

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
UNAN-MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE MATAGALPA



**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TITULO DE TECNICO
SUPERIOR EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN TOPOGRAFIA**

TEMA:

**DISEÑO DE PUENTE VADO EN LA QUEBRADA LA ESPERANZA,
COMUNIDAD LA CHATA, MUNICIPIO EL CUA**

AUTORES:

ALEYDA TERESA CASTILLO CANO

EDWÍN CARLOS ESCORCIA CANO

TUTORA: MSC. NATALIA GOLOVINA.

31/05/2016

Contenido

RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	3
1.3. SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	4
II. JUSTIFICACION	6
III. OBJETIVOS.....	7
3.1. OBJETIVO GENERAL	7
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
IV. REFERENTE TEORICO	8
V. METODOLOGIA	11
VI. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	12
6.1. COMPONENTES Y RECURSOS.....	13
6.2. ANÁLISIS TÉCNICO	15
INVESTIGACIONES DE CAMPO.....	16
INVESTIGACIONES DE OFICINA	16
ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.....	16
CÁLCULO DE CAUDAL EN QUEBRADA LA ESPERANZA.....	17
ARREGLO DE LA LLUVIA DE DISEÑO.....	18
OBSERVACIONES ESPECIALES	23
VII. PRESUPUESTO.....	24
DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA BASE.....	25
VIII. CONCLUSIONES	30
IX. BIBLIOGRAFÍA	31
X. ANEXOS	

RESUMEN

El presente proyecto levantamiento topográfico y diseño de puente vado en la comunidad La Chata Municipio El Cua, ha sido elaborado producto de la necesidad que existe en esta comunidad y sus alrededores, el levantamiento topográfico se realizó tomando en cuenta todos los detalles uno a uno para un buen diseño el cual se elaboró apegado a las normas nacionales e internacionales como es AASHTO y las normas NIC-2000 entre otras.

Durante la recopilación de información y estudios realizados se tomó en cuenta la situación económica social y ambiental de las personas beneficiadas ya sea directa o indirectamente este diseño es uno de los más aplicados en zonas rurales ya que es uno de los puentes menos costosos, pero que si resuelven y mejoran tanto la seguridad vial como la economía de una comunidad, Municipio o Departamento.

En Nicaragua existen muchos caminos a nivel de nuestras comunidades rurales, que por sus niveles de tráfico, el tipo de inversión y la disponibilidad de recursos a nivel de los municipios de que son parte, no justifican la construcción de un puente del tipo convencional, lo cual vendría a ser la solución idónea o definitiva ante el problema de las crecidas, y la demanda de tráfico permanente de parte de los productores y la población en general.

La ventaja principal es que un vado no es generalmente susceptible a obstruirse con escombros o con vegetación como sucede en el caso de las alcantarillas, por lo cual se recomienda siempre utilizar únicamente el relleno mínimo necesario a fin de facilitar el paso de los materiales flotantes sobre el puente.

I. INTRODUCCIÓN

Un principio de desarrollo económico y social en cualquier parte del territorio nacional y quizá de todas las civilizaciones, es la construcción de obras de infraestructura de servicio público, las cuales en determinadas circunstancias evidencian un mejoramiento del nivel de vida de sus pobladores, lo cual se ve reflejado en las condiciones de vivienda, salubridad, educación, transporte, comerciales y sociales.

El progreso económico que redunda en un mejoramiento de las condiciones sociales de quienes sean beneficiarios directos e incluso, indirectos, un acceso garantizado en todo tiempo brinda mayores oportunidades de desarrollo a las comunidades que lo circundan ya que a través de él se logra la introducción de nuevas tecnologías agrícolas, salud, educación y se promueve el turismo.

Claramente, un sistema de transporte bien organizado y con la infraestructura apropiada, desde y hacia todas las comunidades de un sector geográfico, determina el desarrollo social y el mejoramiento de las condiciones económicas, a través de sus caminos rurales principalmente, que comunican las zonas productivas con sus centros de comercialización.

Como una prioridad del Gobierno Municipal de El Cua, es proveer y promover el desarrollo, asumiendo con mayor beligerancia el reto de llevar a sus comunidades un desarrollo integral y sostenible, para lo cual buscan apoyo de diversas instituciones del estado, de organismos no gubernamentales y de la misma población beneficiaria en cada una de las comunidades donde intervienen.

Con el fin de concretar la participación efectiva del pueblo en la gestión municipal en cada Municipio se organizarán los Cabildos Municipales, asambleas integradas por los pobladores de cada Municipio, quienes participarán en los mismos de manera libre y voluntaria para conocer y criticar constructivamente y aportar a dicha gestión.

1.1. Antecedentes

La necesidad de esta obra ha sido muy sentida por la población tomando en cuenta que la intensidad de lluvia en la zona es muy grande de hasta 3,000 ml al año provocando incomunicación vial entre la población.

Para la circulación peatonal existe un puente que no cumple con los estándares para soportar el peso necesario ya que está construido de perlines y madera el que no logra dar buenos resultados cuando las llenas superan los niveles normales del caudal.

1.2. Ubicación Geográfica

El proyecto se ubica en la comunidad, La Chata, a 3.30 kilómetros al sureste de la cabecera municipal El Cua, exactamente a 2.30 kilómetros del empalme con la carretera a San José de Bocay. El sitio es el cruce de la Quebrada La Esperanza en el camino hacia la comunidad El Tabaco, que a su vez comunica con el municipio de Rancho Grande, es ahí donde se planifica la construcción del Puente Vado, que facilite el tránsito de vehículos y personas de estos lugares en toda temporada, ya sea lluviosa o seca.

La presente etapa del proyecto consiste en llevar a cabo el diseño y formulación para la construcción de un puente vado con tubería de concreto reforzado y revestimiento de mampostería ciclópea, cimentado a los extremos y en el lecho de la quebrada.

Las coordenadas del sitio de localización del puente en notación geodésica son UTM X: 16 P 646023.236 Y: 1475547.040; Z: 555.421.

Micro localización del sitio.



Figura: 1

Fuente: INETER (1989)

1.3. Situación Socioeconómica

La Población Económicamente Activa (PEA) que se estima de acuerdo al censo de 2005 del municipio El Cua es del 26.5% de la población total del municipio. De acuerdo a información suministrada por la Alcaldía Municipal, el 15% de PEA tiene ocupación con estabilidad laboral, el 75% se encuentra en situación de subempleo y el 10% en desempleo.

EL 70% de la PEA se dedica a la agricultura tanto en sus propias fincas o vendiendo mano de obra en las fincas aledañas. El restante 30% se dedica a la ganadería en su mayoría y solamente un pequeño porcentaje se dedica a la venta de bienes y servicios y a la actividad comercial. (CENAGRO 2005)

Producción Agrícola

Está representada en su mayoría por pequeños y medianos productores que representan un total del 90% de productores, por lo que actualmente el municipio es el rubro de mayor importancia económica, el 10% restante está compuesto por los grandes productores del municipio.

Dentro del orden de importancia la actividad comercial del café, por parte de los pequeños y medianos productores es entregar a las casas comercializadoras (Atlantic, Cisa y Olam) el grano en pergamino oreado y mojado, estas comercializadoras se encargan de beneficiarlo y exportarlo al mercado internacional. De acuerdo a la cosecha cafetalera del año 2013/2014 el municipio de El Cua produjo 320 mil quintales, con una cantidad de 15,000 manzanas cultivadas obteniéndose un rendimiento promedio de 21.33 qq/mz. (Ing. Juan Avener Chavarría. Cisa Exportadora 2016).

El cultivo de granos básicos en el municipio El Cua se centraliza en su mayoría en la producción de maíz y frijoles, no importando la oferta de los mismos en el mercado, por lo que eventualmente se obtienen buenos precios debido a la gran oferta y la poca demanda de los mismos.

Producción Ganadera

El municipio posee excelentes condiciones para el desarrollo de la actividad ganadera. Contando con un área de pastos por el orden de las 60,000 Manzanas de pasto de excelente calidad.

Actualmente el uso del suelo está orientado mayoritariamente al cultivo de pastos, por lo que el desarrollo de la actividad bovina es de manera extensiva, destinándose solamente la cantidad de 8,000 cabezas de ganado vacuno para fines Carne y Leche, utilizándose únicamente el 25% del área de pasto. La actividad porcina reúne un total de 32,000 cerdos y la equina concentra un total de 2,000 cabezas, desarrollándose estas actividades en fincas asociadas con la actividad agrícola.

II. JUSTIFICACION

Con el presente diseño se propone la construcción de 1 puente vado para una mejor comunicación y seguridad vial entre los Municipios de El Cua y Rancho Grande y las diversas comunidades de los mismos, y así tener un mejor acceso a diferentes actividades tanto sociales como económicas sin tener que esperar en temporada de invierno a que baje el caudal para que los vehículos puedan circular a ambos lados de la quebrada, de esta manera se evitará pérdidas de tiempo y económicas a los productores y población en general garantizando la asistencia diaria de los estudiantes a la escuela ya que una buena parte de la población de la comunidad La Chata habita del otro lado de la quebrada.

Dada la necesidad de resolver esta situación y garantizar el paso seguro y confiable de los peatones y vehículos en el punto, se plantea obtener un diseño para la construcción de un puente vado que pueda resolver la doble situación de paso seguro de peatones y de vehículos.

Así mismo con la realización de esta obra se le brindará a la población en general a través del transporte colectivo y privado la circulación de vehículos a todo tiempo para una mejor seguridad vial.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Preparar un proyecto a nivel de diseño final de la construcción de un puente vado en la quebrada La Esperanza, Comunidad La Chata, Municipio El Cua.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar levantamiento topográfico para obtener los datos necesarios para la realización de diseño.
- Verificar la viabilidad técnica, económica y ambiental de la construcción de un puente vado en la Quebrada La Esperanza comunidad La Chata.
- Realizar los cálculos hidráulicos correspondientes para la elaboración del diseño apropiado.

IV. REFERENTE TEORICO

4.1. Consideraciones Hidrológicas e Hidráulicas.

En Nicaragua existen muchos caminos a nivel de nuestras comunidades rurales, que por sus niveles de tráfico, el tipo de inversión y la disponibilidad de recursos a nivel de los municipios de que son parte, no justifican la construcción de un puente del tipo convencional, lo cual vendría a ser la solución idónea o definitiva ante el problema de las crecidas, y la demanda de tráfico permanente de parte de los productores y la población en general. Es en estas circunstancias que se utilizan las denominadas obras de bajo nivel, que comprenden básicamente vados simples, badenes y vados con tubos o puentes-vado. Por sus características, los vados con tubos (puentes-vado) son superados temporalmente por las aguas, interrumpiendo el tránsito vehicular de manera eventual.

En principio, el puente-vado, es una estructura en forma de puente y con características de vado, que permite el paso del agua a través de claros inferiores en niveles ordinarios, y por la parte superior cuando se presentan avenidas con aguas máximas extraordinarias.

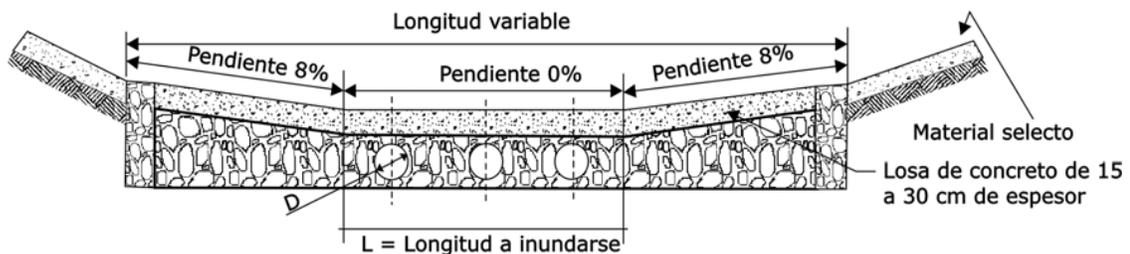


Figura: 2

Sección de Puente Vado

Fuente: Diseños Típicos de Caminos Rurales, Instituto de Desarrollo Rural (IDR), 1999.

La altura de la obra debe permitir que cuando se presenten avenidas en aguas máximas extraordinarias los árboles u objetos arrastrados no dañen la estructura. La superficie de rodadura reforzada por encima de los tubos también resiste la erosión durante el desbordamiento al paso de altos caudales de agua. Todo el perímetro mojado de la estructura debe protegerse hasta un nivel por encima de la elevación de aguas máximas anticipada. (Diseños Típicos de Caminos Rurales, Instituto de Desarrollo Rural) IDR, (1999).

Dadas las condiciones apropiadas, el puente vado es una alternativa práctica al puente o vado convencionales. Es aplicable en ríos efímeros anchos, particularmente en zonas rurales, o donde el tráfico es ligero y los recursos son limitados.

Durante los eventos extremos, el vado distribuye la carga hidráulica a través de todo el ancho del río, sin obstrucciones. Por lo tanto, el vado puente está en mejores condiciones para resistir el embate de las avenidas. Dadas las condiciones apropiadas, el puente vado es una alternativa práctica al puente o vado convencionales.

4.2. Principios Teóricos y Técnicos

La ventaja principal es que un vado no es generalmente susceptible a obstruirse con escombros o con vegetación como sucede en el caso de las alcantarillas, por lo cual se recomienda siempre utilizar únicamente el relleno mínimo necesario a fin de facilitar el paso de los materiales flotantes sobre el puente.

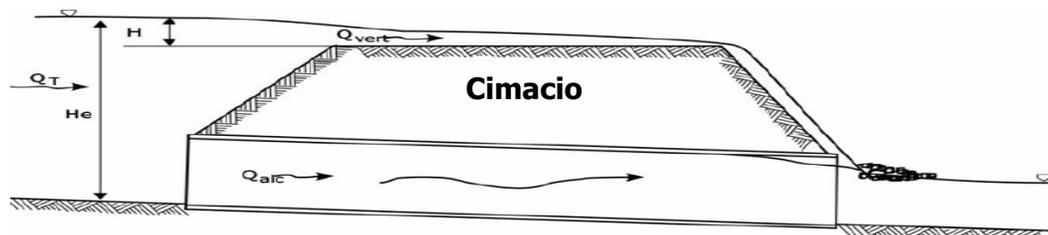


Figura 3

Fuente: Diseños Típicos de Caminos Rurales, Instituto de Desarrollo Rural (IDR), 1999.

Puente vado en situación de rebose

La estructura debe estar diseñada hidráulicamente como un cimacio de cresta ancha que puede dejar pasar un gran caudal de agua sobre la parte superior del vado. Este tipo de obra no es muy sensible a caudales específicos debido a que un pequeño aumento en el tirante de agua incrementa de manera importante la capacidad de drenaje, con el inconveniente de que implica ciertos retrasos ocasionales en el tránsito durante periodos de alto caudal.

Un inconveniente de menor importancia es que eventualmente pueden represar los arrastres en el cauce y ocasionar la obstrucción de las alcantarillas, lo cual implica mantenimiento y origina otros ajustes en el cauce, durante su operación. Los vados son estructuras menos costosas que las cajas o los puentes.

Los vados implican ciertos retrasos periódicos u ocasionales en el tránsito durante periodos de alto caudal. (Diseños Típicos de Caminos Rurales, Instituto de Desarrollo Rural) IDR, (1999).

V. METODOLOGIA

Para la realización de este diseño se visitó de manera frecuente el sitio específico como es la cuenca y el cruce de la quebrada La Esperanza en la Comunidad la Chata Municipio El Cua.

Durante la visita en el sitio se levantaron los puntos del área de la cuenca con GPS para su respectiva delimitación. Los puntos del área específica es decir el cruce de la quebrada se utilizó el nivel óptico y la estación total, siendo esta uno de los equipos de mayor precisión en lo que a levantamientos topográficos se refiere, seguido del levantamiento de toda la información requerida se procedió a calcular, diseñar y dibujar utilizando el software Hcanales y AutoCAD.

Cumpliendo con los requisitos de tránsito de avenidas, características de la cuenca, tipos de suelo existentes en el lecho, pendiente, alineación del cauce, requerimiento de usos, volumen y características de tráfico existente en la zona, condiciones topográficas, hidrológicas y ambientales del sitio del proyecto, se ha definido la longitud del puente vado en 8.5 metros, conformado con tubería de concreto reforzado de 3 tubos de 60" y un ancho de 7.50 metros. Adicionalmente tiene dispuesto un diseño apropiado, para evacuar el agua de su rodamiento y aletones para estabilizar su cimentación.

Para el diseño y proyección de este puente se tomaron en cuenta las normas y especificaciones para carreteras, caminos y puentes de la AASHTO, el Código ACI y las normas NIC -2000 de Nicaragua.

VI. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El puente vado se ha diseñado conforme los resultados obtenidos de los estudios realizados y conforme objetivos establecidos en este proyecto se diseñó de la siguiente manera: tres baterías de tres tubos de concreto reforzado de diámetro 60", cada una firmemente apoyados por una cubierta de concreto ciclópeo, con sus respectivos muros y aletones de soporte.

El ancho de la cubierta incluyendo los dientes es de 7.50 m. y el largo del puente es de 8.50 m. El área hidráulica es suficiente para poder evacuar el caudal máximo de diseño establecido por los cálculos en 16.14 m³/s. ya que los 3 tubos de concreto reforzado pueden transportar un total de 33.83 m³/s, con un factor de seguridad de 2.0.

6.1. Componentes y Recursos

El personal para el levantamiento topográfico fue integrado por tres personas. Los siguientes instrumentos que se utilizaron son: una estación total un prisma y un nivel óptico así como cinta métrica y otros. Cargos del personal, operador de la estación total, y dos asistentes. Para la elaboración de dibujo y diseño se necesitó de una persona una computadora el software AutoCAD y Hcanales. Todos estos equipos y herramientas que se utilizaron en este proyecto fueron prestados en manera de apoyo por la Alcaldía Municipal de El Cua al grupo de investigación.

Así como también para la movilización de personal y equipo la Alcaldía Municipal de El Cua puso a nuestros servicios el medio de transporte para trasladarnos al sitio de levantamiento y de oficina las veces necesarias.

Beneficiarios del proyecto

Con la ejecución de este proyecto serán beneficiados directamente 4,200 personas (611 familias) habitantes de las comunidades de La Chata (en la vecindad del proyecto), El Tabaco, El Golfo, Los Elster, El Caracol y La Botella, cuyo habitantes transitan el camino para llegar a sus comunidades y es la única vía de acceso para el transporte de personas, productos e insumos necesarios para el desarrollo productivo, sin obviar la función social que cumplen al facilitar salud y educación como base para el desarrollo integral de estas comunidades.

Población dentro del área de influencia del proyecto

La población del área del proyecto se estima en aproximadamente 6,834 habitantes, que conforman 611 familias. La población en edad escolar que transita el área del proyecto se totaliza en 803 jóvenes y niños, de acuerdo a lo que se detalla en el siguiente cuadro.

ESTUDIO DE POBLACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VADO LA ESPERANZA					
Nº	COMUNIDAD	POBLACION		VIVIENDAS	POB ESCOLAR
		TOTAL	FAMILIAS		
01	La Chata	600	146	210	65
02	El Tabaco	786	145	178	48
03	El Golfo	2755	171	185	352
04	Bocaycito No 1	2693	149	525	338
	Total	6834	611	1098	803

Tabla 02.

Fuente: Alcaldía Municipal Caracterización Municipal El Cua (2012).

Equipo a utilizar Los equipos a utilizar serán alquilados a empresas que se dedican a estas actividades, en donde los operadores también son contratados, sin embargo, estos operadores y la maquinaria contratada no están excepto de cumplir con todas las medidas de seguridad para conservar el medio ambiente. Por tal motivo, se incluirá en los contratos de alquiler la obligación del proveedor; de cumplir con la legislación ambiental, laboral y normas vigentes, que aplique a este tipo de proyecto. Entre los equipos que se utilizaran están: Estación Total, nivel Óptico, GPS y otros.

6.2. Análisis Técnico

La estimación del caudal para cuencas medianas requiere de modelos hidrológicos un poco más complejos, en los cuales se simula el proceso de la formación de las crecidas, que pasa por la determinación de la lluvia de diseño, separación de la escorrentía, es decir el agua que escurre superficialmente de la lluvia total.

Este proceso requiere de la combinación de varios métodos y los aquí utilizados en su mayoría han sido desarrollados por el Natural Resources Conservation Services (NRCS) antes USSCS, perteneciente al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos por lo cual se le ha llamado el método del NRCS.

Dada la falta de información hidrológica precisa para el sitio del proyecto, por no existir estaciones hidrológicas de INETER en la zona, al realizar las investigaciones correspondientes, tanto de campo como de gabinete y recopilación de información de otros municipios con características eco climáticas similares, se llegó a la conclusión de que combinando la información de los pobladores de la zona, en cuanto al registro de crecidas. (altura) que el agua experimenta en el lugar del cruce, con la información del evento climático más significativo ocurrido en los últimos años, catalogado como evento extremo (el huracán Mitch), se obtiene el mejor dato y la mayor certeza para el diseño hidrológico del puente con respecto a su cuenca.

Sin embargo, con el objetivo de realizar un análisis más objetivo, se ha recopilado información de estaciones pluviométricas de municipios cercanos al sitio, representativas de la zona, usamos estaciones con similares condiciones de pluviosidad y características climatológicas, geográficas y topográficas similares. La información utilizada corresponde a las estaciones de Quilalí, Condega, Ocotal y San Isidro.

Una vez analizado el tiempo de concentración, debido a que es menor de una hora, seleccionamos el arreglo de lluvia, para una duración de una hora y un período de

retorno de 25 años, arreglo de lluvia usando las curvas IDF y el método de los bloques alternativos.

Investigaciones de campo

Durante la etapa de levantamiento de información de campo se ha realizado diversos recorridos sobre la línea del río, evaluando la vegetación, los afluentes, la formación geológica, las condiciones climatológicas que los habitantes han observado en los últimos años, según los pobladores, este ha sido un aspecto relevante para determinar la realidad del comportamiento de este río. De manera sistemática se han evaluado una a una todas las posibles afectaciones a la zona, para su valoración al estimar los caudales y otros datos relevantes.

Investigaciones de oficina

En las oficinas de INETER del nivel central se investigaron el régimen histórico de las lluvias, obteniendo curvas IDF para cuatro estaciones de representatividad para el caso de El Cuá, como son Quilalí, Condega, Ocotal y San Isidro, Jinotega, por ser las representativas para obtener un dato de pluviosidad orientado al diseño de la obra misma, que corresponderán para el diseño hidrológico-hidráulico de las obras y los mapas topográficos para el sector del proyecto.

Estudios Hidrológicos

La estimación de los caudales esperados para el proyecto se ha realizado con el método establecidos para el análisis de cuencas medianas (superiores a 300 hectáreas en las cuales no es representativo el método racional) del NRCS (Natural Resources Conservations Service), con un periodo de diseño de $T= 25$ años.

Cálculo de Caudal en Quebrada La Esperanza

Condiciones preliminares:

1. Identificación realizada en Hojas Geodésicas proporcionadas por INETER, N° 3055-I (Macizos Peñas Blancas) y 3056-II (El Cuá), para reconocimiento de cuenca y corrientes de agua aportantes al punto de salida, como punto de cierre el paso en el sector de la Comunidad La Chata, apx 3.3 km al Sur-Este de El Cuá.
2. El área de aportación de la cuenca Quebrada la Esperanza es de 7.546 Km².; equivalente a 754.6 Ha. La cota más baja de curva de nivel es 540 m, dentro de la cual está comprendido el punto de cierre, UTM 16P 646023 - 1475547, H=552m. La cota más alta del cauce principal, es de 1100 m, al pie de la peña El Tabaco, apx 3 km al noreste del Cerro El Retorcido, UTM 16P 646413 – 1471796.
3. Pendiente Promedio desde el nacimiento de la quebrada hasta el punto de cierre en La Chata es igual 13.87%. Recorrido de la quebrada La Esperanza desde el nacimiento hasta el punto de cierre en La Chata es igual 3.949 Km. Tiempo de concentración estimado en 25 minutos.
4. Se identificaron dos afluentes principales, el primero (sin nombre) que confluye inmediatamente antes del punto de cierre y se alarga por aproximadamente 200 metros aguas arriba, a nivel de drenaje local del área inmediata al cruce.
5. El segundo afluente de importancia confluye unos 230 mts., aguas arriba, antes del cruce de la carretera en el mismo sector de La Chata, corresponde a la Quebrada San Antonio, la cual nace en el mismo sector de la Quebrada La Esperanza, sólo separada por una cresta de montaña. La zona de influencia se encuentra localizada en la parte alta con pendientes medias superiores a 15%, y tramos puntuales entre el 20-50%, al pie del Macizo de Peñas Blancas.

El dimensionamiento de la altura que la obra de pase vial tendrá, se analiza por el área disponible para que pase el caudal máximo esperado, este procedimiento se utiliza como el procedimiento estándar autorizado por el Departamento del Transporte de los Estados Unidos.

Arreglo de la lluvia de diseño.

Se propone modelo de los bloques alternativos, en el que se selecciona el período de retorno de diseño y por lo tanto la curva IDF a usarse.

La intensidad para diferentes intervalos es decir para cada duración es leída de la curva IDF, cada intensidad es multiplicada por su duración, obteniéndose la altura de agua acumulada en ese tiempo. De la diferencia entre los valores de altura de agua de cada intervalo sucesivo, se obtiene el valor de la lluvia de cada intervalo. Posteriormente estos valores pueden reordenarse a criterio del diseñador.

Separación de la escorrentía de la lluvia total.

El método propuesto para separar la escorrentía de la lluvia total es el del (NRCS) mediante las siguientes relaciones:

Para $\Sigma P < S$ entonces $\Sigma E = 0$

Para $\Sigma P > S$, se obtiene

Entonces

$$\Sigma E = \frac{(\Sigma P_i - S)^2}{\Sigma P_i + 4 * S}$$

Siendo:

ΣP : es la precipitación desde el comienzo del aguacero hasta el instante considerado en mm.

ΣE : es la lluvia efectiva o escorrentía acumulada provocada por ΣP en mm.

S: es el parámetro de umbral de la escorrentía que incluye la retención inicial y la infiltración (mm).

Cn: Número de la curva que depende del tipo de suelo y la cubierta vegetal de la cuenca y depende también de las condiciones hidrológicas previas al aguacero que origina la escorrentía (adimensional).

Conclusiones del Análisis.

Una vez obtenido el resultado del caudal de diseño pasamos a las consideraciones de arreglos, en función de obtener un diseño de obras que se ajuste a las condiciones existentes, topográficas, geológicas, hidrológicas, funcionamiento hidráulico, seguridad vial, peatonal y resistencia ante las avenidas ordinarias y extraordinarias, economía y disponibilidad de recursos materiales, humanos y técnicos a nivel local que hagan posible la ejecución de esta obra en corto plazo, de acuerdo con los planes de desarrollo del municipio.

El arreglo lo ajustamos calculando el área hidráulica requerida, para lo cual utilizamos la fórmula de Manning para el cálculo del caudal de descarga:

$$Q = (V) \times (A)$$

Autor: Robert Manning, (1889).

Dónde:

Q = Caudal de descarga, en m³/s

V = Velocidad promedio de descarga, en m/s

A = Área de la sección transversal del cauce, en m²

Fórmula para el cálculo de la velocidad del flujo de descarga:

$$V = \frac{1}{n} \times (R^{2/3}) \times (S^{1/2})$$

Dónde:

V = Velocidad promedio de descarga, en m/s

n = Coeficiente de rugosidad

R = Radio Hidráulico en mts

S = Pendiente del cauce mts / mts

$$R = A/P$$

Dónde:

A = Área de la sección transversal en m²

P = Perímetro mojado en mts

Datos:

Qdis= 16.14 m³/s

D= 1.52 m

He= D + Carga = 1.52m +0.30 +0.76 = 2.58 m asumiendo una cubierta de 30 cm de concreto sobre la corona

Relación He/D = 2.12 /1.52 = 1.39

y una lámina excesiva de 0.30m en avenidas extraordinarias

n= 0.013

Tirante máximo= 70% del diámetro total.=1.06 m

R= 0.44970

$$V = \frac{1}{n} \times (R^{2/3}) \times (S^{1/2})$$

A'= 1.3512

$$Q = (V) \times (A)$$

Asumimos una pendiente del 3% para la instalación de la tubería, por efectos de lograr una mayor capacidad, entonces

$$V = 1/0.013 \times (R^{2/3}) \times S^{1/2} = 7.82 \text{ m/s}$$

Y el caudal drenado por cada tubo= 7.82 m/s x 1.3512 m²

$$Q = 10.57 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para:	Tirante (y)	1.06 m
	Diámetro (d)	1.52 m
	Rugosidad (n)	0.013
	Pendiente (s)	0.03
Resultados	Caudal (Q)	10.5671 m ³ /s
	Area Hid (A)	1.3512 m ²
	Radio hid (R)	0.4497 m
	Nº de Froude (F)	2.54
	Velocidad (V)	7.8208 m/s
	Perímetro moj. (P)	3.00 m
	Espejo de agua (T)	1.3966 m
	Energía Específica €	4.1775 m- kg/kg

Cálculo por N tubos usando el resultado de Hcanales

<i>Nº tubos</i>	<i>L</i>	<i>Qalc.</i> <i>m³/s</i>	<i>Qvert</i> <i>m³/s</i>	<i>Qvado</i> <i>m³/s</i>
2.00	5.31	21.14	1.49	22.63
3.00	7.60	31.71	2.12	33.83
4.00	9.88	42.28	2.76	45.04

$$L = N \text{ tubos} \times D + (N \text{ tubos} - 1) \times D/2 + D$$

$$Q_{vert.} = C \times L \times H^{3/2}$$

En conclusión, se usarán dos tubos de TCR C-II de Ø 60", los resultados adicionales se muestran únicamente con el fin de establecer una relación comparativa de las capacidades según el arreglo, sin perder de vista el factor de seguridad requerido.

Ahora ajustamos el arreglo, según el flujo, área, separaciones y dimensiones existentes y propuestas.

Datos Constantes

D	Diámetro del tubo en mts.	1.52
H	Altura de la lámina de vertido en mts	0.30
e	Espacio entre tubos, = $D/2$, en mts	0.76
C	Coefficiente de descarga, adimensional	1.70
	$H^{(3/2)}$	0.1643

Observaciones Especiales

Al realizar el análisis de los datos hidrológicos, se hace mención de que hay datos que pueden regir la cifra para el cálculo de la crecida, uno proveniente de las curvas IDF y otro proveniente del registro máximo histórico de precipitación en el norte del país en los últimos años como es el dato de precipitación del huracán Mitch de 1998.

VII. PRESUPUESTO

Num.	Actividades				
		U/M	Cantidad	C. Unitario	Costo Total C\$
1	Recopilación de Información Primaria	Global	1.00	4600.00	C\$ 4,600.00
2	Levantamiento de campo	Global	1.00	20600.00	C\$ 20,600.00
3	Levantamiento topográfico	Global	1.00	18960.00	C\$ 18,960.00
4	Levantamiento de Información complementaria	Global	1.00	2300.00	C\$ 2,300.00
5	Dibujo topográfico secciones transversales	Global	1.00	12300.00	C\$ 12,300.00
6	Diseño definitivo	Global	1.00	27880.00	C\$ 27,880.00
	Costo Total C\$				C\$ 86,640.00

Descripción de la Línea Base

Producción Agrícola

Dado que en la zona esta producción está representada en su mayoría por pequeños y medianos productores, que no tienen acceso a maneras y modos cultivos con tecnología y que su actividad principal para vivir es la agricultura, siendo el comercio de otros bienes muy bajo, los supuestos para establecer los volúmenes de producción y sus beneficios se harán sobre la base de lo más simple posible.

La zona presenta su predominancia en cultivo de café, siendo ésta su principal actividad, generando ingresos y generando mano de obra.

Hay cultivo de musáceas (banano) asociado al café como sombra para el mismo, la producción de banano se usa para un sostenimiento económico en la etapa que no hay cosecha de café, es decir para subsistencia y para autoconsumo.

Existe cultivos de granos básicos (maíz y frijoles), los que se utilizan para autoconsumo y para vender en el mercado local, por las características de la topografía del terreno y clima, estas aéreas no son muy extensas.

Existen muy poca actividad ganadera en la zona de influencia del proyecto, aunque hay presencia en algunas unidades de producción de ganado bovino y porcino, éste solo es para solventar las necesidades básicas de autoconsumo, no es significativo para incluirlo como un ingreso dominante en el análisis, sin embargo si aporta a la economía familiar de subsistencia, como un elemento de autoconsumo.

Se asume que la producción es tradicional, ya que sus rendimientos están en el rango de cultivos sin tecnología (manejo, fertilización, control de plagas, etc.)

Se asume como sustento del proyecto para análisis de comparación, los ingresos brutos por la producción de la zona en los rubros de café, granos básicos y banano, así

como también que en la serie de tiempo no hay cambio en el modo de producción ni tampoco incrementos en los volúmenes. No se le puede asignar al proyecto del puente, efectos de crecimiento ni cambios en la tecnología de producción de la zona.

Los precios y de venta de los productos y los costos de producción de los mismo, son los que comúnmente se reflejan en la zona de influencia, por lo que el análisis es fiel a los valores que realmente se dan en el municipio El Cuá.

Los Indicadores financieros del flujo a 10 años, pretender poner en perspectiva la importancia productiva de la zona de influencia y que las inversiones en mejoramiento de la infraestructura vial (ya sean caminos o puentes), son justificadas como facilitadoras de los procesos de producción y traslado de las cosechas para su transacciones e ingresos a los productores.

6.4. Análisis de Impacto

Durante el recorrido para el levantamiento de información se identificaron las áreas que podrían tener efectos ambientales adversos por las obras o por la naturaleza misma del terreno. A la vez se propusieron las medidas correctivas y/o preventivas necesarias para neutralizar los posibles daños ambientales.

ANALISIS DEL RIESGO, MATRIZ DE OBSERVACIONES PARA EL SITIO DEL PUENTE VADO

N/O	AMENAZAS	VULNERABILIDADES		RIESGOS	RECOMENDACIONES
		FACTORES	ELEMENTOS EXPUESTOS		
1	FLUJO DE ROCAS PROVENIENTES AGUAS ARRIBA DE LA QUEBRADA	PRESENCIA DE ROCAS DE GRAN TAMAÑO EN EL CAUCE AGUAS ARRIBA DE LA QUEBRADA	CRUCE DEL CAMINO	MEDIO	POR SER ROCAS DE GRAN TAMAÑO Y DE ORIGEN DE DESLIZAMIENTOS GEOLOGICOS DE GRAN ANTIGÜEDAD, SOLO SE DEBEN DE MANTENER CON LIMPIEZA DE DESECHOS DE ORIGEN VEGETAL PARA EVITAR TAPONAMIENTOS EN LA CORRIENTE QUE PUEDAN CAUSAR TURBULENCIA Y DESPLAZAMIENTO DE LAS MISMAS
2	CONTAMINACION DE SUELOS Y AGUA	MALAS PRACTICAS DE BENEFICIADO HUMEDO DE CAFÉ	HABITANTES, RECURSOS HIDRICOS, SUELOS, AIRE Y FAUNA	MEDIO	EDUCACION SOBRE EL MANEJO DE LOS DESECHOS DEL CAFÉ, INLUYENDO EL MARCO LEGAL EXISTENTE (LEY DE DELITO AMBIENTAL)
					IMPLEMENTACION DE BENEFICIOS CON ESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES Y PULPA DE CAFÉ
		MAL USO DE AGROQUIMICOS EN LAS PLANTACIONES DE CAFÉ	HABITANTES, RECURSOS HIDRICOS, SUELOS, AIRE Y FAUNA	MEDIO	EDUCACION EN LA IMPLEMENTACION DE LAS BUENAS PRACTICAS DE PRODUCCIÓN Y USO DE AGROQUIMICOS
3	SOCAVAMIENTO POR CORRIENTES EXTRAORDINARIAS EN LOS CABEZALES DEL PUENTE	CRECIDAS EVENTUALES QUE GENEREN CORRIENTES EXTRAORDINARIAS QUE SOBREPASE LOS CABEZALES DE SALIDA DEL PUENTE	ESTRUCTURA DE APOYO DEL PUENTE VADO	MEDIO	DOTAR DE LONGITUD Y TAMAÑO SUFICIENTE A LOS ALETONES DEL PUENTE PARA QUE LAS CORRRIENTES EVENTUALES NO LOS SOBRE PASEN Y NO SE ORIGINEN EROSIONES EN LAS ORILLAS DE LOS MISMOS

Factores Ambientales Actuales

Topografía

Presenta un relieve accidentado, con áreas montañosas de abundante vegetación, las que poseen alturas muy variadas, que van desde los 350 msnm hasta los 1,745 msnm entre los que sobresalen el cerro Kilambé y Macizo de Peñas Blancas.

Clima

Sabana tropical de altura, con algunas áreas en nebliselva.

Calidad del aire

Aceptable y con proceso de cambio por la vegetación existente, buena intercambio CO₂ y O₂.

Ruidos

Baja incidencia de ruidos por bajos niveles de tránsito vehicular

Geología y Geomorfología

Los materiales geológicos son volcánicos del terciario, formados principalmente por la degradación de basalto andesita, con mucha presencia de arcilla roja (degradación de caolinita). La forma de la superficie del suelo de la cuenca de La Esperanza corresponde a terrenos bastantes quebrados, con laderas pronunciadas y terrenos fuertemente escarpados con alturas de 1,500 msnm. Peñas Blancas hasta los 5,500 metros sobre el nivel del mar a la altura de la Quebrada La Esperanza en el cruce La Chata.

Hidrología Superficial e Hidrogeología

El potencial hidrológico de la zona aunque es abundante, con un sistema dendrítico, no presenta ventajas para la implementación de sembradíos bajo riego en gran escala, por tener únicamente dos afluentes que alimentan la quebrada la Esperanza. Sufre de crecidas repentinas y fuertes por el efecto de descarga de la cuenca en el momentos de las lluvias, sin embargo mantiene un caudal cercano a los 6.00 m³/s promedio en el

año- El sistema dendrítico de la subcuenca es de tercer Orden la que es alimentada por quebradas que se conforman en la parte alta de la sub cuenca

Suelo

De acuerdo a la información extraída de los mapas topográficos y corroborado el dato en el terreno el uso del suelo de la cuenca está definido por tres tipos: suelos con bosques de los que ocupan un porcentaje disperso (20%) por el área de la cuenca, aunque este se acentúa en la parte alta de Peñas Blancas por ser área protegida y a medida que baja la topografía, los cultivos como pasto, café y que están ubicados en el sector norte de la cuenca (cultivos perennes) son los que ocupan casi el 75 % del área de la cuenca ya que la vegetación de sotobosque es mínima.

El uso actual del suelo en la zona del proyecto es orientado a actividades agrícolas, el 70% predominando el cultivo del café y las musáceas, el resto es para granos básicos (10%) y el 20% restante es de bosques.

Vegetación

La vegetación florística del área de influencia, según la clasificación de Salas 1990, le corresponde a una zona de vida Bosque muy húmedo pre montano, con una formación forestal de Bosque mediano o altos perennifolios de zonas frescas y húmedas

Paisaje

En la actualidad a pesar de las condiciones del camino, la cuenca visual del paisaje es panorámica al desplazarse en un corte a media ladera, por estar en la estribación norte del macizo Peñas Blancas se puede apreciar la dimensión de los estratos forestales en las direcciones sur y este, donde se conjugan una tonalidad de colores verdes (foresta) por las diferentes especies vegetales existentes.

VIII. CONCLUSIONES

Los puentes vados son estructuras de drenaje importantes en la estructura de un camino, ya que mejoran la calidad de tránsito sobre la vía, tanto para los peatones como para los vehículos.

La elección de diseño de este puente vado se realizó por tener mayores ventajas positivas ya que es una obra en zona rural y un municipio de poca recaudación, este modelo es uno de los más económicos en cuanto a puente se refiere siendo este una de las necesidades más importantes para la población beneficiada ya sea directa o indirecta.

Esto muestra que las ventajas superan significativamente a las desventajas, convirtiendo la construcción de puentes en una inversión rentable y de gran beneficio para las comunidades involucradas, acortando trechos para agilizar su recorrido de producción.

Se ha definido la longitud del puente vado en 8.5 metros, conformado con tubería de concreto reforzado de 3 tubos de 60" y un ancho de 7.50 metros. Adicionalmente tiene dispuesto un diseño apropiado, para evacuar el agua de su rodamiento y aletones para estabilizar su cimentación.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea Nacional de Nicaragua Ley No 620 (2007). Ley General de Aguas Nacionales.
- Alcaldía Municipal El Cua (1999). Manual de Diseños Típicos de Caminos Rurales, Instituto de Desarrollo Rural (IDR).
- Ley No 40 (1988). Ley de Municipios asamblea Nacional de Nicaragua.
- Alcaldía Municipal El Cua (2012). Caracterización Municipal de El Cua.
- Ven Te Chow (1982). Hidráulica de los canales abiertos.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales INETER (1989). Cartas Geodésicas.
- W. Castro (UTM Alcaldía Municipal El Cua).
- Censo Nacional Agropecuario CENAGRO (2005).
- AASHTO, el Código ACI y las normas NIC -2000 de Nicaragua.
- Diseños Típicos de Caminos Rurales, Instituto de Desarrollo Rural IDR, (1999).

X. ANEXOS

Modelo de diseño puente vado.
Anexo 1.

Eje Transversal al Camino

Eje de Construcción

Cabezales y aletones de
mampostería de piedra bolón

D

C

Nuevo Eje del Camino

eje del camino

Tubería TCR CII, Ø 60"

B

1
x100.00
BM

A

Puente
Peatonal

116
00.14
BM en base

Puente Peatonal
(mal estado)

esvaje 28°00' Izq-atrás

eje del cauce principal

cauce secundario

Planta de Puente - Vado

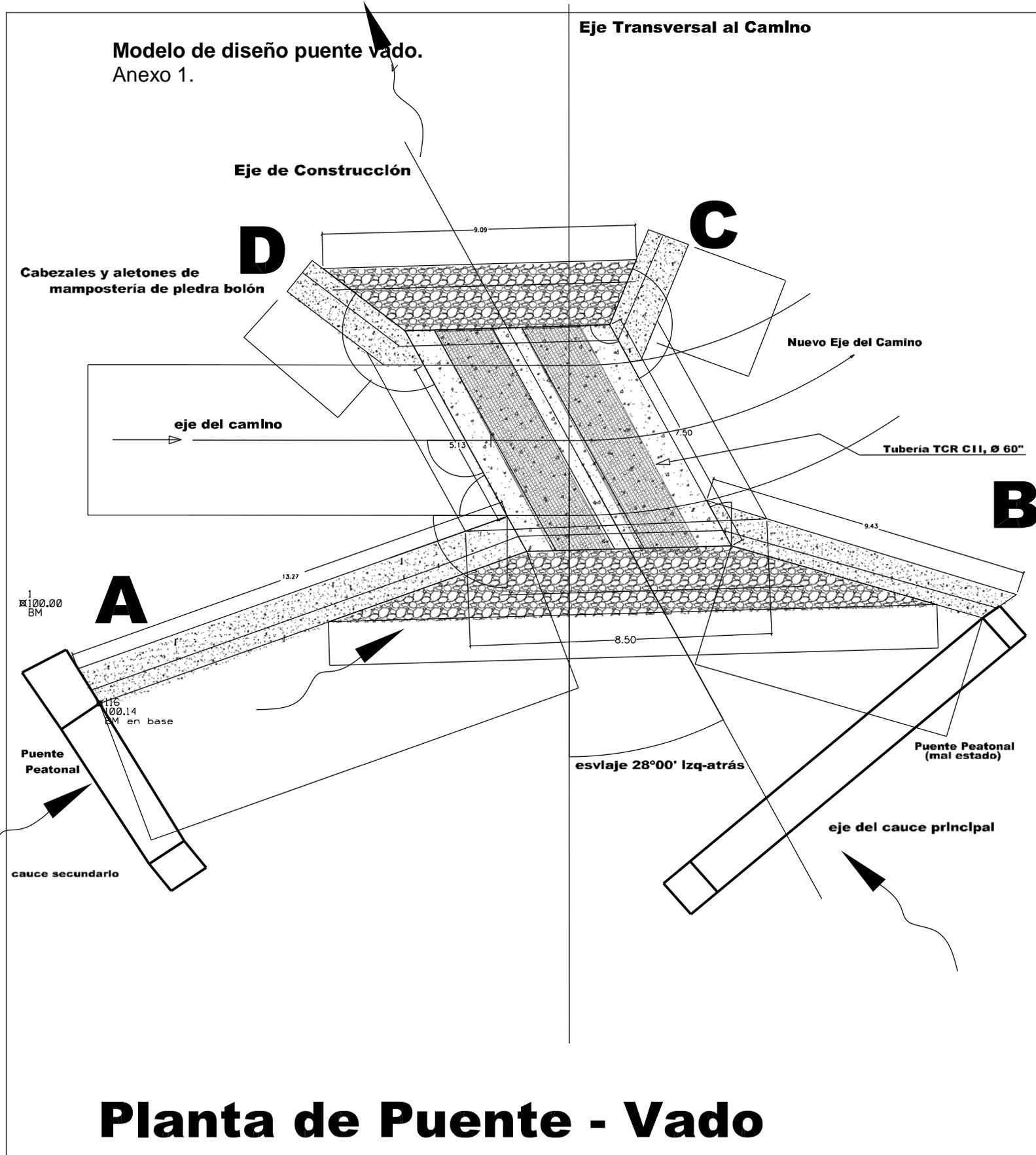


Imagen del Cruce de la Quebrada en el punto de cierre.



Anexo. 2

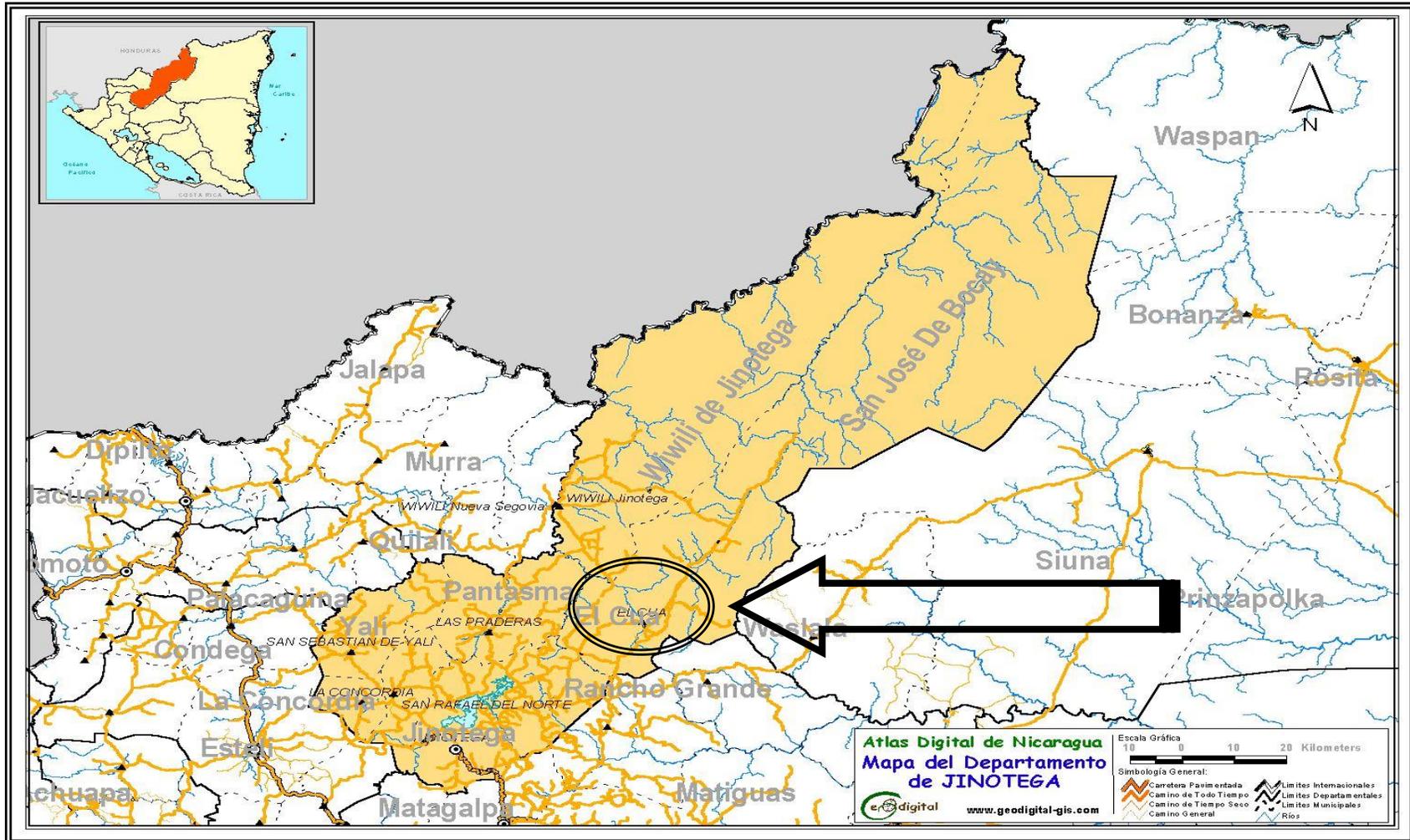
Fuente: A. castillo y E. Escorcía.

Mapa del Relieve de El Cua

4.1 Relieve



Macro localización.



Anexo.4

Fuente: Atlas Digital de Nicaragua

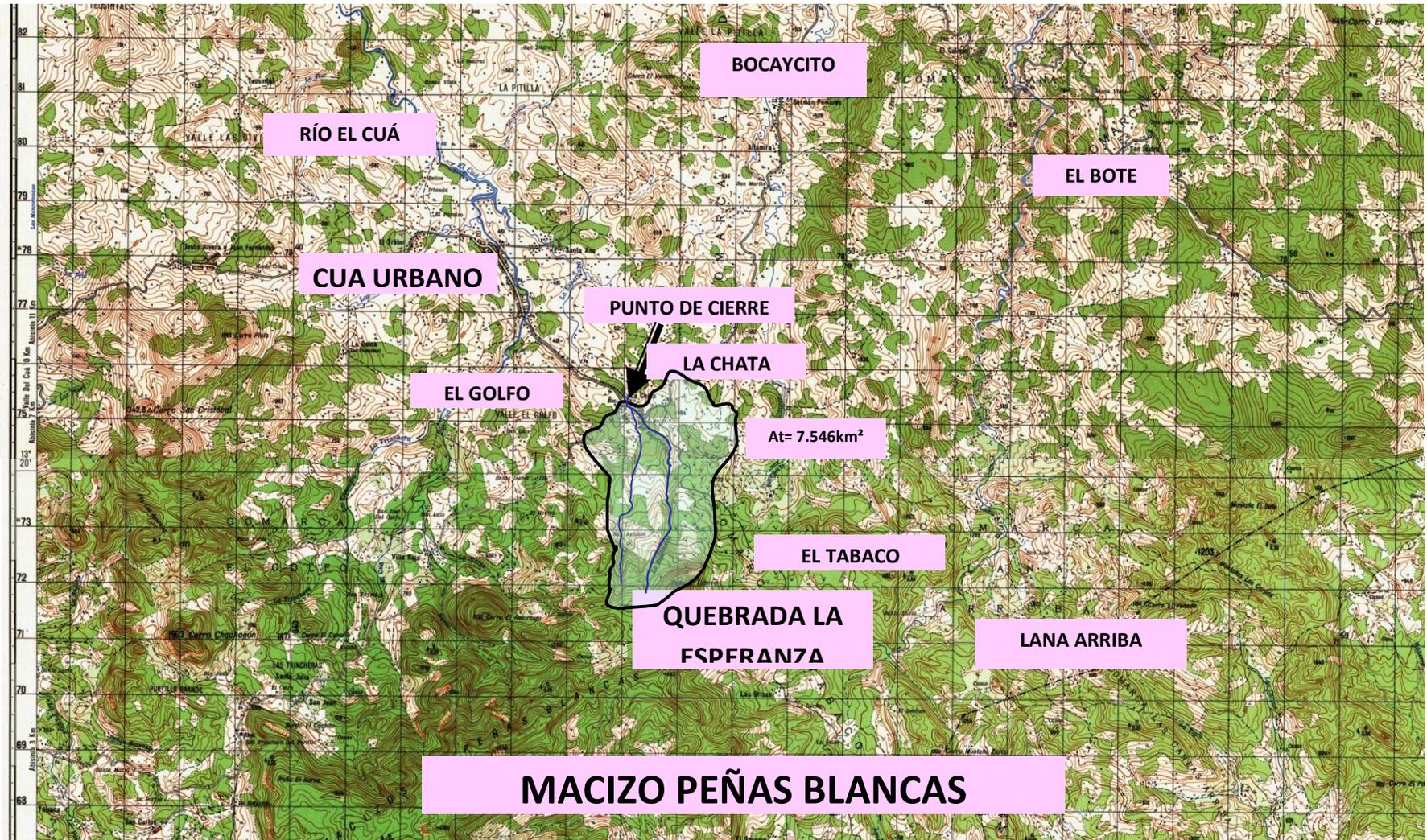
Mapa Municipal por Comunidades de El Cua.



Anexo. 5

Fuente: Atlas Digital de Nicaragua.

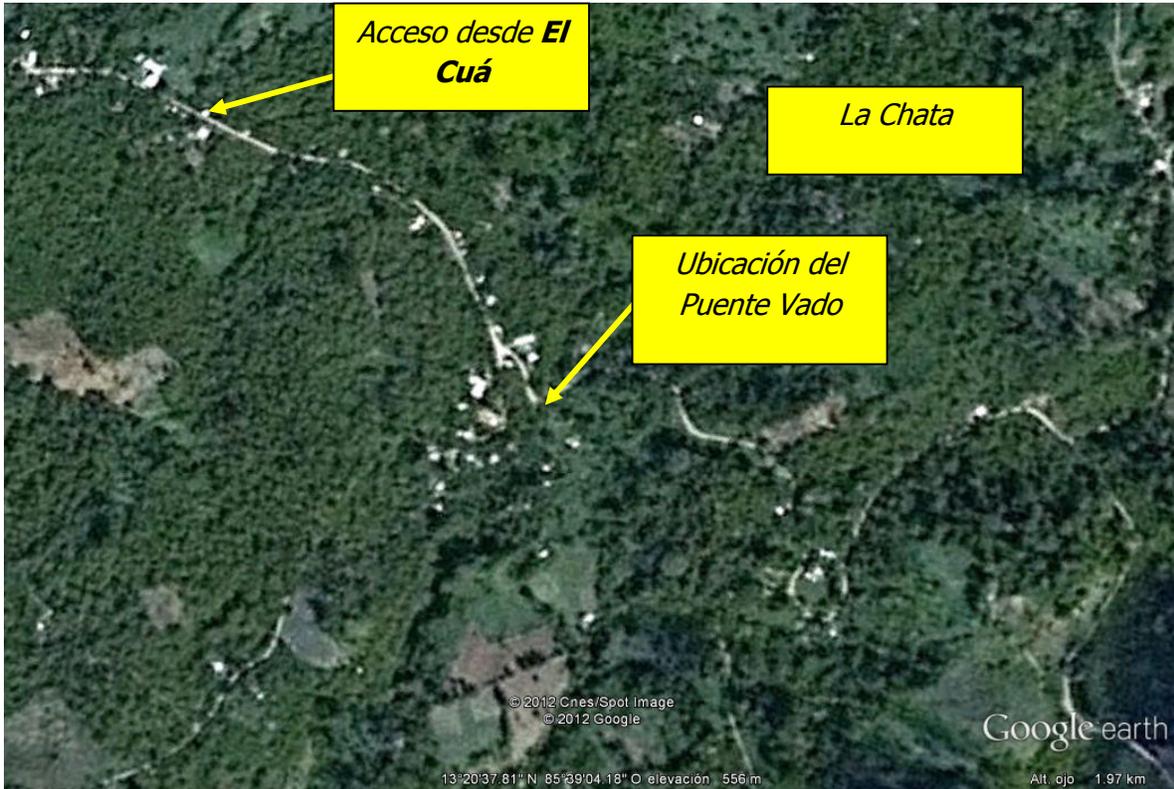
Área de Aportación de la Cuenca.



Anexo. 6

Fuente: Cartas Geodésicas INETER (1989)

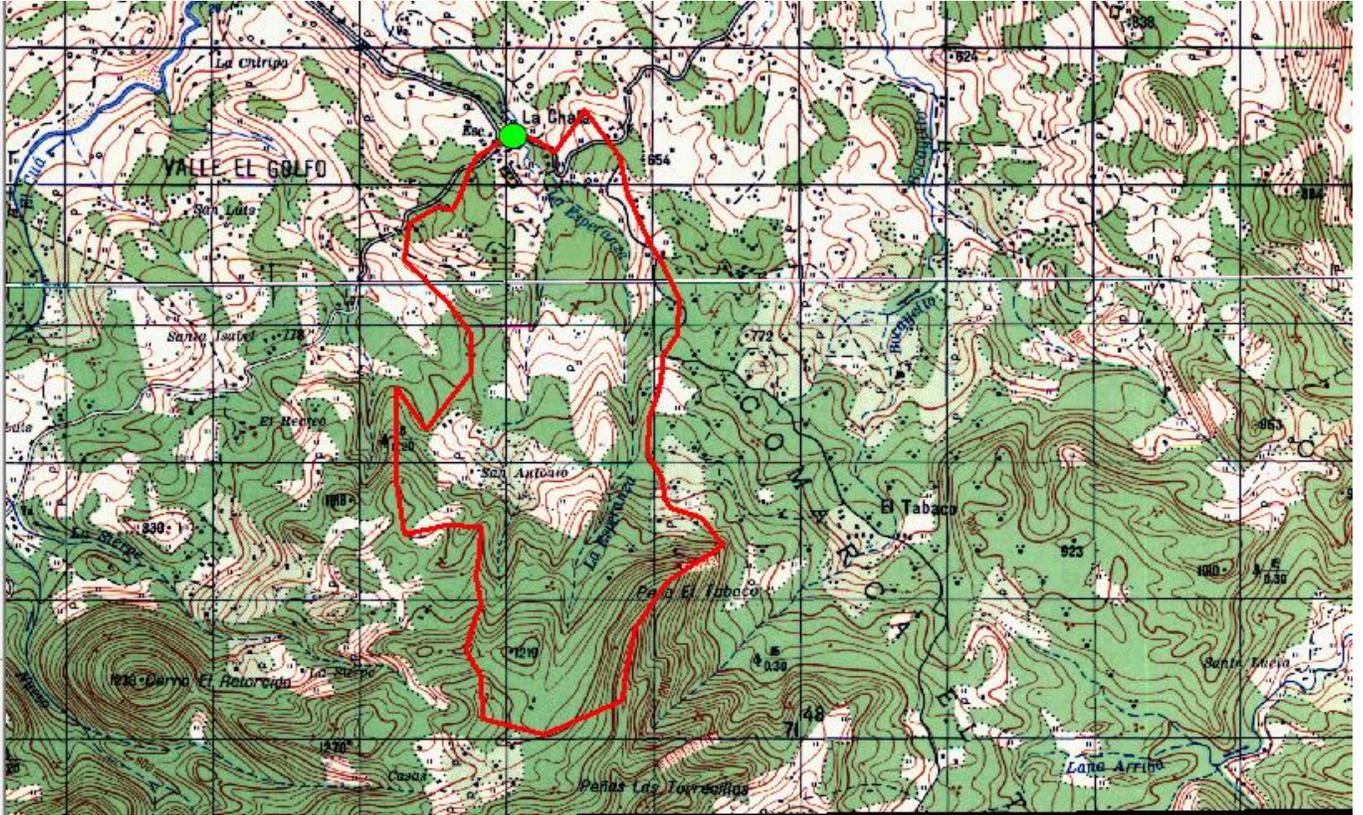
Esquema de la ubicación del Proyecto, Imagen Ampliada.



Anexo. 7

Fuente: Google earth (2012).

Imagen del plano geodésico con la curvas de nivel y ubicación de la cuenca tributaria.



Anexo. 8

Fuente: INETER (1989).

Economía basada en agricultura nivel tecnológico básico



Anexo. 9

Fuente: A. Castillo y E. Escorcía.

Riesgo de accidentes en el tránsito de la vía en el cruce de la quebrada.



Anexo. 10

Fuente: A Castillo y E. Escorcia.

El tránsito automotor es en promedio de 35 vehículos al día, teniendo picos en cosecha de hasta 45 vehículos por día.



Anexo. 11

Fuente: A. Castillo y E. Escorcía.

DATUM ELEV
PERFIL DE TERRENO

