



**“REHABILITACION DE LA
SUPERESTRUCTURA Y LA
SUBESTRUCTURA DEL PUENTE DE LAS
AMERICAS”
JORNADA TECNOLOGICA
2015
CAPAC**



PROYECTO PUENTE DE LAS AMERICAS

**Promotor:
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
(MOP)**





HISTORIA Y DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

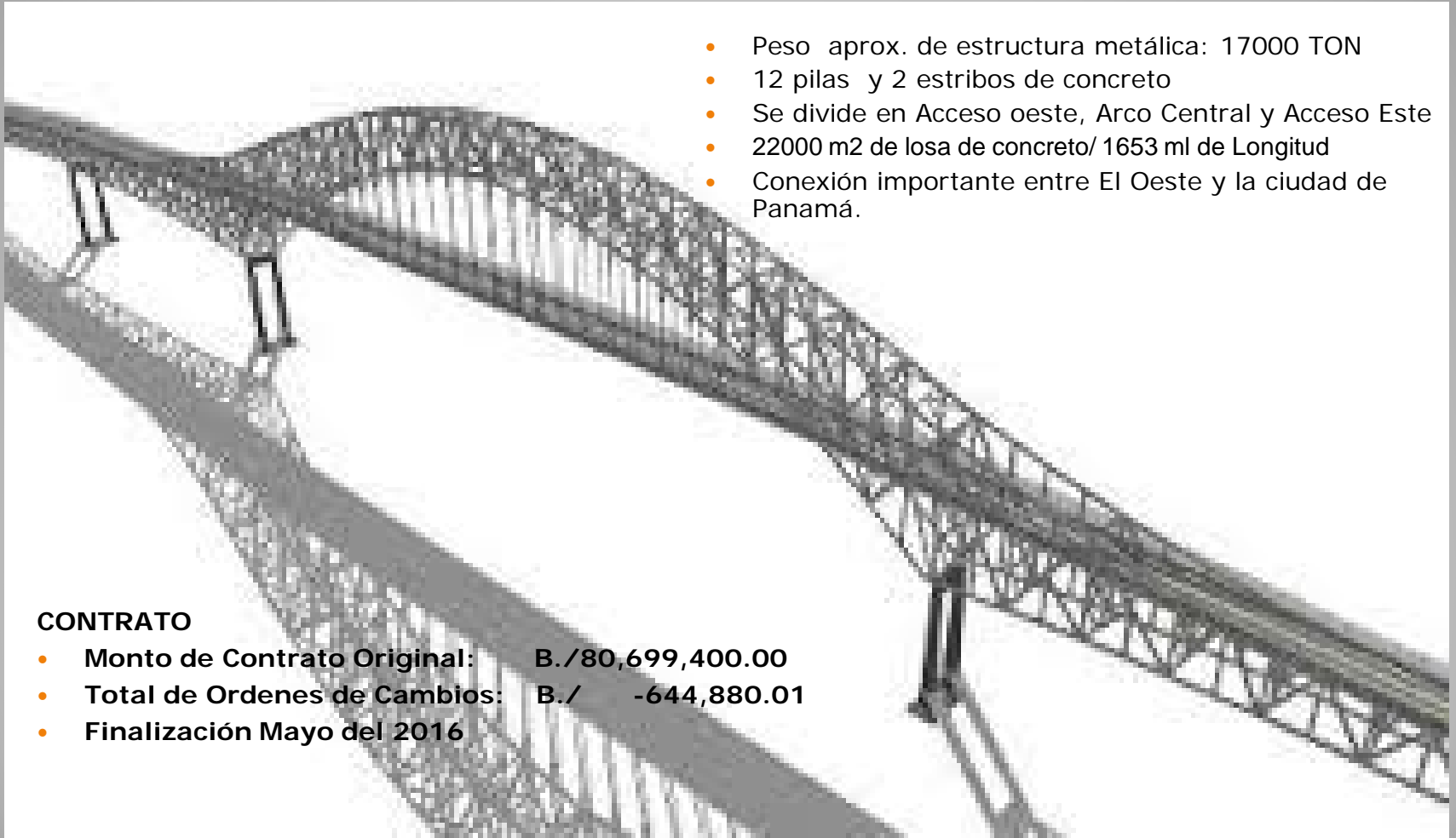
**“REHABILITACION DE LA SUPERESTRUCTURA Y LA SUBESTRUCTURA
DEL PUENTE DE LAS AMERICAS”**

2010-004

HISTORIA DEL PUENTE DE LAS AMERICAS



Información General



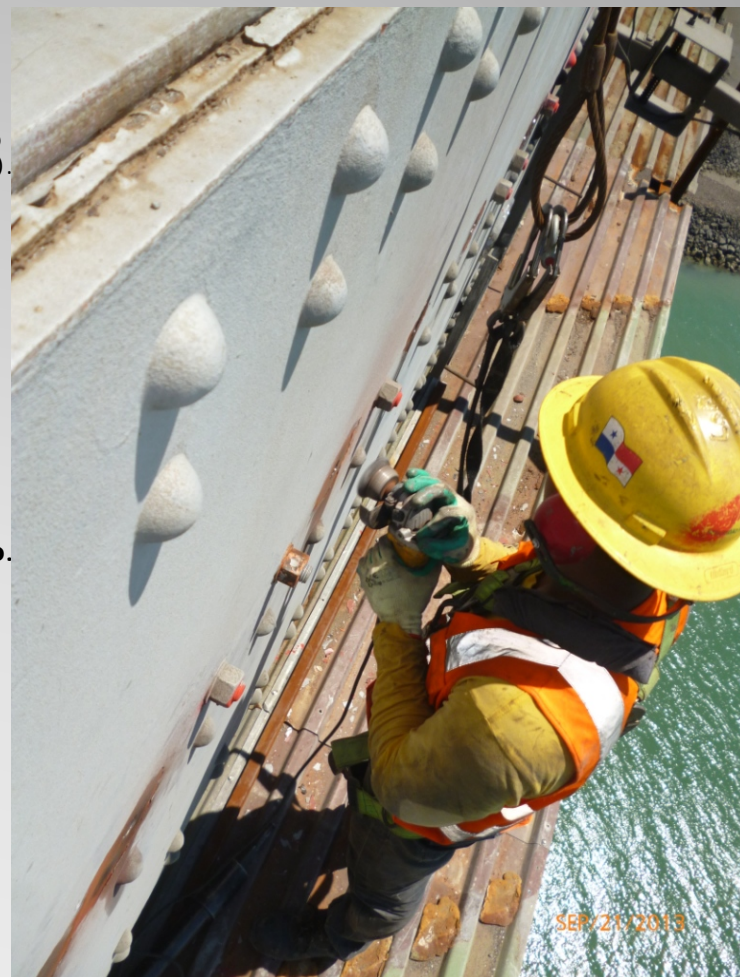
- Peso aprox. de estructura metálica: 17000 TON
- 12 pilas y 2 estribos de concreto
- Se divide en Acceso oeste, Arco Central y Acceso Este
- 22000 m² de losa de concreto/ 1653 ml de Longitud
- Conexión importante entre El Oeste y la ciudad de Panamá.

CONTRATO

- Monto de Contrato Original: B./80,699,400.00
- Total de Ordenes de Cambios: B./ -644,880.01
- Finalización Mayo del 2016

ALCANCE DE PROYECTO

- Reparación de **vigas largueros** (523 pares).
- Reparación de **Losa de rodadura incluye limpieza profunda, reforzamiento con barras de fibra de carbono, reforzamiento con TFC, parcheo, calafateo e inyección de fisuras** (22000 m²).
- Instalación del revestimiento sobre la losa.
- Reemplazo de **tornillos de estructura**.
- **pasarelas y plataformas** existentes –instalación de nuevas (1583 ml).
- Limpieza y aplicación de **Pintura** de 40000 ml de estructura metálica.
- Reparación, limpieza y pintura de 10000 m² de **pilas de concreto**.
- Instalación de **pasarela móvil** permanente bajo losa del arco central.
- Reparación de 52 **juntas** de pavimento.
- Reparación de sistema de **drenaje de junta peinilla**.
- Mallas, barandas
- iluminación estética.





OBJETIVO DEL CONTRATO

“ DARLE UNA DURABILIDAD A LA ESTRUCTURA DE 10 ANOS
HASTA LA CONSTRUCCION DE UN CUARTO PUENTE SOBRE EL
CANAL”

**“REHABILITACION DE LA SUPERESTRUCTURA Y LA SUBESTRUCTURA
DEL PUENTE DE LAS AMERICAS”**

2010-004



ESTUDIOS PRELIMINARES GENERALES

**“REHABILITACION DE LA SUPERESTRUCTURA Y LA SUBESTRUCTURA
DEL PUENTE DE LAS AMERICAS”**

2010-004

INFORME DE INSPECCION-SECCION A SUPERESTRUCTURA



CORROSION MINIMA



CORROSION CON PERDIDA DE SECCION



ESCOMBROS ACUMULADOS



SISTEMA DE DRENAJE DAÑADO



CORROSION SEVERA – PERDIDA DE SECCION



SOLDADURAS EN MIEMBROS CRITICOS A FRACTURA



AGUA ACUMULADA



PERNOS CORROIDOS O FALTANTES



ESCOMBROS EN JUNTAS



PERDIDA DE SECCION EN ALA



PERDIDA DE SECCION EN VIGA CAJON

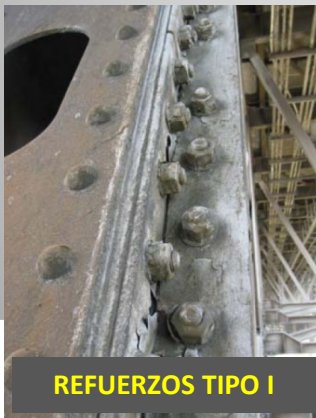
INFORME DE INSPECCION-SECCION B UNIONES DE CERCHAS Y VIGAS



**CRECIMIENTO
BIOLOGICO EN NODO**



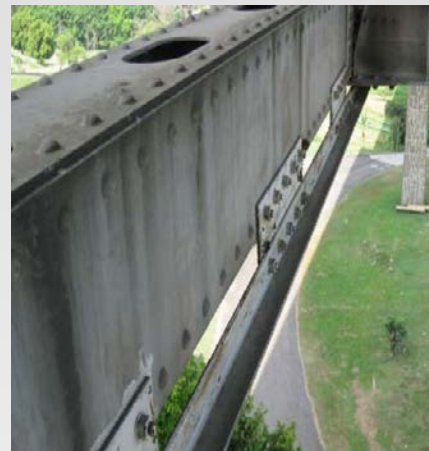
**MARCO ESTABILIZADOR Y
ESCUDETOS**



REFUERZOS TIPO I



REFUERZOS TIPO II



REFUERZOS TIPO III

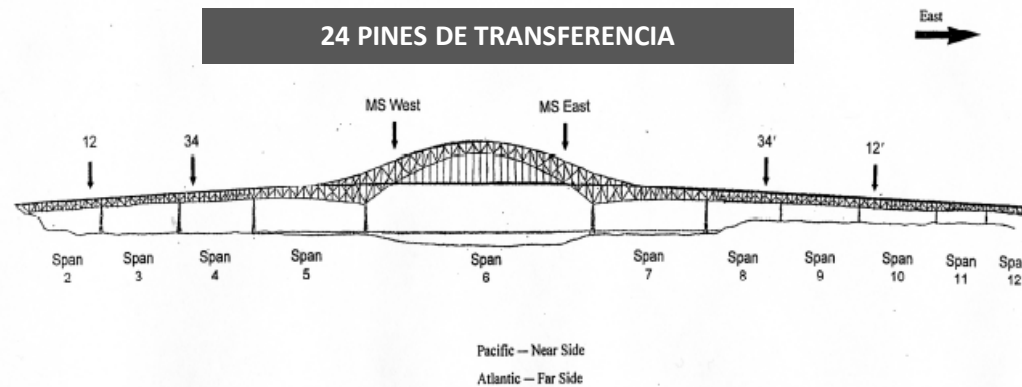


REFUERZOS TIPO IV

INFORME DE INSPECCION-SECCION C PINES DE TRANSFERENCIA



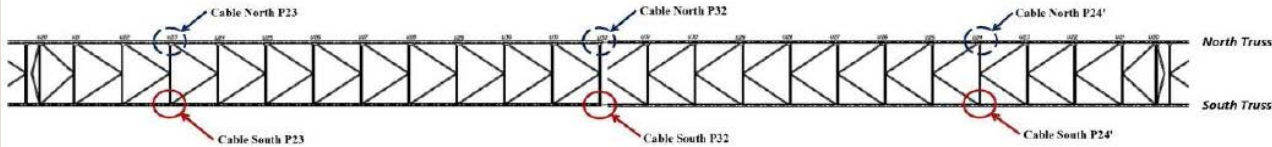
Ubicación de Pines de Transferencia en Juntas de Expansión de Pines y Tirantes Verticales



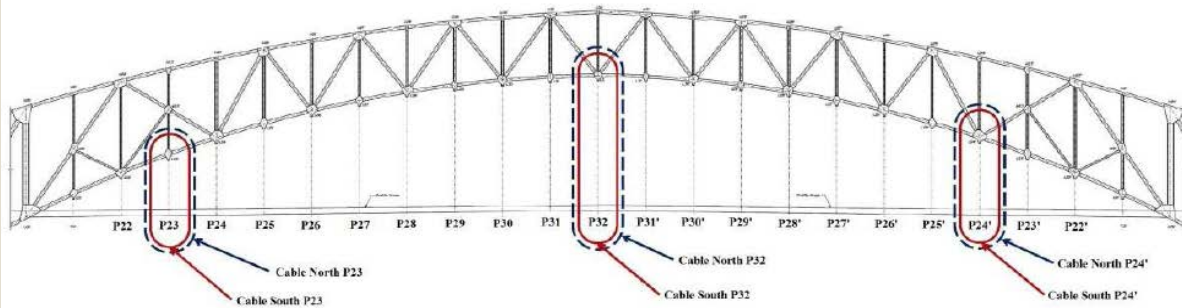
EXAMEN DE SONDEOS ULTRASONICOS



INFORME DE INSPECCION-SECCION D CABLES DE SUSPENSION



UBICACION DE PENDOLAS A MEDIR/MONITOREAR



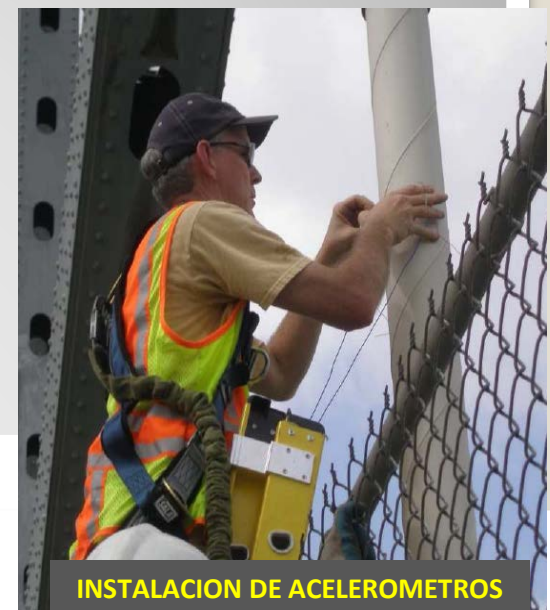
RECEPTOR DE ACCELEROMETROS



PESAJE CON GATO ANULAR



VISTA GENERAL DE PENDOLAS



INSTALACION DE ACCELEROMETROS

INFORME DE INSPECCION-SECCION E PILAS Y ESTRIBOS



GRIETAS SUPERFICIALES



GRIETAS ANCHAS



TRATAMIENTO EPOXICO EXISTENTE



DESPRENDIMIENTO DE PARCHES



VISTA GENERAL DE PILAS

INFORME DE INSPECCION-SECCION F COMPONENTES COMPLEMENTARIOS



SEPARACION IRREGULAR DE JUNTA DE PEINE



SOPORTE DE UTILIDADES



ESCOTILLAS DE ACCESO



CASETA DE ELECTRICIDAD



POSTES Y REJILLAS DE PASARELAS

ESTUDIO DE VIENTO



MODELO SECCIONAL – CONFIGURACION CASO 2
(BARRERA DE TRAFICO CON MALLAS)



MODELO SECCIONAL – CON LONA DE PINTURA

OBJETIVO GENERAL:

Se obtuvo información necesaria para evaluar con confianza el comportamiento estructural y la estabilidad del puente bajo fuertes cargas de viento durante toda la secuencia de reemplazo de la losa y sugerir medidas de mitigación de ser necesario.



MODELO SECCIONAL – CON LONA DE PINTURA

PRINCIPAL RETO DEL PROYECTO

MANEJO DE TRAFICO



**Al iniciar en ENE 2012
en vista de afectación
de los usuarios el MOP
suspende actividades
principales del alcance
original
hasta que se construya
un puente adicional.**



Fotografía de Cierre de Enero 2012



SOLUCION TECNICA PARA ALCANCES PRINCIPALES

**“REHABILITACION DE LA SUPERESTRUCTURA Y LA SUBESTRUCTURA
DEL PUENTE DE LAS AMERICAS”**

2010-004



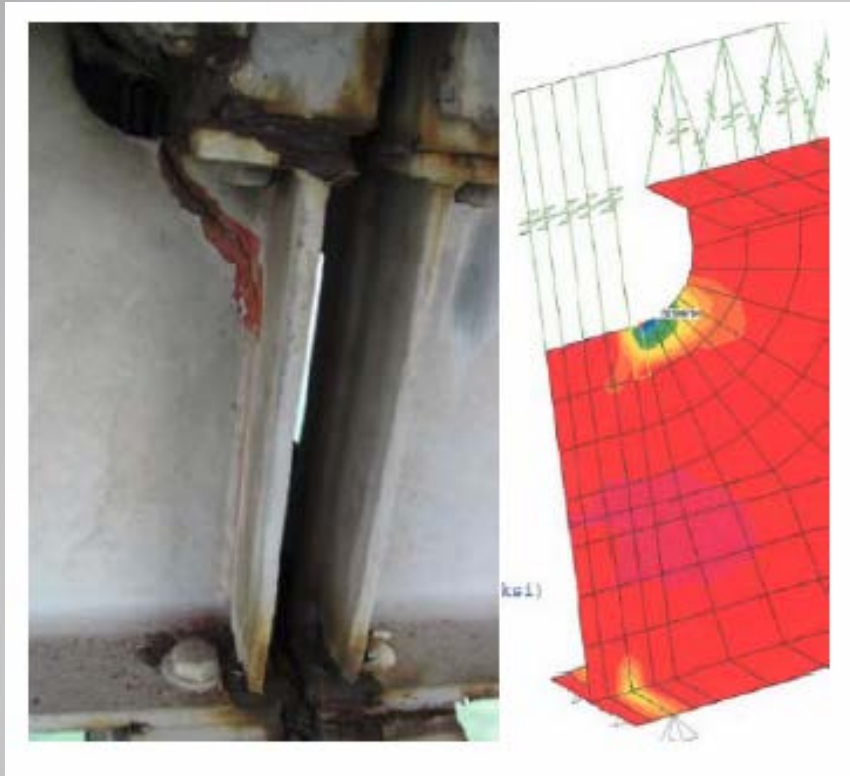
SOLUCION TECNICA PARA ALCANCES
PRINCIPALES

**REPARACION DE JUNTAS DE VIGAS
LARGUEROS**

**“REHABILITACION DE LA SUPERESTRUCTURA Y LA SUBESTRUCTURA
DEL PUENTE DE LAS AMERICAS”**

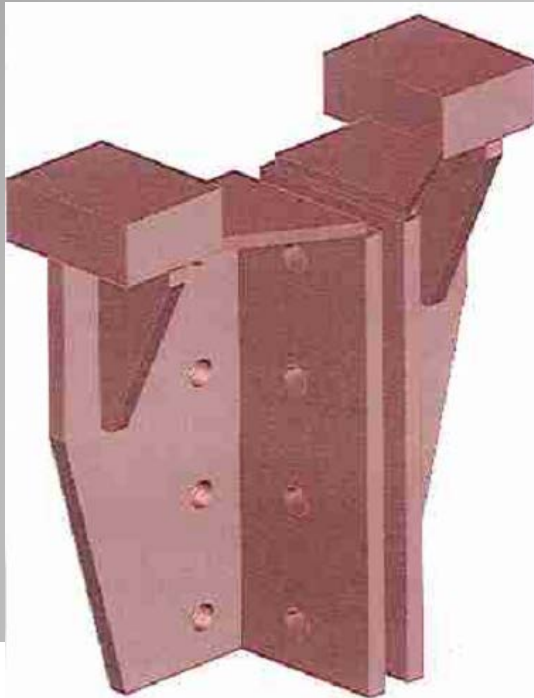
2010-004

REPARACION DE JUNTAS DE VIGAS LARGUEROS (Estado de los Miembros)



En estudio realizado por Tylin se encontró desgaste, perdidas de sección y fatiga en las juntas de las vigas

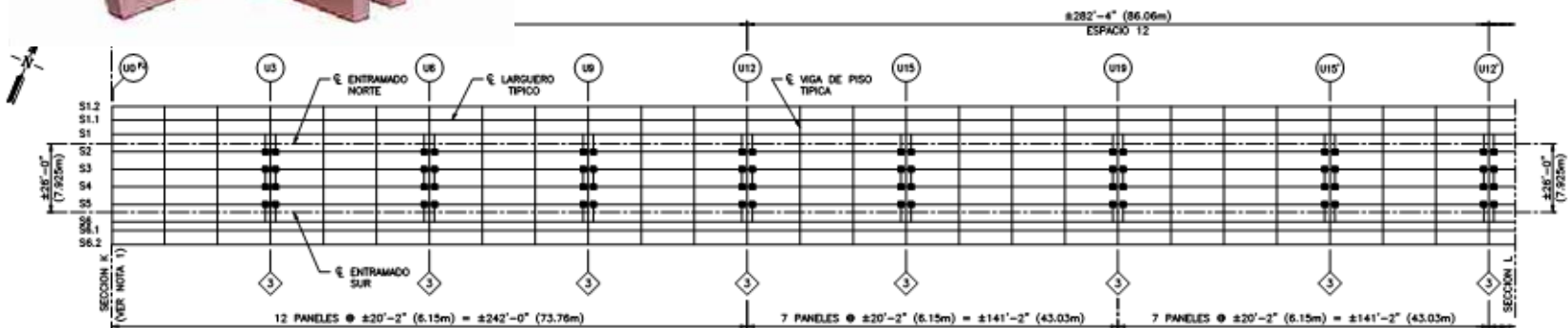
REPARACION DE JUNTAS DE VIGAS LARGUEROS



Objetivo:

“Reparación de elementos agrietados en el punto de contacto con la superficie de rodadura”

- Diseño basado en Camion tipo HS-20 44
- Acero estructural ASTM A36
- Pernos de alta resistencia ASTM A325
- Soldadura AWS D1.5 con electrodo de resistencia a tension de 70KSI
- PTFE- tipo ASTM D4745 25% de fibra de vidrio espesor de 3/16



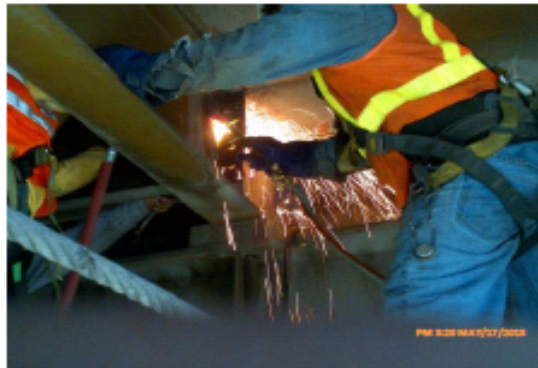
REPARACION DE JUNTAS DE VIGAS LARGUEROS (EJECUCION)



Colocación de gato para la elevación de la viga.



Preparación de superficies y pintura



Corte del atiesador, para trabajar libremente soporte de viga larguero



Colocación de pieza para toma de medida de plantilla.



Barrenado en viga larguero.



Corte de perno Superior



Pega de Teflón



Soldadura de bloque de acero

REPARACION DE JUNTAS DE VIGAS LARGUEROS

REPARACION DE JUNTAS DE VIGAS LARGUEROS-RESULTADOS





SOLUCION TECNICA PARA ALCANCES PRINCIPALES

REFORZAMIENTO Y RECUBRIMIENTO DE LA LOSA DE CONCRETO



**“REHABILITACION DE LA SUPERESTRUCTURA Y LA SUBESTRUCTURA
DEL PUENTE DE LAS AMERICAS”**

2010-004

REFORZAMIENTO DE LOSA DE RODAMIENTO E INYECCIÓN Y TRATAMIENTO DE FISURAS



Consideraciones Principales:

1. Inspección de Losa.
2. Descripción del Modelo Matemático.
3. Diseño del Refuerzo
4. Métodos de Aplicación de la Reparación

REFORZAMIENTO DE LOSA DE RODAMIENTO E INYECCIÓN Y TRATAMIENTO DE FISURAS



1. Inspección de Losa.

- *Inspección a fondo de la losa a través de un levantamiento de las áreas agrietadas y de las zonas con problemas de cuarteamiento (mapeo).*
- *Sondeo de concreto para determinar las zonas con delaminación.*
- *Pruebas no destructivas: Pruebas de resistencia y módulo elástico, medición de potencial de corrosión, pachómetro y ensayo de carbonatación en el concreto.*
- Extracción de 23 catas para determinar:
 - Compresión.
 - Resistencia a corrosión.
 - Desarrollar un perfil de penetración de iones cloruros.
 - Carbonatación.
 - Examen petrográfico.

REFORZAMIENTO DE LOSA DE RODAMIENTO E INYECCIÓN Y TRATAMIENTO DE FISURAS



1. Inspección de Losa.



REFORZAMIENTO DE LOSA DE RODAMIENTO E INYECCIÓN Y TRATAMIENTO DE FISURAS



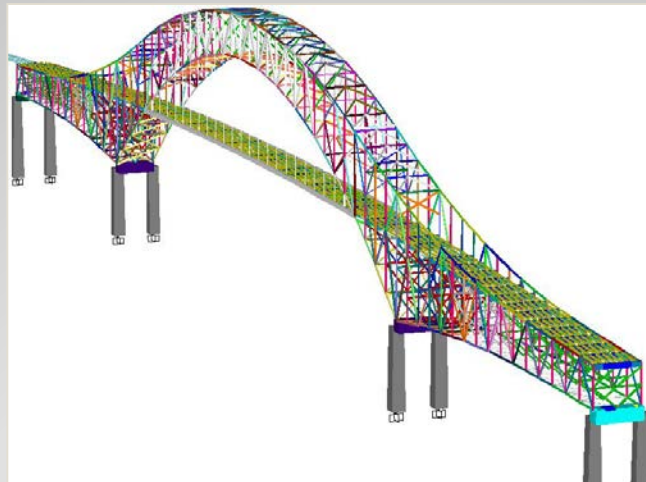
2. Descripción del Modelo Matemático.

- Reducir la exposición a los agentes exteriores mediante la inyección de fisuras y posterior aplicación de una membrana en la capa de rodamiento (overlay – esta última tarea realizada por otros).
- Aumentar la capacidad resistente actual de la losa mediante un refuerzo estructural con armadura de fibra de carbono (tejido o barras) en sendas caras de la losa. En la cara superior la armadura será de tipo interno mediante el método de inserción de barras de fibras de carbono en rozas posteriormente cubiertas y dispuestas antes de la aplicación de la membrana de rodamiento. En la cara inferior se trata de añadir unas bandas de tejidos de material compuesto de fibra de carbono mediante pegado por resina, formando una armadura externa de refuerzo nueva.

REFORZAMIENTO DE LOSA DE RODAMIENTO E INYECCIÓN Y TRATAMIENTO DE FISURAS



2. Descripción del Modelo Matemático.



El modelo cuenta con 8451 nudos, 13040 barras y 3471 elementos shell.

El programa permite el manejo de distintas variables y estados de carga que se pueden combinar para observar el comportamiento del puente en diferentes condiciones de carga aplicadas en distintas direcciones según sea el caso.

REFORZAMIENTO DE LOSA DE RODAMIENTO E INYECCIÓN Y TRATAMIENTO DE FISURAS



3. Diseño del Refuerzo

- Las principales causas del refuerzo y de la reparación estructural
 - Deterioro prematuro de la estructura causado por un entorno agresivo (fisuras en el hormigón, corrosión del acero)
 - Redistribución inesperada o subestimada de fuerzas (deformación del hormigón, asentamiento de suelos)
 - Mala construcción (falta de armadura, hormigón defectuoso)
 - Accidentes (terremotos, incendios, colisiones)
 - Cambio de uso (incremento de las cargas, nuevas aberturas)
 - Obsolescencia: cambio de código (viento, sismos)

REFORZAMIENTO DE LOSA DE RODAMIENTO E INYECCIÓN Y TRATAMIENTO DE FISURAS



3. Diseño del Refuerzo

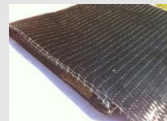
Refuerzo a flexión



**Fibra de Carbono—
Curado in situ = Tejido
(TFC)**

UD: Unidireccional
(98% , 2%)

BD: Bidireccional:
70% / 30%



REFORZAMIENTO DE LOSA DE RODAMIENTO E INYECCIÓN Y TRATAMIENTO DE FISURAS



4. Diseño del Refuerzo

- **CARA INFERIOR DE TABLERO**

- 1. REFORZAMIENTO CON TEJIDOS DE FIBRA DE CARBONO

- **CARA SUPERIOR DE TABLERO**

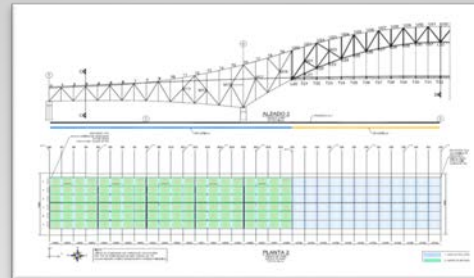
- 2. TRATAMIENTO DE FISURAS (CALAFATEO/INYECCIÓN)
- 3. REFORZAMIENTO CON BARRAS DE FIBRA DE CARBONO

1. REFORZAMIENTO CON TEJIDO DE FIBRA DE CARBONO



- **PREPARACIÓN DE TEJIDO DE FIBRA DE CARBONO**

- **1. Despiece**
- **2. Corte**
- **3. Identificación**
- **4. Almacenaje**



1. REFORZAMIENTO CON TEJIDO DE FIBRA DE CARBONO



Refuerzo a Flexión



Utilizando rodillo para estratificación



2. TRATAMIENTO DE FISURAS (CALAFATEO/INYECCIÓN)

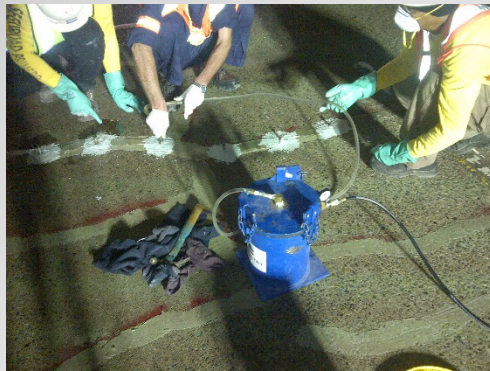
1. Preparación de Superficie
2. *Sellado Superficial*
3. *Colocación y Fijación de Inyectores*
4. *Mezcla e Inyección Mecánica de la Resina*

2. TRATAMIENTO DE FISURAS (CALAFATEO/INYECCIÓN)



- Limpieza inicial → Hydroblasting (35000 psi ≈2450 bar) (Roadgrip)
- Limpieza posterior → Chorro de agua a presión (5000 psi ≈350 bar)
- Soplado final (inmediatamente antes del comienzo del sellado) → Chorro aire a presión
- Sellado inicial continuo mediante masking tape (2.5 cm)
- Cordón de sellado continuo (5 cm ancho/ 1-2 mm(e))
- Cordón de sellado discontinuo (posterior colocación inyectoras) (8 cm ancho/ 3-5 mm (e))
- Separación entre inyectoras → 0.3 m
- Fijación → Masilla plástica EVERCOAT [15-20]' a [25, 30] °C
- Bicomponente (resina A/ catalizador B)
- Mezcla → Taladro eléctrico [300, 500] rpm durante [2-3]'

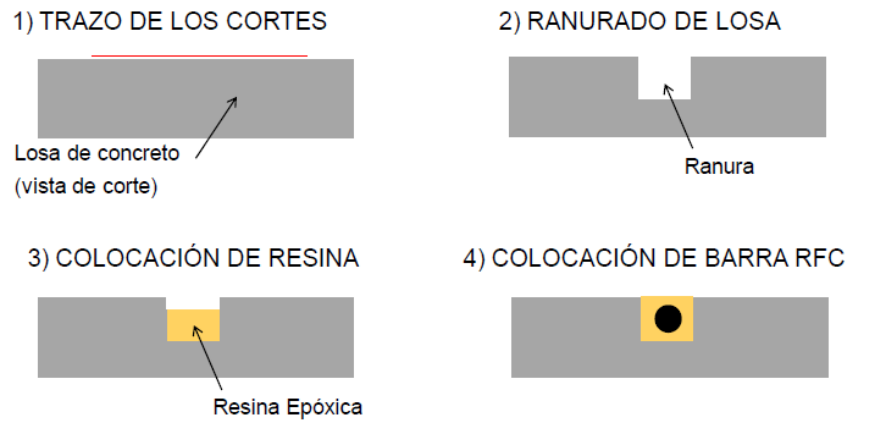
2. TRATAMIENTO DE FISURAS (CALAFATEO/INYECCIÓN)



3. REFORZAMIENTO CON BARRAS DE FIBRA DE CARBONO (RFC)



1. Trazo de los cortes
2. *Ranurado de losa*
3. *Colocación de Resina*
4. *Colocación de Barra RFC*



3. REFORZAMIENTO CON BARRAS DE FIBRA DE CARBONO (RFC)





SOLUCION TECNICA PARA ALCANCES PRINCIPALES

**PINTURA DE ESTRUCTURA METALICA Y
REPARACION DE PILAS DE CONCRETO**



P.S. BRUCKEL, INC.

**“REHABILITACION DE LA SUPERESTRUCTURA Y LA SUBESTRUCTURA
DEL PUENTE DE LAS AMERICAS”**

2010-004

PINTURA DE ESTRUCTURA METALICA



INSTALACION DE
PLATAFORMAS
DE ACCESO

PRINCIPAL RETO
ACCESO A LA
SUPERFICIE
METALICA



PINTURA DE ESTRUCTURA METALICA



INSTALACION DE PLATAFORMAS DE ACCESO

ACCESO SOBRE AGUA



Izaje de estructura temporal sobre el agua en area de tránsito canalero.



Ensamblaje y armado de plataforma movible temporal

RECUBRIMIENTO CONTRA LA CORROSION



PRIMARIO E INTERMEDIO

• **MC FERROX B.** Uretano de un (1) componente secado por humerdad en base a óxido de hierro micáceo (MIO).

- 62% sólidos por volumen
- 3.0 – 5.0 mils película seca
- Sin errores de mezcla
- Sin restricción de punto de rocío sobre 32 oF
- Se puede aplicar con humedad relativa de 99%
- Bajo VOC

RECUBRIMIENTO CONTRA LA CORROSION



FINAL

• **MC LUSTER.** Uretano alifático semi brillante de un (1) componente secado por humedad.

- 62% sólidos por volumen
- 2.0 – 4.0 mils película seca
- Resistente a radiación ultravioleta, impactos y abrasión.
- Sin errores de mezcla
- Sin restricción de punto de rocío sobre 32 oF
- Se puede aplicar con humedad relativa de 99%
- Bajo VOC

PINTURA DE ESTRUCTURA METALICA

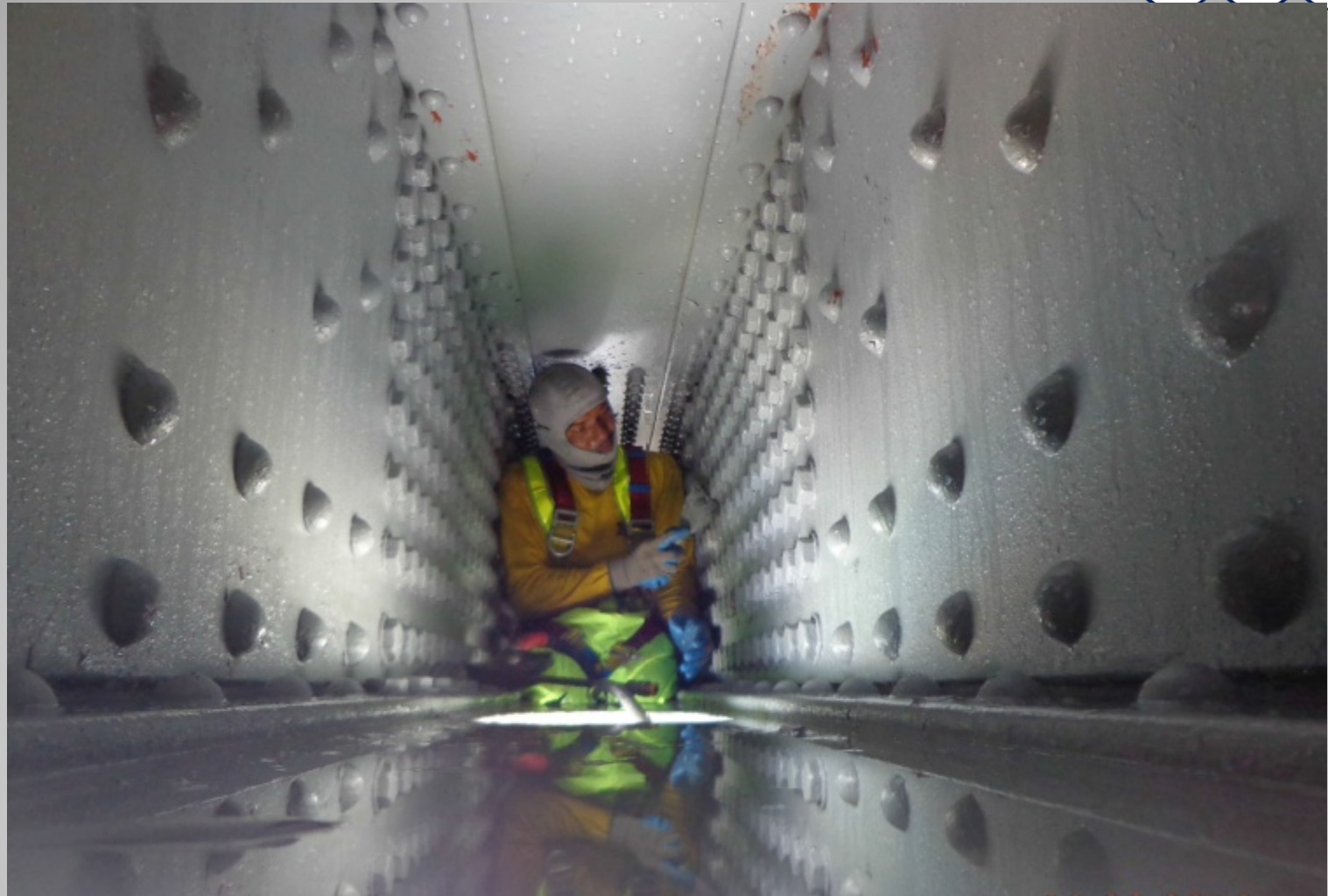


TRABAJOS EN ARCO CENTRAL SOBRE LA LOSA DE
RDADURA CON TRAFICO PERMANENTE,
VEASE EL ENCAPSULAMIENTO PARA EVITAR FUGA DE
DESPERDICIOS

PINTURA DE ESTRUCTURA METALICA



PINTURA DE ESTRUCTURA METALICA



MATERIALES PARA TRATAMIENTO DE PILAS

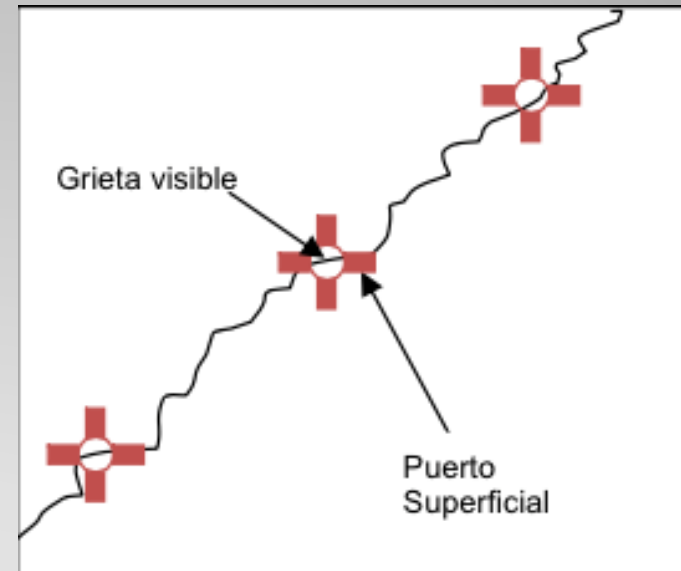


GRIETAS

- Colocación de puertos
- Sellado en puertos con epóxico 2 componentes
- Inyección epóxica 2 componentes de alta resistencia

PINTURA

- Textura 100% latex acrilica formulada para proteger y decorar concreto existente.



REPARACION DE PILAS



REPARACION DE PILAS



**ESTADO DE PILAS
ANTES DE
PROYECTO**



PILA REPARADA



SOLUCION TECNICA PARA ALCANCES PRINCIPALES

REEMPLAZO DE PERNOS Y REMACHES

**“REHABILITACION DE LA SUPERESTRUCTURA Y LA SUBESTRUCTURA
DEL PUENTE DE LAS AMERICAS”**

2010-004

REEMPLAZO DE PERNOS Y REMACHES



REEMPLAZO DE PERNOS Y REMACHES





SOLUCION TECNICA PARA ALCANCES PRINCIPALES

PASARELAS Y PLATAFORMAS

**“REHABILITACION DE LA SUPERESTRUCTURA Y LA SUBESTRUCTURA
DEL PUENTE DE LAS AMERICAS”**

2010-004

PASARELAS Y PLATAFORMAS



Plataforma de trabajo para demolición de pasarela existente

PASARELAS Y PLATAFORMAS



PASARELAS Y PLATAFORMAS



Se utilizo material de Fibra de Vidrio con el fin de disminuir peso a la estructura.

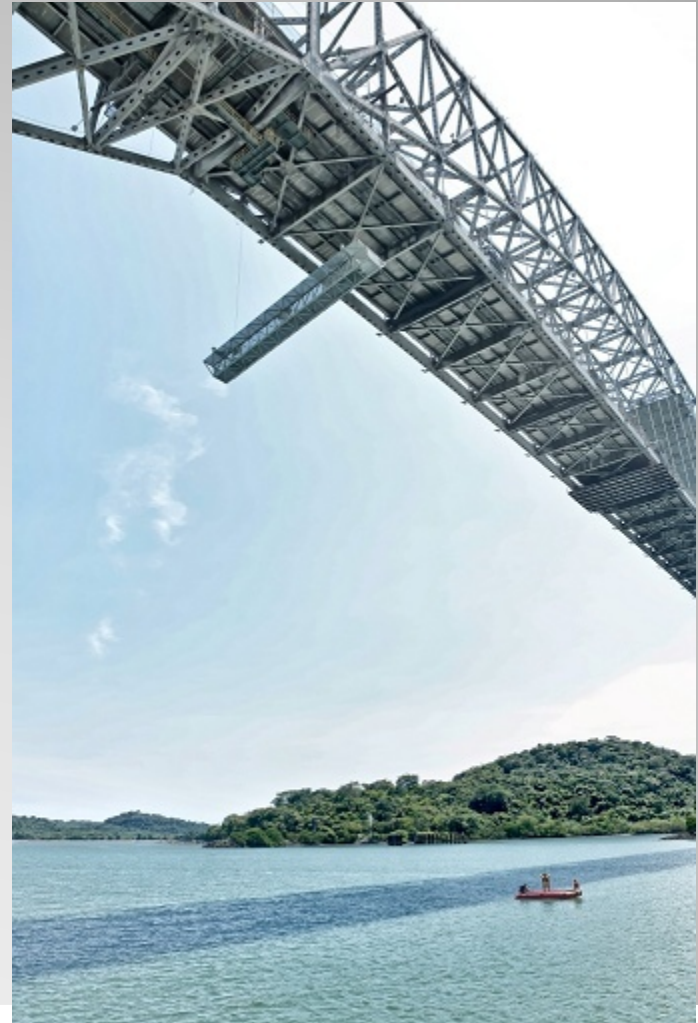
PASARELAS Y PLATAFORMAS



Plataforma Móvil (bajo arco central)



DESMONTAJE



INSTALACION



PRINCIPAL RETO DE LA ESTRUCTURA A FUTURO

“ LLEVAR LA ESTRUCTURA COMPLETA A CODIGOS VIGENTES HL-93”

“REHABILITACION DE LA SUPERESTRUCTURA Y LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE DE LAS AMERICAS”

2010-004

REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURA



Figure A.1-1 Main Spans (5 & 6 West shown, 6 East & 7 similar)
Inventory Level
RF < 1.0

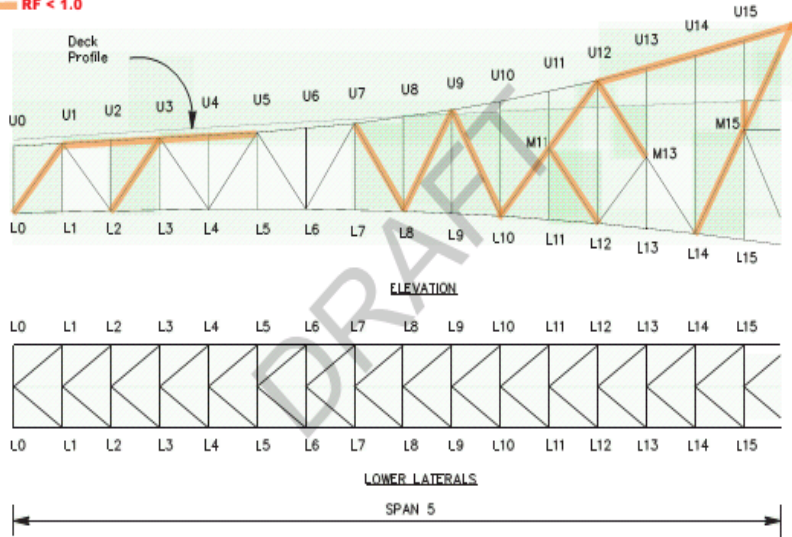


Figure A.1-1 Main Spans (5 & 6 West shown, 6 East & 7 similar)
Inventory Level
RF < 1.0

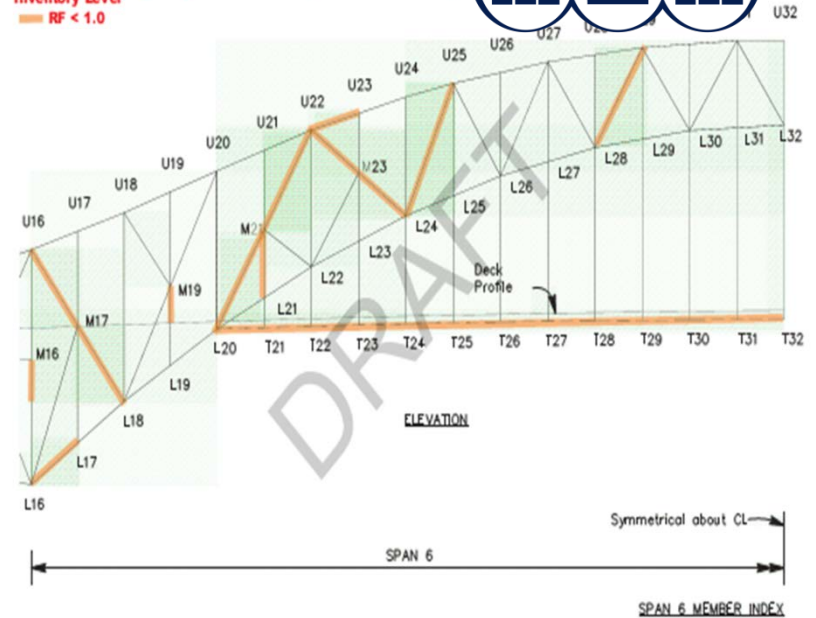
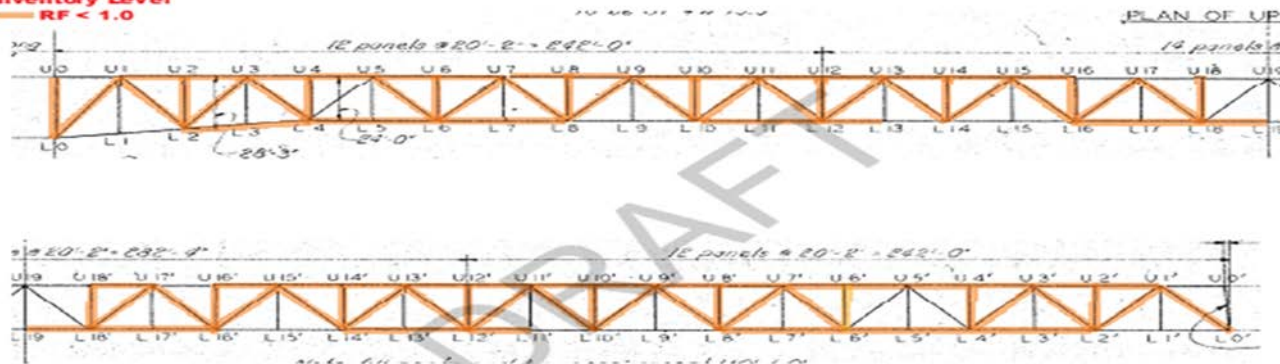


FIGURE A.3-1 Approach Spans (11-13)
Inventory Level
RF < 1.0



ESTAMOS AHI, AUNQUE NO NOS VEAS..



PROYECTO
PUENTE DE
LAS
AMERICAS