

0020"

CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA BELLAVISTA – MAZAN – SALVADOR – EL ESTRECHO
TRAMO I: BELLAVISTA – SANTO TOMAS

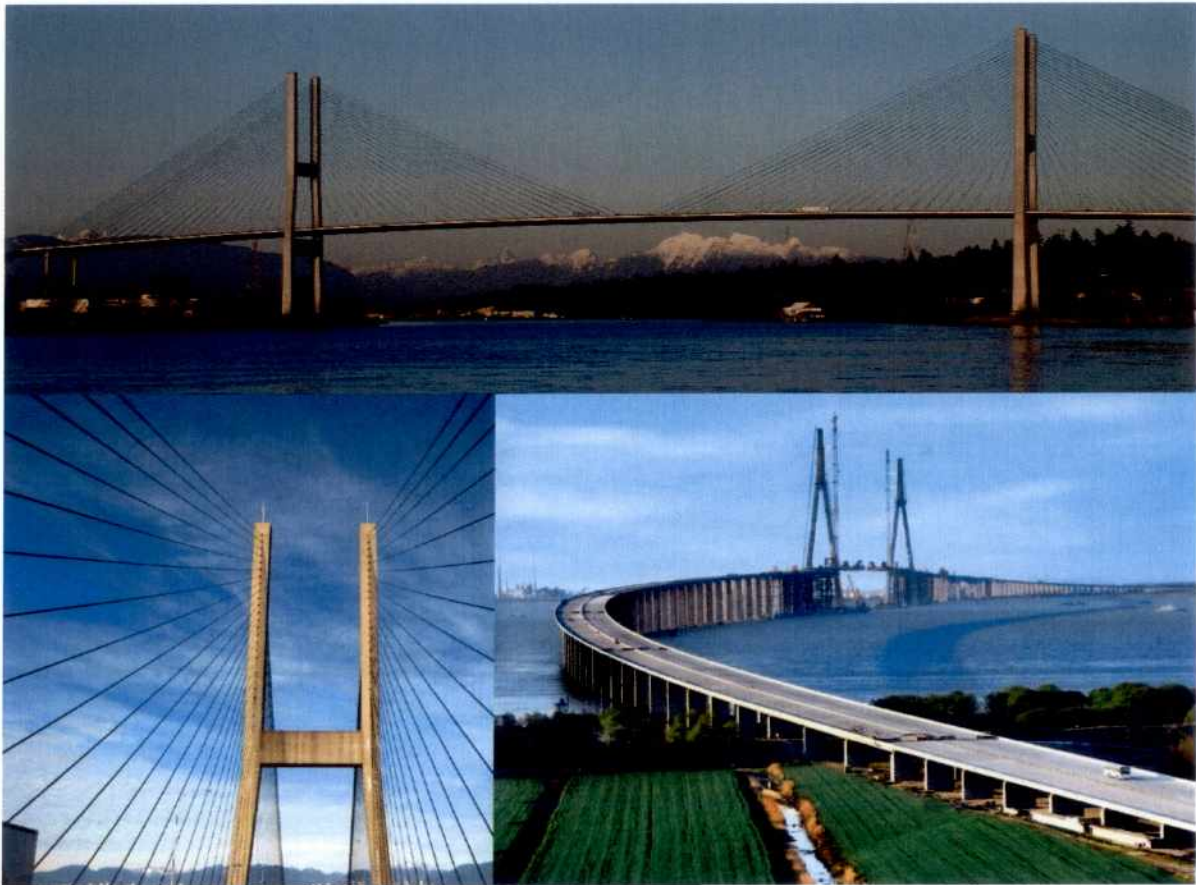
“PUENTE NANAY y VIADUCTOS DE ACCESO”

INFORME FINAL

VOLUMEN N° 1: RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

FASE 1 / FASE 2

TÚNEL DE VIENTO/OBRAS CIVILES



CONSTRUCCION DE LA CARRETERA BELLAVISTA-MAZAN-SALVADOR-EL ESTRECHO**TRAMO I: BELLAVISTA – SANTO TOMAS
PUENTE NANAY Y VIADUCTOS DE ACCESO****RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYETO
(FASE I Y FASE II)****INDICE**

1. UBICACIÓN DEL PROYECTO	2
2. PLAN DE TRABAJO PARA EJECUCION DEL PROYECTO	2
3. RESUMEN ESTUDIOS BASICOS.....	10
3.1 ESTUDIO DE TRÁFICO	10
3.2 ESTUDIO DE TRAZO Y DISEÑO VIAL	10
3.3 ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA.....	10
3.4 ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA	11
3.5 RIESGO SISMICO	12
3.6 ESTRUCTURAS.....	12
4. PRESUPUESTO DE OBRA.....	18
5. PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA	18



CONSTRUCCION DE LA CARRETERA BELLAVISTA - MAZAN - SALVADOR - EL ESTRECHO

Tramo I: Bellavista – Santo Tomás

PUENTE NANAY y VIADUCTOS DE ACCESO

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El puente Nanay y los viaductos de acceso, que constituyen el Tramo I de la Carretera Bellavista - Mazán- Salvador-El Estrecho, en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, en el departamento de Iquitos.

2. PLAN DE TRABAJO PARA EJECUCION DEL PROYECTO

En atención a las consultas y/o observaciones realizadas por los distintos participantes al proceso de licitación del proyecto las cuales fueron elevadas al Organismo Superior de las Contrataciones del Estado (OSCE), surgió la necesidad de implementar el proyecto entre otros el ensayo de túnel de viento. El ensayo de túnel de viento, tiene como objetivo obtener información técnica de diseño de los efectos del viento local a fin de garantizar la estabilidad aerodinámica para un amplio rango de velocidades del viento en diferentes etapas constructivas.

El proyecto plantea su ejecución en dos fases como sigue:

- Primera Fase (1): Comprende elaborar el ensayo de túnel de viento e implementación de resultados, de corresponder y la
- Segunda Fase (2): Comprende ejecutar las actividades concernientes a las obras civiles propias de obra. Construcción de puente sobre el rio Nanay y los viaductos y rampas de accesos.

Primera Fase: Esta fase se encuentra dedicada a realizar los trabajos propios para la prueba de Túnel de Viento de la estructura completa a escala reducida, la cual será capaz de alcanzar información técnica importante para el diseño del puente contra los efectos del viento y temperatura local.



El fundamento, objetivos, descripción de la prueba, finalidad, e informe técnico (a nivel de expediente técnico de corresponder) y plazos se describe en la primera sección denominada Primera Fase – Túnel de Viento. (Ver. Fig. 1. Esquema Típico).

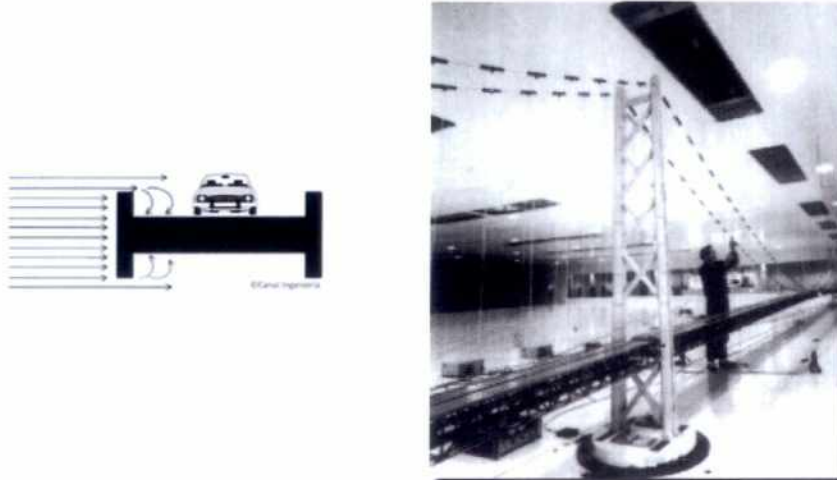


Fig. 2: Esquemas de prueba típico

Segunda Fase: Comprende realizar las obras civiles, que comprende la ejecución del proyecto definitivo del Tramo I para la construcción de la carretera Bellavista – Mazán – Salvador – El Estrecho, está conformado por los siguientes componentes:

	COMPONENTE	TIPO	LONGITUD (m)
1	PUENTE NANAY	Atirantado	437.60
2	VIADUCTO MARGEN DERECHA	Viga Continua	1,184.00
3	VIADUCTO MARGEN IZQUIERDA	Viga Continua	319.90
4	RAMPA ACCESO M. DERECHA	Muro SMR	215.50
5	RAMPA ACCESO M. IZQUIERDA	Muro SMR	126.50
	Total (m) =		2,283.50

En la Fig. 2 se muestra la planta y elevación de todo el Tramo I. (Puente, viaductos de accesos y rampas al ingreso y salida)

Se hace un resumen de los componentes del proyecto como sigue:

El componente 1: Consiste la construcción de un puente atirantado de 437.60 m de longitud, de 3 tramos, con una luz central de 241.50 m.



Es a esta estructura donde realizará la prueba de Túnel de Viento a escala (Fig. 3).

El componente 2: Consiste en un viaducto de 1,184 m de longitud con 14.80 m de ancho, conformado por varios módulos de vigas continuas, de sección mixta, con vigas I de acero y losa de concreto armado. Los módulos típicos son de 4 tramos de 48 m de luz, de planta recta y curva, conforme se muestra en el plano. En los extremos se ha proyectado tramos de menor luz, por razones de gálibo.
Estructura a ubicarse en la margen derecha del río Nanay.

El componente 3: Es un viaducto de 319.90 m de longitud, de estructura similar al viaducto de la margen derecha.
Estructura a desarrollarse en la margen izquierda adyacente después del puente sobre el río Nanay.

El componente 4: Consiste en una vía de dos carriles, de 14.80 m de ancho total, sobre un muro de 215 m de longitud de suelo mecánicamente reforzado.
Estructura a desarrollarse en la margen derecha.

El componente 5: Es una rampa provisional, para empalmar temporalmente con el terreno existente. Esa parte pertenece al que será el Tramo II de la carretera Bellavista-Mazán. A continuación se muestra gráficos ilustrativos de cada uno de los componentes.
Estructura a desarrollarse en la margen izquierda.



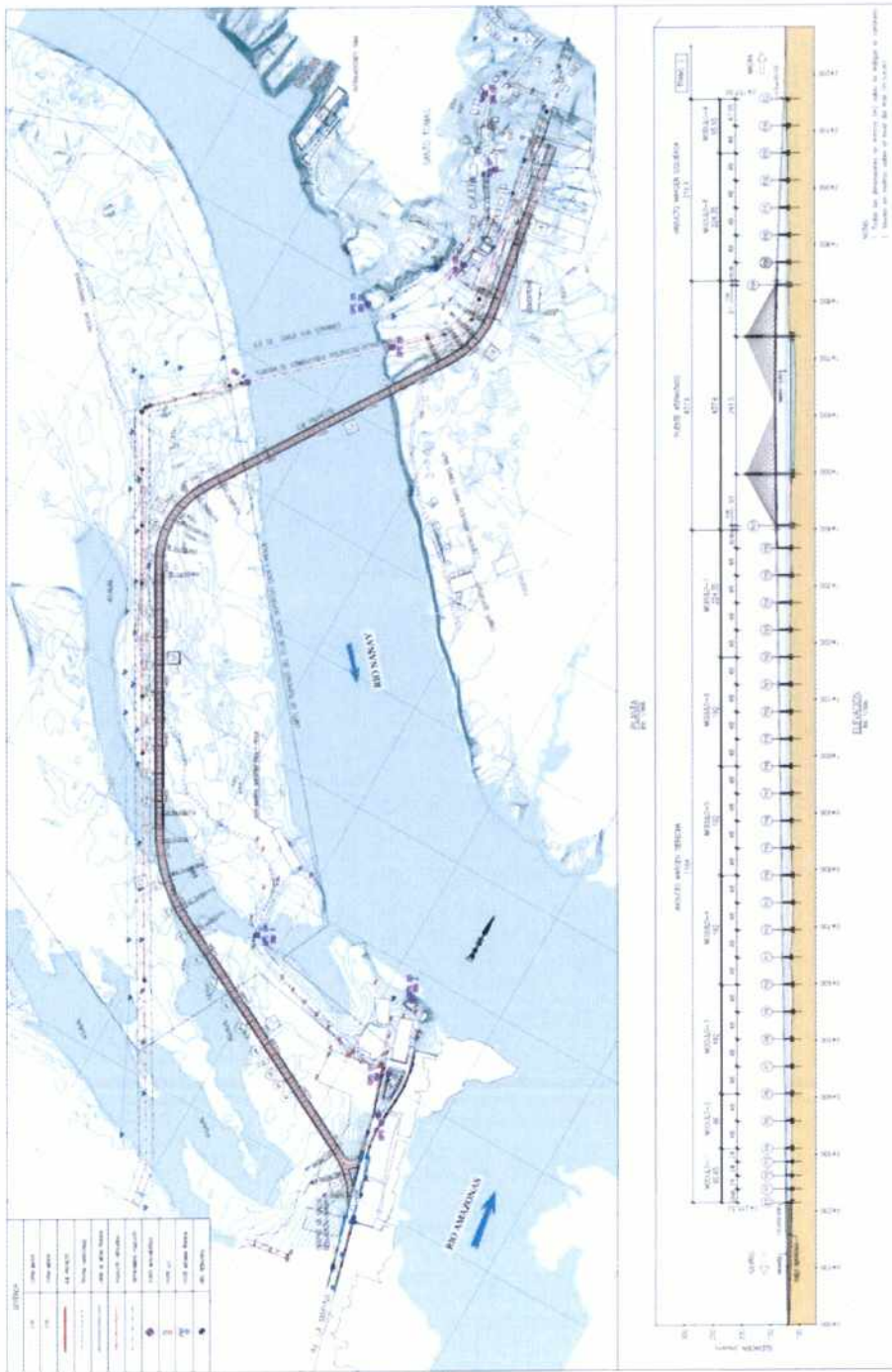


Fig. 2: Planta y Elevación del Puente NANAY y Viaductos de Acceso



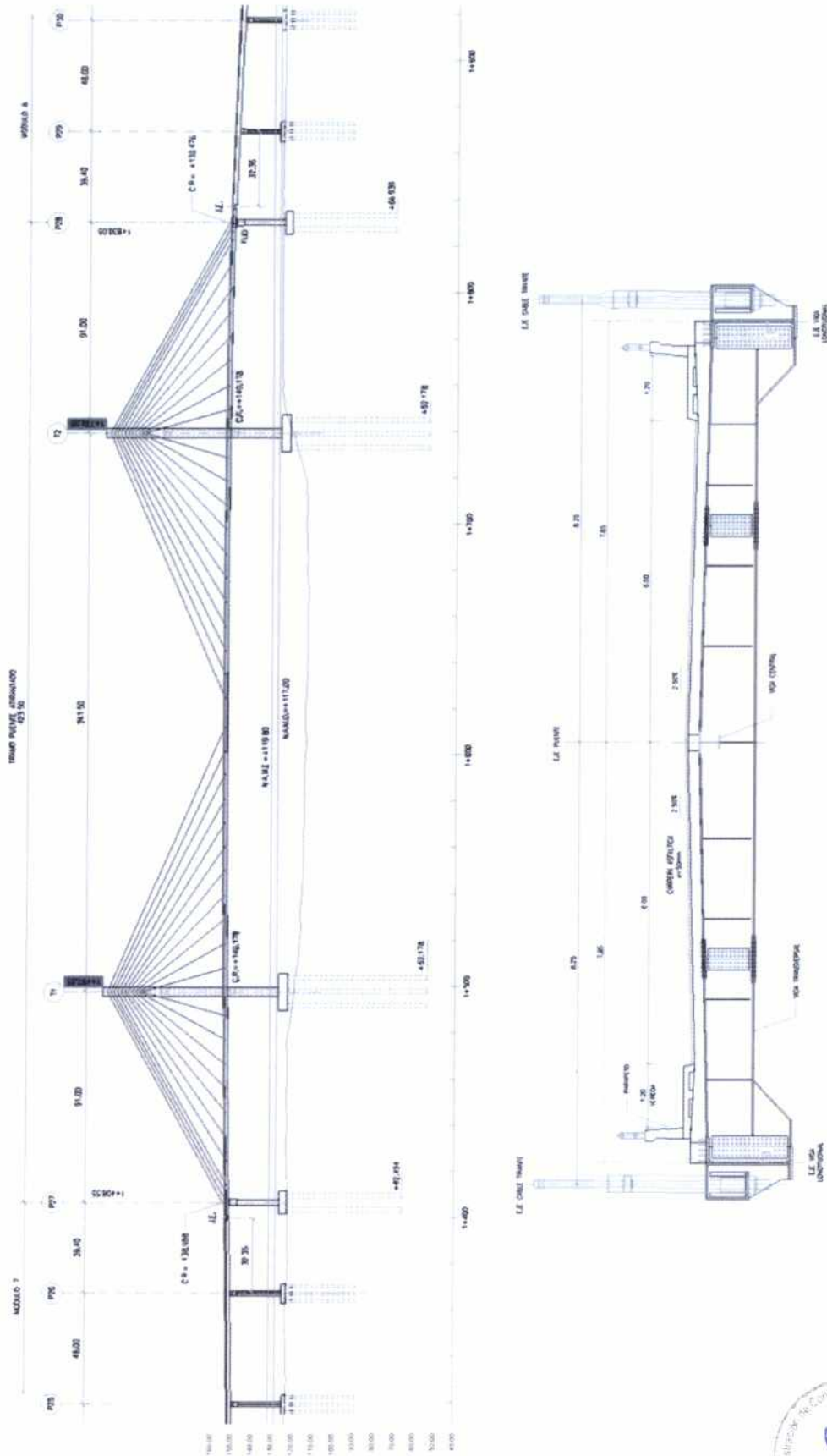


Fig. 3.- Puente NANAY, Atirantado, Elevación y sección transversal



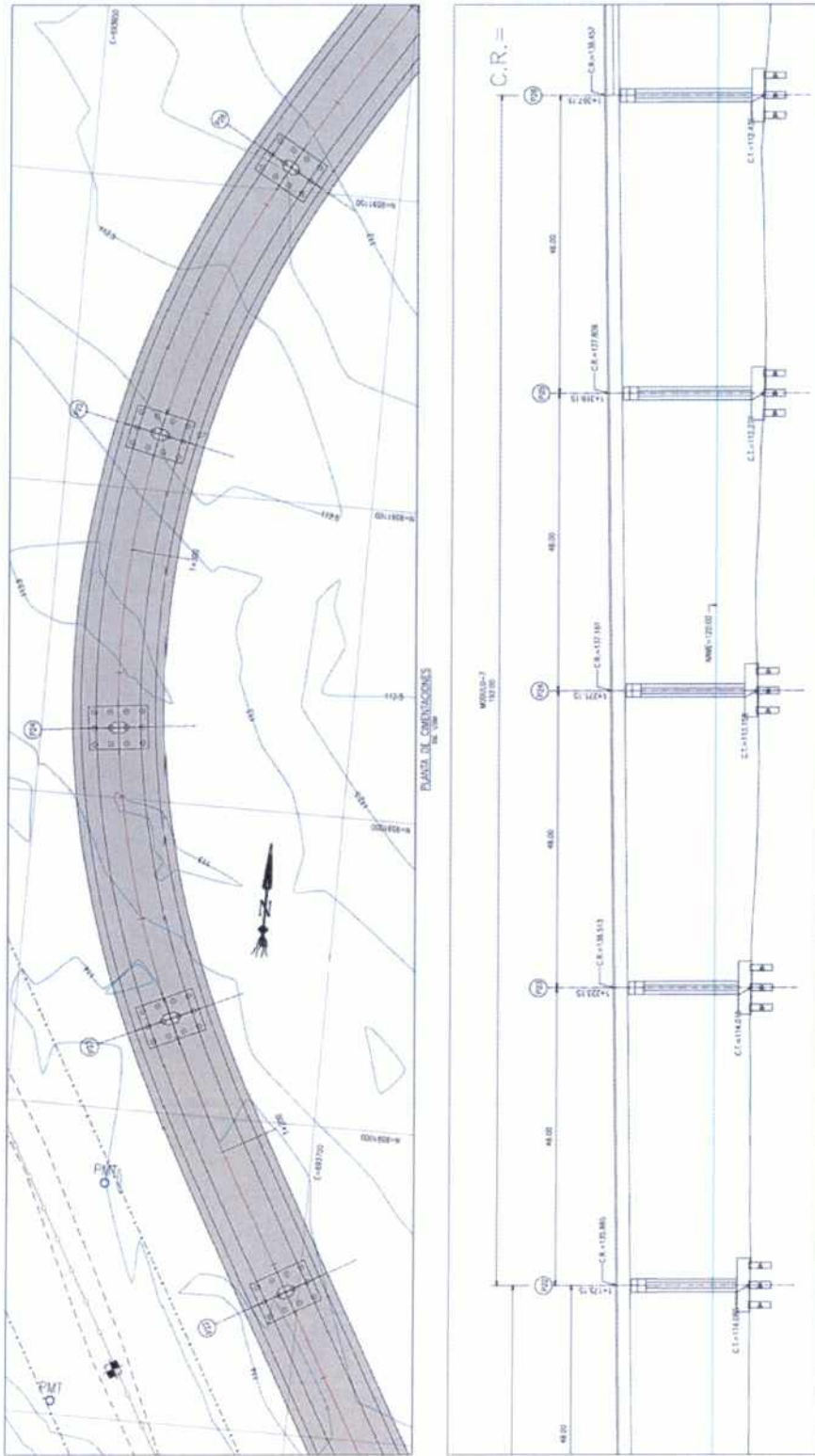


Fig. 4.- Viaducto: Módulo Típico Curvo, Planta y Elevación

Los viaductos están formados por módulos de vigas continuas de 4 tramos de 48 m, en una secuencia de tramos rectos tramos en curva, además de algunos tramos de luces menores como se describe en la sección de estructuras.



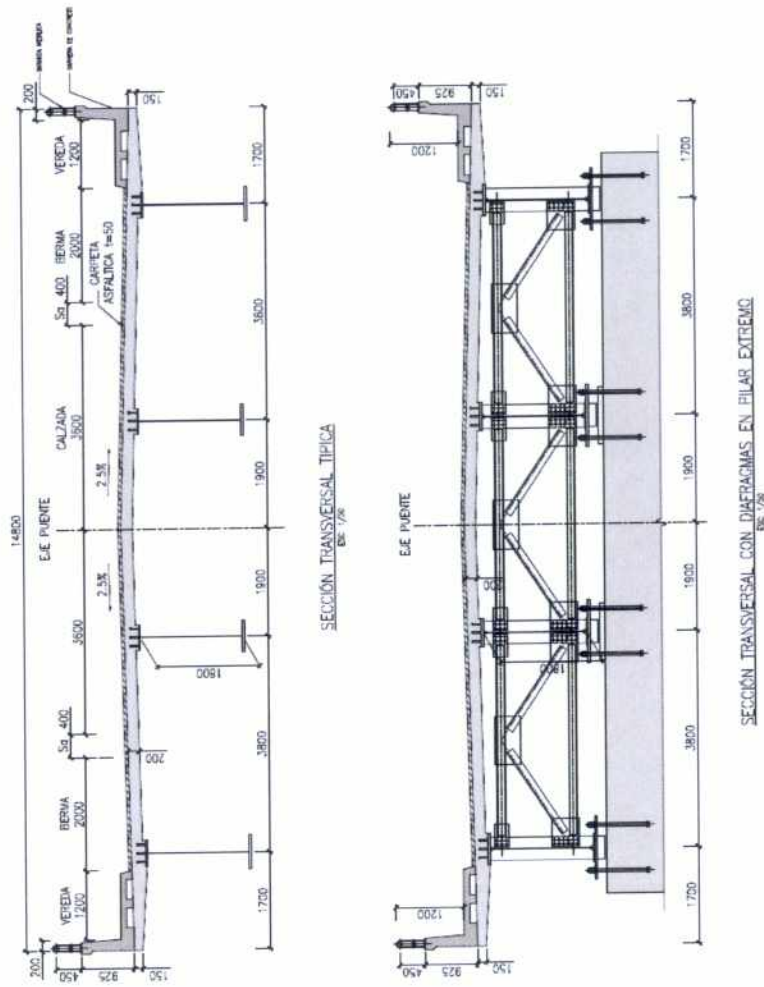


Fig. 5.- Viaducto Margen Derecha y Margen Izquierda, Puentes continuos Mixtos

Sección transversal típica en los viaductos: 4 vigas I de acero con losa de concreto



3. RESUMEN ESTUDIOS BASICOS

3.1 ESTUDIO DE TRÁFICO

El estudio de tráfico ha estimado un **IMDA**= 972 vehículos por día

3.2 ESTUDIO DE TRAZO Y DISEÑO VIAL

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	TRAMO
	DEL KM 0+000
	AL KM 2+283.50
Según Demanda	Carretera de Segunda Clase
Según Condiciones Orográficas	Carretera Tipo 2
Velocidad Directriz	60 Km/h
Ancho de Calzada	7.20 m
Ancho de Berma	2.00 m
Bombeo	2.5 %
Radio Mínimo Normal	135 m
Pendiente máxima normal	6 %
Pendiente máxima excepcional	7 %
Peralte normal	4 %

3.3 ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA

Los estudios de hidrología en la cuenca del río Nanay dan los siguientes resultados de caudales máximos:

Periodo de retorno (Tr) (años)	Caudal Q (m ³ /s)
100	8438.6
140	8954.5
200	9507.6
300	10140.3
400	10589.2
500	11403.4

Los estudios de los niveles de agua en el río Nanay, en la zona del puente proyectado, dan los siguientes resultados:



- Promedio de los niveles mínimos anuales = 107.8 msnm
- Máximo nivel con un periodo de retorno de 2.33 años = 116.7 msnm
- Máximo nivel con un periodo de retorno de 140 años = 119.5 msnm
- Máximo nivel con un periodo de retorno de 500 años = 120.3 msnm

De donde, los valores del NAMO y NAME en el puente proyectado son:

$$\text{NAMO} = 116.7 \text{ msnm} \quad \text{NAME} = 119.5 \text{ msnm}$$

Los cálculos de socavación se efectuaron para caudales de avenida con periodos de retorno de 100, 400, 200, 300, 400 y 500 años.

Las profundidades de socavación total d_T en las torres del puente atirantado, medidas desde la parte más profunda del cauce del río Nanay, tienen los siguientes órdenes de magnitud:

Periodo de retorno (T_r) (años)	Caudal Q (m^3/s)	Socavación total d_T en las torres del puente atirantado, medidas desde la parte más profunda del cauce del río Nanay (104.5 msnm) (m)
100	8438.6	6.94
140	8954.5	7.46
200	9507.6	8.01
300	10140.3	8.48
400	10589.2	8.77
500	11403.4	9.35

3.4 ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA

GEOTECNIA

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de 15 perforaciones diamantinas, cuya ubicación se muestra en el plano que se adjunta.

Se realizó además el estudio de refracción sísmica. Los perfiles se muestran en el gráfico.

Se determinó que el suelo de cimentación superficial es de muy baja calidad, por lo que es necesario de cimentación profunda mediante pilotes.



3.5 RIESGO SISMICO

Periodo de Retorno	475 años	1,000 años	2,500 años
PGA	0.15 g	0.19 g	0.22g

En base a las aceleraciones pico reportadas en el Estudio de Riesgo Sismico se elaboraron los espectros de diseño sísmico de acuerdo con lo especificado en el "Guide Specification for LRFD Seismic Bridge Design" de la AASHTO.

3.6 ESTRUCTURAS

Las estructuras del proyecto fueron diseñadas de acuerdo a los requerimientos de la Especificación de Diseño de Puentes AASHTO LRFD y de la "Guide Specification for LRFD Seismic Bridge Design" de la AASHTO.

La carga viva de diseño es la carga HL93 de la especificación AASHTO LRFD.

A continuación se presenta una breve descripción de cada una de las estructuras que conforman el proyecto.

Descripción de la estructura del Proyecto

PUENTE ATIRANTADO NANAY

El tramo del puente atirantado se ubica sobre el Rio Nanay. El puente se extiende entre los pilares P27 (1+406.55) y P28 (1+830.05). La estructura tiene una luz central de 241.50m y tramos laterales de 91m.

La super-estructura se encuentra soportada por 2 planos de cables tirantes que transmiten las cargas a Torres de concreto de 80m de altura total. Los pilares P27 y P28 (denominados pilares de anclaje) limitan las deflexiones y las demandas transmitidas a la torre por efecto de las cargas de servicio.

Super-Estructura

La super-estructura del puente es de sección compuesta con vigas longitudinales y transversales de acero ASTM A709-Grado 50ksi y losa de concreto ($f_c=280\text{kg/cm}^2$) pre-fabricada con bordes de cierre de concreto vaciado en sitio ($f_c280\text{kg/cm}^2$).



El tablero tiene un ancho total de 15.70m y se encuentra soportado por 2 planos de cables tirantes ubicados a 8.25m del eje del tablero.

Las vigas longitudinales se encuentran dispuestas en los extremos del tablero y tienen un peralte de 1.50m de alma. Las vigas transversales son de sección I de peralte variable con un espaciamiento típico de 3.50m entre ejes de vigas. Los paneles de losa pre-fabricada tienen un espesor de 20cm. Los paneles típicos tienen un ancho de 7.31m y una longitud de 3.20m. Bordes de concreto vaciado en sitio permiten que las vigas de alma llena y la losa de concreto trabajen en acción compuesta por medio de conectores de corte tipo "Nelson-stud".

Los cables tirantes son de torones de 15mm de 7 alambres ASTM A882 de resistencia ultima $f_{pu}=1860\text{MPa}$. El área de sección de cada torón es de 150mm^2 .

Se tienen en total 44 cables tirantes con 11 pares de cables tirantes en a cada lado de las torres. El número de torones por cable tirante varía de 12 torones para los cables adyacentes a las torres, a 31 torones para los cables tirantes adyacentes a los pilares de anclaje.

La super-estructura del puente se construye por medio de construcción balanceada por volados sucesivos en módulos de 10.50m de longitud. Los módulos de la super-estructura metálica se unen por medio de empalmes empernados con pernos de alta resistencia ASTM-A490.

Sub-Estructura

La sub-estructura del puente está compuesta por 2 torres (T1 y T2) y 2 pilares de anclaje (pilares P27 y P28).

- Torres

Las torres tienen una altura total de 80m. La cimentación de las torres es profunda, con 18 pilotes por torre dispuestos en arreglo 3 x 6, con espaciamiento típico entre ejes de pilotes de 6.00m. Los pilotes excavados son de concreto armado ($f'_c=280\text{kg/cm}^2$), de 2.00m de diámetro y 60m de longitud. Los cabezales de pilotes son de concreto armado ($f'_c=280\text{kg/cm}^2$), tienen un peralte de 4.00m y dimensiones en planta de 16.00m x 34.00m.



Las columnas de las torres son de concreto armado, de sección cajón. La separación entre ejes de columnas es variable con un máximo de 22.70m a nivel del cabezal de pilotes y 16.50m en la zona de anclaje de los cables tirantes.

En la zona inferior (por debajo del nivel del tablero), la sección de las columnas tiene un peralte de 4.00m y ancho variable de 3.00m a nivel del cabezal de pilotes y 2.50m de ancho a nivel de la viga cabezal.

Por encima del nivel del tablero las columnas tienen una sección uniforme de 4.00m de peralte y 2.50m de ancho.

Las torres se encuentran unidas por 2 vigas transversales de concreto armado ($f_c=280\text{kg/cm}^2$), de sección cajón, de 3.00m de peralte y 4.00m de ancho. Las vigas transversales se encuentran ubicadas a 18.50m y a 47.50m del nivel del cabezal de pilotes.

Las columnas de las torres emplean concreto de resistencia $f_c=280\text{kg/cm}^2$ desde el nivel del cabezal de pilotes hasta el nivel de la viga transversal superior, y concreto de resistencia $f_c=350\text{kg/cm}^2$ en la zona de anclaje de los cables tirantes.

La armadura de refuerzo empleada en las columnas de las torres (armadura de refuerzo longitudinal y transversal) es de calidad ASTM A-706. El resto de componentes de concreto armado de la torre (pilotes, cabezal de pilotes, vigas cabezal) emplean acero de refuerzo de calidad ASTM A-615.

- Pilares de Anclaje

Los pilares de anclaje tienen una altura total de 24m. La cimentación de los pilares de anclaje es profunda, con 8 pilote por pilar dispuesto en arreglo 2x4, con espaciamiento típico entre ejes de pilotes de 6.00m. Los pilotes excavados son de concreto armado ($f_c=280\text{kg/cm}^2$), de 2.00m de diámetro. La longitud de los pilotes del pilar P27 es de 50m, mientras que la longitud de los pilotes del pilar P28 es de 45m. Los cabezales de pilotes son de concreto armado ($f_c=280\text{kg/cm}^2$), tiene un peralte de 3.00m y dimensiones en planta de 10.00m x 22.00m



Las columnas de las torres son de concreto armado ($f_c=350\text{kg/cm}^2$), de sección octogonal $2.40\text{m} \times 2.40\text{m}$. La separación entre ejes de columnas es de 12.00m .

La viga transversal es de concreto armado ($f_c=350\text{kg/cm}^2$), de sección rectangular $3.00\text{m} \times 3.00\text{m}$, de 20.00m de longitud total.

Las columnas de los pilares de anclaje cuenta con un post-tensado vertical consistente en 4 tendones de 17 torones $0.6''$ por columna.

La armadura de refuerzo empleada en las columnas (armadura de refuerzo longitudinal y transversal) es de calidad ASTM A-706. El resto de componentes de concreto armado de los pilares de anclaje (pilotes, cabezal de pilotes, viga cabezal) emplean acero de refuerzo de calidad ASTM A-615.



VIADUCTO MARGEN DERECHA: BELLAVISTA – RIO NANAY

El viaducto margen derecha con una longitud de 1,184m está conformado por estructuras continuas mixtas, de vigas de acero de alma llena y losa de concreto llenado en sitio.

Está formado por módulos.

Módulo 1: estructura continua de 4 tramos con luces típicas de 24m entre apoyos.

Módulo 2: es una estructura continua de 2 tramos con luces típicas de 48m

Módulo 3: estructura continua de 4 tramos con luces típicas de 48m entre apoyos. El alineamiento del módulo se encuentra parcialmente en tangente y parcialmente en curva, con radio de curvatura mínimo de 150m.

Módulo 4: es una estructura continua de 4 tramos con luces típicas de 48m alineamiento del módulo es curvo con un Radio de curvatura mínimo de 150m.

Módulo 5: es una estructura continua de 4 tramos con luces típicas de 48m

Módulo 6: estructura continua de 4 tramos con luces típicas de 48m entre apoyos.

Módulo 7: estructura continua de 5 tramos con luces típicas de 48m entre apoyos. El Modulo tiene una longitud total de 224.35m, extendiéndose entre el Pilar P22 (1+175.15) y el Pilar P26 (1+399.50). El alineamiento del módulo se encuentra parcialmente en tangente y parcialmente en curva, con radio de curvatura mínimo de 150m.

Sub-Estructura

La sub-estructura de los diferentes módulos es similar. Todos los pilares son del tipo "martillo" de concreto armado ($f'c=280\text{kg/cm}^2$), con cimentación profunda en base a pilotes de acero hincados ASTM A252-Grado 2. Los pilotes son de sección tubular $D=42''$ $t=22\text{mm}$ y 30m de longitud. Para el caso de los pilares del módulo 7, tenemos:

- **Pilares Tipo 4 (P22, P23, P24, P25, P26)**

Numero de Pilotes por Estribo = 15 (Distribución de pilotes en arreglo 5 x 3)

Espaciamiento transversal de pilotes = 3.20m

Espaciamiento longitudinal de pilotes = 3.20m

Cabezal de Pilotes = 2.10m x 8.60m x 15.00m



Columna = Sección octogonal a largada 2.10m x 3.15m Altura: Variable
(14.777m-18.983m)

Viga Cabezal = Sección rectangular de 2.10m de ancho y de peralte variable (1.00m-2.40m)

Super-Estructura

La super-estructura del módulo es de sección compuesta, con 04 vigas de alma llena de acero ASTM A-709 Grado 50, de 1800mm de peralte de alma y losa de concreto armado ($f_c=280\text{kg/cm}^2$) vaciada en sitio.

Las vigas de alma llena se encuentran espaciadas transversalmente a 3.80m, y se encuentran unidas por diafragmas de acero de sección canal "C" espaciados longitudinalmente a 6.00m en el centro de los tramos y a 4.00m en las zonas adyacentes a los pilares interiores.

El espesor de la losa entre vigas es de 200mm. Los volados laterales del tablero de tienen espesor variable con un mínimo de 150mm en los bordes de la losa.

Las vigas de alma llena se encuentran unidas a la losa de concreto por medio de conectores de corte tipo "Nelson-Stud" $\square 7/8" \times 6"$

El tablero cuenta con una carpeta asfáltica de 50mm de espesor, veredas de concreto de 1.20m de ancho, barreras de concreto y barandas metálicas.

VIADUCTO MARGEN IZQUIERDA: PUENTE NANAY – SANTO TOMAS

El viaducto margen izquierda, con una longitud total de 319.90 m, está conformada por estructuras continuas mixtas de vigas de acero de alma llena y losa de concreto llenado en sitio. Las secciones de los módulos que lo conforman son similares a los de los de la Margen Derecha.

MURO DE SUELO REFORZADO, TRAMO AV. LA MARINA A ESTRIBO E1

Esta constituido por un muro de altura variable, de suelo reforzado con geomembranas. Su diseño por el método de las especificaciones AASHTO LRFD se presenta en el informe de Suelos y pavimentos. El cuerpo del muro está conformado por arena con geomembranas uniaxiales y biaxiales, que ha sido diseñado para soportar la carga HL-93.



ASPECTOS CONSTRUCTIVOS:

Para la planificación de la ejecución de la obra es sumamente importante que se tenga presente lo siguiente:

- La zona se inunda por la crecida de los ríos durante los meses de enero a julio. Ver Estudio de Hidrología e hidráulica. Las lluvias son frecuentes aún en época seca.
- En la zona cercana a Iquitos no existen agregados apropiados para la fabricación de concreto para puentes, por lo que se ha considerado que será necesario llevar los agregados desde Yurimaguas, por vía fluvial.

4. PRESUPUESTO DE OBRA

El presupuesto referencial que corresponde a la primera fase y segunda fase es como sigue:

Presupuesto referencial, Fase (1)	S/. 1' 039, 334.63
Presupuesto referencial, Fase (2)	S/. 633' 111, 883.70
Presupuesto Total de proyecto	S/. 634' 151, 218.33

El presupuesto general del proyecto asciende a S/. 634' 151,218.33 Nuevos Soles, referidos al 31 de agosto de 2015.

5. PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA

- El plazo para la Fase (I), que corresponde a la prueba Túnel de Viento y su implementaron se ha previsto ser ejecutada en ocho meses (270 días).
- El plazo de ejecución de obra para la Fase (II), se ha estimado en 26 meses (780 días), corresponde a un plazo mínimo absoluto y optimista, y considera la ejecución simultánea en varios frentes de trabajo y en doble turno. Por otro lado, para hacer posible ese plazo mínimo se ha considerado que la ejecución del hincado de los pilotes y la construcción de los pilotes excavados se debe iniciar a más tardar a los 60 días del inicio la segunda fase de la obra, es decir, la ejecución de los trabajos preliminares y la movilización e instalación de los equipos de pilotaje y la provisión en obra de los materiales correspondientes deben estar



concluidos dentro de los 60 días considerados. Asimismo, la fabricación de las losas prefabricadas y las vigas metálicas del puente debe iniciar a más tardar a los 77 y 111 días de iniciado la segunda fase de la obra respectivamente.

- El plazo total para implementar las dos fases del proyecto asciende a 34 meses (1050 días calendario).

