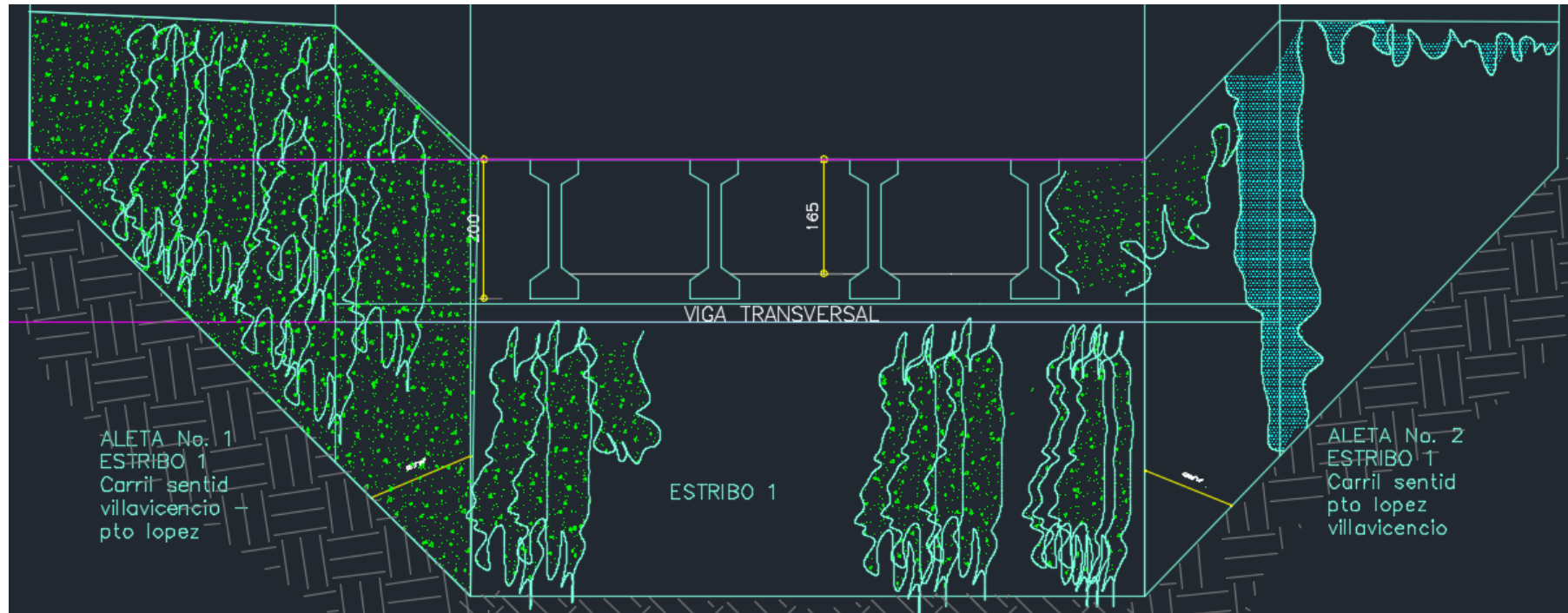


Imagen 20, 21, 22, 23. (Levantamiento de Lesiones de Estribo 1.)
Autoría Propia



Levantamiento de lesiones estribo 2

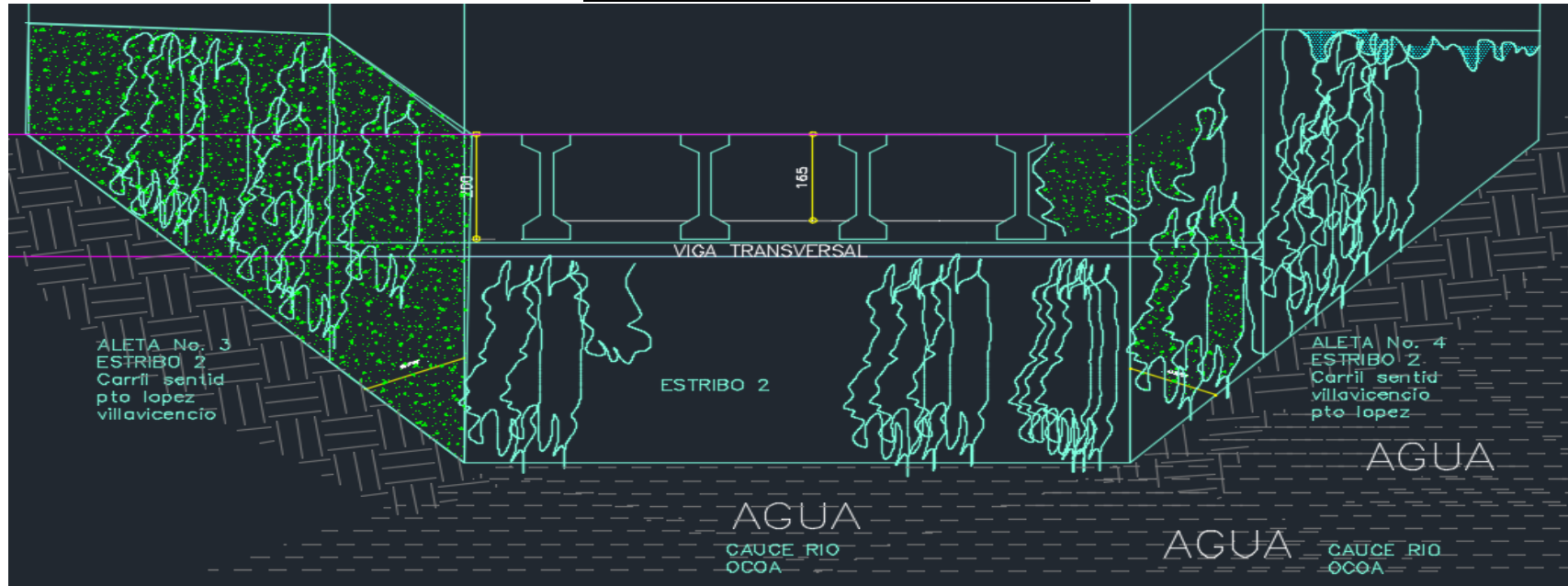


Imagen 24, 25, 26, 27. (Levantamiento de Lesiones de Estribo 2.)
Autoría Propia



Levantamiento de lesiones junta 1

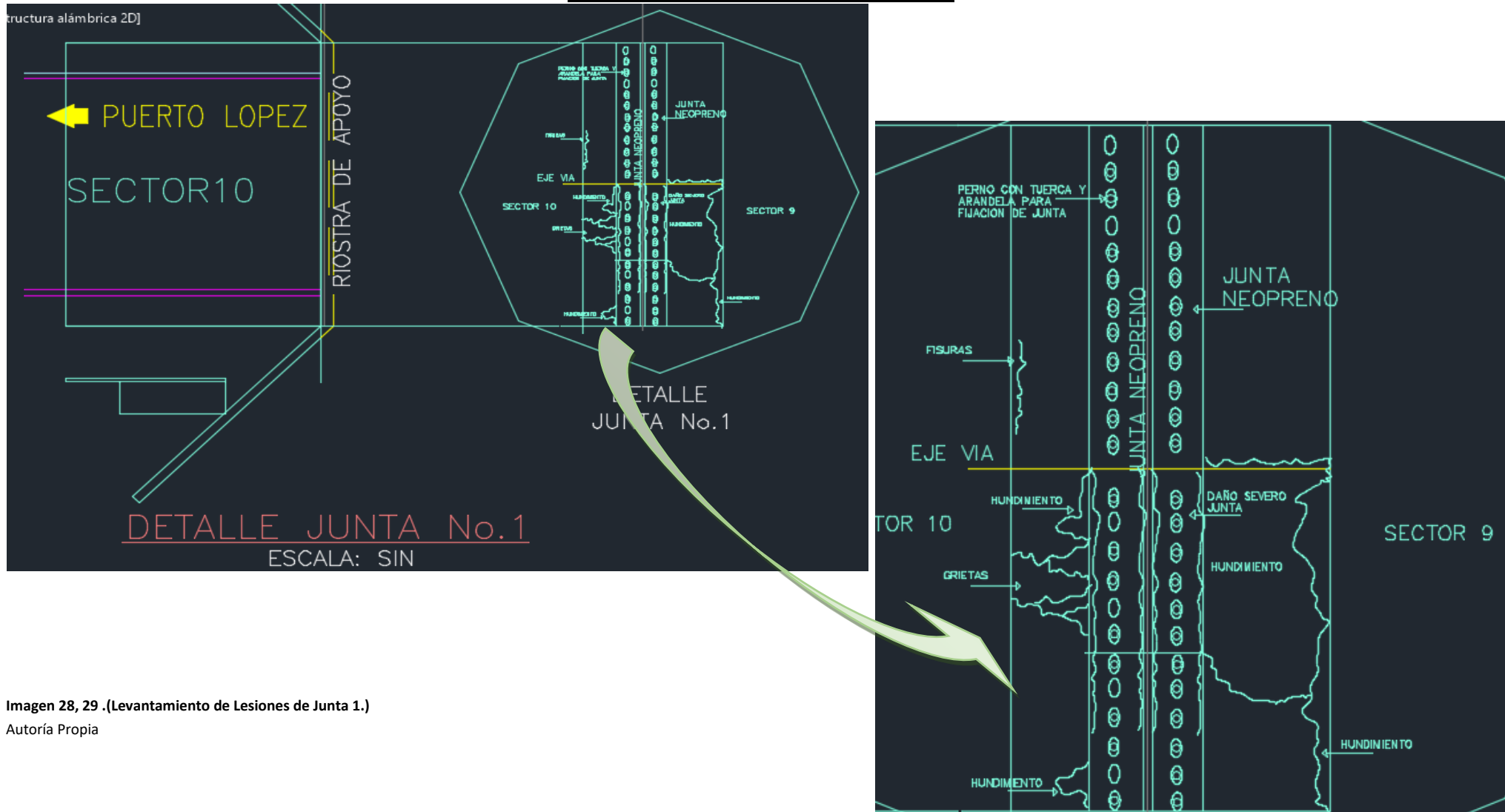


Imagen 28, 29 .(Levantamiento de Lesiones de Junta 1.)

Autoría Propia



Levantamiento de lesiones junta 2

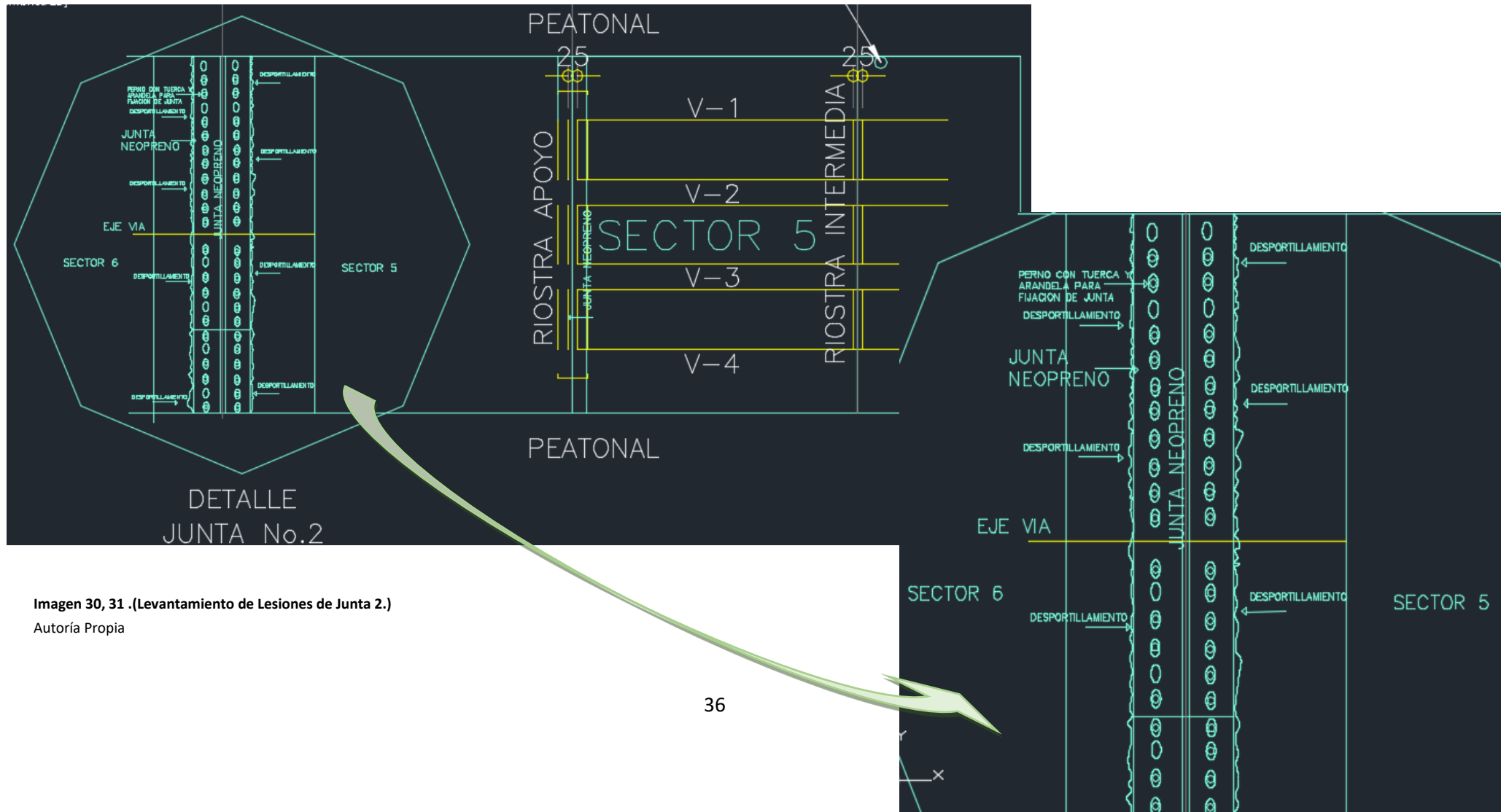


Imagen 30, 31 .(Levantamiento de Lesiones de Junta 2.)

Autoría Propia



Levantamiento de lesiones junta 3

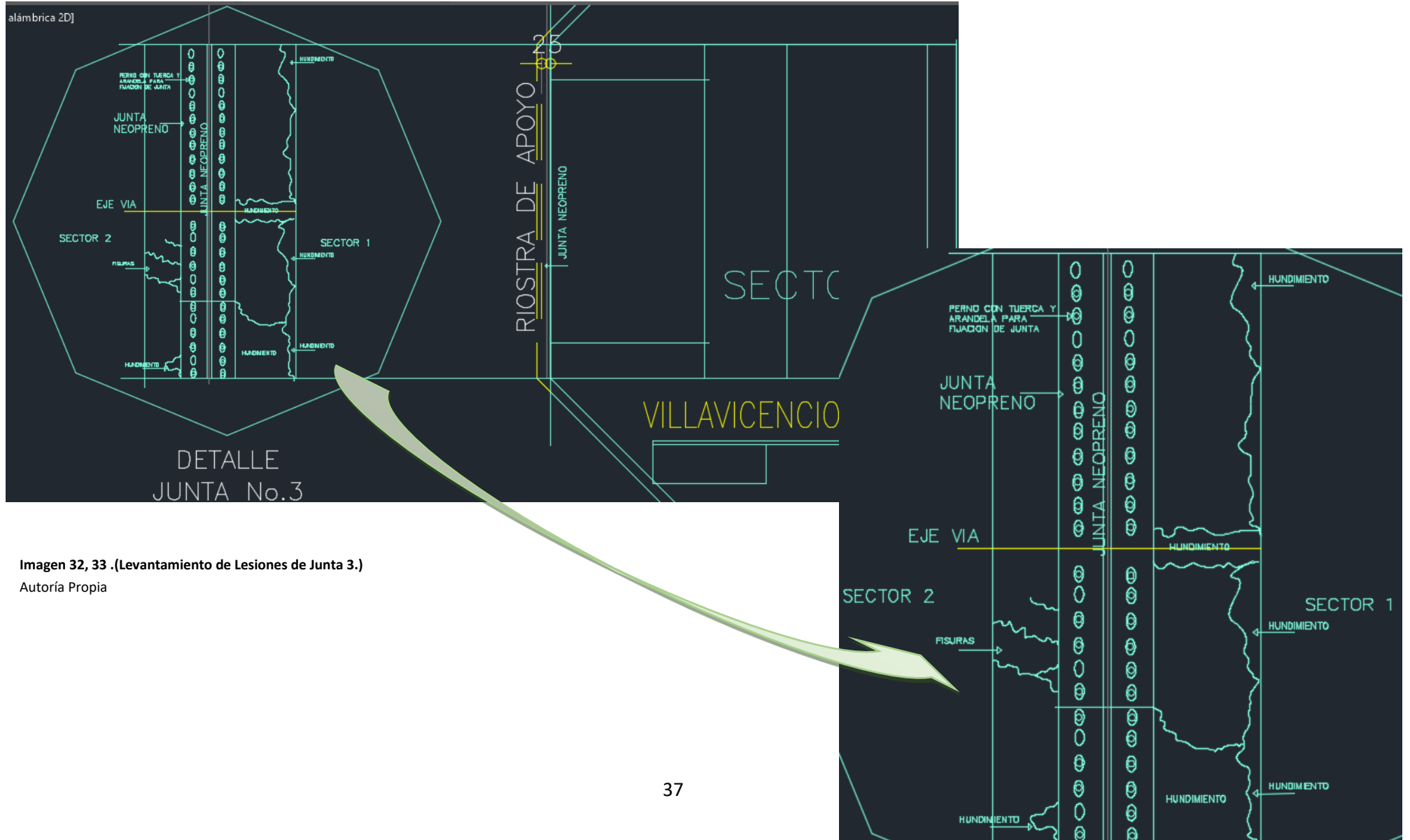


Imagen 32, 33 .(Levantamiento de Lesiones de Junta 3.)

Autoría Propia



Detalle Placa Inferior

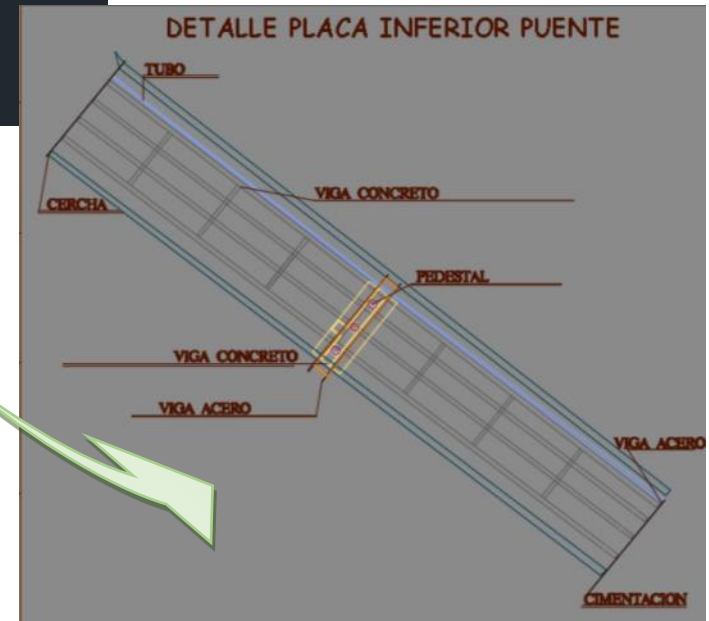
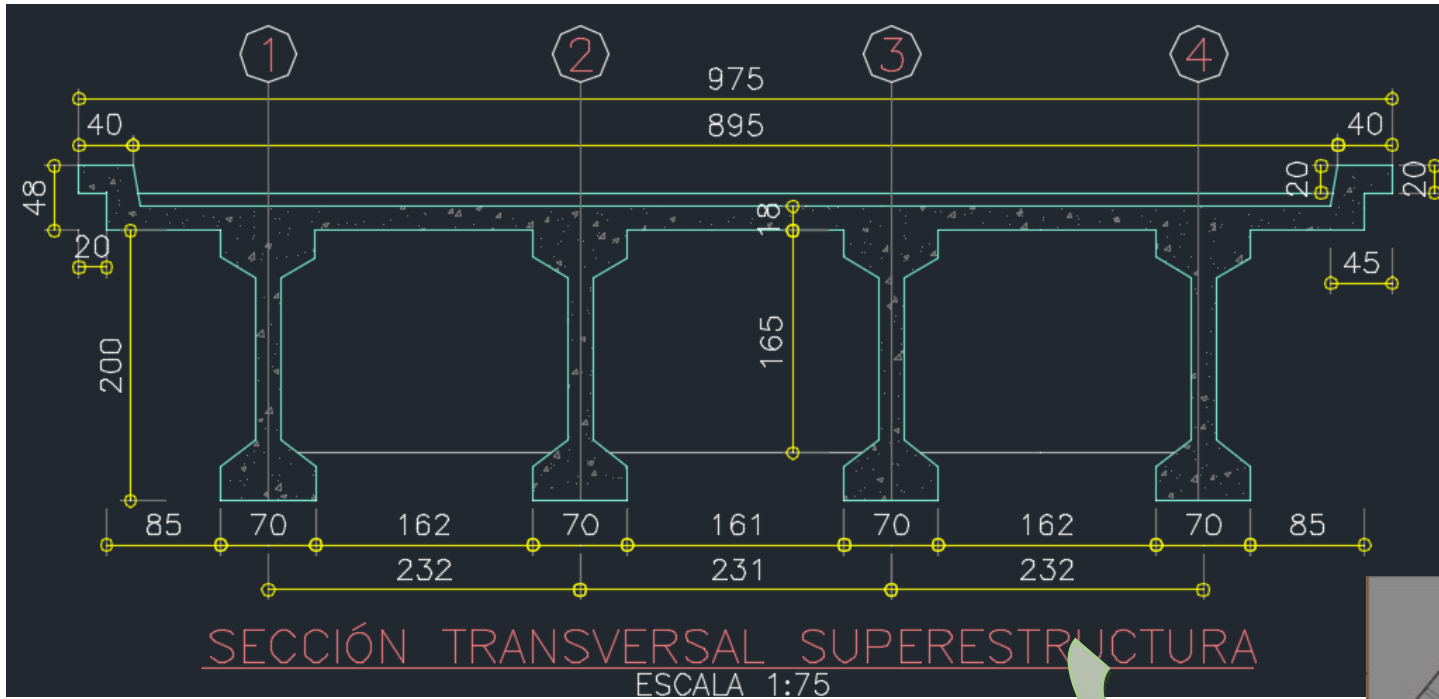


Imagen 34, 35 .(Levantamiento de Lesiones de Junta 3.)
Autoría Propia

b. Ficha técnicas de las lesiones presentadas en el puente

Se realiza el levantamiento de las lesiones del puente rio Ocoa, en el cual se hace referencia de las ubicaciones en plano de referencia en los anexos, mostrando la calificación de estas según se especificaron anteriormente según el método del SIPUCOL.





 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA		Facultad de Ciencias y Tencnologias		
Tipo de Proyecto: Infraestructura Vial		Pagina	1	de
Nombre del proyecto		Identificación del puente		
Puente Ocoa		regional	carretera	identificación del puente
fecha de Inspecciones		Meta	Villavicencio - Puerto López	16-4007-001.00
Ficha de lesiones	losa, juntas			
Elemento/Componente	Ubicación	Síntomas/lesion		Calificación
		Descripción	Imagen	
Superficie del puente	SECTOR 1 ENTRE EJES LONGITUDINALES 2 Y 4 CALZADA SENTIDO PUERTO LOPEZ - VILLAVICENCIO	Desgaste de la carpeta asfáltica con fisuras longitudinales. Y pérdida de capa de asfalto en algunos sectores (baches), y pérdidas de finos		2
Juntas de expansión	EJE TRANSVERSAL I ENTRE SECTOR 1 DE 2 EJES LONGITUSINALES 1 Y 2	Se observa infiltración por desponche del concreto de apoyo de la junta, acumulación de material, aparición de vegetación en las zonas de apoyo de estribos.		2
	EJE TRANSVERSAL E ENTRE SECTOR 5 DE 6 EJES LONGITUSINALES 1 AL 4	Se observa infiltración por el corte que tiene la junta no es uniforme y no tiene sello entre la junta con el asfalto		2

Imagen 36 .(Ficha de Levantamiento de Lesiones 1, Losa-Junta).

Autoría Propia







 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA		Facultad de Ciencias y Tencnologias		
		Página	2	de
Tipo de Proyecto: Infraestructura Vial		Identificación del puente		
Nombre del proyecto	Puente Ocoa	regional	carretera	identificación del puente
fecha de Inspecciones		Meta	Villavicencio - Puerto López	16-4007-001.00
Ficha de lesiones	juntas de expansion, andenes, bordillos			
Elemento/Componente	Ubicación	Síntomas/lesion		Calificación
		Descripción	Imagen	
Juntas de expansión	EJE TRANSVERSAL E A ENTRE SECTOR 9 DE 10 EJES LONGITUSINALES 1 AL 4	Se observa infiltración por desponche del concreto de apoyo de la junta, aparición de vegetación en las zonas de apoyo de estribos.		2
Andenes y Bordillos	UNION ENTRE PLACA DE ANDEN Y BORDILLO EJE LONGITUDINAL 1 ENTRE EJES TRASNVERSALES A - I	Los andenes se realizaron independientes en placa facil (metadelck) tiene una separación la cual hace que se filtre agua generando una eflorescencia en la losa en la parte inferior. Los andenes presentan eflorescencia.		2
Barandas	ANDEN PEATONAL LADO DERECHO SENTIDO VILLAVICENCIO - PUERTO LOPEZ SOBRE EJE LONGITUDINAL 1	Las barandas presentan descaramiento y suciedad de la pintura debido al CO2. Las barandas presentan Impactos vehiculares . Faltan 6 metros de baranda en acceso 2 aguas abajo. Corrosión superficial		2

Imagen 37 .(Ficha de Levantamiento de Lesiones 2, Junta, andenes, bordillos).

Autoría Propia



 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA		Facultad de Ciencias y Tencnologias		
		Página	3	de
Tipo de Proyecto: Infraestructura Vial		Identificación del puente		
Nombre del proyecto	Puente Ocoa	regional	carretera	identificación del puente
fecha de Inspecciones		Meta	Villavicencio - Puerto López	16-4007-001.00
Ficha de lesiones	cono, taludes, aletas			
Elemento/Componente	Ubicación	Síntomas/lesión		Calificación
		Descripción	Imagen	
Conos/Taludes	ESTRIBO No. 1 SOBRE EJE TRANSVERSAL I, ENTRE LOS SECTORES 1 Y 2	Se observa escombros de la protección anterior y acumulación de arenas.		1
	ESTRIBO No. 2 SOBRE EJE TRANSVERSAL A, ENTRE LOS SECTORES 9 Y 10	Se observo escombros de la protección del cono aguas arriba		1
Aletas	ESTRIBO No. 1 SOBRE EJE TRANSVERSAL I, ENTRE LOS SECTORES 1 Y 2	Presenta eflorecencia y vegetación		2

Imagen 38 .(Ficha de Levantamiento de Lesiones 3, Conos/taludes, aletas).

Autoría Propia






ELEMENTO/COMPONENTE		UBICACIÓN		SINTOMAS/LESION		CALIFICACIÓN
				DESCRIPCIÓN	IMAGEN	
Aletas		ESTRIBO No. 2 SOBRE EJE LONGITUDINAL 1 Y EJE TRANSVERSAL A, ENTRE LOS SECTORES 9 Y 10		Presenta eflorescencia y vegetación		2
Estribos		ESTRIBO No. 1 SOBRE EJE TRANSVERSAL I, ENTRE LOS SECTORES 1 Y 2		Presenta eflorescencia y vegetación, tiene indicios de socavación		1
		ESTRIBO No. 2 SOBRE EJE LONGITUDINAL 1 Y EJE TRANSVERSAL A, ENTRE LOS SECTORES 9 Y 10		Presenta eflorescencia y vegetación, tiene indicios de socavación		1

Imagen 39 .(Ficha de Levantamiento de Lesiones 4, Aletas, Estribo).

Autoría Propia



		Facultad de Ciencias y Tencnologias		
		Pagina	5	de
Tipo de Proyecto: Infraestructura Vial		Identificación del puente		
Nombre del proyecto	Puente Ocoa	regional	carretera	identificación del puente
fecha de Inspecciones				
Ficha de lesiones	pilas, apoyos	Meta	Villavicencio - Puerto López	16-4007-001.00
Elemento/Componente	Ubicación	Síntomas/lesion		Calificación
		Descripción	Imagen	
Pila	pila central, eje transversal E entre sectores 5 y 6	La pila se observa desgaste en las columnas del concreto y en el dado debido a los escombros que trae el rio generando aveces impacto en este , además las pilas están expuestas a factores intemperantes por el paso de agua debido a que se encuentra junta constructiva y ausencia de sello en las junta. Las pilas no cuentan con espacios para los topes sísmicos, por lo cual se recomienda una inspección especial para evaluar la vulnerabilidad sísmica debido a esta situación.		2
Apoyos	estribo 1 eje transversal I, pila central eje D, estribo No. 2 eje A.	los apoyos se encuentran en buen estado. Humedad por filtracion		1

Imagen 40 .(Ficha de Levantamiento de Lesiones 5, Pilas, Apoyos).

Autoría Propia







 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA		Facultad de Ciencias y Tencnologias		
		Pagina	6	de
Tipo de Proyecto: Infraestructura Vial		Identificación del puente		
Nombre del proyecto	Puente Ocoa	regional	carretera	identificación del puente
fecha de Inspecciones				
Ficha de lesiones	vigas, cauce	Meta	Villavicencio - Puerto López	16-4007-001.00
Elemento/Componente	Ubicación	Síntomas/lesion		Calificación
		Descripción	Imagen	
Vigas	VIGAS POST-TENSADA EJE LONGITUDINAL No. 1 Y EJE LONGITUDIAL No.4 ENTRE EJES D - I	Presentan mancha de humedad por la filtración del andén, y por los tubos que están cortos en la placa.		1
	VIGA EJE LONGITUDINAL No. 4 ENTRE EJES TRANSVERSALES D - I, LADO IZQUIERDO SENTIDO VILLAVICENCIO - PUERTO LOPEZ	eflorescencia y vegetación en la viga debido a la tubería metálica		
Cauce	ESTRIBO No. 2 EJE TRANSVERSAL A	presenta sedimentación, se recomienda construcción de espolones y hacer estabilización de muro de gaviones existente aguas arriba. Recomendaciones hidráulica y geológicas iniciales.		1

Imagen 41 .(Ficha de Levantamiento de Lesiones 6, Vigas, Cauce).

Autoría Propia

2.2.3 Análisis de los Resultados de la inspección visual

2.2.3.1 Evaluación de Problemas de Socavación

Para la evaluación de problemas ocasionados por el fenómeno de socavación se basará la metodología de evaluación propuesta en el Manual para la evaluación preliminar de la vulnerabilidad de puentes de la red vial principal de Colombia elaborado por la Universidad de los Andes y el Instituto Nacional de Vías – INVIAS:

Definición del problema: FENÓMENO DE SOCAVACIÓN

Una de las principales causas de falla de puentes en Colombia es la socavación. La socavación es una erosión manifestada por el descenso de la cota o nivel del lecho y orillas o márgenes de un río. Este fenómeno es producido por la remoción de sedimentos debido al aumento en la capacidad de arrastre que adquiere la corriente al aumentar su velocidad, principalmente en las crecidas. Cuando la tasa de sedimentos removidos es mayor que la de los sedimentos aportados se presenta la socavación. El análisis de socavación consiste en hacer un pronóstico de las variaciones que pueden presentarse en el futuro en la geometría de la sección transversal del cauce en el sector del puente. (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)

FACTORES QUE AFECTAN LA SOCAVACIÓN *

Los principales factores que afectan la geometría de la sección transversal del cauce y por lo tanto la susceptibilidad a la socavación son los siguientes:

- Pendiente y cambios del alineamiento del cauce: cuando se presentan corrientes con altas pendientes y gran capacidad de transporte de sedimentos se generan fenómenos importantes de socavación de fondo y de ataques contra las márgenes del río. En las corrientes de llanura también existen procesos de transporte de sólidos, socavación y ataques contra las márgenes en magnitudes relativamente moderadas.
- Cantidad y tipo del material de lecho transportado: la cantidad de material transportado juega un papel importante en el fenómeno de socavación y está vinculada con el tipo de material del lecho del río de tal manera que a mayor material transportado mayor susceptibilidad a la socavación.
- Régimen de caudales: al presentarse variaciones en los caudales se presenta variación en la velocidad de la corriente aumentando la capacidad de arrastre de sedimentos y con ella aumento en el desgaste del fondo del río.
- Acumulación de vegetación, troncos y otros elementos alrededor del puente: la sección hidráulica insuficiente bajo la estructura debida a una eventual obstrucción por depósitos de materiales de arrastre, como bancos de arena o crecimiento de vegetación pueden causar socavación a pilas o estribos.
- Disminución del ancho del cauce o re alineamientos en las proximidades del puente: este factor origina variaciones en el flujo aumentando la remoción de partículas en el fondo.



- Clasificación, estratificación y consolidación de los materiales del lecho y subsuelo: dependiendo del tipo y condiciones de material se presenta mayor susceptibilidad del mismo a ser arrastrado o no por la corriente.
- Cambios naturales o artificiales del régimen de flujo o de los sedimentos.
- Geometría y alineamiento de las pilas: dependiendo del tipo de pila las características de la socavación pueden variar. En este caso tenemos pila de sección circular.



Imagen 42 .(Figura pila Cilíndrica).

Autoría (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)

TIPOS DE SOCAVACIÓN

Se distinguen los siguientes tipos de socavación:

- Socavación general
- Socavación local
- Socavación especial

En el caso del puente sobre el río Ocoa, se presenta socavación local la cual consiste en:

Socavación local: se define como el descenso brusco de la cota o nivel del lecho alrededor de un obstáculo interpuesto al flujo de la corriente como pilotes, estribos o pilas. Esta erosión adicional ocurre debido al cambio de la trayectoria del flujo del agua alrededor del obstáculo, lo cual produce un sistema de turbulencia y aceleraciones de la corriente que incrementan su fuerza de arrastre y por ende su poder erosivo. La socavación local puede producir pérdida de área de soporte en las bases de las pilas o pérdida de confinamiento y área de soporte lateral en pilotes que sirven de cimentación a pilas de puentes. Estos efectos podrán generar asentamientos importantes o tendencias a la inclinación lateral de las pilas de soporte del puente o de los estribos.

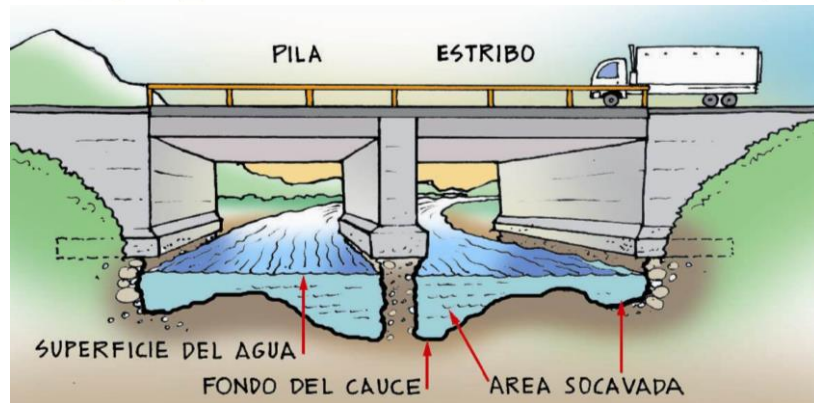


Imagen 43 .(Figura Socavación Local).

Autoría Figura 2.9 Socavación local. (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN PARA IDENTIFICACIÓN DE EVIDENCIAS DE SOCAVACIÓN

Debe realizarse una inspección visual mediante la cual se identifican y califican los problemas de socavación evidentes. La calificación de la condición del elemento debe realizarse de la siguiente manera:

Identificación de evidencias	
Calificación	descripcion
0	Sin daño, o daño insignificante.
1 - 2	Se presentan inicios de socavación, debe realizarse un mantenimiento rutinario o una reparación necesaria cuando se presente la ocasión. El componente funciona como fue diseñado
3	se observan daños significativo, la protección o reparación es necesaria muy pronto
4 - 5	Se observa inclinación o perdida de pilas o estribos

Imagen 44 .(Tabla de Identificación de Evidencias de Socavación).

Autoría (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE PARÁMETROS

Para evaluar la susceptibilidad a la socavación de un sitio específico se propone una inspección basada en la evaluación de los siguientes parámetros:

- **Parámetros Geométricos**

Se debe hacer un levantamiento del perfil del fondo del cauce. El procedimiento debe realizarse preferiblemente en época de verano. Para determinar el nivel probable de aguas máximas se puede utilizar información aproximada relacionada con marcas en el terreno, evidencia de flujo en los árboles y los testimonios de los habitantes de la región.

Este levantamiento se realizó el día 14 abril de 2015; El Estudio Topográfico se realizó según Resolución 032 del 15 de abril de 2013 en su Capítulo 2 Artículo 4 Numerales 1-2-3-4-5 Siguiendo sus indicaciones especialmente en la Georreferenciación de proyectos los cuales deben estar ligados al sistema I.G.A.C. con Datum Magna Sirgas Origen Bogotá, además de cumplir con los grados de precisión requeridos los cuales fueron: (ZARTA GONZALEZ, 2015).



PLANIMETRIA: Grado de Precisión: 1-----47279

ALTIMETRIA: Grado de Precisión: 1-----843072

Se realizaron mediciones en el cauce del río (batimetría) para determinar su sección aproximada, la cual está dividida en dos secciones a lado y lado de la pila central, creando así sección margen izquierda y sección margen derecha.

Los parámetros geométricos son los siguientes:

- **Ancho del cauce (B):** se debe medir el ancho del cauce para el nivel normal y el nivel máximo

Ancho del cauce (B) metros	Nivel Normal	52,0
	Nivel Máximo	62,4

Imagen 45 .(Tabla de Ancho del cauce).

Autoría (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)

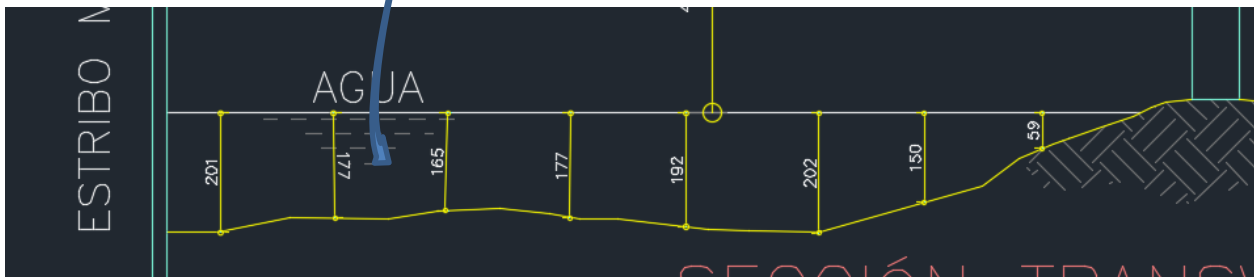
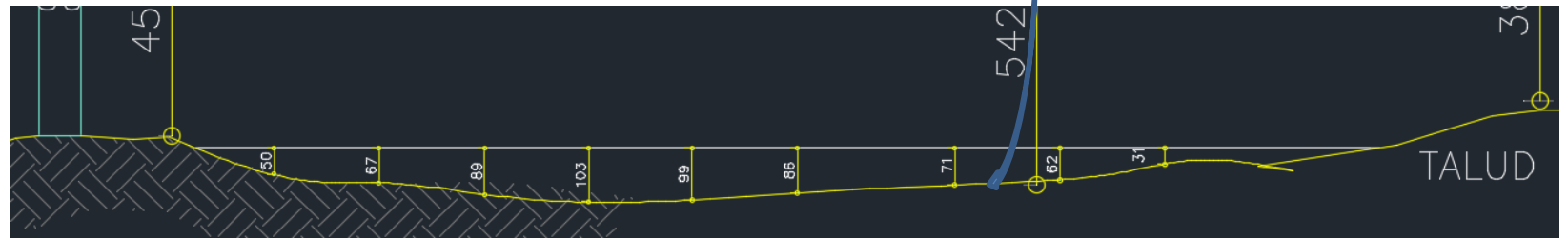
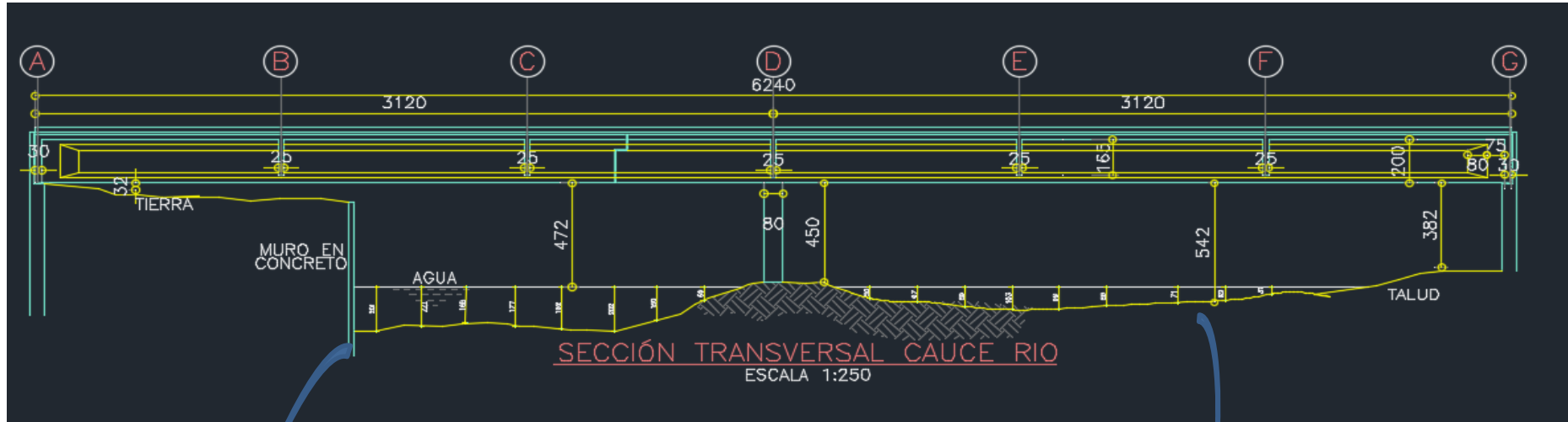


Imagen 46, 47, 48 (Levantamiento de la Sección Transversal del Cauce del Rio.)

Autoría Propia



- **Profundidad del cauce en diferentes puntos (H):** se toma el ancho del río y se divide en un número de partes iguales y en cada una de ellas se mide la profundidad del cauce y el nivel de aguas máximo (ver imagen anterior)

Profundidad del cauce (H)	Se tomaron diferentes puntos de la siguiente forma: (de derecha a izquierda)				
Punto	long (m)	H (m)			
Estribo Margen Izquierda	0	0	Pila Central	31,2	0
	0,19	1,29		28,19	0
	2,19	1,51		26,71	0,50
	4,13	1,39		24,71	0,67
	6,16	1,69		22,69	0,89
	8,16	1,75		20,71	1,03
	10,19	1,83		18,74	0,99
	12,14	1,81		16,73	0,86
	14	2,01		13,72	0,71
	15,91	1,77		11,72	0,62
	17,8	1,65		9,72	0,31
	19,91	1,77		5,63	0
	21,86	1,92	Estribo Margen Derecha	62,4	0
	24,11	2,02			
	25,88	1,5			
	27,87	0,59			
	29,52	0			

Imagen 49, 50 (Tabla de Profundidad del Cauce en diferentes puntos.)

Autoría Propia

- **Perímetro del cauce (P):** calcular el perímetro del área mojada para la altura del nivel normal (H) y para la altura máxima (H máx.).

Perímetro del cauce (P)	H(m) promedio - se tomara como "y" para aplicar formula Hidraulica de canales Ven Te Chow	L(m) promedio - se tomara como "T" para aplicar formula Hidraulica de canales Ven Te Chow	Perimetro Mojado(m) para seccion paraboloide $P = T + (8y^2/3T)$
Perimetro Mojado para nivel normal Margen Izquierda	1,36	15,07	15,40
Perimetro Mojado para nivel normal Margen Derecha	0,51	22,53	22,56
Perimetro Mojado para nivel maximo Margen Izquierda (1,5m por encima del nivel de agua normal)	2,86	31,20	31,90
Perimetro Mojado para nivel maximo Margen Derecha (1,5m por encima del nivel de agua normal)	2,01	31,2	31,54

Imagen 51 (Tabla del perímetro del cauce .)

Autoría Propia



- **Dimensiones de estribos y pilas:** se debe tomar la longitud (L) y ancho (b) de las pilas y estribos.

Dimensiones de estribos y pilas	long (m)	ancho (b)
Estribo Margen Izquierda	6,00	8,00
Estribo Margen Derecha	6,00	8,00
Pila Central (dado)	6,58	1,04

Imagen 52 (Tabla de Dimensiones de estribos y pilas .)

Autoría Propia

- **Área de la sección transversal (A):** después de definir la geometría del cauce se calcula el área de la sección transversal actual (A) y el área máxima en el momento de la creciente (A.máx)

Area Seccion Transversal del cauce (A)	H(m) promedio - se tomara como "y" para aplicar formula Hidraulica de canales Ven Te Chow	L(m) promedio - se tomara como "T" para aplicar formula Hidraulica de canales Ven Te Chow	Area seccion Transversal (m ²) para seccion paraboloides A= 2/3 Ty
Area seccion Transversal para nivel normal Margen Izquierda	1,36	15,07	13,67
Area seccion Transversal para nivel normal Margen Derecha	0,51	22,53	7,60
Area seccion Transversal para nivel maximo Margen Izquierda (1,5m por encima del nivel de agua normal)	2,86	31,20	59,51
Area seccion Transversal para nivel maximo Margen Derecha (1,5m por encima del nivel de agua normal)	2,01	31,2	41,73

Imagen 53 (Tabla de Área de Sección Transversal del Cauce .)

Autoría Propia

- **Factor multiplicador (α):** se calcula de la siguiente manera:

$$\alpha = \left(\frac{A_{\text{máx}} \times P}{A \times P_{\text{máx}}} \right)^{2/3}$$

En donde: P = perímetro mojado para el nivel de aguas normales.
P máx = perímetro mojado para el nivel de aguas máximo.

Factor Multiplicador (α)	Area seccional Transv.	Perimetro Mojado	factor $\alpha = \left(\frac{A_{\text{máx}} \times P}{A \times P_{\text{máx}}} \right)^{2/3}$
Aguas Nivel normal Margen Izquierda	13,67	15,40	1,64
Aguas Nivel Maximo Margen Izquierda	59,51	31,90	
Aguas Nivel normal Margen Derecha	41,73	31,54	1,00
Aguas Nivel Maximo Margen Derecha	41,73	31,54	

Imagen 54 (Tabla de Factor Multiplicador .)

Autoría Propia

- **Profundidad contracorriente de la pila, (Y) en metros:** se debe medir la profundidad contracorriente de la pila (Y), la cual corresponde a la profundidad del fondo del cauce en la cercanía de la pila aguas abajo de la pila.

Profundidad Contracorriente de la pila (y) en metros	1,57
---	------

- **Profundidad de desplante (Z) en metros:** corresponde a la profundidad de desplante de la cimentación, zapata superficial o dado de cimentación para pilotes individuales o grupo de pilotes. Este parámetro resulta fundamental por cuanto más superficial sea la cota de cimentación mayor será la susceptibilidad a la socavación. Esta dimensión se puede definir indirectamente con la ayuda de planos.

Profundidad de desplante (Z) en metros	La cimentacion es superficial compuesta unicamente por zapata (según informacion tomada de inspecciones principales anteriores)
Estribo Margen Izquierda	0,67
Estribo Margen Derecha	0,67
Pila Central	0,67

Imagen 55 (Tabla de Profundidad de desplazante .)

Autoría Propia

- **Parámetros del suelo**

Todos los materiales están propensos a socavación, cada uno ofrece una resistencia determinada al agente erosivo. Los suelos granulares sueltos se erosionan más rápidamente, mientras que los suelos cohesivos o cementados son más resistentes a la socavación

Para determinar las características del suelo del río Ocoa, se tomó en cuenta informe geológico realizado en la inspección principal del año 2012. El cual determina: “El cauce está conformado en su lecho y taludes por material del depósito aluvial de granulometría gruesa a fina. La compactación del depósito es pobre a los clastos están completamente independizados entre sí. El depósito es de máxima susceptibilidad a los procesos erosivos de la escorrentía, la cual depende, desplaza y sedimenta el material a lo largo de su cauce. El cauce del río Ocoa siempre será colmatado con el material desprendido de sus orillas y del que es transportado por el mismo río. La fuente del puente sobre este río siempre estará amenazado por la erosión por socavación de sus estructuras de apoyo; estribos y columnas, si estos elementos de apoyo están cimentados en el material del depósito; el puente será estable solo si está cimentado sobre material erodable infrayacente al depósito”.

- **Parámetros Hidráulicos**

- **Velocidad actual del cauce V (m/s):** para obtener la velocidad del cauce pueden utilizarse equipos electrónicos. En caso de no tenerlos puede medirse utilizando cualquier objeto que flote, tomando tiempos de recorrido entre dos puntos establecidos.

Velocidad actual del cauce V (m/s)			
Punto	long (m)	T (seg)	V (m/s)
Estribo Margen Izquierda	8	7	1,14
Pila Central	6,58	9	0,73
Estribo Margen Derecha	8	10	0,80

Imagen 56 (Tabla de Velocidad Actual del Cauce .)

Autoría Propia

- **Velocidad máxima del cauce (V_{máx}):** la velocidad de la creciente se calcula de la siguiente manera:

$$V_{máx} = \alpha V$$

En donde: α = factor multiplicador

Velocidad Max. Vmax (m/s)			
Punto	V (m/s)	Factor α	V max (m/s)
Estribo Margen Izquierda	1,14	1,64	1,87
Pila Central	0,73	1,32	0,97
Estribo Margen Derecha	0,80	1,00	0,80

Imagen 57 (Tabla de Velocidad Maxima .)

Autoría Propia

- **Caudal máximo sobre la base de la pila $Q_{\text{máx}}$ (m^3/s):**

$$Q_{\text{máx}} = A_{\text{máx}} \times V_{\text{máx}}$$

Caudal Max. Q_{max} (m^3/s)			
Punto	A max. (m^2)	V max (m/s)	Q_{max} (m^3/s)
Pila Central	23,59	0,97	24,44

- **Angulo de entrada del flujo a la pila (Θ):** es un ángulo que mide la dirección del flujo con respecto a la pila.

Angulo de entrada del flujo a la pila ($^\circ$)	
Punto	Angulo $^\circ$
Pila Central	24,00

- **Número de Froude (adimensional):**

$$F = \frac{V_{\text{máx}}}{\sqrt{g \times B_{\text{máx}}}}$$

En donde: $B_{\text{máx}}$ = ancho para el nivel máximo del cauce (m)
 g = aceleración de la gravedad ($9.81 \text{ m}/\text{s}^2$)

Número de Froude (adimensional):					
Punto	V max (m/s)	B max (m)	g (m/s^2)	Fr.	Tipo Regimen
Estribo Margen Izquierda	1,87	31,2	9,81	0,107	SUBCRITICO
Estribo Margen Derecha	0,80	31,2	9,81	0,046	SUBCRITICO

EVALUACIÓN DE LA SOCAVACIÓN GENERAL

La evaluación de la socavación general se llevará a cabo utilizando el método de Liscvhtvan Levediev tomando simplificando todas las ecuaciones mediante una presentación gráfica. Para estimar la socavación general se deben calcular los siguientes parámetros asociados a las características del lecho del río:

- **Parámetro (N):** se debe calcular a partir de la Figura con base en la relación $A_{\text{máx}}/B_{\text{máx}}$ y el valor de $V_{\text{máx}}$.

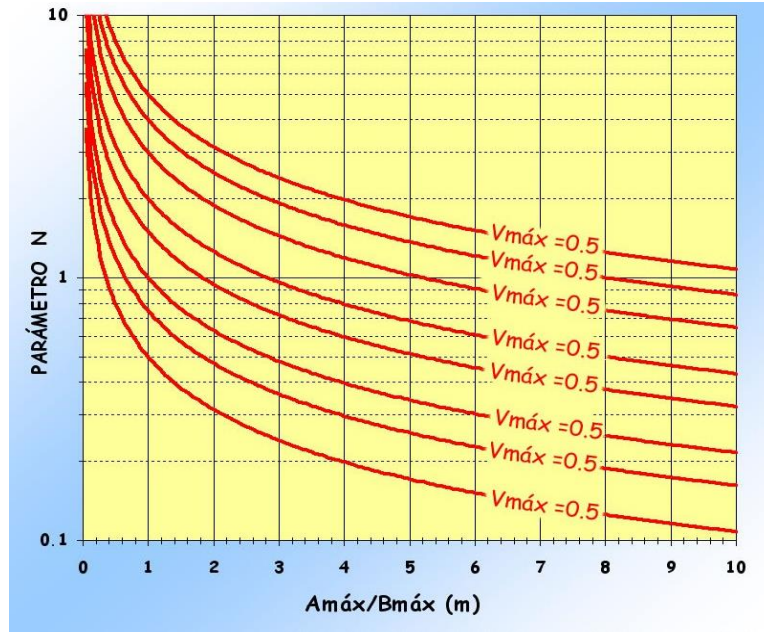


Imagen 58 (Gráfico A máx/ B máx .)

Autoría. (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)

Cálculo de la profundidad de socavación general					
Punto	V max (m/s)	B max (m)	A max. (m ²)	Amax/Bmax	N
Estribo Margen Izquierda	1,87	31,2	59,51	1,91	3
Estribo Margen Derecha	0,80	31,2	41,73	1,34	7

- **Cálculo de la socavación general en suelos no cohesivos**

Con el valor de N obtenido y con la altura (H) en el punto en el cual están localizadas las pilas ó estribos, se calcula la profundidad esperada de socavación general (Hs) para suelos no cohesivos a partir de la Figura:

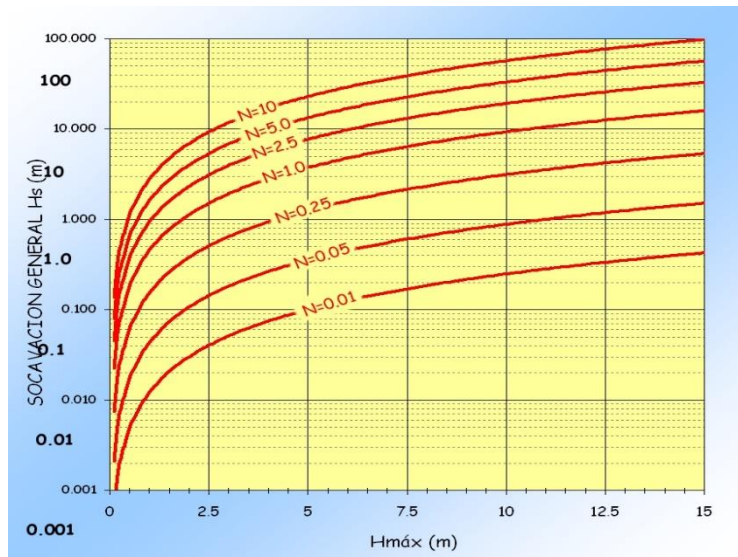


Imagen 59 (Gráfico H vs Hs – Suelos no Cohesivos)

Autoría . (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)



Cálculo de la socavación general en suelos no cohesivos			
Punto	N	H max (m)	Hs (m)
Estribo Margen Izquierda	3,00	2,86	4,00
Estribo Margen Derecha	7,00	2,01	6,00

EVALUACIÓN DE LA SOCAVACIÓN LOCAL

La socavación local ha atraído el interés de muchos investigadores que han utilizado los métodos empíricos o una combinación de técnicas analíticas y empíricas para dar ecuaciones para la socavación local basados en datos experimentales y de campo.

En el caso en que existan datos de cimentación superficiales se debe utilizar para el cálculo de la socavación el ancho de la pila (b) a menos que el dado sobresalga más de 0.4 H_{máx}. Cuando esto presente se debe utilizar como b el ancho del dado.

En el caso en estudio el dado de la cimentación sobresale 0,67 cm.

SOCAVACIÓN EN PILA RECTANGULAR.

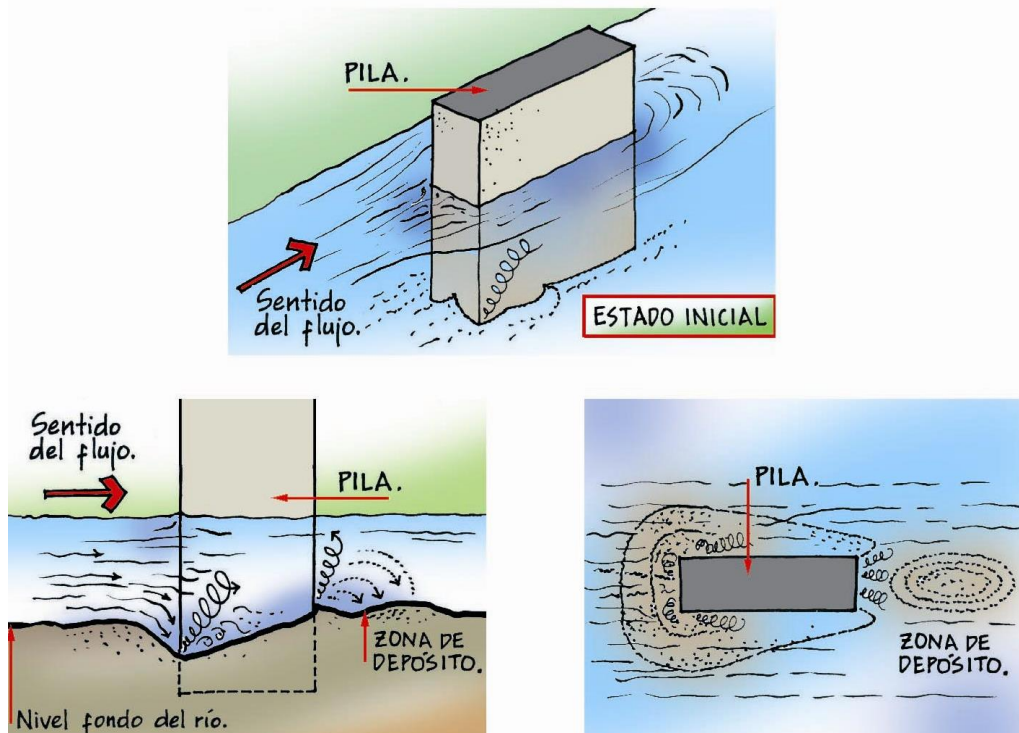


Imagen 60, 61, 62 (Socavación en Pila Rectangular)

Autoría . (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)



Fotografía 2.(Socavación local – playa en pila central – residuos de material arrastrado por el cauce)

Autoría Propia



**Fotografía 3.(Evidencia de Socavación en pila central – residuos de material arrastrado por el cauce-
Puente Rio Ocoa)**

Autoría Propia



**Fotografía 4.(Socavación pila centra costado lateral – residuos de material arrastrado por el cauce-
 Puente Rio OCoa)**
 Autoría Propia

Cálculo de la profundidad de socavación local, d_s , en pilas

- Agua con sedimentos, lecho en arena y número Froude < 0.5

Con base en la profundidad contracorriente de la pila Y (m) y el ancho b (m) de la pila, se selecciona el valor de d_s (m) de la Figura.

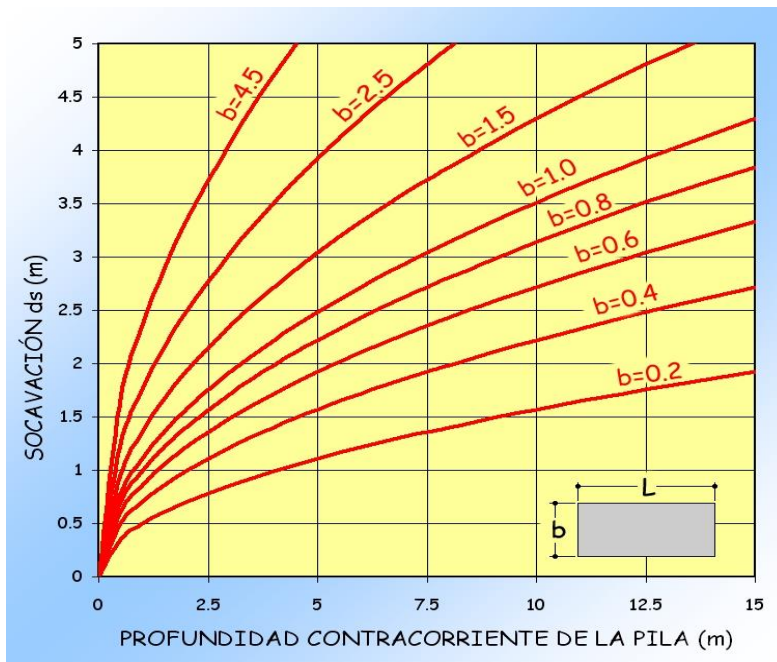


Imagen 63 (Grafico de valor d_s)

Autoría . (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)

Figura Grafico para agua con sedimentos, lecho en arena y $F > 0.5$. (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)

Cálculo de la profundidad de socavación local, ds, en pilas			
Punto	Profundidad(m)	ancho pila (b)	ds
Pila Central	1,57	3,24	2,50

Cálculo de la profundidad de socavación total

Conocida la profundidad de socavación general y la profundidad de socavación local se calcula la profundidad de socavación total:

$$dst = Hs + dsl$$

En donde: Hs = profundidad de socavación general.

dsl = profundidad de socavación local

Cálculo de la profundidad de socavación total			
punto	profundidad de socavación general (Hs)	profundidad de socavación local (dsl)	profundidad de socavación total (dst)
Estribo Margen Izquierda	4,00	2,50	6,50
Estribo Margen Derecha	6,00	2,50	8,50

SUSCEPTIBILIDAD A LA SOCAVACIÓN Y RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN

La susceptibilidad a la socavación y la recomendación de intervención se determina cuando no hay evidencia mediante el cálculo de la relación de la profundidad de socavación total dst, y la profundidad de desplante de la cimentación, Z, a partir de la Tabla:

Relación d_{ST} / Z	Susceptibilidad a la socavación	Recomendación de intervención
Menor de 0,2	Baja	R1
Entre 0,2 - 0,6	Intermedia	R1,R3,R4
Mayor de 0,6	Alta	R3,R4,R5,R6, R7

Imagen 64 (Tabla de Susceptibilidad a la Socavación y Recomendaciones de intervención)

Autoría tabla 2.6 . (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)

Susceptibilidad a la socavación y recomendación de intervención					
punto	profundidad de socavación total (dst)	profundidad de desplante de la cimentación, Z	Relacion dst/Z	Susceptibilidad a la socavación	Recomendación de intervención
Estribo Margen Izquierda	6,50	0,67	9,70	alta	R3,R6, R7
Estribo Margen Derecha	8,50	0,67	12,69	alta	R3,R6, R7
Pila Central	1,57	0,67	2,34	alta	R3,R6, R7

Imagen 65 (Tabla de Susceptibilidad a la Socavación y Recomendaciones de intervención)

Autoría . (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)

2.2.3.1.1 Prevención y Rehabilitación de Problemas de Socavación

Las dos formas principales de evitar la socavación son:

- Hacer que el fondo del cauce alrededor de la pila resista la acción erosiva del agua.
- Impedir que los cambios de dirección en las líneas de corriente se produzcan frente a la pila, lo que hace que se reduzcan o supriman los vórtices que se generan por el obstáculo en el flujo.

A continuación, se explican los métodos de intervención más utilizados en función de la calificación de la susceptibilidad a la socavación que se presente en cada caso.

2.2.3.1.1.1 Tipos de Intervención Según Calificación de la Socavación

a. R3. Pedraplenes

Descripción:

Los pedraplenes son mantos de altura variable en canto rodado que rodean la pila y los estribos para evitar la socavación. Deben colocarse a partir del fondo que tiene el cauce socavado. Los cantos deben tener un diámetro uniforme y dependen de la velocidad máxima de la corriente y del peso específico del material de relleno.

Materiales y equipos:

- Canto rodado de diámetro uniforme. Los diámetros recomendados están dados en la siguiente Tabla (Los diámetros están dados en cm)
- Dispositivo para desviar el cauce.

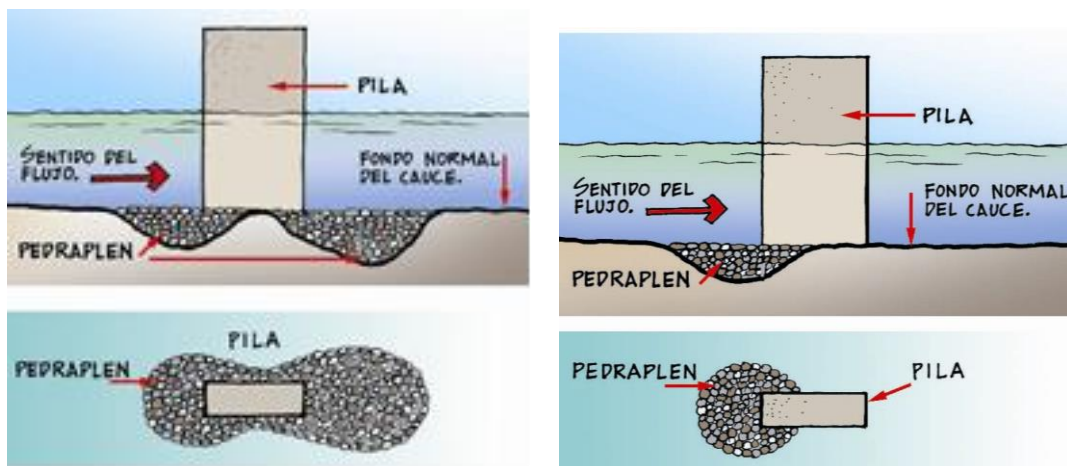


Imagen 66, 67, 68, 69 (Instalación de Predraplenes)

Autoría . (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)



b. R6. Recubrimiento del Lecho.

Descripción:

Este procedimiento es utilizado como mecanismo de control de la erosión de terraplenes, orillas y lechos de cauces. Consiste en recubrir la zona afectada del río con concreto simple con el fin de evitar la erosión.

Materiales y equipos:

- Concreto.
- Dispositivo para desviar el cauce.
- Maquinaria para bombeo.

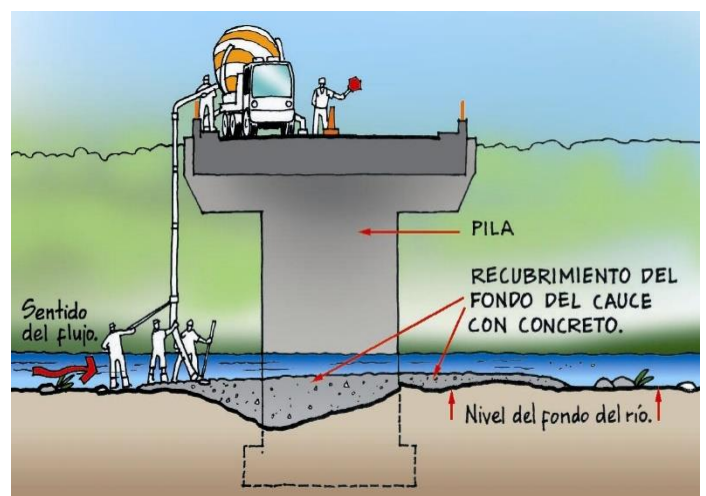
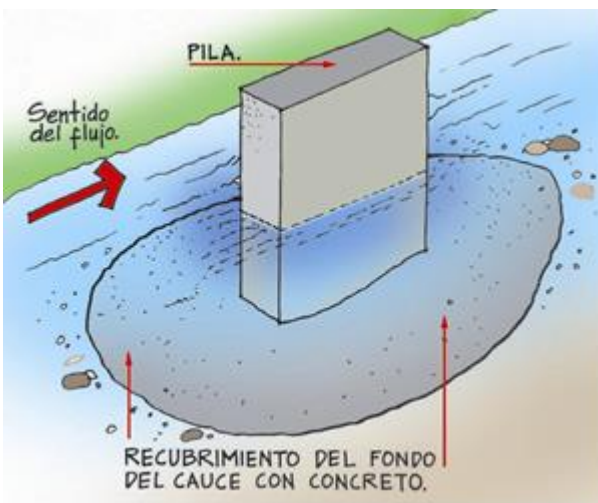


Imagen 70, 71 (Instalación de Recubrimiento del lecho)

Autoría . (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)

c. R7. Dispositivos de Geometría Sencilla (Hexápodos o Similares)

Descripción:

Los dispositivos planos de geometría sencilla elaborados en concreto son elementos adicionales a la pila que sirven para disminuir los problemas de socavación.

Materiales y equipos:

- Dispositivos en Concreto.

- Dispositivo para desviar el cauce.



Imagen 72, 73 (Dispositivos de Geometría Sencilla- Hexápodos o Similares)
Autoría . (Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes, 2005)



3. Presupuesto general de intervención



PRESUPUESTO GENERAL INTERVENCIÓN PUENTE SOBRE RIO OCOA VIA VILLAVICENCIO - PUERTO LOPEZ

Item	Descripción	Und	Vr/Unitario PESOS 2010	Cantidad	Vr/Total
PRELIMINARES					
1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	Km	\$ 5.493.612	1,50	\$ 8.240.418
2	DESMONTE Y LIMPIEZA EN BOSQUE (INCLUYE CARGUE Y RETIRO DE SOBANTES A UNA DISTANCIA DE 5KM)	HA	\$ 1.932.451	0,22	\$ 425.139
3	SEÑALIZACIÓN DE OBRA	GLB	\$ 35.000.000	1,00	\$ 35.000.000
PROTECCION PARA SOCAVACION EN PILA Y ESTRIBO					
4	EXCAVACIÓN MECÁNICA EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA, CANALES Y PRETAMOS (INCLUYE CARGUE Y RETIRO DE SOBANTES A UNA DISTANCIA DE 5 KM)	m³	\$ 23.334	15,00	\$ 350.010
5	RAJÓN INCLUYE TODOS LOS COSTOS DE SUMINISTRO DE MATERIALES, INSTALACIÓN, HUMEDECIMIENTO O SECAMIENTO, COMPACTACIÓN, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y CONTROL DE CALIDAD.	m³	\$ 58.419	150,00	\$ 8.762.850
6	CONCRETO CLASE C, F'C=4000 PSI	m³	\$ 540.696	50,00	\$ 27.034.800
7	CONCRETO POBRE PARA SOLADOS, F'C=2500 PSI	m³	\$ 353.143	15,00	\$ 5.297.145
8	DEMOLICIÓN CONCRETO SIMPLE (INCLUYE CARGUE Y RETIRO DE SOBANTES A UNA DISTANCIA DE 5 KM)	m³	\$ 40.453	20,00	\$ 809.060
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
9	MEZCLA DENSA EN CONCRETO ASFÁLTICO MDC-2 (Incluye acarreo Libre de 5KM, No Incluye el Transporte de la Mezcla al Sitio de la Obra)	m³	\$ 438.029	23,09	\$ 10.113.214
10	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m²	\$ 1.992	461,76	\$ 919.826
ESTRUCTURA - PUENTE					
LOSA					
11	GROUTING SIKAGROT	m²	\$ 6.180.892	0,52	\$ 3.188.722
12	DREN DESAGÜE 2" CON 2ML	und	\$ 47.610	20,00	\$ 952.200
13	IMPERMEABILIZACIÓN LOSA TABLERO	m²	\$ 87.665	458,64	\$ 40.206.676
ACCESORIOS					
14	JUNTA T-40 O SIMILIAR QUE APLIQUE CON LAS CARACTERÍSTICAS	m	\$ 1.395.500	14,70	\$ 20.513.850
SEÑALIZACIÓN					
15	LÍNEA DE DEMARCACIÓN CON PINTURA EN FRÍO	mt	\$ 1.400	249,60	\$ 349.440
16	SUMINISTRO E INSTALACION DE TACHAS REFLECTIVAS	Un	\$ 6.099	85,60	\$ 522.074
17	SEÑAL VERTICAL (6-9), SP 75x75 GENERICA, SR D=75 GENERICA, SR-01 8L=75 PARE, SI 60X75 GENERICA, SII 75X75 ESCUDOS, SIT 75X75 TURÍSTICA, DCH CURVAS, DOBLE	Un	\$ 270.018	20,00	\$ 5.400.360
18	SEÑAL VERTICAL (6-9), SIDR BXH VALLAS DESTINOS Y RUTAS (2Mx1M)	Un	\$ 475.971	2,00	\$ 951.942
19	POSTE DE REFERENCIA, INCLUYE SUMINISTRO e INSTALACIÓN	Un	\$ 108.568	1,00	\$ 108.568
20	DEFENSA METÁLICA	mt	\$ 304.320	0,00	\$ -

Imagen 74 (Presupuesto General de Intervención)

Autoría. Propia



PRESUPUESTO GENERAL INTERVENCION PUENTE SOBRE RIO OCOA VIA VILLAVICENCIO - PUERTO LOPEZ

Item	Descripcion	Und	Vr/Unitario PESOS 2010	Cantidad	Vr/Total
TRANSPORTES					
21	TRANSPORTE AGREGADOS PÉTREOS Y ESCOMBROS	m3/km	\$ 810	4.500,00	\$ 3.645.000
MANTENIMIENTO SUPERFICIAL EXTERIOR					
22	HIDROLAVADO A PRESIÓN	m2	\$ 11.458	2.396,00	\$ 27.452.170
23	PROTECCION CON PINTURA IMPERMEABLE ELÁSTICA DE ALTA RESISTENCIA A LA CARBONATACION LAVABLE (SIKA COLOR 555W O SIMILAR)	m2	\$ 18.295	118,00	\$ 2.158.810
24	SUMINISTRO E INSTALACION DE PUERTOS DE IYECCION Y GEL SELLANTE SUPERFICIAL SIKADURA PANEL O SIMILAR PARA SELLO DE FISURAS	m	\$ 14.332	310,00	\$ 4.442.827
25	SUMINISTRO E INYECCION DE RESINA EPOXICA DE BAJA VISCOCIDAD DEL TIPO SIKADUR 35 LV O SIMILAR, ALTA RESISTENCIA, BAJA VISCOCIDAD, INSENSIBLE A LA HUMEDAD Y ALTO MODULO ELASTICO, SEGÚN NORMA ASTM C-881-90, TIPO IV	kg	\$ 373.460	186,00	\$ 69.463.560
26	REPARACIÓN DE SUPERFICIE CONCRETO CON MORTERO DE ALTA RESISTENCIA AUTOIMPRIMANTE HASTA UN ESPESOR DE 5mm (TIPO SIKATOP 122 O SIMILAR)	m2	\$ 68.650	45,99	\$ 3.157.131
27	APLICACIÓN DE ANTICORROSIVO, BARRERA Y ESMALTE POLIURETANO DE 3 MILLS DE ESPESOR DE PELICULA SECA CAPA POR CAPA, PARA LA ESTRUCTURA METALICA	m2	\$ 40.780	900,00	\$ 36.702.000
28	PREPARACION O ALISTAMIENTO DE SUPERFICIE PARA PINTAR, DESENGRASANTE Y LAVADO	m2	\$ 10.692	894,00	\$ 9.558.648
29	BARRERA VEHICULAR ACERO A-36 (360 kgf/m)	m	\$ 268.875	6,00	\$ 1.613.250
	DISTANCIA FUENTE MATERIAL	30,00		150,00	4.500,00
A. TOTAL COSTOS DIRECTOS					\$ 327.339.690
B. PAGA					\$ 127.850.872
C. A I U					\$ 141.109.074
TOTAL (A+B+C)					\$ 596.299.636

Nota:

- 1- No incluye el valor de compra ni de alquiler de predios, durante la ejecución de las obras.
- 2- No incluye espacio público

Elaboró: Ing. Marcela lozano Ortiz
Elaboró: Ing. Katerine Zapata Polo

Imagen 75 (Presupuesto General de Intervención)

4. CONCLUSIONES

Después de haber realizado la Inspección principal (visual) en el Puente sobre el río Ocoa podemos concluir lo siguiente:

1. El puente requiere mantenimiento, limpieza, colocación de juntas, reparación del pavimento, mantenimiento de elementos metálicos de soporte andenes, barandas y apoyos.
2. El puente en general requiere algunas intervenciones y limpieza para evitar daños mayores a futuro en el cual se vea comprometida su estabilidad y funcionamiento.
3. Se recomienda protegerlo del impacto permanente de la corriente del caudal la cual debe estar monitoreada periódicamente. (Recomendaciones Geotécnicas iniciales).
4. El cauce se debe renivelar ya que presenta sedimentación, se recomienda construcción de espolones y hacer estabilización de muro de gaviones existente aguas arriba. (Recomendaciones hidráulica y geológicas iniciales)
5. Se requiere mantenimiento en vigas debido a las manchas de humedad que produce el tubo en V1. se recomienda hidrolavado y recubrimiento con pintura hidrofugante.
6. En las juntas se requiere reemplazo por la poca adherencia entre el asfalto y el neopreno de la junta, se presentan: fisuras, hundimientos y desprendimiento del pavimento en las zonas de las juntas, se recomienda el cambio de las juntas para evitar la infiltración y mejorar el tránsito.
7. Para disminuir la susceptibilidad a la socavación se presentaron varias alternativas de protección a estribos y pilas, como son: PEDRAPLENES, RECUBRIMIENTO DEL LECHO, DISPOSITIVOS DE GEOMETRÍA SENCILLA (HEXAPODOS O SIMILARES).
8. Se selección la alternativa R3. PEDRAPLENES, debido a que esta alternativa dar mejor funcionalidad y los materiales son más accequibles para la zona de instalación.

5. BIBLIOGRAFIA

- Parra Palacio, S., & Sedano Agudelo, G. A. (Diciembre de 2011). *Trabajo de Grado Maestría en Ingeniería Civil "Desarrollo de Una Metodología para la Evaluación del Estado de Puentes Existentes"*. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana.
- Chow, V. T. (2000). *Hidraulica de Canales Abiertos*. Colombia: Nomos S.A.
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad Nacional de Colombia. (2003). *Manual para la Inspeccion visual de puentes y pontones*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS y Universidad de los Andes. (2005). *Manual para la evaluacion preliminar de la vulnerabilidad de puentes de la red vial principal de Colombia*. Bogota: Universidad de los Andes.
- Vias, I. N. (1999). *SIPUCOL - Sistema de Puentes de Colombia - Manual del Usuario*. Bogota: Ministerio de Transporte, Colombia - Instituto Nacional de Vias.
- ZARTA GONZALEZ, A. (2015). *Informe de estudio topografico puente Ocoa avenida Puerto Lopez en la ciudad de Villavicencio Meta*. Villavicencio.