



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

INSTALACIÓN DE PUENTE MODULAR PROVISIONAL CONTUMAZÁ

Pedro Rumiche-Mogollón

Piura, junio de 2018

FACULTAD DE INGENIERÍA

Departamento de Ingeniería Civil

Rumiche, P. (2018). *Instalación de puente modular provisional Contumazá* (Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](https://repositorio.institucional.pirhua.edu.pe/)

UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA



Instalación de puente modular provisional Contumazá

**Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de
Ingeniero Civil**

Pedro Vero Rumiche Mogollón

Revisor: Jorge Demetrio Reyes Salazar

Piura, junio 2018

A Dios y la Virgen, a mis padres y hermanos,
a mi amada Karina, y mis hermosos hijos (as)
Alejandra, Ximena, Pedro Vero y María José,
Gracias por todo.

Prólogo

La Red Vial Nacional tanto asfaltada como afirmada, está bajo la competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la misma que a través de dispositivos legales a transferido la responsabilidad de dichas vías nacionales a Provias Nacional con el fin de poder preservar el patrimonio vial existente a través de actividades de conservación vial o desarrollo de proyectos de inversión pública.

En el marco del proceso de modernización de las vías nacionales, el Gobierno viene ejecutando el Programa Nacional de Puentes (Propuentes), que implica la instalación de puentes modulares y puentes definitivos. Provias Nacional, unidad Zonal IV-Cajamarca, tuvo a su cargo la instalación del Puente Modular Provisional Contumazá en la Carretera Chicama-Cascas-Contumazá-Chilete, Ruta PE-01NF, cuyo proyecto surgió en respuesta a la necesidad de mejorar los niveles de servicio, confort y seguridad a los usuarios, la misma que benefició a los distritos de la provincia de Contumazá y los distritos de la provincia de Gran Chimú.

Para el desarrollo de la obra se utilizó una estructura modular Acrow 700 XS SSR, de L=21.34 m, que fue una solución rápida y efectiva ante la necesidad presentada. Es un descendiente directo del Puente militar Bailey. Es completamente modular y utiliza mucho de los principios incorporados en el concepto Bailey, incluyendo su fácil transporte a lugares remotos, instalación con trabajadores no especializados, con o sin el empleo de grúa, bajo mantenimiento y versatilidad.

El presente trabajo de Suficiencia Profesional contiene los antecedentes, la descripción técnica de la obra, la etapa previa, durante y final de la instalación propia del puente modular, un análisis de los problemas presentados durante su instalación y las recomendaciones para futuras obras de esta naturaleza.

Finalmente, expreso un sincero agradecimiento a mi revisor, Ing. Jorge Demetrio Reyes Salazar, quién me apoyó constantemente durante el desarrollo y revisión del presente trabajo de Suficiencia Profesional. Del mismo modo, agradezco al Ing. Christian Mario Varhen García, quien en todo momento me brindó su confianza y respaldo humano y profesional, así como a Provias Nacional, en todo momento me brindaron la información para el desarrollo de este trabajo y de un modo muy especial al Administrador de Provias Nacional Piura- Tumbes Lic. Jorge Espinoza Ruesta y a las Ingenieras Roxana Fernández Curay y Gaby Ruiz Petrozzi, que Dios me los ilumine siempre y me los colme de bendiciones.

Índice

Introducción	1
Capítulo 1 Antecedentes	3
1.1. Problemática.....	3
1.2. Ubicación	5
1.3. Tipo de Vía.....	7
1.4. Características de la zona	7
1.5. Conformación Geomorfológica	11
1.6. Características de la estructura inicial.....	15
1.7. Responsabilidad	17
Capítulo 2 Criterios durante la etapa de diseño	19
2.1. Criterios iniciales	19
2.2. Elección de la ubicación del puente	19
2.3. De los estudios básicos de ingeniería.....	20
2.3.1. Estudios topográficos	20
2.3.2. Estudios de hidrología e hidráulica	20
2.3.3. Estudios geológicos y geotécnicos	21
2.3.4. Estudios de riesgo sísmico	21
2.3.5. Estudios de impacto ambiental.....	21
2.3.6. Estudios de tráfico	22
2.3.7. Estudios de trazo y diseño vial de los accesos	22
2.4. Elección del puente	23
2.4.1. Definición de puente	23
2.4.2. Clasificación de puentes (Manual de puentes del MTC)	23
2.4.3. Clasificación de puentes (SCAP)	24
2.4.3.1. Categoría definitivo	24
2.4.3.2. Categoría provisional.....	25

2.5.	Puentes Modulares de acero	25
2.5.1.	Puentes Bailey.....	25
2.5.2.	Puentes Mabey	26
2.5.3.	Puentes Acrow	27
2.5.4.	Puentes Harzone.....	28
2.5.5.	Puentes Esmetal	29
2.6.	Alternativas.....	29

Capítulo 3 Puente provisional modular tipo Acrow 31

3.1.	Definición de puente modular.....	31
3.2.	Ventajas y desventajas de la instalación de puentes modulares	31
3.3.	Diseño del puente.....	33
3.4.	Política de instalación de puentes modulares en el Perú	34
3.5.	Configuraciones del puente Acrow.....	35
3.6.	Componentes del puente Acrow	37
3.6.1.	Panel estándar (AB701)	37
3.6.2.	Panel de cortante (AB702).....	37
3.6.3.	Viga de piso o travesaños	38
3.6.4.	Unidades de piso	40
3.6.4.1.	Piso (AB601) y piso con guardarueda (AB602).....	40
3.6.4.2.	Piso intermedio EW (AB604)	40
3.6.4.3.	Viga final (AB720C) y viga final intermedia de piso epóxico EOB (AB721C)	40
3.6.5.	Tornapunta (AB703).....	42
3.6.6.	Bulón o pasador de panel (AB051).....	42
3.6.7.	Cordones de refuerzo (AB620, AB621)	43
3.6.8.	Cojinetes 44	
3.6.8.1.	Bloque final (AB503 / AB504)	44
3.6.8.2.	Apoyo de cojinete (AB587).....	44
3.6.8.3.	Apoyo de cojinete superior (AB587U) e inferior (AB587L)	44

Capítulo 4 Instalación del puente 47

4.1.	Procedimiento administrativo	47
4.1.1.	Informe preliminar	47
4.1.2.	Solicitud de cobertura presupuestal	47
4.1.3.	Requerimientos y términos de referencia.....	52
4.1.4.	Solicitud de requerimiento de vehículos y equipo mecánico a terceros	52

4.1.5.	Solicitud de remesa (procesos menores a 3UIT).....	52
4.1.6.	Valor estimado, validación presupuestal adjudicación y orden de servicio y de compra	52
4.2.	Procedimiento técnico.....	53
4.2.1.	Actividades preliminares.....	53
4.2.1.1.	Transporte de estructura metálica de Lima a obra.....	53
4.2.1.2.	Movilización y desmovilización de equipo	53
4.2.1.3.	Desquinche del cerro con equipo.....	53
4.2.1.4.	Desbroce y limpieza de terreno manual.....	55
4.2.1.5.	Trazo, nivelación y replanteo	55
4.2.1.6.	Mantenimiento del tránsito y seguridad vial	55
4.2.1.7.	Cartel de identificación de obra.....	56
4.2.1.8.	Casetas de vigilancia y oficina	57
4.2.1.9.	Gateo de estructura para construcción de apoyos.....	57
4.2.1.10.	Desmontaje de maderamen.....	59
4.2.1.11.	Habilitación de acceso peatonal con madera	60
4.2.2.	Subestructura.....	61
4.2.2.1.	Excavación en material común.....	61
4.2.2.2.	Excavación en material roca	62
4.2.2.3.	Concreto $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$	63
4.2.2.4.	Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	63
4.2.2.5.	Encofrado y desencofrado	65
4.2.2.6.	Acero corrugado $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ GRADO 60.....	66
4.2.2.7.	Dowells 5/8”	68
4.2.3.	Superestructura.....	69
4.2.3.1.	Montaje y lanzamiento de estructura metálica	69
4.2.3.2.	Desmontaje de estructura metálica Bailey.....	69
4.2.3.3.	Transporte de estructura metálica de campamento a obra.....	70
4.2.3.4.	Transporte de estructura tipo Bailey desmontada a campamento	70
4.2.4.	Varios	71
4.2.4.1.	Losas de aproximación	71
4.2.4.2.	Muros contraimpacto	72
4.2.4.3.	Apoyos y placas	72
4.2.4.4.	Señalización.....	74

Capítulo 5 Criterios durante la construcción	75
5.1. Criterios para el lanzamiento	75
5.1.1. Área o espacio	75
5.1.2. Pendiente	76
5.1.3. Uso de nariz acople	77
5.1.4. Condiciones meteorológicas	79
5.1.5. Lanzamiento gradual.....	80
5.2. Cierre parcial y definitivo de la vía	81
5.3. Actividades que me permitieron mitigar el impacto ocasionado por el cierre definitivo de la vía	82
5.3.1. Habilitación de acceso peatonal con madera	82
5.3.2. Colocación de señales informativas provisionales.....	82
5.3.3. Avisos a la comunidad	84
5.3.4. Habilitación de accesos de comunicación.....	84
5.4. Radio de giro.....	84
Conclusiones y recomendaciones	85
Bibliografía	91
Anexos	93
Anexo 1. Ficha técnica puente Contumazá	95
Anexo 2. Contumaza apoyos geométricos	96
Anexo 3. Contumaza armadura.....	97
Anexo 4. Contumaza losa	98
Anexo 5. Contumaza vista general.....	99

Índice de Tablas

Tabla 1.	Alternativas de puentes modulares	30
Tabla 2.	Cuadro de inversiones en puentes.....	34
Tabla 3.	Tabla de configuraciones de paneles	36
Tabla 4.	Presupuesto Analítico Instalación de Puente Modular Contumazá.....	49
Tabla 5.	Presupuesto S10 por partidas.....	51
Tabla 6.	Lista de componentes para luces de 21.34 m x SSR x EW HL-93	54

Índice de figuras

Figura 1.	Puente Bailey Contumazá Km 99+881	3
Figura 2.	Problemas de corrosión en componentes de Puente Bailey Contumazá	4
Figura 3.	Emparrillados del tablero del Puente Bailey Contumazá dañados.	4
Figura 4.	Cordones de refuerzo del Puente Bailey Contumazá dañados.	5
Figura 5.	Plano de ubicación del Puente Bailey Contumazá	6
Figura 6.	Ubicación de rutas alternas: ruta departamental ruta vecinal	9
Figura 7.	Cuadro Estratigráfico de la Región de Cajamarca.....	11
Figura 8.	Mapa geológico del cuadrángulo de Cajamarca.....	13
Figura 9.	Túnel Contumazá.....	15
Figura 10.	Estructura típica del puente Bailey – Cálculo y peso de componentes	16
Figura 11.	Apoyo puente Bailey Contumazá km 99+881.....	16
Figura 12.	Vista panorámica Google Earth Km 99+881	20
Figura 13.	Plano topográfico Vista perfil Km 99+881	21
Figura 14.	Clasificación de puentes según el SCAP.....	24
Figura 15.	Un tanque de Sherman fuertemente camuflado cruza un puente de Bailey sobre el río Santerno cerca de Imola, el 12 de abril de 1945.....	26
Figura 16.	Mabey Compact 200, Pembroke - UK	27
Figura 17.	Puente Corlas Carretera Cascas-Contumaza	28
Figura 18.	Puente Harzone Ecuador 2005.....	29
Figura 19.	Camión de diseño HL-93.....	33
Figura 20.	Configuraciones estándar de vigas	35
Figura 21.	Configuración simple reforzada	37
Figura 22.	Panel estándar AB 701.....	38
Figura 23.	Panel estándar viga de piso o travesaño EW AB507.....	39
Figura 24.	Unidad de piso con guardarueda AB 602	41
Figura 25.	Unidad de piso intermedio AB 604	41
Figura 26.	Unidad final de puente.....	42
Figura 27.	Tornapunta o puntal de panel	42
Figura 28.	Pasador de panel AB051 y Seguro de panel AB052	43
Figura 29.	Cordones de Refuerzo AB620 y AB621	43
Figura 30.	Bloque de cojinete finales AB503 y AB504.....	44
Figura 31.	Cojinetes finales AB587	45
Figura 32.	Desquinche de cerro	55
Figura 33.	Servicio de trazo, nivelación y replanteo.....	56
Figura 34.	Servicio de mantenimiento del tránsito y seguridad vial.....	56
Figura 35.	Cartel de obra Instalación de Puente Modular Contumazá.	57

Figura 36. Servicio de Gateo de estructuras para construcción de apoyos.....	58
Figura 37. Gateo y colocación de tacos de madera.....	58
Figura 38. Colocación de tacos de madera	59
Figura 39. Desmontaje de Maderamen	59
Figura 40. Área de trabajo durante la atención	60
Figura 41. Ubicación de acceso peatonal.....	61
Figura 42. Transbordo de pasajeros Contumazá-Cascas	61
Figura 43. Excavación en material común lado derecho	62
Figura 44. Excavación en material común lado izquierdo.....	62
Figura 45. Excavación en material roca.....	63
Figura 46. Detalle de dados de concreto, parapetos y muros contraimpacto.....	64
Figura 47. Concreto en zapatas: Dados de concreto estribo derecho	65
Figura 48. Concreto en zapatas: Dados de concreto estribo derecho e izquierdo	65
Figura 49. Encofrado estribo derecho.....	66
Figura 50. Detalle de acero en zapatas	67
Figura 51. Detalle de acero en parapetos y muros contraimpacto	67
Figura 52. Habilitación de acero para dado de concreto.....	68
Figura 53. Habilitación de acero para parapetos y muros contraimpacto.....	68
Figura 54. Lanzamiento puente modular Contumazá.....	69
Figura 55. Desmontaje de emparrillados de tablero puente Bailey	70
Figura 56. Desmontaje de emparrillados de tablero puente Bailey	70
Figura 57. Losa de aproximación lado izquierdo	71
Figura 58. Losa de aproximación lado derecho	71
Figura 59. Muros contraimpacto lado izquierdo.....	72
Figura 60. Detalle de instalación de apoyo móvil	72
Figura 61. Detalle de instalación de apoyo móvil	73
Figura 62. Apoyo fijo.....	73
Figura 63. Postes delineadores.....	74
Figura 64. Entrada al puente Contumazá.....	76
Figura 65. Salida del puente Contumazá	76
Figura 66. Panel Bailey.....	77
Figura 67. Nariz de Acople Puente Bailey-Puente Acrow	78
Figura 68. Nariz de Acople Puente Bailey-Puente Acrow	78
Figura 69. Nariz de Acople Puente Bailey-Puente Acrow	79
Figura 70. Trabajos de soldadura en acople Puente Bailey – Puente Acrow	79
Figura 71. Ubicación de rodillos fijos	80
Figura 72. Ubicación de rodillos fijos	81
Figura 73. Desmontaje de estructura Bailey	81
Figura 74. Señal Informativa de suspensión del tráfico vehicular hasta nuevo aviso	83
Figura 75. Señal Informativa de suspensión del tráfico vehicular hasta nuevo aviso	83

Introducción

No cabe duda, que los puentes constituyen una infraestructura de conectividad estratégica cuya intervención se debe programar para dar respuesta a las nuevas exigencias de crecimiento y desarrollo del país. Pero ante situaciones de emergencia como la caída de un puente y soluciones rápidas que permitan reestablecer pronto la transitabilidad y evitar problemas sociales, es que se cuenta hoy con puentes temporales y/o modulares, unas estructuras metálicas que reemplazan a las caídas, a la espera de una solución definitiva.

El primer capítulo del presente trabajo de Suficiencia Profesional contempla los antecedentes, problemática, ubicación, tipo de vía, características de la zona, necesarios para introducirnos en las etapas diseño, construcción e instalación del Puente Modular Provisional Contumazá.

En el segundo capítulo se detalla los criterios que se tuvo en cuenta durante la etapa del diseño, consideraciones iniciales, estudios básicos de ingeniería que se realizaron o no, la elección en la ubicación y tipo de puente, así como las posibles alternativas todas ellas válidas.

En el tercer capítulo se hace una reseña detallada de la alternativa seleccionada, indicando, las ventajas y desventajas, el diseño y la configuración adoptada y una breve descripción de los componentes del puente.

En el cuarto capítulo se presenta el desarrollo de las dos fases importantes que contempla la ejecución del proyecto, al tratarse este bajo la modalidad de administración directa a cargo de Provias Nacional. Estas son la fase administrativa que comprenderá toda la documentación necesaria para la atención del proyecto y el procedimiento técnico, la fase constructiva haciendo énfasis en la etapa de montaje y lanzamiento de la estructura metálica.

En el quinto capítulo se detalla algunos criterios que se tuvo en cuenta durante la etapa de lanzamiento como lo son el área o espacio, pendiente, uso de nariz de acople, los problemas que generó el cierre definitivo de la vía y las actividades que permitieron mitigar dicho impacto.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, brindadas a lo largo del informe, así como otras no tomadas en cuenta durante la ejecución de los trabajos de instalación, pero que son igual de importantes.

Capítulo 1 Antecedentes

1.1. Problemática

El Puente Contumazá que se reemplazó era una estructura modular tipo Bailey la cual fue instalada el año 1973. Su estructura estaba compuesta de paneles y vigas de acero unidas por bulones en siete tramos de 03 metros cada uno aproximadamente. La calzada del puente estaba constituida de tablones (MADERAMEN). (Ver Figura 1).



Figura 1. Puente Bailey Contumazá Km 99+881
Fuente: Elaboración: Propia

El puente presentaba serios problemas de corrosión, fatiga en los elementos, torceduras, elementos dañados y faltantes, la exposición prolongada a la intemperie y sin ningún mantenimiento le había quitado años de servicio, como se muestra en las Figura 2, Figura 3 y Figura 4.

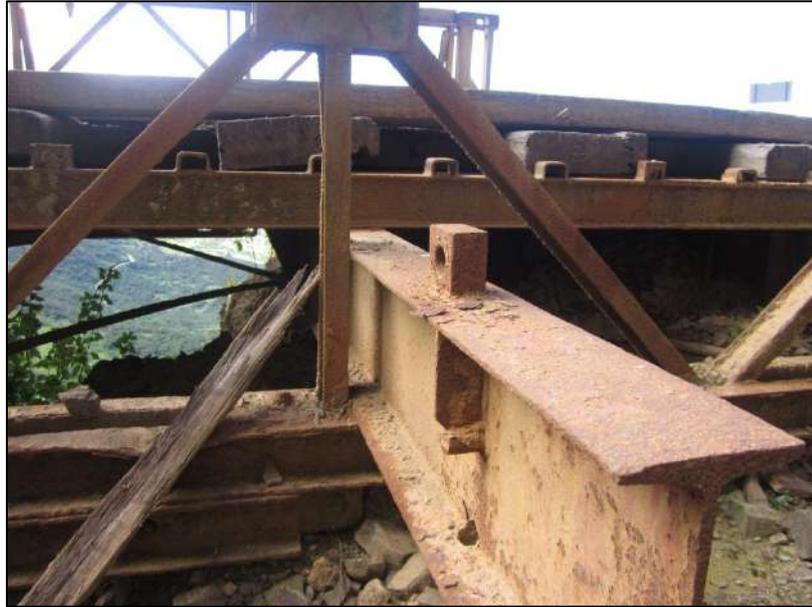


Figura 2. Problemas de corrosión en componentes de Puente Bailey Contumazá
Fuente: Elaboración propia



Figura 3. Emparrillados del tablero del Puente Bailey Contumazá dañados.
Fuente: Elaboración propia”



Figura 4. Cordones de refuerzo del Puente Bailey Contumazá dañados.
Fuente: Elaboración propia

La consecuencia del mal estado de conservación de la estructura, su antigüedad y el potencial riesgo de colapso, generó la necesidad de la colocación de un nuevo puente.

1.2. Ubicación

El puente que se desinstaló se encontraba localizado en el distrito y provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca, a $7^{\circ}24'25''$ latitud Sur, $78^{\circ}48'3''$ longitud Oeste y altitud 2,712.08 m.s.n.m., o en coordenadas UTM 9180653.67 mS y 742736.88 mE.

El puente nuevo se erigió en la misma ubicación, a aproximadamente 25 minutos de la ciudad de Contumazá.

Teniendo referencia la Red Vial Nacional, se encuentra ubicado en el km. 99+881 de la carretera Chicama-El Sausal-Cascas-Contumazá-Chilete, Ruta Nacional PE-1NF, que une los departamentos de la Libertad y Cajamarca.

Se considera que el Km 0+000 se ubica en el Empalme Chicama con la Ruta PE-1N, y el Km 149+705 en Chilete en el empalme con Ruta PE-08A. (Ver figura Figura 5).

Es importante mencionar que, a 93 metros de la estructura, se encontraba ubicado un túnel (conformación rocosa), que por sus dimensiones fue determinante para el paso de vehículos; el mismo iniciaba en el km 99+974 y terminaba en el km 100+007.

RUTA NACIONAL PE-1NF (RAMAL)

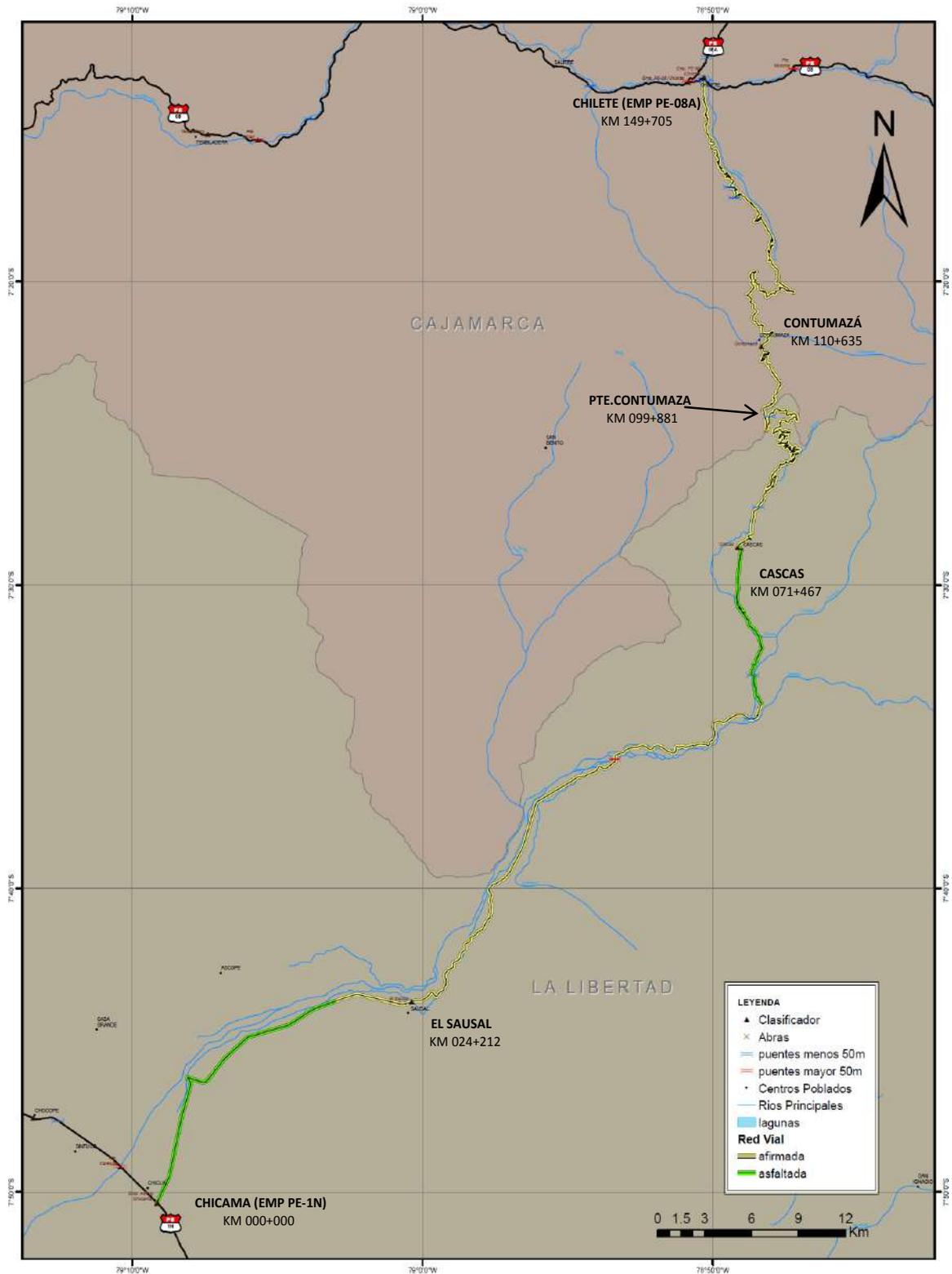


Figura 5. Plano de ubicación del Puente Bailey Contumazá
Fuente: Provias Nacional.

1.3. Tipo de Vía

La carretera Chicama-El Sausal-Cascas-Contumazá-Chilete está jerarquizada como Ruta Nacional, el tipo de vía es afirmada, el ancho de calzada varía desde 3.5m a 5m, en promedio 4 metros.

Contumazá tiene dos principales vías de acceso: La primera es una vía que pasa por el distrito de Chilete y la conecta con la ciudad de Cajamarca. El tiempo promedio de Chilete a Contumazá es de 1 hora con 30 minutos y una distancia de 39 Km.

La segunda, la une con el departamento de la Libertad, pasa por la Capital del distrito Gran Chimú, Cascas; en Chicama se une a la carretera que va de Ciudad de Dios a Trujillo, el tiempo promedio de viaje es de 4 horas.

A 2.7 km de la carretera Contumazá-Cascas existe el Emp. PE-1NF (Contumazá) con la vía departamental CA 101, que pasa por el distrito de San Benito hasta el Algarrobal por donde ingresa a Cascas, pero esta vía no se encuentra afirmada y en tiempo de lluvias es intransitable.

A 9 km de la carretera Contumazá-Cascas existe el Emp. PE-1NF (Cosiete) con la vía vecinal CA-1394 que pasa por los centros poblados Cosiete, Chilalo, Tayal, La Conga, La Ciénaga, El Molino, Pampa Larga hacia Cascas, esta se encuentra a nivel de trocha, es intransitable en tiempo de lluvias, solo transitan vehículos 4x4 en condiciones normales. Ver Figura 6.

1.4. Características de la zona

La actual carretera tiene aproximadamente una antigüedad de 80 años, y en sus inicios fue construida con medios manuales, inclusive para ensanchar la vía, donde la presencia del macizo andino, representó y representa un obstáculo difícil de conformar, sin embargo, se logró dar acceso por esta vía con la finalidad de comunicar los poblados que se encuentran en esta zona.

En este tramo llegamos hasta una altitud de 2,920 m.s.n.m, la zona es árida y la vegetación es muy escasa. Los suelos están conformados por rocas fracturadas y depósitos coluviales producto de la descomposición de la roca.

Esta zona tiene un clima templado y cálido, con presencia de lluvias entre los meses de noviembre a mayo.

La temperatura media anual en Contumazá es de 13°C y la precipitación pluvial es de 698 mm. al año.

1.5. Conformación Geomorfológica

El departamento de Cajamarca se encuentra mayormente cubierta por rocas sedimentarias del Cretáceo, del Paleógeno - Neógeno y sedimentos del cuaternario, en menor proporción rocas del Paleozoico (Ordovícico, Carbonífero, Pérmico), Triásico – Jurásico; así como también rocas del Precámbrico.

La conformación geomorfológica de esta zona pertenece al período geológico Paleógeno-Neógeno, al Grupo CALIPUY, volcánico San Pablo, esta unidad consiste en gruesos estratos de rocas volcánicas, intercaladas en la base con areniscas rojizas y en la parte superior de una espesa secuencia de aglomerados y piroclásticos bien estratificados. Alcanza un espesor de 900 m. El volcánico San Pablo yace con suave discordancia erosional al volcánico Chilete e infrayace al volcánico Huambos en igual relación. Ver Figura 7 y Figura 8.

De camino a Contumazá entre los km 100+007 y KM 99+974, se encuentra ubicado el Túnel Contumazá, conformación rocosa, ubicado a 93 metros del Puente que se instaló. Ver Figura 9.

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO		Depósitos aluviales, fluviales y lagunares	Q-al, Q-fl, Q-la	
			DISC. ANG.		
	TERCIARIO	Superior		Volcánico Huambo	Ts-vh
		Medio		DISC. ANG.	
		Inferior	GRUPO CALIPUY	Volcánico San Pablo	Ti-vsp
				Volcánico Chilete	Ti-vch
Volcánico Tembladera	Ti-vt				
		DISC. ANG.			
MESOZOICO	CRETÁCEO	Superior	Formación Cajamarca	Ks-ca	
			Formación Quiquiñen y Mujarrun	Ks-grn	
			Formación Yumagual	Ks-yu	
			Formación Pariatambo	Ki-pa	
			Formación Chulec	Ki-chu	
		Inferior	GRUPO GOYLLARISQUIZGA	Formación Inca	Ki-in
				Formación Farrat	Ki-f
				Formación Carhuaz	Ki-ca
				Formación Santa	Ki-sa
				Formación Chimú	Ki-chim
	JURÁSICO	Superior		Formación Chicama	Js-chic

Ti
 Diorita y Tonalita

Ti-gd
 Granodiorita

Ti-da
 Dacita

Figura 7. Cuadro Estratigráfico de la Región de Cajamarca

Fuente: Estudio de Geología, Elaboración: Ing. Gilberto Cruzado Vásquez

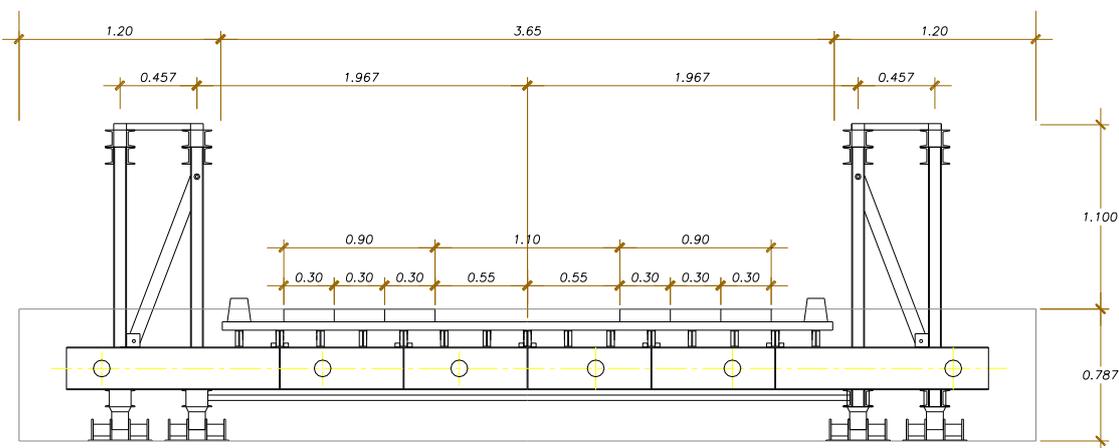


Figura 9. Túnel Contumazá.
Fuente: Elaboración propia

1.6. Características de la estructura inicial

Nombre	:	Contumazá
Sobre	:	Quebrada
Carretera	:	Chicama-Cascas-Contumazá-Chilete
Kilometraje	:	99+881
Ruta Nacional	:	PE 1NF
Distrito	:	Contumazá
Provincia	:	Contumazá
Departamento	:	Cajamarca

Las características de la estructura se muestra en la Figura 10.



ELEMENTOS REPRESENTATIVOS - PUENTE BAILEY				N tramos :	7.00	Longitud =	21.336m	
Escoger disposición de la estructura		<input type="radio"/> SS	<input checked="" type="radio"/> SSR	<input type="radio"/> DS	<input type="radio"/> DSR	<input type="radio"/> DD	<input type="radio"/> DDR	<input type="radio"/> TS
Item o elemento	cantidad	peso unit	peso parcial	peso (t)	Traveseros por paño			
Paneles BB1	14.00	270.00	3,780.00	3.78	<input checked="" type="radio"/> dos por paño			
Bastidor de arriostamiento BB2	0.00	18.00	0.00	0.00	<input type="radio"/> cuatro por paño			
Tomapuntas o puntal BB.3	16.00	8.00	128.00	0.13				
Bulon BB.4	48.00	3.20	153.60	0.15				
Vigas Transversales BB.5	15.00	214.00	3,210.00	3.21				
Torniquete de Travesero BB.6	30.00	3.40	102.00	0.10				
Emparillados planos BB.7	21.00	84.00	1,764.00	1.76				
Emparillados de botones BB.8	14.00	86.00	1,204.00	1.20				
Perno de Cordon de refuerzo BB.9	40.00	4.10	164.00	0.16				
Apoyo Cojinete BB.19	4.00	32.00	128.00	0.13				
Poste Final Hembra BB.62	2.00	66.00	132.00	0.13				
Poste Final Macho BB.63	2.00	59.00	118.00	0.12				
Diagonal de arriostamiento BB134	14.00	33.00	462.00	0.46				
Cordones de refuerzo BB150	20.00	96.00	1,920.00	1.92				
METRADO DE DESMONTAJE DE PTE BAILEY (t) =					13.27			

Figura 10. Estructura típica del puente Bailey – Cálculo y peso de componentes
Fuente: Provías Nacional.

Superestructura

Luz : 21.336 m
 Tipo : Puente Modular Tipo Bailey
 Configuración : SSR
 Antigüedad : Mayor de 30 años
 Numero de vías : 1
 Sobrecarga : 18 tn.
 Superficie de rodadura : Maderamen

Subestructura

Estribos : Roca existente. Ver Figura 11



Figura 11. Apoyo puente Bailey Contumazá km 99+881
Fuente: Elaboración: Propia

1.7. Responsabilidad

Provías Nacional es un Proyecto Especial del Ministerio de Transporte y comunicaciones (MTC), creado mediante Decreto Supremo N° 033-2002-MTC del 12 de Julio del 2002, el cual asumió todos los derechos y obligaciones del Programa Rehabilitación de Transportes del Proyecto Especial Rehabilitación Infraestructura de Transportes (PRT-PERT) y del ex SINMAC (Sistema Nacional de Mantenimiento de Carreteras); cuenta con autonomía Técnica, administrativa y financiera.

Está encargado de construir, mejorar, rehabilitar y mantener en óptimo estado de conservación la red vial nacional, controlando la aplicación de las normas de peaje y derecho de vía, propiciando permanentemente la participación del sector privado en la ejecución y mantenimiento de carreteras, utilizando fuentes de financiamiento interno y externo; todo con el objetivo de brindar a los usuarios un medio de transporte seguro y eficiente, de acuerdo a las políticas y estrategias sectoriales para contribuir a la competitividad e integración económica y social del país.

Al tratarse de una ruta nacional, y una situación de riesgo potencial, que ponía en peligro la transitabilidad y la seguridad del usuario de la vía, Provias Nacional, la Unidad Gerencial de puentes e intervenciones especiales, a través de la Unidad Zonal IV-Cajamarca, actuó de manera inmediata.

Capítulo 2

Criterios durante la etapa de diseño

2.1. Criterios iniciales

El puente Contumazá que se reemplazó en líneas generales tuvo un buen comportamiento ante las solicitaciones de carga.

Por ser una situación de emergencia, se determina la colocación de un puente que permita reestablecer pronto la transitabilidad.

Para desarrollar un proyecto de esta envergadura son necesarios estudios básicos de ingeniería, la mayoría de los cuales fueron omitidos al realizar la evaluación in situ, y por los antecedentes del puente que se reemplazó.

2.2. Elección de la ubicación del puente

Se llevó a cabo una evaluación de la ubicación del Nuevo puente, y se definió que este debería posicionarse en el mismo lugar, por ser la única forma de cruzar la quebrada.

De manera paralela se determinó las posibles rutas alternas, en caso de algún desvío temporal del tráfico vehicular, una de ellas una ruta departamental y la otra una ruta vecinal, sin embargo, ambas se encontraban en mal estado (trocha carrozable, sin afirmar), siendo su habilitación y construcción, una solución antieconómica.

Como alternativa se planteó la construcción de un acceso peatonal, a un lado del puente, con la finalidad de que los pasajeros se trasladarán de un lado del puente al otro, durante los trabajos de instalación y poder realizar transbordos.



Figura 12. Vista panorámica Google Earth Km 99+881
Fuente: Google earth

2.3. De los estudios básicos de ingeniería

2.3.1. Estudios topográficos

Los estudios topográficos se realizaron en virtud de determinar la mejor posición del puente, y teniendo en consideración que se requería instalar un puente de mayor ancho, salvando la topografía existente, siendo los principales limitantes la curva cerrada sobre la cual se encontraba, así como el tipo de geomorfología existente, entrada y salida del puente. Ver Figura 13.

Se determinaron y establecieron puntos de referencia BMs (Bench Mark) para el replanteo durante la ejecución.

2.3.2. Estudios de hidrología e hidráulica

El puente me permite salvar un accidente geográfico, en este caso una quebrada, no un río, por lo que no se requieren estos estudios, teniendo en cuenta las consideraciones iniciales.

El puente no ha colapsado por ninguna avenida de agua, o problemas ocasionados por las fuertes precipitaciones pluviales.

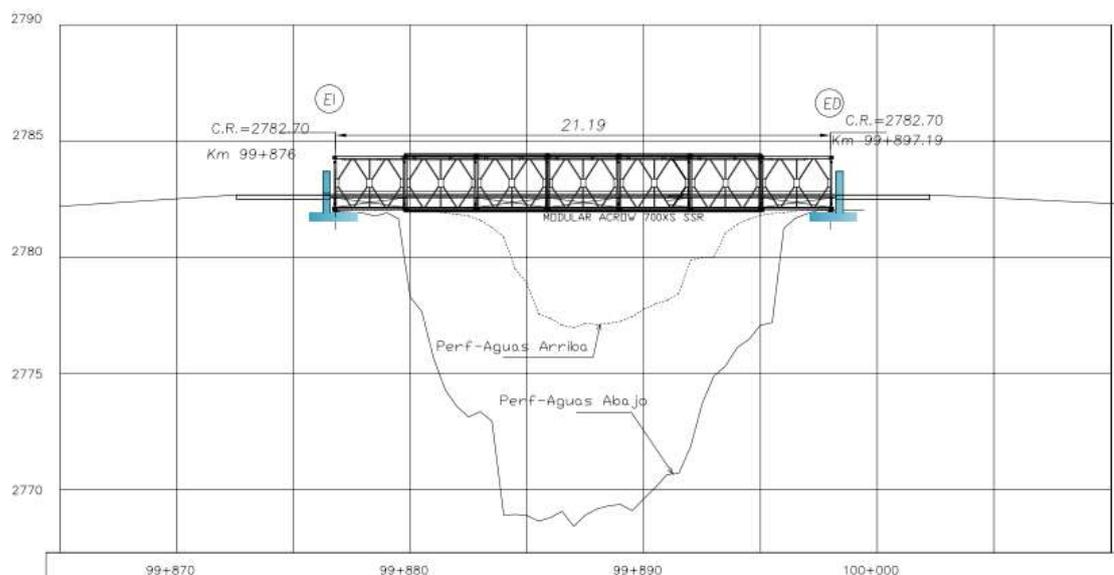


Figura 13. Plano topográfico Vista perfil Km 99+881

Fuente: Provias Nacional

2.3.3. Estudios geológicos y geotécnicos

Se establecieron las características geológicas como sus características geotécnicas en base a la información existente y descripción presentada en el capítulo 1.

No se consideraron ensayos de laboratorio ni campo para determinar la resistencia y deformación del suelo (roca), teniendo en consideración que históricamente el puente Bailey que se desinstaló, no presentó problemas durante tiempo de servicio en relación al suelo, y más aún cuando esta estructura estuvo directamente apoyada a la roca.

2.3.4. Estudios de riesgo sísmico

No se realizaron.

2.3.5. Estudios de impacto ambiental

La construcción de un puente modifica el medio y en consecuencia las condiciones socio-económicas, culturales y ecológicas del ámbito donde se ejecutan, muchas veces esta modificación es positiva, pero la falta de un debido planeamiento en su ubicación, fase de construcción y etapa de operación puede conducir a serios desajustes debido a la alteración del medio.

Si se parte del hecho que se está remplazando una estructura existente, que ha cumplido su tiempo de servicio y presenta un peligro latente de colapso e inseguridad a aquellos que transitan por este elemento, es sin duda alguna una modificación positiva, pero partiendo del hecho que es la única ruta principal, que se encuentra

transitable y que une a las provincias de Contumazá y Gran Chimú, su cierre generaría una grave problemática para lo cual es importante realizar una identificación, previsión e interpretación de los impactos, así como la difusión de la información a las comunidades y autoridades sobre los mismos y llevar a cabo un plan de monitoreo.

Si bien es cierto la ocurrencia de eventos inesperados, como la caída o colapso de un puente, requiere de una atención inmediata y los estudios casi en su mayoría se obvian, cuando el proyecto lo permite, estos estudios deberían realizarse.

En relación al presente caso, dicho estudio no se realizó, pero se determinaron algunas medidas a seguir para mitigar los impactos negativos, sobre todo durante la fase de construcción, donde la vía se cerró por completo al tránsito vehicular.

2.3.6. Estudios de tráfico

En el manual de Diseño de Puentes del año 2003, se indica cuando la magnitud o envergadura de la obra así lo requiera, será necesario efectuar los estudios de tráfico correspondiente a volumen y clasificación de tránsito en puntos establecidos, con el objetivo de determinar las características de la infraestructura vial y la superestructura del puente.

Para el presente caso debemos determinar que dichos estudios no se realizaron por que el puente que iba a reemplazar el existente, iba hacer de iguales o mejores características.

Además de la evaluación in situ, se determinó que solo por esta vía circulan motos, autos, station wagon, pick up, panel, combi, micro, bus 2E, camión 2E, camión 3E y camión de 4E, siendo su principal limitante el túnel que existe antes de ingresar al puente viniendo de Contumazá.

2.3.7. Estudios de trazo y diseño vial de los accesos

Se determinó que la ubicación del puente sería la misma que la de su antecesor, por lo que no se realizaron dichos estudios.

Sin embargo, se recomienda que en caso de que exista variación en las dimensiones geométricas del puente, ancho y longitud, cambio en los apoyos, variación de niveles, y sobre todo no habiendo ninguna restricción para el tipo vehículos que pasen por el mismo, es necesario determinar el radio de giro mínimo, para evitar problemas de maniobrabilidad.

2.4. Elección del puente

2.4.1. Definición de puente

Un puente es una obra que se construye para salvar un obstáculo dando continuidad así a la vía. Suele sustentar un camino, una carretera o una vía férrea, pero también puede transportar tuberías y líneas de distribución de energía.

Estructura de madera, piedra, ladrillo, cemento, acero u hormigón armado que se construye para que exista continuidad en el ancho transversal de un camino interrumpido por la presencia de obstáculos imposibles de suprimir, como ríos, torrentes, brazos de mar y otras carreteras, o para salvar un desnivel excesivo.

2.4.2. Clasificación de puentes (Manual de puentes del MTC)

A los puentes podemos clasificarlos:

a) Según su función:

- Peatonales
- Carreteros
- Ferroviarios
- Acueductos
- Puentes para aviones en los aeropuertos

b) Por los materiales de construcción

- Madera
- Mampostería
- Acero Estructural
- Sección Compuesta
- Concreto Armado
- Concreto Presforzado
- Materiales compuestos: fibras de vidrio, fibras de carbón, etc.

c) Por el tipo de estructura

- Simplemente apoyados
- Continuos
- Simples de tramos múltiples
- Cantilever (brazos voladizos)
- En Arco
- Atirantado (utilizan cables rectos que atirantan el tablero)
- Colgantes
- Levadizos (basculantes)
- Pontones: denominación para plataformas flotantes. También con esa denominación son referidos los puentes pequeños cuya longitud no supera los 10m

d) **Por su geometría en planta**

- Rectos
- Esviajados
- Curvos

e) **Según el tiempo de vida**

- Definitivo: puente diseñado para una vida en servicio de 75 años. Las especificaciones se han elaborado con ese objetivo.
- Temporal: puente que se usa por un tiempo limitado, no mayor a 5 años.

2.4.3. Clasificación de puentes (SCAP)

De acuerdo al Sistema computarizado de Administración de puentes (SCAP), los tipos de puentes se agrupan en tres categorías, como se muestra en la Figura 14:

I.- Categoría Definitivo:	II.- Categoría Provisionales:	III.- Categoría Artesanal
1. Losa 2. Losa con vigas 3. -- 4. Pórtico 5. Arco 6. Reticulado 7. Colgante 8. Atirantado	9. Modular 10. Tipo yawatan 11. Otros	17. Vigas de troncos de arboles 18. Arcos / pórticos de mampostería de piedra 19. Arcos de concreto simple 20. Losa de concreto reforzada con rieles de ferrocarril 21. Otros
		

Figura 14. Clasificación de puentes según el SCAP
Fuente: Provias Nacional

2.4.3.1. Categoría definitivo

El Puente Contumazá en este caso no pudo ser definitivo por las siguientes razones:

- Se necesitaba reestablecer pronto la transitabilidad, considerando que la vía sobre la que se encuentra el puente esta categorizada como Red Vial Nacional, y era la única vía que se encontraba en buenas condiciones.
- Existía un limitante que formaba parte de la vía, el túnel Contumazá, que condicionaba el tipo de vehículo que circulaba sobre esta.
- No existían proyectos que contemplarán ensanchamientos de la vía, ni voladura de los cerros, por lo que cambiar las condiciones de diseño del puente inicial no era una prioridad.

2.4.3.2. Categoría provisional

Debido a la naturaleza y tratándose de una situación de emergencia, entendiéndose que lo más importante es reestablecer de manera inmediata la transitabilidad, fue la elección más apropiada.

Hubo dos opciones:

Puentes de madera

Los puentes de madera son ligeros, baratos, pero poco resistentes, de corta duración y muy vulnerables.

Puentes modulares de acero

Resultan ser la mejor opción

2.5. Puentes Modulares de acero

2.5.1. Puentes Bailey

El puente Bailey es un tipo de puente portátil, modular, prefabricado. Fue desarrollado por los británicos durante la Segunda Guerra Mundial para uso exclusivamente militar y fue utilizado ampliamente por los Cuerpos de Ingenieros ingleses, canadienses y americanos en los diferentes teatros de operaciones. Fue calificado por el General Eisenhower como uno de los tres avances técnicos más importantes durante la Segunda Guerra Mundial, junto con el radar ó los bombarderos pesados. Ver Figura 15.

Tenía como ventaja fundamental el no necesitar de equipo pesado ó de herramientas especiales durante su montaje. Las piezas de acero y de madera de la estructura eran ligeras y los suficientemente pequeñas para poder ser transportadas en camiones y descargadas a mano hasta el emplazamiento del puente. Además, eran lo suficientemente fuertes para soportar el paso de unidades y vehículos acorazados.

A pesar de la idea de inicio de utilizarlos con fines exclusivamente militares, los puentes Bailey, y sus variantes más modernas, siguen siendo utilizados en el ámbito civil para facilitar el paso, tanto de personas como de vehículos de todo tipo, en cruces de circunstancias en diferentes obras o situaciones.

Debe su nombre a Donald Bailey quien era un trabajador civil de la Oficina de Guerra del Gobierno Británico, que tenía como hobby el estudio de puentes y el diseño de sus propias ideas sobre ellos. Un día presentó uno de sus diseños a sus superiores y estos decidieron que tenía un cierto potencial de uso por parte de las unidades de los ingenieros reales, por lo que decidieron enviarlo a un equipo asignado al establecimiento especial de ingeniería militar en Dorset.

Existe también una controversia con la patente del Puente Bailey ya que Archibald Milne Hamilton, inventor del puente Callender-Hamilton, consideraba que el diseño del Puente Bailey violaba la patente registrada por él con anterioridad y por

ese motivo elevó una reclamación a la Real Comisión de Recompensas para Inventores. Los Puentes Callender-Hamilton habían sido utilizados, con algunas modificaciones introducidas por el Consejo de Ingenieros del Condado de Londres, para sustituir algunos puentes sobre el Río Tamesis dañados durante los bombardeos alemanes. Por ese motivo, Hamilton ya había sido galardonado con un premio de 4000 libras esterlinas, y más tarde con otro de 10000 libras esterlinas por el uso de sus puentes tanto en Inglaterra como en la India. Pero también es cierto que el Puente Bailey contaba con la ventaja de que las piezas dañadas en el modelo de Bailey eran más fácilmente sustituibles que en el modelo de Hamilton, lo que le otorgaba un uso mucho más eficaz por parte de las unidades militares en combate, que no debían verse retrasadas en sus avances por esos problemas estructurales.



Figura 15. Un tanque de Sherman fuertemente camuflado cruza un puente de Bailey sobre el río Santerno cerca de Imola, el 12 de abril de 1945

Fuente: Internet

2.5.2. Puentes Mabey

Mabey y Johnson obtuvieron los derechos de producción del puente Bailey en 1967 e introdujeron una serie de refinamientos, simplificando el diseño y eliminando una serie de defectos conocidos. También introdujeron plataformas de acero para reemplazar los elementos de madera utilizados en el original y todas las partes fueron galvanizadas.

Hoy en día Mabey Bridge es especialista en soluciones de puentes modulares prediseñados de construcción rápida para desarrollar, mejorar y reparar

infraestructura esencial en zonas urbanas y rurales. También ofrece soluciones de puentes temporales y permanentes para aplicaciones militares, de transporte, gasóleo y gas, y minería, así como para emergencias humanitarias y auxilio tras una catástrofe. Han instalado más de 500 km de puentes de acero por todo el mundo.

Fabricante original de los puentes Bailey que encontramos en todo el mundo. Conserva los conocimientos y la experiencia relacionados con su diseño y fabricación, y ha desarrollado una serie de soluciones de puentes prediseñados normalizados. Estas soluciones son completamente modulares y se pueden montar fácilmente en un gran número de configuraciones, con lo que se ofrece una versatilidad excepcional.

Mabey Bridge ha desarrollado una experiencia sin igual en diseño, pruebas y fabricación de puentes. Ver Figura 16.



Figura 16. Mabey Compact 200, Pembroke - UK
Fuente: Internet

2.5.3. Puentes Acrow

Después de la guerra, a Tho Storey (Engineers) Ltd se le otorgó la licencia única de fabricación hasta la expiración de la patente de Bailey. El Storey Bailey Bridge hizo una serie de mejoras menores.

Se unieron al grupo Acrow en 1960. En 1971 introdujeron el Acrow Panel Bridge, este diseño realizó una serie de mejoras adicionales y utilizaron secciones rectangulares huecas en algunas partes del panel.

Acrow entró en suspensión de pagos en 1984, Thos Storey se compró como una empresa en marcha en una compra de gestión, el primer MBO en el Reino Unido. En 1994 Thos Storey vendió su negocio de puentes y flotación a Mabey and

Johnson y sus derechos de propiedad intelectual de Acrow USA, un spin-off del original, sí, es bastante complejo y, curiosamente, los puentes de panel siguen figurando en su sitio web como capacidad de producción.

En 1987, Acrow USA produjo el Panel Bridge 500 Series, basándose en el diseño anterior.

La última encarnación del puente del panel Acrow es la serie 700XS, presentada en respuesta al Mabey and Johnson Compact 200. También tiene una variante militar llamada Acrow Military Bridge. Ver Figura 17.

En otra aplicación, se instaló un puente del panel Acrow 700XS en "Zona Cero" después del ataque terrorista del World Trade Center para ayudar en el esfuerzo de recuperación. El puente tenía 460 pies de largo y se mantuvo en su lugar para ayudar a remover 1.8 millones de toneladas de escombros.



Figura 17. Puente Corlas Carretera Cascas-Contumaza
Fuente: Elaboración propia

2.5.4. Puentes Harzone

La industria de Harzone fue construida en 1967, una de las unidades subsidiarias de **sociedad (CSIC) de la industria de construcción naval de China**, una compañía militar propiedad del gobierno y protegida.

La patente del puente Bailey expiró en 1970 y desde entonces varias organizaciones comerciales han desarrollado el concepto original, algunas en India y otras en China, incluyendo la industria Harzone, donde aún se fabrican según la especificación original, donde el puente Bailey es ampliamente utilizado.

La industria de Harzone tiene la calificación del diseño, fabricando e instalando diversos productos de acero: puentes mecanizados emergencia; los

puentes de acero temporales y permanentes tales como puente pontón, **puente de Bailey**, puente de braguero, puente colgante, puente de viga y cable permanecían el puente; estructuras de acero para los talleres industriales, los edificios comerciales y los edificios de la habitación; equipo especial tal como torre de la transmisión de poder, torre de la televisión, torre de radio, torre de la microonda, torre de comunicación, y polo de acero ferroviario. Ver Figura 18



Figura 18. Puente Harzone Ecuador 2005
Fuente: Página Web China Harzone Industry Corp LTD

2.5.5. Puentes Esmetal

Es la empresa más importante en la fabricación de estructuras metálicas y la única compañía peruana fabricante de puentes modulares.

2.6. Alternativas

En el cuadro que se muestra a continuación se presentan una serie de alternativas y variedad de posibilidades para la elección de puentes modulares, de acuerdo a cada industria de producción, basado en parámetros como ancho de panel, longitud a cubrir, el uso, tiempo de vida. Ver Tabla 1.

ALTERNATIVAS DE PUENTES						
NOMBRE	CLASE	ANCHO DE PANEL (m)	ANCHO DE CARRIL (m)	LONGITUD QUE CUBRE (m)	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN
BAILEY	Estándar Bailey	3.048	3.25	Hasta 60.96 M	Militar	Provisional
	Bailey tandard ensanchado	3.048	3.80	Hasta 60.96 M	Militar	Provisional
	Bailey extra ancho	3.048	4.20	Hasta 60.96 M	Militar	Provisional
MABEY	Mabey compact 200	3.050	3.15 - 7.35	9.15 - 60.96 metros	Desde 1986 es el más popular de Mabey Bridge, han construido más de 20 kilómetros alrededor del mundo	Temporal-Semipermanente
	Mabey universal	4.5m (mitad de módulo 2.25m)			Creado en los años 70 es más utilizado para alquiler en casos de emergencia (trabajos pesados)	Temporal permanente
	Mabey Delta	4.500	4.20 - 10.50	Hasta 100 metros	Creado en 2003 estéticamente mejorado y con contraflecha positiva uso en autopistas principales y zonas rurales	Permanente
ACROW	Puente de apoyo logístico Mabey	3.050	4.20	9.15 - 60.96 metros	Creado ara operaciones militares, utilizado por la mayoría de ejércitos	Provisional-Temporal
	300 serie	3.048	7.24	15.24, 18.28&21.336	Solo se utilizaba en configuración doble simple y triple simple	Temporal-Desapereció del Mercado
	700 xS series	3.048	4.20 - 7.35	15.24 - 60.96 metros	Varias configuraciones	Temporal semipermanente
HARDZONE	CB 100 compact panel Bridge	3.048	3.15-4.20-7.35	15.24 - 60.96 metros	Altura de panel 1.448 metros	Temporal semipermanente
	CB 200 compact panel Bridge	3.048	3.15-4.20-7.36	15.24 - 60.96 metros	Altura de panel 2.134 metros	Temporal semipermanente

Tabla 1. Alternativas de puentes modulares
Fuente: Elaboración propia

Capítulo 3

Puente provisional modular tipo Acrow

3.1. Definición de puente modular

Es un puente prediseñado y prefabricado formado por módulos o componentes, con base en acero de altas resistencias, con una dimensión estándar llamada panel, se pueden montar fácilmente en un gran número de configuraciones.

Su fácil transporte e instalación sin la necesidad de mano de obra calificada lo convierte en uno de los mejores sistemas alrededor del mundo.

3.2. Ventajas y desventajas de la instalación de puentes modulares

Los puentes tipo modular son mucho más rápido de instalar que los puentes tradicionales de concreto, ya que todos los componentes vienen prediseñados sin que haya que realizar labores propias de construcción en sitio para lo que es la súper estructura. Recordemos también que se puede dar a tránsito en forma inmediata, ya que al contrario de lo que ocurre con el concreto, no hay que esperar a que alcance la resistencia requerida. Existen ejemplos varios de puentes de 20, 30 o 40 metros, que se han montado en menos de un día.

Los componentes de los puentes modulares son intercambiables, por lo que se consigue que un mismo stock de puente pueda servir para armar diferentes configuraciones de luz libre y capacidad resistente. Si lo comparamos con las alternativas tradicionales, los largos de viga son fijos por lo que existen limitaciones en el uso de estas.

Los mismos componentes permiten diseños ya sea para cargas estándar de carreteras como para cargas especiales, ya sea que el puente se diseñe para el paso de maquinaria minera, componentes de generadores eléctricas, equipos de sondaje, etc. Presenta grandes ventajas en materia de logística y seguridad.

Los puentes modulares se diseñan para que sean transportables en container, siendo mucho más fácil su transporte que la alternativa tradicional; esto es especialmente importante cuando se trata de construir en regiones alejadas y aisladas o con muchos accidentes geográficos como la sierra, Selva, Altiplano, etc.

La mano de obra que se requiere para el montaje de puentes modulares es menos especializada que la que se requeriría para construir un puente tradicional, debido a que las actividades se reducen al ensamblaje de partes de acero mediante pernos o pasadores. Esto es especialmente importante cuando en ciertas zonas muy remotas no existe mano de obra con calificación apropiada.

Para su montaje solo es necesario un equipo de 10 personas, incluyendo al supervisor y el maquinista.

No se requieren grandes equipos de izaje o máquinas especiales, gracias al peso y dimensiones de sus elementos, pueden manipularse fácilmente en obra.

En este tipo de puentes se puede ir montando la estructura mientras en paralelo se pueden ir construyendo las obras civiles como los accesos y estribos. Esto significa un menor tiempo de construcción y por lo tanto un menor costo.

Gracias a su sistema de instalación el personal no queda expuesto a caídas al río o quebrada, por lo que es más seguro (Sistema de lanzamiento con nariz).

Los puentes modulares se pueden diseñar tanto para uso permanente como temporal, esto último permite que el puente se pueda desmontar y reutilizar en otra ubicación lo que no se puede hacer con la alternativa en concreto.

Además, debido a su reutilización no genera escombros ni contaminación. El diseño estándar reduce el tiempo y costo asociado a la consultoría de diseño ya que las configuraciones de puente ya han sido estudiadas y modeladas con lo que se conoce su comportamiento ante las diferentes cargas que pueda enfrentar la estructura.

Dado que el peso de la estructura de acero modular es mucho más liviano que el tradicional de concreto, el diseño de los estribos requeridos, así como eventuales pilares intermedios resultan más económicos al tener menos carga sobre ellos.

Los puentes modulares son más livianos que los de concreto, pero también son igual de resistentes, primero por la fortaleza que les brinda el acero y seguro porque están diseñados con las mismas normas, las cuales son documentos técnicos que no aceptan modificación alguna, es decir a cada estructura se le exige los mismos requisitos mínimos, ya sea en materia de deflexiones, resistencia de los elementos, anchos de vía, vida útil, etc.

Los elementos de los puentes modulares son fabricados en planta en ambientes controlados por lo que el control de calidad de fabricación es muy superior al que se consigue en una construcción en sitio con hormigón hecho en obra y el eventual uso de soldadura en campo. Todos los componentes de los puentes modulares son a la vista con lo que se consigue que la inspección y eventual mantenimiento de partes sea mucho más fácil y expedito que las estructuras tradicionales de hormigón armado.

Adicionalmente es necesario recordar a los diseñadores e ingenieros que un buen diseño costo efectivo con puentes modulares debe excluir los arrostros superiores por sobre la calzada ya que en variadas oportunidades circulan vehículos o maquinaria cuya altura excede la estándar además de incluir defensas laterales que protegen la

estructura del puente ante posibles impactos de vehículos y finalmente incluir restrictores o anclajes sísmicos que protegen la estructura ante terremotos frecuentes en la mayor parte del país.

Con elementos fabricados en base a aceros estructurales concebidos bajo las normas más rigurosas del mercado internacional, los puentes modulares pueden alcanzar luces de hasta 60 metros sin precisar de pilares intermedios, y llegar a más de 100 metros aplicándoles algunos refuerzos y un pilar central que sirva de soporte.

La principal deficiencia, el problema que puede darse si se realiza una incorrecta instalación del mismo. El uso de estos puentes modulares debe ir de la mano con la especialización de los ingenieros, para su correcta instalación y cuidado de la estructura para que no se deteriore.

En resumen, los puentes modulares presentan varias ventajas de diseño, construcción y montaje que lo hacen ideal para aplicaciones rurales, cargas especiales y donde se requiera rapidez en su construcción o bien si instalación en sitios apartados.

3.3. Diseño del puente

Tanto los puentes modulares como de concreto están regidos por los parámetros de la norma AASHTO LFRD 2014, y en nuestro país por el manual de Diseño de Puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC), que es una adaptación de la norma AASHTO y la HL-93, correspondiente a la Carga del camión de diseño. Ver Figura 19.

La distancia entre los dos ejes más pesados se toma como aquella que, estando entre los límites de 4.27m y 9.14 m., resulta en los mayores efectos.

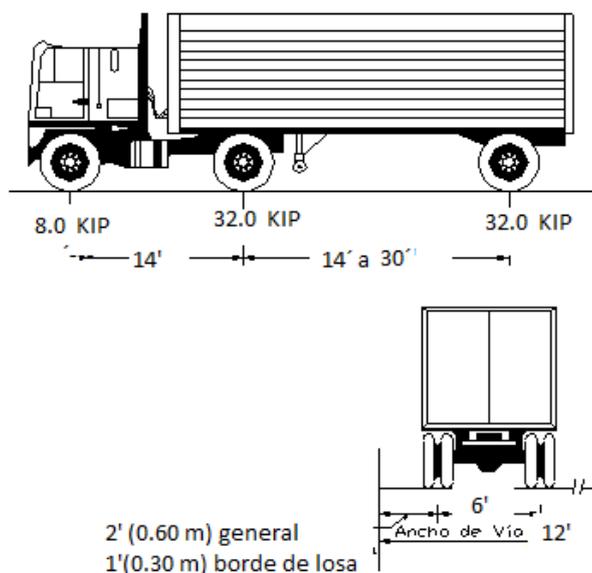


Figura 19. Camión de diseño HL-93
Fuente: Manual de puentes del MTC

3.4. Política de instalación de puentes modulares en el Perú

Programa Nacional de Puentes es una política del sector y formó parte de los programas estratégicos del gobierno de Ollanta Humala. El objetivo del programa es esbozar una misión para el desarrollo y fortalecimiento de una conectividad oportuna y segura. La Gerencia de puentes tiene el encargo de conducir el Programa Nacional de Puentes, a través del cual se proyectará la infraestructura de puentes que requiere el País, para su desarrollo económico, social y productivo.

El programa de puentes en las carreteras de la RVN para el periodo 2012 – 2020, considera la atención de 1400 puentes en diversas intervenciones como sigue:

- Emergencia de puentes, ante el colapso de cualquier estructura en actual uso, de uno y dos carriles. Se estima la instalación de 20 estructuras.
- Instalación de 780 puentes modulares de una vía, en reemplazo de puentes que son inapropiados (artesanales, estructuras antiguas).
- Construcción de 350 puentes definitivos: Para aquellas estructuras que por su longitud y configuración requieran de estudios especializados.
- Reinstalación de 100 puentes de segundo uso, retirados de Rutas Nacionales para su instalación en Rutas Vecinales y Departamentales.
- Construcción de 150 puentes definitivos por Concesionarios.
- Mantenimiento de puentes.

Provías Nacional adquirió en base a esta política 2500 metros lineales de puentes modulares con los cuales instaló 28 puentes en el 2012, con el cual se inició este programa. Durante el año 2013 se adquirió 50 puentes de 51 metros, y se pretende adquirir 50 puentes de 51 m cada año. Ver Tabla 2..

INVERSIONES 2012 - 2020.							
DESCRIPCION	UNI	CANT. TOTAL 2012-2020	Periodo 2012 -2016		Periodo 2016 - 2020		TOTAL
			CANT	INVERSION	CANT	INVERSION	
Emergencia de puentes							
Emergencia de puentes							
Puente modular de una vía (51 mts)	Puente	10	10	12,600,000.00	-		12,600,000.00
Puente modular de doble vía (51 mts)	Puente	10	10	22,000,000.00	-		22,000,000.00
Instalación de puentes modulares de una vía	Puente	780	630	422,826,923.08	150	100,673,076.92	523,500,000.00
Construcción de puentes definitivos	Puente	350	250	843,750,000.00	100	337,500,000.00	1,181,250,000.00
Reinstalación de puentes de segundo uso	Puente	100	50	30,000,000.00	50	30,000,000.00	60,000,000.00
Construcción de puentes en Concesiones	Puente	150	50	135,000,000.00	100	270,000,000.00	405,000,000.00
Mantenimiento de puentes	Puentes			15,000,000.00		15,000,000.00	30,000,000.00
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL				29,623,538.46			
		1400	1000	1,510,800,461,54	400	753,173,076,92	2,263,973,538,46

Tabla 2. Cuadro de inversiones en puentes
Fuente: Presentación Programa de puentes Provías nacional

Provías Nacional adquirió en base a una licitación un lote de puentes Acrow panel 700XS, debido a la disponibilidad de recursos, fue la opción más viable.

3.5. Configuraciones del puente Acrow

Los puentes ACROW 700xs son totalmente modulares se pueden emplear de forma semipermanente o permanente los cuales pueden soportar diferentes tipos de carga de acuerdo a las necesidades, dando una solución rápida y efectiva.

Sus vigas longitudinales están formadas por paneles los cuales están unidos con pasadores y de acuerdo a las especificaciones de carga su configuración varia colocando más paneles en forma horizontal y vertical. Cada uno de los tramos mide 3.05 m. Ver Figura 20 y Tabla 3..

Las vigas transversales la conforman las vigas de piso las cuales soportan las unidades de piso.

Los paneles, las vigas de piso y unidades de piso son arriostrados con placas de unión, diagonales verticales y diagonales horizontales con sus respectivos pernos.

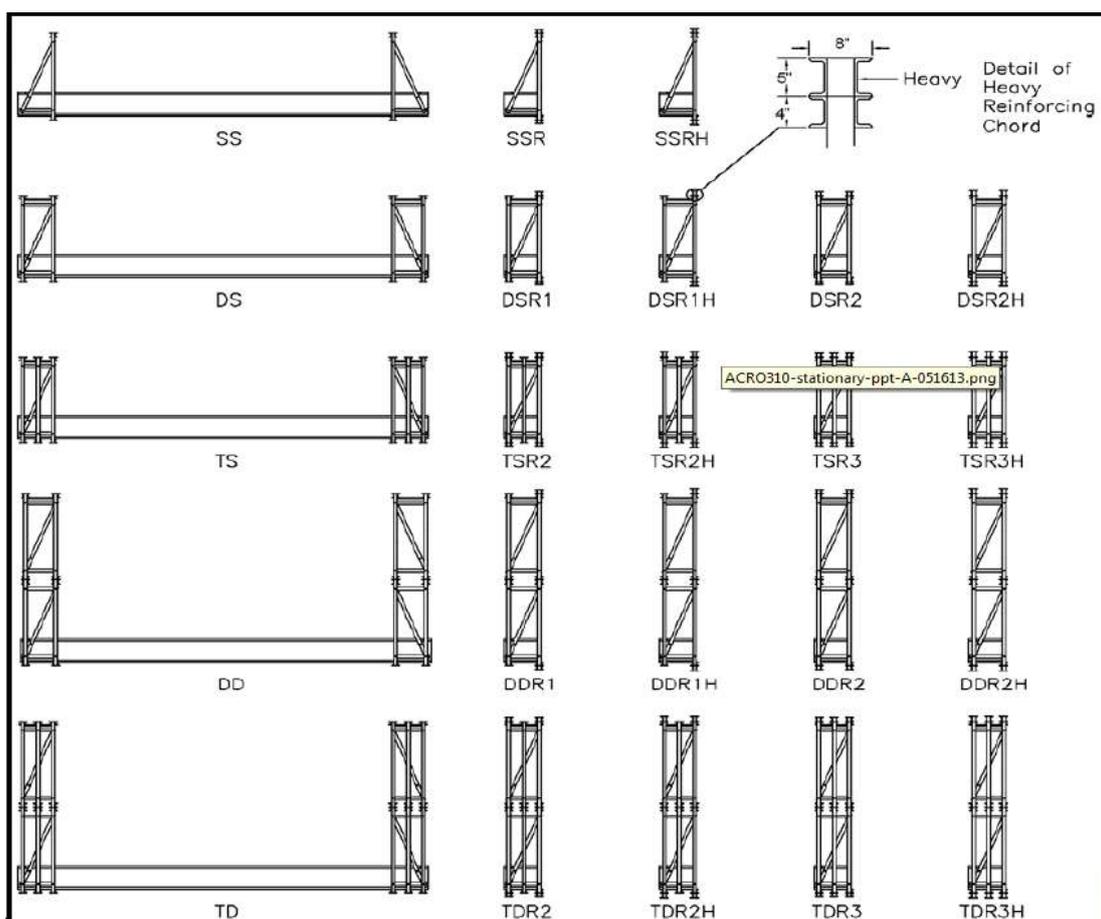


Figura 20. Configuraciones estándar de vigas
Fuente: Manual Acrow Corporation

TABLA DE CONFIGURACION DE PANELES

CARGA VIVA AASHTO HL93 LRFD, CARRIL DE 4.20 METROS DE ANCHO
(TAB 2)

Luz (m)	Baranda lateral	Descripción
15.24	SSR	SIMPLE SIMPLE REFORZADO: Una hilera de paneles a cada lado con cordones de refuerzo superiores e inferiores, excepto en los módulos finales.
18.29	SSR	
21.34	SSR	
24.38	SSR	
27.43	DSR1	DOBLE SIMPLE REFORZADO UNO: Dos hileras de paneles a cada lado con cordones de refuerzo superiores e inferiores en ambas hileras internas, excepto en los módulos finales.
30.48	DSR1	
33.53	DSR2	DOBLE SIMPLE REFORZADO DOS: Dos hileras de paneles a cada lado con cordones de refuerzo superiores e inferiores en todas las hileras, excepto en los módulos finales.
36.58	DSR2	
39.62	DSR2	
42.67	TSR2	TRIPLE SIMPLE REFORZADO DOS: Tres hileras de paneles a cada lado con cordones de refuerzo superiores e inferiores en las hileras externas e internas, excepto en los módulos finales.
45.72	TSR2	
48.77	TSR3	TRIPLE SIMPLE REFORZADO TRES: Tres hileras de paneles a cada lado con cordones de refuerzo superiores e inferiores en todas las hileras, excepto en los módulos finales.
51.82	TSR3	
54.86	DDR2	DOBLE DOBLE REFORZADO DOS: Dos hileras dobles de paneles a cada lado con cordones de refuerzo superiores e inferiores en ambas hileras, excepto en los módulos finales.
57.91	DDR2	
60.96	DDR2	

Tabla 3. Tabla de configuraciones de paneles
Fuente: Manual Acrow Corporation

La elección del puente se basó básicamente en la luz que debía cubrir, por tal razón se eligió para una luz de 21 metros (21.34 m), ancho de calzada 4.20 m y carga viva AASHTO HL 93, considerando la configuración simple simple reforzado (SSR), sin pase peatonal (fundamentalmente por falta de espacio y debido al IMDA, que permite el paso seguro de peatones sobre el puente). Ver Figura 21.

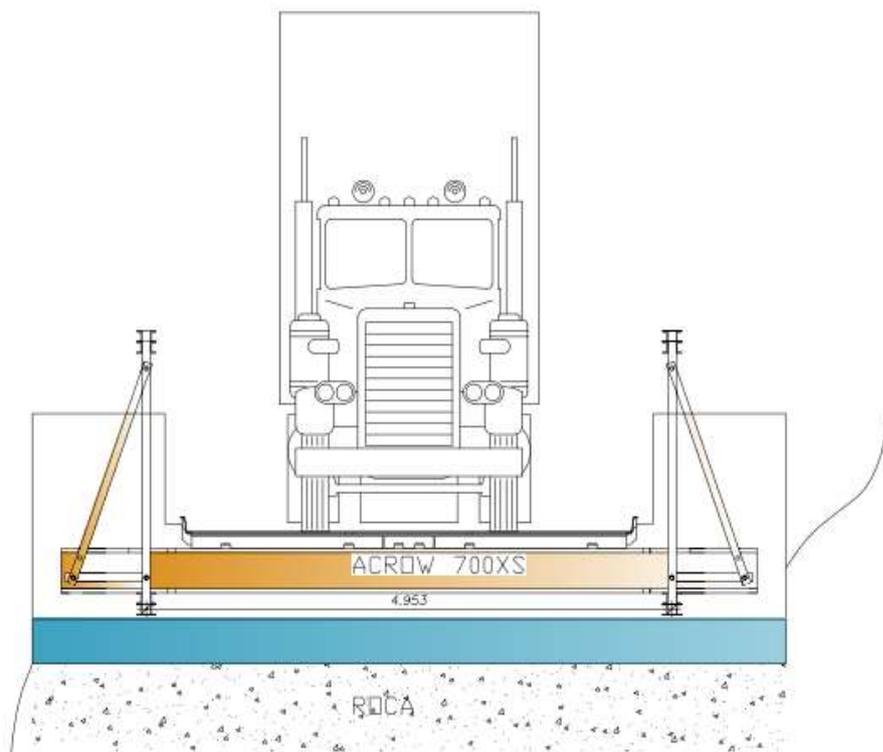


Figura 21. Configuración simple reforzada
Fuente: Manual Acrow Corporation

3.6. Componentes del puente Acrow

3.6.1. Panel estándar (AB701)

Este es el componente básico de la viga, con este componente se diseñan las diferentes configuraciones de viga las verticales y diagonales se construyen a partir de canales. Ver Figura 22.

Los paneles se fabrican a partir de secciones de acero laminado en caliente de especificación ASTM A572 Grado 65 también conocida como AASHTO M223 y galvanizados en caliente con la norma ASTM A123, al igual que todos los componentes.

Sus medidas son	:	3048 mm x 165mm x 2290 mm
Material	:	Acero
Acabado	:	Galvanizado
Peso	:	315 Kg
Personal para cargarlo	:	10 personas (31.5 Kg por persona)

3.6.2. Panel de cortante (AB702)

Normalmente un puente se compone de paneles AB701, empleando paneles de cortante AB702 en los tramos finales.

El panel cortante AB702 tiene las mismas dimensiones generales que los paneles AB701, pero incorpora refuerzos más pesados permitiendo así que las cargas del tráfico se transfieran a los apoyos del puente.

La característica principal del panel cortante es el uso de secciones sólidas rectangulares como verticales finales y tubos rectangulares como diagonales. El panel AB701 es fabricado completamente de perfiles en “U”.

Existe además un panel cortante pesado AB708 que es de dimensiones similares, pero tiene una mayor capacidad de carga que se requiere en algunos puentes muy grandes. Siempre se emplean con los paneles AB 702 en los tramos adyacentes. Se diferencia de los paneles AB 702 por el uso de secciones rectangulares sólidas en los componentes de la diagonal.

Sus medidas son : 3048 mm x 165mm x 2290 mm
 Material : Acero
 Acabado : Galvanizado
 Peso : 407 Kg
 Personal para cargarlo : 10 personas (40.7 Kg por persona)

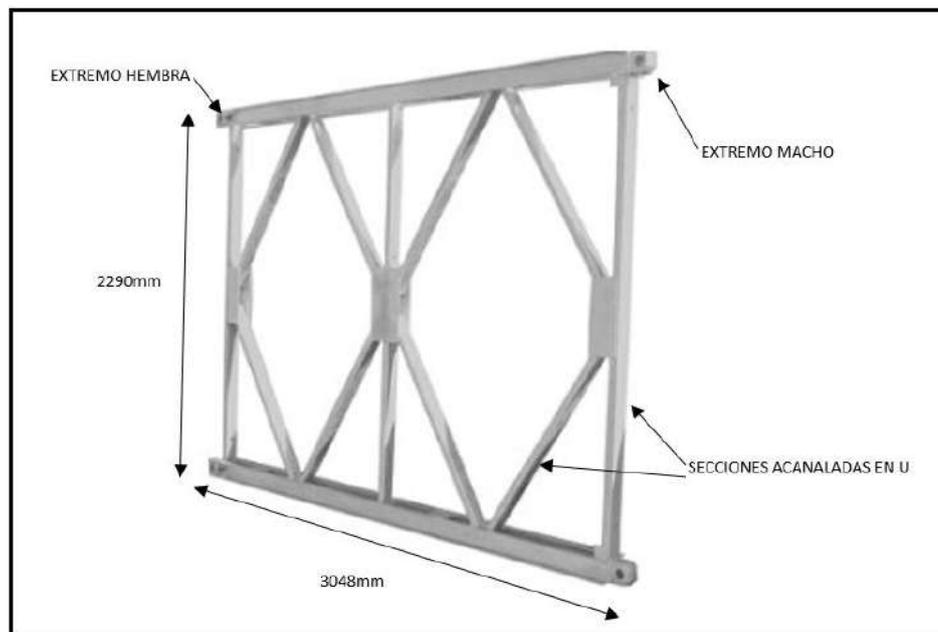


Figura 22. Panel estándar AB 701
 Fuente: Manual Acrow Corporation

3.6.3. Viga de piso o travesaños

Los travesaños son las vigas principales de piso que determinan el ancho del puente. Se ubican cada 3.028 m en las uniones de paneles y en los extremos del puente, son de acero galvanizado y su peso es de 650 Kg.

Están disponibles en las longitudes siguientes: Standard Calzada (SCW), Extra Ancho (EW), Extra Ancho 18 (EW 18), de dos carriles (TL), de dos carriles (2L30) y

de tres carriles (3L36). Otras longitudes pueden ser configuradas. Los travesaños se localizan al final de cada tramo, sobre la posición del pasador del panel, y en cada extremo del puente. Están dotados de canales/canaletas especiales soldadas a su parte superior en donde son ubicadas las unidades de piso y se fijan con pernos de piso. Los travesaños son fabricados a partir de vigas laminadas estándar.

De acuerdo al ancho de puente pueden ser:

Viga de piso SCW (AB511): Travesaño estándar de un solo carril, que proporciona un ancho de piso de 3,67 metros.

Viga de piso EW (AB507): Un travesaño Extra Ancho de un solo carril dando un ancho de piso de 4,2 metros. Ver Figura 23.

Viga de piso EW18 (AB690): Un travesaño de un solo carril con una anchura de piso útil de 5,5 metros para cargas más anchas. Todos los travesaños de un solo carril se fabrican de vigas de acero que tiene una profundidad de 406 mm.

Viga de piso TL24 (AB585): Travesaño estándar de dos carriles fabricado a partir de una viga de 610mm profundidad. El ancho de piso que provee es de 7,35 metros.

Viga de piso pesada de doble vía TL24 (AB510): Travesaño de dos carriles de servicio pesado con un ancho de piso de 7,35 metros.

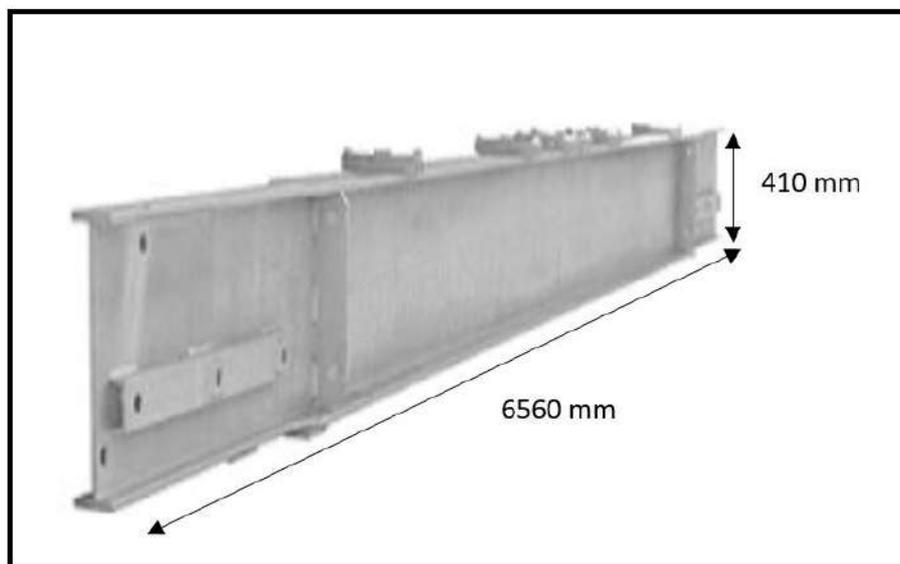


Figura 23. Panel estándar viga de piso o travesaño EW AB507
Fuente: Manual Acrow Corporation

3.6.4. Unidades de piso

3.6.4.1. Piso (AB601) y piso con guardarueda (AB602)

Las unidades de piso están construidas con superficies de rodadura/rodamiento de acero plano con una profundidad de corte transversal de 136,5 mm. Las unidades de piso son fabricadas como estructuras ortotrópicas con el borde longitudinal rígido y tubos laterales para la distribución de las cargas. Las unidades con guardarueda se proporcionan con el guardarueda soldado integralmente.

Cada unidad de piso proporciona un ancho de piso efectivo de 1,83 metros de modo que dos unidades con guardarueda en un puente de un solo carril dan una anchura de carril de 3,67 metros y dos unidades con guardarueda más dos unidades de piso dan un ancho de funcionamiento de 7,35 metros.

Las unidades de piso están atornilladas a los traveseros con un perno especial "T" AB546, que se localiza en un canal especial soldado al travesaño. Cuatro tornillos son empleados por unidad de piso y este proceso se lleva a cabo desde la parte superior del piso.

Las unidades de piso van provistas con placas en el extremo, que están diseñadas para permitir que todas las cargas verticales sean transferidas del piso al travesaño cerca al centro de la viga y por tanto directamente al sistema. Este modelo de carga impide que alguna carga de torsión se imponga en el travesaño. La eliminación de las cargas de torsión se refleja en una vida más larga para un travesaño.

Si es necesario a las unidades de piso se les puede aplicar una superficie de asfalto, proceso que se hace en sitio, o alternativamente se puede entregar con un agregado antideslizante de fábrica y una superficie epóxica. Como se muestra en la Figura 24.

3.6.4.2. Piso intermedio EW (AB604)

A fin de proporcionar el carril más amplio del puente Extra Ancho, se emplea el piso intermedio AB604 EW entre las dos unidades con guardarueda para dar un ancho de piso de 4,2 metros. Cada piso intermedio está atornillado al travesaño con cuatro tornillos de piso. Ver Figura 25.

3.6.4.3. Viga final (AB720C) y viga final intermedia de piso epóxico EOB (AB721C)

Dado que las unidades de piso se ubican en el centro de los travesaños habrá un espacio de aproximadamente 140mm en cada extremo del puente

entre la última unidad de piso y los pilares. Las unidades EOB (FIN DE PUENTE) llenan este vacío con las vigas finales AB720 utilizadas junto a la cada ultima unidad de piso o unidad con guardarueda y la viga final intermedia extra ancha AB721 cuando se ha utilizado la unidad de piso intermedio Extra Ancha AB604 EW. Cada viga final es atornillada con dos pernos de piso AB546. Ver Figura 26.

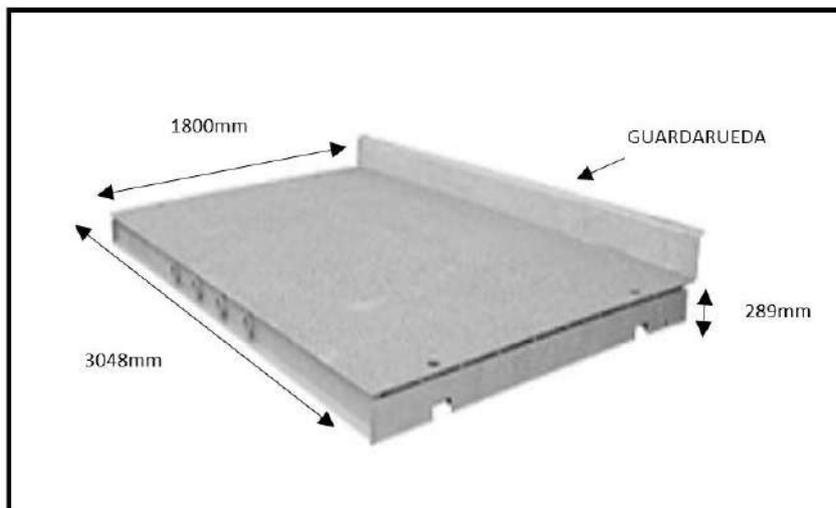


Figura 24. Unidad de piso con guardarueda AB 602
Fuente: Manual Acrow Corporation

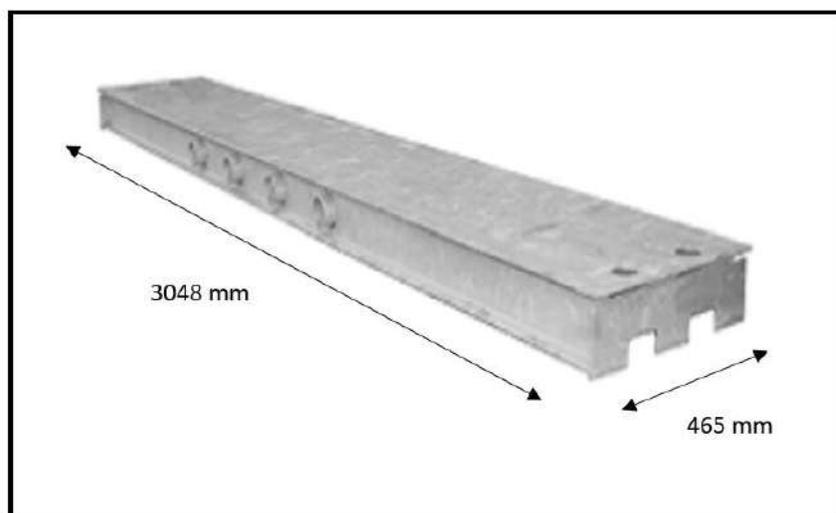


Figura 25. Unidad de piso intermedio AB 604
Fuente: Manual Acrow Corporation

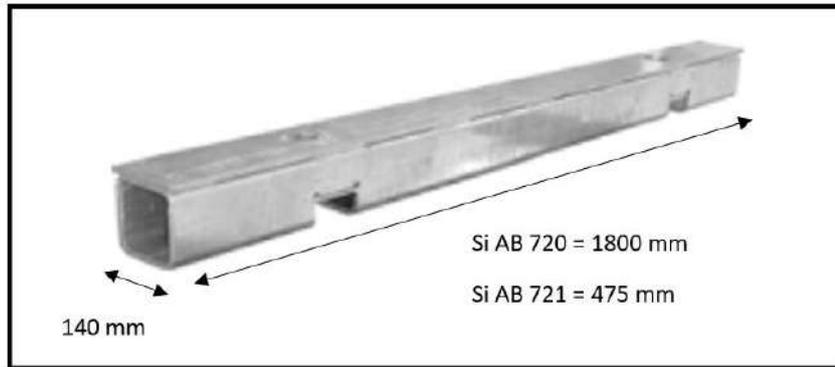


Figura 26. Unidad final de puente
Fuente: Manual Acrow Corporation

3.6.5. Tornapunta (AB703)

Conecta los paneles a los traveseros y proporciona soporte vertical de viga. La parte inferior de la tornapunta se asegura con un perno para viga de piso y panel AB 701 AB547A, que también pasa por el extremo vertical del panel exterior en vigas de múltiples paneles.

En el tramo final cuando se utiliza un AB702 o un AB708 se emplea el perno para viga de piso AB547AS que es más largo. El extremo superior del tornapunta está atornillado al extremo vertical del panel interior, con vigas de múltiples paneles el mismo perno se conecta a la placa de unión del tornapunta AB513. Ver Figura 27

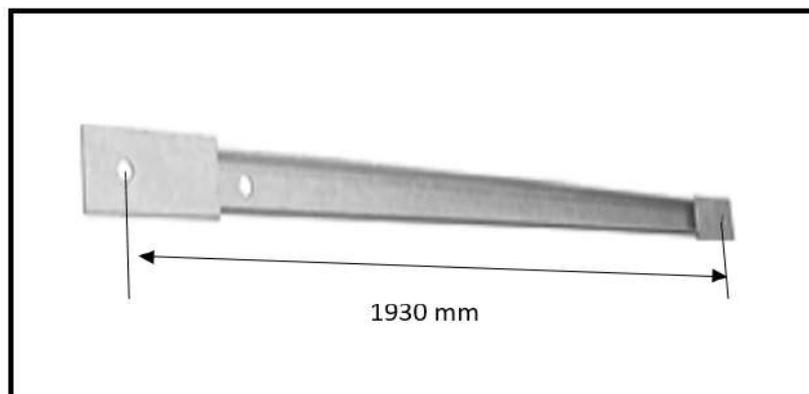


Figura 27. Tornapunta o puntal de panel
Fuente: Manual Acrow Corporation

3.6.6. Bulón o pasador de panel (AB051)

Los pasadores de panel son fabricados de acero 4140 Grado B7/ASTM A193 y de aleación cromo-molibdeno. Tienen una longitud de 206mm de largo por 47mm de diámetro y pueden llevar una carga máxima de seguridad de 650 KN en cortante doble. Son cónicos en cada extremo y se puede martillar de manera segura con un martillo de 4 kg sin sufrir daño alguno. Estos pasadores están asegurados en cada extremo con un seguro de bulón o pasador AB052. (Figura 28).

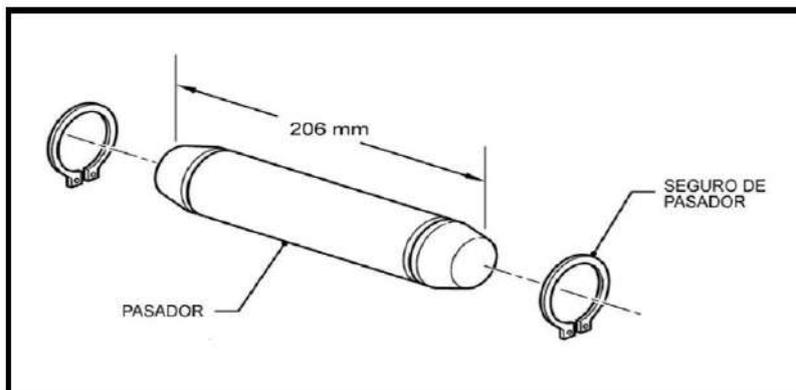


Figura 28. Pasador de panel AB051 y Seguro de panel AB052
Fuente: Manual Acrow Corporation

3.6.7. Cordones de refuerzo (AB620, AB621)

Los Cordones de Refuerzo son piezas de doble perfil en “U” similares a los cordones superior e inferior del panel AB701. El AB620 es de 3,28 metros de longitud, es decir, la longitud de un tramo, y el AB621 es de dos tramos de largo, ver Figura 29. Los cordones se utilizan para aumentar la capacidad de momento de las vigas. No aportan a la capacidad de cortante. Los Cordones de Refuerzo están atornillados a los cordones superior e inferior de los paneles con ocho pernos para cordón de refuerzo AB584 por cada cordón de refuerzo de 20 pies AB621 y cuatro pernos AB584 para cordones de refuerzo de 10 pies AB620. Los cordones son unidos extremo con extremo con pasadores de panel AB051. En un puente reforzado los cordones se emplean en todos los tramos, excepto en los tramos finales que no son reforzados.

Vigas Dobles y triples pueden ser parcialmente reforzadas para producir vigas DSR1 y TSR2.

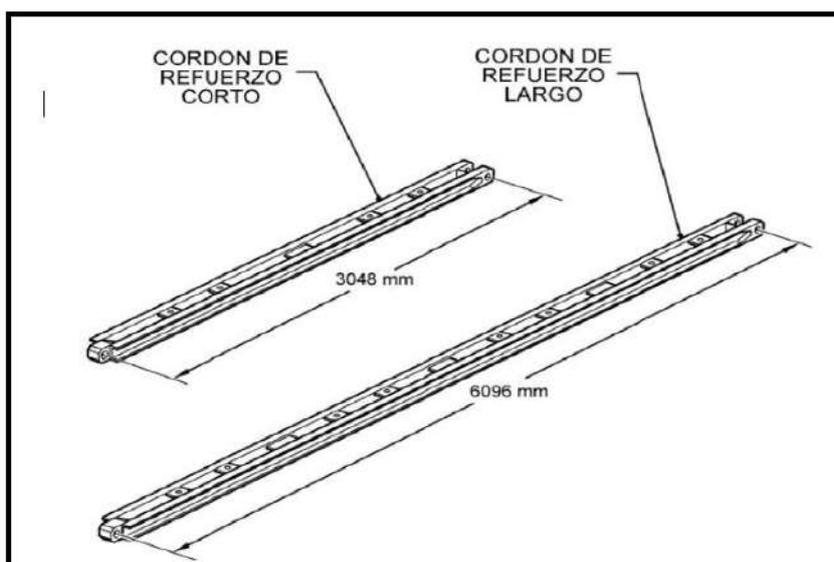


Figura 29. Cordones de Refuerzo AB620 y AB621
Fuente: Manual Acrow Corporation

3.6.8. Cojinetes

3.6.8.1. Bloque final (AB503 / AB504)

El bloque final es clavado en la parte inferior del panel de cortante AB702 o al panel de cortante pesado AB708 al final del puente. Las cargas del puente se transfieren a los cojinetes a través del bloque final macho AB503o del bloque final hembra AB504 asentada sobre un apoyo de cojinete AB587. Ver Figura 30.

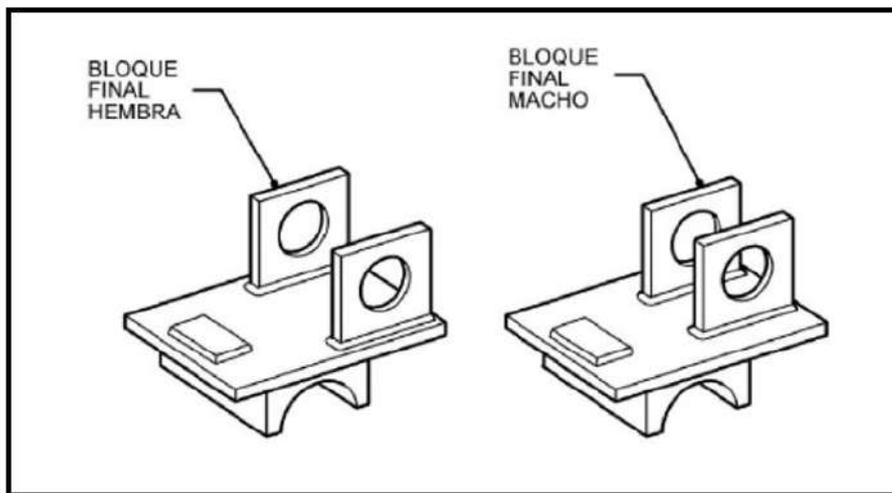


Figura 30. Bloque de cojinete finales AB503 y AB504
Fuente: Manual Acrow Corporation

3.6.8.2. Apoyo de cojinete (AB587)

Situado en el pilar bajo el bloque final macho AB503 o el bloque final hembra AB504. Es en si un rodamiento/cojinete oscilante que puede ser atornillados o confinado a un pilar o muelle para una apoyo fijo en el extremo, o puede sentarse en la parte superior de los AB587U & AB587L para una acción deslizante de los cojinetes. La capacidad de carga es de 60 toneladas. Como se muestra en la Figura 31.

3.6.8.3. Apoyo de cojinete superior (AB587U) e inferior (AB587L)

Proporcionando una acción de cojinete deslizante, estos se encuentran por debajo del apoyo de cojinete AB587 en el extremo libre del puente. El apoyo de cojinete inferior

AB587L consta de una placa de acero de 178mm x 127mm x 2mm con una Plataforma de teflón 152mm x 102mm x 2mm de ligada a él. Se coloca en el pilar o el muelle con la plataforma de teflón hacia arriba. El apoyo de cojinete superior AB587U es una chapa de acero inoxidable, de

292mm x 216mm x 2mm que se coloca encima del teflón. El apoyo de cojinete AB587 se coloca entonces en la parte superior de ambas placas.

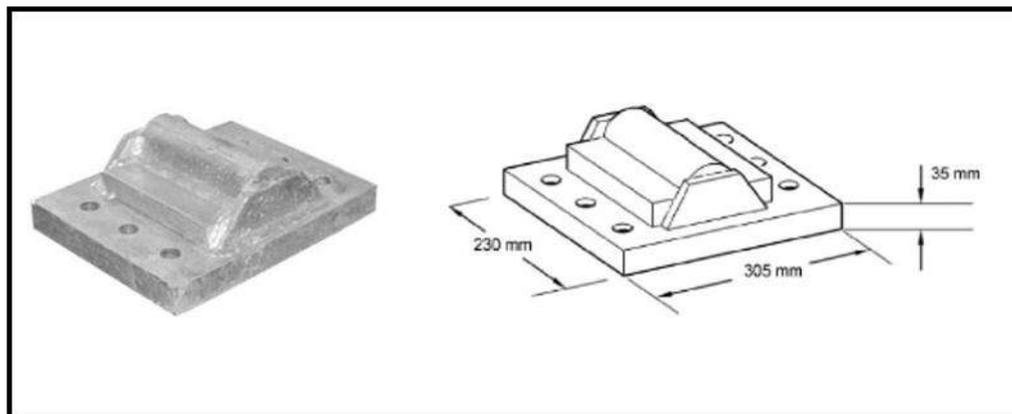


Figura 31. Cojinetes finales AB587
Fuente: Manual Acrow Corporation

Capítulo 4

Instalación del puente

4.1. Procedimiento administrativo

En la administración pública la ejecución de actividades de emergencias se ven reguladas por directivas. Estas directivas nos indican claramente los pasos a seguir para la atención de emergencias o atención de situaciones de riesgo potencial, y para la instalación de puentes modulares.

4.1.1. Informe preliminar

El primer paso para la atención e inicio de los trabajos fue la elaboración de un informe preliminar donde se detallaba la ubicación, la problemática, la necesidad, actividades a ejecutar, metrados y presupuesto.

4.1.2. Solicitud de cobertura presupuestal

Junto al informe preliminar además se anexó la solicitud del crédito presupuestario, que es el presupuesto analítico detallando el gasto en cada una de las específicas. Ver Tabla 4.

GASTO	PARTIDAS ESPECIFICAS								
T TRANS	GENÉRICA	SUB GENÉRICA	DETALLE POR ESPECIFICAR	CANTIDAD POR MES	UND	MESES	CANT	P.U.	PARCIAL
23	11	11	ALIMENTOS Y BEBIDAS PARA CONSUMO HUMANO						860.00
			Agua para consumo humano		GLOBAL		1.00	860.00	860.00
23	12	11	VESTUARIO, ACCESORIOS Y PRENDAS DIVERSAS						370.00
			Casco blanco 3M		UND		4.00	35.00	140.00
			Zapato industrial con punta de acero		PAR		2.00	65.00	130.00
			Chaleco en drill con logo tipo bordado		UND		2.00	50.00	100.00
23	13	11	COMBUSTIBLES Y CARBURANTES						1,875.00
			Petróleo Diessel 2 para camioneta de supervisión		GALON		125.00	15.00	1875.00
23	15	12	PAPELERIA EN GENERAL, UTILES Y MATERIALES DE OFICINA						350.00
			Materiales de escritorio		GLOBAL		1.00	350.00	350.00
23	15	31	ASEO, LIMPIEZA Y TOCADOR						150.00
			Útiles de limpieza y aseo		GLOBAL		1.00	150.00	150.00
23	16	13	DE CONSTRUCCIÓN Y MAQUINAS						17,105.00
			Cemento Portland		BOLSA		240.00	25.00	6000.00
			Acero FY= 4200 kg/cm2		KG		2,155.00	5.00	10775.00
			Pizarra acrílica		UND		1.00	75.00	75.00
			Candados medianos		UND		3.00	40.00	120.00
			Linternas de mano		UND		4.00	30.00	120.00
			Wincha de 10 metros		UND		1.00	15.00	15.00
23	18	12	MEDICAMENTOS						150.00
			Medicina para implementar botiquín de obra		UND		1.00	150.00	150.00
23	21	22	VIATICOS Y ASIGNACIONES POR COMISIÓN DE SERVICIO						6,080.00
			Viáticos y asignaciones por comisiones de servicio		GLOBAL		1.00	6,080.00	6,080.00
23	22	41	SERVICIO DE PUBLICIDAD						1,500.00
			Servicio de publicidad en medios, propagandas y comunicados		GLOBAL		1.00	1,500.00	1,500.00
23	22	44	SERVICIO DE IMPRESIONES, ENCUADERNACIÓN Y ESTAMPADOS						150.00
			Servicio de impresiones, fotocopias y anillados		GLOBAL		1.00	150.00	150.00
23	24	12	DE CARRETERAS, CAMINOS Y PUENTES						85,785.44
			Servicio de confección e instalación de cartel de obra		GLOBAL		1.00	1,500.00	1,500.00
			Servicio de construcción de 02 casetas de vigilancias y SSHH		GLOBAL		1.00	2,500.00	2,500.00
			Servicio de trazo, nivelación y replanteo		GLOBAL		1.00	3,500.00	3,500.00
			Servicio de mantenimiento de tránsito y seguridad vial		GLOBAL		1.00	3,500.00	3,500.00
			Servicio de limpieza, desbroce y esquinche manual		GLOBAL		1.00	1,000.00	1,000.00
			Servicio de desmontaje de maderas de puente antiguo		GLOBAL		1.00	2,100.00	2,100.00
			Servicio de habilitación de acceso peatonal con madera		GLOBAL		1.00	2,200.00	2,200.00
			Servicio de soldadura de ángulos de estructuras dañadas y corte de elementos de apoyo de superestructura y otros con equipo de oxicorte		GLOBAL		1.00	2,500.00	2,500.00
			Servicio de gateo de superestructura (INC. Servicio de confección de tacos de madera)		GLOBAL		1.00	3,000.00	3,000.00
			Servicio de excavación de material suelto, roca e instalación de Dowells entre losa		GLOBAL		1.00	2,670.51	2,670.51
			Servicio de concreto		GLOBAL		1.00	9,206.35	9,206.35
			Servicio de encofrado y desencofrado		GLOBAL		1.00	6,258.58	6,258.58
			Servicio de habilitación de acero estructural		GLOBAL		1.00	3,500.00	3,500.00
			Servicio de montaje y lanzamiento de estructura metálica modular Acrow		GLOBAL		1.00	11,100.00	11,100.00
			Servicios de desmontaje y retiro de puente Bailey		GLOBAL		1.00	10,600.00	10,600.00
			Servicio de perforación en roca y concreto, anclaje de pernos accesorios de apoyos fijo y móvil		GLOBAL		1.00	2,500.00	2,500.00
			Servicio de transporte de estructura metálica Acrow de campamento a obra		GLOBAL		1.00	3,000.00	3,000.00
			Servicio de transporte de acople y estructuras tipo Bailey de Lima a obra		GLOBAL		1.00	3,500.00	3,500.00
			Servicio de transporte de estructura metálica desinstalada a campamento		GLOBAL		1.00	2,500.00	2,500.00
			Servicio de suministro e instalación de señales verticales preventivas		GLOBAL		2.00	750.00	1,500.00
			Servicio de suministro e instalación de señales verticales informativas		GLOBAL		2.00	2,700.00	5,400.00
			Servicio de retiro e instalación de guardanías metálicas		GLOBAL		1.00	1,500.00	1,500.00
			Servicio de pintura de elementos de concreto (muros contraimpactos, parapetos, etc)		GLOBAL		1.00	750.00	750.00
23	25	11	DE EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS						2,500.00
			Alquiler de campamento en Contumazá		GLOBAL		1.00	2,500.00	2,500.00
23	25	14	DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS						10,986.62
			Servicio de alquiler de retroexcavadora para labores de desquinche de cerro y apoyo en izaje y gateo de puente		GLOBAL		1.00	10,986.62	10,986.62
23	25	199	DE OTROS BIENES Y ACTIVOS						540.00
			Servicio de alquiler de computadora		GLOBAL		1.00	540.00	540.00
23	27	112	TRANSPORTE Y TRASLADO DE CARGA, BIENES Y MATERIALES						4,000.00
			Servicio de cama baja para retroexcavadora		GLOBAL		1.00	4,000.00	4,000.00
23	27	1199	SERVICIOS DIVERSOS						30,350.00
			Servicio de asistencia técnica		GLOBAL		1.00	6,000.00	6,000.00
			Servicio de técnico administrativo		MES	1.00	1.00	1,800.00	1,800.00
			Servicio de almacenero		MES	1.00	1.00	1,100.00	1,100.00
			Servicio de guardiana		MES	1.00	3.00	850.00	2,550.00
			Servicio de control de calidad		GLOBAL		1.00	1,500.00	1,500.00
			Servicio de elaboración de expediente inicial de obra		GLOBAL		1.00	4,000.00	4,000.00
			Servicio de movilización en combi o miniband de personal, montajistas, otros (Contumazá, obra Contumazá)		GLOBAL		1.00	5,600.00	5,600.00
			Servicio de legalización de cuaderno de obra y otros		GLOBAL		1.00	150.00	150.00
			Servicio de custodia del puente durante tres meses tres turnos (pendientes)		MES	3.00	3.00	850.00	7,650.00
							TOTAL	S/.	162,752.06

Tabla 4. Presupuesto Análítico Instalación de Puente Modular Contumazá
Fuente: Provias Nacional

La atención e instalación del puente se realizó por administración directa, el detalle del gasto, es decir el presupuesto analítico se obtiene del presupuesto y el listado de insumos del S10. Ver Tabla 5.

S10						
Presupuesto						
Presupuesto	0402006 INSTALACIÓN DE PUENTE METÁLICO MODULAR PROVISIONAL CONTUMAZA					
Subpresupuesto	001 INSTALACIÓN DE PUENTE METÁLICO MODULAR PROVISIONAL CONTUMAZA					
Cliente	Ministerio de Transportes y Comunicaciones					
Lugar	CAJAMARCA-CONTUMAZA-CONTUMAZA				Costo al	01/07/2013
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	Trabajos preliminares				30,232.26	
01.01	Movilización y desmovilización de equipo	gb	1.00	7,500.00	7,500.00	
01.02	Desquinche de cerro con equipo	m3	4.00	486.62	1,946.48	
01.03	Desbroce y limpieza de terreno manual	m2	200.00	4.14	828.00	
01.04	Trazo, nivelación y replanteo	m2	200.00	19.26	3,852.00	
01.05	Mantenimiento de tránsito y seguridad vial	gb	1.00	3,639.38	3,639.38	
01.06	Cartel de identificación de la obra	u	1.00	1,500.00	1,500.00	
01.07	Casetas de vigilancia y oficina	gb	1.00	2,500.00	2,500.00	
01.08	Gateo de estructura para construcción de apoyos	gb	1.00	3,243.16	3,243.16	
01.09	Desmontaje de maderas de calzada de puente antiguo	m2	88.00	30.20	2,657.60	
01.10	Habilitación de acceso peatonal con madera	m2	44.00	58.31	2,565.64	
02	Subestructura				23,118.57	
02.01	Excavación en material común	m3	20.00	88.23	1,764.60	
02.02	Excavación en material roca	m3	5.00	198.31	991.55	
02.03	Concreto F'C=100 kg/cm2 para solados	m3	1.32	499.20	658.94	
02.04	Concreto F'C=200 kg/cm2	m3	13.96	616.85	8,611.23	
02.05	Encofrado y desencofrado	m2	37.44	116.24	4,352.03	
02.06	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	972.49	6.50	6,321.19	
02.07	Dowells 5/8"	u	16.00	26.19	419.04	
03	Superestructura				38,302.04	
03.01	Montaje y lanzamiento de estructura metálica	l	25.11	707.10	17,755.28	
03.02	Desmontaje de estructura metálica Bailey	l	13.27	870.14	11,546.76	
03.03	Transporte de estructura metálica (Lima-obra)	gb	1.00	3,500.00	3,500.00	
03.04	Transporte de estructura metálica campamento-obra	gb	1.00	3,000.00	3,000.00	
03.05	Transporte de estructura Bailey desmontada a campamento	gb	1.00	2,500.00	2,500.00	
04	Varios				25,893.88	
04.01	Losa de aproximación				11,393.54	
04.01.01	Concreto F'C=210 kg/cm2	m3	8.00	616.85	4,934.80	
04.01.02	Encofrado y desencofrado	m2	5.20	116.24	604.45	
04.01.03	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	900.66	6.50	5,854.29	
04.02	Muros contraimpacto				4,131.11	
04.02.01	Concreto F'C=210 kg/cm2	m3	1.50	616.85	925.28	
04.02.02	Encofrado y desencofrado	m2	11.20	116.24	1,301.89	
04.02.03	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	177.53	6.50	1,153.95	
04.02.04	Pintado de muros contraimpactos con diseño	gb	1.00	750.00	750.00	
04.03	Apoyos y placas				1,616.30	
04.03.01	Placas de apoyo fijo (INC. Pernos de anclaje)	u	2.00	380.73	761.46	
04.03.02	Placas de apoyo móvil (INC. Pernos de anclaje)	u	2.00	427.42	854.84	
04.04	Seralización				8,752.92	
04.04.01	Instalación de señal preventiva NC postes y cimentación	u	2.00	840.87	1,681.74	
04.04.02	Instalación de señal informativa NC pórtico	u	2.00	2,741.34	5,482.68	
04.04.03	Instalación y desinstalación de guardavías metálicas	u	50.00	31.77	1,588.50	
	Costo Directo				117,547.06	
	Costo Indirecto				45,205.00	
	PRESUPUESTO TOTAL				162,752.06	
	SON: CIENTO SESENTIDOS MIL SETECIENTOS CINCUENTIDOS Y 00/100 NUEVOS SOLES					

Tabla 5. Presupuesto S10 por partidas
Fuente: Provias Nacional

Este es el comienzo para la atención, porque la solicitud de certificación presupuestal y la aprobación de la misma garantizarán los fondos para la atención.

4.1.3. Requerimientos y términos de referencia

El área usuaria elabora los términos de referencia, especificaciones técnicas y requerimientos para la atención de la emergencia, requiriendo los bienes y servicios, tal como están detallados en el presupuesto analítico.

4.1.4. Solicitud de requerimiento de vehículos y equipo mecánico a terceros

Además, del trámite de la certificación presupuestal, el área usuaria deberá solicitar la autorización de alquiler de equipos a terceros, en dicha ficha se detallan las características de la maquinaria o equipos que se necesitarán, así como la cantidad de horas y el uso que se les dará.

4.1.5. Solicitud de remesa (procesos menores a 3UIT)

Aprobada la certificación y conociendo el gasto real (adquisición de bienes y ejecución de servicios), se procede a la elaboración de la remesa de gasto.

En el 2013, para compras y servicios menores iguales a 3UIT el equivalente en nuevos soles fue de S/. 11,100.00, fueron adjudicados sin proceso, es decir se encontraron excluidos de los procesos de selección y su contratación fue directa.

4.1.6. Valor estimado, validación presupuestal adjudicación y orden de servicio y de compra

Estos son pasos netamente del área de abastecimiento y administración quienes otorgan la buena pro, luego de haber realizado los respectivos estudios de mercado, la obtención del valor estimado hasta la generación de la respectiva orden de servicio o compra.

4.2. Procedimiento técnico

4.2.1. Actividades preliminares

4.2.1.1. Transporte de estructura metálica de Lima a obra

Si bien es cierto dentro de la estructura del presupuesto el transporte de las estructuras metálicas de Lima a Obra, no se encuentra dentro las actividades preliminares, esta se debería ejecutar, al inicio de los trabajos, por las siguientes razones:

Es una de las actividades precedentes para la instalación del puente modular.

La presencia de las estructuras en obra permite establecer la cantidad de elementos o componentes según los códigos descritos, y determinar si hay algún faltante, si se ha sido enviado algún componente que no corresponde, si hay algún elemento dañado, entre otros. Debemos de considerar que muchas de estas estructuras a veces han sido reutilizadas por lo que debemos verificar si presenta algún daño o problema de galvanizado.

Para el presente caso, el transporte de estructuras metálicas corresponde en su totalidad a la estructura propia a instalar, no incluye nariz de lanzamiento, debido a que en este caso el mismo será realizado mediante la variante nariz de acople puente Acrow y puente Bailey, la cual será descrita más adelante.

A continuación, se presenta en la Tabla 6 la lista de componentes del puente modular Acrow, donde se determina la cantidad y el peso por cada uno de los elementos, en donde la sumatoria de los mismos nos dará un Peso total de la estructura a trasladar, importante para determinar la capacidad de los equipos de carga y transporte.

4.2.1.2. Movilización y desmovilización de equipo

Se movilizaron los siguientes equipos 01 retroexcavadora, 02 martillos demoledores, 01 rotomartillo, 02 planchas compactadoras, equipos de iluminación, elementos de señalización y herramientas manuales.

4.2.1.3. Desquinche del cerro con equipo

La retroexcavadora movilizada trabajó en el desquinche del cerro (talud de roca), en la entrada y salida del puente. Esto con la finalidad de construir el paso peatonal y lograr el radio de giro requerido. Ver Figura 32.

Lista de componentes para de luces de 21.34mxSSRxEW – Carga Viva AASHTO HL-93LFRD

N° Parte	Descripción	Cantidad	5% Extra (Ver nota)	Total	Peso kg (Estimado por redondeo en pesos unitarios. No incluye el 5% Extras)	
					c/u	Total
AB051	Pasador de panel	36	2	38	2.7	97.2
AB052	Prensa de seguridad	72	4	76		0.0
AB503	Bloque de cojinete	2	0	2	9.5	19.0
AB504	Bloque de cojinete	2	0	2	9.5	19.0
AB509	Viga de piso pesada	8	0	8	650.0	5200.0
AB513	Arriestra del punta	0	0	0	7.0	0.0
AB514	Soporte del cordón	0	0	0	7.0	0.0
AB518	Abrazadera de viga	16	0	16	23.0	368.0
AB522	Soporte diagonal	0	0	0	14.0	0.0
AB536A	Perno	50	3	53	0.7	34.0
AB546	Perno de panel de piso	96	5	101	0.3	32.6
AB547A	Perno	10	1	11	0.7	7.4
AB547AS	Perno	6	1	7	0.9	5.5
AB548A	Perno	0	0	0	0.7	0.0
AB549A	Perno	73	4	77	0.6	40.9
AB584	Perno del cordón	80	4	84	13.0	100.0
AB587	Cojinete	4	0	4	29.0	116.0
AB591	Crucero	14	0	14	44.0	616.0
AB602C	Unidad de piso	14	0	14	724.0	10136.0
AB604C	Unidad de piso	7	0	7	182.0	1274.0
AB620	Cordón de refuerzo	4	0	4	88.0	352.0
AB621	Cordón de refuerzo	8	0	8	165.0	1320.0
AB701	Panel	10	0	10	315.0	3150.0
AB702	Panel de cortante	4	0	4	407.0	1628.0
AB703	Punta del panel	16	0	16	17.0	272.0
AB720C	Unidad final de puente	4	0	4	68.0	272.0
AB721C	Unidad final de puente	2	0	2	22.7	45.4
Nota: El 5% extra es solo una sugerencia. Nosotros siempre recomendamos llevar componentes de más a los sitios de instalación, y así prevenir que por un conteo erróneo se					TOTAL	25105.0

Tabla 6. Lista de componentes para luces de 21.34 m x SSR x EW HL-93
Fuente: Manual Acrow Corporation



Figura 32. Desquinche de cerro

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.4. Desbroce y limpieza de terreno manual

Se limpió la maleza existente en el puente y sus alrededores

4.2.1.5. Trazo, nivelación y replanteo

Se realizaron las actividades de trazo, determinando los puntos de apoyo de los estribos o dados de concreto, el área de terreno a excavar en calzada y en terreno natural (roca), así como los puntos del cerro a desquinchar, de tal manera me permita la maniobrabilidad de los vehículos. Además, se niveló la estructura Bailey antes de realizar el acople con la estructura Acrow, de tal manera que ningún elemento este sobreforzado durante el lanzamiento. Ver Figura 33.

4.2.1.6. Mantenimiento del tránsito y seguridad vial

Fue una de las actividades más importantes, debido a que el tránsito fue interrumpido. Las unidades de transporte, trasladaban a los pasajeros sin embargo se realizaron transbordos y los usuarios de la vía (transportistas y pasajeros), tenían que bajar de los vehículos y caminar. El área de trabajo variaba de acuerdo a la actividad y para evitar las molestias, solo cuando se requería, se cerraba por horas, o por tramos más extensos la vía. Como se indica en la Figura 34.



Figura 33. Servicio de trazo, nivelación y replanteo
Fuente: Elaboración propia



Figura 34. Servicio de mantenimiento del tránsito y seguridad vial
Fuente: Elaboración propia

4.2.1.7. Cartel de identificación de obra

El cartel de obra indica básicamente la longitud del puente, el costo de la inversión, fuente de financiamiento, plazo de ejecución, modalidad y quién lo ejecuta, haciendo mención al Programa Nacional de Puentes que es una política del sector y forma parte de los programas estratégicos del gobierno con el que se espera dotar de mayor número de puentes a las zonas más alejadas del país. Ver Figura 35.



Figura 35. Cartel de obra Instalación de Puente Modular Contumazá.
Fuente: Elaboración propia

4.2.1.8. Casetas de vigilancia y oficina

Se confeccionaron e instalaron casetas para la guardianía y vigilancia de los componentes del puente, que fueron descargados lejos del área de trabajo.

4.2.1.9. Gateo de estructura para construcción de apoyos

Quizás esta fue una de las tareas más importantes, debido a que para la construcción de los dados de concreto y para la excavación y preparación de terreno, sin retirar la estructura Bailey, fue necesario gatear la estructura por partes, primero los apoyos del estribo derecho, para luego ser sobrepuesta la estructura sobre tacos de madera (fuera del área de trabajo), con la finalidad de obtener dimensiones en altura, ancho y largo, y poder ejecutar las labores de excavación, preparación de terreno, encofrado, vaciado de concreto, colocación de fierro para parapetos y muros contraimpacto, colocación de dowells, etc.

Fue necesaria la asistencia de una retroexcavadora, con el propósito de que la estructura esté amarrada mediante cadenas y mantener segura la misma en caso de una eventualidad.

Luego de que el estribo derecho estaba listo, se volvía a gatear la estructura y se apoyaba la misma mediante tacos, ya sobre el estribo preparado.

Luego se posicionaron las gatas en el estribo izquierdo, y se repitieron los pasos anteriores, como se muestran en las Figura 36, Figura 37 y Figura 38.



Figura 36. Servicio de Gateo de estructuras para construcción de apoyos
Fuente: Elaboración propia



Figura 37. Gateo y colocación de tacos de madera
Fuente: Elaboración propia



Figura 38. Colocación de tacos de madera
Fuente: Elaboración propia

4.2.1.10. Desmontaje de maderamen

Para poder desmontar el puente Bailey fue necesario, previamente desmontar el maderamen (calzada del puente existente), este material en algunos casos se encontraba deteriorado, pero parte de él se utilizó para la confección de tacos de madera, necesarios para el gateo de la estructura. Ver Figura 39.



Figura 39. Desmontaje de Maderamen
Fuente: Elaboración propia

Este desmontaje no se realizó desde un inicio, dado que la plataforma del puente sirvió, a pesar de la existencia del puente peatonal, como pase para el transbordo de personas, así como área para la habilitación de las mallas de

fierro para los dados, así como el fierro de parapetos y muros contraimpacto. Ver Figura 40.



Figura 40. Área de trabajo durante la atención
Fuente: Elaboración propia

4.2.1.11. Habilitación de acceso peatonal con madera

Sin duda alguna, a pesar del accidente geográfico sobre el cual se encontraba el puente existente, lo angosto de la vía, el ingreso al puente con curva y contra curva en ambos lados, se optó por la construcción de un puente peatonal pegado al cerro, adyacente o contiguo al puente, con la finalidad de que las personas puedan realizar los transbordos respectivos. Siendo esta ruta la principal vía que une los distritos de Casca y Contumaza, y la única que se encontraba en estado de transitabilidad, los vehículos de transporte de pasajeros llegaban cerca del puente, las personas bajaban del autobús, combi o vehículo, cruzaban el puente peatonal y al otro lado del puente los esperaba un nuevo vehículo que los transportaba hacia su destino final.

El acceso peatonal fue construido de eucalipto y tablonces de madera, con largueros de 2", debidamente señalizados. Ver Figura 41 y Figura 42.



Figura 41. Ubicación de acceso peatonal
Fuente: Elaboración propia



Figura 42. Transbordo de pasajeros Contumazá-Cascas
Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Subestructura

4.2.2.1. Excavación en material común

Habiéndose determinado por el trazo y replanteo, las áreas y volúmenes a excavar, se procedió con la excavación de calzada, base y subbase a nivel de terreno natural (roca) con la finalidad de preparar el área donde se asentará los estribos o dados de concreto. Esta excavación se realizó al igual que el gateo estribo por estribo. Ver Figura 43 y Figura 44.



Figura 43. Excavación en material común lado derecho
Fuente: Elaboración propia



Figura 44. Excavación en material común lado izquierdo
Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2. Excavación en material roca

Se procedió mediante el uso de herramientas manuales barretas, barrenos y compresor neumático, a la excavación en material en roca, tratando de buscar la roca estable, evitando puntos de falla en roca fracturada. Ver Figura 45.



Figura 45. Excavación en material roca
Fuente: Elaboración propia

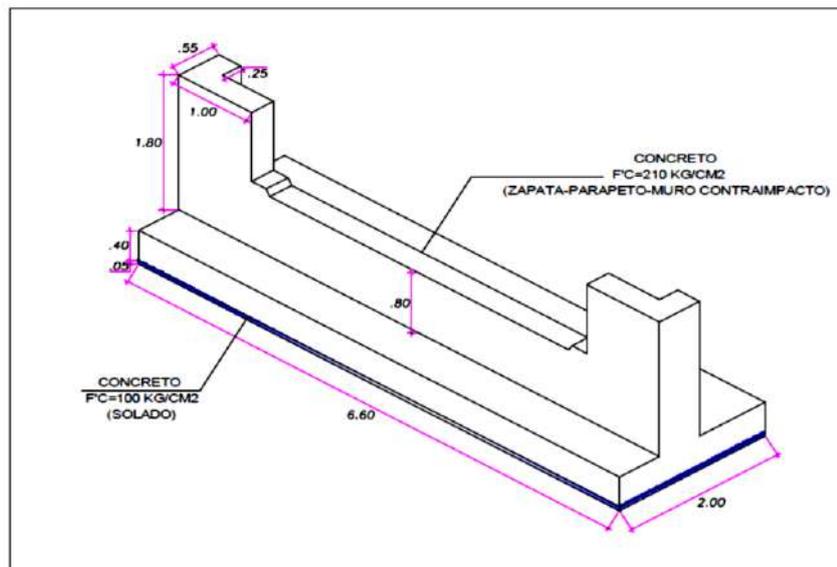
4.2.2.3. Concreto $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

Se vació un solado de las siguientes dimensiones largo 6.60 m, ancho 2.00 m y espesor 0.05 cm, con el fin de uniformizar la roca, y evitar pérdida de material por grietas, en cada lado del puente.

4.2.2.4. Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Con esta actividad se vació el concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, para los dados de concreto incluyendo los parapetos, muros contraimpacto y losas de aproximación. Como se muestran en las Figura 46, Figura 47 y Figura 48.

Antes del montaje y lanzamiento, por cuestiones constructivas, solo se vaciaron los dados de concreto, posteriormente se vaciaron los parapetos, muros contraimpacto y losas de aproximación.



Concreto Fc=210 kg/cm2

Elemento	Descripción	N° de Elementos	N° de Veces	Dimensiones			Vol Parcial m3	Vol Total m3
				Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)		
LADO IZQUIERDO								
	Losa de aproximación	1.00	1.00	4.00	5.00	0.20	4.00	4.00
TOTAL								4.00

8.00

TOTAL M3 CONCRETO F'c=210 KG/CM2 23.46

CONCRETO PARA PARAPETO, MURO CONTRAIMPACTO, ZAPATA

Concreto Fc=210 kg/cm2

Elemento	Descripción	N° de Elementos	N° de Veces	Dimensiones			Vol Parcial m3	Vol Total m3
				Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)		
ESTRIBO DERECHO								
	Parapeto	1.00	1.00	7.10	0.30	0.80	1.70	7.73
	Muro antimpacto	1.00	2.00	1.25	0.30	1.00	0.75	
	ZAPATA	1.00	1.00	6.60	2.00	0.40	5.28	
TOTAL								7.73

ESTRIBO IZQUIERDO

Elemento	Descripción	N° de Elementos	N° de Veces	Dimensiones			Vol Parcial m3	Vol Total m3
				Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)		
	Parapeto	1.00	1.00	7.10	0.30	0.80	1.70	7.73
	Muro ant. Impacto	1.00	2.00	1.25	0.30	1.00	0.75	
	ZAPATA	1.00	1.00	6.60	2.00	0.40	5.28	
TOTAL								7.73

15.46

CONCRETO PARA LOSA DE APROXIMACIÓN

Concreto Fc=210 kg/cm2

Elemento	Descripción	N° de Elementos	N° de Veces	Dimensiones			Vol Parcial m3	Vol Total m3
				Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)		
LADO DERECHO								
	Losa de aproximación	1.00	1.00	4.00	5.00	0.20	4.00	4.00

Figura 46. Detalle de datos de concreto, parapetos y muros contraimpacto
Fuente: Elaboración propia



Figura 47. Concreto en zapatas: Dados de concreto estribo derecho
Fuente: Elaboración propia



Figura 48. Concreto en zapatas: Dados de concreto estribo derecho e izquierdo
Fuente: Elaboración propia

4.2.2.5. Encofrado y desencofrado

Con esta actividad se realizó el encofrado y posterior desencofrado de todos los elementos de concreto del puente. En esta actividad se tuvo en cuenta que los elementos fueran lo suficientemente resistentes y estables a las presiones debidas a la colocación y vibrado del concreto y se mantuvieran rígidamente en su posición correcta. Ver Figura 49.



Figura 49. Encofrado estribo derecho

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.6. Acero corrugado $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ GRADO 60

Se habilitó y colocó la armadura de acero en las zapatas, parapetos, muros contraimpacto y losas de aproximación.

Para el presente caso antes del vaciado de concreto, como se indica en el detalle de armadura de la Figura 50, Figura 51, Figura 52 y Figura 53, se colocó la armadura de los parapetos y muros contraimpacto sujeta a la zapata. Durante el lanzamiento el acero se dobla con el propósito de lanzar el puente, después de que el concreto endureció. Finalmente se construyen las losas de aproximación.

En otras obras, el procedimiento es distinto, primero se vacía el concreto de la zapata, se ejecuta el lanzamiento y el puente modular es apoyado en su posición final, posteriormente el concreto de la zapata se somete a perforaciones para la colocación de los fierros de los parapetos y muro contraimpacto, embebidos en pegamento.

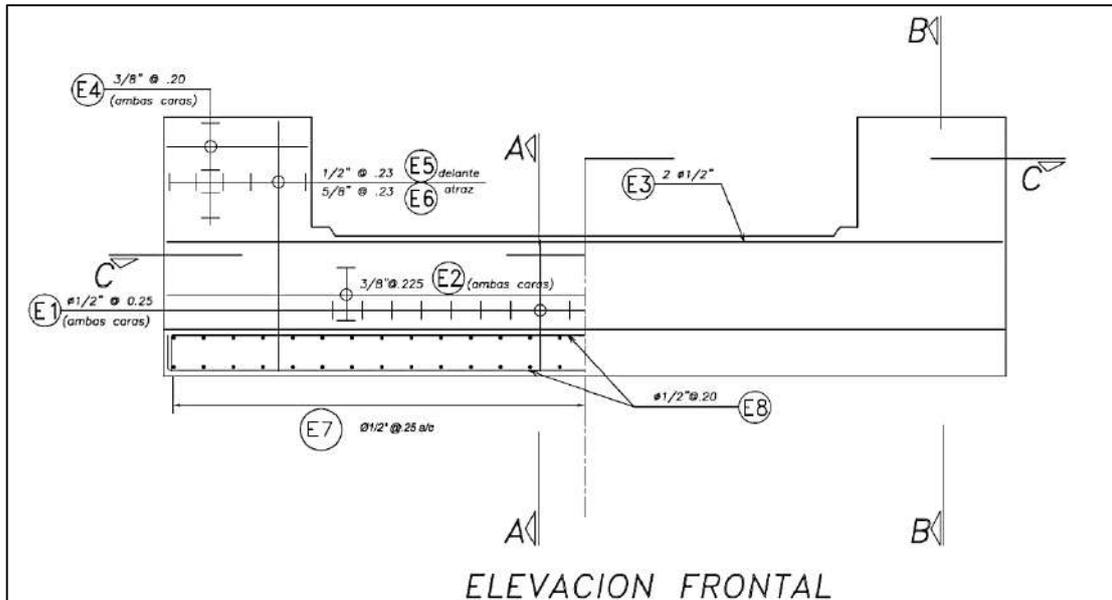


Figura 50. Detalle de acero en zapatas

Fuente: Provias Nacional

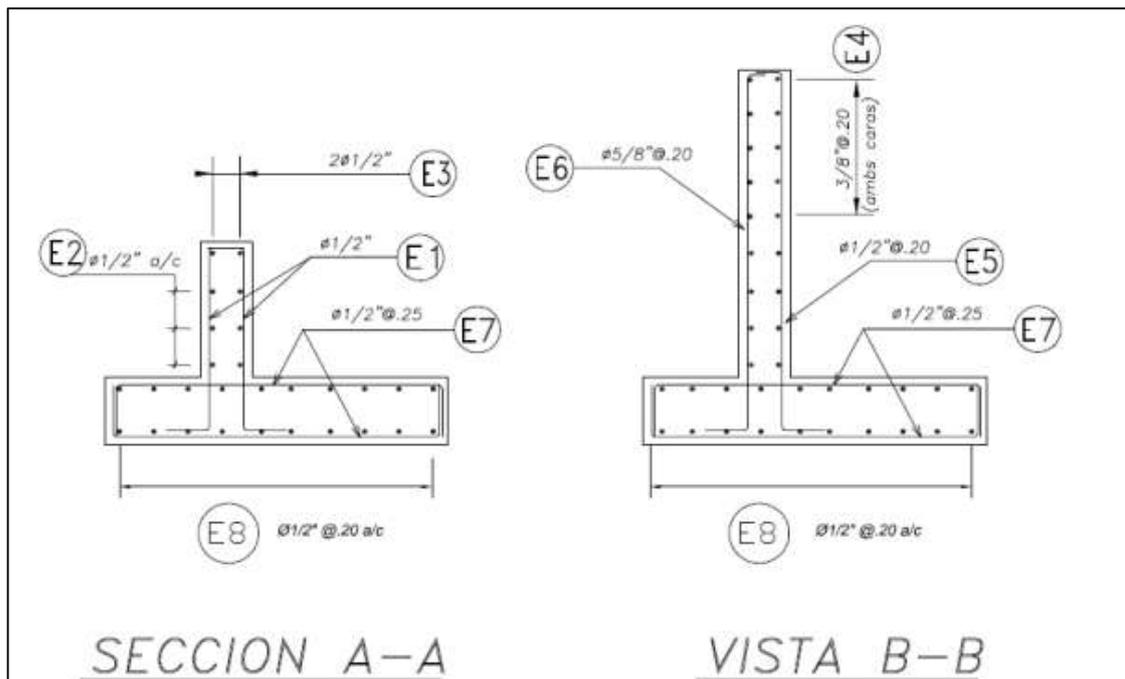


Figura 51. Detalle de acero en parapetos y muros contraimpacto

Fuente: Provias Nacional



Figura 52. Habilitación de acero para dado de concreto
Fuente: Elaboración propia



Figura 53. Habilitación de acero para parapetos y muros contraimpacto
Fuente: Elaboración propia

4.2.2.7. Dowells 5/8"

Esta actividad consistió en la perforación de agujeros con rotomartillo y la posterior de colocación de varillas de anclaje con pegamento, que sirvan de amarre a la armadura de losa, o dados de concreto.

4.2.3. Superestructura

4.2.3.1. Montaje y lanzamiento de estructura metálica

A diferencia del montaje convencional, con nariz de lanzamiento, la instalación contempló el lanzamiento asistido por puente Bailey existente, mediante nariz de acople Puente Bailey – Puente Acrow. Ver Figura 54.



Figura 54. Lanzamiento puente modular Contumazá
Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2. Desmontaje de estructura metálica Bailey

Primero se desmontó los emparrillados del tablero, con la intención de aminorar el peso de la estructura Bailey durante el lanzamiento.

Luego a medida que se montaba y lanzaba el puente Acrow, de manera progresiva, en el otro extremo se desmontaba el Puente Bailey. Ver en las Figura 55 y Figura 56).



Figura 55. Desmontaje de emparrillados de tablero puente Bailey
Fuente: Elaboración propia



Figura 56. Desmontaje de emparrillados de tablero puente Bailey
Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3. Transporte de estructura metálica de campamento a obra

Se realizó el traslado de las estructuras del campamento Montenazario ubicado a tres kilómetros de la ubicación del puente.

4.2.3.4. Transporte de estructura tipo Bailey desmontada a campamento

Se trasladó la estructura metálica del puente Bailey al campamento Montenazario, quedando en custodia hasta que la Municipalidad lo requiera.

La Municipalidad solicitó dicha estructura para poder reutilizarla en alguna ruta vecinal, la misma se entregó correctamente inventariada.

4.2.4. Varios

4.2.4.1. Losas de aproximación

Para cuidar las estructuras y evitar la transición de material afirmado y puente metálico, se construyeron losas de aproximación de concreto $F'c=210$ kg/cm², a la entrada y salida del puente.

Para ello inicialmente se colocó material de base, debidamente compactado, se encofró, se colocó el acero habilitado y se vació el concreto de acuerdo a las especificaciones técnicas. (Ver Figura 57 y Figura 58).



Figura 57. Losa de aproximación lado izquierdo
Fuente: Elaboración propia



Figura 58. Losa de aproximación lado derecho
Fuente: Elaboración propia

4.2.4.2. Muros contraimpacto

Para proteger la estructura metálica de cualquier golpe y además para advertir de la presencia del puente modular, se colocaron a ambos extremos del puente, muros contraimpacto, cuya armadura iniciaba en la zapata o dado de concreto, de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Ver Figura 59.



Figura 59. Muros contraimpacto lado izquierdo
Fuente: Elaboración propia

4.2.4.3. Apoyos y placas

Los apoyos de los cojinetes fueron elaborados de plancha de acero estructural A-36 de $\frac{1}{2}$ " , con pernos de anclaje de $\frac{3}{4}$ " x 10". Ver Figura 60, Figura 61 y Figura 62.



Figura 60. Detalle de instalación de apoyo móvil
Fuente: Elaboración propia



Figura 61. Detalle de instalación de apoyo móvil
Fuente: Elaboración propia



Figura 62. Apoyo fijo
Fuente: Elaboración propia

4.2.4.4. Señalización

Esta partida contempló la instalación de 02 señales informativas que indican en su leyenda claramente la carga, la longitud y el ancho útil del puente, y 02 señales preventivas código P-40 (Puente).

Además, como actividades contempladas, pero que se ejecutaron con cargo al presupuesto del Mantenimiento Rutinario de la carretera, se instalaron postes delineadores. Ver Figura 63



Figura 63. Postes delineadores
Fuente: Elaboración propia

Capítulo 5

Criterios durante la construcción

5.1. Criterios para el lanzamiento

5.1.1. Área o espacio

Una de las consideraciones más importantes para ejecutar las actividades de montaje y lanzamiento del puente es el área y espacio disponible cerca a este, para empezar así dichas actividades.

El área de construcción de la estructura debe ser recta y en línea con el eje del puente, es preferible que sea al menos igual a la longitud de este y ser tres metros más ancha que la longitud del travesaño. Si el área de construcción y lanzamiento es menor que la sugerida anteriormente, el resultado puede ser un montaje más difícil y restringido, que requiere contrapesos adicionales durante el lanzamiento.

Si se tratará de un lanzamiento convencional con nariz de lanzamiento el área detrás del eje de los rodillos basculantes será un mínimo de 30.4 metros, esto se debe a que para este tipo de lanzamiento se requiere colocar una nariz de 15.25 metros (SS), hasta el extremo anterior del puente.

La zona de aterrizaje en la orilla de llegada debe ser suficiente para al menos dos tramos de puente pasen más allá de los rodillos de aterrizaje. Idealmente, debería ser posible que la nariz pasara completamente el estribo para evitar pausas innecesarias durante el lanzamiento.

Para el presente caso, la zona de trabajo por la configuración geográfica, no permitía contar con las distancias requeridas, sin embargo se optó por utilizar la estructura Bailey existente para asistir en el lanzamiento. Ver Figura 64, Figura 65.



Figura 64. Entrada al puente Contumazá
Fuente: Elaboración propia



Figura 65. Salida del puente Contumazá
Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Pendiente

Si es posible la orilla de partida y la de llegada deben estar al mismo nivel, sin embargo, si una pendiente longitudinal superior al 2% (1 en 50) es inevitable, algunas precauciones especiales son necesarias y se debe consultar a ACROW para el diseño. Se deben evitar las pendientes transversales.

5.1.3. Uso de nariz acople

Para el presente caso, el tipo de lanzamiento fue con la variante nariz de acople, que me permitió unir el puente Bailey con la nueva estructura Acrow, de tal manera que el puente existente hizo la vez de nariz, con la única diferencia que con esta modalidad ya se había salvado la luz libre, dado que el puente ya se encuentra en el otro extremo.

El puente Bailey era un Bailey Estándar Ancho de carril 3.80 m, piso de madera cuyo panel tenía las siguientes características ancho de panel 3.048 m y altura de panel 1.549 m, ver Figura 66

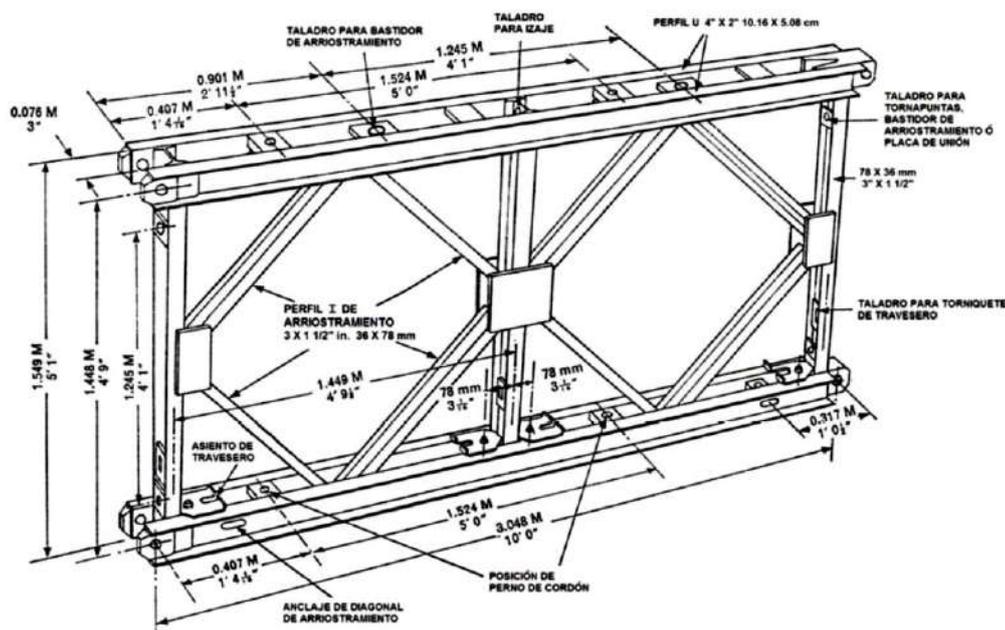


Figura 66. Panel Bailey
Fuente: Manual Bailey

El puente Acrow es un Acrow Extra Ancho de carril 4.20 m, piso de acero, cuyo panel tiene las siguientes características ancho de panel 3.048 m y altura de panel 2.290 m.

Para lograr transición de un puente al otro se colocó un panel sobre el panel Bailey para lograr la altura del panel Acrow, y para lograr el ancho de carril se colocó un panel paralelo al Bailey existente. Ver Figura 67 y Figura 68.

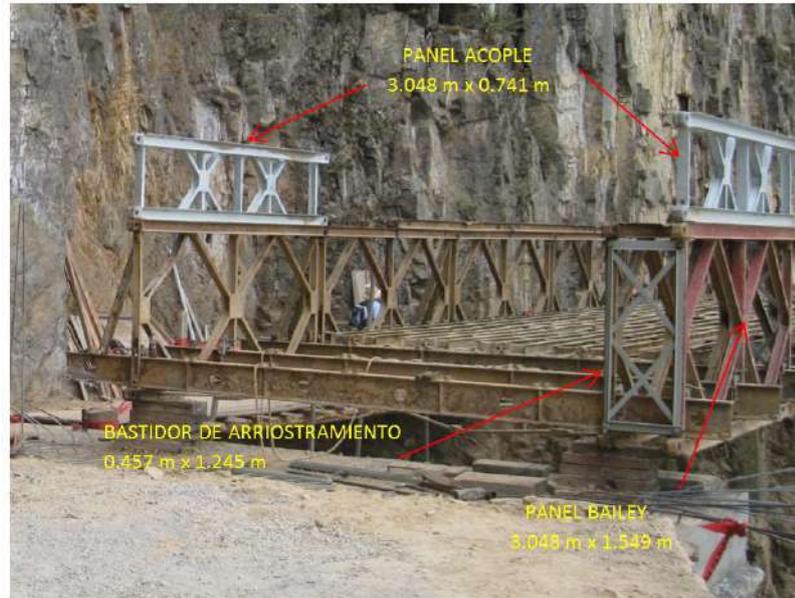


Figura 67. Nariz de Acople Puente Bailey-Puente Acrow
Fuente: Elaboración propia



Figura 68. Nariz de Acople Puente Bailey-Puente Acrow
Fuente: Elaboración propia

Hay casos en que se necesitan fabricar los acoples y soldarlos en obra para alcanzar el montaje y lanzamiento cuando hay transición de puentes de diferentes características. Ver Figura 69 y Figura 70.



Figura 69. Nariz de Acople Puesto Bailey-Puerto Acrow
Fuente: Provias Nacional



Figura 70. Trabajos de soldadura en acople Puesto Bailey – Puerto Acrow
Fuente: Provias Nacional

5.1.4. Condiciones meteorológicas

Además de que no es recomendable realizar el lanzamiento con la presencia de precipitaciones pluviales, el ingeniero supervisor debe estar siempre consciente de que las ráfagas de viento pueden añadir peso no deseado en el puente, por lo que no se recomienda realizar el lanzamiento de un puente con vientos sostenidos de 40 Km/h o ráfagas de 55 Km/hora.

5.1.5. Lanzamiento gradual

La posición de los rodillos planos será en ambos extremos, debajo de cada panel y sobre los estribos de concreto.

El primer tramo de paneles denominado acople junto a dos tramos más conformados por paneles AB701 sin viga de piso, conforman lo que denominaremos nariz de acople.

El puente será empujado por un cargador frontal o retroexcavadora de manera gradual. Del extremo de lanzamiento, se gateará constantemente la estructura y se dejará descansando en tacos mientras se conforman los siguientes tramos según la configuración determinada. Conformado el siguiente tramo se gateará y se colocará encima de los rodillos hasta ser empujado. Al otro extremo del puente se irá desmontando el puente Bailey, hasta llegar a la nariz de acople, con lo cual haremos lo mismo hasta llegar al panel de corte, que es el fin del Puente Acrow. Ver Figura 71, Figura 72 y Figura 73.



Figura 71. Ubicación de rodillos fijos
Fuente: Elaboración propia



Figura 72. Ubicación de rodillos fijos
Fuente: Elaboración propia



Figura 73. Desmontaje de estructura Bailey
Fuente: Elaboración propia

5.2. Cierre parcial y definitivo de la vía

Según el Manual de Carreteras: Dispositivos de control de tránsito Automotor para calles y carreteras, toda zona de trabajo debe contar con un Plan de mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial, el cual debe ser aprobado por la entidad u órgano competente y tiene por finalidad mitigar el impacto generado al tránsito vehicular durante el período de ejecución de trabajo, tanto a la vía intervenida como a sus zonas colindante y áreas de influencia.

Los principales objetivos del PMTSV son los siguientes:

Procurar que el tránsito vehicular en las zonas de trabajo, fluya resguardando la seguridad e integridad de los usuarios de la vía materia de la intervención.

Mitigar las restricciones del tránsito vehicular y peatonal, a las propiedades y actividades de las zonas colindantes y área de influencia.

La señalización y demás dispositivos de control deben contener mensajes claros y de fácil interpretación.

Implementar, administrar y mantener adecuadamente las vías alternas y/ o desvíos.

Evaluar permanentemente la implementación del PMTSV y efectuar los ajustes y correctivos del caso, para asegurar su adecuada ejecución, teniendo como principal objetivo la seguridad vial.

Para el presente caso, teniendo en cuenta que el cierre definitivo de la vía se efectuó durante casi toda la obra, y habiendo determinado que es la única ruta en condiciones de transitabilidad, por ende, su vital importancia, se recomienda en futuras intervenciones elaborar el PMTSV.

5.3. Actividades que me permitieron mitigar el impacto ocasionado por el cierre definitivo de la vía

5.3.1. Habilitación de acceso peatonal con madera

En el capítulo N° 04, se describió esta actividad, que permitió que los pasajeros transiten de un lado al otro lado de la quebrada, mientras se realizaban trabajos para la instalación del nuevo puente. Sin duda alguna esta actividad permitió que los pasajeros de los buses, combis interprovinciales realicen transbordos y puedan estos llegar a su destino final.

5.3.2. Colocación de señales informativas provisionales

Se colocaron señales informativas, haciendo de conocimiento que por trabajos de cambio de estructura del Puente Contumazá, se suspende el tráfico vehicular hasta nuevo aviso.

Estos avisos se colocaron en los siguientes cruces:

El primero a 2.7 km de distancia de Contumazá hacia el puente, en el empalme con carretera departamental CA101. Ver Figura 74.



Figura 74. Señal Informativa de suspensión del tráfico vehicular hasta nuevo aviso
Fuente: Elaboración propia

El segundo aviso se colocó a la salida de Cascas hacia Contumazá en el empalme con la ruta vecinal CA-1394, ver Figura 75.



Figura 75. Señal Informativa de suspensión del tráfico vehicular hasta nuevo aviso
Fuente: Elaboración propia

Si bien es cierto estas señales informativas indicaban la suspensión del tráfico vehicular, lo cierto es que el aviso iba dirigido sobre todo para los vehículos particulares, los cuales tenían la opción de tomar la ruta vecinal o departamental, dependiendo del tipo de vehículo, ya que si bien es cierto eran vías existentes estas no se encontraban en condiciones de transitabilidad adecuadas. Para los vehículos de transporte interprovincial, a pesar del cierre parcial de la vía por el cambio de estructura, ellos optaron por llegar cerca de la zona del puente, para realizar transbordos, cruzar el puente por el acceso peatonal habilitado, y subir a un bus de la

empresa que los esperaba al otro lado del puente. Ese fue el criterio y medidas que tomaron las empresas de transporte para no interrumpir la comunicación de las provincias.

5.3.3. Avisos a la comunidad

Además, se implementó el servicio de avisos a la comunidad con la finalidad de advertir a la población de los distritos de Contumazá y cascas, y demás poblaciones aledañas, del cierre de la vía por la instalación del nuevo puente, esto se hizo a través de radio y perifoneo, razón por la cual se coordinó con las autoridades quienes se encargaron de esta labor.

De igual manera se les alcanzó a las empresas de transporte de pasajeros, el aviso del cierre de la vía para que tomaran las medidas del caso.

5.3.4. Habilitación de accesos de comunicación

Para el presente caso se pensó en un principio en habilitar rutas o desvíos, sin embargo, debido a la situación de las carreteras departamental y vecinal (trochas carrozables sin afirmar), fue inviable debido al costo para dejarlas transitables.

5.4. Radio de giro

El espacio mínimo absoluto para ejecutar un giro de 180° en sentido horario, queda definido por la trayectoria que sigue la rueda delantera izquierda del vehículo (trayectoria exterior) y por la rueda trasera derecha (trayectoria interior). Además de la trayectoria exterior, debe considerarse el espacio libre requerido por la sección en volado que existe entre el primer eje y el parachoques, o elemento más sobresaliente. La trayectoria exterior queda determinada por el radio de giro mínimo propio del vehículo y es una característica de fabricación. La trayectoria interior depende de la trayectoria exterior, del ancho del vehículo, de la distancia entre el primer y último eje y de la circunstancia que estos ejes pertenecen a un camión del tipo unidad rígida o semirremolque articulado. De esta forma camiones y ómnibus en general, requerirán dimensiones geométricas más generosas que en el caso de vehículos ligeros. Ello se debe a que, en su mayoría, los primeros son más anchos, tienen distancias entre ejes más largas y mayor radio mínimo de giro, que son las principales dimensiones de los vehículos que afectan el alineamiento horizontal y la sección transversal.

Es muy importante de la topografía determinar el ángulo de trayectoria para en función a este determinar el radio de giro mínimo.

Si bien es cierto el puente Bailey que se reemplazó no presentaba para los vehículos problemas de maniobrabilidad, al ser reemplazado por el puente Acrow que difería en ancho y presentaba otras características, fue necesario desquinchar el cerro.

Conclusiones y recomendaciones

Si bien es cierto la ocurrencia de eventos inesperados, como la caída o colapso de un puente, requiere de una atención inmediata y los estudios de ingeniería casi en su mayoría se obvian, cuando el proyecto lo permite, estos estudios deberían realizarse.

Los puentes tipo modular son mucho más rápido de instalar que los puentes tradicionales de concreto, y el costo de inversión es mucho menor.

Si bien es cierto el colapso o posible colapso de un puente requiere medidas urgentes, en la administración pública se requiere respetar el procedimiento administrativo y las directivas, que prevé en plazos y que muchas veces no se cumplen porque la prioridad es atender con urgencia los eventos, por lo cual se recomienda que dichas directivas sean actualizadas.

La presencia de las estructuras en obra permite establecer la cantidad de elementos o componentes según los códigos descritos, y determinar si hay algún faltante, si se ha sido enviado algún componente que no corresponde, si hay algún elemento dañado, entre otros. Debemos de considerar que muchas de estas estructuras a veces han sido reutilizadas por lo que debemos verificar si presenta algún daño o problema de galvanizado, esto con la finalidad de evitar retrasos y gastos adicionales, debido a que dichos elementos se deben solicitar y luego transportar a obra.

A diferencia del montaje convencional, con nariz de lanzamiento, la instalación contempló el lanzamiento asistido por puente Bailey existente, mediante nariz de acople Puente Bailey – Puente Acrow.

Para cuidar las estructuras y evitar la transición de material afirmado y puente metálico, se construyeron losas de aproximación de concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, a la entrada y salida del puente.

Previo a la instalación del puente es primordial evaluar y determinar el área necesaria antes y después del puente para ejecutar los trabajos de montaje y lanzamiento, así como la pendiente y condiciones meteorológicas.

Se recomienda contar con un Plan de mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial.

A. Usos de equipo de protección personal e implementos de seguridad

A veces por la naturaleza de la obra y su corta duración se obvian procedimientos. Normas y leyes que deben regir para cualquier tipo de trabajo.

La ley 29783 de Seguridad y Salud en el Trabajo, promulgada en agosto del año 2011, trae consigo una serie de requisitos orientados a generar una cultura de prevención de riesgos laborales. El cumplimiento de la ley de Seguridad y Salud en el Trabajo es exigible en todas las empresas que operan en el Perú, sin perjuicio de la exigencia adicional por parte de algunos sectores como minería, hidrocarburos o construcción.

El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores. Debe considerar factores sociales, laborales y biológicos, diferenciados en función del sexo, incorporando la dimensión de género en la evaluación y prevención de los riesgos en la salud laboral.

El empleador asume las implicancias económicas, legales y de cualquier otra índole a consecuencia de un accidente o enfermedad que sufra el trabajador en el desempeño de sus funciones o a consecuencia de él, conforme a las normas vigentes.

En base a estos dos principios, se recomienda en futuras intervenciones hacer énfasis en este campo, que se viene implementando con los años. Provias Nacional tiene responsabilidad directa en caso ocurra una eventualidad, y si el supervisor o ingeniero residente, no se preocupa por exigir el uso de los equipos de protección personal, su uso correcto, además del pago de seguros SCTR salud y pensión, así como de llevar un control del personal, el empleador asume las implicancias económicas, legales y de cualquier otra índole.

En una clasificación de los accidentes según la parte del cuerpo lesionada (38 posibles ubicaciones), los miembros más expuestos resultan ser: los dedos de la mano y los ojos, que en total suman más del 30% de los accidentes, muchos de estos casos son posiblemente atribuibles a un inadecuado uso de los equipos de protección personal.

Aparecen en un destacado tercer lugar los accidentes en la región lumbosacra que en muchos casos es atribuible al trabajo con cargas pesadas o a posturas inadecuadas.

En cualquiera de los casos lo más importante es la constante capacitación y concientización del personal acerca de los riesgos a los que se encuentra expuesto y la manera de prevenirlo, ya sea con el uso de EPPs o con adecuadas posiciones o formas de trabajar.

Los elementos de seguridad necesarios para un adecuado y correcto trabajo son los siguientes:

Uniforme o ropa de trabajo

La cual debe ser resistente, no ajustada, que permita fácil movilidad de los miembros inferiores y superiores, giro, alzado de brazos, pasos largos, doblado de muslos y piernas, y que no cause atascadura durante la unión de las piezas de acero.

Además debe contar con un cinturón para portar herramientas de mano, llaves, tuercas, y pequeños accesorios conectores.

Guantes de cuero

Para el manejo de herramientas y piezas que puedan causar daños en las manos, así como para el traslado de componentes del puente.

Zapatos de seguridad

Los zapatos de seguridad contarán con punta de acero, para la protección de los dedos de los pies, por la caída de piezas de acero durante el montaje. Además tendrán suela antideslizante.

Gafas de protección

Deben de ser hechas de un material irrompible que prevenga que pedazos de metal, madera, plástico, cemento, etc. golpeen los ojos. Usualmente tienen algún tipo de ventilación para evitar que se genere sudor dentro y nuble las lentes.

Casco de seguridad

Uso de casco para la protección de cabeza, capaz de absorber los golpes, resistente a la deformación y perforación, con correa ajustable al mentón.

Arnés de seguridad de cuerpo completo

Este tipo de arnés industrial de cuerpo completo, consiste en un sistema o equipo de protección cuyo fin es detener o frenar la caída libre de un individuo, cuyo uso es obligatorio para todo el personal que trabaje a una altura superior de 1.80 metros. Se utiliza cuando el usuario tenga la necesidad de moverse de un lado a otro, en alturas superiores a la establecida como mínima. Sin embargo, se deberá utilizar también el arnés de seguridad en alturas menores de 1.80 metros, cuando las condiciones sean peligrosas y exista el riesgo de caída.

Otros

Uso de bloqueador solar, repelentes dependiendo de la zona, así como portar agua para beber y protegerse de la insolación.

B. Realizar charlas de inducción y charlas de seguridad

El objetivo de estas charlas es proporcionar a los trabajadores, los conocimientos y conceptos básicos sobre prevención de riesgos profesionales, con la finalidad de ser estos incorporados y aplicados en el quehacer diario de sus actividades laborales.

Todas las actividades de Capacitación de Inducción deben ser registradas, ya sea para mantener un historial de las capacitaciones impartidas y los temas tratados con el personal de la Organización, ver las necesidades de refuerzo de la misma y analizar su

comprensión ante el análisis y registros de accidentes e incidentes que afectan a los trabajadores de la empresa.

C. Educación vial

La Educación Vial promueve el aprendizaje y cumplimiento de normas y reglamentos. Esta se vincula al desarrollo de la autoestima, al respeto por los otros y a los principios de convivencia social y democrática; así como al desarrollo y consolidación de una cultura ciudadana, que involucra el reconocimiento de derechos y deberes, y el respeto por las instituciones y autoridades.

En este marco se asume la Educación Vial como: el conocimiento por parte de los ciudadanos y ciudadanas de las normas y señales que regulan la circulación de vehículos y personas, por las calzadas (pistas) y aceras (veredas), así como la adquisición de valores, hábitos y actitudes que nos permitan dar una respuesta segura en las distintas situaciones de tránsito en las que nos vemos inmersos, sea como peatones, pasajeros o conductores.

La educación vial, a la luz de las políticas, principios y objetivos de la educación peruana, contribuye a la formación integral del educando; fortaleciendo el desarrollo de los aspectos físico, afectivo y cognitivo, y promoviendo capacidades, valores y actitudes; que le permiten aprender a proteger su integridad y a participar en la construcción de su ciudadanía, asumiendo sus derechos y responsabilidades frente a las situaciones de riesgo que atenten contra su vida.

El cinturón de seguridad

Es el elemento de seguridad más importante del vehículo. Está hecho por una banda de tela muy sólida destinada a retener sobre su asiento al conductor y a los pasajeros de un vehículo.

El Reglamento Nacional de Tránsito norma el uso obligatorio del cinturón de seguridad.

Seguro obligatorio de accidentes de tránsito (SOAT)

El SOAT es un seguro obligatorio para todos los vehículos motorizados. Cubre los riesgos de muerte y lesiones, tanto de los ocupantes de un vehículo automotor como de los peatones que resulten afectados como consecuencia de un accidente de tránsito.

Los dispositivos de control de tránsito

Según el Reglamento Nacional de Tránsito, los elementos que intervienen en la regulación, administración y/o fiscalización del tránsito terrestre son los dispositivos de control de tránsito, que están compuestos por:

- Las señales de tránsito.
- Los semáforos.

La Policía Nacional del Perú es otro de los elementos que intervienen en la regulación, administración y/o fiscalización del tránsito terrestre y que cumple una función como ente de control de los medios y medidas de seguridad.

Los dispositivos de control son una serie de disposiciones que regulan el tránsito en la vía pública mediante señales verticales, señales horizontales y los semáforos.

Las normas para el diseño y utilización de los dispositivos de control se establecen en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, que aprueba el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en concordancia con los Convenios Internacionales suscritos por el Perú.

En este último punto debemos incidir, ya que en ocasiones las señales instaladas son sustraídas por personas para venderlas, para colección, para ser utilizadas de tablero de mesas, etc.

En otras ocasiones sin ser menos grave la falta, las mismas son utilizadas in situ para amarrar al ganado, motos lineales, mototaxis, etc, dañando las mismas.

Debemos incidir en la importancia de los dispositivos de control de tránsito y su cuidado, por ser parte de la carretera, y esto se lograría a través de visitas brindando charlas a colegios, instituciones y entregando información impresa.

En ocasiones durante la instalación del puente, a pesar de haber señalizado y colocado tranqueras para el cierre de la vía, estas pasaban inadvertidas para conductores inescrupulosos, que ponían en peligro su vida y retrasaban los trabajos.

D. Mitigación de impactos negativos

En el capítulo N°05 se detallaron algunas acciones que se implementaron antes y durante los trabajos de instalación del puente modular, para mitigar los impactos generados por el cierre de la vía.

Sin embargo, es necesario y se recomienda elaborar el Plan de mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial (PMTSV), que incluya la colocación de señales de tránsito a lo largo del área de influencia de la obra, incluyendo mayor personal.

Además, se debe solicitar apoyo policial para el cumplimiento y respeto de la señalización.

Bibliografía

Manual de mantenimiento Acrow 700 XS Puente de Panel – Acrow Bridges. Año 2011

Manual Técnico Acrow 700 XS Puente de Panel – Acrow Bridge Tercera Edición 2009

Manual Técnico Sistema de puentes de paneles compact 200 Mabey&Johnson

Manual Bailey Bridge, DEPARTMENT OF THE ARMY Washington, DC, 9 May 1986.

Manual de diseño de puentes, Ministerio de Transporte y comunicaciones, Lima Julio 2003

RD N^a 1069 -2010 –MTC/20 del 14 de octubre del 2010, Instructivo para la atención de emergencias viales en la red vial Nacional del Proyecto Nacional de transporte nacional –Provias Nacional.

WEB

Acrow información recuperado de

<https://www.acrow.com/productos-y-servicios/puentes/?lang=es>

Información segunda guerra recuperado de:

<http://www.lasegundaguerra.com/viewtopic.php?f=247&t=15090>

Mabey, información recuperado de:

<https://www.mabey.com/int/es/encontrar-un-producto/puentes/puentes-modulares-generalidades>

Mabey información recuperado de

<https://www.mabey.com/int/es/encontrar-un-producto/puentes/puentes-modulares-generalidades>

Mabey & Johnson, información tomada de

<https://es.scribd.com/document/332187091/Manual-Tecnico-Sistema-de-Puentes-de-Paneles-Mabey-Johnson-Compact-200>

Manual para el Diseño de Construcción de Puentes, información tomada como referencia de <https://civilgeeks.com/2015/06/11/puentes-metalicos-prefabricados-puentes-bailey/>

Revista Calameo Noticia recuperado de
<http://es.calameo.com/read/00152511727a24278f06f>

RPP Noticias información recuperado de
<http://rpp.pe/peru/actualidad/asi-de-claro-que-es-un-puente-bailey-y-como-ayuda-ante-un-desastre-natural-noticia-1036903>

Tecnoav. Información recuperado de
<http://www.tecnoav.cl/7-puentes-modulares-de-acero/>

Wikipedia, concepto Puente Bailey, recuperado de:
https://es.wikipedia.org/wiki/Puente_Bailey

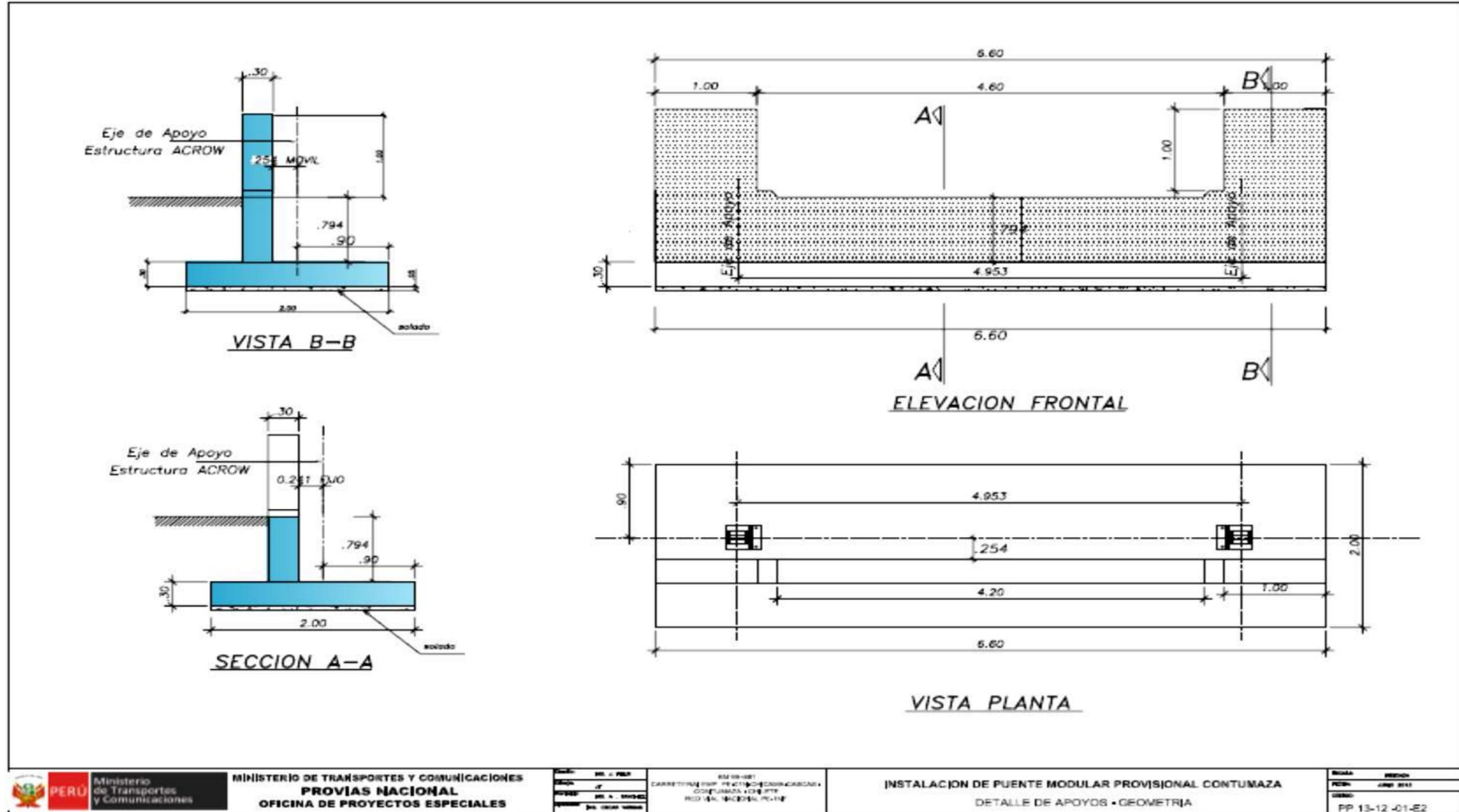
Anexos

Anexo 1. Ficha técnica puente Contumazá

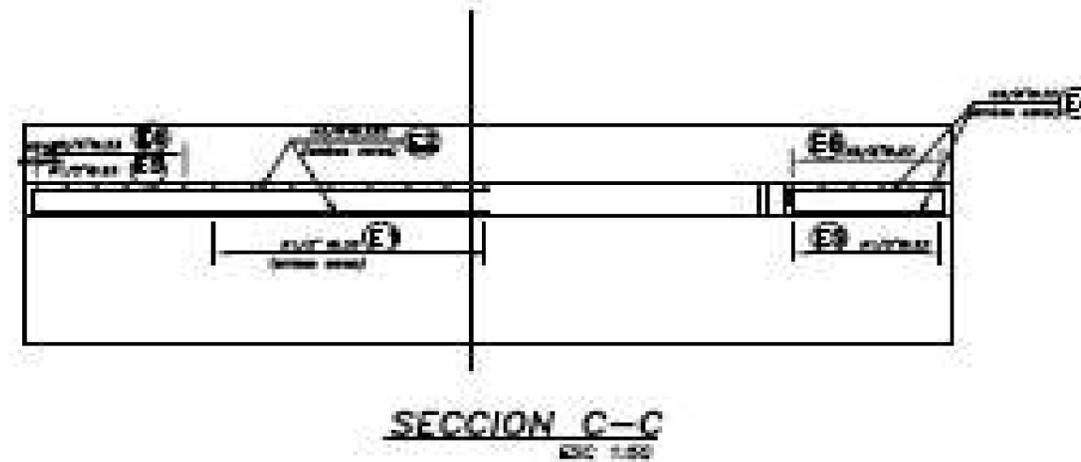
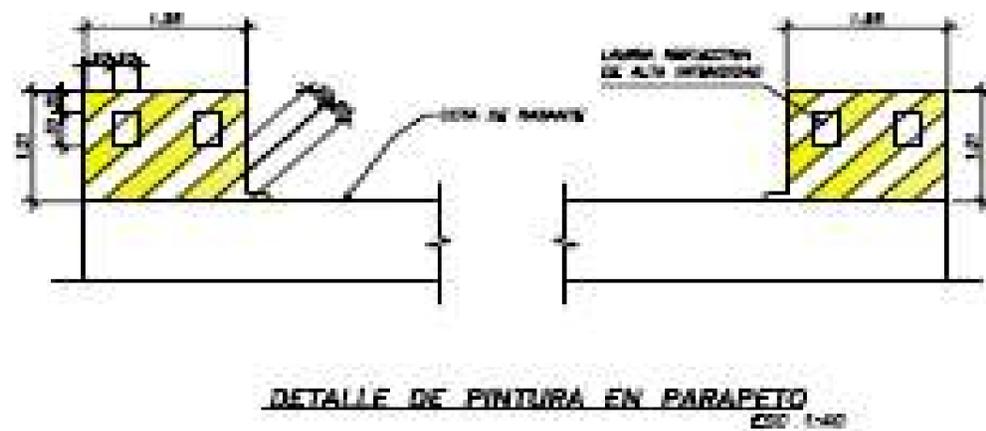
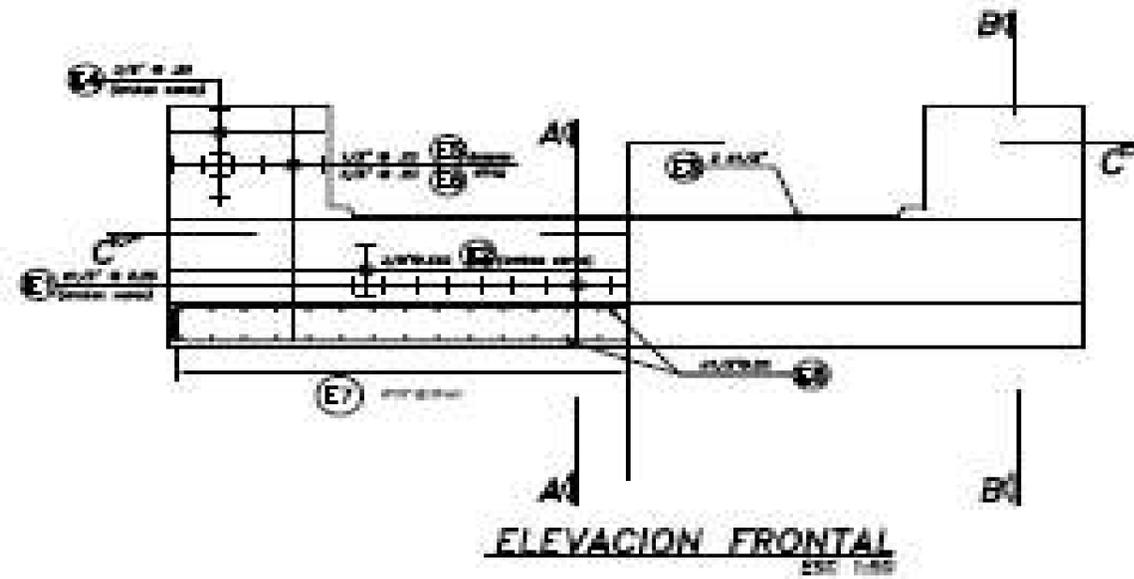
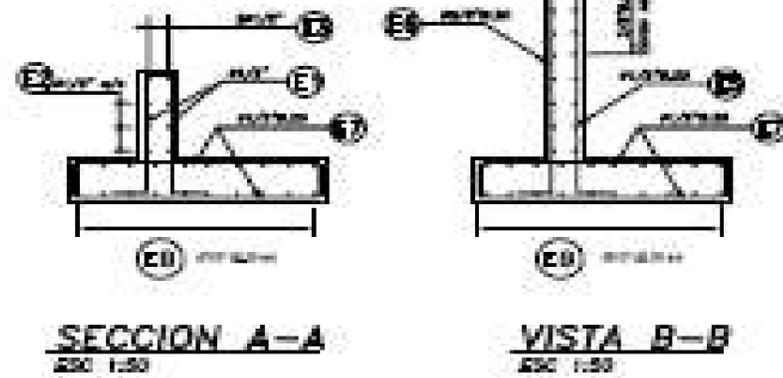
 PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones		Viceministerio de Transportes		Proviás Nacional		PROGRAMA NACIONAL DE PUENTES	
FICHA TECNICA DE PUENTE CONTUMAZA							
Nombre	: CONTUMAZA		<u>Características del Antiguo Puente</u>				
Sobre	: Quebrada		Luz	21.00 m.			
Ruta	: PE - 1NF		Tipo	estructura metálica tipo Bailey			
Km	: 99+881		Antigüedad	Mayor a 30 años			
Tramo	: Chicama-Cascas-Contumaza-Chil		Numero de vías	1			
Región	: Cajamarca		Sobrecarga	18 ton.			
Provincia	: Contumaza		Estribos	Roca existente			
							
CARACTERISTICAS DEL NUEVO PUENTE							
Luz	21.34 m	48 Ton.	<p>En la zona estaba instalado un puente metálico tipo Bailey colocado hace más de 30 años y que había sufrido daños por desprendimientos de rocas de talud, choques de vehículos y robo de partes de su estructura metálica, además de permanecer sin mantenimiento. La estructura presentaba serios problemas de corrosión, fatiga de materiales y torceduras</p> <p>Con el nuevo puente metálico tipo Acrow se mejora notablemente la capacidad de carga del puente, permitiendo el tránsito vehicular.</p>				
Tipo	Modular Acrow 700XS SSR						
S/C	HL-93						
Inversión :							
Estructura metálica	S. 549,080.00						
Obras civiles	S. 186,100.00						
	S. 735,180.00						
							
Fecha de Inicio	: 18 de Julio de 2013						
Fecha de Término	: 17 de Agosto de 2013						
BENEFICIOS DE LA OBRA POBLACION BENEFICIARIA DIRECTA : 63,012 Habitantes (Censo INEI 2007) Poblados : Provincias de Contumaza(Cajamarca) , Provincia Gran Chimu(La Libertad). Distritos : Contumaza (Cajamarca) y Cascas (La Libertad). El transporte de pasajeros y carga mejorará entre las poblaciones y se generará mayor actividad comercial,							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Contumaza apoyos geométricos



Anexo 3. Contumaza armada



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROYECTOS NACIONALES

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROYECTOS NACIONALES
OFICINA DE PROYECTOS ESPECIALES

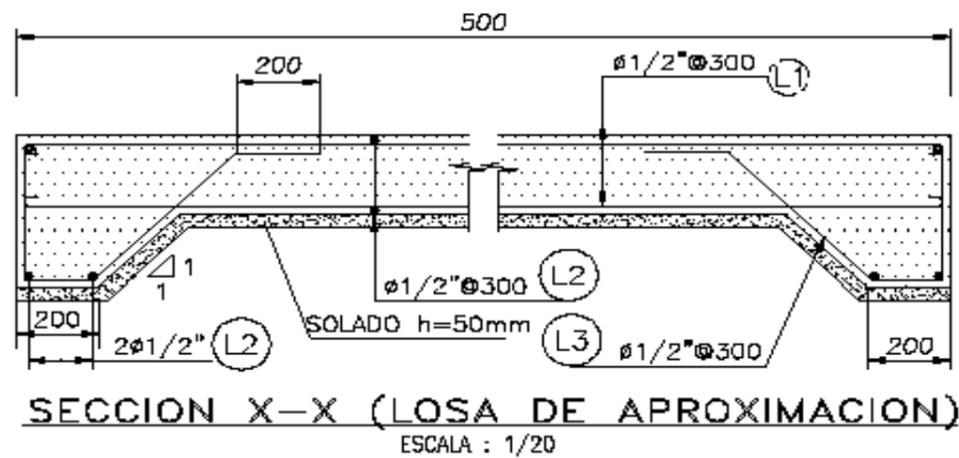
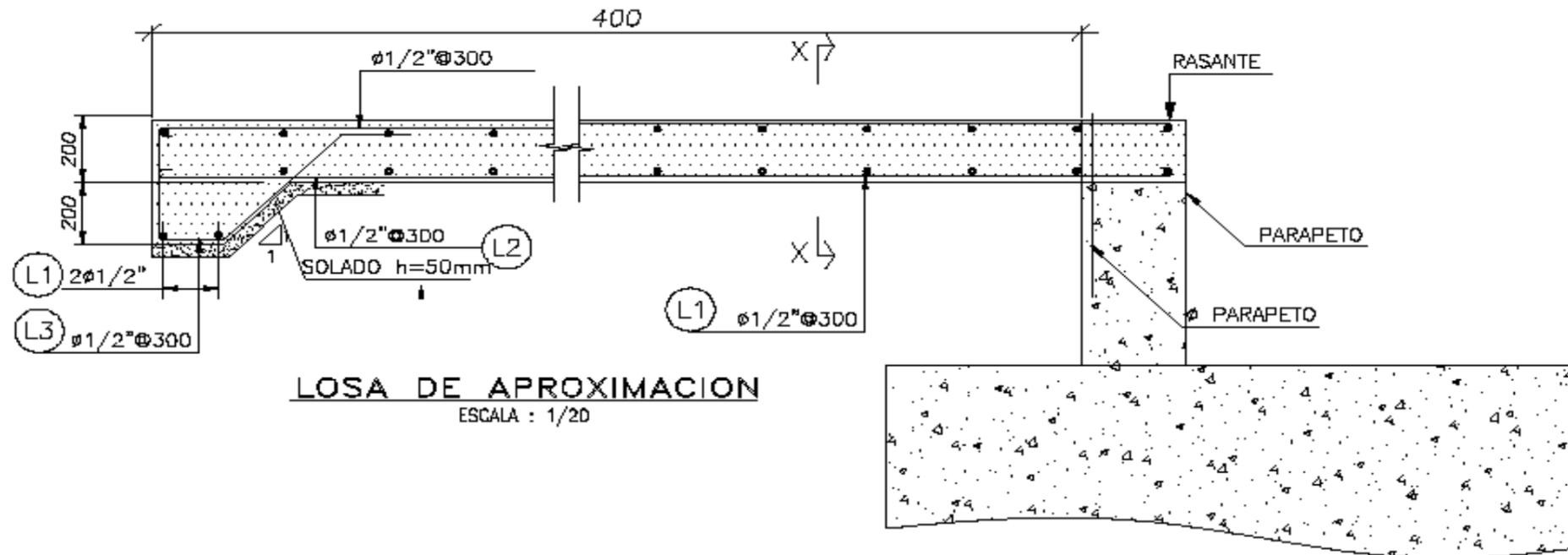
PROYECTO
FECHA
AUTOR
REVISOR

PROYECTO
DISEÑO Y DIBUJO
REVISOR

INSTALACION DE PUENTE MODULAR PROVISIONAL CONTUMAZA
DETALLE DE APOYOS - ARMADURA II

FECHA
AUTOR
REVISOR
PROYECTO

Anexo 4. Contumaza losa



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
OBJETO:	PROYECTO LOSA DE APROXIMACION
UNIDAD:	PROYECTO LOSA DE APROXIMACION
CANTIDAD:	1.000
VALOR:	1.000
FECHA:	10/01/2012
ELABORADO POR:	ING. J. P. P.
REVISADO POR:	ING. J. P. P.
APROBADO POR:	ING. J. P. P.
ELABORADO POR:	ING. J. P. P.
REVISADO POR:	ING. J. P. P.
APROBADO POR:	ING. J. P. P.
ELABORADO POR:	ING. J. P. P.
REVISADO POR:	ING. J. P. P.
APROBADO POR:	ING. J. P. P.
ELABORADO POR:	ING. J. P. P.
REVISADO POR:	ING. J. P. P.
APROBADO POR:	ING. J. P. P.

Anexo 5. Contumaza vista general

