 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigencia: 1960-2008	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	Dependencia	Aprobado	Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO	i(157)		

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	MANUEL OSWALDO JOYA PEÑARANDA
FACULTAD	INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS	ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
DIRECTOR	FREDDY MIGUEL GUERRERO LEMUS
TÍTULO DE LA TESIS	SEGUIMIENTO Y CONTROL TÉCNICO AL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL PUENTE QUEBRADA EL ORO, EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO NORTE DE SANTANDER.

RESUMEN (70 PALABRAS APROXIMADAMENTE)

EL TRABAJO ELABORADO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTÍAS SEGÚN CONVENIO INTERADMINISTRATIVO 200925 ENTRE FONADE, MINISTERIO DE TRANSPORTE E INVIAS TIENE COMO PROPÓSITO DESARROLLAR ACTIVIDADES DE INTERVENTORÍA TÉCNICA A LAS OBRAS EN LA RUTA LA SOBERANÍA ENTRE LA LEJÍA Y SARAVENA, EN ESTE SENTIDO, SE REALIZÓ SEGUIMIENTO Y CONTROL TÉCNICO A LA OBRA IDENTIFICADA COMO CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE QUEBRADA EL ORO CON NÚMERO DE CONTRATO 2101088 CUYO DESARROLLO ESTÁ REGISTRADO EN EL PRESENTE TRABAJO QUE TIENE COMO OBJETIVOS IDENTIFICAR LA NORMATIVIDAD APLICABLE A CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR POR LA ENTIDAD FONADE E INVIAS COMO CONTRATISTA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR; REALIZAR EL SEGUIMIENTO A LA PROGRAMACIÓN DE OBRA PRESENTADA POR EL CONTRATISTA; ANALIZAR LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBTENIDOS EN CAMPO POR EL CONTRATISTA E INTERVENTORÍA.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 157	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:
--------------	---------	----------------	---------



**SEGUIMIENTO Y CONTROL TÉCNICO AL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA
INFRAESTRUCTURA DEL PUENTE QUEBRADA EL ORO, EN EL MUNICIPIO DE
TOLEDO NORTE DE SANTANDER.**

AUTOR

MANUEL OSWALDO JOYA PEÑARANDA

Trabajo de Grado para Optar el Título de Especialista en Interventoría en Obras Civiles

Director

ING. FREDDY MIGUEL GUERRERO LEMUS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

Indice

Capítulo 1. Seguimiento y control técnico al proceso constructivo de la infraestructura del puente quebrada el oro, en el municipio de Toledo, Norte de Santander.....	17
1.2 Formulación del Problema	18
1.3 Justificación.....	19
1.4 Objetivos	21
1.4.1 Objetivo general.	21
1.4.2 Objetivos específicos.....	21
 Capítulo 2. Marco Referencial.....	 22
2.1 Antecedentes	22
2.2 Marco Conceptual	24
2.3 Marco Teórico.....	35
2.4 Marco Legal	76
 Capítulo 3. Diseño Metodológico.....	 78
3.1 Metodología	78
3.2 Población y Muestra.....	79
3.3 Instrumentos de Recolección de Información.....	79
3.4 Proceso Metodológico.....	79
 Capítulo 4. Normatividad de Fonade e Invías para la Construcción del Puente Vehicular	 81
 Capítulo 5. Seguimiento y Control Técnico al Proceso Constructivo de la Infraestructura del Puente Quebrada el Oro, en el municipio de Toledo, Norte de Santander.....	 83
5.1 Descripción breve del Consorcio Corredores Viales 2009	83
5.2 Diagnóstico Inicial de la Dependencia de la Pasantía.....	89
5.3 Descripción de las Actividades a Desarrollar en la Pasantía.....	91
5.4 Cronograma de Actividades	93

Capítulo 6. Análisis de resultados de los ensayos del Contratista e Interventoría.....	95
6.1 Informe de actividades realizadas	95
6.1.1 Actividades periódicas.	95
6.1.2 Actividades mensuales	97
6.2 Actividades Únicas.....	98
6.2.1 Realización de informe mensual.	98
6.2.2 Realización de corte de obra.	99
6.2.3 Conteo y supervisión de estructura metálica instalada.....	99
6.2.4 Supervisión de pruebas de carga	100
6.3 Actividades que Fueron Supervisadas Durante la Pasantía.....	101
Capitulo 7. Grado de Cumplimiento de Diseños y Normas de Parte del Contratista.....	140
Capítulo 8. Formatos en la Ejecución de la Obra.....	144
Conclusiones	146
Recomendaciones	147
Referencias Bibliográficas	149
Apéndices.....	152

Lista de Figuras

Figura 1. Teleférico para la instalación de estructura metálica.....	31
Figura 2. Contención como obra de protección para el acceso al eje “A”	34
Figura 3 Puente con celosías metálicas	36
Figura 4. Vista inferior de las vigas transversales y longitudinales de un puente de cerchas de acero	37
Figura 5 Viga en celosía, momento resistente.....	39
Figura 6 Comportamiento elástico e inelástico de los perfiles de acero estructural a flexión	39
Figura 7. Algunos tipos de apoyo en puentes (a. Placas de neopreno, b. Fijo de acero, c. Balancín, d. Rodillos).....	41
Figura 8. Armadura de tablero superior	42
Figura 9. Elementos de un puente de armadura de tablero inferior	43
Figura 10. Puentes de armaduras.....	44
Figura 11. Tipos de armazón usados en puentes.....	45
Figura 12. Armadura lenticular del puente de Saltash (1859).....	46
Figura 13. Elementos de un puente de vigas laterales, usando como ejemplo una viga de celosía	47
Figura 14. Elementos de un puente de vigas laterales, usando como ejemplo una viga de celosía	53
Figura 15. Prevención de la acumulación de agua y suciedad	59
Figura 16. Elementos Realización de soldaduras.....	59
Figura 17. Eliminación de imperfecciones en la superficie de las soldaduras	60
Figura 18. Diseño recomendado de esfuerzos para la protección frente a la corrosión	60
Figura 19. Limpieza y pintura	64
Figura 20. Etapas de inspección.....	68
Figura 21. Elementos de un puente de vigas laterales, usando como ejemplo una viga de celosía	70
Figura 22. Puentes colapsados	72
Figura 23. Estructura Organizacional. Consorcio corredores viales 2009	87
Figura 24. Compactación y ensayo de densidades en el eje “A”	103

Figura 25. Instalación de los apoyos provisionales para la instalación de la estructura metálica	103
Figura 26. Prueba de carga del teleférico, para el transporte de tramos de la estructura metálica	104
Figura 27. Instalación de los primeros tramos de la estructura metálica entre los ejes A y B	104
Figura 28. Supervisión de instalación los apoyos provisionales	105
Figura 29. Prueba de carga de teleférico	105
Figura 30. Prueba de carga de teleférico	106
Figura 31. Prueba de carga de teleférico y verificación de winches	106
Figura 32. Verificación de los pernos de seguridad de los anclajes del teleférico.....	107
Figura 33. Verificación de tramos de la estructura metálica.....	108
Figura 34. Instalación de soldadura en los tramos de la estructura metálica	109
Figura 35. Verificación de tramos de la estructura metálica.....	109
Figura 36. Instalación de soldadura en los tramos de la estructura metálica	110
Figura 37. Instalación de vigas transversales de la estructura metálica	110
Figura 38. Vista panorámica de la estructura metálica del puente Quebrada el Oro	111
Figura 39. Vista panorámica de la estructura metálica del puente Quebrada el Oro	111
Figura 40. Material acopiado de estructura metálica del puente Quebrada el Oro	112
Figura 41. Instalación de los tramos en el eje “B” del puente Quebrada el Oro.....	112
Figura 42. Ensayo de ultrasonido en los diferentes tramos del puente Quebrada el Oro.....	113
Figura 43. Vista panorámica desde el eje “A”	113
Figura 44 Vista panorámica desde el eje “A”	114
Figura 45. Vista panorámica desde el eje “A”	114
Figura 46. Supervisión de trabajos en el eje “A”	115
Figura 47. Vista panorámica desde el eje “A”	115
Figura 48. Verificación de calibres y espesores del acero estructural.....	116
Figura 49. Vista panorámica desde costado derecho, aguas arriba	116
Figura 50 Verificación de calibres y espesores del acero estructural.....	117
Figura 51. Verificación de calibres y espesores del acero estructural.....	117
Figura 52. Vista panorámica desde la parte alta de la montaña	118
Figura 53. Vista frontal, aguas arriba.....	118

Figura 54. Supervisión y control por parte de interventoría.....	119
Figura 55. Supervisión y control por parte de interventoría.....	121
Figura 56. Señalización y demarcación en obra.....	122
Figura 57. Instalación de estructura metálica entre ejes “A y “B”	122
Figura 58 Instalación de soldadura en la estructura metálica entre ejes “A y “B”	123
Figura 59. Charlas de seguridad al personal.....	123
Figura 60 Verificación de los pernos de seguridad de los anclajes del teleférico.....	124
Figura 61.Instalación de soldadura en los tramos de la estructura metálica	124
Figura 62. Instalación de soldadura en los tramos de la estructura metálica	125
Figura 63. Vista panorámica desde la parte alta de la montaña	125
Figura 64. Instalación de vigas transversales de la estructura metálica	126
Figura 65. Excavación para anclaje de muertos del teleférico	126
Figura 66. Excavación para anclaje de muertos del teleférico	127
Figura 67. Instalación de soldadura en los tramos de la estructura metálica	127
Figura 68. Vista panorámica desde la parte alta de la montaña	128
Figura 69. Verificación de los ensayos de ultrasonido.....	128
Figura 70. Ensayo de ultrasonido en los diferentes tramos del puente Quebrada el Oro.....	129
Figura 71. Descargue de la baranda del puente quebrada el oro.....	129
Figura 72 Vista panorámica desde el eje “A”	130
Figura 73. Tramos a instalar en el eje “C”	130
Figura 74. Vista panorámica desde el eje “C”	131
Figura 75. Tramos a instalar de la estructura metálica en el eje “C”	131
Figura 76. Prueba de carga de teleférico y verificación de winches. Eje “C”.....	132
Figura 77. Vista panorámica desde el eje “C”.....	132
Figura 78. Vista panorámica desde el eje “C”	133
Figura 79. Vista panorámica desde el eje “A” del puente quebrada el oro.....	133
Figura 80. Vista panorámica desde el eje “A” del puente quebrada el oro.....	134
Figura 81. Vista panorámica desde el eje “C” del puente quebrada el oro	134
Figura 82. Vista panorámica desde el eje “A” del puente quebrada el oro.....	135
Figura 83. Visita técnica al puente quebrada el oro	135
Figura 84. Instalación de tablero sobre a estructura metálica	137

Figura 85. Instalación de tablero y acero de refuerzo	137
Figura 86. Instalación de tablero y acero de refuerzo	138
Figura 87. Instalación de acero de refuerzo para losa	138
Figura 88. Instalación de acero de refuerzo	139

Lista de Tablas

Tabla 1. Diseño Proceso constructivo y montaje de estructura.....	69
Tabla 2.Matriz DOFA diagnóstico del área técnica	90
Tabla 3.Descripción de las actividades a desarrollar en la pasantía.....	91
Tabla 4. Cronograma de actividades	93

Lita de Apéndices

Apéndices Apéndice B. Formato diario	152
Apéndice C. Informe mensual.....	154
Apéndice D. Informe semanal.....	155
Apéndice E. Actas de seguimiento.....	156
Apéndice F. Ensayos de laboratorio.....	157

Resumen

El trabajo elaborado bajo la modalidad de pasantías según convenio interadministrativo 200925 entre Fonade, Ministerio de Transporte e Inviás tiene como propósito desarrollar actividades de interventoría técnica a las obras en la ruta la Soberanía entre la Lejía y Saravena, en este sentido, se realizó seguimiento y control técnico a la obra identificada como construcción del Puente Quebrada el Oro con número de contrato 2101088 cuyo desarrollo está registrado en el presente trabajo que tiene como objetivos identificar la normatividad aplicable a cada una de las actividades a realizar por la Entidad FONADE e INVÍAS como contratista en la construcción del puente vehicular; realizar el seguimiento a la programación de obra presentada por el contratista; analizar los resultados de los ensayos obtenidos en campo por el contratista e interventoría; verificar el cumplimiento de parte del contratista en materia de diseños y normas aplicables según la programación de la obra y establecer un formato diario que relacione un resumen de la ejecución de la obra, con base a estas consideraciones, el proyecto de pasantía está fundamentado en una investigación exploratoria que aplica el método deductivo dentro de una perspectiva cualitativa y cuantitativa; su desarrollo está evidenciado en el cumplimiento de actividades ejecutadas de manera adecuada y oportuna, tales como la toma de registro fotográfico y escrito de las actividades que se ejecutaron en obra, la toma de medidas de elementos construidos para corte de obra, la supervisión visual de las actividades constructivas que se realizaban, la ejecución de informes mensuales y semanales donde se evidenciaba el avance de obra, la descarga de registro fotográfico en la base de datos de la interventoría y acompañamiento en actividades importantes realizadas en cada frente de obra, al respecto, cabe destacar las actividades de mayor relevancia que se supervisaron como la fundición de pilas y estribos para el puente, las perforaciones para instalación de anclajes provisionales para el uso de

teleférico que transporta la estructura metálica y la instalación y montaje de la estructura metálica del puente, entre otras, pasantía que contó con el acompañamiento del tutor por parte del Consorcio CCV-2009.

Palabras Claves, Interventoría, puente, estructura metálica, cantidades de obra, bitácora.

Introducción

El objetivo de la especialización en interventoría de obras civiles en algunos de sus campos de aplicación, es la supervisión y control técnico, administrativo, ambiental, social y financiero de los proyectos, mediante un proceso de verificación para comprobar que se ajustan a las necesidades de sus usuarios finales con la calidad esperada; proceso que se inicia desde la fase del diseño hasta la construcción mediante una gestión denominada interventoría.

Según estas consideraciones, el trabajo desarrollado bajo la modalidad de pasantía en el marco del convenio interadministrativo 200925 entre Fonade, Ministerio de Transporte e Inviás, tiene como propósito desarrollar actividades de interventoría técnica a la obra de la construcción del Puente Quebrada el Oro conforme al contrato No 210108 del 2015. Cabe señalar que durante la pasantía se realizaron labores como el seguimiento a las actividades efectuadas en obra, vigilando que se ejecutaran las tareas propuestas con los materiales y procedimientos adecuados, llevando diariamente un registro fotográfico y escrito en la bitácora de cada una de estas además de un control a las cantidades de obra, lo cual aparece registrado en los informes diarios, semanales y mensuales del frente de obra. Elaborados por el pasante

Dentro de este orden de ideas, la pasantía apunta al cumplimiento de sus objetivos como identificar la normatividad aplicable a cada una de las actividades a realizar por la Entidad Fonade e Inviás como contratista en la construcción del puente vehicular; realizar el seguimiento a la programación de obra presentada por el contratista; analizar los resultados de los ensayos obtenidos en campo por el contratista e interventoría; verificar el cumplimiento de parte del contratista en materia de diseños y normas aplicables según la programación de la obra y establecer un formato diario que relacione un resumen de la ejecución de la obra; propósitos

logrados a través de investigación exploratoria con criterio cualitativo y cuantitativo que permitieron la elaboración del presente informe de pasantía estructurado en ocho capítulos que se identifican a continuación.

En el Capítulo Primero se analiza el Problema con base al título, planteamiento de la problemática, justificación y objetivos tanto el general como los específicos; en el Capítulo Segundo aparece el Marco Referencial que incluye el estado del arte según antecedentes, el marco conceptual, el marco teórico y el marco legal.

En atención a lo expuesto, aparece en el Capítulo Tercero denominado Diseño Metodológico el cual explica la metodología de acuerdo al tipo y método de investigación, identifica la Población y Muestra y determina los Instrumentos de recolección de información según proceso metodológico

En este orden, se encuentra en el Capítulo Cuarto la Normatividad de Fonade e Invías para la construcción del puente vehicular; en el Capítulo Quinto aparece el resultado al seguimiento a la programación de obra del Contratista; en el Capítulo Sexto incluye los análisis de resultados de los ensayos del Contratista e Interventoría; en el Capítulo Séptimo se expone el grado de cumplimiento de diseños y normas de parte del contratista y finalmente en el Capítulo Octavo se pueden apreciar los formatos en la ejecución de la obra.

Merece la pena resaltar la importancia de la bibliografía citada y referenciada que aparece al final del documento, la cual constituye una valiosa fuente de información secundaria que fundamentó las teorías y conceptos aplicados a lo largo del trabajo de pasantía.

Capítulo 1. Seguimiento y control técnico al proceso constructivo de la infraestructura del puente quebrada el oro, en el municipio de Toledo, Norte de Santander.

1.1 Planteamiento del Problema

En la contratación pública de obras civiles intervienen varios actores responsables de su ejecución dado que “las obras contratadas deben ser las planeadas teniendo en cuenta su prioridad y contar con los recursos para su plena ejecución y tener la certeza que tales obras vayan a concluir, contar con los estudios previos necesarios, que se realicen dentro de términos racionalmente económicos de tiempo, uso y compromiso de las finanzas públicas y que se entreguen al servicio garantizando su funcionabilidad “ (Aponte Díaz, 2014).

A título ilustrado, cabe señalar que los actores responsables de la ejecución de las obras civiles están identificados como el promotor, el asesor técnico, el contratante y el contratista, quienes nombran un Interventor para el seguimiento y control de la ejecución de la obra, en este sentido. “el principal obstáculo para la buena contratación de las obras públicas es el desconocimiento del papel que juegan los distintos actores que intervienen en la concepción y realización de los proyectos, a saber: el dueño de la obra, el diseñador, el constructor y el Interventor” (Vallejo, 2007, p.98)

Dentro de este orden de ideas, la construcción del Puente Quebrada el Oro, en el Municipio de Toledo, Norte de Santander, involucra también a diversos actores a fin de efectuar la entrega completa después de realizar un efectivo seguimiento y control a las diferentes actividades a desarrollar; ahora bien, dado que el Consorcio no cuenta con la disponibilidad del personal necesario para ejecutar dichas actividades, por tal motivo, se requiere del apoyo del pasante en la

atención del seguimiento a la programación de obra y entrega de informes semanales y mensuales y ejercer y llevar un control en cuanto a las cantidades de obras ejecutadas.

Además del control técnico que requiere todo tipo de obra, se demanda ejercer un control de tipo administrativo, ambiental, social y predial, por lo que el apoyo del pasante es fundamental para el complemento con los especialistas de realizar dicho control; asimismo, es fundamental este apoyo en cuanto a la elaboración de los informes semanales y mensuales que se requiere presentar ante la Entidad contratante FONADE, por cuanto se debe contar con la información en el momento de su ejecución; por lo tanto esta información se puede considerar de primera mano para tal acción.

De acuerdo a estas consideraciones, el propósito de la pasantía es lograr que el pasante se integre con las diferentes ramas involucradas en el desarrollo y control de la obra, para que de esta manera se pueda realizar un control efectivo y traer beneficios al Consorcio mediante un proceso de interventoría para el seguimiento y control técnico al Proceso Constructivo de la Infraestructura del Puente Quebrada el Oro, en el Municipio de Toledo, Norte de Santander.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo realizar una eficaz interventoría para el seguimiento y control técnico al Proceso Constructivo de la Infraestructura del Puente Quebrada el Oro, en el Municipio de Toledo, Norte de Santander?

1.3 Justificación

El mejorar los procedimientos para la inspección de los elementos construidos es indispensable para realizar una buena tarea, ya que si se hacen de manera deficientemente pueden ocasionarse problemas que afecten la vida útil de la obra y por lo tanto se pueda incurrir en inconvenientes legales a futuro, por tal motivo, la interventoría es la encargada de aprobar los procesos que se están llevando a cabo en la ejecución de la obra, es así, que la inspección de cada elemento es vital, pues la entidad contratante Fonade es quien se responsabiliza en primera medida ante algún problema, ya que si por desconocimiento de algún proceso o por falta de vigilancia en alguna tarea, además de los problemas legales a los que se puede afrontar a causa de una obra mal terminada que afectaría negativamente a la comunidad.

En este sentido, las obras que se ejecutan para la construcción del Puente Quebrada el Oro es de gran importancia en materia de prevención de riesgos, dado que los inconvenientes que puedan presentarse arriesgan la vida de la comunidad del sector y le generan dificultades y atrasos, teniendo en cuenta que es la única vía para transportar sus productos del campo a la capital norte santandereana y afectan las comunicaciones con el departamento de Arauca. Cabe señalar, que en el sector corren dos quebradas de fuerte caudal, como la Quebrada del Oro y la Lejía, aspectos que el inspector de interventoría debe considerar para establecer muy bien bajo qué criterios se debe inspeccionar cada elemento de la obra que se va a construir, con el fin de evitar problemas futuros. Dentro de este marco, merece resaltar que tratándose de un proceso tan importante, las pruebas de carga o izaje a la estructura metálica del puente deben ser supervisadas de una manera adecuada, dado que si se llega a omitir algún detalle en este proceso, se pueden afrontar consecuencias como las descritas anteriormente. De igual manera se deben supervisar las obras de protección y de drenaje y accesos al puente, que son las que garantizan su

transitabilidad y duración.

Adicionalmente, merece especial mención e importancia el proceso con el que se debe tener claridad en la toma de medidas para corte de obra, dado que constituye un soporte fundamental para la elaboración del acta que permite la formalización del cobro de dinero por parte del contratista a Fonade con base a la determinación de lo construido durante el mes, es por ello que estas mediciones deben ser muy claras para evitar confusiones que pueden generar errores financieros y presupuestales, bien sea a favor del contratista o del ente contratante.

Dentro de este orden de ideas, es manifiesta la Justificación Teórica relacionada con “la motivación se refiere a la inquietud que surge en el investigador por profundizar en uno o varios enfoques teóricos que tratan el problema que se explica, a partir de los cuales espera avanzar en el conocimiento planteado o para encontrar nuevas explicaciones que modifiquen o complementen en conocimiento inicial” (Méndez, 2007, p.196), al respecto, la comprensión de teorías y conceptos sobre el proceso de interventoría en obras civiles tienen significativa importancia en el desarrollo del proyecto de pasantía

Dentro de este marco, la Justificación Metodológica del proyecto se fundamenta en una investigación exploratoria basada en fuentes secundarias de información relacionada con la interventoría, mediante revisión bibliográfica que utiliza como instrumento las hojas de análisis, dado que según Méndez, se refiere al “uso de metodologías y técnicas específicas (...) que han de servir de aporte para el estudio de problemas similares” (Méndez, 2007, p.196).

Además, cabe resaltar la Justificación Práctica considerando el “interés del investigador por acrecentar sus conocimientos, obtener un título académico o, si es el caso, por contribuir a la solución de problemas concretos que afectan a organizaciones empresariales” (p.196), en este

sentido, se pretende con el proyecto de pasantía suministrar una herramienta que oriente el cumplimiento de las normas y procedimientos de interventoría para el seguimiento y control técnico al proceso constructivo en obras civiles.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general. Seguir y controlar técnicamente el proceso constructivo de la infraestructura del Puente Quebrada el Oro, en el municipio de Toledo Norte de Santander.

1.4.2 Objetivos específicos. Identificar la normatividad aplicable a cada una de las actividades a realizar por la Entidad FONADE e INVIAS como contratista en la construcción del puente vehicular.

Realizar el seguimiento a la programación de obra presentada por el contratista.

Analizar los resultados de los ensayos obtenidos en campo por el contratista e interventoría.

Verificar el cumplimiento de parte del contratista en materia de diseños y normas aplicables según la programación de la obra.

Establecer un formato diario que relacione un resumen de la ejecución de la obra.

Capítulo 2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Experiencias anteriores referenciadas en estudios e investigaciones sobre el tema de interventoría constituyen un aporte pertinente al conocimiento en esta materia y representan el estado del arte del presente proyecto de pasantía dado que “se manifiesta mediante una actividad investigativa que se realiza cuando un equipo investigador hace una selección temática dentro de un campo de trabajo específico con el objeto de facilitar la búsqueda de investigaciones realizadas” (Nieto, 2008, p. 31), proceso basado en fuentes secundarias de información que son analizadas a continuación.

Alegre & Cansario, (2013). El control de calidad en España y Colombia. Diferencias en su filosofía. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, vol. 3, núm. 2, pp. 126-132 Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, A. C. Mérida, México, documento que relaciona comparativamente el control de calidad en construcción en España según la “Instrucción EH-73” y en Colombia actualmente se contempla en la Normativa Sismo Resistente NSR-10 en el Título I: Supervisión técnica; resalta la obligatoriedad en España del control de certificación de productos y el control de ejecución para lo cual existe un protocolo normativo (Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08), lo que en Colombia se denomina supervisión técnica, obligatorio en la construcción de estructuras de edificaciones, con ello el constructor tiene que realizar los controles de calidad para los materiales estructurales y no estructurales a través de una supervisión técnica según la normatividad en materia de control de planos, control de especificaciones, control de materiales, diferentes ensayos de control de

calidad y control de ejecución, guía importante para el presente proyecto.

Garay (2009), El sistema presupuestal del proyecto de construcción Tecnura, vol. 12, núm. 24, pp. 76-85 Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia, artículo que señala el papel importante del presupuesto para que el desarrollo de un proyecto de construcción a fin de determinar de manera anticipada las inversiones y costos del proyecto; conceptos que varían sustancialmente en cada proyecto, lo que genera dificultades en el proceso de control y evaluación del resultado final de la obra, consideración que constituye un aporte para tener en cuenta, así como la descripción de su estructura y el contenido, lo cual representa un “sistema integrador de una política gerencial y de negocio de tal manera que la estructura propuesta sea adaptable a cualquier tipo de obra”

Gorbaneff, González & Barón (2011), ¿Para qué sirve la interventoría de las obras públicas en Colombia? Revista de Economía Institucional, vol. 13, núm. 24, pp. 413-428 Universidad Externado de Colombia Bogotá, Colombia, trabajo que muestra resultados relacionados con el papel de la interventoría en contratos de obras públicas en Colombia, así mismo, determina la norma de contratación pública que establece la figura del interventor, señala además que “aunque la interventoría fue diseñada para blindar el Estado es una de las fisuras por las que entra la corrupción. Un estudio de Fedesarrollo (1997) encontró que durante la ejecución del contrato los interventores pueden condicionar la aprobación de las actas al pago de “peajes”, y que es común el uso de los materiales de mala calidad” aspectos que son un importante aporte para el presente proyecto.

Fonseca & Castro (2016) Elaboración de un Manual de Interventoría Técnica para los Proyectos de Obras Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta, Universidad

Francisco de Paula Santander Ocaña, Facultad de Ingenierías, Especialización en Interventoría de obras civiles, Ocaña, trabajo de grado que además del diseño metodológico que contiene, constituye una valiosa guía para el presente proyecto dado los temas que desarrolla en cuanto a Generalidades del Manual de Interventoría; las teorías y conceptos sobre Interventoría en Obras Civiles; la Documentación en la Interventoría y actividades y procedimientos inherentes a la interventoría, temas que serán tenidos en cuenta en el presente proyecto de pasantía

2.2 Marco Conceptual

Todos los conceptos que se van a describir a continuación se referencian, ya que son importantes entenderlos y manejarlos a la hora de examinar este informe, además muestran parte de la base teórica en la que se basó el estudiante para entender algunos aspectos durante su proceso de pasantía.

Estructura metálica. Los comentarios que aparecen a continuación permiten aclarar el concepto y son tomados del documento referenciado en la bibliografía titulado “Estructuras Metálicas” disponible en <http://www.areatecnologia.com/estructuras/estructuras-metalicas.html>

En este sentido, una estructura es un conjunto de partes unidas entre sí que forman un cuerpo, una forma o un todo, destinadas a soportar los efectos de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

De acuerdo a lo anterior, en las Estructuras Metálicas la mayor parte de los elementos o partes que la forman son de metal (más del 80%), normalmente acero, estructura de este tipo que se le denomina Estructura de Acero.

A título ilustrado, merece señalar, que el acero es una aleación (combinación o mezcla) de hierro (Fe) y carbono (C), siempre que el porcentaje de carbono sea inferior al 2% . y superior al

0,05% ; .algunas veces se incorporan a la aleación otros materiales como el cromo (Cr), el níquel (Ni) o manganeso (Mn) con el fin de conseguir determinadas propiedades que se requieran y se llaman aceros aleados (Area Tecnología, s.f).

El acero tiene tres grandes ventajas a la hora de construir estructuras de acuerdo a la fuente citada, tales como:

Soporta grandes esfuerzos o pesos sin romperse.

Es flexible. Se puede doblar sin romperse hasta ciertas fuerzas. Un edificio de acero puede flexionar cuando se empuja a un lado por ejemplo, por el viento o un terremoto.

Tiene Plasticidad. Incluso puede doblarse sin romperse. Esta propiedad permite que los edificios de acero se deformen, dando así a la advertencia a los habitantes para escapar ante un riesgo o amenaza (Area Tecnología, s.f).

Cabe señalar que una estructura de acero rara vez se derrumba, en la mayoría de los casos se comporta mucho mejor en el terremoto que la mayoría de otros materiales debido a sus propiedades, según la fuente citada

Frente a las ventajas anteriores, también el acero presenta una desventaja como es la pérdida de sus propiedades en altas temperaturas, lo que hace que no se comporte adecuadamente en los incendios., como lo registra el documento Estructuras Metálicas En atención a lo expuesto, es importante especificar a continuación las condiciones que debe cumplir cualquier estructura, tales como:

Que sea Rígida: Que la estructura no se deforme al aplicar las fuerzas sobre ella.

Que sea Estable: Que no vuelque. Que se mantiene invariable o inalterable en el mismo lugar, estado o situación.

Que sea Resistente: Que al aplicarle las fuerzas, cada uno de los elementos que la forman sean capaces de soportar la fuerza a la que se verán sometidos sin romperse o deformarse (Area Tecnología, s.f).

En atención a lo expuesto, las estructuras metálicas se utilizan por norma general en el sector industrial porque tienen excelentes características requeridas por la construcción, dado que son muy funcionales y su costo de producción suele ser más económico que otro tipo de estructuras, es así que normalmente cualquier proyecto de ingeniería o arquitectura . utilice estructuras metálicas con las características pertinentes

De acuerdo a lo anterior, es evidente que la mayoría de los metales son fuertes, conducen la electricidad y tienen un punto alto de fusión y ebullición. Tienen estas propiedades debido a su estructura, que para su buen funcionamiento tiene que ser estable, resistente y rígida como se explicó anteriormente., sin embargo, cada estructura metálica está formada por la estructura metálica principal y la estructura metálica secundaria (Area Tecnología, s.f).

Estructura Metálica Principal: La estructura metálica principal se compone de todos aquellos elementos que estabilizan y transfieren las cargas a los cimientos (que normalmente son de hormigón reforzado). La estructura metálica principal es la que asegura que no se vuelque, que sea resistente y que no se deforme. Normalmente está formada de los siguientes elementos:

Vigas Metálicas: Las vigas metálicas son los elementos horizontales o barras horizontales que trabajan a flexión. Dependiendo de las acciones a las que se les someta sus fibras inferiores

están sometidas a tracción y las superiores a compresión. Existen varios tipos de vigas metálicas y cada una de ellas tiene un propósito ya que según su forma soportan mejor unos esfuerzos u otros, estos tipos de vigas se explican a continuación:

Viguetas: Son las vigas que se colocan muy cerca unas de otras para soportar el techo o el piso de un edificio por ejemplo en un edificio sin terminar, son las vigas las que se observan a la vista; algunas viguetas denominadas dinteles son las vigas que se pueden ver sobre una abertura, por ejemplo, las que están sobre las puertas o ventanas (Area Tecnología, s.f).

Vigas de Tímpano: Estas son las que soportan las paredes o también parte del techo de los edificios (Area Tecnología, s.f).

Largueros: También conocidas como travesaños o carreras, las cuales son las que soportan cargas concentradas en puntos aislados a lo largo de la longitud de un edificio., de acuerdo a la cita referenciada que aparece en la bibliografía del informe.

Pilares Metálicos: Los pilares metálicos son los elementos verticales, todos los pilares reciben esfuerzos de tipo axil, es decir, a compresión. También se les llama montantes (Area Tecnología, s.f).

Dentro de este marco conceptual, merece considerar los diversos tipos de estructuras metálicas que se exponen a continuación con base al documento “Estructuras Metálicas” (Area Tecnología, s.f).

Referenciado, tales como:

Estructuras Abovedadas: Estas estructuras son todas aquellas en las que se emplean bóvedas, cúpulas y arcos para repartir y equilibrar el peso de la estructura, como por ejemplo

puede verse en las catedrales o iglesias, según la fuente de información citada.

Estructuras Entramadas: Estas son las más comunes ya que son las que utilizan la mayoría de los edificios, este tipo de estructura emplea una gran cantidad de vigas, pilares, columnas y cimientos, es decir, una gran cantidad de elementos horizontales y verticales para repartir y equilibrar el peso de la estructura. Estas estructuras son más ligeras porque emplean menos elementos que las abovedadas por ejemplo y así pueden construirse edificios de gran altura (Area Tecnología, s.f).

Estructuras Trianguladas: Las trianguladas se caracterizan como su propio nombre indica por disponer sus elementos de forma triangular, suelen ser muy ligeras y económicas. Suelen utilizarse para la construcción de puentes y naves industriales. En estos casos hay dos formas que son las más utilizadas, la cercha y la celosía (Area Tecnología, s.f).

Estructuras Colgantes: Las estructuras colgantes o colgadas son aquellas que utilizan cables o barras (tirantes) que van unidos a soportes muy resistentes (cimientos y pilares). Los tirantes estabilizan la estructura, como puede verse por ejemplo en los puentes colgantes, según el documento “Estructuras Metálicas” referenciado

Estructuras Laminares: Todas aquellas formadas por láminas resistentes que están conectadas entre sí y que sin alguna de ellas la estructura se volvería inestable, como pueden ser las carrocerías y fuselajes de coches y aviones, de acuerdo a la fuente citada.

Estructuras Geodésicas: Son estructuras poco comunes que están formadas por hexágonos o pentágonos y suelen ser muy resistentes y ligeras. Son estructuras que normalmente tienen forma de esfera o cilindro (Area Tecnología, s.f).

De hecho, para que todos los elementos de la estructura metálica se comporten perfectamente según se ha diseñado, es necesario que estén ensambladas o unidas de alguna manera, es así que para escoger el tipo de unión hay que tener en cuenta cómo se comporta la conexión que se va hacer y cómo se va a montar esa conexión, en este sentido, existen conexiones rígidas, semirrígidas y flexibles, además, esas conexiones según la necesidad, se requieren que sean desmontables, que giren o que se deslicen.

Con lo anterior, se exponen a continuación dos tipos de uniones fundamentales, tales como:

Por Soldadura: La soldadura es la más común en estructuras metálicas de acero y no es más que la unión de dos piezas metálicas mediante el calor. Aplicándoles calor se logra la fusión de las superficies de las dos piezas, a veces es necesario un material extra para soldar las dos piezas (Area Tecnología, s.f).

Al respecto, existen diferentes tipos de soldaduras que a continuación se explican:

Por Tornillo: Los tornillos son conexiones rápidas que normalmente se aplican a estructuras de acero ligeras, como por ejemplo para fijar chapas o vigas ligeras (Area Tecnología, s.f).

Estribo: Un estribo o contrafuerte es la parte de un puente destinada a soportar el peso del tablero y tienen como propósito:

Transmitir el peso a los cimientos.

Mantener la disposición de la tierra.

Unir la estructura a las vías de acceso.

Servir de apoyo a un arco dentro de una estructura.

Pilas en Puentes. Las pilas se proyectaran para resistir las cargas muertas y vivas superpuestas; las presiones del viento que actúen sobre la pila y la superestructura; las fuerzas debidas a la corriente del agua, al hielo y a cuerpos flotantes; así como las fuerzas longitudinales (Apuntes Ingeniería Civil, s.f).

Donde sea necesario, las pilas se protegerán contra los efectos de la abrasión recubriéndolas con granito, ladrillos vitrificados, madera u otros materiales de protección adecuados, hasta una altura y límites donde no puedan causar daño los hielos o cuerpos flotantes (Apuntes Ingeniería Civil, s.f).

Arista en el parte aguas: En las corrientes que lleven hielos o cuerpos flotantes, la arista del parte aguas se proyectara como un rompehielos para resistir los efectos de los choques. Cuando se ponga un ángulo de acero u otra arista de metal, se fijará firmemente a la mampostería con los elementos de anclaje apropiados (Apuntes Ingeniería Civil, s.f).

Teleférico para la instalación de estructura metálica: Sistema de transporte Aéreo por cable con capacidades desde 3000 hasta 20.000 kg, sus longitudes oscilan desde 100 mts a 1.000 mts. Es un sistema que permite cubrir todas las necesidades del movimiento de carga en las obras al más bajo costo que otras soluciones. Son equipos que requieren un mínimo de mantenimiento y bajo costo de operación, no requiere operadores calificados.

Este sistema de Teleférico es utilizado como un sistema de transporte en la Construcción de puentes y viaductos, siendo la herramienta más empleada en la actualidad a nivel nacional por las

principales constructoras del país tales como Convivas, Odinsa S.A., HB Estructuras S.A., Carlos Solarte, entre otras (APR Ingenieros, s.f).

Componentes:

Malacate de izaje

Malacate de translación

Trolley de translación

Gancho de izaje

Todo el sistema de poleas

Sistemas electrónico de control



Figura 1. Teleférico para la instalación de estructura metálica

Fuente: APR Ingenieros, s.f

En la figura se aprecia un canal recubierto de concreto o no, que recoge y canaliza longitudinalmente las aguas superficiales y de infiltración. Las cunetas revestidas en concreto se diseñan para que al final de su longitud su sección llegue al nivel de rebosamiento.

La cuneta puede tener secciones de diferentes formas según el caudal que se transporte con el fin de evitar desbordamientos de agua durante su recorrido, las hay en forma trapezoidal, triangular o rectangular (www.construdata.com), durante las pasantías se observaron cunetas de forma triangular y trapezoidal, ya que para cada caso difería el caudal a transportar.

Bitácora de obra: La bitácora es un instrumento técnico de control durante el desarrollo de los trabajos de construcción o de prestación de servicio, que permite controlar el ejercicio de los mismos. En ella deben registrarse los asuntos relevantes que se presenten, considerando los acontecimientos que resulten diferentes a los establecidos en el contrato y sus anexos; así como dar fe del cumplimiento de eventos significativos en tiempo o situaciones ajenas a la responsabilidad de la contratista. (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2016)

Cubicación de cantidades de obra: Es el proceso mediante el cual se determinan las cantidades de una construcción específica, mediante mediciones, especificaciones técnicas y planos.

Al respecto, es importante resaltar que este proceso se realizó durante las pasantías, identificando en donde se colocaba cada cantidad obtenida en cada uno de los elementos contruidos por los contratistas de los diferentes contratos.

Gavión: Canasta de alambre que se llena con piedras para formar una estructura de contención; también se llama así el elemento de una estructura de contención que resulta de llenar

con piedra de gavión. Este elemento funciona con su peso propio, y se utilizan generalmente para masas de suelo de menor cuantía, o para contener suelos compactados (Patiño, s/f); es utilizado en obras de protección para el caso del Puente Quebrada el Oro, objeto de la pasantía

Cubicación de cantidades de obra: Es el proceso mediante el cual se determinan las cantidades de una construcción específica, mediante mediciones, especificaciones técnicas y planos.(Durán, s/f). Este proceso se realizó durante las pasantías, efectuando activas en donde se colocaba cada cantidad obtenida en cada uno de los elementos construido por la contratista consorcio Quebrada el Oro.

Interventoría: La interventoría es el ente encargado de supervisar los contratos ejercidos por un ente público o privado, según Gorbaneff, la interventoría ejerce un papel armonizador de los intereses de la entidad contratante y el contratista o constructor en una obra civil, su alcance está dado por su actividad de control y vigilancia de un contrato estatal cuyo objetivo es verificar el cumplimiento integral de su objeto y de las obligaciones pactadas, contribuyendo a que las partes terminen exitosamente el contrato (Gorbaneff y otros, 2011, p.418); esta actividad de control y vigilancia es ejercido por el Interventor de Obra cuyo perfil profesional es un Ingeniero Civil o empresa de ingenieros consultores que representan al propietario de la obra o proyecto en cada una de sus etapas.

Muro de contención reforzado: Es una estructura de concreto reforzado que resiste movimientos debidos a la presión de la tierra sobre el muro. El muro a su vez se apoya en una cimentación por fuera de la masa inestable.

Existen los siguientes tipos de muro reforzado:

1. Muros empotrados, en forma de L o T invertida, los cuales tienen una placa semivertical o inclinada monolítica con otra placa en la base.

2. Muros con contrafuertes, en los cuales la placa vertical o inclinada está soportada por Contrafuertes monolíticos que le dan rigidez y ayudan a transmitir la carga a la placa de cimentación.

3. Muros con estribos, en los cuales adicionalmente a la placa vertical y la placa de cimentación y los contrafuertes, se construye una placa superior sub-horizontal que aumentan la rigidez y capacidad para soportar momentos. (Díaz, s/f)

En esta materia, cabe señalar que durante la construcción del Puente Quebrada el Oro, está planteado realizar la construcción de un muro de contención como obra de protección para el acceso al eje “A”, como lo muestra la figura siguiente

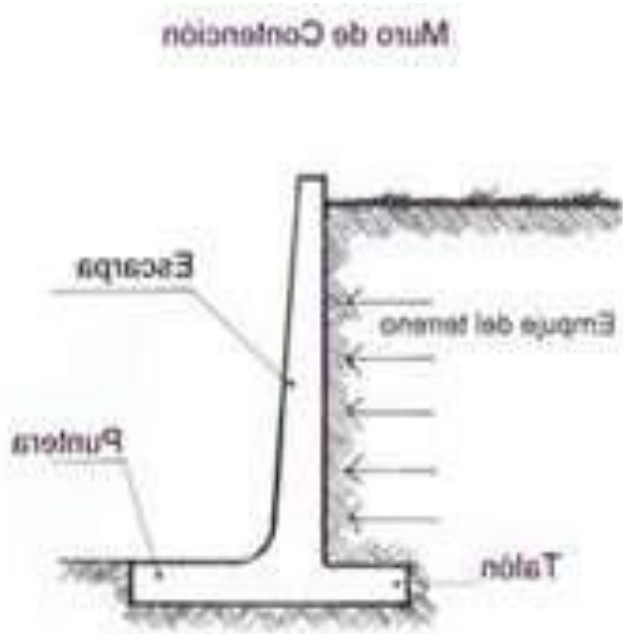


Figura 2. Contención como obra de protección para el acceso al eje “A”
Fuente: www.google.com

Cuneta: Es un canal recubierto de concreto o no, que recoge y canaliza longitudinalmente las aguas superficiales y de infiltración. Las cunetas revestidas en concreto se diseñan para que al final de su longitud su sección llegue al nivel de rebosamiento.⁶

La cuneta puede tener secciones de diferentes formas según el caudal que se transporte con el fin de evitar desbordamientos de agua durante su recorrido, las hay en forma trapezoidal, triangular o rectangular, (www.construdata.com); durante la pasantía y la construcción de las obras de protección del puente se incluye la realización de cunetas de forma trapezoidal, ya que están incluidas en la obras de protección.

2.3 Marco Teórico

Puentes Metálicos:

Los puentes metálicos deben diseñarse estéticamente de modo que armonice y enriquezca la belleza de sus alrededores. Normalmente se colocan dos cerchas paralelas que se arriostran entre sí y la transmisión de las cargas de los vehículos se hace en dos tipos: de tablero inferior (la forma más común) y de tablero superior según el gálibo; en ambos casos la armadura desempeña un papel preponderante, componente que corresponde a una viga compuesta por elementos relativamente cortos y esbeltos conectados por sus extremos, es así, que la carga fija del peso del pavimento y la carga móvil que atraviesa el puente se transmiten por medio de las viguetas transversales del tablero directamente a las conexiones de los elementos de la armadura.

Al respecto, cabe resaltar que en las diversas configuraciones triangulares creadas por el ingeniero diseñador, cada elemento queda o en tensión o en compresión, según el patrón de cargos, pero nunca están sometidos a cargos que tiendan a flexionarlos, es así que este sistema

genera un costo razonable y con un gasto mínimo de material estructural de metal que salvan desde treinta hasta más de cien metros, distancias que resultan económicamente imposibles para estructuras que funcionen a base de flexión, como las vigas simples.

Dentro de este orden de ideas, resulta claro que en estos puentes además de las cerchas paralelas se usa un conjunto de vigas transversales que trasladan las cargas de peso propio y de los vehículos a los nudos inferiores de la cercha. Para alimentar las vigas transversales se usan también vigas longitudinales sobre las cuales se apoya directamente la placa de concreto reforzado que sirve de tablero al puente, como se aprecia en la figura siguiente

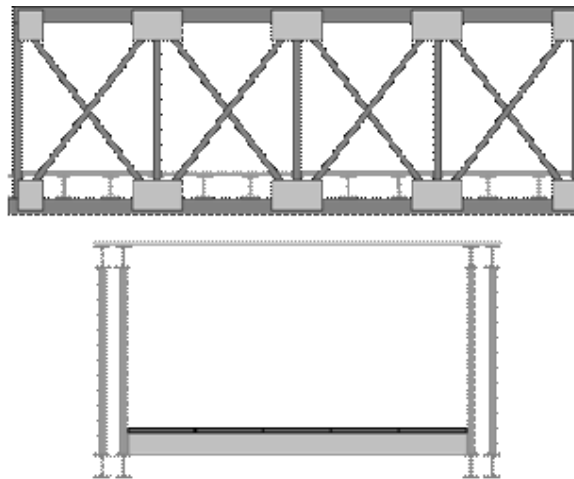


Figura 3 Puente con celosías metálicas

Fuente: www.google.com

A título ilustrado, cabe mencionar que los puentes de acero construidos han permitido alcanzar luces importantes, que para el caso de los puentes sobre vigas metálicas pueden vencer luces de hasta 45 mts (similar al preesforzado tradicional), mientras que con puentes metálicos en celosías se ha alcanzado los 80 mts, y con puentes metálicos en arco se ha llegado hasta 100 mts, lo que puede visualizarse en la figura siguiente



Figura 4. Vista inferior de las vigas transversales y longitudinales de un puente de cerchas de acero
Fuente: www.google.com

Dentro de este marco teórico, se explican los puentes metálicos conformados por elementos longitudinales de sección transversal limitada, que resisten las cargas por la acción de flexión, en este sentido, la acción de las cargas es transversal a la longitud del elemento (acción de viga); con ello se presentan en la sección transversal, simultáneamente, esfuerzos de tensión y compresión, complementados con los de corte, generalmente pequeños, en este caso, la transmisión de fuerzas a flexión es mucho menos eficiente que la transmisión axial. Las vigas se pueden unir rígidamente con elementos verticales a través de los nudos, generando mejoras en la capacidad de carga, la disminución de las deflexiones y un aumento en la capacidad de resistir fuerzas horizontales, como las de viento o sismo.

En este orden de ideas, aparecen otros componentes de suma importancia en la construcción de puentes metálicos como son los emparrillados conformados con elementos rectos horizontales en ambas direcciones, unidos rígidamente a través de nudos, conforman sistemas de masa activa que permiten aumentar la capacidad portante de las vigas y reducir las deflexiones. Cuando la masa se distribuye uniformemente y desaparecen las vigas individuales, se tienen las placas o losas, que permiten más cargas con menores deflexiones,

dentro de ciertos rangos de relación entre las luces.

Al respecto, las vigas son elementos estructurales que pueden soportar cargas apreciables con alturas limitadas, sin embargo, esta condición hace que las deflexiones sean grandes y requieran ser controladas, mediante alturas mínimas y exigen además que los materiales usados puedan resistir esfuerzos de tensión y compresión de casi igual magnitud. Para optimizar su uso, la industria de la construcción ha desarrollado los denominados “perfiles estructurales de ala ancha” en acero estructural, los cuales, sin embargo, tienen limitaciones por la posibilidad de pandeo en la zona de compresión de la viga.

Complementando lo anterior, es importante indicar que en vigas de “celosía”, como la sección no es continua, las fuerzas resultantes de compresión y tensión se concentran en los elementos de la parte superior e inferior, y actúan en sus áreas transversales; el brazo del par o momento resistente, característico de la flexión, es prácticamente constante, pues no existe la distribución triangular de esfuerzos. La capacidad a cortante de la viga es suministrada por los elementos diagonales, que en este caso actúan a compresión, en la figura siguiente se aprecia un ejemplo de viga de celosia

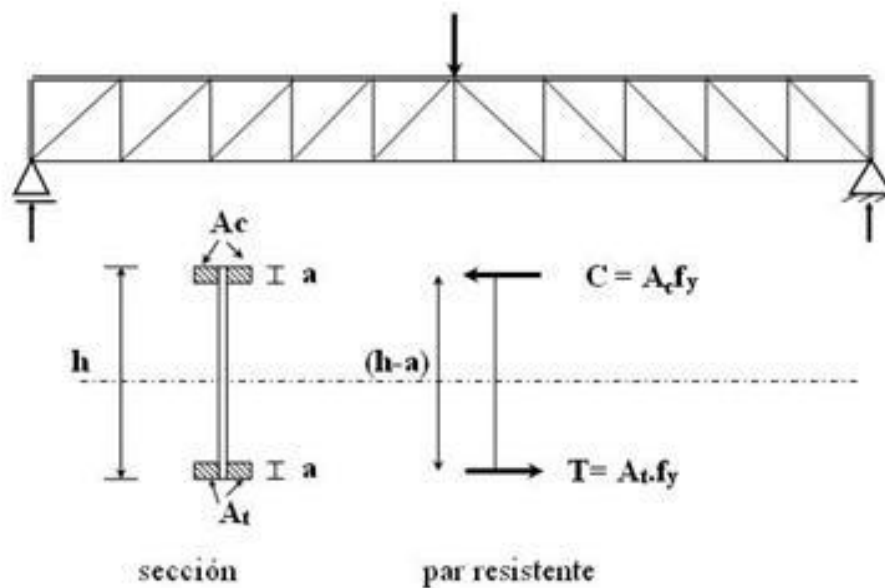


Figura 5 Viga en celosía, momento resistente
Fuente: www.google.com

En materiales como el acero estructural se aprovecha el comportamiento inelástico del mismo y se trabaja con un diagrama rectangular como se muestra en la figura siguiente en el cual el esfuerzo máximo es el de fluencia del acero.

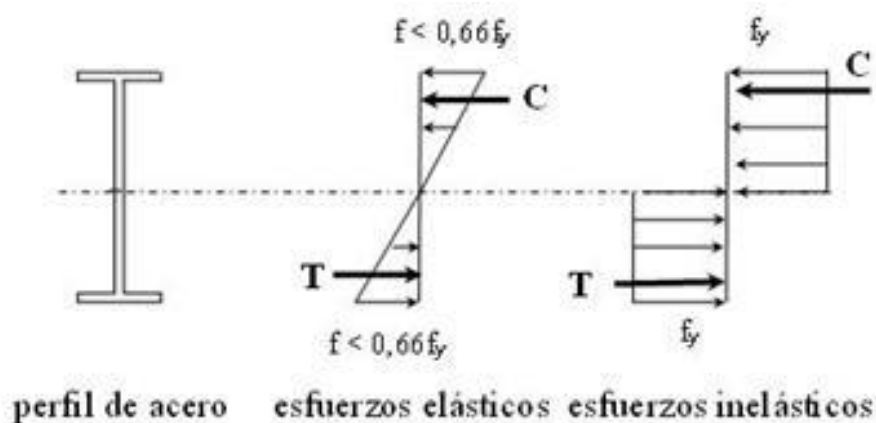


Figura 6 Comportamiento elástico e inelástico de los perfiles de acero estructural a flexión
Fuente: www.google.com

Características de puentes metálicos:

Las características de los puentes metálicos se compendian a continuación

Uniformidad.- Las propiedades del acero no cambian considerablemente con el tiempo.

Alta resistencia.- La alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será poco el peso de las estructuras, esto es de gran importancia en puentes de grandes claros.

Durabilidad.- Las estructuras durarán de forma definitiva si tienen un adecuado mantenimiento.

Ductilidad.- Es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. La naturaleza dúctil permite fluir localmente evitando fallas prematuras.

Tenacidad.- Poseen resistencia y ductilidad, siendo la propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades.

Elasticidad.- Se acerca más a la hipótesis de diseño debido que sigue la ley de Hooke.

Costo de recuperación.- Se los puede reutilizar como chatarra.

Tipos de apoyos:

En materia de apoyos, las pilas corresponden a la parte de la subestructura que soporta el tablero de la superestructura, las cuales tienen cimentación superficial o profunda a través de pilotes o caissons. La mayoría son en concreto reforzado y de tipo muro, columnas con viga cabezal y torre metálica.

Se presenta el tipo de apoyos fijos y móviles identificados en los estribos, encontrando que la mayoría son placas de neopreno, apoyos de rodillos y apoyos tipo balancín, ilustrados en la figura siguiente

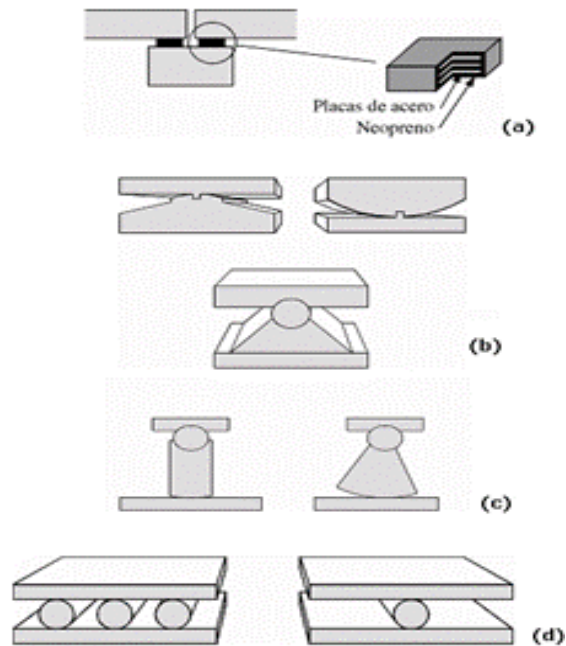


Figura 7. Algunos tipos de apoyo en puentes (a. Placas de neopreno, b. Fijo de acero, c. Balancín, d. Rodillos)

Fuente: www.google.com

Tipos de puentes metálicos:

Las características de los puentes metálicos están centradas en armaduras que funcionan de forma análoga a la viga; la hilera superior de elementos, llamado cordón superior, queda en compresión, al igual que el ala superior de la viga y los elementos que forman el cordón inferior, como el ala inferior de la viga, quedan en tensión.

A lo anterior se suma que los elementos verticales y diagonales que van de uno a otro cordón quedan en tensión o en compresión según la configuración y según cambia la posición de

la carga móvil. Los elementos sujetos sólo a tensión bajo cualquier patrón de carga posible son esbeltos, los demás elementos son más masivos; pueden ser piezas que dejen el centro hueco y que a su vez estén formadas por pequeños elementos triangulares.

Puentes con armaduras poligonales o parabólicas: El cordón superior es de forma poligonal con su punto de mayor peralte en el centro. El cordón inferior es generalmente horizontal.

Puentes con armaduras rectangulares: El cordón poligonal es el cordón horizontal.

Puentes con armadura de tablero superior: Queda totalmente debajo del tablero, el cual se apoya sobre las placas de los cordones superiores.

Puentes con armadura de tablero superior: Sostiene al tablero por medio de las placas o pasadores de sus cordones inferiores, según la figura siguiente

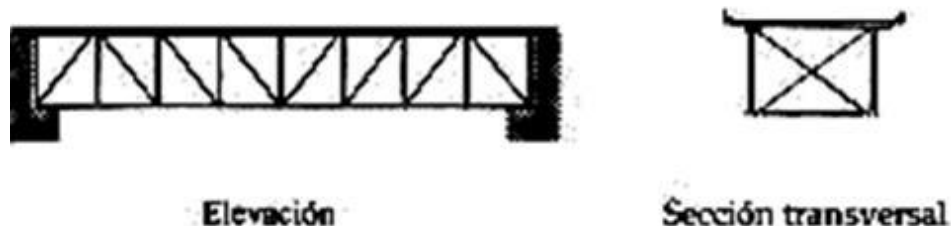


Figura 8. Armadura de tablero superior

Fuente: www.google.com

Puentes con armadura de tablero inferior: Cuyas vigas armadas están unidas por encima del nivel del tablero por elementos de arriostramiento, en la figura siguiente puede apreciarse el puente con armadura de tablero inferior.

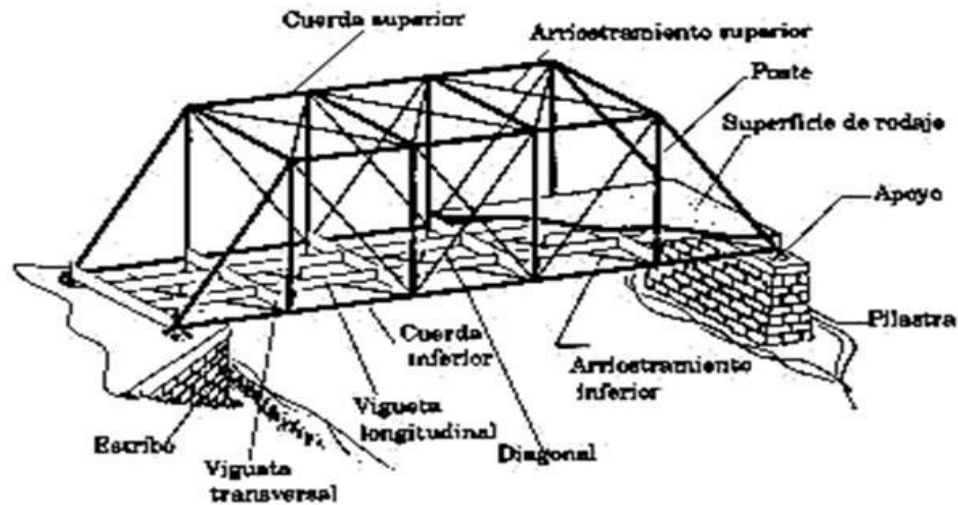


Figura 9. Elementos de un puente de armadura de tablero inferior
Fuente: www.google.com

Puentes de armazón lateral: No tiene arriostramiento uniendo a sus cordones superiores.

Puentes de armadura de "N"s": Fue patentizada por los estadounidenses hermanos Pratt en 1844. Esta configuración se distingue por tener sus diagonales siempre bajando en dirección al centro del tramo, de forma que sólo están sujetas a tensión. Puede variar según su silueta sea rectangular o poligonal. Las armaduras poligonales de "N"s" de tramos del orden de los cien metros pueden tener diagonales adicionales que no alcancen de cordón a cordón, denominadas subdiagonales.



Figura 10. Puentes de armaduras

Fuente: www.google.com

Puentes de armaduras "doble N's": En 1847 se patentizó, en la cual los postes verticales quedan más cercanos unos a otros y las diagonales los atraviesan por sus puntos medios hasta terminar en el próximo panel.

Puentes de armadura de "W's": Fue patentizada en 1848 por dos ingenieros británicos. Esta configuración tiene sus diagonales en direcciones alternadas y generalmente combinadas con elementos verticales o postes. Una variación de ésta tiene dos sistemas de diagonales en direcciones opuestas, la armadura de "X's", también conocida como "sistema Eiffel". La armadura "de celosía" tiene tres sistemas de diagonales tipo "W" superpuestos.

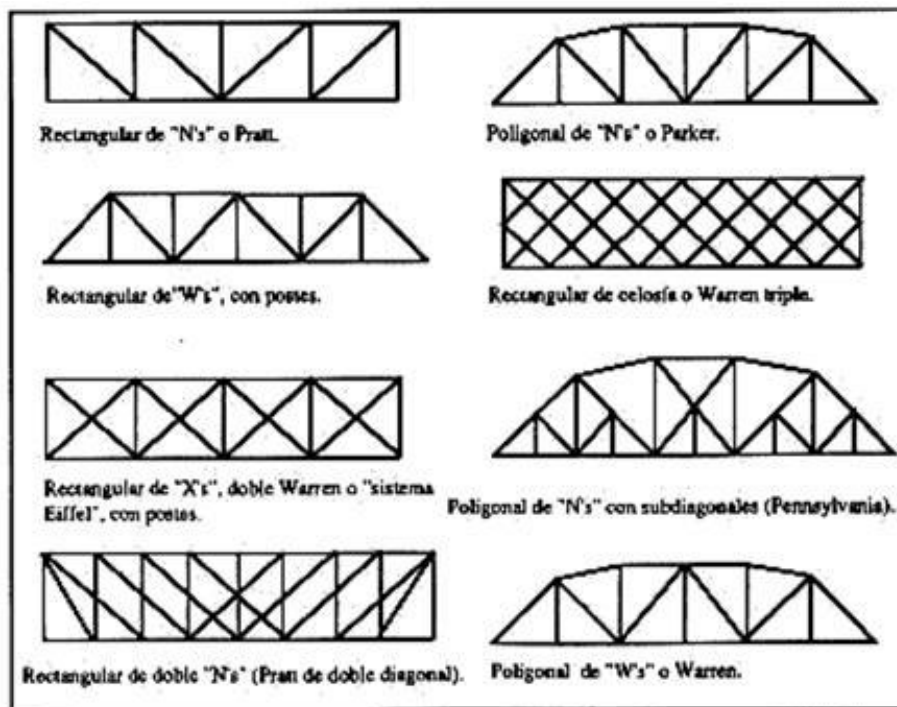


Figura 11. Tipos de armazón usados en puentes

Fuente: www.google.com

Puentes de armadura rígida: Combinan las planchas y estribos de los puentes de placas con las vigas y estribos de los de viga; esta combinación forma unidades sencillas sin articulaciones de unión entre las piezas. Son armaduras de acero rodeadas de hormigón. De origen muy reciente, resultan sumamente útiles para separar en niveles los cruces de carreteras y ferrocarriles. En estos cruces suele ser conveniente que la diferencia de niveles sea mínima y los puentes de la clase que nos ocupa son susceptibles de recibir menor altura en un mismo tramo que los otros tipos.

Puentes de armadura sencilla: Las armaduras de los puentes modernos adoptan muy variadas formas. Las armaduras Pratt y Warren, de paso superior o inferior, son las más utilizadas en puentes de acero de tramos cortos. Para los puentes de tramos largos se emplea la armadura

Parker, de cordón superior curvo, también llamada armadura Pratt, y para los de vanos largos y viga de celosía sencilla se utilizan estructuras con entrepaños subdivididos. Las armaduras para vanos largos están subdivididas en forma que la longitud de los largueros no sea excesiva; a medida que aumenta la anchura del vano, debe hacerlo la altura de la armadura tanto para evitar las flexiones excesivas como por razones de economía. Los miembros metálicos de los puentes con viga de celosía se construyen de muy diversas formas.

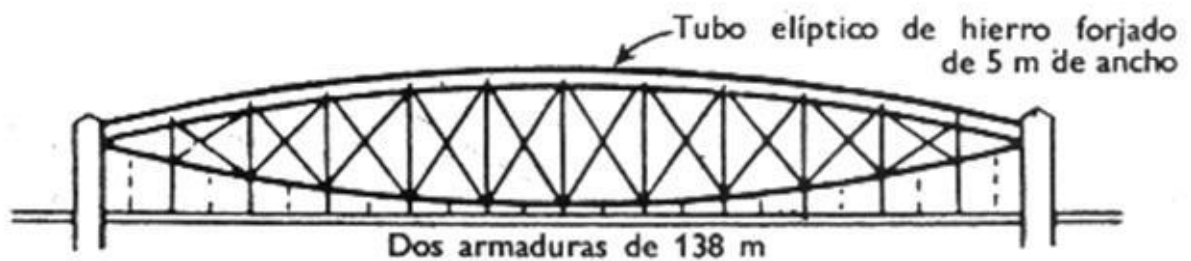


Figura 12. Armadura lenticular del puente de Saltash (1859)

Fuente: www.google.com

Puentes de vigas laterales: Los primeros puentes establecidos por la humanidad fueron puentes de vigas: troncos atravesados sobre ríos u hondonadas. Cuando el hombre tuvo bestias de carga se vio obligado a colocar dos o más troncos juntos y tender sobre ellos una cubierta o piso plano para que éstas pudieran pasar. Cuando la distancia a salvarse resultaba mayor que la longitud práctica de las vigas de troncos, se recurrió a la colocación de tramos de maderos sobre una serie de soportes intermedios o pilas.

La viga es una estructura horizontal que puede sostener carga entre dos apoyos sin crear empuje lateral en éstos. En este tipo de estructura se desarrolla compresión en la parte de arriba y tensión en la parte de abajo. La madera y la mayoría de los metales son capaces de resistir ambos tipos de esfuerzo, al igual que el hormigón con refuerzo de acero.

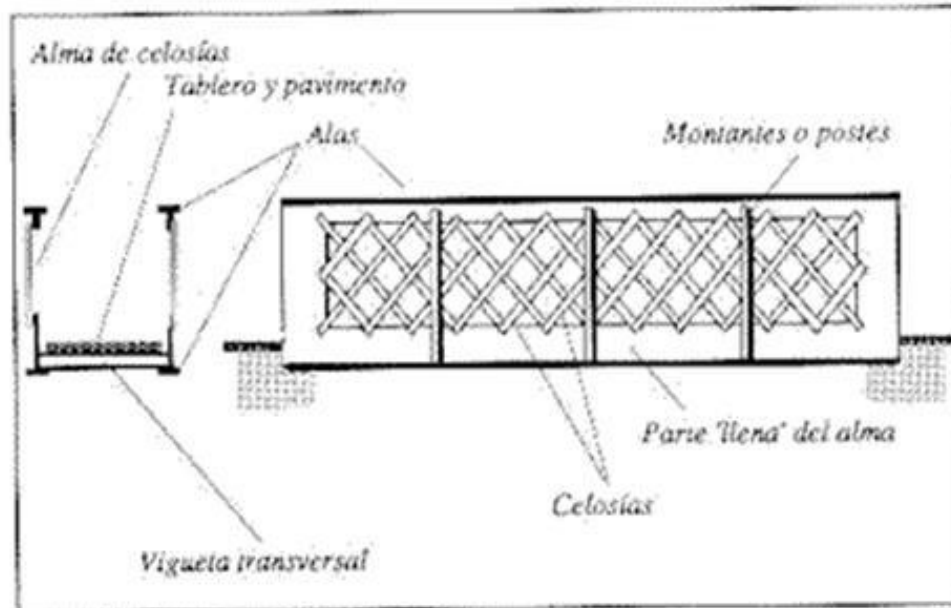


Figura 13. Elementos de un puente de vigas laterales, usando como ejemplo una viga de celosía
Fuente: www.google.com

Diseño

Todo puente debe ser diseñado para soportar con seguridad todos los vehículos que puedan pasar sobre él, durante su vida útil. Sin embargo, no es posible para el diseñador conocer con exactitud que vehículos solicitarán la estructura o cuál será la vida útil del mismo.

Para garantizar la seguridad de la estructura, se deben mantener algunas medidas de control y hacerse algunas previsiones en cuanto a la resistencia para soportar cargas actuales y futuras según diseño norteamericano AASTHO, el mismo que fija las cargas que actúan sobre los elementos de los puentes.

Este reglamento si bien es cierto que ha sido muy bien probado en los Estados Unidos por más de 45 años, está desarrollado para características viales propias de ese medio, con geografía y volúmenes de tráfico diferentes entre otros parámetros de comparación. En vista

de esto, es necesario tener en cuenta que al aplicar este código (AASHTO), para el diseño de puentes en nuestro medio, se deben observar las diferencias antes anotadas, y en base a un criterio realista de las características viales de nuestro país, efectuar los ajustes correspondientes a éstas normas.

Según el Departamento Estructural del Ministerio de transporte y Obras Públicas para el diseño de puentes metálicos se utiliza el método LRFD, el mismo que sirve para los estados límite de resistencia de las estructuras mediante el cual ningún estado límite aplicable es excedido cuando la estructura está sujeta a todas las combinaciones de carga factorizadas. Consiste en proporcionar la estructura de tal manera que la resistencia requerida sea menor o igual que la resistencia de diseño de cada componente estructural.

Normativa

Estados límite de servicio en puentes

En el caso de puentes o pasarelas resulta siempre necesario controlar el Estado Límite de deformaciones transversales en paneles esbeltos y el Estado Límite de plastificaciones locales.

En el caso de puentes, o de elementos estructurales de especial relevancia, puede ser necesario considerar los efectos de los cambios de espesor de las chapas en la estimación de las acciones de peso propio y en las rigideces del modelo estructural.

Estado límite de deformaciones

El Estado Límite de deformaciones en una estructura metálica se satisface si los movimientos (flechas o rotaciones) en la estructura, o elementos estructurales son menores que unos valores límites máximos.

La comprobación del Estado Límite de deformaciones tendrá que realizarse en todos aquellos casos en los que las deformaciones puedan afectar a la estética, funcionalidad o durabilidad de la propia estructura o de los elementos por ella soportados.

Si la funcionalidad o el deterioro de la estructura, maquinaria, equipamientos o elementos no estructurales (tabiques, cerramientos, barandillas, servicios, instalaciones, solados, por ejemplo) pueden verse afectados por las deformaciones, su control se limitará a los efectos de las cargas permanentes o variables que se apliquen después de la puesta en obra del elemento afectado.

Si se considera la estética o apariencia de la estructura, se estudiará con la combinación cuasi-permanente de acciones.

Si se analiza el confort del usuario o el correcto funcionamiento de los equipos bajo los efectos dinámicos derivados de las deformaciones (maquinaria, peatones, vehículos, trenes, etc.), sólo se tendrán en cuenta los efectos de las sobrecargas que resulten pertinentes.

Los valores máximos admisibles de las deformaciones dependen del tipo y función de la estructura, de las exigencias funcionales y de confort que deba satisfacer y de las condiciones que puedan imponer otros elementos no estructurales que se apoyen en ella, que a su vez pueden estar afectados por el tipo o procedimiento de fijación o montaje que se utilice.

Límites de deformaciones en puentes

El control de deformaciones (flechas y curvaturas) en puentes y pasarelas debe garantizar la adecuada apariencia y funcionalidad de la obra, evitando:

Efectos dinámicos amplificados, o no deseados, debidos a impactos del tráfico circulante.

Daños en el revestimiento de la calzada de puentes carreteros, o en el balasto y sistemas de vía de puentes ferroviarios.

Alteraciones en el correcto funcionamiento del sistema de drenaje.

Impresiones visuales no adecuadas de la geometría final de la estructura.

Sensaciones que afecten al confort de los usuarios.

Alteraciones en las condiciones finales de la rasante (planta, alzado, peraltes) respecto de las alineaciones de proyecto.

Afecciones al funcionamiento y durabilidad de juntas, apoyos, barandillas, instalaciones, etc., muy sensibles a quiebros o cambios bruscos de pendiente en la deformada.

El Proyecto deberá definir unas contraflechas teóricas de ejecución tales que, para la totalidad de la carga permanente, la rasante final de la estructura corresponda a la geometría prevista.

La correcta evaluación y control de las contraflechas de ejecución en puentes metálicos exige una gran precisión, ya que cualquier infra o sobrevaloración de las mismas puede acarrear desvíos superiores a las tolerancias admisibles.

Para ello resulta necesario:

a) Evaluar con precisión las magnitudes reales de las cargas de peso propio y cargas muertas, así como su secuencia de aplicación sobre la estructura.

b) Estimar adecuadamente la rigidez de la estructura en cada una de las fases de montajes evolutivos, incluyendo la deformación por cortante o posibles deslizamientos en las uniones atornilladas, si fuera necesario.

c) Considerar en el modelo las rigideces a torsión en cada fase, cuando se trate de puentes curvos o sometidos a cargas permanentes excéntricas.

d) Plantear las medidas correctoras, mediante contraflechas adicionales o procedimientos adecuados de soldadura, de las deformaciones producidas por la ejecución de las uniones soldadas.

e) Incluir en el Control de Calidad de la ejecución en taller y del montaje en obra, el seguimiento de la evolución de la deformada de la estructura en las sucesivas etapas de su fabricación y montaje, así como su contraste con las previsiones teóricas del proyecto.

f) Acompañar el control de flechas máximas con el de rotaciones en los apoyos sobre pilas intermedias y estribos, así como en las secciones de conexión entre tramos, evitando quiebros inadmisibles, o previendo cuñas metálicas u otras medidas correctoras de la nivelación de los sistemas de apoyo.

En ausencia de criterios alternativos fijados por el proyectista, pueden establecerse como valores límite de las tolerancias dimensionales, para las desviaciones en planta y alzado al final del montaje, las siguientes:

Autopistas, autovías y vías rápidas

Carreteras con circulación rápida

Pasarelas y carreteras con circulación lenta

Puentes isostáticos de un vano.

Control de vibraciones en puentes

Los puentes deben cumplir los requisitos de los Estados Límite de Servicio bajo los efectos dinámicos de las cargas de tráfico, ferrocarril, peatones, bicicletas y viento.

Las vibraciones en puentes y pasarelas no deben causar inquietud en los pasajeros de vehículos, circulando o detenidos sobre el tablero, ni en los peatones, si se proyectan aceras transitables. También resulta conveniente limitar el nivel de emisión de ruidos a causa de las vibraciones, especialmente en puentes ubicados en entornos urbanos.

Tales condiciones se cumplen generalmente cuando la máxima aceleración vertical que puede producirse, en cualquier zona o elemento transitable por peatones, no supere el valor $0,5 f_0$, en $[m/seg^2]$, siendo f_0 la frecuencia del primer modo de vibración vertical, considerando únicamente las cargas permanentes, expresada en hertzios.

Este requisito afecta únicamente al caso de pasarelas y puentes con aceras transitables. El general, los puentes carreteros sin aceras transitables no necesitan un control de vibraciones en condiciones de servicio.

El control de vibraciones en puentes de ferrocarril, principalmente en líneas de alta velocidad, requiere requisitos específicos más estrictos.

En tableros con voladizos esbeltos transitables es preciso controlar no sólo la vibración general de la estructura, sino también la vibración propia de los voladizos y la

posible interacción entre ambas.

Con independencia de la respuesta general de la estructura, debe prestarse atención a la posible presencia de barras, tirantes, elementos secundarios de arriostramiento, etc., cuyas frecuencias propias de vibración, próximas a las frecuencias de excitación debidas al paso de vehículos o peatones sobre el tablero, sean susceptibles de desencadenar problemas de resonancia. En estos casos debe actuarse incrementando la rigidez propia de dichos elementos asilados o, en algunos casos especiales (tirantes por ejemplo), disponiendo sistemas específicos de amortiguación.

Para cálculos dinámicos en servicio de puentes metálicos se adoptará, salvo justificación específica, un factor de amortiguamiento crítico del 0,4%.

Criterios aproximados para puentes

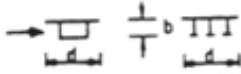




Puentes		Cumple los criterios si:	
		$d/b \leq 5$	$d/b \geq 10$
Tipos de apoyo para las fuerzas horizontales		$l/b < 8$	$l/b < 14$
		< 16	< 29
		< 24	< 44
		< 32	< 58

Figura 14. Elementos de un puente de vigas laterales, usando como ejemplo una viga de celosía
Fuente: www.google.com

Consideraciones de durabilidad

Generalidades

La durabilidad de una estructura de acero es su capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que podrían llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

Una estructura durable debe conseguirse con una estrategia capaz de considerar todos los posibles factores de degradación y actuar consecuentemente sobre cada una de las fases de proyecto, ejecución y uso de la estructura.

Una estrategia correcta para la durabilidad debe tener en cuenta que en una estructura puede haber diferentes elementos estructurales sometidos a distintos tipos de ambiente.

Aspectos generales

La durabilidad del puente metálico abarca la vida útil de las juntas, apoyos, barandillas, instalaciones, etc., muy sensibles a cambios bruscos de pendiente en la deformada.

Es necesario prever una etapa de operación y mantenimiento, es decir que para prolongar la vida útil del puente metálico se requiere de mantenimiento periódico tanto en la infraestructura como en la superestructura, es decir limpieza de áreas cercanas a las pilas o torres, limpieza de obras de drenaje, arreglo de la capa de rodadura, arreglo de tablero, reconformación de accesos, pintura, señalización, etc.

La durabilidad también depende de los métodos constructivos empleados y los materiales utilizados debiendo cumplir con las especificaciones y normativas mínimas.

El excesivo número de juntas que siempre, por muy eficaces que sean, son caminos de entrada de agua a las vigas y a la cabeza de pilas y estribos pueden ocasionar daños a la estructura, al igual que la mala evacuación del agua de los tableros por la dificultad de disponer correctamente los desagües del tablero generando problemas de durabilidad.

Consideración de la durabilidad en la fase de proyecto

El proyecto de una estructura de acero debe incluir las medidas necesarias para que la estructura alcance la duración de la vida útil prefijada, de acuerdo con las condiciones de agresividad ambiental y con el tipo de estructura. Para ello, deberá incluir una estrategia de durabilidad.

En la protección frente a los agentes físicos y químicos agresivos, las medidas preventivas suelen ser las más eficaces y menos costosas. Por ello, la durabilidad es una cualidad que debe tenerse en cuenta durante la realización del proyecto, estudiando la naturaleza e intensidad potencial previsible del medio agresivo y seleccionando las formas estructurales, los materiales, y los procedimientos de ejecución más adecuados en cada caso. La selección del tipo de ambiente debe tener en cuenta la existencia de una serie de factores que son capaces de modificar el grado de agresividad que, a priori, podría considerarse como característico de la zona geográfica en la que se encuentra la estructura. Así, localizaciones relativamente próximas pueden presentar distintas clases de exposición en función de la altitud topográfica, la orientación general de la estructura, la naturaleza de la superficie (cubierta vegetal, rocosa, etc.), la existencia de zonas urbanas, la proximidad a un río, etc.

Estrategia para la durabilidad

a) Prescripciones generales:

Es necesario seguir una estrategia que considere todos los posibles mecanismos de degradación, adoptando medidas específicas en función de la agresividad a la que se encuentre sometido cada elemento.

La estrategia de durabilidad incluirá, al menos, los siguientes aspectos:

b) Selección de la forma estructural:

En el proyecto se definirán los esquemas estructurales, las formas geométricas y los detalles que sean compatibles con la consecución de una adecuada durabilidad de la estructura. El proyecto debe facilitar la preparación de las superficies, el pintado, las inspecciones y el mantenimiento.

Se procurará evitar el empleo de diseños estructurales que conduzcan a una susceptibilidad elevada a la corrosión. Para ello, se recomienda que las formas de los elementos estructurales sean sencillas, evitando una complejidad excesiva, y que los métodos de ejecución de la estructura sean tales que no se reduzca la eficacia de los sistemas de protección empleados (por daños en el transporte y manipulación de los elementos).

Se tenderá a reducir al mínimo el contacto directo entre las superficies de acero y el agua, evitando la formación de depósitos de agua, facilitando la rápida evacuación de ésta e impidiendo el paso de agua sobre las zonas de juntas. Para ello, deben adoptarse precauciones como evitar la disposición de superficies horizontales que promuevan la acumulación de agua o suciedad, la eliminación de secciones abiertas en la parte superior que faciliten dicha acumulación, la

supresión de cavidades y huecos en los que puede quedar retenida el agua, y la disposición de sistemas adecuados y de sección generosa para conducción y drenaje de agua.

Cuando la estructura presente áreas cerradas (interior accesible) o elementos huecos (interior inaccesible), debe cuidarse que estén protegidos de manera efectiva contra la corrosión. Para ello, debe evitarse que quede agua atrapada en su interior durante el montaje de la estructura, así como deben disponerse las medidas necesarias para la ventilación y drenaje (interiores accesibles), y deben sellarse de manera efectiva frente a la entrada de aire y humedad, mediante soldaduras continuas, los interiores inaccesibles.

Debe evitarse la corrosión potencial en orificios estrechos, hendiduras ciegas y uniones solapadas, mediante un sellado eficaz, que en general estará constituido por soldaduras continuas.

Debe prestarse una atención especial a la protección contra la corrosión de las uniones, tanto atornilladas (de manera que los tornillos, tuercas y arandelas tengan la misma durabilidad que el resto de la estructura) como soldadas (cuidando que la superficie de la soldadura esté libre de imperfecciones, como fisuras, cráteres y proyecciones, que son difíciles de cubrir eficazmente por la pintura posterior), así como tener en cuenta, en el caso de disposición de refuerzos o de ejecución de entallas (en almas, refuerzos, etc.), la necesidad de permitir una adecuada preparación de la superficie y aplicación de la pintura (soldando de manera continua la intersección entre el refuerzo y el elemento reforzado, disponiendo un radio mínimo de 50 mm en las entallas y evitando cualquier retención de agua).

Sobreespesores en superficies inaccesibles:

Las superficies de estructura de acero sometidas a riesgo de corrosión que sean inaccesibles a la inspección y mantenimiento y que no sean adecuadamente selladas, deberán tener inicialmente una protección adecuada a la vida útil prevista, debiendo además incrementarse el espesor del acero estrictamente resultante del cálculo estructural, con un sobreespesor que compense el efecto de la corrosión durante la vida útil.

Utilización de aceros con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica:

Los aceros con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica podrán utilizarse sin pintura de protección en las superficies exteriores, incrementando el espesor nominal, obtenido en el cálculo, en 1 mm por la superficie expuesta al ambiente exterior. En la superficie interior de secciones cerradas inaccesibles se aplicará pintura de protección adecuada a la vida útil prevista, y sobreespesor de acero.

El empleo de estos aceros en los casos en que se prevé que su superficie va a estar en contacto con el terreno o el agua durante largos períodos, permanentemente húmeda, o sometida a ambiente marino con salinidad moderada o elevada, ambiente industrial con alto contenido en SO₃, o presencia de sales de deshielo, precisa un estudio detallado de su conveniencia, debiendo en tales casos protegerse superficialmente el acero.

c) Detalles constructivos:

Se recomienda evitar los detalles constructivos indicados como inadecuados en las figuras que siguen, empleando los considerados adecuados en las mismas. Los detalles adecuados son conformes con los criterios generales indicados en 31.2.2

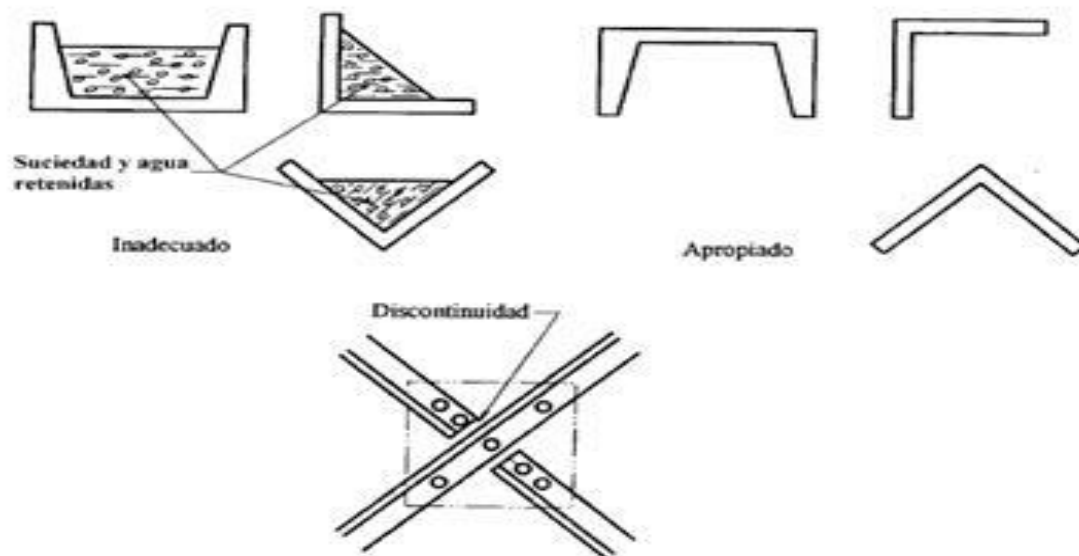


Figura 15. Prevención de la acumulación de agua y suciedad
Fuente: www.google.com

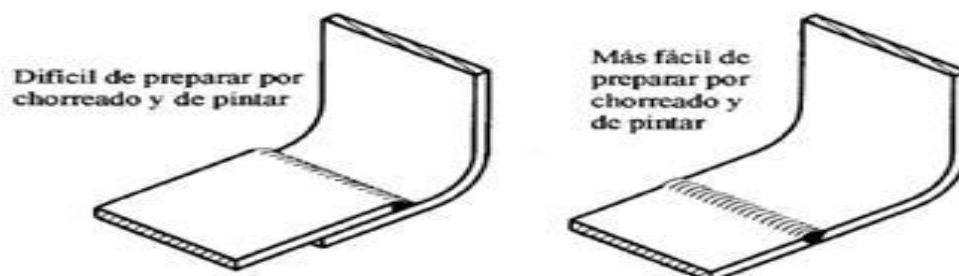


Figura 16. Elementos Realización de soldaduras
Fuente: www.google.com

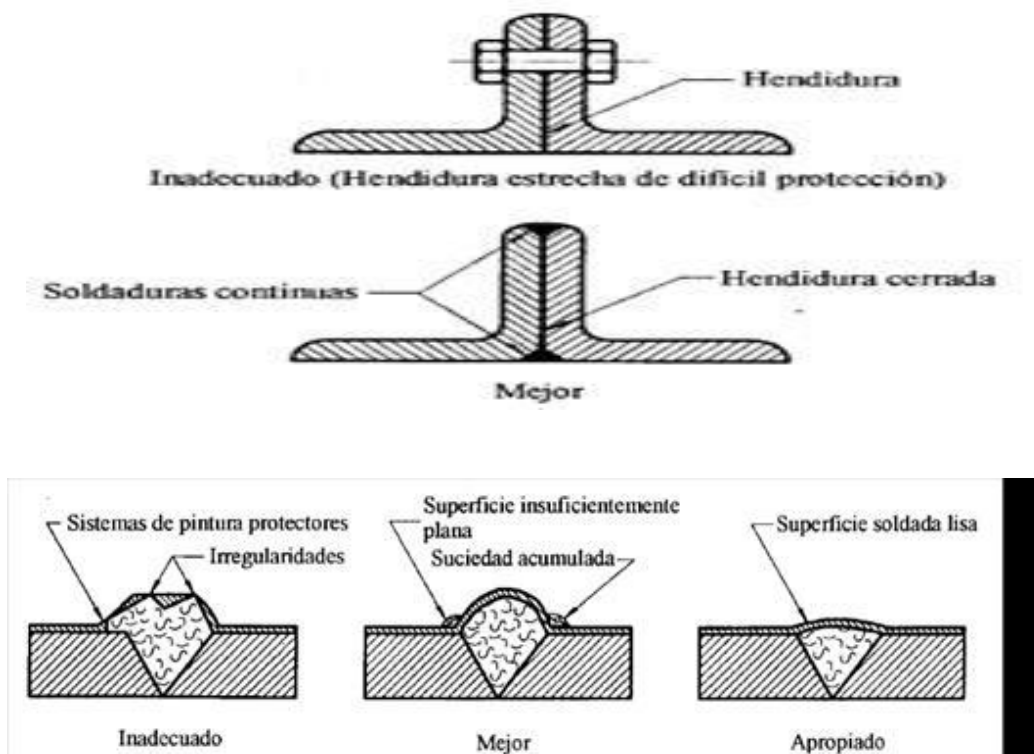


Figura 17. Eliminación de imperfecciones en la superficie de las soldaduras
Fuente: www.google.com

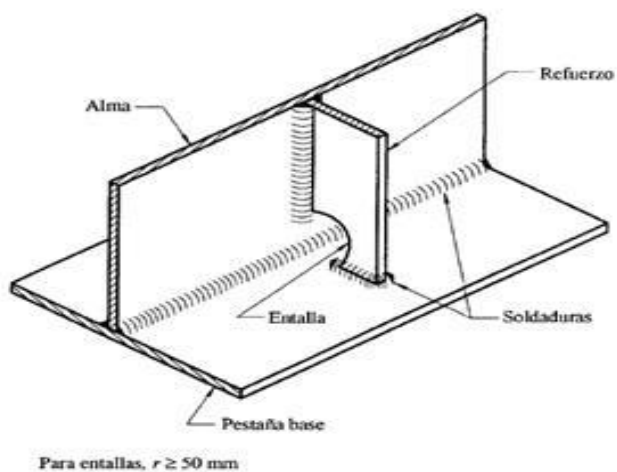


Figura 18. Diseño recomendado de esfuerzos para la protección frente a la corrosión
Fuente: www.google.com

d) Medidas especiales de protección

En casos de especial agresividad, cuando las medidas normales de protección no se consideren suficientes, se podrá recurrir a la disposición de sistemas especiales de protección. El proyecto deberá tener en cuenta la vida útil de la protección especial adicional, y establecer el mantenimiento adecuado del mismo.

Algunos ejemplos de medidas especiales de protección pueden ser los siguientes:

- a) Aplicación de materiales de recubrimiento en polvo.
- b) Productos para el tratamiento químico de superficies (por ejemplo, soluciones fosfatantes).
- c) Protección catódica (por ejemplo, en caso de riesgo especial de corrosión galvánica).

Condiciones para facilitar la inspección y el mantenimiento En la medida de lo posible, se deberá prever el acceso a todos los elementos de la estructura, así como a los apoyos, juntas y elementos de drenaje, estudiando la conveniencia de disponer sistemas específicos que faciliten la inspección y el mantenimiento durante la fase de servicio. Por ello, y dado que la inclusión en servicio de sistemas de acceso para el mantenimiento no previstos inicialmente es una tarea difícil, el proyecto deberá establecer los sistemas de acceso necesarios, que pueden incluir pasarelas fijas, plataformas motorizadas u otros medios auxiliares.

El criterio fundamental de accesibilidad es que todas las superficies de la estructura que han de ser inspeccionadas y mantenidas deben ser visibles y deben encontrarse al alcance del operario de mantenimiento mediante un método seguro. El operario debe poder desplazarse por todas las partes de la estructura a mantener y debe tener el espacio adecuado para trabajar en ellas.

Debe prestarse una atención especial a la accesibilidad a áreas cerradas de la estructura,

como cajones metálicos. Las aberturas de acceso deben tener un tamaño suficiente para permitir un acceso seguro, tanto para los operarios como para los equipos de mantenimiento.

Se recomiendan dimensiones mínimas de 500x700 mm (ancho x alto) en los accesos rectangulares u ovals, y de diámetro mínimo 600 mm en los accesos de forma circular. Además, deben existir orificios de ventilación adecuados al sistema de protección empleado en el mantenimiento.

Consideraciones constructivas:

Materiales:

Certificados de calidad de origen del material en cuanto a posición química y resistencia.

Ensayos de tensión, análisis químico.

Verificar la homogeneidad del material por medio de ultrasonido y medición de espesores de algunas láminas.

Calidad:

Cumpliendo con las especificaciones, la calidad del producto (control de cronogramas, materiales, fabricación, embalaje y montaje).

Ensamble:

Consiste en el armado y soldadura de un elemento principal que se compone de platabandas, almas, atiesadores, cartelas, ángulos de conexión, etc.

Pre-ensamble:

Rectificar longitud total y camber o contraflecha del puente

Corregir defectos e imprecisiones por el proceso de preparación y soldadura del material

Confirmar el ensamble adecuado y ajuste de uniones de campo, estampe del soldador.

Revisión detallada dimensional

Como procedimiento adicional se elabora un plano indicativo donde se asigna la numeración de los extremos de los elementos principales que van a ser conectados en el pre-ensamble y en el montaje, recomendable para que no exista confusión debido a que únicamente se ensamblarán los extremos que tengan la misma identificación.

Montaje:

La operación de montaje es la parte de mayor importancia de todo el proceso constructivo, se compone de: transporte, armado en sí de la estructura, soldadura, pulido, control e inspección. En el montaje se realiza el ensamble de los distintos elementos, a fin de que la estructura se adapte a la forma prevista en los planos de taller con las tolerancias establecidas. No se comienza el atornillado definitivo o soldeo de las uniones de montaje hasta haber comprobado que la posición de los elementos de cada unión coincida con la posición definitiva.

Transporte: El transporte de los elementos estructurales hacia su sitio final se lo efectúa por medio de grandes camiones, tráileres, en tanto que el transporte interno se lo efectúa con ayuda de grúas, plumas o tecles, con las respectivas instrucciones de seguridad especificadas por la compañía a cargo del levantamiento de la estructura. El transporte debería realizarse fuera de horarios de trabajo de los soldadores con la finalidad de optimizar el desempeño y tiempo efectivo de trabajo.

Armado O Montaje: En el armado se construyen los cordones de soldaduras provisionales como paso previo para la soldadura definitiva de las juntas.

Soldadura: Dentro de los procesos señalados este sin duda es el más importante debido a que la soldadura es una forma de unión.

Control: Se puede efectuar ensayos para verificar la calidad del acero antes de efectuar la construcción, determinando la calidad (límite de fluencia, tracción, tracción y compresión), el control de la calidad en las uniones durante la prefabricación y el montaje, se comprueba además que el material de aporte sea el correcto, que se usen los voltajes o amperajes adecuados, posiciones de soldadura, y que se cumplan los espesores.

Diagrama de Procesos de montaje para estructuras metálicas:

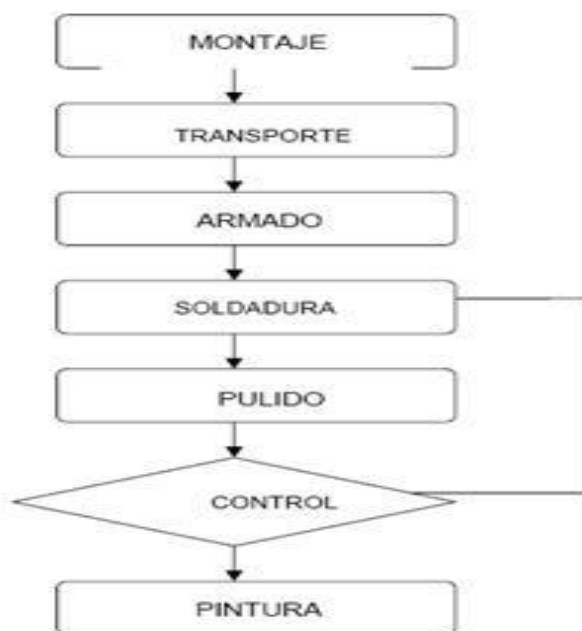


Figura 19. Limpieza y pintura

Fuente: www.google.com

Limpieza de las superficies de acero realizadas en planta con chorro de arena.

La pintura anticorrosiva o imprimante aplicada en planta (cromato de zinc fenólica con 3mm de espesor) y una pintura de acabado aplicada luego del montaje (aluminio extrareflectivo).

Fabricación de la estructura:

Clasificación de materia prima:

Láminas (para vigas de rigidez, cajón, cartelas, atiesadores), Pernos alta resistencia (para conexiones), Ángulos (para arriostramientos), Ejes (para apoyos de pasadores).

Preparación del material:

Consiste en el trazado, corte, perforación e identificación de cada elemento con su numeración respectiva indicando la posición, número de plano y obra respectiva.

Almacenamiento y embalaje adecuados dependiendo el medio.

Ambiental: diagnóstico físico, biótico y socioeconómico de la zona de influencia del proyecto.

Aspectos estéticos:

Diseño paisajístico

Creatividad

Arquitectura

Armonía con el medio ambiente

Textura

Color

Confiabilidad

Ensayos:

Se realizan ensayos no destructivos tanto en planta como en montaje para garantizar la calidad de la soldadura la cual se inspecciona por: radiografía, ultrasonido, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, se evalúa la calidad de soldaduras a inspeccionar.

Inspección:

A compresión y tracción de los elementos.

De la soldadura que conectan elementos principales y secundarios.

De calidad: uso de láminas y perfiles de acuerdo a especificaciones, cortes, biselado, perforado.

Pre-ensamble: en posición horizontal de cada viga o arco completo.

Ensamble: armado de todas las piezas con todos sus elementos.

Soldadura: procedimientos de soldadura, soldadores calificados

Visual: presentación de cordones de soldadura, medición de filetea de soldadura mediante galgas universales, alabeo y pandeo de vigas por efecto de la contracción y dilatación debido a la variación de la temperatura.

Equipos: se revisa el amperaje utilizado por los soldadores dentro de los parámetros exigidos por el fabricante de la soldadura.

En obra: Se realizan las preparaciones de la pintura con limpieza manual y posteriormente se aplica la pintura de acabado la cual se controla su calidad, aplicación y finalmente pruebas de adherencia (mecánica o manual).

En el caso de longitudes mayores, como en grandes puentes y viaductos, es necesario disponer juntas intermedias, en las que, en ocasiones, por no tratarse nunca de juntas para movimientos excesivos, no se han dispuesto las de mejores prestaciones como son, por ejemplo, las de neopreno armado, siendo su comportamiento, a medio plazo, deficiente, y origen de problemas, pero no intrínsecos al tablero, sino a la calidad de la junta. Por ello la utilización de las juntas más idóneas para cada supuesto debe ser objeto de estudio en la fase de proyecto, o en su defecto durante la construcción.

Detección de daños graves como corrosión excesiva, grietas de espesor importante, vibración excesiva, posibles problemas de fatiga, impacto, falta de remaches, socavación evidente, asentamientos, etc.

La inspección en si consiste en una investigación más profunda de la estructura como ensayos especializados (medidor de espesores remanentes, medidor de espesores de pintura, tintas penetrantes para soldaduras, carbonatación, prueba rápida de contenido de cloruros, extracción de núcleos, localización de armaduras, ensayo de arrancamiento para determinar resistencia a la compresión del concreto, mapeo del potencial electroquímico, etc.) en campo y en laboratorio.

Principales etapas de la inspección:

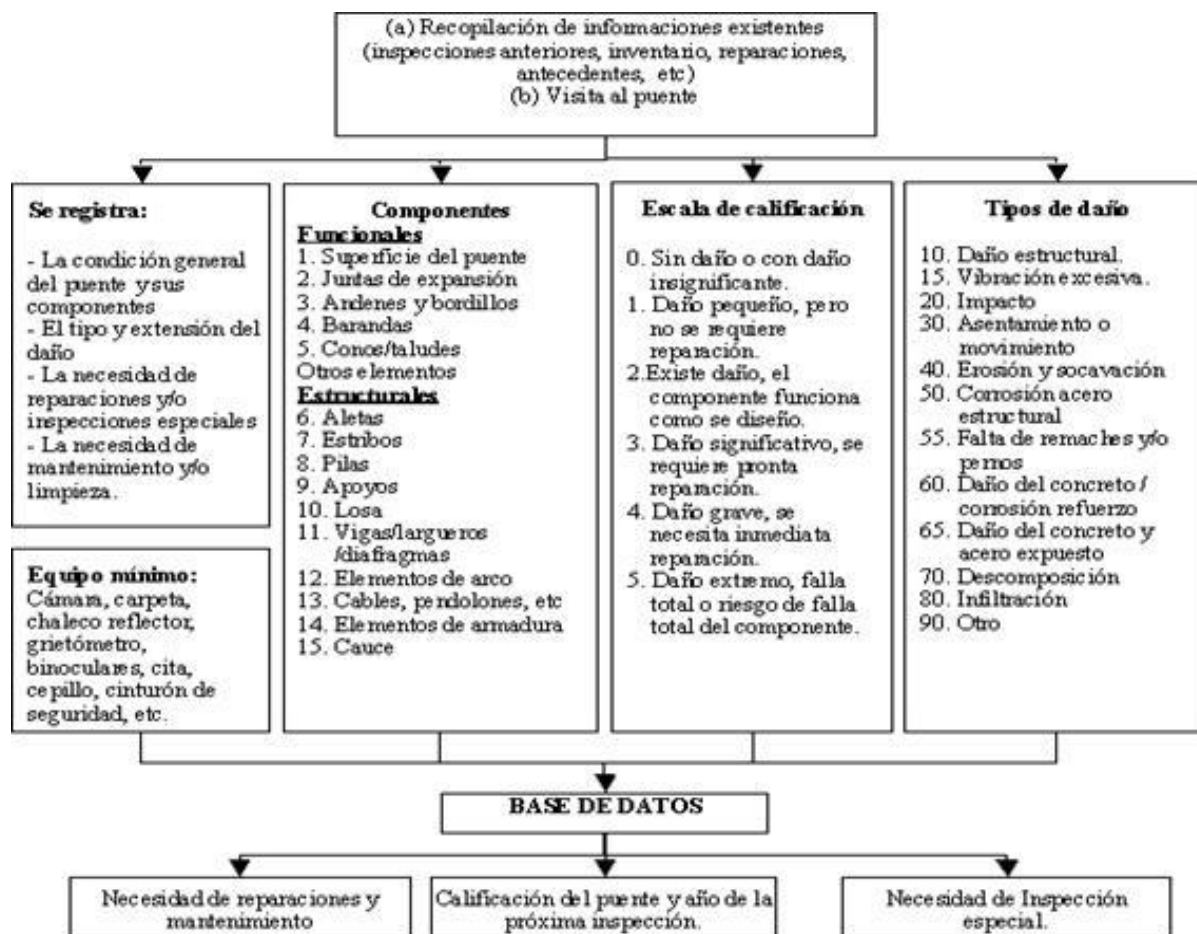


Figura 20. Etapas de inspección

Fuente: www.google.com

Ejemplo: Consideraciones estructurales para puente Ariari- Colombia

Tabla 1. Diseño Proceso constructivo y montaje de estructura

PROCESO CONSTRUCTIVO Y MONTAJE DE ESTRUCTURA		
ACTIVIDAD	LABOR	EQUIPOS
Pilotes tipo Caissons	Excavación manual, penetración, de anillos, en concreto, colocación de refuerzo y fundición de pilote.	Plumas de 0.5 Ton. Grúa Telescópica
Pilotes pre-excavados	Excavación con entubadora hidráulica y camisa circular recuperable.	Grúa telescópica de 20 Ton y sistema de teleférico.
Obras falsas estructura metálica	Montaje de teleférico de 100m de luz torres de 30m de altura (4), capacidad 15 ton Construcción de muerdos de teleférico Hínca de tubería para apoyos provisionales de arcos, utilizando pilotesadora con guía metálica operada desde cada teleférico y desde pala grúa.	Grúa telescópica de 20 Ton y sistema de teleférico.
Montaje metálica	Instalación de vigas de rigidez, viguetas de piso y anisotramiento.	Teleférico y grúas
	Soldadura de uniones montaje	Equipos de soldadura y plantas eléctricas
	Instalación arco y pendolones en forma simétrica	Teleférico y grúas
	Soldadura de uniones montaje	Equipos de soldadura
Fundición de placas de piso	Colocación de formaletas refuerzo y fundición	Bombas estacionarias mezcladoras y auto bombas
Pintura final	Aplicación pinturas de acabado	Compresores y pistolas de alta presión

Tabla del proceso constructivo del puente Ariari, Superestructura metálica, infraestructura de concreto reforzado de longitud 602 m.

Aspectos económicos

La eficiencia económica de un puente depende del sitio y tráfico, el radio de ahorros por tener el puente comparado con su costo. El costo de su vida está compuesto de materiales, mano de obra, maquinaria, ingeniería, costo del dinero, seguro, mantenimiento, renovación, y finalmente, demolición y eliminación de sus asociados, reciclado, y re-emplazamiento, menos el valor de chatarra y reutilización de sus componentes. En algunos casos la apariencia del puente puede ser más importante que su eficiencia de costo.

Los puentes metálicos tienen dos tipos de limitantes: su costo por utilizar materiales

importados, y la necesidad de un mantenimiento considerable.

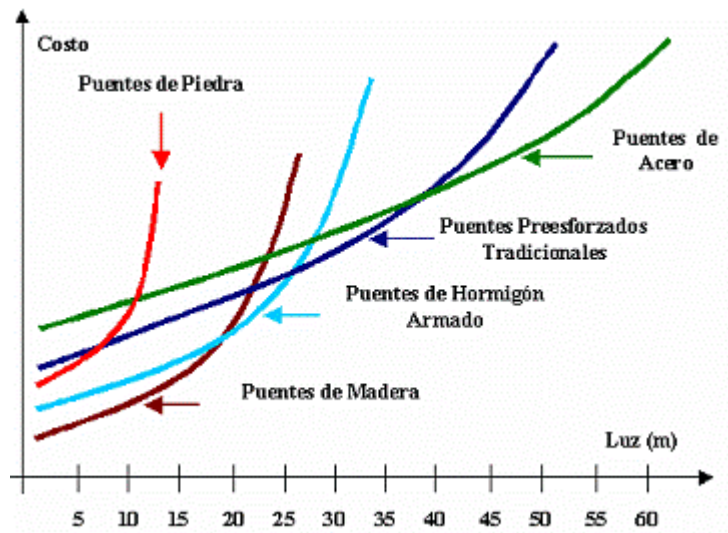


Figura 21. Elementos de un puente de vigas laterales, usando como ejemplo una viga de celosía

Ventajas y Desventajas de los Puentes Metálicos

Ventajas:

Constructivas:

Óptima para encañonados, altas pendientes, donde no permita instalar apoyos temporales.

Posibilidad de prefabricar los miembros de una estructura.

Facilidad para unir diversos miembros por medio de varios tipos de conectores como son la soldadura, los tornillos y los remaches.

Rapidez de montaje

Gran capacidad de laminarse y en gran cantidad de tamaños y formas.

Resistencia a la fatiga.

Ambientales:

No contamina el medio ambiente

No requiere la utilización de los recursos naturales

Se minimizan los residuos que afectan el entorno ecológico.

El acero es 100% reciclable.

Económicas:

Disminución de cargas muertas entre 40% a 50% reduciendo los costos en cimentación.

Beneficio económico para la región por el plazo reducido de la obra.

Menores costos para ampliación de capacidad.

Desventajas:

Costos de Mantenimiento:

La mayor parte de estructuras metálicas son susceptibles a la corrosión al estar expuestos a agua, aire, agentes externos, cambios climáticos por lo que requieren de pintado periódico.

Corrosión: La exposición al medio ambiente sufre la acción de agentes corrosivos por lo que deben recubrirse siempre con esmaltes primarios anticorrosivos.

Costo de Protección Contra Fuego: Debido a este aspecto su resistencia se reduce

considerablemente durante incendios.

Fractura Frágil: puede perder ductilidad bajo ciertas condiciones provocando la falla frágil en lugares de concentración de esfuerzos. Las cargas producen fatiga y las bajas temperaturas contribuyen a agravar la situación.

Susceptibilidad al pandeo por ser elementos esbeltos y delgados.

Deficiencias estructurales que se pueden dar en un puente:

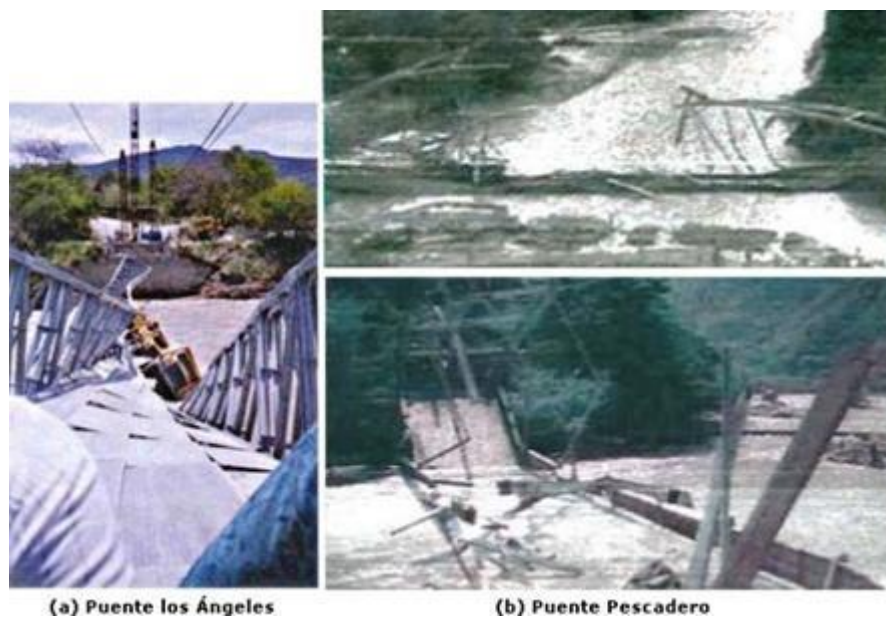


Figura 22. Puentes colapsados

Fuente: www.google.com

Diseño: Incumplimiento de las características mínimas para un adecuado análisis y diseño.

Los elementos principales no cumplen las relaciones ancho-espesor (pandeo) y presentan esfuerzos actuantes mayores a los permitidos. Además presentan elementos de arco diseñados solamente a compresión y no revisados para efectos combinados de flexión biaxial más compresión. Los esfuerzos actuantes son mayores a los permitidos. Selección errónea de la

longitud efectiva (K) para la evaluación del pandeo general de la parte inicial de los elementos de un arco. Ausencia de evaluación adecuada de la estabilidad lateral.

Mantenimiento: Escasez o ausencia de mantenimiento preventivo y rutinario, lo que favorece la aparición de fenómenos de corrosión que afectan a la capacidad de la estructura metálica.

Superficie del puente: En los puentes con superestructura solamente en acero, se ha observado en general láminas sueltas, desajustadas y fisuradas, debido a los problemas de fatiga de las uniones soldadas, en muchos casos intermitentes y de regular calidad.

Juntas de expansión: En los puentes de acero se presentan problemas de infiltración, corrosión y fractura de juntas de ángulo y platinas de acero, pérdida de la placa de acero superior por uniones inadecuadas consistente en soldaduras de filete intermitentes.

Uniones: Deficiencias de análisis, diseño y fabricación de las uniones. Ausencia de estudios de fenómenos de fatiga para el diseño y revisión tanto de los elementos como de las uniones. Soldaduras sin adecuado diseño y con deficiencias desde la fabricación por falta de controles de calidad.

Pilas: La mayor parte de puentes en acero tienen pilas en concreto reforzado, con daños principales debidos a la infiltración generada por juntas con dispositivos inadecuados y deficiencia estructural detectada por la presencia de fisuras y grietas en las vigas cabezales y columnas. Además presentan humedad generalizada debido a drenes cortos (no inclinados) en la losa, que generan corrosión tanto en los elementos de la superestructura como en las pilas. Socavación local, general e inestabilidad del cauce, que afecta la cimentación de las pilas y pone

en riesgo su estabilidad estructural.

Apoyos: El daño típico más frecuente en los apoyos es la corrosión generalizada. Se evidencia la falta de control de la infiltración, la utilización de dispositivos de juntas no adecuados y la falta de mantenimiento, provocando casos de desviación horizontal, desplome, inestabilidad e inclinación de los apoyos de balancín. Uno de los factores que ha incrementado el estado de los apoyos es el aumento del impacto y el detallado regular (Soldaduras intermitentes con fisuras superficiales), encontrando fallas en las soldaduras de conexión. Por último detectaron la falta de remaches y/o pernos, platinas y la pérdida de sección en tornillos, que disminuyen la vida útil del dispositivo.

Losa: En los puentes de superestructura en acero los problemas más comunes son la infiltración y la fractura de las soldaduras que unen el piso metálico con las vigas longitudinales, lo que genera láminas levantadas, además se han identificado problemas de corrosión generalizada, la rehabilitación y mantenimiento ha disminuido los problemas.

Vigas, Largueros y Diafragmas: La corrosión generalizada o parcial es el daño principal de las vigas, largueros y diafragmas, encontrando problemas de falta de tensión de los elementos de arrostramiento inferior, y grietas a flexión en vigas transversales y longitudinales por la falta de capacidad de carga. Otro de los problemas más comunes es la infiltración que afecta el estado de los diafragmas intermedios y las vigas debido principalmente al inadecuado diseño de los drenes. Problemas de vibración excesiva y elementos faltantes o pérdida de sección en pernos y/o remaches.

Elementos de arco: Los principales daños encontrados en los elementos de arco son la corrosión y mal detallado estructural de los atiesadores verticales y horizontales, las vibraciones

excesivas producidas por el aumento del impacto y las grietas diagonales en la unión entre los elementos transversales y los arcos. Además el impacto y la pérdida de tuercas en las láminas y atiesadores con uniones incompletas y deficiencias en la soldadura, no se ha tenido en cuenta el fenómeno de la fatiga en muchos casos para el diseño y algunas de las platinas adicionales no tienen la transición adecuada que evitan la concentración de esfuerzos.

Cables, pendolones y torres: La deficiencia estructural y la corrosión generalizada o parcial, corresponden a los daños típicos más frecuentes de este componente. Se evidencio la falta de alineación de los cables y pendolones, además de corrosión en los mismos. Las fisuras por retracción en la superficie de los muertos de anclajes, fisuras transversales a la directriz de la pieza en los pendolones (tracción directa), la falta de tensión de los cables extremos en las torres y falla en los alambres.

Elementos de armadura: La corrosión en diagonales, verticales, transversales y uniones, es el daño más frecuente de este componente. Se debe principalmente a los problemas de infiltración y a la falta de mantenimiento. Otro problema común es el impacto vehicular en el cordón superior y los portales de acceso, lo cual pone en riesgo la estabilidad del puente en general. También se detectaron problemas estructurales, con deflexiones excesivas, pasadores sin seguro, refuerzos incompletos que no llegan los nudos, contraventeos deformados, elementos alabeados, pandeo local, soldaduras con defectos y discontinuas en elementos sometidos a tensión, fisuras por cortante en vigas ensambladas, deficiencia en uniones, y falta de pernos (evidenciando problemas de vibración y probable fatiga).

También son comunes los problemas de pintura, tensionamiento de los elementos, platinas dobladas por impacto y la infiltración (acumulación de humedad en los macizos de anclaje,

oxidación superficial en las mordazas.

2.4 Marco Legal

La Constitución Política de Colombia de 1991 fundamenta el marco normativo del proyecto de pasantía en materia de derechos, garantías y deberes del Estado colombiano y los ciudadanos, es especial su Artículo 2° que señala

“Son fines esenciales del Estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación; defender la independencia nacional, mantener la integridad territorial y asegurar la convivencia pacífica y la vigencia de un orden justo”.

Ley 1474 de 2011, “Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública”, que conforme a su Capítulo I relacionado con las Medidas administrativas para la lucha contra la corrupción, señala en su Artículo 1° la inhabilidad para contratar de quienes incurran en actos de corrupción. .

Ley 80 de 1993, por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, norma que define su objeto en las Disposiciones Generales conforme a su Artículo 1° el cual apunta a “disponer las reglas y principios que rigen los contratos de las entidades estatales”, modificada por la Ley 1150 de 2007 mediante nuevas medidas para la eficiencia y la transparencia respecto a las modalidades de selección, garantías en la contratación, publicación de proyectos de pliegos de condiciones, y estudios previos, la adjudicación,

principios generales de la actividad contractual para entidades no sometidas al estatuto general de contratación de la administración pública y plazo para la liquidación de los contratos, entre otros.

Ley 64 de 1978 “por la cual se reglamenta el ejercicio de la Ingeniería, la Arquitectura y profesiones auxiliares” la cual señala en su artículo 1° “se entiende por ejercicio de las profesiones de Ingeniería, Arquitectura y auxiliares, todo lo relacionado con el estudio, la planeación, asesoría, dirección, superintendencia, interventoría y en general, con la ejecución o el desarrollo de cualquiera de las tareas, obras o actividades especificadas en los subgrupos 02 y 03 de la “Clasificación Nacional de Ocupaciones”; norma modificada por la Ley 842 de 2003 que adopta el Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1510 de 2013, “Por el cual se reglamenta el sistema de compras y contratación pública”, norma que derogó el Decreto 734 de 2012, mediante la formulación de un marco normativo unificado que reglamenta la contratación pública en Colombia, que conforme a su Capítulo I, Artículo 1 Objetivos del Sistema de Compras y Contratación Pública. “Las Entidades Estatales deben procurar el logro de los objetivos del sistema de compras y contratación pública definidos por Colombia Compra Eficiente”

Capítulo 3. Diseño Metodológico

3.1 Metodología

El proyecto de pasantía se fundamenta en un primer nivel de conocimiento que aplica el tipo de investigación exploratoria con el propósito de “aumentar familiaridad del investigador con el fenómeno que va a investigar, aclarar conceptos, establecer preferencias para posteriores investigaciones” (Méndez, 2007, p.229), por tal motivo, con base en fuentes secundarias de información relacionadas con la interventoría en obras civiles y construcción de puentes, se analizarán las teorías, conceptos, técnicas y enfoques, entre otros, que servirán de guía para el desarrollo del trabajo.

Según estas consideraciones, la investigación está basada en el método deductivo que se inicia de lo general para llegar a verdades particulares dentro de una perspectiva cualitativa, dado que “los estudios cualitativos intentan describir sistemáticamente las características de las variables y fenómenos” (Quecedo, Castaño, 2002, p.27), en este sentido, las variables se refieren a los mecanismos de control administrativo, técnico, financiero y legal para la interventoría en proyectos de construcción de obras civiles, además, aquellas variables específicas relacionadas con materiales de obra, estructura metálica, teleféricos, anclajes, pilas, estribos, informes y bitácora entre otras.

Dentro de este marco, cabe señalar que el proceso de tabulación, codificación, análisis, aplicación de técnicas matemáticas y presupuestales e interpretación de los resultados de los formatos de informes diarios y mensuales y formatos de actas corresponde a una perspectiva cuantitativa dado que se “miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas (con frecuencia utilizando métodos estadísticos), y se establece una serie de

conclusiones respecto de la(s) hipótesis” (Hernández y otros, 2010, p.04).

3.2 Población y Muestra

La población objeto de estudio es determinada y se refiere a directivos y personal técnico involucrados en el convenio 200925 integrado por Ministerio del Transporte como promotor; Instituto Nacional de Vías, Invías, como asesor técnico y financiador; Ministerio de Defensa Nacional como ejecutor y Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo - Fonade , como Gerente Integral del Proyecto.

El método de muestreo es no probabilístico tipo conveniencia, dado que es de interés considerar la experiencia del personal de las entidades integrantes respecto a la ejecución de los contratos de obras civiles y por lo tanto la muestra equivale a la población identificada

3.3 Instrumentos de Recolección de Información

Los instrumentos aplicados en la recolección de la información pertinente para el desarrollo del proyecto de pasantía están identificados como formatos de informes diarios y mensuales, formatos de actas y de programa de actividades, bitácora y hojas de análisis, entre otros, instrumentos que permitirán organizar, revisar y analizar la información requerida en el cumplimiento de los objetivos y compromisos del contrato.

3.4 Proceso Metodológico

Las diferentes etapas que el investigador desarrollará en la pasantía para el cumplimiento de los objetivos formulados corresponden al proceso metodológico, las cuales comprenden el planteamiento del problema, la formulación de objetivos; el análisis del marco referencial en cuanto al estado del arte, marco teórico, legal y conceptual y el diseño metodológico centrado en

la revisión bibliográfica para la interpretación y análisis de resultados, lo cual responde a un proceso basado en las siguientes dimensiones:

Fuentes primarias. Identificadas como las experiencias del personal integrante del Convenio 200925 para la construcción del Puente Quebrada de Oro que con sus indicaciones y datos orienten la labor de interventoría durante la ejecución de la obra, lo cual se logrará mediante entrevistas personales de parte del investigador.

Fuentes secundarias. Identificadas como información contenida en normas legales sobre contratación, además, otra información contenida en artículos, estudios, libros, documentos y proyectos de grado que contengan información sobre el desarrollo de interventorías y construcción de puentes, las cuales se analizarán mediante formatos pertinentes a cada proceso y hojas de análisis

Capítulo 4. Normatividad de Fonade e Invías para la Construcción del Puente Vehicular

La construcción del Puente vehicular Quebrada el Oro en Toledo, Norte de Santander, es un proyecto que promueve la infraestructura del transporte en la vía la Soberanía, tramo la Lejía - Saravena que se encuentra bajo la vigilancia y control del Estado, proyecto diseñado en cumplimiento con las normas que le son aplicables, las cuales son emitidas por Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Transporte y sus entidades adscritas, como el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), de acuerdo a estas consideraciones, se presenta a continuación el marco normativo relevante para esta obra pública

En este sentido, la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014 se actualizó en el año 2015 e incluye “avances en las técnicas y tecnologías para la evaluación, diseño, construcción y mantenimiento de puentes para carreteras. Igualmente, se ha generado mejoramiento en los diversos equipos de construcción, así como en la metodología para el control de calidad de las obras viales” (DNP, 2017, p.13)

Cabe señalar que la norma mencionada está basada en las especificaciones americanas “AASHTO LRFD’ 6ª edición, que a su vez se apoya en la filosofía LRFD (Load Resistant Factor Design) relacionad con factores de diseño de carga y resistencia, acorde con las prácticas actuales de diseño y construcción de estructuras de la mayoría de los países del mundo” (INVÍAS, 2014, P.01), además, es importante la inclusión de aspectos como la “actualización de los mapas de amenaza sísmica y la calibración de la carga viva vehicular de diseño para la práctica colombiana que mejoran los criterios de confiabilidad estructural”, riesgos contemplados en la norma CCP-14, la cual es concordante con el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes (CCSP 200-

94).

Según este orden de ideas, el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes CCSP 200-94 es relacionado con la Norma de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-2010, Normas Técnicas Colombianas (NTC) y las normas técnicas internacionales que existan en esta materia (ASHTOO, ASTM); al respecto, merece la pena resaltar que para la construcción del Puente vehicular Quebrada el Oro estas normas se han tenido en cuenta como consta en el Convenio 200925 entre FONADE, Ministerio de Transporte e INVÍAS Y Contrato 2101088 que aparecen en el Anexo A.

Frente a este marco normativo, la construcción del Puente vehicular Quebrada el Oro cumple con las normas generales, en especial en cuanto a Especificaciones Técnicas de Construcción en materia de características y calidad de la Obra terminada, incluye a su vez los Esquemas y Planos, las Especificaciones Técnicas particulares y el listado general de Actividades, aspectos que se ajustan a la Normatividad Técnica según objeto del Contrato 2101088

Capítulo 5. Seguimiento y Control Técnico al Proceso Constructivo de la Infraestructura del Puente Quebrada el Oro, en el municipio de Toledo, Norte de Santander.

5.1 Descripción breve del Consorcio Corredores Viales 2009

El Consorcio Corredores Viales 2009 actualmente está integrado por las Empresas SEG Ingeniería S.A; ARM Ingeniería LTDA; IAAR Ingeniería S.A.S Y KMP Consulting S.A.S. quienes de manera libre y voluntaria se unieron para participar en el Concurso de Méritos No. CM-044-2009 realizado por Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo “FONADE” con el objeto de “Interventoría Técnica, Administrativa, Social, Predial, Ambiental y de Control Presupuestal, para los Estudios y Diseños, Gestión Social, Predial y Ambiental y Mejoramiento y/o Construcción de las Vías, Grupo 1: Carretera De La Soberanía”.

Por su parte, SEG Ingeniería S.A se fundó en 1969 con el propósito inicial de realizar estudios geotécnicos y ensayos de laboratorio. A lo largo de sus más de 40 años de historia, ha ampliado progresivamente sus áreas de actividad y en la actualidad desarrolla complejos proyectos de ingeniería y arquitectura, tanto a nivel nacional como internacional, que transforman el entorno en que vivimos.

Cuenta con una expansión Internacional, le ha apostado por establecer Alianzas con socios tecnológicos que nos permitan desarrollar e implementar nuestros conocimientos, nuestra experiencia y nuestras capacidades, optimizando los recursos y orientando a ofrecer a nuestros clientes la máxima garantía de éxito en el desarrollo de todos los proyectos.

IAAR Ingeniería S.A.S. con NIT: 900.520.308-9 fue creada desde el año 2012, con el fin de apoyar a los sectores públicos y privados ofreciendo servicios de Ingeniería Civil con profesionales altamente calificados. Actualmente hace parte del Consorcio Corredores viales 2009.

ARM Ingeniería LTDA es un grupo multidisciplinario que cuenta con profesionales en las áreas de: Ingeniería Mecánica, Ambiental; Biomédica; De Diseño y Arquitectura, dispuestos a generar soluciones eficientes para usted. Colocando a su disposición la compañía para los servicios de: Diseño, reingeniería, consultoría, estudios ambientales, montajes electromecánicos, mantenimiento mecánico, fabricación, suministro de equipo y maquinaria para el sector industrial.

KMP Consulting S.A.S con NIT: 900.597.773-6, es la compañía que se encarga de las actividades de contabilidad, teneduría de libros, auditoría financiera y asesoría tributaria del Consorcio corredores viales 2009.

Integrantes del convenio: No. 200925

Ministerio de Transporte como Promotor

Instituto NACIONAL de vías - Invias - como asesor técnico y financiador

Ministerio de Defensa Nacional Como Ejecutor

Fondo financiero de proyectos de desarrollo - fonade como gerente integral del proyecto

Misión:

El Consorcio Corredores Viales 2009, es una organización con experiencia en Colombia, tiene como misión satisfacer las necesidades de sus clientes y partes interesadas antes, durante y después de finalizado el proyecto, crenado alternativas óptimas para el estudio, diagnostico, diseño, consultorías e interventoría de proyectos de ingeniería civil; ejerciéndolos con ética, calidad y en armonía con el medio ambiente.

Visión

Ser una organización líder en el año 2020, en Colombia en el área de Consultoría, con un equipo de trabajo comprometido y capacitado, prestando servicios confiables con oportunidad y máxima calidad, que consoliden al Consorcio CORREDORES VIALES 2009, como la mejor opción en el mercado.

Objetivos del Consorcio Corredores Viales 2009

Convenio interadministrativo de gerencia de proyectos para los estudios y diseños, gestión social, predial, ambiental y mejoramiento del proyecto carretera la soberanía tramo la Lejía - Saravena y los estudios y diseños, gestión social, predial, ambiental, mejoramiento y construcción del proyecto "transversal de la macarena" tramo San Juan de Arama-La Uribe – Colombia - baraya en desarrollo del programa de corredores arteriales complementarios de competitividad.

El objetivo principal de la Interventoría es el seguimiento y control integral al respectivo Contrato adjudicado al Consorcio CCV-2009, cuyas actividades están descritas en el correspondiente Contrato de Interventoría el cual se anexa al presente documento.

El Consorcio corredores viales 2009, dentro del presente contrato se compromete a la atención, supervisión y control de la vía la soberanía “Tramo LA LEJÍA (Norte de Santander) – SARAVENA (Arauca), en una longitud total origen-destino aproximada de 138 Kms comprendidos dentro del departamento de Norte de Santander y Arauca.

Además se tiene que:

Cumplir los requisitos legales exigidos a nivel nacional y los demás suscritos por la empresa, en materia de calidad, salud ocupacional, seguridad, medio ambiente con responsabilidad social empresarial.

Destinar, optimizar los recursos y mejorar continuamente los procesos.

Prevenir la contaminación del medio ambiente a través del control y mitigación de los impactos socio-ambientales más significativos, generados por nuestra operación.

Contar con personal, proveedores y clientes confiables e idóneos consientes con la calidad, auto-cuidado, preservación, y protección del medio ambiente.

Propender por la integridad física de nuestros trabajadores, calidad de vida laboral, mediante la prevención de lesiones personales, accidentes laborales, enfermedades profesionales y daños a la propiedad.

Descripción de la Estructura Organizacional del Consorcio Corredores Viales 2009:

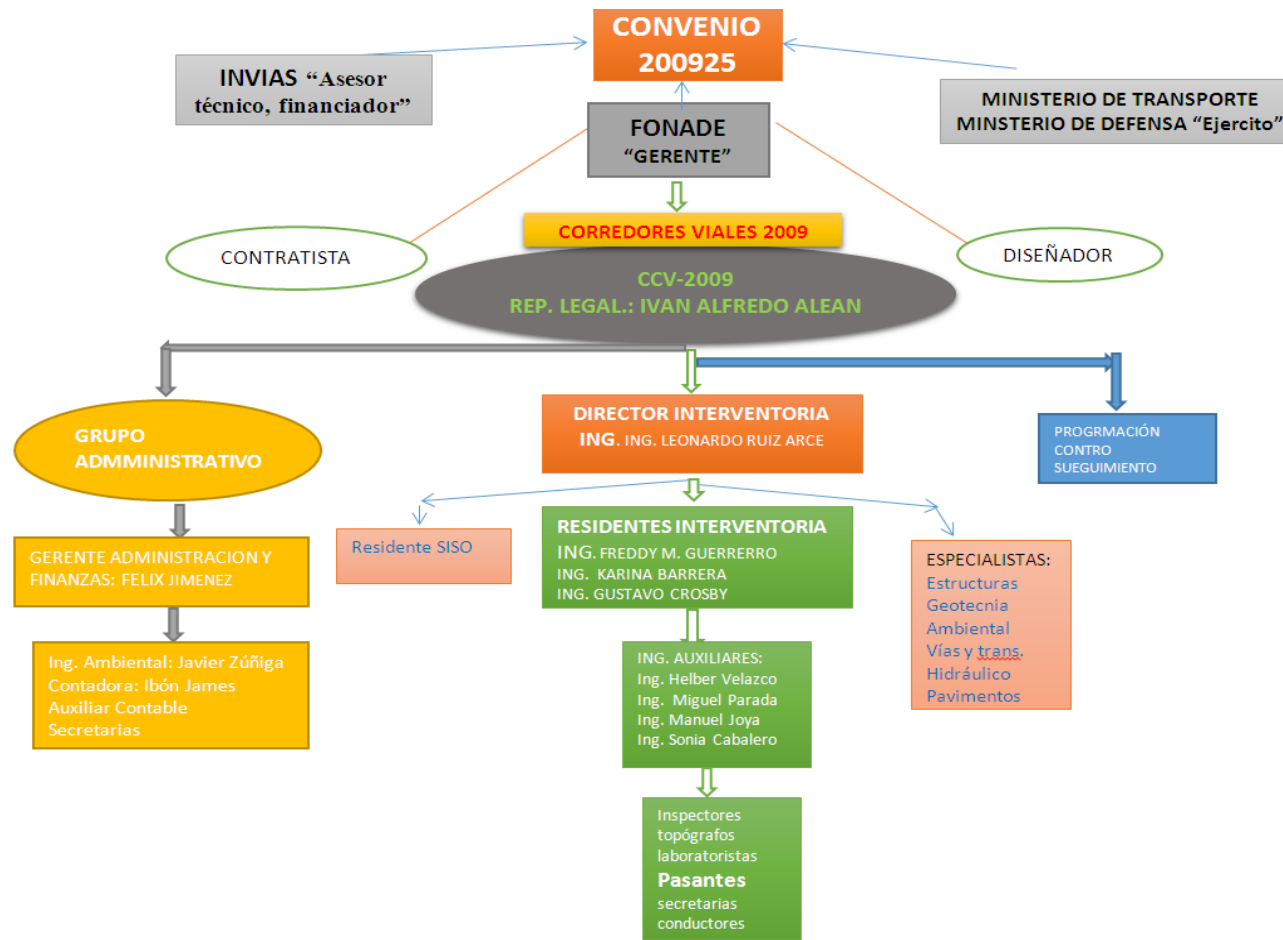


Figura 23. Estructura Organizacional. Consorcio corredores viales 2009
Fuente: Autor propio

Descripción de la dependencia de desarrollo de la pasantía

Dentro de la estructura organizacional del Consorcio CORREDORES VIALES 2009, contempla el Área Técnica, donde se encuentran ubicados los especialistas, directores de obra, residentes, topógrafos, inspectores y el sitio en el que se asignan a los pasantes.

De acuerdo a lo establecido en el Contrato 1219 de 2009, esta área cumple las siguientes funciones:

Proveer el conocimiento especializado necesario para garantizar la identificación de las mejores soluciones acorde con las condiciones y requerimientos establecidos.

Ejercer la Interventoría integral de los diseños y obras a llevar a cabo en desarrollo del Contrato de Convenio 200925, en nombre del Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo “FONADE”, para lo cual podrá, en cualquier momento, exigir al Consorcio la información que considere necesaria, sin perjuicio de las demás revisiones y verificaciones que deba efectuar en cumplimiento del contrato de Interventoría.

Identificar los daños, afectaciones, etc. que se presenten en un respectivo tramo u obras, que no hayan sido advertidos por el Consorcio, comunicándole tal hecho por escrito al Consorcio y al Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo “FONADE” y verificar que el tiempo de respuesta del Consorcio para atender y ejecutar las labores necesarias, no exceda de los plazos previstos para tales efectos en el Contrato del Convenio 200925.

Revisar y verificar el estudio de señalización temporal y planes de desvíos programados que requiera el convenio como parte de la ejecución del contrato de consorcio CCV-2009.

Formular reportes relacionados con defectos en Barreras, defensas y elementos de contención y de todo elemento que haga parte de la infraestructura de la vía, y efectuar el seguimiento de su corrección por el Consorcio.

Verificar las labores del Convenio en cuanto a la limpieza general de calzada, márgenes, bermas, y áreas de servicio, incluyendo medidas de la altura de la vegetación, de acuerdo con el Manual de Operación y Mantenimiento aplicable al respectivo del Convenio 200925.

Verificar la ejecución oportuna de las labores de retiro de obstáculos, derrumbes, deslizamientos y escombros.

Verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de operación y mantenimiento de la vía la Soberanía, adscrita al convenio 200925

5.2 Diagnóstico Inicial de la Dependencia de la Pasantía

Conocida la sección técnica y la organización de la empresa Consorcio Corredores Viales 2009, se aprecia que ésta desarrolla las obligaciones contractuales enmarcadas dentro del contrato suscrito con el Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo “FONADE”, las cuales son muy amplias y el personal asignado es insuficiente para la atención de todos los tramos, ya que el alcance del contrato requiere de la atención en todas las áreas que involucran el convenio 200925.

Además, se pudo observar el gran número de informes que se pretende adelantar y la poca disponibilidad del personal para el seguimiento y desarrollo de las obras.

Es de anotar que dentro de las nuevas obras a desarrollar, está contemplada la construcción de un nuevo puente “El Burgueño” en el sector de San Josecito ubicado en el PR19+875 vía La Soberanía, es decir; la construcción de un Puente paralelo, donde existente una batea, como paso

provisional.

Se identificaron las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas encontradas en el área técnica, las cuales se analizan creando estrategias aplicando la matriz DOFA.

Tabla 2. *Matriz DOFA diagnóstico del área técnica*

AMBIENTE	FORTALEZA (F)	DEBILIDAD (D)
<p>AMBIENTE INTERNO</p> <p>AMBIENTE EXTERNO</p>	<p>La asignación del personal permite un buen control de las diferentes actividades.</p> <p>Esta interventoría cuenta con personal eficiente en cada una de las áreas que cubren la Interventoría del Contrato de Concesión, lo que permite un buen desarrollo de las actividades.</p> <p>Se tiene un mejoramiento continuo por la prestación de los servicios de los profesionales asignados a las diferentes áreas.</p>	<p>El Consorcio requiere incrementar el personal para un mejor control de las actividades.</p> <p>Se tiene la necesidad contar con mayores recursos que permitan superar las falencias de los equipos.</p> <p>Se hace necesario por parte de la Agencia, incrementar la dedicación del personal de especialistas.</p>
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIA (FO)	ESTRATEGIA (DO)
<p>Con la vinculación de los pasantes se fortalece el desempeño y se brinda oportunidad al auxiliar de desarrollarse.</p> <p>El Consorcio CCV-2009 posee una estructura organizacional bien definida, la cual permite el manejo adecuado de la subordinación para un acertado desarrollo de las actividades.</p>	<p>Aprovechar al máximo la disponibilidad del personal vinculado para adquirir y desarrollar un mejoramiento más profundo.</p> <p>Recurrir al conocimiento de los profesionales con el fin de brindar unos buenos informes a la entidad contratante.</p>	<p>La interventoría y el contratista deben sumar esfuerzos para un buen cumplimiento de las especificaciones y normas técnicas aplicables al contrato, aplicando los ensayos correspondientes.</p> <p>Con el apoyo de los Ingenieros pasantes, se logra el fortalecimiento de los conocimientos para ejercer control y supervisión y obtener informes más detallados y eficientes.</p>
AMENAZA (A)	ESTRATEGIA (FA)	ESTRATEGIA (DA)

<p>Alteraciones de tipo externo que puedan causar inconvenientes con el desarrollo normal de las actividades.</p> <p>El no cumplimiento de las normas técnicas y las especificaciones establecidas en el contrato.</p> <p>La influencia del clima que pueda alterar el normal desarrollo de la obra.</p>	<p>Construir los mecanismos necesarios para conservar una relación y comunicación permanente con la Agencia, a fin de que ésta se entere de manera inmediata de los incumplimientos o falencias realizadas por el contratista.</p>	<p>Supervisión y control, conjunto entre contratista e interventoría de los trabajos a desarrollar al momento de presentarse circunstancias externas que sean causales de atrasos o incumplimientos.</p>
--	--	--

Fuente: Autor propio

5.3 Descripción de las Actividades a Desarrollar en la Pasantía

Tabla 3. Descripción de las actividades a desarrollar en la pasantía

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR
<p>SEGUIR Y CONTROLAR TÉCNICAMENTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL PUENTE QUEBRADA EL ORO, EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO NORTE DE SANTANDER.</p>	<p>IDENTIFICAR LA NORMATIVIDAD APLICABLE A CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR POR LA ENTIDAD FONADE E INVIAS QUIEN ES LA CONTRATISTA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación del manual de interventoría "FONADE" Y normas y especificaciones del INVIAS a los procesos constructivos. • Identificar las normas y ensayos que apliquen a la construcción del puente.
	<p>REALIZAR EL SEGUIMIENTO A LA REPROGRAMACION DE OBRA PRESENTADA POR EL CONTRTISTA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilar que las fechas establecidas cumplan con lo programado en los plazos reales. • Revisar con la Interventoría la programación de obra suministrada por el contratista.

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR
	ANALIZAR LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBTENIDOS EN CAMPO POR EL CONTRATISTA E INTERVENTORÍA.	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitar y revisar los ensayos de laboratorio del contratista y la interventoría. • Analizar los resultados y verificar que estén cumpliendo con cada uno de los parámetros establecidos en la norma.
	VERIFICAR PARA QUE EL CONTRATISTA DE CUMPLIMIENTO CON LOS DISEÑOS Y LAS NORMAS APLICABLES.	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitar a la interventoría los planos, especificaciones y diseños. Aplicables a los procesos constructivos. • Revisar cada una de las actividades, ítems, cantidades de obra y precios presentados por el contratista. • Informar al director y a la entidad contratante de cualquier inconsistencia presentada, para tomarse las medidas correspondientes.
	ESTABLECER UN FORMATO DIARO, DONDE SE RELACIONE UN RESUMEN DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar diariamente información correspondiente a avance de obra, personal, maquinaria y equipos, cantidades, clima y control de los anclajes del teleférico. • Elaborar un formato que se aplique en obra diariamente y de fácil interpretación.

Fuente: Autor propio

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
		SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	parámetros establecidos en la norma.																
COORDINAR PARA QUE EL CONTRATISTA DE CUMPLIMIENTO CON LOS DISEÑOS Y LAS NORMAS. APLICABLES	Solicitar a la interventoría los planos, especificaciones y diseños. Aplicables a los procesos constructivos.																
	Revisar cada una de las actividades, ítems, cantidades de obra y precios presentados por el contratista.																
	Informar al director y a la entidad contratante de cualquier inconsistencia presentada, para tomarse las medidas correspondientes.																
ESTABLECER UN FORMATO DIARIO, DONDE SE RELACIONE UN RESUMEN DE LA EJECUCION DE LA OBRA.	Recopilar diariamente información correspondiente a avance de obra, personal, maquinaria y equipos, cantidades, y clima.																
	Elaborar un formato que se aplique en obra diariamente y de fácil interpretación.																

Fuente: Autor propio

La última reprogramación de la obra del puente Quebrada el Oro aparece el apéndice correspondiente.

Capítulo 6. Análisis de resultados de los ensayos del Contratista e Interventoría

6.1 Informe de actividades realizadas

En el siguiente capítulo se realiza la descripción de cada una de las actividades fueron asignadas y se realizaron durante el periodo de pasantía, mostrando detalladamente cada paso para lograr su realización y la metodología con la que se realizaron; es importante resaltar que los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados por el Contratista se supervisaron a través de la Interventoría, los cuales aparecen en el apéndice correspondiente

Se describirán las actividades desarrolladas durante la pasantía clasificándolas en actividades periódicas o en actividades únicas, siendo actividades periódicas aquellas que se desarrollaban en un tiempo determinado, bien sea diario, quincenal o mensual; mientras las actividades únicas serán aquellas que se desarrollaron una sola vez durante todo el periodo de la pasantía.

6.1.1 Actividades periódicas. Como se muestra a continuación:

Actividades diarias: Las actividades diarias son aquellas que se desarrollaron durante todo el periodo de pasantía y que su desarrollo se realizó a diario siendo muy pocas ocasiones las veces que se dejaron de desarrollar o se pospusieron por eventualidades que se pudieron presentar durante la pasantía.

Registro en libro de obra.: El registro que se realiza en la bitácora de obra tiene como objetivo el registrar todas las actividades realizadas, las eventualidades presentadas, el personal que se encontraba en obra, las condiciones de trabajo, las condiciones climáticas y la maquinaria

que se utilizó. Estas anotaciones se realizaban de manera diaria, teniendo un registro detallado de las actividades a realizar y todo el entorno que se observó en la obra, cada actividad que se anotaba en bitácora de obra se hacía después de verificar la correcta ejecución de la labor realizada, velando por que cada anotación describiera las condiciones que se presentaban en el frente de obra.

El objetivo de llevar el registro de la bitácora de obra es de que sirviera como soporte de muchas de las actividades que se realizaban durante la obra, siendo cada aspecto que se supervisaba revisado por la interventoría, dando su visto bueno o anotando los correctivos que se habían de tomar para la correcta ejecución de la obra.

Supervisión de actividades de obra.; Se realizaba la supervisión diaria de las actividades que se realizaban en el frente de obra, supervisando que se realizaran con materiales de primera calidad, que se ejecutaran con el proceso constructivo adecuado, que se llevaran a cabo con las herramientas y los elementos correctos, que se hicieran de manera que los elementos construidos o actividad realizada cumplieran con las especificaciones técnicas que fueron diseñadas y quedara con un terminado agradable a la vista, para que cumpliera además con el mejoramiento del paisajismo del lugar donde está ubicada la construcción del puente quebrada el oro.

Registro fotográfico.: Es un registro grafico de las actividades que se realizaban en la obra, sustentando de manera paralela las actividades que se describían en el registro escrito, tomando fotografías a las actividades realizadas, a las actividades que se desarrollaban de manera inadecuada y a todo aquello que mereciera registro, sirviendo como sustento a las anotaciones realizadas tanto en bitácora de obra, como en los informes que se realizaban a la entidad contratante FONADE.

Informe semanal: Durante cada semana se realizaba un informe de las actividades que se realizaban en el frente de obra de contrato supervisado por esta interventoría, describiendo de manera concisa y precisa cada actividad realizada, cada anotación y cada corrección que se realizó durante la semana en el frente de obra del contrato 2101088. De igual manera se realizaban las actas de seguimiento de obra que por lo general se realiza un acta por semana.

Este informe de parte del pasante basado en la supervisión realizada y en el registro que se llevaba en la bitácora de obra, este informe era revisado y aprobado por residente de interventoría y posteriormente radicado en la entidad contratante FONADE en la ciudad de Bogotá.

6.1.2 Actividades mensuales. Estas son las actividades que se realizaban con un periodo de tiempo más largo en donde cada quince días que transcurría del mes se realizaban las siguientes actividades descritas a continuación.

Realización de informe ejecutivo del contrato: Durante cada mes se realizaba un informe ejecutivo de las actividades que se realizaban en el frente de obra de contrato supervisado por esta interventoría, describiendo de manera concisa y precisa cada actividad realizada, cada anotación y cada corrección que se realizó durante la semana en el frente de obra del contrato 2101088.

Este informe por parte del pasante basado en la supervisión realizada y en el registro que se llevaba en la bitácora de obra, este informe era revisado y aprobado por residente de interventoría y posteriormente radicado en la entidad contratante FONADE en la ciudad de Bogotá.

-Descarga de registro fotográfico en servidor de la interventoría: Todas las semanas se

debía enviar a la oficina principal de la interventoría para descargar y almacenar en el servidor las fotografías que se habían tomado en el frente de obra del puente Quebrada el Oro, con el fin de que cada una de las personas que realizaban interventoría al contrato en sus diferentes campos de acción pudieran observarlas y utilizarlas para sustentar una o varias anotaciones que se tuvieran en diferentes aspectos.

Esta labor se realizaba separando por carpetas cada semana y organizando las fotos en cada uno de los días que fueron tomadas, dando la mayor precisión del momento en el que fue tomado el registro.

6.2 Actividades Únicas

Este tipo de actividades fueron aquellas que se realizaron una sola vez durante el periodo de pasantía bien sea por que su ciclo o periodo de repetición con que se realizaba la tarea era mayor al periodo de la pasantía, o porque bajo una necesidad puntual era necesario llevar a cabo dicha actividad.

6.2.1 Realización de informe mensual. Esta actividad constaban en rescribir con mayor detalle todo aquello que compete a la parte técnica de lo ejecutado durante el mes en el frente de obra, describiendo todos los procesos que fueron desarrollados por el contratista de manera adecuada e inadecuada, las correcciones que se debieron tomar, los acuerdos que se tuvieron entre contratista e interventoría para modificar diseños que presentaban inconvenientes a la hora de la ejecución.

Este se realizaba con el fin de apoyar la elaboración de un informe mucho más robusto que realizaba el residente de interventoría en cuanto a la parte técnica, administrativa, financiera,

presupuestal y normativa del contrato, esto con el fin de completar un informe en materia técnica, social, de seguridad industrial y salud ocupacional, ambiental, e información financiera, entre otros, que deben registrarse en unos formatos que están establecidos dentro del Manual de Interventoría de FONADE.

6.2.2 Realización de corte de obra. Este proceso consistió en realizar recorridos de obra con la compañía del residente del contratista o con su auxiliar con el fin de medir cada una de las actividades que se realizaron y culminaron total o parcialmente con éxito durante el mes, teniendo como objetivo verificar las cantidades que fueron ejecutadas y dar certeza que los elementos construidos no tienen ningún inconveniente posterior a su finalización, Esta información era vital tanto para el contratista como para el ente interventor ya que a partir de estas cantidades se realizaba el desembolso del dinero al contratista.

Estas mediciones se procesaban para que la unidad en que fueron tomadas quedara en forma de la unidad que se especificaba en el contrato de cada ítem, además se realizaba una entrega total o parcial de cada actividad con el fin de observar y medir el avance de la obra.

6.2.3 Conteo y supervisión de estructura metálica instalada. Esta actividad podía considerarse como parte de la realización del corte de obra, pero la magnitud de control y tiempo que requiere, su medida requiere de mayor supervisión que para su desarrolló se destinando unos días específicamente para esa actividad. A medida que se iban instalando tramos se realizaban medidas de espesores y longitudes del acero estructural instalado. Según el proceso constructivo entregado por el contratista

Esta medida se realizaba el conteo de secciones o tramos de la estructura metálica instaladas, las adiciones o los cortes que se les tuvieron que hacer para llegar al nivel adecuado y

la soldadura instalada entre los tramos y la vigas riostras.

Conteo individual de cada sección de estructura metálica

Revisión de la cotas de nivel por parte de la comisión de topografía.

Medición del área y espesores del acero estructural A588.

Revisión de soldaduras por el ensayo de ultrasonido.

Revisión de coordenadas por tramos por parte de la comisión de topografía.

Esta información obtenida fue diligenciada y procesada por el pasante en un balance que se desarrolló en conjunto con el ing. Residente del contratista específicamente para esta tarea.

6.2.4 Supervisión de pruebas de carga. Esta actividad se realizó debido a la programación de pruebas de carga que se solicitaron por parte de la interventoría al contratista encargado del frente de obra del puente Quebrada el Oro, estas pruebas se realizaron con el objetivo de poner a prueba los anclajes activos que se instalaron en el frente de obra, para corroborar que tienen la resistencia necesaria y asegurar que van a soportar las cargas a las que fueron diseñados. Para transportar los tramos o secciones de la estructura metálica atreves de los teleféricos.

Esta prueba se le realizo inicialmente a 6 anclajes que ya se encontraban debidamente tensionados, sin embargo se debía realizar revisión y supervisión diaria a dichos anclajes que se encontraban instalados, esta prueba se realizó en base al procedimiento que sugirió el contratista que construyo los anclajes, siendo un procedimiento avalado por la interventoría.

Diariamente se revisaban pernos, guayas, winchers y los anclajes instalados como apoyos para soportar dicho peso del teleférico y los tramos de estructura metálica a transportar.

La supervisión de estas pruebas era de vital importancia, ya que no se podía pasar por alto cualquier detalle, empezando por el comportamiento de los anclajes, hasta mirar si el dado no presentaba fisuras o planos de falla, lo cual equivaldría a una desaprobación del anclaje sometido, teniendo en cuenta que si fallaban algún anclaje, no se daría el visto bueno a los anclajes instalados.

6.3 Actividades que Fueron Supervisadas Durante la Pasantía

A continuación se describen cronológicamente todas las actividades que fueron supervisadas durante el periodo de pasantía iniciando el mes de Marzo de 2017 y finalizando en Junio de 2017, tales actividades de supervisión son:

-Instalación de base granular

-Ensayos y toma de densidades para verificar el porcentaje de compactación en el estribo del eje A del puente Quebrada el Oro, los resultados de los ensayos aparecen en el respectivo apéndice

Utilización de los materiales adecuados

Realización en capas no mayor a 30 cms

Instalación de tramos y secciones de la estructura metálica entre el eje “A” y eje “B”.

Estructura en acero estructural A-588

Prueba de carga para garantizar la capacidad portante y comprobar que dicho teleférico y sus anclajes soportara el peso de los tramos de la estructura metálica.

Instalación de los apoyos provisionales hincados en el lecho de la Quebrada el Oro

Instalación de la estructura metálica primeros tramos entre los ejes “A” y eje “B

Trabajos efectuados para llevar acabo el montaje de los tramos de la estructura metálica, acero estructural A588 atreves de pilotes hincados en el lecho de la quebrada

Pruebas de carga de los teleféricos que realizaran el transporte, montaje e instalación de los diferentes tramos de la estructura metálica

Prueba de carga del teleférico a utilizar para la instalación de las secciones o tramos de la estructura metálica del puente Quebrada el Oro.

Demarcación de las zonas de peligro y se verifican el procedimiento que se llevara a cabo para la instalación de los distintos tramos de la estructura metálica

Instalación de los neoprenos en el eje A posterior a dicha instalación

-Montaje de los primeros tramos del eje “A” hacia el eje “B” soportados por los apoyos provisionales.

Las anteriores actividades de supervisión realizadas en el mes de Marzo/2017 se visualizan en las fotografías siguientes



Figura 24. Compactación y ensayo de densidades en el eje “A”

Fuente: Pasante



Figura 25. Instalación de los apoyos provisionales para la instalación de la estructura metálica

Fuente: Pasante



Figura 26. Prueba de carga del teleférico, para el transporte de tramos de la estructura metálica
Fuente: Pasante



Figura 27. Instalación de los primeros tramos de la estructura metálica entre los ejes A y B
Fuente: Pasante



Figura 28. Supervisión de instalación los apoyos provisionales
Fuente: Pasante



Figura 29. Prueba de carga de teleférico
Fuente: Pasante



Figura 30. Prueba de carga de teleférico

Fuente: Pasante



Figura 31. Prueba de carga de teleférico y verificación de winches

Fuente: Pasante



Figura 32. Verificación de los pernos de seguridad de los anclajes del teleférico

Fuente: Pasante

La supervisión durante el mes de Abril/2017 se llevó a cabo a través de las siguientes actividades

Instalación de tramos de la estructura metálica del puente Quebrada el Oro “acero estructural A588” por medio de teleférico se transportaron las secciones,

Instalación de soldadura, se realiza el control y supervisión topográficamente por parte de interventoría.

Control del personal que labore en obra acerca del uso de los elementos de protección personal y sea el adecuado para realizar trabajo en alturas. Instalación de los apoyos provisionales pilotes hincados en el lecho del río.

Tramos de la estructura metálica instalados, por parte de la comisión de topografía de interventoría para verificar cotas.

Trabajos que adelanta el personal en obra por parte del contratista, montaje e instalación de la estructura metálica por secciones o tramos

Verificación del material acero estructural A588 en obra que cumpla con las condiciones adecuadas y diámetros especificados en los planos tanto de diseño, taller y montaje.

Revisión del estado de los winchers del teleférico, utilizado para la instalación de tramos de la estructura metálica.

Control y supervisión de los trabajos ejecutados por parte del contratista, instalación de tramos o secciones de la estructura metálica. Instalación de soldadura, trabajo desarrollado en alturas.

Espesores tramo a tramo del acero estructural A588. Previa a la instalación y montaje en la estructura del puente quebrada el oro.

Espesores tramo a tramo del acero estructural A588. Previa a la instalación y montaje en la estructura del puente quebrada el oro

Las anteriores actividades de supervisión realizadas en el mes de Abril/2017 se visualizan en las fotografías siguientes



Figura 33. Verificación de tramos de la estructura metálica
Fuente: Pasante



Figura 34. Instalación de soldadura en los tramos de la estructura metálica
Fuente: Pasante



Figura 35. Verificación de tramos de la estructura metálica
Fuente: Pasante



Figura 36. Instalación de soldadura en los tramos de la estructura metálica
Fuente: Pasante



Figura 37. Instalación de vigas transversales de la estructura metálica
Fuente: Pasante



Figura 38. Vista panorámica de la estructura metálica del puente Quebrada el Oro
Fuente: Pasante



Figura 39. Vista panorámica de la estructura metálica del puente Quebrada el Oro
Fuente: Pasante



Figura 40. Material acopiado de estructura metálica del puente Quebrada el Oro
Fuente: Pasante



Figura 41. Instalación de los tramos en el eje “B” del puente Quebrada el Oro
Fuente: Pasante



Figura 42. Ensayo de ultrasonido en los diferentes tramos del puente Quebrada el Oro

Fuente: Pasante



Figura 43. Vista panorámica desde el eje "A"

Fuente: Pasante



Figura 44 Vista panorámica desde el eje “A”

Fuente: Pasante



Figura 45. Vista panorámica desde el eje “A”

Fuente: Pasante



Figura 46. Supervisión de trabajos en el eje “A”
Fuente: Pasante



Figura 47. Vista panorámica desde el eje “A”
Fuente: Pasante



Figura 48. Verificación de calibres y espesores del acero estructural

Fuente: Pasante



Figura 49. Vista panorámica desde costado derecho, aguas arriba

Fuente: Pasante



Figura 50 Verificación de calibres y espesores del acero estructural

Fuente: Pasante



Figura 51. Verificación de calibres y espesores del acero estructural

Fuente: Pasante



Figura 52. Vista panorámica desde la parte alta de la montaña

Fuente: Pasante



Figura 53. Vista frontal, aguas arriba

Fuente: Pasante



Figura 54. Supervisión y control por parte de interventoría

Fuente: Pasante

La supervisión durante el mes de Mayo/2017 se llevó a cabo a través de las siguientes actividades

Instalación de estructura metálica entre los ejes “A” y eje “B” con una longitud o una luz de 60mts

Trabajos de instalación de estructura metálica entre los ejes “B” y eje “C” con luz de 40mts

Control y supervisión de señalización en obra y demarcación de las zonas de peligro, se verifica se cuente con líneas de vida para el desarrollo de los trabajos.

Instalación de la estructura metálica en los tramos del eje “A” al eje “B”, con una longitud de 60 metros se continúan adelantando actividades de soldadura.

Charlas de seguridad al personal que labora en obra para el buen desarrollo de los trabajos a desarrollar durante la jornada laboral

Trabajos que adelanta el personal en obra por parte del contratista, y soldaduras instaladas en los distintos tramos, para verificar que no se presenten poros en las soldaduras, con el fin de ser corregidas

Control y supervisión de los trabajos ejecutados por parte del contratista, transporte e instalación de tramos o secciones de la estructura metálica

Descargue de la baranda metálica del puente quebrada el oro y se supervisan a través de la remisión el material relacionado

Control y supervisión de los trabajos ejecutados por parte del contratista, transporte e instalación de tramos o secciones de la estructura metálica. En los tramos del eje “B” al eje “C”.

Transporte e instalación de tramos o secciones de la estructura metálica. En los tramos del eje “C”.

Control y supervisión de los trabajos ejecutados por parte del contratista, transporte e instalación de tramos o secciones de la estructura metálica.

Demarcación de las zonas de peligro y se verifican el procedimiento que se llevara a cabo para la instalación de los distintos tramos de la estructura metálica, según el plan de trabajo y proceso constructivo entregado por el contratista de igual manera se exige que el personal cuente con el curso avanzado en alturas, y el procedimiento y plan de rescate se empleara en caso de ocurrir algún accidente.

Estructura metálica en un 90% ya instalada haciendo falta algunos detalles de soldadura y vigas riostras por instalar. Para posteriormente iniciar con actividades tales como son la instalación del tablero.

Visita técnica por parte del contratista e interventoría y el supervisor del contrato por parte FONADE, para verificar el avance de la obra.

Visita técnica por parte del especialista hidráulico del contratista para definir las obras de protección, para garantizar la durabilidad del puente, se plantea realizar unos espolones y unas colchas gaviones.

Las anteriores actividades de supervisión realizadas en el mes de Mayo 2017 se visualizan en las fotografías siguientes



Figura 55. Supervisión y control por parte de interventoría
Fuente: Pasante



Figura 56. Señalización y demarcación en obra
Fuente: Pasante



Figura 57. Instalación de estructura metálica entre ejes “A y “B”
Fuente: Pasante



Figura 58 Instalación de soldadura en la estructura metálica entre ejes “A y “B”

Fuente: Pasante



Figura 59. Charlas de seguridad al personal

Fuente: Pasante



Figura 60 Verificación de los pernos de seguridad de los anclajes del teleférico
Fuente: Pasante

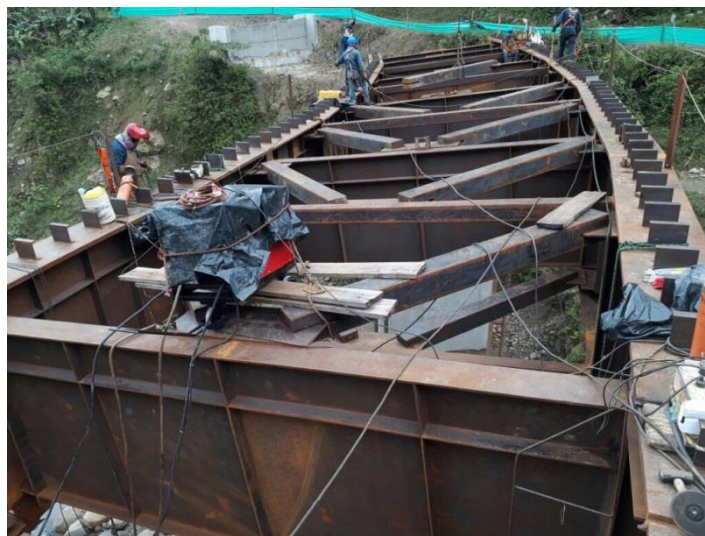


Figura 61. Instalación de soldadura en los tramos de la estructura metálica
Fuente: Pasante



Figura 62. Instalación de soldadura en los tramos de la estructura metálica

Fuente: Pasante



Figura 63. Vista panorámica desde la parte alta de la montaña

Fuente: Pasante



Figura 64. Instalación de vigas transversales de la estructura metálica
Fuente: Pasante



Figura 65. Excavación para anclaje de muertos del teleférico
Fuente: Pasante



Figura 66. Excavación para anclaje de muertos del teleférico

Fuente: Pasante



Figura 67. Instalación de soldadura en los tramos de la estructura metálica

Fuente: Pasante



Figura 68. Vista panorámica desde la parte alta de la montaña
Fuente: Pasante



Figura 69. Verificación de los ensayos de ultrasonido
Fuente: Pasante



Figura 70. Ensayo de ultrasonido en los diferentes tramos del puente Quebrada el Oro
Fuente: Pasante



Figura 71. Descargue de la baranda del puente quebrada el oro
Fuente: Pasante



Figura 72 Vista panorámica desde el eje “A”

Fuente: Pasante



Figura 73. Tramos a instalar en el eje “C”

Fuente: Pasante



Figura 74. Vista panorámica desde el eje “C”

Fuente: Pasante



Figura 75. Tramos a instalar de la estructura metálica en el eje “C”

Fuente: Pasante



Figura 76. Prueba de carga de teleférico y verificación de winches. Eje “C”

Fuente: Pasante



Figura 77. Vista panorámica desde el eje “C”

Fuente: Pasante



Figura 78. Vista panorámica desde el eje "C"

Fuente: Pasante



Figura 79. Vista panorámica desde el eje "A" del puente quebrada el oro

Fuente: Pasante



Figura 80. Vista panorámica desde el eje “A” del puente quebrada el oro
Fuente: Pasante



Figura 81. Vista panorámica desde el eje “C” del puente quebrada el oro
Fuente: Pasante



Figura 82. Vista panorámica desde el eje “A” del puente quebrada el oro
Fuente: Pasante



Figura 83. Visita técnica al puente quebrada el oro
Fuente: Pasante

Las actividades en materia de supervisión realizadas durante el mes de Junio/2017 se detallan a continuación

Instalación del tablero del puente quebrada el oro, y la instalación de acero de refuerzo para el mismo tablero y se trabajó en las losas de aproximación al puente Quebrada el Oro en el eje

“A” y el eje “C”.

Instalación de cimbra para el tablero del puente sobre la quebrada el oro, ubicado en el pr38+700 vía la soberanía. Se supervisan los trabajos en altura.

Instalación de acero de refuerzo para el tablero y andenes del puente sobre la Quebrada el Oro, ubicado en el pr38+700 vía la soberanía.

Instalación de cimbra y acero de refuerzo para el tablero del puente sobre la Quebrada el Oro, ubicado en el pr38+700 vía la soberanía.

Instalación acero de refuerzo para losa de aproximación eje “C” del puente sobre la Quebrada el Oro, ubicado en el pr38+700 vía la soberanía.

Instalación de acero para parrilla inferior de losa, puente sobre la Quebrada el Oro, ubicado en el pr38+700 vía la soberanía.

Estas actividades de supervisión realizadas durante el mes de Junio/2017 pueden visualizarse en las fotografías siguientes



Figura 84. Instalación de tablero sobre a estructura metálica
Fuente: Pasante



Figura 85. Instalación de tablero y acero de refuerzo
Fuente: Pasante



Figura 86. Instalación de tablero y acero de refuerzo
Fuente: Pasante



Figura 87. Instalación de acero de refuerzo para losa
Fuente: Pasante



Figura 88. Instalación de acero de refuerzo

Fuente: Pasante

Capítulo 7. Grado de Cumplimiento de Diseños y Normas de Parte del Contratista

A título ilustrado, cabe mencionar que todos los materiales que se utilizaron en la obra Puente Quebrada el Oro son nuevos, de primera calidad y se ajustan a las especificaciones técnicas del Contrato, aspectos que fueron supervisados por la interventoría mediante la presentación, con la debida anticipación, de muestras representativas para la realización de los ensayos necesarios que permitan la comprobación del cumplimiento con lo previsto en las Especificaciones Técnicas Generales o Particulares y/o en los Códigos y Normas que las soportan y complementan que aparecen en el Contrato 2101088, los resultados de los ensayos de laboratorio aparecen en el respectivo apéndice

En atención a lo expuesto, las etapas de desarrollo, ejecución, avances y terminación del Puente Quebrada el Oro aparecen en los informes semanales y mensuales de interventoría cuyos detalles pueden apreciarse en el apéndice correspondiente, informes que se compendian a continuación.

Informe semanal de Interventoría

Están diligenciadas en papelería de FONADE y expedidas por la Gerencia de Proyectos, código FMI017, versión 068 para la vigencia a Enero 31 de 2017, soportes que en su orden registran la siguiente información

Información General: Registra objeto del contrato “estudios, diseños y construcción de un puente metálico sobre la quebrada El Oro en la carretera de la Soberanía, vía La Lejía-Saravena, Departamento de Norte de Santander”; localización del proyecto, No. del Contrato, plazo inicial y

fechas de iniciación (Noviembre 28 de 2009) y terminación (Diciembre 31 de 2017); en esta sección se incluye información referente a detalles del contrato y los valores asociados al proyecto, siendo el valor inicial de \$ 8.507'718 526

Control del Hito: Incluye esta sección del informe semanal una descripción del hito que registra el Acta de Inicio, especificaciones técnicas referente al concreto y estructura del puente principalmente.

Indicadores: Valores programados y valores ejecutados

Identificación de situaciones problemáticas. Análisis de causas

Pagos efectuados: \$8.288'098.277

-Manejo Ambiental: Permiso de concesión de aguas, aprovechamiento forestal y ocupación de cauce según Corponort

Estado de avance y permisos ambientales

Compromisos: Responsable el Contratista y fechas de cumplimiento

Comentarios del Interventor:

Control de actividades

Temas estipulados en el Acta de Seguimiento del contrato

Registro fotográfico del avance durante la semana: Fotografías anexas al informe.

Informe Ejecutivo Mensual de Interventoría

Están diligenciadas en papelería de FONADE y expedidas por la Gerencia de Proyectos, código FMI019, versión 058 para la vigencia a Enero 31 de 2017, soportes registran las mismas secciones del Informe Semanal de Interventoría, como puede apreciarse en el apéndice correspondiente

Finalmente, los informes anteriores son parte integral de las actas de seguimiento de contrato, las cuales están incluidas en el apéndice, que tiene como objeto “estudios, diseños y construcción de un puente metálico sobre la quebrada El Oro en la carretera de la Soberanía, vía La Lejía-Saravena, Departamento de Norte Santander”, actas se compendian a continuación.

Al respecto, las actas de seguimiento de contrato están diligenciadas en papelería de FONADE y expedidas por la Gerencia de Proyectos, código FMI020, versión 08 para la vigencia a Julio 15 de 2016, soportes que en su orden registran la siguiente información:

Acta No.49 de Mayo 03 de 2017

Contiene lectura y verificación de compromisos del acta anterior según actividades realizadas por el responsable o Contratista y fechas propuestas para la ejecución del compromiso, las cuales aparecen pendientes.

Además, incluye los temas tratados en relación a sugerencias de FONADE y solicitudes de la interventoría; identifica los compromisos de parte del Contratista para ejecutar en Mayo 08 de 2017 y aparecen al final doce firmas de los actores participantes que están identificados como representantes de las diferentes entidades involucradas en la ejecución de la obra

Acta No. 50 de Mayo 10 de 2017

Este soporte presenta las mismas características y contenidos explicados anteriormente, cuyos detalles pueden apreciarse en el apéndice respectivo

-Acta No. 52 de Mayo 25 de 2017

Este soporte presenta las mismas características y contenidos explicados anteriormente, cuyos detalles pueden apreciarse en el apéndice respectivo.

Capítulo 8. Formatos en la Ejecución de la Obra

Los formatos que registran los detalles sobre ejecución de la obra Puente Quebrada el Oro son los Informes semanales de Interventoría, Informes ejecutivos mensuales de Interventoría, las Actas de seguimiento y terminación el contrato y el formato de Control diario de actividades de campo, los cuales pueden apreciarse en el apéndice correspondiente.

De acuerdo a este orden de ideas, se explica a continuación el formato de Control diario de actividades de campo, dado que los demás formatos se explicaron en la sección anterior; es así que el registro diario del control de actividades contenido en los formatos denominados Control diario de actividades de campo utiliza el modelo impreso de la empresa Consorcio Corredores Viales cuyo encabezamiento contiene los siguientes datos:

Nombre: Ingeniero que diligencia el formato de control diario, Alvaro Jaimes Contreras

Cargo: Quien diligencia el formato, en este caso el Ingeniero de Obra

Fecha: Desde el mes de abril de 2017

Horas: inicial y final del control, desde 7 am hasta 5 pm

Clima: Toledo

Contratista supervisado: Invías, puente Quebrada el Oro

Los anteriores datos básicos se complementan con otra información pertinente al control diario de la obra, tal como:

Descripción de actividades: Aparecen detalles sobre instalaciones, soldaduras y elementos metálicos utilizados, identificando el kilómetro inicial y final

Observaciones: Principalmente destacan comunicaciones amenazantes de grupos guerrilleros que operan en la zona.

Personal: Identifica con nombres el recurso humano involucrado en las actividades

Control de Maquinaria y Equipo: Detalla especificaciones de los equipos utilizados en cada actividad en cuanto a marcas, estado de los equipos y mantenimiento realizado.

Material: Identificación de los materiales y la cantidad utilizada.

Este formato de Control diario de actividades de campo aparece en el apéndice correspondiente.

Conclusiones

Un principio básico para la consecución de una estructura durable consiste en lograr, en la medida de lo posible, el máximo aislamiento respecto al agua. Por ello, todas las medidas que promuevan una evacuación rápida del agua, de manera que esté en contacto con la estructura lo mínimo posible, redundan en su durabilidad. De igual manera, es recomendable minimizar la extensión de las superficies de acero expuesta a la corrosión, reduciendo el número de irregularidades (superposiciones, bordes, esquinas), y disponiendo soldaduras continuas, en general (deberían emplearse soldaduras discontinuas y por puntos únicamente en caso de riesgo insignificante de corrosión).

Los componentes con mayores daños, son las juntas de dilatación, los apoyos y los elementos de armadura.

Las fallas predominantes en el componente de superficie del puente son el daño estructural, impacto y descomposición relacionados directamente con el aumento de las cargas reales y los asentamientos en los terraplenes de acceso, a la vez las juntas de dilatación cuyos daños más frecuentes son el impacto, la infiltración y la deficiencia estructural. En las pilas de los puentes con superestructura de acero las pilas son de concreto reforzado en los que se generan daños provocados por la erosión y la socavación. En los apoyos se generan fallas por la falta de dispositivos en las juntas de dilatación para controlar el agua en el tablero. En las losas se produce daños por la infiltración ya que se tiene drenes cortos

Se debe realizar estudios de socavación en las pilas de los puentes.

Recomendaciones

Evaluar la capacidad máxima de carga del puente.

Se recomiendan dimensiones mínimas de 500x700 mm (ancho x alto) en los accesos rectangulares u ovals, y de diámetro mínimo 600 mm en los accesos de forma circular. Además, deben existir orificios de ventilación adecuados al sistema de protección empleado en el mantenimiento.

Garantizar un correcto diseño de detalles que minimice el riesgo de corrosión de la estructura metálica, al mismo tiempo facilitar la inspección, mantenimiento y de ser el caso la sustitución de ciertos elementos como apoyos, juntas, cables, anclajes, etc.

Los tableros deben ser adecuadamente impermeabilizados para evitar la entrada de agua en la estructura.

El sistema de drenaje debe ser en función de la superficie de plataforma y del volumen a evacuar, dependiendo de la pendiente del tablero y sistemas de desagüe.

En secciones cerradas y no visitables, se debe garantizar su completo sellado, mediante soldaduras u otro sistema, protegiendo la parte interna de eventuales filtraciones de agua.

Algunas de las reparaciones recomendadas para los puentes metálicos en general son el refuerzo de la losa (sobre losa o utilización de materiales compuestos, como fibras de acero de alta resistencia y otros) o la reparación del concreto y mantenimiento general, la inyección de grietas, construcción o reparación de drenes (prolongación, limpieza, etc.) y el cambio del piso metálico.

La limpieza y pintura de la estructura, el reemplazo de pernos, remaches y abrazaderas defectuosas, reparación de los componentes de acero y la reposición de elementos faltantes.

Revisar el comportamiento sismo resistente y verificar los problemas de socavación en las pilas, al igual que la evaluación de la capacidad máxima de carga del puente.

(ww.monografias.com)

Referencias Bibliográficas

Alegre, V. Cansario, M. (2013). El control de calidad en España y Colombia. Diferencias en su filosofía. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, 3(2), 126-132.

Aponte, I. (2014). Las fallas de planeación y su incidencia en el contrato estatal de obra. (U. E. Colombia, Ed.) Revista Digital de Derecho Administrativo 11(4), 177-207.

APR Ingenieros. (s.f.). Teleféricos. Recuperado de: <https://apringenieros.com/telefericos/>

Apuntes Ingeniería Civil. (s.f.). Pilas en Puentes. Recuperado de: <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.co/2011/02/pilas-en-puentes.html>

Area Tecnología. (s.f.). Estructuras Metalicas. Recuperado de: <http://www.areatecnologia.com/estructuras/estructuras-metalicas.html>

Camara de Comercio de Bogota. (2012). Manual supervisión e interventoría de contratos y/o convenios. Bogota: El Autor.

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. (2016). Instructivo para el Uso de la Bitácora de Obra o Servicio. Recuperado de: <http://www.cmic.org/mnsectores/energia/bitacoraobra/instructivo.htm>

Carrera, J; Lara, V. & Sánchez, S. (s.f.). Puentes metálicos. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos81/puentes-metalicos/puentes-metalicos2.shtml>

CONSTRUDATA. (s.f.). Componente de las vías. Recuperado de: http://www.construdata.com/Bc/Revista_Construdata/Articulos/componentes_de_las_vias.as

p

Departamento Nacional de Planeación. (2017). Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas
Construcción de puentes vehiculares en vías secundarias ó terciarias. Bogotá: DNP

Díaz, J. (s.f.). Deslizamiento y estabilización de taludes en zonas tropicales. Recuperado de:
<http://www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales.html>

Durán., E. (s.f.). Organización de obras. Cantidades de obra. Recuperado de:
<https://organizaciondeobras.wordpress.com/cantidades-de-obra/>

Fonseca, M. & Castro, C. (2016). Elaboración de un Manual de Interventoría Técnica para los
Proyectos de Obras Civiles de la Universidad Francisco úe Paula Santander Cúcuta,
Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Facultad de Ingenierías, Especialización
en Interventoría de obras civiles, Ocaña

Garay, D. (2009). El sistema presupuestal del proyecto de construcción Tecnura, 12(24), 76-85.

Gorbaneff, Y; González, J. & Barón, L. (2011). ¿Para qué sirve la interventoría de las obras
públicas en Colombia? Revista de Economía Institucional, 13(24), 413-428.

Hernández, R; Fernández, C. & Baptista, L. (2010). Metodología de la investigación. Bogotá: Mc
Graw Hill.

Instituto Nacional de Vías, (2014). Norma Colombiana de Diseño de Puentes, Bogotá: INVIAS

Méndez, C. (2007), Metodología, Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación con Énfasis en
Ciencias Empresariales, Bogota: Limusa Noriega Editores

Patiño, F. (s.f.). Diccionario basico. Recuperado de:

http://www.academia.edu/1329261/GEOTECNIA_DICCIONARIO_B%C3%81SICO

Quecedo, R. & Castaño, C. (2002). Introducción a la metodología de investigación cualitativa

Revista de Psicodidáctica, 14(2), 5-39.

Vallejo, F. (2007). Responsabilidad profesional en la construcción de obras, Revista Derecho del

Estado, 20(7), 1.

Apéndices

Apéndice A. Formato diario

(Ver PDF cd)

Apéndice B. Informe mensual

(Ver PDF cd)

Apéndice C. Informe semanal

(Ver PDF cd)

Apéndice D. Actas de seguimiento

(Ver PDF cd)

Apéndice E. Ensayos de laboratorio

(Ver PDF cd)