



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Cutipa Alejo, Javier (ORCID: 0000-0003-1245-8206)

Pari Ancco, Wiliam (ORCID: 0000-0002-0732-6527)

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA NORTE — PERÚ**

**2021**

## DEDICATORIA

Ante todo, agradecer a Dios todo poderoso por darme la vida y también a mi familia, por ser la motivación y haberme brindado el apoyo permanente en toda mi vida para ser un buen profesional.

WILIAM PARI ANCCO

A mi hijo Chris Bryan por ser mi motivo y mi impulso de cada día, a mi madre Segundina Alejo que desde el más allá siempre me guía y me cuida, a mi tío Aureliano por apoyo incondicional y a todos los familiares y amistades que siempre confiaron en mí.

JAVIER CUTIPA ALEJO

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga por sus enseñanzas durante la elaboración de mi tesis y también a la Universidad Cesar Vallejo.

WILIAM PARI ANCCO

A mi asesor Dr. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga por sus enseñanzas y paciencia durante la elaboración de mi tesis y también a la Universidad Cesar Vallejo por permitirnos formar parte de su Institución.

JAVIER CUTIPA ALEJO

# Índice

Índice de Contenidos .....	1
Índice de Tablas .....	3
Índice de Figuras.....	4
RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
I. INTRODUCCIÓN .....	8
II. MARCO TEÓRICO .....	12
III. METODOLOGÍA .....	38
3.1. Tipos y Diseño de Investigación .....	38
3.2. Variables y Operacionalización .....	39
3.3. Población, Muestra y Muestreo .....	39
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	40
3.5. Aspectos Éticos .....	41
IV. RESULTADOS.....	43
4.1. Estudio Topográfico.....	43
4.2. Estudio de geología y mecánica de suelos .....	50
4.3. Estudio de Hidrología .....	53
4.4. Modelamiento y análisis estructural del puente con el software CSI Bridge. ....	58
4.5. Diseño del puente de tipo arco atirantado .....	75
V. DISCUSIÓN .....	95

<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>100</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>102</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>106</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Luces recomendadas para puentes de acero</i> .....	28
<b>Tabla 2.</b> <i>Resultados topograficos</i> .....	43
<b>Tabla 3.</b> <i>Existencia de vehiculos en el C.P. de Isillumá</i> .....	49
<b>Tabla 4.</b> <i>Resultados del estudio de mecanica de suelos</i> .....	51
<b>Tabla 5.</b> <i>Promedio de meses de mayor precipitacion</i> .....	54
<b>Tabla 6.</b> <i>Promedio de meses de menos pricipitacion</i> .....	54
<b>Tabla 7.</b> <i>Pricipitacion maxima anual</i> .....	55
<b>Tabla 8.</b> <i>Los constantes C, Zo</i> .....	64
<b>Tabla 9.</b> <i>Precion basica a una velocidad de 100 Km</i> .....	65
<b>Tabla 10.</b> <i>Reacciones para envolventes de cargas</i> .....	74
<b>Tabla 11.</b> <i>Resultado de pandeo lateral torsional</i> .....	79
<b>Tabla 12.</b> <i>Datos de perfil 1000x500x15</i> .....	81
<b>Tabla 13.</b> <i>Determinacion de la fluencia Mn</i> .....	83
<b>Tabla 14.</b> <i>Calculo en el dimensionamiento del estribo</i> .....	86
<b>Tabla 15.</b> <i>Pesos propios y cargas de suelo</i> .....	87
<b>Tabla 16.</b> <i>Combinacion de cargas</i> .....	90
<b>Tabla 17.</b> <i>Resultados de las fuerzas actuantes</i> .....	91
<b>Tabla 18.</b> <i>Resultado de los momentos actuantes</i> .....	91
<b>Tabla 19.</b> <i>Resultados de fuerzas resistentes</i> .....	92
<b>Tabla 20.</b> <i>Resultado de momentos resistentes</i> .....	92
<b>Tabla 21.</b> <i>Resultado de la estabilidad al deslizamiento</i> .....	93
<b>Tabla 22.</b> <i>Resultado de la estabilidad al volteo</i> .....	93
<b>Tabla 23.</b> <i>Reaciones del suelo frente a las cargas actuantes</i> .....	94

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Primer puente hecho por el hombre prehistorico</i> .....	19
<b>Figura 2.</b> <i>Tipos de puente arco</i> .....	20
<b>Figura 3.</b> <i>Forma de cruzar de la Poblacion del C.P. de Isillumá</i> .....	24
<b>Figura 4.</b> <i>Loza prefabricada de concreto</i> .....	36
<b>Figura 5.</b> <i>Produccion de palta en el año N</i> .....	47
<b>Figura 6.</b> <i>Simulacion del modelo hidrológico CON HEC HMS</i> .....	56
<b>Figura 7.</b> <i>Caudal maximo para un periodo de retorno de 50 años</i> .....	57
<b>Figura 8.</b> <i>Caudal del tirante del rio</i> .....	57
<b>Figura 9.</b> <i>Carga HL – 93 K (camion de tres ejes)</i> .....	62
<b>Figura 10.</b> <i>Carga HL – 93 M (camion de dos ejes)</i> .....	62
<b>Figura 11.</b> <i>Modelo estructural del puente tipo arco atirantado</i> .....	67
<b>Figura 12.</b> <i>Primera iteracion de la viga de arco y viga longitudinal</i> .....	68
<b>Figura 13.</b> <i>Segunda iteracion de la viga de arco y viga longitudinal</i> .....	68
<b>Figura 14.</b> <i>Tercera iteracion de la viga de arco y viga longitudinal</i> .....	69
<b>Figura 15.</b> <i>Diagrama de momentos de cargas permanentes</i> .....	70
<b>Figura 16.</b> <i>Diagrama de cortantes de cargas permanentes</i> .....	70
<b>Figura 17.</b> <i>Diagrama de cargas axiales</i> .....	71
<b>Figura 18.</b> <i>Diagrama de esfuerzos</i> .....	71
<b>Figura 19.</b> <i>Camion a <math>1/8 L</math></i> .....	71
<b>Figura 20.</b> <i>Camion a <math>1/4 L</math></i> .....	71
<b>Figura 21.</b> <i>Camion a <math>1/2 L</math></i> .....	71
<b>Figura 22.</b> <i>Diagrama de momentos con carga camion HL-93</i> .....	71
<b>Figura 23.</b> <i>Diagrama de fuerzas cortantes con camion HL-93</i> .....	73
<b>Figura 24.</b> <i>Diagrama de fuerzas axiales con camion HL-93</i> .....	73
<b>Figura 25.</b> <i>Reacciones para envolventes de cargas</i> .....	73

<b>Figura 26.</b> <i>Deformada con camion al 1/8 L</i> .....	74
<b>Figura 27.</b> <i>Deformada con camion al 1/4 L</i> .....	74
<b>Figura 28.</b> <i>Deformada con camion al 1/2 L</i> .....	75
<b>Figura 29.</b> <i>Diseño de pendolas</i> .....	76
<b>Figura 30.</b> <i>Diseño de viga principal</i> .....	77
<b>Figura 31.</b> <i>Diseño a flexion de viga arco</i> .....	80
<b>Figura 32.</b> <i>Diseño de viga diafragma</i> .....	82
<b>Figura 33.</b> <i>Deflexion maxima</i> .....	84
<b>Figura 34.</b> <i>Modelo de estribo para puente tipo arco atirantado</i> .....	85
<b>Figura 35.</b> <i>Comportamiento de cargas en el estribo</i> .....	87
<b>Figura 36.</b> <i>Reaccion del suelo frente a las cargas actuantes</i> .....	94



## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillum para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.

La metodología empleada en el diseño de investigación es: no experimental y de tipo teórico, y de nivel explicativo, con una población de muestra del lugar de influencia y además para integrar a los productores agrícolas y pobladores de los sectores Puerto Rico, Huinchusmayo, Santiagomayo, Huayruruni, Bellavista, Chunchusmayo, Santa Rosa Janacchimpa al centro poblado de Isillum.

Se realizó los estudios de topografía, geología y mecánica de suelos, hidrología, además de realizar el modelamiento y análisis estructural del puente con el software CSI Bridge y finalmente el diseño del puente de tipo arco atirantado.

After the basic engineering, a 95.00 m bridge span was defined, with a superstructure height of 14.00 m, the number of tracks 01 and a road width of 3.60 m, with sidewalks of 0.60 m and a total width of 5.00 m.

Al realizar su modelamiento y análisis estructural nos permitió diseñar el puente tipo arco y obtener las secciones de acero estructural, tanto de la sección longitudinal W36x210 y el perfil transversal W12x26, cumpliendo con los requisitos del módulo de sección y flexión torsional. La sección final para el arco cajón de 20x500x1000 mm y de acero pretensado de alta resistencia para las péndolas de 60 mm de diámetro. Y finalmente el cálculo y diseño de la subestructura.

**Palabras Clave:** Puente tipo arco atirantado, análisis estructural, diseño de puente, mejora de la transitabilidad.

## ABSTRACT

The present thesis research aims to design the cable-stayed arch type bridge in the community of Isilluma to improve the walkability of the population, Alto Inambari - Puno.

The methodology used in the research design is: non-experimental and theoretical, and explanatory level, with a sample population from the place of influence and also to integrate agricultural producers and residents of the Puerto Rico, Huinchusmayo, Santiagomayo sectors, Huayruruni, Bellavista, Chunchusmayo, Santa Rosa Janacchimpa to the town of Isilluma.

Topography, geology and soil mechanics, hydrology studies were carried out, in addition to carrying out the modeling and structural analysis of the bridge with the CSI Bridge software and finally the design of the cable-stayed arch bridge.

Using basic engineering, a 95.00 m bridge span was defined, with a superstructure height of 14.00 m, the number of tracks 01 and a road width of 3.60 m, with sidewalks of 0.60 m and a total width of 5.00 m.

By carrying out its modeling and structural analysis, it allowed us to design the arch-type bridge and obtain the structural steel sections, both of the longitudinal section W36x210 and the transverse profile W12x26, complying with the requirements of the section modulus and torsional bending. The final section for the 20x500x1000 mm box arch made of prestressed high-strength steel for the 60 mm diameter hangers. And finally, the calculation and design of the substructure.

**Keywords:** Cable-stayed arch bridge, structural analysis, bridge design, improvement of walkability.

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú como un país de una extensa geografía muy accidentada se divide en tres regiones geográficas como la costa, la sierra y la selva. La selva peruana se divide en dos pisos altitudinales: Selva Alta (Rupa Rupa) se encuentra en una altura promedio de 800 y 3000 m.s.n.m. y selva baja dentro de los 800 a 80 m.s.n.m.

Dentro de la selva alta se tienen ríos muy caudalosos y las poblaciones instaladas allí carecen de infraestructuras viales, infraestructura de saneamiento básico, infraestructuras de salud, educación y otros. Sobre todo, el de mejorar y aperturar infraestructuras viales. Dentro de las muchas necesidades que se tiene en las poblaciones que viven en esta parte del país como es la población de Isilluma sobre los 1300 m.s.n.m. ubicado en el distrito de Alto Inambari de la Provincia de Sandia, departamento de Puno. Es donde la rama de la Ingeniera Civil entra a dar la solución y aportar con diseñar, ejecutar infraestructuras viales y/o parte de ellos como son los puentes carrozables y peatonales los cuales ayudan al cierre de brechas de infraestructura.

En la presente tesis se tiene la proyección del puente tipo arco atirantado en el río Inambari, y que este puente servirá para unir a las poblaciones de los sectores Puerto Rico, Huinchusmayo, Santiagomayo, Huayruruni, Bellavista, Chunchusmayo, Santa Rosa Janacchimpa y toda la población del centro poblado de Isilluma que se encuentran en el margen del lado izquierdo del río Inambari. Y los sectores como Santa Elena, Banco Pata, Huayruruni, Santa Barbara, Vista Alegre ubicados en el margen derecho. Todos estos sectores pertenecientes a al centro poblado de Isilluma, que su mayor fuente de ingreso es la agricultura, productores de cacao, café, palta, plátano, papaya, piña, naranjas, limón, etc.

De algunos puentes peatonales colgantes y carrozables de tipo viga losa que existe en la zona de Alto Inambari, y que el Estado Peruano ah instalado a través de los gobiernos locales y el Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social – FONCODES a cargo del Ministerio de Inclusión Social no ha sido suficiente.

Los puentes de tipo arco atirantado son un tipo de puente es una solución adecuada para solucionar los accesos y tendrá un efecto positivo muy

beneficioso para los pobladores del lugar, ya que actualmente para cruzar el río Inambari, la población tiene que usar estos llamados oroyas, estos oroyas son cables acerados de 1/2 pulgada y que están sujetadas en los troncos de los árboles de ambos lados y con una rondana de aluminio y acondicionado el asiento tienen que cruzar el río Inambari, lo cual es muy peligroso y a consecuencia de estas maniobras que realizan los pobladores se han perdido muchas vidas humanas. En épocas lluviosas y el incremento del caudal del río Inambari muchas veces esta población queda incomunicado. Los más afectados por esta situación son los niños, madres gestantes y ancianos que se ven imposibilitados de cruzar y no poder acudir a los centros de salud, escuelas y actividades comerciales.

Por lo tanto, de acuerdo al contexto que se presenta, el proyecto de investigación denominado: “DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI – PUNO”. Del cual se ha generado la siguiente pregunta como problema general: ¿Cómo se puede diseñar el puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isillum para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno? los problemas específicos son: ¿Para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillum se realizará el estudio topográfico?, ¿Para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillum se realizará el estudio de geología y mecánica de suelos?, ¿Para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillum se realizara el estudio hidrológico?, ¿Para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillum se realizará el modelamiento y análisis estructural del puente con el software CSI Bridge? y ¿Para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillum se realizará el diseño del puente?.

La falta de infraestructuras viales como los puentes es una necesidad tan prioritaria para esta población. Por lo que la **justificación técnica** consiste en diseñar un puente de tipo arco atirantado para esta comunidad de Isillum del distrito de Alto Inambari tomando en cuenta los estudios básicos de acuerdo al manual de diseño de puentes – 2018 MTC, actualizado y tomando las especificaciones técnicas de la norma americana AASHTO LRFD, ASTM internacional, la NTP E.030 diseño sismo resistente, la NTP E.060 de concreto

armado. Así mismo para el diseño del puente de tipo arco atirantado emplearemos el software CSI Bridge V.20.

En esta parte de la selva alta del departamento de Puno las familias cuando cosechan sus productos, se enfrentan con la dificultad de hacer llegar sus productos hasta los diferentes mercados locales ellos se ven limitados y obligados a decidir por la forma o alternativa de distribuir y comercializar sus productos, y otras la de vender sus productos agrícolas en su propia chacra a un costo menor con la finalidad de ahorrar costos de transporte y flete. Por lo que, la **Justificación económica** del planteamiento de diseño de un puente peatonal colgante es que beneficiara a los pobladores de la zona y podrán mejorar en la venta de sus productos y mejoraran sus ingresos, lo cual repercutirá en su economía del hogar.

Los puentes son parte de las infraestructuras viales el cual permite cruzar de manera segura a los peatones y la no existencia de este tipo de infraestructuras en estos lugares genera retraso, frustración y la **justificación practica** consiste en realizar el diseño del puente colgante peatonal en la comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, el cual contribuirá en que la población cruce de un lado a otro y viceversa de manera rápida, segura y confiable.

Así mismo la **justificación social** del diseño del puente peatonal colgante es que contribuirá a la mejorar a que población acceda a los servicios de salud, educación, seguridad, teniendo un crecimiento sostenido de su economía de todos los productores y pobladores de la zona, además se reducirá la brecha de infraestructura.

Este trabajo de tesis tiene como finalidad el siguiente objetivo general, Diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno. Y los objetivos específicos que se desarrollan a lo largo de este proyecto de investigación son: realizar el estudio topográfico para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma, realizar el estudio de geología y mecánica de suelos para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma, realizar el estudio hidrológico para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la

comunidad de Isillumá, realizar el modelamiento y análisis estructural del puente con el software CSI Bridge y realizar el diseño del puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillumá.

La hipótesis del presente proyecto de investigación es: El diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isillumá mejorará la transitabilidad de la población Alto Inambari – Puno. Y la hipótesis específica es: Se realizará el estudio topográfico para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillumá, se realizará el estudio de geología y mecánica de suelos para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillumá, se realizará el estudio hidrológico para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillumá, se realizará el modelamiento y análisis estructural para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillumá y finalmente se realizará el diseño del puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isillumá esto en suma para mejorar la calidad de vida de los pobladores.

## II. MARCO TEÓRICO

Revisado las distintas bibliografías existentes de diferentes bases de datos para el presente trabajo de tesis se seleccionó los más aproximados a las variables de este proyecto de investigación.

Valenzuela (2007) elaboro la tesis “Evaluación de factibilidad estructural de puentes atirantados tipo network como alternativa de puentes en Chile” para la obtención de título de Ingeniero Civil en la Universidad de Chile su **objetivo** general del presente trabajo de título es evaluar la factibilidad estructural de puentes en arco atirantado tipo Network, exponiendo las investigaciones internacionales y proponiendo una metodología para el **diseño**. Como objetivo específico se presenta un prediseño de este tipo de puentes en la localidad de Chirre, Chile.

La **metodología** utilizada para lograr el objetivo se divide en tres etapas. La primera corresponde a una exposición y descripción de la experiencia internacional sobre esta tipología, abarcando temáticas generales sobre la estructuración, donde se incluyen recomendaciones sobre los elementos componentes, métodos constructivos y posibles conexiones, como también el estudio particular del comportamiento en singularidades. En una segunda etapa, mediante modelación en el programa computacional SAP2000, se validan los efectos producidos por cargas según el Manual de Carreteras de junio 2002 y la norma AASHTO 1996, como también se presentan los primeros comentarios de resultados en el caso chileno. Finalmente se presenta una etapa de análisis y conclusión sobre el **diseño** de este tipo de puentes en Chile.

El resultado final, luego de la revisión de la experiencia internacional y la validación de los modelos, es un prediseño de puente Network. Se utilizó la localidad de Chirre, con un puente mixto, formado por dos arcos de acero con perfiles IN apoyados en pedestales extremos y un tablero de hormigón. El puente tiene una red de tirantes conformada por 60 cables, que cumplen la función de tensores dispuestos en un ángulo de 50° con respecto a la tangente del arco, interceptándose entre ellos más de dos veces, entre cada arco y el tablero. Adicionalmente se presentan propuestas de conexiones especiales para

las uniones de los tirantes con el arco y el tablero, como también de métodos constructivos alternativos que se ajustan a los requerimientos del país.

Se **concluye** que es factible la realización de un diseño de puente en arco atirantado tipo network, reconocido el comportamiento estructural, en emplazamientos específicos y mediante utilización de un método constructivo integral. Para estos diseños deben considerarse las recomendaciones específicas de los estudios y seguir la metodología propuesta, recomendándose que mientras no exista experiencia en el diseño de este tipo de puentes, se realicen estudios para luces inferiores a los 120 metros y se amplíen los análisis de relajamiento de cables, efectos del viento y sismo.

Y según Castillo (2013). En su tesis denominado “diseño preliminar de la superestructura de un puente en arco atirantado tipo Network sobre el Río Puchuchoa”, tesis realizado para graduación para la obtención del título de Ingeniero Civil.” (p. 500). Como **objetivo** se plantea el diseño preliminar de la superestructura de un puente en arco atirantado tipo network sobre el río Puchuchoa. El estudio de tesis tiene una conclusión amplia y que se toma las más importantes: donde los arcos de acero son de directriz circular de tipo A572 G50 de  $f_y=344,86\text{MPa}$  y la sección transversal de los arcos pertenece a una viga de tipo I de 600mm x 650mm y de un grosor de alas y de alma de 50mm. Los tirantes están conformados por cables acero que tiene alta resistencia y de tipo ASTM A416 G180 y de un  $f_y=1860\text{MPa}$ , dentro de lo cual se utiliza 46 tirantes para cada lado del arco y colocados a una distancia igual de 1884mm esto a lo largo de todo el eje longitudinal de cada arco. Así mismo tiene el ángulo de inclinación de  $42^\circ$  entre los radios que se generan entre los arcos y de los tirantes. Cada tirante está formado por 7 cables y cada cable tiene un diámetro de 15,24mm, el tirante más reducido tiene su longitud que comprende de 1062mm, el más largo es de 18464mm. Y además el tablero de hormigón armado de  $f'_c=50\text{MPa}$ , de acero de refuerzo  $f_y = 420\text{MPa}$ , ancho del tablero de 8500mm y de espesor de 465mm. Con vigas borde de hormigón armado presforzado y el hormigón que tiene  $f'_c=60\text{MPa}$ , así mismo, el acero de refuerzo esta con un  $f_y=420\text{MPa}$ . Así mismo el acero de presfuerzo es un acero de alta resistencia de tipo ASTM A416 G180 de  $f_y= 1860\text{MPa}$ , donde su sección transversal de la viga borde posee de ancho 1000mm y de grosor igual a 465mm y otros más.



Así mismo concluye que el uso de herramientas informáticas como el software CSI BRIDGE forma una opción de diseño que permite la producción de un modelo tridimensional del puente.

García (2012) en su investigación denominada “Dinámica de puentes Arco Atirantados para el ferrocarril de alta velocidad. Estudio de un caso, planteamiento de alternativas y conclusiones para el diseño” como proyecto fin de carrera para optar como ingeniero de caminos, canales y puentes de la Universidad de Granada - España. Su **objetivo** Desarrollo de una metodología que permita el análisis dinámico de puentes arco atirantado mixtos para el ferrocarril de alta velocidad. Para ello, se propondrá una solución semianalítica al problema de paso de cargas móviles sin interacción vehículo-estructura, basado en análisis modal. Analizar el contenido en frecuencias de las series temporales que producen aceleraciones verticales máximas en tableros con balasto. Identificar la influencia de los efectos tridimensionales (flexión transversal del tablero) frente a los bidimensionales (modos de flexión globales). Su **metodología** es la revisión del estado del arte en lo relativo a soluciones para el paso de carga móvil en puentes arco-atirantado. Análisis modal de las alternativas mediante el software SAP2000, análisis que servirá de base espacial para la posterior solución semianalítica. Y finalmente de las varias conclusiones que se tiene se toma lo siguiente: La tipología de arcos de cajón metálico relleno de hormigón aventajan a los arcos de cajón metálico puesto que, con esbelteces y coste económico bastante inferiores, consiguen una respuesta dinámica similar, así como un más que presumible incremento en la tasa de amortiguamiento, a falta de una campaña de mediciones en puentes reales que lo cuantifiquen. A través del análisis económico de los modelos planteados, se recomienda la alternativa de aumento de péndolas tipo Network seguida de las alternativas de aumento de losa y celosía tipo Nielsen con los encuentros de las diagonales sobre las vigas laterales. La alternativa de péndolas tipo Network genera una gran reducción en la aceleración máxima, con coste moderado y una sensibilidad reducida frente a la variación en la tasa de amortiguamiento

Espinoza (2018) en su tesis “implementación de estructuras mixtas del puente Chinchipe para mejorar la transitabilidad del centro poblado San José de Lourdes Cajamarca – 2018”, tesis que desarrolla en su obtención de título

profesional de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo y su **objetivo** es: precisar como la implementación de estructuras mixtas del puente Chinchipe mejora la transitabilidad del centro poblado San José de Lourdes – Cajamarca. El **diseño** de investigación es no experimental, su **población** está conformada por dos carriles cada carril de 4.6m y un largo total de 90 m. c/u., y la **muestra** será la misma que la población, la cual está conformada por dos carriles cada carril de 4.6m y un largo total de 90 m. finalmente su **conclusión** es: si es necesario la implementación de un puente de estructuras mixtas para mejorar la transitabilidad del centro poblados San José de Lourdes – Cajamarca, principalmente para un mejor desarrollo social, económico y cultural en la zona. Finalmente, su **conclusión** con la implementación del puente de estructuras mixtas se reducirá considerablemente el gasto de transporte y el tiempo de desplazamiento, mejora el comercio con otras ciudades y ayudará al crecimiento del centro poblado.

Rodado (2015) Tesis de doctorado denominado “comportamiento y optimización de puentes atirantados continuos”, trabajo realizado para optar el grado de doctor en la Universidad Politécnica de Madrid de España. Su **objetivo** de un puente atirantado continuo, es que todos los cables se fijan en los pilares por un lado y anclan en el tablero por otro, son todos elementos deformables. Estos tres elementos como son: tablero del puente, pilotes y tirantes, el puente se puede utilizar para hacer frente al mecanismo de sobrecarga. En esta tesis se analizará la influencia de estos factores en el comportamiento del puente continuo y su eficacia como sistema atirantado frente a sobrecargas alternas. Así mismo su conclusión es: donde la torre se puede combinar con rigidez. En varias actuaciones, puede ejercer la eficacia de la tecnología de distribución de carga de la correa (como el tipo arpa) que es opuesta al tipo de ventilador tradicional. Y ese software también se plantea usar en el desarrollo de la presente tesis.

Aquino (2020) en su tesis denominado “propuesta de mejora al diseño del plan de lanzamiento y montaje de estructuras metálicas del puente La Eternidad, provincia de Chupaca”, tesis que desarrolla para optar el título profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Continental de Huancayo 2020. Su **objetivo** es la de generar una propuesta de mejora al diseño del plan de lanzamiento y montaje de estructuras metálicas del puente eternidad, provincia de Chupaca,

siguiendo los lineamientos de los estados límites de servicio y resistencia del Manual de Puentes MTC 2016. Su **diseño** es investigación es un tipo no experimental, su población y muestra, no estima que se estudiará una población específica, por lo que no se han obtenido muestras, se basa en los criterios metodológicos de investigación de un trasfondo o realidad concretos. Finalmente, la **conclusión** es que al realizar el diseño del nuevo plan de montaje y lanzamiento de estructuras metálicas del puente “La Eternidad”, tomando como referencia el Manual MTC de Puentes 2016 y la Norma E.090 de Estructuras Metálicas del RNE, todos los componentes estructurales mostrarán un desempeño estructural adecuado garantizando satisfacer los estados límites de servicio y resistencia.

Cahua (2003) en su tesis denominada “análisis y diseño estructural puente tipo arco de luz de 40 metros”, trabajo desarrollado para optar el título profesional de ingeniería civil en la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, tiene como **objetivo** su investigación el de analizar y diseñar la estructura del puente vehicular que proporcione una solución viable, segura y económica al aislamiento del distrito de Charcana. De las **conclusiones** que se tiene indica lo siguiente: En el diseño del tablero fue posible emplear distribución de momentos negativos, con el fin de simplificar el armado del refuerzo de acero y en el caso de las vigas para descongestionar la armadura en los nudos. Debido a los momentos negativos que se puede observar en el flectores del tablero, se ha decidido poner refuerzos de acero longitudinales y en el caso de los estribos refuerzos de acero en las esquinas debido a que la acción de la carga de camión de diseño y tándem genera grandes deformaciones y deflexiones. El número de vigas paralelas al tránsito se determinó, con el número de vías, caso de la tesis son 02 vías en la cual se ha generado 04 vigas paralelas al tránsito. Facilidad en el acceso al transporte en mejores condiciones de traslado para dirigirse a realizar las diferentes actividades, elevando su calidad de vida y una comunicación de transporte más rápida.

Castillo, Olaya (2020) tesis de pregrado denominado “Estudio y propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del Distrito de Tambogrande – Piura – Piura” para la obtención de título profesional de Ingeniero Civil. Su **objetivo** es Realizar el estudio de tráfico para

obtener una propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del distrito de Tambogrande – Piura - Piura. La **metodología** de investigación descriptiva con **población** que está constituida por la Av. Ignacia Schaeffer, del distrito de Tambogrande – Piura – Piura. La **muestra** de la investigación tiene a los vehículos y peatones que transitan por las siguientes intersecciones semaforizadas de la Av. Ignacia Schaeffer. Finalmente, su **conclusión**: según los datos obtenidos en el conteo vehicular realizados en la Av. Ignacia Schaeffer y las diferentes calles que la intersectan, que la gran mayoría de vehículos que circulan son mototaxis, superando el 70% sobre otros vehículos en las diferentes intersecciones.

Barrantes (2019) tesis denominado “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal a través de un puente en el sector Juana Ríos distrito de Chongoyape – Chiclayo – Lambayeque, 2015”. Para optar el título profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Tiene como **objetivo**: mejorar la transitabilidad peatonal a través un puente peatonal que cruce el cauce natural, Juana Ríos, ubicado en el distrito de Chongoyape. Así mismo su **diseño** de investigación es de tipo descriptiva. Además, se tiene la Técnicas e instrumentos de recolección de datos como las técnicas e instrumentos que se usaron: la observación, trabajo de campo, entrevista, análisis del contenido de documentos y bibliografía. En instrumentos se obtuvo los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos. Finalmente, en la conclusión: La longitud total del canal principal es de 43 km, la pendiente media es de 0.0825 y el área de drenaje es de 332.30 km<sup>2</sup>. La capacidad de carga es de 3,00 kg / cm<sup>2</sup>, el tipo de suelo a consolidar es arena limosa y la profundidad de la cimentación es 1,30 m. menor que el nivel del agua de fregado (lodo 207,00). Para el diseño modular del puente, la elección de refuerzos tipo Howe permite distribuir mejor la fuerza axial y también tiene una pequeña deflexión.

Muñoz, Ruiz (2019) en su tesis “Diseño de puente atirantado sobre la quebrada Pacchishpan para mejorar la transitabilidad en la ciudad de Lamas – 2018”, para la obtención de título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo Tarapoto - Perú y su **objetivo** es diseñar el Puente atirantado sobre la quebrada Pacchishpan para mejorar la transitabilidad en la ciudad de Lamas – 2018. **Diseño** es descriptiva explicativa, **población y muestra** se da

en cierta población y todos los elementos necesarios para determinar un plan único en el puente atirantado sobre el barranco de Pacchishpan en la ciudad de Lamas se utilizan como unidades de ejemplo. Finalmente, su **conclusión**: El diseño estructural del puente atirantado sobre la quebrada Pacchishpan para mejorar la transitabilidad en la ciudad de Lamas – 2018, entonces según el manual de puentes es factible, donde los factores de topografía, tránsito, mecánica del suelo; hidrología; geología, factores ambientales, no son factores limitantes para el desarrollo de la propuesta. Además, el tráfico de la zona de la quebrada Pacchishpan, para el diseño de un puente para mejorar la transitabilidad en la ciudad de Lamas – 2018, al no existir tráfico en la zona del proyecto su determinación se efectúa sólo por los aspectos de sostenibilidad social, donde los valores del tráfico en la zona adyacente son de valores de promedio entre las 7.0 y 19.0 horas de 1 motocicleta cada 5 minutos, 1 motokar cada 10 minutos y un carro cada 10 minutos.

Y a nivel local según Condori, Itusaca (2017) en su tesis denominado “Análisis comparativo del diseño estructural de alternativas de puentes urbanos para los barrios Unión Putina y Libertad de la localidad de Putina” para la obtención de título profesional de la Universidad Nacional del Altiplano. Su objetivo es analizar y comparar los diseños estructurales de 03 alternativas de puentes urbanos para los barrios Unión Putina y Libertad de la Localidad de Putina. Diseño Descriptivo – Analítico, así mismo se tiene la técnica de recolección de datos el cual es revisión documental y observación directa. Además, con instrumentos de recolección de datos, ensayos de laboratorio se tomarán en cuenta los siguientes Ensayos de campo: La cantidad de ensayos de penetración SPT serán 02 con una profundidad de 14 m. ubicados en cada estribo del puente y ensayos de suelos. En el análisis de datos la información Obtenida de los Estudios Básicos de Ingeniería, será procesada en gabinete utilizando métodos de diseño apropiados y de acuerdo a las normas vigentes, los cuales permitirán el diseño definitivo de la estructura del puente planteado según el perfil de proyecto. Finalmente, la **conclusión** al cual se llega indica: se analizó y diseño la subestructura del puente con datos obtenidos del estudio de suelos, además se planteó en el proyecto el uso de Pilotes en ambos estribos

del puente en la margen izquierda y derecha, 21 pilotes con longitud de 7.50m y diámetro 0.30m

Se ha determinado las respuestas estructurales en las tres alternativas de superestructuras planteadas, cumpliendo los requisitos para las normas y parámetros señaladas por el manual de diseño de puentes de la MTC y las normas AASHTO.

Continuando con la presente tesis, se mencionarán las teorías afines al tema de investigación esto de acuerdo a la variable independiente: Diseño del puente tipo arco atirantado y variable dependiente: Mejora de la transitabilidad peatonal y sus referentes dimensiones para tener una noción de lo que se trabajará en este proyecto de investigación.

### **Puente**

EL primer puente se hizo cuando al hombre primitivo se le ocurrió derribar un árbol y usar su tronco para enlazar las riberas de un rio, en la cual establecería un pase. En ese entonces fue una idea maravillosa que la caída de un árbol le diera una solución para su paso e instalación de un puente. Estos hechos suceden unos siglos atrás y de ahí, la importancia de los principios que rigen hoy en día sobre las cargas muertas y vivas, fatiga, flexiones que se consideran y otros aspectos para la construcción de estos puentes.

Figura N° 1: Primer puente hecho por el hombre prehistórico.

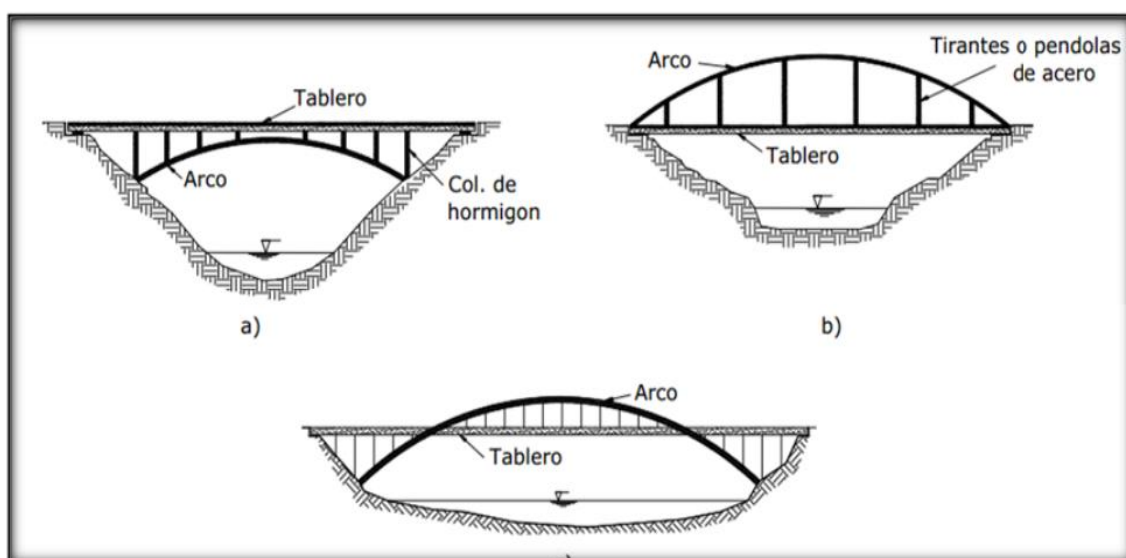


Imagen N° 01 El primer tipo de puente

Según la definición que da el Manual de Puentes (2018) sostiene que es una estructura requerida para cruzar el terreno u obstáculos naturales o artificiales, la luz libre es mayor o igual a 6,00 m (20 pies)” (p.41).

Los tipos de puente tipo arco que existen en la actualidad Cahua (2013) lo define en una articulación, doble articulación, de tres articulaciones y cóncavas. Dependiendo de la posición de la plataforma, el arco puede trabajar sobre la plataforma, debajo o en una altura intermedia para formar los arcos de la plataforma superior, inferior e interior.

Figura N° 2: Tipos de puente arco.



Fuente: Cahua (2013)

Los puentes de arco atirantado según el autor TUFTS (2012) citado en CASTILLO (2013) indica que son “un tipo de puente en el que la fuerza horizontal dirigida al cuerpo del arco es soportada por el tablero del puente en lugar de transmitirse al suelo o cimientos” (p. 13). Este tipo de puentes en el Perú existen y han tomado mayor importancia en nuestro país, y se han construido en diferentes departamentos.

Puentes en arco atirantado tipo Lohse el cual según para el autor SAAVEDRA, M. A. (2010) citado en Castillo (2013) indica que: “se utilizan tirantes verticales que funcionan bajo tracción, por lo que no se requiere rigidez. El soporte puede ser un cable o varilla desde el arco hasta el tablero, y tiene la función de soportar el soporte” (p. 13). El tablero debe ser capaz de resistir el

empuje horizontal que ejerce el arco, evitando la transmisión de fuerzas horizontales a los cimientos, es decir, el tablero actúa como cuerda inferior.

Puentes en arco atirantado tipo Nielsen el autor BERROCAL DEL AGUA, L. (2006) citado en CASTILLOS (2013) indica que “este tipo de puente, proporciona un sistema rígido para los nodos del puente en arco. Y mejora significativamente la colaboración del puente de arco bajo cargas concentradas.” (p. 14).

Puentes en arco atirantado tipo Network o de red donde el autor TVEIT, P. (2006) citado en CASTILLO (2013) indica: “el puente de arco de red es un puente de arco con tirantes inclinados que se cruzan muchas veces.” (p. 15).

Además, Saavedra, M. A. V., & Contador, M. C. (2007) citado en CASTILLO (2013) nos indica sobre los puentes de arco tipo network “ que tiene elementos de características de comportamiento estructural únicas, y todos estos componentes están dispuestos de acuerdo con diferentes estándares de eficiencia determinados por la investigación, formando así una estructura esbelta, hermosa, moderna, económica y estable.” (p.16).

Para el autor TVEIT, P. (2006) citado en CASTILLO (2013) nos dice que los puentes de tipo arco atirantado “soportan principalmente esfuerzos de compresión y tracción. El aumento de la altura del arco puede reducir la fuerza axial de la barra de acoplamiento, reduciendo así la cantidad de acero.” (p. 16).

### **Elementos estructurales del puente de tipo arco atirantado**

**El arco** es parte de este tipo de puentes y lo define el autor BERROCAL DEL AGUA, L. citado en CASTILLO (2013) indica que: “elemento estructura más importante del puente. El tramo cubierto puede ser tan corto como alrededor de 80m a 200m. El esfuerzo principal del arco está casi completamente comprimido y parte del esfuerzo cortante es absorbido por la vertical del arco (p.17).

Además, la recomendación que da en estos tipos de puentes tipo arco es el uso del acero como elementos estructurales, el autor VARENNE, M. (2001) citado en Castillo (2013) nos recomienda que “el material utilizado para el arco es acero. Se recomienda utilizar la forma de columna de uso general o viga de



ala ancha americana. Si el tramo es más largo y producirá mayor fuerza axial, entonces se puede utilizar la sección en forma de caja.” (p.18).

**Los tirantes** a considerarse en el presente trabajo según VARENNE, M. (2001) citado en CASTILLO (2013) nos indica: “los tirantes pueden ser de acero de alta resistencia, pueden soportar una alta tensión axial, están compuestos por cables o tirantes y tienen un diámetro pequeño, según la longitud del tramo y la función del puente.” (p. 19).

Así mismo el autor Saavedra, M. A. V., & Contador, M. C. (2007) citado en CASTILLO (2013) nos menciona que: “la importancia estructural de los tirantes es que pueden reducir los momentos de flexión y cortante longitudinales.” (p.19).

**El tablero** según el autor BERROCAL DEL AGUA, L. (2006) citado en CASTILLO (2013) nos indica que para la plataforma “se pueden utilizar losas de hormigón, metal o perfilado compuestas por estos materiales, formadas por la propia losa, vigas de borde y guardas laterales.” (p.20).

**Las vigas** de borde donde define el autor BERROCAL DEL AGUA, L. (2006) citado en CASTILLO (2013) “la función principal de la viga lateral es la interacción de tensión y pretensado longitudinal. El uso de pretensado longitudinal reduce las grietas.” (p. 21).

**Diafragma** como elemento estructural en puente para el autor Méndez y Torrez (2017) que “es un componente utilizado como soporte lateral de la estructura, que puede transmitir una fuerza sísmica o viento a la subestructura.” (p. 8).

**Subestructura** lo define el autor Méndez y Torrez (2017) “la subestructura del puente consta de estribos y pilares, cimientos y dispositivos de soporte. La estructura inferior soporta la carga de la estructura superior y la transmite a la capa de resistencia.” (p. 9).

**El arriostramiento superior** para BERROCAL DEL AGUA, L. (2006) citado en CASTILLO (2013) menciona que “debido a la flexión lateral, el arco debe apoyarse o aumentar su sección transversal” (p. 21).

## **Estudios previos para el análisis de las estructuras**

Las normas técnicas de diseño de puentes tipo arco atirantado en la presente tesis se toma del manual de puentes 2018 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones donde indica que en el diseño de puentes deberá de seguirse en base al manual considerando lo establecido para puentes, así mismo, también se basará en el LRFD Bridge Design Specification 2010, como también la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) de Estados Unidos, y también la AISC 2010.

### **Estudio Básicos de Ingeniería de Puentes**

La definición que da sobre los estudios básicos el Manual de Puentes (2018) nos indica que es un “conjunto de estudios que se realiza para la obtención de datos necesarios para la elaboración de proyectos de puentes. Como son estudios topográficos, hidrológicos e hidráulicos, geológicos y geotécnicos, de riesgo sísmico, impacto ambiental, de tráfico, dependiendo de la complejidad” (p.40).

El estudio de tráfico que menciona el manual de puentes es a vías o carreteras existentes, sin embargo, para proyectar nuevas vías y puentes, así como ocurre en este caso donde la transitabilidad de la población de los sectores Puerto Rico, Huinchusmayo, Santiagomayo, Huayruruni, Bellavista, Chunchusmayo, Santa Rosa Janacchimpa y toda la población del centro poblado de Isillumá que se encuentran en el margen del lado izquierdo del río Inambari. Y las poblaciones que viven en el margen derecho del río son sectores como Santa Elena, Banco Pata, Huayruruni, Santa Barbara, Vista Alegre. Esta población del margen derecho del río tiene que cruzar en llamado oroyas que son cables de acero trenzados sujetadas en los troncos de los árboles, así como se puede ver en la figura 09. Lo cual no existe una vía o carretera definida por lo que se tiene que hacer un estudio de excedente de consumidor o excedente del productor y que en nuestro trabajo de tesis se calculara para el predimensionamiento del puente en base al excedente del productor y consumidor.

En una nota de prensa, DEVIDA - 2019 focalizado en las zonas de producción menciona que, “el objetivo es generar mayor valor de las

producciones agrícolas y al reconocimiento de los productores y productoras que apuestan por el desarrollo alternativo”. Donde a los productores agrícolas de este distrito de Alto Inambari se da un reconocimiento mundial por la producción de café que se tiene en este lugar.

Así mismo la viabilización y puesta en marcha de un proyecto como se plantea el “diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población. Alto Inambari – Puno”, en su diseño se plantea una infraestructura de puente en centro poblado de Isilluma que se ubica en el margen izquierdo del río Inambari y que unirá con el margen derecho, con las poblaciones de los sectores como: sectores como Santa Elena, Banco Pata, Huayruruni, Santa Barbara, Vista Alegre. Por lo que en el presente trabajo también es muy importante identificar, analizar y proyectar las actividades y productos.

Figura N° 3: Forma de cruzar de la población del C.P. Isilluma.



Fuente: Río Inambari en el C. P. Isilluma.

El estudio topográfico para los autores Granja y López (2014) nos indica que: “si el terreno es plano o irregular, la investigación del terreno le permite

obtener información sobre el terreno para comprender en qué condiciones puede trabajar. El terreno nos ayudará a comprender las dimensiones que puede tener un puente accidentado y las marcas del terreno.” (p.18). también contempla realizar el estudio topográfico según el manual de Manual de Puente (2018).

Estudios de hidrología e hidráulica para los estudios de ingeniería básica en cual corresponde realizar el estudio de hidrología e hidráulica esto según el Manual de Puente (2018) nos dice el propósito del estudio es establecer el caudal de diseño y los factores hidráulicos del río, para comprender verdaderamente el comportamiento hidráulico del río, a fin de determinar los requisitos mínimos para la ubicación óptima del puente.

Pero en la tesis escrito por CHARA, C., & EDWIN, O. (2013) da prioridad a los estudios hidrológicos e hidráulicos donde indica: “en esta zona (la concepción del puente), entre otras cosas, es necesario realizar un relevamiento especial del registro de crecidas del caudal máximo de crecida.” (p. 26).

El estudio de geología y geotecnia según el Manual de Puente (2018) nos indica que se tiene que establecer las características geológicas tanto locales y generales de diferentes estructuras geológicas descubiertas, determinar su distribución y características geotécnicas correspondientes. Así mismo también indica que en el mismo manual de puentes (2018), nos dice que debemos “Establecer características geotécnicas, es decir, estrato, identificación y características físicas y mecánicas para el diseño de cimientos estables”. (p.49).

Además, el estudio del sísmico esta parametrizada en la Norma Técnica Peruana E.030, en la cual nos indica que se hará estructuras como puentes, se puede utilizar esta norma. Continuar con la ubicación del proyecto, indicando las zonas sísmicas y el tipo de puente y sus características del suelo con el estudio de la mecánica del suelo. Y visto la norma la ubicación del puente se encuentra en la zona 2 de sismicidad como se puede ver en el anexo N° 3.

El estudio de impacto ambiental también se debe de considerar cuando se ejecuta un proyecto de este nivel de infraestructura el cual cambia en cierta medida el panorama de la zona de influencia, pero según los autores CHARA, C., & EDWIN, O. (2013) nos menciona que: “la construcción del puente cambia el medio ambiente y por ende las condiciones socio-económicas, culturales y

ecológicas del área de ejecución, es ahí cuando es necesario realizar una evaluación basada en métodos ambientales globales.” (p. 25).

### **Modelamiento y análisis estructural del puente con el software CSI Bridge:**

El procedimiento empleado para el diseño estructural de un puente de tipo arco atirantado consiste en los siguientes pasos para desarrollar su modelado y pasar a su análisis estructural del puente:

**Modelamiento estructural:** En el modelamiento se darán las definiciones de ejes estructurales, las distribuciones de elementos verticales como de columnas y de placas, la distribución de las vigas y de losas, definición del estado de cargas como CM, CV, CS y ES.

**Análisis estructural:** Se empleará el software CSI Bridge v20 tanto para el modelamiento y análisis estructural.

**Interpretación de resultados con fines de diseño:** Para su interpretación de resultados se emplearán conceptos de análisis y diseño estructural.

**Diseño estructural:** El diseño estructural se realizará en base a los resultados obtenidos desde el software CSI Bridge y también cumpliendo normativamente con el manual de puentes (2018), AASHTO LRFD Bridge 2012, ASTM Internacional, NTP E-060 de concreto armado y la NTP E-030 de diseño sismo-resistente, traducidos finalmente en planos de estructuras desarrollados en programas de diseño AUTOCAD, Civil 3D y otros.

**Filosofía de diseño según Manual de Puentes (2018)** “al diseñar el puente, se debe considerar el estado límite que se especificará para lograr los objetivos de constructibilidad, seguridad y mantenibilidad, y se debe prestar la debida atención a la inspección, la economía y la estética.” (p.83).

### **Estados limites**

En el Manual de Puentes (2018) indica “cada uno de los componentes y sus conexiones deberán de satisfacer la ecuación líneas abajo para cada estado

límite al menos que se especifique de otra manera” (p. 83). Consideraciones que se toman para el diseño de puentes.

En el estado límite de servicio y el estado límite de eventos extremos, los factores de resistencia se tomarán como 1.0 excepto para los pernos, para los cuales se aplicarán los requisitos y para los pilares de hormigón según la zona sísmica, todos los estados límite se considerarán como igual importancia.

$$\sum \eta_i y_i Q_i \leq \Phi R_n = R_n$$

Cargas para las cuales un valor máximo de  $y_i$  es apropiado:

$$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_U \geq 0.95$$

Cargas para las cuales un valor mínimo de  $y_i$  es apropiado:

$$\eta_i = \frac{1}{\eta_D \eta_R \eta_U} \leq 1.0$$

### **Puentes de acero y mixtos acero-concreto**

La definición de que se da los puentes de acero tiene ventajas relacionadas con la velocidad de construcción, sin embargo, aunque los puentes de acero son costosos desde el punto de vista de los materiales de construcción, sus características son que pueden ahorrar significativamente las actividades de construcción debido al acortamiento del tiempo asociado y la facilidad de depuración. La estructura avanza más rápido.”

Dependiendo del sistema constructivo, los puentes de acero pueden ser tipo viga, tipo cercha o celosía y tipo arco, además de los no convencionales como los puentes colgantes y/o atirantados. Los puentes de sección compuesta tipo viga de un solo tramo permiten luces de hasta 55 m; por su parte los puentes metálicos de cerchas o armaduras alcanzan los 120m y los puentes con diseño en arco pueden cubrir hasta 150m.

Tabla N° 1: Luces recomendadas para puentes de acero.

<b>TIPO</b>	<b>LUZ (m)</b>
Vigas laminadas, no compuestas	12 -15
Vigas laminadas, compuestas	15 – 25
Vigas armadas, no compuestas	30 – 45
Vigas armadas, compuestas	30 – 55
Vigas Cajón	90 – 120
Armaduras sobre y bajo la calzada	60 – 120
Armaduras no conectadas sobre la calzada	45
Arcos	90 – 150
Arcos enlazados	90 - 180

Fuente: AASHTO-LRFD.

### **Cargas**

Cuando se aborda el diseño de un puente, la carga que controla el diseño y las combinaciones de carga que controlan el diseño serán diferentes de un componente a otro.

Para diseñar un puente se consideran las siguientes cargas: carga permanente, carga viva, carga del vehículo, carga de frenado, carga de viento, carga dinámica, carga de peatones y fuerza centrífuga. Fuerza de colisión del vehículo, carga sísmica. En este caso, no se considera la fuerza del flujo de agua, porque el puente tiene solo un tramo.

**Cargas Muertas: DC, DW, y EV.** De acuerdo al Manual de Puentes (2018) se define que al determinar el peso propio (DC), se deben tener en cuenta todos los elementos esenciales de la estructura. La carga muerta (DW) incluirá el peso de todos los elementos no estructurales como aceras, pedales, bola, rieles, traviesas, barandas, columnas, tuberías, conductos y cables.

Pero para Manual de Puentes (2018) nos dice que “el peso propio y el propio peso se estimarán en base a las dimensiones que se muestran en los dibujos adjuntos, y en cada caso se considerará el valor promedio de la gravedad específica correspondiente.” (p.89). Así mismo aquí se considera los pesos específicos de los materiales según el anexo N° 4.

**Superficies de Rodadura:** Para el Manual de Puentes (2018) indica que:

La superficie de conducción del puente debe tener propiedades antideslizantes; la pendiente mínima de cruce de un puente recto es del 2% (bombeo), si el puente está en un estado de transición, puede ser diferente; la super alta según la carretera y diseño de drenaje.

**Diseño con Cargas Vivas de Vehículos.** Según el manual de puentes (2018) La carga viva designada es HL-93, que se compone de un camión de diseño (diseño tándem) y una carga distribuida.

En el Manual de Puentes (2018) donde indica que “para el estado límite de fatiga, solo se considerará la carga correspondiente al camión diseñado. Para el cálculo de la deflexión, solo se utilizará el camión diseñado, o se sumará la sobrecarga asignada junto con el 25% del camión diseñado para obtener el resultado más alto.” (p.91). en anexo N° 5, se da las características de distribución del camión de diseño.

El tándem de diseño que se indica en el Manual de Puentes (2018) donde indica que un tándem de esquema del interfaz obtiene el cual se basa con un grupo de dos ejes, y cada uno de los elementos se utiliza con una proporción de 25,0 kip (11,4 t) y 4,0 pies (1,20 m). Los neumáticos de cada eje tienen un cierto efecto intermedio: en conducción lateral será de 6,0 pies (1,80 m).

Factor de impacto es un aspecto a utilizar esto al peso estático se tendrá que utilizar como:  $(1 + IM/100)$ . Debido al aumento del peso dinámico, el peso o la carga de la acera no se verán afectados por el carril de la interfaz (peso uniformemente repartido). Así se considera este factor de impacto en el manual de puentes 2018. Así mismo los valores para el cálculo del factor de impacto se adjunta en el anexo N° 6.

**El refuerzo longitudinal** parte del sector del coeficiente longitudinal no será menor que 0.01 ni mayor que 0.04 veces un determinado sector total (valor total) de la parte lateral de Ag.

**La resistencia a la flexión** nos dice el Manual de Puentes (2018) que:

En la resistencia biaxial de la columna, se puede inferir que se detalla la parte a doblar. En diversas situaciones de sobrecarga extrema, la



columna debe ser analizada por los resultados extremos correspondientes al evento agresivo. Centrándonos en columnas con base reforzada en espiral y columnas con estribos estrechos, el componente de resistencia debe ser reemplazado por un valor de 0.90. (p.196).

**Esfuerzos de compresión** según el Manual de Puentes (MTC – 2018) indica que: “En elementos de hormigón pretensados y postensados (incluidos los puentes construidos en secciones), el límite de esfuerzo de compresión será 0,60 f'ci (ksi) o 0,60 f'ci (MPa)" (p.66).

**Factores de resistencia** los factores de resistencia  $\phi$  serán tomados como:

- Para concreto de densidad normal 0.90
- Para tracción en el acero en zonas de anclaje 1.00

**Ductilidad** según el Manual de Puentes (2018) detalla que el sistema estructural del puente será provisto y detallado de manera que se asegure el desarrollo de deformaciones inelásticas significativas que sean visibles antes de fallar en estados de resistencia extrema y eventos extremos.

Además, se puede aceptar el uso de aparatos disipadores de energía para proveer ductilidad.

Valores de  $\eta_D$  para el Estado Límite de Resistencia:

$\eta_D \geq 1.05$  para elementos y conexiones no dúctiles.

= 1.00 para diseños y detalles convencionales que cumplen con estas especificaciones.

$\geq 0.95$  para elementos y conexiones para los cuales se han especificado medidas adicionales para mejorar la ductilidad más allá de lo requerido por estas especificaciones.

Para todos los demás estados límites:

$\eta_D = 1.00$

Por lo tanto, para evitar un comportamiento dúctil y quebradizo, es necesario tener también las consideraciones anteriores.

**Redundancia** según el Manual de Puentes (2018) lo define en resumen como la capacidad del sistema estructural del puente para soportar la carga después de que uno o más de sus componentes se dañen o fallen.

Los principales elementos y como los componentes cuya falla se anticipa que causará el colapso del puente deben diseñarse como elementos críticos de falla y el sistema estructural asociado como un sistema no redundante. Alternativamente, los elementos críticos de falla en tensión se pueden diseñar como fractura crítica. Además, deberá de considerarse los estados límite de resistencia para miembros redundantes, elementos de fundación.

### **Importancia operativa**

Según el Manual de Puentes (2018) indica que: “este artículo será aplicado solamente a los Estados Límite de Resistencia y Evento Extremo” (p.87).

El propietario puede declarar si un puente o algún componente estructural y conexión tienen importancia operativa.

Para el estado límite de resistencia:

$\eta_R \geq 1.05$  para puentes críticos o esenciales.

$\eta_R = 1.00$  para puentes típicos.

$\eta_R \geq 0.95$  para puentes de relativa menor importancia.

Para los demás estados límites:

$\eta_R = 1.00$

**Puentes críticos** estos puentes necesitan ser tomados en cuenta por eso en el Manual de Puentes (2018) nos dice que después de que se inspeccione el puente, después de que finalice la actividad de diseño, todos los puentes que pasen deben estar abiertos para su uso, los vehículos de emergencia pueden usar el puente y el puente debe usarse con fines de seguridad, defensa, económicos o de seguridad secundaria inmediatamente después de que se complete la actividad de diseño.

**Puentes esenciales** los puentes especiales son considerados en el Manual de Puentes (2018) como puentes para tránsito de vehículos de seguridad, emergencias, defensa y otros propósitos el cual tiene que durar para cualquier evento natural o sísmico.

**Los factores de carga y sus combinaciones de carga** donde la sollicitación total factorizada será calculada como:

$$Q = \sum \eta_i \gamma_i Q_i$$

$\eta_i$  = Modificador de carga especificado.

$Q_i$  = Solicitaciones de las cargas aquí especificadas.

$\gamma_i$  = Factores de carga especificados.

Además, Este servicio es una combinación de cargas relacionadas con el uso normal del puente, la velocidad del viento es de 90 km / h, y todas las cargas están en sus valores nominales (no factorizados). Así como se indica en los anexos 7,8 y 9.

En el mismo Manual de Puentes (2018) nos menciona que cuando se utilizan componentes pretensados y cuando se combinan con vigas de acero, las tensiones de las siguientes fuentes se considerarán cargas de construcción, además EL. Para el Manual de Puentes (2018) menciona que: “el factor de carga para carga viva en la combinación correspondiente a Evento Extremo I,  $\gamma_P$ , se deberá determinar en base a las características específicas de cada proyecto” (p.135).

**Estructuras de acero** según el manual de Puentes (2018) en esta sección se presenta el diseño de conexiones y uniones de elementos de acero, estructuras de vigas curvas rectas y horizontales, pórticos, rejillas, arcos, sistemas atirantados, colgantes y sistemas con cubiertas metálicas.

**Estado límite de servicio** se toma en consideración que el Manual de Puentes (2018) indica que: ara componentes de trabajo flexibles, la investigación debe realizarse de acuerdo con el estado límite de servicio especificado en cada sección.

**Estado límite de fatiga y fractura** para el manual de Puentes (2018) menciona que se debe estudiar el estado límite de fatiga de los componentes y partes, y se debe utilizar la combinación de carga de fatiga especificada en el anexo 6, donde la combinación de carga y factor de carga y sobrecarga de fatiga.

### **Factores de resistencia**

Los factores de resistencia de acuerdo al Manual de Puentes (2018) Los factores de resistencia,  $\phi$ , para el Estado Límite de Resistencia se deberán tomar de la siguiente manera:

- Para flexión  $\phi_f = 1.00$
- Para corte  $\phi_v = 0.95$
- Para compresión axial, elementos sólo de acero  $\phi_c = 0.95$
- Para compresión axial, elementos compuestos  $\phi_c = 0.90$
- Para compresión axial y acción combinada de compresión y flexión en elementos compuestos CFSTs  $\phi_c = 0.90$
- Para compresión axial, columnas compuestas  $\phi_c = 0.90$  y otros q se consideran en el manual de puentes 2018.

**Estado límite de eventos extremos** que para el Manual de Puentes (2018) se deberán investigar todas las combinaciones de cargas correspondientes a evento extremo especificadas en el anexo 6.

**Contraflechas para compensar los efectos de las cargas permanentes** dentro del Manual de Puentes (2018) indica que la estructura de acero debe fabricarse con suficientes ejes secundarios para compensar la deflexión causada por la carga permanente y la desalineación vertical.

La deflexión debida al peso del acero y el peso del hormigón deben considerarse por separado. En sistemas de cerchas, arcos y atirantados, la longitud de los componentes se puede modificar selectivamente según sea necesario para ajustar la fecha sometido a la carga permanente, para reducir o eliminar el acortamiento de nervadura o ajustar el diagrama de momentos para las cargas permanentes.

**Diafragmas y marcos transversales** para el Manual de Puentes (2018) se tiene el diafragma o marco transversal se puede colocar al final de la estructura, sobre el soporte interno e intermitentemente a lo largo del tramo.

**Secciones tipo cajón** se consideran dentro del Manual de Puentes (2018) índice en lo siguiente:

En la parte en forma de cajón, se debe prever un tabique o un marco transversal en cada soporte para resistir la deformación de la sección transversal del cajon, y estar diseñado para resistir el momento de torsión en la caja y transmitir las fuerzas verticales y laterales del cajon.

**Celosías y Arcos** dentro del Manual de Puentes (2018) indica que se deberán instalarán diafragmas en las juntas de las vigas del tablero y en otras juntas o en el punto de aplicación de cargas concentradas. También se puede proporcionar un diafragma interno para mantener los componentes alineados.

La placa de empalme cuyos pasadores de base se fijan al final del truss deben estar conectadas por tabiques. Siempre que sea posible, las redes de la base deben estar conectadas mediante diafragmas.

Así mismo en el Manual de Puentes (2018) menciona que:

Si el extremo de la placa de alma o el cubrejunta se encuentra a una distancia mayor o igual que 4.0 ft (1200 mm) del punto de intersección de los elementos, se deberá proveer un diafragma entre las placas de empalme donde se conectan los elementos principales. (p. 407).

**Sección tipo omega invertida** según el Manual de Puentes (2018) el soporte lateral superior debe proporcionarse entre las alas de cada sección omega invertida.

Para vigas de flexión horizontal, se debe proporcionar soporte lateral en toda la longitud del miembro, y se estudiará la estabilidad a compresión del ala entre las placas del sistema de soporte lateral durante el vaciado del tablero.

Además, en el Manual de Puentes (2018) se menciona:

El arriostamiento lateral superior se deberá diseñar para resistir el flujo de corte en la sección debido a las cargas mayoradas antes que el tablero

de concreto se endurezca o se vuelva efectivo. También se deberán considerar las fuerzas en el arriostramiento debidas a la flexión de la omega invertida. (p.408).

**Celosía (Trusses)** según el manual de Puentes (2018) indica claramente que “los puentes de celosía en la cubierta inferior o superior deben tener soportes laterales superior e inferior” (p.408).

El elemento que proporciona soporte lateral para la cuerda de compresión debe ser lo más profundo posible y estar conectado a las dos alas.

**Pasadores (Pins)** se toma en cuenta que la colocación de los pasadores debe minimizar la tensión causada por la excentricidad así lo menciona el Manual de Puentes 2018.

**Resistencia** según el Manual de Puentes (2018) nos dice: “la Combinación de Flexión y Corte indica que los pasadores sujetos a una combinación de Flexión y Corte se deberán dimensionar de manera que satisfagan: (p.408).

$$\frac{6.0M_u}{\phi_f D^3 F_y} + \left( \frac{2.2V_u}{\phi_f D^2 F_y} \right)^3 \leq 0.95$$

Donde:

$D$  = diámetro del pasador (in); (mm)  $M_u$

$M_u$  = momento debido a las cargas factorizadas (kip-in); (N-mm)

$V_u$  = corte debido a las cargas factorizadas (kip); (N)

$F_y$  = mínima resistencia a la fluencia especificada del pasador (ksi); (MPa)

$\phi_f$  = factor de resistencia para flexión

$\phi_v$  = factor de resistencia para corte.

Por lo que “el momento,  $M_u$ , y el corte,  $M_u$ , se deberían tomar en la misma sección de diseño sobre el pasador” (Manual de Puentes, 2018, p.408).

**Concreto prefabricado para la plataforma del puente** como una alternativa de solución para la construcción de puentes son los elementos prefabricados de hormigón. Estos elementos que se usan y que tienen muchas ventajas: como su fabricación en lugar distinto y apropiado, reducido área de producción, reducción en tiempo de producción, además la utilización de concretos de mayor resistencia, tolerancias de fabricación, control de calidad y estética de acabados.

**Losas de espesor completo** las losas prefabricadas de losas de espesor completo para HUÉ – 2010 menciona que, si se conectan entre sí "in situ" mediante juntas transversales y se conectan a las vigas a través de ventanas también fundidas "in situ", de modo que los conectores de las vigas se disponen en un área local en lugar de estar distribuidos continuamente por toda la viga. (p.07).

**Losas para pavimentación de calzadas** las losas prefabricadas que se utilizan para su instalación en la plataforma de los puentes que recomienda según ANDECE – 2020 que:

Es un elemento prefabricado empleadas en los tableros de los puentes, consiste en losas de hormigón armado o pretensado de dimensiones que se recomienda estén entre 200 y 250 mm de espesor, anchos en torno a 2 – 4 m y largos hasta 15 m. (p.38).

Figura N° 4: Loza prefabricada de concreto armado.



Fuente: ANDECE – 2020.

Así mismo las propiedades que resalta ANDECE – 2020, respecto a las losas prefabricadas indica que:

Estos tienen la propiedad de ser durables, que es el aspecto más destacado, porque significa menos mantenimiento. De manera similar, la precisión dimensional de estos componentes prefabricados y curados en planta también es muy alta, lo que no se puede lograr en la construcción de campo. Además, su rapidez de ejecución: debido a su facilidad de uso, y debido a que las condiciones climáticas no cambiarán la estructura de manera diferente a otras soluciones, se pueden obtener altos beneficios, lo que favorece la economía del trabajo y es otro importante aspecto. Así mismo se puede ensamblar casi directamente desde el camión que transporta las losas, casi no hay necesidad de espacio para almacenar materiales o máquinas en el sitio.



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipos y Diseño de Investigación

Para trabajo de tesis y acerca de la metodología de investigación que se empleara, primero se debe saber que el método científico de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) “se encarga de aclarar las conexiones entre variables que influyen en el fenómeno que se encuentra en el estudio, también prevé la parte metodológica con el fin de que se cumpla la validez y confiabilidad de los resultados de la investigación” (p. 101).

**El tipo de Investigación** para el título de tesis “El diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma mejorará la transitabilidad de la población Alto Inambari – Puno” es básica. Según VALDERRAMA (2018), “es conocida también como investigación teórica, pura o fundamental. Está destinado a portar un cuerpo organizado de conocimientos científicos y no produce necesariamente resultados de utilidad práctica inmediata. Se preocupa por recoger información de la realidad para enriquecer el conocimiento teórico-científico, orientado al descubrimiento de principios y leyes” (p. 164)

**El nivel de investigación** El nivel de investigación es Explicativo, dado que su único objeto es explicar los factores de acontecimientos físicos y sociales de la conducta de mi variable independiente (Diseño del puente tipo arco atirantado) en función de otra variable dependiente (Mejora de la transitabilidad peatonal).

Según Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014) “Toda vez que se determinó la formulación del problema, se precisó el ámbito original de la indagación y se plantearon las hipótesis, quien investiga debe visibilizar la forma precisa de responder a las preguntas del estudio, igualmente completar con los objetivos propuestos” (p.128)

Esto supone elegir uno o varios esquemas de análisis y asignarlos al medio especial de su estudio. La expresión “nivel” de investigación alude a la planificación o método pensado para mantener la comunicación que se requiere con el fin de responder al planteamiento del problema.

### 3.2. Variables y Operacionalización

Según VALDERRAMA (2018), “se refiere en primera instancia a aspectos observables que tiene todo individuo, objeto, y que, al ser medida, pueden ser cuantitativo y cualitativo una de la otra. Ejemplo las variables de una persona: color de ojos, edad, peso, sexo, color de piel, color de cabello, edad, otros. Ejemplo las variables de las cosas u objetos: geometría, color, volumen, peso, preservación, años, etc.” (p.157)

además, según ARIAS (2012) “la operacionalización se usa para expresar los métodos de cómo se transforma la definición de una variable indeterminada a una determinada. Debido que podemos observar, medir, y dar una respuesta, se logra definir la relación dimensión e indicador; generalmente se presenta mediante un cuadro numérico” (p.62).

Entonces, las variables en este proyecto de investigación son las siguientes:

**Variable Independiente (X):** Diseño del puente tipo arco atirantado.

**Variable Dependiente (Y):** Mejora de la transitabilidad peatonal.

### 3.3. Población, Muestra y Muestreo

**La población** según VALDERRAMA (2018) “es una reunión limitada o ilimitada de especímenes u objetos que tienen particularidades similares capaces de ser observados.

Entonces, podemos hablar de universo de empresas; entidades públicas, autobuses, electores, población beneficiaria de un plan de apoyo con alimentos para una comunidad de pobreza extrema, etc.” (p.182).

Entonces para la presente tesis se considerará como la población beneficiaria de la zona conformada por un carril de 3.60m y un largo total de 95 m.

**La muestra** según el autor VALDERRAMA (2018) “es una parte representativa de un universo o comunidad. Es representativa dado que muestra exactamente las particularidades de la población cuando se asigna la estrategia conveniente de muestreo de la cual proviene; se distingue de ella solo en el

número de unidades incorporadas y es la indicada ya que debe incluirse un número ideal y limitado de unidades, este número se precisa a través del uso de diferentes procedimientos” (p.184).

Entonces para la presente tesis, la muestra será la misma que la población, la cual está conformada por un solo carril de 1.80m y un total del 78m.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

**La técnica de recolección de datos** es definida por la Universidad Naval (UNINAV) (2016) “Los métodos de investigación apropiados, consiste en recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de muestreo. Recolectar datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que no nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (p.28).

Entonces para reunir datos conlleva planificar un plan minucioso de métodos que nos lleven a recabar datos con un fin especial. Este plan comprende utilizar las siguientes técnicas.

#### **Consulta de documentos**

Según UNINAV (2016) “los datos van a ser facilitados por matrículas que se encuentran en documentos, ficheros, base de datos, a través de este medio vamos a recolectar los datos, el método o métodos deben ser confiables. Una vez recolectada la información vamos a organizarlos para que puedan examinarse y contestemos al enfoque del problema” (p.29).

Entonces esta técnica servirá para revisar libros, normas técnicas, manuales, tesis y especificaciones técnicas de los materiales que componen para diseñar el puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isillum para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.

#### **Técnicas de campo**

Según UNINAV (2016) “para recoger datos contamos con una diversidad de medios o procedimientos tanto cuantitativos como cualitativos, por ello es que en un mismo análisis podemos usar ambos” (p.29).

Por lo que esta técnica será fundamental para la recolección de datos de campo y para tomar mejor selección de los procedimientos en la presente tesis en el diseñar el puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Según UNINAV (2016) “toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales; confiabilidad, valides y objetividad” (p.28).

Entonces las herramientas de recolección de datos servirán para medir la variable en base a información que se pueda recabar. Y para nuestro proyecto de investigación los instrumentos utilizados son:

- Ficha técnica de recolección de datos.

### **Métodos de análisis de datos**

El análisis de datos cuantitativo se realizará mediante una computadora con softwares de cálculo de estructuras como CSI Bridge, Revit Estructure, Excel y donde podremos ver los modelos del puente, las cargas que actúan hasta obtener los resultados y los planos de fabricación.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) “manifiesta que hoy en día debemos de aprovechar la tecnología que está al alcance de nuestras manos y olvidarnos de los cálculos manuales porque estaríamos en desventaja con otros profesionales. Con el uso de la tecnología podremos entregar nuestros proyectos en menor tiempo y con mejor calidad al presentar nuestros expedientes técnicos el cual nos dará un mayor peso durante la fase de evaluación” (p.272).

### **3.5. Aspectos Éticos**

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se debe tener en consideración los siguientes principios éticos:

**Con respecto a la beneficencia**, en este trabajo de investigación se velará por el beneficio social, económico y más que todo como aporte a la necesidad de conectar con una infraestructura de puente para los productores,

campesinos, y lugareños del centro poblado de Isillumá y por ende de la población del Distrito de Alto Inambari.

**Con respecto a la autenticidad**, el trabajo de investigación se encuentra regido bajo las normas del estilo ISO 690 y 690-2 con respecto a las citas y referencias de tesis, libros, artículos científicos y artículos periodísticos.

**Con respecto a la verdad**, los datos obtenidos en los resultados de los análisis en laboratorio, trabajos de campo serán evidenciados mediante fotografías y guías de laboratorio firmado por una autoridad competente.

**Con respecto a la autonomía**, la autora empleará sus propias opiniones, criterios e interpretación de los datos teniendo como base a los antecedentes mencionados en el marco teórico.

**Y, por último, con respecto al compromiso y la responsabilidad**, los autores asumirán todas las responsabilidades de esta investigación y se comprometerá a cumplir con todo lo estipulado en el procedimiento de la investigación.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos propuestos para la presente tesis se tienen lo siguiente:

##### 4.1. Estudio Topográfico

Se ha realizado el presente estudio topográfico para la tesis “Diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno”, esto en base a la zona de influencia del centro poblado de Isilluma con los resultados siguientes.

Tabla N° 2.

<b>Resultados Topográficos</b>	
Cota de terreno	1066.791msnm
Sub rasante mínima	1078.00msnm
Total, volumen de corte	11.93m <sup>3</sup>
Total, volumen terraplén	1403.97m <sup>3</sup>
Longitud de puente	95m

Fuente: Elaboración propia.

La interpretación del resultado topográfico de acuerdo a la tabla N° 01 representa a los datos del levantamiento topográfico del terreno donde se ubica su localización y donde se observa la subrasante mínima, está en la cota 1078 msnm, y la cota del terreno más baja es de 1067.302 msnm. Entonces, así mismo se determina que el volumen de corte es 26.67 m<sup>3</sup> y el volumen de relleno es 1403.97 m<sup>3</sup>, el total del volumen del terraplén es de 1403.97 m<sup>3</sup>. Datos que se corroboran con los planos topográficos, perfil longitudinal, secciones transversales, planta general y elevación longitudinal que se adjunta en los anexos N° 10.

## **Excedente del Productor**

### **Excedente**

El excedente en economía según POLICONOMICS (2017) lo define que “el excedente en la economía se refiere a los beneficios (en términos de moneda y bienestar) que una persona o grupo de personas puede obtener debido al funcionamiento normal del mercado.” (parr. 1). Este excedente es lo que se visualiza en la zona de influencia para este caso en el Centro Poblado de Isilluma, que es un excedente de productor el cual se detalla como excedente total o económico o más diferenciado como bienestar social.

Para el presente estudio se analizará cada uno de las formas, pero se incidirá sobre el excedente del productor.

### **Excedente del Productor:**

Cabe indicar que “(...) el excedente del productor es la diferencia entre la utilidad total que obtiene un productor al vender un bien o servicio a su precio de mercado” (POLICONOMICS, 2017, parr. 5), pero también el excedente de productor es cuando los productores agrícolas producen más bienes de lo que debería de producir. Por lo que en la presente tesis veremos esta situación de excedente de productor.

Así mismo la viabilización y puesta en marcha de un proyecto como se plantea el “diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno”, en el diseño se plantea una infraestructura de puente en centro poblado de Isilluma que se ubica en el margen izquierdo del río Inambari y que unirá con el margen derecho del centro poblado y con las poblaciones de los sectores como: sectores como Santa Elena, Banco Pata, Huayruruni, Santa Barbara, Vista Alegre. Por lo que en el presente trabajo también es muy importante identificar, analizar y proyectar las actividades y productos.

Por lo que es necesario tomar en cuenta que las poblaciones de la zona de influencia del proyecto producen diversos productos y que en campañas de recolección y cosecha se pierden ya que no existe manera y forma de sacar al mercado y se ve esto como excedente del productor. Además, solo se

considera como excedente del productor en aquellas actividades y productos con mayor potencial, y que esto se ha determinado en base a las entrevistas realizadas en la visita de campo.

### **Agrícola:**

Se ha realizado un análisis la oferta y demanda en los mercados locales y regionales de la zona de influencia y También de las entrevistas llevadas a cabo por el investigador. Por eso se ha considerado solo los productos agrícolas que se producen en la zona de influencia y estos están viables para sacar a los mercados locales y que eso generara un excedente del productor. Los productos agrícolas que se producen son lo siguiente:

- Café
- Cacao
- Papaya
- Piña
- Mandarina
- Plátano
- Naranja
- Palta
- Limón
- Lima
- Toronja
- Coca

### **Ventajas de la construcción del Puente:**

- a) Excedente de producción generado por los productores agrícolas se expondrán en el mercado local y generara mayores ingresos.
- b) Dinamización de la economía local.



- c) Reducción de tiempo y costos de transporte tanto para los productores y pobladores de la zona.
- d) El riesgo peatonal de cruzar del margen derecho al margen izquierdo o viceversa del río será menor ya que se utilizará el puente.
- e) Las familias de estas zonas tendrán mayor acceso a la educación, salud, mercado local, y otros.
- f) Con la existencia de la infraestructura del puente los pobladores tendrán mejores oportunidades en su integración y que se aperturaran nuevas vías, las cuales serán integradas como vías vecinales.
- g) Fomentara la transitabilidad del turismo en la zona.

#### **Desventajas de la construcción de puente:**

- a) En el proceso constructivo, mayor costo de flete de los materiales y estructuras de Obra.
- b) Riesgo medio por la avenida del río en tiempos de lluvia.
- c) Limitado mano de obra en el proceso constructivo.

#### **Metodología del excedente del productor**

Para tener un análisis real de excedente del productor es necesario ver que la producción agrícola estimulada con la intervención de un puente en la zona de influencia provocará, una disminución en los precios de los bienes y productos de los agricultores, lo cual provocará una transferencia en los beneficios a partir de los productores hacia los consumidores locales y también regional y donde variaran los beneficios finales y totales.

Además, debemos de mencionar que todas las producciones se comercializan a través de las vías de transporte, y el puente es parte de la unión de vías. Sin embargo, esta situación de excedente del productor lo detallaremos de acuerdo a la figura N° 5, que nos ilustra su comportamiento económico en las zonas donde se intervienen y no tienen accesos a carreteras y menos la existencia de infraestructuras de puentes.

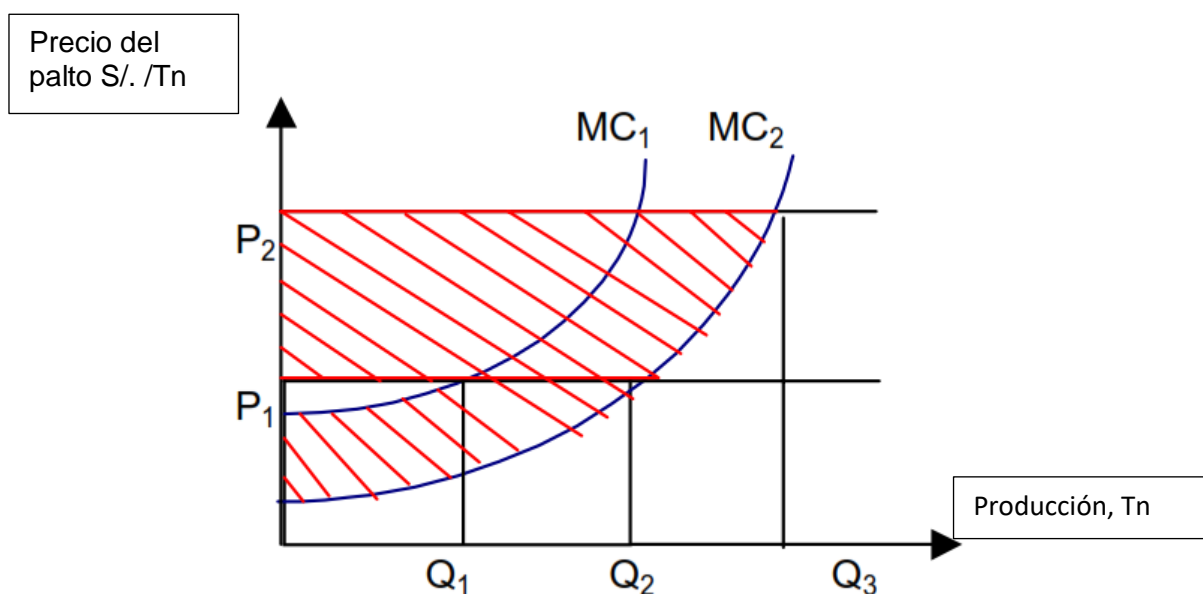
Para el presente análisis se ilustra con un ejemplo de cultivo de palta determinado en un año dado. Para este caso cuando es sin proyecto, la cantidad Q1 de palta producido se vende al costo P1 en el lugar de influencia.

Ya cuando el caso es con proyecto, se pueden dar algunas variantes, con proyecto consideraremos el diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno y la cual se plantea lo siguiente:

- a) Cabe considerar que la figura N° 5 se da que, la siguiente situación respecto a las economías del transporte de la producción agrícola donde puede trasladarse al agricultor en términos de precios más elevados en la explotación, P2”.

En efecto, la producción de palta crece a partir Q1 a Q2 en la curva de los costos marginales MC1. Los agricultores de la zona de influencia del centro poblado de Isilluma, también podrían producir y comercializar nuevos cultivos y de alto valor si se redujeran considerablemente los costos de transporte y se atiende con una infraestructura vial en buenas condiciones. Por lo tanto, estos cultivos serían representados con nuevas curvas de la oferta.

Figura: N° 5: Producción de palta en el año N.



Fuente: elaboración propia.

- b) Siguiendo el figura N° 5, también se debe mencionar que “los beneficios económicos del transporte de insumos agrícolas pueden reducir el costo de producción de cualquier nivel de producción; esto se refleja en el

cambio de MC1, a MC2, con el nuevo precio P2 en la explotación, la producción aumentaría desde Q2 a Q3”.

Con la intervención y viabilización del proyecto se podrá disminuir los costos de producción en la zona de influencia beneficiando tanto a los productores agrícolas como también para los consumidores.

- c) Entonces viendo el figura N° 5, se puede ver que “si las dos situaciones anteriores ocurriesen simultáneamente, la producción aumentaría de Q1 a Q3. Que estos dos efectos pueden ocurrir conjuntamente, dado que en general, cabe preveer que un proyecto de tipo de unión de vías traiga como consecuencia menores costos de transporte, tanto como de explotación (reducción de costos en ambos sentidos, volumen de insumos y de productos como también de otros bienes que los agricultores compran es bajo, en comparación con la producción que los agricultores comercializan, pueden haber diferencias en las disminuciones de los precios en las dos direcciones. La variación neta en el excedente del productor, o los beneficios a nivel de la explotación o producción, asociados con este cambio económico pueden observar en el área sombreada de la figura N° 5”.

Entonces en la presente tesis de diseño de puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillumá para mejorar la transitabilidad de población, Alto Inambari – Puno, justamente se plantea dentro de su objetivo mejorar la transitabilidad de la población de la zona de influencia lo cual disminuirá también en los menores costos de transporte, intercambio de bienes, insumos y productos tanto productor y consumidor, lo cual ayudará a mejorar el nivel de vida de la zona de influencia. Entonces es viable el diseño de puente para la unión de una sola población separada por el río Inambari.

En resumen, el análisis del excedente del productor se cuantifica en el área de influencia, el efecto del proceso de desarrollo de las economías en el costo de transporte y las inversiones complementarias, vinculando de esta forma los beneficios del proyecto con los aumentos de la producción primaria en la zona de influencia. Los beneficios cuantificados mediante la valoración de las variaciones de la oferta agrícola representan cambios fundamentales, que se

reflejan indirectamente en el análisis de la demanda de transporte y puente es parte de los accesos de las vías. Las relaciones entre el mejoramiento del transporte o vías y los aumentos de la producción señalan claramente la necesidad de adoptar un enfoque integrado de desarrollo rural.

En el caso del Caso 2, el uso del análisis del excedente del productor puede brindar una comprensión más amplia de los beneficios de los proyectos de caminos rurales y centrar la atención en el impacto de los proyectos de caminos rurales en el proceso de desarrollo.

### **Selección de vehículos para el paso del puente**

Visto el manual de diseño de puentes – 2018, el cual es un instrumento técnico para el diseño de puentes y que no contempla dentro de su contenido el dimensionamiento por excedente de productor, sin embargo, para la presente tesis se dimensionará de acuerdo al excedente de productor, de las necesidades que tiene los productores, de acuerdo a la existencia de vehículos que existen en la zona y de acuerdo a la vía existente del lugar.

Tabla N° 3: Existencia de vehículos en el Centro Poblado de Isilluma.

<b>Descripción</b>	<b>Ancho del Vehículo</b>
Camión 2 ejes	1.80 mts
Camioneta M1	1.50 mts
Motocarga	1.30 mts
Motocicletas	1.00 mts
Peatón	0.80

Fuente: elaboración del investigador con datos del lugar de influencia.

### **Dimensionamiento del Puente**

Visto el manual de diseño de puentes -2018 y de acuerdo a la necesidad de la zona de influencia, su geografía, sus vías de acceso, y los analizado sus beneficiarios y poblaciones aledañas además viendo la solución de acuerdo al cuadro anterior se propone que el puente sea de un solo carril y plataforma de

3.60 mts y conjuntamente cada lado con sus veredas tomándose en cuenta el manual de diseño de puentes – 2018.

Mejorando la transitabilidad de la población, con la ejecución del proyecto de diseño de puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillumá, se mejorará la transitabilidad y accesos y se integrará al centro poblado de Isillumá los sectores Puerto Rico, Huinchusmayo, Santiagomayo, Huayruruni, Bellavista, Chunchusmayo, Santa Rosa Janacchimpa. Así mismo esta población beneficiaria participó en la emisión de:

- Acta de compromiso para el costo de operación y mantenimiento
- Acta de libre disposición de terrenos para las obras generales.
- Padrón de beneficiarios, así como se puede apreciar en el anexo 14.

#### **4.2. Estudio de geología y mecánica de suelos**

Para la presente tesis se realizó el estudio de geología y de mecánica de suelos esto cumpliendo los objetivos establecidos en nuestros objetivos con la obtención de los siguientes resultados:

##### **Geología de la zona del proyecto**

Era : Comprende formaciones geológicas desde era Paleozoico hasta la actualidad. durante el proceso de formación el planeta tierra ha sufrido diferentes eventos de sedimentación, orogénesis y tectonismo.

Tipos de rocas en la zona del proyecto: Existen rocas como metareniscas de grano fino de color gris blanquecina intercaladas con limonitas pizarrosas de la formación Sandia (OS-s) (Ordovícico-Superior) del Paleozoico.

Sinclinal de Isillumá: En la zona del proyecto se encuentra el poblado de Isillumá con presencia de rocas metareniscas e intercaladas con limonitas pizarrosas formando una estructura geológica de tipo sinclinal formando un rumbo promedio de 45°Norte. Datos obtenidos de la carta geológica 28 y 3 del INGEMMET donde se adjunta en anexo 11.

En la zona del proyecto existen formaciones de macizos rocosos como metareniscas de grano fino de color gris blanquecino, intercalados con presencia de rocas limolitas pizarrosas de formación Sandia del ordovícico superior de la era del paleozoico. Y también existe estructuras geológicas como sinclinal de Isillum.

### Estudio de mecánica de suelos

Tabla N° 4: Resultados del estudio de mecánica de suelos.

ITEM	MARGEN IZQUIERDO (A)			MARGEN DERECHO (B)		
	Calita 1	Calita 2	Calita 3	Calita 4	Calita 5	Calita 6
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Tipo de Suelo	Arena arcillosa con limo	Arena arcillosa	Arena bien graduada con limo	Arena arcillosa	Arena bien graduada con limo	Arena arcillosa
Color	Gris oscuro	Gris oscuro	Pardo oscuro	Pardo oscuro	Pardo oscuro	Pardo oscuro
Granulometría	41.37	27.41	10.80	16.30	10.80	16.30
Limite Liquido por Tamizado ASTM D-422	40.92	34.66	25.88	35.07	25.88	35.07
Limite Plástico ASTM D-422	30.68	28.42	22.49	27.48	22.49	27.48
Índice de Plasticidad	10.24	6.24	3.39	7.59	3.39	7.59
Humedad – ASTM 4220	18.34	12.6	10.20	13.50	8.65	12.48
Tipo de Suelo SUCS	SC Arena arcillosa	SC Arena arcillosa	WS-SM Arena bien graduada con limo, con clastos sub redondeados de 1”	SC Arena arcillosa	WS-SM Arena bien graduada con limo, con clastos sub redondeados de 1”	SC Arena arcillosa
Capacidad Portante	1.29kg/cm2	1.32kg/cm2	1.14kg/cm2	1.24kg/cm2	1.30kg/cm2	1.44kg/cm2

Fuente: Muestras de suelos analizadas en el laboratorio de mecánica de suelos.

## **MARGEN IZQUIERDO (A)**

### **Calitata1 M-1**

Se tiene el suelo arena arcillosa limosa de color gris oscuro, con un 41.37% de granulometría de finos que pasa la malla número 200, límite líquido es de 40.92%, límite plástico 30.68%, índice de plasticidad 10.24% y la humedad del terreno natural según el análisis de tamizado ASTM D - 422 es 18.34%, tipo de suelo según SUCS es arena arcillosa (SC) y capacidad portante de 1.29kg/cm<sup>2</sup>.

### **Calitata2 M-2**

Nos indica que el suelo es arena arcillosa, de tonalidad gris oscuro, con un 27.41% de finos que pasa (la malla N° 200), límite líquido es 34.66%, límite plástico es de 28.42%, índice de plasticidad 6.24% y la humedad de terreno natural según el análisis de tamizado ASTM D -422 es 12.6%, tipo de suelo según SUCS es arena arcillosa (SC) y capacidad portante de 1.32Kg/cm<sup>2</sup>.

### **Calitata3 M-3**

Resultado de análisis de laboratorio se tiene el suelo arena bien graduada con limo de color pardo oscuro, con clastos subredondeados de tamaño 1", y con resultado de 10.80% de granulometría de finos que pasa la malla número 200, límite líquido es de 25.88%, límite plástico 22.49%, índice de plasticidad 3.39% y la humedad del terreno natural según el análisis de tamizado ASTM D -422 es 10.20%, tipo de suelo según SUCS es arena arcillosa (SC) y capacidad portante de 1.14kg/cm<sup>2</sup>.

## **MARGEN DERECHO (B)**

### **Calitata4 M-4**

Nos indica que el suelo es arena arcillosa, de tonalidad pardo oscuro, con un 16.30% de finos que pasa (la malla N° 200), límite líquido es 35.07%, límite plástico es de 27.48%, índice de plasticidad 7.59% y la humedad de terreno natural según el análisis de tamizado ASTM D -422 es 13.50%, tipo de suelo según SUCS es arena arcillosa (SC) y capacidad portante es de 1.24Kg/cm<sup>2</sup>.

### **Calitata5 M-5**

El resultado de análisis en laboratorio nos indica que el suelo se clasifica como suelo arena arcillosa de tonalidad pardo oscuro, con clastos subredondeados de tamaño 1" y su granulometría es 10.80% de finos que pasa (la malla N<sup>a</sup> 200), el terreno natural presenta una humedad de 8.65%, el límite líquido es 25.88%; el límite plástico un valor de 22.49%, el valor de Índice de plasticidad de 3.39%, tipo de suelo según SUCS es arena bien graduada con limo y capacidad portante es de 1.30kg/cm<sup>2</sup>.

### **Calitata6 M-6**

Nos indica que el suelo se clasifica a arena arcillosa, de tonalidad pardo oscuro, con un 16.30% de finos que pasa (la malla N<sup>o</sup> 200), límite líquido es 35.07%, límite plástico es de 27.48%, índice de plasticidad 7.59%, la humedad del suelo natural según el análisis de tamizado ASTM D - 422 es 12.48%, tipo de suelo según SUCS es arena arcillosa (SC) y capacidad portante es de 1.44Kg/cm<sup>2</sup>. Todos estos resultados adjuntados en los anexos 11.

### **4.3. Estudio de Hidrología**

Para la presente tesis y de acuerdo a los objetivos propuestos de hidrología, se solicitó datos a la institución de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI- Puno.

Cuenca : Alto Inambari

Microcuenca : Isillumá

Sub cuenca : Sub cuenca de Isillumá, Santa Rosa y hacia la cuenca principal de río de alto Inambari.

Aguas subterráneas: En el área de influencia del proyecto podemos indicar que existe zonas de presencia de aguas subterráneas, que son producto de filtraciones de aguas superficiales de lluvias intensas.

En el alrededor del poblado de Isillumá existen 3 zonas de afloramiento de aguas subterráneas.

De acuerdo a la zona del estudio, se ubica en la microcuenca del centro poblado de Isillumá, en donde existe la presencia de diferentes afloramientos de



aguas subterráneas. En donde, los mismos no representan las mayores dificultades en cuanto al incremento de las posibles fuertes avenidas del agua en la zona de estudio del proyecto.

Tabla N° 5: Promedio de Meses de mayor precipitación (1990-2020).

Estación meteorológica Limabani	8.361mm	Mes febrero
Estación meteorológica Cuyo Cuyo	4.468mm	Mes febrero
Estación meteorológica Tambopata	7.701mm	Mes enero

Fuente: Elaboración propia según los datos de Senamhi.

Según los resultados de tabla N° 5 el de mayor precipitación está el mes de febrero en las estaciones meteorológicas de Limabani (8.361mm) y Cuyo Cuyo (4.468mm). En la estación meteorológica de Tambopata se tiene mayor precipitación en mes de febrero (7.701mm).

Tabla N° 6: Promedio de Meses de menor precipitación (1990-2020).

Estación meteorológica Limabani	0.85mm	Mes junio
Estación meteorológica Cuyo Cuyo	0.402mm	Mes junio
Estación meteorológica Tambopata	1.371mm	Mes julio

Fuente: Elaboración propia según los datos de Senamhi.

según el tabla N° 6 se observa los resultados que tiene menor precipitación en las estaciones de Limbani (0.85mm) y Cuyo Cuyo (0.402mm), es el mes de junio y en la estación de Tambopata se tiene menor precipitación es en mes de julio(1.37mm).

Tabla N° 7: Precipitación máxima anual.

N°	Año	LIMBANI	CUYO CUYO	TAMBOPATA	PROMEDIO
		PPMax 24hr	PPMax 24hr	PPMax 24hr	PPMax 24hr
1	1990	18.60	27.70	60.70	35.67
2	1991	20.00	25.30	74.00	39.77
3	1992	23.30	20.00	71.00	38.10
4	1993	57.30	36.30	64.00	52.53
5	1994	22.10	21.70	60.80	34.87
6	1995	29.80	21.10	82.50	44.47
7	1996	36.40	21.10	75.60	44.37
8	1997	41.00	38.50	57.70	45.73
9	1998	53.80	28.20	60.30	47.43
10	1999	59.40	33.20	69.60	54.07
11	2000	40.50	43.40	105.10	63.00
12	2001	34.40	24.60	64.10	41.03
13	2002	33.20	26.70	55.60	38.50
14	2003	36.40	19.00	49.20	34.87
15	2004	31.40	20.50	53.10	35.00
16	2005	38.90	30.80	82.30	50.67
17	2006	57.80	26.10	58.60	47.50
18	2007	34.70	23.40	44.10	34.07
19	2008	29.60	19.20	81.20	43.33
20	2009	66.20	33.60	61.30	53.70
21	2010	34.70	21.70	47.00	34.47
22	2011	32.50	24.50	62.00	39.67
23	2012	33.30	21.70	45.50	33.50
24	2013	32.80	29.50	71.00	44.43
25	2014	48.80	16.60	60.40	41.93
26	2015	49.60	29.80	71.00	50.13
27	2016	24.70	23.30	38.50	28.83
28	2017	24.00	16.50	22.50	21.00
29	2018	46.00	28.30	----	37.15
30	2019	40.00	21.10	112.50	57.87
31	2020	62.60	26.40	64.70	51.23

FUENTE: Elaboración propia según los datos de Senamhi.

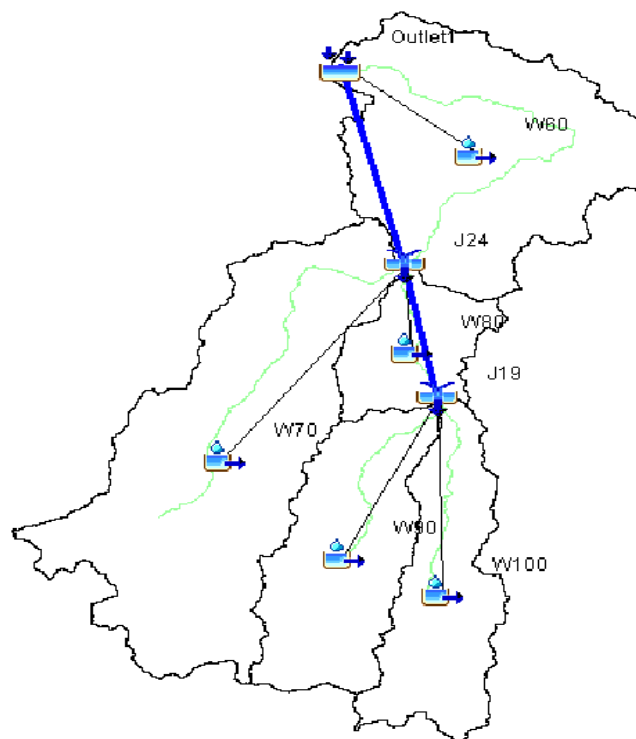
Su interpretación según el cuadro N° 06 se tiene una serie de precipitación máxima anual con promedio 57.87mm de resultado es en el año de 2019. Y el promedio menor de precipitación máxima anual se tiene en año de 2016 con 28.83mm. así mismo se adjunta en el anexo 12, el plano de planta y perfil hidrológico del río.

### Calculo de modelo hidrológico

El modelo hidrológico se realizó para un periodo de retorno de 50, esta modelación permitió calcular el caudal máximo en función a las estacione ya mencionadas.

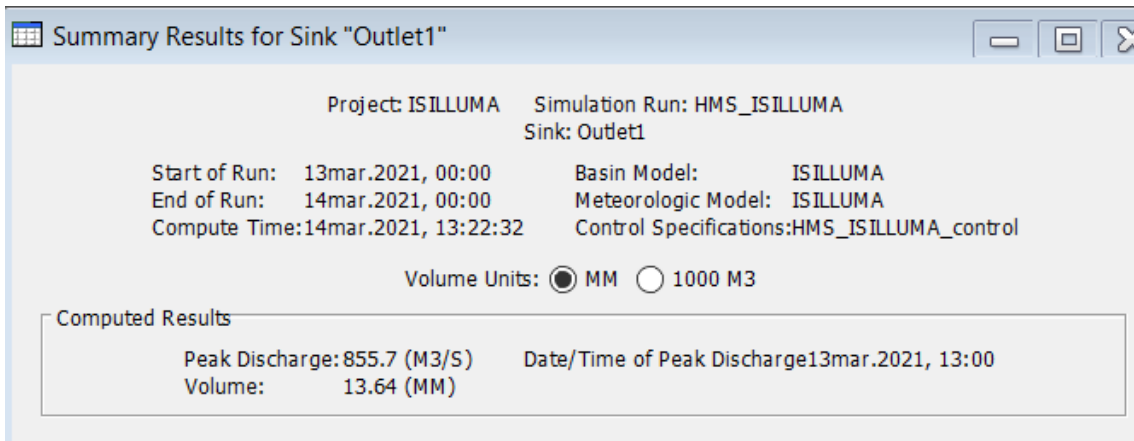
La modelación hidrológica para un periodo de retorno de 50 años dio como resultado un caudal máximo de 855.7 m<sup>3</sup>/s.

Figura N° 6: Simulación del modelo hidrológico CON HEC HMS.



Fuente: Hidrógrafa simulada para periodo de retorno de 50 años de HEC-HMS.

Figura N° 7: Caudal Máximo para un periodo de retorno de 50 años.

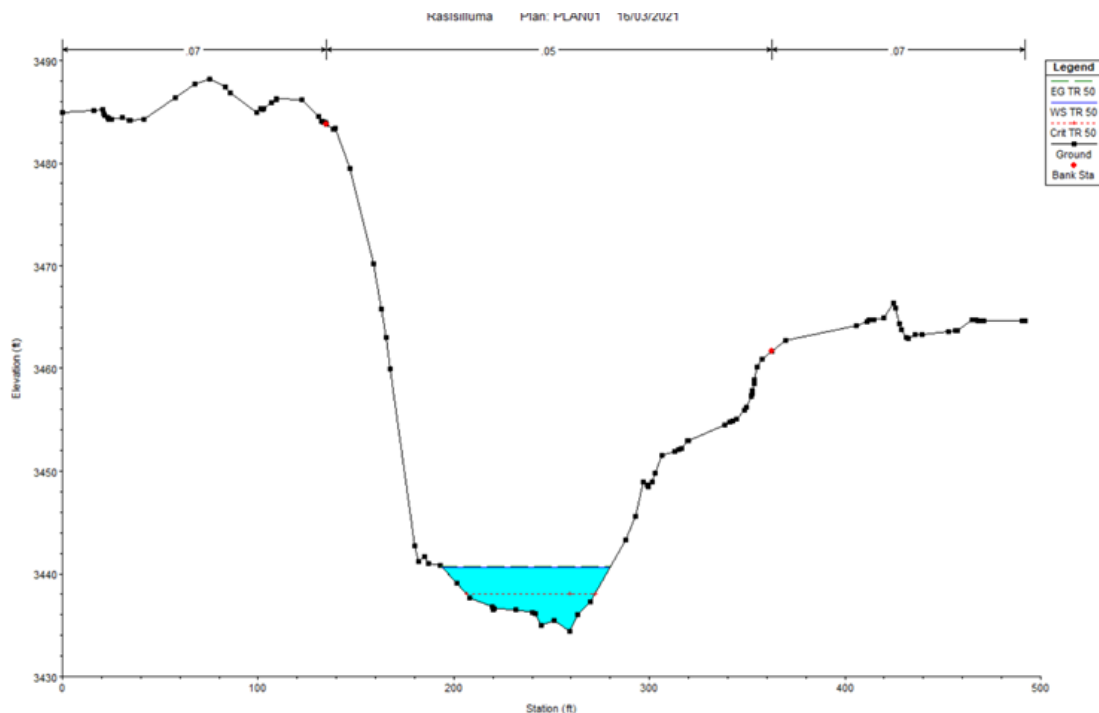


Fuente: HEC-HMS.

El caudal resultante del modelo es 855.7 (m<sup>3</sup>/s), el cual se presenta en tiempo de avenidas, por lo tanto éste es el caudal con el cual se modela el tirante máximo en la zona del puente a diseñar.

### Calculo de tirante del rio

Figura N° 8.



Fuente: HEC-HMS

En los siguientes gráficos se muestra la sección en donde se presenta un tirante de 6.9 m desde el lecho de río, como se puede visualizar en el anexo 12.

#### **4.4. Modelamiento y análisis estructural del puente con el software CSI Bridge.**

##### **4.4.1. Prediseño**

###### **Sitio de emplazamiento**

Obstáculo cruzado	: Río de curso permanente
Temperatura ambiental	: 25° - 31°
Uso de puente	: Vehicular y peatonal
Tipo de puente	: Puente tipo arco atirantado
Materiales	: Acero estructural para el arco grado 50, para las péndolas de acero de alta resistencia pretensado, concreto prefabricado para el tablero, vigas de diafragma (transversal) de 30 cm y vigas carril (longitudinal) de 75 cm, acero de grado 60 para estribos.
Luz de puente	: 95 metros
Ancho de calzada	: 3.60 metros
Vereda (02 veredas)	: 0.60 metros
Nro. de vías	: 01 vía
Superestructura	: Puente tipo arco atirantado (tablero de concreto prefabricado, vigas y viguetas de acero estructural, arco de acero estructural tubular y péndolas de acero de alta resistencia.

#### 4.4.2. Materiales

##### Acero estructural

El acero estructural son aceros de bajo contenido de carbono, y lo cuales son altamente usado en nuestro medio por eso que el ASTM A 36, se usan en perfiles, planchas y secciones para puentes metálicos.

Esfuerzo mínimo de fluencia:

$$f_y = 36 \frac{\text{kLb}}{\text{pulg}^2} = 2531.16 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo a Tensión:

$$f_u = 58 \frac{\text{kLb}}{\text{pulg}^2} = 4077.98 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Acero de contiene baja aleación y de alta resistencia ASTM A 572 Gr.50

Esfuerzo mínimo de fluencia  $F_y$ :

$$f_y = 50 \frac{\text{kLb}}{\text{pulg}^2} = 3515.50 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo a Tensión  $F_u$ :

$$f_u = 65 \frac{\text{kLb}}{\text{pulg}^2} = 4570.15 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad:

$$E = 50 \frac{\text{kLb}}{\text{pulg}^2} = 2.1 * 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Peso específico de los materiales según la N.T.P. E.020.

- Acero= 7850 kg/m<sup>3</sup>
- Concreto armado= 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Concreto = 2300 kg/m<sup>3</sup>
- Tierra= 1800 kg/m<sup>3</sup>

## Concreto

Para el presente modelamiento, el concreto a ser considerado tiene las características:

Resistencia a la compresión:

$$f^c = 280 \text{ kgf/cm}^2$$

Módulo de elasticidad:

$$E = 15100 * \sqrt{f^c} = 252671.328 \text{ kgf/cm}^2$$

Módulo de Poisson ( $\mu$ ):

$$\mu = 0.15$$

Módulo de corte:

$$G = \frac{E}{2 * (1 + \mu)} = 15100 * \sqrt{f^c} = 109857.099 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Peso específico:

$$\gamma = 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

## Acero de refuerzo

El acero considerado en el proyecto es ASTM 615 de grado 60, lo cual se utiliza en todo el proyecto.

Esfuerzo a la fluencia:

$$f_y = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Módulo de elasticidad:

$$E = 2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Peso Específico:

$$\gamma = 7800 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

## Datos Geométricos

- Longitud del puente: 95m.
- Ancho del puente:

$$3.6\text{m} + 0.60 + 0.60 + 0.20 = 5.00 \text{ m}$$

- Altura del arco

$$h = \frac{L}{5} o \frac{L}{7} = \frac{95}{7} = 13.57 \cong 14\text{m}$$

- $L/21$  a  $L/25 = 4.\text{mm} = 400/21 = 19.05 \text{ cm}$

### 4.4.3. Cargas

Se tienen las cargas permanentes que contienen el peso propio de los componentes de la superestructura, sus accesorios y demás instalaciones de servicios incorporadas en la misma estructura, así como plataforma de rodadura, futuras sobre capas y extensiones previstos.

La carga viva está distribuida en el único carril de diseño que se determina por el cálculo y considerando la relación  $w/3600$  siendo  $w$  el ancho libre de la calzada, en mm.

### 4.4.3. Peso Propio

Son cargas provenientes de la propia estructura, el cual se definen conjuntamente con las secciones de la estructura.

### 4.4.4. Sobrecargas

#### Sobrecargas de las veredas

Las veredas del puente y sus elementos que soportaran, deberán de diseñarse para una sobrecarga de  $3.5 \text{ kN/m}^2$  que es  $360 \text{ kg/m}^2$ , funcionando dentro de los tramos en la cual impliquen desfavorables en cada caso, y paralelamente junto a las cargas vivas divididas al peso de los vehículos.

#### Fuerza sobre sardineles

Sardineles deberán ser diseñados para resistir la fuerza lateral no menor de  $7.5 \text{ kN}$  que es igual a  $760 \text{ kgf/m}$  de sardinel, además deberá estar al tope del sardinel a una altura de  $0.25\text{m}$ . sobre el tablero.



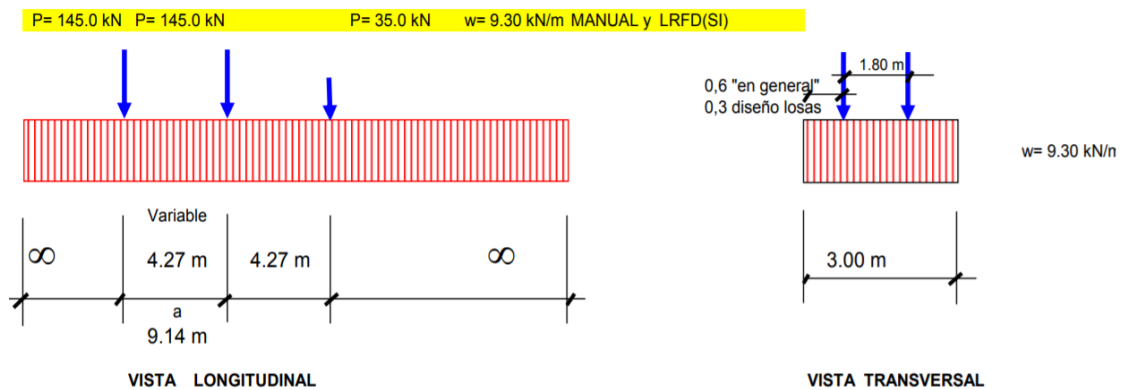
## Cargas para puentes

se debe de tener en cuenta que dentro de los puentes para el uso peatonal y para el tráfico de bicicletas se deberán diseñar para una carga viva repartida de  $5\text{kN/m}^2$  igual a  $510\text{ kg/m}^2$ .

### 4.4.5. Cargas vivas de vehículos

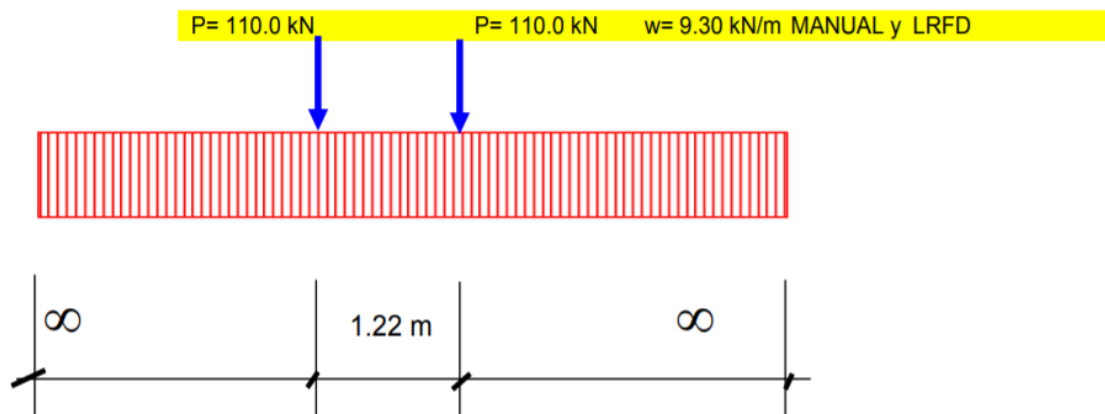
#### Camión de diseño

Figura N° 9: Carga HL-93 K (camión de tres ejes).



Fuente: Elaboración propia en base al manual de diseño de puentes -2018.

Figura N° 10: Carga HL-93 M (camión de 2 ejes).



Fuente: Elaboración propia en base al manual de diseño de puentes - 2018.

## **Sobrecarga distribuida**

En los cálculos se considerará una sobrecarga de 9.3 kN/m (970 kgf/m), donde se distribuya uniformemente en la dirección longitudinal en aquellas partes del puente que se ven afectadas negativamente. Además, se supondrá que la sobrecarga se distribuya uniformemente dentro del puente sobre un ancho de 3.00m en dirección transversal.

Esta sobrecarga también se aplica a las áreas donde se encuentran los camiones de diseño o los carros tándem. Para esta sobrecarga, no se considerarán los efectos dinámicos.

### **4.4.6. Cargas de viento**

#### **Presión horizontal del viento**

Se tendrá en cuenta que la presión especificada aquí es causada por la velocidad básica del viento de 160 km/h. Entonces las cargas de viento se distribuyen de manera uniforme en las áreas expuestas al viento.

La presión del viento sobre estructuras si se tienen las condiciones locales que la permitan, se pueden seleccionar diferentes velocidades de vientos básicas de diseño para realizar las combinaciones de carga que no implican que el viento actúe sobre la sobrecarga. A menos que se indique lo contrario, se asumirá que la dirección del viento de diseño, es horizontal. En ausencia de datos más precisos entonces, la presión del viento de diseño en MPa, se puede determinar con la ecuación que se presenta líneas abajo:

$$V_z = C \cdot V_{10} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \geq V_{10}$$

Donde:

V<sub>z</sub>: Velocidad del viento en km/h a la altura z.

V<sub>10</sub>: Velocidad de referencia, a altura de z=10m.

Z: Altura por encima del nivel del terreno o del agua m.

C, Z<sub>0</sub>: Constantes dadas en la tabla.

Tabla N° 8: Los constantes C, Zo.

<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUEBLOS ABIERTOS</b>	<b>SUBURBANOS</b>	<b>CIUDAD</b>
C (km/h)	0.330	0.380	0.485
Zo (m)	0.070	0.300	0.800

Fuente: NTE E.020

### Presiones horizontales sobre la estructura

La presión del viento se calculará mediante la siguiente expresión:

$$P = P_B \left( \frac{V_z}{100} \right)^2$$

P: Presión del viento kN/m<sup>2</sup>.

Vz: Velocidad del viento en km/h a la altura z.

La presión básica del viento corresponde a una velocidad de 100 km/h dada en la siguiente tabla:

Tabla N° 9: Presión básica a una velocidad de 100 Km/h.

<b>Componente estructural</b>	<b>Presión por barlovento (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Presión por sotavento (kN/m<sup>2</sup>)</b>
Armaduras, columnas y arcos.	1.5	0.75
Vigas	1.5	NA
Superficies de pisos largos.	1.2	NA

Fuente: NTE E.020

Entonces para el presente proyecto, los valores de presiones de viento son:

- Según el mapa eólico del Perú (NTE E-020), la velocidad básica del viento a 10m de altura para la zona de Isillum es 95 km/h.
- La altura del puente encima del nivel de agua o el terreno considerado es 30m.
- Al ubicarse en un pueblo abierto los factores C y Zo son:

$$C= 0.33 \quad Z_0=0.07$$

- Entonces la velocidad  $V_z$  es:

$$V_z = C \cdot V_{10} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0.33 * 95 * \ln\left(\frac{30}{0.07}\right) = 189.99 \text{ km/h}$$

- La presión debida a viento es:

$$P = 1.2 \left(\frac{190}{100}\right)^2 = 4.33 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.4.7. Carga de frenado

De acuerdo a la norma AASHTO las fuerzas de frenado se pueden suponer como el 25 % de las cargas verticales de los ejes de cada vehículo de carga en cada una de las vías del mismo sentido, y en el puente de campo dos está limitado al tránsito de un solo vehículo a la vez en el puente.

#### 4.4.8. Casos de cargas considerados

##### a) Estados limites

Según el autor Villaseca (2014) indica “Se deben proporcionar componentes estructurales para cumplir con todos los requisitos bajo los estados límite apropiados.” (p.14). por lo tanto, se tomará esa consideración para los estados límites.

##### b). Factores de cargas y combinaciones

Estados límites de resistencia:

- $R1=1.25 Dc + 1.5 Dw+1.5 Eh + 1.75 (LL+IM)$
- $R2= 0.9 Dc + 0.65 Dw + 0.9 Eh + 1.75 (LL+IM)$

Estados límites de evento extremo:

- $E1= 0.9 Dc + 0.65 Dw + 0.9 Eh + 1.75 (LL+IM) + 1.00 Eqx +0.30 Eqy$
- $E2= 0.9 Dc + 0.65 Dw + 0.9 Eh + 1.75 (LL+IM) + 1.00 Eqy +0.30 Eqx$
- $E3= 0.9 Dc + 0.65 Dw + 0.9 Eh + 1.75 (LL+IM) + 1.00 Eqz$

Estados límites de servicio:

- $S1 = 1 Dc + 1 Dw + 1 Eh + 1 (LL+IM)$ .

Estados límites de fatiga y fractura:

- $F1 = 0.75 (LL+IM)$

Donde

- Dc: Cargas permanentes
- Dw Carga muerta de superficie de rodadura
- Eh: Presión de tierra horizontal
- Es: Carga superficial de terreno
- Ev: presión vertical del relleno
- LL: Carga viva vehicular
- IM: impacto.

#### 4.4.9. Control de deflexiones

Según el autor Villaseca (2014), toma estas cargas tanto vehiculares y de peatón. En la cual también consideraremos para la deflexión.

$$\text{Carga vehicular general } \Delta = \frac{L}{800}$$

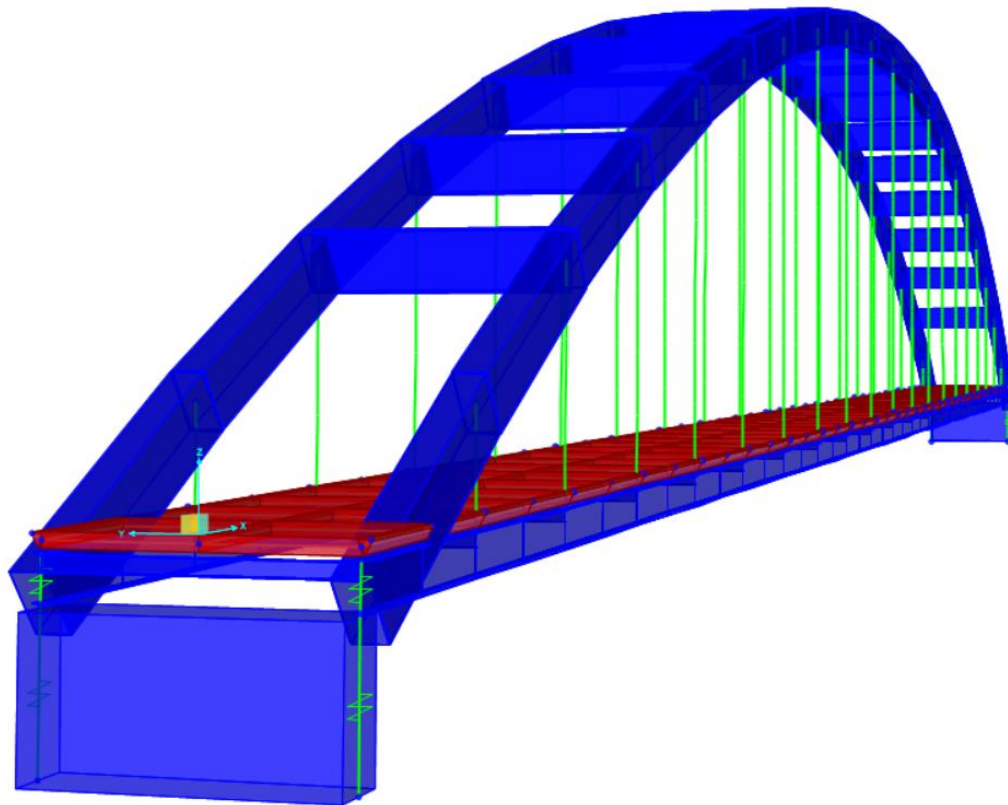
$$\text{Carga vehicular y de peaton } \Delta = \frac{L}{1000}$$

#### 4.4.10. Contraflecha

Para el cálculo de la contra-flecha se considera la suma de los todos los efectos que genera la deformación instantánea y de la deformación diferida, causada por las cargas permanentes actuantes bajo el mecanismo de flujo plástico o creep del concreto.

## ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Figura N° 11: Modelo estructural del puente tipo arco atirantado.



Fuente: CSI Bridge

### Contra-flecha de ejecución

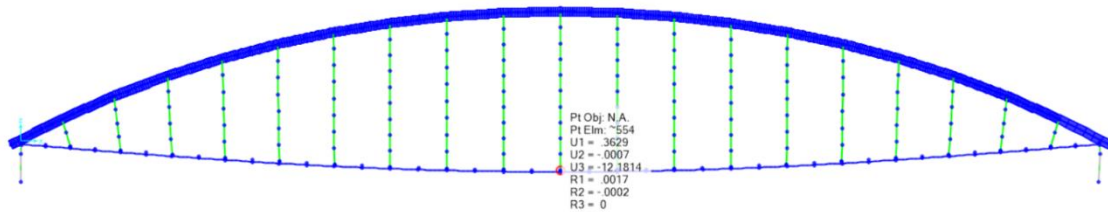
A fin de pre-dimensionar correctamente el puente se realiza la evaluación de la flecha máxima, lo cual ocurre al centro del puente. Este valor será contrapuesto con la contraflecha.

Sin embargo, el puente una vez entre en funcionamiento deberá estar con flecha con contra-flecha. Es por ello que se realiza dicha evaluación preliminar.

a). Primera iteración

- Viga de arco 40x60
- Viga longitudinal IPE 750
- Flecha para carga muerta: 12.18 m.

Figura N° 12: Primera iteración de la viga de arco y viga longitudinal.

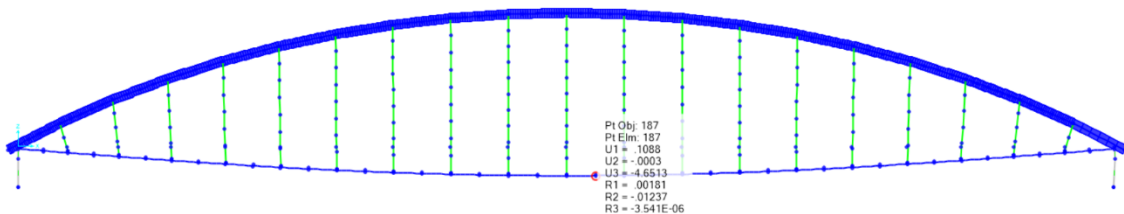


Fuente: CSI Bridge.

b). Segunda iteración

- Viga de arco 60x80
- Viga longitudinal I 100x42
- Flecha para carga muerta: 4.65 m.

Figura N° 13: Segunda iteración de la viga de arco y viga longitudinal.



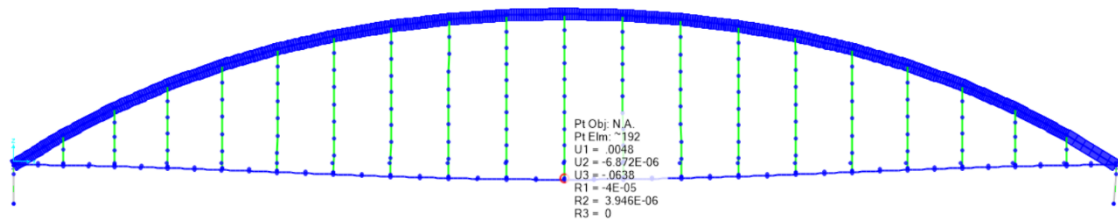
Fuente: CSI Bridge.

c). Tercera iteración

- Viga de arco 60x100
- Viga longitudinal I 100x42
- Flecha para carga muerta: 33 m.

Además, se revisó ajustes de coincidencia de puntos, ya que había separación entre elementos.

Figura N° 14: Tercera iteración de la viga de arco y viga longitudinal.



Fuente: CSI Bridge.

En la tercera iteración se obtuvo que la flecha para carga muerta está en 0.0638m, lo que significa que la contra flecha dentro del centro de la luz tendrá que compensar dicho desplazamiento hacia arriba. Además, que proporcionar una contra-flecha parcial para la carga vehicular, llegando finalmente a 0.20 m de contra-flecha.

### **Estudio de la fuerza de péndolas**

A fin de entender de una forma más sencilla el comportamiento estructural de los puentes de tipo arco atirantados, frente al pandeo como de la contribución de las péndolas al mismo, se tiene que ver un análisis de las fuerzas horizontales que surgen en las péndolas esto a medida que se va originando el pandeo en la estructura.

### **Introducción a la geometría**

Una de las principales razones por las que la carga de pandeo del puente de arco atirantado aumenta significativamente en comparación con la carga de pandeo del arco aislado en sí es que, además de considerar el aumento de rigidez debido a la cooperación del tablero, también se debe a la presencia de una parte de la percha que conecta el arco al tablero. Cuando se produce un pandeo fuera del plano, la péndola tiende a permanecer arqueada, lo que genera fuerzas horizontales.

El pandeo es el fenómeno de inestabilidad e inseguridad estructural, que se produce cuando la estructura se tiende a perder toda su rigidez. Pero esto no ocurre de inmediato, sino una pérdida progresiva de rigidez debido al acrecentamiento gradual de la carga. Por lo tanto, antes de que el puente de



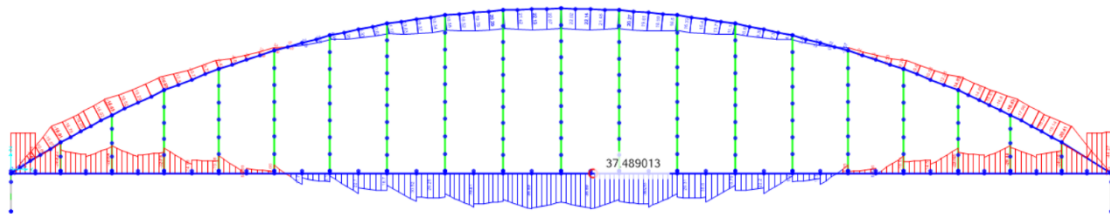
arco atirantado falle por completo, la percha generará una fuerza horizontal apoyada en la carga aplicada.

La metodología para el siguiente contenido incluirá el cálculo de la fuerza horizontal generada por cada colgador cuando se aplica una determinada carga a la estructura que siempre es menor que la carga crítica de pandeo (que para este problema en concreto ya se calculó anteriormente.  $\lambda_1 = 1263 \text{ KN/m}$ ).

## Resultados

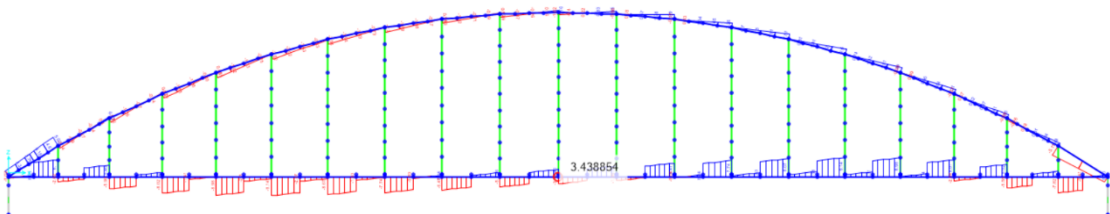
Una vez desarrollado el modelamiento y asignación de propiedades como materiales, secciones y condiciones de contorno, se realiza el análisis estructural a fin de obtener los resultados del análisis. Entonces, se presenta los diagramas resultantes de la estructura, como (diagrama de momentos, cortantes, axiles y esfuerzos internos).

Figura N° 15: Diagrama de momentos de cargas permanentes.



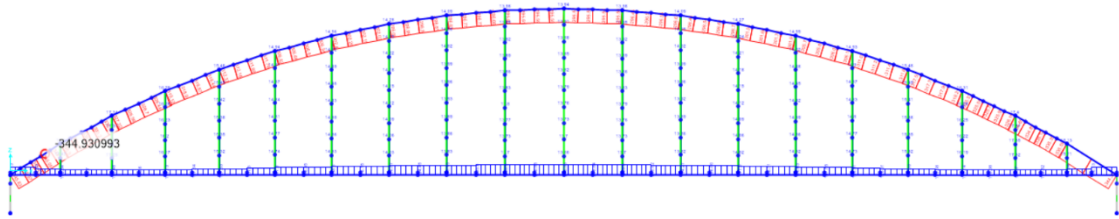
Fuente: CSI Bridge.

Figura N° 16: Diagrama de cortantes de cargas permanentes.



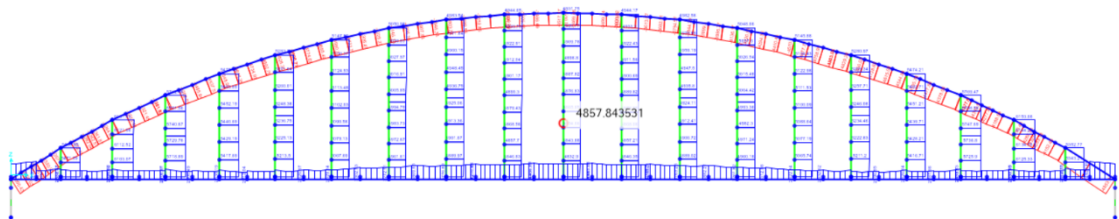
Fuente: CSI Bridge.

Figura N° 17: Diagrama de cargas axiales.



Fuente: CSI Bridge.

Figura N° 18: Diagrama de esfuerzos.

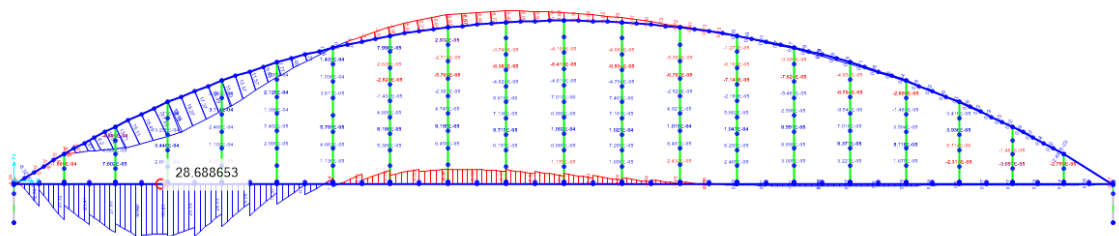


Fuente: CSI Bridge.

En las figuras anteriores se evaluó para cargas permanentes (peso propio, cargas de rodadura, veredas y barandas), con el fin de observar el comportamiento del puente una vez terminado la construcción (descargado).

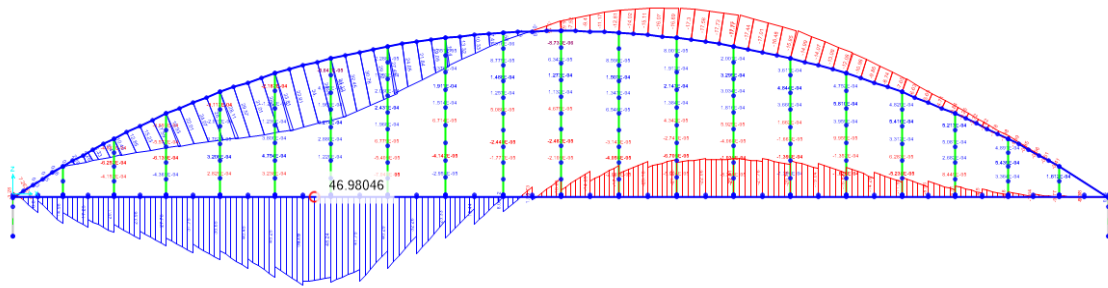
Así mismo, se evaluó el comportamiento de la estructura con la aplicación de las cargas móviles, se aplicó la carga de camión a  $1/8 L$ ,  $1/4 L$  y  $1/2 L$ .

Figura N° 19: Camión a  $1/8 L$ .



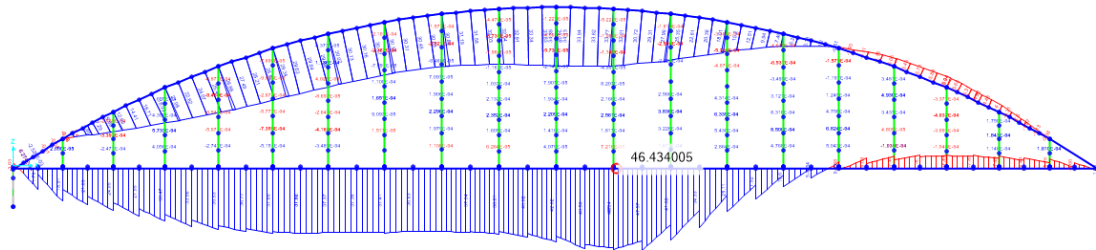
Fuente: CSI Bridge.

Figura N° 20: Camión a 1/4 L.



Fuente: CSI Bridge.

Figura N° 21: Camión a 1/2L.

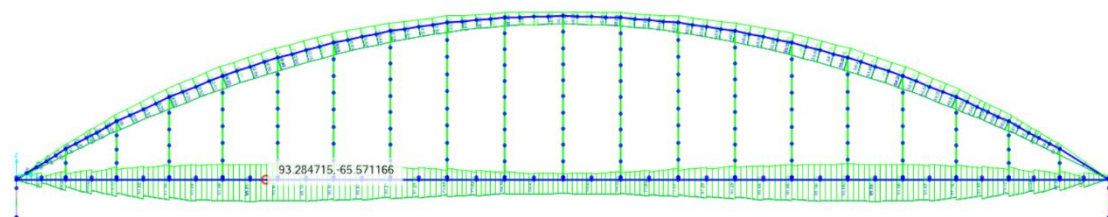


Fuente: CSI Bridge.

En las figuras anteriores se tiene los momentos para los distintos cambios de posición del camión, lo cual se resumen en un diagrama de envolventes.

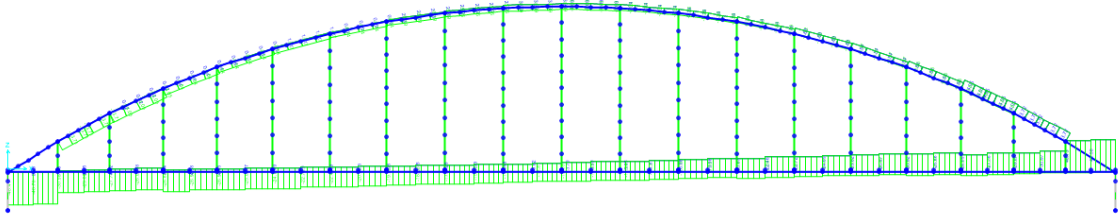
A continuación, se presenta los diagramas de esfuerzos envolventes correspondientes a la carga vehicular (camión HL-93 y Tandem).

Figura N° 22: Diagrama de momentos con carga camión HL-93.



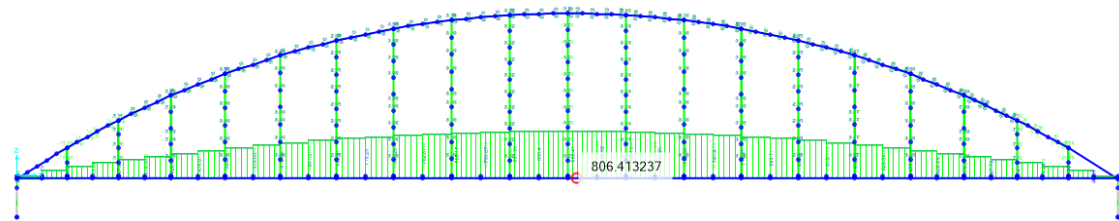
Fuente: CSI Bridge.

Figura N° 23: Diagrama de fuerzas cortantes con camión HL-93.



Fuente: CSI Bridge.

Figura N° 24: Diagrama de fuerzas axiales con camión HL-93.

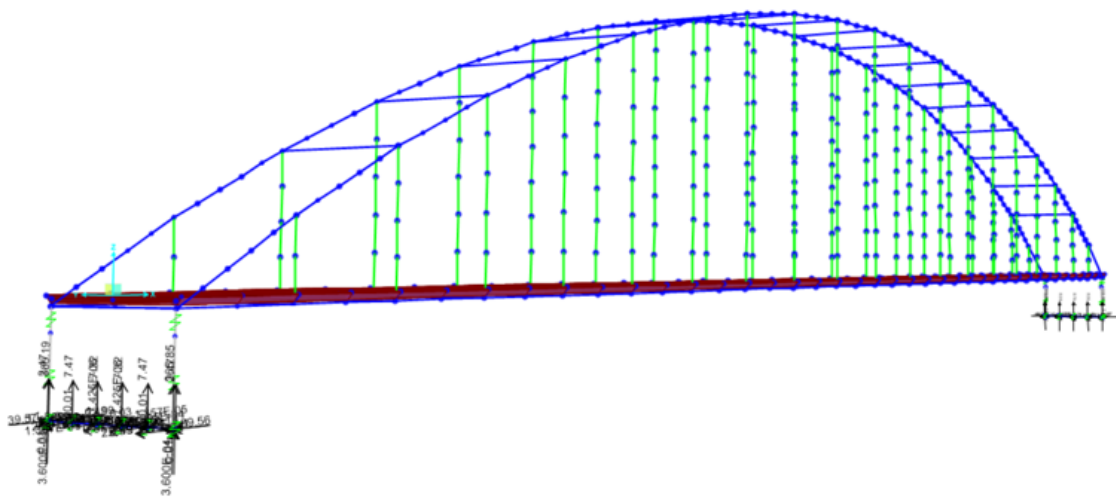


Fuente: CSI Bridge.

Los diagramas obtenidos corresponden a la envolvente de sobrecarga vehicular de camión HL-93.

### Reacción para la envolvente de cargas

Figura N°25: Reacciones para las envolventes de cargas.



Fuente: CSI Bridge.

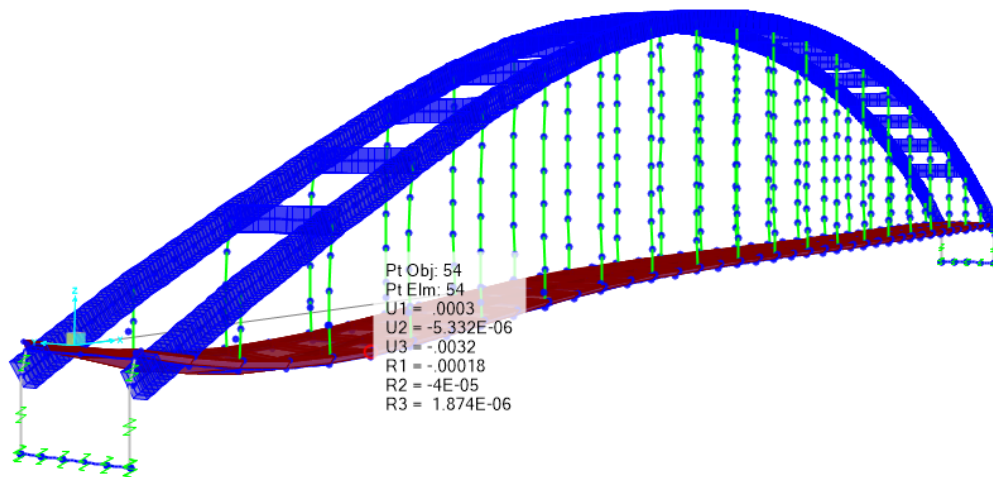
Tabla N° 10: Reacciones para envolventes de cargas.

Casos de carga	Rx (Ton)	Ry (Ton)	Rz (Ton)	Mx (Ton.m)	My (Ton.m)	Mz (Ton.m)
Dead	-1.62E-08	-9.39E-11	2.79E+02	-9.08E-03	-1.32E+04	-3.52E-08
Servicio	-2.82E-08	-1.73E-10	4.64E+02	-9.08E-03	-2.20E+04	-6.22E-08
Perm_01	-2.16E-08	-1.26E-10	3.62E+02	-9.08E-03	-1.72E+04	-4.68E-08
Envolvente	-1.94E-08	-1.13E-10	5.80E+02	-8.17E-03	-1.55E+04	-4.21E-08

Fuente: CSI Bridge.

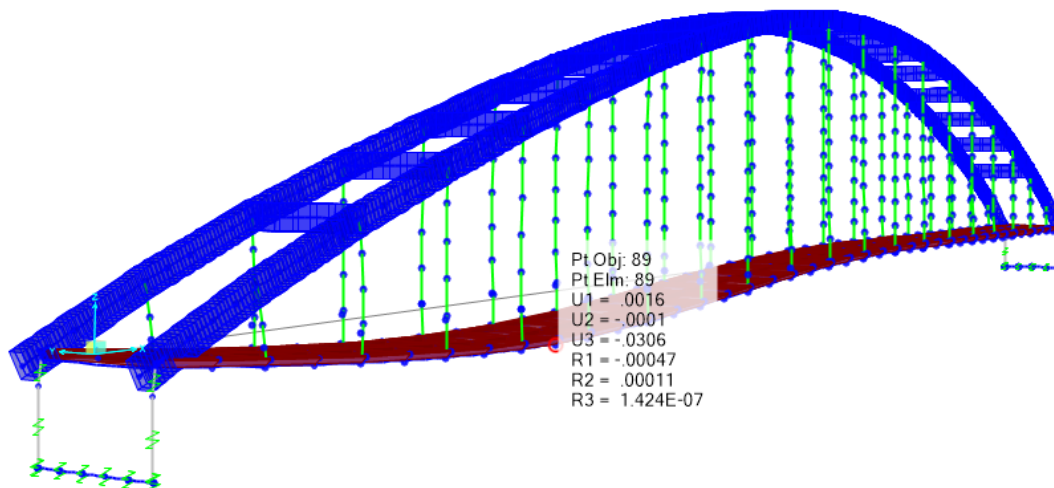
### Deformada de la estructura

Figura N° 26: Deformada con el camión a 1/8 L.



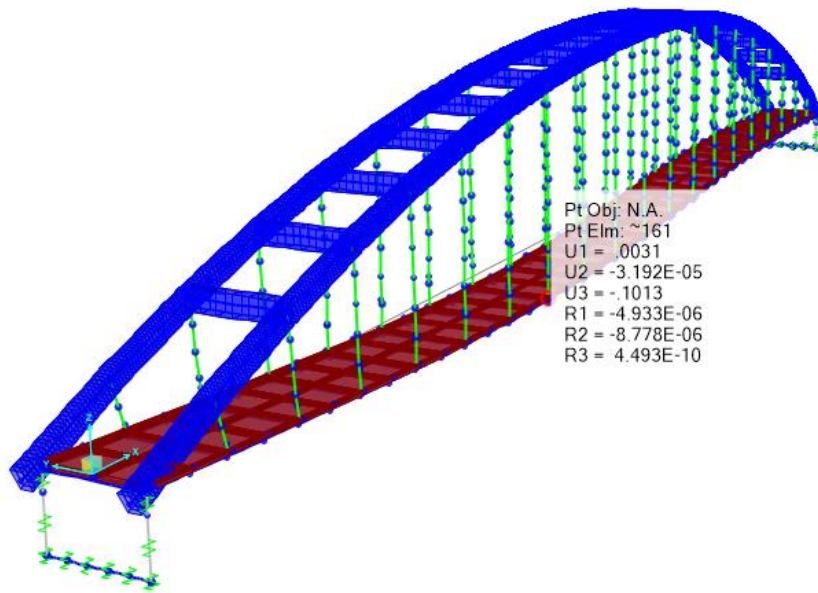
Fuente: CSI Bridge.

Figura 27: Deformada con el camión a 1/4 L.



Fuente: CSI Bridge.

Figura 28: Deformada con el camión a  $\frac{1}{2} L$ .



Fuente: CSI Bridge.

En las figuras anteriores se presenta la deformada de la estructura para distintos escenarios de posición del camión, de donde se puede observar que el máximo desplazamiento ocurre en el a  $L/2$  (centro de la luz), es de esperarse ya que el puente es simétrico de un solo tramo.

La flecha máxima al centro de la luz es de  $0.1013\text{m} = 10.13\text{ cm}$ .

#### 4.5. Diseño del puente de tipo arco atirantado

##### Diseño de elementos estructurales

##### Geometría del puente

- Luz del puente : 95.00m
- Altura de superestructura : 14.00 m
- Numero de vías : 1.00
- Ancho de calzada : 3.60 m
- Ancho de vereda : 0.60 m
- Ancho total : 5.00 m

## Pre-dimensionamiento

- Distancia entre vigas diafragma: 4.00 m
- Sección de Viga longitudinal, perfil: W36x210
- Sección transversal: W12x26.
- Sección arco: tubular 600x1000x20
- Viga Transversal de arco: 400x800x16
- Tablero: Elementos prefabricados.
- Péndolas: 60 mm de diámetro.

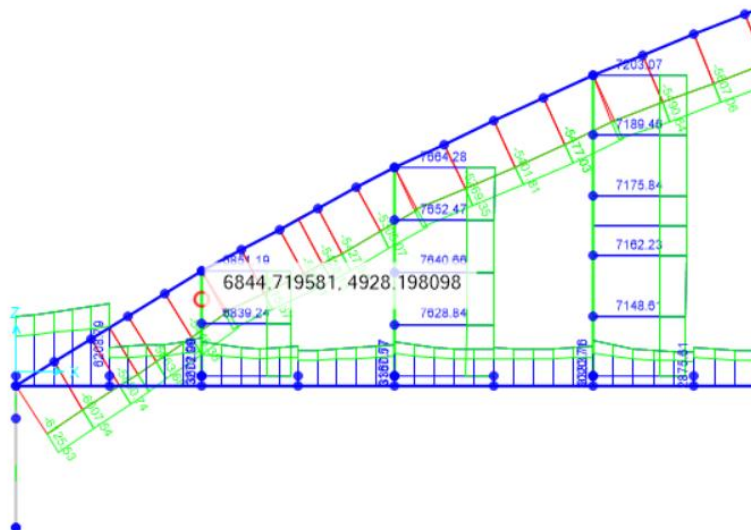
## Cargas

De acuerdo a las cargas y combinaciones de cargas definidas anteriormente se diseñan los elementos estructurales.

## Diseño de péndolas

Se utilizan péndolas de acero pretensado Gr 270, de 60 mm de diámetro, con un esfuerzo admisible de 1800 MPa, los cuales serán evaluados a continuación.

Figura N° 29: Diseño de péndolas.



Fuente: CSI Bridge.

Las péndolas más solicitadas para la envolvente de resistencia se encuentran en los extremos del arco, con 6841.72 ton/m<sup>2</sup> de tensión axial.

- Según el criterio de diseño de resistencia,

$$F_{adm} = 0.6 f_y = 0.60 * 1800 = 1080 \text{ MPa.}$$

- Si se tiene un diámetro de 60 mm, se tiene un área de:

$$\phi_{60 \text{ mm}} = 0.002827 \text{ m}^2.$$

- Entonces el esfuerzo ultimo será.

$$\sigma_u = 67098 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \equiv 67.1 \text{ MPa.}$$

- Se verifica que  $67.1 \text{ MPa} \ll 1080 \text{ MPa} \dots \text{OK!}$

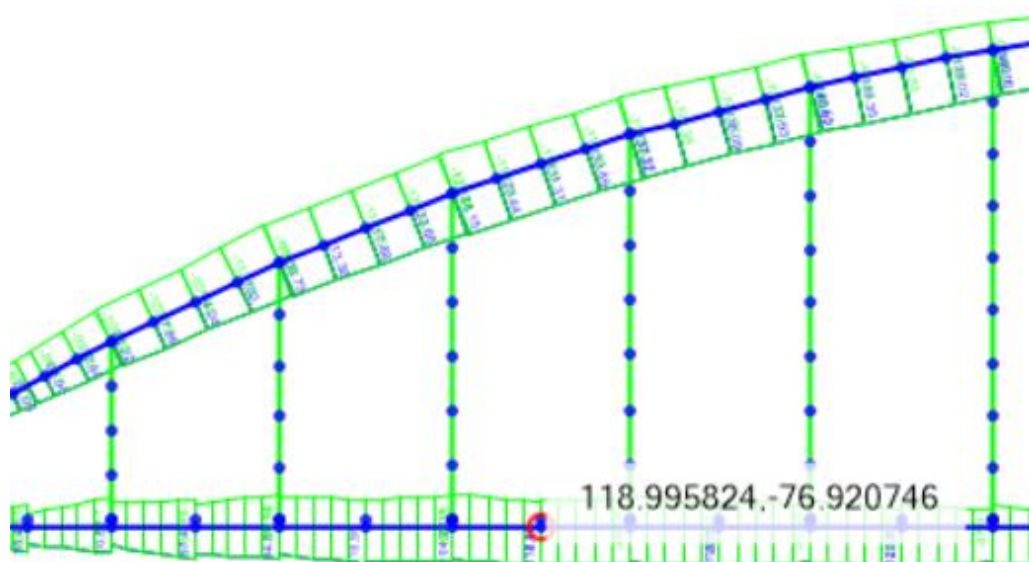
### Diseño de viga principal

Desde el estado límite de deformación, pandeo torsional, pandeo local del ala y el pandeo local del alma, la resistencia nominal a la flexión  $M_n$  es la más baja. Para las vigas compactas arriostradas con lateral deberá ser  $L_b < L_p$  lo cual es solamente es aplicable en estado límite de fluencia.

#### Datos

- $L = 95\text{m}$  (de la geometría)
- $M_u = 119 \text{ Ton-m.}$

Figura N° 30: Diseño de viga principal.



Fuente: CSI Bridge.



## Determinación de parámetros de viga

$$L_b = 4.70$$

## Determinación de módulo de sección plástica

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi F_y} = \frac{119 * 1000 \text{ kg} * 100 \text{ cm}}{(0.9)(3515.50 \text{ kg/cm}^2)} = 3761.12 \text{ cm}^3$$

Perfil seleccionado

- **H: W36X210 (según el anexo 13)**

Características

- $Z_x = 13651 \text{ cm}^3$ .
- $r_y = 6.6 \text{ cm}$ .

Momento nominal

$$M_n = M_p = \phi F_y Z_x = 0.90 * 3515.50 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 13651 \text{ cm}^3 = 431.91 \text{ ton.m}$$

## Pandeo lateral torsional

$$M_n = C_b \left[ M_p - (M_p - M_r) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right]$$

$$L_p = \frac{788 r_y}{\sqrt{F_{yf}}} = \frac{788 * 0.066}{\sqrt{350}} = 2.77 \text{ m}$$

$$M_p = 431.91 \text{ ton.m}$$

Para la longitud lateral no arriostrada es límite  $L_r$  y su correspondiente momento de pandeo se determina con la siguiente ecuación:

$$L_r = \frac{r_y X_1}{F_L} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 F_L^2}}$$

$$M_r = F_L S_x$$

Donde:

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{EGJA}{2}}$$

$$X_2 = 4 \frac{C_w}{I_y} \left( \frac{S_x}{GJ} \right)^2$$

Sx: Módulo de sección alrededor del eje mayor.

E: Modulo de elasticidad del acero 200 GPa.

G: Modulo de corte del acero 77 GPa.

FL: El menor valor de Fyf-Fr o Fyw.

Fr: Esfuerzo residual en el ala 70 MPa para perfiles laminados.

Fyf: Esfuerzo de fluencia del ala.

Fyw: Esfuerzo de fluencia del alma.

Iy: Momento de inercia alrededor del eje Y.

Cw: Contante de alabeo.

Tabla N° 11. Resultado de pandeo lateral torsional.

Lp	2.7799445	m
Mp	43191000	Kg.cm
Lb	4.7	m
ry	6.6	cm
J	1.165	cm4
A	398.8	cm2
E	200000	Mpa
G	77000	Mpa
Sx	11783	Cm3
Fl	3515.5	Kg/cm2
Fyf	3515.5	Kg/cm2
Fyw	3515.5	Kg/cm2
Iy	17107	Cm4
Cw	34372.59	Cm6

Fuente: Elaboración propia.

Calculando los valores se tiene:

$$X_1 = 159470 \frac{kg}{cm^2}$$

$$X_2 = 1.387 \times 10^{-9}$$

$$L_r = 424.303 \text{ cm}$$

$$M_r = 414.23 \text{ ton.m}$$

$$M_n = 408.71 \text{ ton.m}$$

Entonces el momento nominal para la viga es:

$$M_n = 408.71 \text{ ton.m}$$

Comparando con el momento último del análisis

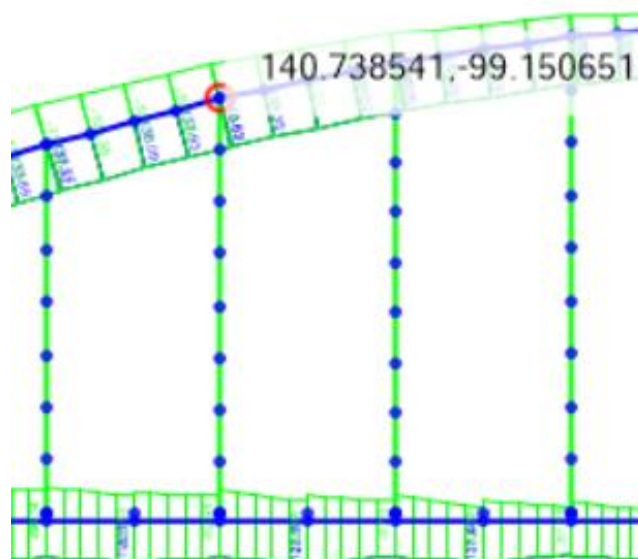
$$119 \text{ ton.m} \ll 408.71 \text{ ton.m} \dots \text{OK!}$$

### Diseño a flexión de viga arco

Datos:

- L= 95m (de la geometría)
- Mu= 140.74 Ton-m.

Figura N° 31: Diseño de viga arco.



Fuente: CSI Bridge.

Determinación del módulo de sección plástica:

$$Z_x = \frac{Mu}{\phi F_y} = \frac{140.74 * 1000 \text{kg} * 100 \text{cm}}{(0.9)(3515.50 \text{ kg/cm}^2)} = 4424.85 \text{ cm}^3$$

Perfil seleccionado

**Tubo rectangular: 1000x500x20 (Anexo 13).**

Tabla N° 12.

Perfil: 1000x500x15			
c=	50	cm	Distancia centroide
B	50	cm	Base
H	100	cm	Altura
e.	1.5	cm	Espesor
A=	441	cm <sup>2</sup>	Área
As=	220.5	cm <sup>2</sup>	Área tracción
d:	98.5	cm	Peralte efectivo
Ix:	0.00592	cm <sup>4</sup>	Inercia en X
Iy:	0.00263	cm <sup>4</sup>	Inercia en Y
Ji:	0.01382	cm <sup>4</sup>	Módulo de torsión

Fuente: elaboración propia.

$$S_x = I/c = .01184 \text{ m}^3 \approx 11840.6 \text{ cm}^3$$

$$Z_x = As.d = 21719.3 \text{ cm}^3$$

El cual es mucho mayor al requerido según el análisis.

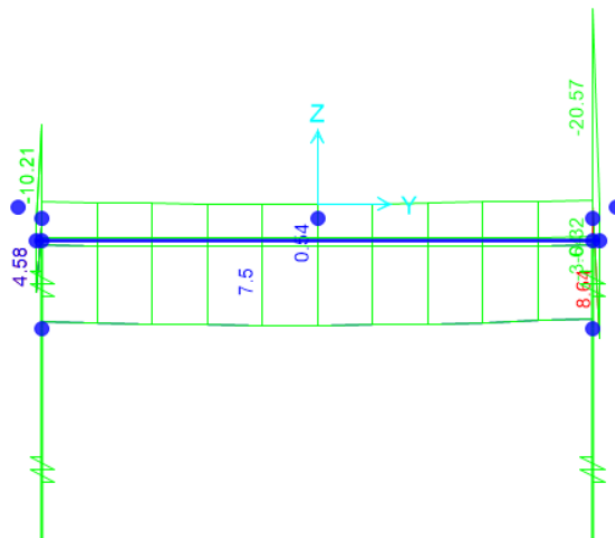
### Diseño de viga diafragma

- Momento: 7.50 ton.m

Determinación del módulo plástico Zx.

$$Z_x = \frac{Mu}{\phi F_y} = \frac{7.50 * 1000 \text{kg} * 100 \text{cm}}{(0.9)(3515.50 \text{ kg/cm}^2)} = 154.238 \text{ cm}^3$$

Figura N° 32: Diseño de viga diafragma.



Fuente: CSI Bridge.

- Seleccionamos el perfil W12x26
- Que tiene las siguientes propiedades.

Evaluando el momento nominal de fluencia es:

$$M_n = \phi F_y Z_x = 0.90 * 3515.50 \frac{kg}{cm^2} * 610 \text{ cm}^3 = 19.30 \text{ ton.m}$$

Determinación de los estados limites por pandeo:

$$M_n = C_b \left[ M_p - (M_p - M_r) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right]$$

Calculando todos los valores se tiene:

$$M_n = 37.95 \text{ ton.m}$$

### PERFIL W12x26 (Anexo 13)

$Z_x = 610 \text{ cm}^3$

Fluencia  $M_n = 7.5$

Tabla N° 13: Determinación de Mn.

Lp	1.6005741	m
Mp	43191000	Kg.cm
Lb	3.5	m
ry	3.8	cm
J	12	cm4
A	49.4	cm2
E	200000	Mpa
G	77000	Mpa
Sx	548	Cm3
FI	3515.5	Kg/cm2
Fyf	3515.5	Kg/cm2
Fyw	3515.5	Kg/cm2
ly	720	Cm4
Cw	163001	Cm6

Fuente: Elaboracion propia

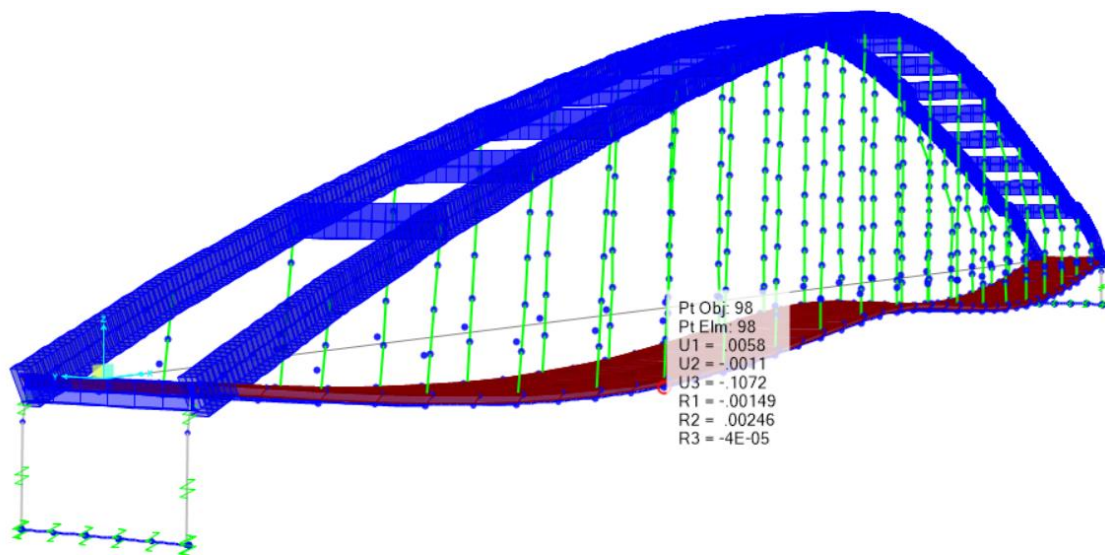
El momento de diseño finalmente es: 19.30 *ton.m* >> 7.50 *ton.m* ... ok!

### Deflexión máxima

La deflexión máxima se evalúa a fin de mantener la estabilidad vertical, es por ello que no se debe superar los siguientes límites de deflexiones.

- Carga vehicular, general  $\Delta = \frac{L}{800} = \frac{95}{800} = 11.87 \text{ cm}$
- Carga vehicular y peatonal  $\Delta = \frac{L}{1000}$

Figura N° 33: Deflexión máxima



Fuente: CSI Bridge.

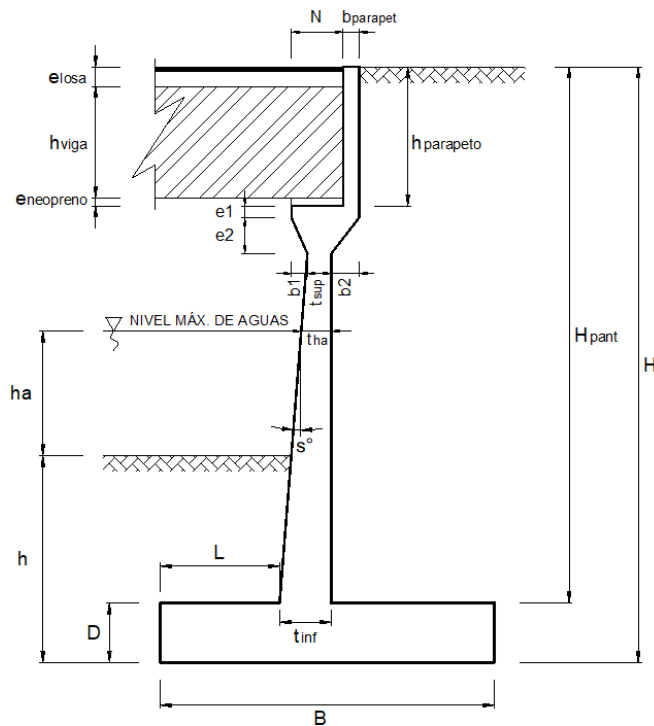
La deflexión vehicular es de:

$$\Delta = 10.72 \text{ cm} \ll 11.87 \text{ cm} \dots \dots \text{OK!}$$

## DISEÑO DE ESTRIBOS

Se realiza el diseño de los estribos de apoyos a ambos extremos del puente, elemento estructural de comportamiento como muro portante, sin embargo, las cargas horizontales tendrán un rol importante en su dimensionamiento. A continuación, se tiene los parámetros a considerar:

Figura N° 34: Modelo de estribo para puente tipo arco atirantado.



Fuente: Elaborado por el investigador.



Tabla N° 14: Cálculo en el dimensionamiento del estribo.

<b>DIMENSION</b>	<b>CALCULADO</b>	<b>REDONDEADO</b>	<b>OBSERVACION</b>
H	12.00 m	12.00 m	Dato
h	3.00 m	3.00 m	Dato
B=0.6H	7.20 m	8.00 m	Criterio
D=0.1H	1.20 m	0.80 m	Criterio
tsup	0.60 m	0.60 m	Valor mínimo
tinf=0.1H	1.20 m	0.75 m	Criterio
L=B/3	2.40 m	1.75 m	Criterio
elosa	0.25 m	0.25 m	Dato
hvigas	0.91 m	0.91 m	Dato
eneopreno	0.10 m	0.10 m	Dato
hparapeto	1.26 m	1.26 m	elosa+hvigas+eneopreno
bparapeto	0.15 m	0.15 m	Asumido
e1	0.20 m	0.20 m	Asumido
e2	0.45 m	0.45 m	Asumido
<b>DIMENSION</b>	<b>CALCULADO</b>	<b>REDONDEADO</b>	<b>OBSERVACION</b>
b1	0.30 m	0.30 m	Asumido
b2	0.30 m	0.30 m	Asumido
s°	0.94°	0.94°	Calculado
Nmínimo	0.36 m	--	Según Norma MTC
N	1.05 m	1.05 m	Calculado
ha	0.10 m	0.10 m	Dato
tha	0.71 m	0.71 m	Calculado
Hpant	11.20 m	11.20 m	Calculado

Fuente: Elaboración propia.

### **Cargas**

Resultado de las reacciones serán:

$$\gamma_{concreto} = 2.40 \text{ Ton/m}^3$$

$$R(DC) = 278.75 \text{ Ton}$$

$$\gamma_m = 1.80 \text{ Ton/m}^3$$

$$R(DW) = 83.02 \text{ Ton}$$

$$\phi = 32^\circ$$

$$R(LL) = 102.60 \text{ Ton}$$

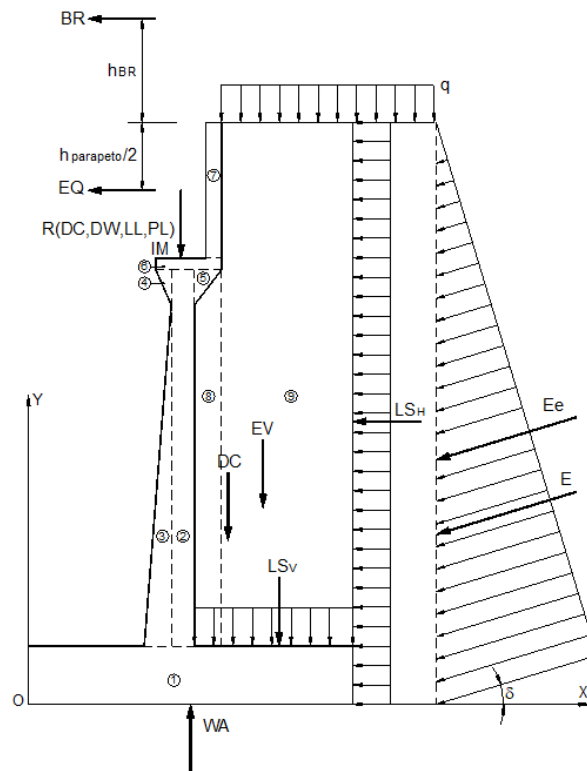
$$A = 0.30$$

$$R(PL) = 20.00 \text{ Ton}$$

$$\% \text{ Impacto} = 33.00\%$$

$$q = 0.96 \text{ Ton/m}$$

Figura N° 35: Comportamiento de cargas en el estribo.



Fuente: Elaboración propia.

### El peso propio (DC) y la carga del suelo (EV)

Tabla N° 15: Pesos propios y cargas de suelo.

EL CALCULO DE DC				
Nº	VOL. (m3)	DC (Ton)	x (m)	DC*x (Ton*m)
1	6.40	15.36	4.00	61.44
2	5.84	14.02	2.20	30.84
3	0.70	1.67	1.85	3.09
Nº	VOL. (m3)	DC (Ton)	x (m)	DC*x (Ton*m)
4	0.07	0.16	1.80	0.29
5	0.07	0.16	2.60	0.42
6	0.24	0.58	2.20	1.27
7	0.19	0.46	2.73	1.24
Σ	--	32.41	--	98.40
EI CALCULO DE EV				
Nº	VOL. (m3)	EV (Ton)	x (m)	EV*x (Ton*m)
8	2.85	5.14	2.65	13.61
9	58.24	104.83	5.40	566.09
Σ	--	109.97	--	579.70

Fuente: Elaboración propia.

Dc = 30.41 Ton

EV = 109.97 Ton

$$X = 3.04 \text{ m}$$

$$x = 5.27 \text{ m}$$

### **Peso propio proveniente de la superestructura (DC)**

$$DC = 46.46 \text{ Ton/m}$$

$$X = 2.13 \text{ m}$$

### **Carga muerta proveniente de la superestructura (DW)**

$$DW = 13.84 \text{ Ton/m}$$

$$x = 2.13 \text{ m}$$

### **Presión estática del suelo (EH y EV)**

- $\delta = \frac{\phi}{2} = 16^\circ$
- $\gamma_m = 1.80 \text{ g/cm}^3$
- $K_a = 0.2782$
- $kh = A/2 = 0.15$
- $\theta = 8.53^\circ$
- $K_e = 0.3792$

Empuje estático:

$$E = 36.05 \text{ Ton}$$

$$EH = 34.65 \text{ Ton}$$

$$EV = 9.94 \text{ Ton}$$

$$y = 4.00 \text{ m}$$

$$x = 8.00 \text{ m}$$

Empuje dinámico:

$$E_e = 49.15 \text{ Ton}$$

$$EHe = 47.24 \text{ Ton}$$

$$EVe = 13.55 \text{ Ton}$$

$$\Delta E_e = 13.10 \text{ Ton}$$

$$y = 4.85 \text{ m}$$

$$x = 8.00 \text{ m}$$

### **Carga viva proveniente de la superestructura (LL)**

$$LL = 17.10 \text{ Ton/m}$$

$$x = 2.13 \text{ m}$$

### **Carga de impacto (IM)**

$$IM = 5.64 \text{ Ton/m}$$

$$x = 2.13 \text{ m}$$

### **Fuerza de frenado y aceleración (BR)**

$$BR = 5\% \quad LL = 0.86 \text{ Ton}$$

$$hBR = 1.80 \text{ m}$$

$$y = 13.80 \text{ m}$$

### **Sobrecarga peatonal proveniente de la superestructura**

$$PL = 3.33 \text{ Ton/m}$$

$$X = 2.13 \text{ m}$$

### **Sobrecarga superficial y de tráfico (LS):**

$$PH = 0.27 \text{ Ton/m}$$

$$LSv = 5.28 \text{ Ton}$$

$$LSH = 3.20 \text{ Ton}$$

$$X = 5.25 \text{ m}$$

$$y = 6.00 \text{ m}$$

### **Supresión de agua (WA)**

$$WA = -8.88 \text{ Ton}$$

$$X = 4.00 \text{ m}$$

### **Fuerzas Sísmica**

$$EQ = 10\%DC = 4.65 \text{ Ton}$$

$$y = 11.37 \text{ m}$$

## Combinación de cargas

Tabla N° 16: Combinación de cargas.

ESTADO	DC	DW	EH	EV	LL IM BR PL LS	WA	EQ	n
RESISTENCIA 1	0.90	0.65	1.50	1.35	1.75	1.00	0.00	1.05
RESISTENCIA 1	0.90	1.50	1.50	1.35	1.75	1.00	0.00	1.05
RESISTENCIA 1	1.25	0.65	1.50	1.35	1.75	1.00	0.00	1.05
RESISTENCIA 1	1.25	1.50	1.50	1.35	1.75	1.00	0.00	1.05
EV. EXTREMO 1	0.90	0.65	1.50	1.35	0.5	1.00	1.00	1.00
EV. EXTREMO 1	0.90	1.50	1.50	1.35	0.5	1.00	1.00	1.00
EV. EXTREMO 1	1.25	0.65	1.50	1.35	0.5	1.00	1.00	1.00
EV. EXTREMO 1	1.25	1.50	1.50	1.35	0.5	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

## VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD

Datos Previos:

$$\text{F.S.D.} = 1.50 \quad \mu = 0.50$$

$$\text{F.S.V.} = 2.00 \quad \sigma_t = 1.26 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde: F.S.D.: Factor de seguridad por deslizamiento.

F.S.V.: Factor de seguridad por volteo.

$\mu$ : Coeficiente de fricción.

$\sigma_t$ : Capacidad portante.

## Fuerzas y momentos actuantes factorados

Tabla N° 17: Resultado de las fuerzas actuantes.

<b>FUERZAS ACTUANTES (Ton)</b>					
<b>COMBINACION</b>	<b>EH</b>	<b>LSH</b>	<b>BR</b>	<b>EQ</b>	<b>nΣF</b>
RESISTENCIA 1	51.98	5.61	1.50	0.00	62.04
RESISTENCIA 1	51.98	5.61	1.50	0.00	62.04
RESISTENCIA 1	51.98	5.61	1.50	0.00	62.04
RESISTENCIA 1	51.98	5.61	1.50	0.00	62.04
EV. EXTREMO 1	70.87	1.60	0.43	4.65	77.54
EV. EXTREMO 1	70.87	1.60	0.43	4.65	77.54
EV. EXTREMO 1	70.87	1.60	0.43	4.65	77.54
EV. EXTREMO 1	70.87	1.60	0.43	4.65	77.54

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 18: Resultado de los momentos actuantes.

<b>MOMENTOS ACTUANTES (Ton-m)</b>					
<b>COMBINACION</b>	<b>EH</b>	<b>LSH</b>	<b>BR</b>	<b>EQ</b>	<b>nΣM</b>
RESISTENCIA 1	207.91	33.65	20.65	0.00	275.31
RESISTENCIA 1	207.91	33.65	20.65	0.00	275.31
RESISTENCIA 1	207.91	33.65	20.65	0.00	275.31
RESISTENCIA 1	207.91	33.65	20.65	0.00	275.31
EV. EXTREMO 1	343.91	9.61	5.90	52.82	412.25
EV. EXTREMO 1	343.91	9.61	5.90	52.82	412.25
EV. EXTREMO 1	343.91	9.61	5.90	52.82	412.25
EV. EXTREMO 1	343.91	9.61	5.90	52.82	412.25

Fuente: Elaboración propia.

## Fuerzas y momentos resistentes factorados

Tabla N° 19: Resultados de fuerzas resistentes.

<b>FUERZAS RESITENTES (Ton-m)</b>									
<b>COMBINACION</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>LL</b>	<b>IM</b>	<b>PL</b>	<b>Ev</b>	<b>LSv</b>	<b>WA</b>	<b>nΣM</b>
RESISTENCIA 1	88.68	8.99	29.93	9.88	5.83	120.86	7.22	-14.66	269.57
RESISTENCIA 1	88.68	20.76	29.93	9.88	5.83	120.86	7.22	-14.66	281.92
RESISTENCIA 1	123.17	8.99	29.93	9.88	5.83	120.86	7.22	-14.66	305.78
RESISTENCIA 1	123.17	20.76	29.93	9.88	5.83	120.86	7.22	-14.66	318.13
EV. EXTREMO 1	88.68	8.99	8.55	2.82	1.67	125.73	2.06	-14.66	223.85
EV. EXTREMO 1	88.68	20.76	8.55	2.82	1.67	125.73	2.06	-14.66	235.61
EV. EXTREMO 1	123.17	8.99	8.55	2.82	1.67	125.73	2.06	-14.66	258.34
EV. EXTREMO 1	123.17	20.76	8.55	2.82	1.67	125.73	2.06	-14.66	270.10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 20: Resultado de momentos resistentes.

<b>MOMENTOS RESITENTES (Ton-m)</b>									
<b>COMBINACION</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>LL</b>	<b>IM</b>	<b>PL</b>	<b>Ev</b>	<b>LSv</b>	<b>WA</b>	<b>nΣM</b>
RESISTENCIA 1	311.77	29.90	99.50	32.84	19.40	738.30	42.26	-58.62	1276.11
RESISTENCIA 1	311.77	69.01	99.50	32.84	19.40	738.30	42.26	-58.62	1317.17
RESISTENCIA 1	433.01	29.90	99.50	32.84	19.40	738.30	42.26	-58.62	1403.41
RESISTENCIA 1	433.01	69.01	99.50	32.84	19.40	738.30	42.26	-58.62	1444.47
EV. EXTREMO 1	311.77	29.90	28.43	9.38	5.54	777.30	12.07	-58.62	1115.77
EV. EXTREMO 1	311.77	69.01	28.43	9.38	5.54	777.30	12.07	-58.62	1154.88
EV. EXTREMO 1	433.01	29.90	28.43	9.38	5.54	777.30	12.07	-58.62	1237.02
EV. EXTREMO 1	433.01	69.01	28.43	9.38	5.54	777.30	12.07	-58.62	1276.12

Fuente: Elaboración propia.

## Estabilidad al deslizamiento

Tabla N° 21: Resultado de la estabilidad al deslizamiento.

COMBINACION	$\mu\Sigma F_V / \Sigma F_H$	
RESISTENCIA 1	2.390	OK
RESISTENCIA 1	2.499	OK
RESISTENCIA 1	2.711	OK
RESISTENCIA 1	2.821	OK
EV. EXTREMO 1	1.588	OK
EV. EXTREMO 1	1.671	OK
EV. EXTREMO 1	1.832	OK
EV. EXTREMO 1	1.916	OK

Fuente: Elaboración propia

## Estabilidad al volteo

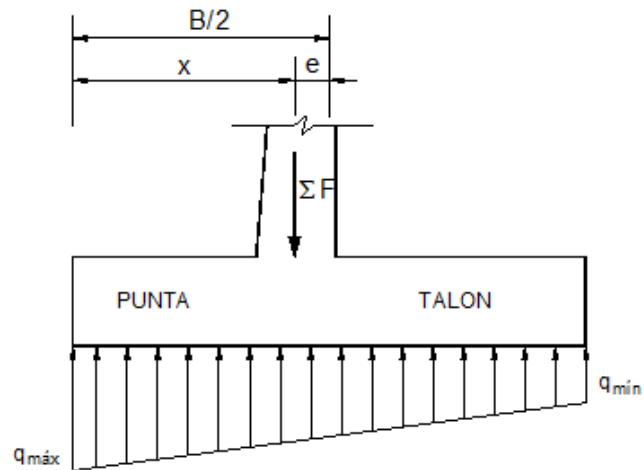
Cuadro N° 22: Resultado de la estabilidad al volteo.

COMBINACION	$\Sigma M_R / \Sigma M_A$	
RESISTENCIA 1	4.635	OK
RESISTENCIA 1	4.784	OK
RESISTENCIA 1	5.097	OK
RESISTENCIA 1	5.247	OK
EV. EXTREMO 1	2.707	OK
EV. EXTREMO 1	2.801	OK
EV. EXTREMO 1	3.001	OK
EV. EXTREMO 1	3.096	OK

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 36: Reacción del suelo frente a las cargas actuantes.



$$B/6 = 1.33 \text{ m}$$

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 23.

COMBINACION	X(m)	e (m)		Qmax (Ton/m)		Qmin (Ton/m)	
			OK		OK		OK
RESISTENCIA 1	3.713	0.287	OK	40.96	OK	26.43	OK
RESISTENCIA 1	3.696	0.304	OK	43.29	OK	27.19	OK
RESISTENCIA 1	3.689	0.311	OK	47.13	OK	29.31	OK
RESISTENCIA 1	3.675	0.325	OK	49.46	OK	30.08	OK
EV. EXTREMO 1	3.143	0.857	OK	45.97	OK	9.99	OK
EV. EXTREMO 1	3.152	0.848	OK	48.19	OK	10.72	OK
EV. EXTREMO 1	3.193	0.807	OK	51.85	OK	12.74	OK
EV. EXTREMO 1	3.198	0.802	OK	54.06	OK	13.46	OK

Fuente: Elaboración propia.

## **V. DISCUSIÓN**

### **Estudio Topográfico**

De acuerdo a los resultados obtenidos para la tesis “diseño de puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isillumá para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno”. La luz del puente definida es de 95 m y se tiene una subrasante mínima que está en la cota 1078 msnm. y la cota del terreno más baja es 1067.302 msnm. Entonces, se determina que el volumen de corte es 26.67 m<sup>3</sup> y el volumen de relleno es 1403.97 m<sup>3</sup>, el total del volumen del terraplén es de 1403.97 m<sup>3</sup>. Datos que se corroboran con los planos topográficos, perfil longitudinal, secciones transversales, planta general y elevación longitudinal que se adjunta en los anexos 10. Además, el autor JURADO (2016) propuso que para puentes con grandes luces (por ejemplo, 90 metros) y una sola sección, la mejor opción es un puente con una estructura de arco mixto. Así mismo, el AASHTO – LRFD recomienda que para luces (90 m. – 180 m.) se deban plantear puentes tipo arco o arcos enlazados, datos que se complementan con los resultados obtenidos.

Los resultados del levantamiento topográfico se requieren para diseñar el puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isillumá, con esta información del terreno se proyecta el diseño del puente tipo arco atirantado. Y así mismo se cumple con uno de los objetivos específicos de la presente investigación.

La proyección y diseño de un puente tipo arco atirantado y visto el estudio del excedente de productor se mejorará la transitabilidad de la población, se reducirá los costos de transporte, mejorará la producción agrícola con la reducción de costos de insumo y se elevará la oferta de productos agrícolas, accederán en condiciones favorables a los puestos de salud, educación y además se integrará al centro poblado de Isillumá los sectores Puerto Rico, Huinchusmayo, Santiagomayo, Huayruruni, Bellavista, Chunchusmayo, Santa Rosa Janacchimpa. La población participó activamente en el desarrollo del diseño del puente emitiendo las actas de compromiso para el costo de operación y mantenimiento, acta de libre disposición de terrenos para las obras generales y padrón de beneficiarios con lo cual se garantiza su sostenibilidad de la infraestructura del puente.

## **Estudio de Geología y Mecánica de Suelos**

Haciendo un estudio geológico y visitando al campo in situ, para la presente tesis de investigación se llega a comprobar que las formaciones geológicas son de la era paleozoico (ordovícico – superior) y los paquetes o formaciones geológicas pertenecen a la formación Sandia (Os-S), en donde hay presencia de rocas metareniscas de grano fino de color blanquecina e intercaladas como limonitas pizarrosas.

La calificación del suelo en la zona del proyecto, se trabajó con 6 calicatas como mínimo de acuerdo al Manual de Puentes - 2018, en el margen izquierdo del río Inambarí se realizó 3 calicatas y se tomó 3 muestras y de igual manera en el margen derecho del río se realizó 3 calicatas y se tomó 3 muestras los cuales se llevaron directo al laboratorio y se obtuvo los siguientes resultados.

Según método de clasificación del sistema unificado de clasificación de suelos – SUCS en mecánica de suelos, se clasifica como suelo arena arcillosa (SC) y arena bien graduada con limo (WS-SM), con una granulometría que oscila entre (41.37%-10.80%) de finos que pasa la malla número 200, límite líquido que varía (40.92% – 25.88%), límite plástico que varía (30.68% – 22.49%), índice de plasticidad (10.24% - 3.39%), humedad –ASTM que varía (18.34% - 8.65%) y su capacidad portante del suelo que varía entre (1.44 kg/cm<sup>2</sup> – 1.14 kg/cm<sup>2</sup>), esto como se visualiza en el anexo 11. Lo cual nos indica que tenemos un suelo regular.

El autor FLORES y DIAS (2014) indica la importancia del suelo en el funcionamiento de la estructura, el factor de amplificación de cada tipo de carga que se determina mediante diferentes combinaciones, de manera que se obtenga una estructura que cumpla con los objetivos de contracción, seguridad y servicio. Entonces el suelo que tenemos en la zona es de un tipo de suelo regular.

## **Estudio hidrológico**

Para el autor FERDANDEZ (2019) el estudio hidrológico debe contener cierta medición y seguimiento al año que interviene varias precipitaciones, mediante ciertas crecidas de máxima y mínima compostura” (p. 18). Lo cual

concuenda con los resultados que se tienen de las precipitaciones pluviales diarias según la información SENAMHI (1990-2020). Las estaciones Limbani, Cuyo Cuyo y Tambopata indican que los meses de mayor precipitación es en el mes de febrero con 8.361 mm. y de menor precipitación en el mes de junio con 0.402 mm. y la precipitación de máxima anual registrado se tiene en promedio de 57.87 mm en el año 2019 y el promedio menor de precipitación máxima anual es de 28.83 mm. del mismo año, también se llega a calcular el modelo hidrológico para un periodo de retorno de 50 años que nos dio como resultado, un caudal máximo de 855.7 m<sup>3</sup>/s según(HEC-HMS) y un tirante de 6.9 m. desde lecho de río. Así como se puede visualizar en el informe de hidrología en el anexo 12.

### **Modelamiento y análisis estructural**

Desarrollado los estudios de ingeniería básica y los datos obtenidos de los estudios de topografía, geología y mecánica de suelos, hidrología, y el excedente del productor para su dimensionamiento se procedió al modelamiento del puente y su análisis estructural usando el software CSI Bridge v20. Así mismo se adopta los criterios según AASHTO-LRFD y el Manual de Diseño de Puentes – 2018, donde recomienda que para puentes con luces mayores a 90 m. se desarrollen puentes viga cajón, tipo arco, arcos enlazados. Por lo que en la presente tesis se ha tomado el criterio del diseño de puente de tipo arco atirantado. Esta afirmación concuerda con el autor ZIGURAT (2018) en esta fase deberá de considerarse que se deben tomar las decisiones finales para establecer la mejor alternativa de elección del tipo de puente y que sea la más coherente que se adecue a las normativas vigentes.

Con los estudios previos de ingeniería básica se planteó las dimensiones de la superestructura de luz de 95 m. también, se definieron los materiales, así mismo las combinaciones de las cargas, con sobre cargas, cargas vivas de vehículos, cargas de viento y las cargas de frenado. Además, estas consideraciones de los diferentes casos de cargas como los factores de cargas y combinaciones que son los estados límites de resistencia, estados límites de evento extremo (sismo), estados límites de servicio, estados límites de fatiga y fractura. Como también de las deflexiones y contra flechas en su modelamiento.

En el análisis estructural que se realizó con el software CSI Bridge v20 aplicado a la superestructura, donde se desarrolla las diferentes iteraciones con diferentes materiales, y en la tercera iteración se obtuvo que la flecha para carga muerta está en 0.0638m, lo que significa que la contraflecha en el centro de la luz tendrá que compensar dicho desplazamiento hacia arriba. Además, de proporcionar una contraflecha parcial para la carga vehicular, llegando finalmente a 0.20 m de contraflecha. También, para el sostenimiento del tablero se asignó las péndolas, estas péndolas que desarrollan una fuerza horizontal en función de la carga aplicada, y de esta asignación de cargas permanentes y de propiedades de materiales, secciones y condiciones de contorno se tiene el resultado del análisis estructural. además, observando el comportamiento de los diagramas de momentos, cortantes, axiles y esfuerzos internos. Se evaluó el comportamiento con la aplicación de las cargas móviles (Camión a L/8, L/4 y L/2) en distintos cambios de posición, el cual nos da diferentes diagramas de esfuerzos de envolventes.

Así mismo en el análisis estructural usando el software CSI Bridge v20 nos da las diferentes deformadas de la estructura, para distintos escenarios de posición del camión y donde se observa que el máximo desplazamiento se da en el centro de la luz (L/2), era de esperarse ya que el puente es simétrico de un solo tramo, obteniéndose flecha máxima de 10.13 cm.

### **Diseño del puente de tipo arco atirantado**

Realizada el modelamiento y su respectivo análisis estructural se prosiguió al diseño del puente de tipo arco atirantado en base a las cargas y combinación de cargas que se definieron en el análisis estructural y donde las características y sus elementos del puente son: Luz del puente de 95.00m., altura de la superestructura 14.00m., número de vías 1.00, ancho de la calzada 3.60m., ancho de la vereda 0.60m., y ancho total de 5.00m. así mismo también para el predimensionamiento de los elementos de la superestructura se tiene la distancia entre vigas diafragma 4.00m., sección de la viga longitudinal: perfil W36x210, sección transversal: W12x26, sección arco: tubular 600x1000x20, viga transversal de arco: 400x800x16, tablero de elementos prefabricados y las péndolas de acero de alta resistencia de 60 mm de diámetro cumpliendo con las normas E-060 de concreto armado y E-030 de diseño sismo-resistente, AISC

2010, manual de diseño de puentes - 2018, traducidos finalmente en planos de estructuras, que se adjuntan a la presente tesis según anexo 13.

En el **diseño de las péndolas** se usarán péndolas de acero pretensado Gr 270, de 60 mm de diámetro, con un esfuerzo admisible de 1800 MPa y según el criterio de resistencia es 1080 MPa. Y se calculó el esfuerzo último de las cargas actuantes y es de 67.1 MPa lo cual es menor que 1080 MPa, verificado cumple con el criterio de diseño.

Para el **diseño de la viga principal** para una luz de puente de 95.00 m, la resistencia nominal deberá ser menor que el estado de límite de fluencia y de cumplir  $L_b < L_p$ . Y el perfil seleccionado es un **perfil H: W36x210**. Donde se obtiene el momento nominal para la viga de 408.71 Ton.m y comparando con el momento último de análisis que es de  $M_u$  es de 119 Ton.m  $<$  408.71 Ton.m, es menor que el momento nominal de la viga. Por lo que cumple con el diseño.

En el **diseño a flexión de viga arco** se tiene una luz de puente de 95.00 m., donde su momento último  $M_u$  es de 140.74 Ton.m, calculado el módulo de sección plástica se tiene 4424.85 cm<sup>3</sup> y para el perfil seleccionado es el **tubo rectangular: 1000x500x20** y su módulo de sección es plástica es 21719.3 cm<sup>3</sup>, que es mucho mayor al requerido. Por lo que cumple con el diseño.

Para el **diseño de viga diafragma** el momento último  $M_u$  es 7.50 Ton.m y determinado el módulo plástico es que 154.238 cm<sup>3</sup> y el perfil seleccionado es **W12x26**. Donde se obtiene el momento nominal para la viga de 19.30 Ton.m y comparando con el momento último de la viga de análisis que es de  $M_u$  es de 7.50 Ton.m  $<$  19.30 Ton.m, es menor que el momento nominal de la viga. Por lo que cumple con el diseño, resultados que han sido llevados al plano de estructuras, ver anexo 13.

Así mismo, cabe realizar el cálculo para la **deflexión máxima vehicular** con la finalidad de mantener la estabilidad vertical y que teóricamente no debería de superar el límite de deflexión que es de: 11.87cm. y calculado la deflexión máxima vehicular en el CSI bridge v20 para el presente diseño es 10.72cm. lo cual es menor y no supera y sé que cumple con él diseño.

## VI. CONCLUSIONES

Se concluye que, el diseño del puente tipo arco atirantado beneficiara a la zona de influencia integrando a los sectores Puerto Rico, Huinchusmayo, Santiagomayo, Huayruruni, Bellavista, Chunchusmayo, Santa Rosa Janacchimpa al centro poblado de Isilluma, mejorando la transitabilidad de la población local, reducirá los costos de transporte, mejorara la producción y oferta agrícola, y accederán en condiciones favorables a los puestos de salud, educación. Geografía accidentada en él cual se realizó el levantamiento topográfico, donde la subrasante mínima esta en 1078 msnm y la cota del terreno más baja es de 1067.302 msnm con un volumen de corte de 26.67 m<sup>3</sup>, volumen de relleno de 1403.97 m<sup>3</sup> y el volumen de terraplén de 1403.97 m<sup>3</sup>.

Se concluye que el estudio de geología de la zona de influencia es de formación de rocas metareniscas de grano fino de color gris blanquecina intercaladas con limolitas pizarrosas que pertenecen a la formación Sandía (OS-s) (ordovícico – superior) del paleozoico. Así mismo del estudio de mecánica de suelos tiene según la clasificación SUC es (SC) arena arcillosa y (WS-SM) arena bien graduada con limo, y con limite liquido (40.92% - 25.88%), índice de plasticidad (30.68% - 22.49%), Humedad – ASTM que varia de 18.34% - 8.65 y la capacidad portante del suelo que varia entre 1.44 Kg/cm<sup>2</sup> – 1.14 Kg/cm<sup>2</sup>.

El estudio de hidrología representa uno de los estudios básicos de ingeniería y se tiene los resultados de modelo hidrológico con un caudal máximo de 855.7m<sup>3</sup>/s, calculado para un periodo de retorno de 50 años, y un tirante de 6.9 m desde el lecho de rio.

Se realizó el modelamiento estructural del puente, cumpliendo las condiciones mínimas, donde se utilizaron tres materiales distintos en el modelo de puente de tipo arco atirantado los cuales son; concreto armado, acero estructural Gr50, acero de alta resistencia Gr 270, cumpliendo así con el Manuel de diseño de puentes – 2018 y AASHTO LRFD. En el modelamiento se importaron distintos tipos de sección W, y sección cajón del manual del AISC 2010. Así mismo el tablero fue modelado con 2 vigas longitudinales y varias vigas transversales (diafragma) sección W y la viga del arco en sección cajón. Los apoyos del puente de tipo arco atirantado consiste en uno móvil y otro fijo y las cargas y combinaciones de cargas se aplicaron de acuerdo al manual de diseño

de puentes – 2018 y AASHTO LRFD. Además, se realizó en análisis estructural a fin de encontrar la respuesta de la estructura, como desplazamientos, momentos, esfuerzos y envolventes.

Realizado en análisis estructural se obtuvo que la flecha máxima para carga muerta es de 6.38 cm. Y la flecha máxima para carga vehicular fue 10.13 cm., lo cual está debajo de los máximos permitidos. Los momentos máximos para carga muerta ocurre en el centro de la luz, el cual tiene un valor de 37.49 cm. Los momentos máximos para el envolvente de diseño es 118.995 Ton-m además se obtuvo que la tensión máxima en las péndolas es 6844.72 Ton/m<sup>2</sup>, así mismo las reacciones en cada extremo para carga muerta son 279 Ton. y para sobrecarga de tráfico es 102 Ton. los cuales se utilizaron para el dimensionamiento del estribo.

El diseño del puente consistió en la obtención del cálculo de las secciones del puente, donde se tiene para el perfil longitudinal una sección W36x210 y el perfil transversal que cumple los requisitos de módulo de sección y flexión torsional es W12x26 y la sección final para el arco es cajón 20x500x1000 mm y la sección de las péndolas de acero pretensado Gr 270, de 60 mm de diámetro. Además, se realizó el cálculo y la verificación de los estribos, donde se verificaron las condiciones de estabilidad por deslizamiento y volteo, para un factor de seguridad de 1.5 y 2.0.



## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda hacer un replanteo topográfico en el momento de la ejecución del proyecto teniendo en cuenta con los BMs.

Se recomienda hacer estudios geotécnicos bien detallado para el proyecto del puente tipo arco atirantado, así mismo realizar protección de los estribos y realizar su defensa ribereña en el margen izquierdo del río para evitar los posibles efectos de socavación.

Se recomienda realizar investigaciones de otro tipo de tipología de puentes, para dar alternativas de solución a estos lugares de geografía muy accidentada y reducir el cierre de brechas infraestructura.

Se recomienda realizar una evaluar para efectos sísmicos de puente en propuesta.

## REFERENCIAS

- Saavedra, M. A. V., & Contador, M. C. (2007). Evaluación de Factibilidad Estructural de Puentes Atirantados Tipo Network como Alternativa de puentes en Chile (Doctoral dissertation, Universidad de Chile). Disponible [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/valenzuela\\_m/pdf/valenzuela\\_m.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/valenzuela_m/pdf/valenzuela_m.pdf)
- Castillo Pérez, R. N. (2013). Diseño preliminar de la superestructura de un puente en arco atirantado tipo Network sobre el Río Puchuchoa. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2388>
- CHARA, C., & EDWIN, O. (2013). ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL PUENTE TIPO ARCO DE LUZ DE 40 METROS. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/4196>
- Macias, E. G. (2012). Dinámica de Puentes Arco Atirantados para el ferrocarril de alta velocidad: estudio de un caso, planteamiento de alternativas y conclusiones para el diseño. PFC. Proyecto Fin de Carrera. Ingeniería de Caminos Canales y Puertos. Universidad de Granada. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Alejandro\\_Martinez-Castro/publication/325989309\\_Dinamica\\_de\\_Puentes\\_Arco\\_Atirantados\\_para\\_el\\_ferrocarril\\_de\\_alta\\_velocidad\\_estudio\\_de\\_un\\_caso\\_planteamiento\\_de\\_alternativas\\_y\\_conclusiones\\_para\\_el\\_diseno/links/5b4326d1a6fdccb90e046a/Dinamica-de-Puentes-Arco-Atirantados-para-el-ferrocarril-de-alta-velocidad-estudio-de-un-caso-planteamiento-de-alternativas-y-conclusiones-para-el-diseno.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alejandro_Martinez-Castro/publication/325989309_Dinamica_de_Puentes_Arco_Atirantados_para_el_ferrocarril_de_alta_velocidad_estudio_de_un_caso_planteamiento_de_alternativas_y_conclusiones_para_el_diseno/links/5b4326d1a6fdccb90e046a/Dinamica-de-Puentes-Arco-Atirantados-para-el-ferrocarril-de-alta-velocidad-estudio-de-un-caso-planteamiento-de-alternativas-y-conclusiones-para-el-diseno.pdf)
- Espinoza Rojas, Thony Artur (2018). Implementación de Estructuras mixtas del puente Chinchipe para mejorar la transitabilidad del Centro Poblado San José de Lourdes Cajamarca – 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34903>
- Aguino Calderón, Juvenal Alejandro (2020). Propuesta de mejora al diseño del plan de lanzamiento y montaje de estructuras metálicas del puente La Eternidad, provincia de Chupaca. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8172>
- Castillo Chú, César Gustavo; Olaya Riofrio, Yadira de los Milagros (2020) Estudio y propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del distrito de Tambogrande – Piura – Piura. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/7017>
- Condori Quilca, Rubén; Itusaca Anahua, Percy (2017). Análisis comparativo del diseño estructural de alternativas de puentes urbanos

para los barrios Unión Putina y Libertad de la localidad de Putina. Tesis Pregado, Universidad Nacional del Altiplano Puno.

Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7051>

- Barrantes Perales, Juan Carlos. 2019. "Mejoramiento de la transitabilidad peatonal a través de un puente en el sector Juana Ríos distrito de Chongoyape – Chiclayo – Lambayeque, 2015". Tesis pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.  
Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2146>
- Muñoz Acuña, Fernando Alonso; Ruiz Gardini, Alexis Waldemar (2019) Diseño de puente atirantado sobre la quebrada Pacchishpan para mejorar la transitabilidad en la ciudad de Lamas – 2018, Tesis de pregrado de la Universidad Cesar Vallejo Tarapoto – Perú.  
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39717>
- BERROCAL DEL AGUA, L. (09 de 2006). *El arco tipo network para los puentes arco con tablero inferior*. Recuperado el 28 de 05 de 2012, El arco tipo network para los puentes arco con tablero inferior:  
Disponible: [http://www.network-arch.com/download/graduation\\_thesis\\_berrocal.pdf](http://www.network-arch.com/download/graduation_thesis_berrocal.pdf)
- Rodado López, Juan (1999). *Comportamiento y optimización de puentes atirantados continuos*. Tesis (Doctoral), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).  
Disponible en: <http://oa.upm.es/633/>
- Fernando Hué García. Elementos Prefabricados de Hormigón en Puentes. Comité Técnico Estructural de Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón, 2010.
- ANDECE, Guía Técnica "Elementos prefabricados de hormigón para obras de ingeniería civil" marzo – 2020.  
Disponible: <https://www.andece.org/wp-content/uploads/2020/03/Gu%C3%ADa-T%C3%A9cnica-Elementos-prefabricados-de-hormig%C3%B3n-para-obras-de-ingenier%C3%ADa-civil.pdf>
- Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas – DEVIDA, Cafetaleros de Alto Inambari obtienen 11 premios en concurso mundial de Cafés Tostados al Origen en París. Octubre – 2019.  
Disponible: <https://www.devida.gob.pe/-/cafetaleros-de-alto-inambari-obtienen-11-premios-en-concurso-mundial-de-cafes-tostados-al-origen-en-paris>
- Nicolas Villaseca Carrasco. Memoria de cálculo de Puente Tingo, puente arco de concreto armado de L=75 m. – 2014.

Disponible: [http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2016/LP009/INF-FINAL/VOLUMEN%20VI-ESTUDIOS%20BASICOS/5.ESTRUCTURAS/ANEXOS/1.%20Memoria%20de%20Calculos/MEMORIA%20CALCULO%20PUENTE%20TINGO%20FEB%202014%20\(1\).pdf](http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2016/LP009/INF-FINAL/VOLUMEN%20VI-ESTUDIOS%20BASICOS/5.ESTRUCTURAS/ANEXOS/1.%20Memoria%20de%20Calculos/MEMORIA%20CALCULO%20PUENTE%20TINGO%20FEB%202014%20(1).pdf)

- AASHTO LRFD (2020). bridge design specifications, eighth edition. (9va ed). Washington USA.  
Disponible: [file:///C:/Users/HP/Downloads/LRFDBDS-9\\_TableOfContents.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/LRFDBDS-9_TableOfContents.pdf)
- Manual de puentes (2018) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.  
Disponible: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/13370.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/13370.pdf)
- Méndez Mena, Harvin Adolfo; Torres Jarquín, Jose Antonio 2017. Diseño de superestructura y subestructura del puente la vainilla por el método aashto lrfd 2010 con las cargas HS20- 44 + 25%. Tesis de pregrado de la Universidad Nacional de Ingeniería Lima – Perú.  
Disponible: <https://core.ac.uk/download/pdf/250145889.pdf>
- Hernández Sampier, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, María del Pilar. Metodología de la investigación, 6ta Edición 2014  
Disponible: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Universidad Naval (UNINAV), METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Mexico-2016.  
Disponible: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133491/METODOLOGIA\\_DE\\_INVESTIGACION.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133491/METODOLOGIA_DE_INVESTIGACION.pdf)
- Carlos Jurado Cabañes (2016) Puentes II Evolución, Tipología, Cálculo y Construcción. Tomo II (2da. Edición) Madrid – España.  
Disponible: [https://www.researchgate.net/publication/301628161\\_PUENTES\\_II\\_Evolucion-Tipologia-Calculo-Construccion\\_2\\_edicion\\_ampliada](https://www.researchgate.net/publication/301628161_PUENTES_II_Evolucion-Tipologia-Calculo-Construccion_2_edicion_ampliada)
- Flores Arévalo, Renzo Renato; Díaz Vázquez, Juan Carlos – 2014. Análisis estructural comparativo de la superestructura del puente Santa Rosa – San Juan de Cumbaza en el distrito de Tarapoto – San Martín.  
Disponible: <http://hdl.handle.net/11458/314>

## REFERENCIAS

- Saavedra, M. A. V., & Contador, M. C. (2007). Evaluación de Factibilidad Estructural de Puentes Atirantados Tipo Network como Alternativa de puentes en Chile (Doctoral dissertation, Universidad de Chile). Disponible [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/valenzuela\\_m/pdf/valenzuela\\_m.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/valenzuela_m/pdf/valenzuela_m.pdf)
- Castillo Pérez, R. N. (2013). Diseño preliminar de la superestructura de un puente en arco atirantado tipo Network sobre el Río Puchuchoa. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2388>
- CHARA, C., & EDWIN, O. (2013). ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL PUENTE TIPO ARCO DE LUZ DE 40 METROS. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/4196>
- Macias, E. G. (2012). Dinámica de Puentes Arco Atirantados para el ferrocarril de alta velocidad: estudio de un caso, planteamiento de alternativas y conclusiones para el diseño. PFC. Proyecto Fin de Carrera. Ingeniería de Caminos Canales y Puertos. Universidad de Granada. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Alejandro\\_Martinez-Castro/publication/325989309\\_Dinamica\\_de\\_Puentes\\_Arco\\_Atirantados\\_para\\_el\\_ferrocarril\\_de\\_alta\\_velocidad\\_estudio\\_de\\_un\\_caso\\_planteamiento\\_de\\_alternativas\\_y\\_conclusiones\\_para\\_el\\_diseno/links/5b4326d1a6fdccb90e046a/Dinamica-de-Puentes-Arco-Atirantados-para-el-ferrocarril-de-alta-velocidad-estudio-de-un-caso-planteamiento-de-alternativas-y-conclusiones-para-el-diseno.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alejandro_Martinez-Castro/publication/325989309_Dinamica_de_Puentes_Arco_Atirantados_para_el_ferrocarril_de_alta_velocidad_estudio_de_un_caso_planteamiento_de_alternativas_y_conclusiones_para_el_diseno/links/5b4326d1a6fdccb90e046a/Dinamica-de-Puentes-Arco-Atirantados-para-el-ferrocarril-de-alta-velocidad-estudio-de-un-caso-planteamiento-de-alternativas-y-conclusiones-para-el-diseno.pdf)
- Espinoza Rojas, Thony Artur (2018). Implementación de Estructuras mixtas del puente Chinchipe para mejorar la transitabilidad del Centro Poblado San José de Lourdes Cajamarca – 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34903>
- Aguino Calderón, Juvenal Alejandro (2020). Propuesta de mejora al diseño del plan de lanzamiento y montaje de estructuras metálicas del puente La Eternidad, provincia de Chupaca. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8172>
- Castillo Chú, César Gustavo; Olaya Riofrio, Yadira de los Milagros (2020) Estudio y propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del distrito de Tambogrande – Piura – Piura. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/7017>
- Condori Quilca, Rubén; Itusaca Anahua, Percy (2017). Análisis comparativo del diseño estructural de alternativas de puentes urbanos

para los barrios Unión Putina y Libertad de la localidad de Putina. Tesis Pregado, Universidad Nacional del Altiplano Puno.

Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7051>

- Barrantes Perales, Juan Carlos. 2019. "Mejoramiento de la transitabilidad peatonal a través de un puente en el sector Juana Ríos distrito de Chongoyape – Chiclayo – Lambayeque, 2015". Tesis pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.  
Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2146>
- Muñoz Acuña, Fernando Alonso; Ruiz Gardini, Alexis Waldemar (2019) Diseño de puente atirantado sobre la quebrada Pacchishpan para mejorar la transitabilidad en la ciudad de Lamas – 2018, Tesis de pregrado de la Universidad Cesar Vallejo Tarapoto – Perú.  
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39717>
- BERROCAL DEL AGUA, L. (09 de 2006). *El arco tipo network para los puentes arco con tablero inferior*. Recuperado el 28 de 05 de 2012, El arco tipo network para los puentes arco con tablero inferior:  
Disponible: [http://www.network-arch.com/download/graduation\\_thesis\\_berrocal.pdf](http://www.network-arch.com/download/graduation_thesis_berrocal.pdf)
- Rodado López, Juan (1999). *Comportamiento y optimización de puentes atirantados continuos*. Tesis (Doctoral), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).  
Disponible en: <http://oa.upm.es/633/>
- Fernando Hué García. Elementos Prefabricados de Hormigón en Puentes. Comité Técnico Estructural de Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón, 2010.
- ANDECE, Guía Técnica “Elementos prefabricados de hormigón para obras de ingeniería civil” marzo – 2020.  
Disponible: <https://www.andece.org/wp-content/uploads/2020/03/Gu%C3%ADa-T%C3%A9cnica-Elementos-prefabricados-de-hormig%C3%B3n-para-obras-de-ingenier%C3%ADa-civil.pdf>
- Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas – DEVIDA, Cafetaleros de Alto Inambari obtienen 11 premios en concurso mundial de Cafés Tostados al Origen en París. Octubre – 2019.  
Disponible: <https://www.devida.gob.pe/-/cafetaleros-de-alto-inambari-obtienen-11-premios-en-concurso-mundial-de-cafes-tostados-al-origen-en-paris>
- Nicolas Villaseca Carrasco. Memoria de cálculo de Puente Tingo, puente arco de concreto armado de L=75 m. – 2014.

Disponible: [http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2016/LP009/INF-FINAL/VOLUMEN%20VI-ESTUDIOS%20BASICOS/5.ESTRUCTURAS/ANEXOS/1.%20Memoria%20de%20Calculos/MEMORIA%20CALCULO%20PUENTE%20TINGO%20FEB%2014%20\(1\).pdf](http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2016/LP009/INF-FINAL/VOLUMEN%20VI-ESTUDIOS%20BASICOS/5.ESTRUCTURAS/ANEXOS/1.%20Memoria%20de%20Calculos/MEMORIA%20CALCULO%20PUENTE%20TINGO%20FEB%2014%20(1).pdf)

- AASHTO LRFD (2020). bridge design specifications, eighth edition. (9va ed). Washington USA.  
Disponible: [file:///C:/Users/HP/Downloads/LRFDBDS-9\\_TableOfContents.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/LRFDBDS-9_TableOfContents.pdf)
- Manual de puentes (2018) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.  
Disponible: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/13370.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/13370.pdf)
- Méndez Mena, Harvin Adolfo; Torres Jarquín, Jose Antonio 2017. Diseño de superestructura y subestructura del puente la vainilla por el método aashto lrfd 2010 con las cargas HS20- 44 + 25%. Tesis de pregrado de la Universidad Nacional de Ingeniería Lima – Perú.  
Disponible: <https://core.ac.uk/download/pdf/250145889.pdf>
- Hernández Sampier, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, María del Pilar. Metodología de la investigación, 6ta Edición 2014  
Disponible: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Universidad Naval (UNINAV), METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Mexico-2016.  
Disponible: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133491/METODOLOGIA\\_DE\\_INVESTIGACION.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133491/METODOLOGIA_DE_INVESTIGACION.pdf)
- Carlos Jurado Cabañes (2016) Puentes II Evolución, Tipología, Cálculo y Construcción. Tomo II (2da. Edición) Madrid – España.  
Disponible: [https://www.researchgate.net/publication/301628161\\_PUENTES\\_II\\_Evolucion-Tipologia-Calculo-Construccion\\_2\\_edicion\\_ampliada](https://www.researchgate.net/publication/301628161_PUENTES_II_Evolucion-Tipologia-Calculo-Construccion_2_edicion_ampliada)
- Flores Arévalo, Renzo Renato; Díaz Vázquez, Juan Carlos – 2014. Análisis estructural comparativo de la superestructura del puente Santa Rosa – San Juan de Cumbaza en el distrito de Tarapoto – San Martín.  
Disponible: <http://hdl.handle.net/11458/314>

ANEXO 1. Matriz de Operacionalización de Variables.

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Diseño del puente tipo arco atirantado	Es una estructura metálica con losa de concreto armado cuya ventaja es la rapidez constructiva, estos pueden ser tipo viga, tipo celosía, tipo arco, y los no convencionales como los puentes colgantes y/o atirantados. En un solo tramo, estos puentes mixtos, pueden alcanzar luces de 55m hasta 150m. Requieren de un mayor mantenimiento debido a la exposición a fenómenos de corrosión y a los agentes atmosféricos.  (Zigurat. "Master Internacional en Construcción de Puentes". 5ª Ed. 2018, pp. 8)	Diseño del puente tipo arco atirantado explicando los elementos de la ingeniería básica, el proyecto de ingeniería.	Ingeniería básica	Estudio Topográficos	Razón
					Estudios geológicos	
					Estudio de mecánica de suelos	
					Estudio de hidrología de la zona	
				Proyecto de Ingeniería	Presentación del proyecto	Razón
					Consideraciones generales del proyecto	
					Cargas y factores de carga	
					Especificaciones de los materiales	
					Modelamiento y Análisis estructural	
					Verificación de seguridad	
Proyección del tráfico	Superestructuras	Razón				
	Subestructuras					
	Diseño del puente					
DEPENDIENTE	Mejora de la transitabilidad peatonal	Es el nivel, estado o servicio en que se encuentra una infraestructura vial que permite un flujo vehicular regular durante un determinado período de tiempo en condiciones regulares.  (Zigurat. "Master Internacional en Construcción de Puentes". 5ª Ed. 2018, pp. 8)	Mejora de la transitabilidad peatonal a través del diseño de puente de tipo arco atirantado	Proyección del tráfico	Padrón de beneficiarios	Razón
					Operación y mantenimiento	
					Libre disponibilidad del terreno para el proyecto	
					Estudio del excedente del productor	

Fuente: Elaboración Propia



**ANEXO 2. Matriz de Consistencia**

	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<b>GENERAL</b>	¿Cómo se puede diseñar el puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno?	Diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.	El diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma mejorará la transitabilidad de la población Alto Inambari – Puno.			Estudios topográficos Estudios de geología Estudio de mecánica de suelos Estudio de hidrología de la zona	
<b>ESPECÍFICOS</b>	¿Para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma se realizará el estudio topográfico?	Realizar el estudio topográfico para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma.	Se realizará el estudio topográfico para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma.	Variable Independiente:	<b>Diseño del puente tipo arco atirantado</b>	Estudio del excedente del productor	Tipo de Investigación: Teórico
	¿Para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma se realizará los estudios geológico y geotécnico?	Realizar los estudios geológico y geotécnico para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma.	Se realizará los estudios geológico y geotécnico para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma.			Proyecto de Ingeniería	
	¿Para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma se realizará los estudios hidrológico e hidráulico?	Realizar los estudios hidrológico e hidráulico para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma.	Se realizará los estudios hidrológico e hidráulico para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma.	Especificaciones de los materiales Modelamiento y Análisis estructural			
	¿Para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma se realizará el modelamiento y análisis estructural del puente con el software CSI Bridge?	Realizar el modelamiento y análisis estructural del puente con el software CSI Bridge.	Se realizará el modelamiento y análisis estructural del puente con el software CSI Bridge.	Verificación de seguridad Superestructuras Subestructuras Diseño del puente	Nivel: Explicativo		
	¿Para diseñar el puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma se realizará el diseño del puente?	Realizar el diseño del puente de tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma.	Se realizará el diseño del puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma.	Variable Dependiente: <b>Mejora de la transitabilidad peatonal</b>		Proyección del trafico Estudio del excedente del productor Operación y mantenimiento Libre disponibilidad de terreno para el proyecto Padrón de beneficiarios	

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO 3: Zonas Sísmicas, NTP E.030**



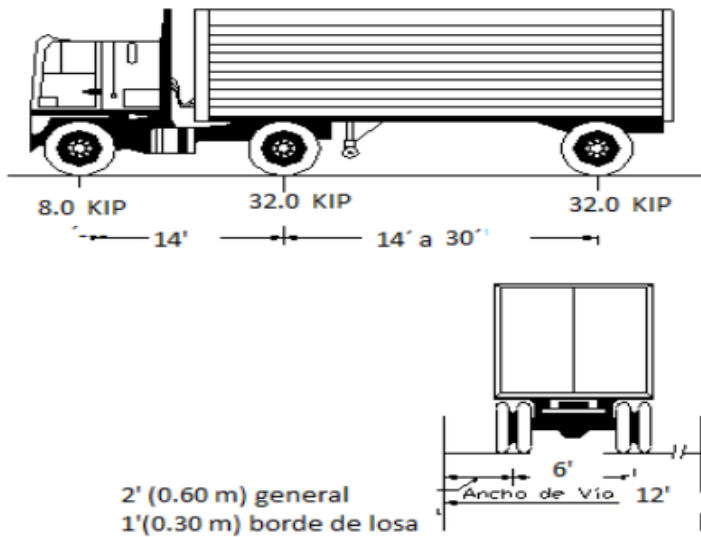
Fuente: NTP E.030.

**ANEXO 4:** Pesos específicos de los materiales.

<b>MATERIAL</b>		<b>UNIDAD DE PESO (kcf)</b>
Aleaciones de aluminio		0.175
Superficies de desgaste bituminoso		0.140
Hierro fundido		0.450
Relleno de ceniza		0.060
Arena, limo o arcilla compactado		0.120
Concreto	Ligero	0.110
	Liviano	0.120
	Con peso normal $f'c \leq 5.0$ ksi	0.145
	Con peso normal $5.0 < f'c \leq 15.0$ ksi	$0.140 + 0.001f'c$
Arena, limo o grava suelto		0.100
Arcilla Blanda		0.100
Laminados grava, macadam, o de lastre		0.140
Acero		0.490
Mampostería de piedra		0.170
Madera	Dura	0.060
	Blanda	0.50
Agua	Dulce	0.0624
	Salada	0.0640
Artículo		Peso por unidad de longitud (klf)
Rieles de tránsito, unión, y fijación por pista		0.2000

Fuente: Manual de Puentes – 2018

**ANEXO 5: Características del Camión de Diseño**



Fuente: Manual de Puentes - 2018

**ANEXO 6: Incremento de la Carga Viva por Efectos Dinámicos (IM).**

COMPONENTE	PORCENTAJE (IM)
Elementos de unión en el tablero (para todos los estados limite)	75%
Para otros elementos:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estados límite de fatiga y fractura</li> </ul>	15%
<ul style="list-style-type: none"> <li>Otros estados limite</li> </ul>	33%

Fuente: Manual de Puentes – 2018.

## ANEXO 7: Combinaciones de carga y factores de carga.

Combinación de cargas Estado Limite	DC														
	DD														
	DW														
	EH														
	EV	LL													
	ES	IM													
	EL	CE													
	PS	BR													
	CR	PL													
	SH	LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	EQ	BL	IC	CT	CV	
RESISTENCIA I A menos que se especifique lo contrario	y <sub>P</sub>	1.75	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20	y <sub>TG</sub>	y <sub>SE</sub>						
RESISTENCIA II	y <sub>P</sub>	1.35	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20	y <sub>TG</sub>	y <sub>SE</sub>	--	--	--	--	--	
RESISTENCIA III	y <sub>P</sub>	--	1.00	1.40	--	1.00	0.50/1.20	y <sub>TG</sub>	y <sub>SE</sub>	--	--	--	--	--	
RESISTENCIA IV	y <sub>P</sub>	--	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20	--	--	--	--	--	--	--	
RESISTENCIA V	y <sub>P</sub>	1.35	1.00	0.40	1.00	1.00	0.50/1.20	y <sub>TG</sub>	y <sub>SE</sub>	--	--	--	--	--	
EVENTO EXTREMO I	1.00	y <sub>EQ</sub>	1.00	--	--	1.00	--	--	--	1.00	--	--	--	--	
EVENTO EXTREMO II	y <sub>P</sub>	0.50	1.00	--	--	1.00	--	--	--	--	1.00	1.00	1.00	1.00	
SERVICIO I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	1.00/1.20	y <sub>TG</sub>	y <sub>SE</sub>	--	--	--	--	--	
SERVICIO II	1.00	1.30	1.00	--	--	1.00	1.00/1.20	--	--	--	--	--	--	--	
SERVICIO III	1.00	0.80	1.00	--	--	1.00	1.00/1.20	y <sub>TG</sub>	y <sub>SE</sub>	--	--	--	--	--	
SERVICIO IV	1.00	--	1.00	0.70	--	1.00	1.00/1.20	--	1.00	--	--	--	--	--	
FATIGA I – Solamente LL, IM & CE	--	1.50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
FATIGA II – Solamente LL, IM & CE	--	0.75	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	

Fuente: Manual de Puentes – 2018.

## ANEXO 8: Factores de carga para cargas permanentes, y<sub>P</sub>

Tipo de carga, tipo de fundaciones, y métodos usados para fuerza de arrastre hacia abajo (Downdrag)	Factor de Carga	
	Máximo	Mínimo
DC: Componentes y auxiliares	1.25	0.90
DC: Resistencia IV Solamente	1.50	0.90
DD: Downdrag Pilotes, a método de tomlinson.	1.40	0.25
Pilotes, λ método.	1.05	0.30
Pilotes perforados, (Drilled Shaft) método de O'Neil and Reese (1999).	1.25	0.35
DW: Superficie de rodadura y accesorios	1.50	0.65
EH: Presión Horizontal de la tierra		
• Activa	1.50	0.90
• En reposo	1.35	0.90
• AEP Para paredes ancladas	1.35	N/A
EL: Esfuerzos residuales acumulados resultantes del proceso constructivo, (Locked – in construction Stresses.)	1.00	1.00
EV: Presión vertical de la tierra		
• Estabilidad global.	1.00	N/A
• Muros y estribos de retención.	1.35	1.00
• Estructura rígida enterrada	1.30	0.90
• Pórticos rígidos	1.35	0.90
• Estructuras flexibles enterradas		
- Alcantarillas cajón metálica, placas estructurales con corrugaciones y alcantarillas de fibra de vidrio.	1.50	0.90
- Alcantarillas termoplásticas.	1.30	0.90
- Entre otros.	1.95	0.90
ES: Carga Superficial (Sobrecarga) en el terreno	1.50	0.75

Fuente: Manual de Puentes – 2018.

**ANEXO 9:** Factores de carga para cargas permanentes, debido a deformaciones superimpuestas  $y_P$ .

Componente del Puentes	PS	CR, SH
Superestructuras—Segmentadas Subestructuras de concreto que soportan superestructuras segmentadas (ver 2.4.3.9.3 - 2.4.3.9.4) (3.12.4, 3.12.5 AASHTO)	1.00	Ver $y_P$ para DC, Tabla 2.4.5.3.1-2 (3.4.1-2 AASHTO)
Superestructuras de concreto—no-segmentadas	1.00	1.00
Subestructuras de concreto que soportan superestructuras no segmentadas		
usando $l_g$	0.50	0.50
usando $l_{efectiva}$	1.00	1.00
Subestructuras de acero	1.00	1.00

Fuente: Manual de Puentes – 2018.

## **ANEXO 10**

### **INFORME TOPOGRÁFICO**

#### **A.- INTRODUCCIÓN**

##### **1. GENERALIDADES**

El presente informe expone la metodología y equipos utilizados en el levantamiento topográfico, así como los cálculos de los puntos de control y referencia al nivel medio del mar, se realizó con fines de obtener resultados Perimétricos – Ubicación en coordenadas UTM, para nuestro desarrollo de tesis. En el departamento de Puno, Provincia de Sandia, Distrito de Alto Inambari.

##### **2. NOMBRE DEL PROYECTO**

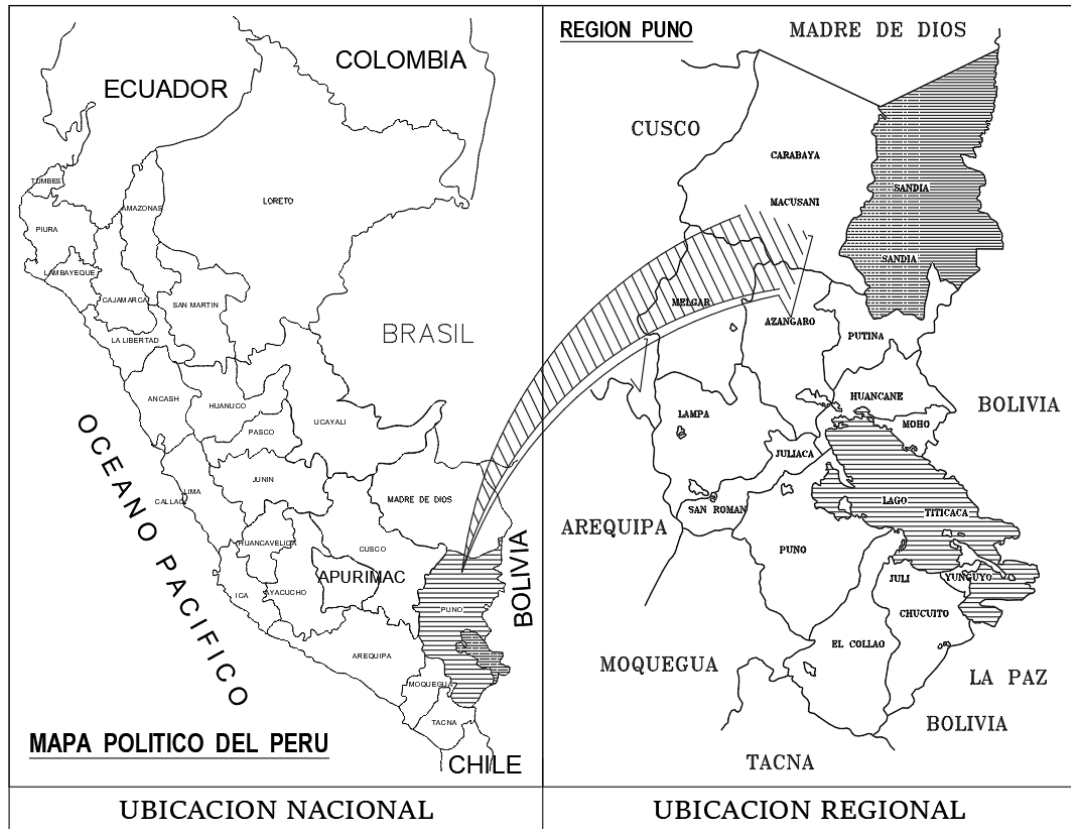
“DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACIÓN, ALTO INAMBARI - PUNO”

##### **3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL TERRENO**

El centro poblado Isillumá, está ubicado a 38 km del Distrito de Alto Inambari, entre 1060 y 1200 msnm. En el Distrito de Alto Inambari se tiene una población de 5841 habitantes según el censo poblacional del 2005, y el C.P. de Isillumá cuenta con una población de 152 hab.



## MAPA DE LOCALIZACION



Fuente: Elaboracion propia.



Fuente: OrtoMosaico, tomada por el Drone Phantom 04 Profesional.

## **B.- ANTECEDENTES**

Para la ejecución del levantamiento Topográfico se contó con los siguientes materiales y personal:

01 Ing. Topógrafo

02 ayudantes

Se utilizaron los siguientes equipos:

01 Drone Phantom 4 Pro

01 Estación total TopCon GTS

02 Primas

02 Jalones

01 GPS Navegador (Garmin GPSMAP 76CSx)

01 Libreta Topográfica

## **C.- METODOLOGÍA**

### **1.- Descripción del terreno.**

La metodología del trabajo establecido a nivel de campo y gabinete se ha adecuado a lo indicado en los términos de referencia y al programa presentado en el calendario de actividades.

- Para la ejecución de la Topografía, se consideró una brigada de campo, dirigido por un Topógrafo.
- Cada brigada de Topografía ha estado compuesta por un Jefe de Brigada (topógrafo), Nivelador, Digitador, 02 Auxiliares de Topografía, Camioneta Doble Cabina 4x4.
- En cuanto a trabajos de gabinete se contó con los equipos de: una computadora portátil (Laptop Asus) Core i7, una Impresora formato A-1, Plotter HP.
- El Estudio Topográfico se realizó utilizando el método convencional de Poligonal, trazo, nivelación y secciones, con equipos de

Precisión, como una Estación Total Topcon y Gps Garmin. Agravando la Fotogrametría del Drone Phantom 4 Pro.

- Durante el trazado de la poligonal se ha colocado BM pintados en lugares visibles existentes y sus respectivas referencias para su fácil identificación.

CUADRO DE COORDENADAS UTM DE BMS				
DESCRIPCION	ESTE (E)	NORTE (N)	COTA (Z)	UBICACIÓN
BM-01	459617.847	8456643.150	1078.020	LOSA VEREDA
BM-02	459731.736	8456623.381	1073.135	ROCA FIJA

Fuente: Resultados del estudio topográfico.

Los resultados del Estudio Topográfico son los entregables que se anexan (Planos).

## 2. OBJETIVO

- El objetivo solicitado, comprende un levantamiento topográfico para la elaboración del estudio de investigación del Proyecto: "DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACIÓN, ALTO INAMBARI - PUNO,".
- Obtención de datos e información de campo
- Procesamiento y verificación de la información obtenida de campo

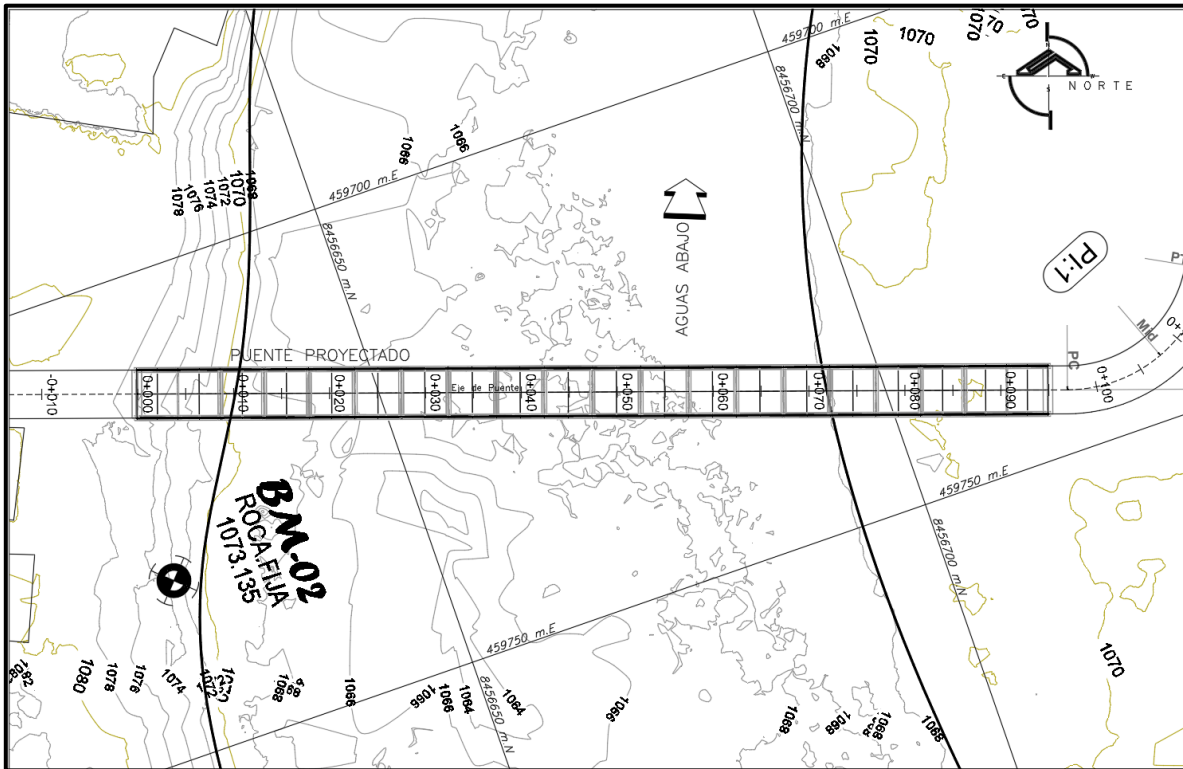
## 3. METAS

- Elaboración de planos
  - Topográfico
  - Perfil longitudinal
  - Secciones transversales
  - Planta general
  - Elevación longitudinal
- Trazo y replanteo de BMs situados en el Área del proyecto

#### 4. TRABAJOS REALIZADOS

El reconocimiento de campo, se realizó con el propósito de ubicar el trazo de la vía principal, para así determinar las longitudes, características técnicas y determinación de las coordenadas. Se utilizó el equipo gps navegador, para la georreferenciación de la zona perimetrada, y para el seccionamiento se utilizó una Estación Total partiendo de un punto referencial que es nuestro BM, y para la obtención de una superficie detallada se utilizó la fotogrametría obtenida por el Drone Phantom 4 pro, y así poder procesar todo el trabajo obtenido en campo, para posteriormente diseñar en gabinete utilizando los softwares Autocad 2018, AutoCad Civil 3D, Agisoft PhotoScan Pro.

#### DISEÑO DEL PUENTE EN PLANTA



Fuente: Elaboración propia.

## 5. PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 01. Se observa la principal estación con el equipo estación total TopCon GTS, y el vuelo del Drone Phantom 4 Pro.



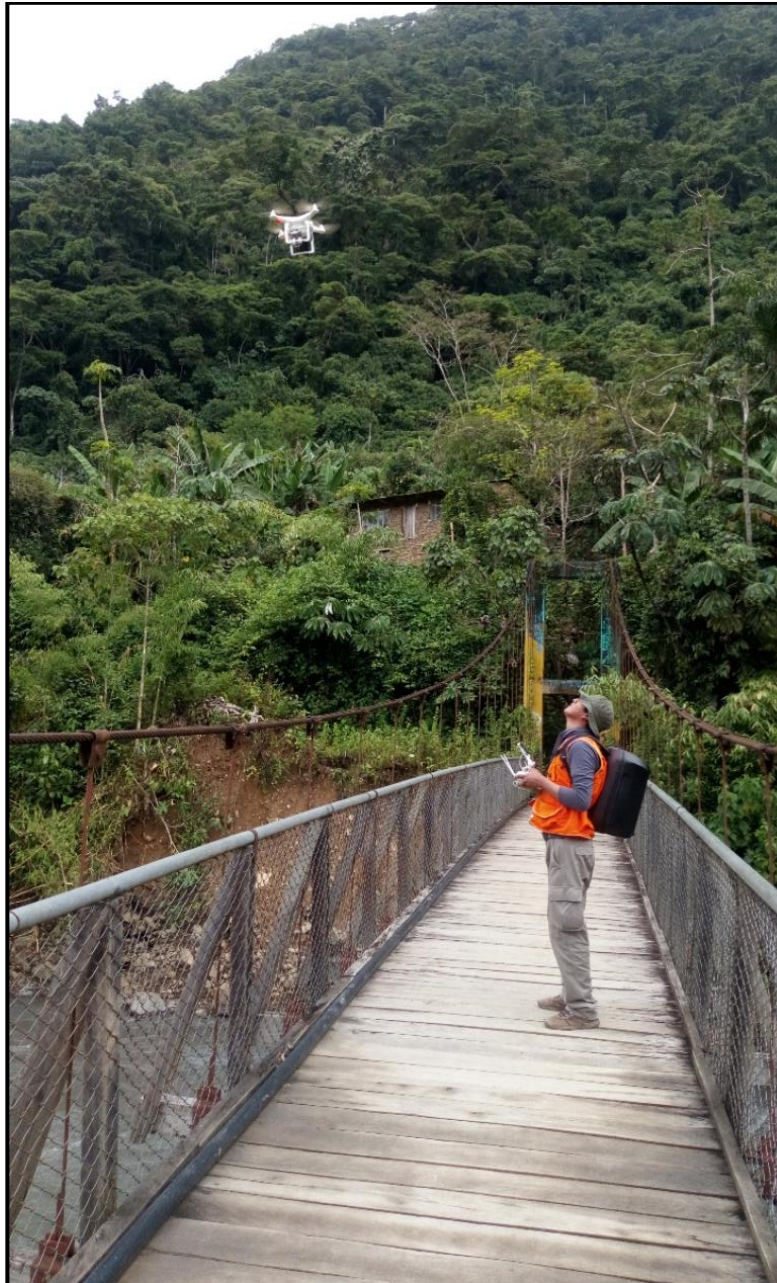
Fotografía 02. Se está realizando la medición de la batimetría en el puente existente, utilizando un método artesanal con cuerda y piedra.



Fotografía 03. Se visualiza una de las estaciones del equipo de ingeniera para tomar puntos secundarios y adyacentes.



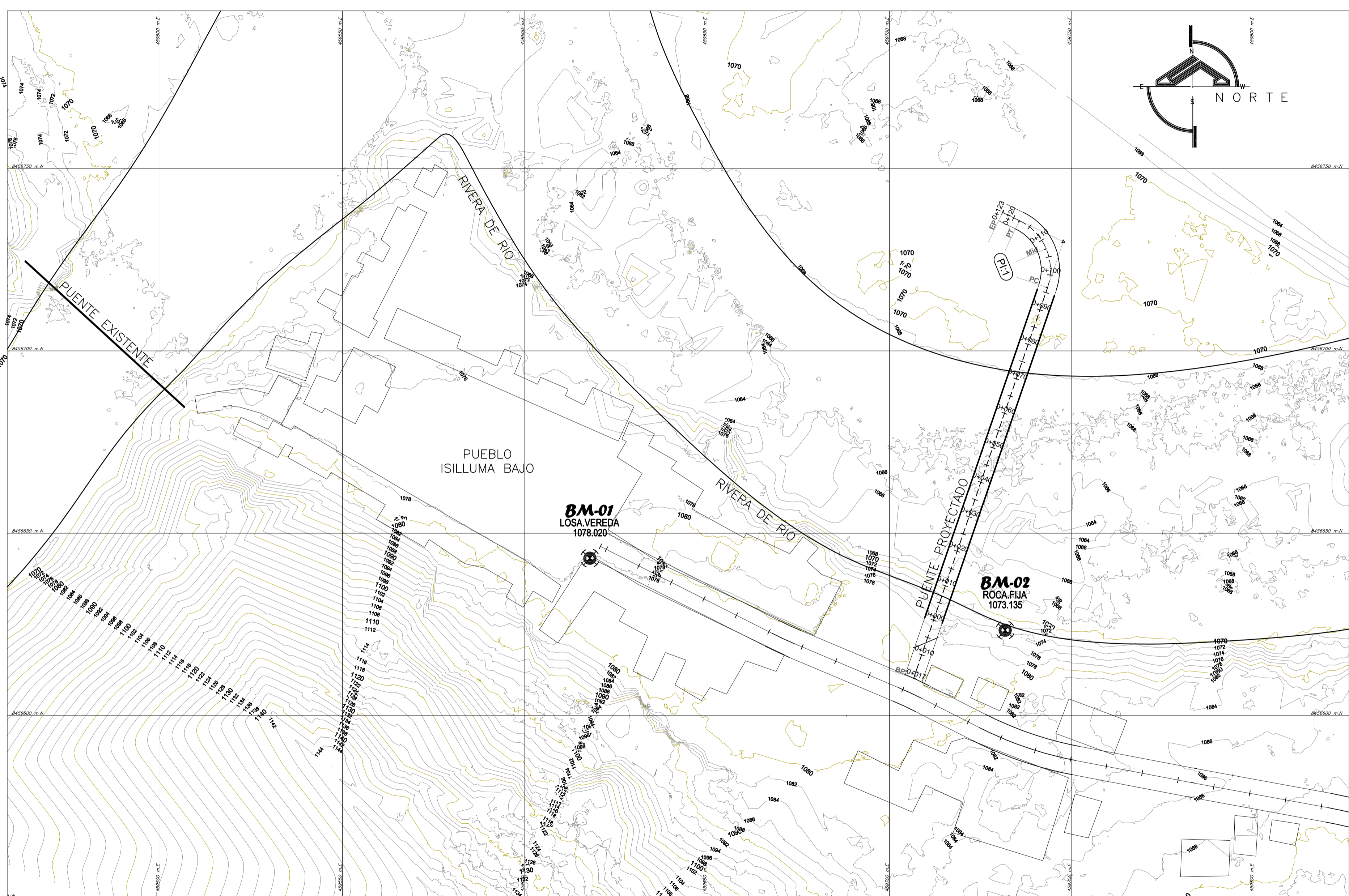
Fotografía 04. Se observa el uso de los prismas para la lectura de las coordenadas del levantamiento topográfico.



Fotografía 05. Observamos el despegue del equipo Drone Phantom 4 Pro, utilizando el método de la fotogrametría.

ANEXO : PLANOS



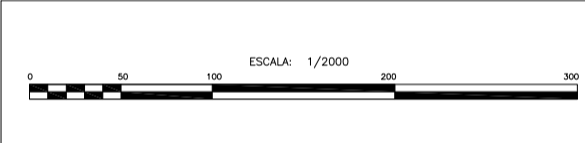


**LEYENDA**

- Posición de BM.
- Posición de Calcatas.
- Inicio/Fin de tramo en estudio.
- Estacado @ 20m.
- Estacado @ 10m.
- Posición de Punto de Intersección.
- Alcantarilla
- Badén
- Plazoleta de cruce
- Eje de Puente
- Ríos
- Curvas Maestras
- Curvas Secundarias
- Puerta - Garage
- Cantera
- Buzon
- Norte Magnetico
- Poste
- Casas

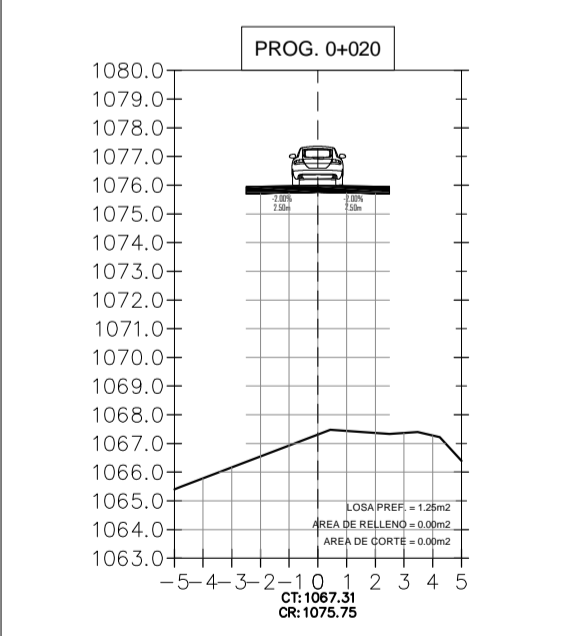
**LEYENDA**

- R : Radio Curva Horizontal
- Tg : Tangente Circular
- Ext : External
- LC : Longitud de Curva
- Δ : Angulo de Inflexion
- PC : Punto de Inicio de Curva
- PI : Punto de Intersección
- PT : Punto de Terminación de Curva



**TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA**

CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	TG	EXT	LC	PC	PI	PT	PI NOROCC	PI SURE
01	N22° 47' 00" W	81° 04' 00"	15.00	13.33	25.86	19.83	5.07	1.79	0.09	4.3	0.10



**CUADRO DE COORDENADAS UTM DE BMS**

DESCRIPCION	ESTE (E)	NORTE (N)	GOTA (Z)	UBICACION
BM-01	459617.847	8456643.150	1078.020	LOSA VEREDA
BM-02	459731.706	8456623.381	1073.135	ROCA FIJA

esc. 1/750 **PLANTA TOPOGRAFICO**



**FACULTA DE INGENIERIA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

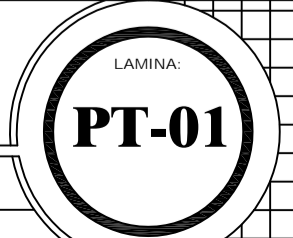
PROYECTO: "DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARÍ - PUNO"

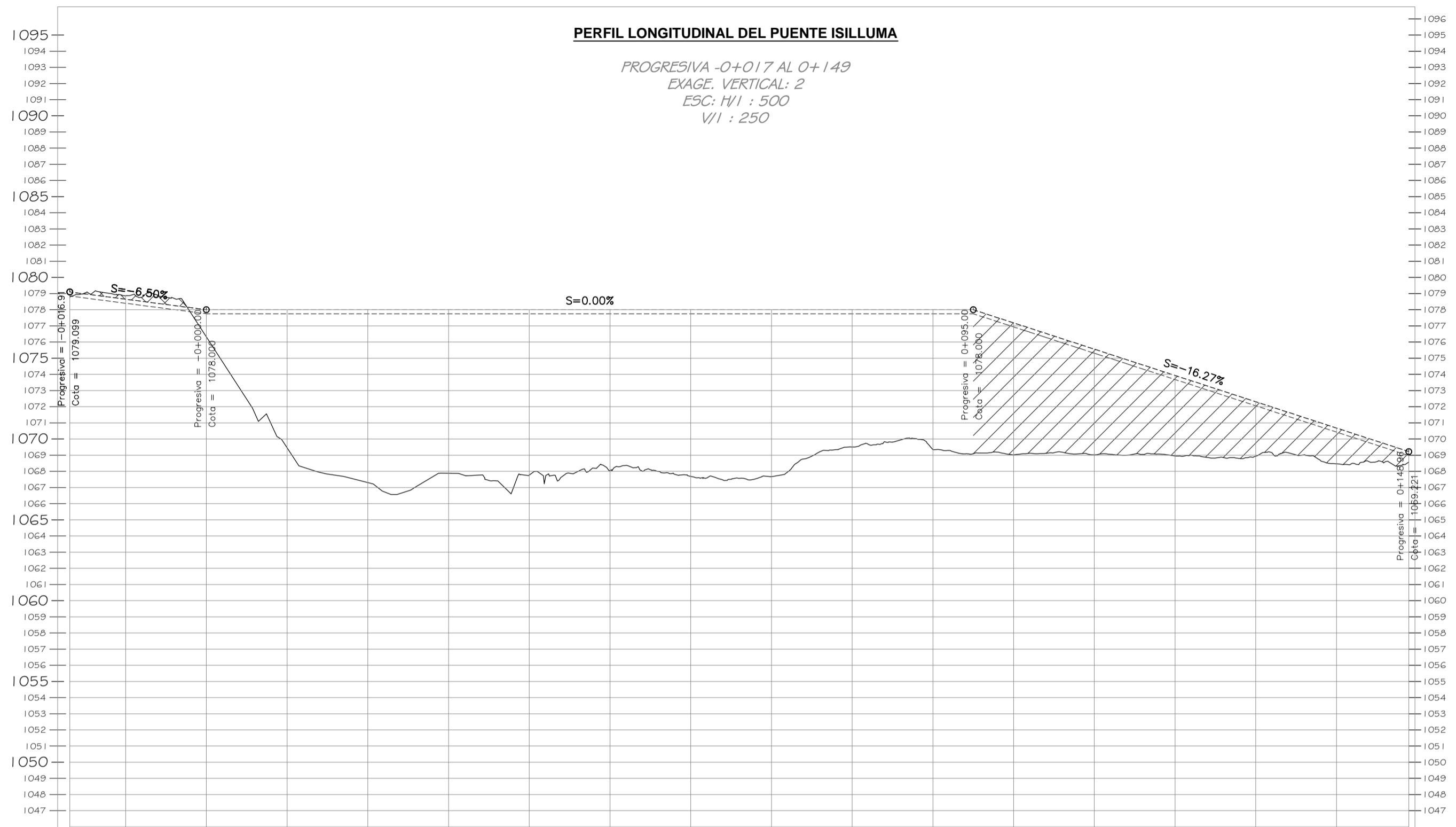
TESISTA: **Bachi. Ing. JAVIER CUTIPA ALEJO**  
**Bachi. Ing. WILIAM PARI ANCCO**

APRUEBA: *William Pari Ancco*  
 REVISAR: *Javier Cutipa Alejo*

PLANO: **PLANO TOPOGRAFICO**  
**(Prog de Puente: 00+000 - 00+095)**

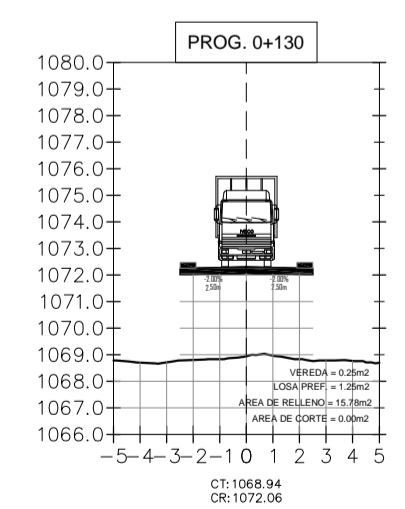
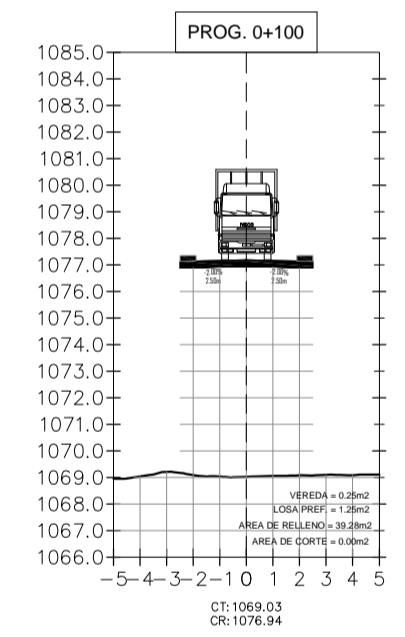
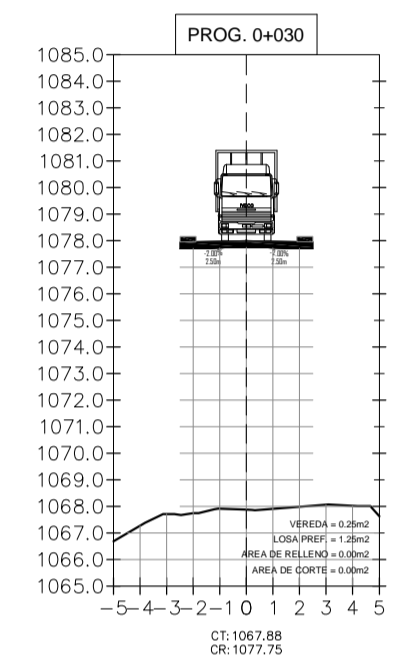
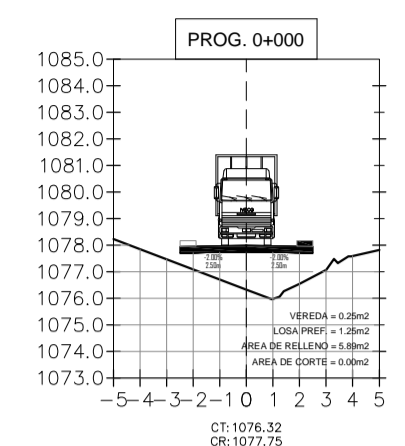
REGION: PUNO ESCALA: INDICADA  
 PROVINCIA: SANDIA  
 DISTRITO: ALTO INAMBARÍ CENTRO P. ISILLUMA  
 FECHA: MARZO - 2021





**PERFIL LONGITUDINAL DEL PUENTE ISILLUMA**  
 PROGRESIVA -0+017 AL 0+149  
 EXAGE. VERTICAL: 2  
 ESC: 1/1 : 500  
 V/I : 250

PROGRESIVA	0+017	0+010	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050	0+060	0+070	0+080	0+090	0+100	0+110	0+120	0+130	0+140	0+149	
COTA RASANTE	1079.099	1078.650	1078.000	1078.000	1078.000	1078.000	1078.000	1078.000	1078.000	1078.000	1078.000	1078.000	1078.000	1075.560	1073.933	1072.306	1070.679	1069.221	
COTA TERRENO	1078.791	1078.857	1078.323	1078.468	1078.454	1078.835	1078.302	1078.791	1078.880	1078.878	1078.769	1078.855	1078.052	1078.105	1078.689	1078.515	1078.680	1078.938	1078.000
PENDIENTE		6.50%						0.00%											
ALTURA DE CORTE	0.07	0.21	0.44																
ALTURA DE RELLENO																			
ALINEAMIENTO														R=15.00					

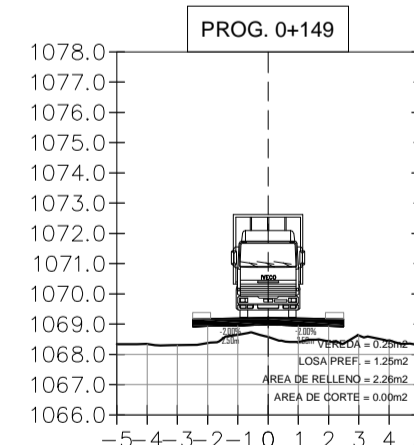
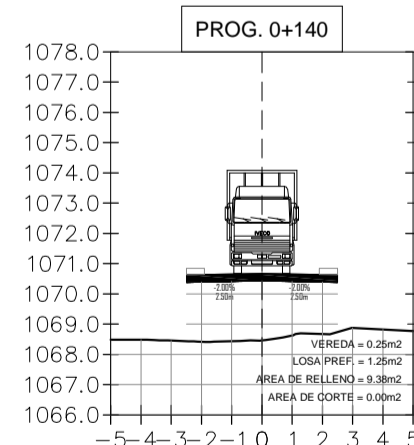
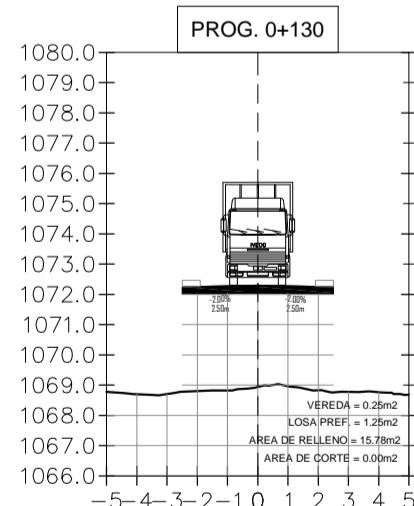
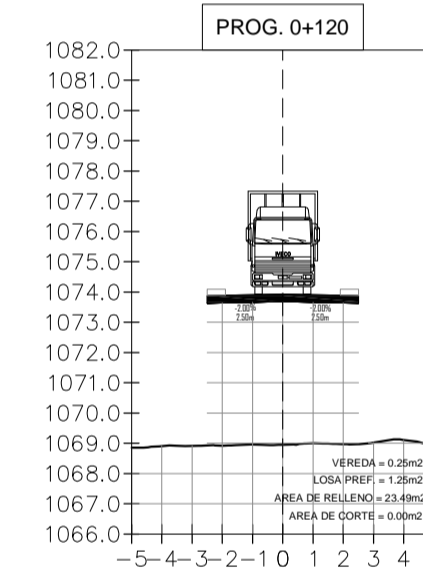
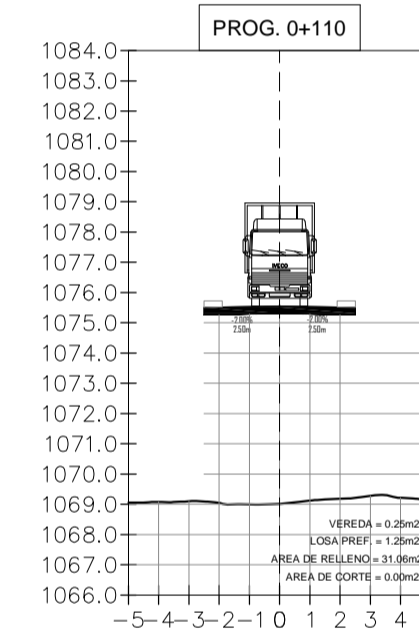
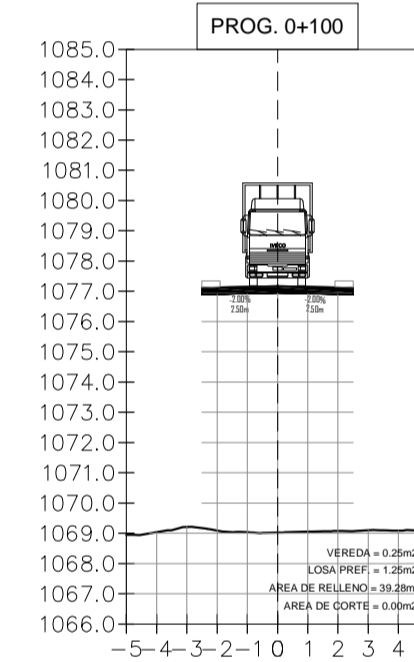
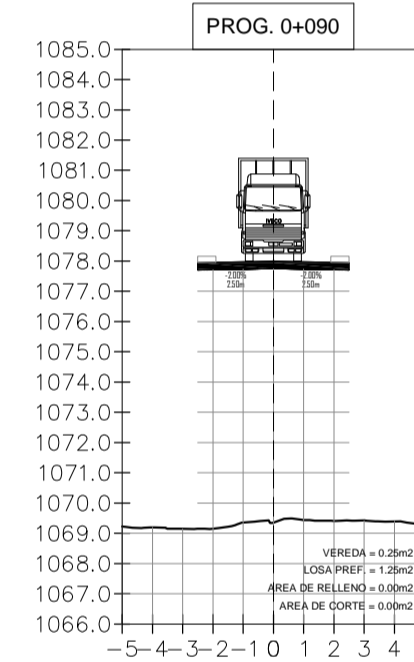
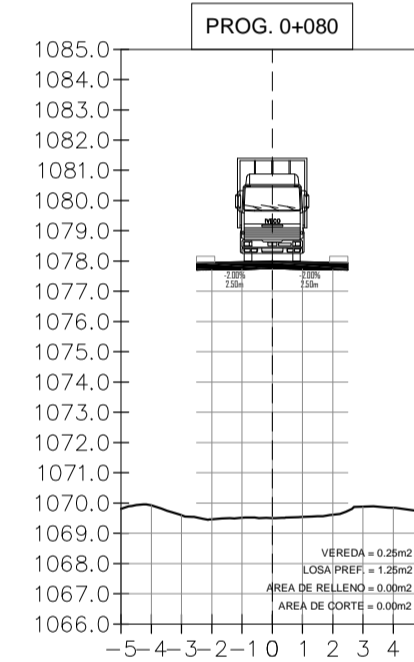
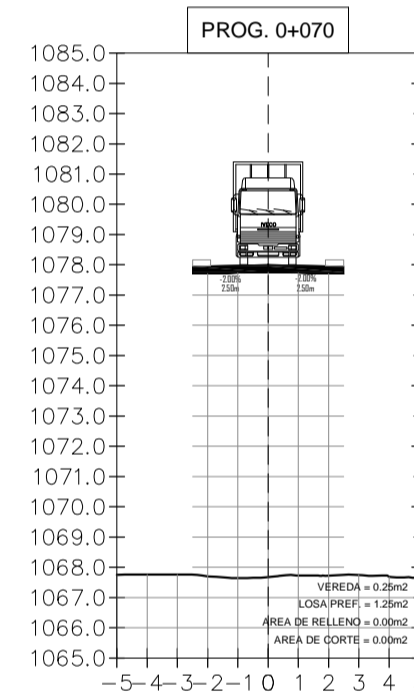
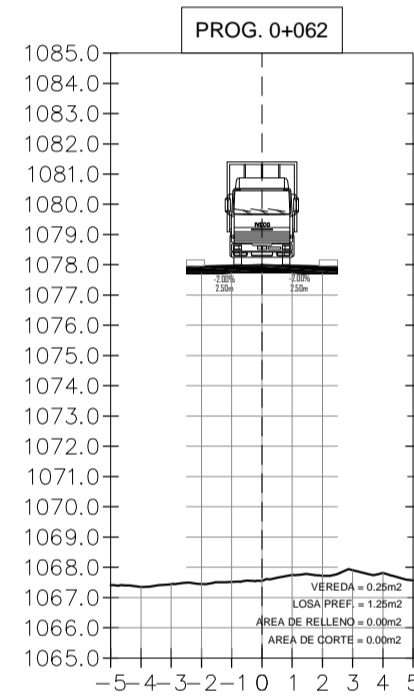
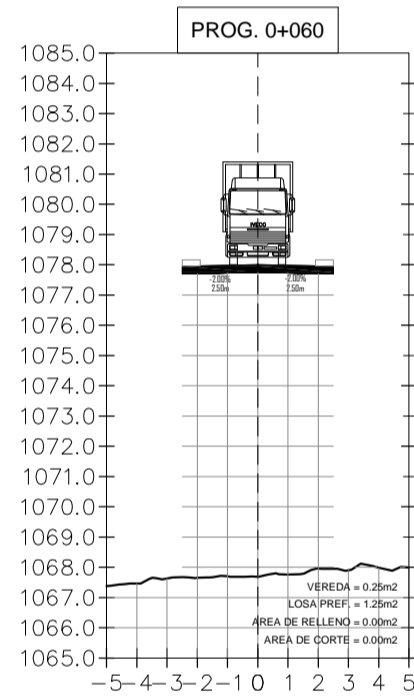
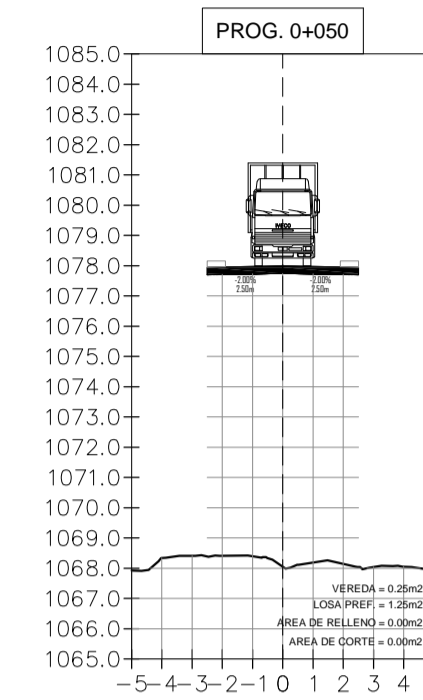
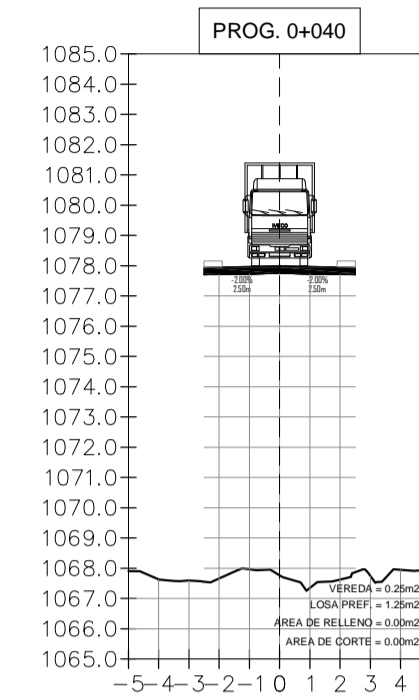
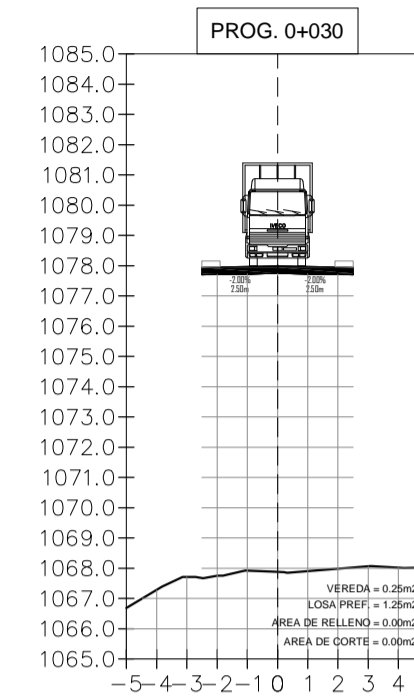
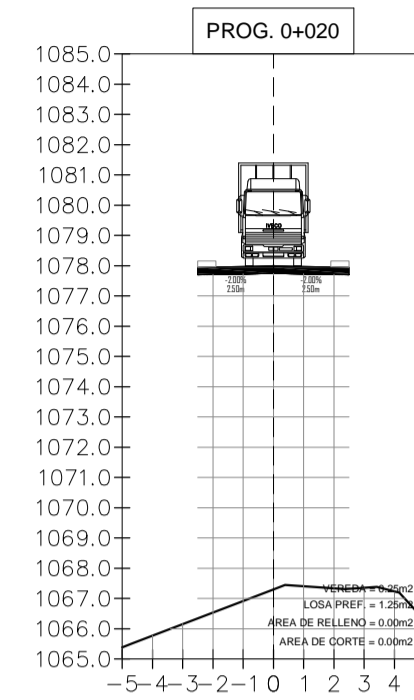
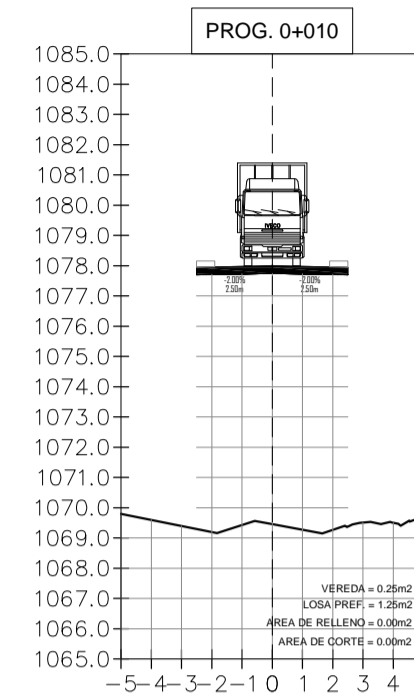
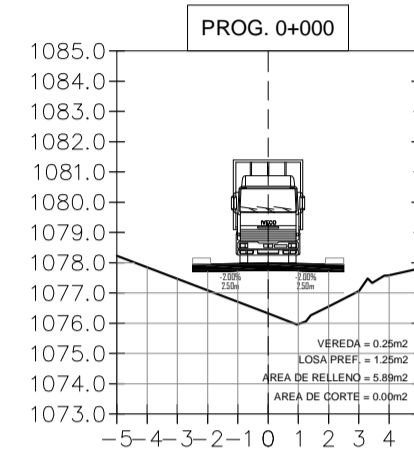
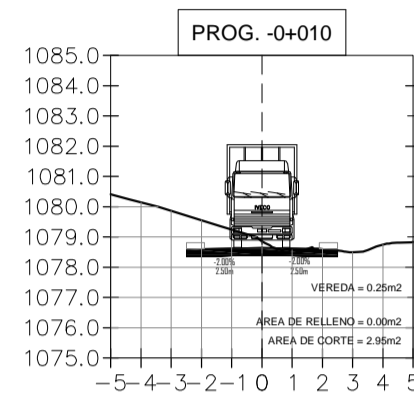
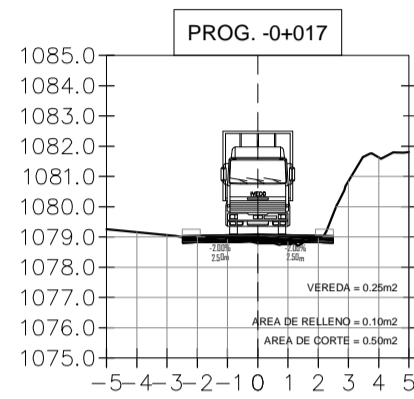


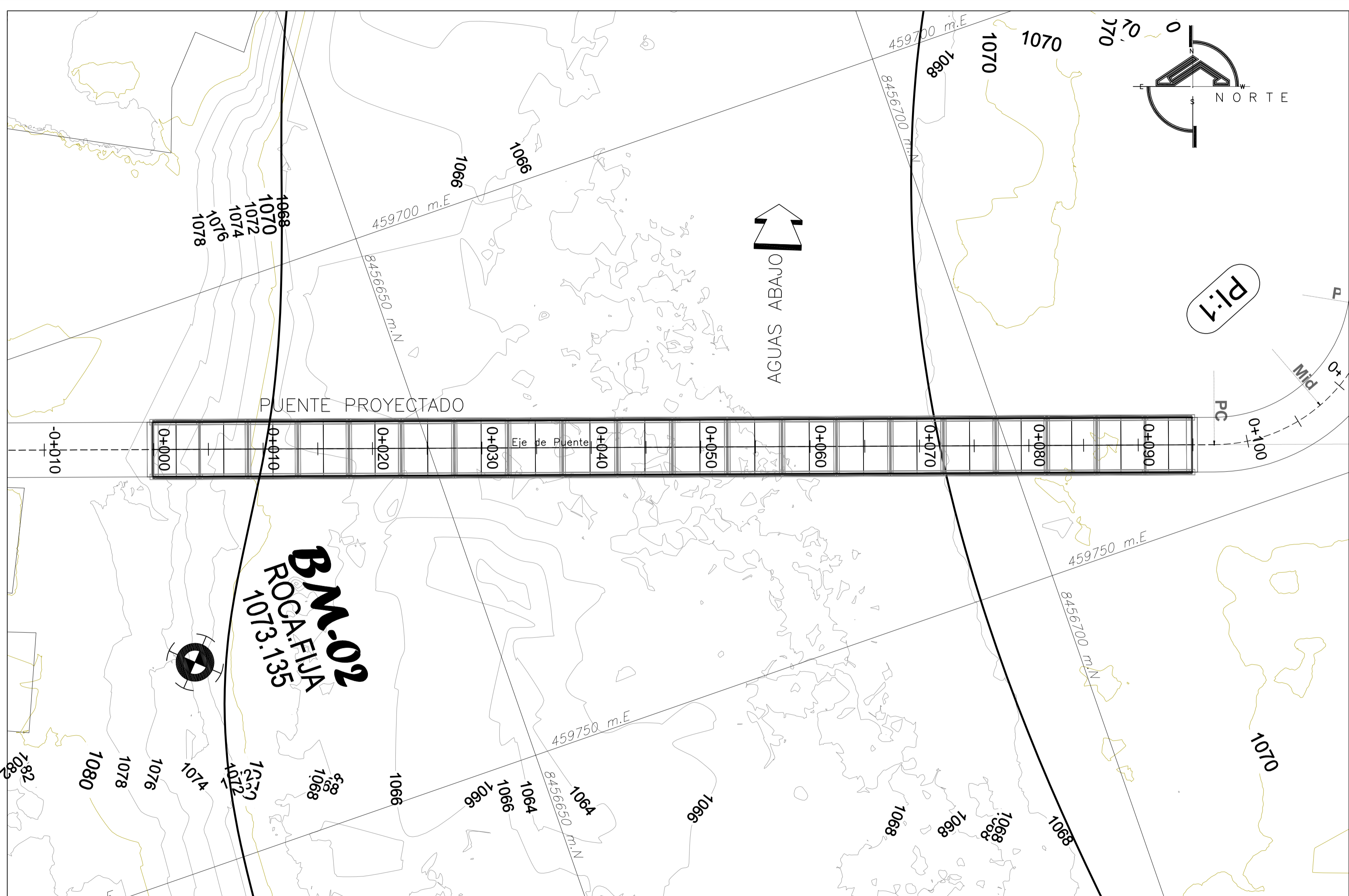
esc. 1/500 **PERFIL LONGITUDINAL**



**FACULTA DE INGENIERIA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
 PROYECTO: "DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACIÓN, ALTO INAMBARÍ - PUNO"  
 TESISISTA: **Bachi. Ing. JAVIER CUTIPA ALEJO**  
**Bachi. Ing. WILIAM PARI ANCCO**  
 APRUEBA: **William Pari Ancco**  
 REVISAR: **Javier Cutipa Alejo**

PLANO: **PERFIL LONGITUDINAL (Prog de Puente: 00+000 - 00+095)**  
 REGION: PUNO  
 PROVINCIA: SANDIA  
 DISTRITO: ALTO INAMBARÍ  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: MARZO - 2021  
 LAMINA: **PL-01**





LEYENDA	
	Posición de BM.
	Posición de Calcatas.
	Inicio/Fin de tramo en estudio.
	Estacado @ 20m.
	Estacado @ 10m.
	Posición de Punto de Intersección.
	Alcantarilla
	Badén
	Plazoleta de cruce
	Eje de Puente
	Ríos
	Curvas Maestras
	Curvas Secundarias
	Puerta - Garage
	Cantera
	Buzón
	Norte Magnética
	Poste
	Casas

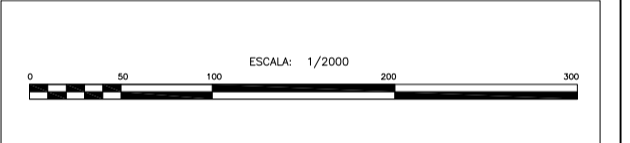
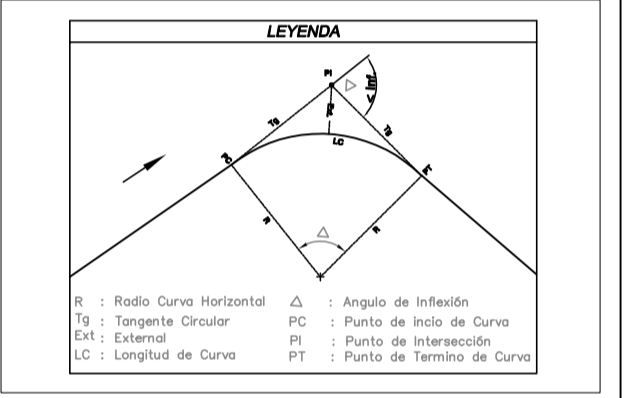
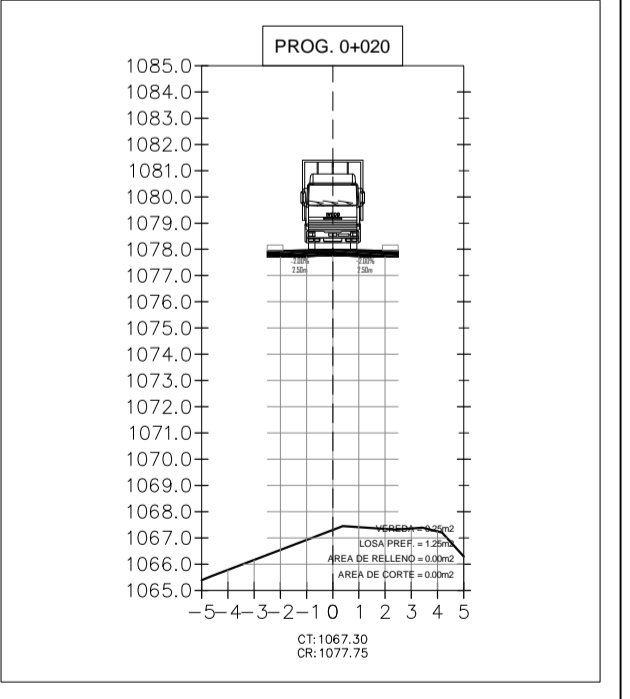


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RAIO	Tg	EXT	Lc	PC	PI	PT				
01	101.23° 54' W	80.37° 0'	15.00	12.73	20.11	18.41	4.87	3.38	0+096.95	0+109.88	0+118.06	8456729.96	459747.03



CUADRO DE COORDENADAS UTM DE BMS				
DESCRIPCION	ESTE (E)	NORTE (N)	GOTA (Z)	UBICACION
BM-01	459617.842	8456643.150	1078.020	LOSA VEREDA
BM-02	459731.736	8456623.381	1073.135	ROCA FIJA

esc. 1/250 **PLANTA GENERAL**



**FACULTA DE INGENIERIA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

PROYECTO: "DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACIÓN, ALTO INAMBARÍ - PUNO"

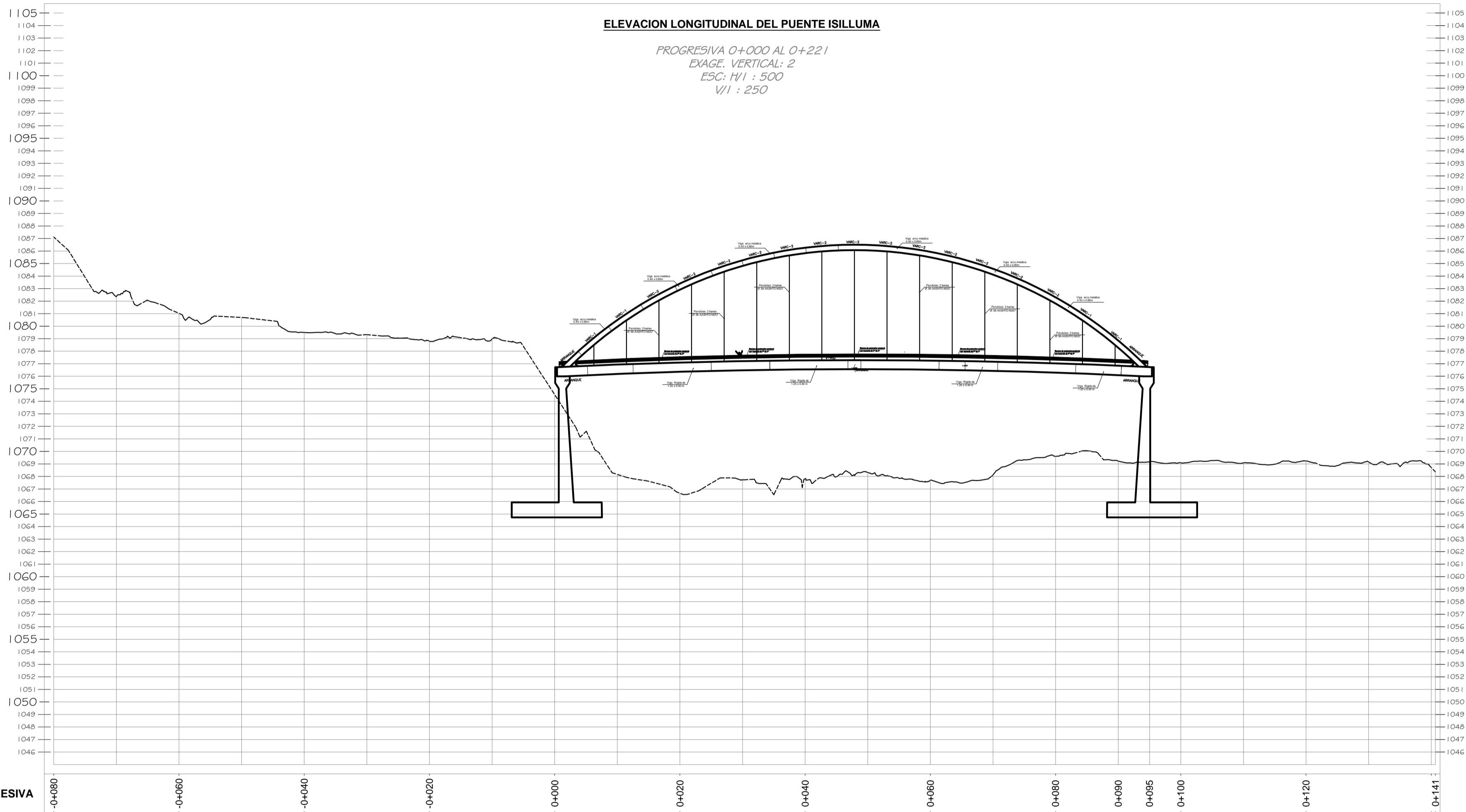
TESISTA: **Bachi. Ing. JAVIER CUTIPA ALEJO**  
**Bachi. Ing. WILIAM PARI ANCCO**

APRUEBA: \_\_\_\_\_ DIBUJO: *Javier Cutipa Alejo*  
 REVIS: \_\_\_\_\_ DISEÑO: *William Pari Ancco*

PLANO: **PLANTA GENERAL**  
 (Prog de Puente: 00+000 - 00+095)

REGION: PUNO ESCALA: INDICADA  
 PROVINCIA: SANDIA  
 DISTRITO: ALTO INAMBARÍ CENTRO P. ISILLUMA FECHA: MARZO - 2021

LAMINA:  
**PG-01**



esc. 1/500 **ELEVACION LONGITUDINAL**



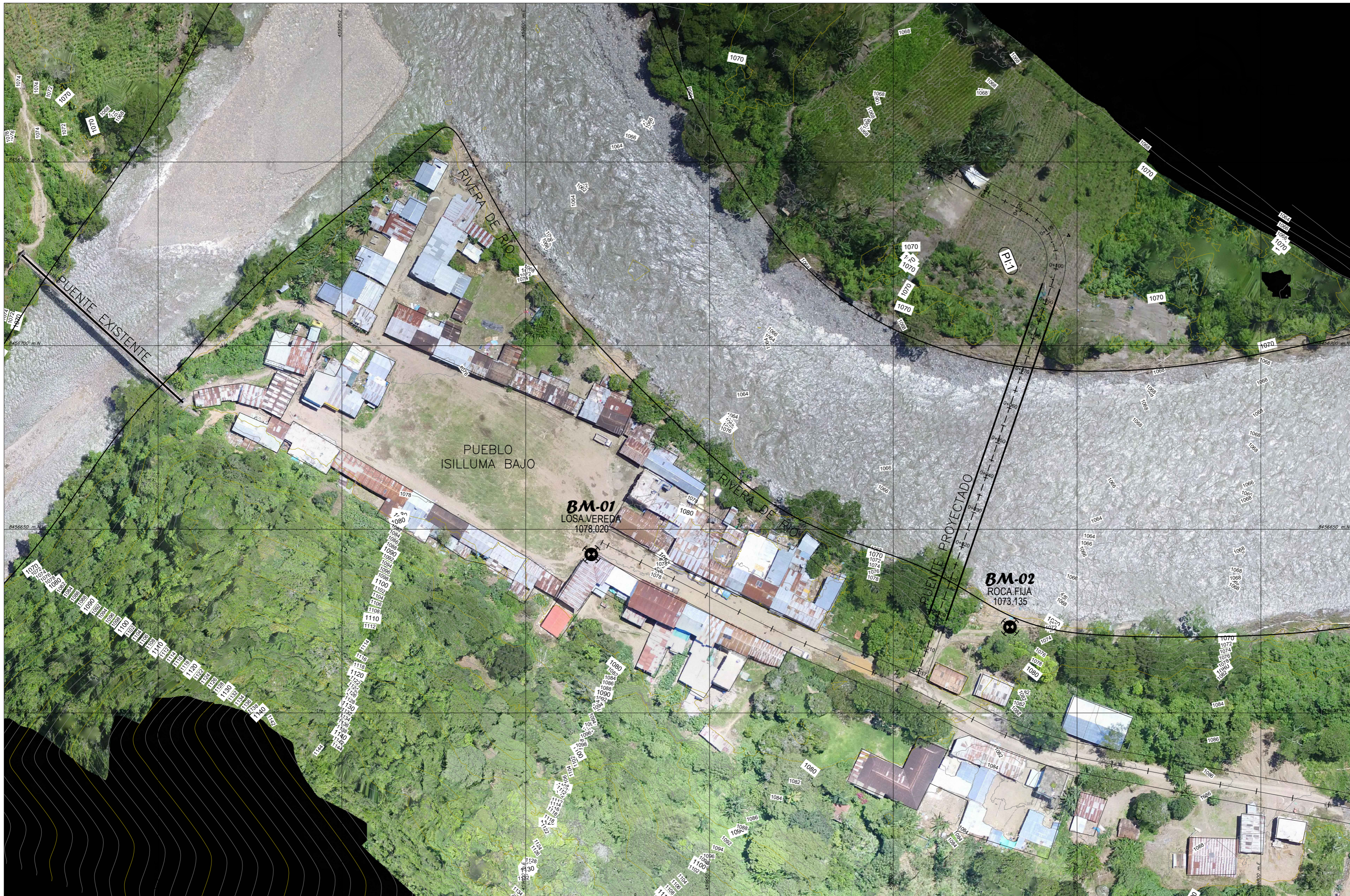
**FACULTA DE INGENIERIA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

PROYECTO: "DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACIÓN, ALTO INAMBARÍ - PUNO"

TESISTA: **Bachi. Ing. JAVIER CUTIPA ALEJO**  
**Bachi. Ing. WILIAM PARI ANCCO**

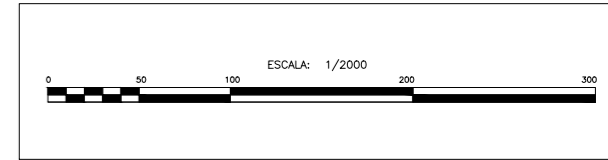
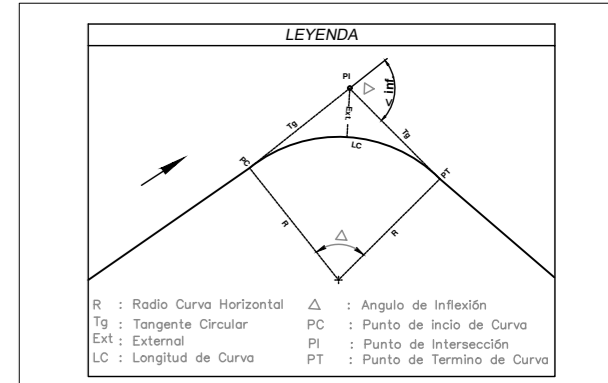
APRUEBA: \_\_\_\_\_ DIBUJO: *Wiliam Pari Ancco*  
 REVIS: \_\_\_\_\_ DISEÑO: *Javier Cutipa Alejo*

PLANO: <b>ELEVACION LONGITUDINAL</b> <b>(Prog de Puente: 00+000 - 00+095)</b>		
REGION: PUNO	ESCALA: INDICADA	
PROVINCIA: SANDIA	FECHA: MARZO - 2021	
DISTRITO: ALTO INAMBARÍ	CENTRO P.: ISILLUMA	



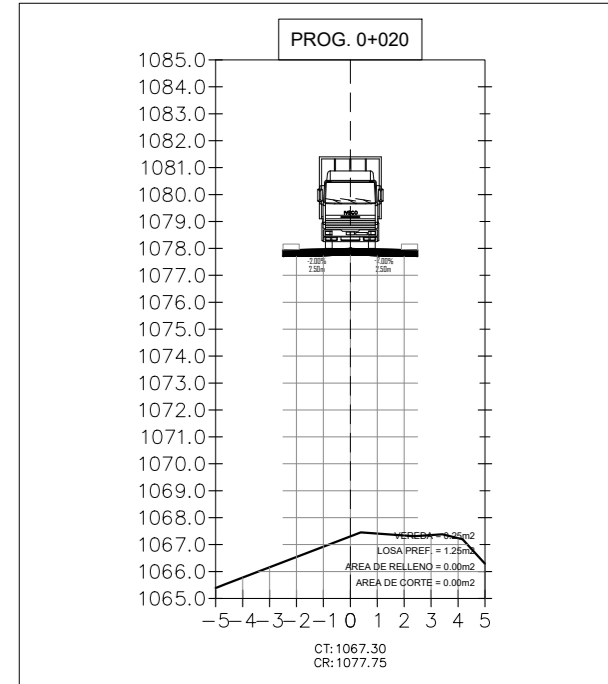
**LEYENDA**

- Posición de B.M.
- Posición de Calicatas.
- Inicio/Fin de tramo en estudio.
- Estacada @ 20m.
- Estacada @ 10m.
- Posición de Punto de Intersección.
- Alcantarilla
- Bazen
- Plazoleta de cruce
- Eje de Puente
- Rios
- Curvas Maestras
- Curvas Secundarias
- Puerta - Garage
- Cantera
- Buzon
- Norte Magnetico
- Poste
- Casas



**TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA**

CURVA	DIRECCION	DETA	RADIO	T	LC	E	PC	PI	PT	M NOROCC	PI ESTE
PI-1	N 21° 27' 56" W	1073.75	15.00	12.73	21.11	74.41	4.87	1.56	0+109.95	0+118.06	8456728.36



**CUADRO DE COORDENADAS UTM DE BMS**

DESCRIPCION	ESTE (E)	NORTE (N)	COTA (Z)	UBICACION
BM-01	459617.847	8456643.150	1078.020	LOSA VEREDA
BM-02	459731.730	8456623.387	1073.135	ROCA FIJA

esc. 1/750 **PLANTA TOPOGRAFICO**



**FACULTA DE INGENIERIA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

PROYECTO: "DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACIÓN, ALTO INAMBARI - PUNO"

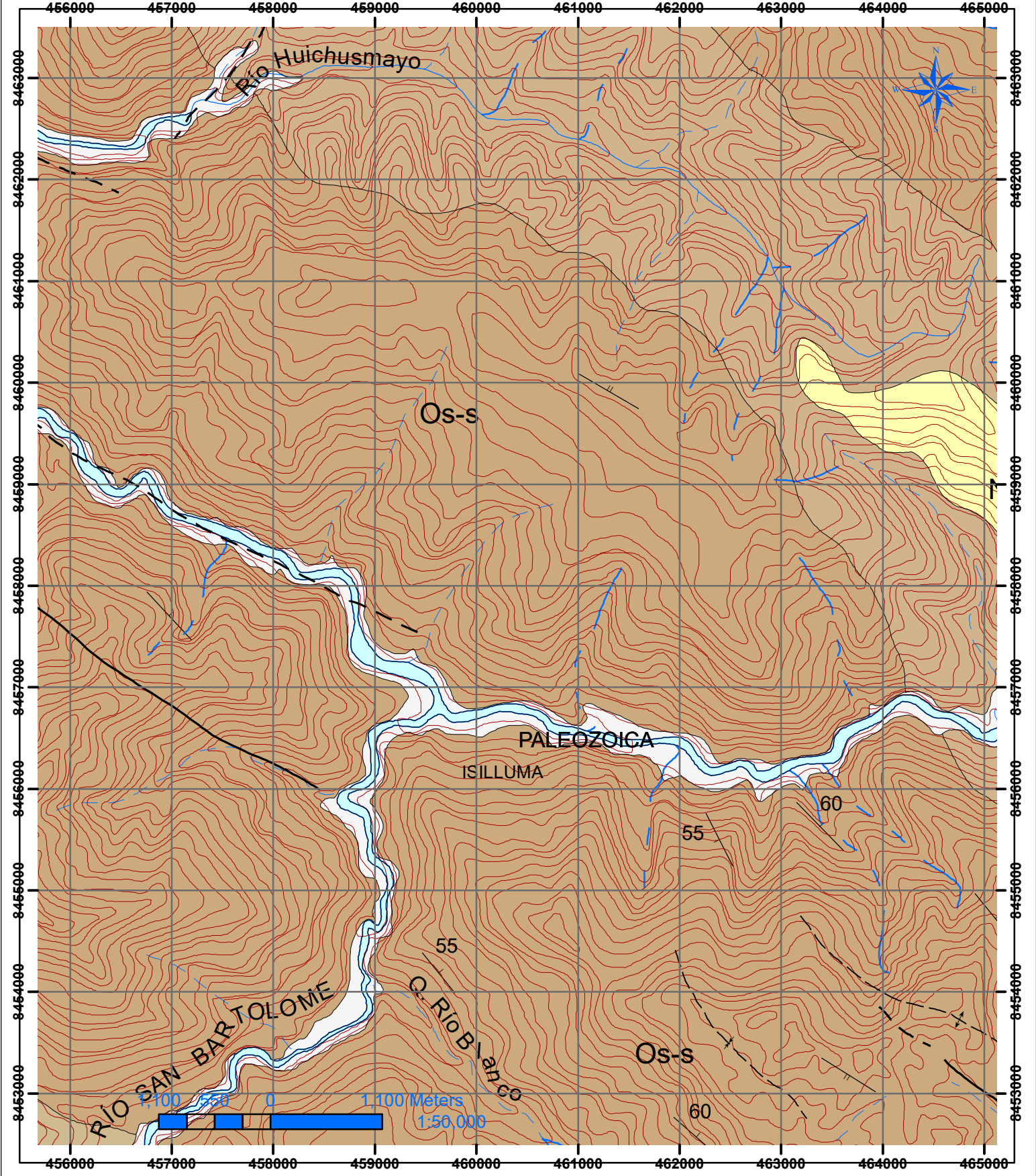
TESISTA: **Bachi. Ing. JAVIER CUTIPA ALEJO**  
**Bachi. Ing. WILIAM PARI ANCCO**

APRUEBA: \_\_\_\_\_ DIBUJO: *Wilian Pari Ancco*  
REVIS: \_\_\_\_\_ DISEÑO: *Javier Cutipa Alejo*

**PLANO:** PLANO TOPOGRAFICO  
**(Prog de Puente: 00+000 - 00+095)**

REGION: PUNO ESCALA: INDICADA  
PROVINCIA: SANDIA FECHA: MARZO - 2021  
DISTRITO: ALTO INAMBARI CENTRO P.: ISILLUMA

LAMINA: **PT-01**



ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICA
CENOZOICA	CENOZOICA	HOLOCENA	Depósitos Aluviales Qh-al
	NEOGENO	PLIOCENA	Formación Titán Np-t
PALEOZOICA	SILURICO		Formación Ananea SD-a
	ORDOVICICO	SUPERIOR	Formación Sandia Os-s

# MAPA GEOLÓGICO - ISILLUMA



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



CALICATA ESTRIBO IZQUIERDO







# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA 01

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUND. : 0.00 - 3.00 m (M-1)

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORAT.

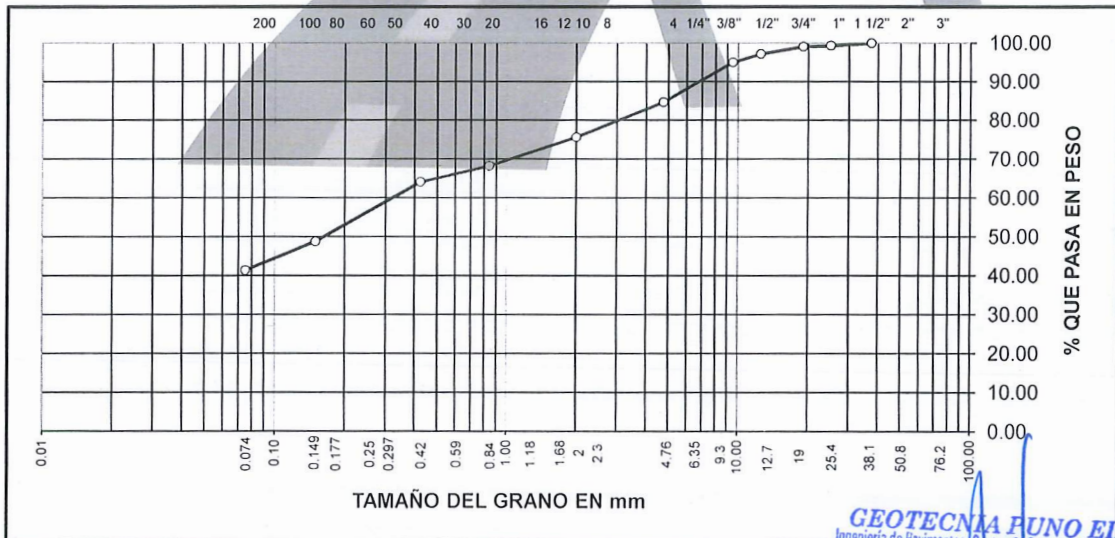
ING. RESPONS. : TESISTAS

FECHA : 24/02/2021

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 4160 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 653 Grs
2"	50.000						Grava : 15.32 %
1 1/2"	37.500				100.00		Arena : 43.31 %
1"	25.000	26.00	0.63	0.63	99.37		Fino : 41.37 %
3/4"	19.000	11.00	0.26	0.89	99.11		W natural : 18.34 %
1/2"	12.500	79.00	1.90	2.79	97.21		
3/8"	9.500	91.00	2.19	4.98	95.02		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	430.00	10.34	15.32	84.68		L.L. : 40.92 %
No.10	2.000	70.00	9.08	24.40	75.60		L.P. : 30.68 %
No.20	0.840	57.00	7.39	31.79	68.21		I.P. : 10.24 %
No.40	0.425	32.00	4.15	35.94	64.06		
No.100	0.150	118.00	15.30	51.24	48.76		CLASIFICACION
No.200	0.075	57.00	7.39	58.63	41.37		SUCS : SC
<No.200		319.00	41.37	100.0			AASHTO :

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

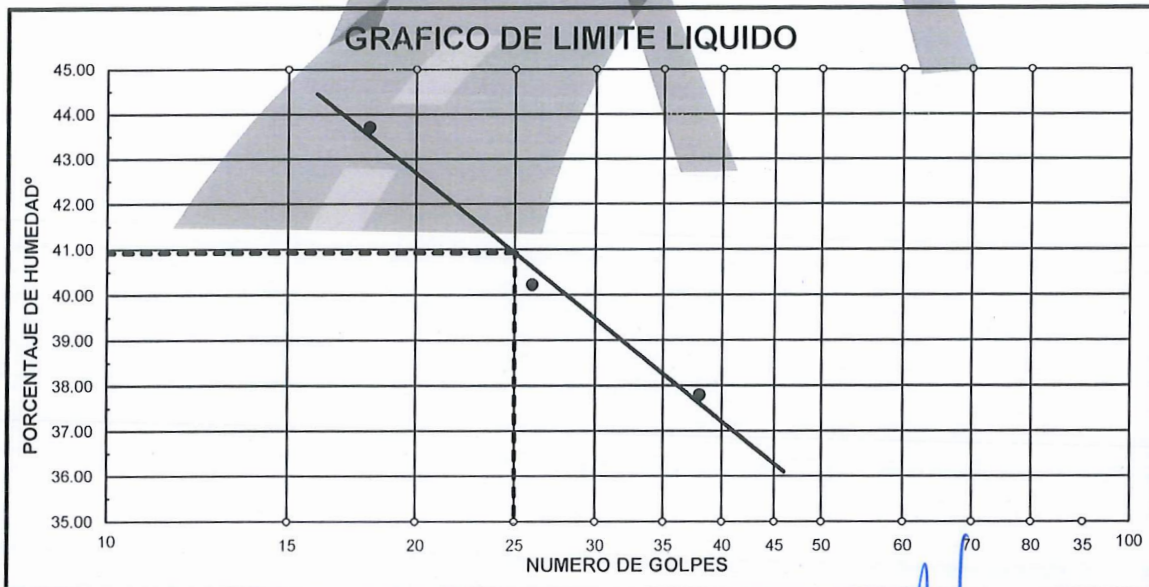
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**PROYECTO** : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARÍ - PUNO  
**PROGRESIVA** : CALICATA 01 **TECN. RESP.:** PERSONAL LABORAT.  
**MUESTRA** : TERRENO DE FUNDACION **ING. RESP. :** TESISTAS  
**PROFUND.** : 0.00 - 3.00 m (M-1) **FECHA** : 24/02/21

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	No.	g	g	g	g	g
01. No.DE GOLPES	38	26	18			
02. TARRO No.	36	37	38	40T	41T	
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g 28.52	35.97	28.36	13.56	12.56	
04. SUELO SECO * TARRO	g 24.03	29.16	23.46	11.34	10.68	
05. PESO DEL AGUA	g 4.49	6.81	4.90	2.22	1.88	
06. PESO DEL TARRO	g 12.15	12.23	12.25	4.36	4.32	
07. PESO DEL SUELO SECO	g 11.88	16.93	11.21	6.98	6.36	
08. HUMEDAD	% 37.79	40.22	43.71	31.81	29.56	
<b>L.L.= 40.92 %      L.P.= 30.68 %      I.P.= 10.24 %</b>						



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUAC**  
INGENIERO CIVIL



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 01

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDID : 0.00-3.00 m

FECHA :

25/02/21

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROF. (E)	SIMBOLOGIA	W NAT (%)	LL(%)	IP(%)	SUCS	DESCRIPCION
0.10						Suelos organicos y diseminados.
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						Arena arcillosa con limo, de color pardo grisaceo de características semicomactas y diseminadas.
1.30		18.34	40.92	10.24	SC	Presenta una plasticidad baja a media.
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFPEDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81792



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 01

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDIDAD : 2.00-3.00 m

FECHA : 25/02/21

Estado de la muestra : Inalterado

Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5

Clasificación SUCS : SC

ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
0.50 kg/cm <sup>2</sup>				1.00 kg/cm <sup>2</sup>				2.00 kg/cm <sup>2</sup>			
Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	23.00	3.225	0.164	0.10	38.00	5.434	0.277	0.10	67.00	9.581	0.488
0.20	27.00	3.785	0.193	0.20	48.00	6.864	0.350	0.20	74.00	10.693	0.545
0.30	32.00	4.486	0.228	0.30	54.00	7.722	0.393	0.30	86.00	12.427	0.633
0.40	36.00	5.148	0.262	0.40	59.00	8.437	0.430	0.40	95.00	13.728	0.699
0.60	41.00	5.863	0.299	0.60	69.00	9.867	0.503	0.60	101.00	14.595	0.743
0.80	45.00	6.435	0.328	0.80	75.00	10.838	0.552	0.80	106.00	15.317	0.780
1.00	51.00	7.293	0.371	1.00	82.00	11.849	0.603	1.00	116.00	16.762	0.854
1.25	61.00	8.723	0.444	1.25	86.00	12.427	0.633	1.25	123.00	17.774	0.905
1.50	66.00	9.438	0.481	1.50	93.00	13.439	0.684	1.50	134.00	19.363	0.986
1.75	71.00	10.260	0.523	1.75	96.00	13.872	0.706	1.75	140.00	20.272	1.032
2.00	73.00	10.549	0.537	2.00	98.00	14.161	0.721	2.00	141.00	20.417	1.040
2.25	70.00	10.115	0.515	2.25	95.00	13.728	0.699	2.25	136.00	19.652	1.001
2.50	67.00	9.581	0.488	2.50	93.00	13.439	0.684	2.50	131.00	18.930	0.964
2.75	64.00	9.152	0.466	2.75	88.00	12.716	0.648	2.75	127.00	18.352	0.935
3.00	58.00	8.294	0.422	3.00	83.00	11.994	0.611	3.00	123.00	17.774	0.905
3.50	54.00	7.722	0.393	3.50	79.00	11.416	0.581	3.50	118.00	17.051	0.868
4.00	48.00	6.864	0.350	4.00	76.00	10.982	0.559	4.00	115.00	16.618	0.846
4.50	43.00	6.149	0.313	4.50	72.00	10.404	0.530	4.50	110.00	15.895	0.810
5.00	40.00	5.720	0.291	5.00	70.00	10.115	0.515	5.00	106.00	15.317	0.780
5.50	38.00	5.434	0.277	5.50	65.00	9.295	0.473	5.50	104.00	15.028	0.765
6.00	35.00	4.907	0.250	6.00	59.00	8.437	0.430	6.00	97.00	14.017	0.714
6.50	33.00	4.627	0.236	6.50	56.00	8.008	0.408	6.50	94.00	13.583	0.692

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

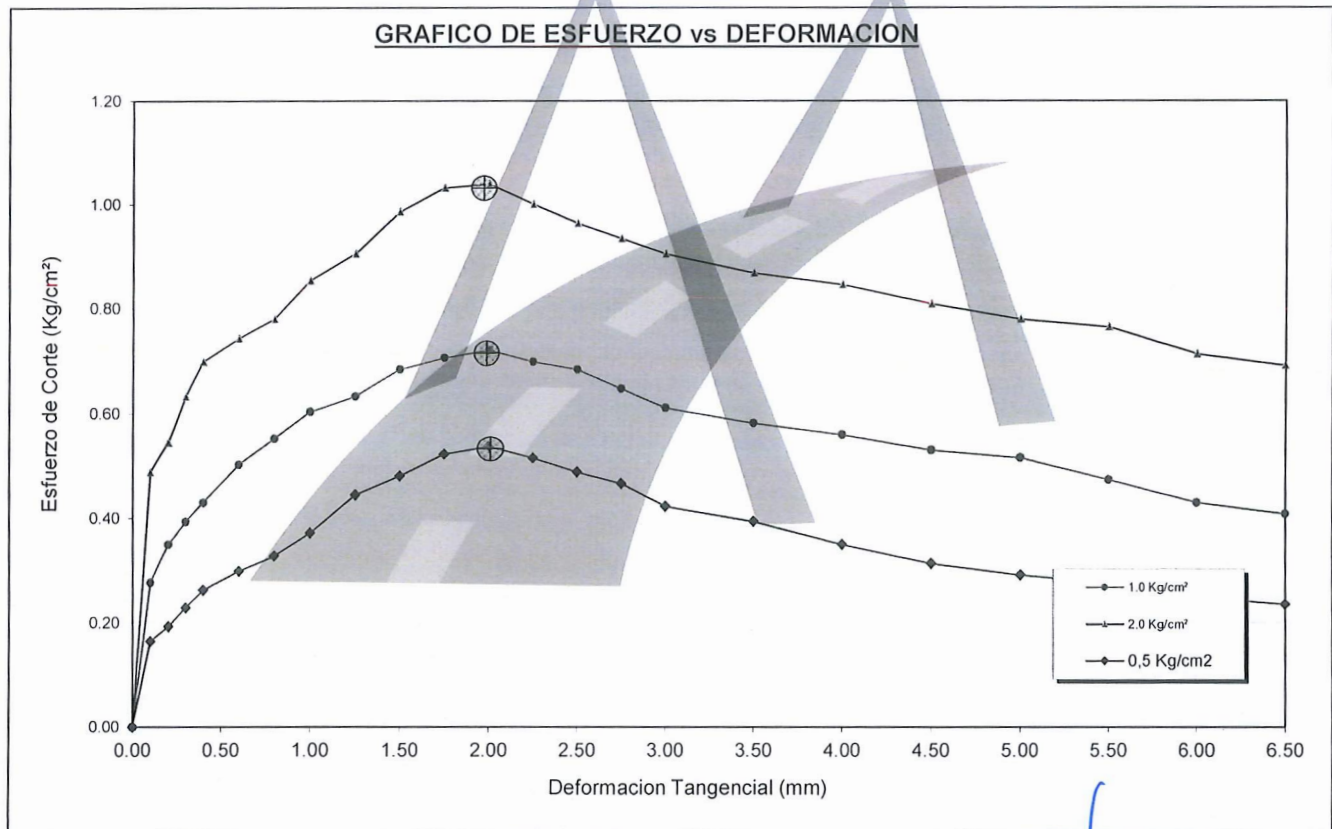
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO  
PROGRESIVA : CALICATA N° 01  
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION  
PROFUNDIDAD : 2.00-3.00 m  
FECHA : 25/02/21

Estado de la muestra : Inalterado  
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5  
Clasificación SUCS : SC



GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

**PROYECTO** : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

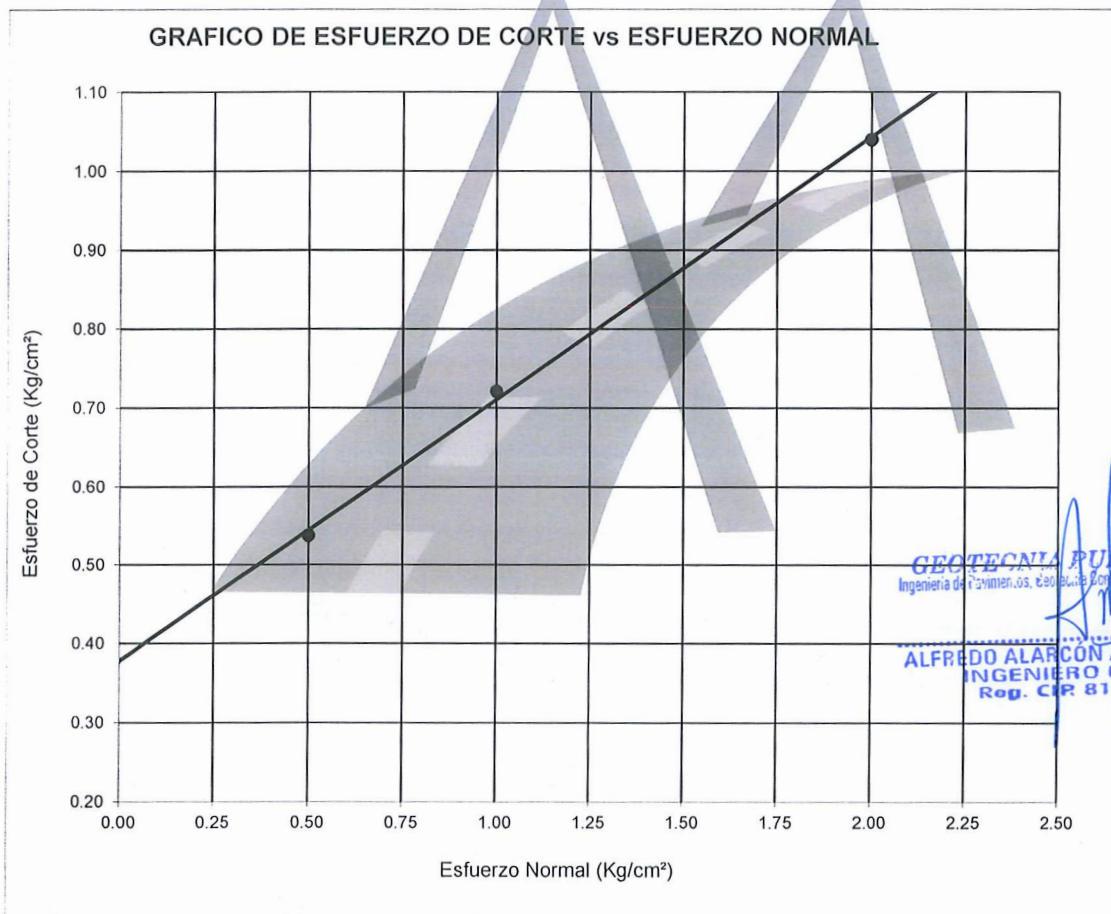
**PROGRESIVA** : CALICATA Nº 01

**MUESTRA** : TERRENO DE FUNDACION

**PROFUNDIDAD** : 2.00-3.00 m

**FECHA** : 25/02/21

Estado de la muestra : Inalterado  
 Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5  
 Clasificación SUCS : SC



Especimen	I	II	III
Esfuerzo normal (Kg/cm²)	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte (Kgs/cm²)		0.7212	1.0300
Wet Density (grs/cm³)			
Densidad húmeda (grs/cm³)			

Resultados:	
Angulo de Fricción Interna:	18.40
Cohesión (Kgs/cm²):	0.378



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE. POR NIVEL DE AGUAS FREATICAS

Parámetros e hipótesis de Cálculo para capacidad de carga último, por las modificaciones efectuadas por Terzaghi para la cimentación cuadrada es como sigue:

$$q_u = 0.867cN'c + qN'q + 0.4YBN'y$$

Donde :

c	:	Cohesión
Y	:	Peso específico del suelo
Df	:	Profundidad de desplante
B	:	Ancho de zapata.
N'c, N'q, N'y	:	Factores de capacidad de carga.

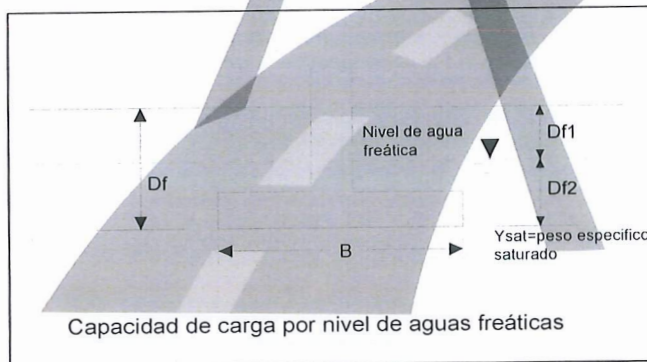
Si el nivel freático se localiza encima de la zapata, el factor de sobrecarga efectiva "q" tomará la forma:

$$q = Df1*Y + Df2(Y')$$

$$\rightarrow q = Df1*Y + Df2 (Y_{sat}-Y_w)$$

Donde :

Y <sub>sat</sub>	:	Peso específico saturado del suelo
Y <sub>w</sub>	:	Peso específico del agua



La capacidad de carga admisible del suelo esta dado por :

$$q_a = \frac{q_u}{FS}$$

Donde :

q <sub>a</sub>	:	capacidad de carga admisible
q <sub>u</sub>	:	capacidad de carga última
FS	:	Factor de seguridad.

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotécnica Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732



# GEOTECNIA PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

Para el Factor de Seguridad tomaremos las siguientes consideraciones:

Existe las variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.

Las incertidumbres de los datos de los suelos en los cálculos.

de la capacidad última de los suelos.

un suelo cuando éste está proximo a la carga de rotura por corte.



Por lo expuesto adoptaremos FS = 4.00 establecido para estructuras permanentes.

## Para Zapatas Cuadradas:

A partir del ensayo se tiene los siguientes valores:

Cohesión	:	0.378	Kg/cm <sup>2</sup>
Ø	:	18.40	°
Df	:	200	cm
B	:	200	cm
Y	:	1.676	g/cm <sup>3</sup>
Y <sub>sat</sub>	:	1.745	g/cm <sup>3</sup>
N <sub>c</sub>	:	11.084	
N <sub>q</sub>	:	3.460	
N <sub>y</sub>	:	0.940	

El nivel freático se encuentra a un nivel de **200.00 cm = 2.00 m**

Cuando el nivel freático se encuentra encima de la zapata, se tiene:

Para Df= 100 cm		Para Df= 210 cm	
Df1: 200 cm		Df1: 200 cm	
Df2: -100 cm		Df2: 10 cm	
Para Df= 110 cm		Para Df= 220 cm	
Df1: 200 cm		Df1: 200 cm	
Df2: -90 cm		Df2: 20 cm	
Para Df= 120 cm		Para Df= 230 cm	
Df1: 200 cm		Df1: 200 cm	
Df2: -80 cm		Df2: 30 cm	
Para Df= 130 cm		Para Df= 240 cm	
Df1: 200 cm		Df1: 200 cm	
Df2: -70 cm		Df2: 40 cm	
Para Df= 140 cm		Para Df= 250 cm	
Df1: 200 cm		Df1: 200 cm	
Df2: -60 cm		Df2: 50 cm	
Para Df= 150 cm		Para Df= 260 cm	
Df1: 200 cm		Df1: 200 cm	
Df2: -50 cm		Df2: 60 cm	
Para Df= 160 cm		Para Df= 270 cm	
Df1: 200 cm		Df1: 200 cm	
Df2: -40 cm		Df2: 70 cm	

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD TECNOLÓGICA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



Para Df= 170 cm  
 Df1: 200 cm  
 Df2: 0 cm

Para Df= 180 cm  
 Df1: 200 cm  
 Df2: -20 cm

Para Df= 200 cm  
 Df1: 200 cm  
 Df2: 0 cm

Para Df= 290 cm  
 Df1: 200 cm  
 Df2: 90 cm

Para Df= 190 cm  
 Df1: 200 cm  
 Df2: -10 cm

Para Df= 300 cm  
 Df1: 200 cm  
 Df2: 100 cm

Para Df= 200 cm  
 Df1: 200 cm  
 Df2: 0 cm

Los valores para cada profundidad tenemos:

PROF. Df (cm)	qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	qa (Kg/cm <sup>2</sup> )
100	4.66	1.16
110	4.69	1.17
120	4.71	1.18
130	4.74	1.18
140	4.76	1.19
150	4.79	1.20
160	4.81	1.20
170	4.84	1.21
180	4.87	1.22
190	4.89	1.22
200	4.92	1.23
210	4.94	1.24
220	4.97	1.24
230	4.99	1.25
240	5.02	1.26
250	5.05	1.26
260	5.07	1.27
270	5.10	1.27
280	5.12	1.28
290	5.15	1.29
300	5.18	1.29

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHE**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 02

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUND. : 0.00- 3.00 m (M-1)

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORAT.

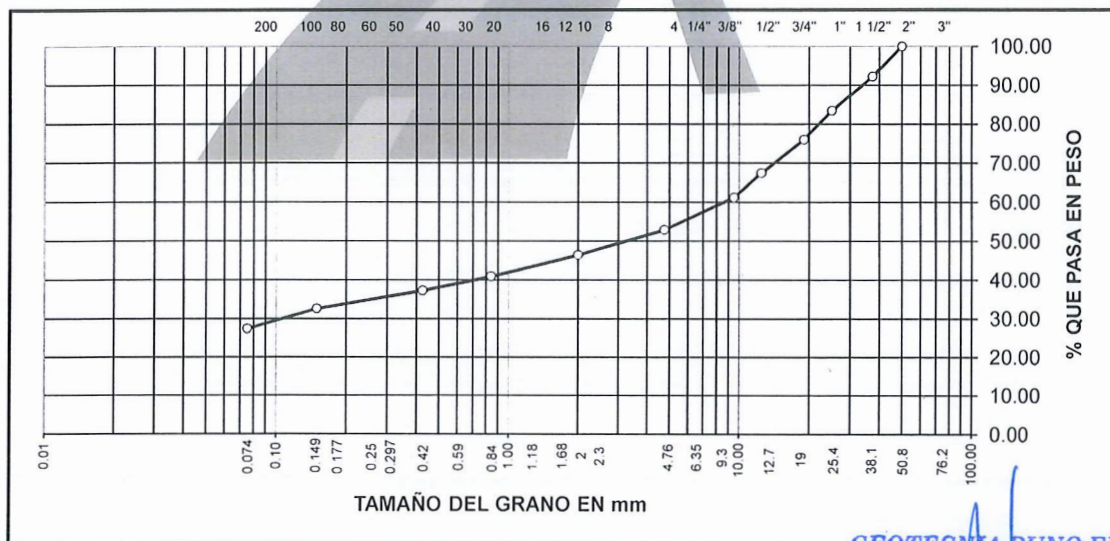
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 25/02/2021

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 1842 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : Grs
2"	50.000				100.00		Grava : 47.12 %
1 1/2"	37.500	142.00	7.71	7.71	92.29		Arena : 25.47 %
1"	25.000	162.00	8.79	16.50	83.50		Fino : 27.41 %
3/4"	19.000	138.00	7.49	23.99	76.01		W natural : 12.60 %
1/2"	12.500	158.00	8.58	32.57	67.43		
3/8"	9.500	116.00	6.30	38.87	61.13		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	152.00	8.25	47.12	52.88		L.L. : 34.66 %
No.10	2.000	118.00	6.41	53.53	46.47		L.P. : 28.42 %
No.20	0.840	102.00	5.54	59.07	40.93		I.P. : 6.24 %
No.40	0.425	67.00	3.64	62.71	37.29		
No.100	0.150	86.00	4.67	67.38	32.62		CLASIFICACION
No.200	0.075	96.00	5.21	72.59	27.41		SUCS : SC
<No.200		947.00	27.41	100.0			AASHTO :

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO E.R.L.  
Ingeniería de Pavimentos - Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

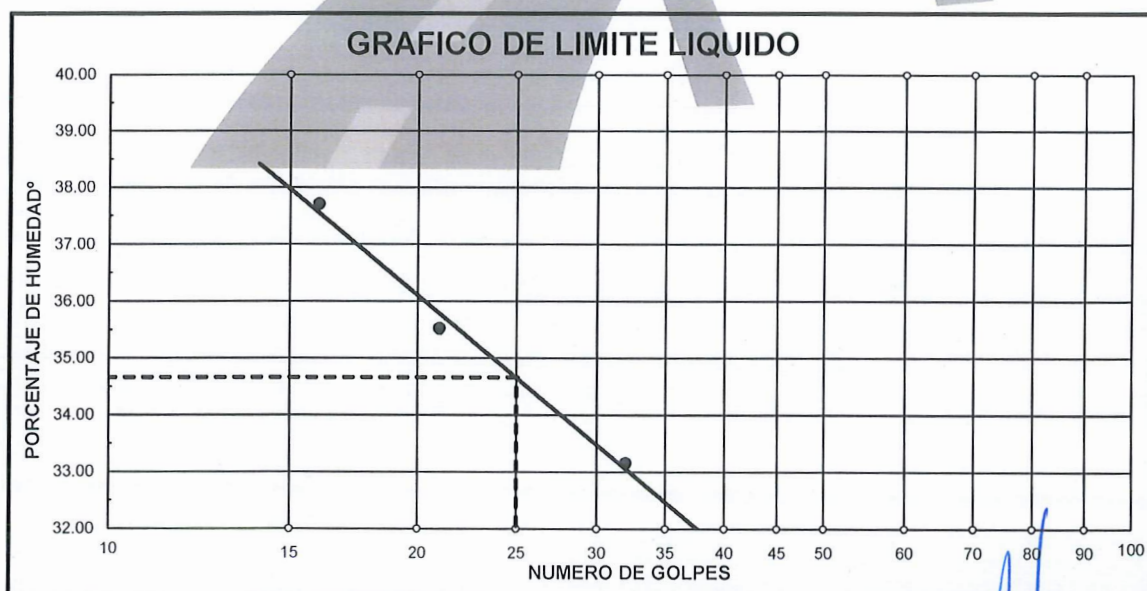


PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO  
PROGRESIVA : CALICATA N° 02  
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION  
PROFUND. : 0.00- 3.00 m (M-1)

TECN. RESP.: PERSONAL LABORAT.  
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.  
FECHA : 25/02/21

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
01. No.DE GOLPES	32	21	16		
02. TARRO No.	15	16	17	38T	39T
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g 32.15	36.27	28.96	12.35	11.97
04. SUELO SECO * TARRO	g 27.19	30.00	24.36	10.56	10.25
05. PESO DEL AGUA	g 4.96	6.27	4.60	1.79	1.72
06. PESO DEL TARRO	g 12.23	12.35	12.16	4.25	4.21
07. PESO DEL SUELO SECO	g 14.96	17.65	12.20	6.31	6.04
08. HUMEDAD	% 33.16	35.52	37.70	28.37	28.48
L.L.=	34.66 %	L.P.=	28.42 %	I.P.=	6.24 %



GEOTECNIA PUNO SRL  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISIL LUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 02

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDID : 0.00-3.00 m

FECHA :

25/02/21

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROF. (E)	SIMBOLOGIA	W NAT (%)	LL(%)	IP(%)	SUCS	DESCRIPCION
0.10		12.6	34.66	6.24	SC	La cobertura superficial esta compuesto de suelos organicos.
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoria y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP: 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARÍ - PUNO  
PROGRESIVA : CALICATA N° 02  
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION  
PROFUNDIDAD : 1.00-2.00 m  
FECHA : 25/02/21

Estado de la muestra : Inalterado  
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5  
Clasificación SUCS : SC

ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
0.50 kg/cm <sup>2</sup>				1.00 kg/cm <sup>2</sup>				2.00 kg/cm <sup>2</sup>			
Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	15.00	2.103	0.107	0.10	32.00	4.486	0.228	0.10	52.00	7.436	0.379
0.20	19.00	2.664	0.136	0.20	42.00	6.006	0.306	0.20	59.00	8.437	0.430
0.30	24.00	3.365	0.171	0.30	48.00	6.864	0.350	0.30	71.00	10.260	0.523
0.40	28.00	3.926	0.200	0.40	53.00	7.579	0.386	0.40	80.00	11.560	0.589
0.60	33.00	4.627	0.236	0.60	63.00	9.009	0.459	0.60	86.00	12.427	0.633
0.80	37.00	5.291	0.269	0.80	69.00	9.867	0.503	0.80	91.00	13.150	0.670
1.00	43.00	6.149	0.313	1.00	76.00	10.982	0.559	1.00	101.00	14.595	0.743
1.25	53.00	7.579	0.386	1.25	80.00	11.560	0.589	1.25	108.00	15.606	0.795
1.50	58.00	8.294	0.422	1.50	87.00	12.572	0.640	1.50	119.00	17.196	0.876
1.75	63.00	9.009	0.459	1.75	90.00	13.005	0.662	1.75	125.00	18.063	0.920
2.00	65.00	9.295	0.473	2.00	92.00	13.294	0.677	2.00	126.00	18.207	0.927
2.25	62.00	8.866	0.452	2.25	89.00	12.861	0.655	2.25	121.00	17.485	0.890
2.50	59.00	8.437	0.430	2.50	87.00	12.572	0.640	2.50	116.00	16.762	0.854
2.75	56.00	8.008	0.408	2.75	82.00	11.849	0.603	2.75	112.00	16.184	0.824
3.00	50.00	7.150	0.364	3.00	77.00	11.127	0.567	3.00	108.00	15.606	0.795
3.50	46.00	6.578	0.335	3.50	73.00	10.549	0.537	3.50	103.00	14.884	0.758
4.00	40.00	5.720	0.291	4.00	70.00	10.115	0.515	4.00	100.00	14.450	0.736
4.50	35.00	4.907	0.250	4.50	66.00	9.438	0.481	4.50	95.00	13.728	0.699
5.00	32.00	4.486	0.228	5.00	63.00	9.009	0.459	5.00	91.00	13.150	0.670
5.50	30.00	4.206	0.214	5.50	59.00	8.437	0.430	5.50	89.00	12.861	0.655
6.00	27.00	3.785	0.193	6.00	53.00	7.579	0.386	6.00	82.00	11.849	0.603
6.50	25.00	3.505	0.179	6.50	50.00	7.150	0.364	6.50	78.00	11.271	0.574

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACSI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

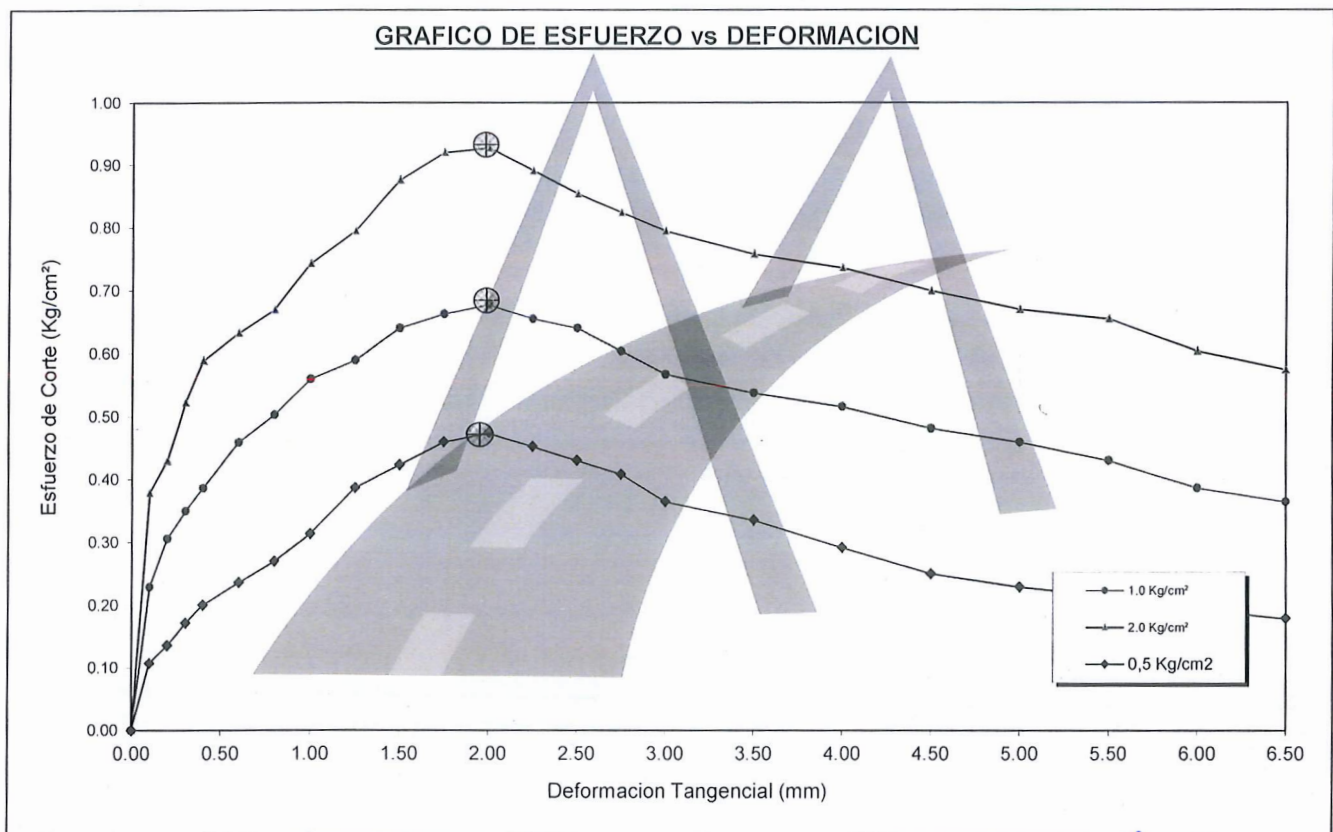


## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO  
PROGRESIVA : CALICATA N° 02  
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION  
PROFUNDIDAD : 1.00-2.00 m  
FECHA : 25/02/21

Estado de la muestra : Inalterado  
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5  
Clasificación SUCS : SC



GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

**PROYECTO** : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

**PROGRESIVA** : CALICATA N° 02

**MUESTRA** : TERRENO DE FUNDACION

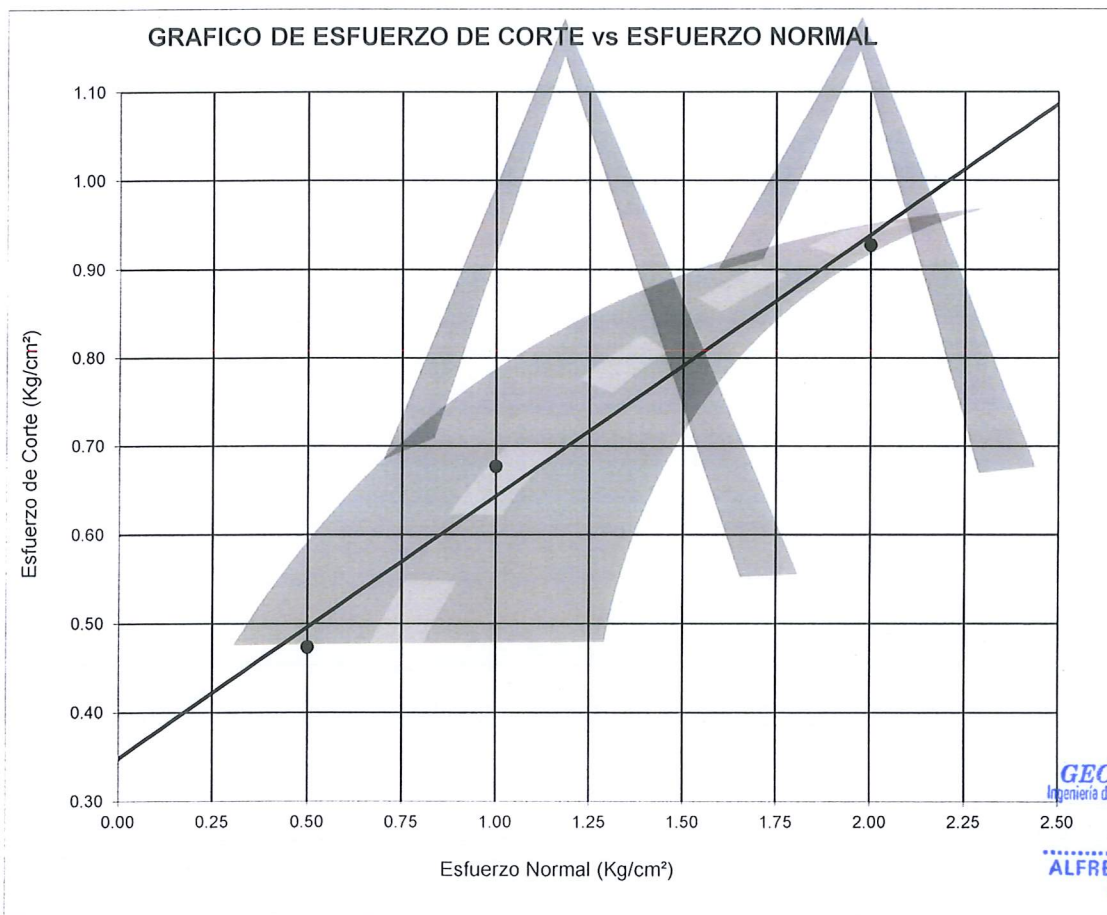
**PROFUNDIDAD** : 1.00-2.00 m

**FECHA** : 25/02/21

Estado de la muestra : Inalterado

Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5

Clasificación SUCS : SC



Especimen	I	II	III
Esfuerzo normal (Kg/cm²)	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte (Kgs/cm²)	0.4734	0.6771	0.9273
Humedad (%)			
Densidad (g/cm³)			

Resultados:	
Angulo de Fricción Interna:	16.44
Cohesión (Kg/cm²):	0.348



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE. POR NIVEL DE AGUAS FREATICAS

Parámetros e hipótesis de Cálculo para capacidad de carga último, por las modificaciones efectuadas por Terzaghi para la cimentación cuadrada es como sigue:

$$q_u = 0.867cN'_c + qN'_q + 0.4YBN'_y$$

Donde :

c	:	Cohesión
Y	:	Peso específico del suelo
Df	:	Profundidad de desplante
B	:	Ancho de zapata.
N' <sub>c</sub> , N' <sub>q</sub> , N' <sub>y</sub>	:	Factores de capacidad de carga.

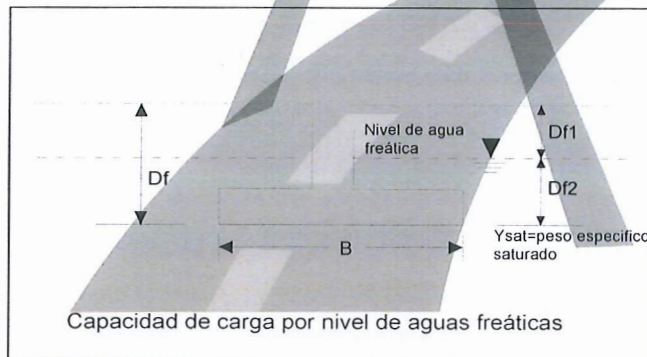
Si el nivel freático se localiza encima de la zapata, el factor de sobrecarga efectiva "q" tomará la forma:

$$q = Df1 * Y + Df2(Y')$$

$$q = Df1 * Y + Df2 (Y_{sat} - Y_w)$$

Donde :

Y <sub>sat</sub>	:	Peso específico saturado del suelo
Y <sub>w</sub>	:	Peso específico del agua



La capacidad de carga admisible del suelo esta dado por :

$$q_a = \frac{q_u}{FS}$$

Donde :

q <sub>a</sub>	:	capacidad de carga admisible
q <sub>u</sub>	:	capacidad de carga última
FS	:	Factor de seguridad.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCÓN ATAHUACSI**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIR 81732





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

Para el Factor de Seguridad tomaremos las siguientes consideraciones:  
 Existe las variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos  
 Las incertidumbres que existen en los datos de los ensayos de laboratorio  
 de la capacidad última de los materiales.  
 MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGIA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERIA - CONSULTORIA.



Por lo expuesto adoptaremos  $FS = 3,50$  establecido para estructuras permanentes.

## Para Zapatas Cuadradas:

A partir del ensayo se tiene los siguientes valores:

Cohesión	:	0.348	Kg/cm <sup>2</sup>
$\phi$	:	16.44	°
Df	:	200	cm
B	:	200	cm
Y	:	1.594	g/cm <sup>3</sup>
Y <sub>sat</sub>	:	1.635	g/cm <sup>3</sup>
N <sub>c</sub>	:	10.240	
N <sub>q</sub>	:	3.012	
N <sub>y</sub>	:	0.710	

El nivel freático se encuentra a un nivel de

Quando el nivel freático se encuentra encima de la zapata, se tiene:

Para Df= 100 cm	Para Df= 210 cm
Df1: 300 cm	Df1: 300 cm
Df2: -200 cm	Df2: -90 cm
Para Df= 110 cm	Para Df= 220 cm
Df1: 300 cm	Df1: 300 cm
Df2: -190 cm	Df2: -80 cm
Para Df= 120 cm	Para Df= 230 cm
Df1: 300 cm	Df1: 300 cm
Df2: -180 cm	Df2: -70 cm
Para Df= 130 cm	Para Df= 240 cm
Df1: 300 cm	Df1: 300 cm
Df2: -170 cm	Df2: -60 cm
Para Df= 140 cm	Para Df= 250 cm
Df1: 300 cm	Df1: 300 cm
Df2: -160 cm	Df2: -50 cm
Para Df= 150 cm	Para Df= 260 cm
Df1: 300 cm	Df1: 300 cm
Df2: -150 cm	Df2: -40 cm
Para Df= 160 cm	Para Df= 270 cm
Df1: 300 cm	Df1: 300 cm
Df2: -140 cm	Df2: -30 cm

GEOTECNIA PUNO EIRL  
 Ingeniería de Pavimentos, Cimentación, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIR 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



Para Df= 180 cm  
Df1: 300 cm  
Df2: -120 cm

Para Df= 290 cm  
Df1: 300 cm  
Df2: -10 cm

Para Df= 190 cm  
Df1: 300 cm  
Df2: -110 cm

Para Df= 300 cm  
Df1: 300 cm  
Df2: 0 cm

Para Df= 200 cm  
Df1: 300 cm  
Df2: -100 cm

Los valores para cada profundidad tenemos:

PROF. Df (cm)	qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	qa (Kg/cm <sup>2</sup> )
100	4.24	1.21
110	4.26	1.22
120	4.28	1.22
130	4.30	1.23
140	4.32	1.23
150	4.34	1.24
160	4.36	1.24
170	4.37	1.25
180	4.39	1.26
190	4.41	1.26
200	4.43	1.27
210	4.45	1.27
220	4.47	1.28
230	4.49	1.28
240	4.51	1.29
250	4.53	1.29
260	4.55	1.30
270	4.57	1.30
280	4.59	1.31
290	4.60	1.32
300	4.62	1.32

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

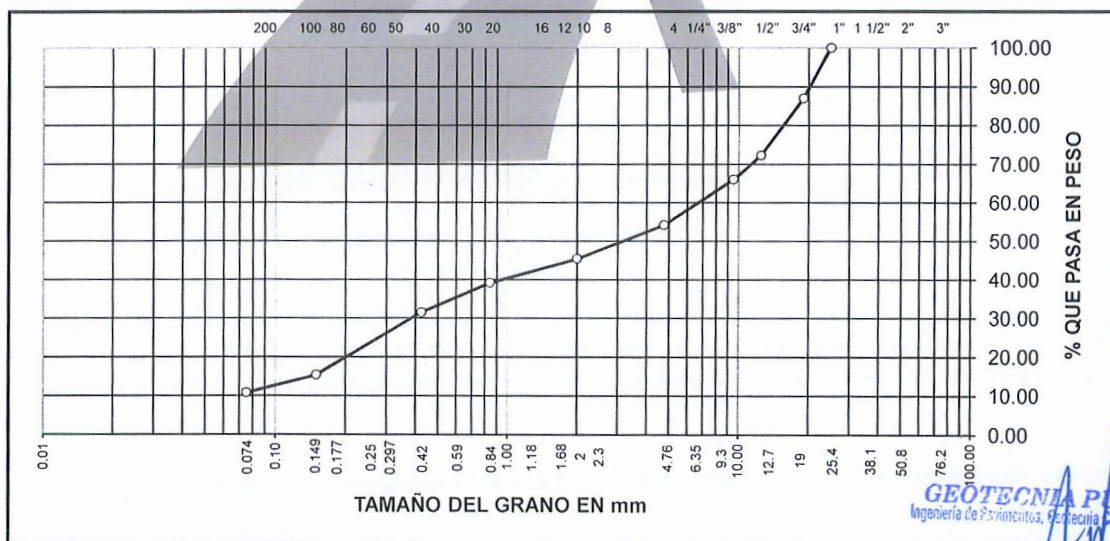


PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO  
 PROGRESIVA : CALICATA N° 03  
 MUESTRA : TERRENO NATURAL  
 PROFUND. : 0.00 - 3.00 m (M-1)  
 TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO  
 ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.  
 FECHA : 26/02/2021

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 936 Grs
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						Grava : 45.83 %
1 1/2"	37.500						Arena : 43.37 %
1"	25.000				100.00		Fino : 10.80 %
3/4"	19.000	122.00	13.03	13.03	86.97		W natural : 10.20 %
1/2"	12.500	138.00	14.74	27.77	72.23		
3/8"	9.500	58.00	6.20	33.97	66.03		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	111.00	11.86	45.83	54.17		L.L. : 25.88 %
No.10	2.000	82.00	8.76	54.59	45.41		L.P. : 22.49 %
No.20	0.840	58.00	6.20	60.79	39.21		I.P. : 3.39 %
No.40	0.425	72.00	7.69	68.48	31.52		
No.100	0.150	151.00	16.13	84.61	15.39		CLASIFICACION
No.200	0.075	43.00	4.59	89.20	10.80		SUCS : <b>SW-SM</b>
<No.200		419.00	10.80	100.0			AASHTO :

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Puentes, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

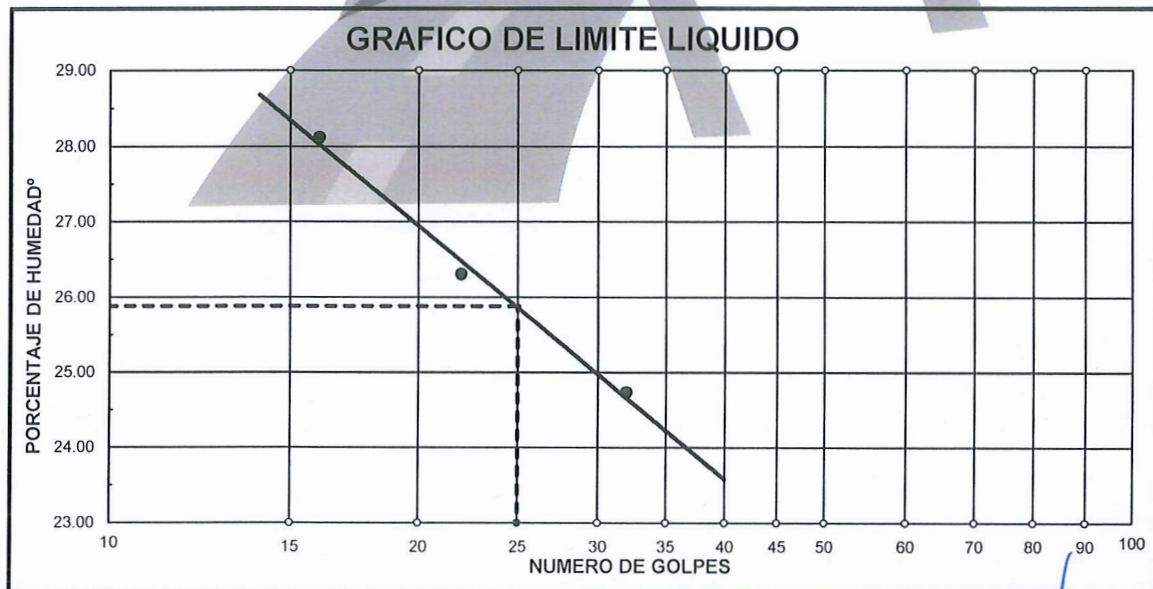
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**PROYECTO** : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO  
**PROGRESIVA** : CALICATA Nº 03 **TECN. RESP.:** PERSONAL LABORATORIO  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.  
**PROFUND.** : 0.00 - 3.00 m (M-1) **FECHA** : 26/02/21

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	No. de Golpes	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	W <sub>L</sub>
01. No.DE GOLPES	32	22	16			
02. TARRO No.	5	6	7	10T	15T	
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	30.34	29.74	32.31	10.56	10.25
04. SUELO SECO * TARRO	g	26.55	25.86	27.60	9.39	9.15
05. PESO DEL AGUA	g	3.79	3.88	4.71	1.17	1.10
06. PESO DEL TARRO	g	11.23	11.11	10.85	4.24	4.21
07. PESO DEL SUELO SECO	g	15.32	14.75	16.75	5.15	4.94
08. HUMEDAD	%	24.74	26.31	28.12	22.72	22.27
<b>L.L.=</b>	<b>25.88 %</b>	<b>L.P.=</b>	<b>22.49</b>	<b>I.P.=</b>	<b>3.39</b>	



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON A.  
INGENIERO CIVIL  
RUB. Nº 17220

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 03

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDID : 0.00-3.00 m

FECHA :

26/02/21

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROF. (m)	SIMBOLOGIA	W NAT (%)	LL(%)	IP(%)	SUCS	DESCRIPCION
0.10		10.2	25.88	3.39	SW-SM	<p>Arena bien graduada con Limo de color pardo oscuro, con clastos subredondeados de tamaño de 1", de características semicompactas y poco cohesivas.</p> <p>El nivel freatico se encuentra a una profundidad de 1.80 m</p>
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						<p>GEOTECNIA PUNO EIRL. Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción</p> <p>ALFREDO ALARCON ATAHUACHI INGENIERO CIVIL Reg. CIR 81732</p>
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : CREACION DEL SERVICIO DE ALBERGUE COMUNAL PARA PROTECCION SOCIAL EN EL SECTOR SALVIANI DEL DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA PUNO I ETAPA

PROGRESIVA : CALICATA N° 03

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDIDAD : 0.50 -3.00 m

FECHA : 26/02/21

Estado de la muestra : Remoldeado

Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5

Clasificación SUCS : SW-SM

ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
0.50 kg/cm <sup>2</sup>				1.00 kg/cm <sup>2</sup>				2.00 kg/cm <sup>2</sup>			
Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	15.00	2.103	0.107	0.10	28.00	3.926	0.200	0.10	59.00	8.437	0.430
0.20	19.00	2.664	0.136	0.20	38.00	5.434	0.277	0.20	67.00	9.581	0.488
0.30	24.00	3.365	0.171	0.30	49.00	7.007	0.357	0.30	74.00	10.693	0.545
0.40	28.00	3.926	0.200	0.40	60.00	8.580	0.437	0.40	84.00	12.138	0.618
0.60	32.00	4.486	0.228	0.60	64.00	9.152	0.466	0.60	96.00	13.872	0.706
0.80	43.00	6.149	0.313	0.80	72.00	10.404	0.530	0.80	106.00	15.317	0.780
1.00	50.00	7.150	0.364	1.00	74.00	10.693	0.545	1.00	114.00	16.473	0.839
1.25	52.00	7.436	0.379	1.25	80.00	11.560	0.589	1.25	121.00	17.485	0.890
1.50	57.00	8.151	0.415	1.50	85.00	12.283	0.626	1.50	126.00	18.207	0.927
1.75	59.00	8.437	0.430	1.75	90.00	13.005	0.662	1.75	130.00	18.785	0.957
2.00	62.00	8.866	0.452	2.00	93.00	13.439	0.684	2.00	137.00	19.797	1.008
2.25	59.00	8.437	0.430	2.25	90.00	13.005	0.662	2.25	130.00	18.785	0.957
2.50	56.00	8.008	0.408	2.50	88.00	12.716	0.648	2.50	126.00	18.207	0.927
2.75	54.00	7.722	0.393	2.75	85.00	12.283	0.626	2.75	121.00	17.485	0.890
3.00	50.00	7.150	0.364	3.00	79.00	11.416	0.581	3.00	116.00	16.762	0.854
3.50	46.00	6.578	0.335	3.50	73.00	10.549	0.537	3.50	110.00	15.895	0.810
4.00	37.00	5.291	0.269	4.00	68.00	9.724	0.495	4.00	105.00	15.173	0.773
4.50	35.00	4.907	0.250	4.50	64.00	9.152	0.466	4.50	98.00	14.161	0.721
5.00	29.00	4.066	0.207	5.00	55.00	7.865	0.401	5.00	94.00	13.583	0.692
5.50	25.00	3.505	0.179	5.50	51.00	7.293	0.371	5.50	86.00	12.427	0.633
6.00	19.00	2.664	0.136	6.00	48.00	6.864	0.350	6.00	81.00	11.705	0.596
6.50	14.00	1.963	0.100	6.50	42.00	6.006	0.306	6.50	76.00	10.982	0.559

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Estructuras, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

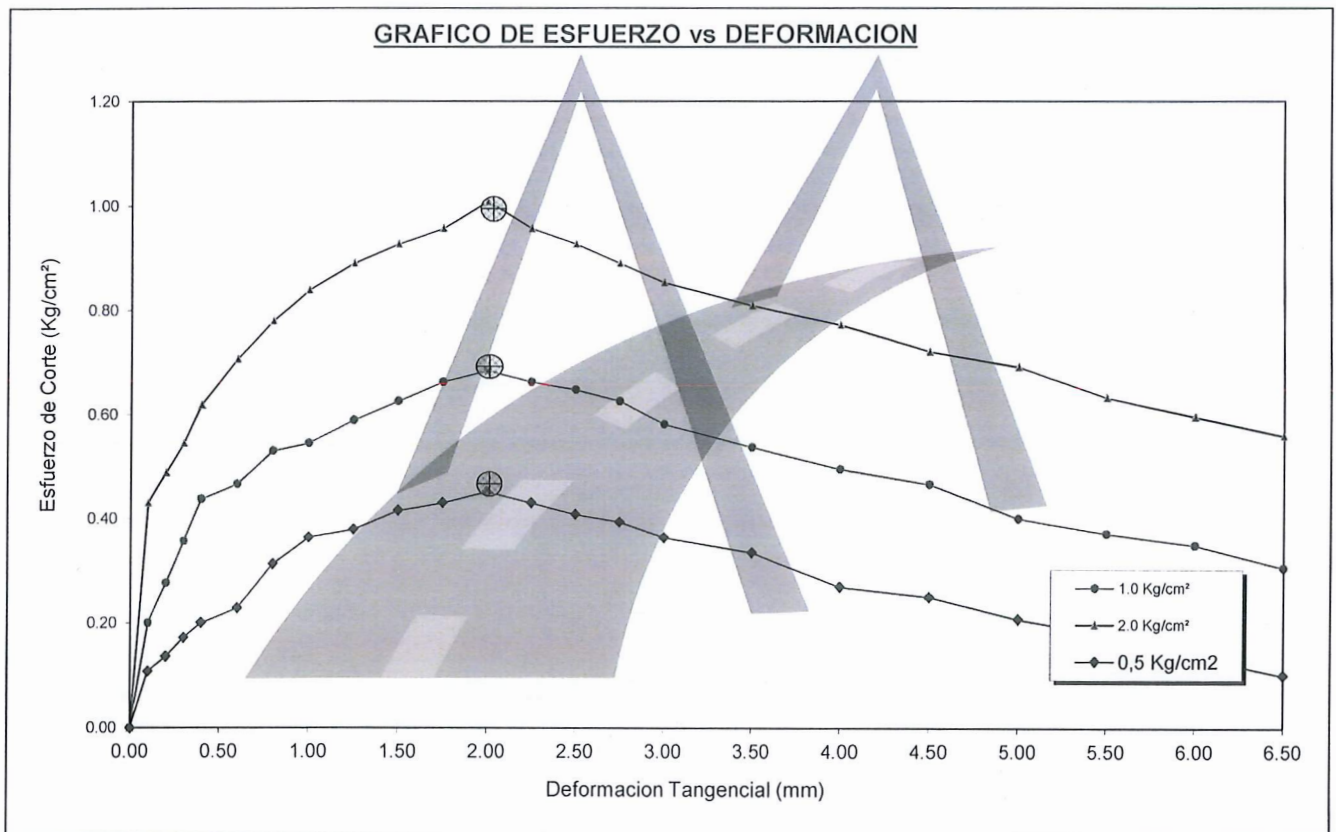


## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D3080-98)

PROYECTO : CREACION DEL SERVICIO DE ALBERGUE COMUNAL PARA PROTECCION SOCIAL EN EL SECTOR SALVIANI DEL DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA PUNO I ETAPA  
PROGRESIVA : CALICATA N° 03  
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION  
PROFUNDIDAD : 0.50 -3.00 m  
FECHA : 26/02/21

Estado de la muestra : Remoldeado  
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5  
Clasificación SUCS : SW-SM



GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : CREACION DEL SERVICIO DE ALBERGUE COMUNAL PARA PROTECCION SOCIAL EN EL S SALVIANI DEL DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA PUNO I ETAPA

PROGRESIVA : CALICATA N° 03

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

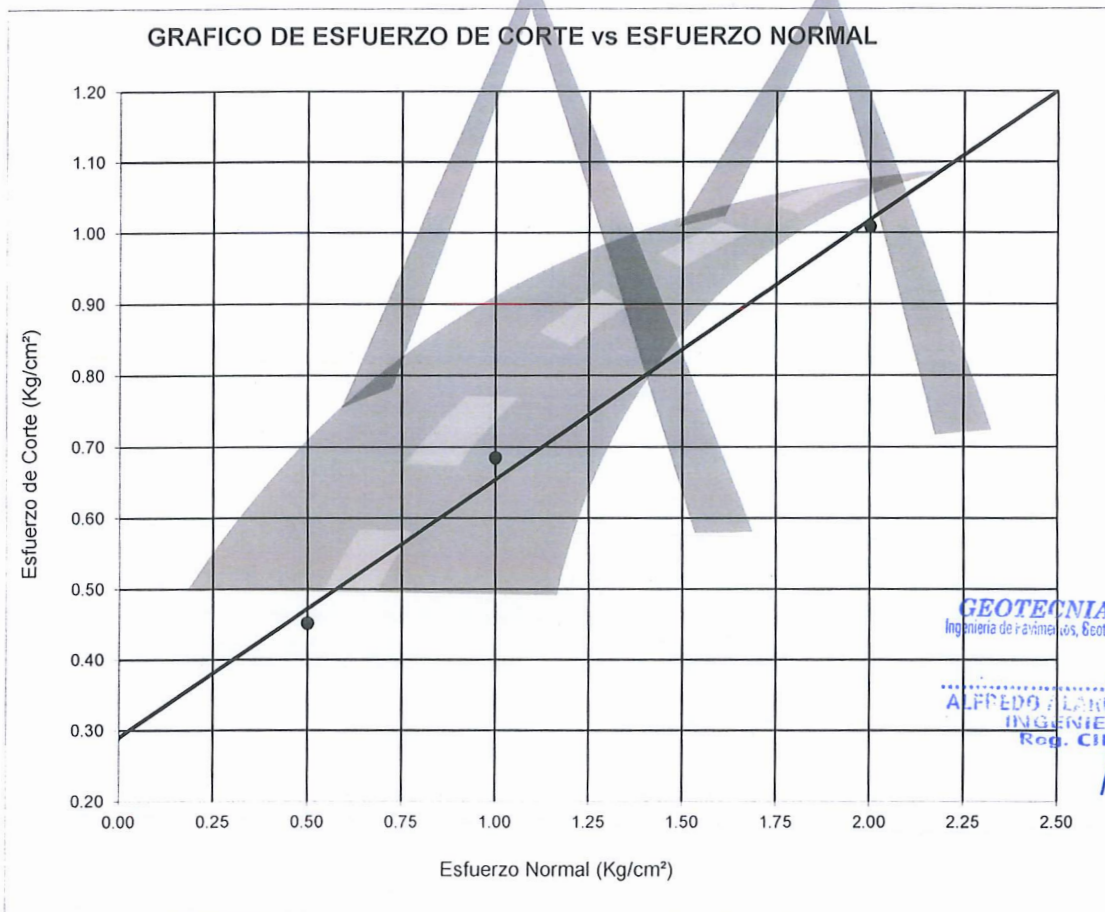
PROFUNDIDAD : 0.50 -3.00 m

FECHA : 26/02/21

Estado de la muestra : Remoldeado

Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5

Clasificación SUCS : SW-SM



Especimen	I	II	III
Esfuerzo normal (Kg/cm²)	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte (Kg/cm²)	0.45	0.6844	1.0088
Humedad (%)			
Densidad húmeda (grs/cm³)			

Resultados:	
Angulo de Fricción Interna:	20.00
Cohesión (Kgs/cm²):	0.289





# GEOTECNIA PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE EN  
MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO CALIDAD - TECNOLOGÍA DE  
MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

Parámetros e hipótesis de Cálculo para capacidad de carga última, por las modificaciones efectuadas por Terzaghi para la cimentación cuadrada es como sigue:



$$q_u = 0.867cN'c + qN'q + 0.4YBN'y$$

Donde :

c	:	Cohesión
Y	:	Peso específico del suelo
Df	:	Profundidad de desplante
B	:	Ancho de zapata.
N'c, N'q, N'y	:	Factores de capacidad de carga.

Si el nivel freático se localiza encima de la zapata, el factor de sobrecarga efectiva "q" tomará la forma:

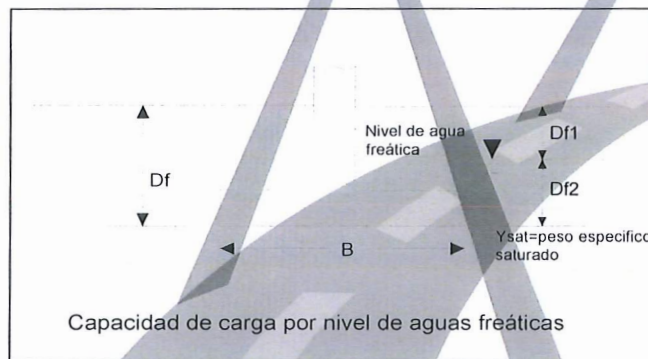
$$q = Df1*Y + Df2(Y')$$



$$q = Df1*Y + Df2 (Y_{sat}-Y_w)$$

Donde :

Y <sub>sat</sub>	:	Peso específico saturado del suelo
Y <sub>w</sub>	:	Peso específico del agua



La capacidad de carga admisible del suelo esta dado por :

$$q_a = \frac{q_u}{FS}$$

Donde :

q <sub>a</sub>	:	capacidad de carga admisible
q <sub>u</sub>	:	capacidad de carga última
FS	:	Factor de seguridad.

GEOTECNIA PUNO EIRL  
Ingeniería de - Ciencias, Tecnología, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON TATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732

Para el Factor de Seguridad tomaremos las siguientes consideraciones:

Existe las variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.

Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo. Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir un suelo cuando éste está próximo a la carga de rotura por corte.



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

Por lo expuesto se adopta un  $\phi = 10^\circ$  establecido para estructuras permanentes.

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



Cohesión	:	0.289	Kg/cm <sup>2</sup>
Ø	:	20.00	°
Df	:	200	cm
B	:	200	cm
Y	:	1.584	g/cm <sup>3</sup>
Y <sub>sat</sub>	:	1.694	g/cm <sup>3</sup>
N <sub>c</sub>	:	11.85	
N <sub>q</sub>	:	3.880	
N <sub>y</sub>	:	1.120	

El nivel freático se encuentra a un nivel de **180.00 cm** = **1.80 m**

Quando el nivel freático se encuentra encima de la zapata, se tiene:

Para Df= 100 cm Df1: 180 cm Df2: -80 cm	Para Df= 210 cm Df1: 180 cm Df2: 30 cm
Para Df= 110 cm Df1: 180 cm Df2: -70 cm	Para Df= 220 cm Df1: 180 cm Df2: 40 cm
Para Df= 120 cm Df1: 180 cm Df2: -60 cm	Para Df= 230 cm Df1: 180 cm Df2: 50 cm
Para Df= 130 cm Df1: 180 cm Df2: -50 cm	Para Df= 240 cm Df1: 180 cm Df2: 60 cm
Para Df= 140 cm Df1: 180 cm Df2: -40 cm	Para Df= 250 cm Df1: 180 cm Df2: 70 cm
Para Df= 150 cm Df1: 180 cm Df2: -30 cm	Para Df= 260 cm Df1: 180 cm Df2: 80 cm
Para Df= 160 cm Df1: 180 cm Df2: -20 cm	Para Df= 270 cm Df1: 180 cm Df2: 90 cm
Para Df= 170 cm Df1: 180 cm Df2: -10 cm	Para Df= 280 cm Df1: 180 cm Df2: 100 cm
Para Df= 180 cm Df1: 180 cm Df2: 0 cm	Para Df= 290 cm Df1: 180 cm Df2: 110 cm

GEOTECNIA PUNO EIRL  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON  
R.O.U. N° 181732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

Para Df= 190 cm

Para Df= 300 cm

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE

MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



Para Df= 200 cm

Df1: 180 cm

Df2: 20 cm

Los valores para cada profundidad tenemos:

PROF. Df (cm)	qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	qa (Kg/cm <sup>2</sup> )
100	4.00	1.00
110	4.03	1.01
120	4.06	1.01
130	4.08	1.02
140	4.11	1.03
150	4.14	1.03
160	4.16	1.04
170	4.19	1.05
180	4.22	1.05
190	4.24	1.06
200	4.27	1.07
210	4.30	1.07
220	4.33	1.08
230	4.35	1.09
240	4.38	1.09
250	4.41	1.10
260	4.43	1.11
270	4.46	1.11
280	4.49	1.12
290	4.51	1.13
300	4.54	1.14

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



CALICATA ESTRIBO DERECHO



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

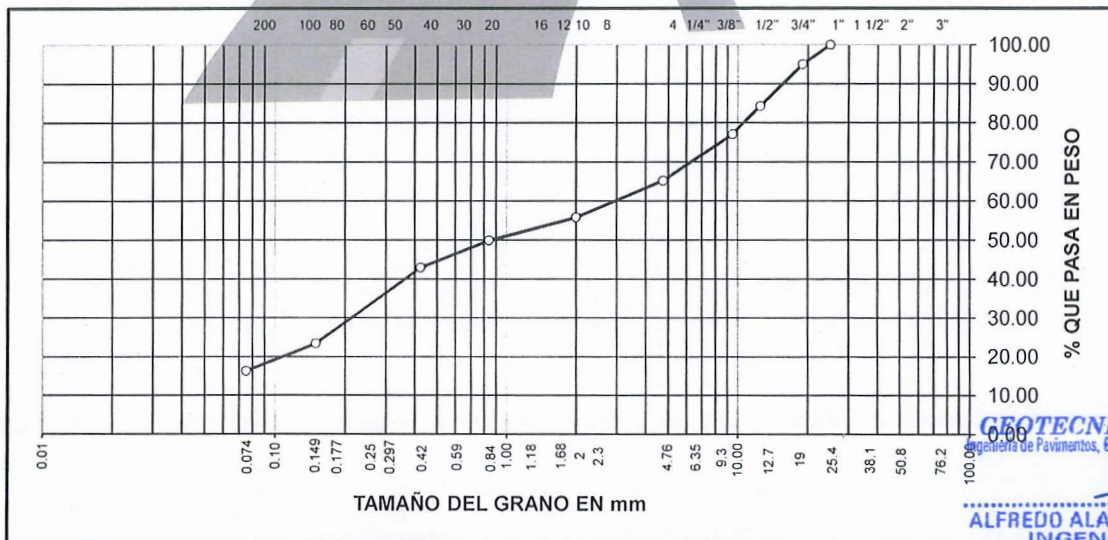


PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO  
 PROGRESIVA : CALICATA N° 4  
 MUESTRA : TERRENO NATURAL  
 PROFUND. : 0.00 - 3.00 m (M-1)  
 TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO  
 ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.  
 FECHA : 26/02/2021

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 785 Grs
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						Grava : 34.78 %
1 1/2"	37.500						Arena : 48.92 %
1"	25.000				100.00		Fino : 16.30 %
3/4"	19.000	39.00	4.97	4.97	95.03		W natural : 13.50 %
1/2"	12.500	84.00	10.70	15.67	84.33		
3/8"	9.500	57.00	7.26	22.93	77.07		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	93.00	11.85	34.78	65.22		L.L. : 35.07 %
No.10	2.000	74.00	9.43	44.21	55.79		L.P. : 27.48 %
No.20	0.840	46.00	5.86	50.07	49.93		I.P. : 7.59 %
No.40	0.425	55.00	7.01	57.08	42.92		
No.100	0.150	153.00	19.49	76.57	23.43		CLASIFICACION
No.200	0.075	56.00	7.13	83.70	16.30		SUCS : SC
<No.200		308.00	16.30	100.0			AASHTO :

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.  
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción  
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIR 82732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

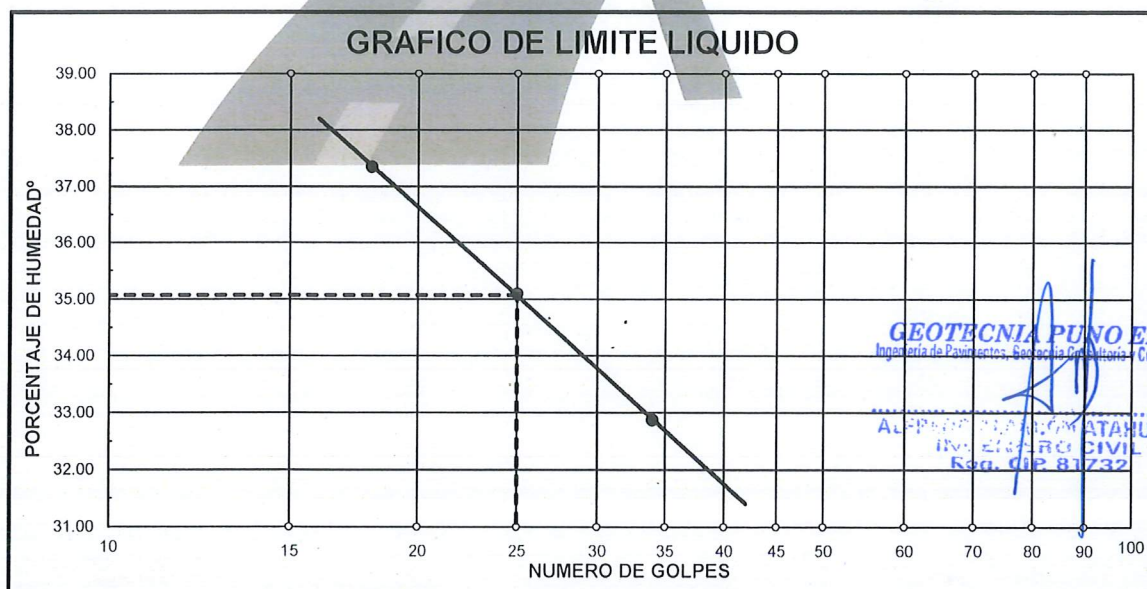
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**PROYECTO** : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO  
**PROGRESIVA** : CALICATA N° 4 **TECN. RESP.:** PERSONAL LABORATORIO  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.  
**PROFUND.** : 0.00 - 3.00 m (M-1) **FECHA** : 26/02/21

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	No. DE GOLPES	25	18	18T	19T	
01. No.DE GOLPES	34	25	18			
02. TARRO No.	9	10	11	18T	19T	
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g 32.51	33.69	33.98	10.63	10.95	
04. SUELO SECO * TARRO	g 27.25	27.85	27.72	9.25	9.52	
05. PESO DEL AGUA	g 5.26	5.84	6.26	1.38	1.43	
06. PESO DEL TARRO	g 11.25	11.21	10.96	4.28	4.26	
07. PESO DEL SUELO SECO	g 16.00	16.64	16.76	4.97	5.26	
08. HUMEDAD	% 32.88	35.10	37.35	27.77	27.19	
<b>L.L.=</b>	<b>35.07 %</b>	<b>L.P.= 27.48</b>	<b>I.P.= 7.59</b>			





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 04

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDID : 0.00-3.00 m

FECHA

:

26/02/21

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROF. (m)	SIMBOLOGIA	W NAT (%)	LL(%)	IP(%)	SUCS	DESCRIPCION
0.10		13.5	35.07	7.59	SC	Arena arcillosa de coloracion pardo a oscuro, con clastos subredondeados de tamaño de 1", de características semicompactas y cohesivas.
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 04

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDIDAD : 1.00 -3.00 m

FECHA : 26/02/21

Estado de la muestra : Remoldeado

Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5

Clasificación SUCS : SC

ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
0.50 kg/cm <sup>2</sup>				1.00 kg/cm <sup>2</sup>				2.00 kg/cm <sup>2</sup>			
Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	16.00	2.243	0.114	0.10	26.00	3.645	0.186	0.10	51.00	7.293	0.371
0.20	19.00	2.664	0.136	0.20	36.00	5.148	0.262	0.20	59.00	8.437	0.430
0.30	28.00	3.926	0.200	0.30	47.00	6.721	0.342	0.30	67.00	9.581	0.488
0.40	31.00	4.346	0.221	0.40	58.00	8.294	0.422	0.40	75.00	10.838	0.552
0.60	35.00	4.907	0.250	0.60	62.00	8.866	0.452	0.60	87.00	12.572	0.640
0.80	45.00	6.435	0.328	0.80	70.00	10.115	0.515	0.80	97.00	14.017	0.714
1.00	52.00	7.436	0.379	1.00	72.00	10.404	0.530	1.00	103.00	14.884	0.758
1.25	53.00	7.579	0.386	1.25	78.00	11.271	0.574	1.25	111.00	16.040	0.817
1.50	59.00	8.437	0.430	1.50	83.00	11.994	0.611	1.50	115.00	16.618	0.846
1.75	61.00	8.723	0.444	1.75	88.00	12.716	0.648	1.75	122.00	17.629	0.898
2.00	66.00	9.438	0.481	2.00	91.00	13.150	0.670	2.00	127.00	18.352	0.935
2.25	61.00	8.723	0.444	2.25	88.00	12.716	0.648	2.25	121.00	17.485	0.890
2.50	58.00	8.294	0.422	2.50	85.00	12.283	0.626	2.50	116.00	16.762	0.854
2.75	56.00	8.008	0.408	2.75	82.00	11.849	0.603	2.75	112.00	16.184	0.824
3.00	52.00	7.436	0.379	3.00	77.00	11.127	0.567	3.00	105.00	15.173	0.773
3.50	48.00	6.864	0.350	3.50	71.00	10.260	0.523	3.50	101.00	14.595	0.743
4.00	40.00	5.720	0.291	4.00	66.00	9.438	0.481	4.00	97.00	14.017	0.714
4.50	37.00	5.291	0.269	4.50	62.00	8.866	0.452	4.50	90.00	13.005	0.662
5.00	32.00	4.486	0.228	5.00	53.00	7.579	0.386	5.00	86.00	12.427	0.633
5.50	27.00	3.785	0.193	5.50	49.00	7.007	0.357	5.50	81.00	11.705	0.596
6.00	22.00	3.084	0.157	6.00	45.00	6.435	0.328	6.00	79.00	11.416	0.581
6.50	18.00	2.524	0.129	6.50	40.00	5.720	0.291	6.50	73.00	10.549	0.537

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.P. 81732





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

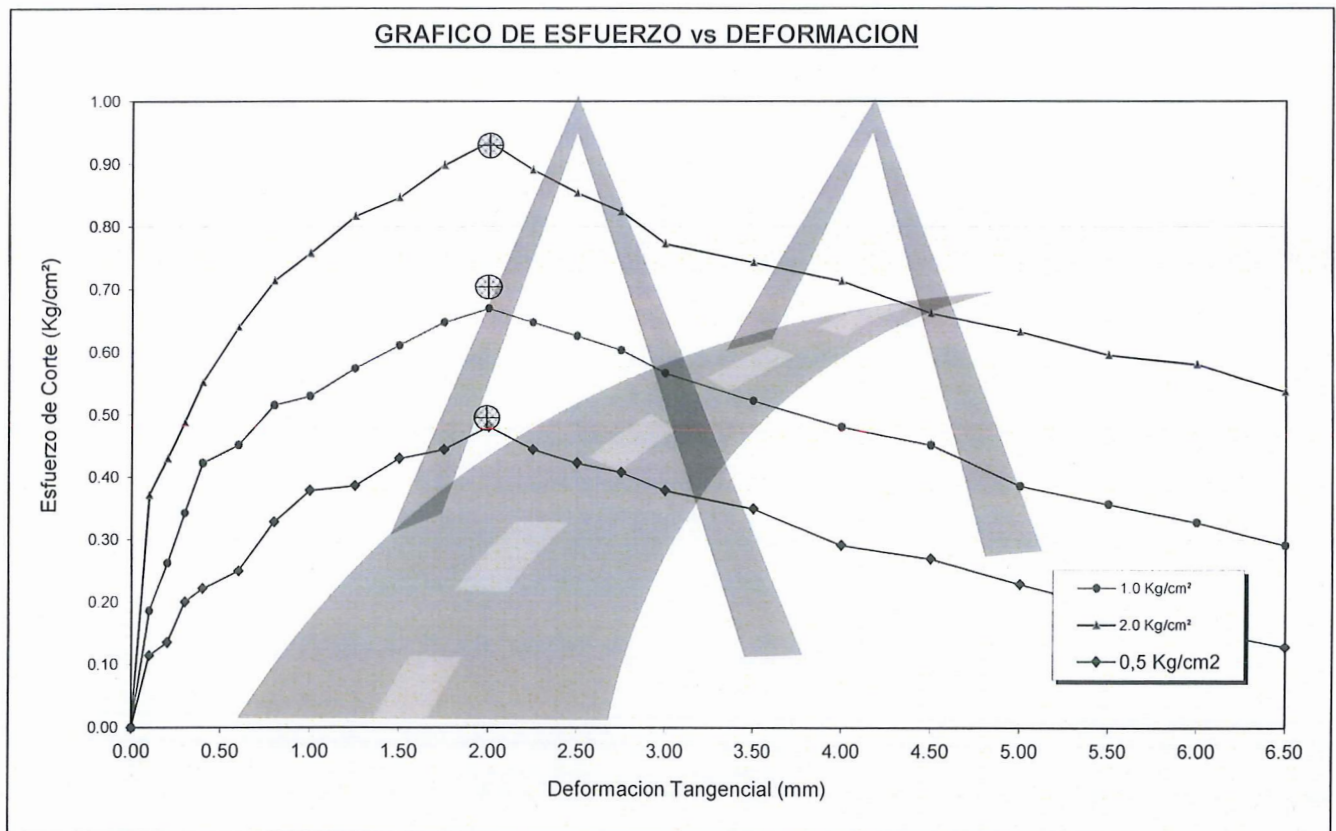


## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO  
PROGRESIVA : CALICATA N° 04  
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION  
PROFUNDIDAD : 1.00 -3.00 m  
FECHA : 26/02/21

Estado de la muestra : Remoldeado  
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5  
Clasificación SUCS : SC



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Gestión Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALFARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP: 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D3080-98)



PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA ME LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 04

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

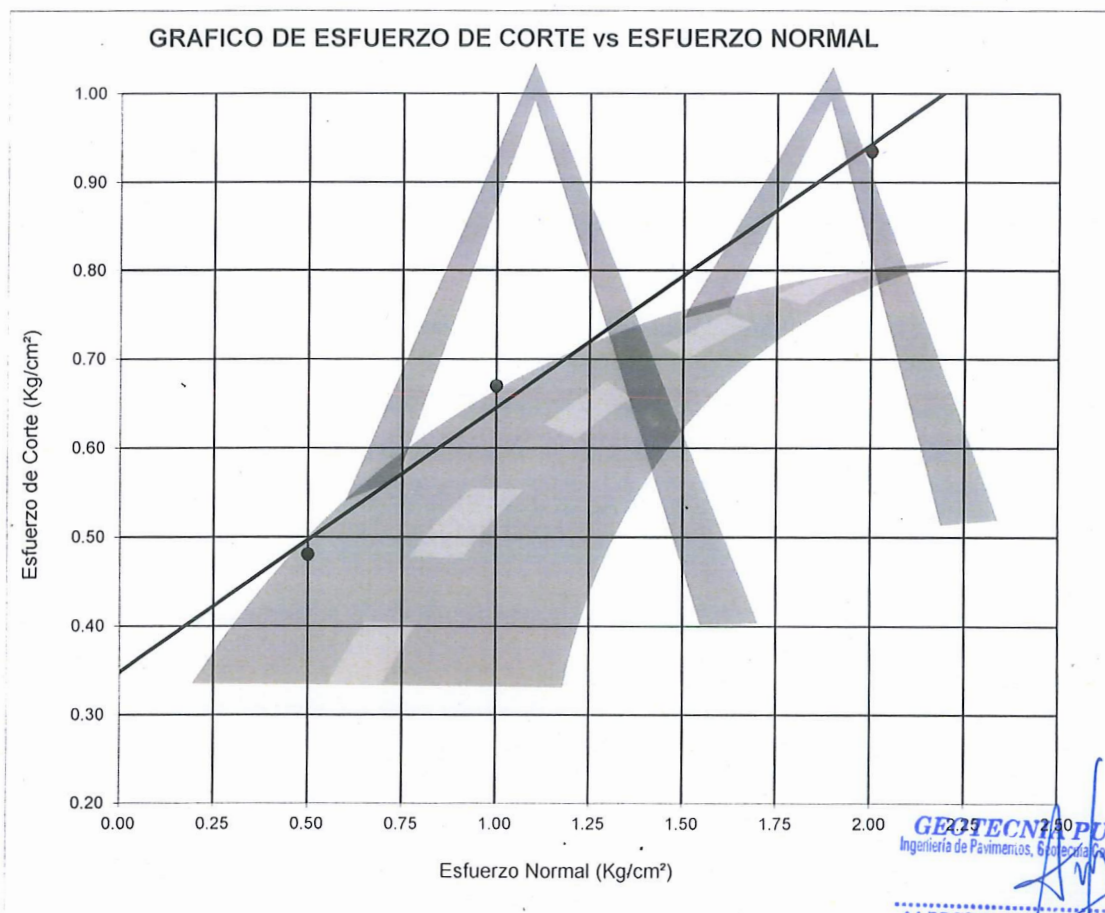
PROFUNDIDAD : 1.00 -3.00 m

FECHA : 26/02/21

Estado de la muestra : Remoldeado

Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5

Clasificación SUCS : SC



GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoria y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

Especímen	I	II	III
Esfuerzo normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.4807	0.6697	0.9346
Humedad (%)			
Densidad húmeda (grs/cm <sup>3</sup> )			

Resultados:	
Angulo de Fricción Interna:	16.54
Cohesión (Kgs/cm <sup>2</sup> ):	0.348



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE.  
MECÁNICA DE SUELOS PARA NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



Parámetros e hipótesis de Cálculo para capacidad de carga última, por las modificaciones efectuadas por Terzaghi para la cimentación cuadrada es como sigue:

$$q_u = 0.867cN'_c + qN'_q + 0.4YBN'_y$$

Donde :

c	:	Cohesión
Y	:	Peso específico del suelo
Df	:	Profundidad de desplante
B	:	Ancho de zapata.
N' <sub>c</sub> , N' <sub>q</sub> , N' <sub>y</sub>	:	Factores de capacidad de carga.

Si el nivel freático se localiza encima de la zapata, el factor de sobrecarga efectiva "q" tomará la forma:

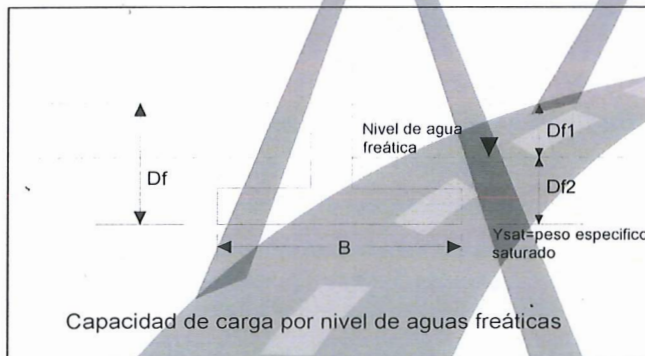
$$q = Df_1 * Y + Df_2 (Y')$$



$$q = Df_1 * Y + Df_2 (Y_{sat} - Y_w)$$

Donde :

Y <sub>sat</sub>	:	Peso específico saturado del suelo
Y <sub>w</sub>	:	Peso específico del agua



La capacidad de carga admisible del suelo esta dado por :

$$q_a = \frac{q_u}{FS}$$

Donde :

q <sub>a</sub>	:	capacidad de carga admisible
q <sub>u</sub>	:	capacidad de carga última
FS	:	Factor de seguridad.

Para el Factor de Seguridad tomaremos las siguientes consideraciones:

Existe las variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.

Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo. Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir un suelo cuando éste está proximo a la carga de rotura por corte.

GEOTECNIA AUNO EIRL.  
Ingeniería de Civil, Consultoría y Construcción

ASOCIACIÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP 81782



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

Por lo expuesto adoptaremos  $F_{ob} = 3.0$  establecido para estructuras permanentes

Para Zapatas Individuales:

A partir del ensayo se tiene  $F_{ob} = 3.0$  como se muestra a continuación:

Cohesion	:	0.348	Kg/cm <sup>2</sup>
Ø	:	16.54	°
Df	:	200	cm
B	:	200	cm
Y	:	1.623	g/cm <sup>3</sup>
Ysat	:	1.684	g/cm <sup>3</sup>
N'c	:	10.2814	
N'q	:	3.033	
N'y	:	0.719	



El nivel freático se encuentra a un nivel de **180.00 cm** = **1.80 m**

Quando el nivel freático se encuentra encima de la zapata, se tiene:

Para Df= 100 cm		Para Df= 210 cm
Df1: 180 cm		Df1: 180 cm
Df2: -80 cm		Df2: 30 cm
Para Df= 110 cm		Para Df= 220 cm
Df1: 180 cm		Df1: 180 cm
Df2: -70 cm		Df2: 40 cm
Para Df= 120 cm		Para Df= 230 cm
Df1: 180 cm		Df1: 180 cm
Df2: -60 cm		Df2: 50 cm
Para Df= 130 cm		Para Df= 240 cm
Df1: 180 cm		Df1: 180 cm
Df2: -50 cm		Df2: 60 cm
Para Df= 140 cm		Para Df= 250 cm
Df1: 180 cm		Df1: 180 cm
Df2: -40 cm		Df2: 70 cm
Para Df= 150 cm		Para Df= 260 cm
Df1: 180 cm		Df1: 180 cm
Df2: -30 cm		Df2: 80 cm
Para Df= 160 cm		Para Df= 270 cm
Df1: 180 cm		Df1: 180 cm
Df2: -20 cm		Df2: 90 cm
Para Df= 170 cm		Para Df= 280 cm
Df1: 180 cm		Df1: 180 cm
Df2: -10 cm		Df2: 100 cm
Para Df= 180 cm		Para Df= 290 cm
Df1: 180 cm		Df1: 180 cm
Df2: 0 cm		Df2: 110 cm

**GEOTECNIA PUNO EIRL**  
Ingeniería de Pavimentos, Mecánica, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALAMÁN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

Para Df= 190 cm

Para Df= 300 cm

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE

Df2: MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTORÍA



Para Df= 200 cm

Df1: 180 cm

Df2: 20 cm

Los valores para cada profundidad tenemos:

PROF. Df (cm)	qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	qa (Kg/cm <sup>2</sup> )
100	3.92	1.12
110	3.94	1.12
120	3.96	1.13
130	3.98	1.14
140	4.00	1.14
150	4.02	1.15
160	4.04	1.15
170	4.06	1.16
180	4.08	1.17
190	4.10	1.17
200	4.12	1.18
210	4.14	1.18
220	4.16	1.19
230	4.19	1.20
240	4.21	1.20
250	4.23	1.21
260	4.25	1.21
270	4.27	1.22
280	4.29	1.23
290	4.31	1.23
300	4.33	1.24

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción  
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
R.G. CIP 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO MATERIAL PARA LA TRANSITABILIDAD EN LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 5

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : TERRENO NATURAL

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

PROFUND. : 0.00 - 3.00 m (M-1)

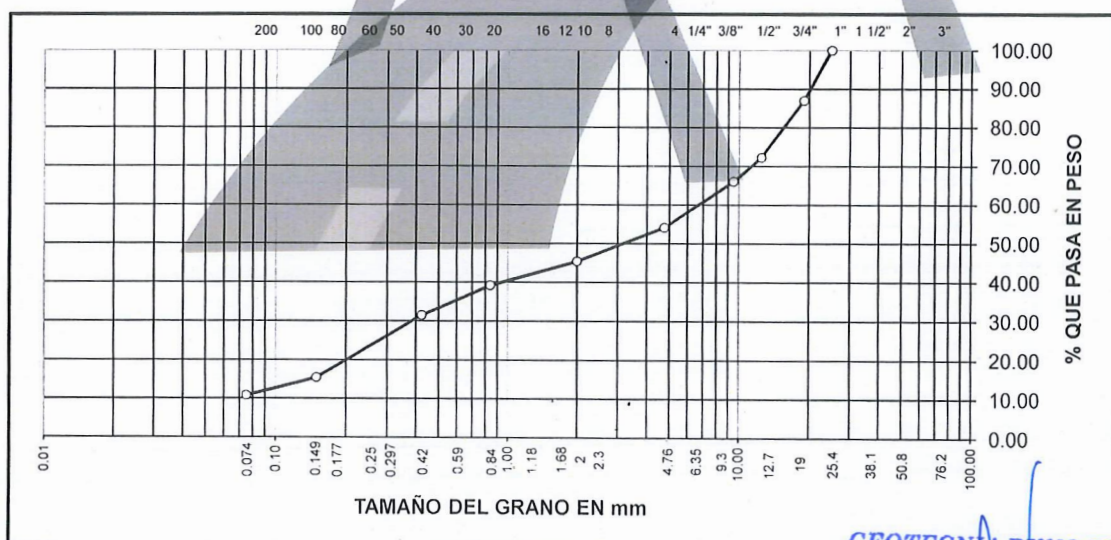
FECHA

: 24/02/2021

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 936 Grs
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						Grava : 45.83 %
1 1/2"	37.500						Arena : 43.37 %
1"	25.000				100.00		Fino : 10.80 %
3/4"	19.000	122.00	13.03	13.03	86.97		W natural : <b>8.65</b> %
1/2"	12.500	138.00	14.74	27.77	72.23		
3/8"	9.500	58.00	6.20	33.97	66.03		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	111.00	11.86	45.83	54.17		L.L. : 25.88 %
No.10	2.000	82.00	8.76	54.59	45.41		L.P. : 22.49 %
No.20	0.840	58.00	6.20	60.79	39.21		I.P. : 3.39 %
No.40	0.425	72.00	7.69	68.48	31.52		
No.100	0.150	151.00	16.13	84.61	15.39		CLASIFICACION
No.200	0.075	43.00	4.59	89.20	10.80		SUCS : <b>SW-SM</b>
<No.200		419.00	10.80	100.0			AASHTO :

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP: 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

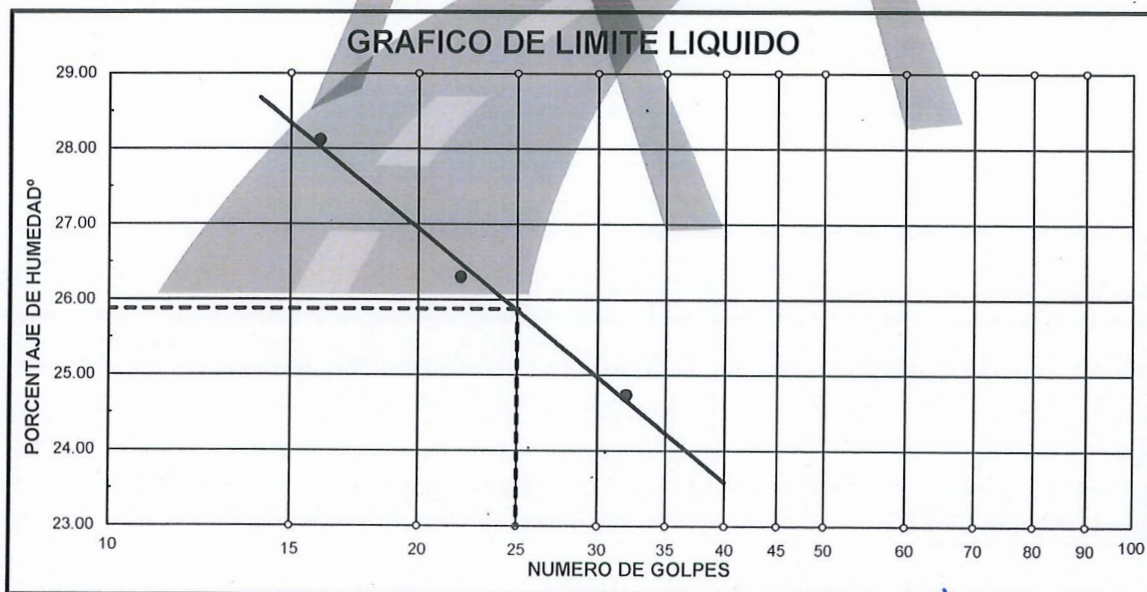
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATRIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO  
 PROGRESIVA : CALICATA N° 5  
 MUESTRA : TERRENO NATURAL  
 PROFUND. : 0.00 - 3.00 m (M-1)  
 TECN. RESP.: PERSONAL LABORATORIO  
 ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.  
 FECHA : 24/02/21

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	No.	g	g	g	10T	15T
01. No.DE GOLPES		32	22	16		
02. TARRO No.		5	6	7		
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	30.34	29.74	32.31	10.56	10.25
04. SUELO SECO * TARRO	g	26.55	25.86	27.60	9.39	9.15
05. PESO DEL AGUA	g	3.79	3.88	4.71	1.17	1.10
06. PESO DEL TARRO	g	11.23	11.11	10.85	4.24	4.21
07. PESO DEL SUELO SECO	g	15.32	14.75	16.75	5.15	4.94
08. HUMEDAD	%	24.74	26.31	28.12	22.72	22.27
<b>L.L.=</b>		<b>25.88 %</b>	<b>L.P.= 22.49</b>		<b>I.P.= 3.39</b>	



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Construcción Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR. 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 05

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDID : 0.00-3.00 m

FECHA

:

24/02/21

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROF. (m)	SIMBOLOGI A	W NAT (%)	LL(%)	IP(%)	SUCS	DESCRIPCION						
0.10		8.65	25.88	3.39	SW-SM	Arena bien graduada con Limo de color pardo oscuro, con clastos subredondeados de tamaño de 1", de características semicompactas y poco cohesivas.						
0.20												
0.30												
0.40												
0.50												
0.60												
0.70												
0.80												
0.90												
1.00												
1.10												
1.20												
1.30												
1.40												
1.50												
1.60												
1.70												
1.80							El nivel freatico se encuentra a una profundidad de 1.80 m					
1.90												
2.00												
2.10												
2.20												
2.30												
2.40												
2.50												
2.60												
2.70												
2.80												
2.90												
3.00												

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALFARO ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 5

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDIDAD : 0.50 -3.00 m

FECHA : 24/02/21

Estado de la muestra : Remoldeado

Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5

Clasificación SUCS : SW-SM

ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
0.50 kg/cm <sup>2</sup>				1.00 kg/cm <sup>2</sup>				2.00 kg/cm <sup>2</sup>			
Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	15.00	2.103	0.107	0.10	28.00	3.926	0.200	0.10	59.00	8.437	0.430
0.20	19.00	2.664	0.136	0.20	38.00	5.434	0.277	0.20	67.00	9.581	0.488
0.30	24.00	3.365	0.171	0.30	49.00	7.007	0.357	0.30	74.00	10.693	0.545
0.40	28.00	3.926	0.200	0.40	60.00	8.580	0.437	0.40	84.00	12.138	0.618
0.60	32.00	4.486	0.228	0.60	64.00	9.152	0.466	0.60	96.00	13.872	0.706
0.80	43.00	6.149	0.313	0.80	72.00	10.404	0.530	0.80	106.00	15.317	0.780
1.00	50.00	7.150	0.364	1.00	74.00	10.693	0.545	1.00	114.00	16.473	0.839
1.25	52.00	7.436	0.379	1.25	80.00	11.560	0.589	1.25	121.00	17.485	0.890
1.50	57.00	8.151	0.415	1.50	85.00	12.283	0.626	1.50	126.00	18.207	0.927
1.75	59.00	8.437	0.430	1.75	90.00	13.005	0.662	1.75	130.00	18.785	0.957
2.00	62.00	8.866	0.452	2.00	93.00	13.439	0.684	2.00	137.00	19.797	1.008
2.25	59.00	8.437	0.430	2.25	90.00	13.005	0.662	2.25	130.00	18.785	0.957
2.50	56.00	8.008	0.408	2.50	88.00	12.716	0.648	2.50	126.00	18.207	0.927
2.75	54.00	7.722	0.393	2.75	85.00	12.283	0.626	2.75	121.00	17.485	0.890
3.00	50.00	7.150	0.364	3.00	79.00	11.416	0.581	3.00	116.00	16.762	0.854
3.50	46.00	6.578	0.335	3.50	73.00	10.549	0.537	3.50	110.00	15.895	0.810
4.00	37.00	5.291	0.269	4.00	68.00	9.724	0.495	4.00	105.00	15.173	0.773
4.50	35.00	4.907	0.250	4.50	64.00	9.152	0.466	4.50	98.00	14.161	0.721
5.00	29.00	4.066	0.207	5.00	55.00	7.865	0.401	5.00	94.00	13.583	0.692
5.50	25.00	3.505	0.179	5.50	51.00	7.293	0.371	5.50	86.00	12.427	0.633
6.00	19.00	2.664	0.136	6.00	48.00	6.864	0.350	6.00	81.00	11.705	0.596
6.50	14.00	1.963	0.100	6.50	42.00	6.006	0.306	6.50	76.00	10.982	0.559

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. OIP: 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

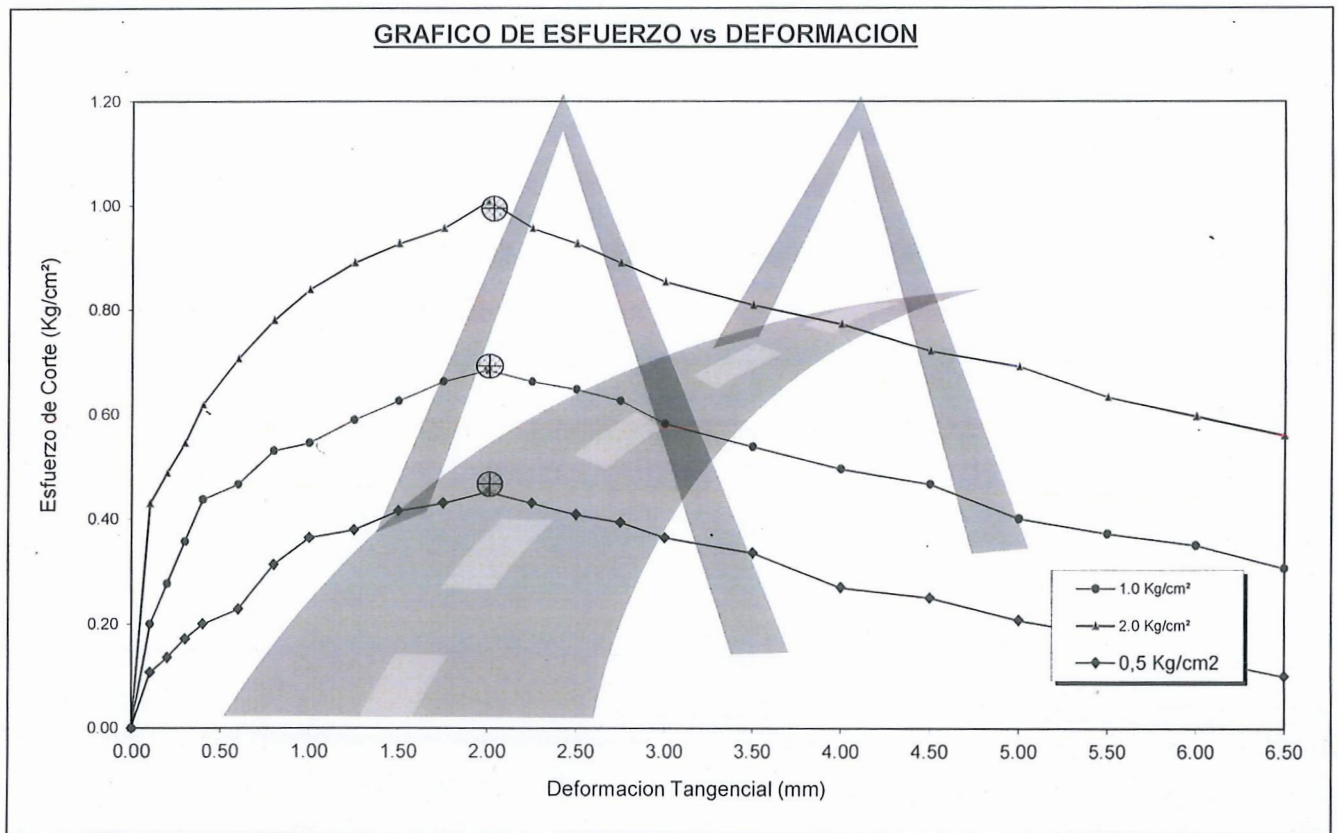


## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO  
PROGRESIVA : CALICATA N° 5  
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION  
PROFUNDIDAD : 0.50 -3.00 m  
FECHA : 24/02/21

Estado de la muestra : Remoldeado  
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5  
Clasificación SUCS : SW-SM



GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería Civil, Arquitectura, Topografía, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

**PROYECTO** : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA ME LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

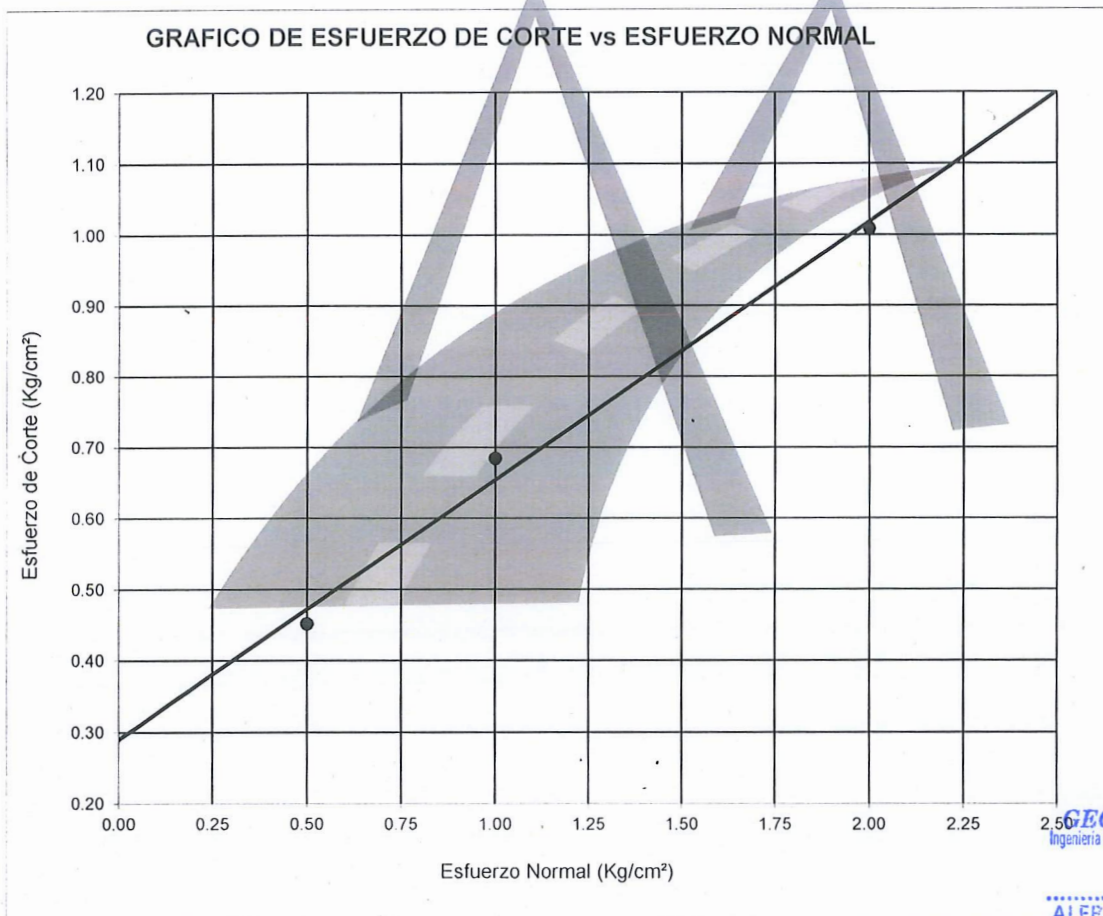
**PROGRESIVA** : CALICATA Nº 5

**MUESTRA** : TERRENO DE FUNDACION

**PROFUNDIDAD** : 0.50 -3.00 m

**FECHA** : 24/02/21

**Estado de la muestra** : Remoldeado  
**Veloc. Ensayo (mm/min)** : 0.5  
**Clasificación SUCS** : SW-SM



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

Especimen	I	II	III
Esfuerzo normal (Kg/cm²)	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte (Kg/cm²)	0.4515	0.684	1.0082
Humedad (%)			
Densidad húmeda (grs/cm³)			

Resultados:	
Angulo de Fricción Interna:	20.00
Cohesión (Kgs/cm²):	0.289



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE.  
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - OBRAS DE OBRAS DE CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



Parámetros e hipótesis de Cálculo para capacidad de carga última, por las modificaciones efectuadas por Terzaghi para la cimentación cuadrada es como sigue:

$$q_u = 0.867cN'_c + qN'_q + 0.4YBN'_y$$

Donde :

c	:	Cohesión
Y	:	Peso específico del suelo
Df	:	Profundidad de desplante
B	:	Ancho de zapata.
N' <sub>c</sub> , N' <sub>q</sub> , N' <sub>y</sub>	:	Factores de capacidad de carga.

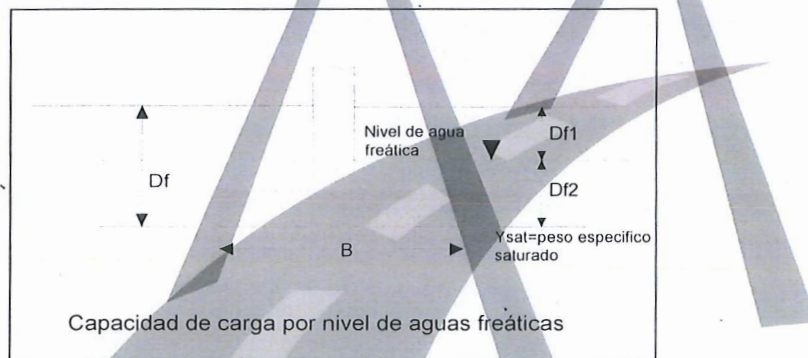
Si el nivel freático se localiza encima de la zapata, el factor de sobrecarga efectiva "q" tomará la forma:

$$q = Df_1 * Y + Df_2 (Y')$$

$$\Rightarrow q = Df_1 * Y + Df_2 (Y_{sat} - Y_w)$$

Donde :

Y <sub>sat</sub>	:	Peso específico saturado del suelo
Y <sub>w</sub>	:	Peso específico del agua



La capacidad de carga admisible del suelo esta dado por :

$$q_a = \frac{q_u}{FS}$$

Donde :

q <sub>a</sub>	:	capacidad de carga admisible
q <sub>u</sub>	:	capacidad de carga última
FS	:	Factor de seguridad.

Para el Factor de Seguridad tomaremos las siguientes consideraciones:

Existe las variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.

Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo. Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir un suelo cuando éste está proximo a la carga de rotura por corte.

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Edificación, Electricidad Consultoría y Construcción

ALFREDO BLARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

Por lo expuesto, adoptaremos un  $S.E. = 2.50$  estableciendo para estructuras permanentes

Para Zapatas Cuadradas

A partir del ensayo se tiene los siguientes valores

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



Cohesión	:	0.289	Kg/cm <sup>2</sup>
$\phi$	:	20.00	°
Df	:	200	cm
B	:	200	cm
Y	:	1.584	g/cm <sup>3</sup>
Ysat	:	1.694	g/cm <sup>3</sup>
N' <sub>c</sub>	:	11.85	
N' <sub>q</sub>	:	3.880	
N' <sub>y</sub>	:	1.120	

El nivel freático se encuentra a un nivel de **180.00 cm = 1.80 m**

Quando el nivel freático se encuentra encima de la zapata, se tiene:

Para Df= 100 cm		Para Df= 210 cm	
Df1:	180 cm	Df1:	180 cm
Df2:	-80 cm	Df2:	30 cm
Para Df= 110 cm		Para Df= 220 cm	
Df1:	180 cm	Df1:	180 cm
Df2:	-70 cm	Df2:	40 cm
Para Df= 120 cm		Para Df= 230 cm	
Df1:	180 cm	Df1:	180 cm
Df2:	-60 cm	Df2:	50 cm
Para Df= 130 cm		Para Df= 240 cm	
Df1:	180 cm	Df1:	180 cm
Df2:	-50 cm	Df2:	60 cm
Para Df= 140 cm		Para Df= 250 cm	
Df1:	180 cm	Df1:	180 cm
Df2:	-40 cm	Df2:	70 cm
Para Df= 150 cm		Para Df= 260 cm	
Df1:	180 cm	Df1:	180 cm
Df2:	-30 cm	Df2:	80 cm
Para Df= 160 cm		Para Df= 270 cm	
Df1:	180 cm	Df1:	180 cm
Df2:	-20 cm	Df2:	90 cm
Para Df= 170 cm		Para Df= 280 cm	
Df1:	180 cm	Df1:	180 cm
Df2:	-10 cm	Df2:	100 cm
Para Df= 180 cm		Para Df= 290 cm	
Df1:	180 cm	Df1:	180 cm
Df2:	0 cm	Df2:	110 cm

**GEOTECNIA PUNO EIRL**  
Ingeniería de cimentaciones, Geotecnia, Consultoría y Construcción  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 1000000000



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

Para Df= 190 cm

Para Df= 300 cm

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



Para Df= 200 cm

Df1: 180 cm

Df2: 20 cm

Los valores para cada profundidad tenemos:

PROF. Df (cm)	qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	qa (Kg/cm <sup>2</sup> )
100	4.00	1.14
110	4.03	1.15
120	4.06	1.16
130	4.08	1.17
140	4.11	1.17
150	4.14	1.18
160	4.16	1.19
170	4.19	1.20
180	4.22	1.20
190	4.24	1.21
200	4.27	1.22
210	4.30	1.23
220	4.33	1.24
230	4.35	1.24
240	4.38	1.25
250	4.41	1.26
260	4.43	1.27
270	4.46	1.27
280	4.49	1.28
290	4.51	1.29
300	4.54	1.30

GEOTECNIA PUNO EIRL  
Ingeniería de Suelos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO DARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 06

MUESTRA : TERRENO NATURAL

PROFUND. : 0.00 - 3.00 m (M-1)

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO

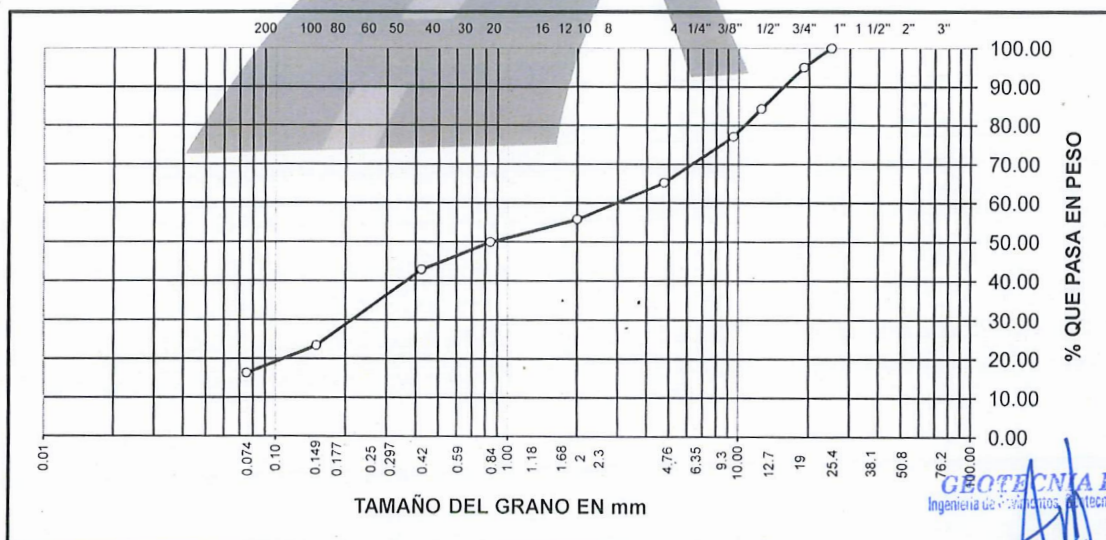
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 25/02/2021

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 785 Grs
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						Grava : 34.78 %
1 1/2"	37.500						Arena : 48.92 %
1"	25.000				100.00		Fino : 16.30 %
3/4"	19.000	39.00	4.97	4.97	95.03		W natural : <b>12.48 %</b>
1/2"	12.500	84.00	10.70	15.67	84.33		
3/8"	9.500	57.00	7.26	22.93	77.07		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	93.00	11.85	34.78	65.22		L.L. : 35.07 %
No.10	2.000	74.00	9.43	44.21	55.79		L.P. : 27.48 %
No.20	0.840	46.00	5.86	50.07	49.93		I.P. : 7.59 %
No.40	0.425	55.00	7.01	57.08	42.92		
No.100	0.150	153.00	19.49	76.57	23.43		CLASIFICACION
No.200	0.075	56.00	7.13	83.70	16.30		SUCS : <b>SC</b>
<No.200		308.00	16.30	100.0			AASHTO :

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S: STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Consultoría, Tecnología Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

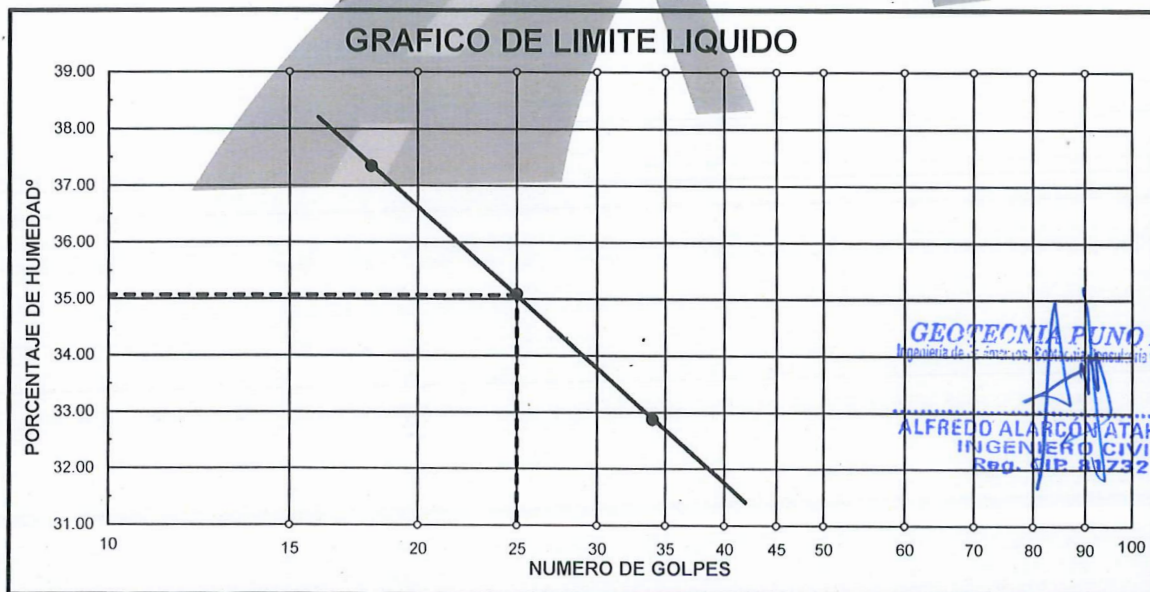
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO  
PROGRESIVA : CALICATA N° 06 TECN. RESP.: PERSONAL LABORATORIO  
MUESTRA : TERRENO NATURAL ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.  
PROFUND. : 0.00 - 3.00 m (M-1) FECHA : 25/02/21

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
01. No.DE GOLPES	34	25	18			
02. TARRO No.	9	10	11	18T	19T	
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	32.51	33.69	33.98	10.63	10.95
04. SUELO SECO * TARRO	g	27.25	27.85	27.72	9.25	9.52
05. PESO DEL AGUA	g	5.26	5.84	6.26	1.38	1.43
06. PESO DEL TARRO	g	11.25	11.21	10.96	4.28	4.26
07. PESO DEL SUELO SECO	g	16.00	16.64	16.76	4.97	5.26
08. HUMEDAD	%	32.88	35.10	37.35	27.77	27.19
L.L.=	35.07 %	L.P.=	27.48	I.P.=	7.59	







# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA N° 06

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDID : 0.00-3.00 m

FECHA :

24/02/21

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROF. (m)	SIMBOLOGIA A	W NAT (%)	LL(%)	IP(%)	SUCS	DESCRIPCION	
0.10							
0.20							
0.30							
0.40							
0.50							
0.60							
0.70							
0.80							
0.90			12.48	35.07	7.59	SC	Arena arcillosa de coloracion pardo a oscuro, con clastos subredondeados de tamaño de 2", de características semicompactas y cohesivas.
1.00							
1.10							
1.20							
1.30							
1.40							
1.50							
1.60							
1.70							
1.80							El nivel freatico se encuentra a una profundidad de 1.80 m
1.90							
2.00							
2.10							
2.20							
2.30							
2.40							
2.50							
2.60							
2.70							
2.80							
2.90							
3.00							

**GECTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Resúmenes, Geotecnia Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP: 81792



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

PROGRESIVA : CALICATA Nº 06

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDIDAD : 1.00 -3.00 m

FECHA : 25/02/21

Estado de la muestra : Remoldeado

Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5

Clasificación SUCS : SC

ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
0.50 kg/cm <sup>2</sup>				1.00 kg/cm <sup>2</sup>				2.00 kg/cm <sup>2</sup>			
Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	16.00	2.243	0.114	0.10	26.00	3.645	0.186	0.10	51.00	7.293	0.371
0.20	19.00	2.664	0.136	0.20	36.00	5.148	0.262	0.20	59.00	8.437	0.430
0.30	28.00	3.926	0.200	0.30	47.00	6.721	0.342	0.30	67.00	9.581	0.488
0.40	31.00	4.346	0.221	0.40	58.00	8.294	0.422	0.40	75.00	10.838	0.552
0.60	35.00	4.907	0.250	0.60	62.00	8.866	0.452	0.60	87.00	12.572	0.640
0.80	45.00	6.435	0.328	0.80	70.00	10.115	0.515	0.80	97.00	14.017	0.714
1.00	52.00	7.436	0.379	1.00	72.00	10.404	0.530	1.00	103.00	14.884	0.758
1.25	53.00	7.579	0.386	1.25	78.00	11.271	0.574	1.25	111.00	16.040	0.817
1.50	59.00	8.437	0.430	1.50	83.00	11.994	0.611	1.50	115.00	16.618	0.846
1.75	61.00	8.723	0.444	1.75	88.00	12.716	0.648	1.75	122.00	17.629	0.898
2.00	66.00	9.438	0.481	2.00	91.00	13.150	0.670	2.00	127.00	18.352	0.935
2.25	61.00	8.723	0.444	2.25	88.00	12.716	0.648	2.25	121.00	17.485	0.890
2.50	58.00	8.294	0.422	2.50	85.00	12.283	0.626	2.50	116.00	16.762	0.854
2.75	56.00	8.008	0.408	2.75	82.00	11.849	0.603	2.75	112.00	16.184	0.824
3.00	52.00	7.436	0.379	3.00	77.00	11.127	0.567	3.00	105.00	15.173	0.773
3.50	48.00	6.864	0.350	3.50	71.00	10.260	0.523	3.50	101.00	14.595	0.743
4.00	40.00	5.720	0.291	4.00	66.00	9.438	0.481	4.00	97.00	14.017	0.714
4.50	37.00	5.291	0.269	4.50	62.00	8.866	0.452	4.50	90.00	13.005	0.662
5.00	32.00	4.486	0.228	5.00	53.00	7.579	0.386	5.00	86.00	12.427	0.633
5.50	27.00	3.785	0.193	5.50	49.00	7.007	0.357	5.50	81.00	11.705	0.596
6.00	22.00	3.084	0.157	6.00	45.00	6.435	0.328	6.00	79.00	11.416	0.581
6.50	18.00	2.524	0.129	6.50	40.00	5.720	0.291	6.50	73.00	10.549	0.537

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Estructura, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALA SORATAHUACHI  
INGENIERO

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

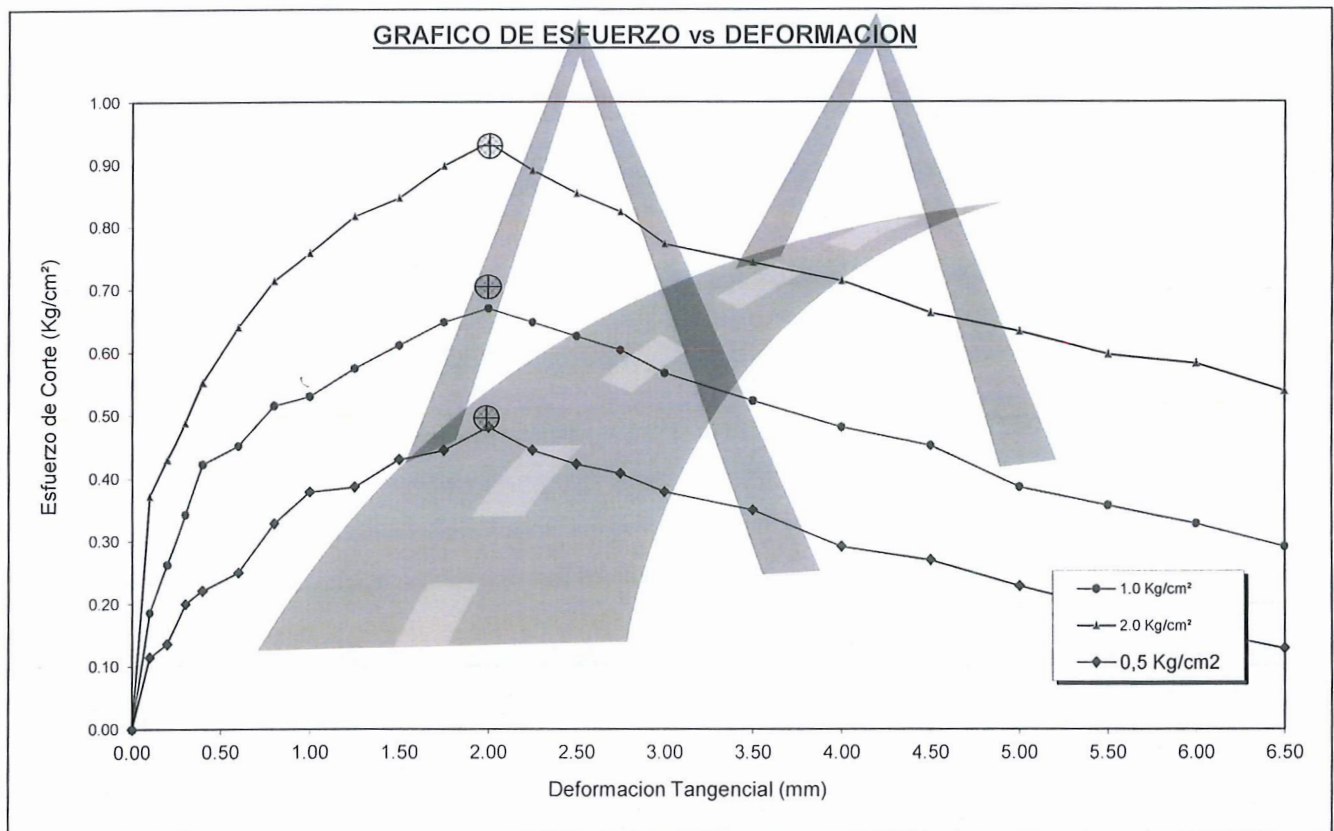
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO  
PROGRESIVA : CALICATA N° 06  
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION  
PROFUNDIDAD : 1.00 -3.00 m  
FECHA : 25/02/21

Estado de la muestra : Remoldeado  
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5  
Clasificación SUCS : SC



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO DE PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN LA COMUNIDAD DE ISILLUMA PARA ME LA TRANSITABILIDAD DE LA POBLACION, ALTO INAMBARI - PUNO

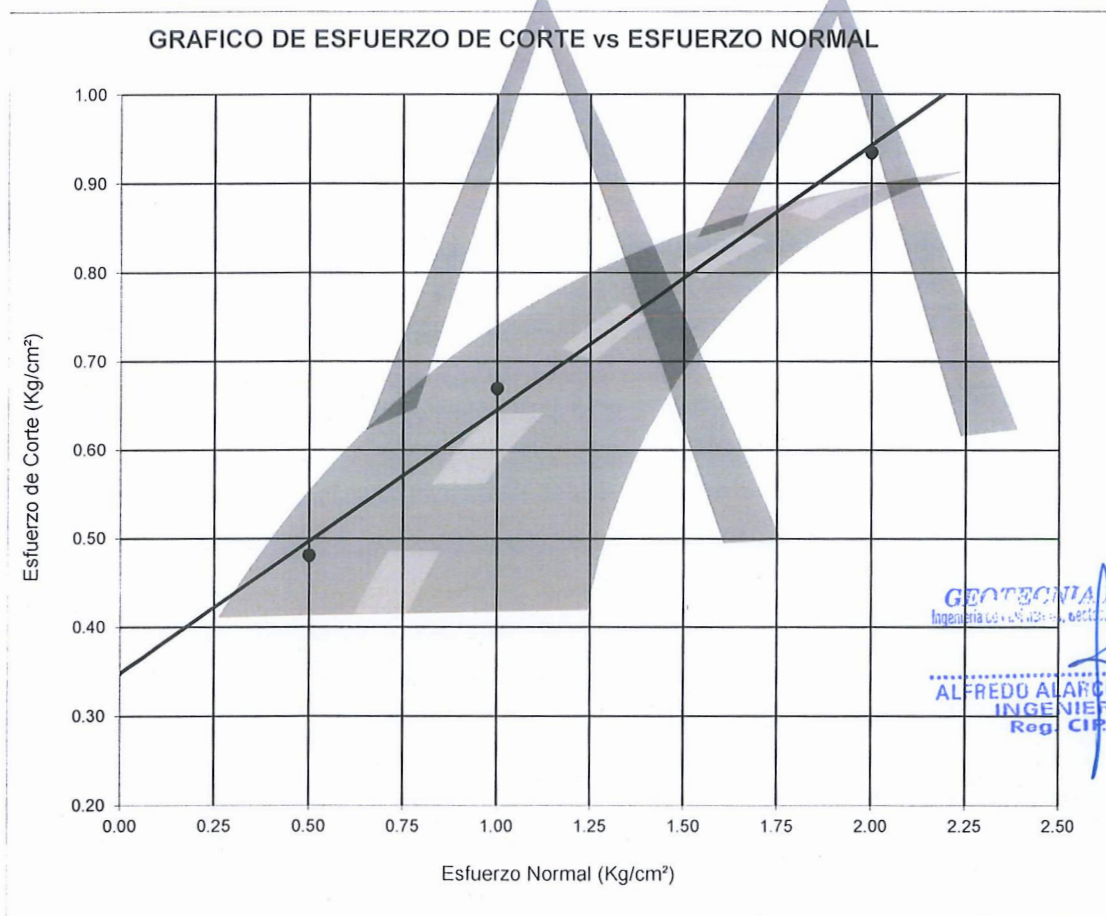
PROGRESIVA : CALICATA N° 06

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDIDAD : 1.00 -3.00 m

FECHA : 25/02/21

Estado de la muestra : Remoldeado  
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5  
Clasificación SUCS : SC



Especimen	I	II	III
Esfuerzo normal (Kg/cm²)	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte (Kg/cm²)	0.4807	0.6897	0.9346
Humedad (%)			
Densidad húmeda (grs/cm³)			

Resultados:	
Angulo de Fricción Interna:	16.54
Cohesión (Kgs/cm²):	0.348



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE  
POR NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS  
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



Parámetros e hipótesis de Cálculo para capacidad de carga última, por las modificaciones efectuadas por Terzaghi para la cimentación cuadrada es como sigue:

$$q_u = 0.867cN'_c + qN'_q + 0.4YBN'_y$$

Donde :

c	:	Cohesión
Y	:	Peso específico del suelo
Df	:	Profundidad de desplante
B	:	Ancho de zapata.
N' <sub>c</sub> , N' <sub>q</sub> , N' <sub>y</sub>	:	Factores de capacidad de carga.

Si el nivel freático se localiza encima de la zapata, el factor de sobrecarga efectiva "q" tomará la forma:

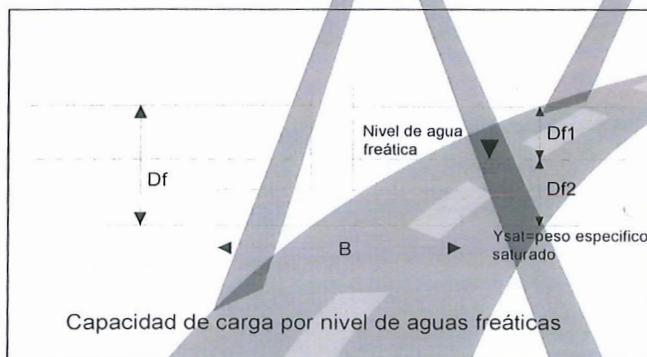
$$q = Df1*Y + Df2(Y')$$



$$q = Df1*Y + Df2 (Y_{sat}-Y_w)$$

Donde :

Y <sub>sat</sub>	:	Peso específico saturado del suelo
Y <sub>w</sub>	:	Peso específico del agua



La capacidad de carga admisible del suelo esta dado por :

$$q_a = \frac{q_u}{FS}$$

Donde :

q <sub>a</sub>	:	capacidad de carga admisible
q <sub>u</sub>	:	capacidad de carga última
FS	:	Factor de seguridad.

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de - Estructuras, Geotecnia Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732

Para el Factor de Seguridad tomaremos las siguientes consideraciones:

Existe las variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.

Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo. Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir un suelo cuando éste está próximo a la carga de rotura por corte.



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

Por lo expuesto adoptaremos  $f_s = 7.00$  establecido para estructuras perimetrales

Para ZAPATA: **MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE**

A partir del ensayo de **MATERIALES SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.**



Cohesión	:	0.348	Kg/cm <sup>2</sup>
Ø	:	16.54	°
Df	:	200	cm
B	:	200	cm
Y	:	1.623	g/cm <sup>3</sup>
Ysat	:	1.684	g/cm <sup>3</sup>
N'c	:	10.2814	
N'q	:	3.033	
N'y	:	0.719	

El nivel freático se encuentra a un nivel de **180.00 cm = 1.80 m**

Quando el nivel freático se encuentra encima de la zapata, se tiene:

Para Df= 100 cm Df1: 180 cm Df2: -80 cm	Para Df= 210 cm Df1: 180 cm Df2: 30 cm
Para Df= 110 cm Df1: 180 cm Df2: -70 cm	Para Df= 220 cm Df1: 180 cm Df2: 40 cm
Para Df= 120 cm Df1: 180 cm Df2: -60 cm	Para Df= 230 cm Df1: 180 cm Df2: 50 cm
Para Df= 130 cm Df1: 180 cm Df2: -50 cm	Para Df= 240 cm Df1: 180 cm Df2: 60 cm
Para Df= 140 cm Df1: 180 cm Df2: -40 cm	Para Df= 250 cm Df1: 180 cm Df2: 70 cm
Para Df= 150 cm Df1: 180 cm Df2: -30 cm	Para Df= 260 cm Df1: 180 cm Df2: 80 cm
Para Df= 160 cm Df1: 180 cm Df2: -20 cm	Para Df= 270 cm Df1: 180 cm Df2: 90 cm
Para Df= 170 cm Df1: 180 cm Df2: -10 cm	Para Df= 280 cm Df1: 180 cm Df2: 100 cm
Para Df= 180 cm Df1: 180 cm Df2: 0 cm	Para Df= 290 cm Df1: 180 cm Df2: 110 cm

**GEOTECNIA PUNO EIRL**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALONSO...**  
INGENIERO CIVIL  
REG. Nº 89328



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

Para Df= 190 cm

Para Df= 300 cm

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



Para Df= 200 cm

Df1: 180 cm

Df2: 20 cm

Los valores para cada profundidad tenemos:

PROF. Df (cm)	qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	qa (Kg/cm <sup>2</sup> )
100	3.92	1.31
110	3.94	1.31
120	3.96	1.32
130	3.98	1.33
140	4.00	1.33
150	4.02	1.34
160	4.04	1.35
170	4.06	1.35
180	4.08	1.36
190	4.10	1.37
200	4.12	1.37
210	4.14	1.38
220	4.16	1.39
230	4.19	1.40
240	4.21	1.40
250	4.23	1.41
260	4.25	1.42
270	4.27	1.42
280	4.29	1.43
290	4.31	1.44
300	4.33	1.44

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Construcción, Mecánica de Suelos y Construcción

ALFREDARCON ATAHUACHI  
ING. EN INGENIERÍA CIVIL  
R.O.C. Nº 8173R

## INFORME HIDROLOGICO

### GENERALIDADES

---

#### OBJETIVO

Evaluar el comportamiento Hidrológico de Huari Huari en función de parámetros hidrológicos en función del Tirante Máximo para un periodo de retorno de 50 años, para el diseño de un puente en el centro poblado de Isillumá.

#### METODOLOGIA

El presente se ha realizado considerando las siguientes etapas:

- Recopilación de Cartografía Base
- Visita a Campo
- Análisis y procesamiento de la información

Los datos meteorológicos se adjuntan en los anexos del presente.

#### ANALISIS DE CAUDALES

Para el análisis se han tomado en cuenta las tres estaciones:

##### **Estación Tambopata**

Estación	UBICACIÓN		Prov.	ALTITUD MSNM	PERIODO DE REG.	
	LAT.	LONG				
TAMBOPATA	CO	14°13'S	69°09'W	Sandia	1369.00	1990-2020

##### **Estación Limbani**

Estación	UBICACIÓN		Prov.	ALTITUD MSNM	PERIODO DE REG.	
	LAT.	LONG				
LIMBANI	CO	14°08'S	69°41'W	Sandia	3242.00	1990-2020



### Estación Cuyo Cuyo

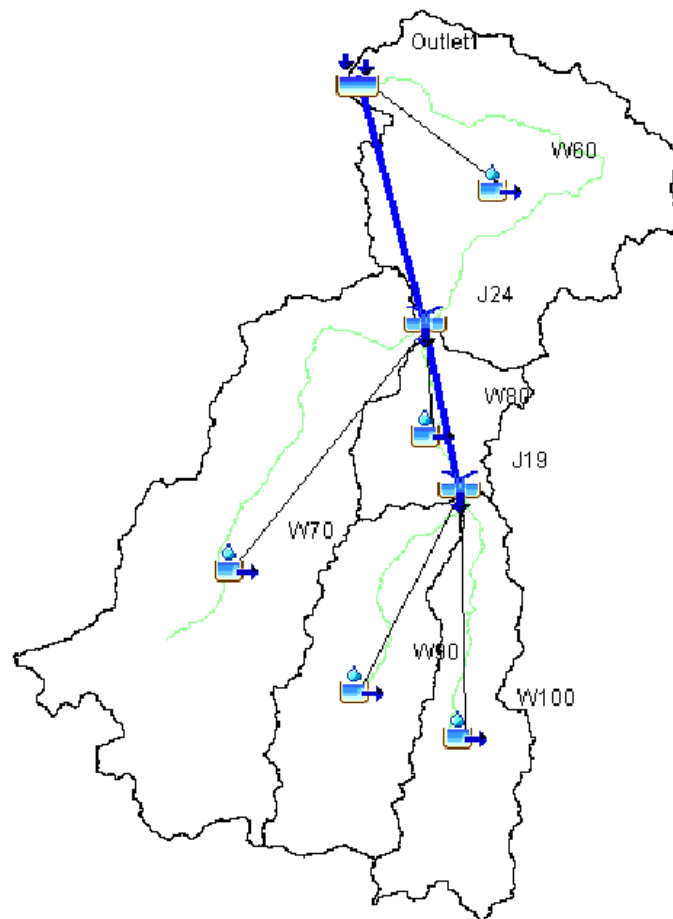
Estación	UBICACIÓN		Prov.	ALTITUD MSNM	PERIODO DE REG.	
	LAT.	LONG				
CUYO CUYO	CO	14°28'S	69°33'W	Sandia	3619.00	1990-2020

## MODELO HIDRÓGICO

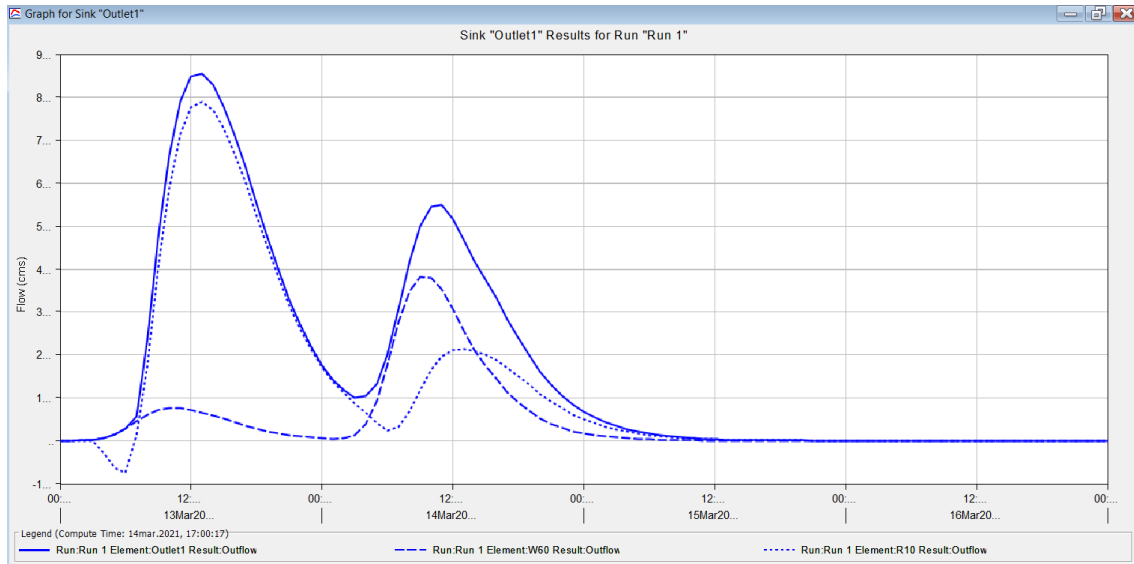
El modelo hidrológico se realizó para un periodo de retorno de 50, esta modelación permitió calcular el caudal máximo en función a las estacione ya mencionadas.

La modelación hidrológica para un periodo de retorno de 50 años dio como resultado un caudal máximo de 855.7 m<sup>3</sup>/s .

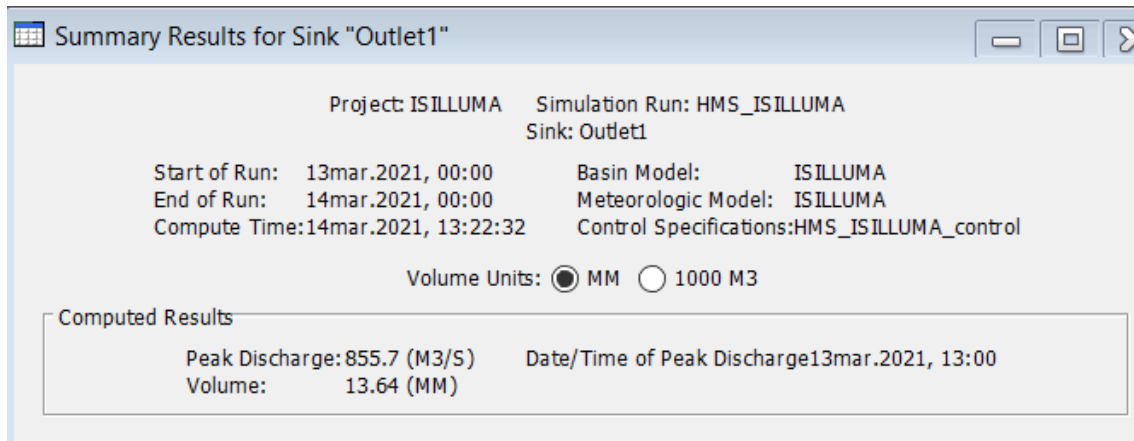
Simulación del modelo hidrológico CON HEC HMS



Hidrograma simulado para periodo de retorno de 50 años



Caudal Máximo para un periodo de retorno de 50 años



El caudal resultante del modelo es 855.7 (m<sup>3</sup>/s), el cual se presenta en tiempo de avenias, por lo tanto éste es el caudal con el cual se modela el tirante máximo en la zonas del puente a diseñar.

## ANALISIS DE PRECIPITACIONES MAXIMAS

Para el dimensionamiento del Puente se considera realizar análisis hidrológico, el cual permitirá establecer la máxima precipitación

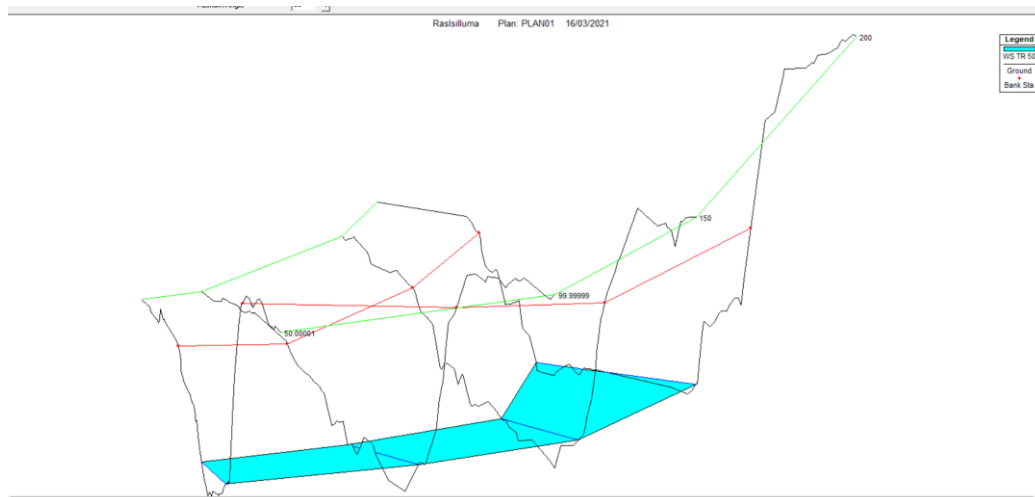
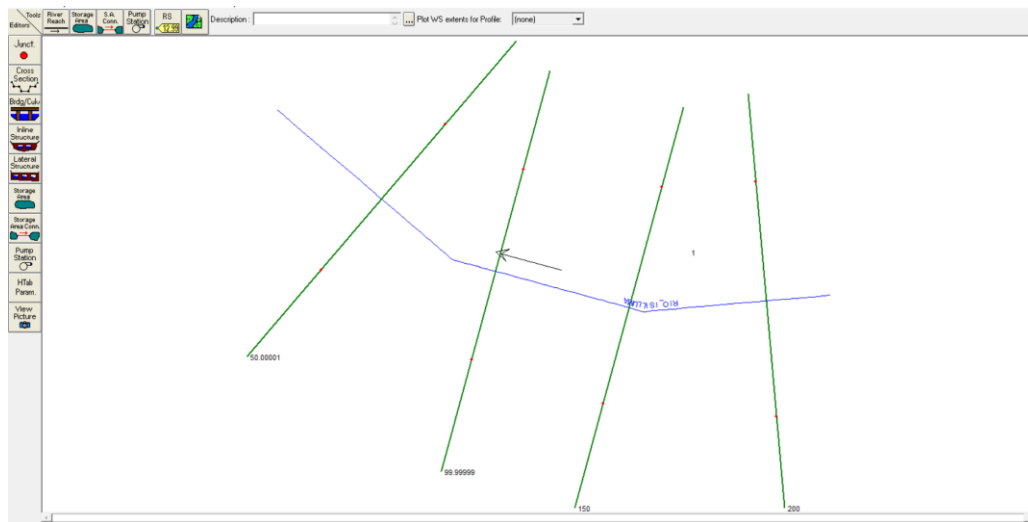
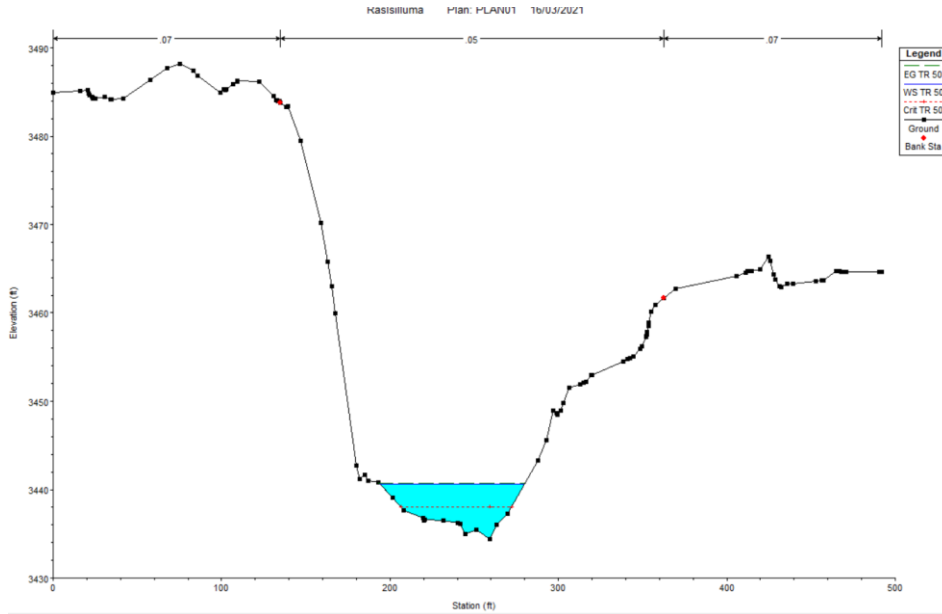
**Cuadro de precipitación máxima de 24 horas**

Nº	Año	Estación Cuyo	Estación Tambopata	Estación Limbani
		PPMax 24hr	PPMax 24hr	PPMax 24hr

1	1990	27.70	60.70	18.60
2	1991	25.30	74.00	20.00
3	1992	20.00	71.00	23.30
4	1993	36.30	64.00	57.30
5	1994	21.70	60.80	22.10
6	1995	21.10	82.50	29.80
7	1996	21.10	75.60	36.40
8	1997	38.50	57.70	41.00
9	1998	28.20	60.30	53.80
10	1999	33.20	69.60	59.40
11	2000	43.40	105.10	40.50
12	2001	24.60	64.10	34.40
13	2002	26.70	55.60	33.20
14	2003	19.00	49.20	36.40
15	2004	20.50	53.10	31.40
16	2005	30.80	82.30	38.90
17	2006	26.10	58.60	57.80
18	2007	23.40	44.10	34.70
19	2008	19.20	81.20	29.60
20	2009	33.60	61.30	66.20
21	2010	21.70	47.00	34.70
22	2011	24.50	62.00	32.50
23	2012	21.70	45.50	33.30
24	2013	29.50	71.00	32.80
25	2014	16.60	60.40	48.80
26	2015	29.80	71.00	49.60
27	2016	23.30	38.50	24.70
28	2017	16.50	22.50	24.00
29	2018	28.30		46.00
30	2019	21.10	112.50	40.00
31	2020	26.40	64.70	62.60

La Estación Tambopata es la que tiene menor altitud con respecto a las otras 2 estaciones, por lo cual presenta mayor precipitación por encontrarse en selva baja, considerando que la ubicación del Puente se encuentra en la zona más baja de la microcuenca analizada.

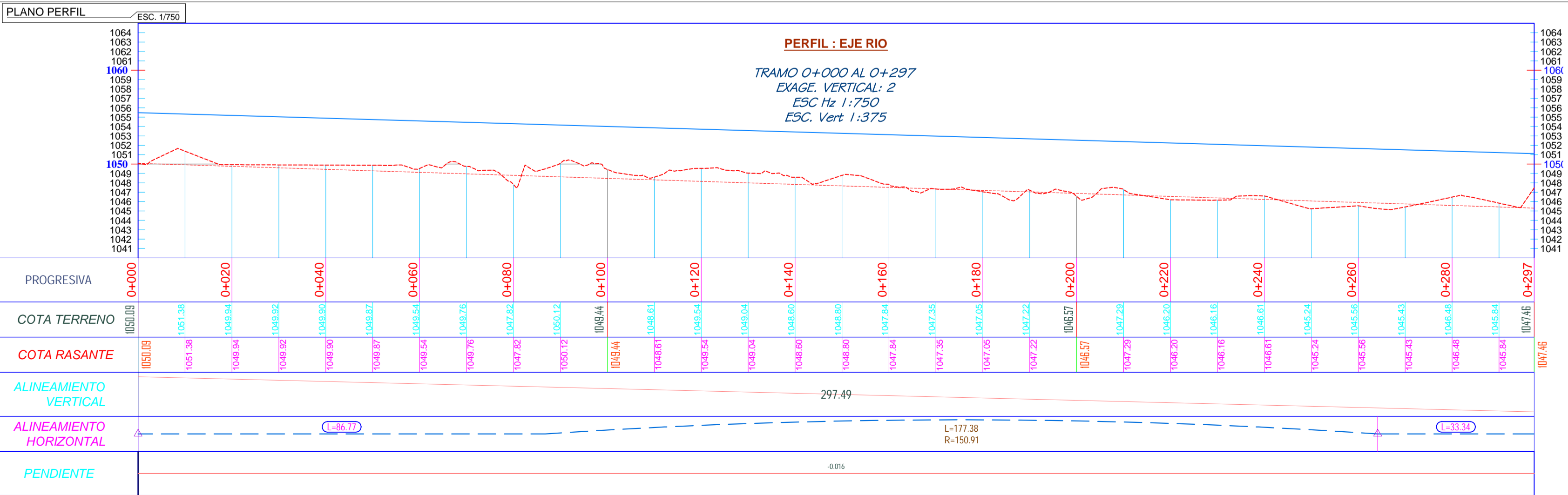
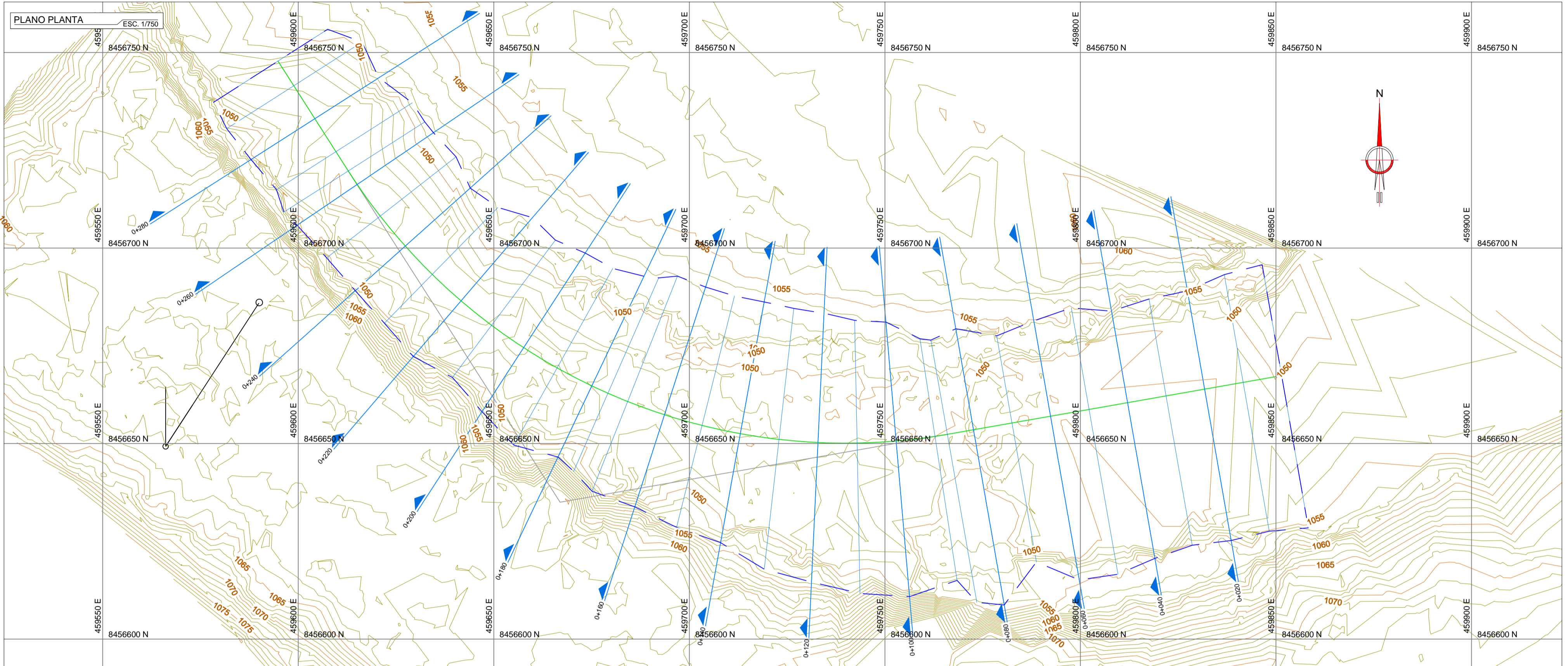
En los siguientes gráficos se muestra la sección en donde se presenta un tirante de 6.9 m desde el lecho de río,



HEC-RAS Plan: PLAN01 River: R												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (cfs)	Min Ch El (ft)	W.S. Elev (ft)	Crit W.S. (ft)	E.G. Elev (ft)	E.G. Slope (ft/ft)	Vel Chnl (ft/s)	Flow Area (sq ft)	Top Width (ft)	Froude # Chl
1	200	TR 50	855.70	3442.06	3444.44	3444.44	3445.00	0.037238	5.97	143.42	133.02	1.01
1	150	TR 50	855.70	3433.66	3441.28		3441.38	0.001779	2.61	328.01	106.39	0.26
1	99.99999	TR 50	855.70	3434.15	3440.88		3441.05	0.002263	3.31	258.63	69.75	0.30
1	50.00001	TR 50	855.70	3434.38	3440.60	3438.01	3440.72	0.001600	2.76	310.20	86.02	0.26

Asumiendo el tirante crítico para una periodo de retorno de 50 años es de 6.9 m, se concluye que el diseño del puente debe ser superior al tirante critico.

ADJUNTA PLANO



TESIS: "Diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari - Puno"  
 Plano: PLANTA Y PERFIL DE EJE DE RIO  
 Tesisistas: Javier Cutipa Alejo y Wiliam Pari Ancoco  
 Revisado: FECHA: MARZO 2021 UBICACIÓN: Puno, Alto Inambari, Mollatepe, Isilluma  
 ESCALA: INDICADA  
 PROYECCIÓN: UTM WGS84 zona 19 SUR  
 PLANO N°: PP-01

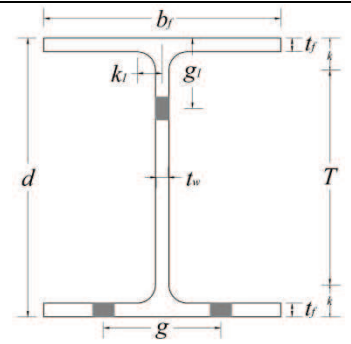
ANEXO 13.1.

# IR

# imca

PERFIL I  
RECTANGULAR

DIMENSIONES



Designación <i>d x peso</i>		Peralte <i>d</i>	Alma <i>h t<sub>w</sub></i>		Patín <i>b<sub>f</sub> t<sub>f</sub></i>		Distancia <i>k<sub>dis</sub> k<sub>det</sub> k<sub>r</sub></i>			Gramiles <i>T g g<sub>r</sub></i>			Sujetadores Diámetro	
mm x kg / m	in x lb/ft	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	pulg
254 x 73.0	10 x 49	254	200	8.7	254	14.3	27	32	21	190	140	100	31.8	1 1/4
x 80.4	x 54	257	199	9.4	254	15.7	29	34	21	189	140	100	31.8	1 1/4
x 89.4	x 60	260	200	10.7	257	17.3	30	35	21	190	140	100	31.8	1 1/4
x 101.3	x 68	265	199	12.0	257	19.6	33	37	22	191	140	100	31.8	1 1/4
x 114.7	x 77	270	200	13.5	260	22.1	35	40	22	190	140	100	31.8	1 1/4
x 131.0	x 88	275	199	15.4	262	25.2	38	43	24	189	140	115	34.9	1 3/8
x 148.9	x 100	282	198	17.3	262	28.5	42	47	25	188	140	120	34.9	1 3/8
x 166.8	x 112	290	200	19.2	265	31.8	45	50	25	190	140	125	34.9	1 3/8
305 x 20.9	12 x 14	303	275	5.1	101	5.8	14	20	14	263	60	50	12.7	1/2
x 23.9	x 16	305	275	5.6	102	6.8	15	21	14	263	60	50	12.7	1/2
x 28.3	x 19	310	276	6.0	102	8.9	17	23	14	264	60	50	12.7	1/2
x 32.8	x 22	313	275	6.7	103	10.8	19	24	16	265	60	55	12.7	1/2
<b>305 x 38.8</b>	<b>12 x 26</b>	<b>310</b>	<b>274</b>	<b>5.9</b>	<b>165</b>	<b>9.7</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>256</b>	<b>90</b>	<b>75</b>	<b>22.2</b>	<b>7/8</b>
x 44.7	x 30	313	275	6.7	166	11.2	19	29	19	255	90	80	22.2	7/8
x 52.1	x 35	318	276	7.7	167	13.3	21	31	19	256	90	80	22.2	7/8
305 x 59.6	12 x 40	303	251	7.5	204	13.1	26	35	22	233	140	80	19.1	3/4
x 67.0	x 45	308	252	8.6	205	14.7	28	35	24	238	140	80	19.1	3/4
x 74.5	x 50	310	252	9.4	206	16.3	29	39	24	232	140	80	19.1	3/4
305 x 78.9	12 x 53	308	248	8.8	254	14.7	30	35	24	238	140	100	31.8	1 1/4
x 86.4	x 58	310	246	9.2	254	16.3	32	39	24	232	140	105	31.8	1 1/4
305 x 96.8	12 x 65	308	246	10.0	305	15.4	31	39	25	230	140	120	38.1	1 1/2
x 107.2	x 72	313	247	11.0	305	17.1	33	40	27	233	140	120	38.1	1 1/2
x 117.6	x 79	315	247	12.0	308	18.7	34	42	27	231	140	120	38.1	1 1/2
x 129.5	x 87	318	246	13.1	308	20.6	36	43	27	232	140	125	38.1	1 1/2
x 142.9	x 96	323	245	14.0	310	22.9	39	47	29	229	140	130	38.1	1 1/2
x 157.8	x 106	328	246	15.5	310	25.2	41	48	29	232	140	130	38.1	1 1/2
x 178.7	x 120	333	245	18.1	313	28.2	44	51	30	231	140	130	38.1	1 1/2
x 202.5	x 136	341	247	20.1	315	31.8	47	54	32	233	140	135	38.1	1 1/2
x 226.3	x 152	348	246	22.1	318	35.6	51	59	32	230	140	140	38.1	1 1/2
x 253.1	x 170	356	246	24.4	321	39.7	55	62	33	232	140	140	38.1	1 1/2
x 282.9	x 190	366	246	27.0	323	44.2	60	67	35	232	140	145	38.1	1 1/2
x 312.6	x 210	374	246	30.0	326	48.3	64	72	37	230	140	150	38.1	1 1/2
x 342.4	x 230	384	248	32.8	328	52.6	68	75	38	234	190	155	38.1	1 1/2
x 375.2	x 252	392	246	35.6	331	57.2	73	80	38	232	190	160	38.1	1 1/2
x 415.3	x 279	404	248	38.9	333	62.8	78	86	41	232	190	165	38.1	1 1/2
x 454.0	x 305	415	247	41.5	336	68.9	84	93	41	229	190	175	38.1	1 1/2
x 500.2	x 336	427	245	45.3	341	75.2	91	99	43	229	190	180	38.1	1 1/2
356 x 32.8	14 x 22	348	310	5.9	127	8.6	19	27	19	294	70	55	12.7	1/2
x 38.8	x 26	354	312	6.5	128	10.7	21	29	19	296	70	60	12.7	1/2
356 x 44.7	14 x 30	351	311	6.9	171	9.8	20	29	19	293	90	80	22.2	7/8
x 50.7	x 34	356	312	7.3	172	11.6	22	31	19	294	90	80	22.2	7/8
x 56.6	x 38	359	311	7.9	172	13.1	24	32	21	295	90	80	22.2	7/8

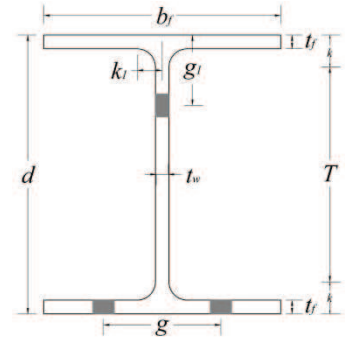
ANEXO 13.2.

IR

imca

PERFIL I  
RECTANGULAR

DIMENSIONES



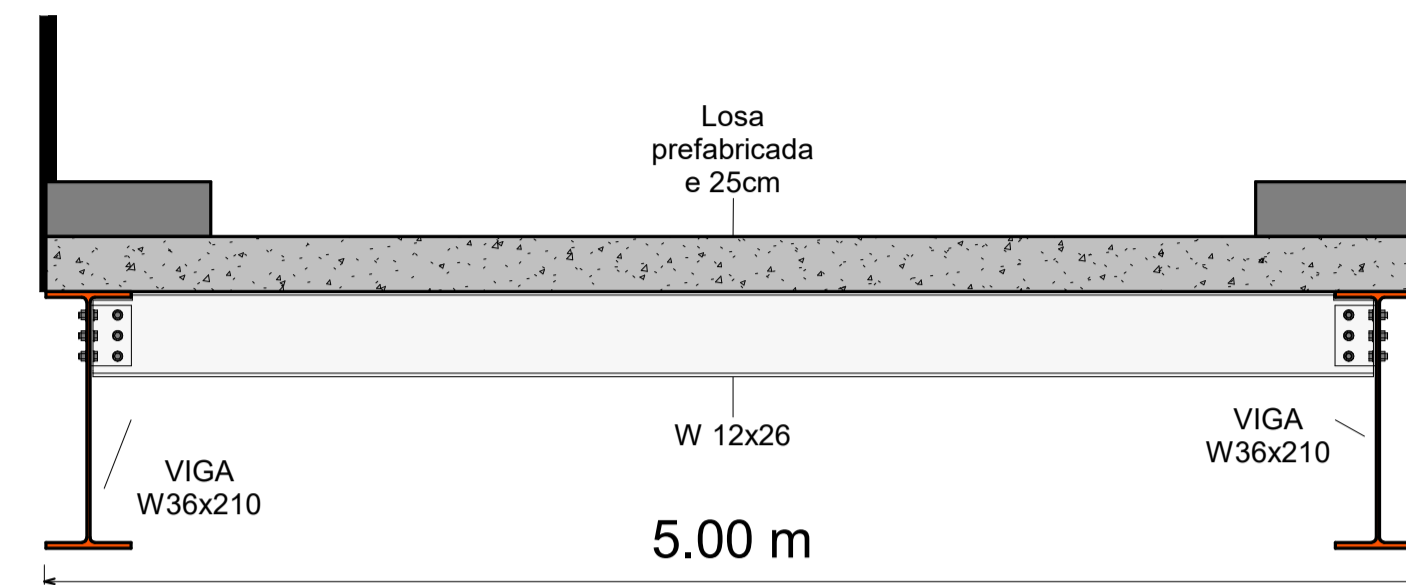
Designación <i>d x peso</i>		Peralte <i>d</i>	Alma			Patin		Distancia			Gramiles			Sujetadores Diámetro	
mm x kg / m	in x lb/ft	mm	<i>h</i>	<i>t<sub>w</sub></i>	<i>b<sub>f</sub></i>	<i>t<sub>f</sub></i>	<i>k<sub>dis</sub></i>	<i>k<sub>det</sub></i>	<i>k<sub>f</sub></i>	<i>T</i>	<i>g</i>	<i>g<sub>r</sub></i>	mm	pulg	
762 x 257.6	30 x 173	773	679	16.7	381	27.2	47	51	29	671	140	130	38.1	1 1/2	
x 284.4	x 191	780	678	18.1	381	30.3	51	53	30	674	140	135	38.1	1 1/2	
x 314.1	x 211	785	677	19.7	384	33.6	54	58	30	669	140	140	38.1	1 1/2	
x 349.8	x 235	796	678	21.1	384	38.1	59	61	32	674	140	140	38.1	1 1/2	
x 388.5	x 261	803	679	23.7	387	42.0	62	66	33	671	140	145	38.1	1 1/2	
x 434.7	x 292	813	677	26.0	389	47.0	68	70	33	673	140	150	38.1	1 1/2	
x 485.3	x 326	823	677	29.0	392	52.1	73	75	35	673	140	155	38.1	1 1/2	
x 531.4	x 357	834	680	31.5	394	56.9	77	80	37	674	140	160	38.1	1 1/2	
x 582.1	x 391	844	678	34.6	397	62.0	83	86	38	672	190	165	38.1	1 1/2	
838 x 175.7	33 x 118	836	762	14.0	293	18.8	37	42	29	752	140	125	38.1	1 1/2	
x 193.6	x 130	841	761	14.8	293	21.8	40	45	29	751	140	125	38.1	1 1/2	
x 209.9	x 141	846	760	15.4	293	24.4	43	47	29	752	140	125	38.1	1 1/2	
x 226.3	x 152	851	761	16.2	295	27.0	45	50	29	751	140	130	38.1	1 1/2	
x 251.6	x 169	859	761	17.1	293	31.0	49	54	30	751	140	135	38.1	1 1/2	
838 x 299.2	33 x 201	856	756	18.2	399	29.3	50	51	30	754	140	130	38.1	1 1/2	
x 329.0	x 221	862	756	19.7	402	32.6	53	54	30	754	140	135	38.1	1 1/2	
x 358.8	x 241	869	757	21.1	404	35.6	56	58	32	753	140	140	38.1	1 1/2	
x 391.5	x 263	877	757	22.1	402	39.9	60	62	32	753	140	140	38.1	1 1/2	
x 433.2	x 291	884	754	24.4	404	44.0	65	67	33	750	140	145	38.1	1 1/2	
x 473.4	x 318	895	757	26.5	407	48.1	69	70	33	755	140	150	38.1	1 1/2	
x 527.0	x 354	905	757	29.5	409	53.1	74	75	35	755	140	155	38.1	1 1/2	
x 576.1	x 387	915	759	32.1	412	58.0	78	81	37	753	140	160	38.1	1 1/2	
914 x 201.0	36 x 135	905	825	15.3	305	20.1	40	43	29	819	140	125	38.1	1 1/2	
x 223.3	x 150	912	826	15.9	305	23.9	43	48	29	816	140	130	38.1	1 1/2	
x 238.2	x 160	915	825	16.6	305	26.0	45	50	29	815	140	130	38.1	1 1/2	
x 253.1	x 170	920	826	17.3	305	28.0	47	51	30	818	140	130	38.1	1 1/2	
x 271.0	x 182	923	823	18.5	308	30.0	50	54	30	815	140	135	38.1	1 1/2	
x 288.8	x 194	928	824	19.5	308	32.1	52	56	30	816	140	135	38.1	1 1/2	
x 312.6	x 210	933	825	21.1	310	34.6	54	59	32	815	140	140	38.1	1 1/2	
x 345.4	x 232	943	825	22.1	308	39.9	59	62	32	819	140	140	38.1	1 1/2	
x 381.1	x 256	950	824	24.4	310	44.0	63	67	33	816	140	145	38.1	1 1/2	
914 x 342.4	36 x 231	928	814	19.4	420	32.1	57	66	40	796	190	145	38.1	1 1/2	
x 367.7	x 247	933	815	20.4	420	34.3	59	67	41	799	190	145	38.1	1 1/2	
x 390.0	x 262	938	816	21.4	422	36.6	61	70	41	798	190	150	38.1	1 1/2	
x 419.8	x 282	943	813	22.5	422	39.9	65	74	41	795	190	155	38.1	1 1/2	
x 449.6	x 302	948	814	24.1	425	42.7	67	77	43	794	190	155	38.1	1 1/2	
x 491.3	x 330	958	814	26.0	422	47.0	72	80	44	798	190	160	38.1	1 1/2	
x 537.4	x 361	966	814	28.5	425	51.1	76	85	44	796	190	165	38.1	1 1/2	
x 588.0	x 395	976	814	31.0	427	55.9	81	88	46	800	190	170	38.1	1 1/2	
x 658.0	x 441	989	815	34.6	432	62.0	87	96	48	797	190	175	38.1	1 1/2	
x 724.9	x 487	999	813	38.1	435	68.1	93	102	48	795	190	180	38.1	1 1/2	
x 787.5	x 529	1,011	813	40.9	437	74.0	99	107	51	797	190	185	38.1	1 1/2	
x 970.6	x 652	1,044	814	50.1	448	90.0	115	123	56	798	210	200	38.1	1 1/2	
x 1190.8	x 800	1,083	815	60.5	458	109.0	134	142	60	799	220	220	38.1	1 1/2	

ADJUNTA PLANO

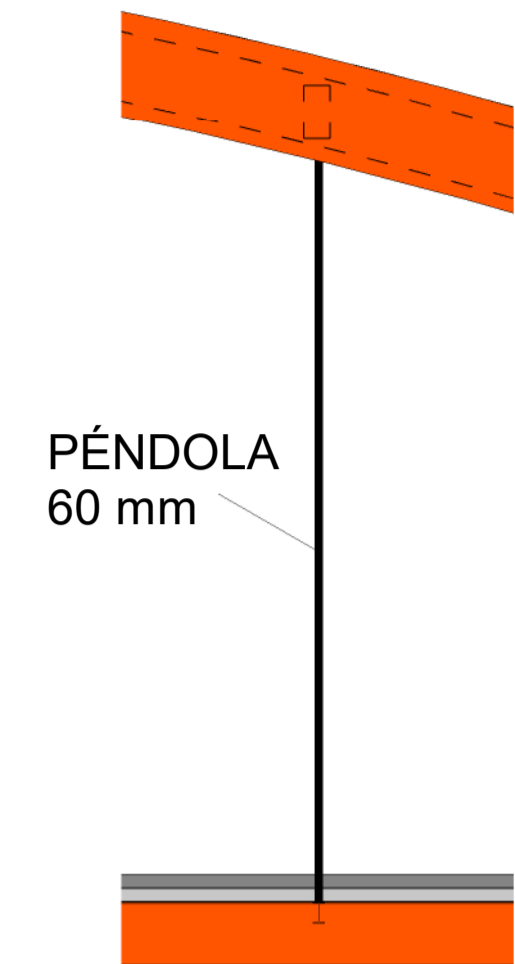




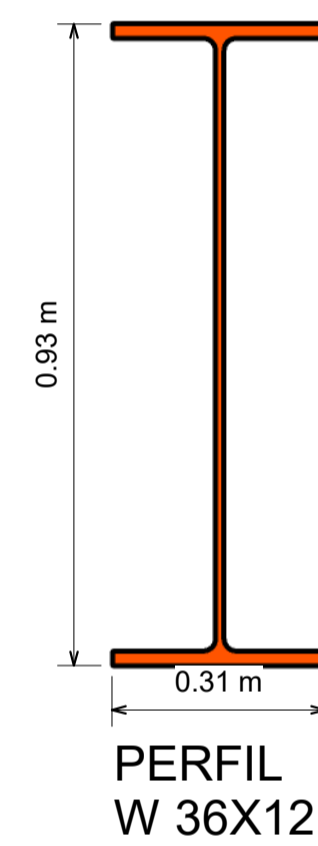
ISOMETRICO PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO



SECCION TRANSVERSAL TÍPICA

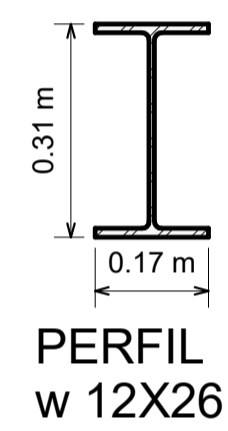


PERFIL DE VIGA PRINCIPAL W 36X12



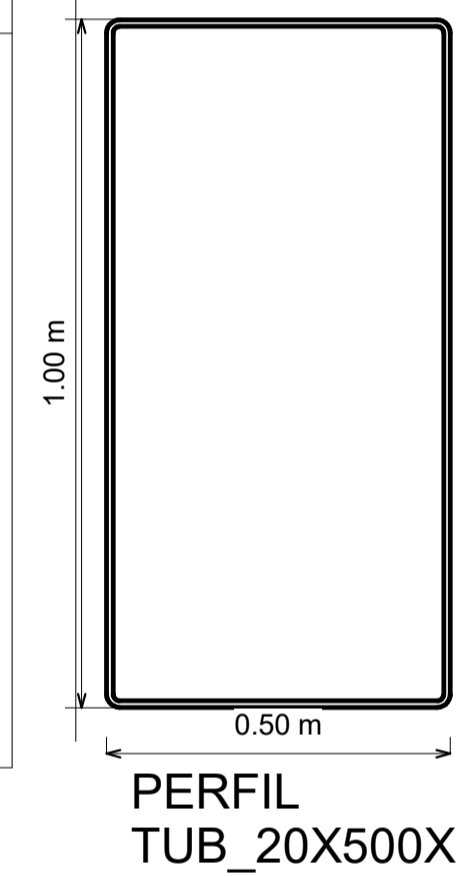
PERFIL W 36X12

W 36x210	
H	= 933 mm
hw	= 825 mm
tw	= 21.1 mm
bf	= 310 mm
tf	= 34.6 mm
Ix	= 549426 cm <sup>4</sup>
Zx	= 13651 cm <sup>3</sup>
Sx	= 11783 cm <sup>3</sup>
rx	= 37.1 cm
Iy	= 17107cm <sup>4</sup>
Zy	= 1753 cm <sup>3</sup>
Sy	= 1106 cm <sup>3</sup>
ry	= 6.6 cm
J	= 1165 cm <sup>4</sup>
Cw	= 34372 cm <sup>4</sup>



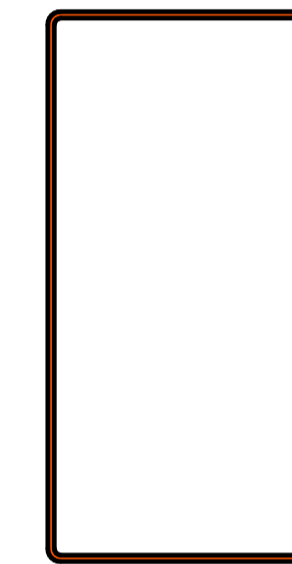
PERFIL w 12X26

W 12x26	
H	= 310 mm
hw	= 274 mm
tw	= 5.9 mm
bf	= 165 mm
tf	= 9.7 mm
Ix	= 8492 cm <sup>4</sup>
Zx	= 610 cm <sup>3</sup>
Sx	= 548 cm <sup>3</sup>
rx	= 13.1 cm
Iy	= 720cm <sup>4</sup>
Zy	= 134 cm <sup>3</sup>
Sy	= 88 cm <sup>3</sup>
ry	= 3.8 cm
J	= 12 cm <sup>4</sup>
Cw	= 163001 cm <sup>4</sup>



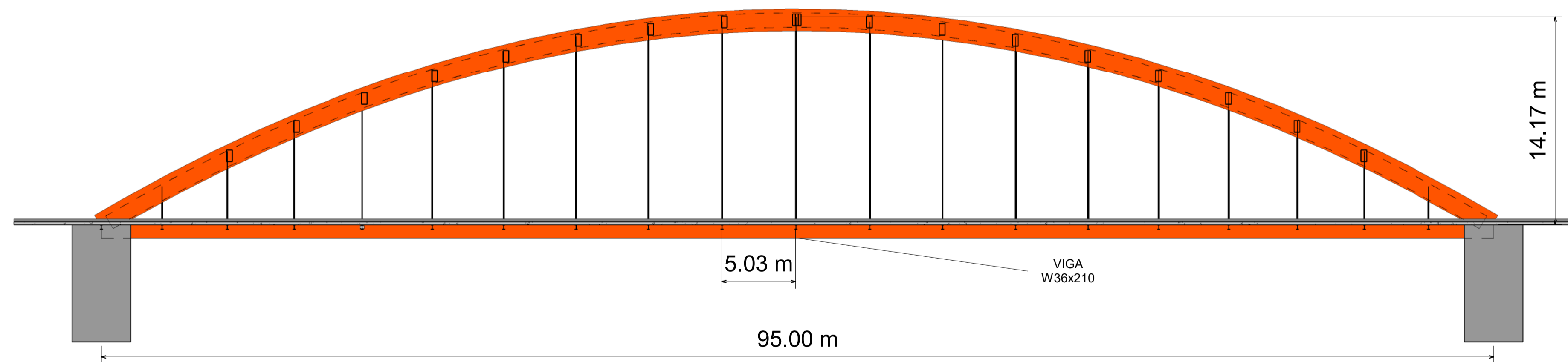
PERFIL TUB\_20X500X1000

TUB 20x500x1000	
H	= 1000 mm
tw	= 20 mm
bf	= 500 mm
tf	= 20 mm
Ix	= 592030 cm <sup>4</sup>
Zx	= 21719.3 cm <sup>3</sup>
Sx	= 11840.6 cm <sup>3</sup>
rx	= 10.1 cm
Iy	= 262980 cm <sup>4</sup>

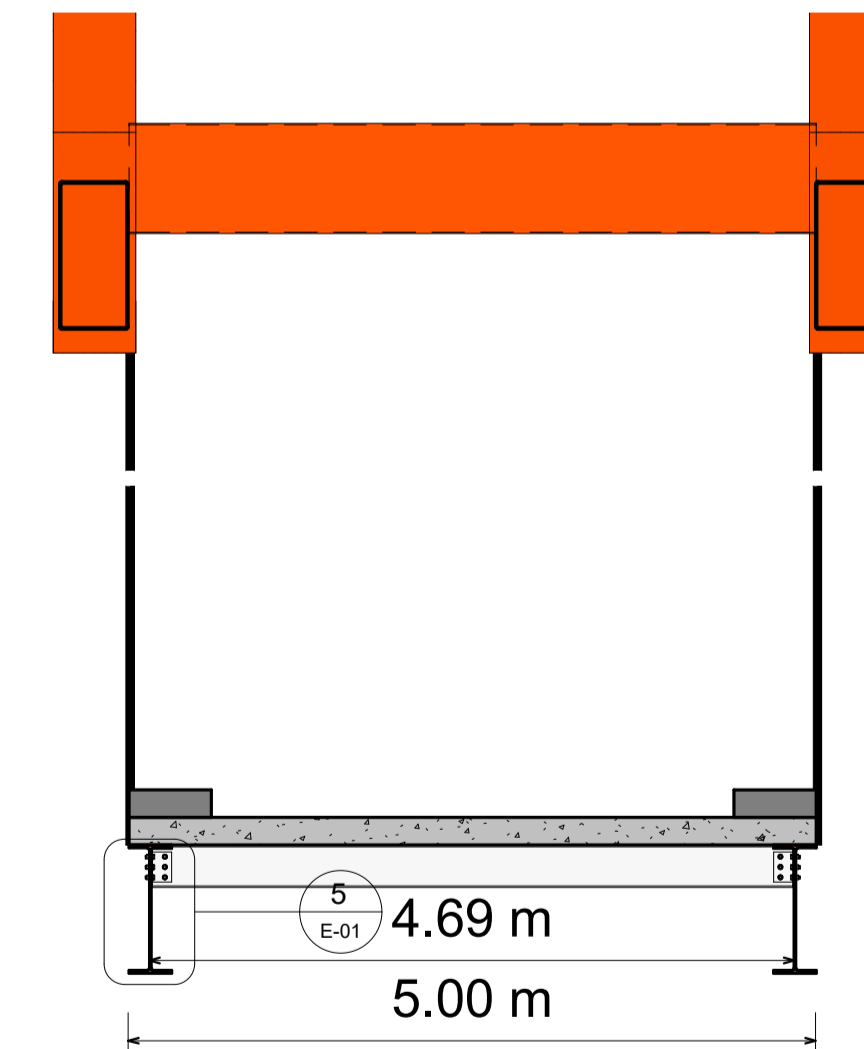


PERFIL TUB 15X400X800

TUB 15x400x800	
H	= 800 mm
tw	= 15 mm
bf	= 400 mm
tf	= 10 mm
Ix	= 299023.25 cm <sup>4</sup>
Zx	= 13776.8 cm <sup>3</sup>
Sx	= 598047 cm <sup>3</sup>
rx	= 10.1 cm
Iy	= 101643.25 cm <sup>4</sup>
J	= 234205.01 cm <sup>4</sup>



SECCIÓN LONGITUDINAL DEL PUENTE ARCO



SECCIÓN TRANSVERSAL

ANEXO 14.

**ACTA DE LIBRE DISPONIBILIDAD DE TERRENO PARA PROYECTO**

**Proyecto: "Diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isillum para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno".**

Isillum, 08 de diciembre 2020


En el Comunidad de Isillum del Centro Poblado de Isillum, siendo las dos de la tarde del día ocho de diciembre del año dos mil veinte, reunidos los pobladores del Centro de Poblado de Isillum bajo la convocatoria del alcalde menor del centro poblado de Isillum, el presidente del centro poblado de Isillum, el Sr teniente de la comunidad.

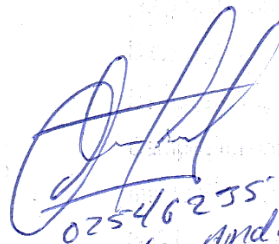
Con la finalidad de determinar la LIBRE DISPONIBILIDAD DEL TERRENO PARA EL PROYECTO. Por medio de la presente acta se autoriza el libre pase, o donación de terreno para el proyecto: "Diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isillum para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno".

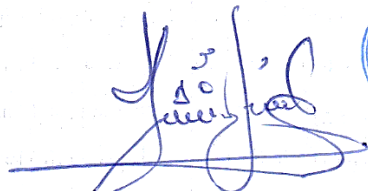
Donde las autoridades comunales y población campesina de Isillum han procedido a garantizar la disponibilidad del terreno en la etapa de ejecución de la infraestructura del puente tipo arco atirantado. Proyecto que beneficiara al Centro Poblado de Isillum y mejorara la transitabilidad de la población.

En señal de conformidad con los términos de la presente acta, se procede a suscribir y avalar con las correspondientes firmas de los presentes.

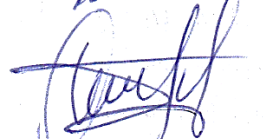
Se da por concluida la asamblea en la C.P. de Isillum a las 05 horas, pasando a firmar los presentes en señal de conformidad.

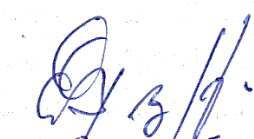
  
Municipalidad C.P. Isillum  
D.N.I. 4562046  
Alcalde C.P.


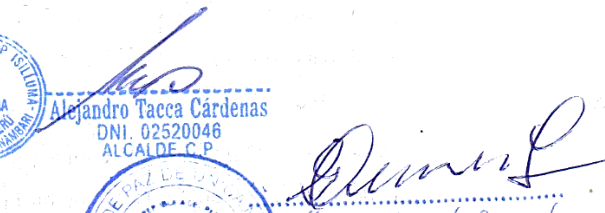
  
02546255  
Walter Andino

  
41267415

  
ALCALDIA  
SANDIA - PERU  
CENTRO ALTO INAMBARI  
Alejandro Tacca Cárdenas  
DNI. 02520046  
ALCALDE C.P.

  
80114588

  
02525925

  
JUZGADO DE PAZ DE UNICA NOMINACION  
C.P. ISILLUMA - ALTO INAMBARI - SANDIA  
R.A.M. 2917 P. OCAJUP - CSJPU  
  
Guillermo Mercado Coronel  
02543775

## ACTA DE COMPROMISO PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO

**Proyecto: “Diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isillum para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno”.**

Isillum, 08 de diciembre 2020

En el Comunidad de Isillum del Centro Poblado de Isillum, siendo las dos de la tarde del día ocho de diciembre del año dos mil veinte, reunidos los pobladores del Centro de Poblado de Isillum bajo la convocatoria del alcalde menor del centro poblado de Isillum, el presidente del centro poblado de Isillum, el Sr teniente de la comunidad.

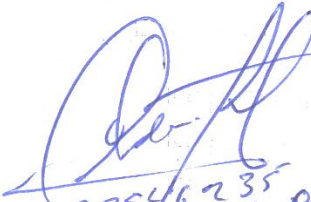
Con la finalidad de asumir el compromiso de los costos de operación y mantenimiento del proyecto “Diseño de puente tipo arco atirantado en la comunidad de Isillum para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno”.

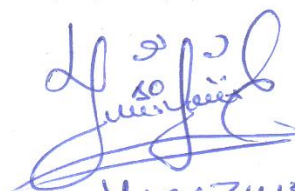
Donde las autoridades comunales y población campesina de Isillum se comprometen y ratifican en garantizar que, asumirán los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura del puente durante la vida útil del proyecto. Proyecto que beneficiara al Centro Poblado de Isillum y mejorara la transitabilidad de la población.

En señal de conformidad con los términos de la presente acta, se procede a suscribir y avalar con las correspondientes firmas de los presentes.

Se da por concluida la asamblea en la C.P. de Isillum a las 05 horas, pasando a firmar los presentes en señal de conformidad.

Comunidad de Isillum  
D.N.I. 4568202  
PRESIDENTE

  
02546235  
Walter Andia Q.


  
41267415


  
ALCALDIA  
SANDIA - PERU  
DISTRITO ALTO INAMBARI


  
Alejandro Tacca Cárdenas  
DNI. 02520046  
ALCALDE C.P.

  
JUZGADO DE PAZ DE UNIDAD  
REPUBLICA DE PERU  
SANDIA - N. T. P.

  
Qualberto Mercado Coronel  
Jefe del Juzgado de Paz de Unica Nominación  
C.P. ISILLUMA - ALTO INAMBARI - SANDIA  
R.A. 084 - 2017 P - OGAJUP - CSJWU

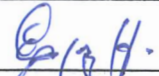





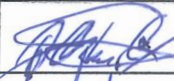
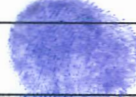




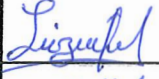
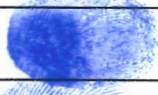

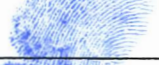


  
801141588

  
02825525

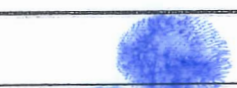
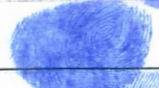

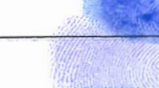

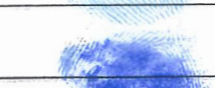

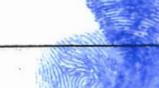
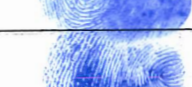
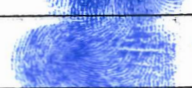


  
02345775

PADRON DE BENEFICIARIOS: Diseño de puente tipo arco atirantado en la Comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.

82


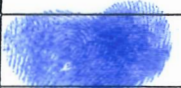



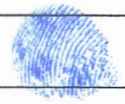
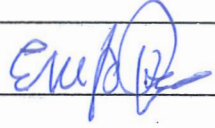
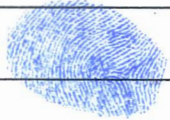
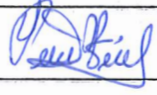
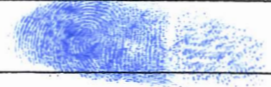
NRO DE VIVIENDA	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	HUELLA
V10	CALIXTO ORAZA HUAMAN	02525525		
V11	JORGE VEGA MEDINA	80298592		
V12	FACUNDO QUISEP HUISA	41267415		
V13	MARCELINO PINTO VILCA			
V14	PEDRO QUISEP QUISEP	02375889		
V15	YOEL CAHUINA SACACA	76754732		
V16	FELIPE FOSTINO NIECA VILLOVICENCO	02545775		
V17	YOLANDA MAMONI			
V18	LUZ MARTINA MOCHICA COCCINO	77346581		
V19	PACHA VALLEJOS ARMONDO	41536342		
V20	MARIA MOMONI QUILLA	41958898		
V21				

PADRON DE BENEFICIARIOS: Diseño de puente tipo arco atirantado en la Comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari - Puno.

NRO DE VIVIENDA	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	HUELLA
V 22	<del>Hever</del> <sup>Quispe Prado</sup> Everaldo Prado Quilla	41173592	<i>[Signature]</i>	
V 23	Alejandrina Gomes Machaca	40550163	<i>[Signature]</i>	
V 24	Mamani Huaquisto Juan de Dios	45391457	<i>[Signature]</i>	
V 25	Bacilia Velca Ccori	02553646	<i>[Signature]</i>	
V 26	Pedro Araujo Bellido	44209742	<i>[Signature]</i>	
V 27	Ageda Mamani Mamani	44046869	<i>[Signature]</i>	
V 28	<sup>Florencia</sup> Aroceli Colque Centeno	02522453	<i>[Signature]</i>	
V 29	Eugenio Apeza Huaman			
V 30	Nicolas Coarite Ccori	02522650	<i>[Signature]</i>	
V 31	Pedro Mamani Choquehuanca	80125760	<i>[Signature]</i>	
V 32	Calixto Apeza huamon	02525525	<i>[Signature]</i>	
V 33	Hiber Pbrocco Mamani	48174446	<i>[Signature]</i>	

020

PADRON DE BENEFICIARIOS: Diseño de puente tipo arco atirantado en la Comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.

NRO DE VIVIENDA	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	HUELLA
V 34	Dionicio Huaquisto Mamoni			
V 35	Melendes Artiz Edver	02546501		
V 36	Juana Bellido Mamoni	47892715		
V 37	Ricardo Urso Vargas Coceres			
V 38	Richard hermosilla vargos			
V 39	Alejandro Tacca Cardenas	02520046		
V 40	Gregorio Coceres Andia			
V 41	Elias Apaza Quispe	02582777		
V 42	Roger Lipa Melendes			
V 43	Yuli Yaquelin Zalazar Lipa	43928570		
V 44	Virginia Apaza Lipa			
V 45	Marcelino Lipa Bellido			



PADRON DE BENEFICIARIOS: Diseño de puente tipo arco atirantado en la Comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.

NRO DE VIVIENDA	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	HUELLA
V 50	Mamani Flores Olga	44983800		
V 51	Prodo Ticona Ivan			
V 52	Ronal Andia Quiñones	45652102		
V 53	Olga. Calcina. Condori	47841348		
V 54	R. Ricardo Herrosilla Salas	42293862		
V 55	Mercado Mamani Daniel	44245709		
V 56	Ortiz Toledo Juana	02523809		
V 57	Melendez Ortiz Edver	02546501		
V 58	Bellido Tacca Zenovio			
V 59	Mercado Coronel Galveto	02545418		
V 60	Mochicao Orosco Nicolas	02545738		
V 61	Apaza huomon calixto	02525525		

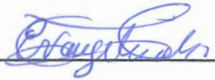
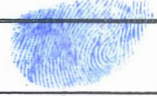
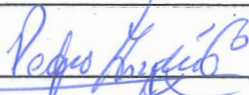
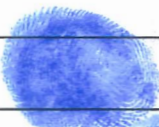

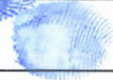
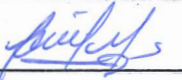
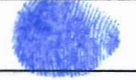
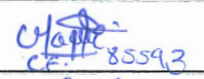
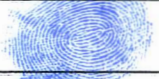

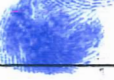


PADRON DE BENEFICIARIOS: Diseño de puente tipo arco atirantado en la Comunidad de Isillumá para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.

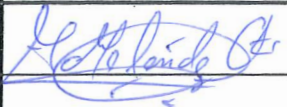
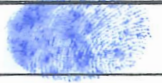

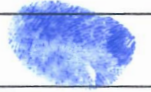

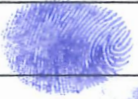
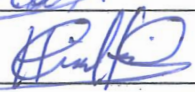
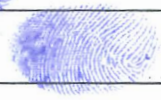
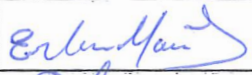
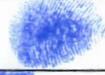

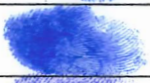

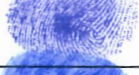


ojo

NRO DE VIVIENDA	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	HUELLA
V 62	Mercado Torres Jose Manuel	02546061		
<del>V 63</del>	Aguirre Toledo Calixto			
V 63	Lipa Quispe Marina	02410905		
V 64	Iglesia			
V 65	Mercado Coronel Gualberto	02545418		
V 66	Martha Pilco Momoni	43192641		
V 67	Pacha Lipa Lucrecia	48747847		
V 68	Pacha Apaza Adela	41136881		
V 69	huaquisto choquehuanca Yenny	46190297		
V 70	Abel ortiz Condori	41800859		
V 71	Edgar Vilca Ecori	02522760		
V 72	Momoni Aguirre Martin	02520116		

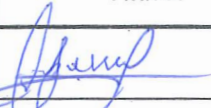








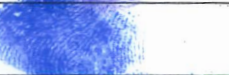

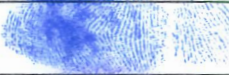

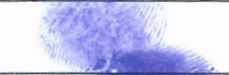

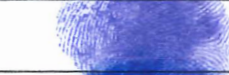



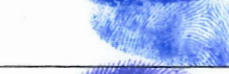
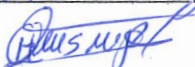
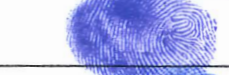
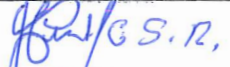

PADRON DE BENEFICIARIOS: Diseño de puente tipo arco atirantado en la Comunidad de Isillumá para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.

NRO DE VIVIENDA	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	HUELLA
V 73	Evangelina Mamani Aguirre	02525273		
V 74	Rorroquia San Antonio			
V 75	hno. Benito			
V 76	Anibal Andia Quiñones			
V 77	Pedro Andia Toledo	02521929		
V 78	Bequer Andia Quiñones	41782637		
V 79	Arnaldo Andia Quiñones			
V 80	Raúl Melendes svarez	02545927		
V 81	Rita Zúñiga Ccori			
V 82	Puesto de Salud H-1 isillumá	01875058		
V 83	Maria Mamani Quilla	41458898		
V 84	Victor Quispe Ticond			






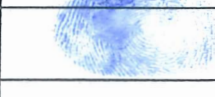

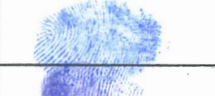
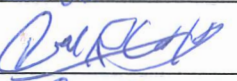


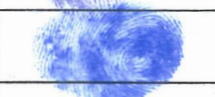
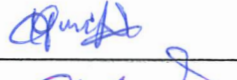
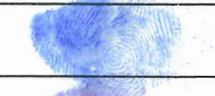
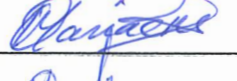
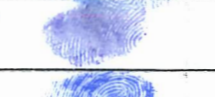

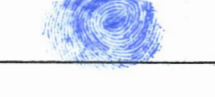
PADRON DE BENEFICIARIOS: Diseño de puente tipo arco atirantado en la Comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.

NRO DE VIVIENDA	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	HUELLA
V 85	Melendes Quiñones Guadberto	02523889		
V 86	Demetrio Hanco			
V 87	Chino Laura Brayan Ivan	47631717		
V 88	Dora Toledo Quispe	43666083		
V 89	Juana Bellido Mamani			
V 90	Cornelia Quispe Rosillo	0528618		
V 91	Hernon huaita Quispe	4542446		
V 92	Issac Gomez			
V 93	Erlin Mamani Mamani	43124180		
V 94	Muli Morales <sup>Valdivia</sup> Apaza	77712141		
V 95	Leticia Ada Mercado Laura	77127444		
V 96	Ellisban Palero Condori	4312182		

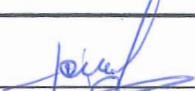
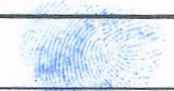





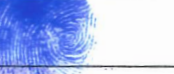













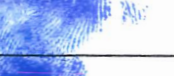


PADRON DE BENEFICIARIOS: Diseño de puente tipo arco atirantado en la Comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.

NRO DE VIVIENDA	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	HUELLA
V97	<del>Elisabeth</del> Juan cenit ochoa Pacha <del>Condori</del>	74527273		
V98	Círculo Momoni Flores	42395517		
V99	Herber Pilco Momoni	43985006		
V100	Alberto leoncio trujillo Arpita	41157781		
V101	Hernan hanceo Umpire	47032221		
V102	Iglesia Adventista del 7mo dia	02546061		
V103	Vicentina Condori Laura	02552165		
V104	<del>Eligancio</del> Riders Mordies <del>Moraless</del> Apaza <del>Alivia</del>	48739748		
V105	Honorio Soncco Calcina	02552672		
V106	olimpio Lazaro huanca Livisi	42176786		
V107	Huver Sucasaire Palero	77491319		
V108	Jorge Sucasaire Ramires	02545704		

PADRON DE BENEFICIARIOS: Diseño de puente tipo arco atirantado en la Comunidad de Isillumá para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.

NRO DE VIVIENDA	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	HUELLA
V109	Jaime Lucana Mamani	44080624		
V110	Vitaliana Laura arenas	43996124		
V111	Jesus Trujillo Laura	42200856		
V112	Aurelio Machaca charalla			
V113	Sidior Machaca Choque	44425441		
V114	Mareo Ramos Huaman	02522268		
V115	Elso Lopez Ccapa	02525365		
V116	Martin huaquisto			
V117	Alfredo Ccapa Casas			
V118	Jaime Huaquisto APAZA	45242653		
V119	Maria Centeno Mamoni	02545905		
V120	Maribel Centeno Mamoni	47090896		

PADRON DE BENEFICIARIOS: Diseño de puente tipo arco atirantado en la Comunidad de Isillumá para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.

NRO DE VIVIENDA	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	HUELLA
V121	Jesus Centeno Hanco	02522188		
V122	Linder Grover Centeno Momoni	73480659		
V123	Ayda Centeno Mamani	46006310		
V124	Marino Centeno Hanco	43270367		
V125	Sandro Centeno Masco	74642845		
V126	Sonia Centeno Masco	47825113		
V127	Paulina Masco Mamani	02545660		
V128	Fredi Centeno Masco	44696729		
V129	Lizbet Masco Salas	70782145		
V130	Percir Centeno Masco	74642844		
V131	Cassily Luque Chambi	46043889		
V132	Ayde Andia Condori	41416532		

PADRON DE BENEFICIARIOS: Diseño de puente tipo arco atirantado en la Comunidad de Isilluma para mejorar la transitabilidad de la población, Alto Inambari – Puno.

NRO DE VIVIENDA	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	HUELLA
V 133	Yony Mamoni Centeno	43988585		
V 134	Angel Centeno Mamoni	41536341		
V 135	Escuela Los Angeles de Jesus Isilluma <sup>72492</sup>	43928570		
V 136	Florencia Centeno de Mamoni	02521369		
V 137	Luger Mamoni Centeno	75471146		
V 138	Nilva Turpo Quispe	48478191		
V 139	Adan Mamoni Centeno	43707605		
V 140	I.E.S. San Antonio de Padua - Isilluma	41739919		
V 141	Villanueva Toledo Pacha	80146561		
V 142	Eleuteria Pacha Aguirre	02525492		
V 143	Maria Maribel Quispe Pacha	47924008		
V 144	Angel Luque			