

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE CAUCES EN LAS
INMEDIACIONES DE UN PUENTE EN LA SELVA NORTE DEL
PAÍS**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JUAN CARLOS DEL RIO LÓPEZ

Lima- Perú

2011

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

AGRADECIMIENTO

Con la presentación del informe final de la presente tesis de investigación: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE CAUCES EN LAS INMEDIACIONES DE UN PUENTE EN LA SELVA NORTE DEL PAÍS", deseo dejar constancia el agradecimiento al Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil – UNI, en especial al Dr. Víctor Sánchez Moya, por su valiosa colaboración y confianza en el estudio. Particularmente quisiera agradecer a la Ing. Rocío Arista Alarcón, asesora de la tesis, quien a pesar de sus intensas labores como catedrática y profesional, me acompañó desde un inicio, proporcionándome información y guiándome a través de sus conocimientos para lograr los resultados obtenidos durante este proceso.

Asimismo, agradezco a todas aquellas personas que confiaron en mí durante el proceso de la investigación de la tesis, por sus consejos, experiencias transmitidas y sus recomendaciones.

Gracias.

"Con mucho cariño y respeto a mis padres y hermanos, por sus palabras y consejos, ya que sin ellos no hubiera podido cumplir mis objetivos"

ÍNDICE

RESUMEN.....	VI
LISTA DE TABLAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I: FUNDAMENTO TEÓRICO.....	1
1.1. CONCEPTOS DE ESTABILIDAD.....	1
1.1.1. Cauce Inestable.....	1
1.1.2. Cauce Dinámicamente Estable.....	1
1.1.3. Cauce Estable Moribundo.....	2
1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS CAUCES.....	2
1.2.1. Cauce principal.....	3
1.2.2. Llanura de inundación.....	5
1.2.3. Generalidades de Hidráulica Fluvial.....	6
1.2.4. Clasificación de ríos según su geomorfología.....	8
1.3. CLASIFICACIÓN DE FLUJOS EN CAUCES.....	10
1.3.1. Clasificación según Montgomery y Buffington.....	10
1.3.1.1. <i>Cauce Aluvial</i>	13
1.3.1.2. <i>Cauce de lecho rocoso</i>	20
1.3.1.3. <i>Cauce coluvial</i>	20
1.3.2. Clasificación según USACE.....	21
1.3.2.1. <i>Contextos geomórficos</i>	21
1.3.2.2. <i>Tipos de cauces</i>	23
CAPÍTULO II: MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD DE CAUCES....	24
2.1. GENERALIDADES.....	24
2.2. TEORÍA DEL RÉGIMEN.....	25
2.2.1. Métodos Mecanicistas.....	26
2.2.2. Métodos Geográficos.....	27
2.2.2.1. <i>Estudios de Thorne</i>	27
2.2.2.2. <i>Estudios de Chorley y Kennedy</i>	27
2.2.2.3. <i>Estudios de Brookes</i>	29

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA PROPUESTA.....	30
3.1. HOJAS DE RECONOCIMIENTO.....	30
3.2. DETALLES DE LAS HOJAS DE RECONOCIMIENTO	35
3.3. INDICADORES DE ESTABILIDAD	36
3.4. RESULTADOS DE ESTABILIDAD.....	44
3.4.1. Estabilidad general.....	44
3.4.2. Estabilidad lateral.....	44
3.4.3. Estabilidad vertical	45
3.4.4. Relación entre estabilidad lateral y vertical	45
CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA.....	46
4.1. ZONA DE EVALUACIÓN	46
4.2. UBICACIÓN.....	46
4.3. OBSERVACIONES DE CAMPO.....	47
4.4. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL CAUCE	56
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y MODELOS PARAMÉTRICOS HALLADOS.....	59
5.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO	59
5.1.1. Tramo 1	61
5.1.2. Tramo 2	62
5.2. FACTOR DE ESTABILIDAD	65
5.2.1. Cordillera Subandina.....	65
5.2.2. Llanura Amazónica	74
5.3. MODELO PARAMÉTRICO.....	84
5.3.1. Ecuación para Cordillera Subandina	87
5.3.2. Ecuación para Llanura Amazónica.....	88
5.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	91
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.....	95
BIBLIOGRAFÍA.....	97
ANEXOS	99

RESUMEN

La Tesis titulada "Evaluación de la estabilidad de cauces en las inmediaciones de un puente en la Selva Norte del país" es un trabajo de investigación el cual tiene como objetivo evaluar el estado actual de un cruce cauce – puente en forma práctica y periódica, en corto tiempo y con bajo presupuesto, con la finalidad de determinar la estabilidad del cauce a través de unas hojas de reconocimiento elaboradas en base a los conceptos de hidráulica fluvial.

Se ha evaluado 20 puentes de un tramo de la carretera Interoceánica Norte, en la denominada zona Eje Multimodal IIRSA Norte, entre las ciudades de Rioja y Corral Quemado, en un recorrido de 150 km aproximadamente siendo distinguibles dos regiones fisiográficas, Llanura Amazónica y Cordillera Subandina. En base a estas regiones se analizaron diferentes aspectos de la geomorfología y la condición actual del cauce principal y márgenes hacia aguas arriba y aguas abajo del puente, las cuales permitieron definir con criterios racionales la estabilidad del cauce donde se ha elaborado una formulación empírica de cada región.

Los resultados obtenidos permiten determinar la luz de un puente con ancho estable a través del caudal, válidos en el tramo analizado o en zonas que presenten características similares a la evaluada.

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1. 1. Clasificación de partículas según tamaño	4
Tabla N° 1. 2. Clasificación de cauces, según Montgomery y Buffington.	11
Tabla N° 1. 3. Sistema de Clasificación de flujos según Montgomery y Buffington	12
Tabla N° 1. 4. Sistema de Clasificación de flujos según USACE	23
Tabla N° 3. 1. Detalle de las hojas de reconocimiento.	35
Tabla N°3. 2. Indicadores de estabilidad, descripciones y puntuaciones.....	38
Tabla N°3. 3. Resumen de los indicadores de estabilidad.	43
Tabla N°3. 4. Flujos en cauces remanso-rápida, lecho plano, duna-rizo y diseñado....	44
Tabla N°3. 5. Flujos en cauces cascada y paso-remanso.	44
Tabla N°3. 6. Flujos en cauces trenzados.	44
Tabla N° 4. 1. Relación y longitud de puentes evaluados.	47
Tabla N° 4. 2. Resumen de datos de los ríos	49
Tabla N° 4. 3. Datos del cauce del río.....	51
Tabla N° 4. 4. Datos de las Márgenes del Río.....	53
Tabla N° 4. 5. Evaluación de estabilidad para cada indicador	57
Tabla N° 4. 6. Estabilidad vertical versus estabilidad lateral.	58
Tabla N° 5. 1. Relación de puentes pertenecientes al Tramo 1	61
Tabla N° 5. 2. Relación de puentes pertenecientes al Tramo 2	62
Tabla N° 5. 3. Valores de Estabilidad para el Puente Carrera	65
Tabla N° 5. 4. Valores de Estabilidad para el Puente Chido	66
Tabla N° 5. 5. Valores de Estabilidad para el Puente Vilcaniza	68
Tabla N° 5. 6. Valores de Estabilidad para el Puente Yambras	69
Tabla N° 5. 7. Valores de Estabilidad para el Puente San Antonio	70
Tabla N° 5. 8. Valores de Estabilidad para el Puente S/N.....	71
Tabla N° 5. 9. Valores de Estabilidad para el Puente Nieva	71
Tabla N° 5. 10. Valores de Estabilidad para el Puente El Afluyente	73
Tabla N° 5. 11. Valores de Estabilidad para el Puente Serranoyacu	73
Tabla N° 5. 12. Valores de Estabilidad para el Puente Aguas Verdes.....	74
Tabla N° 5. 13. Valores de Estabilidad para el Puente Aguas Claras.....	75
Tabla N° 5. 14. Valores de Estabilidad para el Puente Río Seco.....	76
Tabla N° 5. 15. Valores de Estabilidad para el Puente Naranjos	77
Tabla N° 5. 16. Valores de Estabilidad para el Puente Túmbaro	78
Tabla N° 5. 17. Valores de Estabilidad para el Puente Naranjillo.....	79
Tabla N° 5. 18. Valores de Estabilidad para el Puente Soritor	79

Tabla N° 5. 19. Valores de Estabilidad para el Puente Yuracyacu	81
Tabla N° 5. 20. Valores de Estabilidad para el Puente Río Negro	82
Tabla N° 5. 21. Valores de Estabilidad para el Puente Romero.....	83
Tabla N° 5. 22. Valores de Estabilidad para el Puente Uquihua	84
Tabla N° 5. 23. Resumen General de estabilidad.....	85
Tabla N° 5. 24. Puentes con estabilidad aceptable, Tramo 1.....	87
Tabla N° 5. 25. Puentes con estabilidad aceptable, Tramo 2.....	88
Tabla N° 5. 26. Puentes no considerados en la ecuación regional.	91
Tabla N° 5. 27. Condiciones para el uso de las ecuaciones.	92
Tabla N°C. 1. Coeficiente de Manning para Corrientes Naturales	151
Tabla N°C. 2. Valores de la distribución t de student, parte 1	153
Tabla N°C. 3. Valores de la distribución t de student, parte 2	154

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1. 1. Barra formada aguas arriba del Puente Río Naranjo – Rioja.	5
Figura N° 1.2. Características de una sección de valle.	6
Figura N° 1. 3. Cauce Estable en el Puente Túmbaro – Rioja.	7
Figura N° 1. 4. Cauce Inestable en el Puente Yuracyacu – Rioja.	7
Figura N° 1. 5. Clasificación de ríos según su geomorfología.	9
Figura N° 1. 6. Cauce en cascada en el cauce del Puente Carrera – Rioja.	14
Figura N° 1. 7. Cauce en cascada.	14
Figura N° 1. 8. Cauce en paso – remanso en el cauce del Puente Chido – Rioja.	15
Figura N° 1. 9. Cauce en paso – remanso.	16
Figura N° 1. 10. Cauce en lecho plano en el cauce del Puente Vilcaniza – Rioja.	17
Figura N° 1. 11 Cauce en lecho plano.	17
Figura N° 1. 12. Cauce en remanso – rápida en el Puente Río Negro – Rioja.	18
Figura N° 1. 13. Cauce en remanso – rápida.	18
Figura N° 1. 14. Cauce en duna – rizo en el cauce del Puente Sullana – Piura.	19
Figura N° 1. 15 Cauce en duna – rizo.	19
Figura N° 1. 16. Cauce de lecho rocoso en el cauce del Puente Yambras – Rioja.	20
Figura N° 1. 17. Zonas de drenaje de una cuenca y algunos tipos de cauce.	22
Figura N° 1. 18. Cambio típico a través del tiempo.	23
Figura N° 3. 1. Hojas de Reconocimiento. Hoja N°1.	32
Figura N° 3. 2. Hojas de Reconocimiento. Hoja N°2.	33
Figura N° 3. 3. Hojas de Reconocimiento. Hoja N°3.	34
Figura N° 5. 1. Ubicación de las Regiones Fisiográficas del Perú.	59
Figura N° 5. 2. Ubicación de la zona evaluada, Ruta PE – 5N.	60
Figura N° 5. 3. Perfil Longitudinal de la zona evaluada, Ruta PE – 5N.	63
Figura N° 5. 4. Ubicación de los puentes en el Tramo 1.	63
Figura N° 5. 5. Ubicación de los puentes en el Tramo 2.	64
Figura N° 5. 6. Obras de Protección, Puente Carrera, hacia aguas arriba.	66
Figura N° 5. 7. Hacia aguas arriba del Puente Vilcaniza, presencia de barras.	67
Figura N° 5. 8. Margen y estribo izquierdo del Puente Yambras.	68
Figura N° 5. 9. Hacia aguas arriba del Puente San Antonio.	69
Figura N° 5. 10. Construcción precaria en la margen izquierda.	72
Figura N° 5. 11. Vista hacia aguas arriba donde se ubica la pequeña represa.	75
Figura N° 5. 12. Cuenca que corresponde al Puente Naranjos.	77

Figura N° 5. 13. Hacia aguas arriba del Puente Yuracyacu	80
Figura N° 5. 14. Hacia aguas arriba del Puente Rio Negro	81
Figura N° 5. 15. Hacia aguas abajo del Puente Romero	82
Figura N° 5. 16. Línea de Tendencia Q vs L, Cordillera Subandina.....	89
Figura N° 5. 17. Línea de Tendencia Q vs L, Llanura Amazónica.....	90
Figura N° A. 1. Hacia aguas arriba del Puente Carrera.....	102
Figura N° A. 2. Hacia aguas abajo del Puente Carrera	102
Figura N° A. 3. Erosión de margen izquierda, aguas arriba del Puente Carrera....	102
Figura N° A. 4. Gaviones, aguas arriba del Puente Carrera.....	102
Figura N° A. 5. Hacia Aguas Arriba del Puente Chido.....	103
Figura N° A. 6. Hacia Aguas Abajo del Puente Chido	103
Figura N° A. 7. Vista del Puente Chido desde aguas arriba.....	103
Figura N° A. 8. Estribo izquierdo del Puente Chido.....	103
Figura N° A. 9. Hacia Aguas Arriba del Puente Vilcaniza.....	104
Figura N° A. 10. Hacia Aguas Abajo del Puente Vilcaniza	104
Figura N° A. 11. Estribo derecho del Puente Vilcaniza	104
Figura N° A. 12. Estribo izquierdo del Puente Vilcaniza	104
Figura N° A. 13. Hacia Aguas Arriba del Puente Yambras.....	105
Figura N° A. 14. Hacia Aguas Abajo del Puente Yambras	105
Figura N° A. 15. Estribo izquierdo del Puente Yambras.....	105
Figura N° A. 16. Lecho bajo el Puente Yambras.....	105
Figura N° A. 17. Hacia Aguas Arriba del Puente San Antonio.....	106
Figura N° A. 18. Hacia Aguas Abajo del Puente San Antonio.....	106
Figura N° A. 19. Estribo izquierdo del Puente San Antonio.....	106
Figura N° A. 20. Hacia Aguas Arriba del Puente S/N.....	107
Figura N° A. 21. Hacia Aguas Abajo del Puente S/N	107
Figura N° A. 22. Margen derecha del Puente S/N.....	107
Figura N° A. 23. Hacia Aguas Arriba del Puente Nieva	108
Figura N° A. 24. Hacia Aguas Abajo del Puente Nieva	108
Figura N° A. 25. Vista del Puente Nieva desde aguas abajo.....	108
Figura N° A. 26. Hacia Aguas Arriba del Puente El Afluyente.....	109
Figura N° A. 27. Hacia Aguas Abajo del Puente El Afluyente	109
Figura N° A. 28. Estribo izquierdo del Puente El Afluyente.....	109
Figura N° A. 29. Margen derecha del Puente El Afluyente.....	109
Figura N° A. 30. Hacia Aguas Arriba del Puente Serranoyacu.....	110

Figura N° A. 31. Hacia Aguas Abajo del Puente Serranoyacu	110
Figura N° A. 32. Cauce principal del Puente Serranoyacu	110
Figura N° A. 33. Hacia Aguas Arriba del Puente Aguas Verdes.....	111
Figura N° A. 34. Franjas de contención ribereña del Puente Aguas Verdes	111
Figura N° A. 35. Hacia Aguas Abajo del Puente Aguas Verdes	111
Figura N° A. 36. Hacia Aguas Arriba del Puente Aguas Claras.....	112
Figura N° A. 37. Hacia Aguas Abajo del Puente Aguas Claras	112
Figura N° A. 38. Puente Aguas Claras desde aguas arriba.....	112
Figura N° A. 39. Puente Aguas Claras desde aguas abajo	112
Figura N° A. 40. Hacia Aguas Arriba del Puente Río Seco	113
Figura N° A. 41. Valle del Puente Río Seco hacia aguas abajo	113
Figura N° A. 42. Hacia Aguas Abajo del Puente Río Seco	113
Figura N° A. 43. Hacia Aguas Arriba del Puente Naranjos.....	114
Figura N° A. 44. Hacia Aguas Abajo del Puente Naranjos	114
Figura N° A. 45. Hacia Aguas Arriba del Puente Yuracyacu	115
Figura N° A. 46. Hacia Aguas Abajo del Puente Yuracyacu.....	115
Figura N° A. 47. Pilar central del Puente Yuracyacu, desde la margen derecha ..	115
Figura N° A. 48. Hacia Aguas Arriba del Puente Río Negro.....	116
Figura N° A. 49. Hacia Aguas Abajo del Puente Río Negro	116
Figura N° A. 50. Puente Río Negro, desde aguas abajo	116
Figura N° A. 51. Hacia Aguas Arriba del Puente Romero	117
Figura N° A. 52. Hacia Aguas Abajo del Puente Romero.....	117
Figura N° A. 53. Puente Romero desde aguas abajo.....	117
Figura N° A. 54. Pilares centrales del Puente Romero.....	117
Figura N° A. 55. Hacia Aguas Arriba del Puente Uquihua.....	118
Figura N° A. 56. Hacia Aguas Abajo del Puente Uquihua	118
Figura N° A. 57. Pilares centrales del Puente Uquihua	118
Figura N° D. 1. Ubicación del tramo en estudio en las Regiones Fisiográficas.	156
Figura N° D. 2. Ubicación del tramo en estudio en las Regiones Fisiográficas.	157
Figura N° D. 3. Ubicación General de cuencas.....	158
Figura N° D. 4. Tramo 1, Llanura Amazónica.....	159
Figura N° D. 5. Tramo 2, Cordillera Subandina.....	160

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

m	:	Metro
m/m	:	Metro por metro
m ²	:	Metro cuadrado
m ³	:	Metro cúbico
m ² /s	:	Metro cuadrado por segundo
m/s	:	Metro por segundo
m/s ²	:	Metro por segundo al cuadrado
m ³ /s	:	Metro cúbico por segundo
mm	:	Milímetro
Km ²	:	Kilómetro cuadrado
ha	:	Hectárea
Kgf/m ³	:	Kilogramo fuerza por metro cúbico
Kgf/m/s	:	Kilogramo fuerza por segundo por metro
y	:	Tirante
V _φ	:	Velocidad media máxima
g	:	Aceleración de la gravedad
R	:	Radio Hidráulico
V	:	Velocidad media del flujo
A	:	Área de la sección mojada
S	:	Pendiente media
B	:	Ancho de la superficie libre de agua
d	:	Tirante medio
D _n	:	Diámetro de las partículas
n	:	Rugosidad de Manning
Q _{BT}	:	Gasto sólido de fondo
ω ₅₀	:	Velocidad de las partículas con diámetro D ₅₀
F _B	:	Factor de fondo
F _S	:	Factor de margen
C _S	:	Concentración del sedimento arrastrado por el fondo
ν	:	Viscosidad cinemática
Q	:	Caudal
γ _S	:	Peso específico de una partícula
γ	:	Peso específico del agua
g _{BT}	:	Transporte total de fondo
τ*	:	Parámetro adimensional de Shields
Re	:	Número de Reynolds
V*	:	Velocidad de corte

INTRODUCCIÓN

La presente tesis es el resultado de una investigación que permite determinar la estabilidad del cauce en un puente a través de parámetros que puedan ser recogidos de forma rápida y cada cierto periodo; esta estabilidad se puede definir como la capacidad de resistencia de un puente frente a las condiciones actuales y a través del tiempo en la zona donde se ubica la estructura. Este tema surgió del interés de conocer la intensidad del comportamiento fluvial hacia un cruce cauce – puente para poder determinar experimentalmente un ancho estable y proponer estructuras de protección en cauces que resulten inestables, con la finalidad de mitigar desastres. La recopilación de información se realizó en veinte puentes contiguos a lo largo de un tramo de la carretera Interoceánica Norte.

En el marco de la teoría de estabilidad de cauces, se tomó como base las investigaciones realizadas por Peggy A. Johnson a través de las publicaciones de la Federal Highway Administration (FHWA) y una serie de recopilaciones de diferentes autores cuyas publicaciones no sólo datan de estos últimos años y que permitieron desarrollar una serie de formulaciones del comportamiento fluvial en diferentes condiciones.

Los objetivos de este trabajo son: analizar el comportamiento fluvial del río frente al puente, diferenciar los métodos que se van a emplear para dos regiones en la selva norte, y contrastar en nuestro universo de estudio, la dinámica del comportamiento de un cauce a lo largo de los años.

En el capítulo I se describe los conceptos de estabilidad y las diferentes clasificaciones que existen para determinar la morfología de un cauce, en base al comportamiento fluvial.

En el capítulo II se resumen las diferentes metodologías usadas para determinar la estabilidad de un cauce en función a parámetros geográficos y mediante la formulación de modelos empíricos, haciendo énfasis en las ecuaciones de flujo.

En el capítulo III se da a conocer la metodología propuesta, donde se indica las herramientas necesarias para desarrollar una evaluación eficiente.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1. CONCEPTOS DE ESTABILIDAD

En los estudios elaborados por C.R. Thorne ⁽¹⁸⁾, publicados en los boletines del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos, en el año 1996, se clasifica los aspectos físicos de un río según diferentes grupos geomorfológicos (inestable, dinámicamente estable y estable moribundo), los cuales se resumen a continuación:

1.1.1. Cauce Inestable

Son aquellos cauces que cambian activamente su forma a través del tiempo y el espacio. Es probable que muestren serios problemas de agradación, degradación, constricción del ancho o cambios del cauce. Excepcionalmente la evolución del cauce y la forma cambiante del río se consideran normales en los sistemas aluviales y son formas de equilibrio. Visto desde esta perspectiva, la inestabilidad de un cauce no es un problema del río, sino más bien es un problema humano. Sin embargo, hay muchos casos donde la inestabilidad del cauce es continua y descontrolada o es también altamente indeseable o totalmente inaceptable debido a los peligros que plantea o a la destrucción de los valiosos hábitats que abarca el río. En tales casos, el pronto reconocimiento de la existencia, del alcance y de las causas de la inestabilidad es un primer paso fundamental en la selección de una solución a los problemas asociados.

1.1.2. Cauce Dinámicamente Estable

La diferencia entre un cauce dinámicamente estable y un cauce estable moribundo es una función de la capacidad del río para modificar su cauce en forma natural o en respuesta a los cambios de fuerzas externas o perturbaciones.

Un cauce dinámicamente estable está presente en un cauce aluvial, o se forma naturalmente por sí mismo. La morfología del cauce se ajusta al régimen hidrológico actual, al aporte de sedimentos en la cuenca y a la topografía del valle. Cualquier alteración de este equilibrio geomorfológico es probable que provoque un proceso

dinámico como respuesta no sólo a la inestabilidad local sino también a diferentes cambios aguas arriba y aguas abajo del puente.

1.1.3. Cauce Estable Moribundo

Un cauce estable moribundo no es estrictamente un cauce de origen aluvial porque el cauce no se formó por el régimen de flujo actual. Por lo general, la forma del cauce que se observa es el resultado de procesos que operaron en el pasado en condiciones de mayor energía y con abundante aporte de sedimentos, de manera que la geometría y las características del cauce son restos de un entorno fluvial que ya no existe. Este tipo de estabilidad se caracteriza por presentar una gradiente de baja energía, junto con un lecho resistente a la erosión. Presentan formas muy estables y es poco probable que respondan de manera significativa a la intervención humana.

En base a estos conceptos, la estabilidad depende del espacio y del tiempo en el que se desarrolle el río, pues no necesariamente la estabilidad es sinónimo de estático, porque de todas maneras un río va a modificar sus características a lo largo del tiempo, ya que la fuerza y velocidad con las que pierda su estabilidad van a depender de su capacidad y de su comportamiento frente a estructuras presentes en su recorrido.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS CAUCES

El tipo de flujo determina en sí las características típicas en un cauce, sin considerar el estado del entorno donde se desarrolla el río; por dicha razón se puede asegurar que el flujo determina la condición actual de un tramo de un cauce pero no el estado general del mismo; es decir, que para poder determinar la estabilidad de un cruce cauce – puente no sólo vasta estudiar la estructura presente y el tipo de flujo, sino también es necesario establecer una relación entre el estado del flujo actual con el estado del cauce en el entorno del puente (cuena, valle, llanuras de inundación, confinamiento, características físicas del cauce, condición del lecho y márgenes).

Estas definiciones son importantes porque van a ayudar a determinar el estado del cauce a largo plazo teniendo como referencia las condiciones actuales de la zona donde se ubica el puente. Para la evaluación de un tramo, se necesita la descripción actual de un cruce cauce – puente, o sea las características de un tramo del valle en

el cual se encuentra la estructura. Un valle es la depresión de la superficie terrestre que forma el río, donde a lo largo de todo su recorrido presenta diferentes características causadas por la erosión que pueden variar a través del tiempo.

En un relieve joven, generalmente predominan los valles en "V", que se caracterizan porque son modeladas por la erosión y convergen en un fondo muy estrecho. Cuando el valle ha sido erosionado notablemente, se originan los valles aluviales, que presentan un fondo plano y amplio que están constituidos por depósitos aluviales entre los cuales divaga y oscila el río.

Los valles presentan algunas características comunes, que varían según la intensidad de ocurrencia de los diferentes factores y dependen de la topografía y la zona de ubicación. En la sección de un valle se pueden distinguir los componentes que se indican a continuación:

1.2.1. Cauce principal

Es la zona donde el agua del río discurre naturalmente, donde el límite lateral del cauce principal son las márgenes.

El cauce puede presentar ciertas morfologías que permiten controlar el caudal que discurre por el puente, estos controles pueden manifestarse de forma natural o ser diseñados por la ingeniería, ocasional o frecuentemente. Los diferentes tipos de controles ayudarán a establecer un caudal uniforme y continuo para evitar una erosión notable que perjudique la estructura del puente. Los tipos de controles más comunes presentes en el cauce, tanto en el lecho como en las márgenes, son los enrocados de diferentes tipos de materiales, los acorazamientos de gravas, las protecciones del puente y los pilares, entre otros, que van a ayudar a estabilizar el flujo que pasa por el puente.

Los diferentes tamaños de partículas presentes en el lecho del río, van a determinar también la capacidad de estabilidad. En el libro del Dr. Arturo Rocha (15) se muestra una tabla de clasificación, Tabla N° 1. 1., donde se identifica a una partícula de tamaño determinado en base al diámetro.

Tabla N° 1. 1. Clasificación de partículas según tamaño

1	Cantos rodados (250 - 4000 mm)	muy grandes Grandes medianos pequeños	4000 - 2000 mm 2000 - 1000 mm 1000 - 500 mm 500 - 250 mm
2	Guijarros (64 - 250 mm)	grandes pequeños	250 -125 mm 125 - 64 mm
3	Gravas (2 - 64 mm)	muy gruesa gruesa media fina muy fina	64 - 32 mm 32 - 16 mm 16 - 8 mm 8 - 4 mm 4 - 2 mm
4	Arenas (0,062 - 2 mm)	muy gruesa gruesa media fina muy fina	2 - 1 mm 1 - 0,5 mm 0,5 - 0,25 mm 0,25 - 0,125 mm 0,125 - 0,062 mm
5	Limos (4 a 62 u) = (0,004 a 0,062 mm)		
6	Arcillas (0,24 a 4 u) = (0,00024 a 0,004 mm)		

FUENTE: Libro "Introducción a la Hidráulica Fluvial" ⁽¹⁵⁾

Los ríos también se clasifican, por el periodo de actividad del flujo, de la siguiente forma:

- a. **Perenne**, ríos con caudal permanente y pueden presentar cambios diarios y estacionales.
- b. **Regular**, ríos que presentan el mismo caudal más o menos durante un año, se da en zonas donde las condiciones climáticas no varían demasiado y no se ven afectados con fenómenos climáticos.
- c. **Intermitente o estacional**, el caudal se presenta en zonas donde las estaciones climáticas son muy diferenciadas, usual en zonas de montaña.
- d. **Efímera o transitorio**, ríos con caudal esporádico, los cuales pueden estar sin flujo durante años, pero en grandes eventos hidrológicos surgen rápidamente y a gran velocidad.

La sedimentación del lecho en el cauce principal es también un factor de estabilidad, que va a depender del material del lecho y de la capacidad de confinamiento del cauce. Cuando existe una fuerte capacidad de confinamiento se generan unas obstrucciones que son parte del lecho pero que cambian considerablemente las condiciones de estabilidad, estas obstrucciones naturales se denominan **barras**.

Las barras tienden a ser largas y lineales y se forman usualmente en zonas donde se deposita grava o arena en aguas poco profundas y se encuentran en el cauce de forma fija u ocasional, las barras de mayor tamaño suelen presentar vegetación diversa.

Figura N° 1. 1. Barra formada aguas arriba del Puente Río Naranjo – Rioja.



1.2.2. Llanura de inundación

Son áreas de superficie adyacente al río, sujeta a inundaciones recurrentes. El ancho de la planicie va cambiando según la naturaleza del río y se presentan en forma natural o están ocupadas por el hombre. Se encuentra limitada por las márgenes y pueden presentar grandes extensiones, generalmente en el curso inferior del río.

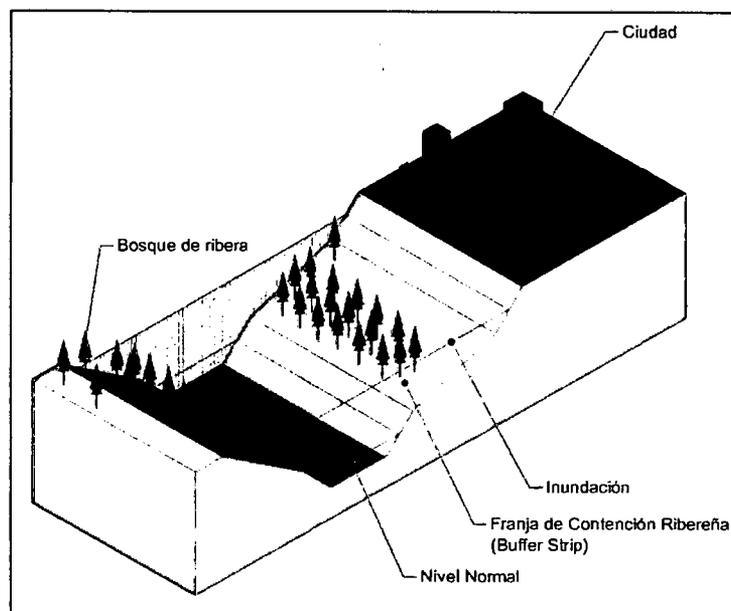
Para evitar que la llanura de inundación se inunde completamente en grandes eventos hidrológicos, el río es protegido por muros de contención mediante la construcción de diques o también con la plantación de largas franjas de vegetación (**buffer strip**). Estas formas de contención son parte del confinamiento vertical del cauce.

- **Diques**, son estructuras que actúan como parte de la contención del flujo en la llanura de inundación y pueden presentarse de forma natural o elaborada por la ingeniería.

- **Franjas de contención ribereña**, en inglés se les denomina *buffer strip*, y vienen a ser largas franjas con abundante vegetación presentes a lo largo del río, especialmente árboles de diferentes edades. Pueden presentarse de forma natural en zonas de altas pendientes o de forma artificial en zonas de baja pendiente. Se le denomina artificial, porque para evitar inundaciones se plantan árboles para amortiguar la magnitud de las fuerzas destructivas.

En la llanura de inundación también se encuentra la presencia de las terrazas fluviales, que son pequeñas plataformas construidas por los propios sedimentos de río, y se depositan en zonas donde la capacidad de arrastre es menor. Normalmente presentes en cauces aluviales. En la Figura N° 1.2 se muestran las características generales en un valle típico.

Figura N° 1.2. Características de una sección de valle.



1.2.3. Generalidades de Hidráulica Fluvial

Un cauce estable es resistente a las perturbaciones tales como los eventos hidrológicos de cualquier magnitud y cambios inducidos por el hombre, donde las dimensiones del cauce no presentan alteraciones llamativas y son sostenibles durante décadas. Un cauce estable se caracteriza por presentar una zona saludable en las inmediaciones de un puente, es decir, existe gran cantidad de vegetación en las márgenes, las márgenes aguas abajo no son propensas a la remoción de masa (fallas por gravedad) y presentan una llanura de inundación que satisface la

cantidad del flujo del río. Así, durante grandes y moderados eventos hidrológicos, la llanura de inundación está activa sin perjudicar el entorno del puente. La Figura N° 1. 3 presenta un ejemplo de un cauce estable.

Por otro lado, un cauce inestable se caracteriza por presentar márgenes que son más propensas a la remoción de masas (fallas por gravedad) donde existen evidencias de fallas geotécnicas a lo largo de las márgenes (con vegetación escasa o ausente) y la llanura de inundación, en grandes y moderados eventos, no satisface la cantidad de flujo, destruyendo las inmediaciones del puente. En la Figura N° 1. 4 se presenta un ejemplo de un cauce inestable.

Figura N° 1. 3. Cauce Estable en el Puente Túmbaro – Rioja.



Figura N° 1. 4. Cauce Inestable en el Puente Yuracyacu – Rioja.



Predecir el comportamiento de un río ha sido uno de los más grandes retos de la hidráulica fluvial; se han realizado muchas investigaciones en diferentes países y se han elaborado ecuaciones empíricas para canales construidos por el hombre, aplicables también al cauce del río y ayudan a establecer una relación entre la capacidad de respuesta del cauce de un río frente a eventos hidrológicos en diferentes condiciones geográficas y topográficas. Estos estudios han ayudado a predecir el comportamiento fluvial, pero no son los que van a determinar correctamente el estado real del cauce, sin embargo ayudan a detectar las posibles zonas de inestabilidad. Todos estos conceptos se detallan en el Capítulo 2 "Métodos de evaluación de estabilidad".

1.2.4. Clasificación de ríos según su geomorfología

En todo el recorrido normal de un río de gran longitud, puede ocurrir eventos extraordinarios que van a alterar el comportamiento natural del cauce en forma considerable.

El Dr. Arturo Rocha ⁽¹⁵⁾, considera a tres factores importantes que contribuyen a la fijación del curso del río:

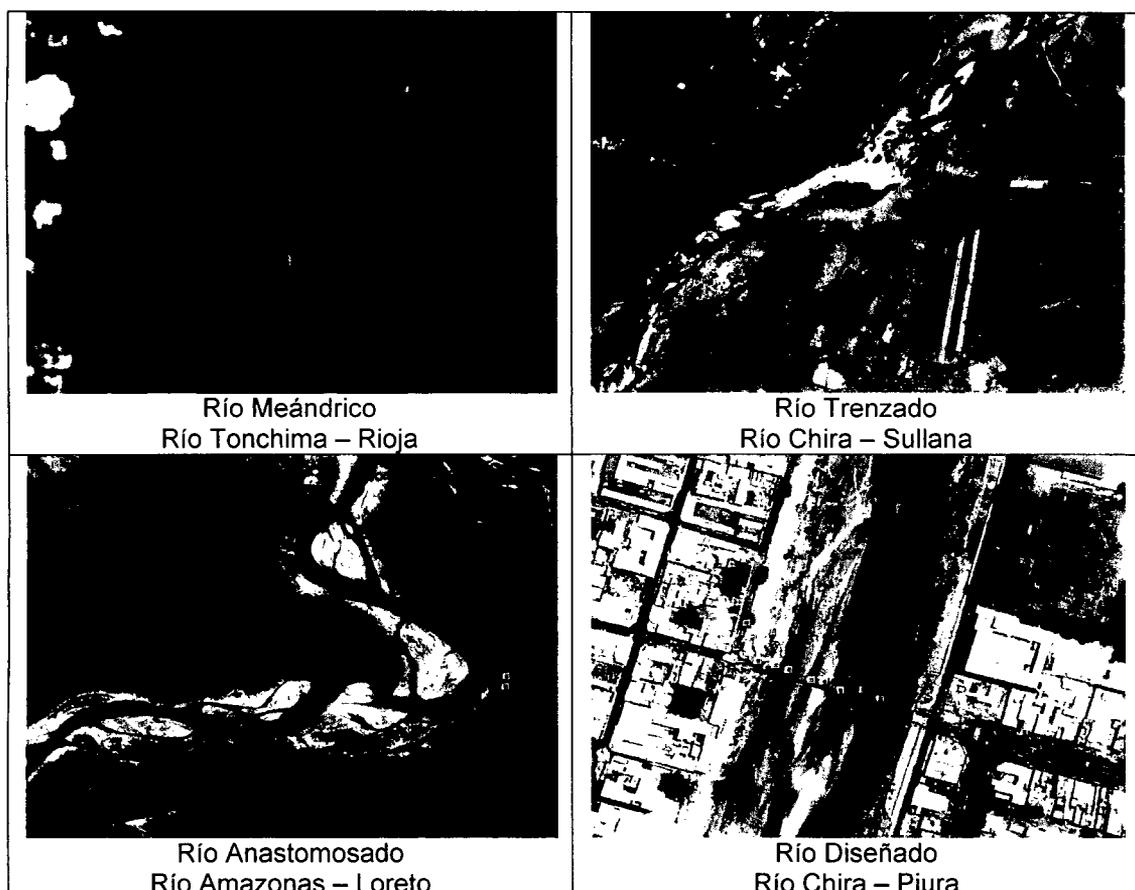
- Variabilidad temporal de las descargas; la irregularidad de las descargas crea enormes problemas para el aprovechamiento fluvial, pero también es causante de la gran movilidad fluvial y de las formas y cursos cambiantes de los ríos.
- Características del transporte sólido; el transporte sólido no puede predecirse en función únicamente de las descargas o del tamaño de la cuenca, dependen fundamentalmente de las posibilidades de erosión que puedan desarrollarse en la cuenca.
- Presencia de vegetación; es la que contribuye a la fijación del curso del río.

"Los ríos presentan gran dinamismo, gran variabilidad, gran tendencia al cambio. Esta es la realidad. Debemos, pues, desprendernos de la idea de considerar que los ríos son estáticos y que lo único que se mueve es el agua..."

Independientemente del flujo que presenta un río en todo su recorrido, existe una clasificación de los cauces según su forma vistos en planta, algunas geomorfologías son:

- a. **Recto**, en la naturaleza no existe un río que sea totalmente recto en todo su recorrido, sólo en ciertos tramos. Estos tramos de los ríos son muy inestables y tienden a evolucionar frecuentemente su morfología.
- b. **Meándrico**, son ríos que presentan alta sinuosidad y están conformados por los denominados meandros. Los meandros son curvas que forma el río que se forman principalmente en zonas de baja pendiente y los sedimentos suelen depositarse en la parte convexa a la curva.
- c. **Trenzado**, estos tipos de ríos se caracterizan por presentar diferentes cauces separados por barras, es muy común encontrarlos donde los sedimentos son abundantes y donde las descargas de agua son altas y esporádicas.
- d. **Anastomosado**, a diferencia de los ríos trezados, estos tipos de ríos tienden a modificar su trayectoria adecuándose al relieve y a los sedimentos en el fondo presentan granulometría heterogénea durante la época de bajo caudal.
- e. **Diseñado**, son ríos frecuentes en las ciudades o en zonas donde se desean proteger el entorno natural del cauce.

Figura N° 1. 5. Clasificación de ríos según su geomorfología.



FUENTE: Google Earth

1.3. CLASIFICACIÓN DE FLUJOS EN CAUCES

Existe una gran variedad de clasificaciones que se asignan a las morfologías presentes en el cauce de un río. No existe una clasificación única que pueda satisfacer a todos los efectos posibles, o abarcar todos los tipos de cauces posibles, cada una de las clasificaciones de cauces que se conoce tiene ventajas y desventajas para el uso en la geología, ingeniería y aplicaciones ecológicas. Aunque el flujo en un cauce posee características identificables como una unidad de cauce individual, o como cuenca hidrográfica en su totalidad, la bibliografía indica que la longitud de un tramo que permita relacionar la morfología del flujo con el proceso del cauce y las características del entorno es de al menos de 10 a 20 veces el ancho del cauce. A continuación se presenta la clasificación de flujos según diferentes autores, que van identificando un río desde la forma de un tramo de río hasta las características predominantes del flujo.

1.3.1. Clasificación según Montgomery y Buffington

Montgomery y Buffington ⁽¹²⁾ en la publicación “Channel – Reach Morphology in Mountain Drainage Basins”, clasifican tres tipos de lecho, en tramos de un cauce principal, que puede ser reconocido en un río como: lecho aluvial, rocoso y coluvial. Los lechos aluviales presentan una gran variedad de morfologías, donde la rugosidad varía respecto a la inclinación y a la posición dentro del cauce; puede ser confinado, con poca o ninguna llanura de inundación asociada, o no confinado, con una llanura de inundación bien establecida. Se reconocen cinco tipos distintos de morfologías en un tramo de cauce aluvial: cascada, paso – remanso, lecho plano, remanso – rápida y duna – rizo.

En cambio, los tramos de lecho rocoso se manifiestan por la ausencia de cauces aluviales que reflejan una elevada capacidad de transporte en relación con el aporte de sedimentos, por lo general son confinados por las paredes del valle y presentan pendientes pronunciadas. Los cauces coluviales forman un tipo de tramo adicional que se reconocerá de forma separada de los cauces aluviales a pesar de la presencia común de un sustrato aluvial delgado. Los cauces coluviales típicamente son cauces de bajo tirante de agua que fluyen sobre un relleno de un valle coluvial y presentan un transporte fluvial débil o efímero.

Tabla N° 1. 2. Clasificación de cauces, según Montgomery y Buffington.

Cauce aluvial	Duna – Rizo
	Remanso – Rápida
	Lecho Plano
	Paso – Remanso
	Cascada
Cauce de lecho rocoso	Lecho Rocosos
Cauce coluvial	Coluvial

Cada uno de estos tipos de cauces se caracteriza por una morfología distintiva del cauce – lecho, lo que permite una rápida clasificación visual. Las características de cada tipo de flujo se resumen en la Tabla N° 1. 3.

Tabla N° 1. 3. Sistema de Clasificación de flujos según Montgomery y Buffington

	DUNA-RIZO	REMANSO-RÁPIDA	LECHO PLANO	PASO REMANSO	CASCADA	LECHO ROCOSO	COLUVIAL
Material típico del lecho	Arena	Gravas	Gravas, guijarros	Guijarros, rocas	Rocas	N/A	Variable
Forma del lecho	Multicapas	Lateralmente oscilante	Ninguna	Verticalmente oscilante	Ninguna	N/A	Variable
Elementos de rugosidad dominante	Sinuosos, estratos	Formas del lecho, partículas, LWD, sinuosos, márgenes	Partículas, márgenes	Formas del lecho, partículas, LWD, márgenes	Partículas, márgenes	Contorno (lecho y márgenes)	Partículas, LWD
Principales fuentes de sedimentos	Fluvial, fallas de márgenes, cauces inactivos	Fluvial, fallas de márgenes, cauces inactivos, flujo de escombros	Fluvial, fallas de márgenes, flujo de escombros	Fluvial, taludes de montaña, flujo de escombros	Fluvial, taludes de montaña, flujo de escombros	Fluvial, taludes de montaña, flujo de escombros	Taludes de montaña, flujo de escombros
Elementos para depósitos de sedimentos	Sobre las márgenes, formas del lecho, cauces inactivos	Sobre las márgenes, formas del lecho, cauces inactivos	Sobre las márgenes, cauces inactivos	Estratos	Alrededor de las obstrucciones del flujo	N/A	Lecho
Pendiente típica	$S < 0.001$	$0.001 < S < 0.02$	$0.01 < S < 0.03$	$0.03 < S < 0.08$	$0.08 < S < 0.30$	Variable	$S > 0.20$
Confinamiento típico	No confinado	No confinado	Variable	Confinado	Confinado	Confinado	Confinado
Espaciamiento típico de remansos (anchos del cauce)	5 a 7	5 a 7	Ninguno	1 a 4	< 1	Variable	Variable

LWD (Large woody debris): Residuos leñosos grandes, N/A: Ninguno o Ausente

1.3.1.1. Cauce Aluvial

Los cauces aluviales se clasifican según la velocidad del flujo y el material presente en el lecho, donde la rugosidad establece el tipo de flujo predominante, estos son:

A. Cauce en cascada

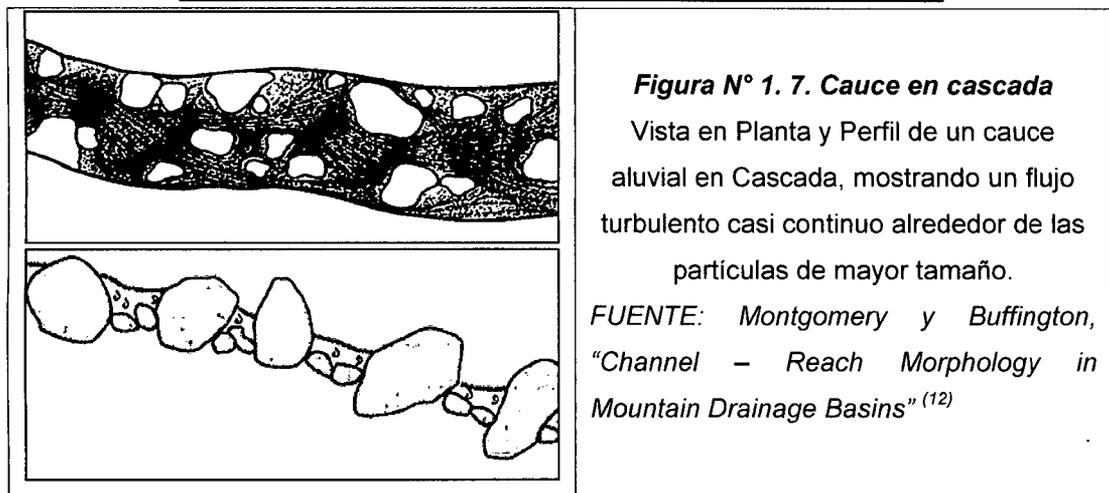
La palabra cascada hace referencia a la caída del flujo de la corriente de un río sobre un terreno y que pueden formar saltos con alturas significativas. Estos cauces ocurren generalmente en zonas con gran pendiente y están estrictamente limitadas por las márgenes del valle que se caracterizan por la desorganización longitudinal y lateral del material del lecho compuesta generalmente por guijarros y cantos rodados.

El tamaño de las partículas más grandes en relación a la profundidad del flujo hace que los materiales más grandes del lecho de los tramos en cascada sean efectivamente inmóviles durante un flujo típico. Los estudios en cauces con fuertes pendientes reportan que el material del lecho suele ser móvil sólo durante eventos hidrológicos poco frecuentes. La movilización de los clastos más grandes está acompañada por las altas tasas de transporte de sedimentos debido a la liberación de los sedimentos más finos atrapados debajo y alrededor de los materiales más grandes.

Durante las inundaciones menores, las gravas almacenadas en los lugares de baja energía se movilizan y viajan como carga de fondo sobre las partículas más grandes que forman el lecho.

Durante los flujos moderados, el material de carga de fondo es transportado con rapidez y eficacia sobre los materiales más estables que los del lecho de formación, que tienen un origen con mayor movilidad y que son correspondientes a los eventos más frecuentes. Los cauces en cascada funcionan principalmente como zonas de transporte de sedimentos que rápidamente entregan sedimentos a cauces de baja pendiente.

Figura N° 1. 6. Cauce en cascada en el cauce del Puente Carrera – Rioja.



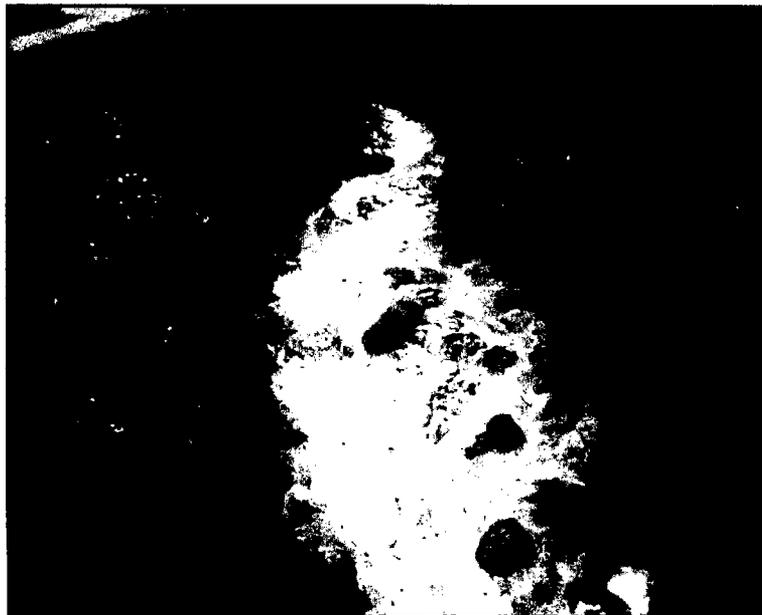
B. Cauce en paso – remanso

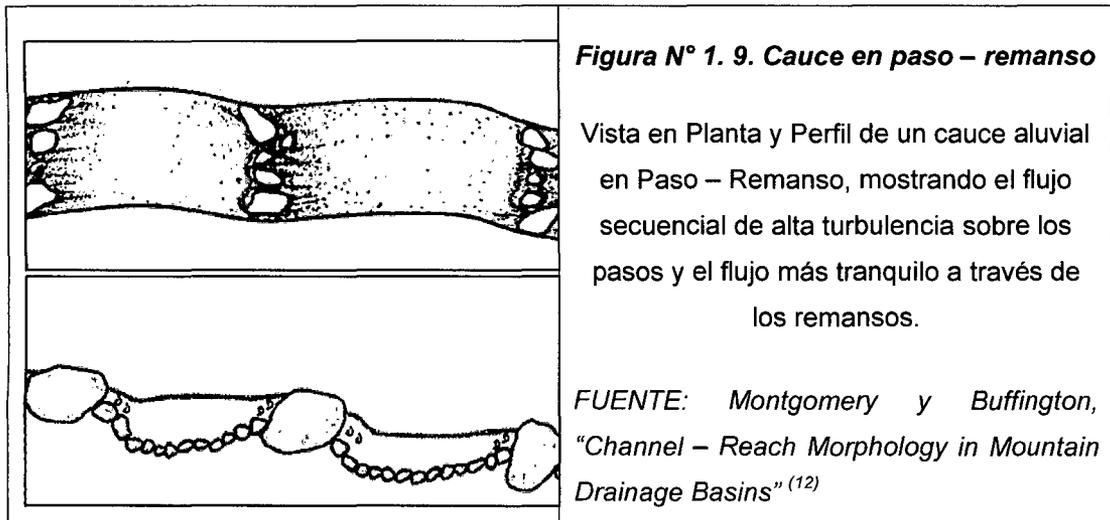
Los cauces en paso – remanso se caracterizan por presentar escalones longitudinales formados por grandes partículas organizadas en cauces que atraviesan acumulaciones y separan los remansos, los cuales contienen los materiales más finos. El flujo principal y las oscilaciones del lecho del cauce son verticales en cada tramo, y no laterales como en el caso de los cauces remanso – rápida. La morfología escalonada del lecho es el resultado en forma alternada de flujos críticos a supercríticos sobre los pasos y de flujo subcrítico en los remansos. La morfología de un cauce en paso – remanso es asociada con fuertes pendientes, anchos pequeños en relación a la profundidad, y confinamiento pronunciado por las paredes del valle. Este tipo de cauce forma secuencias a través de procesos de acorazamiento conforme a las grandes descargas y al bajo aporte de sedimentos.

Por otra parte, el espaciamiento de un paso corresponde a la máxima resistencia del flujo, proporcionando estabilidad para un lecho que de otro modo sería móvil.

Aunque las morfologías de un cauce en paso – remanso y cascada reflejan el transporte proporcionado y limitado, se distinguen por las diferencias en la densidad espacial y organización de los materiales de gran tamaño. Los cauces en paso – remanso se definen porque la longitud de los pasos es al menos una vez el ancho del cauce y los remansos están espaciados cada uno a cuatro veces el ancho de cauce. Y los cauces en cascada se definen como discontinuidades en el lecho y el flujo en forma de chorros sobre una serie de grandes partículas individuales que en conjunto superan una longitud de al menos una vez el ancho del cauce. La secuencia regular de los remansos y de los pasos en estos cauces, probablemente representan el surgimiento de una morfología fluvialmente organizada en cauces aluviales, en cambio en un cauce en cascada la gran cantidad de depósitos de materiales gruesos producen un retraso forzoso del flujo debido a los procesos no fluviales (por ejemplo: flujos de escombros, glaciares y caídas de rocas).

Figura N° 1. 8. Cauce en paso – remanso en el cauce del Puente Chido – Rioja.





C. Cauce en lecho plano

Un cauce en lecho plano se caracteriza por la ausencia de barras, una condición que se asocia con un ancho reducido en relación a la profundidad y con grandes valores de rugosidad relativa. Los cauces en lecho plano se producen en las zonas de moderada a altas pendientes y relativamente en cauces rectos que pueden ser confinados o confinados por las paredes del valle. Por lo general se componen de arena a pequeños tamaños de rocas, pero su naturaleza principalmente es dominada por un lecho de gravas.

Los cauces en lecho plano difieren morfológicamente de los cauces en paso – remanso y remanso – rápida porque ambos carecen de formas de lecho constantes y se caracterizan por presentar largos tramos de un lecho relativamente sin rastros de materiales finos. La ausencia de caídas de flujo y la pequeña rugosidad relativa distingue de un cauce en lecho plano de un cauce en cascada y de un cauce en paso – remanso.

Figura N° 1. 10. Cauce en lecho plano en el cauce del Puente Vilcaniza – Rioja.

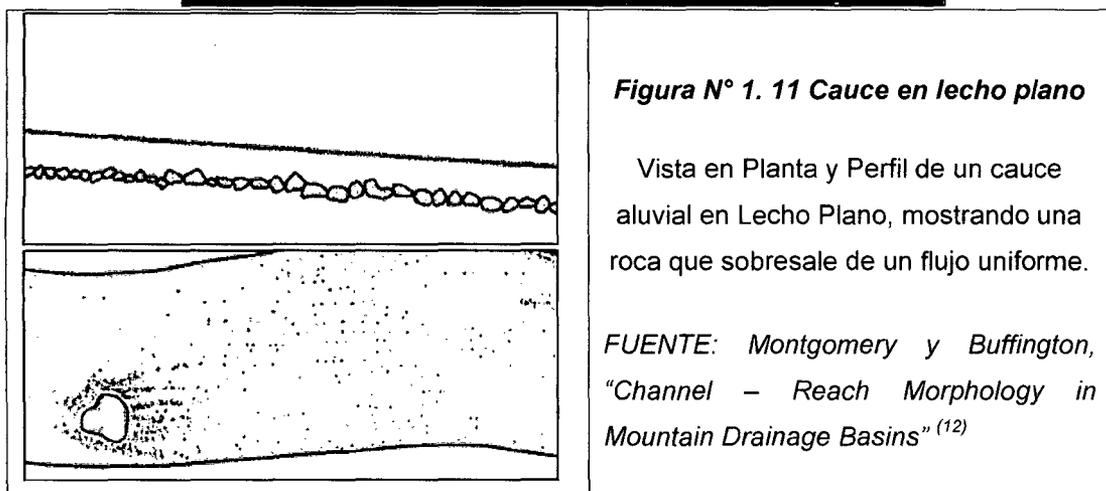


Figura N° 1. 11 Cauce en lecho plano

Vista en Planta y Perfil de un cauce aluvial en Lecho Plano, mostrando una roca que sobresale de un flujo uniforme.

FUENTE: Montgomery y Buffington, "Channel – Reach Morphology in Mountain Drainage Basins" ⁽¹²⁾

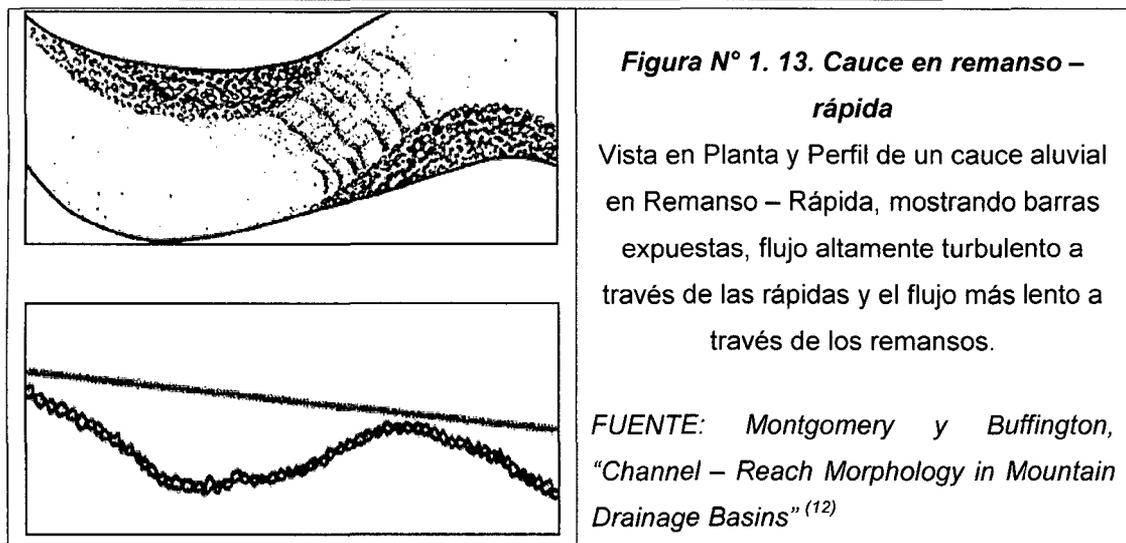
D. Cauce en remanso – rápida

Un cauce en remanso – rápida presenta unas pequeñas oscilaciones en el lecho que define una secuencia de barras, remansos y rápidas. Esta oscilación lateral del lecho distingue a los cauces en remanso – rápida de los otros tipos de cauce explicados anteriormente. Los remansos son depresiones topográficas dentro del cauce, y las barras corresponden a los puntos altos. Los remansos están constantemente espaciados aproximadamente cada cinco a siete veces el ancho del cauce en su misma formación, pero los cauces con altas cargas de residuos leñosos grandes presentan espaciamientos más pequeños. Estos cauces ocurren en zonas de moderada a baja pendiente y están confinados en general, y tienen llanuras de

inundación bien establecidos. El tamaño del sustrato en el cauce varía de arena a roca, pero normalmente tienen el tamaño de gravas.

Los cauces en remanso – rápida, al igual que los cauces en lecho plano, muestran una mezcla limitada de suministro y transporte de materiales, estas características dependen del grado del acorazamiento del lecho. Este tipo de cauce no acorazados indican un equilibrio entre la capacidad de transporte y el suministro de sedimentos, mientras que las superficies acorazadas representan las condiciones de un suministro limitado. Sin embargo, durante los eventos que presentan un pobre acorazamiento, la relación de transporte de la carga de fondo está generalmente correlacionada con la descarga, lo que demuestra que el transporte de sedimentos no se limita por el suministro de un lecho móvil.

Figura N° 1. 12. Cauce en remanso – rápida en el Puente Río Negro – Rioja



E. Cauce en duna – rizo

La morfología de un cauce en duna – rizo es comúnmente asociado a zonas de baja pendiente, y a cauces con lecho arenoso. La configuración de la forma del lecho en un cauce en duna – rizo depende de la profundidad de flujo, de la velocidad, del tamaño de las partículas en la superficie del lecho y de la razón de transporte de sedimentos, pero generalmente sigue una secuencia morfológica del flujo con la profundidad y la velocidad: de menor régimen en lecho plano, rizos, ondas de arena, dunas, y de mayor régimen en lecho plano y antidunas.

Los cauces en duna – rizo también presentan barras y otras formas del lecho forzados por la geometría del cauce y que tienen un transporte limitado. La frecuencia de la movilidad en el lecho y la presencia de ondulaciones y/o dunas distinguen los cauces en duna – rizo de los cauces en remanso – rápida.

Figura N° 1. 14. Cauce en duna – rizo en el cauce del Puente Sullana – Piura.

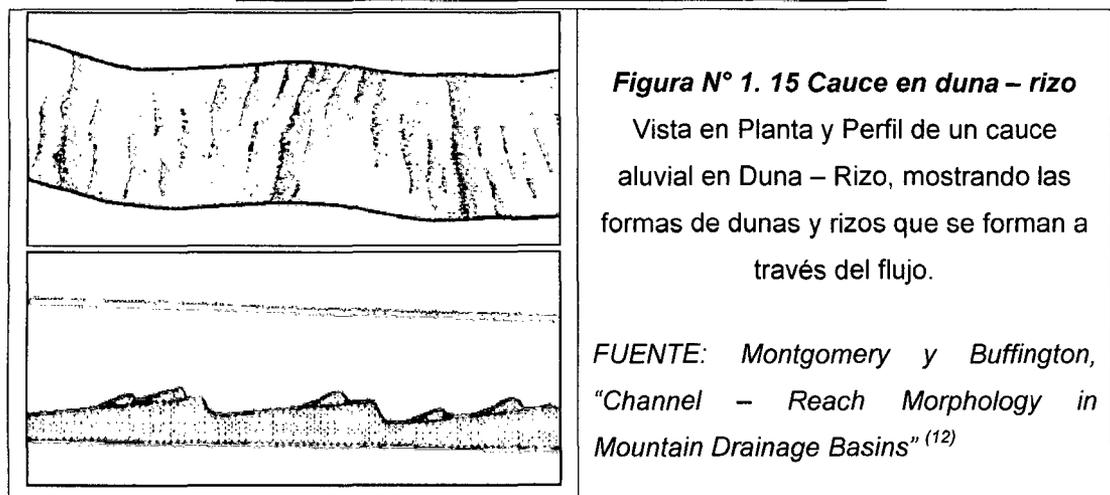


Figura N° 1. 15 Cauce en duna – rizo

Vista en Planta y Perfil de un cauce aluvial en Duna – Rizo, mostrando las formas de dunas y rizos que se forman a través del flujo.

FUENTE: Montgomery y Buffington, "Channel – Reach Morphology in Mountain Drainage Basins" ⁽¹²⁾

1.3.1.2. Cauce de lecho rocoso

Un cauce de lecho rocoso es la falta de un lecho aluvial continuo. Aunque algunos materiales aluviales pueden ser almacenados temporalmente en agujeros de socavación, o detrás de las obstrucciones del flujo donde hay poco o ningún relleno del valle. Por lo tanto, los cauces de lecho rocoso en general, se limitan por las paredes del valle. La evidencia proveniente tanto de arenales antropogénicos y las cuencas de drenaje de montaña indica que los cauces de lecho rocoso son más empinados que los cauces aluviales, teniendo similares áreas de drenaje. Estos cauces carecen de un lecho aluvial debido a la alta capacidad de transporte asociada con las gradientes de cauces empinados y/o a la profundidad del flujo. Aunque los cauces de lecho rocoso en porciones con escasa pendiente de una cuenca hidrográfica, refleja una alta capacidad de transporte en relación con el suministro de sedimentos.

Figura N° 1. 16. Cauce de lecho rocoso en el cauce del Puente Yambras – Rioja.



1.3.1.3. Cauce coluvial

Los cauces coluviales son cauces de bajo tirante de agua en los extremos de una red de cauces que fluye sobre un relleno de un valle coluvial y presentan un transporte fluvial débil o efímero. Muy pocas investigaciones se han centrado en los

cauces coluviales, a pesar de que los cauces de primer orden componen aproximadamente la mitad de la longitud total de una red de cauces.

Las corrientes superficiales en el tirante de un cauce tienen poca oportunidad para limpiar, por lo tanto los sedimentos liberados de las laderas vecinas en general, se acumulan para formar un relleno de valle coluvial.

Los flujos superficiales y efímeros en cauces coluviales no parecen suficientes para movilizar a todos los sedimentos coluviales introducidos en el cauce, dando como resultando un almacenamiento significativo de este material. Los clastos grandes, los desechos forestales, los pasos de lecho rocoso, y en los canales de vegetación se reduce aún más la energía disponible para el transporte de sedimentos en cauces coluviales. El flujo intermitente puede rehacer una parte de la superficie del material acumulado, pero no regula el depósito, la clasificación o el transporte del relleno del valle.

Los transportes eventuales que se originan por flujos de escombros pueden ser responsables de la mayor parte del transporte de sedimentos en cauces con gran tirante y la acumulación de materiales de relleno en estos cauces, durante períodos con acontecimientos catastróficos, indica la capacidad de transporte.

1.3.2. Clasificación según USACE

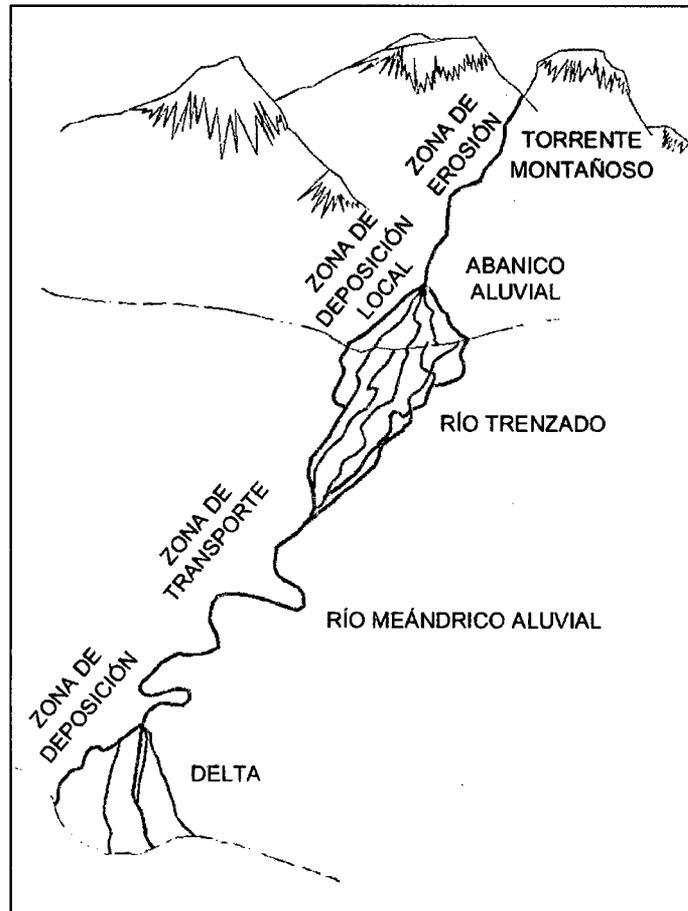
El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos ⁽¹⁹⁾ (USACE, de su nombre en inglés) presenta un sistema de clasificación de cauces y los problemas característicos de estabilidad presentes en cada uno de ellos basándose en los siguientes contextos geomórficos.

1.3.2.1. Contextos geomórficos

- Para determinar los factores que han producido las características del estado actual del cauce y que afecta a la reacción del cauce frente a las obras de ingeniería, se debe incluir también la fuente y el suministro de sedimentos, los materiales y la vegetación de la cuenca, los eventos catastróficos, los movimientos de tierra, aludes, entre otros.
- En términos generales, una cuenca se puede dividir en tres zonas principales: una zona superior de erosión de producción de sedimentos, una zona media de

transporte de sedimentos por la erosión simultánea y deposición, y una zona inferior de la deposición de sedimentos, como se muestra en la Figura N° 1. 17.

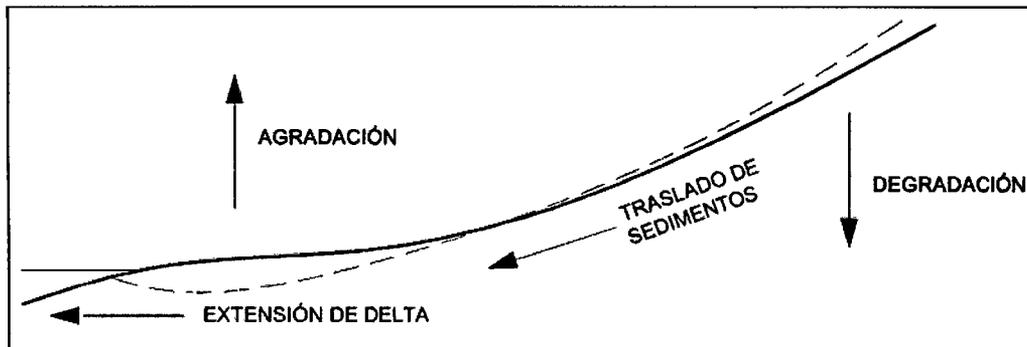
Figura N° 1. 17. Zonas de drenaje de una cuenca y algunos tipos de cauce



FUENTE: U.S. Army Corps of Engineers (USACE) ⁽¹⁹⁾

- En caso general, el perfil longitudinal de un sistema de flujo en un río tiende a aplanarse a través del tiempo por la degradación en las cuencas altas y por la agradación en los tramos de la parte baja. En la mayoría de los sistemas naturales este proceso es muy lento como para ser motivo de preocupación en la ingeniería, pero en el curso del río ha interferido notablemente a través del tiempo donde la reducción del perfil se da a un ritmo notable. La Figura N° 1. 18. muestra el cambio del perfil longitudinal de un río a través del tiempo.
- Los métodos de investigación de la cuenca y la geomorfología del cauce incluyen la inspección de los mapas, encuestas, registros hidrológicos, fotografías aéreas e imágenes satelitales, estudio de los métodos de análisis geológicos, etc. La cantidad de estudios necesarios depende de la magnitud del proyecto.

Figura N° 1. 18. Cambio típico a través del tiempo.



Perfil longitudinal de un río

FUENTE: U.S. Army Corps of Engineers (USACE) ⁽¹⁹⁾

1.3.2.2. Tipos de cauces

Considerando los contextos geomórficos antes mencionados, las publicaciones de la USACE ⁽¹⁹⁾ describen cauces con problemas comunes de estabilidad.

En la Tabla N° 1. 4 se resume cada tipo de cauce con sus características más importantes y los problemas de estabilidad.

Tabla N° 1. 4. Sistema de Clasificación de flujos según USACE

Tipo de cauce	Características típicas	Problemas de estabilidad
Torrente Montañoso	Altas pendientes Flujo con alta velocidad Cascadas	Erosión y degradación del lecho Posible flujo de escombros
Abanicos aluviales	Cauces múltiples Materiales gruesos	Cambios bruscos del cauce Almacenamiento de materiales Degradación
Ríos trezados	Cauces entrelazados Sedimentos gruesos Alto transporte de material del lecho	Cambio frecuente del cauce principal Erosión y deposición de materiales
Arroyos	Flujo infrecuente Cauces amplios Inundaciones ocasionales Alta carga de sedimentos	Cambio frecuente de planta, perfil y sección del cauce
Ríos meándricos	Sinuoso Poca pendiente Amplias llanuras de inundación	Erosión de la margen Migración del meandro Erosión y almacenamiento de materiales
Ríos modificados	Reservorio aguas arriba Usados para riego	Actividad reducida Degradación Disminución del nivel del lecho Agradación en las desembocaduras de afluentes
Delta	Cauces múltiples Depósito de finos	Cambio de cauce Almacenamiento de sedimentos

CAPÍTULO II

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD DE CAUCES

2.1. GENERALIDADES

La estabilidad del cauce debe ser definida en términos de tiempo y espacio. Las escalas temporales y espaciales utilizadas varían dependiendo de la aplicación. Las escalas temporales para la estabilidad de cauces pueden variar de mediano plazo, en la que uno podría estar preocupado por la seguridad del puente o por la recuperación ecológica, o a largo plazo, que incluyen la estabilidad geológica y geomorfológica. Se considera como tiempo breve de 1 ó 2 años; un tiempo medio en décadas hasta 100 años, tiempo de vida promedio para el diseño de obras de ingeniería; y a largo plazo se considera a cientos de miles de años. Las escalas espaciales también pueden variar ampliamente dependiendo de cómo se define la estabilidad.

La longitud del tramo de un cauce, sobre el cual se determina la estabilidad puede ser corta o también de varios cientos de metros. Esto va a depender de las características que se desean considerar para determinar la estabilidad.

Para poder determinar la estabilidad de un cauce, se han realizado investigaciones en diferentes partes del mundo, donde cada resultado ha sido útil para conocer la estabilidad real del cauce en un tiempo determinado. Muchos de estos estudios han permitido generalizar los métodos utilizados y se han adecuado satisfactoriamente a las condiciones en las que se evalúa un cruce cauce – puente; pero todos estos estudios son sólo aproximaciones que van a identificar a corto, mediano o largo plazo la estabilidad o inestabilidad del cauce.

En el Manual de Ingeniería de Ríos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ⁽⁹⁾, describen dos grandes grupos que son utilizados para determinar la estabilidad de cauces, estos son:

- Métodos basados en conocimientos de morfología fluvial o “Teoría del Régimen”, que es un conjunto muy amplio de conocimientos empíricos donde se

considera la geometría hidráulica del cauce (ancho, profundidad y pendiente). La teoría del régimen aporta muchas fórmulas empíricas en las que se considera principalmente el caudal dominante, la pendiente del río y el tamaño de los sedimentos. También se incluye en esta familia dos métodos:

Métodos Mecanicistas, fórmulas complejas como los planteados por Altunin, Maza – Cruickshank y Blench, que ofrecen resultados sobre la pendiente y la sección estable de un cauce.

Métodos Geográficos, estudios de Thorne, Chorley y Kennedy, Richards y Brookes, que se interesan por las pendientes de equilibrio de los ríos y se basan en las condiciones reales del entorno del río.

- Métodos basados en criterios de resistencia al flujo y transporte de sedimentos, denominados también "Ecuaciones de Flujo". Como criterios de resistencia al flujo se tienen las fórmulas de erosión por constricción o acortamiento obtenidas por la hipótesis de aguas claras (sin transporte sólido) y las propuestas por Maza – Cruickshank (con transporte sólido, considerado también como una fórmula de la teoría del régimen); y como fórmulas de transporte de sedimentos se tiene la de Meyer-Peter y Müller y la de Engelund, aplicados para hallar la cantidad de sedimentos que pasan por una sección en suspensión o en la capa de fondo.

2.2. TEORÍA DEL RÉGIMEN

Existen diversos autores que han trabajado basándose en lo que hoy se conoce como Teoría del Régimen, lo cual ha dado lugar a diferentes métodos, que se diferencian entre sí por el número de parámetros independientes utilizados.

La Teoría del Régimen es puramente empírica y ha sido elaborada mediante las observaciones del comportamiento de canales de riego no revestidos, en los que dado el largo periodo de operación se pueden suponer estables.

Estas observaciones fueron realizadas por Kennedy ⁽⁴⁾ en el año 1895, cuyo objetivo principal era la construcción de una red de canales de riego, para lo cual observó una serie de canales que habían sido operativos durante bastante tiempo por lo que se podía suponer que los parámetros observados debían ser estables. El primer

resultado de estas observaciones fue que la velocidad media estaba en función del tirante:

$$V = 0.548 \times y^{0.64} \quad [\text{Ecuación N}^\circ 1]$$

Dónde:

V: velocidad media de la corriente en m/s

y: tirante en m

Con esta relación se diseñó los canales. Posteriores observaciones llevaron a concluir que el exponente 0,640 y el coeficiente 0,548 variaban de unas regiones a otras, con lo que de forma más genérica se definió:

$$V = C \times y^m \quad [\text{Ecuación N}^\circ 2]$$

El término "régimen" fue utilizado por primera vez por Lindley en el año 1919, indicando que un canal está en régimen cuando la sección y la pendiente están en equilibrio con el caudal transportado, es decir, que el aumento o la disminución del caudal hacen que el ancho y el tirante se modifiquen en función de esos valores.

Tras el nacimiento de la Teoría del Régimen por parte de Kennedy, han sido muchos los autores que la han revisado y han propuesto nuevas relaciones empíricas para relacionar la geometría de la sección y la pendiente del canal con el caudal y las características del material del fondo y de las márgenes del cauce.

La Teoría del Régimen es aplicable con material cohesivo y arenoso. Como la mayoría de datos para la obtención de fórmulas empíricas han sido obtenidos en canales con fondo y márgenes cohesivos, esta teoría es muy útil para el diseño de canales con estos materiales.

Los resultados buscados en estos métodos son:

- Pendiente
- Ancho (de la superficie libre) y
- Profundidad o tirante

2.2.1. Métodos Mecanicistas

Entre los métodos para analizar la estabilidad del cauce están los propuestos por Altunin, Maza – Cruickshank y Blench. El primero se desarrolló para cauces formados con material grueso como gravas y cantos rodados; el segundo se aplica

a cauces con lecho arenoso, y el tercero es aplicable a cauces con márgenes formadas de material cohesivo.

2.2.2. Métodos Geográficos

2.2.2.1. Estudios de Thorne

Collin Thorne ⁽¹⁸⁾, en el año 1998, desarrolla un manual el cual permite identificar el estado real de un puente en base a observaciones de campo a través de la interpretación y el análisis de los antecedentes de la forma fluvial del cauce y de las características de los sedimentos.

En este manual, propone una metodología que permita examinar cuidadosamente las características y el entorno de un cauce, para realizar una clasificación exacta y predecir la naturaleza de los procesos geomorfológicos y sedimentarios, así como también, identificar el estado de estabilidad o inestabilidad del cauce indicando la gravedad de los problemas relacionados con la inestabilidad.

Todos los parámetros presentes en el manual ayudan a describir detalladamente las condiciones reales en las que se encuentra el cauce y con la ayuda de unas hojas de reconocimiento identifica la estabilidad del cauce para diferentes propósitos, siendo todo este proceso de identificación muy amplio.

Debido a la complejidad y a la obtención de los resultados a largo plazo, Peggy A. Jhonson ⁽⁶⁾, basándose en estos estudios, publica a través de la Federal Highway Administration (FHWA) un manual práctico y con resultados a corto plazo, para la obtención de la estabilidad de los cauces a través de los Estados Unidos.

2.2.2.2. Estudios de Chorley y Kennedy

Richard Chorley y Barbara Kennedy ⁽⁴⁾, en el libro "*Physical Geography: A Systems Approach*", describen la estabilidad en términos de tres tipos de equilibrio:

- **Estática**, en el que se crea una condición estática por un equilibrio en las fuerzas opuestas.
- **En estado estacionario**, en el que las propiedades de un flujo oscilan aleatoriamente en torno a un estado constante.

- **Dinámico**, en el que se mantiene un estado de equilibrio por los cambios dinámicos

Definen estos términos basándose en la Geografía Física, que es el estudio en forma sistémica y espacial de la superficie terrestre considerada en su conjunto y, específicamente, del espacio geográfico natural. La Geografía Física enfatiza el estudio y la comprensión de los *patrones* y *procesos* del ambiente natural, haciendo la abstracción por razones metodológicas del ambiente cultural que es el dominio de la Geografía Humana. Ello significa que, aunque las relaciones entre estos dos campos de la Geografía existan, cuando estudiamos uno de dichos campos, necesitamos excluir al otro de alguna manera, con el fin de poder profundizar el enfoque y los contenidos.

Los conceptos de *patrones* y *procesos* equivalen a los de estructuras y sistemas en la Teoría General de Sistemas, siendo el de patrones un concepto similar al de estructuras y el de procesos uno similar al de sistemas. La diferencia entre *procesos* y *patrones* es que en el primer caso, resulta fundamental la escala temporal y en el segundo no es tan importante, por ejemplo: cuando se estudia los efectos de la erosión fluvial en las márgenes de un río se considera a la erosión como un proceso, es decir, un fenómeno que ocurre a lo largo del tiempo. Por el contrario, cuando se refiere a las características de la cuenca de un río, se hace un estudio de patrones espaciales, es decir, se refiere a un área determinada, con una extensión, relieve, clima, caudal, vegetación, etc., sin referirse en detalle a cómo estos patrones han venido siendo modificados a lo largo del tiempo por los procesos geográficos.

Además consideran a los sistemas geográficos como sistemas abiertos que intercambian materia y energía con el entorno. Estos sistemas, como ellos los definen, se estructuran en grupos de objetos y/o atributos compuestos de componentes que presentan relaciones discernibles que funcionen juntos como un todo complejo de acuerdo a algún patrón observado.

Los sistemas abiertos tienden a adaptarse a la materia y a la energía del flujo mediante la modificación de las interrelaciones entre los distintos componentes, los flujos de entrada y salida de equilibrio entre sí, que dan lugar a un estado de

equilibrio. Este tipo de ajuste se denomina auto-regulación de los sistemas geográficos.

Basándose en todos estos principios, determinan al equilibrio estático, estacionario y dinámico como un sistema geográfico de auto-regulación, los cuales definen a la estabilidad como respuesta a los sistemas abiertos.

2.2.2.3. Estudios de Brookes

Andrew Brookes ⁽²⁾, en el año 1987, publica unos estudios realizados en el Reino Unido donde deduce la estabilidad de un cauce en términos de la energía del flujo debido a las construcciones de canales aguas abajo de un río, basándose en observaciones de campo en flujos variables cuando el cauce está lleno (el nivel del agua llega hasta las márgenes pero no inunda las llanuras de inundación).

Encontró que en zonas no confinadas con baja pendiente, un cauce meándrico presenta una energía del flujo que es superior a los 35 watts por metro cuadrado (W/m^2), determinando que era un cauce inestable por el alto grado de erosión presente; mientras que para energías de flujo menores a los 25 W/m^2 , el cauce se mantenía estable.

Aunque estas observaciones sean útiles, a menudo es difícil definir la estabilidad en términos de la energía del flujo. Brookes concluye que la canalización de los cursos de agua ha aumentado a lo largo de los años con el crecimiento demográfico y el desarrollo del hombre en las llanuras de inundación para la construcción de viviendas, zonas industriales y agricultura, todas estas actividades son una respuesta a las necesidades de una estructura de desarrollo social y económico donde los problemas se crean al ocupar la llanura de inundación.

En las publicaciones de la FHWA, Peggy A. Johnson ⁽⁶⁾, considera que dichas observaciones sólo son válidas en la zona donde se recogió los datos, porque a pesar de que esa orientación sea útil, a menudo es muy difícil definir un cauce lleno en un cauce inestable.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PROPUESTA

3.1. HOJAS DE RECONOCIMIENTO

Las hojas de reconocimiento son el resultado de una serie de estudios realizados por Colin Thorne ⁽¹⁷⁾ en el año 1998, en los cuales propone una evaluación rápida y periódica para determinar el estado real de un cruce cauce – puente, basándose en una descripción cualitativa y semicuantitativa de las formas y procesos característicos de los cursos de agua.

En el año 2006 Peggy A. Johnson ⁽⁶⁾ publica, a través de la Federal Highway Administration (FHWA), un nuevo formato para la evaluación de cruces cauce – puente (modificando las publicaciones realizadas por Thorne por considerarlas extensas para una evaluación rápida) que son aplicables a cada tipo de región alrededor de todos los Estados Unidos.

La presente tesis se basó en la interpretación y adaptación de dichos métodos, los cuales son aplicables en todos los cruces cauce – puente en todo el Perú.

Estas hojas de reconocimiento, que se muestran desde la Figura N° 3. 1 hasta la Figura N° 3. 3, constan de cuatro secciones que clasifican desde las características más generales del entorno de un cruce cauce – puente hasta la descripción detallada de las condiciones del río (tanto en el lecho como en las márgenes) y que puedan ser obtenidos mediante una inspección visual rápida. Cada sección ha sido agrupada considerando las características más importantes en un cruce cauce – puente. A continuación se resumen cada una de las secciones explicando las características más importantes:

- **Sección 1: Descripción del sitio**, esta sección consta de la información general donde se ubica el cruce cauce – puente, se detalla el nombre del río y de la carretera donde se ubica el puente, esta información es importante porque ayuda a identificar la zona geográfica en la que se va a trabajar.

- **Sección 2: Descripción de la región y del valle**, en esta sección se va a determinar el estado y las características del medio en el que se desarrolla el río, es decir, la cuenca, la geomorfología del río y el valle que forma en su recorrido. Durante el trabajo de campo se evalúa no más de cinco veces el ancho del cauce aguas arriba y aguas abajo del puente, y de ser posible guiarse con los planos de topografía; en caso de cuencas muy extensas, se puede obtener dichas características haciendo uso de cartas nacionales o fotografías aéreas de la zona en estudio.
- **Sección 3: Descripción del cauce**, el comportamiento del flujo en un cruce es determinante para la estructura de un puente; por ello es importante la evaluación detallada de la condición real en la que se encuentra el cruce, teniendo como objetivo la determinación de su estabilidad. Esta sección se caracteriza porque detalla las características del curso de agua en forma global, donde se incluye los tipos de control, los obstáculos, el material y el tipo de cauce según las clasificaciones realizadas por Montgomery – Buffington ⁽¹²⁾ y las realizadas por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE) ⁽¹⁹⁾.
- **Sección 4: Descripción de las márgenes**, el estado de las márgenes del río permite determinar la estabilidad lateral, por lo que es necesaria una inspección detallada de ambas márgenes. Esta sección describe las condiciones en las que se encuentran las márgenes del río en relación a la estructura del puente incluyendo la vegetación y el tipo de erosión.

Figura N° 3. 1. Hojas de Reconocimiento. Hoja N°1.

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES			
Revisado para inspección de Puentes			
Basado en Thorne (1998)			
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO			
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA	FECHA		
_____	_____		
NÚMERO DE PUENTE	_____		
_____	_____		
NOMBRE DEL RÍO	_____		
_____	_____		
COORDENADAS GPS	_____		
Latitud: _____	Longitud: _____		
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE			
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL	
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla
<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos		
<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Arbustos		
<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Árboles		
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN			
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río
<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos	
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Arbustos	
	<input type="checkbox"/> Minero	<input type="checkbox"/> Árboles	
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado		

Figura N° 3. 2. Hojas de Reconocimiento. Hoja N°2.

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL				
Terrazas	Diques	Ubicación del Dique		
<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce		
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado < 1 ancho del río		
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado > 1 ancho del río		
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE				
Planta	Características del Meandro			
<input type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvas suaves			
<input type="checkbox"/> Meándrico	<input type="checkbox"/> Curvas moderadas			
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas			
<input type="checkbox"/> Anastomosis				
<input type="checkbox"/> Diseñado				
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE				
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)				
Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	
Hábito del flujo	Ancho del cauce = _____			
<input type="checkbox"/> Perenne	Clasificación según M-B⁽²⁾		Clasificación según USACE⁽³⁾	
<input type="checkbox"/> Intermitente	<input type="checkbox"/> Cascada o paso – remanso		<input type="checkbox"/> Modificado	
<input type="checkbox"/> Efímero	<input type="checkbox"/> Plano, remanso – rápida, duna – rizo		<input type="checkbox"/> Regulado	
	<input type="checkbox"/> Trenzado		<input type="checkbox"/> Arroyo	
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)				
Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado	Porcentaje de arena en el lecho = _____%		
⁽¹⁾ Nickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río				
⁽²⁾ Clasificación según Montgomery – Buffington				
⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos				

Figura N° 3. 3. Hojas de Reconocimiento. Hoja N°3.

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos.	<input type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen		
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Empinada <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input type="checkbox"/> Denso Condición: <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input type="checkbox"/> Denso Condición: <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica

3.2. DETALLES DE LAS HOJAS DE RECONOCIMIENTO

Los estribos y las defensas del puente se registran en las hojas de reconocimiento como obstrucciones. Cada parámetro en forma individual no es indicador de la estabilidad o inestabilidad en forma directa; los datos recogidos son colectivamente importantes en la evaluación de la estabilidad a mediano plazo. En la Tabla N° 3. 1 se describe la relación entre la información de las hojas de reconocimiento presentadas en la presente tesis y los indicadores de estabilidad considerados para la determinación del estado actual de un cruce cauce – puente.

Tabla N° 3. 1. Detalle de las hojas de reconocimiento.

Sección y Parte	Parámetros de Reconocimiento	Relación con la Estabilidad
Sección 1	Información General	Información básica del proyecto; debe incluir número o nombre del puente
Sección 2, Parte 1. Cuenca del río	Uso de Tierra	Importante para la respuesta hidrológica y la razón de erosión
	Vegetación	Importante para la respuesta hidrológica y la razón de erosión
Sección 2, Parte 2. Condición del valle fluvial	Falla Lateral del Valle	Fuente de sedimentos
	Ubicación de la Falla	Indica si el potencial de carga de sedimentos está aguas arriba o aguas abajo del puente
Sección 2, Parte 3. Llanura de Inundación	Ancho de la llanura	Indicador del confinamiento y la estabilidad lateral
	Uso de Tierra	Los cambios que puedan producirse en el uso de tierra son críticos para la estabilidad
	Vegetación	Importante para saber si la fuente de sedimentos están protegidas
	Franjas de vegetación ribereña	Importante para la estabilidad lateral y la razón de erosión
Sección 2, Parte 4. Confinamiento Vertical	Terrazas	Identifica incisiones o cortes previos
	Diques y su ubicación	Incrementa el esfuerzo cortante a lo largo del fondo; impide la actividad de la llanura de inundación
Sección 2, Parte 5. Relación lateral del cauce respecto al valle	Planta y características del meandro	El tipo y dimensiones de los meandros indica la razón relativa de movimiento lateral

Tabla N° 3.1. Detalle de las hojas de reconocimiento relacionados con los indicadores de estabilidad del flujo, continuación.

Sección y Parte	Parámetros de Reconocimiento	Relación con la Estabilidad
Sección 3, Parte 6. Descripción del Cauce	Dimensiones	El ancho y el tirante pueden ser indicadores de la consolidación y de la estabilidad; la pendiente indica la energía del flujo
	Tipo de flujo	Indica la energía del flujo
	Control del lecho y tipos	Tiene efecto sobre la estabilidad vertical o dónde puede ocurrir la erosión
	Control del ancho y tipos	Tiene efecto sobre la estabilidad lateral o dónde puede ocurrir la erosión
Sección 3, Parte 7. Descripción de los sedimentos del lecho	Material del Lecho	El diámetro predominante es indicador de la capacidad de transporte del flujo
	Tipos de barras	El número, tamaño, ubicación, vegetación y el diámetro predominante de los sedimentos son indicadores de cambios verticales
Sección 4. Características de las márgenes	Material de margen y de los estratos	El nivel de cohesividad controla la estabilidad
	Altura de la margen	Junto con el talud, la altura es indicador del potencial de pérdida de suelo
	Talud de la margen	Junto con la altura, el talud es indicador del potencial de pérdida de suelo
Sección 4. Vegetación superficial en las márgenes	Vegetación	Juega un papel importante en la estabilización de la margen y para frenar la erosión lateral
	Tipos de árboles	Las raíces de diferentes tipos de árboles son mejores para retener el suelo en su lugar y proporcionar drenaje
	Densidad y espaciamiento	Importante para saber cuánto control de la erosión se ejerce
	Condición, edad y diversidad	Indica la razón de crecimiento, y por lo tanto, la razón de erosión
Sección 4. Erosión de las márgenes y ubicación de las fallas	Ubicación de la erosión fluvial	Indica si la actividad erosiva ocurre en ubicaciones específicas indicando problemas
	Ubicación de la falla	Indica las áreas que contribuyen a la desestabilización

3.3. INDICADORES DE ESTABILIDAD

Los 13 indicadores seleccionados para determinar la estabilidad de un cauce se muestran en la Tabla N° 3. 2. Cada indicador tiene una calificación de malo, regular, bueno o excelente a los que se les asignan valores de acuerdo a las descripciones de la tabla; el resultado final se obtiene sumando los 13 valores. En este método se tienen implícitas varias suposiciones para obtener el valor global. Todas estas

observaciones fueron planteadas por Peggy A. Johnson ⁽⁶⁾ y adaptadas para el presente estudio.

- En primer lugar, todos los indicadores se ponderan por igual. Esta hipótesis fue probada mediante la asignación de pesos a cada uno de los indicadores y la creación de un puntaje ponderado para cada puente donde se hicieron observaciones. Los resultados mostraron que los indicadores ponderados dan los mismos resultados que los indicadores ponderados igualmente.
- En segundo lugar, este método implica que cada indicador es independiente de todos los demás. Si bien es posible que exista una cierta correlación entre varios de los indicadores, se hizo un intento para seleccionar los indicadores que describen de forma independiente los diversos aspectos de la estabilidad de un cauce, por lo que los efectos de correlación se consideraron insignificantes.
- En tercer lugar, la suma de las valoraciones implica un esquema lineal. El impacto de esto no se conoce con precisión, sin embargo, dado que las calificaciones ponderadas no cambian los resultados generales, se puede suponer que la linealidad tampoco afectará significativamente los resultados.

Teniendo en consideración lo descrito previamente, se presenta en la Tabla N° 3.2., los indicadores de estabilidad, las descripciones de cada uno de ellos y los rangos de variación para la calificación de un cruce cauce – puente, esta tabla se resume en la Tabla N° 3. 3. para su uso en el momento de la inspección.

Tabla N°3. 2. Indicadores de estabilidad, descripciones y puntuaciones

Indicadores de Estabilidad	Puntuaciones			
	Excelente (1 – 3)	Bueno (4 – 6)	Regular (7 – 9)	Malo (10 – 12)
1. Actividad y características de la cuenca y de la llanura de inundación.	Estable, con bosques, cuenca inalterada.	Algunas alteraciones menores en la cuenca, incluyendo actividad ganadera, construcción, tala o deforestación de menor importancia. Actividades agrícolas limitadas.	Alteraciones frecuentes en la cuenca, incluyendo actividad ganadera, deslizamientos de tierra, actividad minera en arena y grava del cauce, tala de bosques, agricultura o construcción de edificios, carreteras u otra infraestructura. Parte significativa de la cuenca está urbanizada.	Alteraciones permanentes en la cuenca. Importante actividad ganadera, deslizamientos de tierra, actividad minera en arena y grava del cauce, tala, agricultura o construcción de edificios, carreteras u otra infraestructura. Cuenca altamente urbanizadas o en rápido proceso de urbanización.
2. Hábito de flujo.	Río perenne, sin eventos extremos importantes.	Río perenne o efímero de primer orden con ocurrencia de avenidas ligeramente incrementada.	Río perenne o intermitente con eventos extremos importantes.	Eventos extremos importantes; las avenidas repentinas son el principal modo de descarga; cursos de agua efímeros que no son de primer orden.
3. Configuración del cauce.	Recto a meándrico, con pequeño radio de curvatura; principalmente con carga en suspensión.	Meándrico, con radio de curvatura moderada; mezcla de carga en suspensión y de fondo; cauce diseñado con buen mantenimiento.	Meándrico con algo de trezado; meandros sinuosos, principalmente carga de fondo; cauce diseñado con deficiente mantenimiento.	Trezado; principalmente carga de fondo; cauce diseñado con deficiente mantenimiento.

H=horizontal, V=vertical, Fs=porcentaje de arena, S=pendiente, B/y=relación ancho a profundidad.

Tabla N° 3.2. Indicadores de estabilidad, descripciones y puntuaciones, continuación

Indicadores de Estabilidad	Puntuaciones			
	Excelente (1 – 3)	Bueno (4 – 6)	Regular (7 – 9)	Malo (10 – 12)
4. Consolidación, confinamiento del cauce.	Existe llanura de inundación activa sobre las márgenes, ningún signo de deterioro de la infraestructura; sin diques.	Llanura de inundación activa abandonada, pero actualmente en reconstitución; confinamiento del cauce mínimo; infraestructura no expuesta; los diques son bajos y situados lejos del río.	Confinamiento moderado en las paredes del valle o cauce, cierta exposición de la infraestructura; existen terrazas; llanura de inundación abandonada; los diques son de tamaño moderado y están cerca del río.	Knickpoints* visibles aguas abajo; líneas de agua u otra infraestructura espuestas; el ancho del cauce al nivel de la parte superior de las márgenes es pequeño, profundamente confinado; no hay actividad en la llanura de inundación; los diques son altos y a lo largo de la orilla del cauce.
5. Material del lecho Fs=Porcentaje aproximado de arena en el lecho	Varios tamaños bien apiñados, superpuestos y posiblemente intercalados. La mayoría de los materiales > 4mm. Fs<20%	Moderadamente apiñado con cierta superposición. Cantidades muy pequeñas de material < 4 mm. 20% < Fs < 50%.	Varios tamaños sueltos sin aparente superposición. Cantidades pequeñas a medianas de material < 4mm. 50% <Fs< 70%.	Varios tamaños muy sueltos sin apiñamiento. Grandes cantidades de material < 4 mm. Fs > 70%.
6. Desarrollo de la barra	Para $S < 0,02$ y $B/y > 12$, las barras son maduras, estrechas respecto al ancho del cauce en flujo bajo, con abundante vegetación y compuestas de grava gruesa a guijarros. Para $S > 0,02$ y $B/y < 12$, las barras no son evidentes.	Para $S < 0,02$ y $B/y > 12$, las barras pueden tener vegetación y/o estar compuestas de grava gruesa a guijarros, pero es evidente un mínimo crecimiento reciente de la barra dada la falta de vegetación en porciones de la barra. Para $S > 0,02$ y $B/y < 12$, las barras no son evidentes.	Para $S < 0,02$ y $B/y > 12$, las barras tienden a ser anchas y estar compuestas de arena gruesa a pequeños guijarros recientemente depositados y/o pueden estar dispersamente vegetadas. Para $S > 0,02$ y $B/y < 12$, se están formando barras.	Los anchos de barra son generalmente superiores a la mitad del ancho del cauce en flujo bajo. Las barras se componen de extensos depósitos de partículas finas a gravas gruesas con poca a ninguna vegetación. No hay barras para $S < 0,02$ y $B/y > 12$.

H=horizontal, V=vertical, Fs=porcentaje de arena, S=pendiente, B/y=relación ancho a profundidad.

*Knickpoints: término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río.

Tabla N° 3.2. Indicadores de estabilidad, descripciones y puntuaciones, continuación

Indicadores de Estabilidad	Puntuaciones			
	Excelente (1 – 3)	Bueno (4 – 6)	Regular (7 – 9)	Malo (10 – 12)
7. Obstrucciones, incluidos los afloramientos de roca, capas acorazadas, acumulación de grandes residuos leñosos, control de pendiente, lecho del puente pavimentado, revestimientos, diques y enrocado.	Raro o no presente.	Ocasional, provocando corrientes cruzadas y erosión menor en margen y fondo	Moderadamente obstrucciones frecuentes y en ocasiones inestables, causa notable erosión del cauce. Considerable acumulación de sedimentos detrás de obstáculos.	Frecuente y a menudo inestable, provocando un continuo deslizamiento del flujo y de los sedimentos.
8. Textura y coherencia del material de la margen.	Arcilloso y limo-arcilloso; material cohesivo.	Franco arcilloso a franco arcillo arenoso; pequeñas cantidades de mezclas no cohesivas o no consolidadas; pueden existir estratos, pero son materiales cohesivos.	Arcillo arenoso a franco arenoso; mezclas no consolidadas de tipo glacial u otros materiales; pequeños estratos y lentes de mezclas no cohesivas o no consolidadas.	Franco arenoso a arena; material no cohesivo; mezclas no consolidadas de tipo glacial u otros materiales; estratos o lentes que incluyen arenas y gravas no cohesivas.
9. Talud promedio de la margen (donde 90° es una margen vertical).	Talud < 3H: 1V (18°) para materiales no cohesivos o no consolidados a < 1:1 (45°) en arcillas en ambas márgenes.	Talud de hasta 2H: 1V (27°) en materiales no cohesivos o no consolidados a 0,8:1 (50°) en arcillas en una margen y ocasionalmente en ambas márgenes.	Talud de hasta 1H:1V (45°) en materiales no cohesivos o no consolidados a 0,6:1 (60°) en arcillas sea en una o ambas márgenes.	Talud sobre 45° en materiales no cohesivos o no consolidados a más de 60° en arcillas sea en una o ambas márgenes.

H=horizontal, V=vertical, Fs=porcentaje de arena, S=pendiente, B/y=relación ancho a profundidad.

Tabla N° 3.2. Indicadores de estabilidad, descripciones y puntuaciones, continuación.

Indicadores de Estabilidad	Puntuaciones			
	Excelente (1 – 3)	Bueno (4 – 6)	Regular (7 – 9)	Malo (10 – 12)
10. Protección de márgenes con vegetación o con obras de ingeniería.	Banda ancha de vegetación leñosa con al menos el 90% de densidad y cobertura. Principalmente de madera dura con hojas, árboles caducifolios con vegetación madura, saludable y diversa ubicada en la margen. Vegetación leñosa orientada verticalmente. En ausencia de vegetación, ambas márgenes están revestidas o están fuertemente acorazadas.	Banda mediana de vegetación leñosa con 70-90% de densidad y cobertura. La mayor es madera dura con hojas, árboles caducifolios con vegetación en maduración y diversa ubicada en la margen. Vegetación leñosa orientada 80-90° de la horizontal con exposición de la raíz mínima. Parcialmente revestida o acorazada en una o ambas márgenes.	Pequeña banda de vegetación leñosa con 50-70% de densidad y cobertura. La mayoría de madera suave, pinos, árboles coníferos con vegetación joven o vieja pero que carece de diversidad ubicada sobre o cerca de la parte superior de la margen. Vegetación leñosa orientada 70-80° de la horizontal, a menudo con exposición evidente de las raíces. Sin revestimiento en las márgenes, pero puede haber acorazamiento en algún lugar de una margen.	Banda de vegetación leñosa que puede variar dependiendo de la edad y la salud con menos del 50% de densidad y cobertura. Principalmente madera suave, pinos, árboles coníferos con vegetación muy joven, vieja y muriendo ubicada fuera de la margen. Vegetación leñosa orientada a menos de 70° de la horizontal con una amplia exposición de las raíces. Márgenes no revestidas o acorazadas.
11. Corte de margen.	Poco o nada evidente. Poca presencia de márgenes desnudas, porcentaje insignificante del total de la margen.	Algo intermitente a lo largo de las curvas y en contracciones importantes. Las márgenes desnudas las comprenden una pequeña porción de las márgenes en dirección vertical.	Importantes y frecuentes en ambas márgenes. Las márgenes desnudas comprenden gran parte de las márgenes en dirección vertical. Raíces expuestas.	Corte casi continuo en ambas márgenes, algunas se extienden sobre la mayor parte de las márgenes. Socavación y raíces de tepe expuestas.

H=horizontal, V=vertical, Fs=porcentaje de arena, S=pendiente, B/y=relación ancho y profundidad.

Tabla N° 3.2. Indicadores de estabilidad, descripciones y puntuaciones, continuación.

Indicadores de Estabilidad	Puntuaciones			
	Excelente (1 – 3)	Bueno (4 – 6)	Regular (7 – 9)	Malo (10 – 12)
12. Pérdida de masa o falla de la margen.	Poca o ninguna evidencia de potencial o muy pequeñas cantidades de pérdidas de masa. Ancho del cauce uniforme en todo el tramo.	Evidencia de infrecuente y/o poca pérdida de masa. Principalmente resanado por la vegetación. Ancho del cauce relativamente constante y un mínimo corte fino de las márgenes.	Evidencia de frecuentes y/o significativas ocurrencias de pérdidas de masa que pueden ser agravadas por flujos mayores, los que pueden causar socavación y pérdida de masa de las márgenes inestables. El ancho del cauce es bastante irregular, y el corte fino de las márgenes es evidente.	Frecuente y extensa pérdida de masa. La posibilidad de falla de las márgenes, como lo demuestran las grietas de tensión, socavaciones masivas y márgenes caídas, es considerable. El ancho del cauce es altamente irregular, y las márgenes presentan cortes finos.
13. Distancia aguas arriba del puente desde el punto de impacto del meandro y alineamiento.	Más de 35 m, el puente está bien alineado con el flujo.	20-35 m; el puente está alineado con el flujo.	10-20 m; el puente está sesgado respecto al flujo, o el alineamiento del flujo no está centrado bajo el puente.	Menos de 10 m, el puente está pobremente alineado con el flujo.

H=horizontal, V=vertical, Fs=porcentaje de arena, S=pendiente, B/y=relación ancho y profundidad.

Tabla N°3. 3. Resumen de los indicadores de estabilidad.

Indicador	Descripción		Valores												
			Malo			Regular			Bueno			Excelente			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Cuenca	Actividad													
2		Hábito de flujo													
3	Cauce	Tipo													
4		Llanura de inundación													
5		Material y F_s													
6		Barras													
7	Obstrucciones														
8	Márgenes	Material													
9		Talud													
10		Vegetación													
11		Corte													
12		Perdidas de masa													
13		Distancia aguas arriba													

F_s =porcentaje de arena

3.4. RESULTADOS DE ESTABILIDAD

Como resultado de la puntuación de los indicadores descritos previamente, se determina las condiciones actuales de estabilidad del cauce de un puente. Esta puntuación determina la estabilidad general, vertical y lateral de un cruce cauce – puente.

3.4.1. Estabilidad general

Con la suma de los 13 indicadores se va a determinar la condición general de estabilidad de un cruce cauce – puente. Para determinar la condición real de un cruce se debe tener en cuenta el tipo de flujo en cauce, según se muestran las puntuaciones generales en la Tabla N°3. 4, Tabla N°3. 5 y Tabla N°3. 6.

Tabla N°3. 4. Flujos en cauces remanso–rápida, lecho plano, duna–rizo y diseñado.

Categoría	Puntuación General, R
Excelente	R<49
Bueno	49<R<85
Regular	85<R<120
Malo	120<R

Tabla N°3. 5. Flujos en cauces cascada y paso–remanso.

Categoría	Puntuación General, R
Excelente	R<41
Bueno	41<R<70
Regular	70<R<98
Malo	98<R

Tabla N°3. 6. Flujos en cauces trenzados.

Categoría	Estabilidad General, R
Excelente	Ninguna o Ausente
Bueno	R<94
Regular	94<R<129
Malo	129<R

3.4.2. Estabilidad lateral

Es la estabilidad de las márgenes del río. El valor de la estabilidad lateral es la suma de los indicadores del 8 al 13 y la fracción lateral es la relación entre estabilidad lateral con el valor en condiciones más desfavorables, es decir, considerando a los indicadores con el máximo valor, es decir, en malas condiciones.

$$E. Lateral = \sum_{i=8}^{13} I_i \quad [Ecuación N° 3]$$

$$E.Lateral = I_8 + I_9 + I_{10} + I_{11} + I_{12} + I_{13} \quad [Ecuación N° 4]$$

Dónde:

I_i : número del indicador de estabilidad

$$Fracción Lateral = \frac{\sum_{i=8}^{13} I_i}{12 \times 6} \quad [Ecuación N° 5]$$

$$Fracción Lateral = \frac{I_8 + I_9 + I_{10} + I_{11} + I_{12} + I_{13}}{72} \quad [Ecuación N° 6]$$

Es a partir del resultado de la fracción lateral que se va a determinar la estabilidad de las márgenes, mientras este valor se aproxime a la unidad indica mayor inestabilidad.

3.4.3. Estabilidad vertical

Es la estabilidad del cauce del río. El valor de la estabilidad vertical es la suma de los indicadores del 4 al 6 y la fracción vertical es obtenida de la misma forma que la estabilidad lateral.

$$E.Vertical = \sum_{i=4}^6 I_i \quad [Ecuación N° 7]$$

$$E.Lateral = I_4 + I_5 + I_6 \quad [Ecuación N° 8]$$

Dónde:

I_i : número del indicador de estabilidad

$$Fracción Vertical = \frac{\sum_{i=4}^6 I_i}{12 \times 3} \quad [Ecuación N° 9]$$

$$Fracción Vertical = \frac{I_4 + I_5 + I_6}{36} \quad [Ecuación N° 10]$$

Es a partir del resultado de la fracción vertical que se va a determinar la estabilidad del cauce, mientras este valor sea más aproximado a la unidad indica mayor inestabilidad.

3.4.4. Relación entre estabilidad lateral y vertical

De los resultados de las fracciones de estabilidad lateral y vertical, el mayor valor de éstos, establece la dirección donde se presenta principalmente la inestabilidad o donde ocurrirá una falla inminente.

Es decir:

$FL > FV$: Inminente inestabilidad de las márgenes

$FV > FL$: Inminente inestabilidad del cauce

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

4.1. ZONA DE EVALUACIÓN

El Perú se divide longitudinalmente en tres grandes regiones: costa, sierra y selva. Sin embargo, esta división resulta muy simplista para el estudio científico de los distintos accidentes geográficos, fenómenos climatológicos, y la biodiversidad que alberga; no obstante, permite lograr una aproximación de las particularidades que distinguen el territorio peruano.

Las hojas de reconocimiento pueden ser utilizados en todas las regiones naturales del país. En la presente tesis sólo se demuestra la aplicación y la utilidad en parte de la selva norte del país.

Como resultado de esta investigación se ha elaborado unos cuadros para cada cruce cauce – puente, en los que se incluye el resumen de los datos del río, del cauce y de las márgenes. Con base en los estudios descritos, así como en las observaciones realizadas en los puentes, se pueden seleccionar un grupo de parámetros que indican la estabilidad del cauce a través de los 13 indicadores descritos en el capítulo anterior.

4.2. UBICACIÓN

La presente tesis se realizó en la carretera Interoceánica Norte en la denominada zona Eje Multimodal IIRSA Norte, específicamente en el tramo entre las ciudades de Rioja y Corral Quemado, en un recorrido de 150 km aproximadamente.

Se realizó la inspección de los siguientes cruces cauce – puente, según se muestra en la Tabla N° 4. 1. seleccionados correlativamente.

Tabla N° 4. 1. Relación y longitud de puentes evaluados.

PUENTE	Km	LONGITUD (m)
Carrera	318+858	21.00
Chido	321+080	20.00
Vilcaniza	341+891	71.00
Yambras	344+505	22.00
San Antonio	367+950	7.00
S/N	369+295	6.00
Nieva	371+300	21.00
El Afluyente	391+700	21.00
Serranoyacu	394+950	81.00
Aguas Verdes	395+400	80.10
Aguas Claras	398+200	51.20
Río Seco	405+500	30.60
Naranjos	416+850	76.50
Túmbaro	425+800	28.00
Naranjillo	431+500	100.00
Soritor	439+350	28.00
Yuracyacu	448+950	80.00
Río Negro	458+050	35.08
Romero	458+800	21.00
Uquihua	458+300	28.00

4.3. OBSERVACIONES DE CAMPO

Se seleccionó 20 cruces puente – cauce para desarrollar y probar el método de evaluación de la estabilidad, además de recoger datos de las observaciones en los ríos que abarcan una variedad de problemas de erosión, tamaños de materiales del cauce y condiciones topográficas.

Los datos para cada uno de los ríos se resumen desde la Tabla N° 4.2. a la Tabla N° 4. 4.

En la Tabla N° 4. 2. se presenta el Mapa de Ubicación y las coordenadas GPS (Sistema de Posicionamiento Global) del puente, el uso del suelo y la clasificación de flujos en cauces. Cada uno de los cauces se clasifica según lo planteado por Montgomery-Buffington y por la U.S. Army Corps of Engineers (USACE). La primera clasificación no incluye las obras de ingeniería o la alteración del cauce mientras que la segunda incluye alteraciones en el cauce con una simple observación de un patrón (sobre la base de observación en el terreno, mapas y fotografías aéreas). El resultado del tipo de cauce se proporciona como una combinación de estos métodos en la Tabla N° 4. 2, denominándolo "*Forma del cauce*".

La Tabla N° 4. 3. muestra la descripción del lecho y el material de las barras, el porcentaje de arena (Fs), y el tipo de control en las márgenes o en el lecho.

En la Tabla N° 4. 4. se describen las márgenes, incluyendo vegetación, material, altura y algunas características de la erosión. Las observaciones formuladas en cada cruce puente – cauce a lo largo de esta zona se describen a continuación.

Las hojas de reconocimiento de todos los puentes analizados se encuentran en el Anexo B, y la ubicación general de los puentes en el Anexo C.

Tabla N° 4. 2. Resumen de datos de los ríos

Río	Mapa de Ubicación	Ubicación GPS		Clasificación según M-B y USACE	Uso del Suelo	Forma del Cauce
		Latitud Sur (grados)	Longitud Oeste (grados)			
Carrera	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.8676	77.9567	C-S/Ri	Natural	Meándrico con curvas moderadas
Chido	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.8361	77.9988	C-S/MT	Natural	Meándrico con curvas moderadas
Vilcaniza	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.7815	77.8943	C-S/Ar.	Natural	Meándrico con curvas suaves
Yambras	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.7594	77.9026	C-S/Rch	Natural	Meándrico con curvas sinuosas
San Antonio	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.6985	77.8000	C-S/MT-MA	Natural	Meándrico con curvas moderadas
S/N	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.6945	77.7940	C-S/Rch	Natural	Meándrico con curvas sinuosas
Nieva	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.6910	77.7895	C-S/MA-Ri	Natural	Meándrico con curvas suaves
El Afluente	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.6610	77.6981	C-S/Rch	Rural	Meándrico con curvas moderadas
Serranoyacu	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.6756	77.6748	C-S/MT-MA	Natural	Meándrico con curvas moderadas
Aguas Verdes	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.6962	77.6111	C-S/MT-MA	Natural	Meándrico con curvas suaves

C=cascada, S=paso remanso, P=lecho plano, R=remanso – rápida, D=duna – rizo, T=trenzado, MT=torrente montañoso, MA=meándrico, MO=modificado, Ar.=Arroyo, Rch=Riachuelo, Ri=Río

Tabla N° 4.2. Resumen de datos de los ríos, continuación

Río	Mapa de Ubicación	Ubicación GPS		Clasificación según M-B y USACE	Uso del Suelo	Forma del Cauce
		Latitud Sur (grados)	Longitud Oeste (grados)			
Aguas Claras	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.7170	77.5737	P-R-D/MO-Ri	Suburbano	Meándrico con curvas suaves
Río Seco	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.7332	77.5495	P-R-D/MA-Rch	Natural	Meándrico con curvas suaves
Naranjos	Carta Nacional IGN 12-H Villa de Jumbillas, Ruta PE-5N	5.7358	77.5045	T/MA-Ri	Suburbano	Anastomosis con curvas moderadas
Túmbaro	Carta Nacional IGN 12-I Nueva Cajamarca, Ruta PE-5N	5.7770	77.4348	P-R-D/MO-Ri	Natural	Meándrico con curvas sinuosas
Naranjillo	Carta Nacional IGN 12-I Nueva Cajamarca, Ruta PE-5N	5.8084	77.3949	P-R-D/MO-Ri	Suburbano	Meándrico con curvas moderadas
Soritor	Carta Nacional IGN 12-I Nueva Cajamarca, Ruta PE-5N	5.8608	77.3474	P-R-D/MO-Ri	Agrícola	Meándrico con curvas suaves
Yuracyacu	Carta Nacional IGN 12-I Nueva Cajamarca, Ruta PE-5N	5.9376	77.3090	P-R-D/Rch	Suburbano	Meándrico con curvas suaves
Río Negro	Carta Nacional IGN 13-I Rioja, Ruta PE-5N	6.0015	77.2618	P-R-D/MO-Ri	Agrícola y pastoreo de ganado	Meándrico con curvas sinuosas
Romero	Carta Nacional IGN 13-I Rioja, Ruta PE-5N	6.0041	77.2568	P-R-D/MA-Rch	Rural	Meándrico con curvas moderadas
Uquihua	Carta Nacional IGN 13-I Rioja, Ruta PE-5N	6.0522	77.1709	P-R-D/MA-Ri	Suburbano	Meándrico con curvas moderadas

C=cascada, S=paso remanso, P=lecho plano, R=remanso – rápida, D=duna – rizo, T=trenzado, MT=torrente montañoso, MA=meándrico, MO=modificado, Ar.=Arroyo, Rch=Riachuelo, Ri=Río

Tabla N° 4. 3. Datos del cauce del río

Río	B/y	Controles del lecho	Controles de margen	Fs (%)	Material del lecho	Tipo de barras	Material de barras	Ancho de barras	Vegetación de las barras
Carrera	2	Ocasional (escombro de guijarro)	Confinado (estribo izquierdo)	1	Arcilla, guijarro	Barra fija Ab	Arcilla, arena, gravas, guijarro	1/2 B	Ninguna
Chido	1	Ocasional	Confinado	1	Arcilla, guijarro	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna
Vilcaniza	3	Ninguno	Ninguno	30	Limo, arena guijarro	Barras alternadas Ar	Arena, grava	1/6 B	Ninguna
Yambras	5	Ocasional (bolones)	Ninguno	10	Arena, grava guijarro	Irregular/ Combinada	Guijarro, bolones	1/4 B	Ninguna
San Antonio	2	Ninguno	Confinado	5	Arena, bolones	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguna
S/N	2	Ninguno	Ninguno	5	Limo, arena, grava bolones	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna
Nieva	3	Ocasional (lecho rocoso con diámetro menores a 4m)	Confinado	0	Grava, guijarro, bolones	Irregular/ Combinada (roca con diámetro menores a 4m)	Bolones	1/2 B	Ninguna
El Afluente	5	Ocasional (lecho rocoso)	Confinado	10	Guijarro, bolones con diámetros menores a 3m	Trenzados	Guijarros	1/5 B	Grass, musgo
Serranoyacu	14	Frecuente (lecho rocoso con diámetro menores a 5m)	Ninguno	0	Grava, guijarro, bolones	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna
Aguas Verdes	7	Ninguno	Ninguno	20	Limo, arena, guijarro, bolones	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna

Fs=porcentaje de arena, Ar=aguas arriba, Ab=aguas abajo, B=ancho

Tabla N° 4.3. Datos del cauce del río, continuación

Río	B/y	Controles del lecho	Controles de margen	Fs (%)	Material del lecho	Tipo de barras	Material de barras	Ancho de barras	Vegetación de las barras
Aguas Claras	6	Frecuente (presas, troncos de árboles)	Ninguno	10	Arena, grava, guijarro, bolones	Barra fija	Arena, grava, guijarro, bolones	1/5 B	Caña, arbusto
Río Seco	3	Ninguno	Ocasional (estribos del puente)	30	Arena, guijarro, bolones	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna
Naranjos	22	Ninguno	Confinado (pilar derecho del puente, escombros)	30	Arena, canto rodado bolones	Alternadas	Arena, grava, guijarro	1/6 B	Caña, arbusto
Túmbaro	8	Frecuente (presas, columnas de concreto caídas)	Ninguno	10	Limo, arena, grava, canto rodado	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna
Naranjillo	30	Ninguno	Ninguno	10	Arcilla, arena, canto rodado, bolones	Diagonales	Grava, guijarros, cantos rodado	1/3 B	Ninguna
Soritor	10	Frecuente (presa con troncos)	Ninguno	5	Limo, guijarros, canto rodado	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna
Yuracyacu	13	Frecuente, protección del puente	Ocasional, estabilización del lecho, escombros	5	Arena, grava, guijarros	Irregular/combinada	Grava, guijarros	1/6 B	Ninguna
Río Negro	8	Ninguno	Protección del puente, gaviones	10	Arena, guijarros	Barra fija Ab	Limo, arena	1/4 B	Cañas, arbustos
Romero	22	Ninguno	Protección del puente, gaviones, estabilización del lecho	30	Arena, guijarros	Barras en medio del cauce Ab	Limo, arena	1/2 B	Grass, cañas, árboles
Uquihua	20	Ninguno	Protección del puente	40	Limo	Ninguna	Ninguno	Ninguno	Ninguna

Fs=porcentaje de arena, Ar=aguas arriba, Ab=aguas abajo, B=ancho

Tabla N° 4. 4. Datos de las Márgenes del Río

Río	Material	Talud (grados)	Altura (m)	Vegetación	Ubicación de la erosión	Ubicación de falla en la margen	Margen expuesta o desnuda
Carrera	Arcilla, limo, arena, grava, guijarro	Empinado 80 – 90	5.00 (MI), 7.00 (MD)	Cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles jóvenes en buenas condiciones	Fuera de la curva del meandro MI	Ninguna	Ninguna
Chido	Arcilla, bolones	Moderado 40 – 60	7	Cañas, arbustos, poca densidad y diversidad de árboles jóvenes en buenas condiciones	Opuestas a un obstáculo MD	Ninguna	Ninguna
Vilcaniza	Limo, arena, grava, guijarro, bolones	Moderado 40 – 60	10.00 (MI), 12.00 (MD)	Cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles jóvenes en buenas condiciones	Ninguna	Ocasional a lo largo del río	Ocasional
Yambras	Limo, arena, grava, guijarro, bolones	Moderado 40 – 60	3.00 (MI), 1.50 (MD)	Cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles jóvenes en buenas condiciones	Opuesto a un obstáculo de origen fluvial	Frecuente a lo largo del río	Frecuente
San Antonio	Arena, grava	Moderado 40 – 60	4.00 (MI), 2.00 (MD)	Grass, cañas, arbustos, densidad y poca diversidad de árboles jóvenes (MI) y maduros (MD) en buenas condiciones	General de origen fluvial	Ninguna	Ninguna
S/N	Limo, arena, grava	Moderado 40 – 60	2.00 (MI), 1.50 (MD)	Cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles jóvenes en buenas condiciones	Fuera de la curva del meandro (MI), general (MD)	Ninguna	Ninguna
Nieva	Limo, guijarro, bolones	Moderado 40 – 60 MI Empinado 80 – 90 MD	4.00 (MI) 2.00 (MD)	Cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles jóvenes (con musgos) en buenas condiciones	General del tipo fluvial MI	Ninguna	Ninguna

MI=margen izquierda, MD=margen derecha

Tabla N° 4.4. Datos de las Márgenes del Río, continuación

Río	Material	Talud (grados)	Altura (m)	Vegetación	Ubicación de la erosión	Ubicación de falla en la margen	Margen expuesta o desnuda
El Afluyente	Limo, arena, grava, guijarro	Moderado 40 – 60	1.5	Cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles maduros caídos (con musgos) en buenas condiciones	General del tipo fluvial MI	Ocasional a lo largo del río	Ocasional
Serranoyacu	Arena, grava, guijarro	Moderado 40 – 60	1.50 (MI), 2.00 (MD)	Cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles maduros caídos en buenas condiciones	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Aguas Verdes	Limo, arena, grava	Moderado 40 – 60	1.5	Cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles maduros en buenas condiciones	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Aguas Claras	Limo, arena, grava, guijarro, bolones	Moderado 40 – 60	3	Cañas, arbustos, poca densidad y diversidad de árboles jóvenes en buenas condiciones	Pilar del puente, del tipo fluvial MI	Ninguna	Ninguna
Río Seco	Limo, arena, grava, guijarro, bolones	Empinado 80 – 90 MI Moderado 40 – 60 MD	4.00 (MI) 1.50 (MD)	Cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles maduros caídos en buenas condiciones	Fuera de la curva del meandro del tipo fluvial MI	Ninguna	Ninguna
Naranjos	Arena (MI), grava, guijarro, canto rodado	Moderado 40 – 60	1.5	Grass, cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles maduros caídos en buenas condiciones	Fuera de la curva del meandro del tipo fluvial MD	Ninguna	Ninguna
Tumbaro	Limo, arena, grava, canto rodado	Moderado 40 – 60 MI Empinado 80 – 90 MD	2.00 (MI) 1.50 (MD)	Cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles maduros (MI) y jóvenes (MD) caídos en buenas condiciones	Ninguna	Ninguna	Ninguna

MI=margen izquierda, MD=margen derecha

Tabla N° 4.4. Datos de las Márgenes del Río, continuación

Río	Material	Talud (grados)	Altura (m)	Vegetación	Ubicación de la erosión	Ubicación de falla en la margen	Margen expuesta o desnuda
Naranjillo	Arcilla, limo, grava, canto rodado (MD)	Empinado 80 – 90 MI Moderado 40- 60 MD	12.00 (MI) 2.00 (MD)	Cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles maduros (MD) y jóvenes (MI) caídos en buenas condiciones	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Sorritor	Arcilla, limo, guijarro	Empinado 80 – 90	2	Arbustos, densidad (MD) y diversidad de árboles jóvenes en buenas condiciones.	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Yuracyacu	Arena, grava, guijarro, canto rodado	Moderado 40 – 60	2	Cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles jóvenes (MD) y maduros (MI) en buenas condiciones	En el pilar central	Frecuente a lo largo del río	Frecuente
Río Negro	Arcilla, limo, arena	Plano 10 – 20	2.00 (MI), 2.50 (MD)	Cañas, arbustos, diversidad de árboles jóvenes en buenas condiciones, densidad de árboles (MI)	Ninguna	Ocasional a lo largo del río	Ocasional
Romero	Limo, arena, fragmentos de rocas	Empinado 80 – 90 MI Moderado 40 – 60 MD	1.00 (MI) 1.80 (MD)	Grass, cañas, arbustos, densidad y diversidad de árboles maduros en buenas condiciones (MD), poca densidad de árboles jóvenes (MI)	Opuesto a un obstáculo MI	Ninguna	Ninguna
Uquihua	Limo, arena, capas cohesivas MI	Empinado 80 – 90 MI Moderado 40 – 60 MD	2	Cañas, arbustos, árboles caídos (MI), densidad y diversidad de árboles jóvenes en buenas condiciones.	Fuera de la curva del meandro MI	Ocasional a lo largo del río	Ocasional

MI=margen izquierda, MD=margen derecha

4.4. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL CAUCE

Basado en los estudios descritos anteriormente, así como en las observaciones formuladas en los puentes a lo largo de la carretera, se pueden seleccionar un grupo de parámetros que indican la estabilidad de cauces. En primer lugar, es necesario volver a definir la estabilidad del cauce del río en las inmediaciones de un puente. Con este fin, la estabilidad del cauce se define como sigue, basado en Knox y modificado para el uso en puentes:

“Es aquel en el que la relación entre procesos geomorfológicos y la forma es estacionaria, y la morfología del sistema sigue siendo relativamente constante en el corto plazo (uno a dos años), a corta distancia aguas arriba y aguas abajo del puente, y con el movimiento lateral mínimo”.

Aunque el movimiento lateral del cauce de un río puede ser considerado normal y estable dentro de la definición de la estabilidad geomorfológica del cauce, es perjudicial para la seguridad del puente y, por tanto, considerado en la definición de estabilidad utilizada. La distancia aguas arriba y aguas abajo del puente que debe considerarse en una evaluación de la estabilidad depende del problema, el cauce, y el puente.

Una forma de asegurar que todos los aspectos del cauce se incluyen en la estabilidad es empezar con la evaluación de la cuenca o región y centrarse en los aspectos verticales y laterales del cauce, a raíz de los conceptos de Thorne y Montgomery. En forma general, la evaluación de las cuencas hidrográficas y de las llanuras de inundación, y sus características, el hábito de flujo y el tipo de cauce son seleccionados como los indicadores apropiados. La posición del puente en relación con el cauce puede ser indicada por un punto de impacto y adaptación del meandro.

Los 13 indicadores seleccionados para este estudio se recogen en el Capítulo III: Metodología Propuesta. Para cada indicador, la calificación de malo, regular, bueno o excelente puede ser asignado basándose en las descripciones que figuran en las Tablas desarrolladas.

Después se le asigna una puntuación para cada uno de los indicadores, así, un valor general se obtiene sumando las 13 puntuaciones. Varias son las hipótesis

implícitas en este método de obtención de valores. Estas conclusiones han sido demostradas por Peggy A. Johnson ⁽⁶⁾, en la publicación de la FHWA.

En la Tabla N° 4. 5 se muestran los resultados de calificación para cada uno de los 13 indicadores de la estabilidad en todos los puentes que se hicieron observaciones. La suma de los trece indicadores también se muestra en la Tabla N° 4. 5. Esta clasificación general es calificada como excelente, buena, regular o pobre.

Tabla N° 4. 5. Evaluación de estabilidad para cada indicador

Río	Indicador													Total	Clasificación basada de las Tablas N° 4. 2 a la Tabla N° 4. 4
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Carrera	5	8	5	6	3	3	4	4	11	4	5	8	2	68	Bueno
Chido	4	7	5	8	3	2	1	5	7	7	4	4	2	59	Bueno
Vilcaniza	1	2	2	3	6	5	2	10	7	4	2	3	3	50	Bueno
Yambras	4	2	8	1	2	8	4	10	7	7	5	1	7	66	Bueno
San Antonio	1	1	5	2	1	2	1	8	7	5	1	2	8	44	Bueno
S/N	1	1	8	1	1	1	1	10	8	4	4	8	12	60	Bueno
Nieva	1	2	4	1	2	9	4	10	7	4	2	3	7	56	Bueno
El Afluente	9	5	5	4	1	8	5	10	10	2	2	2	12	75	Regular
Serranoyacu	1	1	4	1	1	1	2	10	8	1	1	1	8	40	Excelente
Aguas Verdes	1	1	2	1	3	2	1	11	9	1	1	1	1	35	Excelente
Aguas Claras	2	5	1	9	5	2	2	12	6	3	2	2	8	59	Bueno
Río Seco	1	6	2	2	6	5	3	12	9	6	2	4	11	69	Bueno
Naranjos	4	1	9	1	4	9	4	10	8	1	1	1	1	54	Bueno
Tumbaro	2	2	6	2	2	1	1	10	4	2	1	1	4	38	Excelente
Naranjillo	10	1	4	2	1	6	7	5	2	2	2	2	7	51	Bueno
Soritor	8	2	2	4	1	2	2	6	3	6	2	2	7	47	Excelente
Yuracyacu	12	8	11	9	3	9	8	11	9	12	8	12	12	124	Malo
Río Negro	8	4	3	1	3	9	6	4	3	5	4	5	10	65	Bueno
Romero	11	8	9	2	6	11	9	10	9	9	7	5	10	106	Regular
Uquihua	10	8	5	8	6	4	4	8	9	9	6	5	12	94	Regular

La publicación HEC-20 ⁽⁸⁾ sugiere que la estabilidad lateral y vertical debe ser examinada, así como también la estabilidad global. Los indicadores en la Tabla N° 4. 5 se pueden dividir en aquellos que indican la estabilidad vertical y las que indican la estabilidad lateral. Los resultados se muestran en la Tabla N° 4. 6, la estabilidad vertical es descrita por los indicadores del 4 al 6, mientras que la estabilidad lateral

es descrita por los indicadores del 8 al 13. Cada uno de las puntuaciones de la estabilidad lateral y vertical se normalizó por el número total de puntos posibles en cada categoría a fin de que puedan ser representados como una fracción o más fáciles de comparar. Por lo tanto, la puntuación lateral se divide entre 72 y la puntuación vertical entre 36. Si la fracción lateral tiene un mayor valor que la fracción vertical, entonces se puede esperar que el cauce sea sobre todo inestable en las márgenes.

Tabla N° 4. 6. Estabilidad vertical versus estabilidad lateral.

Río	Lateral	Vertical	Fracción Lateral	Fracción Vertical
Carrera	34	12	0.47	0.33
Chido	29	13	0.40	0.36
Vilcaniza	29	14	0.40	0.39
Yambras	37	11	0.51	0.31
San Antonio	31	5	0.43	0.14
S/N	46	3	0.64	0.08
Nieva	33	12	0.46	0.33
El Afluente	38	13	0.53	0.36
Serranoyacu	29	3	0.40	0.08
Aguas Verdes	24	6	0.33	0.17
Aguas Claras	33	16	0.46	0.44
Río Seco	44	13	0.61	0.36
Naranjos	22	14	0.31	0.39
Tumbaro	22	5	0.31	0.14
Naranjillo	20	9	0.28	0.25
Sorritor	26	7	0.36	0.19
Yuracyacu	64	21	0.89	0.58
Río Negro	31	13	0.43	0.36
Romero	50	19	0.69	0.53
Uquihua	49	18	0.68	0.50

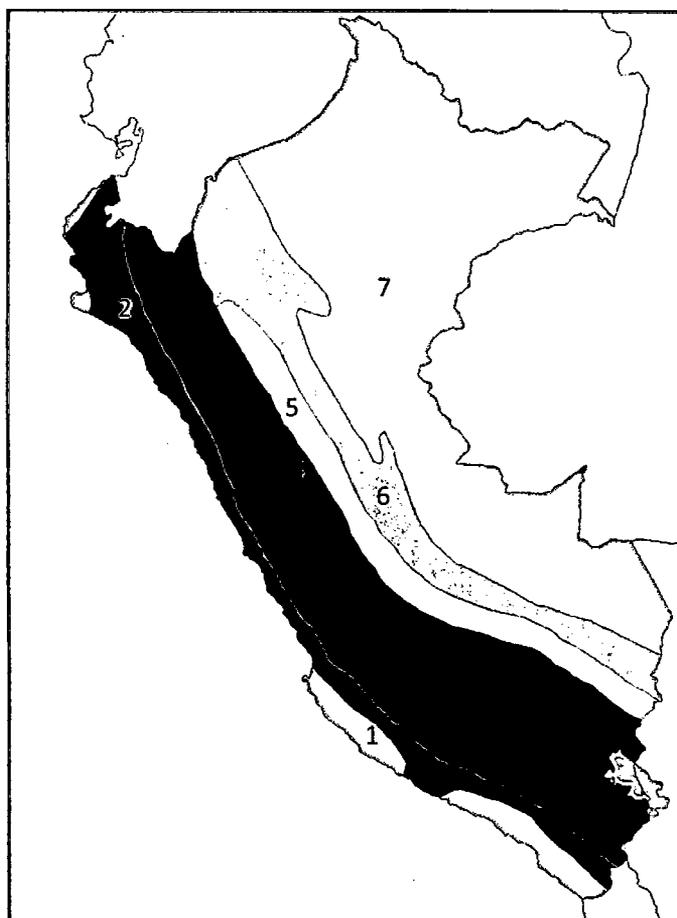
CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y MODELOS PARAMÉTRICOS HALLADOS

5.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO

El Perú se puede dividir en grandes regiones fisiográficas que se basan en las características geológicas y geomorfológicas; en la revista “*La geología en relación al sistema ecológico en el Perú*”, publicada por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, se menciona las regiones fisiográficas del Perú que están relacionados mayormente a los diferentes rasgos geológicos presentes en el territorio peruano. Estas regiones se observan en la Figura N° 5. 1.

Figura N° 5. 1. Ubicación de las Regiones Fisiográficas del Perú



FUENTE: FIGMMG – UNMSM

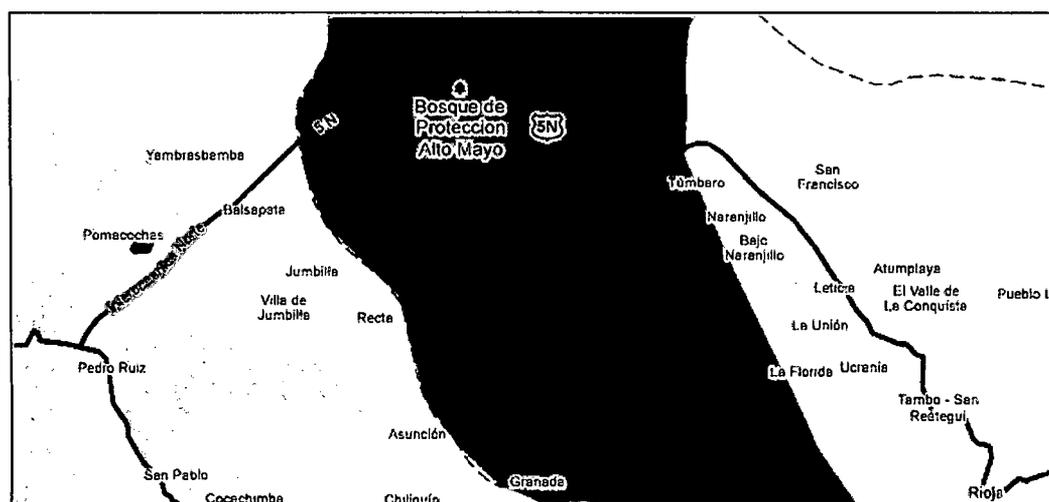
Dónde:

- Zona 1: Cordillera de la Costa
- Zona 2: Planicie Costera
- Zona 3: Cordillera Occidental
- Zona 4: Cordillera Interandina
- Zona 5: Cordillera Oriental
- Zona 6: Cordillera Subandina
- Zona 7: Llanura Amazónica

Según la Tabla N° 5. 1, el tramo en estudio se encuentra entre la Zona 6 (Cordillera Subandina) y la Zona 7 (Llanura Amazónica).

El tramo de estudio se ubica en la Carretera Rioja – Corral Quemado (Eje Multimodal del Amazonas Norte). En la Figura N° 5. 2 se muestra la ubicación del tramo inspeccionado. Esta ubicación corresponde a la Provincia de Rioja, Departamento de San Martín y a la Provincia de Bongará, Departamento de Amazonas. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC) denomina a este ruta como parte de la Carretera Longitudinal de la Selva Norte (código vial PE – 5N).

Figura N° 5. 2. Ubicación de la zona evaluada, Ruta PE – 5N



FUENTE: Google Map

Según la clasificación de flujos en cauces de Montgomery y Buffington y USACE se identifican cauces aluviales con grandes, moderadas y bajas pendientes. Estas clasificaciones han permitido identificar los tipos de cauces según las condiciones

actuales del terreno, respaldadas con las observaciones de campo. Para un mejor análisis, el tramo en estudio se subdivide en dos tramos (Tramo 1 y Tramo 2), los cuales se basan en las características más resaltantes según su ubicación geográfica y la clasificación de flujos en cauces. Estos tramos son:

5.1.1. Tramo 1

Este tramo comprende desde el puente Carrera hasta el puente Aguas Verdes, caracterizado por presentar cauces aluviales en cascada y paso – remanso. Estos cauces están asociados con fuertes pendientes, cauces con anchos pequeños en relación a la profundidad, confinamiento pronunciado por las paredes del valle y por la alta tasa de transporte de sedimentos. Predominan los ríos en torrente montañoso y modificado, según USACE, algunos de ellos con presencia de barras y con llanuras de inundación inalteradas.

Este tramo pertenece a la región fisiográfica de la Cordillera Subandina. En las faldas de los cerros de la Cordillera Subandina (800 a 100 msnm) existe mayor vegetación, muchos arbustos, y se las conoce como la zona de la selva. Las cuencas presentes en este tramo se observan en el *Anexo D, Figura N° D.4*.

Tabla N° 5. 1. Relación de puentes pertenecientes al Tramo 1

PUENTE	Km	Provincia
Carrera	318+858	Bongará
Chido	321+080	Bongará
Vilcaniza	341+891	Bongará
Yambras	344+505	Bongará
San Antonio	367+950	Bongará
S/N	369+295	Bongará
Nieva	371+300	Bongará
El Afluente	391+700	Rioja
Serranoyacu	394+950	Rioja
Aguas Verdes	395+400	Rioja

5.1.2. Tramo 2

Este tramo comprende desde el puente Aguas Claras hasta el puente Uquihua, caracterizado por presentar cauces aluviales en lecho plano, remanso – rápida y duna – rizo, estos cauces se producen en las zonas con pendientes moderadas y bajas y ocasionalmente en cauces rectos confinados por las paredes del valle. El lecho está compuesto generalmente de arena a pequeños tamaños de rocas y con llanuras de inundación ocupadas por el hombre.

Este tramo pertenece a la región fisiográfica de la Llanura Amazónica, ubicado entre los 0 a 800 m.s.n.m., los ríos están como meandros con terrazas inmensas, abunda el limo y la arcilla. Las cuencas presentes en este tramo se observan en el *Anexo D, Figura N° D.5.*

Tabla N° 5. 2. Relación de puentes pertenecientes al Tramo 2

PUENTE	Km	Provincia
Aguas Claras	398+200	Rioja
Río Seco	405+500	Rioja
Naranjos	416+850	Rioja
Túmbaro	425+800	Rioja
Naranjillo	431+500	Rioja
Sorritor	439+350	Rioja
Yuracyacu	448+950	Rioja
Río Negro	458+050	Rioja
Romero	458+800	Rioja
Uquihua	458+300	Rioja

Figura N° 5. 3. Perfil Longitudinal de la zona evaluada, Ruta PE – 5N

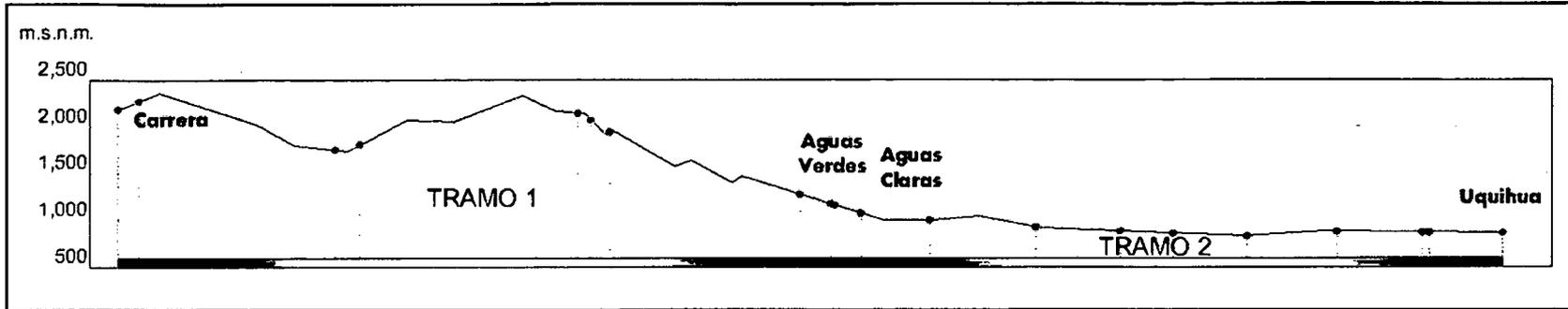


Figura N° 5. 4. Ubicación de los puentes en el Tramo 1

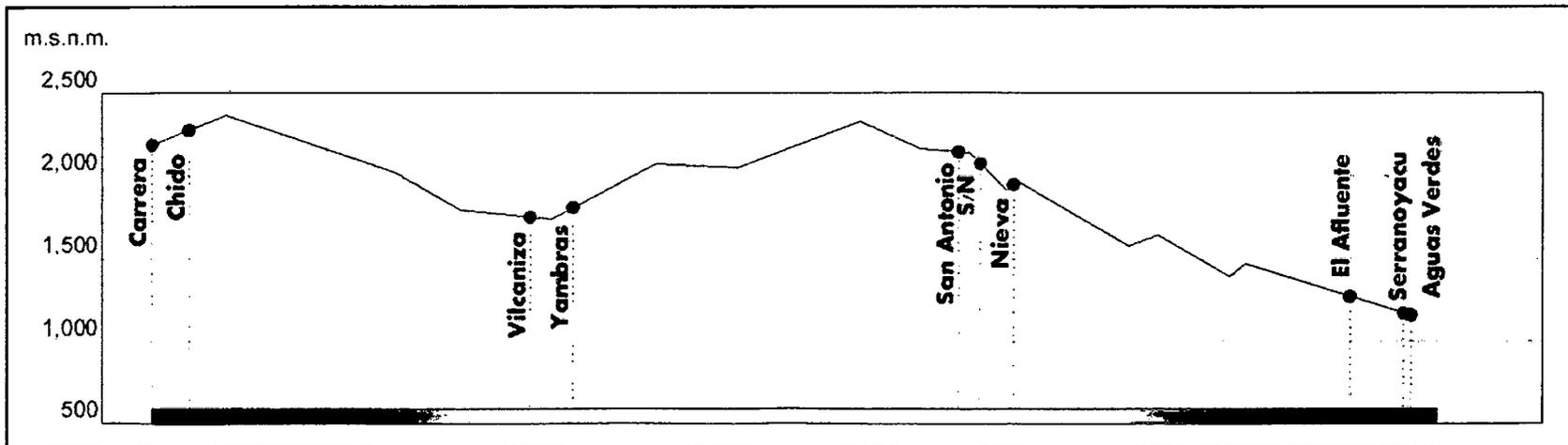
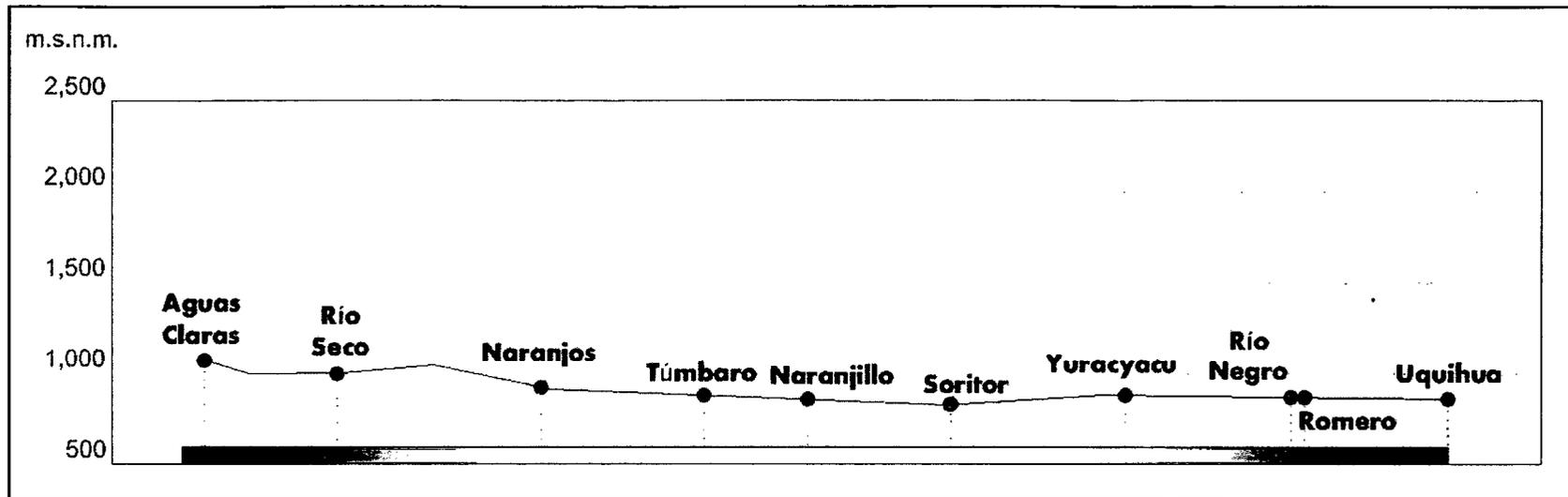


Figura N° 5. 5. Ubicación de los puentes en el Tramo 2



5.2. FACTOR DE ESTABILIDAD

Las condiciones que determinan cada tramo varían significativamente según las características principales de las cuencas (área, pendiente, caudal, etc.), la evaluación de todos estos parámetros son útiles para identificar y corroborar los factores de estabilidad y los modelos paramétricos realizados en la presente tesis, a continuación se describe cada tramo de estudio identificando las condiciones generales de cada puente.

5.2.1. Cordillera Subandina

A. Puente Carrera

El río presenta un cauce meándrico con curvas moderadas y flujo intermitente donde la llanura de inundación no es visible por la presencia de una vasta vegetación densa y diversa en ambas márgenes. Hacia aguas arriba existe una barra fija conformada de arcilla, arena, grava y guijarros; según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en cascada. Presenta una cuenca conformada principalmente por arbustos y árboles con las siguientes características:

Área : 26,4 Km²
Caudal : 51,7 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los siguientes parámetros de estabilidad:

Tabla N° 5. 3. Valores de Estabilidad para el Puente Carrera

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	68
Lateral	32
Fracción Lateral	0,47
Vertical	12
Fracción Vertical	0,33

Para cauces con flujo en cascada, el valor de la estabilidad general es "Buena", es decir que no existe una inminente inestabilidad del cauce. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,47 y 0,33 respectivamente, se concluye que ante un gran evento, la zona más propensa a desestabilizarse son las márgenes del cauce, esta

notable erosión hacia aguas arriba ha sido motivo para las futuras construcciones de obras de protección Figura N° 5. 6.

Figura N° 5. 6. Obras de Protección, Puente Carrera, hacia aguas arriba



B. Puente Chido

El río presenta un cauce meándrico con curvas moderadas aguas abajo y curvas sinuosas aguas arriba, con flujo intermitente donde la llanura de inundación no es visible por la presencia de una vegetación joven en ambas márgenes; según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en cascada y según USACE un cauce en torrente montañoso; la cuenca está conformada principalmente por arbustos y árboles con las siguientes características:

Área : 21,9 Km²
Caudal : 61,7 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 4.

Tabla N° 5. 4. Valores de Estabilidad para el Puente Chido

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	59
Lateral	29
Fracción Lateral	0,40
Vertical	13
Fracción Vertical	0,36

Para cauces con flujo en cascada, el valor de la estabilidad general es “Buena”, es decir que no existe una inminente inestabilidad del cauce. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,40 y 0,36 respectivamente, existe una mínima diferencia, por lo que la inestabilidad puede presentarse en las márgenes y en el lecho conjuntamente.

C. Puente Vilcaniza

El puente tiene una luz de 71 metros con un ancho de cauce aproximadamente de 20 metros. El río presenta un cauce meándrico con curvas suaves y flujo perenne, donde la llanura de inundación es menor a una vez el ancho del cauce principal y está conformado principalmente por arbustos y árboles, las márgenes presentan diversidad y una buena densidad de árboles. Hacia aguas arriba existen barras alternadas compuestas de arena y grava principalmente en la Figura N° 5. 7.

Figura N° 5. 7. Hacia aguas arriba del Puente Vilcaniza, presencia de barras



Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en cascada y una cuenca conformada principalmente por arbustos y árboles con las siguientes características:

Área : 778,1 Km²
Caudal : 697,1 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5.5.

Tabla N° 5. 5. Valores de Estabilidad para el Puente Vilcaniza

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	59
Lateral	29
Fracción Lateral	0,40
Vertical	14
Fracción Vertical	0,39

Para cauces con flujo en cascada, el valor de la estabilidad general es "Buena", es decir es que no existe una inminente inestabilidad general del cauce. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,40 y 0,39 respectivamente, son valores aproximados, lo que significa que la inestabilidad puede presentarse en las márgenes y en el lecho del río conjuntamente.

D. Puente Yambras

El río presenta un cauce meándrico con curvas sinuosas, con flujo perenne y una llanura de inundación menor a diez metros. En todo el cauce principal existen barras estrechas irregulares y combinadas conformadas principalmente de guijarros y bolonería; las márgenes presentan márgenes erosionadas fluvialmente y vegetación joven y diversa. Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en cascada.

Figura N° 5. 8. Margen y estribo izquierdo del Puente Yambras



La cuenca Yambras está conformada por arbustos y árboles, y presenta las siguientes características:

Área : 45,9 Km²
Caudal : 52,4 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la *Tabla N° 5. 6.*

Tabla N° 5. 6. Valores de Estabilidad para el Puente Yambras

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	66
Lateral	37
Fracción Lateral	0.51
Vertical	11
Fracción Vertical	0.31

Para cauces con flujo en cascada, el valor de la estabilidad general es “Buena”, significa que no existe una inminente inestabilidad. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,51 y 0,31 respectivamente, se concluye que ante un gran evento las zonas más inestables son las márgenes.

E. Puente San Antonio

Tiene una luz de 7 metros y podría ser considerado como pontón. El río presenta un cauce meándrico con curvas moderadas, con flujo perenne, la llanura de inundación no es visible debido a la gran presencia de vegetación joven y madura en ambas márgenes (Figura N° 5. 9). Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en cascada y según USACE un cauce en torrente montañoso.

Figura N° 5. 9. Hacia aguas arriba del Puente San Antonio



La cuenca San Antonio está conformada por arbustos y árboles, y presenta las siguientes características:

Área : 3,1 Km²
Caudal : 17,1 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 7.

Tabla N° 5. 7. Valores de Estabilidad para el Puente San Antonio

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	44
Lateral	31
Fracción Lateral	0,43
Vertical	5
Fracción Vertical	0,14

Para cauces con flujo en cascada, el valor de la estabilidad general es “Buena”, lo que quiere decir es que no existe una inminente inestabilidad. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,43 y 0,14 respectivamente, las márgenes son más inestables que el lecho del río.

F. Puente S/N

Presenta características similares al Puente San Antonio y tiene una luz de 6 metros que podría ser considerado como pontón. El río presenta un cauce meándrico con curvas sinuosas, con flujo perenne y la llanura de inundación presenta diversidad y densidad de vegetación joven en ambas márgenes. Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en cascada.

La cuenca S/N está conformada por arbustos y árboles, y presenta las siguientes características:

Área : 4,8 Km²
Caudal : 21,4 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 8.

Tabla N° 5. 8. Valores de Estabilidad para el Puente S/N

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	60
Lateral	46
Fracción Lateral	0,64
Vertical	3
Fracción Vertical	0,08

Para cauces con flujo en cascada, el valor de la estabilidad general es "Buena", significa que no existe una inminente inestabilidad. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,64 y 0,08 respectivamente, las márgenes son más inestables que el lecho del río.

G. Puente Nieva

El río presenta un cauce meándrico con curvas suaves, con flujo perenne y la llanura de inundación presenta diversidad y densidad de vegetación joven y madura en ambas márgenes. El cauce principal presenta obstrucciones de rocas que actúan como controles del lecho y se encuentra aviajado respecto al puente. Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en cascada.

La cuenca Nieva está conformada por arbustos y árboles, y presenta las siguientes características:

Área : 28,8 Km²
Caudal : 39,6 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 9.

Tabla N° 5. 9. Valores de Estabilidad para el Puente Nieva

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	56
Lateral	33
Fracción Lateral	0,46
Vertical	12
Fracción Vertical	0,33

Para cauces con flujo en cascada, el valor de la estabilidad general es "Buena", significa que no existe una inminente inestabilidad. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,46 y 0,33 respectivamente, las márgenes son más inestables que

el lecho del río, se demuestra por la presencia de rocas de gran tamaño en el lecho del río.

H. Puente El Afluente

El río presenta un cauce meándrico con curvas moderadas, con flujo perenne, la llanura de inundación y las márgenes presentan diversidad y densidad de vegetación en ambos lados. Existen barras compuestas principalmente por guijarros y en la margen izquierda, cerca al puente, existe una construcción precaria de madera, que puede servir como protección a la inestabilidad de la margen. Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en cascada.

Figura N° 5. 10. Construcción precaria en la margen izquierda



La cuenca Nieva está conformada por arbustos y árboles, y presenta las siguientes características:

Área : 6,6 Km²
Caudal : 29,5 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 10.

Tabla N° 5. 10. Valores de Estabilidad para el Puente El Afluyente

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	75
Lateral	38
Fracción Lateral	0,53
Vertical	13
Fracción Vertical	0,36

Para cauces con flujo en cascada, el valor de la estabilidad general es "Regular", significa que ante un evento hidrológico extraordinario el río presentará una mediana inestabilidad. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,53 y 0,36 respectivamente, las márgenes son más inestables, pero debido a la construcción precaria ubicada en la margen izquierda, la inestabilidad en ese lado puede presentarse en menor grado.

I. Puente Serranoyacu

El río presenta un cauce meándrico con curvas moderadas, con flujo perenne, la llanura de inundación y las márgenes presentan gran diversidad y una buena densidad de vegetación en ambos lados. Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en cascada y según USACE en torrente montañoso. La cuenca Serranoyacu está conformada por arbustos y árboles, y presenta las siguientes características:

Área : 195,4 Km²
Caudal : 272,6 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 11.

Tabla N° 5. 11. Valores de Estabilidad para el Puente Serranoyacu

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	40
Lateral	29
Fracción Lateral	0,40
Vertical	3
Fracción Vertical	0,08

Para cauces con flujo en cascada, el valor de la estabilidad general es "Excelente". Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,40 y 0,08 respectivamente, ante un gran evento las márgenes presentarán una mayor inestabilidad.

J. Puente Aguas Verdes

El río presenta un cauce meándrico con curvas suaves, con flujo perenne, la llanura de inundación y las márgenes presentan gran diversidad y una buena densidad de vegetación madura en ambas márgenes. Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en cascada y según USACE en torrente montañoso. La cuenca Aguas Verdes está conformada por arbustos y árboles, y presenta las siguientes características:

Área : 30,5 Km²
Caudal : 77,2 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 12.

Tabla N° 5. 12. Valores de Estabilidad para el Puente Aguas Verdes

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	35
Lateral	24
Fracción Lateral	0,33
Vertical	6
Fracción Vertical	0,17

Para cauces con flujo en cascada, el valor de la estabilidad general es "Excelente". Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,33 y 0,17 respectivamente, las márgenes presentarán una mayor inestabilidad ante un gran evento hidrológico.

5.2.2. Llanura Amazónica

A. Puente Aguas Claras

El río presenta un cauce meándrico con curvas suaves y flujo perenne; la llanura de inundación es amplia y existen pequeñas poblaciones en ambas márgenes. El cauce es interrumpido por una pequeña represa construida a base de troncos, aguas arriba del puente, el cual permite estancar el agua hasta cierto nivel, esta pequeña represa es utilizada por los pobladores para uso doméstico y agrícola (Tabla N° 5. 11).

Figura N° 5. 11. Vista hacia aguas arriba donde se ubica la pequeña represa.



Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en paso remanso y según USACE un flujo con cauce modificado; la cuenca está conformada principalmente por arbustos y árboles jóvenes en buen estado, con las siguientes características:

Área : 10,5 Km²
Caudal : 40,7 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 13.

Tabla N° 5. 13. Valores de Estabilidad para el Puente Aguas Claras

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	59
Lateral	33
Fracción Lateral	0,46
Vertical	16
Fracción Vertical	0,44

Para cauces con flujo en paso remanso, el valor de la estabilidad general es "Buena", o sea que no existe una inminente inestabilidad del cauce. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,46 y 0,44 respectivamente, existe una mínima diferencia, por lo que la inestabilidad puede presentarse en las márgenes y en el lecho conjuntamente.

B. Puente Río Seco

El río presenta un cauce meándrico con curvas suaves y flujo efímero; la llanura de inundación es amplia con presencia de pastos, las márgenes presentan una buena diversidad y densidad de vegetación joven en ambos lados, principalmente pastos.

Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en paso remanso y según USACE un flujo con cauce meándrico. La cuenca está conformada principalmente por arbustos y árboles, con las siguientes características:

Área : 52,3 Km²
Caudal : 156,1 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 14.

Tabla N° 5. 14. Valores de Estabilidad para el Puente Río Seco

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	69
Lateral	44
Fracción Lateral	0,61
Vertical	13
Fracción Vertical	0,36

Para cauces con flujo en paso remanso, el valor de la estabilidad general es "Buena", significa que no existe una inminente inestabilidad del cauce. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,61 y 0,36 respectivamente, el mayor valor nos indica la inestabilidad será más notoria en las márgenes que en el lecho.

C. Puente Naranjos

El río presenta un cauce anastomosado y flujo perenne; la llanura de inundación es medianamente amplia con presencia de arbustos y árboles, las márgenes presentan una buena diversidad y densidad de vegetación madura en ambos lados, principalmente cañas y arbustos. El cauce presenta barras alternadas conformadas principalmente de arena, grava y guijarro; existe una barra de ancho moderado en medio del cauce con vegetación joven.

Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial en duna – rizo y según USACE un flujo con cauce meándrico.

Figura N° 5. 12. Cuenca que corresponde al Puente Naranjos



La cuenca es suburbana y compuesta principalmente por arbustos y árboles, con las siguientes características:

Área : 372,9 Km²
Caudal : 353,3 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 15.

Tabla N° 5. 15. Valores de Estabilidad para el Puente Naranjos

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	54
Lateral	22
Fracción Lateral	0,31
Vertical	14
Fracción Vertical	0,39

Para cauces con flujo en duna – rizo, el valor de la estabilidad general es “Buena” o sea que no existe una inminente inestabilidad del cauce. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,31 y 0,39 respectivamente, los bajos valores y la aproximación de los mismos, indican que en un gran evento puede ocurrir inestabilidad en las márgenes y en el lecho conjuntamente.

D. Puente Túmbaro

El río presenta un cauce meándrico con curvas sinuosas y flujo perenne; la llanura de inundación es amplia con presencia de arbustos y árboles, las márgenes

presentan una buena diversidad y densidad de vegetación joven y madura en ambos lados, principalmente cañas y arbustos.

Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en plano, paso remanso y según USACE un flujo con cauce modificado; la cuenca está conformada principalmente por arbustos y árboles, con las siguientes características:

Área : 37,3 Km²
Caudal : 168,0 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la *Tabla N° 5. 16*.

Tabla N° 5. 16. Valores de Estabilidad para el Puente Túmbaro

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	38
Lateral	22
Fracción Lateral	0,31
Vertical	5
Fracción Vertical	0,14

Para flujos en cauces planos y paso remanso, el valor de la estabilidad general es "Excelente", significa que el cauce no presenta signos de inestabilidad. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,31 y 0,14 respectivamente, se podría decir que frente a un evento hidrológico extraordinario, es más propensa la inestabilidad de las márgenes.

E. Puente Naranjillo

El río presenta un cauce meándrico con curvas moderadas y flujo perenne; la llanura de inundación es amplia con presencia de pastos, arbustos y árboles medianamente urbanizados, las márgenes presentan una buena diversidad y densidad de vegetación joven y madura en ambos lados. Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en plano, paso remanso y según USACE un flujo con cauce modificado; la cuenca está conformada principalmente por arbustos y árboles, con las siguientes características:

Área : 291,7 Km²
Caudal : 335,1 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la *Tabla N° 5. 17.*

Tabla N° 5. 17. Valores de Estabilidad para el Puente Naranjillo

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	51
Lateral	20
Fracción Lateral	0,28
Vertical	9
Fracción Vertical	0,25

Para flujos en cauces planos y paso remanso, el valor de la estabilidad general es "Buena", significa que el cauce no presenta signos de inestabilidad. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,28 y 0,25 respectivamente, frente a un evento hidrológico extraordinario, la inestabilidad de las márgenes y del lecho podría presentarse conjuntamente.

F. Puente Soritor

El río presenta un cauce meándrico con curvas suaves y flujo perenne; la llanura de inundación es muy extensa con presencia de vegetación y de uso agrícola, las márgenes presentan una buena diversidad de vegetación joven en ambos lados.

Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en plano, paso remanso y según USACE un flujo con cauce modificado; la cuenca está conformada principalmente por pastos, con las siguientes características:

Área : 76,9 Km²

Caudal : 241,2 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la *Tabla N° 5. 18.*

Tabla N° 5. 18. Valores de Estabilidad para el Puente Soritor

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	47
Lateral	26
Fracción Lateral	0,36
Vertical	7
Fracción Vertical	0,19

Para flujos en cauces planos y paso remanso, el valor de la estabilidad general es “Excelente”, lo que quiere decir es que el cauce no presenta inestabilidad. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,36 y 0,19 respectivamente, se podría decir que frente a un evento hidrológico extraordinario, la inestabilidad de las márgenes es más propensa que la del lecho.

G. Puente Yuracyacu

El río presenta un cauce meándrico con curvas suaves y flujo perenne; la llanura de inundación es ancha con presencia de árboles y urbanizada, las márgenes presentan una buena diversidad de vegetación joven y madura en ambos lados. En la curva del meandro ubicada en la margen derecha, aguas arriba del puente (*Figura N° 5. 13*), se observó la notable erosión de la margen que ha sido controlado con la construcción de obras de defensas ribereñas. El cauce también presenta barras irregulares y combinadas compuestas de grava y guijarros y erosión en el pilar central del puente.

Figura N° 5. 13. Hacia aguas arriba del Puente Yuracyacu



Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en plano, paso remanso; la cuenca está conformada principalmente por arbustos y árboles, con las siguientes características:

Área : 138,2 Km²
Caudal : 215,4 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 19.

Tabla N° 5. 19. Valores de Estabilidad para el Puente Yuracyacu

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	124
Lateral	64
Fracción Lateral	0,89
Vertical	21
Fracción Vertical	0,58

Para flujos en cauces planos y paso remanso, el valor de la estabilidad general es "Mala", lo que quiere decir que la respuesta del cauce principal frente a grandes eventos hidrológicos será inestable y puede presentar grandes daños al puente. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,89 y 0,58 respectivamente, los márgenes serán altamente inestables, esto debido a la invasión de la llanura de inundación por lo que sería recomendable mejores obras de protección.

H. Puente Río Negro

El río presenta un cauce meándrico con curvas suaves y flujo perenne; la llanura de inundación es ancha con presencia de árboles y de uso agrícola, los márgenes presentan una buena diversidad de vegetación joven. Hacia aguas arriba presenta una barra fija estrecha con moderada vegetación (Figura N° 5. 14).

Figura N° 5. 14. Hacia aguas arriba del Puente Río Negro



Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en plano, paso remanso y según la clasificación USACE presenta un cauce modificado; la cuenca está conformada principalmente por cultivos y es usado para la agricultura y el pastoreo de ganado, presenta las siguientes características:

Área : 151,6 Km²
Caudal : 219,6 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 20.

Tabla N° 5. 20. Valores de Estabilidad para el Puente Río Negro

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	65
Lateral	31
Fracción Lateral	0,43
Vertical	13
Fracción Vertical	0,36

Para flujos en cauces planos y paso remanso, el valor de la estabilidad general es "Bueno", o sea no presenta un cauce inestable. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,43 y 0,36 respectivamente, las márgenes presentan inestabilidad moderada, debido al uso de la llanura de inundación.

I. Puente Romero

El río presenta un cauce meándrico con curvas moderadas y flujo perenne; la llanura de inundación es muy extensa con presencia de árboles y rural, las márgenes presentan una buena diversidad de vegetación joven y madura. Presenta una barra ancha en medio del cauce con presencia de vegetación y en la margen izquierda existe erosión fluvial que está opuesto a un obstáculo.

Figura N° 5. 15. Hacia aguas abajo del Puente Romero



Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en plano, paso remanso; la cuenca está conformada principalmente arbustos y pastos, con las siguientes características:

Área : 90,7 Km²
Caudal : 145,0 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 21.

Tabla N° 5. 21. Valores de Estabilidad para el Puente Romero

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	106
Lateral	50
Fracción Lateral	0,69
Vertical	19
Fracción Vertical	0,53

Para flujos en cauces planos y paso remanso, el valor de la estabilidad general es "Regular", lo que significa que la estabilidad general es inminente, los valores 0,69 y 0,53 respectivamente, demuestran que tanto las márgenes como el lecho presentan un mediano grado de inestabilidad.

J. Puente Uquihua

El río presenta un cauce meándrico con curvas moderadas y flujo perenne; la llanura de inundación es extensa con presencia de huertos y de uso agrícola, las márgenes presentan una buena diversidad de vegetación joven en ambos lados.

Según las clasificaciones de Montgomery y Buffington, presenta un cauce aluvial con flujo en plano, paso remanso y según USACE un flujo con cauce meándrico; la cuenca está conformada principalmente por arbustos, con las siguientes características:

Área : 134,4 Km²
Caudal : 289,5 m³/s

En base a los resultados planteados por la presente tesis, se obtuvieron los valores como parámetros de estabilidad, que se muestran en la Tabla N° 5. 22.

Tabla N° 5. 22. Valores de Estabilidad para el Puente Uquihua

TIPO DE ESTABILIDAD	VALOR
General	94
Lateral	49
Fracción Lateral	0,68
Vertical	18
Fracción Vertical	0,50

Para flujos en cauces planos y paso remanso, el valor de la estabilidad general es "Regular", lo que quiere decir es posible que exista una inminente inestabilidad del cauce. Entre los valores de la fracción lateral y vertical, 0,68 y 0,50 respectivamente, el lecho y las márgenes presentan una inestabilidad media.

5.3. MODELO PARAMÉTRICO

Las regiones fisiográficas proporcionan divisiones naturales donde se han investigado los procesos de flujo y los problemas de erosión en términos generales.

En los estudios realizados por Thornbury se define a una unidad fisiográfica como un área de terreno con características de relieve similares o uniformes, incluyendo la altitud, la topografía y el tipo de accidentes geográficos que son claramente diferentes de cada unidad fisiográfica.

En el país existen varias publicaciones donde describen las formas del terreno y la estructura geológica subyacente de cada una de las regiones fisiográficas mencionadas anteriormente. El resultado de los accidentes geográficos son la combinación de la estructura geológica subyacente y los procesos de erosión en la superficie, por lo tanto, las características que presentan los ríos se pueden resumir en cada una de las regiones fisiográficas. Dentro de cada una de estas regiones, sin embargo, hay una gama de tipos de flujo debido a la variabilidad en la pendiente del valle, el suministro de sedimentos y la cantidad de descarga de agua. Además, los cauces diseñados por la ingeniería y la eliminación de la vegetación ribereña también tienen un impacto significativo en la forma que el cauce va a tomar.

Las actividades recientes en la restauración de cauces han motivado a una serie de estudios en los Estados Unidos, los cuales intentan definir las características morfológicas de los cauces fluviales dentro de una región fisiográfica específica. La mayoría de estos estudios se centran en el desarrollo de las llamadas ecuaciones

regionales que proporcionan el ancho del cauce y la profundidad en función del área de drenaje y/o del caudal de descarga para un cauce lleno.

La presente tesis presenta ecuaciones para dos tipos de regiones fisiográficas; al comparar las dos ecuaciones regionales se tiene que considerar que los datos de las ecuaciones son recogidos mediante las hojas de reconocimiento, lo que significa que sólo se consideran al cruce cauce – puente que probablemente sea estable, es decir que sólo se considerará a los puentes con un resultado de estabilidad Bueno y Excelente. En la Tabla N° 5. 23, se presenta el resumen total de las características de las cuencas, puentes y el resultado de estabilidad.

Tabla N° 5. 23. Resumen General de estabilidad

N°	Puente	Q (m³/s)	A Cuenca (Km²)	L (m)	B (m)	Resultado	Tramo
1	Carrera	51.70	26.40	21.00	5.00	Bueno	TRAMO 1
2	Chido	61.67	21.94	20.00	7.00	Bueno	
3	Vilcaniza	697.12	778.09	71.00	20.00	Bueno	
4	Yambras	52.40	45.90	22.00	13.00	Bueno	
5	San Antonio	17.10	3.10	7.00	6.00	Bueno	
6	S/N	21.40	4.80	6.00	5.00	Bueno	
7	Nieva	39.60	28.80	21.00	15.00	Bueno	
8	El Afluyente	29.50	6.60	21.00	7.00	Regular	
9	Serranoyacu	272.58	195.41	81.00	20.00	Excelente	
10	Aguas Verdes	77.19	30.53	80.10	10.00	Excelente	
11	Aguas Claras	40.70	10.50	51.20	18.00	Bueno	TRAMO 2
12	Río Seco	156.10	52.30	30.60	10.00	Bueno	
13	Naranjos	353.30	372.90	76.50	55.00	Bueno	
14	Tumbaro	168.00	37.30	28.00	15.00	Excelente	
15	Naranjillo	335.10	291.70	100.00	35.00	Bueno	
16	Sorritor	241.20	76.90	28.00	20.00	Excelente	
17	Yuracyacu	215.35	138.15	80.00	25.00	Malo	
18	Río Negro	219.60	151.60	35.08	16.00	Bueno	
19	Romero	145.00	90.70	21.00	11.00	Regular	
20	Uquihua	289.50	134.40	28.00	10.00	Regular	

Como resultado de la evaluación de la estabilidad de cauces de cada puente, se presentan ecuaciones locales, aplicables para el tramo en estudio, correspondientes a cada tipo de región fisiográfica específicamente en la zona Norte del país.

Estas ecuaciones se ajustan a un modelo potencial y se plantea una relación entre el caudal de diseño (Q), para un periodo de retorno de cien años, con la luz del puente (L). El caudal es el valor calculado mediante estudios hidrológicos considerados en el diseño del puente, obtenidos de estudios previos.

La representación general de la ecuación viene dada por:

$$Q = a \times L^b \quad [\text{Ecuación N}^\circ 11]$$

Dónde:

Q = Caudal en m³/s

L = Luz del puente en m)

a y b = factores que dependen de la región fisiográfica, adimensional.

La línea de tendencia que se ajuste mejor a la relación, presenta un coeficiente de correlación "r" y mediante el análisis de regresión, con un grado de aproximación al 95% (tomando los valores de la Tabla C.3 del Anexo C) se realiza la prueba de significación de los valores. Para medir la asociación correlativa, mediante la prueba de significación, se aplica la prueba "t", lo cual viene representado mediante los siguientes parámetros:

- Cálculo del t calculado (t_c):

$$\text{Se utiliza la ecuación: } t_c = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad [\text{Ecuación N}^\circ 12]$$

Dónde:

r = Coeficiente de correlación

n = Número de datos

- Cálculo del t tabular (t_t):

Con un nivel de significación "α" o una probabilidad (1 - α), un grado de libertad (ν = n - 2) con 95% de probabilidad, de la Tabla C.3, del Anexo C, se obtiene el valor de "t_t".

- Criterios de decisión:

$|t_c| \leq t_t$: no existe correlación significativa entre las variables

$|t_c| > t_t$: existe correlación entre las variables

5.3.1. Ecuación para Cordillera Subandina

En base a los criterios señalados anteriormente, se procede a elaborar la gráfica de tendencia de los datos presentes en la Tabla N° 5. 24 que muestra la relación de los puentes considerados para calcular la ecuación de dicha región fisiográfica.

Tabla N° 5. 24. Puentes con estabilidad aceptable, Tramo 1

N°	Puente	Q (m ³ /s)	L (m)
1	Carrera	51.70	21.00
2	Chido	61.67	20.00
4	Yambras	52.40	22.00
5	San Antonio	17.10	7.00
6	S/N	21.40	6.00
7	Nieva	39.60	21.00
9	Aguas Verdes	77.19	80.10

Con estos valores se realiza la gráfica con tendencia potencial que se muestra en la Figura N° 5. 16, la curva presenta la siguiente ecuación:

$$Q = 7.384 \times L^{0.589} \quad [\text{Ecuación N° 13}]$$

Siendo el coeficiente de correlación "r²" igual a:

$$r^2 = 0.822$$

Realizando el análisis de regresión, se tiene:

$r = 0.9066$ (coeficiente de correlación)

$n = 7$ (número de pares de valores)

Reemplazando se tiene: $t_c = 3.562$

$$t_t = 2.015$$

Como:

$|t_c| > t_t$: Existe correlación entre valores del caudal (Q) y la luz del puente (L).

5.3.2. Ecuación para Llanura Amazónica

Del mismo modo para esta región se tiene los datos de la Tabla N° 5. 25, que muestra la relación de los puentes considerados para calcular la ecuación de dicha región fisiográfica.

Tabla N° 5. 25. Puentes con estabilidad aceptable, Tramo 2

N°	Puente	Q (m³/s)	L (m)
1	Río Seco	156.10	30.60
2	Naranjos	353.30	76.50
3	Tumbaro	168.00	28.00
4	Naranjillo	335.10	100.00
5	Sorritor	241.20	28.00
6	Río Negro	219.60	35.08

Con estos valores se realiza la gráfica con tendencia potencial que se muestra en la Figura N° 5. 17., la curva presenta la siguiente ecuación:

$$Q = 32.728 \times L^{0.523} \quad [\text{Ecuación N° 14}]$$

Siendo el coeficiente de correlación "r" igual a:

$$r^2 = 0.743$$

Realizando el análisis de regresión, se tiene:

$$r = 0.8620 \text{ (coeficiente de correlación)}$$

$$n = 6 \text{ (número de pares de valores)}$$

$$\text{Reemplazando se tiene: } t_c = 2.576$$

$$t_t = 2.132$$

Como:

$|t_c| > t_t$: Existe correlación entre valores del caudal (Q) y la luz del puente (L).

Figura N° 5. 16. Línea de Tendencia Q vs L, Cordillera Subandina

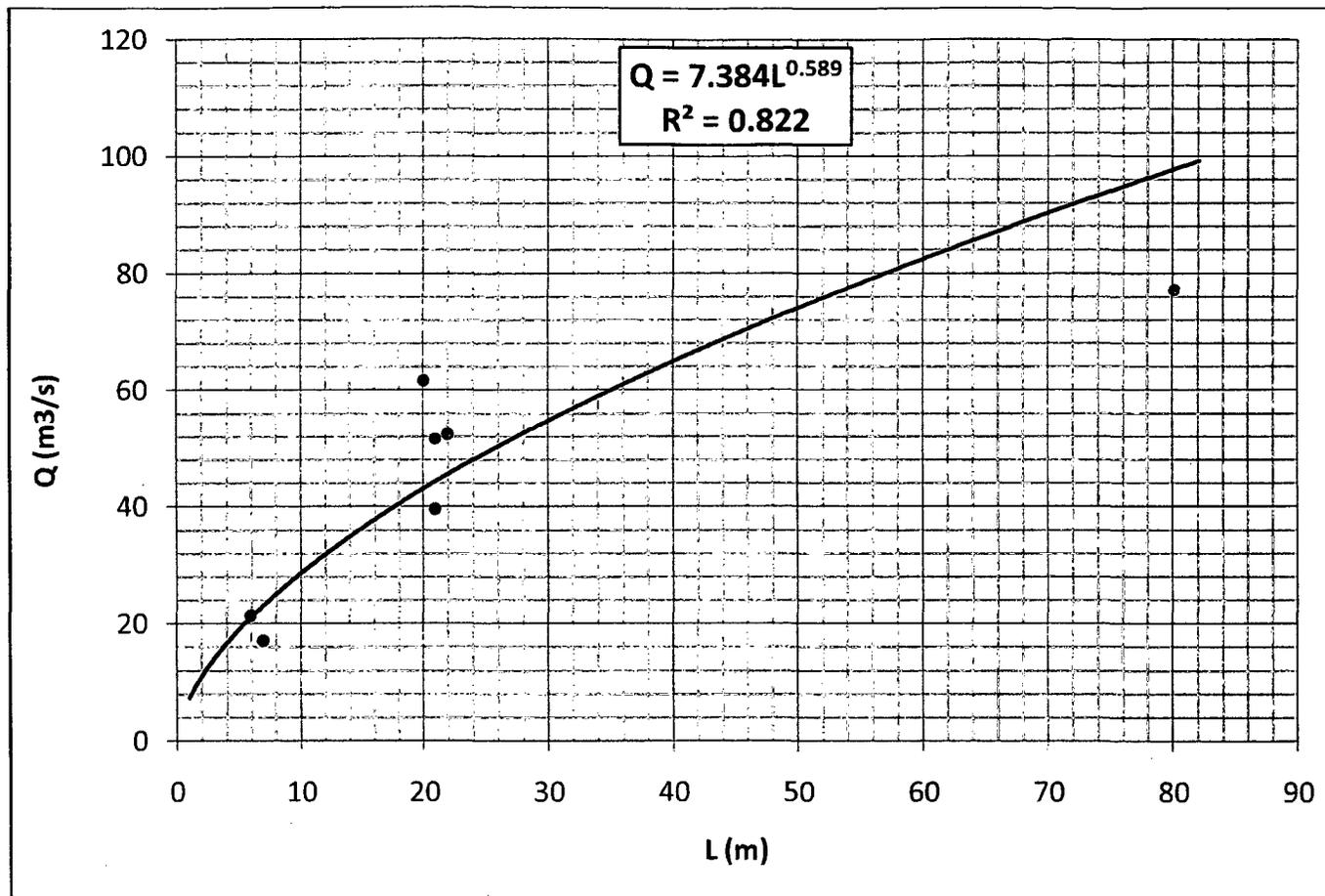
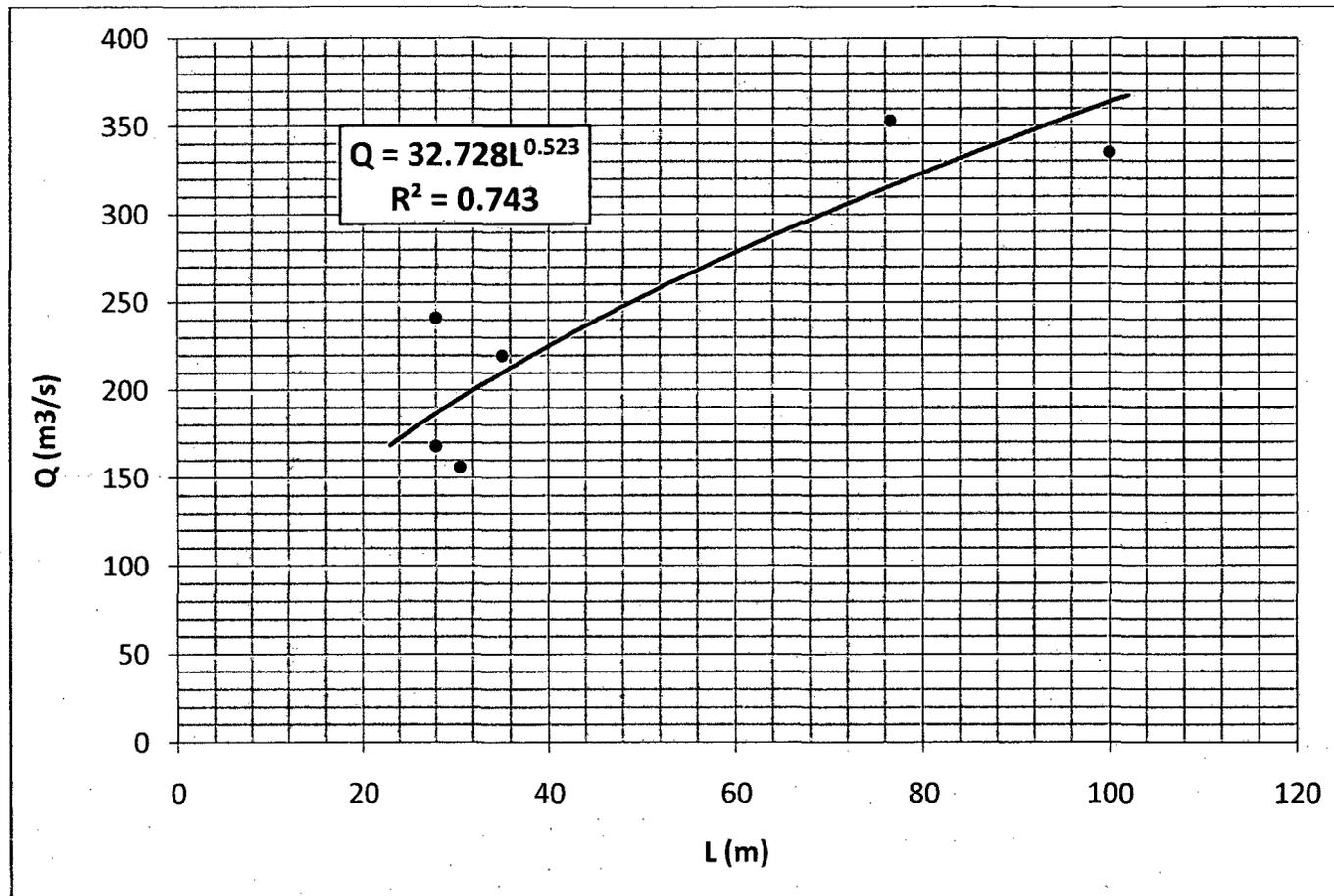


Figura N° 5. 17. Línea de Tendencia Q vs L, Llanura Amazónica



5.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A pesar de no considerar a los puentes cuyo resultado de estabilidad es de regular a mala, existen también puentes cuyos datos de caudal y luz no se correlacionan, motivo por lo cual estos puentes no han sido considerados para realizar las ecuaciones características de cada región.

De un total de 20 puentes inspeccionados, resultaron inestables cuatro puentes en total (El Afluente en el Tramo 1 y Yuracyacu, Romero y Uquihua en el Tramo 2) y cuatro puentes presentaron valores sin correlación, dos en el Tramo 1 (Vilcaniza y Serranoyacu) y uno en el Tramo 2 (Sorritor), estos puentes se pueden observar en la Tabla N° 5. 26.

Tabla N° 5. 26. Puentes no considerados en la ecuación regional.

N°	Puente	Q (m ³ /s)	A Cuenca (Km ²)	L (m)	Resultado	Tramo
1	Vilcaniza	697.12	778.09	71.0	Bueno	TRAMO 1
2	El Afluente	29.50	6.60	21.0	Regular	
3	Serranoyacu	272.58	195.41	81.0	Excelente	
4	Aguas Claras	40.70	10.50	51.2	Bueno	TRAMO 2
5	Yuracyacu	215.35	138.15	80.0	Malo	
6	Romero	145.00	90.70	21.0	Regular	
7	Uquihua	289.50	134.40	28.0	Regular	

Los puentes Vilcaniza y Serranoyacu, ubicados en el Tramo 1, presentan caudales y áreas de cuenca muy elevados en comparación al resto; el puente Aguas Claras, ubicado en el Tramo 2, su caudal y área de cuenca son menores en comparación a los demás; cuando se realizó la gráfica de tendencia incluyendo a los puentes mencionados, resultó que no existía correlación entre todos los valores asumidos, pero al ser descartados, la tendencia presentó una correlación aceptable. Siendo estos puentes descartados a pesar de presentar una buena estabilidad.

Según los resultados obtenidos, para el cálculo de las ecuaciones representativas de cada región fisiográfica se tiene que considerar lo siguiente:

- El resultado de estabilidad debe ser bueno y excelente.
- El caudal y el área de cuenca deben presentar una variación adecuada.
- La ecuación representativa será usada para estimar una luz adecuada del puente según el caudal que discurre por el río.

En resumen, en la Tabla N° 5. 27 se presenta las condiciones adecuadas para el uso de las ecuaciones regionales:

Tabla N° 5. 27. Condiciones para el uso de las ecuaciones.

Tramo	Región Fisiográfica	Estabilidad	Q (m ³ /s)	Q = a × L ^b	
				a	b
1	Cordillera Subandina	Excelente	15 - 200 m ³ /s	7.384	0.589
		Buena			
2	Llanura Amazónica	Excelente	150 - 360 m ³ /s	32.728	0.523
		Buena			

CONCLUSIONES

1. Para determinar el estado actual de un puente se considera los factores internos y externos que afectan a la estabilidad, la visibilidad de dichos factores permite determinar el grado de estabilidad mediante el análisis de las condiciones actuales del cauce a unos cuantos metros aguas arriba y aguas abajo del puente. Los resultados de las observaciones demuestran la veracidad de los valores de estabilidad general, lateral y vertical.
2. Cada una de las regiones fisiográficas presentan características típicas basadas en la geología y geomorfología peruana, por lo cual, las clasificaciones propuestas por Montgomery – Buffington y el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE) son aplicables para nuestro territorio cuando se evalúa en una zona específica de la región fisiográfica valorada, es decir, la ecuación obtenida solo puede utilizada en el tramo analizado, el cual limita el uso regional de la fórmula.
3. Los dos tramos encontrados muestran condiciones geológicas y geomórficas distinguibles y variables entre sí. A todas estas condiciones se adecúa las características de cada cuenca y se ratifican con la clasificación de flujos en cauces, resultando notorias diferencias entre ambos tramos; por un lado se encontró la Cordillera Subandina que presenta cauces con menor porcentaje de arena, flujos en cauces en cascada y paso – remanso, y debido a las condiciones topográficas están presentes los ríos meándricos y los torrentes montañosos; por otro lado la Llanura Amazónica que se caracteriza por presentar cauces con moderadas y bajas pendientes, lechos compuestos de arena y la mayoría de ellos cauces modificados debido al grado de urbanización de las inmediaciones del puente.
4. La relación existente entre el resultado de la evaluación de estabilidad y el estado actual de un cruce cauce – puente son más notorios en los siguientes puentes:
El Puente Serranoyacu presenta un cauce en torrente montañoso donde las márgenes y la llanura de inundación están totalmente pobladas de vegetación limitadas por una cadena de montañas, todas estas características demuestran que la cuenca se encuentra sin alteraciones internas y externas. Corroborando

la condición actual del cauce, obteniendo como resultando una estabilidad general “excelente” y valores de fracción lateral y vertical bajos.

La llanura de inundación del Puente Yuracyacu se encuentra altamente urbanizada y con escasa vegetación, en el lecho se observó gran cantidad de rocas y en una curva del meandro hacia aguas arriba se han realizado obras de protección precarias debido al gran problema que presenta hacia las poblaciones cercanas en eventos hidrológicos de cualquier magnitud, este problema no ha sido resuelto técnicamente, siendo hasta ahora un riesgo para los pobladores. Corroborando las condiciones actuales del cauce, el resultado de la estabilidad general es “Mala” y los valores de las fracciones laterales y verticales son muy altos, 0,89 y 0,58 respectivamente, demostrando así la inminente inestabilidad de las márgenes.

Todos los resultados coinciden con la condición actual de cada cruce cauce – puente, demostrando así la utilidad del método planteado.

5. Basados en el principio de las fórmulas de Blench, se ha elaborado la ecuación representativa para dos regiones fisiográficas contiguas, esta relación entre el caudal (Q) y la luz del puente (L) sólo serán aplicables en cauces que resulten estables con el método planteado en la presente tesis y será generalizado sólo en zonas que presenten características similares a las zonas evaluadas para la formulación. Estas ecuaciones resultantes en cada región fisiográfica permiten determinar de manera rápida y práctica el ancho adecuado para un cauce estable a través del caudal.
6. El método planteado en la tesis ayuda a tomar decisiones con respecto al diseño, reparación, rehabilitación o reemplazo del puente.
7. Todos los métodos de estabilidad conocidos son métodos restrictivos, en cambio el método planteado en la presente tesis no se limita a una característica específica, sino más bien es el resultado del estado actual en que se encuentran las inmediaciones de un puente como respuesta del cauce frente a los factores internos y externos que amenazan el equilibrio natural de la cuenca.

RECOMENDACIONES

1. Para obtener ecuaciones regionales se recomienda realizar investigaciones en diferentes tramos de una sola región fisiográfica, con la finalidad de determinar la ecuación característica de dicha región. Esto será posible con la ayuda de estudios a lo largo del país, para establecer ecuaciones que ayuden a predecir una inestabilidad inminente en una determinada zona.
2. El uso de las Hojas de Reconocimiento no son suficientes al momento de la inspección porque no permite estimar directamente los valores para cada indicador, esto se determinó al momento de realizar la valoración de cada indicador en gabinete, ya que no fueron suficientes los resultados de las hojas de reconocimiento y se tuvo que realizar un análisis más detallado basándose en fotografías, mapas, cartas nacionales e imágenes satelitales obtenidas del Google Earth; es por eso que se recomienda el uso de las tablas donde se muestra las descripciones de cada indicador conjuntamente con la tabla de resumen.
3. Se recomienda realizar una evaluación para cada región fisiográfica del Perú, utilizando la metodología planteada en la presente tesis, con la finalidad de obtener una ecuación distintiva para cada región y conocer el grado de estabilidad en los diferentes puentes del país, para poder tomar las medidas correctivas necesarias frente a eventos hidrológicos que sean una amenaza para la estabilidad del puente y sus inmediaciones.
4. Para recopilar la información necesaria en las inmediaciones de los puentes, que además presentan una variedad de problemas de erosión, tamaños de los materiales del lecho y las márgenes en las diferentes regiones fisiográficas, también se deben considerar los siguientes criterios para una adecuada inspección:
 - Incluir cauces que hayan sido modificados (enderezado o ampliado) y diseñados por cualquier criterio (ingeniería o artesanal).
 - Los ríos y los puentes tienen que ser accesibles de forma segura.
 - Tener información mediante imágenes satelitales previa visita a los puentes, esto ayudará a tener un adecuado reconocimiento al momento de la inspección.

Se recomienda una capacitación antes de realizar una inspección, el cual permita conocer la descripción de cada uno de los indicadores y los parámetros considerados para cada puntuación, que ayudarán a valorar de manera segura a cada indicador en el momento de la inspección.

BIBLIOGRAFÍA

1. Blench T, "Regimen behavior of channels and rivers", Butterworths Scientific Publications, London, 1957, pp 53-113.
2. Brookes, A. (1987). "River channel adjustments downstream from channelization works in England and Wales." *Earth Surface Processes and Landforms*, 12, 337–351.
3. Chorley, R.J. and Kennedy, B.A. (1971). *Physical Geography: A Systems Approach*. Prentice-Hall, London, UK.
4. Engelund, F, "Hydraulic resistance of alluvial streams", Journal of the Hydraulics Division, ASCE, vol 93, No HY4, paper 4739, mar 1966, pp 315-327.
5. Johnson P.A. "Assessing Stream Channel Stability at Bridges in Physiographic Regions". FHWA-HRT-05-072, Pennsylvania State University, Federal Highway Administration, Estados Unidos. (2006).
6. Johnson, P.A. and Heil, T.M. (1996). "Uncertainty in estimating bankfull conditions." *Water Resources Bulletin*, 32(6), 1283–1292.
7. Lagasse, P.F., Schall, J.D., Johnson, F., Richardson, E.V., Richardson, J.R., and Chang, F. "Stream Stability at Highway Structures", Segunda Edición. U.S. Department of Transportation, Report No. FHWA-IP-90-014, HEC-20-ED-2, FHWA, Washington, DC. (2001).
8. Maza Álvarez, J.A., García Flores, M. *Estabilidad de cauces. Capítulo 12 del Manual de Ingeniería de Ríos*. Instituto de Ingeniería, UNAM, México 1996.
9. Montgomery, D. R. and Buffington J.M. "Channel-reach morphology in mountain drainage basins." Department of Geological Sciences, University of Washington. Estados Unidos (1997).
10. Richards, K. (1987). *River Channels: Environment and Process*. Institute of British Geographers, Special Publications Series, 17, Oxford, UK.

11. Richardson, E.V. and Davis, S.R. "Evaluating Scour at Bridges", Cuarta Edición. U.S. Department of Transportation, HEC-18, FHWA-IP-90-017. (2001).
12. Rocha A. "Introducción a la Hidráulica Fluvial", Primera Edición. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. Perú (1998).
13. Thornbury, W. D. (1954). *Principles of Geomorphology*. Wiley. New York.
14. Thorne, C.R. "Stream Reconnaissance Handbook: Geomorphological Investigation and Analysis of River Channels". John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England. (1998).
15. Thorne, C.R., Allen, R.G., and Simon, A. "Geomorphological river channel reconnaissance for river analysis, engineering, and management." Transactions of the Institute of British Geographer. Estados Unidos (1996).
16. U.S. Army Corps of Engineers. "Engineering and Design: Channel Stability Assessment for Flood Control Projects". Engineer Manual No. 1110-2-1418, CECW-EHD, Department of the Army, U.S. Army Corps of Engineers, Estados Unidos. (1994).

ANEXOS

ÍNDICE

ANEXO A.....	101
Galería Fotográfica.....	101
ANEXO B.....	119
Hojas de Reconocimiento.....	119
ANEXO C	150
Tablas Generales	150
ANEXO D	155
Figuras.....	155

ANEXO A

Galería Fotográfica



Figura N° A. 1. Hacia aguas arriba del Puente Carrera



Figura N° A. 2. Hacia aguas abajo del Puente Carrera

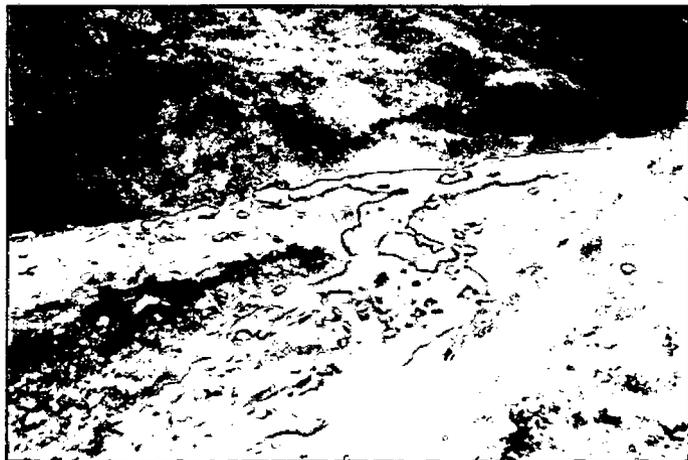


Figura N° A. 3. Erosión de margen izquierda, aguas arriba del Puente Carrera



Figura N° A. 4. Gaviones, aguas arriba del Puente Carrera

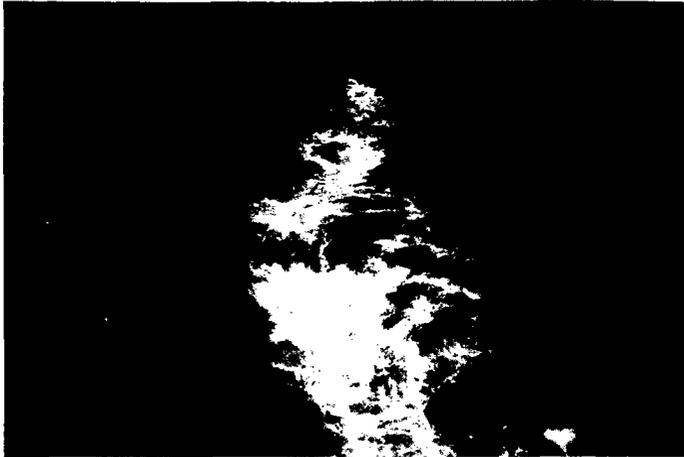


Figura N° A. 5. Hacia Aguas Arriba del Puente Chido

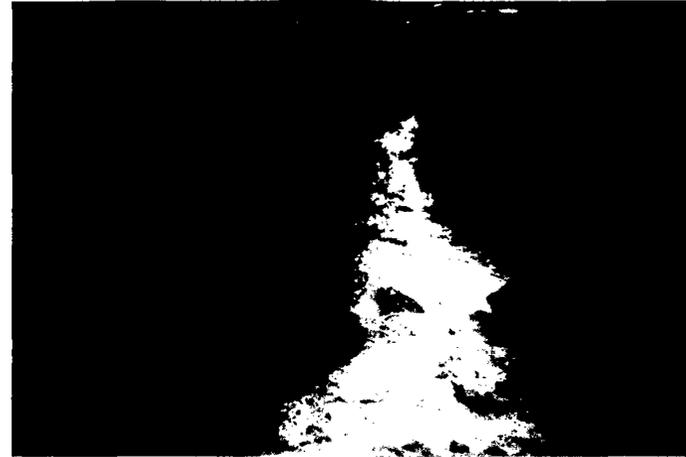


Figura N° A. 6. Hacia Aguas Abajo del Puente Chido



Figura N° A. 7. Vista del Puente Chido desde aguas arriba



Figura N° A. 8. Estribo izquierdo del Puente Chido



Figura N° A. 9. Hacia Aguas Arriba del Puente Vilcaniza



Figura N° A. 10. Hacia Aguas Abajo del Puente Vilcaniza



Figura N° A. 11. Estribo derecho del Puente Vilcaniza



Figura N° A. 12. Estribo izquierdo del Puente Vilcaniza



Figura N° A. 13. Hacia Aguas Arriba del Puente Yambras

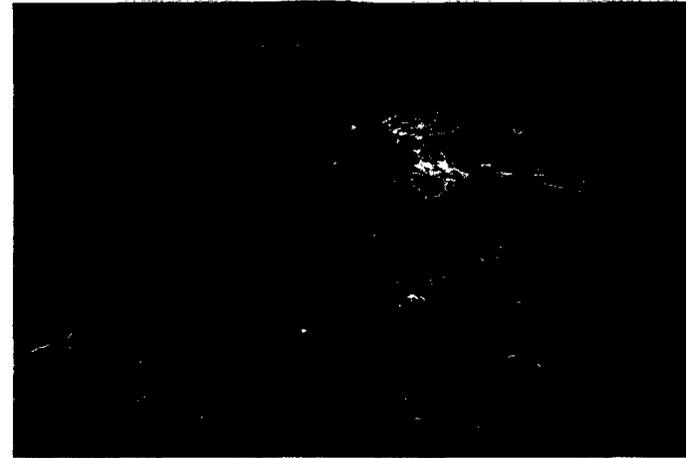


Figura N° A. 14. Hacia Aguas Abajo del Puente Yambras



Figura N° A. 15. Estribo izquierdo del Puente Yambras



Figura N° A. 16. Lecho bajo el Puente Yambras



Figura N° A. 17. Hacia Aguas Arriba del Puente San Antonio



Figura N° A. 18. Hacia Aguas Abajo del Puente San Antonio

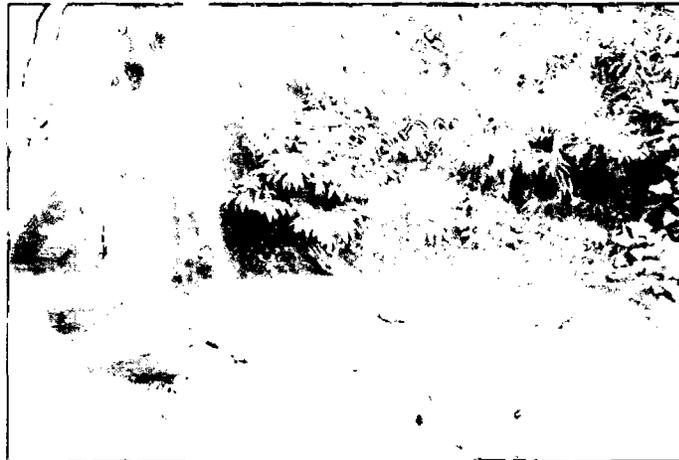


Figura N° A. 19. Estribo izquierdo del Puente San Antonio

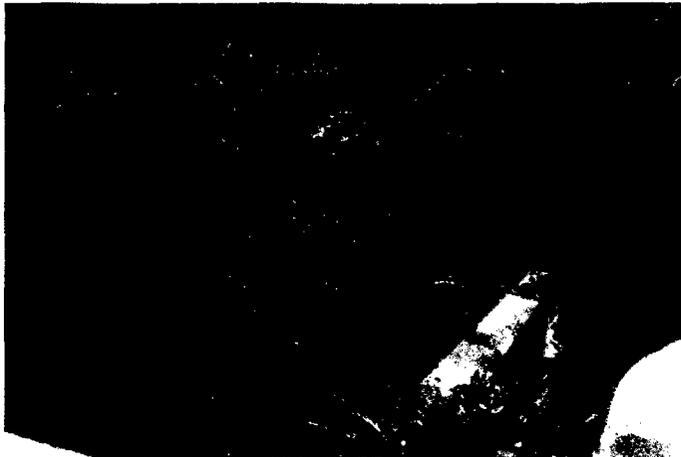


Figura N° A. 20. Hacia Aguas Arriba del Puente S/N

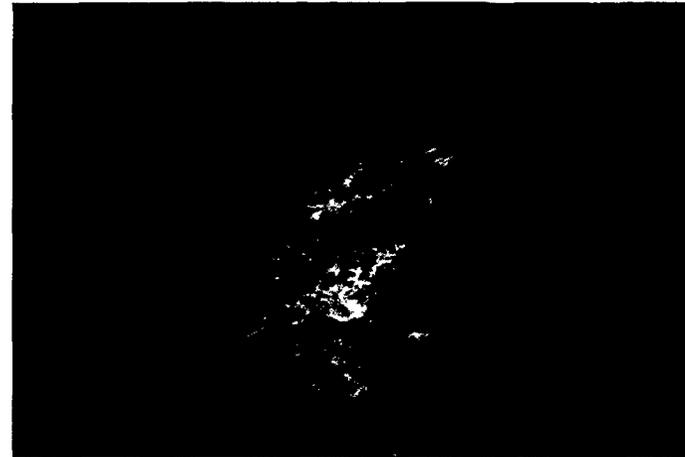


Figura N° A. 21. Hacia Aguas Abajo del Puente S/N



Figura N° A. 22. Margen derecha del Puente S/N



Figura N° A. 23. Hacia Aguas Arriba del Puente Nieva



Figura N° A. 24. Hacia Aguas Abajo del Puente Nieva



Figura N° A. 25. Vista del Puente Nieva desde aguas abajo



Figura N° A. 26. Hacia Aguas Arriba del Puente El Afluyente

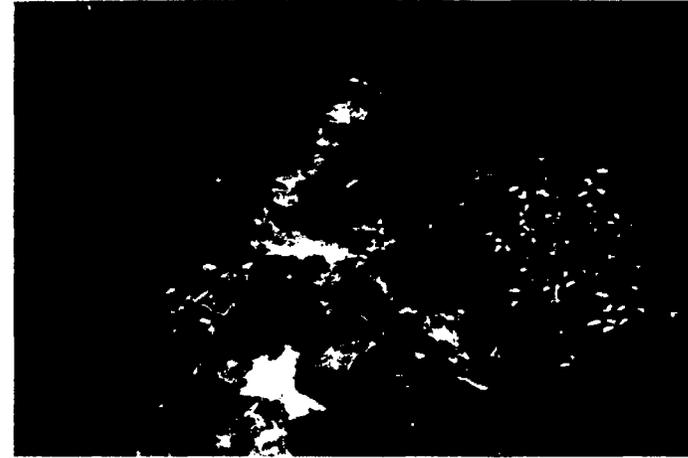


Figura N° A. 27. Hacia Aguas Abajo del Puente El Afluyente



Figura N° A. 28. Estribo izquierdo del Puente El Afluyente



Figura N° A. 29. Margen derecha del Puente El Afluyente

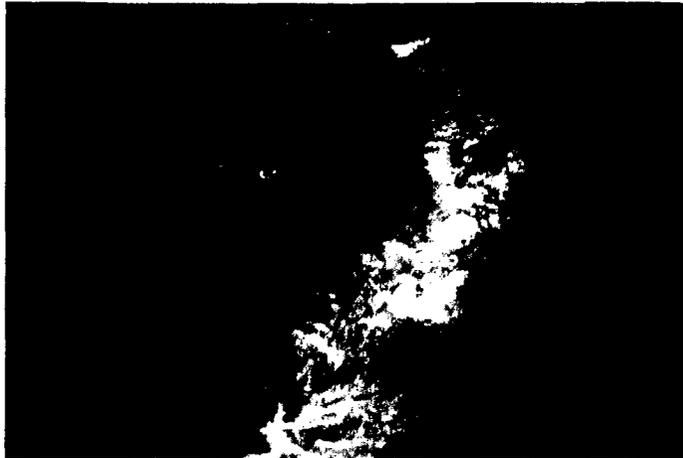


Figura N° A. 30. Hacia Aguas Arriba del Puente Serranoyacu

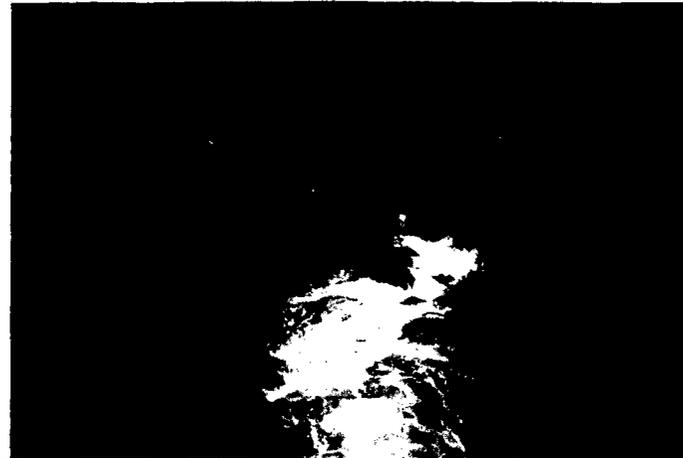


Figura N° A. 31. Hacia Aguas Abajo del Puente Serranoyacu



Figura N° A. 32. Cauce principal del Puente Serranoyacu



Figura N° A. 33. Hacia Aguas Arriba del Puente Aguas Verdes

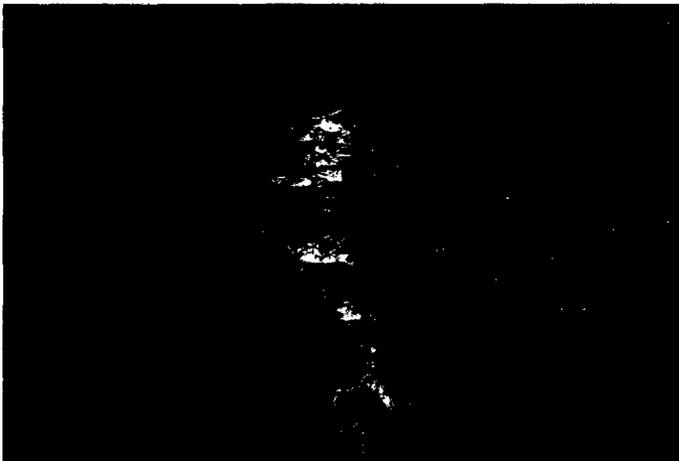


Figura N° A. 35. Hacia Aguas Abajo del Puente Aguas Verdes



Figura N° A. 34. Franjas de contención ribereña del Puente Aguas Verdes

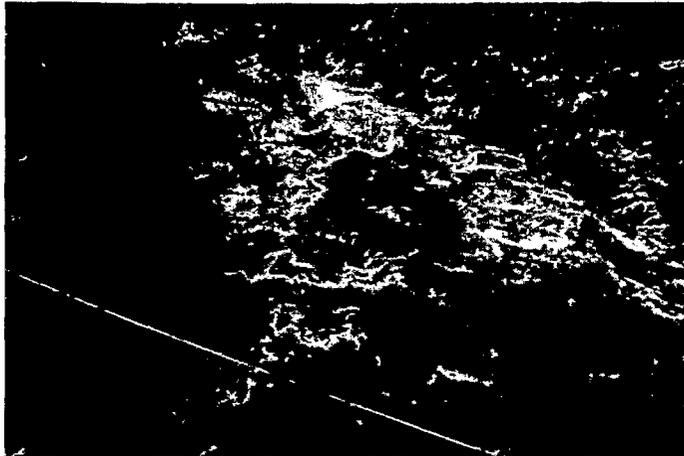


Figura N° A. 36. Hacia Aguas Arriba del Puente Aguas Claras

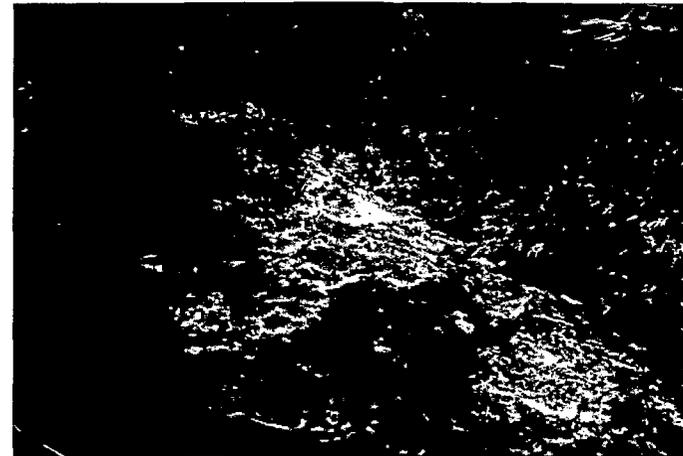


Figura N° A. 37. Hacia Aguas Abajo del Puente Aguas Claras



Figura N° A. 38. Puente Aguas Claras desde aguas arriba



Figura N° A. 39. Puente Aguas Claras desde aguas abajo

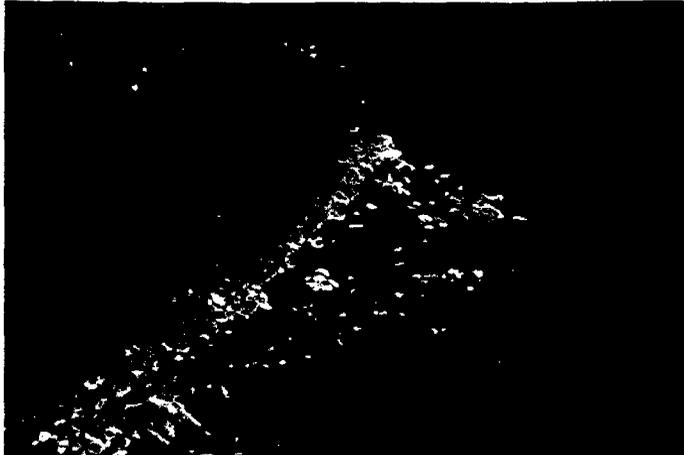


Figura N° A. 40. Hacia Aguas Arriba del Puente Río Seco



Figura N° A. 42. Hacia Aguas Abajo del Puente Río Seco

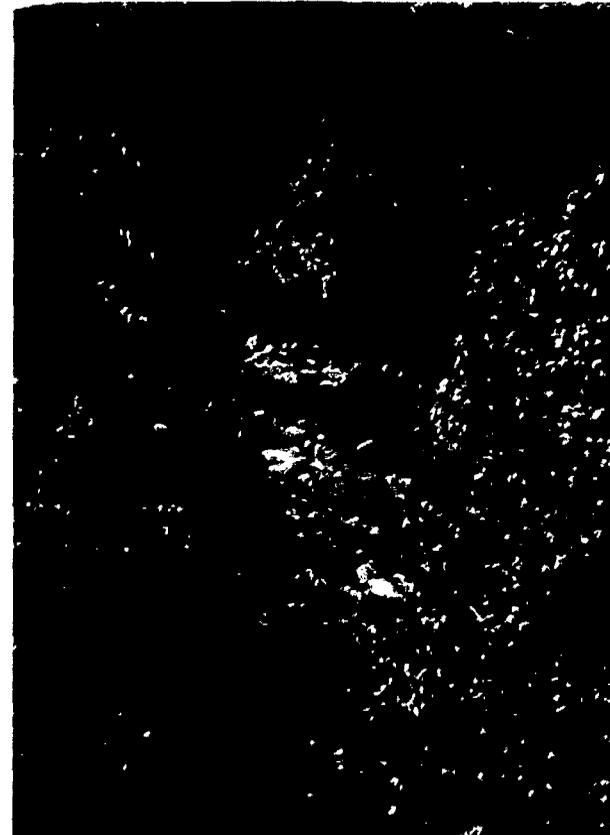


Figura N° A. 41. Valle del Puente Río Seco hacia aguas abajo



Figura N° A. 43. Hacia Aguas Arriba del Puente Naranjos

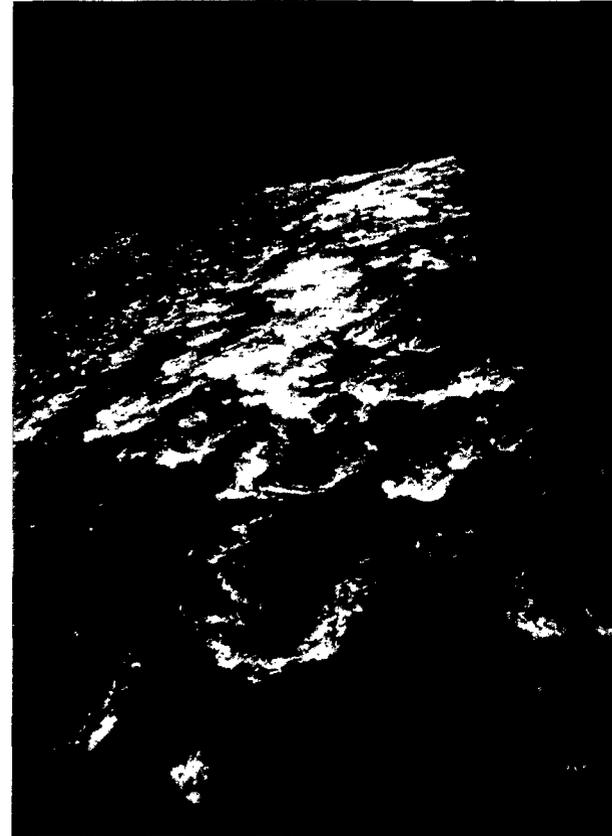


Figura N° A. 44. Hacia Aguas Abajo del Puente Naranjos



Figura N° A. 45. Hacia Aguas Arriba del Puente Yuracyacu



Figura N° A. 46. Hacia Aguas Abajo del Puente Yuracyacu



Figura N° A. 47. Pilar central del Puente Yuracyacu, desde la margen derecha



Figura N° A. 48. Hacia Aguas Arriba del Puente Río Negro

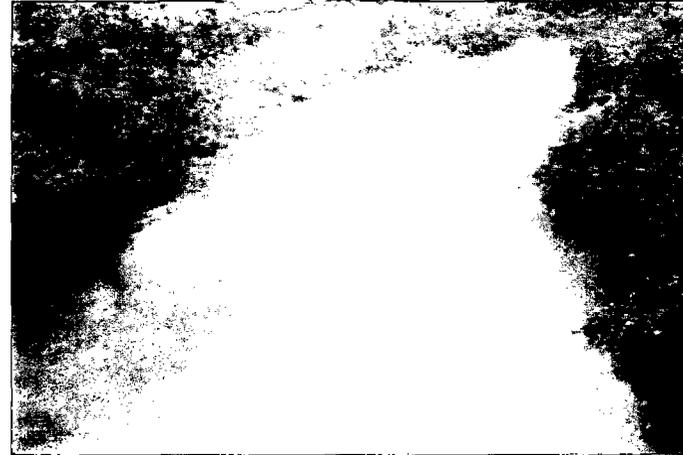


Figura N° A. 49. Hacia Aguas Abajo del Puente Río Negro



Figura N° A. 50. Puente Río Negro, desde aguas abajo



Figura N° A. 51. Hacia Aguas Arriba del Puente Romero



Figura N° A. 52. Hacia Aguas Abajo del Puente Romero



Figura N° A. 53. Puente Romero desde aguas abajo



Figura N° A. 54. Pilares centrales del Puente Romero



Figura N° A. 55. Hacia Aguas Arriba del Puente Uquihua

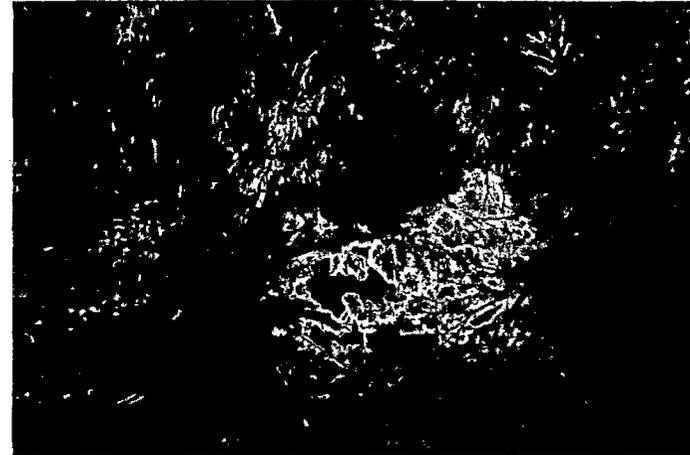


Figura N° A. 56. Hacia Aguas Abajo del Puente Uquihua



Figura N° A. 57. Pilares centrales del Puente Uquihua

ANEXO B

Hojas de Reconocimiento

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES Revisado para Inspección de Puentes Basado en Thorne (1998)				
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO				
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA		FECHA		
Interoceánica Norte, Ruta PE-SN		22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE				
Puente 01				
NOMBRE DEL RÍO				
Río Carreta (21 m)				
COORDENADAS GPS				
Latitud:	5.8676°	Longitud:	77.9567°	
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE				
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL		
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla	
<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río	
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río	
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos			
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos			
<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles			
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado				
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN				
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña	
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Natural	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	
<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	
<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos		
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Arbustos		
	<input type="checkbox"/> Minero	<input type="checkbox"/> Árboles		
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL				
Terrazas	Diques	Ubicación del Dique		
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce		
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado <1 ancho del río		
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado >1 ancho del río		
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE				
Planta	Características del Meandro			
<input type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvas suaves			
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas moderadas			
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas			
<input type="checkbox"/> Anastomosis				
<input type="checkbox"/> Diseñado				
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE				
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)				
Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Escombros
<input checked="" type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input checked="" type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input checked="" type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input checked="" type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	
Hábito del flujo	Ancho del cauce =			
<input type="checkbox"/> Perenne	5 m			
<input checked="" type="checkbox"/> Intermitente	Clasificación según M-B ⁽²⁾	Clasificación según USACE ⁽³⁾		
<input type="checkbox"/> Elímero	<input checked="" type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso	<input type="checkbox"/> Modificado		
	<input type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo	<input type="checkbox"/> Regulado		
	<input type="checkbox"/> Trenzado	<input checked="" type="checkbox"/> Arroyo		
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)				
Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input type="checkbox"/> Arena	<input checked="" type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Moderado
<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input checked="" type="checkbox"/> Gujarras	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Gujarras	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			
		Porcentaje de arena en el lecho =		0 %

⁽¹⁾ Nickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río

⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington

⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)			HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES Revisado para inspección de Puentes Basado en Thorne (1998)			
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha	SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO			
Material de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla	NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA Interoceánica Norte, Ruta PE-5N	FECHA 22 - Agosto - 2009		SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO
	<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Limo				
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	NÚMERO DE PUENTE Puente 02	NOMBRE DEL RÍO Río Chido (20 m)		SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE
	<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input checked="" type="checkbox"/> Grava	COORDENADAS GPS			
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	Latitud: 5.8361*	Longitud: 77.9988*		
	<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Roca	PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL	
	<input type="checkbox"/> Sin Capas	<input type="checkbox"/> Sin Capas	Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	
Altura de la Margen	5 m	7 m	<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada	<input type="checkbox"/> Empinada	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río
	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos		
	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles		
	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado	PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN		
	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña
Sobre árboles:	Sobre árboles:	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Natural	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	
¿Árboles caídos? Si No	¿Árboles caídos? Si No	<input type="checkbox"/> <1 anchos del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 anchos del río	
Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso	Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	
Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre	<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río	
Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos	<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos		
Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Arbustos		
Ubicación de la erosión	Ubicación de la erosión		<input type="checkbox"/> Minero	<input type="checkbox"/> Árboles		
<input checked="" type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro		<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro					
<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo	<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo					
<input type="checkbox"/> General	<input type="checkbox"/> General					
Tipo de erosión	Tipo de erosión					
<input checked="" type="checkbox"/> Fluvial	<input type="checkbox"/> Fluvial					
<input type="checkbox"/> Geotécnica	<input type="checkbox"/> Geotécnica					

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL				
Terrazas <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Margen Izquierda <input checked="" type="checkbox"/> Margen Derecha	Diques <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Construido	Ubicación del Dique <input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce <input type="checkbox"/> Retirado <1 ancho del río <input type="checkbox"/> Retirado >1 ancho del río		
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE				
Planta <input type="checkbox"/> Recto <input checked="" type="checkbox"/> Meándrico <input type="checkbox"/> Trenzado <input type="checkbox"/> Anastomosis <input type="checkbox"/> Dikeado	Características del Meandro <input type="checkbox"/> Curvas suaves <input checked="" type="checkbox"/> Curvas moderadas <input type="checkbox"/> Curvas sinuosas			
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE				
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)				
Controles del lecho <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Ocasionales <input type="checkbox"/> Frecuentes <input type="checkbox"/> Confinado	Tipos de control <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Lecho rocoso <input type="checkbox"/> Cantos rodados <input type="checkbox"/> Acorazado de gravas <input type="checkbox"/> Protección del puente <input type="checkbox"/> Control de la pendiente <input checked="" type="checkbox"/> Escombros <input type="checkbox"/> Presas	Controles del ancho <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Ocasionales <input type="checkbox"/> Frecuentes <input checked="" type="checkbox"/> Confinado	Tipos de control <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Lecho rocoso <input type="checkbox"/> Cantos rodados <input type="checkbox"/> Acorazado de gravas <input type="checkbox"/> Protección del puente <input checked="" type="checkbox"/> Estribos del puente <input type="checkbox"/> Estabilización de la margen <input type="checkbox"/> Escombros	Otros <input type="checkbox"/> Escombros <input type="checkbox"/> Minería <input type="checkbox"/> Reservorios <input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
Hábito del flujo <input type="checkbox"/> Perenne <input type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/> Efímero	Ancho del cauce = <u>7 m</u> Clasificación según M-B ⁽²⁾ <input checked="" type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso <input type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo <input type="checkbox"/> Trenzado	Clasificación según USACE ⁽³⁾ <input type="checkbox"/> Modificado <input type="checkbox"/> Regulado <input checked="" type="checkbox"/> Arroyo		
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)				
Material del lecho <input checked="" type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca	Tipos de barra <input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Barras alternadas <input type="checkbox"/> Barras fijas <input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce <input type="checkbox"/> Barras Diagonales <input type="checkbox"/> Irregular/combinación <input type="checkbox"/> Trenzado	Material de barra <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros	Vegetación en Barra <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input type="checkbox"/> Arbustos <input type="checkbox"/> Árboles	Ancho de barra <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Estrecho <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Ancho
		Porcentaje de arena en el lecho = <u>0</u> %		
⁽¹⁾ Nickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río ⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Briffington ⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos				

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input checked="" type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	7 m	7 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input checked="" type="checkbox"/> Poco denso <input type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input checked="" type="checkbox"/> Poco denso <input type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input checked="" type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES Revisado para inspección de Puentes Basado en Thorne (1998)				
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO				
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA		FECHA		
Interoceánica Norte, Ruta PE-5N		22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE				
Puente 05				
NOMBRE DEL RÍO				
Río San Antonio (7 m)				
COORDENADAS GPS				
Latitud:	5.6985°	Longitud:	77.8°	
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE				
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL		
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla	
<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río	
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río	
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos			
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos			
<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles			
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado				
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN		Zonas de contención ribereña		
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación		
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	
<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	
<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos		
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Arbustos		
	<input type="checkbox"/> Minero	<input type="checkbox"/> Árboles		
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL				
Terrazas	Diques	Ubicación del Dique		
<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce		
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado <1 ancho del río		
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado >1 ancho del río		
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE				
Planta	Características del Meandro			
<input type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvas suaves			
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas moderadas			
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas			
<input type="checkbox"/> Anastomosis				
<input type="checkbox"/> Diseñado				
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE				
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)				
Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input checked="" type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input checked="" type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	
Hábito del flujo	Ancho del cauce =	6 m		
<input type="checkbox"/> Perenne	Clasificación según M-B ⁽²⁾	Clasificación según USACE ⁽³⁾		
<input type="checkbox"/> Intermitente	<input checked="" type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso	<input type="checkbox"/> Modificado		
<input type="checkbox"/> Efímero	<input type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo	<input type="checkbox"/> Regulado		
	<input type="checkbox"/> Trenzado	<input checked="" type="checkbox"/> Arroyo		
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)				
Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Gujarras	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input type="checkbox"/> Gujarras	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			
		Porcentaje de arena en el lecho =	5 %	
<p>⁽¹⁾ Knickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e Irregular en el perfil longitudinal de un río</p> <p>⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington</p> <p>⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos</p>				

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES				
Revisado para inspección de Puentes				
Basado en Thorne (1998)				
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO				
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA		FECHA		
Interoceánica Norte, Ruta PE-5N		22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE				
Puente 03				
NOMBRE DEL RÍO				
Río Vilcaniza (71 m)				
COORDENADAS GPS				
Latitud:	5.7815°	Longitud:	77.8943°	
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE				
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL		
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla	
<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna	
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input checked="" type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río	
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input checked="" type="checkbox"/> A lo largo del río	
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos			
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos			
<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles			
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado				
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN				
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña	
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	
<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos		
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
	<input type="checkbox"/> Minero	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles		
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL				
Terrazas	Diques	Ubicación del Dique		
<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce		
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado <1 ancho del río		
<input checked="" type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado >1 ancho del río		
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE				
Planta	Características del Meandro			
<input type="checkbox"/> Recto	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas suaves			
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input type="checkbox"/> Curvas moderadas			
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas			
<input type="checkbox"/> Anastomosis				
<input type="checkbox"/> Diseñado				
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE				
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)				
Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	
Hábito del Flujo	Ancho del cauce = 20 m			
<input checked="" type="checkbox"/> Perenne	Clasificación según M-B⁽²⁾	Clasificación según USACE⁽³⁾		
<input type="checkbox"/> Intermitente	<input checked="" type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso	<input type="checkbox"/> Modificado		
<input type="checkbox"/> Efímero	<input type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo	<input type="checkbox"/> Regulado		
	<input type="checkbox"/> Trenzado	<input checked="" type="checkbox"/> Arroyo		
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)				
Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Barras alternadas	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input checked="" type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			
		Porcentaje de arena en el lecho =		30 %
<p>⁽¹⁾ Nickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río</p> <p>⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington</p> <p>⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos</p>				

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MARGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input checked="" type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	10 m	12 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES			
Revisado para inspección de Puentes			
Basado en Thorne (1998)			
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO			
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA	FECHA		
Interoceánica Norte, Ruta PE-5N	22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE			
Puente 04			
NOMBRE DEL RÍO			
Río Yambras (22 m)			
COORDENADAS GPS			
Latitud: 5.7594*	Longitud: 77.9026*		
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE			
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL	
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla
<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input checked="" type="checkbox"/> Frecuentes	<input checked="" type="checkbox"/> A lo largo del río
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos		
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles		
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN			
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno
<input checked="" type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río
<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input checked="" type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos	
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos	
	<input type="checkbox"/> Minero	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado		

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL		
Terrazas <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Margen izquierda <input type="checkbox"/> Margen Derecha	Diques <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Construido	Ubicación del Dique <input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce <input type="checkbox"/> Retirado <1 ancho del río <input type="checkbox"/> Retirado >1 ancho del río
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE		
Planta <input type="checkbox"/> Recto <input checked="" type="checkbox"/> Meándrico <input type="checkbox"/> Trenzado <input type="checkbox"/> Anastomosis <input type="checkbox"/> Diseñado	Características del Meandro <input type="checkbox"/> Curvas suaves <input type="checkbox"/> Curvas moderadas <input checked="" type="checkbox"/> Curvas sinuosas	
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE		
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)		
Controles del lecho <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Ocasionales <input type="checkbox"/> Frecuentes <input type="checkbox"/> Confinado	Tipos de control <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Lecho rocoso <input type="checkbox"/> Cantos rodados <input type="checkbox"/> Acerazado de gravas <input type="checkbox"/> Protección del puente <input type="checkbox"/> Control de la pendiente <input type="checkbox"/> Escombros <input type="checkbox"/> Presas	Controles del ancho <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Ocasionales <input type="checkbox"/> Frecuentes <input checked="" type="checkbox"/> Confinado
Tipos de control <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Lecho rocoso <input type="checkbox"/> Cantos rodados <input type="checkbox"/> Acerazado de gravas <input type="checkbox"/> Protección del puente <input checked="" type="checkbox"/> Estribos del puente <input type="checkbox"/> Estabilización de la margen <input type="checkbox"/> Escombros		
Otros <input checked="" type="checkbox"/> Escombros <input type="checkbox"/> Minería <input type="checkbox"/> Reservorios <input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾		
Hábito del flujo <input checked="" type="checkbox"/> Perenne <input type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/> Efímero		
Ancho del cauce = <u>13 m</u> Clasificación según M-B ⁽²⁾ <input type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso <input type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo <input type="checkbox"/> Trenzado		
Clasificación según USACE ⁽³⁾ <input type="checkbox"/> Modificado <input type="checkbox"/> Regulado <input checked="" type="checkbox"/> Arroyo		
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)		
Material del lecho <input type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca	Tipos de barra <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Barras alternadas <input type="checkbox"/> Barras fijas <input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce <input type="checkbox"/> Barras Diagonales <input checked="" type="checkbox"/> Irregular/combinación <input type="checkbox"/> Trenzado	Material de barra <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros
Vegetación en Barra <input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input type="checkbox"/> Arbustos <input type="checkbox"/> Árboles		
Ancho de barra <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Estrecho <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Ancho		
Porcentaje de arena en el lecho = <u>10</u> %		
⁽¹⁾ Nickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río ⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington ⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos		

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Arcilla
	<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Limo
	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input checked="" type="checkbox"/> Arena
	<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input checked="" type="checkbox"/> Grava
	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
	<input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input checked="" type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input type="checkbox"/> Sin Capas	<input type="checkbox"/> Sin Capas
	<input type="checkbox"/> Cohesivo	<input type="checkbox"/> Cohesivo
	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Arena
	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Grava
	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	3 m	1.5 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada	<input type="checkbox"/> Empinada
	<input checked="" type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada
	<input type="checkbox"/> Casi Plana	<input checked="" type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Grass
	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos
	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles
	Sobre árboles:	Sobre árboles:
	¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
	Densidad: <input checked="" type="checkbox"/> Poco denso <input type="checkbox"/> Denso	Densidad: <input checked="" type="checkbox"/> Poco denso <input type="checkbox"/> Denso
	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre
	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos
	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión	
	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro
	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro
	<input checked="" type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo	<input checked="" type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo
	<input type="checkbox"/> General	<input type="checkbox"/> General
	Tipo de erosión	
	<input checked="" type="checkbox"/> Fluvial	<input checked="" type="checkbox"/> Fluvial
<input type="checkbox"/> Geotécnica	<input type="checkbox"/> Geotécnica	

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Arcilla
	<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Limo
	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input checked="" type="checkbox"/> Arena
	<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input checked="" type="checkbox"/> Grava
	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Guijarros
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Material de los estratos	<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Roca
	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas
	<input type="checkbox"/> Cohesivo	<input type="checkbox"/> Cohesivo
	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Arena
	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Grava
	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Guijarros
Altura de la Margen	4 m	2 m
	<input type="checkbox"/> Empinada	<input checked="" type="checkbox"/> Empinada
Pendiente de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada
	<input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Casi Plana
	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
Vegetación de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Grass
	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos
	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles
	Sobre árboles:	Sobre árboles:
	¿Árboles caídos? <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	¿Árboles caídos? <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
	Densidad: <input checked="" type="checkbox"/> Poco denso <input type="checkbox"/> Denso	Densidad: <input checked="" type="checkbox"/> Poco denso <input type="checkbox"/> Denso
	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre
	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos
	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
	Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión
<input type="checkbox"/> *Parte exterior de la curva del meandro		<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro
<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro		<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro
<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo		<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo
<input checked="" type="checkbox"/> General		<input checked="" type="checkbox"/> General
Tipo de erosión		Tipo de erosión
<input checked="" type="checkbox"/> Fluvial		<input checked="" type="checkbox"/> Fluvial
<input type="checkbox"/> Geotécnica		<input type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES			
Revisado para inspección de Puentes			
Basado en Thorne (1998)			
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO			
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA	FECHA		
Interoceánica Norte, Ruta PE-5N	22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE			
Puente 06			
NOMBRE DEL RÍO			
Río S/N			
COORDENADAS GPS			
Latitud: 5.6945°	Longitud: 77.794°		
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE			
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL	
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla
<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos		
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles		
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN			
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno
<input checked="" type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río
<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos	
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos	
	<input type="checkbox"/> Minero	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado		

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL

Terrazas	Diques	Ubicación del Dique
<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado < 1 ancho del río
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado > 1 ancho del río

PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE

Planta	Características del Meandro
<input type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvas suaves
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input type="checkbox"/> Curvas moderadas
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas sinuosas
<input type="checkbox"/> Anastomosis	
<input type="checkbox"/> Diseñado	

SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE

PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)

Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input checked="" type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input checked="" type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	

Hábito del flujo

<input checked="" type="checkbox"/> Perenne	Ancho del cauce = <u>5 m</u>
<input type="checkbox"/> Intermitente	Clasificación según M-B⁽²⁾
<input type="checkbox"/> Efímero	<input checked="" type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso
	<input type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo
	<input type="checkbox"/> Trenzado

Clasificación según USACE⁽³⁾

<input type="checkbox"/> Modificado
<input type="checkbox"/> Regulado
<input checked="" type="checkbox"/> Arroyo

PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)

Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			

Porcentaje de arena en el lecho = 5 %

⁽¹⁾ Knickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río
⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington
⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)

Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	2 m	1.5 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input checked="" type="checkbox"/> Empinada <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input checked="" type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión <input checked="" type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input checked="" type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input checked="" type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES				
Revisado para inspección de Puentes				
Basado en Thorne (1998)				
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO				
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA		FECHA		
Interoceánica Norte, Ruta PE-5N		22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE				
Puente 07				
NOMBRE DEL RÍO				
Río Nieva				
COORDENADAS GPS				
Latitud: 5.691°	Longitud: 77.7895°			
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE				
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL		
Uso de tierra	Vegetación	Falhas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla	
<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río	
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río	
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos			
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos			
<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles			
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado				
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN				
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña	
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	
<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos		
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
	<input type="checkbox"/> Minero	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles		
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL				
Terrazas	Diques	Ubicación del Dique		
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce		
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado <1 ancho del río		
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado >1 ancho del río		
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE				
Planta	Características del Meandro			
<input type="checkbox"/> Recto	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas suaves			
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input type="checkbox"/> Curvas moderadas			
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas			
<input type="checkbox"/> Anastomosis				
<input type="checkbox"/> Diseñado				
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE				
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)				
Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Escombros
<input checked="" type="checkbox"/> Ocasionales	<input checked="" type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input checked="" type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input checked="" type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	
Hábito del flujo	Ancho del cauce = 35 m			
<input checked="" type="checkbox"/> Perenne	Clasificación según M-B ⁽²⁾	Clasificación según USACE ⁽³⁾		
<input type="checkbox"/> Intermitente	<input checked="" type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso	<input type="checkbox"/> Modificado		
<input type="checkbox"/> Efímero	<input type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo	<input type="checkbox"/> Regulado		
	<input type="checkbox"/> Trenzado	<input checked="" type="checkbox"/> Arroyo		
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)				
Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input checked="" type="checkbox"/> Gujarras	<input type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Gujarras	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			
		Porcentaje de arena en el lecho =		0 %
Footnotes:				
⁽¹⁾ Knickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río				
⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington				
⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos				

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input checked="" type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	4 m	2 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input checked="" type="checkbox"/> Empinada <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input checked="" type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES Revisado para inspección de Puentes Basado en Thorne (1998)			
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO			
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA Interoceánica Norte, Ruta PE-5N	FECHA 22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE Puente 08			
NOMBRE DEL RÍO Río El Afluente			
COORDENADAS GPS Latitud: 5.661* Longitud: 77.6981*			
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE			
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL	
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla
<input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Agrícola <input type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> Suburbano <input checked="" type="checkbox"/> Rural <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado	<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Grass <input type="checkbox"/> Pastos <input type="checkbox"/> Cultivos <input checked="" type="checkbox"/> Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ninguna <input checked="" type="checkbox"/> Ocasionales <input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Alejado del río <input checked="" type="checkbox"/> A lo largo del río
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN			
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña
<input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> <1 ancho del río <input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río <input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río <input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Agrícola <input type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> Suburbano <input type="checkbox"/> Rural <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Minero <input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input type="checkbox"/> Pastos <input type="checkbox"/> Huertos <input type="checkbox"/> Cultivos <input checked="" type="checkbox"/> Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> <1 ancho del río <input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río <input type="checkbox"/> >5 anchos del río

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL				
Terrazas <input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Margen Izquierda <input type="checkbox"/> Margen Derecha	Diques <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Construido	Ubicación del Dique <input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce <input type="checkbox"/> Retirado < 1 ancho del río <input type="checkbox"/> Retirado > 1 ancho del río		
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE				
Planta <input type="checkbox"/> Recto <input checked="" type="checkbox"/> Meándrico <input type="checkbox"/> Trenzado <input type="checkbox"/> Anastomosis <input type="checkbox"/> Diseñado		Características del Meandro <input type="checkbox"/> Curvos suaves <input checked="" type="checkbox"/> Curvos moderados <input type="checkbox"/> Curvas sinuosas		
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE				
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)				
Controles del lecho <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Ocasionales <input type="checkbox"/> Frecuentes <input type="checkbox"/> Confinado	Tipos de control <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Lecho rocoso <input type="checkbox"/> Cantos rodados <input type="checkbox"/> Acorazado de gravas <input type="checkbox"/> Protección del puente <input type="checkbox"/> Control de la pendiente <input type="checkbox"/> Escombros <input type="checkbox"/> Presas	Controles del ancho <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Ocasionales <input type="checkbox"/> Frecuentes <input checked="" type="checkbox"/> Confinado		
		Tipos de control <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Lecho rocoso <input type="checkbox"/> Cantos rodados <input type="checkbox"/> Acorazado de gravas <input type="checkbox"/> Protección del puente <input checked="" type="checkbox"/> Estribos del puente <input type="checkbox"/> Estabilización de la margen <input type="checkbox"/> Escombros		
		Otros <input type="checkbox"/> Escombros <input type="checkbox"/> Minería <input type="checkbox"/> Reservorios <input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾		
Hábito del flujo <input checked="" type="checkbox"/> Perenne <input type="checkbox"/> Intermittente <input type="checkbox"/> Efímero				
	Ancho del cauce = <u>7 m</u>			
	Clasificación según M-B ⁽²⁾ <input checked="" type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso <input type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo <input type="checkbox"/> Trenzado	Clasificación según USACE ⁽³⁾ <input type="checkbox"/> Modificado <input type="checkbox"/> Regulado <input checked="" type="checkbox"/> Arroyo		
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)				
Material del lecho <input type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input checked="" type="checkbox"/> Roca	Tipos de barra <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Barras alternadas <input type="checkbox"/> Barras fijas <input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce <input type="checkbox"/> Barras Diagonales <input type="checkbox"/> Irregular/combinación <input checked="" type="checkbox"/> Trenzado	Material de barra <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	Vegetación en Barra <input type="checkbox"/> Ninguna <input checked="" type="checkbox"/> Grass <input type="checkbox"/> Arbustos <input type="checkbox"/> Árboles	Ancho de barra <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Estrecho <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Ancho
		Porcentaje de arena en el lecho = <u>10</u> %		
<small>⁽¹⁾ Knickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río</small>			<small>⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington</small>	
<small>⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos</small>				

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Arcilla
	<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Limo
	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input checked="" type="checkbox"/> Arena
	<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input checked="" type="checkbox"/> Grava
	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
	<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas
	<input type="checkbox"/> Cohesivo	<input type="checkbox"/> Cohesivo
	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Arena
	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Grava
	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Guijarros
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	1.5 m	1.5 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada	<input type="checkbox"/> Empinada
	<input checked="" type="checkbox"/> Moderada	<input checked="" type="checkbox"/> Moderada
	<input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Grass
	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos
	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles
	Sobre árboles:	Sobre árboles:
	¿Árboles caídos? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	¿Árboles caídos? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
	Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso	Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso
	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre
	Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input checked="" type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos	Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input checked="" type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos
	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión	
	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro
	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro
	<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo	<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo
	<input checked="" type="checkbox"/> General	<input type="checkbox"/> General
Tipo de erosión		
<input checked="" type="checkbox"/> Fluvial	<input type="checkbox"/> Fluvial	
<input type="checkbox"/> Geotécnica	<input type="checkbox"/> Geotécnica	

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES				
Revisado para inspección de Puentes				
Basado en Thorne (1998)				
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO				
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA		FECHA		
Interoceánica Norte, Ruta PE-5N		22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE				
Puente 09				
NOMBRE DEL RÍO				
Río Serranoyacu (81 m)				
COORDENADAS GPS				
Latitud:	5.6756°	Longitud:	77.6748°	
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE				
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL		
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla	
<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río	
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río	
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input checked="" type="checkbox"/> Cultivos			
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos			
<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles			
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado				
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN				
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña	
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	
<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos		
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
	<input type="checkbox"/> Minero	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles		
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL				
Terrazas	Diques	Ubicación del Dique		
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce		
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado <1 ancho del río		
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado >1 ancho del río		
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE				
Planta	Características del Meandro			
<input type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvas suaves			
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrito	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas moderadas			
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas			
<input type="checkbox"/> Anastomosis				
<input type="checkbox"/> Diseñado				
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE				
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)				
Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input checked="" type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input checked="" type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ¹⁴¹
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	
Hábito del flujo	Ancho del cauce =	20 m		
<input checked="" type="checkbox"/> Perenne	Clasificación según M-B ¹⁴²	Clasificación según USACE ¹⁴³		
<input type="checkbox"/> Intermitente	<input checked="" type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso	<input type="checkbox"/> Modificado		
<input type="checkbox"/> Efímero	<input type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo	<input type="checkbox"/> Regulado		
	<input type="checkbox"/> Trenzado	<input checked="" type="checkbox"/> Arroyo		
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)				
Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Gujarras	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Gujarras	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			
		Porcentaje de arena en el lecho =	0 %	
¹⁴¹ Knickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río ¹⁴² Clasificación según Montgomery - Buffington ¹⁴³ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos				

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	1.5 m	2 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input checked="" type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input checked="" type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES Revisado para inspección de Puentes Basado en Thorne (1998)			
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO			
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA Interoceánica Norte, Ruta PE-5N	FECHA 22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE Puente 10			
NOMBRE DEL RÍO Rio Aguas Verdes (93 m)			
COORDENADAS GPS			
Latitud: 5.6962°	Longitud: 77.6111°		
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE			
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL	
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla
<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Agrícola <input type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> Suburbano <input type="checkbox"/> Rural <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado	<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Grass <input type="checkbox"/> Pastos <input type="checkbox"/> Cultivos <input checked="" type="checkbox"/> Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Ocasionales <input type="checkbox"/> Frecuentes	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Alejado del río <input type="checkbox"/> A lo largo del río
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN			
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña
<input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> <1 ancho del río <input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río <input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río <input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Agrícola <input type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> Suburbano <input type="checkbox"/> Rural <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Minero <input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input type="checkbox"/> Pastos <input type="checkbox"/> Huertos <input type="checkbox"/> Cultivos <input checked="" type="checkbox"/> Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> <1 ancho del río <input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río <input type="checkbox"/> >5 anchos del río

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL

Terrazas	Diques	Ubicación del Dique
<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado < 1 ancho del río
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado > 1 ancho del río

PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE

Planta	Características del Meandro
<input type="checkbox"/> Recto	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas suaves
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input type="checkbox"/> Curvas moderadas
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas
<input type="checkbox"/> Anastomosis	
<input type="checkbox"/> Diseñado	

SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE

PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)

Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	

Hábito del flujo: Perenne

Intermitente

Efímero

Ancho del cauce = 10 m

Clasificación según M-B⁽²⁾

Cascado o paso - remanso

Plano, remanso - rápida, duna - rizo

Trenzado

Clasificación según USACE⁽³⁾

Modificado

Regulado

Arroyo

PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)

Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			

Porcentaje de arena en el lecho = 20 %

⁽¹⁾ Knickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río
⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Bullington
⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)

Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	1.5 m	1.5 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input checked="" type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input checked="" type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES Revisado para Inspección de Puentes Basado en Thorne (1998)				
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO				
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA Interoceánica Norte, Ruta PE-5N		FECHA 22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE Puente 11				
NOMBRE DEL RÍO Río Aguas Claras (60 m)				
COORDENADAS GPS Latitud: 5.6962* Longitud: 77.6111*				
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE				
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL		
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla	
<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río	
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río	
<input checked="" type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos			
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos			
<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles			
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado				
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN				
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña	
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno	
<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input checked="" type="checkbox"/> <1 ancho del río	
<input checked="" type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input checked="" type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos		
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
	<input type="checkbox"/> Minero	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles		
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL				
Terrazas	Diques	Ubicación del Dique		
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce		
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado <1 ancho del río		
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado >1 ancho del río		
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE				
Planta	Características del Meandro			
<input type="checkbox"/> Recto	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas suaves			
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input type="checkbox"/> Curvas moderadas			
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas			
<input type="checkbox"/> Anastomosis				
<input type="checkbox"/> Diseñado				
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE				
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)				
Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input checked="" type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input checked="" type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	
Hábito del flujo	Ancho del cauce = 18 m Esviado (30°)			
<input checked="" type="checkbox"/> Perenne	Clasificación según M-B⁽²⁾			
<input type="checkbox"/> Intermitente	<input type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso			
<input type="checkbox"/> Efímero	<input checked="" type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo			
	<input type="checkbox"/> Trenzado			
	Clasificación según USACE⁽³⁾			
	<input type="checkbox"/> Modificado			
	<input type="checkbox"/> Regulado			
	<input checked="" type="checkbox"/> Arroyo			
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)				
Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Límulo	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input checked="" type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input checked="" type="checkbox"/> Barras fijas	<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input checked="" type="checkbox"/> Gujarras	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Gujarras	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			
		Porcentaje de arena en el lecho =		10 %
⁽¹⁾ Nickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río ⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington ⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos				

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Arcilla
	<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Limo
	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input checked="" type="checkbox"/> Arena
	<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input checked="" type="checkbox"/> Grava
	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
	<input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input checked="" type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas
	<input type="checkbox"/> Cohesivo	<input type="checkbox"/> Cohesivo
	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Arena
	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Grava
	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Guijarros
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	3 m	3 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada	<input type="checkbox"/> Empinada
	<input checked="" type="checkbox"/> Moderada	<input checked="" type="checkbox"/> Moderada
	<input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Grass
	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos
	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles
	Sobre árboles:	Sobre árboles:
	¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
	Densidad: <input checked="" type="checkbox"/> Poco denso <input type="checkbox"/> Denso	Densidad: <input checked="" type="checkbox"/> Poco denso <input type="checkbox"/> Denso
	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre
	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos
	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión	Ubicación de la erosión
	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro
	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro
	<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo	<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo
	<input checked="" type="checkbox"/> General (pilares)	<input type="checkbox"/> General
	Tipo de erosión	Tipo de erosión
<input checked="" type="checkbox"/> Fluvial	<input type="checkbox"/> Fluvial	
	<input type="checkbox"/> Geotécnica	<input type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES			
Revisado para inspección de Puentes			
Basado en Thorne (1998)			
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO		FECHA	
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA	Interoceánica Norte, Ruta PE-SN		
NÚMERO DE PUENTE	Puente 12		
NOMBRE DEL RÍO	Río Seco (31 m)		
COORDENADAS GPS		Latitud: 5.7332° Longitud: 77.5495°	
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE			
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL	
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla
<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos		
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles		
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN			
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río
<input checked="" type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input checked="" type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos	
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos	
	<input type="checkbox"/> Minero	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado		

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL

Terrazas	Diques	Ubicación del Dique
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retrado < 1 ancho del río
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retrado > 1 ancho del río

PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE

Planta	Características del Meandro
<input type="checkbox"/> Recto	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas suaves
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input type="checkbox"/> Curvas moderadas
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas
<input type="checkbox"/> Anastomosis	
<input type="checkbox"/> Diseñado	

SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE

PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)

Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input checked="" type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input checked="" type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	

Hábito del flujo Ancho del cauce = 10 m

<input type="checkbox"/> Perenne	Clasificación según M-B⁽²⁾	Clasificación según USACE⁽³⁾
<input type="checkbox"/> Intermitente		
<input checked="" type="checkbox"/> Efímero		

Cascada o paso - remanso
 Plano, remanso - rápidos, duna - rizo
 Trenzado

Modificado
 Reguado
 Arroyo

PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)

Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			

Porcentaje de arena en el lecho = 30 %

⁽¹⁾ Knickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río
⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington
⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)

Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input checked="" type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	4 m	1.5 m
Pendiente de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Empinada <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión <input checked="" type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES Revisado para inspección de Puentes Basado en Thorne (1998)				
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO				
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA		FECHA		
Interoceánica Norte, Ruta PE-5N		22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE				
Puente 13				
NOMBRE DEL RÍO				
Río Naranjos				
COORDENADAS GPS				
Latitud:	5.7258°	Longitud:	77.5045°	
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE				
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL		
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla	
<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río	
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río	
<input checked="" type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos			
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos			
<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles			
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado				
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN				
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña	
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	
<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input checked="" type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos		
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
	<input type="checkbox"/> Minero	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles		
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL				
Terrazos	Diques	Ubicación del Dique		
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce		
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado <1 ancho del río		
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado >1 ancho del río		
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE				
Planta	Características del Meandro			
<input type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvas suaves			
<input type="checkbox"/> Meándrico	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas moderadas			
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas			
<input checked="" type="checkbox"/> Anastomosis				
<input type="checkbox"/> Diseñado				
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE				
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)				
Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input checked="" type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input checked="" type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	
Hábito del flujo	Ancho del cauce = 55 m			
<input checked="" type="checkbox"/> Perenne	Clasificación según M-B⁽²⁾	Clasificación según USACE⁽³⁾		
<input type="checkbox"/> Intermitente	<input type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso	<input type="checkbox"/> Modificado		
<input type="checkbox"/> Efímero	<input type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo	<input type="checkbox"/> Regularo		
	<input checked="" type="checkbox"/> Trenzado	<input checked="" type="checkbox"/> Arroyo		
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)				
Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Barras alternadas	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Moderado
<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input checked="" type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			
		Porcentaje de arena en el lecho =	30 %	
⁽¹⁾ Knickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río ⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Bullington ⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos				

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	1.5 m	1.5 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input checked="" type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input checked="" type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input checked="" type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input checked="" type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input checked="" type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES Revisado para inspección de Puentes Basado en Thorne (1998)			
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO			
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA Interoceánica Norte, Ruta PE-5N	FECHA 22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE Puente 14			
NOMBRE DEL RÍO Río Túmbaro (25 m)			
COORDENADAS GPS Latitud: 5.777° Longitud: 77.4348°			
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE			
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL	
Uso de tierra	Vegetación	Fallos Laterales del Valle	Ubicación de la Falla
<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Agrícola <input type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> Suburbano <input type="checkbox"/> Rural <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado	<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Grass <input type="checkbox"/> Pastos <input type="checkbox"/> Cultivos <input checked="" type="checkbox"/> Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Ocasionales <input type="checkbox"/> Frecuentes	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Alejado del río <input type="checkbox"/> A lo largo del río
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN			
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña
<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> <1 ancho del río <input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río <input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río <input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Agrícola <input type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> Suburbano <input type="checkbox"/> Rural <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Minero <input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input type="checkbox"/> Pastos <input type="checkbox"/> Huertos <input type="checkbox"/> Cultivos <input checked="" type="checkbox"/> Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> <1 ancho del río <input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río <input type="checkbox"/> >5 anchos del río

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL

Terrazas	Diques	Ubicación del Dique
<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado < 1 ancho del río
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado > 1 ancho del río

PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE

Planta	Características del Meandro
<input type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvas suaves
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input type="checkbox"/> Curvas moderadas
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas sinuosas
<input type="checkbox"/> Anastomosis	
<input type="checkbox"/> Diseñado	

SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE

PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)

Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input checked="" type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input checked="" type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	

Hábito del flujo

<input checked="" type="checkbox"/> Perenne	Ancho del cauce = <u>15 m</u>
<input type="checkbox"/> Intermittente	Clasificación según M-BP⁽²⁾
<input type="checkbox"/> Efímero	<input type="checkbox"/> Cascada o paso – remanso
	<input checked="" type="checkbox"/> Plano, remanso – rápida, duna – rizo
	<input type="checkbox"/> Trenzado

Clasificación según USACE⁽³⁾

<input type="checkbox"/> Modificado
<input checked="" type="checkbox"/> Regular
<input type="checkbox"/> Arroyo

PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)

Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input checked="" type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			

Porcentaje de arena en el lecho = 10 %

⁽¹⁾ Nickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río
⁽²⁾ Clasificación según Montgomery – Buffington
⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)

Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input checked="" type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input checked="" type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	2 m	1.5 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input checked="" type="checkbox"/> Empinada <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input checked="" type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES				
Revisado para inspección de Puentes				
Basado en Thorne (1998)				
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO				
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA		FECHA		
Intercepción Norte, Ruta PE-5N		22 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE				
Puente 15				
NOMBRE DEL RÍO				
Río Naranjillo				
COORDENADAS GPS				
Latitud: 5.8084°	Longitud: 77.3949°			
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE				
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL		
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla	
<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río	
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río	
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos			
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos			
<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles			
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado				
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN				
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña	
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno	
<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input checked="" type="checkbox"/> <1 ancho del río	
<input checked="" type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input checked="" type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input checked="" type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos		
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
	<input type="checkbox"/> Minero	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles		
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL				
Terrazas	Diques	Ubicación del Dique		
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce		
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado <1 ancho del río		
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado >1 ancho del río		
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE				
Planta	Características del Meandro			
<input type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvas suaves			
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas moderadas			
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas			
<input type="checkbox"/> Anastomosis				
<input type="checkbox"/> Diseñado				
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE				
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)				
Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	
Hábito del flujo	Ancho del cauce = 35 m Esviado 45°			
<input checked="" type="checkbox"/> Perenne	Clasificación según M-B⁽²⁾		Clasificación según USACE⁽³⁾	
<input type="checkbox"/> Intermittente	<input type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso		<input type="checkbox"/> Modificado	
<input type="checkbox"/> Efímero	<input checked="" type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo		<input checked="" type="checkbox"/> Regulado	
	<input type="checkbox"/> Trenzado		<input type="checkbox"/> Arroyo	
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)				
Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Moderado
<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input checked="" type="checkbox"/> Gujarras	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Gujarras	<input checked="" type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input checked="" type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación	Porcentaje de arena en el lecho =		10 %
<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			
<p>⁽¹⁾ Nickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río</p> <p>⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington</p> <p>⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos</p>				

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input checked="" type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	12 m	2 m
Pendiente de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Empinada <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input checked="" type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input checked="" type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input checked="" type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES			
Revisado para inspección de Puentes			
Basado en Thorne (1998)			
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO			
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA	Interoceánica Norte, Ruta PE-5N		FECHA
NÚMERO DE PUENTE	Puente 16		22 - Agosto - 2009
NOMBRE DEL RÍO	Río Soritor (29 m)		
COORDENADAS GPS	Latitud: 5.8608°	Longitud: 77.3474°	
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE			
PARTE 1: CUENCA	Vegetación	PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL	
Uso de tierra		Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla
<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna
<input checked="" type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input checked="" type="checkbox"/> Cultivos		
<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Arbustos		
<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Árboles		
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN			
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input checked="" type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río
<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input checked="" type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río
<input checked="" type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos	
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Arbustos	
	<input type="checkbox"/> Minero	<input type="checkbox"/> Árboles	
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado		

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL

Terrazas	Diques	Ubicación del Dique
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce
<input type="checkbox"/> Margen izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado < 1 ancho del río
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado > 1 ancho del río

PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE

Planta	Características del Meandro
<input type="checkbox"/> Recto	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas suaves
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input type="checkbox"/> Curvas moderadas
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas
<input type="checkbox"/> Anastomosis	
<input type="checkbox"/> Diseñado	

SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE

PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)

Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input checked="" type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input checked="" type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	

Hábito del flujo

<input checked="" type="checkbox"/> Perenne	Ancho del cauce = 20 m
<input type="checkbox"/> Intermitente	Clasificación según M-B⁽²⁾
<input type="checkbox"/> Efímero	<input type="checkbox"/> Cascado o paso - remanso
	<input checked="" type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo
	<input type="checkbox"/> Trenzado

Clasificación según USACE⁽³⁾

<input type="checkbox"/> Modificado
<input checked="" type="checkbox"/> Regulado
<input type="checkbox"/> Arroyo

PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)

Materiales del lecho	Tipos de barra	Materiales de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input checked="" type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			

Porcentaje de arena en el lecho = 5 %

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)

Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla
	<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Limo
	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Arena
	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Grava
	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas
	<input type="checkbox"/> Cohesivo	<input type="checkbox"/> Cohesivo
	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Arena
	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Grava
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	2 m	2 m
Pendiente de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Empinada	<input checked="" type="checkbox"/> Empinada
	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada
	<input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Grass
	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos
	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles
	Sobre árboles:	Sobre árboles:
	¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
	Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso	Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso
	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre
	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos
	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión	Ubicación de la erosión
	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro
	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro
	<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo	<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo
	<input type="checkbox"/> General	<input type="checkbox"/> General
	Tipo de erosión	Tipo de erosión
	<input type="checkbox"/> Fluvial	<input type="checkbox"/> Fluvial
<input type="checkbox"/> Geotécnica	<input type="checkbox"/> Geotécnica	

⁽¹⁾ Nickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río

⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington

⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES

Revisado para Inspección de Puentes
Basado en Thorne (1998)

SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO

NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA: Interoceánica Norte, Ruta PE-5N FECHA: 21-Agosto-2009

NÚMERO DE PUENTE: Puente 17

NOMBRE DEL RÍO: Río Yuracacu

COORDENADAS GPS
Latitud: 5.9376° Longitud: 77.309°

SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE

PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL	
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla
<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input checked="" type="checkbox"/> Frecuentes	<input checked="" type="checkbox"/> A lo largo del río
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos		
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles		
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			

PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN			
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río
<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input checked="" type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos	
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos	
	<input type="checkbox"/> Minero	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado		

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL

Terrazas	Diques	Ubicación del Dique
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce
<input type="checkbox"/> Margen izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado<1 ancho del río
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado>1 ancho del río

PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE

Planta	Características del Meandro
<input type="checkbox"/> Recto	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas suaves
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input type="checkbox"/> Curvas moderadas
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas
<input type="checkbox"/> Anastomosis	
<input type="checkbox"/> Diseñado	

SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE

PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)

Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input checked="" type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input checked="" type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Asorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Asorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input checked="" type="checkbox"/> Protección del puente		<input type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input checked="" type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	

Hábito del flujo
 Perenne
 Intermitente
 Efímero

Ancho del cauce = 25 m

Clasificación según M-B⁽²⁾
 Cascada o paso - remanso
 Plano, remanso - rápida, duna - rizo
 Trenzado

Clasificación según USACE⁽³⁾
 Modificado
 Regulado
 Arroyo

PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)

Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Moderado
<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			

Porcentaje de arena en el lecho = 5 %

⁽¹⁾ Nickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río
⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington
⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Arcilla
	<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Limo
	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input checked="" type="checkbox"/> Arena
	<input checked="" type="checkbox"/> Grava	<input checked="" type="checkbox"/> Grava
	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros
	<input checked="" type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Cantos Rodados
	<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas
	<input type="checkbox"/> Cohesivo	<input type="checkbox"/> Cohesivo
	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Arena
	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Grava
	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Guijarros
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	2 m	2 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada	<input type="checkbox"/> Empinada
	<input checked="" type="checkbox"/> Moderada	<input checked="" type="checkbox"/> Moderada
	<input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Grass
	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos
	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles
	Sobre árboles:	Sobre árboles:
	¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
	Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso	Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso
	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre
	Edad: <input type="checkbox"/> Jóvenes <input checked="" type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos
	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión	Ubicación de la erosión
	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro
	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro
	<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo	<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo
	<input type="checkbox"/> General	<input type="checkbox"/> General
	Tipo de erosión	Tipo de erosión
	<input type="checkbox"/> Fluvial	<input type="checkbox"/> Fluvial
	<input type="checkbox"/> Geotécnica	<input type="checkbox"/> Geotécnica

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES Revisado para inspección de Puentes Basado en Thorne (1998)			
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO			
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA			FECHA
Interoceánica Norte, Ruta PE-5N			21 - Agosto - 2009
NÚMERO DE PUENTE			
Puente 18			
NOMBRE DEL RÍO			
Río Negro			
COORDENADAS GPS			
Latitud: 6.0015°	Longitud: 77.2618°		
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE			
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL	
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla
<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
<input checked="" type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input checked="" type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input checked="" type="checkbox"/> A lo largo del río
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input checked="" type="checkbox"/> Cultivos		
<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Arbustos		
<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Árboles		
<input checked="" type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN			
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input checked="" type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río
<input checked="" type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos	
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Arbustos	
	<input type="checkbox"/> Minero	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado		

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL

Terrazas
 Ninguna
 Margen Izquierda
 Margen Derecho

Diques
 Ninguno
 Natural
 Construido

Ubicación del Dique
 A lo largo de la orilla del cauce
 Retirado < 1 ancho del río
 Retirado > 1 ancho del río

PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE

Planta
 Recto
 Meándrico
 Trenzado
 Anastomosis
 Dikeado

Características del Meandro
 Curvas suaves
 Curvas moderadas
 Curvas sinuosas

SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE

PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)

Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input checked="" type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input checked="" type="checkbox"/> Protección del puente	Gaviones
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	

Hábito del flujo
 Perenne
 Intermitente
 Efímero

Ancho del cauce = 16 m

Clasificación según M-B⁽²⁾
 Cascada o paso - remanso
 Plano, remanso - rápida, duna - rizo
 Trenzado

Clasificación según USACE⁽³⁾
 Modificado
 Regulado
 Arroyo

PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)

Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input checked="" type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input checked="" type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			

Porcentaje de arena en el lecho = 10 %

⁽¹⁾ Nickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río
⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington
⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)

Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla
	<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Limo
	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input checked="" type="checkbox"/> Arena
	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Grava
	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Guijarros
Material de los estratos	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Grava
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
	<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Roca
	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas
	<input type="checkbox"/> Cohesivo	<input type="checkbox"/> Cohesivo
Altura de la Margen	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Arena
	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Grava
	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Guijarros
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
	2 m	2.5 m
Pendiente de la margen	<input type="checkbox"/> Empinada	<input type="checkbox"/> Empinada
	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada
	<input checked="" type="checkbox"/> Casi Plana	<input checked="" type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Grass
	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos
	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles
	Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
	Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso	Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso
	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre
	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos
	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
	Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión
<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro		<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro
<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro		<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro
<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo		<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo
<input type="checkbox"/> General		<input type="checkbox"/> General
Tipo de erosión		Tipo de erosión
<input type="checkbox"/> Fluvial		<input type="checkbox"/> Fluvial
<input type="checkbox"/> Geotécnica	<input type="checkbox"/> Geotécnica	

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES				
Revisado para inspección de Puentes				
Basado en Thorne (1998)				
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO				
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA		FECHA		
Interoceánica Norte, Ruta PE-5N		21 - Agosto - 2009		
NÚMERO DE PUENTE				
Puente 19				
NOMBRE DEL RÍO				
Río Romero (22 m)				
COORDENADAS GPS				
Latitud:	6.0041°	Longitud:	77.2568°	
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE				
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL		
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla	
<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	
<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río	
<input type="checkbox"/> Urbano	<input checked="" type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> A lo largo del río	
<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos			
<input checked="" type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos			
<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Árboles			
<input checked="" type="checkbox"/> Pastoreo de ganado				
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN				
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña	
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	
<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> <1 ancho del río	
<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río	
<input checked="" type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input checked="" type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos		
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
	<input type="checkbox"/> Minero	<input type="checkbox"/> Árboles		
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL				
Terrazas	Diques	Ubicación del Dique		
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce		
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado <1 ancho del río		
<input type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado >1 ancho del río		
PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE				
Planta	Características del Meandro			
<input type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvas suaves			
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas moderadas			
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas			
<input type="checkbox"/> Anastomosis				
<input type="checkbox"/> Diseñado				
SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE				
PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)				
Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input checked="" type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input checked="" type="checkbox"/> Protección del puente	Gaviones
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input checked="" type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	
Hábito del flujo	Ancho del cauce =	16 m		
<input checked="" type="checkbox"/> Perenne	Clasificación según M-B ⁽²⁾	Clasificación según USACE ⁽³⁾		
<input type="checkbox"/> Intermitente	<input type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso	<input type="checkbox"/> Modificado		
<input type="checkbox"/> Efímero	<input checked="" type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo	<input type="checkbox"/> Regulado		
	<input type="checkbox"/> Trenzado	<input checked="" type="checkbox"/> Arroyo		
PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)				
Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input checked="" type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input type="checkbox"/> Grava	<input checked="" type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Gujarras	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho
<input checked="" type="checkbox"/> Gujarras	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/Combinación			
<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			
		Porcentaje de arena en el lecho =	30 %	
<p>⁽¹⁾ Knickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río</p> <p>⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington</p> <p>⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos</p>				

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Arcilla
	<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Limo
	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input checked="" type="checkbox"/> Arena
	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Grava
	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Guijarros
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
	<input checked="" type="checkbox"/> Roca	<input checked="" type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas
	<input type="checkbox"/> Cohesivo	<input type="checkbox"/> Cohesivo
	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Arena
	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Grava
	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Guijarros
	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	1 m	2 m
Pendiente de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Empinada	<input type="checkbox"/> Empinada
	<input type="checkbox"/> Moderada	<input checked="" type="checkbox"/> Moderada
	<input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Grass
	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos
	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles	<input checked="" type="checkbox"/> Árboles
	Sobre árboles:	Sobre árboles:
	¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
	Densidad: <input checked="" type="checkbox"/> Poco denso <input type="checkbox"/> Denso	Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso
	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre	Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre
	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos	Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos
	Diversidad: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión	Ubicación de la erosión
	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro
	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro	<input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro
	<input checked="" type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo	<input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo
	<input type="checkbox"/> General	<input type="checkbox"/> General
	Tipo de erosión	Tipo de erosión
<input checked="" type="checkbox"/> Fluvial	<input type="checkbox"/> Fluvial	
<input type="checkbox"/> Geotécnica	<input type="checkbox"/> Geotécnica	

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES			
Revisado para Inspección de Puentes			
Basado en Thorne (1998)			
SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO			
NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA	INTERCOEQUINA NORTE, RUTA PE-5N		FECHA
NÚMERO DE PUENTE	PUENTE 20		21 - Agosto - 2009
NOMBRE DEL RÍO	RÍO UQUIHUA		
COORDENADAS GPS	Latitud: 6.0522°	Longitud: 77.1709°	
SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE			
PARTE 1: CUENCA		PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL	
Uso de tierra	Vegetación	Fallas Laterales del Valle	Ubicación de la Falla
<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguna
<input checked="" type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input checked="" type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Alejado del río
<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input checked="" type="checkbox"/> A lo largo del río
<input checked="" type="checkbox"/> Suburbano	<input type="checkbox"/> Cultivos		
<input type="checkbox"/> Rural	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos		
<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Árboles		
<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado			
PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN			
Ancho de la llanura	Uso de tierra	Vegetación	Zonas de contención ribereña
<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> <1 anchos del río	<input checked="" type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Grass	<input checked="" type="checkbox"/> <1 anchos del río
<input checked="" type="checkbox"/> 1-5 anchos del río	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Pastos	<input type="checkbox"/> 1-5 anchos del río
<input type="checkbox"/> 5-10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Suburbano	<input checked="" type="checkbox"/> Huertos	<input type="checkbox"/> >5 anchos del río
<input type="checkbox"/> >10 anchos del río	<input type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Cultivos	
	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Arbustos	
	<input type="checkbox"/> Minero	<input type="checkbox"/> Árboles	
	<input type="checkbox"/> Pastoreo de ganado		

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL

Terrazas	Diques	Ubicación del Dique
<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado < 1 ancho del río
<input checked="" type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado > 1 ancho del río

PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE

Planta	Características del Meandro
<input type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvas suaves
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas moderadas
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input type="checkbox"/> Curvas sinuosas
<input type="checkbox"/> Anastomosis	
<input type="checkbox"/> Diseñado	

SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE

PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)

Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input checked="" type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input checked="" type="checkbox"/> Protección del puente	Gaviones
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	

Hábito del flujo Ancho del cauce = 10 m

<input checked="" type="checkbox"/> Perenne	Clasificación según M-S⁽²⁾	Clasificación según USACE⁽³⁾
<input type="checkbox"/> Intermitente	<input type="checkbox"/> Cascada o paso - remanso	<input type="checkbox"/> Modificado
<input type="checkbox"/> Efímero	<input checked="" type="checkbox"/> Plano, remanso - rápida, duna - rizo	<input type="checkbox"/> Regular
	<input type="checkbox"/> Trenzado	<input checked="" type="checkbox"/> Arroyo

PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)

Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input type="checkbox"/> Barras alternadas	<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input type="checkbox"/> Moderado
<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			

Porcentaje de arena en el lecho = 40 %

⁽¹⁾ Knickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río
⁽²⁾ Clasificación según Montgomery - Buffington
⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)

Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input type="checkbox"/> Sin Capas <input checked="" type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input checked="" type="checkbox"/> Sin Capas <input type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen	2 m	2 m
Pendiente de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Empinada <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input type="checkbox"/> Empinada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de falles	Ubicación de la erosión <input checked="" type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica

ANEXO C

Tablas Generales

Tabla N° C. 1. Coeficiente de Manning para Corrientes Naturales

Tipo de cauce y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
D Corrientes naturales			
D.1 Corrientes menores (ancho superficial en nivel creciente < 100 pies)			
a Corrientes en planicies			
1 Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos	0.025	0.030	0.033
2 Igual al anterior, pero con más piedras y malezas	0.030	0.035	0.040
3 Limpio, serpenteante, algunos pozos y bancos de arena	0.033	0.040	0.045
4 Igual al anterior, pero con algunos matorrales y piedras	0.035	0.045	0.050
5 Igual al anterior, niveles bajos, pendientes y secciones más ineficientes	0.040	0.048	0.055
6 Igual al 4, pero con más piedras	0.045	0.050	0.060
7 Tramos lentos, con malezas y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
8 Tramos con muchas malezas, pozos profundos o canales de crecientes con muchos árboles con matorrales bajos	0.075	0.100	0.150
b Corrientes montañosas, sin vegetación en el cauce, márgenes empinadas, árboles y matorrales a lo largo de las márgenes sumergidas en niveles altos			
1 Fondo: gravas, cantos rodados y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
2 Fondo: cantos rodados con rocas grandes	0.040	0.050	0.070
D.2 Llanuras de inundación			
a Pastizales, sin matorrales			
1 Pasto corto	0.025	0.030	0.035
2 Pasto alto	0.030	0.035	0.050
b Áreas cultivadas			
1 Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
2 Cultivos en línea maduros	0.025	0.035	0.045
3 Campos de cultivo maduros	0.030	0.040	0.050

Tabla N° C. 1. Coeficiente de Manning para Corrientes Naturales, continuación

Tipo de cauce y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
c Matorrales			
1 Matorrales dispersos, mucha maleza	0.035	0.050	0.070
2 Pocos matorrales y árboles, en invierno	0.035	0.050	0.060
3 Pocos matorrales y árboles, en verano	0.040	0.060	0.080
4 Matorrales medios a densos, en invierno	0.045	0.070	0.110
5 Matorrales medios a densos, en verano	0.070	0.100	0.160
d Árboles			
1 Sauces densos, rectos y en verano	0.110	0.150	0.200
2 Terreno limpio, con troncos sin retoños	0.030	0.040	0.050
3 Igual que el anterior, pero con una gran cantidad de retoños	0.050	0.060	0.080
4 Gran cantidad de árboles, algunos troncos caídos, con poco crecimiento de matorrales, nivel del agua por debajo de las ramas	0.080	0.100	0.120
5 Igual al anterior, pero con nivel de creciente por encima de las ramas	0.100	0.120	0.160
D.3 Corrientes mayores (ancho superficial en nivel creciente > 100 pies) <i>El valor de n es menor que el correspondiente a corrientes menores con descripción similar, debido a que las márgenes ofrecen resistencia menos efectiva</i>			
a Sección regular, sin catos rodados ni matorrales	0.025	0.060
b Sección irregular y rugosa	0.035	0.100

Tabla N° C. 2. Valores de la distribución t de student, parte 1

G.L. ν	Probabilidad Acumulada ($1 - \alpha$)							
	0.800	0.850	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995	0.998
1	1.376	1.963	3.078	6.314	12.710	31.820	63.660	127.300
2	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.090
3	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453
4	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598
5	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773
6	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317
7	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029
8	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833
9	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690
10	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581
11	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497
12	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428
13	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372
14	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326
15	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286
16	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252
17	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222
18	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197
19	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174
20	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153
21	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135
22	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119
23	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104
24	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091

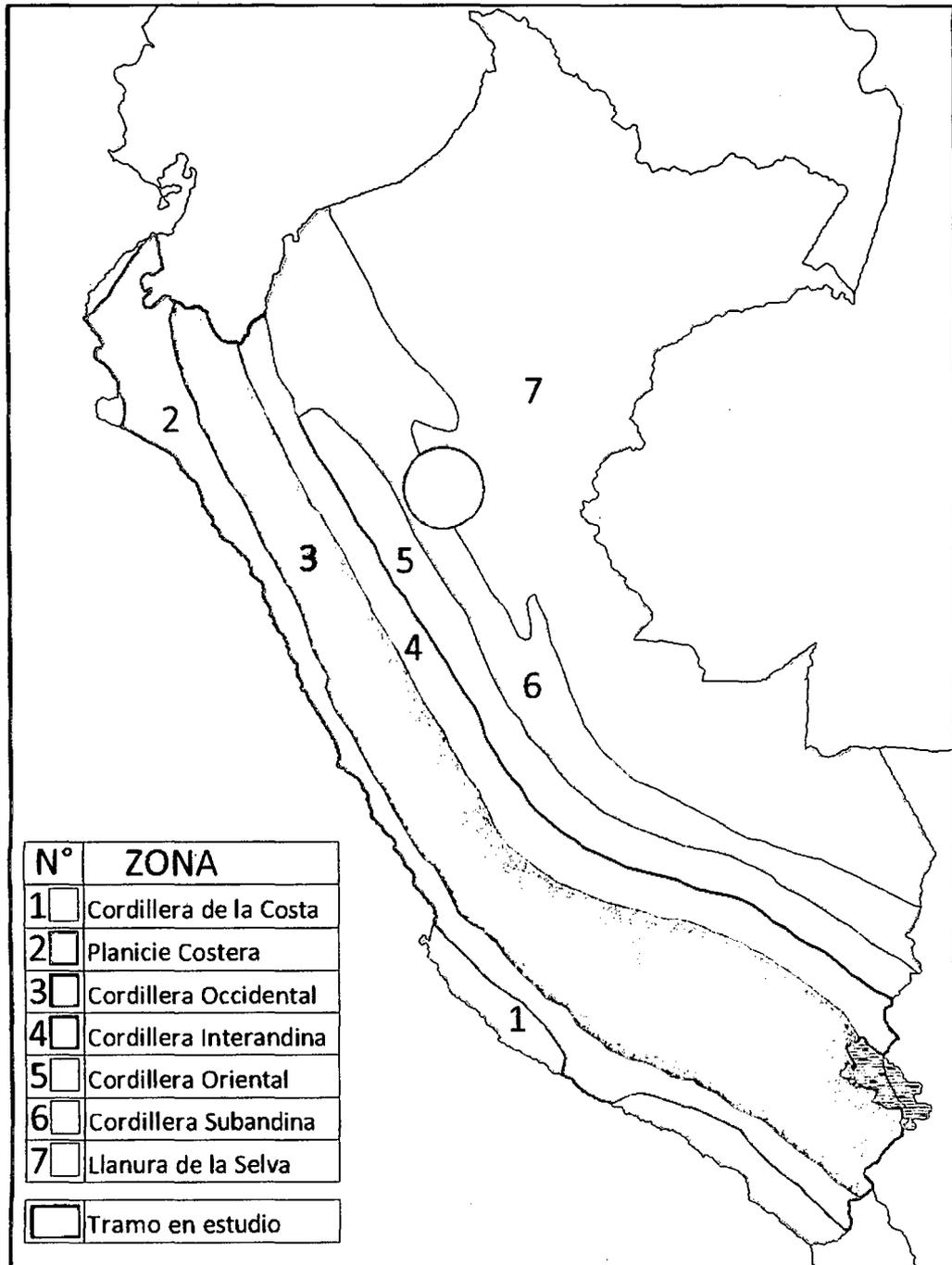
Tabla N° C. 3. Valores de la distribución t de student, parte 2

G.L. ν	Probabilidad Acumulada ($1 - \alpha$)							
	0.800	0.850	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995	0.998
25	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078
26	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067
27	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057
28	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047
29	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038
30	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030
35	0.852	1.052	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	2.996
40	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971
45	0.850	1.049	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	2.952
50	0.849	1.047	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	2.937
55	0.848	1.046	1.297	1.673	2.004	2.396	2.668	2.925
60	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915
65	0.847	1.045	1.295	1.669	1.997	2.385	2.654	2.906
70	0.847	1.044	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648	2.899
75	0.846	1.044	1.293	1.665	1.992	2.377	2.643	2.892
80	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	2.887
85	0.846	1.043	1.292	1.663	1.988	2.371	2.635	2.882
90	0.846	1.042	1.291	1.662	1.987	2.368	2.632	2.878
95	0.845	1.042	1.291	1.661	1.985	2.366	2.629	2.874
100	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	2.871
180	0.844	1.039	1.286	1.656	1.977	2.353	2.611	2.852
140	0.844	1.040	1.288	1.653	1.973	2.347	2.603	2.842
1000	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	2.813

ANEXO D

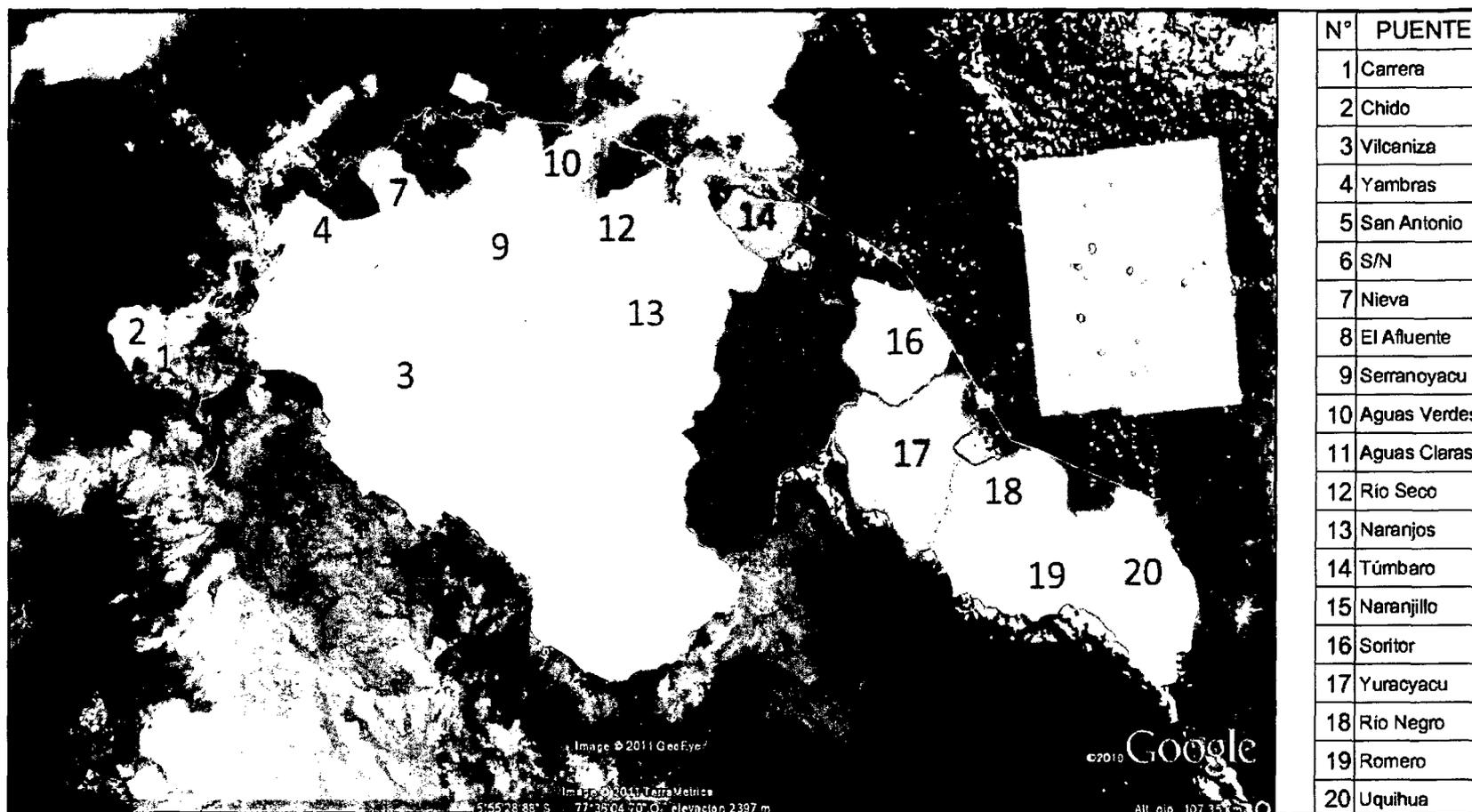
Figuras

Figura N° D. 2. Ubicación del tramo en estudio en las Regiones Fisiográficas.



FUENTE: FIGMMG – UNMSM

Figura N° D. 3. Ubicación General de cuencas.



FUENTE: GOOGLE EARTH

Figura N° D. 4. Tramo 1, Llanura Amazónica.

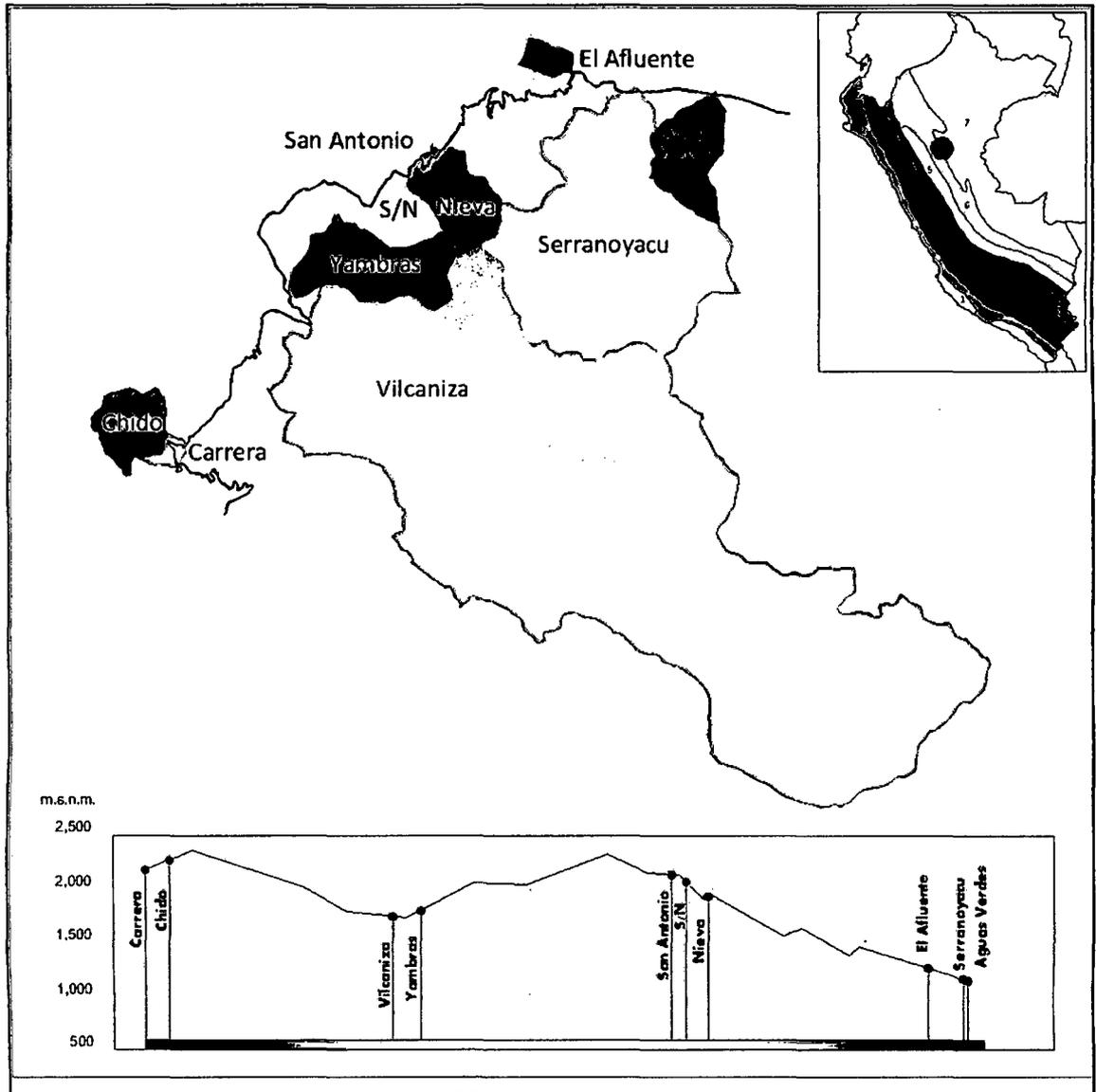


Figura N° D. 5. Tramo 2, Cordillera Subandina.

