



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

## TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“CIMENTACIÓN PROFUNDA DE PUENTES CON  
PILOTES DE GRAN DIÁMETRO, CASO PUENTE  
RÍO NANAY, PROVINCIA DE MAYNAS,  
IQUITOS, 2022”**

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

**AUTOR (es) : Bach. Ana Cecilia Ochoa Camán**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ana Cecilia Ochoa Camán', written over the name.

**Bach. Heber Ochavano Sinarahua**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Heber Ochavano Sinarahua', written over the name.

**ASESOR : Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera MSc.**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ulises Octavio Irigoín Cabrera', written over the name.

San Juan Bautista – Loreto – Maynas –Perú

2022

## DEDICATORIA

“Este trabajo, va dedicado a mis padres, quienes con su esfuerzo y apoyo incondicional durante todo este proceso me permitieron llegar a cumplir mi meta. A mis hermanos por sus cariño y apoyo en este proceso.

A mi amado esposo, por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por sus consejos y palabras de aliento, forjando en mí una mejor persona, y acompañádome a lograr mis sueños y metas”

A.C.O.C.

“Dedico el fruto de un gran esfuerzo conjunto, a mis padres Manuel Ochavano y Elva Sinarahua, por su gran apoyo incondicional, a lo largo de estos años, siendo fieles amigos y compañeros”

H.O.S

## **AGRADECIMIENTO**

Por su labor continua en la formación de grandes profesionales, queremos agradecer profundamente a nuestra Alma Mater, Universidad Científica del Perú.

A nuestros honorables miembros del jurado, quienes tuvieron la enorme responsabilidad de evaluar nuestro trabajo, les expresamos un agradecimiento especial, por su contribución.

A nuestro asesor por su guía y acompañamiento, le expresamos nuestro profundo respeto y agradecimiento conjunto, quien demostró paciencia y dedicación durante la elaboración de este informe.

Por su colaboración directa e indirecta, a las grandes Instituciones que nos colaboraron con documentación, y dentro del ámbito social que enmarca el desarrollo de una persona, agradecemos la participación de todas aquellas personas, docentes, amigos, familiares, autoridades, entre otros, que estuvieron presentes y que de algún modo tuvieron una participación significativa durante el proceso y logro de este trabajo.

Los autores.

## CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

El Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

**"CIMENTACIÓN PROFUNDA DE PUENTES CON PILOTES DE GRAN  
DIÁMETRO, CASO PUENTE RÍO NANAY, PROVINCIA DE MAYNAS, IQUITOS,  
2022"**

De los alumnos: **ANA CECILIA OCHOA CAMÁN y HEBER OCHAVANO  
SINARAHUA**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó  
satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje  
de **6% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que  
estime conveniente.

San Juan, 07 de Junio del 2022.








Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética – UCP

CIRA/ri-a  
257-2022

## Document Information

Analyzed document	UCP_ING.CIVIL_2022_Trabajo_de_Suficiencia_Profesional_Ochoa_Ochavano_V1.pdf (D139440602)
Submitted	2022-06-06T16:22:00.0000000
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.urkund.com

## Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://www.jorgealvahurtado.com/files/labgeo25_a.pdf">https://www.jorgealvahurtado.com/files/labgeo25_a.pdf</a> Fetched: 2022-06-06T16:22:08.7600000	 1
<b>SA</b>	<b>15695--Sifuentes Tarazona, Katia Lisseth.pdf</b> Document 15695--Sifuentes Tarazona, Katia Lisseth.pdf (D53236909)	 3
<b>W</b>	URL: <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Puente_Nanay">https://es.wikipedia.org/wiki/Puente_Nanay</a> Fetched: 2022-05-01T21:39:08.2730000	 3
<b>W</b>	URL: <a href="http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2017/AMC_0002/EXPEDIENTE_TECNICO/RD%20N%C2%B0%201164-2015-MTC_20%20EXPEDIENTE%20TECNICO/CD%201/1867.INF%20FINAL-%20VOL-N.%201%20RESUMEN%20EJECUTIVO%20DEL%20PROYECTO.pdf">http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2017/AMC_0002/EXPEDIENTE_TECNICO/RD%20N%C2%B0%201164-2015-MTC_20%20EXPEDIENTE%20TECNICO/CD%201/1867.INF%20FINAL-%20VOL-N.%201%20RESUMEN%20EJECUTIVO%20DEL%20PROYECTO.pdf</a> Fetched: 2021-07-07T02:21:29.9530000	 4
<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652273">https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652273</a> Fetched: 2021-06-05T06:57:27.1970000	 1

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD  
CIENTÍFICA  
DEL PERÚ

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°730-2022-UCP-FCEI del 02 de junio del 2022, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los señores:

- |   |            |
|---|------------|
| • Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Aguila, Dra. | Presidente |
| • Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.    | Miembro    |
| • Ing. Carol Begoña García Langer, M.Sc.        | Miembro    |

Como Asesor: Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M. Sc.

En la ciudad de Iquitos, siendo las 18:00 horas del día viernes 05 de julio del 2022, de manera presencial supervisado por el Secretario Académico del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú., se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional: “CIMENTACIÓN PROFUNDA DE PUENTES CON PILOTOS DE GRAN DIÁMETRO, CASO PUENTE RÍO NANAY, PROVINCIA DE MAYNAS, IQUITOS, 2022”.

Presentado por los sustentantes: **ANA CECILIA OCHOA CAMAN Y  
HEBER OCHAVANO SINARAHUA**

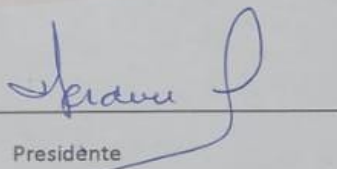
Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: *Resuelto*

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: *Aprobado por mayoría*

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

  
Presidente

  
Miembro

  
Miembro

Iquitos – Perú  
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240  
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú  
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640  
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compañón 933

Universidad Científica  
www.u

**FIRMA DE JURADOS Y ASESOR**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO .....	IV
ACTA DE SUSTENTACIÓN .....	VI
FIRMA DE JURADOS Y ASESOR .....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT.....	XII
CAPÍTULO I.....	1
Introducción.....	1
CAPÍTULO II.....	4
Marco referencial.....	4
Antecedentes.....	4
Definiciones teóricas .....	7
Cimentaciones profundas.....	8
Cimentaciones profundas por pilotes: Tipos .....	8
Funciones y Usos de los Pilotes .....	10
Longitud efectiva de cálculo de su profundidad.....	11
Requisitos para Diseño de Pilotes .....	11
CAPÍTULO III.....	13
Material y métodos.....	13
CAPÍTULO IV .....	15
Resultados .....	15
CAPÍTULO V .....	23
Discusión: .....	23
CAPÍTULO VI .....	24
Conclusiones: .....	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	26
ANEXOS .....	28



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Tipo de Cimentaciones Profundas.....</b>	<b>9</b>
<b>Tabla 2. Funciones y Uso de los Pilotes .....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 3. Características generales del "Puente Nanay" .....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 4. Componentes del Puente Nanay .....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 5. Posición de pilotes .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 6. diseño vial "Puente Nanay" .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 7. Condiciones de Cimentación: Zona de ubicación del proyecto .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 8. Socavación Máxima: Zona de cruce del río Nanay.....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 9. Viaducto de la margen derecha e izquierda.....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 10. Viaducto de la margen derecha e izquierda.....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 11. Máximo Nivel y Periodo de retorno del río Nanay .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 12. profundidades de Socavación dr .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 13. Condiciones de clima.....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 14. Condiciones Sísmicas <math>V_p</math> y <math>V_s</math> .....</b>	<b>21</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Puente nanay, viaductos y accesos .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 2. Trazo de Inicio y final de puente Nanay .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 3. Ruta Nacional PE 5N I: Emp . LO 103 (Iquitos) Bellavista Mazan Cruce del Rio Napo San Antonio del Estrello Ruta Nacional PE 5N I: Rio Putumayo.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 4. Viaducto de Acceso: Superestructura Puente Nanay.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 5. Elevación frontal y lateral de un pilar- Puente Nanay .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 6. Puente Atirantado Río Nanay .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 7. Camino Provisional de construcción del Puente de Nanay .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 8. Pilotes de fabricante Turco- iniciado en enero y finalizado en febrero, 2018 .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 9. Hincado de Pilotes Metálicos .....</b>	<b>33</b>

## RESUMEN

Este informe describe los factores que determinaron el diseño de cimentación profunda, de puentes con pilotes de gran diámetro, caso del puente Nanay, provincia de Maynas, Iquitos, 2022, que forma parte del primer tramo de la proyección de una vía concebida inicialmente como Inversión Pública "CONSTRUCCION DE LA CARRETERA BELLA VISTA - MAZAN - SALVADOR - EL ESTRECHO"

En ese sentido como parte del diseño de investigación, a fin de lograr los objetivos, se enumeraron las características geológicas y geotécnicas para considerar cimentación profunda en este proyecto, resumiendo las condiciones hidrológicas e hidráulicas y posteriormente la descripción y singularidad del sistema adoptado, señalando las ventajas de esta tipología de cimentación.

Dentro de este contexto, resalta la importancia de construir con cimentación profunda. Los estudios básicos de ingeniería, aplicados para este proyecto, demostraron que el estrato superficial de su ubicación, está conformado de arcilla blanda de baja capacidad portante, sin embargo; el estrato intermedio, es de arena medianamente densa a densa y el profundo está conformado de arcilla muy dura. La socavación máxima es de 8m por debajo del cauce del evento extraordinario, y baja amenaza sísmica. Estos resultados llevaron a optar por cimentaciones profundas con pilotes hincados, para lo cual se utilizaron 180 unidades de tubos y 94 pilotes divididos entre las torres y los principales pilares de anclaje.

**Palabras Clave:** *Cimentación Profunda, Pilotes, Puente Nanay*

## ABSTRACT

**Keywords:** *Deep Foundations, Piles, Nanay Bridge*

# **CAPÍTULO I**

## **Introducción**

Las Cimentaciones Profundas, se encargan de solucionar la transmisión de carga al suelo, ocurre cuando estas cargas van directo a los sustratos aptos y resistentes (1).

Su aplicación en los puentes es importante, para que la estructura ofrezca un buen comportamiento durante su vida (2).

En la construcción de puentes, existe una pre evaluación básica, para escoger entre diversas tipologías de cimentación (3).

En este sentido, siendo los pilotes un tipo de cimentación profunda, su aplicación en puentes y obras de gran envergadura es frecuente. “Elegir entre los distintos tipos de soluciones que aporta el pilotaje, debe de ser una tarea concienzuda, puesto que esta elección depende de las necesidades de la estructura” (4).

El caso del puente sobre el río Nanay, nos lleva a enfocarnos en estas construcciones, que resaltan la importancia de los factores que determinan el diseño de cimentación profunda, de puentes con pilotes de gran diámetro. Toda vez que involucra las condiciones necesarias para su aplicación, como el tipo de suelo en el que fue emplazado, las limitaciones que tuvieron, así como su necesidad constructiva, y su tiempo de ejecución.

### **Problema general:**

¿Cuáles fueron los factores que determinaron el diseño de cimentación profunda de puentes con pilotes de gran diámetro en el puente río Nanay, provincia de Maynas, Iquitos, 2022?

### **Problemas específicos:**

1. ¿Cuáles son las características geológicas y geotécnicas que determinaron el diseño de cimentación profunda de puentes con pilotes de gran diámetro en el puente río Nanay, provincia de Maynas, Iquitos, 2022?
2. ¿Cuáles fueron las condiciones hidrológicas e hidráulicas que determinaron la cimentación profunda con pilotes de gran diámetro en el puente río Nanay, provincia de Maynas, Iquitos, 2022?
3. ¿Cuáles son las ventajas de una cimentación profunda con pilotes de gran diámetro en el puente río Nanay, provincia de Maynas, Iquitos, 2022?

### **Objetivo general:**

Describir los factores que determinaron el diseño de cimentación profunda, presentando la metodología de puentes con pilotes de gran diámetro en el puente río Nanay, provincia de Maynas, Iquitos, 2022.

### **Objetivos específicos:**

1. Enumerar las características geológicas y geotécnicas que determinaron el diseño de cimentación profunda de puentes con pilotes de gran diámetro en el puente río Nanay, provincia de Maynas, Iquitos, 2022.

2. Resumir cuales fueron las condiciones hidrológicas e hidráulicas que determinaron la cimentación profunda con pilotes de gran diámetro en el puente río Nanay, provincia de Maynas, Iquitos, 2022.
3. Describir la singularidad del sistema adoptado, señalando las ventajas de una cimentación profunda con pilotes de gran diámetro en el puente río Nanay, provincia de Maynas, Iquitos, 2022.

## **CAPÍTULO II**

### **Marco referencial**

#### **Antecedentes**

Desde el enfoque de la necesidad de una cimentación profunda, estas son empleadas, toda vez que el peso de las cimentaciones superficiales represente un riesgo para la seguridad de una construcción, por lo que su empleabilidad puede realizarse en suelos que lo requieran, como es el caso del puente Canoas en Tumbes, de 50m de luz, que al estar propuesto sobre suelo blando (CL, SM, SP-SM, SC y GM.), los estudios básicos determinaron que requería de cimentación profunda, el mismo que cambió el diseño inicial de puente reticulado, a una alternativa estructural con un procedimiento óptimo en tiempo de ejecución (5). En este diseño influyó el clima, el suelo y geotecnia. Está última indico que los Parámetros:

- "Densidad: 1.300 gr/cm<sup>3</sup>, Cohesión: 0.2 Kg/cm<sup>2</sup>
- Ángulo de fricción: 25°
- La profundidad de cimentación recomendable: para ambos estribos, es de 27.00 m (longitud de pilotes), la cual se alcanzará con pilotes excavados de 1.00 m. de diámetro con respecto al nivel inferior del cauce actual.
- La capacidad de carga admisible estimada para cada pilote a 25.5 m de profundidad es de 100.97 Ton, mayor que la actuante que es de 100 Ton, se empleará 10 pilotes por estribo.
- Asentamiento máximo esperado: 36.5 mm

En cambio, la Hidrología e Hidráulica, indicó

- Período de retorno: 174 años (vida útil 50 años).
- Caudal de diseño: 289.7m<sup>3</sup>/seg.
- Altura de socavación: 8.50 metros por debajo del fondo del cauce.



Por lo que el diseño contaría con:

Elementos estructurales: de 2 carriles de 3.6 m cada uno. Además, posee 2 bermas a los lados de 60 cm y 2 veredas de 90 cm.

Por lo que el puente poseería una estructura metálica que engancha toda la estructura; y como indica una sola pieza, las dimensiones de las bermas y veredas deben ser ajustadas para encajar en la estructura metálica.

Según indica el autor, el diseño de la superestructura se realizó en SAP2000, los estribos en GEO5 y los pilotes por dos métodos (FHWA 1999 y analítico) comprobando su resistencia grupal con la eficiencia del grupo de 12 pilotes”(5).

En este sentido, algunos autores mencionan que, existe un punto crítico al diseñar y llevar a cabo la construcción de obras de infraestructura, y es que, para cimentaciones profundas, esta tiene que ver con la verificación de la capacidad de carga del suelo de fundación. Para esto se utilizan ensayos de carga estática del tipo bidireccional, y la muy conocida prueba de carga dinámica (PDA), los mismos que proporcionan datos como la distribución de la capacidad de fricción a lo largo del fuste y la capacidad por punta. Sin embargo, precisan que, al momento de realizar una interpretación de datos, se debe considerar la metodología y limitaciones que cada uno posee. Por lo que sugieren que ambos métodos deben ser contrastados para verificar si sus resultados obtenidos son compatibles (6).

Dentro de este contexto, en el que los estudios topográficos, hidrológicos, hidráulicos, y geotécnicos establecen los parámetros para el diseño de una estructura, se fundamentó un puente que se ubicaría en la vía La Céllica – La Magdalena, cantón Puerto Quito, provincia de Pichincha. Según los estudios básicos, la luz sería de 37m para este puente. Así mismo, “constaría de 3 vigas formadas a partir placas de acero estructural ASTM A588 soldadas en forma de I y arriostradas mediante diafragmas formados por perfiles de acero ASTM A36, asentadas sobre apoyos elastoméricos, que

absorben parcialmente las fuerzas horizontales del tablero y transmiten las cargas de la superestructura a la infraestructura, la cual estará conformada por un estribo con cimentación superficial y por un estribo con cimentación profunda que consistiría en 7 pilotes de 80cm de diámetro, asentándose en suelo firme a 8m de profundidad”(7).

Otro caso que va en la misma línea de investigación que el autor anterior, es el puente que se emplaza sobre un depósito de terraza (QT), que “engloba dentro de esta unidad antiguos depósitos fluviales formadas por partículas de tamaño grueso como arenas y gravas, clasificado en cuatro niveles de suelo, tres granulares y uno cohesivo a cierta profundidad, donde el nivel freático se encuentra por encima de los niveles 2, 3 y 4, quedando de esta manera la cota de cimentación de la zapata a la altura de 14.04 m”. este diseño se realizó cumpliendo con la norma AASHTO LRFD 7ma edición, 2014, haciendo uso también de los principios de resistencia de materiales. En el proceso para el cálculo y dimensionamiento de las distintas estructuras(8).

Según estudios, el terreno de cimentación no presenta capacidad portante suficiente para admitir cimentaciones de tipo directo. Por lo que se propuso, la cimentación profunda como medida para evitar que las “frecuentes crecidas del nivel de los ríos socave los estribos del puente” (8)

“La luz del puente es de 35,00 m entre ejes de apoyos para una longitud total de vigas de 35,75 m, cuya sección transversal consta de 6 vigas presforzadas de 2,08 m de altura y un tablero de 0,20 m de hormigón armado con una pendiente transversal a un solo lado de la vía del 2%. Cada elemento viga se asiento sobre apoyos elastoméricos reforzado con placas de acero y cada superestructura se apoya sobre 2 estribos. Estos estribos se cimientan (cada uno de ellos) sobre 9 pilotes de longitud total de 27,84 m. El diámetro de estos pilotes es de 0,80 m” (8).

Otros autores, sin embargo, buscan alternativas para facilitar el proceso de las cimentaciones profundas, por lo que presentan novedades como “la

opción de los pilotes prefabricados hincados a presión, que son denominados pilotes de desplazamiento, debido a que en el sistema constructivo no se extrae material, sino que al hincar los pilotes prefabricados se realiza un desplazamiento lateral del terreno. Enfatizando que son buenos para monorriel y para terrenos blandos. Funcionando como pilotes columna y transmitiendo las cargas en punta a una capa lo suficientemente firme para aguantar la sollicitación, sin que sufra alguna rotura del estrato y en cambio la hincada del pilote genere una mejora a las características propias del mismo” (9).

## **Definiciones teóricas**

## **Cimentaciones profundas**

Son consideradas como tal, si su extremo inferior, en el terreno, está a una profundidad superior a 8 veces su diámetro o ancho (10).

Así mismo, la CTE DB SE-C, considera que, siempre y cuando la ejecución de una cimentación superficial no sea técnicamente viable, “*se debe contemplar la posibilidad de realizar una cimentación profunda*” (10).

Como el objetivo de una cimentación es transmitir al terreno cargas estructurales, de forma amortiguada, que no se pueden transmitir directamente al mismo, por ser un material de baja resistencia y elevada deformabilidad (11). Reúne ciertas tipologías para denominarlas como tal:

- *“Cimentaciones superficiales:  $D/B < 4$*
- *Cimentaciones semiprofundas  $4 < D/B < 8$  a  $10$*
- *Cimentaciones profundas  $8$  a  $10 < D/B$ ” (11).*

En este sentido, se menciona la cimentación en “*profundidad empleada habitualmente para terrenos poco homogéneos o con poca capacidad portante que reparte las cargas al terreno por fuste y/o por punta en terrenos más resistentes*” (12). Este el caso del pilote.

### **Cimentaciones profundas por pilotes: Tipos**

Las cimentaciones profundas se pueden clasificar en los siguientes tipos:

**Tabla 1. Tipo de Cimentaciones Profundas**

Ítem	Tipo de Pilote	Descripción
1	Pilote aislado	Como su nombre lo indica, están a una distancia lo suficientemente alejada de otros pilotes, esto con la finalidad que no exista interacción geotécnica entre ellos.
2	Grupo de pilotes	aquellos que interaccionan entre sí que, por su proximidad, y/o están unidos mediante elementos estructurales. Estos además son lo suficientemente rígidos, para trabajar de forma conjunta.
3	Zonas pilotadas	Aquellos que son preparados para mejorar la seguridad frente a hundimiento de las cimentaciones. Es importante mencionar que son de escasa capacidad portante individual y suelen estar regularmente espaciados, situándose en puntos estratégicos.
4	Micropilotes	Estos están compuestos por una armadura metálica, su formación está compuesta por tubos, barras o perfiles introducidos dentro de un taladro de pequeño diámetro, pudiendo estar o no inyectados con lechada de mortero a presión más o menos elevada. El cálculo de micropilotes inyectados no se contempla en el presente Documento Básico”

Fuente: Los autores, 2022/(12)/ Adaptación.

*Por otro lado el Manual de Puentes (13), indica que existen:*

*“a) Pilotes hincados (desplazantes) los cuales se introducen en el terreno mediante golpes de martillo, son generalmente de concreto o metálicos. b) Pilotes*

*perforados (no desplazantes) para los cuales se perfora el terreno extrayendo el material con equipos adecuados hasta que la perforación alcance la longitud requerida del pilote, luego se pone la armadura en el pozo perforado y se vacía el concreto. C) Micropilotes“ (13).*

## **Funciones y Usos de los Pilotes**

Siendo el pilote un elemento estructural que forma parte de una infraestructura, sus funciones principales son:

**Tabla 2. Funciones y Uso de los Pilotes**

Función	Descripción	A través de:	Hasta
Transferir cargas	Desde la superestructura y del resto de la infraestructura	- Estratos débiles/compresibles - Del agua o aire	- Estratos (rocas, arcillas duras o suelos de baja compresibilidad) inferiores con la suficiente capacidad de carga como para soportar la estructura, comportándose el pilote como una extensión de columna o pilar. - Al pilote que reposa sobre estos estratos se le denomina "pilote de punta".
Transferir o repartir la carga	Sobre un suelo relativamente suelto a través de la fricción de superficie entre el pilote y el suelo	- Fricción: de grano grueso muy permeable y de grano fino de baja permeabilidad	- Es difícil encontrar estratos de suelos homogéneos, por lo que no existe un límite real entre estas categorías
"Fricción negativa"	Donde el suelo alrededor de un pilote lo mueve hacia abajo	- Hincado de un pilote en un estrato blando en cuya superficie se coloca un relleno que consolide el terreno	- Generar en las caras del pilote unas fuerzas de fricción hacia abajo
Proporcionar anclaje	A estructuras sujetas a subpresiones, momentos de volteo o cualquier efecto que trate de levantar la estructura.	- Las fuerzas horizontales que se resisten por pilotes en flexión o por grupos de pilotes verticales e inclinados que actúan	- Combinar las resistencias axiales y laterales de todo el grupo

		como un sistema estructural	
Alcanzar	Con la cimentación profundidades que no estén sujetas a erosión.	- Socavaciones	- Otros efectos
Evitar daños	que puede producir una futura excavación a la cimentación de una edificación adyacente	- El pilote lleva la carga de la cimentación	- Debajo del nivel de excavación esperado.
Asegurar	Que no sucedan movimientos estacionales	- Suelos expansivos	- Colapsables
Proteger estructuras	Estructuras marinas como muelles y atracaderos	- Impactos de barcos	- Objetos flotantes.
Soportar	Muros de contención	- Contrafuertes	- Cimentaciones de máquinas.
Compactar el suelo		-	-

Fuente: Los autores, 2022/(14). Adaptación.

### **Longitud efectiva de cálculo de su profundidad**

Para el tipo de pilotes hincados, pilotes perforados, etc, la longitud efectiva de cálculo de su profundidad se tomará desde el nivel de la socavación total máxima hasta la parte inferior del pilote.

En este sentido, el Manual de Puentes (15), indica que si una zapata se apoya sobre pilotes para transmitirles las cargas que soporta, la parte superior de esta zapata estará por debajo de la socavación estimada por contracción, con la finalidad de minimizar la obstrucción al flujo de la inundación y que se produzca socavación local (13). Ver Artículo 2.6.4.4.2 AASHTO (16).

### **Requisitos para Diseño de Pilotes**

El Manual de Puentes(15), indica lo siguiente:

**Deberán ser diseñados:**

- Para tener capacidad portante y resistencia estructural adecuadas, y soportar asentamientos y desplazamientos laterales tolerables.

**Deben estar dirigidos a los siguientes temas como apropiados:**

- La diferencia entre la resistencia de un pilote simple y de un grupo de pilotes.
- Interacción del grupo de pilotes.
- Estimación de la cantidad de pilotes, cuya penetración requerida reúna la resistencia nominal axial y otros requisitos de diseño.
- Capacidad del estrato de suelo para soportar la carga del grupo de pilotes.
- Mínima penetración necesaria de los pilotes para satisfacer los requerimientos causados por el Levantamiento, Socavación, Fricción Negativa (downdrag), Asentamiento, Licuefacción, Cargas Laterales y Solicitaciones Sísmicas.
- Deflexión de la fundación para conocer el recorrido establecido y relacionado al criterio de desempeño estructural.
- Resistencia estructural nominal de la cimentación con pilotes.
- Verificación de la manejabilidad de los pilotes para confirmar que los esfuerzos en el hincado son aceptables y el conteo de golpes puede ser logrado con un sistema de hincado disponible, conocer así todos los criterios de aceptación del contrato.
- Durabilidad, a largo plazo, de los pilotes en servicio, esto es a la corrosión y deterioro.
- Efectos del hincado de pilotes sobre las estructuras adyacentes.



## CAPÍTULO III

### Material y métodos

#### Tipo de investigación:

Descriptivo

#### Diseño:



#### Población de referencia:

Puentes con cimentación profunda

#### Muestra:

Puente sobre el río Nanay

#### Criterios de inclusión:

- Puentes emplazados sobre suelo blando
- Cimentaciones profundas  $8 < D/B$

#### Criterios de exclusión:

- Puentes no emplazados sobre suelo blando
- Cimentaciones superficiales:  $D/B < 4$
- Cimentaciones semi profundas  $4 < D/B < 8$  a  $10$

#### Tamaño de la muestra:

Como el estudio es descriptivo, no se necesitó calcular el tamaño de la muestra.

#### Factibilidad:

El Puente sobre el río Nanay, tiene todas las condiciones para poder acceder a un tipo de análisis sobre cimentaciones profundas con pilotes.

**Intervención:** se seleccionó el Puente sobre el río Nanay, por su longitud general de 2,283 metros, y ser considerado el puente más largo del Perú.

**Indicadores de eficacia:**

A. Condiciones de cimentación:

- Estrato

B. Hidrología e Hidráulica:

- Máximo nivel con un periodo de retorno
- Caudal

C. Condiciones de clima:

- Temperatura
- Precipitación
- Viento

D. Condiciones sísmicas

- Tipo de suelo
- Denominación de suelo
- Velocidad de ondas de corte

E. Cantidad de Pilotes

## CAPÍTULO IV

### Resultados

#### 4.1. UBICACIÓN:

El puente sobre el río Nanay, conocido comúnmente como “Puente Nanay”, se encuentra ubicado en el Departamento de Loreto, Provincia de Maynas, Distrito de Punchana, Ciudad de Iquitos, emplazado sobre el Río Nanay.

#### 4.2. CARÁCTERÍSTICAS:

**Tabla 3. Características generales del "Puente Nanay"**

Descripción	Longitud (m)
Longitud de vía	426.30 m
viaducto del margen derecho	1189.65 m
viaducto del margen izquierdo	325.55 m
rampa de acceso al margen derecho	215.50 m
rampa de acceso al margen izquierdo	126.50 m

Fuente: Adaptación de los autores, (2022) /Gobierno Regional de Loreto.

### 4.3. PROYECTO:

#### 4.3.1. ANTECEDENTES

El proyecto fue concebido inicialmente como proyecto de Inversión Pública "CONSTRUCCION DE LA CARRETERA BELLA VISTA - MAZAN - SAL VADOR - EL ESTRECHO, con Código SNIP 396, teniendo como Unidad Formuladora al Proyecto Especial Binacional de Desarrollo Integral de la Cuenca del río Putumayo, PEDICP (17), del Ministerio de Agricultura, actual Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego – MIDAGRI (18) y como Unidad Ejecutora al MTC- PROVIAS Descentralizado (PVD) (19). Proyecto que hasta el 2015, se encontraba con el Estudio de Factibilidad aprobado, correspondiente al Diseño Definitivo del Tramo 1 (20).

#### 4.3.2. DEFINITIVO

El proyecto definitivo corresponde a la construcción del Tramo I de la vía. Este inicia en Bellavista, en la Av. La Marina, en el Distrito de Punchana, posteriormente, cruza el río Nanay, finaliza en el poblado de Santo Tomás.

**Tabla 4. Componentes del Puente Nanay**

N°	COMPONENTE	DE	A	TIPO	LONGITUD (m)
1	PUENTE NANAY	Pilar P27	Pilar P28	Atirantado	437.60
2	VIADUCTO MARGEN DERECHA	Estribo E1	Pilar P27	Viga Continua	1184.00
3	VIADUCTO MARGEN IZQUIERDA	Pilar P28	Estribo E2	Viga Continua	319.90
4	RAMPA ACCESO M. DERECHA	Av. La Marina	Estribo	El Muro SMR	215.50
5	RAMPA ACCESO M. IZQUIERDA	Estribo E2	Santo Tomas	Muro SMR	126.50
					Total (m): 2283.50

*Fuentes: Los autores, (2022)/(20). Adaptación*

**Tabla 5. Posición de pilotes**

Pilar		# Pilotes	Longitud Pilote (m)	L. Izquierdo cantidad (und)	Frontal cantidad (und)	L. derecho cantidad (und)	
FRENTE 1	E1	8	13		8		
		8	20		8		
	P1	8	13		8		
		8	20		8		
	P2	8	13		8		
		8	20		8		
	P3	8	16		8		
		8	18		8		
	P4	12	13		9	3	
		12	20		9	3	
	P5	12	16	3	6	3	
		12	18	3	6	3	
	P6	12	13	3	6	3	
		12	20	3	6	3	
	P7	12	13	3	6	3	
		12	20	3	6	3	
	P8	12	13	3	6	3	
		12	20	3	6	3	
	PRIMERA FASE				SEGUNDA FASE		
	PILAR		# PILOTES		PILAR		# PILOTES
Pilar P1 al P3,		8 c/u		Pilar P16 al P21		12 c/u	
Pilar P4 al P8		12 c/u		Pilar P22 al P26		15 c/u	

*Fuentes: Los autores, (2022)/(20). Adaptación*

## **Descripción de los componentes:**

### Componente 1:

Está compuesto por un Puente Atirantado, que se emplaza en una longitud de 437.60 m, y consta de 3 tramos. La luz central tiene una extensión de 241.50 m.

### Componente 2:

Comprendido por un Viaducto de 1,184 m de longitud y un ancho de 14.80 m, así mismo, su conformación comprende varios módulos que albergan 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 proyectó tramos de menor luz, por razones de gálibo (20).

### Componente 3:

Este componente comprende un Viaducto con una extensión de 319.90 m de longitud, de estructura similar al viaducto de la margen derecha.

### Componente 4:

Comprendió la construcción de una Vía de dos carriles, de 14.80 m de ancho total. En este componente se realizó un relleno de suelo mecánicamente reforzado con geomallas, de 215 m de longitud.

### El componente 5:

Acceso provisional, para empalmar temporalmente con el terreno existente. Es preciso mencionar que a partir de este componente, es parte de lo que será el Tramo 11 de la carretera Bellavista-Mazán. Es de criterio técnico tener

en cuenta, que durante 6 a 7 meses de año (enero-julio), la zona de la margen derecha es inundable, y la margen izquierda en menor medida (20).

#### 4.3.3. DISEÑO VIAL

**Tabla 6. diseño vial "Puente Nanay"**

<b>Carretera: Segunda categoría</b>	
Descripción	Medida
Carril	2 unidades
Ancho de Carril	3.60m
Berma	2.00m
Vereda	1.20m (cada lado)
Barandas	0.20x1.20m (cada lado)
Superficie de rodadura	Carpeta asfáltica

Fuente: Los autores, (2022)/ (20). Adaptación

El diseño vial, fue concebido respetando el Manual de Diseño de Carreteras DG 2013 del MTC (21) y los requerimientos de PVD, para los siguientes parámetros y características de la vía.

#### **INDICADORES DE EFICACIA:**

##### A. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

**Tabla 7. Condiciones de Cimentación: Zona de ubicación del proyecto**

<b>Zona de ubicación del proyecto</b>			
Ítem	Condición	Conformación	Observación
1	Estrato superficial	arcilla blanda	muy baja capacidad portante
2	Estrato intermedio	arena	medianamente densa
3	Estrato profundo	arcilla	muy dura

Fuente: Los autores, (2022) / Adaptación

**Tabla 8. Socavación Máxima: Zona de cruce del río Nanay**

<b>Zona de cruce del río Nanay</b>			
Condición	Descripción	Observación	Propuesta
Socavación	Máxima	8.0m por debajo del cauce del río Nanay	Cimentación Profunda mediante pilotes

Fuente: Los autores, (2022) /Adaptación

**Tabla 9. Viaducto de la margen derecha e izquierda**

<b>Viaducto de la margen derecha e izquierda</b>		
Pilotes	Diámetro	Longitud
hincados de acero	42" de diámetro	30m

Fuente: Los autores, (2022) /Adaptación

**Tabla 10. Viaducto de la margen derecha e izquierda**

<b>Cimentación del puente atirantado</b>		
Pilotes	Diámetro	Longitud
de concreto	2.0m de diámetro	45ro a 60ro

Fuente: Los autores, (2022) /Adaptación

## B. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA:

**Tabla 11. Máximo Nivel y Periodo de retorno del río Nanay**

MÁXIMO NIVEL	PERIODO DE RETORNO
116.7msnm	2.33 años
119.5 msnm	140 años
120.3 msnm	500 años
NAMO y NAME	
NAMO = 116.7 msnm	NAME = 119.5 msnm
Promedio de los niveles mínimos anuales: 107.8 msnm	

Fuente: Los autores, (2022) /Adaptación



Descripción: en la **Tabla 11**, se observa que en un periodo de retorno de 2.33, el nivel máximo de agua es 116.7 msnm, lo que significa que este valor debe ser tomado como la base de nivel mínimo de la base de la viga de apoyo del puente Nanay.

**Tabla 12. profundidades de Socavación dr**

Periodo de retorno (Tr) (años)	Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)	Socavación total dr 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

Fuente: (17) y (20).

C. CONDICIONES DE CLIMA:

**Tabla 13. Condiciones de clima**

TEMPERATURA	PRECIPITACIÓN	VIENTO	variación espacial
26.60 °C	2700 mm	muy baja	insignificante
(media anual)	(media anual)	.	

Fuente: Los autores, (2022) /Adaptación

D. CONDICIONES SÍSMICAS

**Tabla 14. Condiciones Sísmicas Vp y Vs**

(Vp) y (Vs)					
Progresiva	Método de estudio	Zona	aceleración	suelo de fundación	efectos sísmicos

Km 0+100 al Km 2+285	prospección geofísica- refracción sísmica MASW y MAM.	baja amenaza sísmica	máxima en el basamento rocoso de 0.16g	baja calidad	amplificación signjficativa
----------------------------	--	----------------------------	--	-----------------	--------------------------------

1: Velocidades Propagación de las ondas compresionales (Vp)

2: Velocidades de propagación de las ondas de corte (Vs)

Fuente: Los autores, (2022) /Adaptación

## E. CANTIDAD DE PILOTES

<b>SUB ESTRUCTURA</b>				
DESCRIPCIÓN	N° PILOTES	ARREGLO	MEDIDAS	CABEZALES
TORRES	18	3X6	2.0m diámetro 60m longitud	4.0m peralte 16mx34m planta
PILARES DE ANCLAJE	8	2X4	P27: 50m P28:45m	3.0m peralte 10mx22m planta

Fuente: Los autores, (2022) /Adaptación

## **CAPÍTULO V**

### **Discusión:**

Partiendo de la seguridad de la construcción, existen criterios básicos suficientes que fueron considerados para determinar el tipo de cimentación que era necesario para la construcción del “Puente Nanay”, los mismos que son respaldados por los resultados de los estudios, debidamente realizados, por lo que se concuerda con autores como ORELLANA CASTILLO (5), y TORRES CHAMBA (8). Estos mencionan que, al obtener Suelos Blandos, en los ensayos, estas construcciones de gran dimensión, requieren cimentación profunda, sin embargo, siempre se debe tomar en cuenta la influencia del clima, el suelo y geotecnia, pues esta tiene que ver con la capacidad de carga del suelo de fundación, según indica CUNO (6).

En este sentido, algunos autores mencionan que, existe un punto crítico al diseñar y llevar a cabo la construcción de obras de infraestructura, y es que, para cimentaciones profundas, esta tiene que ver con la verificación de la capacidad de carga del suelo de fundación. Para esto se utilizan ensayos de carga estática del tipo bidireccional, y la muy conocida prueba de carga dinámica (PDA), los mismos que proporcionan datos como la distribución de la capacidad de fricción a lo largo del fuste y la capacidad por punta. Sin embargo, precisan que, al momento de realizar una interpretación de datos, se debe considerar la metodología y limitaciones que cada uno posee. Por lo que sugieren que ambos métodos deben ser contrastados para verificar si sus resultados obtenidos son compatibles (6).

Toma importancia los estudios básicos y preliminares para proponer el diseño de una construcción, los estudios topográficos, hidrológicos, hidráulicos, y geotécnicos establecen los parámetros para el diseño de una estructura BOADA PESANTES(7).

## **CAPÍTULO VI**

### **Conclusiones:**

De los resultados obtenidos, según criterios de aplicabilidad:

- El estrato superficial está conformado de arcilla blanca de baja capacidad portante.
- Sin embargo, el estrato profundo, esta conformado de arena medianamente densa.
- Así mismo, la socavación es máxima, 8m por debajo del río Nanay. Según estos resultados, la cimentación del “Puente Nanay”, debe ser profunda – mediante pilotes. Considerando un periodo de retorno de 2.33, el nivel máximo de agua es 116.7 msnm. La temperatura es de 26°C, con precipitación media anual de 2700mm y poco viento.
- La zona donde fue construido el “Puente Nanay” es de baja amenaza sísmica.
- La cantidad de pilotes empleados para su construcción fueron 26, divididos entre las torres y Pilares de anclaje.

**Recomendaciones:**

- Como autores de este trabajo, sugerimos a los profesionales de la zona, actualizarse en el estudio y manejo de estas tecnologías.
- Recomendamos desarrollar investigaciones de índole de inspección y patología sobre los pilotes usados en el puente Nanay, a fin de conocer su estado de conservación, propiedades, comportamiento en el tiempo y otros referidos a la ingeniería civil.
- Incentivamos desde el trabajo propuesto, a los profesionales, estudiantes y otros, aportar investigaciones referidos a pilotes para ser usados en las construcciones de la zona.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. CONSTRUMÁTICA. Cimentaciones Profundas. . 2017.
2. STRUCTURALIA. Construcción de cimentaciones en puentes. . 2021. Uno de los aspectos fundamentales en la construcción de puentes e infraestructuras es la cimentación
3. CABRERA MARTÍNEZ, J. *Estudio Aplicado de los costes de la prevención de Riesgos Laborales en la construcción de Puentes de Hormigón*. 2005.
4. LÓPEZ RODRÍGUEZ, Ignacio J. Cimentaciones profundas: ejecuciones de pilotes de extracción. . 2013.
5. ORELLANA CASTILLO, Javier Steven and PAITÁN ALEJOS, Juan Pablo. Determinación y diseño del tipo de cimentación profunda con pilotes en puentes sobre suelos arenosos en Tumbes mediante un modelo computarizado. . 2022.
6. CUNO, R. D. Contraste entre las pruebas de carga estática bidireccional y carga dinámica para la obtención de la capacidad del suelo de fundación en cimentaciones profundas–Caso estudio Puente Nanay. . 2021.
7. BOADA PESANTES, Diego Fernando and VINUEZA SÁNCHEZ, Manuel Agustín. *Diseño de un puente vehicular utilizando vigas de acero estructural de alma llena y cimentación profunda*. . B.S. thesis. Quito: UCE, 2019.
8. TORRES CHAMBA, Andrés Santiago and YUQUILEMA YUNGÁN, Jorge Armando. *Proyecto de diseño estructural de un puente con vigas presforzadas sobre cimentación profunda, ubicado en un tramo de la carretera E-25, cantón Guabo, parroquia Río Bonito, provincia de El Oro*. . B.S. thesis. Quito: UCE, 2018.
9. MARTÍNEZ DÍAZ, Adolfo Enrique. Guía para hincado a presión de pilotes prefabricados de concreto reforzado en cimentación profunda, con base en reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR 10). . 2017.
10. DOCUMENTO BÁSICO SE-C. *Cimientos*. . 2019.
11. OLIVELLA. Cimentaciones Profundas. . 2003.
12. MORENO CANSADO, Alberto. Cimentaciones Profundas: Pilotes. *FUNDACIÓN MUSAAT*. 2018. Vol. C, no. 16pp, p. 56–63.

13. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de Puentes*. . 2016.
14. ALVA HURTADO, Jorge Elias. CIMENTACIONES PROFUNDAS. . 3 June 2022.
15. RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°19-2018-MTC/14, 2018. *Manual de Puentes*. 15 2018.
16. AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials. *Artículo 2.6.4.4.2*. Online. 2020. [Accessed 3 June 2022]. Available from: <https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/aashto/>
17. PEBDICP. Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo. . 2022. Ejecutamos proyectos regionales y binacionales para integrar las fronteras de la región Loreto con el resto del país. Asimismo, promovemos el desarrollo del mercado transfronterizo a través de mecanismos y acciones tanto económicas como sociales. #gobpe
18. MINAGRI. Ministerio de Agricultura y Riego -. . 2022.
19. MTC. Provias Descentralizado. Online. 2022. [Accessed 3 June 2022]. Available from: <http://www.proviasdes.gob.pe/ejecgastoPVD.html>
20. MTC, PROVIAS DESCENTRALIZADO and SIMA. *CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA BELLAVISTA - MAZÁN - SALVADOR - EL ESTRECHO TRAMO 1: BELLAVISTA - SANTO TOMAS*. 2015.
21. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2013*. . 2013.

## ANEXOS

### 1. PANEL FOTOGRÁFICO

#### **DISEÑO:**

**Figura 1. Puente nanay, viaductos y accesos**



Fuente: Consorcio Puentes Loreto, 2019.

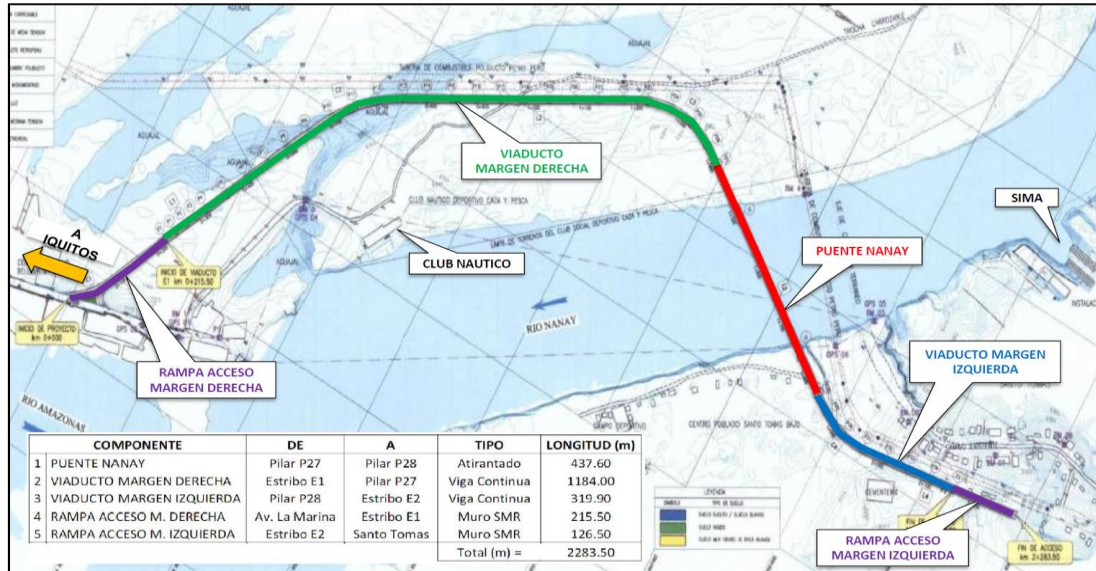
**Figura 2. Trazo de Inicio y final de puente Nanay**



Fuente: Consorcio Puentes Loreto, 2019.

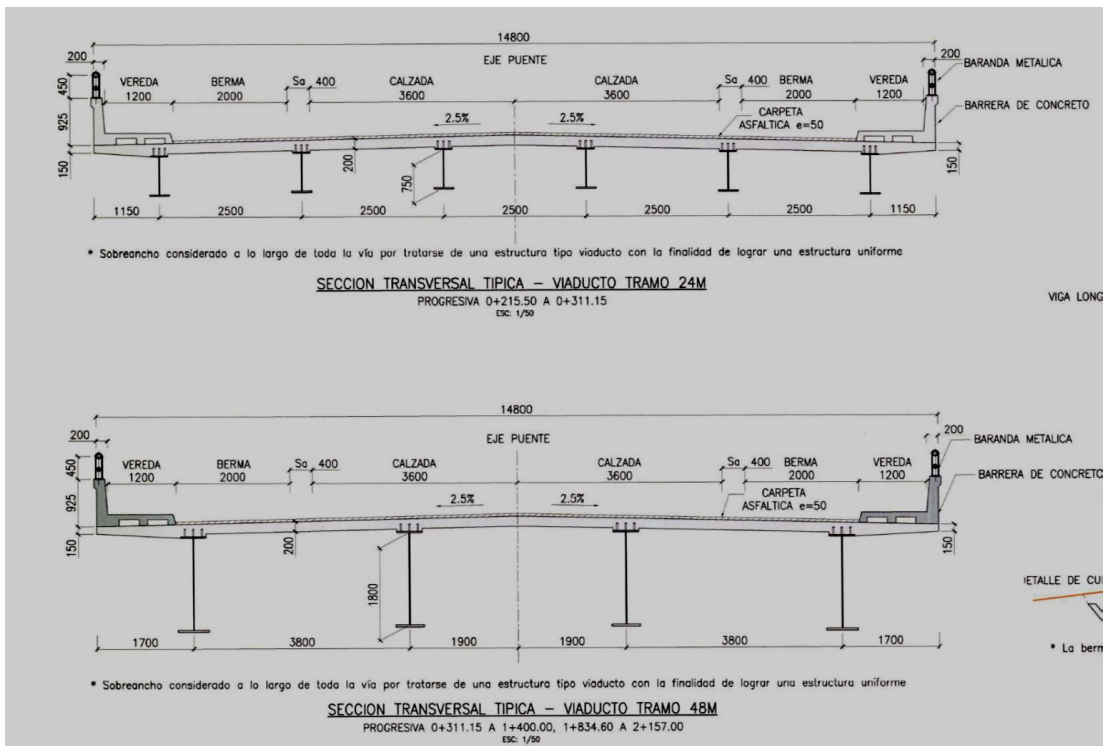


**Figura 3. Ruta Nacional PE 5N I: Emp . LO 103 (Iquitos) Bellavista Mazan Cruce del Rio Napo San Antonio del Estrello Ruta Nacional PE 5N I: Rio Putumayo.**



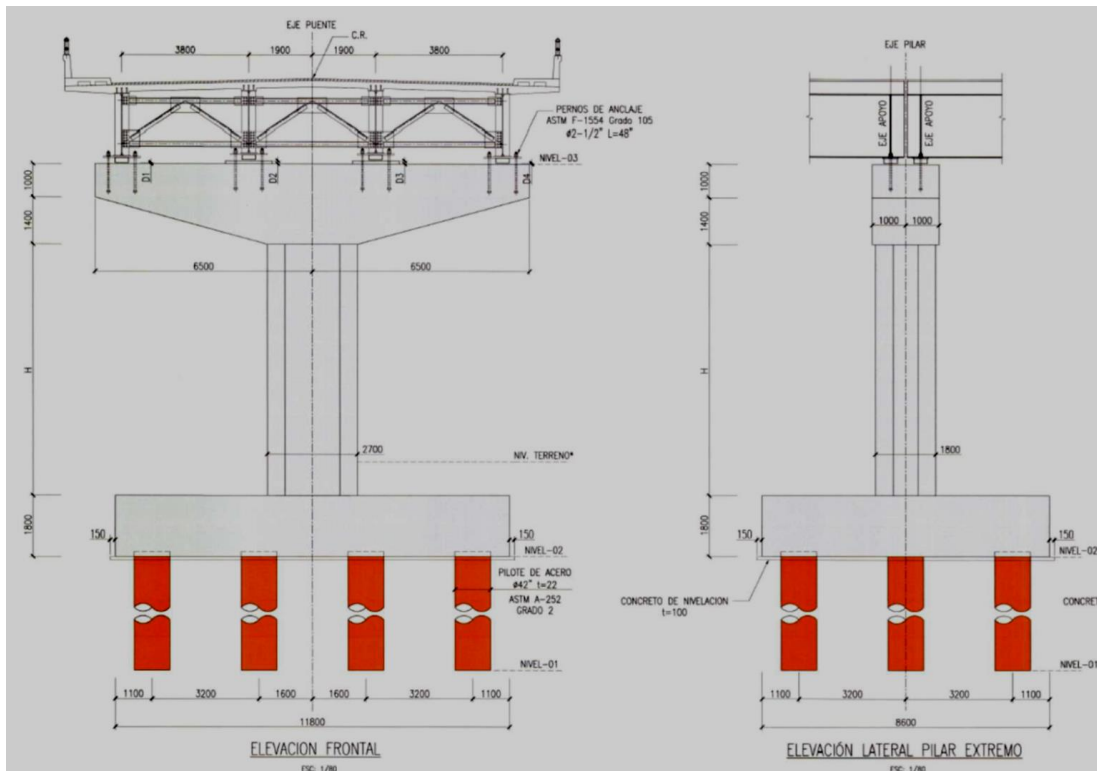
Fuente: Consorcio Puentes Loreto, 2019.

**Figura 4. Viaducto de Acceso: Superestructura Puente Nanay**



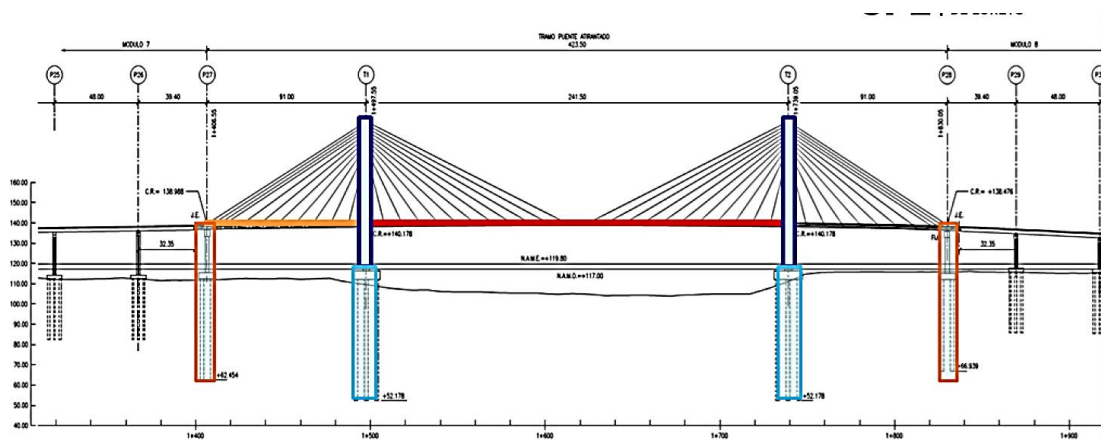
Fuente: Consorcio Puentes Loreto, 2019.

**Figura 5. Elevación frontal y lateral de un pilar- Puente Nanay**



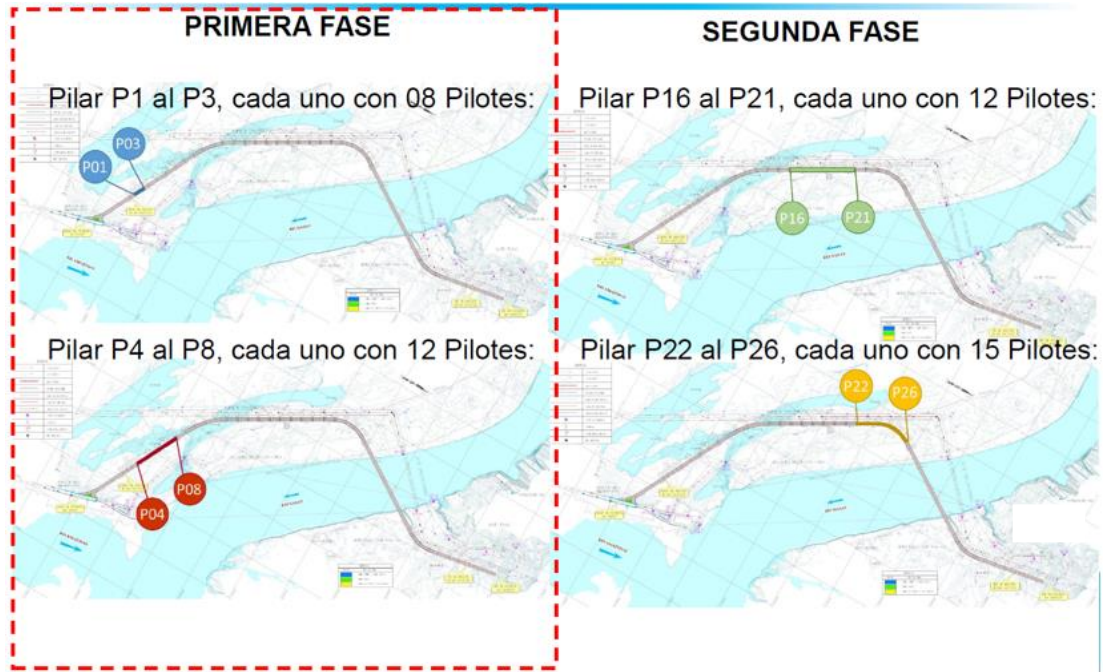
Fuente: Consorcio Puentes Loreto, 2019.

**Figura 6. Puente Atirantado Río Nanay**



Fuente: Consorcio Puentes Loreto, 2019.

**Figura 7. Ubicación de Pilares y pilotes contenidos**



*Fuente: Consorcio Puentes Loreto, 2019.*

**EJECUCIÓN:**

**Figura 8. Camino Provisional de construcción del Puente de Nanay**



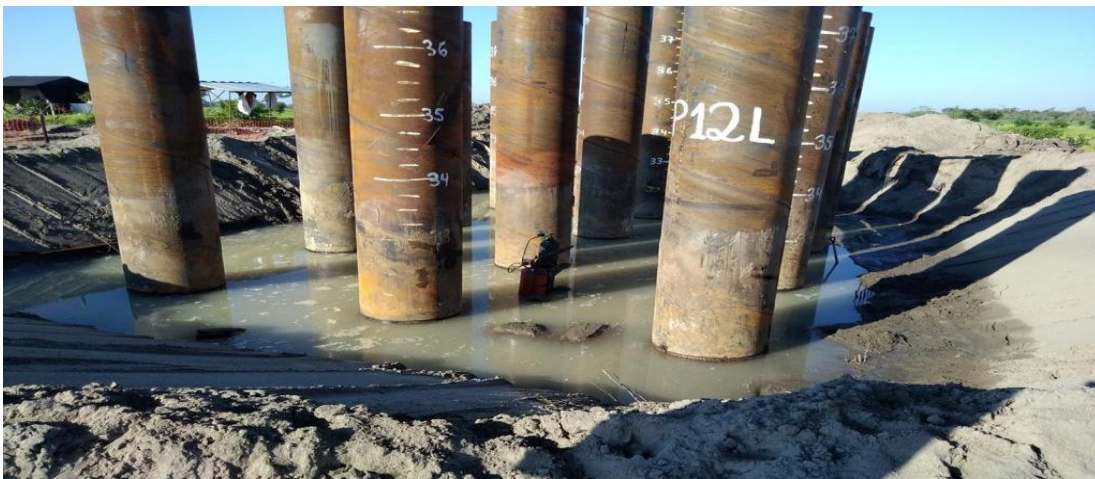
*Fuente: Consorcio Puentes Loreto, 2019.*

**Figura 9. Pilotes de fabricante Turco- iniciado en enero y finalizado en febrero, 2018**



*Fuente: Consorcio Puentes Loreto, 2019.*

**Figura 10. Hincado de Pilotes Metálicos**



**Fuente: Consorcio Puentes Loreto, 2019.**