



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION  
INGENIERÍA CIVIL

**Seminario de Graduación para Optar al Título de Ingeniero.**

**Tema**

**“Diseño Estructural de Puente Colgante Peatonal en Suspensión con  
Plataforma de Madera en la Comunidad el jícaro, Municipio de Esquipulas  
Departamento de Matagalpa.”**

**Elaborado por:**

**Br. Rogerio Edén Soza García.**

**Br. Lisandra Lisseth Acevedo Ruiz.**

**Br. Félix Rafael Herrera Calero.**

**No. Carnet**

**15719500**

**15722689**

**15722470**

**Tutor:**

**Ing. Carlos Zepeda Navarrete.**

**Fecha: 13 de junio 2020.**

## Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	ANTECEDENTES.....	5
3.	JUSTIFICACIÓN.....	6
4.	OBJETIVOS.....	7
4.1	Objetivo General.....	7
4.2	Específico.....	7
5.	CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.....	8
5.1	Geología local y estratigráfica del área de estudio.....	8
5.2	Ubicación y elección del tipo de puente.....	10
✓	Área de estudio.....	11
✓	Universo.....	11
✓	Muestra.....	11
6.	ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA NECESARIOS PARA EL DISEÑO DE PUENTES.....	13
6.1	ESTUDIOS EFECTUADOS.....	13
6.2	Hidrología.....	13
6.3	Estudio de Suelo.....	15
6.4	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
a.	Conclusiones.....	18
7.	TOPOGRAFÍA.....	20
7.1	Evaluación de las amenazas.....	23
7.1.1	Evaluación del riesgo.....	27
7.1.2	Proceso Metodológico.....	28
7.1.3	Marco legal.....	29
a).	Hipótesis.....	29
b).	Diseño Metodológico.....	29
7.1.4	Tipo de Estudio.....	29
7.1.5	Tipo de enfoque.....	30
8.	DIFERENTES COMPONENTES DE UN PUENTE.....	31
9.	INSTALACIÓN DE TABLEROS Y DE LAS VALLAS.....	48
10.	INSTALACIÓN DE LAS VALLAS.....	51

11.	ALTERNATIVAS Y FUNCIONAMIENTO DEL DISEÑO. ....	52
11.1	Alternativa Estructural Y Funcionamiento. ....	52
11.1.1	Alternativas de Diseño. ....	53
11.1.2	Levantamiento Topográfico. ....	54
•	A). Recolección de datos ..... 57	57
•	B). Procedimientos de recolección de datos.....	57
•	C). Análisis de resultados.....	57
12.	PROCESO DE DISEÑO.....	58
13.	CÁLCULOS DEL PUENTE DISEÑO ESTRUCTURAL. ....	67
14.	CIMENTACIONES .....	71
15.	CÁLCULOS DE ZAPATAS.....	75
16.	CONCLUSIONES .....	82
	BIBLIOGRAFÍA.....	83
	ANEXOS .....	84

## DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a:

**Dios:** El dador de la vida, la sabiduría y el conocimiento, forjador de nuestro camino, quien permitió que llegemos a este momento y nos dotó de fuerzas durante el recorrido de estos años para finalizar la carrera que iniciamos.

**Nuestras familias:** por su amor, paciencia, apoyo, calidez y fortaleza que nos dieron en este tiempo aun cuando por momentos quisimos desistir.

## AGRADECIMIENTO

De todo corazón al culminar esta etapa de mi vida de aprendizaje profesional, quiero agradecer a:

**Las Alcaldías Municipales:** Que representan el modelo de nuestro buen gobierno de reconciliación y unidad nacional, nos dieron esta oportunidad de capacitarnos y adquirir conocimientos técnicos que nos forman como personas y nos permiten un mejor desempeño laboral.

**Docentes catedráticos de esta prestigiosa Universidad:** quienes compartieron con nosotros sus conocimientos, enriqueciendo los nuestros, a fin de lograr un mejor desempeño en nuestras funciones.

Nuestro tutor de Proyecto **Ing. Zepeda**, por su dedicación al conducirnos en este último peldaño que vamos a escalar para llegar al final de esta meta que hace cinco años emprendimos.

Agradecemos al **Ing. Elmer Arce**, por su dedicación al transmitirnos en este último años sus conocimientos y dedicación en nuestro trabajo, apoyándonos en cada en el desarrollo de nuestro trabajo para poder desarrollarlo de la mejor forma gracias a las sugerencias aportadas por el.

Nuestros amigos y compañeros de clase y de esta revolución, ya que han sido un apoyo imprescindible a lo largo de estos años, y son una de las cosas más importantes que nos llevamos de esta carrera.

## RESUMEN.

En el presente trabajo de seminario de graduación se utilizará el método de diseño por factores de carga y resistencia (LRFD) para el análisis de diseño de estructura y subestructura del puente suspendido del Júcaro en el municipio de Esquipulas.

De Esta forma se implementará un método de diseño moderno como es el AASHTO LRFD bridge design specification 2010 al mismo tiempo que se utiliza la carga de diseño HS20-44+25%.

La intención de los requisitos de estas especificaciones es que sean aplicados al diseño, evaluación y rehabilitación de puentes carreteros tanto fijos como móviles. Sin embargo, los aspectos mecánicos, eléctricos y aspectos especiales relacionados con la seguridad de los vehículos y peatones no están cubiertos.

El puente construido bajo este acuerdo será propiedad de todas y cada una de las comunidades beneficiadas, con el propósito de mejorar el acceso a la educación, la atención médica, los mercados y las comunidades cercanas. El puente estará abierto a cualquier persona y sin restricciones ni tarifas. La propiedad no recaerá en el dueño de la propiedad que posee la propiedad subyacente

# 1. INTRODUCCIÓN

Los puentes aumentan la facilidad de acceso de las personas que se encuentran aisladas de mercados, escuelas, centros de salud, administraciones locales y servicios de básicos. Con un nuevo puente peatonal en una zona rural, se puede reducir la pobreza y mejorar los niveles de salud. Aproximadamente un 40 % de la población de Nicaragua vive apartada de las carreteras, viajando a pie por estrechos caminos que a menudo cruzan ríos - pequeños y grandes.

El puente suspendido y en suspensión son ideales para zonas rurales: la construcción no requiere de maquinaria pesada y se puede realizar enteramente gracias al esfuerzo humano. Es una estructura rentable que requiere muy poco mantenimiento, con una vida útil de hasta 30 años.

El objeto del presente trabajo se centra en el análisis y propuesta del diseño para la construcción de un puente peatonal suspendidos para facilitar el acceso a los pobladores de la comunidad El Jícara y comunidades aledañas.

El análisis de aspectos técnicos y criterios constructivos para considerar los valores peso, tablas de cargas vivas, combinaciones de cargas, factores de reducción de riesgo, al análisis del comportamiento estructural, entre otros están regidos por las normas nicaragüenses e internacionales.

Además, se pretende determinar que una obra de bajo costo, fácil construcción y mantenimiento es más viable para una economía frágil como la nuestra y más aún para estas comunidades en donde existe una buena parte del material necesario para construirlo como para prolongar su vida útil.

La municipalidad enfrenta los efectos de poseer una gran demanda y pocos recursos para atender a la población siendo necesario la integración

de la comunidad para su desarrollo y empoderamiento de sus infraestructuras.

## GLOSARIO

A continuación, se introduce un pequeño glosario que toma en cuenta algunas de las palabras técnicas que se utilizarán a lo largo del presente proyecto.

**Cable principal:** También llamado cable portador. Éste soporta las cargas gravitacionales a que es sometido el puente, siendo éstas las cargas de servicio correspondientes a las cargas permanentes y las temporales. Este tipo de cable trabaja a tensión.

**Cable secundario:** Más conocido como péndolas. Estos cables son los que se encargan de transmitir la carga de la calzada al cable principal, trabajan a tensión.

**Calzada:** estructura tipo cercha americana, sobre el cual se permitirá el paso de transeúntes y en este caso, será el elemento que sostendrá la tubería de reinyección.

**Catenaria:** forma parabólica que describe un cable cuando es sometido a cargas gravitacionales y define la altura adecuada de las torres y el diámetro del cable principal.

**Claro:** es la longitud entre las dos torres o apoyos. Para determinar el claro del puente, se debe tener el perfil del terreno, con el cual se determinan los puntos de apoyo de los cimientos de la torre. En este caso, el claro es de 150 m.

**Cimiento:** es el soporte de las torres y el encargado de transmitir los esfuerzos al suelo.

**Contra flecha:** Curvatura convexa y ligera que se realiza en una viga o cercha para compensar cualquier flecha probable frente a la acción de una carga determinada”

**Dado de anclaje:** Son los encargados de soportar la tensión que transmite el cable principal en sus extremos. Trabaja principalmente por carga gravitacional acción de su propio peso, pues éste contrarresta la componente vertical de la tensión y el empuje pasivo contrarresta la componente horizontal.

**Flecha:** es la distancia vertical que comprende desde la altura máxima de la torre, hasta tocar el cable principal. Ésta es definida por la catenaria.

**Modelo:** es el realizado en el programa de análisis estructural SAP2000.

**Torres:** son elementos que trabajan en compresión y deben tener la altura necesaria para que el cable principal adopte la forma adecuada de la catenaria.

## 2. ANTECEDENTES

La comunidad El Jícaro se estableció en las riveras del río Grande de Matagalpa, en esta zona según pobladores solo habitaban dos familias de apellido Jarquín y Urbina eran jornaleros que cuidaban las propiedades de los terratenientes durante la dictadura Somoza quienes en esta zona repastaban ganado vacuno. Actualmente existen más de 60 viviendas.

En el año 2011 la administración municipal realizó la apertura de 17 km del camino de penetración en la parte norte que une a las comunidades Los Potreros, Las Piedras y El Jícaro con la carretera troncal de Esquipulas – San Dionisio en el puente Bopal a 9 km del casco urbano, con el fin de mejorar las condiciones de acceso a la comunidad y evitar pérdidas humanas por la crecida del río que provoca las dificultades en el acceso a las comunidades y zona urbana.

En el año 2016 se realizó la construcción de un puente colgante peatonal en suspensión en la comunidad La Caldera y en Cinta Verde ambos puentes están establecidos sobre quebradas con menor caudal y se han anclado a los taludes de dicha quebrada.

De igual forma en la comunidad de los Encuentros donde se construyó en el año 2015 se construyó un puente colgante suspendido, en este sector de la población necesitaba que se le facilitara la factibilidad de movilización para evitar riesgos de pérdidas humanas.

En Santa Teresa en el año 2016 se realizó la construcción del puente colgante suspensión en la Comunidad de Ochomogo, proporcionando a la comunidad aledaña que serán beneficiadas para mejorar su alternativa de salidas y evitar muertes en las familias de las comunidades. En el año 2017 se realizó la construcción de puente suspendido peatonal colgante en la comunidad de Santa Elena, el cual tiene el propósito de mejorar las condiciones de seguridad para llegar a la comunidad y las familias de las diferentes comunidades.

### 3. JUSTIFICACIÓN

En el presente estudio la dificultad de acceso que presenta la comunidad de El Jícaro, ubicada en una zona de acceso limitada, se hace necesario la realización de un estudio de que determine una posible solución y facilite el acceso, debido a que es una comunidad que presenta el mayor grado de complejidad de acceso a nivel de infraestructura vial, dicho estudio permitiría construir obras civiles con el fin de facilitar el acceso de los habitantes a sus hogares.

El estudio se basa en las técnicas adecuadas para utilizarse en la reducción del riesgo del acceso a la comunidad, conociendo así las condiciones actuales de acceso. El objetivo del proyecto del puente por suspendido como alternativa para cruzar el cauce del río Grande de Matagalpa en todo tiempo, lo que permite la implementación de tácticas que tomen en cuenta estas condiciones locales.

El principal objetivo que realizaremos es de mucha importancia para mostrar que las condiciones de los habitantes en su seguridad y garantizar el acceso a todos los habitantes, con la realización de un puente suspendido, con el fin de garantizar la vida de las personas que transitan en el lugar.

La realización de esta investigación se basa en el análisis de datos obtenido en encuentros sostenidos con la comunidad y el análisis de las condiciones del relieve. Los puentes colgantes son usados ampliamente en zonas rurales porque permiten el uso de las condiciones ambientales sin sufrir muchas alteraciones, y son la solución para lugares que presentan las mismas condiciones demográficas y topográficas.

## 4. OBJETIVOS.

### 4.1 **Objetivo General**

- Diseñar la estructura del puente colgante como alternativa para cruzar el río Grande de Matagalpa en todo tiempo en la comunidad El Júcaro.

### 4.2 **Específico**

- Conocer las condiciones actuales a las que se enfrenta la comunidad para poder cruzar el Río Grande de Matagalpa.
- Evaluar las condiciones topográficas, hidráulica y zona de riesgo en el cruce de río grande de Matagalpa.
- Establecer las cargas gravitacionales, sísmica y viento para el diseño estructural del puente colgante.
- Realizar el diseño estructural del puente colgante.

## 5. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

### 5.1 Geología local y estratigráfica del área de estudio.

Geológicamente el área de estudio se encuentra ubicada en la región central Sur de Nicaragua, la cual se caracteriza por el predominio de depósitos volcánicos de edad Terciario pertenecientes al Grupo pre Matagalpa e incluida dentro de las eras Mesozoica Superior, Cenozoica y Eoceno (Cretáceo-Terciario). Dichas unidades se encuentran representadas en la columna estratigráfica descrita de lo más antiguo a lo más reciente y definida por cuatro unidades lito estratigráficas. Fig. 1

Las características generales de las unidades geológicas identificadas a nivel de formaciones y grupos, así como las litologías dominantes de las mismas. Esta información fue extraída del Capa vectorial en formato Shape de Mapa Geológico elaborado para toda Nicaragua a escala 1:250,000 y editado por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). A continuación, se describen las diferentes unidades geológicas identificadas y cartografiadas en el área de estudio. (Ver ANEXO 1)

**Tabla 1- de distribución geológica**

Unidad	Et_unidad	Unidad1	Area_ha	Km	%	Autor
<b>Coyol inferior</b>	Tm-coi	Mioceno	5863.74	58.64	26.65	Ineter
<b>Coyol superior</b>	Tp-cos	Plioceno	218.63	2.19	0.99	Ineter
<b>Formación Matagalpa</b>	To-mat	Oligoceno	15923.60	159.24	72.36	Ineter

*Fuente INETER escala 1:250000*

- Grupo Coyol Inferior y superior

Tiene una amplia distribución en el departamento de Matagalpa. Corresponde al sistema Neoceno Superior, serie del Mioceno-Medio-Superior, con una litología

dominada por lavas basálticas y andesito-basálticas, andesito-dacitas, riodacitas, tobas y brechas tobáceas de riolitas y dacitas aglomeríticas.

Presentan suelos con desarrollo genético juvenil a inmaduro que corresponden a los sub grupos taxonómicos: Litic Haplustolls y Argustolls y Udic Haplustolls y Argiustolls.

- Formación Matagalpa (Mt)

Generalmente se encuentra asociada con el Grupo Coyol. Este grupo geológico corresponde al sistema Neoceno, serie del Mioceno-Oligoceno-Medio, con una litología dominada por tobas riolíticas y riodacíticas, lavas brechosas andesíticas y basálticas, areniscas tobáceas, brechas areno-arcillosas, e ignimbritas.

Presentan suelos con desarrollo genético juvenil a inmaduro que corresponden a los sub grupos taxonómicos: Litic Haplustolls, Litic Argustolls y Udic Haplustolls, epic Haplustolls y Argiustolls. (Lorente)

**Fig.1 Columna Estratigráfica Generalizada de las áreas de estudio**

ERA	Periodo	Epoca	Grupo Formación Unidad	Litología	Espesor (m)	Descripción
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Depositos Cuaternario	Qalr	10-15	Suelo Laterítico- Abigarrado- Arcilloso- Nodular, de coloración rojizo a amarillento, con alteraciones de hematización y limonización
	TERCIARIO	EOCENO	G. Pre - Matagalpa	Terma	110	Basalto- Andesita- Roca Silicificada.
Terr				70	Variedad de Tobas (Toba litica de color Verdusca, Marron, Rojiza, Anaranjada, Amarillenta - Toba Pomacea).	
Tcre				85	Roca Sedimentarias (Roca Silicificada, Arenisca Liticas, Arenisca Calcaria, Lutitas verdosa, rojizas, Conglomerado medio y Conglomerado calcareo).	
MESOZOICA	CRETACEO	SUPERIOR				

## 5.2 Ubicación y elección del tipo de puente.

Para la realización de un proyecto de puente se requiere estudiar los siguientes aspectos.

- Localización de la estructura o ubicación en cuanto al sitio, alineamiento, pendiente y rasante.
- Tipo de puente que resulte más adecuado para el sitio escogido, teniendo en cuenta su estética, economía, seguridad y funcionalidad.
- Forma geométrica y dimensiones, analizando sus accesos, estructura, cauce de la corriente y fundaciones.

- Obras complementarias tales como: los accesos, protección de los márgenes y rectificación del cauce, si fuera necesario.
- En caso de obras especiales conviene recomendar sistemas constructivos, equipos, etapas de construcción y todo aquello que se considere necesario para la buena ejecución de la obra.

✓ **Área de estudio.**

El área de estudio es en la comunidad El Jícaro, municipio de Esquipulas. El área donde se llevarán a cabo los análisis de su entorno es en río Grande de Matagalpa.

✓ **Universo.**

El universo, estará constituido por el departamento de Matagalpa.

✓ **Muestra.**

De nuestro universo, se escoge el municipio de Esquipulas conforme a los análisis de estudios realizados más las condiciones de los habitantes de la comunidad.

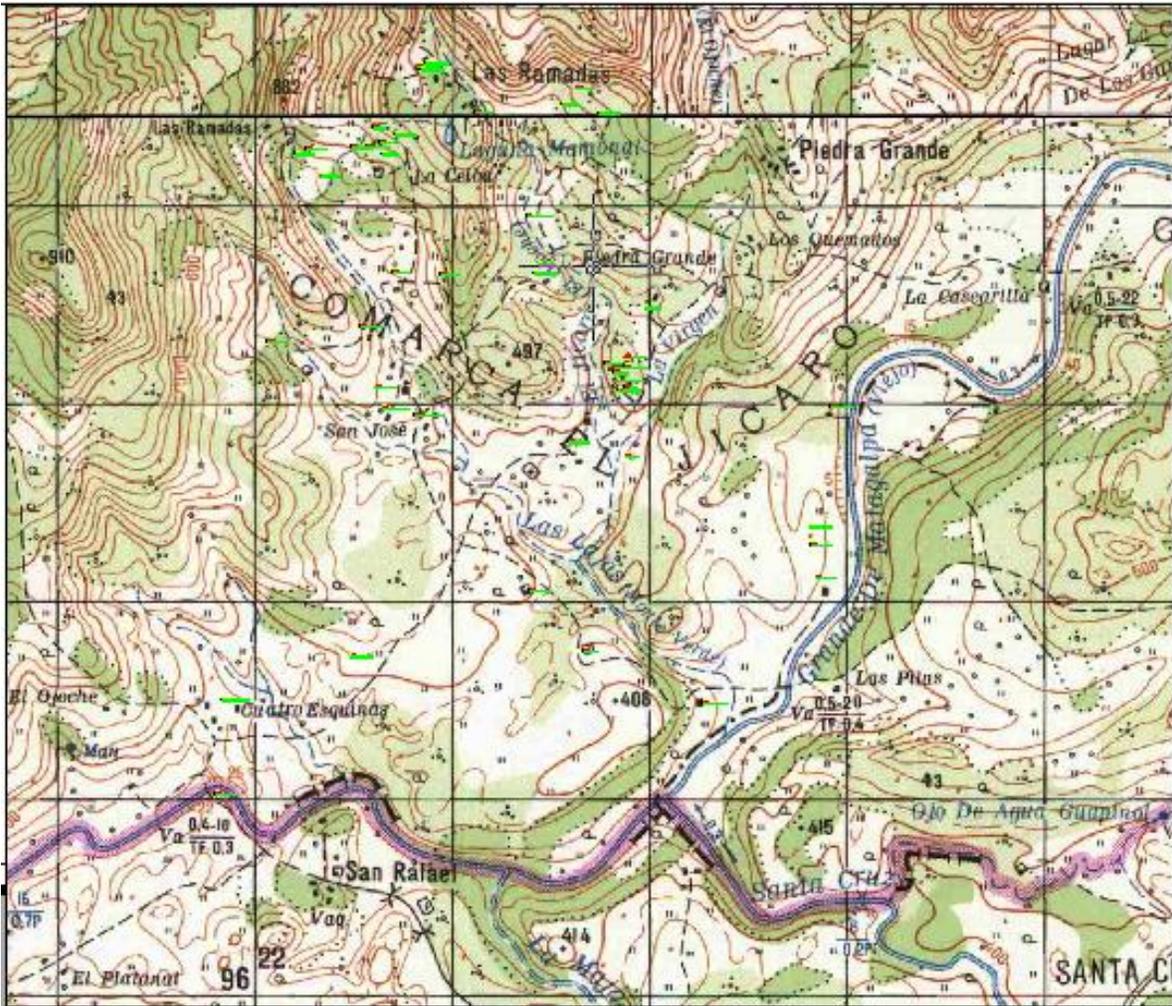


Figura.1. Ubicación del puente.

## **6. ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA NECESARIOS PARA EL DISEÑO DE PUENTES**

### **6.1 ESTUDIOS EFECTUADOS.**

Los estudios efectuados se dividieron en tres fases principales:

- Estudio de Campo.
- Estudio de Laboratorio.
- Estudios de las Soluciones de Fundaciones.

### **6.2 Hidrología**

La hidrología es una rama de las ciencias de la Tierra que estudia el agua, su ocurrencia, distribución, circulación, y propiedades físicas, químicas y mecánicas en los océanos, atmósfera y superficie terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares

Nicaragua hidrológicamente se encuentra dividida por 21 cuencas que abarcan todo el territorio nacional, siendo 8 cuencas que fluyen sus aguas al Océano Pacífico y 13 lo hacen hacia el Océano Atlántico. (PROATAS, 2014)

La cuenca N<sup>o</sup> 55, es la del Río Grande de Matagalpa a ella pertenecen las tres sub cuencas; Río Grande de Matagalpa – San Dionisio, Río Grande de Matagalpa – Matiguas y Río Olama que se encuentran en el municipio de Esquipulas. El Río Grande de Matagalpa tiene un patrón de drenaje exorreico, y el río Olama drenaje dendrítico ambos ríos son anchos y de curso permanentes. (Ver ANEXO 2)

**Tabla 1- distribución sub cuencas del municipio**

<b>Cuenca</b>	<b>Sub cuencas</b>	<b>Área (ha)</b>
Rio grande de Matagalpa	Rio grande de matagalpa – san dionisio	17504.74
	Rio olama	4353.97
	Rio grande de matagalpa – matiguas	146.41
	<b>Total</b>	<b>22005.12</b>

*Elaborado por DODT – AMUPNOR*

En el municipio hay 23 micro cuencas que pertenecen a las dos sub cuencas; Rio Grande de Matagalpa – San Dionisio y Rio Olama de la cuenca del Rio Grande de Matagalpa, su red de drenaje fluvial presenta una densidad de drenaje moderadamente densa, está compuesta por una gran cantidad de pequeñas quebradas de corto recorrido con patrón dendrítico, marcado por su orientación y control litológico de permeabilidad baja y topografía fuertemente onduladas que corresponde al tipo de formación geológica.(Ver mapa n°4)

Hidrogeológicamente en la región Norte, de acuerdo a su fisiografía, geomorfología y geología, se caracteriza por conformar el macizo central montañoso que se caracteriza por la presencia de terrenos muy accidentados y originados por formaciones geológicas que van desde el paleozoico hasta el cuaternario reciente, dominado las rocas volcánicas con algunas presencia de rocas instructivas, sedimentarias y metamorfositas, a excepción de los valles volcánicos que se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales.

Las rocas volcánicas permiten una baja transmisibilidad de agua, lo cual afectan las recargas y el almacenamiento de los acuíferos, por tanto en el Municipio de Esquipulas no se presentan potencialidades de aguas subterráneas.

Las potencialidades en relación al Municipio, giran en aspectos estratégicos como era la construcción de la Presa Hidroeléctrica Copalar, en la actualidad no se aprobó la construcción de esta hidroeléctrica, pero si la construcción de la

hidroeléctrica Tumarín por lo que se mantiene la importancia estratégica en este sentido. (Ver ANEXO 3) (Esquipulas-AMUPNOR, 2014)

### **6.3 Estudio de Suelo.**

En este informe se presenta los resultados de las investigaciones efectuadas en el proyecto de “puente Colgante Esquipulas”, el cual se localiza en la Comunidad del Jícaro. Dicho estudio se realizó con el propósito de obtener los principales parámetros del sub-suelo para definir la profundidad de desplante y la presión del suelo.

Estas investigaciones y estudios de suelo se realizaron en el laboratorio de material y suelos de la universidad nacional de ingeniería, quien procedió a realizar el estudio de suelos correspondiente.

El objetivo general del estudio es el de obtener los parámetros básicos necesarios del sub-suelo para el diseño de las cimentaciones que permitan tomar las previsiones pertinentes, a fin de alcanzar el desarrollo exitoso del proyecto, para lo cual debe determinarse lo siguiente:

- Tipo de suelos existentes.
- Profundidad de desplante de los Cimentación.
- Presión admirable del suelo (capacidad de carga admisible del suelo).

#### **a). ESTUDIOS DE CAMPOS.**

El estudio fue realizado de acuerdo a solicitud técnica definida por el cliente. En las que se le incluye la ejecución de 2 sondeos a presión y 1 calicata los que se ubicaron de forma racional en el área donde se proyecta la construcción de la cimentación del puente. El tercer sondeo no se pudo realizar, ya que el suelo presento rechazo, por lo que se tomó la decisión de efectuar una calicata para determinar la secuencia estratigráfica y determinar el tipo de material que predomina en ese punto.

El equipo utilizado para la ejecución de los sondeos consistió: en una máquina perforadora la cual nos permitirá efectuar los ensayos requeridos y toma de muestras de acuerdo a las normas mencionadas.

Las muestras obtenidas en el campo se identificaron preliminarmente mediante procedimientos rutinarios de campo, luego se trasladaron al laboratorio para su correspondiente análisis.

#### **b). ESTUDIOS DE LABORATORIOS.**

Las muestras obtenidas en el campo se identificaron preliminarmente mediante procedimientos rutinarios de campo, luego se trasladaron al laboratorio para ser analizado.

Ensayo	Especificaciones A.S.T.M
Granulometría de los suelos	D- 422
Limite liquido de los suelos	D- 423
Índice de plasticidad de los suelos	D- 424

Los suelos en estudios se clasificaron por el sistema unificada de clasificación de Suelos (**S.S. C. S**). Según la A.S.T.M. En su designación **D 2487.**

#### **b). ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES.**

Se indican más adelante en el acápite correspondiente a conclusiones y recomendaciones del presente informe.

#### **6.4 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

Sobre la base del informe técnico de exploración, elaborado por el personal de campo y los resultados obtenidos del laboratorio se puede afirmar que en la secuencia estratigráfica del subsuelo del sitio en estudio se puede describir los tipos de suelo que a continuación se mencionan.

Materiales finos, los que se encuentran constituidos por limos inorgánicos, del color café. En el sistema unificado de la clasificación de los suelos, **SUCS**, se clasifica del tipo **MI**. Este material es de baja compresibilidad y media plasticidad. En la base al número de golpes por pie de penetración, obtenido del ensaye de penetración estándar, este material es de consistencia relativa media.

Materiales granulares, los cuales se conforman por arenas limo arcillosas, de color blanquecino. En el sistema unificado de clasificación de suelos. **SUCS**, se clasifica del tipo **SM**. La fracción fina que contiene este material es alta compresibilidad y de media plasticidad, en base. Al número de golpes por pie de penetración, obtenido del ensaye de penetración, obtenido del ensaye de penetración estándar, este material es de compacidad relativa densa.

Materiales granulares, los que se conforman por arenas limosas de color café. En el sistema unificado de clasificación de suelos, **SUCS**, se clasifica del tipo SM. La fracción fina que contiene este material es de baja compresibilidad y de media plasticidad. En base al número de golpes por pie de penetración, obtenido del ensaye de penetración estándar, este material es de compacidad relativa variable de media a densa.

Lecho rocoso de color café, la cual se observa en estado sano. Este material presenta una resistencia a compresión simple promedio de  $38.6 \text{ kg/cm}^2$

La secuencia estratigráfica del subsuelo del sitio es de estudio se describe a continuación, considerándose desde la superficie hasta la profundidad investigada:

En el estrado superior, desde la superficie, hasta la profundidad de 0.91 metros en el sondeo S-1 y hasta profundidad de 0.46 metros en el sondeo S-2, se observa un material fino, correspondiente a un limo inorgánico, que se clasifica del tipo ML. De media plasticidad.

En el estado inferior, a partir de la profundidad de 0.91 metros en el sondeo S-1 y a partir de la profundidad de 0.46 metros en el sondeo s-2, hasta la profundidad investigada, se presenta un material granular, correspondiente a arenas limo arcillosas y arenas, que se clasifica del tipo SM, cuya fracción fina es de media plasticidad.

En el sitio de los sondeos S.3. se realizó una calicata, observándose un lecho de color café, la cual se presenta en estado sano, este material dio como resultado una resistencia a compresión simple promedio de 38.6kg/cm<sup>2</sup>.

#### **a. Conclusiones.**

Considerando la estrategia del sub-suelo y los resultados de la prueba normal de penetración se concluye:

Que suelos predominantes en el sitio es estudio corresponden a materiales finos, conformados por, arenas limosas, que se clasifican del tipo ML y materiales granulares. Correspondientes a arenas limosas y arenas limo arcillosas, que se clasifican del tipo **SM**.

En general se presentan densidades adecuadas de cimentación a partir de la profundidad de 1.40 metros.

#### **b. Recomendaciones.**

Sobre la base de la investigación de campo, resultados obtenidos en el laboratorio cálculos realizados y las conclusiones anteriores se recomienda lo siguiente.

Para cálculos de las cimentaciones del puente se propone colocar el cimiento a la profundidad de 1040 metro, a partir de la superficie actual del terreno, utilizando una presión admirable de 2.6 kg/cm<sup>2</sup>

Antes de colocar el cimiento deberán retirarse 0.30 metros del suelo que quedar bajo el y reponerlo con material selecto compactado al 100% de su densidad seca máxima, en capas no mayores de 0.15 metro, garantizado que la superficie quede nivelada, en espera del cimiento. Se recomienda una sobre-excavación mínima de 0.30 metros a cada lado del cimiento, vista en planta.

En el caso que el cimiento quede apoyado sobre roca, se deberá garantizar que el fondo de la excavación sea conformado y nivelado en espera del cimiento.

Si se desea cimentar a una profundidad menor que la recomendada anteriormente, deberá de hacerse un mejoramiento entre la profundidad propuesta y la que se desea desplantar. Para lo cual deberá extraerse el material existente hasta la profundidad de 1.70 metros y reemplazarlos, hasta la profundidad deseada por material selecto, con un sobre – ancho a cada lado de la zapata de 0.30 metros, colocados en capas no mayores de 0.15 metro, compactándolo al 100% de su densidad será máxima utilizando la misma presión admisible dada anteriormente.

#### **Recomendaciones de orden general.**

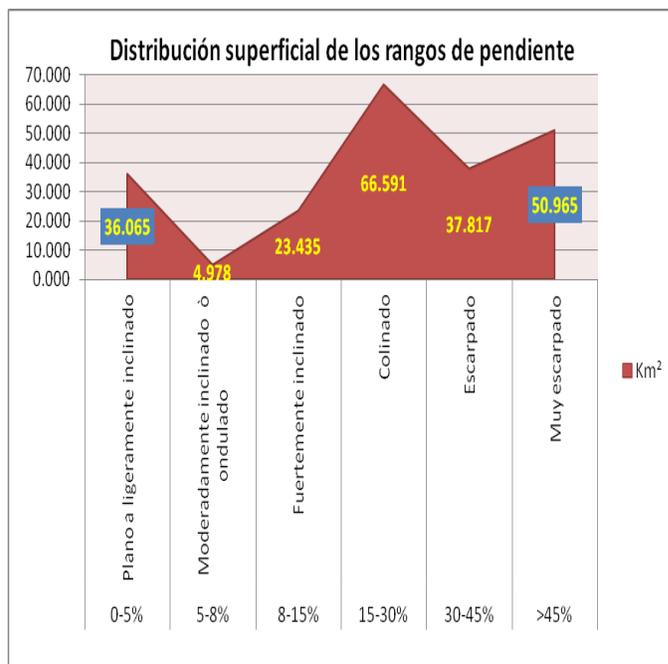
Se Deberá proveer a la obra de todos los elementos de protección contra la erosión, por efecto de la corriente de agua, considerando la posición aguas arriba como aguas abajo.

Se deberá llevar un estricto control de compactación de campo del material selecto durante su colocación.

## 7. TOPOGRAFÍA.

La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales. Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno.

(Esquipulas-AMUPNOR, 2014) El municipio presenta pendientes que van desde plano a ligeramente inclinado hasta muy escarpado. Predominando con un 30.29% el colinado, el 23.18% muy escarpado, el 17.2% escarpado, 16.4% plano a ligeramente inclinado, 10.66% fuertemente inclinado y 2.27% moderadamente inclinado. El relieve según su morfología se observa en forma de colinas, cerros, montañas, macizos montañosos, valles, cañadas, micro cuencas. Las pendientes y las diferentes formas del relieve, así como el uso actual del suelo y la cobertura vegetal nos muestran la realidad visual de un municipio eminentemente agropecuario y con grandes atractivos paisajísticos.



**Rangos de Pendientes y su Superficie**

DODT - AMUPNOR 2012

Las pendientes entre 0% al 15% ocupan el 27.33% (64.478 km²), del territorio son las áreas más adecuadas para la agricultura (granos básicos, hortalizas, café y algunos cultivos no tradicionales) y ganadería siempre tomando en cuenta los otros factores que intervienen como el clima, suelo, manejo de los cultivos. Las pendientes entre el 15% al 30% ocupan el 30.29% (66.591 km²), son aptas para agricultura y ganadería con el manejo apropiado de los suelos

con obras de conservación de suelos y aguas, densidades y diseños de siembra según la pendiente, carga de pastoreo.

Suelos con pendientes de 30% a > 45% ocupan 40.38% (88.782 km<sup>2</sup>), en nuestro país son utilizados para la siembra de granos básicos y café, con pocas prácticas de conservación de suelo y agua, lo cual tiene como consecuencia la degradación de los mismos, siendo la vocación de los suelos con estas pendientes de conservación de la flora y fauna, protección de fuentes de agua y forestal en menor escala. (Ver ANEXO 4)

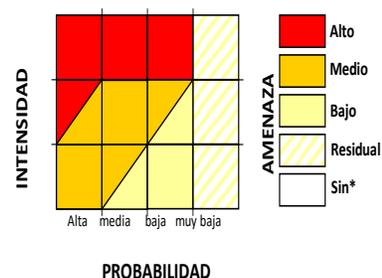
**Tabla1:** Tipo de valores topográficos.

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO								
N°	X	Y	Z		N°	X	Y	Z
1	622,373.00	1,397,103.00	372.00		26	622,410.57	1,397,069.50	362.00
2	622,373.00	1,397,110.86	372.58		27	622,404.16	1,397,075.22	362.45
3	622,363.27	1,397,102.33	372.52		28	622,397.09	1,397,081.52	364.32
4	622,367.15	1,397,113.09	373.37		29	622,389.88	1,397,087.95	366.89
5	622,497.23	1,396,992.25	391.00		30	622,382.84	1,397,094.22	369.22
6	622,493.31	1,396,995.74	391.15		31	622,377.38	1,397,099.10	370.82
7	622,488.86	1,396,999.71	389.83		32	622,370.12	1,397,105.56	371.73
8	622,482.57	1,397,005.32	386.73		33	622,367.73	1,397,107.70	372.43
9	622,475.41	1,397,011.70	383.61		34	622,365.81	1,397,109.41	372.93
10	622,467.93	1,397,018.36	379.90		35	622,357.26	1,397,117.04	374.26
11	622,463.69	1,397,022.14	377.18		36	622,354.08	1,397,119.87	374.54
12	622,459.83	1,397,025.59	374.52		37	622,345.00	1,397,127.97	374.89
13	622,455.03	1,397,029.87	372.40		38	622,336.72	1,397,135.35	375.29
14	622,453.96	1,397,030.82	371.93		39	622,426.27	1,397,055.51	347.79
15	622,449.84	1,397,034.50	370.58		40	622,416.57	1,397,064.16	345.27
16	622,448.05	1,397,036.09	369.43		41	622,347.62	1,397,125.63	374.79
17	622,446.53	1,397,037.44	368.33		42	622,363.35	1,397,092.18	372.00
18	622,444.67	1,397,039.10	366.98		43	622,382.65	1,397,113.82	372.00
19	622,441.24	1,397,042.16	365.16		44	622,479.34	1,397,008.19	385.32
20	622,437.10	1,397,045.85	363.64		45	622,444.31	1,397,019.99	372.00
21	622,433.10	1,397,049.42	362.81		46	622,463.61	1,397,041.64	372.00
22	622,429.98	1,397,052.20	361.41		47	622,415.15	1,397,064.08	360.80
23	622,427.64	1,397,054.29	360.33		48	622,416.49	1,397,065.57	360.80
24	622,427.39	1,397,054.51	359.79		49	622,426.97	1,397,053.54	360.33
25	622,415.82	1,397,064.82	360.80		50	622,428.30	1,397,055.03	360.33



## 7.1 Evaluación de las amenazas

La frecuencia y diversidad de amenazas naturales, la magnitud de los daños y pérdidas materiales y humanas asociadas con estas en los últimos años, ha generado una reflexión y un debate sobre los factores ajenos a los eventos físicos en sí, que podrían ayudar a explicar los niveles de destrucción e impacto sufrido en la economía y sociedad.



Una explicación en torno a esta reflexión es la llamada vulnerabilidad social o humana ante lo cual se hace necesaria la gestión en la reducción del riesgo. Tal como se ha expuesto anteriormente, la amenaza se define por la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno físico potencialmente dañino dentro de un tiempo y un lugar determinado. Matemáticamente, la amenaza se expresa por dos variables, o sea su intensidad y su probabilidad de ocurrencia. Por consiguiente, la amenaza se puede evaluar a través un diagrama donde se relaciona la probabilidad con la intensidad.

Amenazas con muy poca probabilidad de ocurrencia, pero de intensidad alta puede ser representada en la zona residual. En cuanto a la probabilidad de ocurrencia, **P**, se puede calcular con la fórmula matemática siguiente, donde **n**, es un lapso de tiempo de referencia y **T**, el periodo de retorno del fenómeno:

$$P = 1 - (1 - 1/T)^n$$

En el marco del plan de desarrollo, la probabilidad de ocurrencia ha sido calculada en función de un lapso de tiempo de 25 años, o sea una generación, duración que parece una escala de tiempo pertinente en el marco de la planificación territorial. Por ejemplo, considerando un periodo de referencia de 25 años, la probabilidad que ocurre un fenómeno de periodo de

retorno de 25 años es de 64%, o sea  $1-(1-1/25)^{25}$  Luego se usó la siguiente escala de calificación de la probabilidad:

**Tabla 2– Probabilidades De Retorno**

Probabilidad	Tiempo de referencia de 25 años	Período de retorno
Probabilidad alta	100% a 64%	1 a 25 años
Probabilidad media	64% a 40 %	25 a 50 años
Probabilidad baja	40% a 33%	50 a 100 años
Probabilidad muy baja.	Menos de 33%	Más de 100 años

Fuente: SINAPRED

Intensidad: Sin embargo, aunque se puede calcular matemáticamente, la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno por definición es incierta. En lo que concierne a la intensidad, por falta de nomenclatura y datos disponibles, se usó la siguiente matriz de valores indicativos y caracterizaciones existentes.

**Tabla 3- Caracterización De Amenazas De Origen Natural**

Fenómeno:	Grado	Valor indicativo	Caracterización
Deslizamiento  E = espesor de la capa a removerse en metros	Alta	$E > 2 \text{ m}$ $V = 5-10$ cm/año	El impacto del deslizamiento de tierra sobre las estructuras, puede inducir daños estructurales mayores o una destrucción repentina. Personas en peligro dentro de los edificios. Reparaciones a construcciones afectadas son costosas o imposibles debido a los daños estructurales. Los edificios deben ser evacuados y destruidos por

<p>V = velocidad del deslizamiento en centímetro por año</p>			completo. Infraestructuras superficiales pueden ser cortadas, telecomunicación, electricidad, carretera.
	Media	$2\text{ m} > e > 0.5\text{ m}$ $V = 2 - 5\text{ cm/año}$	El impacto de los bloques o piedras transportadas por el deslizamiento pueden inducir daños en la pared sin riesgo para la estabilidad de la construcción. Las personas están en peligro fuera de los edificios. Se puede considerar reparaciones.
	Baja	$E < 0.5\text{ m}$ $V < 2\text{ cm/año}$	Las personas en general no están en peligro. Hay daños mínimos a los edificios, sin embargo la estabilidad de la construcción no sufre ninguna alteración.
<p>Derrumbe</p> <p>E = energía cinética en kilojule</p>	Alta	$E > 300\text{ kJ}$	300 kJ corresponde aproximadamente a la energía de impacto que puede soportar una pared de concreto armado. Personas en peligro dentro y fuera de los edificios. El impacto de piedra o bloque engendra daños mayores a la estructura de las construcciones que puede llegar a la destrucción parcial o total de edificios. En el caso de una destrucción total hay que contar con peligro de muerte o de graves heridas. No hay recuperación posible, o muy costosa, de los edificios afectados. Las infraestructuras superficiales pueden ser cortadas, electricidad, carretera.
	Media	$30 < e < 300\text{ kJ}$	Las personas están en peligro dentro de los edificios. El impacto puede causar daños a las paredes y techos sin afectar la estabilidad de la construcción. Se puede considerar reparaciones.

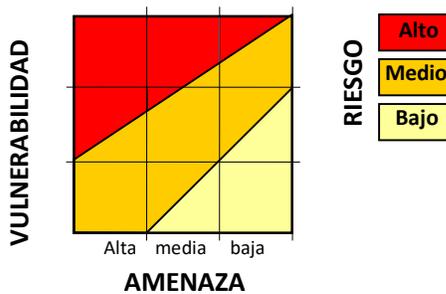
	Baja	$E < 30 \text{ kJ}$	30 kJ corresponde aproximadamente a la energía de impacto que puede soportar una pared de madera. Las personas en general no están en peligro. Hay que contar con perforación en las paredes o el techo como producto de la caída de piedra o bloque, sin embargo los daños son menores y pueden ser fácilmente reparados.
<p>Inundación</p> <p>H = altura de inundación en metros</p> <p>V = velocidad de derrame en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s)</p>	Alta	$H > 2 \text{ m}$  $V \times h > 2 \text{ m}^2/\text{s}$	Las personas están en peligro fuera y dentro de los edificios que pueden ser inundadas, vías de acceso y de huidas cortadas. Hay que contar con daños importantes en la estructura de la construcción hasta destrucción de edificios. La crecida transporta materiales y piedras que pueden también causar daños. Las riberas sufren de una fuerte erosión.
	Media	$2 \text{ m} > h > 0.5 \text{ m}$  $V \times h > 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$	El agua entra en los edificios sin embargo fuera de las riberas, las personas no están en peligro. Las vías de acceso y huida son practicables. Hay que contar con daños a edificios pero no sobre su destrucción. Se puede esperar un depósito de sedimento y piedra.
	Baja	$H < 0.5 \text{ m}$  $V \times h < 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$	No existe ningún peligro para las personas pero hay que contar con daños a enseres domésticos y alimentos, las inundaciones son dominables por la comunidad y pueden ser contenidas.

Elaborado por DODT – AMUPNOR (Ver ANEXO 4)

### 7.1.1 Evaluación del riesgo

El Riesgo entendido como producto de la amenaza por la Vulnerabilidad se puede expresar con el modelo conceptual siguiente:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$



Se puede desarrollar un modelo matemático al igual que en el caso de la amenaza, en el que se caracteriza el riesgo como resultado de la fusión de la amenaza y de la vulnerabilidad.

El grado de riesgo obtenido puede ser interpretado de la manera siguiente:

#### Grado de Riesgo alto:

La zona de Riesgo Alto es una **zona de prohibición de construcción** en la cual:

- Las personas están en peligro tanto dentro como fuera de los edificios.
- Puede ocurrir una destrucción total y repentina de uno o más edificios.

#### Grado de Riesgo medio:

La zona de Riesgo Medio es una **zona de reglamentación** en la cual los daños pueden ser limitados con medidas de prevención. En esta zona:

- Las personas están en peligro afuera pero poco o en absoluto dentro los edificios.
- Hay que contar con daños a los edificios pero no sobre su destrucción repentina, por lo menos si el tipo de construcción está adaptado a las condiciones en presencia.

## Grado de Riesgo bajo:

La zona de Riesgo Bajo es esencialmente una **zona de sensibilización**, en la cual:

- El peligro para las personas es menor o inexistente.
- Hay que contar con pocos daños sobre los edificios, sin embargo, pueden ser inhabitable durante un tiempo.

### 7.1.2 Proceso Metodológico

El presente Análisis de Riesgos Naturales del Municipio de Esquipulas fue realizado tomando como base el *Estudio indicativo de peligros naturales* desarrollado en octubre del 2000 con financiamiento de COSUDE, las metodologías emitidas por INETER para la realización de mapa de inestabilidad de laderas, inundación y sequía.

La evaluación de peligros del área en estudio se ha realizado a través de una estrategia de trabajo consistente en las siguientes acciones:



(Esquipulas-AMUPNOR, 2014)

### **7.1.3 Marco legal.**

Nicaragua se rige por diversas leyes y reglamentos que regulan todas las actividades que en el país se ejecutan, algunas de estas hacen referencia a cada uno de los requisitos necesarios que se deben cumplir para el funcionamiento legal de una empresa.

La construcción en Nicaragua, está regida por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y establece las reglas aplicables al servicio público, como lo es el Reglamento Nacional de la Construcción RNC. Las normas nicaragüense NIC-2000 para calles caminos y puentes, las A.A.S.H.T.O M31 para acero, la selección de la materia prima, diseño del concreto, dosificación, fabricación y colado del concreto se hace cumpliendo las especificaciones del reglamento internacional del concreto (ACI) y reglamento internacional del acero (AISC). (García, 2019)

Estas Normas Reglamentarias establecen los requerimientos aplicables al diseño y construcción de nuevas edificaciones, así como a la reparación y refuerzo de las ya existentes que lo requieran.

Como consecuencia, para el diseño de edificaciones seguras ante la acción dañina de agentes externos, las normas vigentes en Nicaragua deberán ser aplicadas de manera rigurosa para la obtención de datos precisos que han de ser recolectados mediante diversos trabajos de campo, que proporcionaran valores cuantitativos que luego serán utilizados para el diseño de obras civiles que sean capaces de resistir daños.

#### **a). Hipótesis**

Sera el Diseño del puente colgante como alternativa para cruzar el rio Grande de Matagalpa en todo tiempo en la comunidad El Jícaro una solución.

#### **b). Diseño Metodológico**

##### **7.1.4 Tipo de Estudio**

La futura investigación presentará diferentes tipos de estudios durante su desarrollo. Es decir:

Será un estudio descriptivo por qué se pretende presentar las características que posee el territorio. En otras palabras, se detallará el entono y la acción que esta afecta a la siguiente variable y se toma en cuenta que hacer para que la edificación sea segura.

Además, habrá un tipo de estudio correlacional, pues se pretende detectar qué variables se encuentran conectadas entre sí, como influye una variable en otra. Por ejemplo, la relación entre la estructura y sus características, por qué si se llegaran a utilizar más o menos parámetros de seguridad o de diseño con respecto a otra, podría permitir un comportamiento distinto en la estructura.

Así mismo, será un estudio de corte transversal porque se desarrollará durante un corto periodo de tiempo.

#### **7.1.5 Tipo de enfoque**

La Investigación poseerá un enfoque cuantitativo debido a varios aspectos. Uno de ellos, a que permitirá la realización de una comparación entre diseños similares, teniendo acá dos casos; diseño de puente en suspensión o suspendido.

Además, como en toda investigación cuantitativa será necesario el uso de softwares, Microsoft Excel para memoria de cálculos, AutoCad para el diseño y modelado de los planos, para diseño en 3D y ensayo del comportamiento de la estructura, incluyendo las cargas gravitacionales a las que estará sometido el puente, así como cargas laterales debidas a los efectos de sismo y viento. (García, 2019)

Para el Levantamientos de la información del puente se deberán de realizar una serie de pasos para poder obtener la información de la cual será la necesaria para tomar la mejor decisión de Diseño que no provoque las pérdidas de las familias y perdidas de la inversión que se hará de acuerdo al diseño que se produzca por la información levantada con los siguientes pasos.

Para diseñar puentes suspensión se requiere de un mínimo de conocimientos técnicos.

La siguiente sección proporciona una guía paso a paso para el diseño del puente una vez realizado el estudio del lugar ya descrito en:

- 1.1 Estudio de Viabilidad y Levantamiento Topográfico.
- 2.2 Levantamiento Topográfico.
- 2.3 Perfil del Puente y Localización de las Cimentaciones
- 2.4 Cálculo del Número de Niveles Requeridos
- 2.5 Posición Final de las Cimentaciones
- 2.6 Selección de los Diseños de Niveles y Anclajes
- 2.7 Selección del Tamaño de los Cables: Herramienta de Búsqueda de Cables
- 2.8 Selección de los Planos de Construcción
- 2.9 Recopilación de los Planos Definitivos.

## **8. DIFERENTES COMPONENTES DE UN PUENTE.**

La superestructura de la cual estará construida de cada conjunto de elementos que forman la parte del puente, y generalmente está compuesta por los materiales a los cuales se deben de tomar para hacer la superestructura del puente:

- a). Materiales.
- b). Excavaciones.
- c). Cimentaciones.

Se deberá Asegurar que las cimentaciones estén niveladas de adelante hacia atrás, de un lado a otro. Se Comprobará que las cimentaciones a ambos márgenes del río tienen sus lados adyacentes perpendiculares. Se usará la línea central para marcar la posición.

En la Construcción del puente se deberá de tomar en cuenta cada uno de los componentes que se mencionaran a continuación, para el proceso de construcción de cada una de las partes del puente el cual estamos diseñando en nuestro proyecto.

Este puente se construirá porque debido a las dificultades que presentan las familias para salir de las comunidades se les ayudara para su seguridad de las familias, el principal objetivo es la buena construcción de la estructura.

El diseño del puente constara con las normas de calidad establecidas en el manual de la construcción de Nicaragua y con los manuales de puentes para la prosperidad los cuales nos ayudarán y tendrán la durabilidad y resistencia de acuerdo al diseño que proponemos.

El puente estará construido con una combinación de madera, acero, malla ciclón, piedra bolón, con una armadura de madera y acero.

A continuación, se mencionarán cada uno de los partes de construcción del puente colgante entre estas tenemos las siguientes:

- ✓ Cable de estiramiento.
- ✓ Fuerzas de cable.
- ✓ Diseño de cable.
- ✓ Diseño de pedestal.
- ✓ Diseño de torres.
- ✓ Diseño de la torre.
- ✓ Diseño de anclaje.
- ✓ Diseño de cubierta.

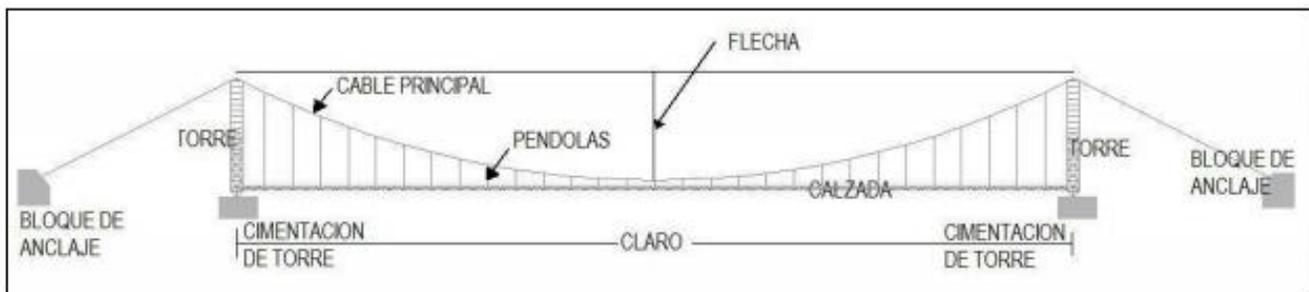
Los puentes colgantes son en muchas ocasiones un medio sencillo y económico para salvar grandes ríos y valles profundos, donde la construcción de

estructuras metálicas o de hormigón armado es sumamente difícil o resulta antieconómica”. Por este motivo son muy utilizados para transportar fluidos en grandes luces.

El diseño de un puente colgante conlleva al diseño de gran cantidad de elementos, entre estos se pueden mencionar como principales, los siguientes:

- a) Cable principal.
- b) Cables secundarios o péndolas.
- c) Cables de viento (Si se requieren).
- d) Estructura de torre.
- e) Superficie de rodamiento.
- f) Fundaciones de las torres.
- g) Dados de anclaje.
- h) Obras urbanísticas (Ejemplo: muros de retención).

En la figura 1 se muestran algunos de los elementos básicos que componen un puente colgante y cuya definición se presentará en el glosario.



**Figura 1.** Elementos de un puente colgante.

**Fuente:** elaboración de FARRAH CALDERÓN JARA.

### **a. Torres e Instalación de Sillas.**

El diseño de las torres de acero se pueden encontrar más detalles en el ejemplo de diseño al final de esta sección. Estas torres están hechas de torres de acero tienen una bisagra en su base. esto es para permitir que la torre gire ligeramente hacia el río cuando el puente esté completamente cargado y gire hacia atrás cuando se retire la carga. Otros diseños con una torre de acero que se fija en la base (La parte inferior de la torre está fundida en concreto, pero el diseño de este tipo de torres está fuera del alcance de

El diseño de acero estructural es según el AISC manual de construcción de acero, noveno y es según ASD o diseño de tensión permisible. La torre se analiza para determinar la flexión combinada y las cargas axiales, así como la cizalla. Para este diseño, se recomienda encarecidamente el uso de un software de análisis como RISA.

Para poder realizar la atención de los cables, donde se realizará el cruce de cada uno de los cables a los cuales traspasan de una torre a otra y donde se deberán tensar cada uno de los cables para la colocación de la plataforma de madera. Las medidas de las torres donde estará ubicada las sillas serán de 10 metros, por 3 metros de ancho, en cada extremo de la torre estará ubicada la silla prefabricada. Dejando un espacio de 1.40 cm donde está ubicada la sección donde se pasarán los cables y a los cuales están ubicados para la sección de la plataforma del puente.

## **b) Los pedestales.**

La sección describe el diseño de los pedestales que sostienen las torres de acero en la base. Los pedestales se pueden utilizar para minimizar la diferencia de altura de un lado al otro.

Los pedestales están diseñados utilizando la especificación ACI para el diseño de concreto simple o concreto sin refuerzo de acero. Esta suposición de diseño se

realiza debido a que los pedestales tienen una relación altura / ancho relativamente baja y una carga lateral baja donde no se introducirán momentos. Dimensione el pedestal usando la ecuación de resistencia axial nominal de concreto transversal de ACI.

Los pedestales son suficientes para soportar la carga sin reforzar el acero, se agrega una cantidad mínima. B2P agrega la mitad del uno por ciento del área de concreto para mayor durabilidad. los 13 mm se colocan a 300 mm de espacio según AASHTO 8.18.2.3.2 (empates).

**c). Complete el Montículo de la Pasarela y Coloque las Sillas Prefabricadas (opcional).**

Se realizar el Relleno de hormigón en el espacio entre las torres formando un montículo de 10 cm sobre el perímetro de la mampostería (30 cm desde la base de la torre). Se marcarán 58 cm desde el punto central (centro entre las dos torres) y coloque la silla prefabricada, dimensión más interior de la silla. Las guías deben estar colocadas a 58 cm, 63 cm y 68 cm respectivamente de la línea central. Esta superficie de acero actuará como superficie de fricción para los cables de la pasarela, ya que el cable se estirará cuando entre en carga.

**d). Montaje y fabricación de la Montura.**

Las sillas del pasamanos o mejor dicho de la placa las cuales estarán en manteniendo los cables los cuales serán ubicados y a la vez los que sostendrán la pasarela (de 64.8 m sobre la base de las torres). Se cortarán las placas las cuales estarán construidas de acero las Colocadas para que el cable pase a 3.1 cm del lado interior de la torre donde esta ubicados los cables. Se Construirá un montículo de hormigón con una mezcla de 1:2:3. Compruebe que ambas torres del pasamanos se encuentran al mismo nivel. Asegurando de que el interior este completamente relleno de hormigón para

levantar la torre donde estarán ubicados los cables la medida de esta es de 1 metro.

### **Diseño del bloque de transición.**

Esta es la pieza que forma parte esencial la cual ayudara a las tensiones de los cables, donde deben de tomarse cada una de las condiciones para sostener la estructura con cada una de las cargas de las cuales deben estar y soportar el peso de la mega estructura las cual estará para sostener las cargas.

En el diseño propuesto se toma en cuenta cada una de estas especificaciones y condiciones para usarlas en el diseño propuesto tomando en cuenta que se han realizado otros diseños bajo estas condiciones y las cuales son aplicable al diseño que realizamos en estos momentos.

El bloque de transición es la pieza concéntrica que encierra el tubo grande que los cables enrollarán alrededor de las barras de transición alrededor del concreto. Hay dos consideraciones principales al dimensionar estas tuberías. Primero, estas tuberías están dimensionadas para que el área de la sección transversal sea suficiente para la fuerza de corte aplicada a la tubería desde los cables.

En segundo lugar, la tubería no debe ser más pequeña que el radio de curvatura mínimo para el cable que se enrolla alrededor de la tubería de transición. Este radio mínimo se puede encontrar en una tabla de eficiencia de flexión en el Catálogo de suministros de Hanes o equivalente. Tenga en cuenta que al usar un tamaño más pequeño que el mínimo recomendado, la eficiencia de los cables disminuye significativamente. Los dibujos estándar no especifican las barras de refuerzo dentro del bloque, pero un acero mínimo dentro del bloque podría evitar el agrietamiento y aumentar la durabilidad.



**Figura 2:** Diseño de bloque de reacción.

**Fuente:** Manual Suspensión Bridge.

### **e). Anclajes e instalaciones de los cables.**

Estructura de cables en puente colgante en suspensión.

#### **Análisis de anclaje.**

Esta sección describe los detalles del diseño de anclaje de hombre muerto y los supuestos asociados. La discusión sobre el diseño de rocas está más allá del alcance de este manual. Consulte a un ingeniero profesional con licencia para obtener soporte de análisis de anclaje de rocas.

De manera general la estructura de cables que componen un puente colgante es la siguiente:

a) Cables principales: El cable principal es el cable que soporta la carga total del puente y se coloca anclando los extremos en las fundaciones del cable principal, pasándolo por la parte superior de las columnas del puente. b) Cables spinning: Son los cables que van desde la fundación de la torre de un extremo hasta el otro extremo, atravesando el puente en toda su longitud y colocado por debajo del área de circulación, es como un soporte inferior del puente. c) Cables de viento: Es el cable que se coloca a cada uno de los lados del puente para evitar el movimiento lateral del puente producido por el viento, estos son requeridos para puentes con claros mayores a los 50 m, para los puentes con claros menores a los 50

e) Cable de suspensión o suspender: Es el cable que soporta cada una de las secciones de madera o metálica que conforman la mesa de circulación del puente. En el diseño se contempla el cálculo únicamente de la longitud porque el diámetro se recomienda de 13 mm ó 1/2 plg.

f) Los Cables estabilizadores: Son cables que se colocan de la base de la torre hacia el cable principal. Estos son necesarios si el claro del puente es mayor a los 81.00 metros, en el caso de nuestro diseño es de 68.4 metros de largo.

g) Los Estabilizadores diagonales: Deben ser provistos para puentes con claros mayores a los 141,00 metros. El cable estabilizador diagonal es utilizado en combinación con el cable estabilizador y en ambos casos se recomienda la utilización del cable de diámetro 13 mm.

h) Cable estabilizador lateral: Este cable es necesario colocarlo en los casos que la altura de la torre sea mayor que 25.00 metros. El diámetro recomendado para este cable es de 26 mm o 1 plg y su anclaje puede ser en una base separada o en combinación con la fundación del cable de viento.

En resumen, los cables no estandarizados y que dependen de la longitud y otros aspectos del puente son los cables principales, spanning y de viento.

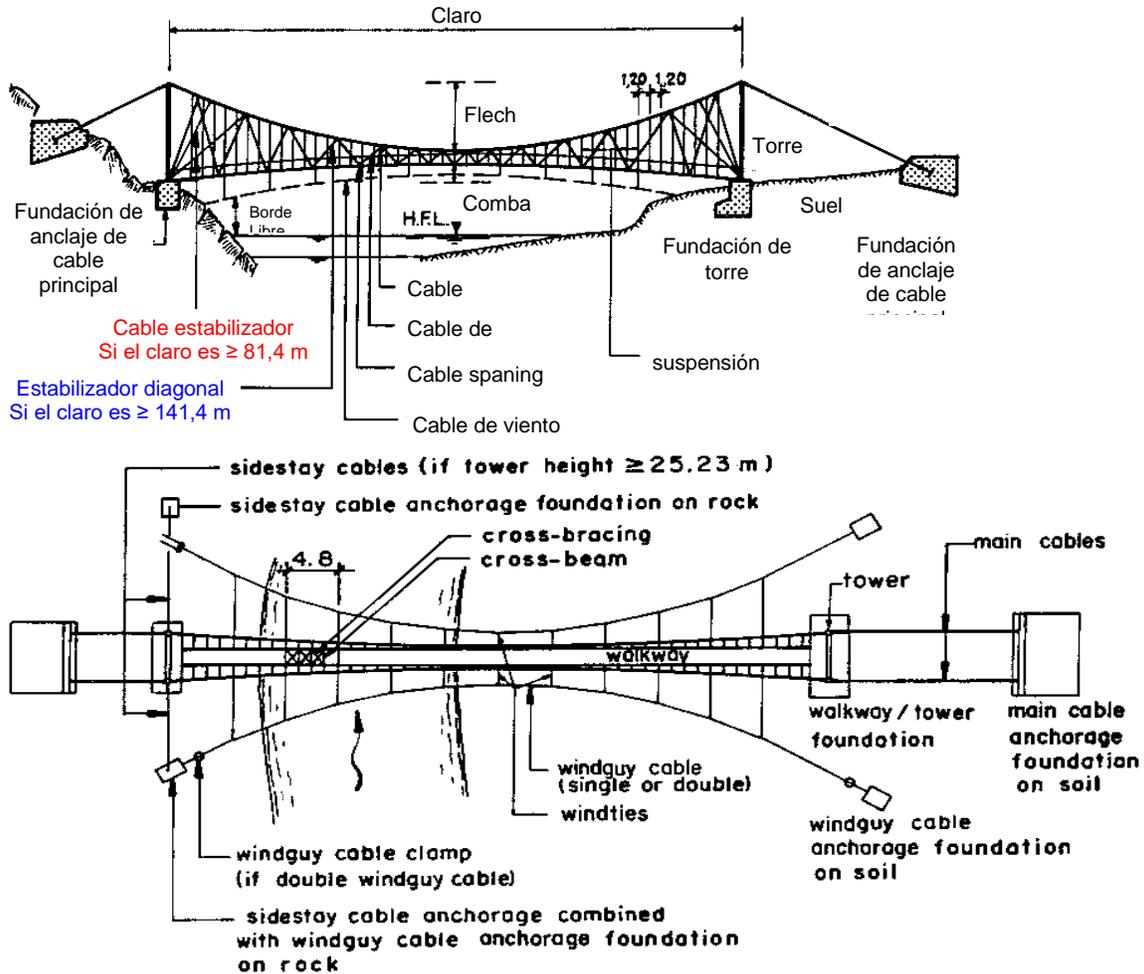


Figura 3. Vista en planta de diseño de puente.

### DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL CABLE PRINCIPAL.

El procedimiento descrito está previsto para un diseño de tipo de viento. En casos muy raros en donde no se pueda proporcionar un diseño de tipo de viento.

El esquema y la carga inicial es basado en la estructura bajo carga muerta. La tabla libre tiene que ser mantenida para cualquier alineación del cable (incluso los cables de tipo de viento) para el caso de carga de muerta.

Una apreciación global de los parámetros principales y sus casos de carga pertinentes se da en la tabla siguiente:

<b>Caso de carga</b>	<b>Carga</b>	<b>Relevante para determinar</b>	<b>Referirse a</b>
Izaje	Carga muerta de cables principales	Comba de izaje de cables principales	8.3
Carga muerta	Todas las cargas muertas y la pretensión de los <b>spanning cables</b>	Caso inicial de carga, tablero libre. Longitud de suspensores. Medidas de estabilización e izaje de torre	8.3, 8.8, 8.9
Carga total	Todas las cargas muertas y la carga viva	Número y medida de los cables principales. Diseño de fundaciones de cables principales	8.3, 8.7
Carga de viento	Carga de viento actuando sobre la pasarela	Número y medida de los cables de viento. Diseño de fundaciones de cables de vientos	9.4, 9.5
<b>Combinación de carga</b>			
Carga muerta + carga total de viento	La carga de viento actúa sobre los cables principales, suspendidos y torres.	Medidas de los cables spanning. Chequeo de espesor de torre. Diseño del pasarela/ Fundaciones de las torres.	8.4, 8.5, 8.6
Carga total + 1/3 de la carga de viento			

**Tabla1:** Tipo de cargas del puente.

**Nota:** Debe notarse que el término "caso" se usa para distinguir las cargas claramente (Ej. Carga muerta) del Caso de carga (caso de carga muerta = cargas muertas + pretensión del spanning cable).

En el manual de las normas técnicas de la construcción en la página 17 MCN – Pag 17 capítulo II se establece las cargas unitarias de las cuales se requieren para el diseño de un puente estas serán aplicadas a nuestro diseño tomando en cuenta el manual de construcción de Nicaragua y otros manuales aplicándolo a nuestro modelo.

Existen dos tipos de anclajes que se explican aquí: viga y tambor. El último solo se usa para condiciones de roca dura y con luces menores de 60 m. Todos los otros escenarios posibles requieren de un anclaje tipo viga. Para Condiciones de Suelo y Roca Blanda con Luces de hasta 120 metros.

Las cuales se deberán colocar las barras rectas en cada esquina de los cercos según las cantidades y dimensiones siguientes:

Se deben de colocar los 3 ganchos de montaje SOLO en el anclaje que será ajustable. De nuevo, si se usa el mismo tipo de anclaje en ambos lados (de viga o tambor) el de menor cota será el ajustable. Si se usa un anclaje de tambor y otro de viga, el de viga será el ajustable. Al colocar dos de los ganchos de montaje a 0.80 m de los extremos de las jaulas de acero. Un cabrestante se fijará a los ganchos cuando se realice el montaje de la flecha, por lo que se comprueba que los ganchos están bien colocados.

\* Cuando se usen tres cables para el tablero es aconsejable colocar el tercer gancho de montaje en la mitad de la jaula de acero.

#### **h). Colocar el Cable y Añadir los Tubos.**

En esta sección los cables se deberán Colocar en cada lado del río. Dejándolos alineados en la excavación, alineados con los puntos de la torre.

Se introducirán los cables de la pasarela en el bloque de reacción para cables de longitud flexible colocados en cada torre, el lado ajustable se introduzca los cables dejándolos en el foso (Dado de concreto) donde estarán ubicados los cables para sostener la pasarela y tablero a la vez.

En el diseño del puente se tomaron en cuenta los pesos de las personas, motocicletas 200 y de bestias de cargas (caballos, terneros, bicicletas) cada una de estos pesos fueron tomados en cuenta para la construcción y peso que debe de soportar el puente-

Teniendo un valor estimado de los siguientes pesos:

<b>Vehículos</b>	<b>Pesos</b>
Personas	76Kg

Motocicletas	134 kg
Bestias (Caballos)	380 Kg y 1000Kg

**Tabla2:** Tipo de cargas del puente.

**Nota:** Pesos de Cargas para tomar las cargas del puente.

Este valor esta solamente como una representación del equivalente que tiene cada uno de los elementos que formaran parte y uso del puente peatonal en suspensión de la comunidad del Jícaro, este nos ayudara a mejorar cada una de las necesidades de la familia.

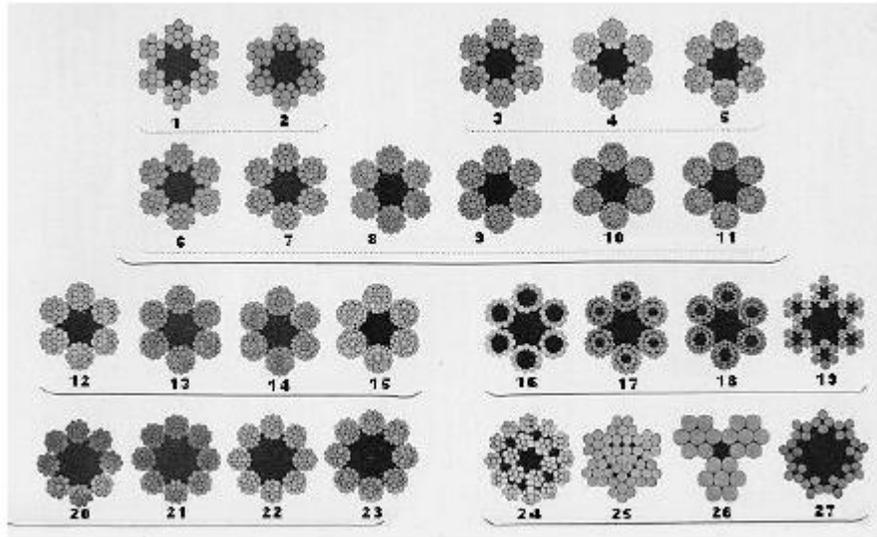
Los cables son fundamentales para la construcción del puente:

En los puentes colgantes la estructura resistente básica son los cables, los cuales con la flecha apropiada trabajan a tracción pura.

Se puede hacer una diferenciación en los cables de los puentes colgantes, puesto que el puente tendrá un cable principal llamado portador y unos secundarios llamados péndolas; siendo los cables portadores los que forman la catenaria y los secundarios, quienes transmiten la carga de la calzada al cable principal.

Los cables son un conjunto de alambres dispuestos de forma tal que funcionan como un solo elemento.

En cuanto a la notación de los cables, existe una forma de nombrarlo, la cual expresa sus características. Por ejemplo, de un cable con notación 6 x 19 x (7 x 7 + 0), se puede saber que el 6 indica el número de cordones del cable, el 19 el número de alambres que forman cada cordón y el (7 x 7 + 0) indica la composición del alma del cable, en este caso esta notación indica que el alma del cable es metálica. En nuestro caso utilizaremos el que es más utilizado de acuerdo a los cálculos proporcionados. Se mostrarán algunas de las configuraciones de los cables.



**Figura 4:** “”. Diferentes configuraciones de cables de acero.

**Fuente:** WWW.mining-techonology.com

Cuando se selecciona el cable para obtener el mejor servicio, existen cuatro requerimientos por incluir pues el cable debe de poseer:

- a. Suficiente resistencia para soportar la carga máxima aplicada, con el adecuado factor de seguridad.
- b. Habilidad para soportar los esfuerzos sin fallar por fatiga.
- c. Habilidad de resistir el efecto abrasivo.
- d. Habilidad de soportar el aplastamiento y la torsión.

Las resistencias de los cables son importantes por las diversas fuerzas que actuaran, de este modo los cables esta

TABLA DE RESISTENCIA A LA RUPTURA Y PESOS DE LOS CABLES MAS USUALES

GALVANIZADO	TONINA		BARRACUDA		ANGULA		MERLUZA		ELEFANTE		ELEFANTE		ELEVADOR	
NEGRO	COBRA		BOA		SUPERFLEX		CASCABEL		ELEFANTE		ELEFANTE		ELEVADOR	
CLASIFICACIÓN	6X19		6X19		6X36		6 X 36		19X7		18X7		8X19 - 8X25	
ALMA	ARADO EXTRAMEJORADO													
	FIBRA		ACERO		FIBRA		ACERO		ACERO		FIBRA		FIBRA	
DIAMETRO	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML
1/8"														
3/16"														
1/4"	2.7	0.16	3.1	0.18	2.7	0.16	3.1	0.18						
5/16"	4.3	0.24	4.8	0.27	4.3	0.24	4.8	0.27					2.86	0.213
3/8"	6.1	0.36	6.9	0.39	6.1	0.36	6.9	0.39	6.25	0.4			4.48	0.33
7/16"	8.3	0.48	9.2	0.52	8.3	0.48	9.2	0.52	8.46	0.55			5.42	0.41
1/2"	10.7	0.63	12.1	0.68	10.7	0.63	12.1	0.68	9.8	0.67	9.8	0.64	7.57	0.56
9/16"	13.5	0.79	15.2	0.88	13.5	0.79	15.2	0.88	12.3	0.86	12.3	0.82		
5/8"	16.6	0.98	18.7	1.07	16.6	0.98	18.7	1.07	15.2	1.06	15.2	1.01	11.5	0.86
3/4"	23.8	1.41	26.7	1.55	23.8	1.41	26.7	1.55	21.8	1.52	21.8	1.44	16.2	1.22
7/8"	32.1	1.92	36.1	2.11	32.1	1.92	36.1	2.11	29.5	2.07	29.5	1.96		
1"	41.7	2.5	46.9	2.75	41.7	2.5	46.9	2.75	38.3	2.71	38.3	2.57		
1-1/8"	52.4	3.17	59	3.48	52.4	3.17	59	3.48	48.2	3.42	48.2	3.26		
1-1/4"	64.5	3.91	72.5	4.3	64.5	3.91	72.5	4.3	59.1	4.23	59.1	4.02		
1-3/8"	77.6	4.73	87.1	5.21	77.6	4.73	87.1	5.21	71.1	5.1	71.1	4.87		
1-1/2"	91.6	5.63	103	6.19	91.6	5.63	103	6.19	84.2	6.07	84.2	5.79		
1-5/8"	107	6.61	120	7.26	107	6.61	120	7.26						
1-3/4"	124	7.66	139	8.44	124	7.66	139	8.44						
1-7/8"	142	8.8	158	9.67	142	8.8	158	9.67						
2"	160	10	180	11	160	10	180	11						
2-1/8"	179	11.3	200	12.4	179	11.3	200	12.4						
2-1/4"	200	12.7	224	13.9	200	12.7	224	13.9						
2-3/8"			249	15.5	208	14.1	249	15.5						
2-1/2"	221	15.6	274	17.3	221	15.6	274	17.3						

Tabla 3: Resistencia de cables.

Fuente: Resistencia de cables de Empresas Camesa.

TABLA DE RESISTENCIA A LA RUPTURA Y PESOS DE LOS CABLES MAS USUALES														
GALVANIZADO	BOA DYCAM		CASCABEL DYCAM		ORUGA		CANGURO		TIBURON		RETENIDA		BOA LINEA DE	
CLASIFICACIÓN	6X19		6X36		6X19		6X19		6X7		1X7		6X19	
ALMA	COMPACTADO		COMPACTADO		ARADO MEJORADO		FIBRA		EXTRAGALVANIZADO		EXTRA ALTA RESISTENCIA		FIBRA	
DIAMETRO	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML	RESISTENCIA A LA RUPTURA / TONS. METRICAS	PESO KG / ML
1/8"												0.603	0.048	
3/16"												1.293	0.109	
1/4"												3.016	0.18	
5/16"					4.1	0.28						5.08	0.305	
3/8"	7.5	0.46	7.5	0.46	6	0.39			4.58	0.31	6.985	0.406		
7/16"	10.2	0.58	10.2	0.58	8.1	0.52			6.25	0.43	9.43	0.594		
1/2"	13.2	0.73	13.2	0.73	10.4	0.68	8.1	0.63	8.12	0.57	12.202	0.769		
9/16"	16.8	0.94	16.8	0.94	13.2	0.88	10.7	0.79	10.3	0.71	15.876	0.999		
5/8"	20.6	1.16	20.6	1.16	16.2	1.07	12.8	0.98	12.6	0.88	19.233	1.21		
3/4"	29.4	1.68	29.4	1.68	23.2	1.55	19.3	1.41	18	1.25				
7/8"	39.7	2.29	39.7	2.29	31.4	2.11	26.3	1.92	24.2	1.71				
1"	51.6	2.98	51.6	2.98	40.7	2.75	35	2.5	31.3	2.23			46.9	2.75
1-1/8"	64	3.78	64	3.78			45.1	3.17					59	3.48
1-1/4"							48.06	3.91					72.5	4.3
1-3/8"													87.1	5.21
1-1/2"													103	6.19
1-5/8"													120	7.26
1-3/4"													139	8.44
1-7/8"														
2"													180	11
2-1/8"														
2-1/4"														
2-3/8"														
2-1/2"														

**Tabla 4:** Resistencia de cables.

**Fuente:** Resistencia de cables de Empres Camesa.

### I). Colocar los Anclajes de Vigas.

Se hará la Colocación de los anclajes de viga en la excavación sobre los cables. El anclaje se debe situar en un ángulo de aproximadamente 45 grados de modo que la cara frontal con los ganchos de montaje sea perpendicular a donde el cable saldrá hacia las torres. Es útil poner rocas sobre la viga para conseguir el ángulo.

### J). Colocar los cables en el Anclaje

Cada cable se debe enrollar alrededor del anclaje y extenderlo hacia la torre con el extremo suelto colocado en la zona de acceso. Compruebe detenidamente que cada cable está alineado con su respectiva silla y también con la posición que tendrá en el puente. Una alineación previa sería de gran

ayuda. Una vez hecho, el cable se debe pasar por las sillas del pasamanos y de la pasarela y continuar recto hasta el anclaje.

## **INSTALACIÓN DE LAS ABRAZADERAS**

### **a.) Abrazaderas**

Se realizará el extremo del cable (extremo cortado) el cual estará colocado sobre el extremo en carga (extendido por la torre y a lo largo del puente) y donde estarán las abrazaderas según el número y separación especificados, las cuales según el manual establece que es una de 5 pulgadas.

### **f). Montaje de flechas del Cable.**

Para el cálculo de la flecha,  $Bd$ , se adopta un valor del 5% de la luz. Este valor permite conocer el Punto Más Bajo del Cable (f), el cual se tiene en cuenta para

asegurar una adecuada altura libre sobre el Máximo Nivel de Agua.

La flecha del cable es la caída vertical existente con respecto a la línea que se traza entre las dos torres, medido en el centro de vano. El cable se iza con una menor

flecha que la diseñada debido a su elasticidad, ya que una vez que el cable esté montado, el peso propio del puente hará que se estire ligeramente y el puente bajará

un poco. Por tanto, el punto final más bajo se calcula usando la flecha,  $Bd$ , pero el cable se montará usando una contraflecha,  $Bh$ .

Cable Reciclado el cable reciclado es el más recomendado para la construcción de puentes colgantes siguiendo los manuales para construcción de puentes colgantes.

## **Porcentaje de Luz**

Flecha ( <i>Bd</i> )	5.00%
Contraflecha ( <i>Bh</i> )	4.60%

**g). Construcción de los Accesos.**

Se establecerá una línea vertical entre el borde del nivel superior y el frente de la excavación del anclaje. Se realizará una zanja de 1.12 metros de profundidad y mínimo 5 metros de ancho para colocar la primera capa del muro. Si usa piedra disponible local, empiece con piedras grandes para las capas inferiores. Se construirán los muros de mampostería con una altura no mayor de 1.12 m antes del relleno.

Si el muro supera los 2.0 m de altura (para una estructura de 3 niveles) construya el muro escalonando por la parte exterior. Construya primero 1.50 metro de altura el segundo 1.12 y el tercero de 1.00 m, para una altura de 3.62 metros.

En el diseño de la construcción que estamos proponiendo no es diferente la construcción de las bases de las torres las cuales sostendrán las columnas las cuales sostendrán las cargas de la pasarela y tablero.

El acceso debe de ser de la misma longitud de las torres que miden 10.2 metros, en el diseño propuesto se usara una longitud de 10.2 metros. Se propone que se rellene con material de la misma comunidad con ciclópeo para rellenar los accesos del puente, con un cascote de 10 cm como mínimo de concreto.

Los bloques de hormigón (CMUs) se deben usar solo si no hay otra opción y deben tener doble capa, y no se recomiendan para muros mayores de 2.0 m de altura.

Se deberán de realizar los rellenos al acceso con la piedra disponible, grava y arena, comprobando que la piedra se vibra y se compacta. Para esto se realizará una buena compactación con la compactadora para reducir los asientos. Los suelos orgánicos no se deben usar puesto que provocan asientos.

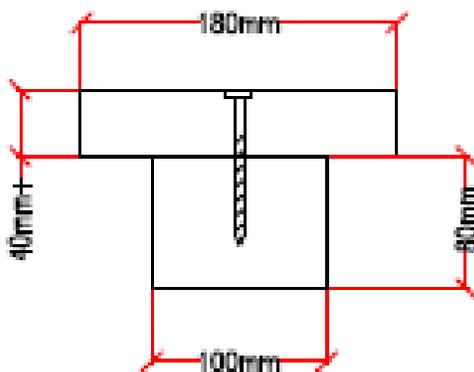
## 9. INSTALACIÓN DE TABLEROS Y DE LAS VALLAS.

### ✚ Vigas Transversales.

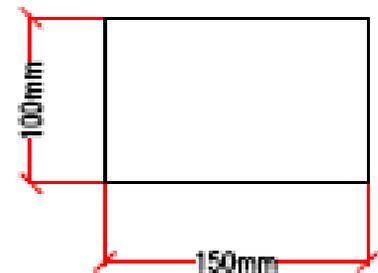
Hay tres tipos de vigas transversales: 1) viga transversal de madera con tablón con clavos, 2) viga transversal de madera sin tablón con clavos, y 3) viga transversal de

acero con tablón con clavos. El tablón con `clavos` tiene el mismo ancho de los tablonces longitudinales, y se fija a la parte superior de las vigas transversales, las cuales son más estrechas, con el fin de aumentar la superficie disponible para clavar los tablonces longitudinales del tablero. El tablón con `clavos` mejora la construcción y permite vigas transversales más pequeñas a la vez que aumenta la longitud total de los tablonces.

#### VIGA DE MADERA CON CLAVOS (RECOMENDADO)



#### VIGA DE MADERA SIN CLAVOS



**Figura 5:** Vigas Recomendadas para madera.

**Fuente:** Manual de Puentes para la Prosperidad.

### ✚ Preparación de las vigas transversales.

Corte (luz más 1) vigas transversales con 1.60 m de longitud mínima donde se harán los taladros para las conexiones con las péndolas. La separación entre taladros dependerá del número de cables de la pasarela. Los cuales en los Planos de Construcción de Puentes Suspendidos. El taladro debe ser mayor que el diámetro de la péndola (por ejemplo - si se usa una barra de 10 mm, haga un taladro de 13 mm).

### ✚ Preparación del tablero.

Los tablonces se cortan cada 3.0 m para cualquier luz mayor de 60 metros y preferiblemente para todas las luces. Si el puente tiene una luz inferior a 60 metros, se permiten tablonces de 2.0 m. El número total de tablonces es igual a [luz dividida por la longitud de cada tablón (o 2.0 o 3.0 m)] multiplicado por cinco (5), ya que habrá cinco tablonces en paralelo, cada 20 cm. Si se usan tablonces con ´clavos`, se requerirán unos (luz más uno) metros adicionales de tablonces, cortados cada 1.0 metro.



**Figura 6:** Tablero para el puente.

**Fuente:** Manual de Puentes para la Prosperidad.

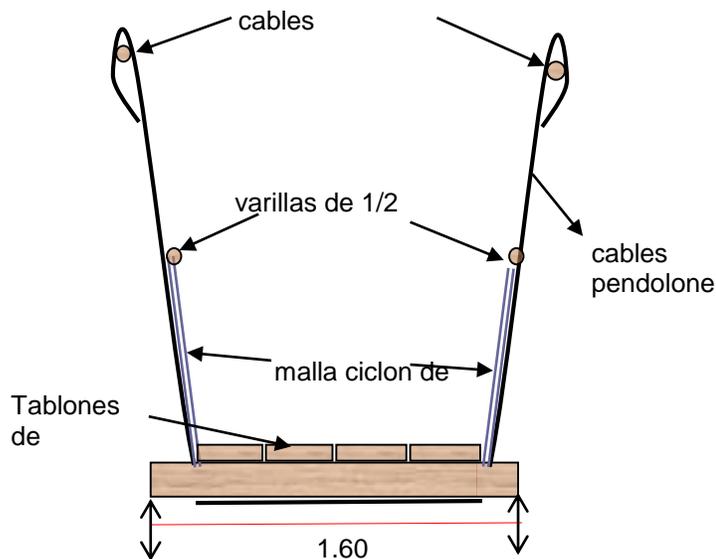


**Figura 7:** Tablero para el puente.

**Fuente:** Manual de Puentes para la Prosperidad.

## Preparación de las Péndolas.

Las péndolas usadas en el diseño del puente deberán de ser Cortadas en barras de acero corrugado de un diámetro mínimo de 10 mm en piezas de 1.20 m de longitud. Se recomiendan barras de acero corrugado en vez de lisas porque suelen ser de mejor calidad. El número total de péndolas será igual a  $2 \times (\text{luz} + 1)$ . Por ejemplo, para un puente de 30 m de luz se necesitarán 62 péndolas, pero si el puente es mayor a 30 metros se necesitarán el doble. En el puente el cual estamos proponiendo se usarán 65 péndolas ya que el puente que estamos construyendo tiene una distancia de 64.8 metros, según diseño. En el diseño del puente se usarán varillas de  $\frac{1}{2}$ " ya que son parte de la pasarela en la instalación de la malla que forma parte de la estructura tal y como se muestra en la figura y se mostrara en los cálculos que se realizaron.



**Figura 8:** Cables, Varillas  $\frac{1}{2}$  , Pendolones.

**Fuente:** Diseño de puente en AutoCAD.



**Figura 9:** Realización de pendolones para tablero.

**Fuente:** Diseño de puente colgante Manual para puentes para la prosperidad.

## 10. INSTALACIÓN DE LAS VALLAS.

Para poder realizar las instalaciones debemos de hacer el trabajo estructural. Las vallas en el suelo (o en el puente) se estirará la malla lo máximo posible. Se pueden necesitar varios rollos dependiendo de la longitud del puente. Se conecta un rollo al lado de otro colocando los dos extremos juntos (asegurándose que ambos extremos tienen la misma dirección) y soldando un alambre entre medias en dirección contraria. Se propone una malla de 4 pulgada para montarla en pasarela del puente.

El diseño del puente requiere de una distancia de 68.4 metros, los cuales serán cubiertos con malla ciclón de 4 pie e instalados en una varilla de ½" en la pasarela del puente colgante. El tamaño de la malla es de 1.05 metros de alto.



**Figura 10:** Colocación de malla.

**Fuente:** Diseño de puente colgante Manual para puentes para la prosperidad.



**Figura 11:** Colocación de malla.

**Fuente:** Diseño de puente colgante Manual para puentes para la prosperidad.

## 11. ALTERNATIVAS Y FUNCIONAMIENTO DEL DISEÑO.

### 11.1 Alternativa Estructural Y Funcionamiento.

Los diseños estructurales permitirán saber qué tipo de estructura podremos utilizar de acuerdo al tipo de suelo, características topográficas a las cuales estén expuesta el lugar donde se realice el proyecto.

Cada análisis que se realice en el transcurso de levantamiento de la información es uno de los principales objetivos que tenemos para obtener la información mediante ellos la que nos proporcionara la mejor alternativa con los mejores costos y gastos económicos durante el periodo de diseño y ejecución del mismo.

Los principios de suspensión usados en grandes puentes pueden también aparecer en contextos menores que dichos puentes de carretera o ferrocarril. La suspensión con cables ligeros puede servir como una solución menos cara y más elegante para

puentes peatonales que soportarlas mediante un gran enrejado. Donde un puente une dos edificios próximos no es necesario construir torres y los mismos edificios pueden sostener los cables. La suspensión con cables puede ser también aumentada con la inherente rigidez de una estructura teniendo mucho en común a un puente.

### **11.1.1 Alternativas de Diseño.**

El tipo más conocido es el puente colgante suspendido y suspensión, estos diseños son los más actos para de acuerdo a la topografía del terreno ya que se usa los cables que constituyen el arco invertido están anclados en cada extremo del puente a un elemento de soporte, comúnmente una torre, ya que son los encargados de transmitir una parte importante de la carga que tiene que soportar la estructura. El tablero suele estar suspendido mediante tirantes verticales sujetos a dichos cables.

Las torres llevan las cargas al terreno firme.

Las fuerzas principales en un puente colgante de tracción está en los cables principales y de compresión en los pilares. Todas las fuerzas en los pilares o torres deben ser casi verticales y hacia abajo, y son estabilizadas por los cables principales, estos pueden ser muy delgados.

Asumiendo el peso que deben de soportar los cable principal comparado con el peso de la pista y de los vehículos soportados , unos cables de un puente colgante en suspensión formarán una parábola muy similar a una catenaria, la forma de los cables principales sin cargar antes de que sea instalada la pista. Este sería uno de las primeras alternativas para construir el puente que sería un puente colgante de mucha fuerza.

Se realizará la construcción del puente usando la mejor alternativa de Diseño, la cual vendrá a cumplir las condiciones técnicas de acuerdo a los estudios previos de campo en cada uno de los diferentes procesos de recolección de información.

Dando la pauta para poder realizar los diseños correspondientes: En estos se realizarán las mejores selecciones de alternativa de diseño del puente a desarrollarse.

Auxiliándonos de manuales que han sido de importancia para el desarrollo del Diseño, hojas de cálculos, tipos de materiales, tipos de suelos, topografía, hidrología que serán los estudios que nos darán la pauta para el desarrollo del diseño propuesto.

#### **11.1.2 Levantamiento Topográfico.**

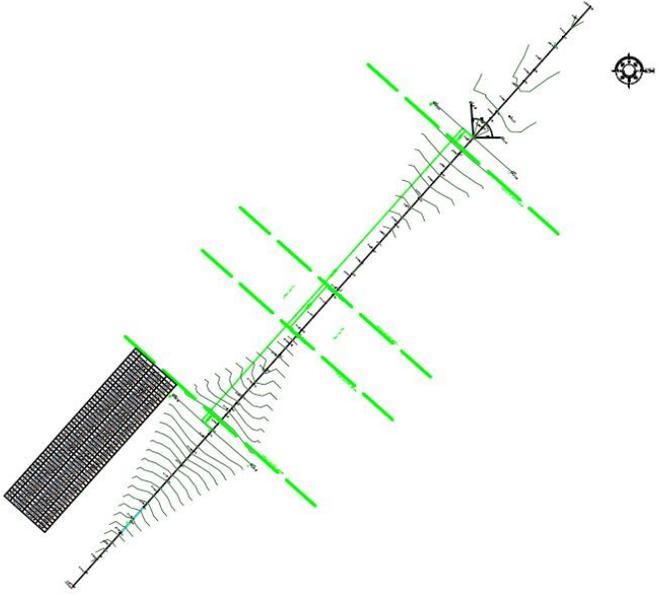
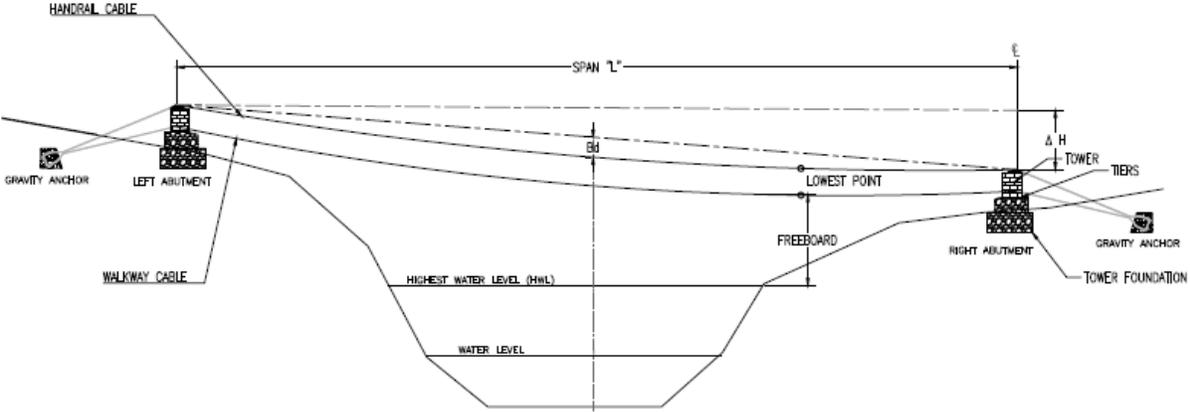
La siguiente sección resume los pasos que se requieren para realizar el levantamiento topográfico con un nivel Abney o nivel automático incluyendo descripciones detalladas de cada paso, siendo una oportunidad para realizar por uno mismo dicho levantamiento.

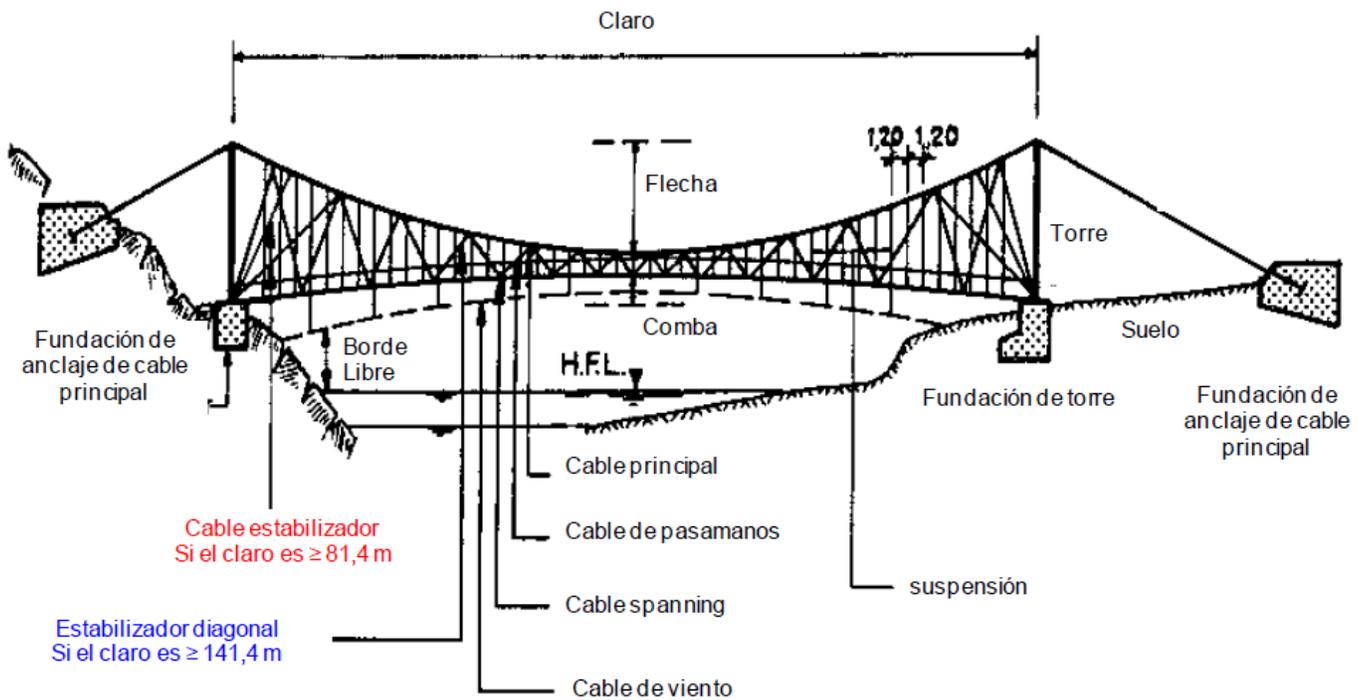
El Levantamiento Topográfico se realizará mediante la documentación pertinente que nos permitirá que la información sea muy verdadera para no cometer errores en el diseño, la información deberá de ser clara objetiva, veraz y de suma importancia para la propuesta de diseño.

La ubicación de las torres propuestas para dibujar un perfil de la línea central propuesta del puente. En algunos casos, la posición de las torres necesitará desplazarse, y en este caso, un levantamiento con más detalle proporcionará más alternativas. En nuestros municipios tenemos ya construidos puentes de este tipo que nos permiten verificar los diseños del puente y crearlos de las mejores condiciones posibles

Esta sección incluye una representación topográfica del río, taludes de los márgenes del río, y estribos/cimentaciones/zonas de anclaje. Si la luz del puente propuesto (64.8 m) valor real del puente se excediera para un puente en suspensión catenaria, el diseño del puente estaría bajo otros cambios los cuales se ajustarían a la distancia real del Diseño del cual estamos proponiendo (Prosperidad, 2015)

**1.1 Criterios de Cálculo y Propiedades de los Materiales**  
**Croquis del Puente**





**Figura 12:** Figura de puente colgante.

**Fuente:** Diseño de puente colgante Manual para puentes para la prosperidad.

En la figura muestra parte del diseño. Esta imagen mostrara las mejoras de las condiciones de acceso de a las familias de la comunidad del Jícara y sobre todo con un diseño seguro. Este diseño debe contemplar cada una de las cargas vivas, muertas y de sobre carga las cuales darán el mejor diseño tomando en cuenta cada detalle en el proceso constructivo del diseño con los datos que nos serán proporcionados durante el proceso de levantamiento y recopilación.

Dado que las cargas vivas de este puente serán la de los habitantes, motocicletas u bestias (caballos) que son los que más se usan en las comunidades de donde se realizara el proyecto para beneficiar a las familias de la comunidad en tiempo de verano e invierno que es el periodo donde más dificultad hay para hacer las tareas que generalmente hacen uso de ella.

En el desarrollo del proyecto se usó la mejor opción de diseño el cual vendrá a beneficiar a las familias, el diseño será una de las alternativas para proyectar la construcción del puente mediante los siguientes Items:

#### **A). Recolección de datos**

- Registros históricos y documentos.
- Estudios técnicos o especializados.
- Construcciones realizadas en otros sitios.

#### **B). Procedimientos de recolección de datos**

- El procedimiento de recolección de datos históricos y documentos, consiste en la recopilación de información que debido a su peso histórico proporcione información requerida y de calidad. Siendo el presente estudio una evaluación de las condiciones actuales y de estudios específicos, gran parte de los datos recolectados saldrán del análisis de las variables a considerar.
- Estudios técnicos o especializados en las distintas ramas a considerar para su implementación, en este particular será los datos que arrojen los levantamientos topográficos, los análisis hidráulicos correspondientes a la última década y los criterios de riesgo que se han expresado en la zona.
- Construcciones realizadas en otros sitios que presentan similares características topográficas, accidentales, poblacionales, hidráulicas, dichos datos serán de mucho valor ya que de ellos se tomarán los métodos a utilizar para lograr una construcción segura, económica y que el desarrollo de la misma sea de dominio de la comunidad para su futuro mantenimiento y cuidado.

#### **C). Análisis de resultados**

Los resultados de los estudios permitirán definir si el diseño del puente en suspensión el cual el más indicado para este cruce:

1. Se evaluarán las recomendaciones conforme a las distintas normativas que rigen este tipo de construcciones con la finalidad de realizar una comparación con otro tipo de diseño; siendo referente el sistema suspendido.
2. Con los datos obtenidos se realizará un análisis estructural y de carga modelado en SAP 2000 para ver el comportamiento que se presenta ante las aplicaciones de las normativas nicaragüenses o internacionales.

## **12. PROCESO DE DISEÑO**

Durante el proceso de diseño se tomaron datos que nos permitirán realizar los cálculos adecuados para realizar el diseño que se adopte a las realidades del terreno y la comodidad de los pobladores.

Se tomaron una serie de criterios proporcionados por los manuales de puentes para la prosperidad los cuales nos proporcionan criterios para los avances y diseños de nuestro puente, así como las normas técnicas de la construcción de Nicaragua. Uno de los criterios es que para el diseño y dependiendo del tipo de suelo se deberá de tomarse una distancia de entre 3 metros si es roca para las anclas de las torres, de la misma forma si el suelo es arenoso se deberá de excavar una distancia de 10 metros. Lo que nos permite por el tipo de suelo realizar un diseño con las especificaciones técnicas para el diseño.

En nuestro diseño el tipo de suelo es rocoso lo que nos permitirá aplicar las especificaciones del diseño de puente bajo las técnicas que se desarrollarán en los manuales con experiencias ya dadas pues se han construido en otras partes del país con características similares y en nuestro territorio las infraestructuras que se han construido son de muy buena calidad cumpliendo las expectativas de diseño para las cuales fueron construidas.



**Figura 13:** Vista encajonada del río grande de Matagalpa.

**Fuente:** Propia donde se pretende construir el nuevo puente.



**Figura14:** Cruce del rio el cual atraviesan los pobladores a pie.

**Fuente:** Propia donde se pretende construir el nuevo puente.

El diseño del puente incorpora estructuras proporcionadas por Bridges to Prosperity, descritas en Bridge Builder 2014-2015 University Binder por Bridges to Prosperity.

Este es un manual que nos permitió desarrollar el diseño en la implementación de los criterios para el desarrollo del diseño del puente

En la sección de diseño se mostrarán los cálculos donde se puede encontrar una lista detallada de cálculos y ecuaciones utilizadas para el diseño final, Se pueden encontrar una sección transversal del diseño del puente, el primer paso en nuestro proceso de diseño fue crear un perfil de puente utilizando los datos del terreno tomados a lo largo de la sección transversal de la línea central del puente, ver Además, las descripciones de cada punto de encuesta para la sección transversal proporcionadas por los cálculos realizados, tomando en cuenta los datos que levantamos en el sitio.

Una vez que se creó la investigación para el puente, se determinó que los cimientos del puente y las ubicaciones de las torres se ajustaban al sitio. El primer paso fue el diseñar y colocar las torres las que fueron seleccionadas por el porcentaje de caída, que fue del 5%. Este número fue tomado basado en la experiencia con otros puentes que ya se han construidos y que fueron tomados por el Manuales Bridges to Prosperity.

El siguiente paso fue calcular el francobordo usando la diferencia de altura entre las torres, el tramo del puente y el porcentaje de hundimiento. El siguiente paso fue verificar que la diferencia de altura entre las dos torres en este caso, es menor que el límite aceptable del 4% del tramo.

Los siguientes cálculos realizados fueron para garantizar que los cables utilizados tengan suficiente capacidad de carga calculada a partir de cargas vivas acumuladas y cargas muertas.

Las cargas de viento no se consideraron para este diseño debido a los patrones climáticos regionales y la topografía. Aunque la ubicación del puente se encuentra en una región capaz de fuertes vientos, el canal de la Cuenca del Río Grande de Matagalpa no es estrecho. Por lo tanto, es poco probable que las cargas significativas planteadas por el viento en el puente empujen la carga de trabajo del puente más allá de la carga de rotura del diseño de 5 cables. También se calculó la longitud total de cable necesaria. El diseño de 5 cables abarca tres cables de pasarela y dos cables de pasamanos. La pasarela estará compuesta de tarima de madera sin clavadora. La madera para la cubierta estará compuesta por madera dura local.

Los siguientes cálculos realizados confirmaron que las torres pueden funcionar adecuadamente. El primer paso es calcular el ángulo de la fuerza en la torre a partir de los cables que van al ancla y cruzan el río. El ángulo debe ser tal que la fuerza resultante esté siempre dentro del núcleo estructural de la torre, y esté a una distancia aceptable de la línea central de la torre. Asumimos que el núcleo estructural de la torre consiste en el centro  $\frac{2}{3}$  de la torre; una distancia aceptable desde la línea central es inferior a un tercio del ancho de la parte superior de la torre. Una distancia aceptable desde la línea central en la base es la sexta parte del ancho de la base. Estos cálculos incorporan comprobaciones de todos los parámetros críticos para garantizar que sean aceptables.

El programa utilizado dará un valor de 1 para estas comprobaciones si los parámetros son aceptables y 0 si no lo son. El siguiente grupo de cálculos confirma que los anclajes tienen una capacidad adecuada. En el lado bajo y alto, los anclajes están ubicados sobre la capa freática; por lo tanto, las condiciones saturadas no tienen que ser consideradas en el análisis. Para calcular la tensión en el cable, se hicieron suposiciones sobre la carga en el puente utilizando valores estándar. También se asumió que los valores de las propiedades del suelo

son los valores. Esta suposición fue respaldada por estudio geológico previamente realizados. Las capacidades de los anclajes se calcularon en función de la presión ejercida por el suelo sobre el ancla, así como el peso de la propia ancla.

Se requiere un factor de seguridad de al menos 1.5 para la capacidad tanto de fuerza horizontal (deslizamiento) como de fuerza vertical (levantamiento). Los cálculos finales realizados confirmaron que la tensión del rodamiento desde la base hasta el suelo es aceptable. Los cálculos utilizaron un valor aceptable de la tensión del rodamiento para el suelo. Los cimientos deben tener un factor de seguridad de 2.0 para la tensión del rodamiento.

## **CIMENTACIÓN.**

En el diseño del puente colgante se toma en cuenta los cimientos donde se construirá el puente donde se considerarán cada una de los agentes que ayudara a que su diseño sea el mejor y evitar cualquier peligro a futuro en el deterioro de la infraestructura y de las personas. Durante el proceso de diseño no se tomaron en cuenta o se consideran los sismos.

No se tiene en cuenta la consideración de sismo.

- El cálculo se ha realizado suponiendo que las cimentaciones se han construido en terreno liso.
- El cálculo se ha realizado suponiendo que las cimentaciones se han realizado en terreno no saturado.

En donde el nivel freático sea importante, se deberá deducir el empuje del agua sobre el anclaje.

Los datos que nos proporcionen la tensión serán muy necesarios para poder llevar a cabo los cálculos de cimentación del puente, a partir de acá se dará un factor de seguridad que es propicio para definir el diseño del puente.

Todas las fuerzas verticales generadas en los cables se transfieren a la cimentación a través de las torres y sus niveles, además de la carga adicional del peso propio de las torres. Para realizarlo satisfactoriamente, la carga total distribuida no debe superar la tensión admisible del suelo, también conocida como rotura por esfuerzo

cortante. La carga por unidad de área de cimentación que produce el fallo por cortante se le llama tensión admisible última ( $q_u$ ).

Durante el proceso de diseño lo primero como bien se decía es el levantamiento topográfico, se realizarán las excavaciones para la construcción de Torres e Instalaciones, se realizaran los anclajes e instalaciones de los cables, posteriormente se realizara el montaje de la flecha del cable, posteriormente la construcción de los accesos, instalación de tableros y vallas, las cuales serán los últimos trabajos a realizarse a en el proceso de instalación del mismo puente de para el acceso de los peatones que harán uso del puente.

Las excavaciones se realizarán de una profundidad de 6.62 m donde se ubicada la columna, esta altura está tomada desde la base de donde está ubicada la zapata, los cuales estarán compuestos por los elementos de acero reforzado # 6, la distancia establecida entre la torre y viga para establecer la rampa es de 28.7 metros, dado que las condiciones del suelo y según los criterios del manual de la construcción de puentes para la prosperidad establece que si el suelo es rocoso deberán de tomarse 3 metros, si el suelo fuera arenoso serian una distancia de 10 metros, para las cimentaciones de los cables los cuales nos ayudaran a fijar los cables donde se ubicaran los

tableros, el cable estará ubicado a una distancia de 32 metros donde estará ubicado el dado de reacción para el cable.

En el diseño del puente propuesto se realizan los estudios de los materiales tales como:

### **ACERO REFORZADO.**

El acero reforzado que se utilizará para el diseño del puente permitirá que sostengan cada una de las torres, amarre de los tableros del cable de acero, para sostener el peso de la estructura más el peso de las cargas vivas para las cuales fueron diseñadas.

Las armaduras se colocan en los anclajes, cimentaciones y pedestales o niveles. Normalmente se pueden conseguir en cualquier sitio, sin embargo, el acero suele ser de mejor calidad en las grandes ciudades por lo que se garantiza la compra del material requerido en la estructura del puente. Además, tenga en cuenta la máxima longitud de las armaduras disponibles para el trabajo a realizarse. ~~Trabajo a realizarse~~ rectas en cada esquina de los cercos según las cantidades y dimensiones siguientes:

Vigas pequeñas: Luces menores de 60 metros

- 4 barras rectas, Ø 20mm, 2.90 m de longitud;
- 11 cercos cuadrados, Ø 12 mm, 2.20 m de longitud cada uno, doblados en cuadrados de 0.5 m de lado.

Gracias a los manuales que son las guías que hemos utilizado durante las construcciones de este tipo en nuestros municipios se deben de hacer de la siguiente forma, tomando la referencia la tabla mostrada a continuación.

Armadura (diam x longitud)	Anclaje pequeño (hasta 60 m de luz)	Anclaje grande (hasta 120 m de luz)
Ø20mmx 2.9 metros	4	8
Ø12mmx 2.2 metros	11 doblado en cuadrado de 0.5m	N/A

Ø12mmx 3.4 metros	N/A	11 doblado en cuadrado de 0.8 m
Ø 20mm x 3 metros	Doblado en forma de U para ganchos de montaje	3 Doblado en forma de U para ganchos de montaje

**Tabla 5:** Diámetros de Armaduras.

**Fuente:** Información de **Manuales** de puentes para la prosperidad 2015

Por tal razón se realiza la toma de cada uno de estas especificaciones, en el trabajo que realizaremos debido al diseño que excede 84.8. metros de distancia, pero se tomarán solamente 68.4 metros.

### **TABLERO (MADERA).**

La madera se necesitará para el tablero y para la disposición de los clavos será de Jenízaro el cual utilizaremos para nuestro diseño del puente con respecto a la plataforma. El tamaño de la madera no es un tamaño estándar en los puentes, por lo que se deberá cortar según las especificaciones del proyecto. Hay que tener en cuenta para la planificación de la obra que la calidad de la madera puede variar y que los retrasos en el reparto son habituales.

B.	MADERAS		
	Pochote	530	
	Pino Costeño	801	
	Pino Ocote	660	
	Genízaro	513	
	Cedro Macho	615	
	Cedro Real	481	
	Laurel hembra	561	
		<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
	Almendro	770	
	Bálsamo	960	
	Roble	745	
	Caoba	500	
	Cortez	960	
	Guayabo	738	
	Guayacán	1240	
	Laurel	565	
	Comenegro	950	
	Guapinol	930	
	Níspero	1010	
	Madero Negro	960	
	Mora	920	
	Melón	930	
	Nambar	1100	

Los diseños tipo de vigas transversales y tablero se han diseñado a partir de la NDS 2005. NDS dimensiona a partir del esfuerzo permitido. El principio básico de esta metodología se centra en asegurar que los tablonces de madera tienen suficiente capacidad para transmitir el cortante vertical y los momentos flectores producidos por las cargas.

Para el cálculo de los esfuerzos se usan las siguientes ecuaciones:

Máximo Cortante debido a Carga Distribuida:  $V_{distributed} = W c L / 2$

Máximo Cortante debido a Carga Puntual:  $V_{point} = P/2$

Máximo Momento debido a Carga Distribuida:  $M_{distributed} = W c L^2/8$

Máximo Momento debido a Carga Puntual:  $M_{point} = PL/4$

Se considera que la estructura está simplemente apoyada con una longitud de 1m, lo cual se encuentra del lado de la seguridad.

## 13. CÁLCULOS DEL PUENTE DISEÑO ESTRUCTURAL.

Durante el proceso de diseño del puente colgante se realizaron los cálculos correspondientes a cada una de las partes del puente colgante teniendo en cuenta cada una de las partes que forman el puente colgante.

### 13.1 Largo, L

<b>1.- Largo, L</b>							
---------------------	--	--	--	--	--	--	--

**Nota:** Debido a las diferentes longitudes de los claros, estos deben arreglarse a intervalos de 2.40 m de manera que debe haber un suspender en el centro del claro. La distancia del eje de la viga a la primera viga transversal sin el suspender es 1.10m. Con estas dos condiciones, la longitud del claro es calculada de la siguiente manera:

Claro aproximado	L	=	68.4	m		
Entero	i	=	$L-1.00/2$	=	33	
Claro correcto	L	=	$2.4 i + 1.00$	=	80.2	m
Número total de vigas a suspender	ns	=	$L-2.2/1.20$	=	65	
Número total de vigas transversales	nc	=	$ns + 2$	=	67	
Número total de tableros	nd	=	$nc - 1$	=	66	
<b>2.- Altura de las torres</b>						
Altura total máxima	ht(max)	=	$0.165 L + 1.20$	=	14.43	m
Altura total mínima	ht(min)	=	$0.110 L + 1.20$	=	10.02	m
Altura total recomendada	ht(rec)	=	$0.145 L + 1.20$	=	12.83	m

**Tabla 6:** cálculos de Claro y torres.

**Fuente:** Cálculos de hoja de Excel.

En el diseño del puente se realizaron los cálculos del claro y las torres estas están reflejadas en los cálculos que se muestran en la tabla con un claro de 64.8 metros, a su vez podemos ver las alturas de las torres recomendadas para el diseño de las torres, en nuestro diseño se realizan de una altura de 10.02 metros, en los cálculos realizados de muestran 3 opciones de alturas recomendadas tomando la altura máxima como la tenemos plasmadas. Mostrándose en los planos los cuales se mostrarán, en el anexo de los planos.

Elementos que se incluyen en el diseño dependiendo de la longitud y altura de las torres del puente

Para Lcorregido= 80.2 m

Para altura min= 10.02 m

Cable de viento APLICA Si el claro es mayor de 50 m aplica cable de viento

a) Directo: ¡NO APLICA! Si el claro es mayor de 50 m y menor de 80 aplica cable de viento directo.

b) Parabólico: APLICA Si el claro es mayor de 80 m aplica cable de viento parabólico

Cables estabilizadores: ¡NO APLICA! Si el claro es mayor de 81,40 m aplica cables estabilizadores.

Estabilizador diagonal: ¡NO APLICA! Si el claro es mayor de 141,40 m aplica cable estabilizador diagonal.

Cable estabilizador lateral : ¡NO APLICA! Si la altura de la torre es mayor a los 25 m aplica cable estabilizador lateral

### 13.1.1 Comba por carga muerta, fd.

3.- Comba por carga muerta, fd							
<b>Nota:</b> Calculamos fd(rec) para las tres alturas (max, min y rec)							
	Para hmax	fd(rec)	=	$(ht_{max}-1.20)-0.025 L$	=	11.23	m
	Para hmin	fd(rec)	=	$(ht_{min}-1.20)-0.025 L$	=	6.82	m
	Para hrec	fd(rec)	=	$(ht_{rec}-1.20)-0.025 L$	=	9.63	m
4.- Cálculo de carga viva, p							
		p	=	$3,6 +60/L$	=	4.348	KN/m
						434.8	Kg/m
<b>Notas:</b>							
1, Ecuación de cálculo de carga viva tomada de Volumen A sección 3,1,1 pág 26 del Topografía, diseño y construcción de puentes suspendidos para áreas remotas de NEPAL publicado por HELVETAS							
2, Para puentes con claro hasta 50 m, y ancho de 1,2 m. la carga viva es 4,8 KN/m, En claros mayores a 50 m la carga viva decrece en función de la longitud.							

**Tabla 7:** Combas y cargas.

**Fuente:** Cálculos de hoja de Excel.

### **Cálculo de carga muerta.**

Se mostrarán los cálculos de las cargas muertas teniendo presentes los siguientes parámetros para obtener el valor de las cargas que actuarán en la estructura del puente. Obteniendo los datos que nos darán los parámetros para poder tomar las decisiones de estructura y poder hacer los diseños que se mostrarán en el plano.

Las cargas del tablero y los pendolones, cables, varillas, las cuales estas cargas dependerán del diámetro de los cables, varillas y madera.

### **Revisión del cable pendolón.**

#### **En los cables del pendolón.**

Carga Total para diseño de cable de pendolón= de 521.78 kg. Estos pendolones son los que ejercen una fuerza por las cargas de la madera, cables.

Los factores de seguridad que nos proporcionaron tomando en cuenta que el factor de seguridad al cual nos proporciona es aceptable para el diseño propuesto:

F.S =	6.88	>	3	<b>OK</b>
				!

**Tabla 8:** Cables de Pendolón.

**Fuente:** Cálculos de hoja de Excel, Factor de Seguridad.

### **Pre cálculo de tensiones aproximadas.**

Las tensiones máximas se calculan tomando en cuenta algunos datos que están reflejados en la hoja de cálculos. Lo que resulta una tensión de

$$\mathbf{T_{max}(approx) = 629.00 \text{ KN} = 62,900.00 \text{ KG}}$$

Número de cables 7x19	Diámetro ØM en mm	Carga de ruptura Kg	Carga permisible Tperm Kg
1	6.4	2,571	848
1	9.5	5,714	1,886
1	13	10,300	3,400
1	26	38,600	12,900
1	32	58,500	19,500
1	36	74,000	24,700
2	26	77,200	25,700
2	32	117,000	39,000
2	36	148,000	49,300
2	40	182,800	60,900
4	32	234,000	78,000
4	36	296,000	98,700
4	40	365,600	121,900
6	36	444,000	148,000
6	40	548,400	182,800

**Tabla 9:** Diámetro de cables para las Tensiones y cargas.

**Fuente:** Levantamiento, diseño y construcción de puentes colgantes en áreas remotas, A.Grob, J.Krahenbuhl, A.Wagner

En la tensión T<sub>max</sub>. Se da una mezcla de tensiones cortantes, compresión, tensiones permisibles. En este cálculo se encuentra el número de cables y diámetro que utilizaremos en la construcción del puente colgante. Dándonos un resultado de 4 cables que va desde el diseño del que tome el diseñador, y 36 mm que es el diámetro del cable que se utilizara para el uso del cable del puente.

### ***Cálculo del Cable Tensor inferior***

Diámetro propuesto =	9.5	mm	A criterio de diseñador. Solicitar certificación de
	Longitud por tablero	Traslape en m	# de traslapes
	2	0.4	4.00
<b>Longitud=</b>	<b>140.28</b>	<b>m</b>	
	<b>463</b>	<b>pie</b>	Se considera 5% de desperdicio

### ***Cálculo de longitudes del cable pendolón***

Diámetro del cable pendolón	9.5 mm
Número de vigas a suspender	65.00 unidades
Altura de Torre mínimo	10.02 m
Longitud del Claro	80.20 m
Longitud del Claro / 2	40.10 m
Flecha por Carga Muerta Escogida (fd) =	6.82 m
Comba para Carga Muerta (Cd)	2.01 m
Distancia entre pendolones	1 m
Deflexión del Cable Principal de torre hacia el centro del claro del puente	2%
Pendiente longitudinal del Cable Principal para Fd	17%
Pendiente para Cd	5%

**Tabla 10:** Cálculos de cable tensor y pendolones.

**Fuente:** Propia hoja de cálculos Excel.

Las longitudes de los cables y pendolones se muestran en la tabla donde se refleja los diámetros y cantidades, distancias, donde serán ubicadas cada una en las muestras en planta como estarán distribuidos los pendolones.

## **14. CIMENTACIONES**

La cimentación debe asegurar una distribución pareja de cargas y fuerzas, y una base nivelada a la perfección para que la estructura no se vea luego comprometida por pesos mal distribuidos ni exigencias en pilares o en

cualquier de las partes de la construcción. Para ello se realizaron los cálculos teniendo en cuenta el terreno donde se construye los cimientos para la construcción. Dado los cálculos esa es la forma en la que actúan la carga en el terreno donde debemos ubicar nuestro puente.

**Figura 15:** Cálculo de cimiento.

<b>CIMENTACION</b>			
<u>Carga que actúa sobre el terreno</u>			
Pu=	46,018.17	Kg	
Peso Propio=	4,601.82	Kg	
PT=	50,619.98	Kg	Para una columna
	101,239.96	Kg	Para las dos columnas
<u>Capacidad de soporte del suelo</u>			
f <sub>t</sub> =	1.00	Kg/cm <sup>2</sup>	
	10,000.00	Kg/m <sup>2</sup>	
<u>Cálculo del área de la cimentación</u>			
A=	$\frac{P}{f_t}$		
A=	10.12	m <sup>2</sup>	
<u>Propuesta de zapata corrida</u>			
Eje del puente			

**Fuente:** Hoja de Cálculo Axel.

## DISEÑO DE BLOQUE DE REACCIÓN PARA CABLE PRINCIPAL

### DATOS DE ENTRADA

<b>T</b> ( tensión del cable principal)=	<b>31450.00</b>	Kg
<b>α</b> ( ángulo formado por el cable principal con la horizontal en el punto de anclaje en el bloque principal)=	<b>20°</b>	
<b>Φ</b> (Ángulo de fricción interna del Suelo) para suelo mejorado=	<b>24°</b>	Revisar de acuerdo a suelo mejorado
<b>δ</b> ( Peso específico del suelo)=	<b>2080</b>	Kg/m <sup>3</sup>
<b>L</b> ( longitud del bloque paralela al cable)=	<b>3.8</b>	mts
<b>μ</b> ( Coeficiente de fricción del suelo)=	<b>0.45</b>	
<b>A</b> (Ancho longitud perpendicular al cable)=	<b>7</b>	mts
<b>H</b> (Altura del bloque)	<b>1.2</b>	mts
<b>Ψ</b> Capacidad de soporte del Suelo =	<b>26000</b>	Kg/m <sup>2</sup>

### FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

$$F.S.= (E_p+W*\mu)/(T_h+E_a)$$

<b>F.S.=</b>	1.60	$\geq$	<b>1,50</b>	<b>OK !</b>
--------------	------	--------	-------------	-------------

### FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO

$$M_{act} = E_a \times H/3 + F_x \times H =$$

$$M_{res} = P_p \times L/2 + E_p \times H/3 =$$

<b>F.S.=</b>		$\geq$		
<b>M<sub>res</sub>/M<sub>act</sub></b>	<b>4.17</b>		<b>1.5</b>	<b>OK !</b>

### FACTOR DE SEGURIDAD AL ASENTAMIENTO

#### Presión actuante sobre el suelo

$$\sigma_{act} = (\text{Peso del bloque} - F_v) / ((A * a) + (b * (L - a))) =$$

$$2482.48 \text{ Ton/m}$$

<b>F.S = Capacidad soporte del Suelo/ Presión Actuante =</b>	<b>10.47</b>	$\geq$	<b>1</b>	<b>OK !</b>
--	--------------	--------	----------	-------------

## FACTOR DE SEGURIDAD A LA SUSPENSIÓN

F.S.= 7.2  $\geq$  1.5 OK!

Observaciones: Como el bloque de reacción trabaja a tensión se debe garantizar que el peso sea suficiente para equilibrar las fuerzas actuantes.

### Area de Concreto

Ag= L x a= 26.6 m<sup>2</sup>  
266000 cm<sup>2</sup>

### Area de acero

Acero mínimo requerido por temperatura y contracción  $\rho_{\min}=0.0018$

As=0.0018Ag= 478.8 cm<sup>2</sup>

Número de varillas seleccionar de tabla

Para este caso se propone varilla de 3/4"

Nº de varillas= As Avarilla 167.99 Unidades

Espaciamiento de varillas=  $\frac{\text{Longitud de desarrollo}}{\text{Nº de varillas}}$  0.13 m

### DISEÑO DE ANCLAJE DE CABLE PRINCIPAL

T (tensión del cable principal)= 62,900.00 Kg  
Número de anclajes: 8.00 Und  
Tensión aplicada en cada anclaje: 7,862.50 Kg

Capacidad de tracción de anclaje= 0,33xFvxA

Donde:

Fv: Capacidad al cortante

### Càlculo utilizando acero grado 40

Fv: 2800 Kg  
Para varilla de 1"= 4,682 Kg Capacidad de tracción para una varilla

Nº de varillas a colocar por anclaje:

Nº de varillas= 2 Und Por cada anclaje  
Capacidad de tracción= 9,364 Kg F.S 1.19  $\geq$  1 OK!

### Càlculo utilizando acero grado 60

Fv: 4200 Kg  
Para varilla de 1 1/2"= 15,800 Kg Capacidad de tracción para una varilla

Nº de varillas a colocar por anclaje:

Nº de varillas= 2 Und Por cada anclaje  
Capacidad de tracción= 31,601 Kg F.S 4.02  $\geq$  1 OK!

## 15. CÁLCULOS DE ZAPATAS.

DISEÑO DE ZAPATAS			
Puente Colgante El Jicaro			
<b>Cargas de la superestructura.</b>		<b>Datos</b>	
P=	42,296.11 kg	Capacidad del suelo=	2.6 kg/cm <sup>2</sup>
M=	1,268.88 kg-m	Concreto=	2400 kg/m <sup>3</sup>
V=	500 kg	Suelo=	1600 kg/m <sup>3</sup>
		Espesor de mejoramiento de suelo=	100 cm
<p>Se considera la capacidad de carga de 5 Kg/cm2 con un mejoramiento de suelo de 1 m de profundidad en caso que el suelo del sitio sea arcilla.</p>			
<b>Esfuerzos permisibles.</b>			
Acero de refuerzo Fy=	40000 psi	2818 kg/cm <sup>2</sup>	
Concreto F'c=	4000 psi	282 kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Dimensiones propuestas.</b>			
<b>Zapata</b>		<b>Pedestal.</b>	
B=	240 cm	b=	31.5 plg
L=	250 cm	L=	122.83 plg
h=	50 cm	D=	100 cm
d=	42.5 cm		
Desplante H=	150 cm		
<b>CARGA VERTICAL (F)</b>			
Reacción de la columna.		42,296.11 kg	
Peso de la zapata=2400*2.4*2.5*0.425=		6120 kg	
Peso del pedestal=2400*0.8*3.12*1=		5990.4 kg	
Peso del suelo=1600*((2.4*2.5-0.8))1=		6400 kg	
<b>CARGA VERTICAL (F)=42296.1078064173+6120+5990.4+6400=</b>		<b>60,806.51 kg</b>	
<b>CARGA HORIZONTAL (V)</b>		<b>500 kg</b>	
<b>MOMENTO TOTAL (Mv)=M+V*H=1268.88323419252+500*142.5 /100 :</b>		<b>1,981.38 kg-m</b>	
<b>REVISION POR VOLCAMIENTO.</b>			
Momento resistente al volcamiento <b>Mr</b> .			
Mr= F*B/2		<b>72967.81 kg-m</b>	
Momento de volcamiento <b>Mv</b> .			
Mv=		<b>1,981.38 kg-m</b>	
Factor de seguridad al volcamiento <b>Fs = Mr/Mv&gt;1.5</b>			
<b>Fs=</b>	<b>36.83 &gt;1ok!</b>		

**CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD "e"**

$$e = M/F = 198138.323419252 / 60806.5078064173 =$$

3.26 cm

$$B/6 = 240/6 =$$

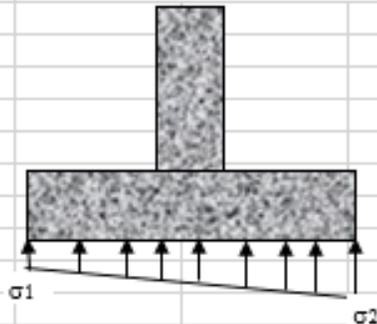
40 cm

**CALCULO DE LAS PRESIONES ACTUANTES.****APLICA**Si la excentricidad es menor o igual al tercio medio  $e < B/6$  **UTILIZAR**

$$\sigma_1 = P/B \cdot L \cdot (1 - e/B) = 60806.5078064173 / (240 \cdot 250) \cdot (1 - 6 \cdot 3.26/240) =$$

0.931 kg/cm<sup>2</sup>

$$\sigma_2 = P/B \cdot L \cdot (1 + e/B) = 60806.5078064173 / (240 \cdot 250) \cdot (1 + 6 \cdot 40/250) =$$

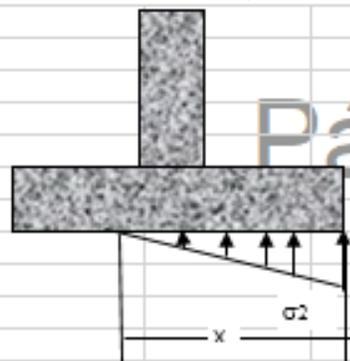
**1.096 kg/cm<sup>2</sup>**Si la excentricidad es mayor al tercio medio  $e > B/6$  **UTILIZAR****NO APLICA**

$$\sigma = 2 \cdot P / (X \cdot L) \quad \text{Donde } X = 3 \cdot (B/2 - e)$$

$$X = 3 \cdot (240/2 - 3.26) =$$

350.22 cm

$$\sigma = 2 \cdot 60806.5078064173 / (350.22 \cdot 250) =$$

**1.389 kg/cm<sup>2</sup>**

Página 3

**VERIFICACION DE LA PRESION**

presión actuante=

**1.096 kg/cm<sup>2</sup>**

menor que

**2.6****kg/cm<sup>2</sup>****OK!**

Es recomendable que el valor de la capacidad de soporte del suelo sea verificado mediante el estudio de suelo. Para aumentar la capacidad de soporte del suelo se puede realizar un mejoramiento en la base con suelo cemento.

Presión factorada para el diseño de la zapata tanto por cortante como por flexión " $W_f$ ".

$$W_f = 1.7 \cdot 1.096 = \mathbf{1.863 \text{ kg/cm}^2}$$

**ANALISIS POR CORTANTE.**

CORTANTE EN UNA DIRECCION.

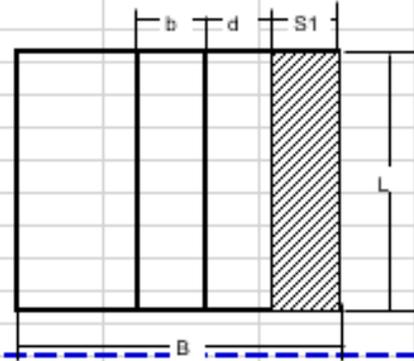
cortante actuante " $V_a$ "

$$S = ((B-b)/2) - d$$

$$S = 120 - 40 - 42.5 = 37.5 \text{ cm}$$

$$V = S \cdot L \cdot W_f$$

$$V_a = 1.863 \cdot 37.5 \cdot 250 = \mathbf{17465.63 \text{ kg}}$$



Página 4

Cortante resistente " $V_r$ "

$$V_r = 0.85 \cdot 2(F'_c)^{0.5} \cdot L \cdot d = 0.85 \cdot 2(4000)^{0.5} \cdot 98.43 \text{ plg} \cdot 16.73 \text{ plg} = 177068.14$$

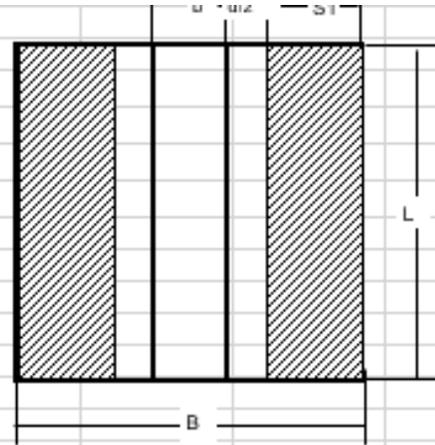
$$\mathbf{V_r = 80485.52 \text{ kg}}$$

$$V_a < V_r = 17465.63 \text{ kg} < 80485.52 \text{ kg} \quad \mathbf{OK!}$$

$$F.S = V_r/V_a = 4.61 \text{ mayor que } 1.5 \quad \mathbf{OK!}$$

**CORTANTE EN DOS DIRECCIONES.**

<b>A1</b> (Area1)=(b+d)*L=	38220	cm <sup>2</sup>
<b>A2</b> (Area1)=B*L=	74880	cm <sup>2</sup>
<b>A3</b> =A1-A2=	36660	cm <sup>2</sup>
<b>b<sub>o</sub></b> =2*L	500	cm



cortante actuante "Va" Va=36660*1.863=	<b>68297.58</b>	<b>kg</b>
---	-----------------	-----------

Cortante resistente "Vr" Vr=0.85(2+4/βc)*(F'c)⁰.5*bo*d<0.85*4*(F'c)⁰.5*bo*d		
<b>βc=b/l= 0.26</b>		
Vr=0.85(2+4/βc)*(F'c)⁰.5*bo*d=		

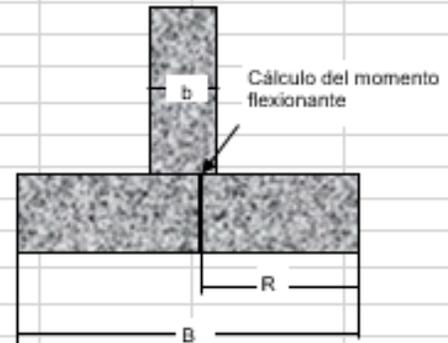
<b>Vr=</b>	3078261.5	psi
	1399209.8	kg
<b>Vr=</b>	708272.56	psi
	321942.07	kg
<b>Vr=</b>	<b>708272.6</b>	<b>kg</b>

Vr=0.85*4*(F'c)⁰.5*bo*d=		
Vr<Va=		
<b>El cortante a comparar es Vr=</b>		

**68297.58 kg < 708272.56 kg OK!**

**F.S = Vr/Va 10.37 mayor que 1.5 OK!**

R=(2B-b)/4=	100	cm
Momento actuante "Ma" Ma=Wf*LxR²/2		
Ma=1.863*250*100*100/2=	2328750	kg-cm
Mn=Ma/0.9	<b>2587500</b>	<b>kg-cm</b>



Area de acero requerida por flexión <b>Asf</b> . As=Mn/(0.9d*fy)	24.01	cm <sup>2</sup>
<b>Asf=</b>	3.72	plg <sup>2</sup>

Revision

$$a=As \times fy / (0.85f'c \times B) = 24.01 \times 2818 / (0.85 \times 282 \times 240)$$

$$= 1.18 \text{ cm}$$

$$As = Mn / (fy \times (d - a/2)) = 21.91$$

$$\rho = As / bd = 0.0021$$

Acero mínimo requerido por temperatura y contracción

$$\rho_{min} = 0.0018 < \rho = 0.0018 < 0.0021 \text{ OK!}$$

Area de acero mínimo **As<sub>min</sub>**.

$$As_{min} = 0.005 \times L \times d \quad As_{min} = 53.13 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 8.24 \text{ plg}^2$$

Area de acero requerida

**As**

**As= 8.24 plg<sup>2</sup>**

Tabla de areas de varillas de acero						
Diámetro nominal (Plg)	Diámetro nominal (mm)	Area de la sección transversal (cm <sup>2</sup> )				
		1	2	4	6	8
3/8	9.53	0.71	1.43	2.85	4.28	5.71
1/2	12.70	1.27	2.53	5.07	7.60	10.13
5/8	15.88	1.98	3.96	7.92	11.88	15.84
3/4	19.05	2.85	5.70	11.40	17.10	22.80
1	25.40	5.07	10.13	20.27	30.40	40.54

Acero proporcionado. # **6**

Cantidad= **20**

As= 8.836 plg<sup>2</sup>

Separación= 13.00

**8.24 plg<sup>2</sup> <**

**As= 8.836 plg<sup>2</sup>**

**OK!**

**Colocar varilla # 6 con una separación de 13 cm en ambas direcciones.**

Al realizar los análisis estructurales no solamente se calculan las fuerzas internas y las deflexiones en un punto cualquiera, el en análisis estructural deben de tomarse en cuenta cada uno de los aspectos los cuales hemos mencionados y plasmados en el documento.

Uno de nuestros objetivos principales es proporcionar la estabilidad de la estructura por los determinados apoyos, elementos y uniones. Para este diseño se establecieron criterios para determinar la estabilidad.

El equilibrio entre las fuerzas internas y externas de todas las estructuras y los elementos que la componen. Tomando en cuenta las flexibilidades de la estructura, es decir que la estructura es más flexible cuando mayor sean los valores de desplazamiento.

Antes que nada, es fundamental saber que un puente colgante está sostenido por un arco intervenido formado por numerosos cables de acero, de los cuales se suspende el tablero de dicho puente mediante tirantes verticales, por lo tanto; la

estructura se ve obligada ante el sometimiento de cuatro fuerzas físicas a soportar grades cargas sobre sí mismo. Se entiende por fuerza física como una magnitud de intensidad.

En décadas pasadas o antiguas se construían puentes sin elementos rígidos, pero hoy este sistema no se emplea sino en pasarelas; el elemento rígido puede ser la cadena o elemento de sustentación o el tablero. Un puente colgante viene a ser la figura invertida de un puente en arco de dos o tres articulaciones que sostienen al tablero por medio de tirantes en posición vertical, tal como se refleja en el diseño de que proponemos para el puente colgante.

Respecto a las fuerzas que intervienen en la construcción de indicados puentes tenemos: en primer lugar “la fuerza de tracción”; esta se define como el esfuerzo al cual se encuentra sometido un cuerpo a causa de la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto y; por lo tanto, tienden a estirarlo. En un puente esta fuerza se encuentra localizada en los cables principales del mismo; cumpliéndose así “la fuerza de tracción que intenta estirar un objeto” Flores, D. (2010) construcción de puentes.

En segundo lugar; se encuentra la fuerza de compresión; resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen o un acortamiento en determinada dirección. En consecuencia; la fuerza de compresión es la contraria a la antes mencionada fuerza de atracción, intenta comprimir un objeto en el sentido de la fuerza; la tercera ley de newton se base en este tipo de fuerza (compresión), en este sentido; “son llevadas las líneas de tensiones dentro del segmento de tablero con el propósito de disminuir la compresión” Mascia, N. (2011) Identificación y análisis de patologías en puentes de carreteras urbanas y rurales.

Por otro lado; tenemos la tercera fuerza llamada “fuerza gravitatoria”, es la fuerza de atracción mutua que experimentan los cuerpos por el hecho de tener una

masa determinada, por consiguiente; en un puente colgante deberá soportar el peso, a través de los cables, habrá una tensión a la cual le corresponderá ser mayor del otro extremo.

En el documento se mencionan y se muestran los cálculos de los cuales fuerzas para establecer los diseños del puente. Incluyendo sus zapatas para las torres.

## 16. CONCLUSIONES

Un principio básico para la consecución de una estructura durable consiste en lograr, en la medida de lo posible, el máximo aislamiento respecto al agua. Por ello, todas las medidas que promuevan una evacuación rápida del agua, de manera que esté en contacto con la estructura lo mínimo posible, redundan en su durabilidad. De igual manera, es recomendable minimizar la extensión de las superficies de acero expuesta a la corrosión, reduciendo el número de irregularidades (superposiciones, bordes, esquinas), en general (deberían emplearse materiales que con cuidado discontinuas y por puntos únicamente en caso de riesgo insignificante de corrosión).

Los componentes con mayores daños es el tablero que es construido de madera, los apoyos y los elementos de armadura, No era tan fácil como pensaba puede resistir mayor peso en los extremos que en el medio.

El puente llega a ser más resistente si es que es simétrico con respecto al eje que pasa por la mitad del puente en forma vertical.

## BIBLIOGRAFÍA

Esquipulas-AMUPNOR, A. d. (2014). Diagnostico del Plan Municipal de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de Esquipulas. Esquipulas.

García, B. O. (2019). Microzonificación sísmica en el sector oeste del área urbana de la ciudad de Managua. Managua.

<http://www.bio-nica.info>. (s.f.). <http://www.bio-nica.info>. Obtenido de <http://www.bio-nica.info>: <http://www.bio-nica.info/Biblioteca/AnonimoGeologiaSintesisGeologia.pdf#targetText=La%20geolog%C3%ADa%20hist%C3%B3rica%20de%20Nicaragua,intensa%20actividad%20volc%C3%A1nica%20del%20cuaternario.&targetText=En%20Nicaragua%2C%20las%20rocas%20metam%C3%B3rfica>

Lorente, B. I. (s.f.). <http://repositorio.unan.edu.ni>. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni>: <http://repositorio.unan.edu.ni/244/1/93840.pdf>

PROATAS, I.-A.-U.-G. . (Noviembre de 2014). <http://www.ana.gob.ni>. Obtenido de <http://www.ana.gob.ni/DocumentosSiAGUA/slideshow/Album%20Cuencas%20Nic%20Revisado.pdf>

Prosperidad, P. p. (2015). Manual para Constructores.

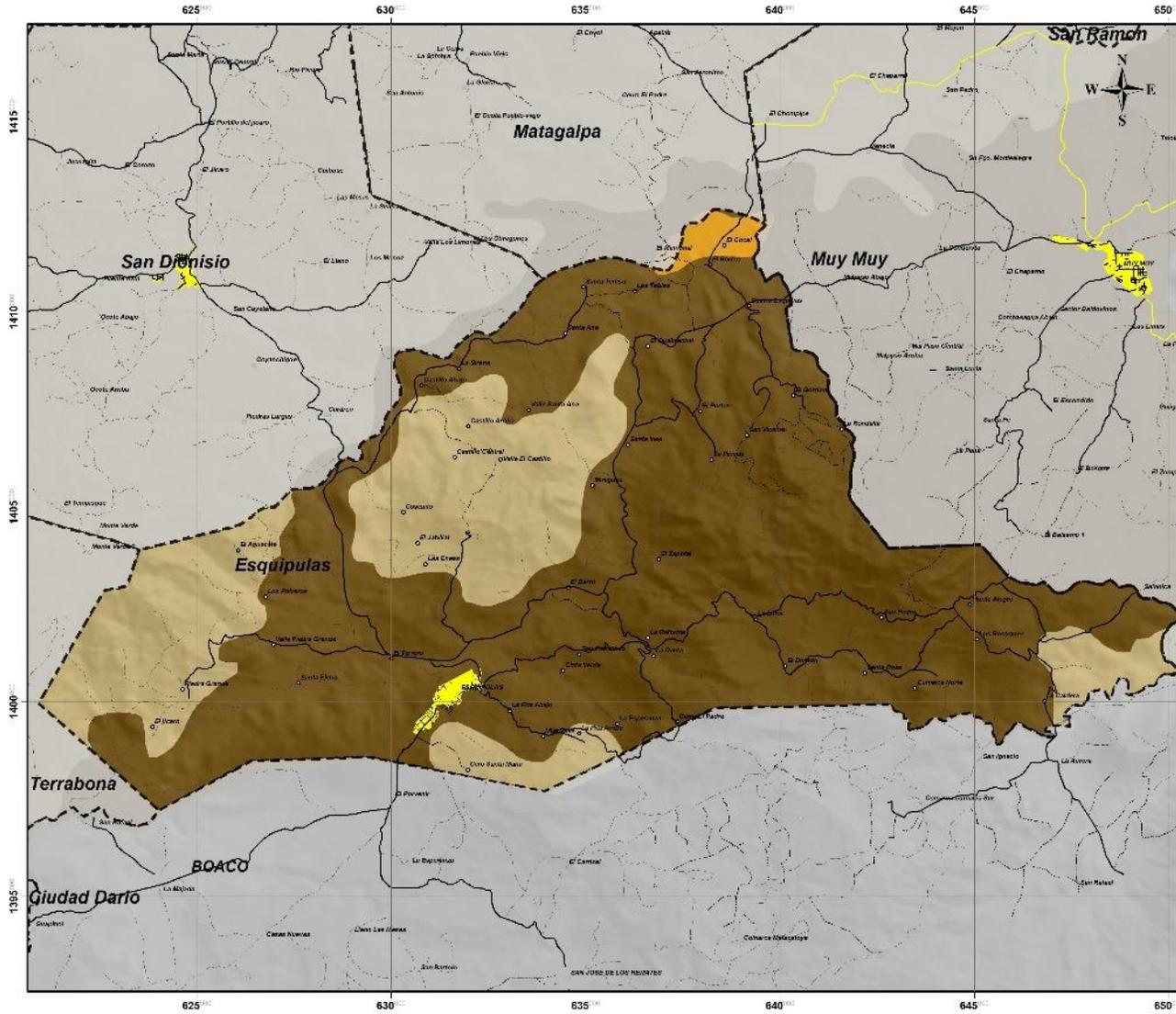
<http://www.nicaraguanonprofitnetwork.org/users/bridges-prosperity#>

Iores, D. (2010) construcción de puentes. Recuperado el 28 de julio de 2012, de <http://www.ingenieria civil /trabajos81/fuerzas-construccion-puente-colgante/fuerzas-construccion-puente-colgante.shtml>.

Flores, D. (2010) construcción de puentes. Recuperado el 28 de julio de 2012, de <http://www.ingenieria civil /trabajos81/fuerzas-construccion-puente-colgante/fuerzas-construccion-puente-colgante.shtml>.

# ANEXOS

(ANEXO 1) Geología de Esquipulas



Plan Municipal de Ordenamiento y Desarrollo Territorial ESQUIPULAS



- LEYENDA**  
**Geología**  
 Coyoil Inferior  
 Coyoil Superior  
 Formación Matagalpa



Asociación de Municipios Productivos del Norte

Preparado por el Equipo Técnico del Depto. de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de AMUPNOR, basados en Imágenes Satelitales Spots tomadas en el 22 de Enero del 2012.  
 Cualquier error u omisión favor reportarlo al DODT a la siguiente dirección: ENITEL, Se. al Norte 25 vna al oeste, Matagalpa. Teléfono: 2772-4281. E-mail: amupnor@gmail.com

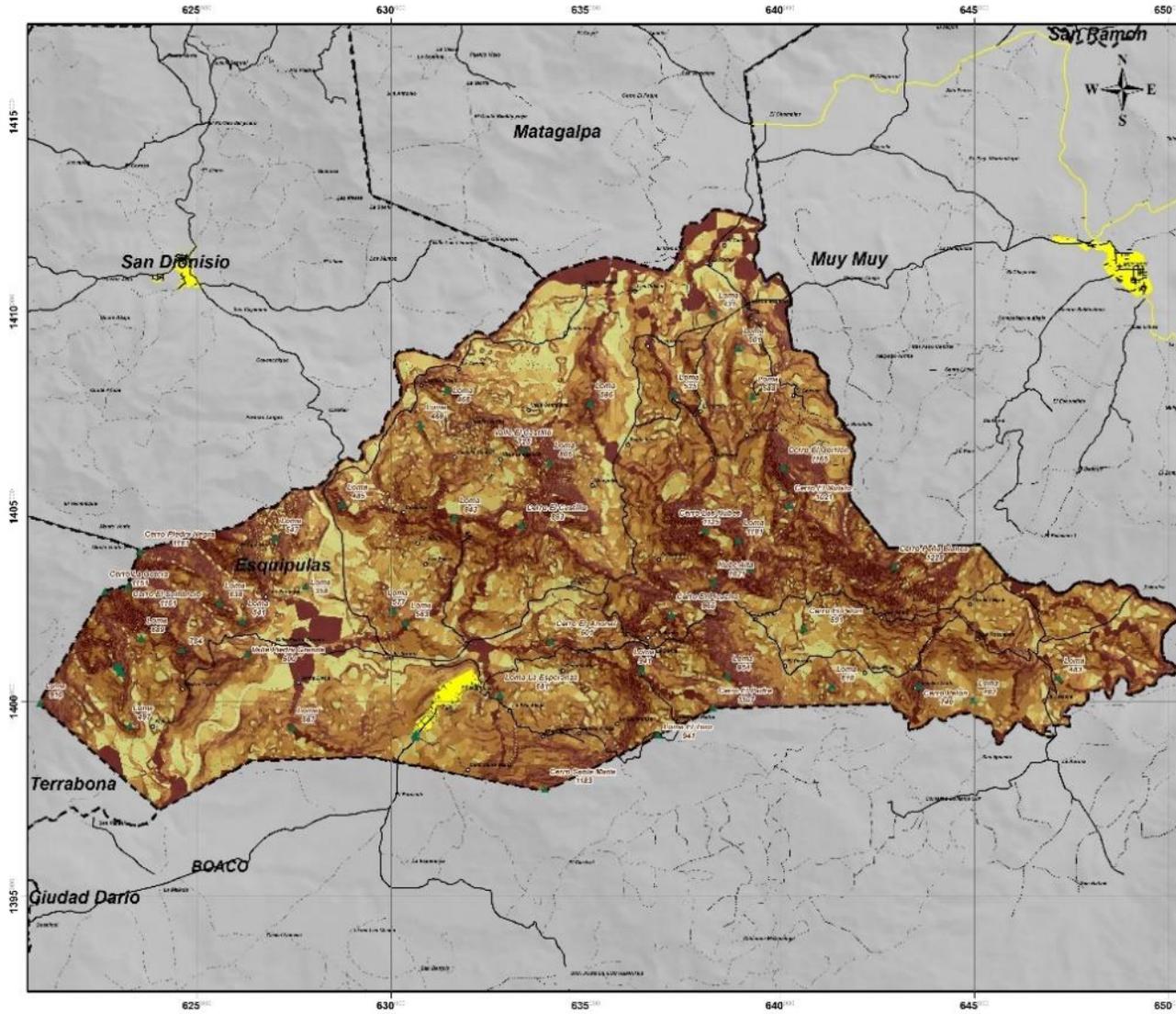


Mapa Base: INETER 1:50000 (1967)  
 Datos G.S.: AMUPNOR  
 Datos de Elev.: SRTM (30m) - NASA  
 Análisis: DODT - AMUPNOR  
 Datum: WGS 84  
 Proyección: UTM Zona 18N  
 Fecha: Mayo 2013

Origen Geológicos de los Suelos basado en mapas de geología de los suelos del INETER.

**07 GEOLOGIA**

(ANEXO 2) Topografía



**Plan Municipal de Ordenamiento y Desarrollo Territorial ESQUIPULAS**



urbatonde  
Solidaridad Internacional  
Geneve



**LEYENDA**

**Rango**

- 0-5 %
- 5-10%
- 10-15%
- 15-30%
- 30-45%
- >45%
- ▲ Cerros



**AMUPNOR**  
Asociación de Municipios Productivos del Norte

Preparado por el Equipo Técnico del Depto. de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de AMUPNOR.

Cualquier error u omisión favor reportarlo al DODT a la siguiente dirección:  
ENITEL 3c. al Norte 29 vrs al este, Matagalpa. Teléfono: 2772-0281  
E-mail: amupnor@gmail.com

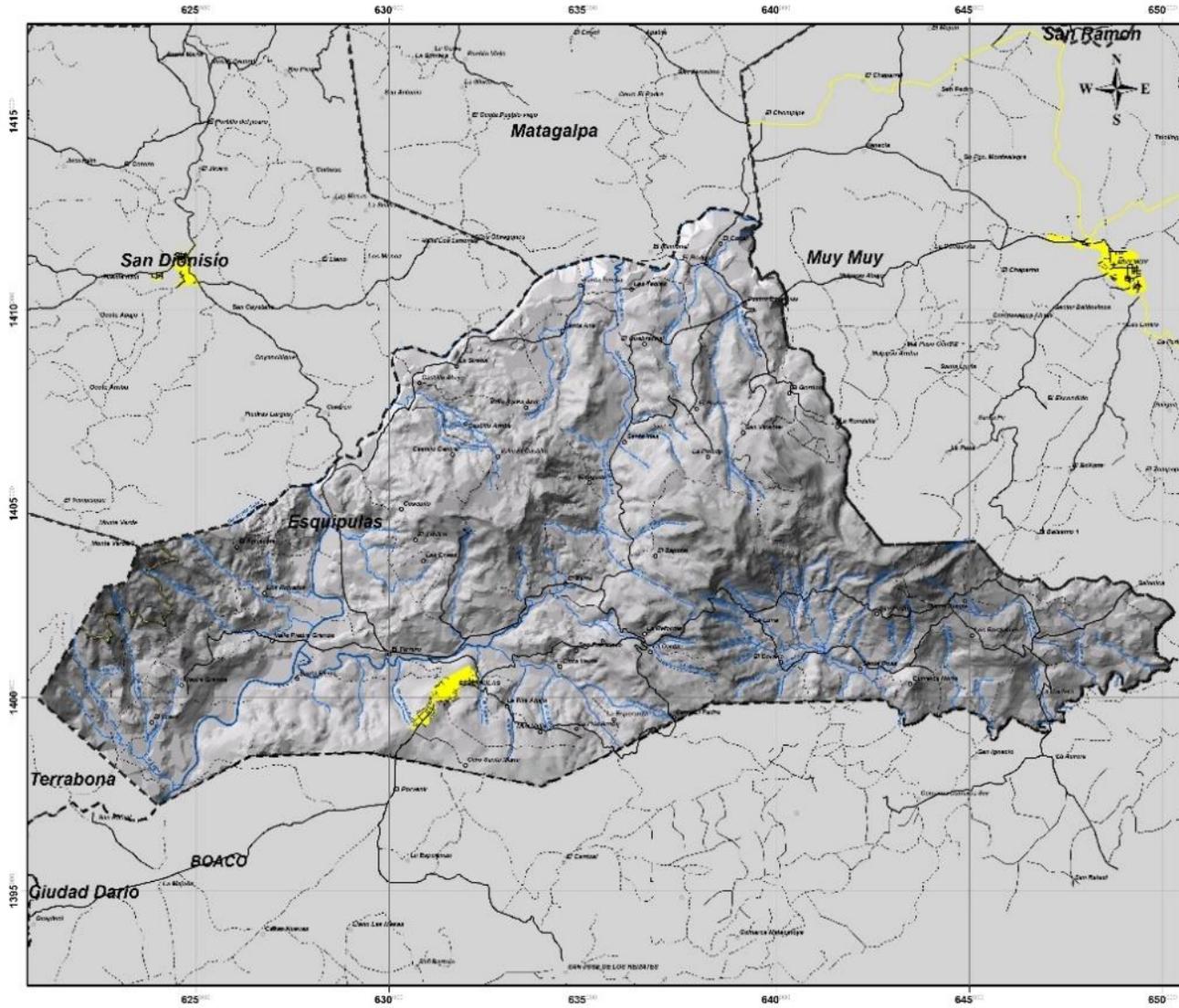


Mapa Base: INETER 1:50000 (1967)  
 Datos G.S.: AMUPNOR  
 Datos de Elev.: SRTM (30m) - NASA  
 Analisis: DODT - AMUPNOR  
 Datum: WGS 84  
 Proyección: UTM Zona 18N  
 Fecha: Mayo 2013

Fisicografía del terreno basado en capa de pendiente y curvas de nivel cada 20 mts extraídas de hoja topográfica 1:50000 del INETER de 1967

<b>02</b>	<b>TOPOGRAFIA</b>
-----------	-------------------

(ANEXO 3) Hidrología



**Plan Municipal de Ordenamiento y Desarrollo Territorial ESQUIPULAS**



- LEYENDA**
- Permanente ancho
  - Permanente sencillo
  - Inconstante ancho
  - Inconstante sencillo



**AMUPNOR** Asociación de Municipios Productivos del Norte

Preparado por el Equipo Técnico del Depto. de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de AMUPNOR, basados en Imágenes Satelitales Spot5 tomadas en 22 de Enero del 2010

Cualquier error u omisión favor reportarlo al DODT a la siguiente dirección: ENITEL, S.A. al Norte 25 vna al caso, Matagalpa. Teléfono: 2772-4281. E-mail: amupnor@gmail.com

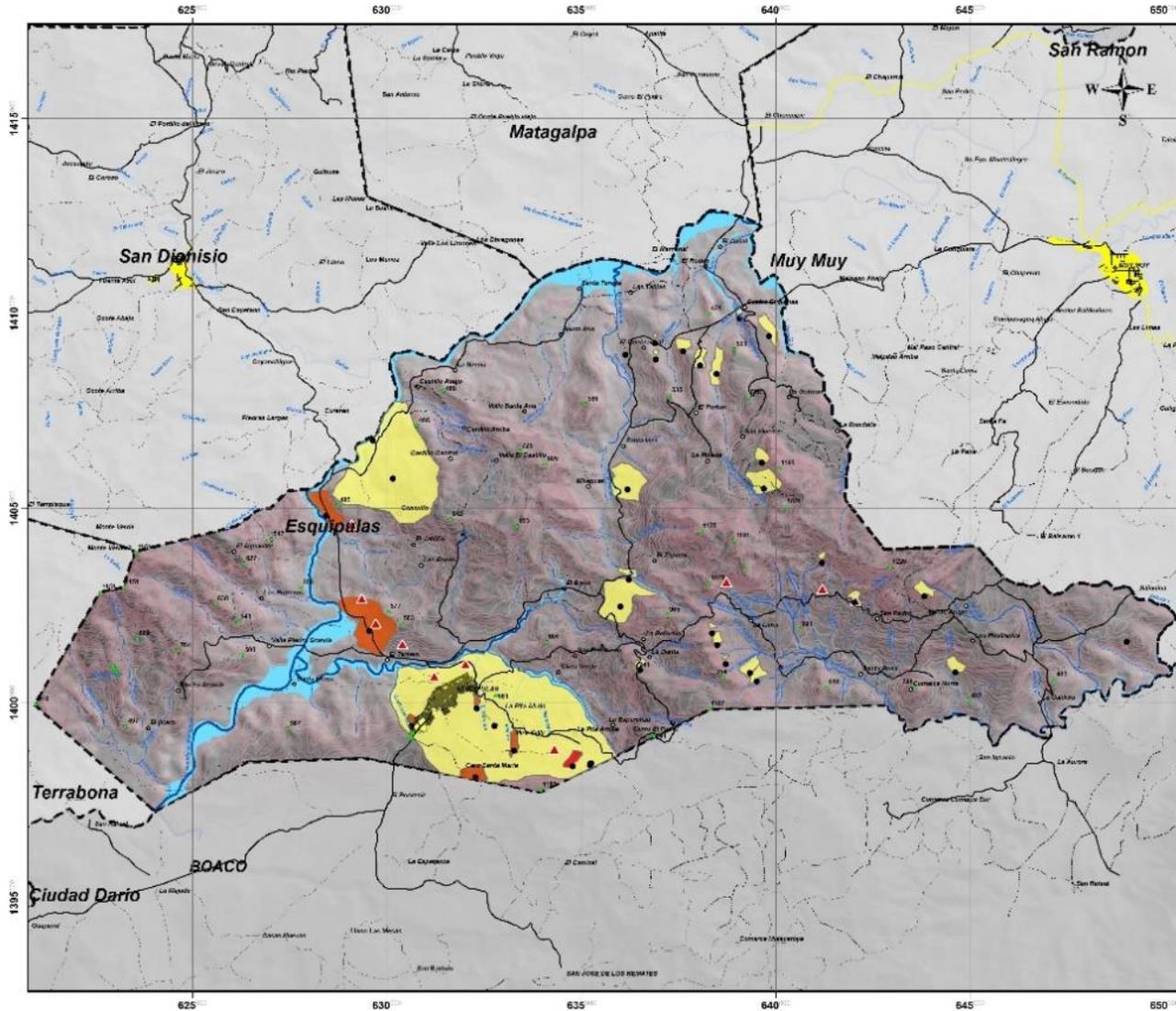


Mapa Base: INETER 1:50000 (1967)  
 Datos G.S.: AMUPNOR  
 Datos de Elev.: SRTM (30m) - NASA  
 Analisis: DODT - AMUPNOR  
 Datum: WGS 84  
 Proyección: UTM Zona 18N  
 Fecha: Mayo 2013

Mapa de Hidrografía superficial basado en hojas topograficas del INETER de 1967.

**03 HIDROGRAFIA SUPERFICIAL**

(ANEXO 4) Zonas de Riesgo



**Plan Municipal de Ordenamiento y Desarrollo Territorial ESQUIPULAS**

**LEYENDA**

<b>Rod Vial</b>	<b>Amenaza a inest. de laderas</b>
Carretera Pavimentada	Amenaza a inestabilidad de laderas
Carretera de todo tiempo	Peligro alto
Carretera de tiempo Seco	Peligro medio
Riódoras	Peligro bajo
Manzanas urbano	Slides de derrumbe
Permanente ancho	Deslizamiento superficial
Permanente sencillo	<b>Amenaza hidrológica</b>
Inconstante ancho	Zona susceptible a inundación
Inconstante sencillo	

**Asociación de Municipios Productivos del Norte**  
**AMUPNOR**

Preparado por el Equipo Técnico del Depto. de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de AMUPNOR basados en Imágenes Satelitales SPOT1 tomadas en el 22 de Enero de 2010.  
 Cualquier error u omisión favor reportarlo al DDOIT a la siguiente dirección: DNTTEL, S.c. al Norte 25 sur al este, Matagalpa. Teléfax: 2772-4281. E-mail: amupnor@gmail.com

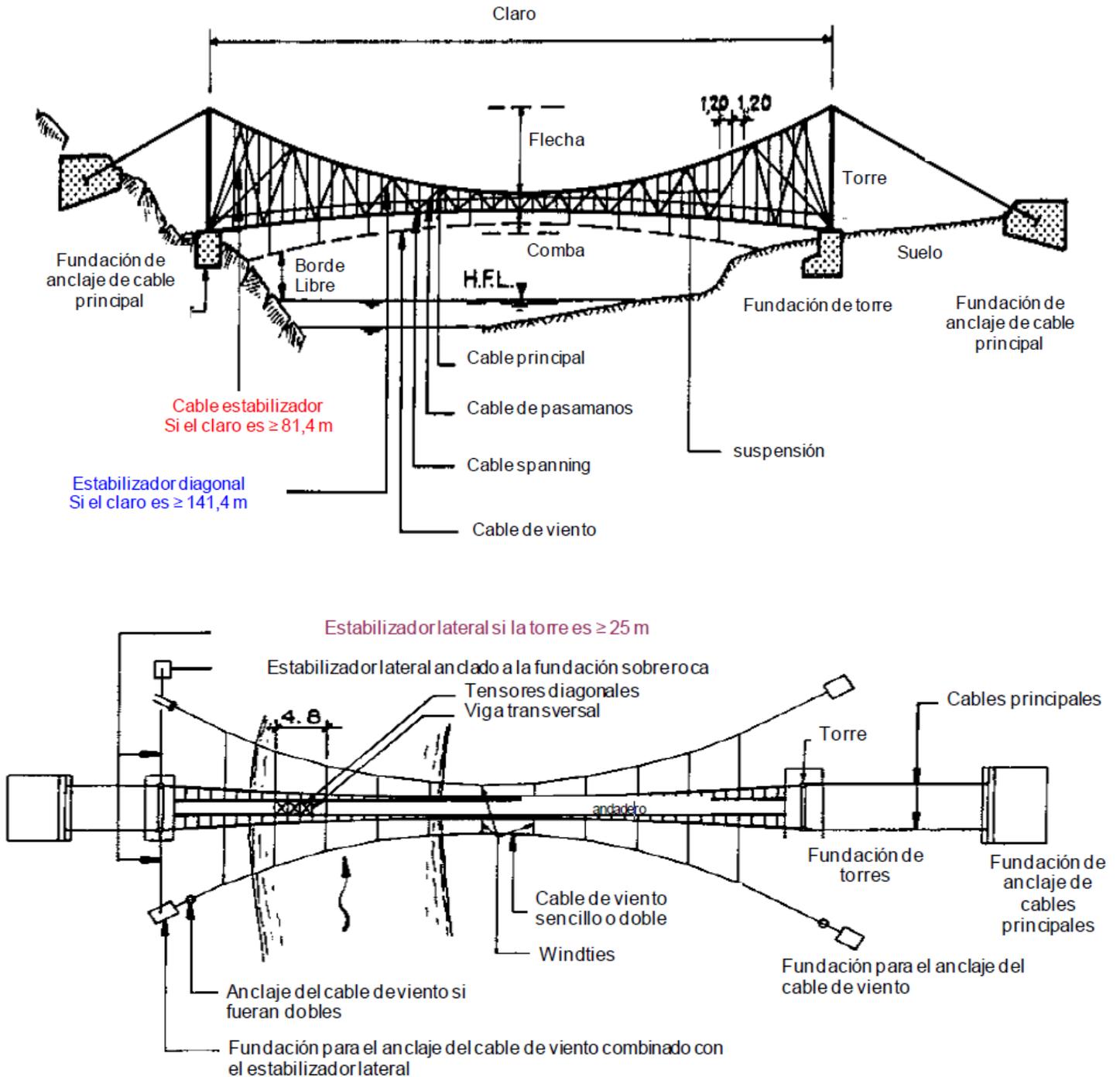
Mapa Base: INETER 1:50000 (1967)  
 Datos GIS: AMUPNOR  
 Datos de Elev: SRTM (30m) - NASA  
 Análisis: DDOIT - AMUPNOR  
 Datum: WGS 84  
 Proyección: UTM Zona 16N  
 Fecha: Mayo 2013

Mapa de indicativo de peligro Municipal elaborado por el Depto. de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de AMUPNOR, mediante información básica del COSUDE y MCN con análisis de imagen satelital SPOT1 y tomadas en Marzo del 2010 para la elaboración de los P.M.O.D.T.

**11 MAPA DE RIESGO INDICATIVO DE PELIGROS**



## DISEÑO TÍPICO DE UN PUENTE COLGANTE

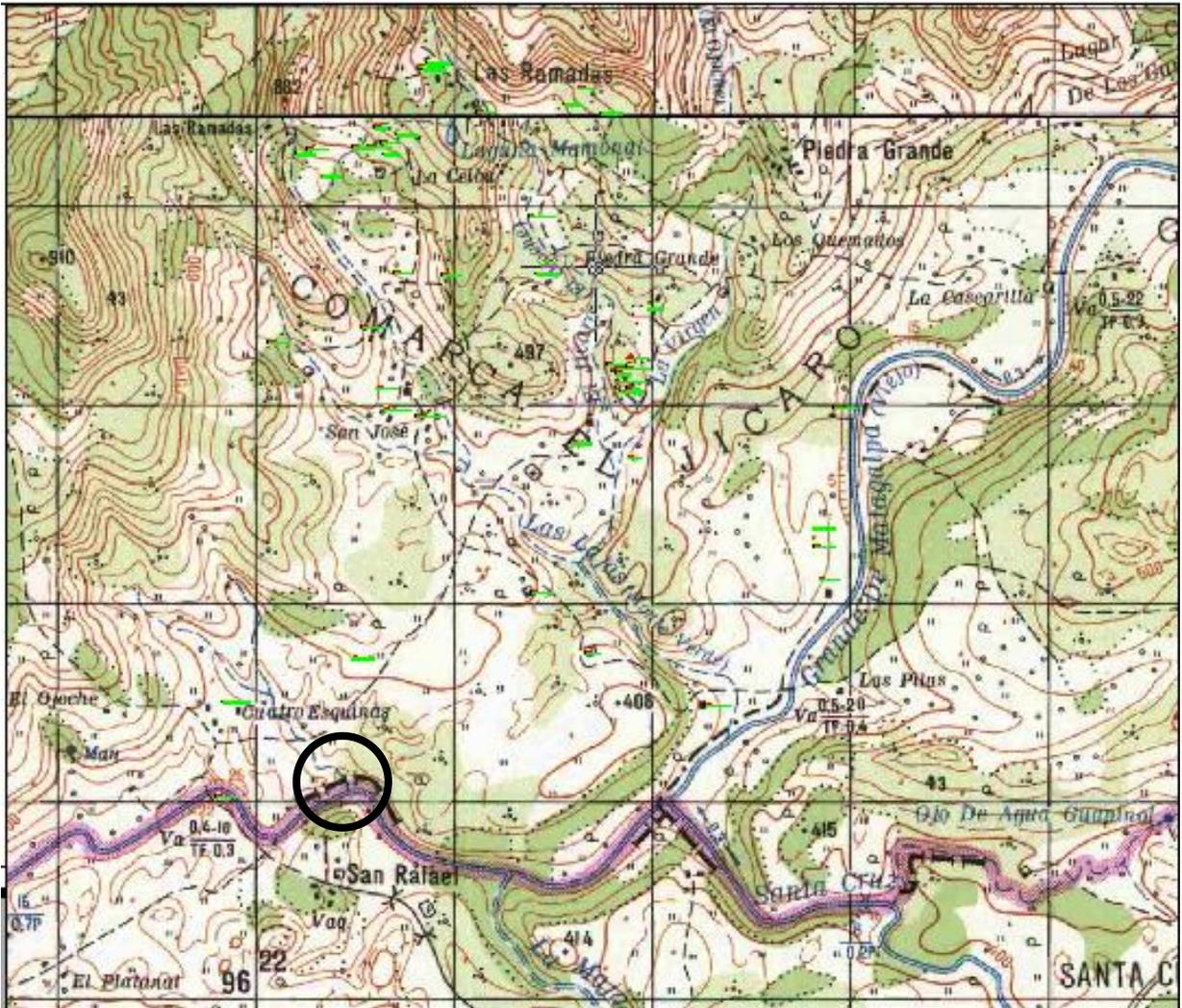


## INFORMACIÓN BÁSICA.

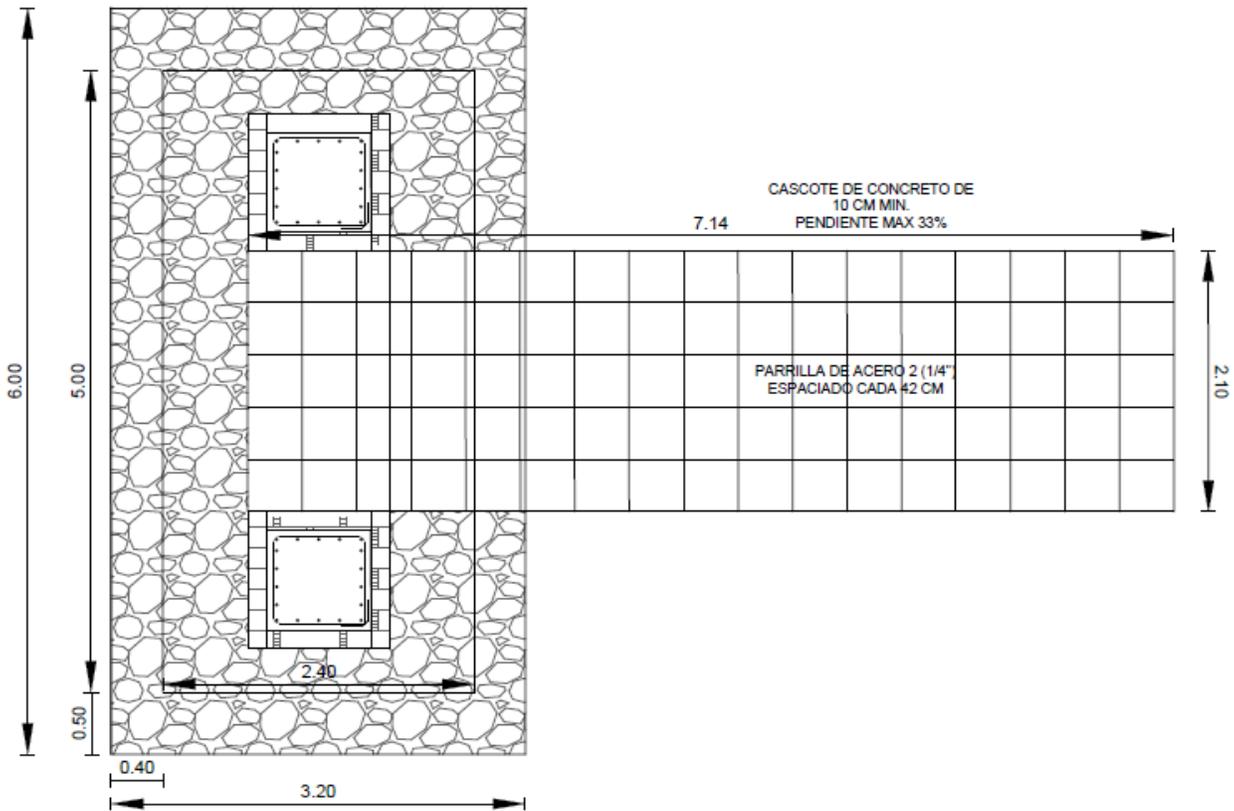
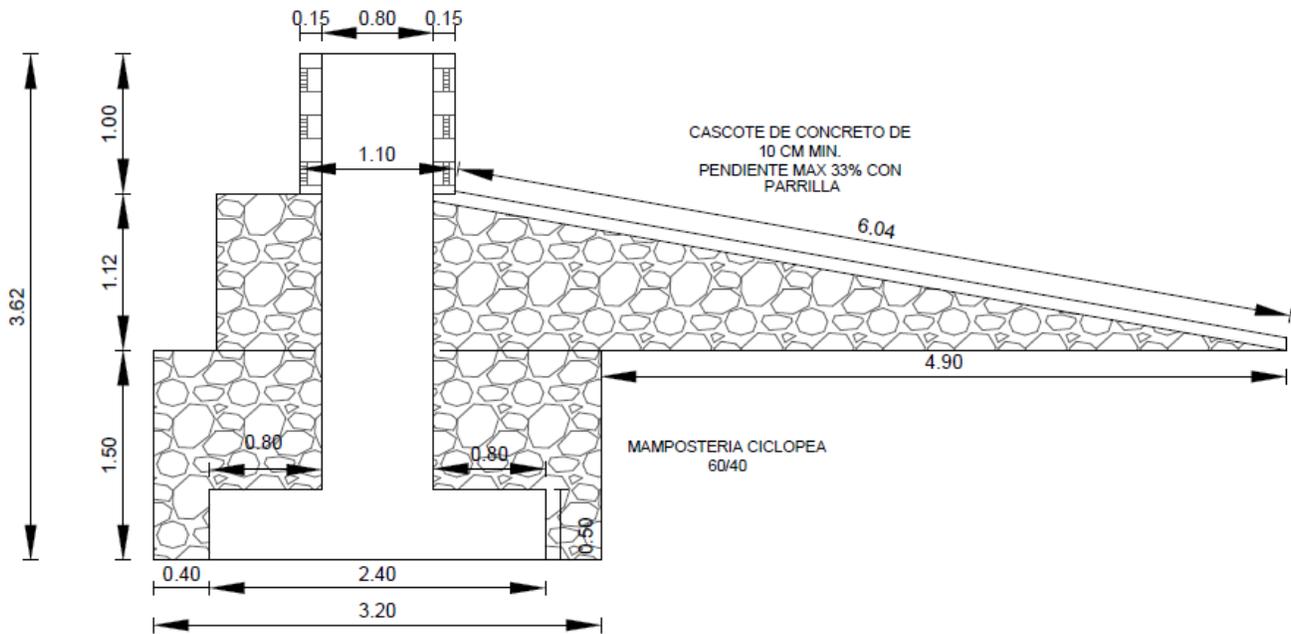
Nombre del puente: Puente Colgante El Júcaro.

Nombre del camino: La Majada-El Júcaro.

Ubicación del puente en el camino: El Júcaro

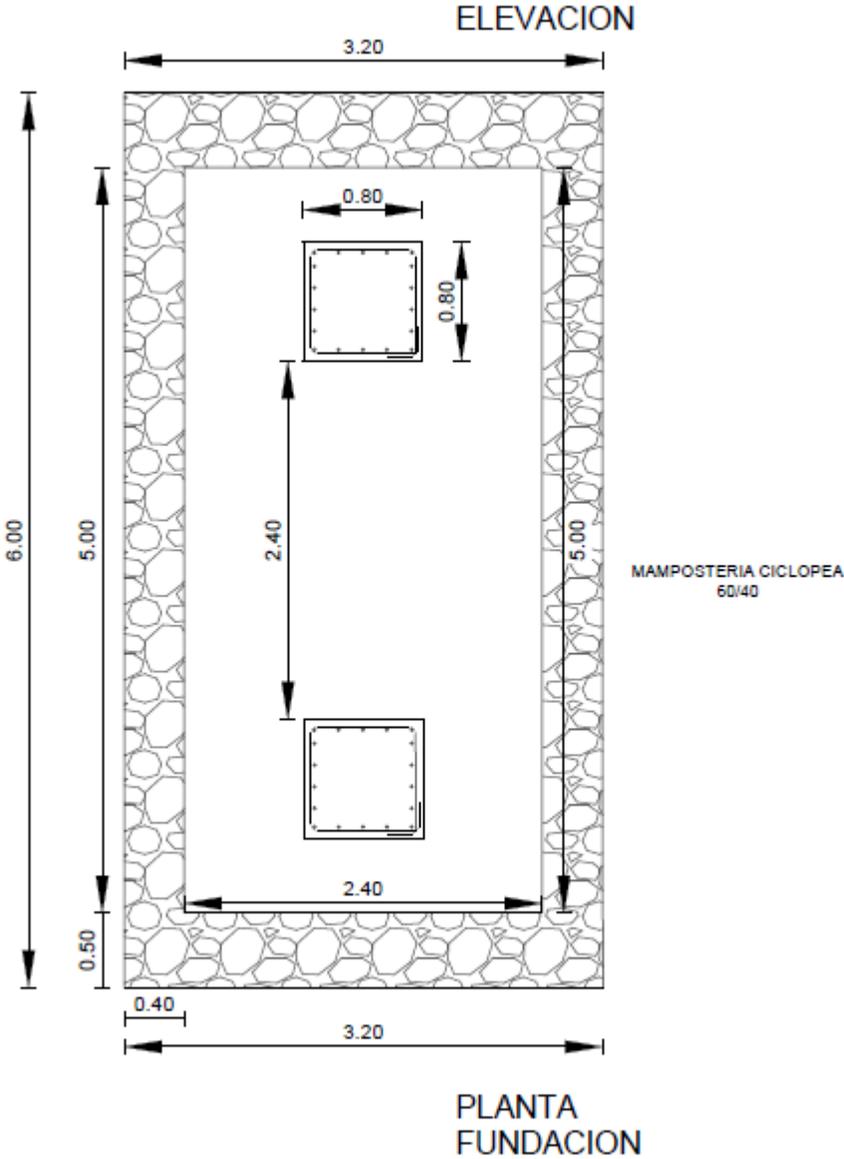


## Diseño de Rampa de acceso del Puente Colgante.

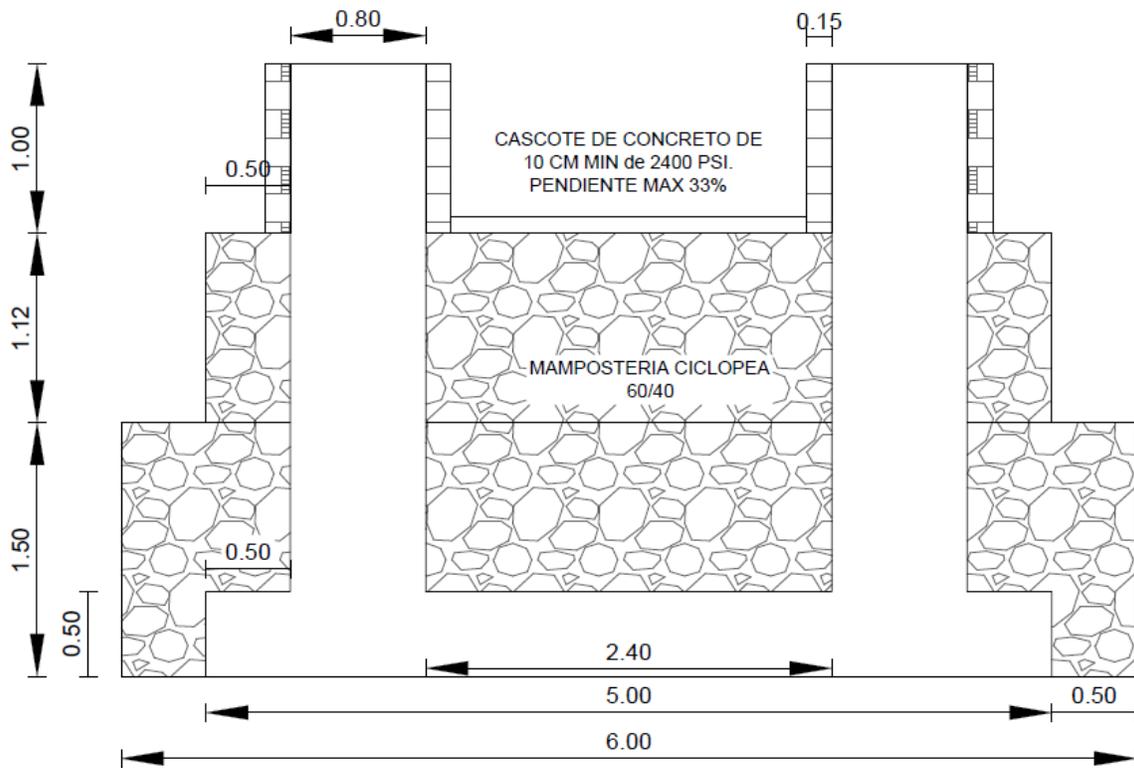


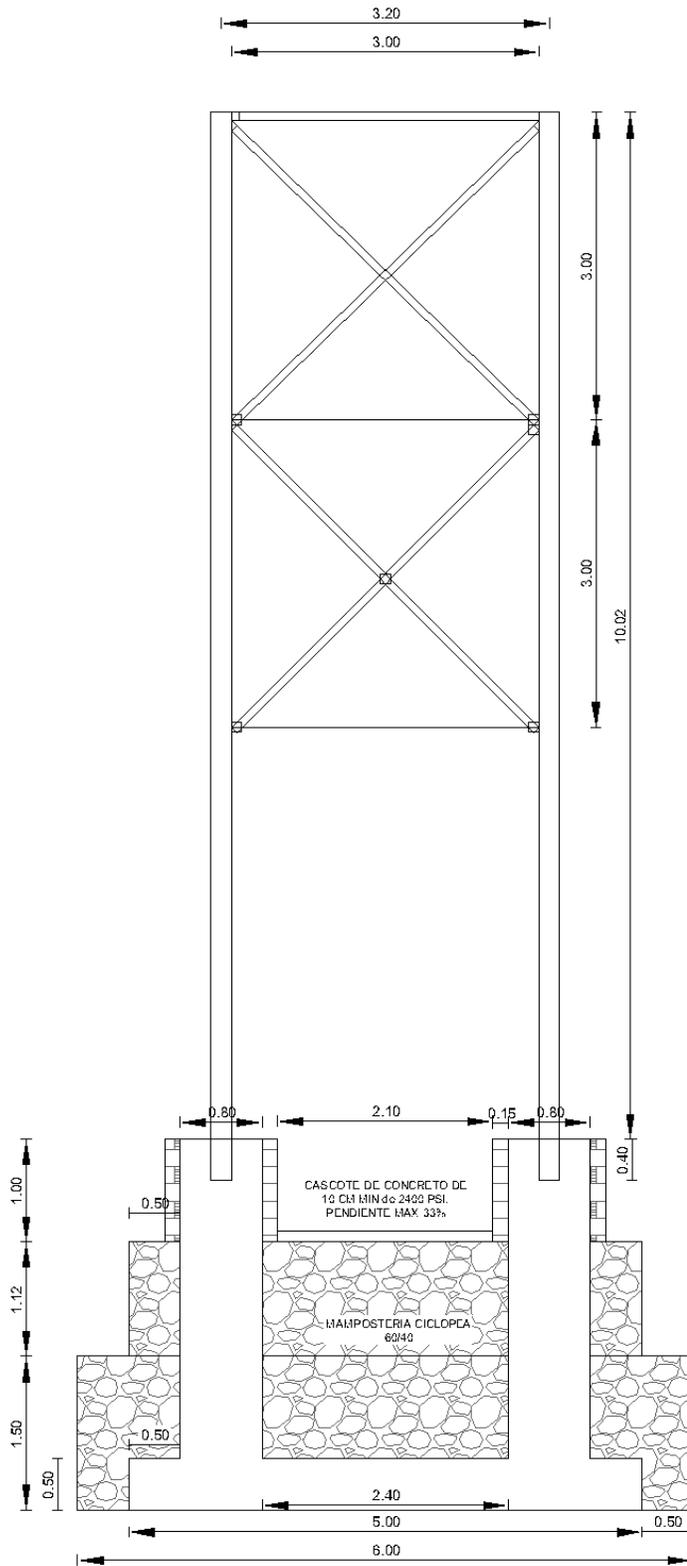
PLANTA  
RAMPA DE ACCESO

**Planta de Elevación y Fundaciones.**

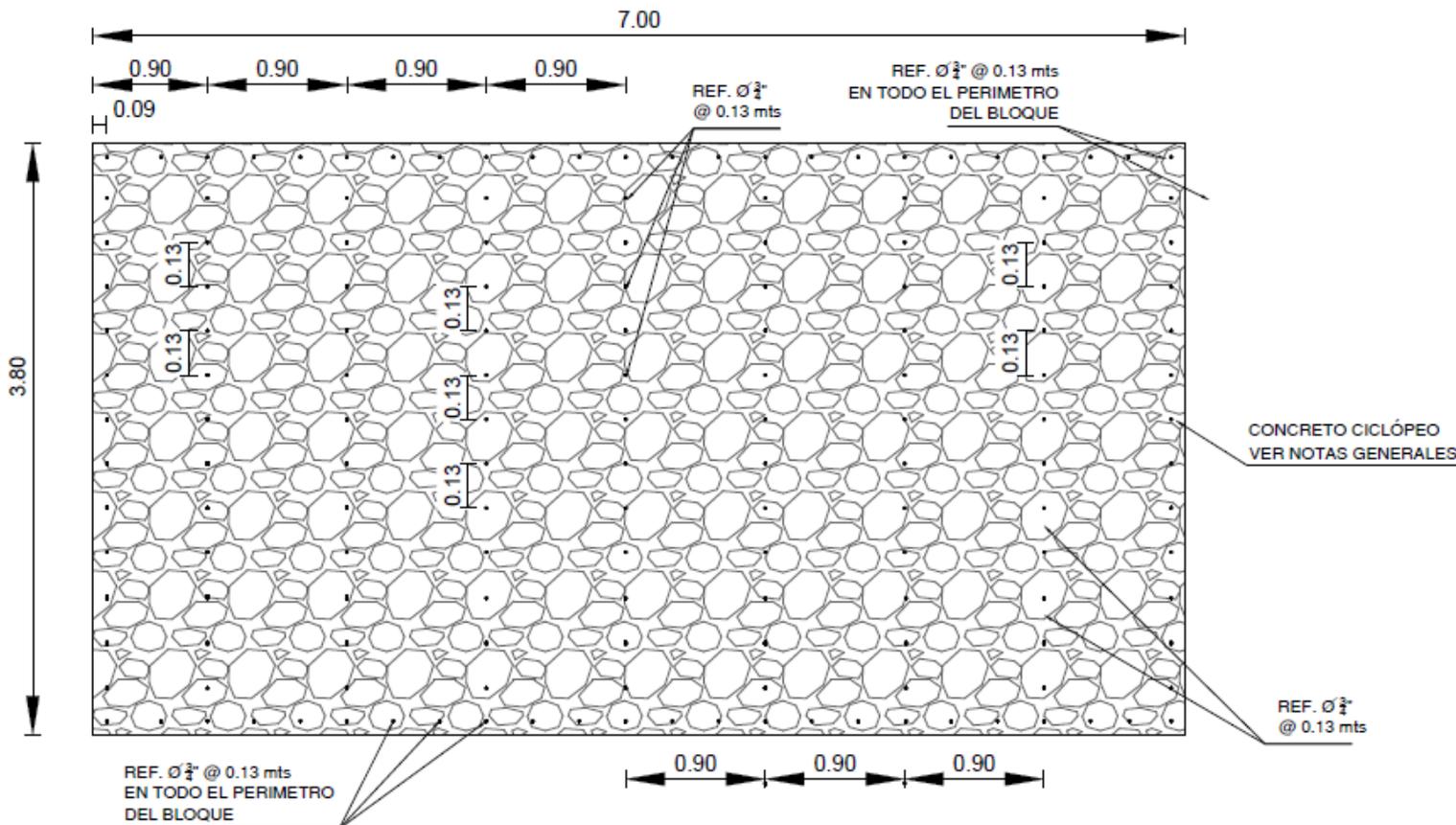


# Vista de Torres.

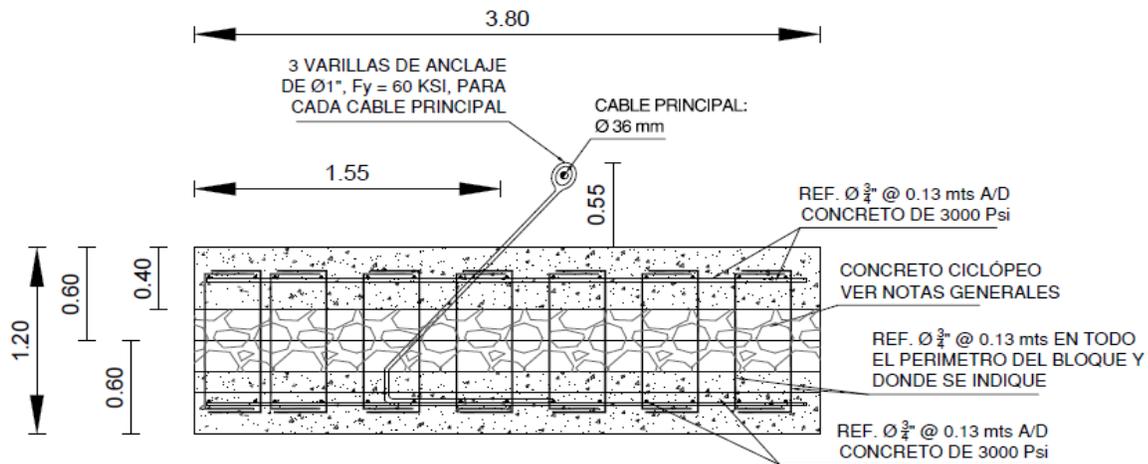




## Bloque de reacción.



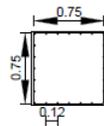
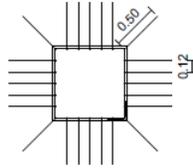
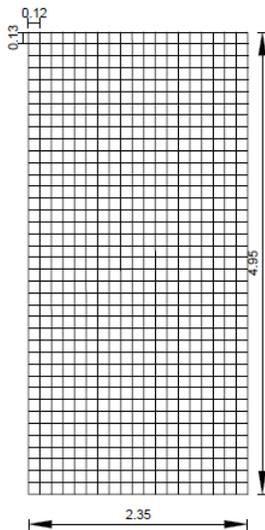
**CORTE DE BLOQUE DE REACCIÓN DE CABLE PRINCIPAL**



REVISAR LAS RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE SUELOS PARA LAS CIMENTACIONES DEL PUENTE.

**ELEVACIÓN TRANSVERSAL DE BLOQUE DE REACCIÓN DE CABLE PRINCIPAL**

## Estructura de acero y zapatas.



### ESTRUCTURA DE ACERO

Zapata corrida de acero # 6 con una separación de 12 cm en ambas direcciones.

Columna de 24 elementos de acero # 6 con una separación de 12 cm

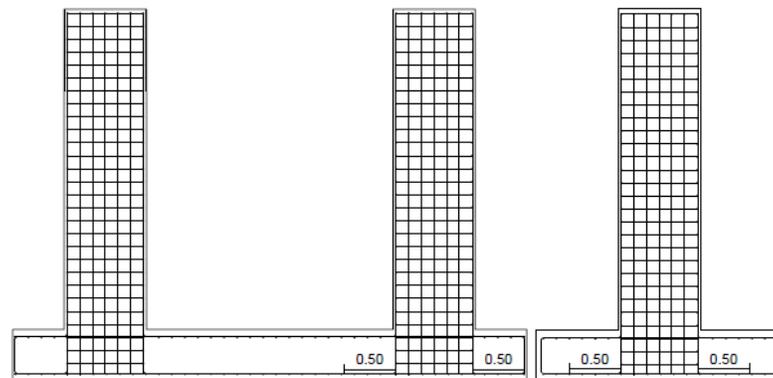
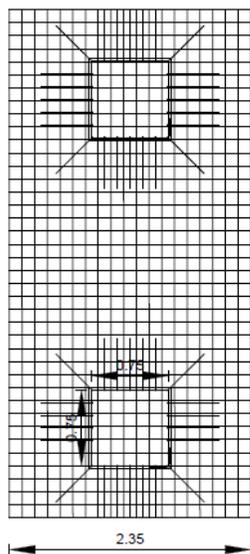
Pata de anclaje de la columna con la zapata de 50cm de desarrollo

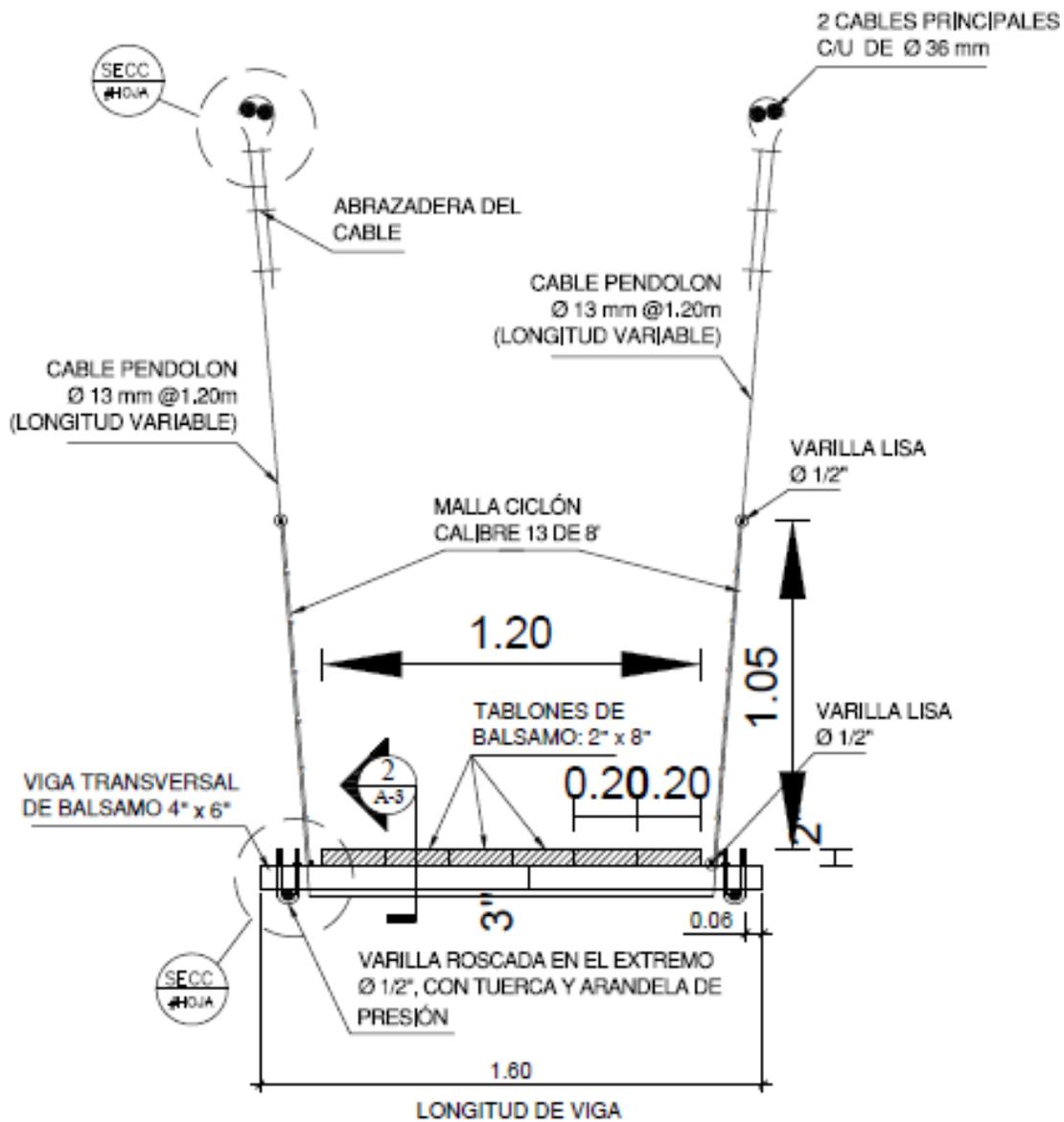
Elementos secundarios de acero #3 con una separación de 8 cm

## Vista de las Torres, Pedestales y Desplazamiento de Zapatas.

### SECCION

VISTA DE LA TORRE, ANCHO DE PEDESTALES  
Y DESPLAZAMIENTO DE ZAPATA CORRIDA





**SECCIÓN TÍPICA DE TABLERO**

