



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

ESTUDIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE CARRETERA  
CHINANDEGA – GUASAULE TRAMO Km 164 AL Km 176.

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Ehab Efraig Hasan Hamdallah

Tutor

Ing. Guillermo Acevedo Ampié

Managua, Enero 2017

## INDICE

CAPITULO I GENERALIDADES.....	1
1. Introducción .....	1
2. Antecedentes.....	3
3. Justificación .....	5
4. Objetivos .....	7
5. Marco Teórico.....	8
<u>A)</u> Estudio técnico del proyecto.....	10
<u>B)</u> Análisis financiero del proyecto .....	13
<u>C)</u> Análisis económicos del proyecto .....	14
<u>D)</u> Infraestructura vial existente .....	15
6. DISEÑO METODOLÓGICO.....	17
<u>A)</u> Metodología para el estudio de demanda.....	17
<u>B)</u> Metodología para el estudio técnico .....	20
<u>C)</u> Metodología para el estudio financiero.....	21
<u>D)</u> Metodología para el estudio económico .....	23
CAPITULO II ESTUDIO DE MERCADO.....	27
1 Introducción .....	27
2 Determinación de la zona de influencia del camino.....	28
3 Uso Actual de la Tierra y Suelos.....	28
4 Situación Actual y Perspectiva de la Producción Agropecuaria: .....	30
<u>A)</u> Áreas y Rendimientos .....	30
5 Características generales de la zona de influencia del proyecto y las perspectivas de desarrollo. ....	34
<u>A)</u> Plan nacional de desarrollo humano 2012 – 2016 .....	34
6 Aspectos socioeconómicos .....	36
<u>A)</u> Situación Socioeconómica del Área de Influencia .....	36
<u>B)</u> Educación – Salud en el área de Influencia del Proyecto.....	36
<u>C)</u> Salud en el Área de Influencia del Proyecto.....	37
<u>D)</u> Servicios Básicos en el Área de Influencia del Proyecto .....	38
<u>E)</u> Transporte en Chinandega:.....	42

F)	Población y Vivienda .....	43
G)	Actividad Económica .....	47
CAPITULO III ESTUDIO TECNICO.....		48
1	Introducción .....	48
2	Localización geográfica e importancia de la vía .....	49
3.	Estudio de tránsito. ....	53
A)	Conteos Volumétricos de Tránsito:.....	53
B)	Cálculo del TPDA:.....	54
C)	Proyecciones de Tráfico .....	60
D)	Asignación del Tráfico .....	61
E)	Tasas de Crecimiento .....	70
F)	Encuestas Origen/Destino.....	72
G)	Vehículo Tipo Propuesto .....	73
4.	Diseño de pavimento.....	76
<u>A)</u>	Diseño de Pavimento Rígido (pavimento de concreto). ....	76
B)	Resumen de esfuerzo de la losa.....	92
C)	Resumen de resultados de pavimento rígido.....	93
D)	Diseño pavimento de mezcla asfáltica. ....	94
E)	Resumen de los resultados.....	96
CAPITULO IV. ESTUDIO ECONOMICO. ....		97
1.	Costos de construcción y costos de supervisión .....	97
2.	Evaluación socio económica del proyecto. ....	100
3.	Cálculo de los precios económicos y precios sombra.....	101
A)	Precios Económicos y Precios Sombra: .....	101
B)	Costos de Operación Vehicular.....	101
C)	Costos Financieros.....	102
D)	Costo Social de la Mano de Obra .....	103
E)	Cálculo del Precio Sombra de la Mano de Obra. ....	104
F)	Mano de obra profesional.....	104
G)	Factor de Corrección para los Materiales de Construcción.....	106
H)	Costos de Operación Vehicular .....	109
<u>I)</u>	Costos del Tiempo de Viaje.....	114
J)	Costos de Construcción, Costos de Mantenimiento y Costos de Supervisión.....	116

4.	Resultados de la evaluación socioeconómica.....	118
A)	Costos de la alternativa estudiada.....	118
5.	Evaluación económica del proyecto. ....	119
A)	Beneficios obtenidos. ....	121
6.	Análisis de sensibilidad. ....	122
CAPITULO V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		125
1.	Conclusiones.....	125
2.	Recomendaciones.....	127
BIBLIOGRAFÍA.....		129
ANEXOS.....		130
A)	Fotos del tramo.....	130
B)	Incidencia de la pobreza extrema por hogar .....	2

## CAPITULO I GENERALIDADES

### 1. Introducción

El Tramo posee una longitud aproximada de 12.00 km, es una carretera pavimentada (Asfalto) iniciando en el estacionado 164+000 de la carretera Chinandega - Guasaule y finaliza en el estacionado 176+000 aproximadamente, ubicada dentro del departamento de Chinandega.

Se espera que el mejoramiento de este camino en el futuro facilite el tráfico generado por la actividad socio económico de la zona, que tiene una importante actividad agropecuaria, destinada no sólo al consumo interno local sino también al consumo nacional.

De acuerdo a la Clasificación Funcional este tramo es una Troncal Principal y forma parte de la NIC 24, es Corredor Natural, además esta carretera une el departamento de Chinandega y resto del país con la frontera del país vecino Honduras.

El Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) a través del MTI, desarrolla una serie de operaciones en el sector vial enmarcadas en el “Programa de Apoyo al Sector Transporte”, cuyo fin es contribuir a mejorar la eficiencia del transporte terrestre por carreteras en Nicaragua, a fin de estimular la actividad económica y el bienestar de la población, facilitando la integración de las diferentes regiones del país y con el resto de Centroamérica.

El proyecto consiste en el mejoramiento de 12 km de la carretera Chinandega – Villa Nueva, iniciando en el km 164 (Villa 15 de julio) y finalizando en el km 176 (Colonia Israel).

El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) ha concedido la mayor importancia a la ruta Chinandega – Guasaule, la cual forma parte del Corredor Pacífico, dentro del proyecto Mesoamérica. En esta carretera se localiza el tramo del proyecto comprendido entre los kilómetros 164 al 176, cuya importancia radica en que es la ruta de transporte internacional que enlaza los países fronterizos del sur y del norte de Nicaragua, se suma el hecho de ser el principal acceso para el traslado de la producción y pasajeros de las comunidades ubicadas a lo largo de su trayecto. De acuerdo a la Clasificación Funcional este tramo es una Troncal Principal y forma parte de la NIC 24, siendo un corredor natural.

Para la realización del mismo, se utilizarán documentos existentes en diferentes instituciones del gobierno y privadas, sobre los diferentes aspectos que conforman los estudios de factibilidad de proyectos viales, levantamientos topográficos e investigaciones de campo de aspectos socio-económicos. Los datos fundamentalmente se recopilarán mediante encuestas a los productores de la zona de Influencia del proyecto.

Los beneficios directos generados por el proyecto consisten en la reducción de los costos de operación vehicular y tiempos de transporte. Asimismo, se prevé reducir las inundaciones causadas por el desbordamiento del Río Estero Real en el área de influencia del proyecto, en época de invierno. Los sectores productivos y de servicios, resultaran beneficiados porque potencialmente se incrementa el tránsito vehicular de forma eficaz y segura, por lo que mejora el fluido del comercio, dinamizando la economía del municipio y promoviendo la incorporación de la producción de la zona al beneficio del Producto Interno Bruto (PIB).

## 2. Antecedentes

El Plan Nacional de Desarrollo Humano (2012-2016) del Gobierno de la República de Nicaragua expresa, que el criterio de éxito es el crecimiento económico con generación de trabajo y superación de la pobreza, la desigualdad, así como la eliminación del hambre. Contempla en una de sus líneas estratégicas que la Infraestructura social de transporte, energética y productiva para la transformación de Nicaragua, promueve Desarrollo Económico del país.

El Ministerio de Transporte e Infraestructura, como la institución rectora que tiene la misión de servir a la sociedad y a todos los sectores económicos mediante la formulación de políticas en materia de transporte y construcción a fin de normar, planificar, ejecutar, evaluar y controlar la actividad que conlleve a conservar la infraestructura vial y brindar un servicio de transporte en sus diferentes modalidades que satisfaga las exigencias de la población, de forma tal que se garantice la prestación de un servicio ágil, eficaz y con la calidad que los usuarios esperan, y de esta manera contribuir al desarrollo y progreso del país.

El transporte por carretera juega un papel determinante en el desarrollo económico de Nicaragua. La competitividad de la industria, agricultura, ganadería y comercio está vinculada a la eficacia y eficiencia de la operación del transporte.

Sin embargo, el transporte por carretera, requerido para dinamizar la actividad económica local y nacional, en muchas ocasiones se ve vulnerado por:

- i) Inadecuada funcionalidad de una parte de la red vial que une los centros productivos y los mercados de exportación y mal estado de la red de caminos no pavimentados que brinda acceso a las áreas rurales de producción primaria o de potencial turístico;

- ii) Deterioro acelerado de la red vial debido al limitado control de pesos y dimensiones y necesidad de mayor cobertura en mantenimiento;
- iii) Incremento de los niveles de accidentalidad vial derivado del crecimiento del parque vehicular de los patrones de conducción y de las limitantes de recursos para atender la problemática;
- iv) Necesidad de fortalecer capacidades técnicas para considerar los efectos derivados del cambio climático, optimizar la planificación de inversiones y la gestión enfocada en resultados.

El tramo en estudio actualmente está en muy malas condiciones, no está apto para soportar el tráfico internacional e interlocal en las épocas de invierno. Las obras de drenaje son insuficientes para evacuar todo el caudal de las aguas sobre el cauce natural del río Estero Real, así como el de las lluvias en época de invierno, los niveles de inundación sobre la vía sobrepasan el nivel de rasante actual de la carretera.

Durante el invierno, cuando las lluvias son abundantes, este tramo se inunda por la crecida del río Estero Real, causando diferentes efectos negativos como bloqueo e interrupción del tránsito nacional e internacional, los vehículos que se arriesgan a pasar incrementan los costos de operación vehicular por los daños mecánicos, se incrementa el costo de los fletes por el atraso en las entregas de las mercaderías a sus destinatarios finales, así mismo se aísla e incomunica las comunidades del área afectada que abarca unos 12 km de longitud, disminuye la afluencia de pasajeros.

### 3. Justificación

El tramo del proyecto una vez mejorado resolvería permanentemente el problema de interrupción del tráfico dando como resultado la reducción de los tiempos de viaje, se disminuyen costos de operación vehicular y facilitaría el acceso a los habitantes de más de 30 comunidades o caseríos y poblados localizadas a lo largo del camino cuya ocupación es la agricultura y la crianza de ganado.

La población del área de influencia directa más indirecta inmediata del proyecto acerca de la cual se realizó la encuesta socioeconómica está circunscrita en la demarcación de 4 km a cada lado del eje central de la carretera y a 12.069 km de longitud, en la que según informes de INIDE la población es de 27,270 habitantes de los cuales el 53% (14,416) son del sexo femenino y un 47% (12,854) son masculinos.

Según proyecciones del INIDE para el año 2014, el Municipio de Chinandega, cuenta con una población de 133,716, siendo el 51.69% mujeres y el 48.31% hombres, concentrándose el 72.93% de los habitantes en la zona urbana. En tanto, el municipio de Villanueva, cuenta con una población de 28,151 habitantes, siendo el 49.01% mujeres y 50.99% hombres, concentrándose el 76.62% de la población en el área urbana. Estos municipios forman parte del área de influencia indirecta inmediata al tramo por hacer uso de él. Por extensión también son parte del área de influencia indirecta los departamentos del resto el país que utiliza el tramo de carretera, por transitar sus vehículos hacia el puesto fronterizo del Guasaule.

El objetivo primordial del proyecto es promover el desarrollo socioeconómico en el área de influencia del proyecto, reduciendo los costos de transporte para el movimiento de las personas y productos, facilitando el intercambio comercial y el

acceso a los centros de desarrollo social y de salud pública. El proyecto se debe ejecutar con recursos provenientes del gobierno.

La región en donde se desarrollara este proyecto se caracteriza por presentar altos índices de pobreza, por lo que una mejora en la infraestructura vial contribuye a la mejora económica y social en esta área, que por sus características socioeconómicas es eminentemente agrícola. Muchos de estos lugares ofrecen un potencial agropecuario que actualmente no es aprovechado en su totalidad por falta de caminos de acceso adecuados.

La demanda actual es habilitar y mejorar las condiciones actuales de esta vía a una carretera que permita una circulación vehicular cómoda en todo tiempo.

#### 4. Objetivos

##### Objetivo General.

Realizar un estudio a nivel de prefactibilidad del proyecto de carretera Chinandega – Guasaule Tramo: Km 164 al Km 176.

##### Objetivos Específicos.

Desarrollar un estudio de demanda del proyecto para determinar el área de influencia, los beneficios y beneficiarios del proyecto.

Realizar un estudio técnico del proyecto para determinar la mejor alternativa de tamaño y proceso de desarrollo del proyecto.

Desarrollar un estudio económico para determinar inversión y costos, así como evaluar económicamente el proyecto.

## 5. Marco Teórico

Para poder llevar a cabo, el desarrollo del estudio y el cumplimiento de los objetivos planteados en el mismo, se plantea el uso de la siguiente metodología:

Estudio de demanda del proyecto.

El estudio de demanda de un proyecto, es la compilación sistemática de los datos históricos y actuales de la necesidad del proyecto para un área determinada que permite estimar el comportamiento futuro de sus elementos básicos.

Los estudios de tráfico son la herramienta fundamental de la ingeniería aplicada al conocimiento del tráfico para conocer su comportamiento.

Para efectuar un estudio de esta naturaleza es preciso conocer el funcionamiento del tráfico rodado sobre las infraestructuras viarias ya sean estas existentes o de nueva implantación.

Para ello se han de realizar medidas sistematizadas sobre las distintas variables que definen el comportamiento de la circulación.

Los estudios de tráfico y análisis de la demanda son la base para llevar a cabo las actividades de prognosis, planeamiento, mejora, dimensionamiento y definición geométrica en planta y alzado.

En general se puede establecer que un diagnóstico debe cumplir dos condiciones: ser descriptivo, es decir, mostrar todos los elementos reales o visibles que demuestran la existencia de un problema o necesidad (qué sucede), y por otra, ser explicativo, es decir, debe efectuarse un análisis de la situación

(problema o necesidad) de forma que se comprendan las causas que lo originan y las interrelaciones existentes con otras áreas o sectores (porqué sucede).

Existen técnicas o herramientas que apoyan la realización de un diagnóstico que permiten asegurar que en éste se contemplarán todos los aspectos fundamentales que involucra el tema en estudio.

Su aplicación e intensidad va a depender de las particularidades de cada caso, pero en general es posible aplicar el modelo de investigación tradicional, que contempla el siguiente proceso:

Definición del universo del estudio o población con atributos similares.

Establecimiento de las hipótesis o conjetura de la existencia de un problema o necesidad.

Definición de una muestra o parcialización representativa del universo que permita comprobar las hipótesis y generalizar resultados.

Establecimiento de indicadores.

Recolección de información (entrevistas, encuestas origen y destino, conteo de flujo vehicular).

Procesamiento de la información (codificación, consistencia de variables); y

Análisis y medición.

Identificación del problema y sus alternativas de solución.

No se puede llegar a la solución satisfactoria de un problema si no hacemos primero el esfuerzo por conocer razonablemente dicho problema. El punto de partida para solucionar un problema es identificarlo adecuadamente.

Un problema no es la ausencia de una solución y por tanto su definición no debe hacerse anotando la falta de algo, sino las manifestaciones negativas de un estado.

Generalmente los problemas se hacen evidentes por sus expresiones o manifestaciones externas, por la forma como afectan a una comunidad. Un problema se refiere a una situación que denota inconveniencia, insatisfacción, o un hecho negativo.

Características: Determinar las características generales del proyecto. El estrato social al cual está dirigido.

Usos y usuarios: El proyecto permite la circulación de personas y vehículos con tranquilidad y de forma segura.

Determinación del problema que soluciona el proyecto: análisis adecuado de la problemática relacionada al proyecto.

Caracterización de los beneficios e impactos del proyecto, así como de los beneficiarios del mismo.

Abastecimiento de insumos: El aseguramiento de insumos humanos, materiales, y financieros asegura el cumplimiento de los objetivos de la etapa operativa.

Identificación del producto: Interesa conocer las características físicas, propiedades del mismo, normas y especificaciones técnicas en su ejecución y reglamentaciones sobre su uso.

Cuantificación de los beneficios del proyecto: determinar y cuantificar los beneficios generados por el proyecto una vez ejecutado el mismo.

#### A) Estudio técnico del proyecto

En esta sección se realiza una descripción de los elementos que conforman el estudio técnico para el desarrollo de la mejor alternativa de mejoramiento vial en el lugar para solventar las necesidades de la población en general con la calidad que requiera según los estándares determinados.

### A.1) Estudio de la demanda

Debe determinarse el tamaño que permite alcanzar los objetivos del proyecto al costo mínimo o que maximice sus utilidades. Para la definición del tamaño del mejoramiento vial es necesario tener como referencia la demanda de la población y los recursos con los que podría contar el MTI para desarrollar el proyecto.

### A.2) Estudio de la Ingeniería

Se refiere principalmente a la Infraestructura del proyecto. Se deben considerar las áreas o espacios donde se realizarán las obras principales y la infraestructura complementaria.

La ingeniería del proyecto, considerada como parte del estudio técnico, contribuirá a proporcionar en mayor detalle la información sobre los costos, y por consiguiente, a brindar más elementos de juicio a la hora de analizar alternativas tecnológicas, las que a su vez plantean alternativas financieras y económicas.

#### A.2.1) Estudio de Topografía.

En el estudio, elaboración y ejecución de cualquier proyecto de Ingeniería de obras que tengan como asiento la superficie de la tierra, es necesario el uso de la Topografía.

El Proyecto es el proceso de localización del eje de la vía, su replanteo del trazado y de sus áreas adyacentes, establecimiento de los sistemas de drenaje, estimación de las cantidades de obras a ejecutar y redacción de los informes y memorias que deben acompañar a los planos.

Durante cada una de las etapas de la construcción de la vía, se toman en cuenta muchos factores, entre los mismos se encuentra el Movimiento de Tierras, el cual es uno de los más importantes, por el peso económico que tiene en el presupuesto. El movimiento de tierra engloba todas aquellas actividades de excavación y relleno necesarias para la construcción de la carretera.

Mediante el levantamiento topográfico, un topógrafo realiza un escrutinio de una superficie, incluyendo tanto las características naturales de esa superficie como las que haya hecho el ser humano. Con los datos obtenidos en un levantamiento topográfico se pueden trazar mapas o planos en los que aparte de las características mencionadas anteriormente, también se describen las diferencias de altura de los relieves o de los elementos que se encuentran en el lugar donde se realiza el levantamiento.

#### A.2.2) Estudio Hidráulico.

Las características geográficas, hidrológicas, geológicas y geotécnicas de nuestro país dan lugar a la existencia de problemas complejos en materia de drenaje superficial y subterráneo aplicado a carreteras; debido al carácter muy aleatorio de las múltiples variables (hidrológico-hidráulico, geológico-geotécnico) de análisis que entran en juego, aspectos hidráulicos que aún no están totalmente investigados en nuestro país; el planteamiento de las soluciones respectivas, obviamente estarán afectados por niveles de incertidumbres y riesgos inherentes a cada proyecto.

#### A.2.3) Estudio de Tránsito

Para determinar el tránsito existente, el índice medio de tránsito y la proyección de tránsito en el futuro. Se debe determinar la capacidad de tráfico que es el máximo número de vehículos que puede pasar razonablemente por una sección

de un carril a un lado del camino en un sentido, o en ambos sentidos, si así se indica, durante un tiempo determinado, en las condiciones prevaleciente de ese lado de la calle y del tránsito.

Se consideran dos etapas en la elaboración de este estudio correspondiente al proceso de planeación. La primera es el monitoreo constante de los volúmenes y clasificación del tránsito en toda la red de carreteras, y la segunda que consiste en la identificación de una demanda de servicios en base tanto a la información de la primera como a que hayan sido detectadas necesidades regionales o nacionales derivadas de desarrollos económicos, industriales, de crecimiento de ciudades, migraciones, tanto actuales como a futuro.

#### A.2.4) Diseño de Pavimento

En la ingeniería de pavimentos se manejan dos tipos convencionales identificados como flexibles o asfálticos y rígidos o de concreto hidráulico, con variantes de bases y sub-bases y con trabajos de rehabilitación diversos. Para determinar que pavimento específico se debe elegir para cada caso en particular, se requiere seguir un proceso de selección que implica la consideración de diversos aspectos entre los que destacan los relativos a los costos.

#### B) Análisis financiero del proyecto

Su objetivo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación financiera.

Incluye un detalle de las inversiones del proyecto, clasificación en inversiones fijas y diferidas, de capital de trabajo y estimaciones en cuanto a beneficios, costos de producción, de administración, financieros y pagos de impuestos.

Además de las proyecciones financieras incluye balance, estados de resultados y flujos de efectivo.

### C) Análisis económicos del proyecto

El método de Resolución de Problemas en dependencia del tipo de camino; para lo cual en dependencia del tipo de camino se definirá la metodología requerida para definir los beneficios del proyecto. De cada tipo de proyecto de carretera. Se verán casos para diferenciar metodologías y por consiguiente diferenciar diferentes métodos para obtener los beneficios del proyecto.

Para cada una de las necesidades de demandas por satisfacer identificadas en esta actividad, se elabora una alternativa de solución, es decir, una propuesta de nueva carretera, o bien de ampliación o modernización de una existente, que mediante un estudio de pre-factibilidad socioeconómica se determina si es rentable; si no lo es, se necesita considerar otra alternativa para nuevo análisis hasta obtener una alternativa rentable.

La evaluación socioeconómica que se aplica para los análisis de las alternativas como se indica en el párrafo anterior: “La evaluación socioeconómica es la evaluación del proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto; para conocer el efecto neto de los recursos utilizados en la producción de los bienes o servicios sobre el bienestar de la sociedad. Dicha evaluación debe incluir todos los factores del proyecto, es decir, sus costos y beneficios independientemente del agente que los enfrente. Ello implica considerar adicionalmente a los costos y beneficios monetarios, las externalidades y los efectos indirectos e intangibles que se deriven del proyecto.”

Para llevar a cabo esta primera evaluación socioeconómica se requiere elaborar un análisis de costo-beneficio simplificado, donde la evaluación de los costos se hace con valores de costo promedio según el tipo de camino, sin considerar

todavía la elaboración de un anteproyecto. De la misma manera se consideran los costos de los beneficios.

El objetivo en esta etapa es determinar mediante una evaluación de pre factibilidad socioeconómica, si la nueva carretera, o la modernización de la carretera existente, puede ser construida mediante una concesión recuperable con pago de peaje; o si puede ser modernizada por una concesión sin pago de peaje, con sistema PPS (Proyecto de Prestación de Servicios) de pago por servicio prestado; o si debe ser construida con recursos del presupuesto federal.

#### D) Infraestructura vial existente

La carretera está construida sobre un terraplén cuyo ancho de corona varía entre 10 y 15 metros, lo que permite acomodar una sección transversal suficientemente amplia para favorecer el tráfico de la región, que posee un considerable volumen de carga pesada.

La carretera está situada en una planicie de inundación, con cotas que oscilan entre 5 y 13 metros sobre el nivel medio del mar, el terraplén se eleva por encima del terreno natural aproximadamente 3 metros, en consecuencia la rasante de la vía varía entre 8 y 16 msnm.

El trazo horizontal permite desarrollar velocidades de 80 y hasta 100 Km/h constituido principalmente por tangentes de grandes longitudes cuyas deflexiones se suavizan con curvas de radios amplios, observándose en la mayoría de ellas distancias de visibilidad adecuadas.

El alineamiento vertical en su mayoría presenta pendientes menores al 2%, lo que indica que las variaciones en los niveles de rasante son pequeñas en distancias largas. La suma algebraica de pendientes apuestas en todos los casos es menor que 0.5, por consiguiente, no se observan curvas verticales a lo largo del tramo.

La estructura de pavimento como se mencionó anteriormente, está conformada por un terraplén, una sub base de material selecto, una base de escoria volcánica y una carpeta asfáltica. En el terraplén predominan los materiales A-1 y A-2, no hay evidencia de desplazamientos laterales, pues no se observan grietas longitudinales en los hombros.

En la base y sub-base, predominan los materiales A-1-a y A-1-b con espesores que superan los 60 centímetros, no se observan zonas de inestabilidad local, por lo que podemos concluir que la base se encuentra en estado aceptable.

La carpeta de rodamiento está formada por varias capas de mezcla asfáltica en caliente, con espesores variables, pero con un espesor total predominante mayor de 15 centímetros. Actualmente la carpeta asfáltica se encuentra en total estado de deterioro, con presencia de baches, distorsión y desintegración de la superficie, lo que es empeorado a diario por la repetición de las cargas.

El sistema de drenaje del camino lo conforman: Alcantarillas de cuenca con caudales menores, alcantarillas de alivio, puentes elevados, cajas de concreto reforzado y las pendientes transversales y longitudinales de la carretera. Durante las inspecciones de campo no se identificaron obras de drenaje longitudinal.

En la actualidad, el estado de conservación de las obras de drenaje menor existentes es bueno, siendo éstas alcantarillas circulares de concreto reforzado, con diámetros de 36, 42 y 48 pulgadas. Algunas de estas alcantarillas al estar emplazadas en una zona o planicie de inundación no poseen cuencas bien definidas y en ciertos casos el sentido de la corriente se invierte en dependencia del sitio donde se produzca la lluvia.

Las obras de drenaje mayor existentes corresponden a puentes elevados de doble vía de circulación y cajas de concreto reforzado, el estado de conservación de estas estructuras es aceptable desde un punto de vista estructural

## 6. DISEÑO METODOLÓGICO.

Para el estudio de demanda se requiere una recopilación de datos y el análisis de los mismos. Para obtener datos primarios se realizarán entrevistas a pobladores de la zona de estudio, a funcionarios y técnicos de instituciones como la Alcaldía de Chinandega, MTI, MINSA, ENACAL y otras instituciones relacionadas al sector.

Se revisaran estadísticas, informes y textos especializados en el tema. Se revisaran datos de proyectos similares que han desarrollado Se investigará por medio de Internet para contactar empresas nacionales e internacionales interesadas y obtener más información.

### A) Metodología para el estudio de demanda

#### Determinación de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra cuando los datos son cualitativos es decir para el análisis de fenómenos sociales o cuando se utilizan escalas nominales para verificar la ausencia o presencia del fenómeno a estudiar, se recomienda la utilización de la siguiente formula:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} \text{ [Ec. 1]}$$

Siendo  $n' = \frac{s^2}{\sigma^2}$  sabiendo que:

$\sigma^2$  : es la varianza de la población respecto a determinadas variables.

$s^2$  : es la varianza de la muestra, la cual podrá determinarse en términos de probabilidad como  $s^2 = p(1 - p)$

$se$  : es error estándar que está dado por la diferencia entre  $(\mu - \bar{x})$  la media poblacional y la media muestral.

$(se)^2$  : es el error estándar al cuadrado, que nos servirá para determinar  $\sigma^2$ , por lo que  $\sigma^2 = (se)^2$  es la varianza poblacional.

#### La encuesta

Las encuestas pueden ser clasificadas en muchas maneras. Una dimensión es por tamaño y tipo de muestra.

Las encuestas serán usadas para estudiar características socio económicas de la población de la zona de influencia y los efectos negativos de la calle sin revestimiento.

#### Proyección de los datos

Mecánica de Proyección: Puede realizarse formulando hipótesis a base de experiencia anteriores o recurriendo a métodos matemáticos.

Método Matemático: El método más común es el método de los mínimos cuadrados.

Desarrollo del Método: El método se basa en la ecuación de la línea recta o tendencia ajustada.

$$y_e = a + bx$$

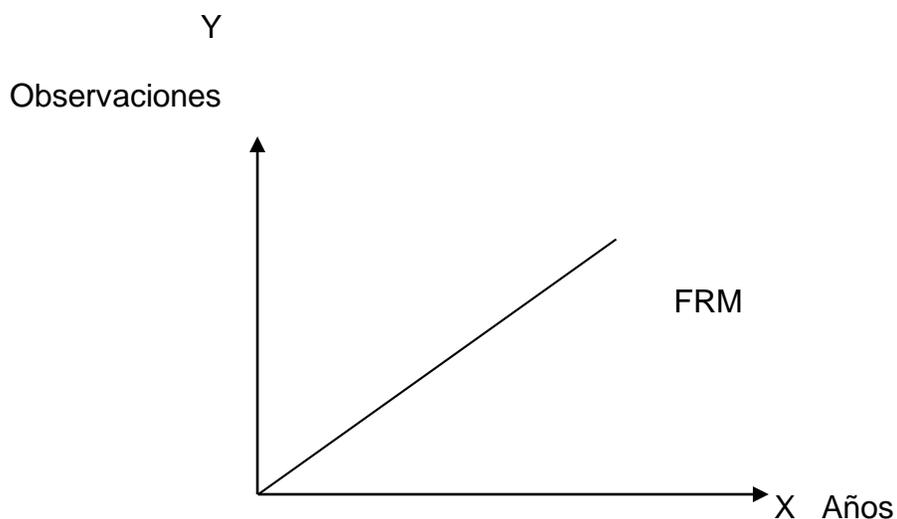
[Ec. 2]

$y_e$  : es la variable dependiente, es la información que obtenemos vía registros estadísticos o producto de la investigación de campo.

a y b : son coeficientes constantes cuyo valor se debe encontrar para obtener las proyecciones.

X : es la variable independiente cuyo valor correspondiente quiere buscarse en cada uno de los años, para los que se pretende encontrar el comportamiento futuro de la variable o variables estudiadas.

Representación gráfica de la línea de tendencia.



Para ajustar una “línea recta” por el método de los mínimos cuadrados, es preciso obtener y resolver dos ecuaciones normales (de primer grado), ya que hay que encontrar dos constantes o incógnitas “a” y “b”

$$1- \sum y = Na + b \sum x$$

$$2- \sum xy = a \sum x + b \sum x^2 \quad [\text{Ec. 3}]$$

Para el estudio técnico se aplican una serie de técnicas para determinar las mejores alternativas a desarrollar.

#### B) Metodología para el estudio técnico

Determinación de la proyección del tránsito.

La proyección del tránsito de una carretera a su periodo de diseño, tiene muchas aplicaciones, ya que constituye un importante parámetro de referencia, para la identificación y cuantificación de los componentes primarios del diseño geométrico, tales como, el número de carriles, el ancho de carril, la velocidad de diseño y el vehículo de diseño.

Es también de gran importancia conocer el tránsito proyectado a su periodo de diseño, ya que este debe soportar el tránsito inicial y aquel que pase durante su vida de servicio, sin embargo no es fácil calcular tales cargas, puesto que en el tránsito futuro intervienen factores muy complejos que guardan estrecha relación con indicadores de las múltiples actividades humanas, que tienen incidencia en el transporte automotor.

Para proyectar el tránsito al periodo de diseño se requiere del conocimiento del valor de la tasa anual de crecimiento del tránsito

El Manual de Ingeniería de Pavimentos para Carreteras, en su sección 2.6 del capítulo 2, presenta el modelo exponencial expresado mediante la siguiente fórmula, para el cálculo de las proyecciones de tránsito

$$\text{TPDA final} = \text{TPDA inicial} * (1 + i)^n \quad [\text{Ec. 4}]$$

Dónde:

TPDA final = Transito Promedio Diario Anual al final del periodo de diseño

TPDA inicial = Transito Promedio Diario Anual al inicio del periodo de diseño

n = Periodo de diseño

i = Tasa anual de crecimiento del transito

C) Metodología para el estudio financiero

### **Evaluación financiera:**

En esta etapa se hace uso de los indicadores necesarios para efectuar la evaluación financiera del proyecto, los cuales son:

Tasa Mínima de Rendimiento Aceptable (TMR): para iniciar un proyecto o empresa se debe realizar una inversión inicial, esta inversión puede venir de varias fuentes, de inversionistas, de otras empresas, de bancos, o una combinación estos, como sea que haya sido, cada uno de ellos tiene un costo asociado al capital que aporte, de tal forma que la empresa formada tendrá un costo de capital propio.

Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto está dado por:

$$\text{VPN} = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) / (1 + i)^t \quad [\text{Ec. 5}]$$

Donde

Bt y Ct: son ingresos y costos incluyendo las inversiones en cada año t,

I: es la tasa de descuento y

n es la vida del proyecto.

Para una empresa, la correcta tasa de descuento es el costo promedio en el cual cada fondo adicional puede ser obtenido de todas las fuentes, los costos de capital de la empresa.

En el caso cuando  $VPN = 0$ , la tasa de descuento tiene un nombre especial, la tasa interna de retorno (TIR). Si el valor presente neto, es positivo entonces el proyecto puede cubrir todo sus costos financieros con algún beneficio sobrante para la empresa. Si es negativo el proyecto no puede cubrir sus costos financieros y no debe ser emprendido.

Tasa interna de retorno (TIR).

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, es decir, los beneficios actualizados iguales a los costos actualizados, esta debe compararse con la tasa de descuento que mida el mejor rendimiento alternativo no aplicado o la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR). Ahora si tomamos en cuenta el análisis que nos proporciona la TIR podría ser de mucha ayuda para una toma decisión correcta, para ello se presentan a continuación tres condiciones bajo las cuales se evaluarán en este proyecto.

$TIR > TMAR$  El proyecto se acepta

$TIR = TMAR$  Es Indiferente realizar el proyecto

$TIR < TMAR$  El proyecto se rechaza

## D) Metodología para el estudio económico

### **Evaluación económica**

La evaluación financiera y la económica presentan sus diferencias, el análisis financiero de un proyecto determina la utilidad o beneficio monetario que percibe la institución que opera el proyecto, en cambio el análisis económico mide el efecto que ejerce el proyecto en la sociedad. Estos conceptos diferentes se reflejan en las diferentes partidas consideradas como costos y beneficios así como en su valoración. Así, el análisis económico incluye en el flujo de costos y beneficios el cálculo de las extremidades, pero excluye los impuestos y transferencias del gobierno.

Precios de mercado y precios económicos – sociales.

En la evaluación financiera / privada se utilizan los precios de mercado; en la evaluación económica en contraste, se utilizan precios económicos (sociales), los cuales incluyen el verdadero costo de oportunidad de los bienes para la sociedad.

Los precios económicos (sociales) miden el costo alternativo de los recursos para la sociedad, estableciendo las divergencias que tanto a nivel de ingresos como de costos se manifiestan en una economía, atribuible en parte a las imperfecciones del mercado.

Los precios económicos más utilizados son:

- Mano de obra no calificada
- Tasa social de descuento
- Precio social de la divisa

## Ajustes para pasar de la valoración Financiera a la Económica

Al efectuar el análisis financiero y el económico, es conveniente seguir el análisis en los pasos en que está dividido: financiero y económico. No es conveniente comenzar con el flujo de caja económico, ya que la determinación de dichos precios se deriva de los precios de mercado. Por lo tanto, el comienzo de toda evaluación es la financiera.

Para transformar un flujo financiero en flujo económico es necesario establecer factores de conversión de precios financieros a precios económicos, para ello, es necesario subdividirlo en rubros de inversión y de operaciones. A la maquinaria, equipo y materiales importados se le deduce los impuestos de introducción y se ajusta por el precio económico de la divisa, según el porcentaje de componente importado que tiene el rubro.

### Información para el análisis económico

- Debe de confirmarse el tipo de cambio oficial del país donde se efectúa el análisis económico.
- Seguidamente debe procederse al cálculo del tipo de cambio de cuenta.
- Todos los desembolsos en divisas, se ajustan ya sea con el precio de sombra de la divisa (tipo de cambio de cuenta) o con el factor de divisa. El ajuste se logra multiplicando el desembolso por cualquiera de ellos.
- Si tenemos valores en dólares, para trabajar en el análisis económico, se deben de multiplicar las cifras del análisis financiero por el precio de sombra y posteriormente proceder a efectuar todos los ajustes necesarios según sean bienes o servicios comercializables o no;
- En el análisis financiero se trabaja siempre con el tipo de cambio oficial; en el análisis económico se trabaja con el tipo de cambio de cuenta.

- No se incluye en los costos desde el punto de vista económico los siguientes aspectos;
- El pago del seguro social; pago de impuestos; pago de intereses; comisiones o amortizaciones cuando es una deuda en el territorio nacional, pero cuando es una deuda en el extranjero sí,
- Deben considerarse como costo: pago de aranceles; depreciación; subsidio; mano de obra que antes de trabajar en el proyecto estaba desocupada; la parte del salario que la mano de obra contrata ya devengaba antes en otra parte de la economía. Se considera únicamente el incremento en remuneración que se origina con el proyecto.
- Los artículos no comerciables se ajustan a sus precios de cuenta, multiplicando sus valores a precios de mercado por el factor standard de conversión o por FC para cada artículo que expresa su costo de oportunidad.
- En los artículos no comerciables se trata de desglosar sus componentes y los que sean no comerciables se ajustan con el factor standard de conversión y los componentes comerciables se ajustan según sean importables o exportables.
- No sólo los desembolsos en moneda extranjera se elevan a valores económicos, sino también los ingresos por exportación.

#### Indicadores de Evaluación

La evaluación de proyectos se realiza con el fin de poder decidir si es conveniente o no realizar un proyecto de inversión. Para este efecto, debemos no solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino tener elementos de juicio para poder comparar varios proyectos coherentemente.

La evaluación se hace en base cualquiera de los siguientes criterios:

## Análisis costo-beneficio

El análisis costo-beneficio es una comparación sistemática entre todos los costos inherentes a determinado curso de acción y el valor de los bienes, servicios o actividades emergentes de tal acción. Poder realizar estas comparaciones exige que el proyectista reduzca todas las alternativas a un mismo patrón común que sea cuantificable objetivamente.

Como su nombre lo indica, se define por, el coeficiente entre los beneficios actualizados y los costos actualizados, descontados a la tasa de descuento ( $i$  %).

Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$B = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad [\text{Ec. 6}]$$

## CAPITULO II ESTUDIO DE MERCADO

### 1 Introducción

Los Censos Nacionales significan una valiosa oportunidad para investigar las características económicas de la población y obtener un punto de referencia a niveles geográficos menores, como los municipios y al interior de los mismos.

Los resultados de los diferentes indicadores obtenidos, con otras fuentes de información especializadas en el tema, como las encuestas nacionales de empleo o las encuestas de mediciones de nivel de vida, solo tienen representatividad a nivel departamental y regional. La ventaja de investigarse estos temas en los censos, como ya se señaló, es el nivel de desagregación, la relación con otras características investigadas, caracterización de sus poblaciones y la comparación entre los diferentes censos efectuados en el país. Los resultados del censo nacional del año 2005 y en particular el censo municipal de los municipios de Chinandega y Villanueva.

Entre los sectores de la economía, la producción primaria se exporta sin procesamiento y el subsiguiente valor agregado; el sector secundario se realiza basándose en la materia prima importada y el sector terciario domina el comercio de los productos importados de consumo. Así mismo, los niveles de producción agrícola e industrial siguen siendo bajos, ofreciendo pocas posibilidades para el empleo.

## 2 Determinación de la zona de influencia del camino

El área de influencia directa e Indirecta se determinó mediante el siguiente proceso.

Se efectuó visita de campo para tener información sobre las características topográficas, hidrográficas, accesibilidad de caminos primarios y secundarios conectados al tramo en estudio, municipios y comunidades dentro de un perímetro de 2.5 Km. a ambos lados del camino que es el área de influencia directa. El área de influencia indirecta se extiende 1.5 Km más a ambos lados del camino que el área directa.

En el trabajo de gabinete se corroboró la información recopilada, utilizando mapa geodésico de INETER, y con la información suministrada por el departamento de topografía de EDICO.

## 3 Uso Actual de la Tierra y Suelos

De las 16,525.459 Hectáreas del tramo en estudio Km.164 al Km.176 de la Carretera Chinandega – Guasaule (12 km). el 24.08% (3,979.33 Ha), son utilizadas en cultivos como: Maíz, Maní, Sorgo, Caña de Azúcar y Ajonjolí, una pequeña área que corresponde a 138,81 hectáreas (Otros cultivos), no se incluyen en la tabla No 3 por considerarse de poco valor económico ya que es de autoconsumo entre estos cultivos como los siguientes (Frijol, Musáceas, Frutales, Yuca, Soya, etc.). Ver tabla No 1.

Pero también en épocas de inundación los dueños de las tierras que son medianos y pequeños productores, le prestan a sus trabajadores unas pequeñas parcelas para sembrar, Maíz, Sorgo, para su consumo, que no son incluida en esta tabla por ser para consumo de los trabajadores y de poca importancia económica.

Tabla N° 1 Uso de la tierra en el área de influencia del proyecto km.164 al km.176 de la carretera Chinandega – Guasaule (12 km)

USO DE LA TIERRA	AREA EN HECTAREAS	%
CULTIVOS	3,979.33	24.08
Maíz	535.42	3.24
Maní	1,579.83	9.56
Sorgo	598.22	3.62
Caña de Azúcar	839.49	5.08
Ajonjolí	287.54	1.74
Otros cultivos (Frijol, Musaceas, Frutales, Yuca, Soya, etc.)	138.81	0.84
PASTOS	9,855.78	59.64
Natural	5,375.73	32.53
Jaragua	337.12	2.04
Anglenton	1,158.43	7.01
Estrella	2,984.50	18.06
BOSQUES	1,325.34	8.02
Bosque Abiertos, Cerrados y de Galerías	1,325.34	8.02
TACOTALES	700.68	4.24
Tacotales	700.68	4.24
Otras Tierras	664.32	4.02
TOTAL	16,525.46	100.00

Fuente: Elaboración Propia en Base a Datos de MAGFOR 2016, y Productores de la Zona.

Nota: Las 16,525.459 Ha, corresponden al área de influencia total del tramo.

#### 4 Situación Actual y Perspectiva de la Producción Agropecuaria:

##### A) Áreas y Rendimientos

En principio se asume que la construcción de una carretera, estimula el aumento de todas las actividades (agropecuaria, turísticas, sociales, culturales, deportivas, sistema de salud y educación), porque facilita los accesos a diferentes sitios localizados en el área de influencia directa e indirecta. En ese principio se basa el método del excedente del consumidor y se complementa con el excedente del productor que es el que se utiliza en este análisis.

Como resultado de incrementos el área sembrada durante el horizonte del proyecto sería conforme se presenta en la tabla No 2 Estos incrementos de área serían tomados de las tierras de uso adecuado de la tabla No 2...

Tabla N° 2 Incremento de área sembrada con proyecto

RUBRO	Área Actual en (HA)	Área al final del Proyecto en (HA)	Incremento en (HA)	Incremento en (%)
Maíz	535.42	535.42	0.00	0.00
Maní	1,579.83	1,889.71	309.88	65.30
Sorgo	598.22	598.22	0.00	0.00
Caña de Azúcar	839.49	1004.15	164.66	34.70
Ajonjolí	287.57	287.57	0.00	0.00
TOTAL	3,840.53	4,315.07	474.54	100.00

Fuente; cálculos propios

Tabla N° 3 Área agrícola actual, de influencia del proyecto  
 km.164 al km.176 de la carretera Chinandega – Guasaule (12 km)

RUBRO	AREA (HECTAREAS)				Incremento de áreaa partir del 3er año del Proyecto
	Proyección sin Proyecto (Año 0) Encontrado	%	Proyección con Proyecto (Año 3)	%	
Maíz	535.42	13.94	535.42	13.85	0.00
Maní	1,579.83	41.14	1595.63	41.29	15.80
Sorgo	598.22	15.58	598.22	15.48	0.00
Caña de Azúcar	839.49	21.86	847.88	21.94	8.39
Ajonjolí	287.57	7.49	287.57	7.44	0.00
TOTAL	3,840.53	100	3,864.72	100.00	24.19

Fuente: Población Ganadera en el Área de Influencia del Proyecto: Km.164 al Km.176 de la Carretera Chinandega – Guasaule (12 Km).

En el área de influencia del proyecto, existe un área de pasto de 9,855.78 Ha, el área total de pasto se mantendrá constante durante los 20 años del proyecto, recordando que el productor utiliza los residuos de cosecha de los diferentes cultivos para complemento alimenticio del hato y también hace uso del pasto existente fuera de los linderos de su propiedad (A orillas del tramo y caminos troncales). La producción ganadera y su respectivo valor se detallan en las tablas No 4 y No 5.

Tabla N° 4 Valor de la producción ganadera en el área de influencia del proyecto (U\$).29.32 córdobas.

SIN PROYECTO						
Descripción	Producción Año 1	Precio U\$		Ingreso U\$	Costos U\$	Beneficio U\$
		Kg.	Lts.			
Excedente Comercializable en Kg.	366,108.79	2.45	-	896.967	359.774	537.192.05
Total Litros de Leche	496,897.63	-	0.42	208.697	91.030.95	117.666.06
TOTAL	863,006.42	2.45		1.105.663.54	450.805.43	664.858.10

Fuente: Elaboración Propia en Base a Datos obtenidos del MAGFOR, IV CENAGRO (Año 2016) y Precios por Productores de la Zona de Influencia del Proyecto.

En la situación con proyecto se incrementaron los coeficientes técnicos a partir del tercer año, debido a que los productores ganaderos comenzaran a aumentar el número de reses (novillos, vacas, toros etc.) y aplicaran mejores técnicas de manejo ya que para ese entonces podrán tener acceso a la asistencia técnica y a las fuentes de financiamiento.

Tabla N° 5 Valor de la producción ganadera en el área de influencia del proyecto (U\$).29.32 córdobas.

Descripción	CON PROYECTO	Precio U\$		Ingreso U\$	Costos U\$	Beneficio U\$
		Kg.	Lts.			
Excedente Comercializable en Kg.	462,576.82	2.45	-	1.133.313	353.672	779,641.50
Total Litros de Leche	1,188,361.75	-	0.42	499.112	127.654.12	371,457.82
TOTAL	1,650,938.57	2.45		1.632.425.15	481.325.84	1,151,099.32

Fuente: Elaboración Propia en Base a Datos obtenidos del MAGFOR y Precios por Productores de la Zona de Influencia del Proyecto,

### Evolución de la Inflación

Como puede notarse en el cuadro siguiente la inflación se ha mantenido en menos de dos dígitos en 9 de los últimos trece años, indicando que la estabilidad de los precios ha favorecido el comportamiento de las diferentes actividades económicas y esta estabilidad de sistema monetario ha influenciado un buen clima de negocios.

Tabla N° 6 Tasa de evolución de la inflación

País	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Nicaragua	12	11	7,4	3,7	5,3	9,3	9,6
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	9,4	11,1	19,8	3,7	4,7	8,1	

Fuente: Información Económica del BCN, 2012

## 5 Características generales de la zona de influencia del proyecto y las perspectivas de desarrollo.

### A) Plan nacional de desarrollo humano 2012 – 2016

El PNDH continúa teniendo en alta prioridad el crecimiento económico con incremento del trabajo y reducción de la pobreza y las desigualdades, con estabilidad macroeconómica, con soberanía, seguridad e integración en armonía con la Madre Tierra, en beneficio de las familias nicaragüenses. El PNDH 2012 – 2016, reafirma el objetivo del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional de mejorar las condiciones de vida de todos los nicaragüenses, especialmente de los más pobres. La búsqueda permanente es la construcción del Buen Vivir para cada nicaragüense y de Bien Común entre y para todas y todos los nicaragüenses en su conjunto, en armonía con la Madre Tierra.

El PNDH 2012 – 2016, es un plan proactivo que busca transformar el país, en un contexto nacional de estabilidad macroeconómica y cohesión social a pesar de la amenaza de una crisis económica y financiera internacional y el peligro permanente del cambio climático. La Estrategia del Plan está construida con base en doce lineamientos que combinan la continuidad de las políticas que han transformado al país a partir del 2007, con la incorporación de nuevas prioridades cuyo propósito es atender las necesidades inaplazables de transformación productiva y social del país.

Crecimiento económico y estabilidad macroeconómica con incremento del trabajo y reducción de la pobreza y la desigualdad.

Fortalecimiento de la Gran Alianza entre los trabajadores, los productores y el gobierno.

Política Exterior y Cooperación Externa soberana, independiente y abierta a todos los países del mundo en el combate a la pobreza en beneficio de las familias nicaragüenses.

Integración centroamericana, unión de la ALBA y articulación latinoamericana y caribeña a través de la CELAC.

- Seguridad ciudadana y lucha contra el narcotráfico y el crimen organizado
- Desarrollo Integral de la Costa Caribe
- Gestión pública participativa y democracia directa
- El bien común y la equidad social de las familias nicaragüenses
- Ciencia, tecnología, innovación y emprende turismo para la transformación de Nicaragua

El sector productivo priorizando la economía familiar, comunitaria, cooperativa, la soberanía y seguridad alimentaria.

Infraestructura social de transporte, energéticos y productivos para la transformación de Nicaragua.

La protección de la Madre Tierra y adaptación al cambio climático

En los municipios del área de influencia del proyecto Km.164 al Km.176 de la Carretera Chinandega – Guasaule (12 Km), los principales aspectos socio económicos son las actividades del sector primario (Agricultura y ganadería),

secundario, industria manufacturera y construcción), terciario (electricidad, agua, comercio en general, transporte, comunicaciones, establecimientos financieros y servicios comunales, sociales y personales).

## 6 Aspectos socioeconómicos

### A) Situación Socioeconómica del Área de Influencia

En el que están incluidos los caseríos y comunidades del área de influencia comunidad Villa 15 de Julio y comunidad de Israel, en cifras por zonas demuestran el nivel de pobreza que se refleja a continuación.

#### Municipio de Villanueva

El 17.8% de la población pertenecen al sector catalogados como no pobres, el 30.8% como pobres no extremos y el 51.4% como pobres extremos. Los hogares con pobreza extrema son de 51%. Las localidades de la pimienta, el Obraje, Becerro, Cayanlipe y Jenízaros son las que están dentro de extrema pobreza en el Municipio.

La distribución de la pobreza, representa una herramienta útil para la planeación de política y programas para priorizar y asignar eficazmente los recursos que contribuyan a la reducción de la pobreza.

El presente “Mapa de Pobreza Extrema Municipal” fue elaborado a partir de datos del VIII Censo Nacional de Población y IV de Vivienda 2005 y en base a la Metodología de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI).

### B) Educación – Salud en el área de Influencia del Proyecto

Según autoridades del MINED, a nivel municipal Chinandega, cuenta con 114 centros escolares, imparten la modalidad de pre-escolar formal y no formal, primaria regular, multigrado y extra edad III nivel alternativo, secundaria diurna y

a distancia. El total de matrículas es de 36,653 alumnos y el número de plazas de maestros es de 1,154 en las diferentes modalidades.

A nivel municipal Villanueva, cuenta con 89 centros escolares, imparten la modalidad de preescolar formal multinivel y no formal multinivel, preescolar formal puro y no formal puro, primaria multigrado y regular, secundaria a distancia y diurna.

El total de matrículas es de 7,994 alumnos y el número de plazas de maestros es de 326 en las diferentes modalidades.

Distancia, tiempo y costo promedio de traslado al centro educativo

El tiempo máximo requerido para llegar a un centro educativo por parte de los estudiantes es de 10 minutos a pie, distante a 1.5 kilómetros. Si utilizaran el servicio de transporte les costaría de 5.00 a 10.00 córdobas (a distancia mayores de 2 kms).El proyecto traería muchos más beneficios porque se reduciría el tiempo de viaje de los estudiantes que viajan en transporte colectivo cuando la distancia es mayor de 2kms.

### C) Salud en el Área de Influencia del Proyecto

Salud en el Municipio de Chinandega

El municipio de Chinandega y sus comunidades, cuentan con servicios hospitalarios a través de 3 hospitales, 1 laboratorio general, 3 Clínicas IPSS y CMP, ubicados en el casco urbano, además de 3 centros de salud, 2 ubicados en el casco urbano y 1 en el área rural, también cuenta con 11 puestos de salud, ubicados 7 en el casco urbano y 4 en el área rural. Los hospitales cuentan con área de emergencia, sala de espera, salas de atención a crónicos, VPCD, controles de planificación, prenatal y postnatal, farmacia, oficina de estadísticas entre otras), los puestos de salud, a través del personal prestan los servicios de labor y parto, exámenes de laboratorio, curaciones, campañas de albanización,

vacunación, etc. Ver en cuadro siguiente nombres y ubicación urbana - rural de hospitales, centros y puestos de salud.

Distancia y tiempo promedio para llegar a la unidad de salud.

Según resultados de las encuestas hechas en el área de influencia del proyecto, indican que la distancia promedio recorrida por una persona para llegar a la unidad de salud es de 10 minutos a pie, distante a 1 kilómetros. Si utilizaran el servicio de transporte les costaría de 5.00 a 10.00 córdobas (a distancias mayores de 2kms).

El proyecto traería muchos beneficios porque se reduciría el tiempo de viaje, se incentivaría el uso de otro medio de transporte (bicicleta, moto, etc.) y se agilizaría el traslado de pacientes de manera más segura.

#### D) Servicios Básicos en el Área de Influencia del Proyecto

- Agua Potable y Alcantarillado

Los municipios y comunidades del área de influencia del proyecto: Km.164 al Km.176 de la Carretera Chinandega – Guasaule (12 Km), poseen servicio de agua potable cuya administración está a cargo de la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL).

#### Cobertura Urbana y Rural en Chinandega

En lo Urbano:- los servicios de A/P, tienen una accesibilidad en el municipio de Chinandega en el centro de la ciudad tenemos una cobertura de 24 horas continuas y en las periferias varia en los horarios entre 12 y 20 horas a excepción de la colonia GRACSA (pozo construido y perforado en 2012, falta equipamiento en trámite), ABRAHAM RUGAMA, (cambio de Bomba en el equipo

12 de Septiembre en trámite) LA BOLSA, EL PALAVICINI, estas son las partes altas.

En lo Rural tenemos una cobertura del 5 % se cuenta con un solo pozo el de San Pedro, el cual abastece las comunidades a lo largo de la Carretera Panamericana desde su origen en San Pedro hasta la Villa 15 de Julio las cuales cuentan con un abastecimiento de 12 horas Ranchería, y las comunidades de Mocoron, santa Isabel ,5 minutos, la Sopera, las viudas y San José del obraje estos están más racionados (5 horas ) y la villa que actualmente no le brindamos cobertura por falta de un pozo en la zona.

En la zona se cuenta con 6 pozos, 5 para la zona urbana y semiurbana y 1 para el área rural

250 kilómetros de red existente con diámetros desde 2” hasta 18 “

2 vehículos comerciales

1 vehículo para operaciones técnica

Una oficina departamental comercial operativa

Una bodega departamental

Tres tanques de almacenamiento de agua potable

Dos pilas de aguas residuales a cielo abierto

Los servicios que brinda ENACAL son de fácil accesibilidad y de pocos requisitos, los tramites se realizan en condiciones normales en no más de 21 días de trámite y los costos son bajos, se coordina con la alcaldía las roturas de calles las cuales el nuevo usuario pagara a ella misma.

El Sistema de Abastecimiento, está conformado a través de una red de distribución que se define a través de dos zonas y que a la vez esta se delimita en varias rutas.

Sin embargo, este cambio de sistema ha provocado un gran déficit en el servicio de agua potable, ya que a inicio de su instalación solamente proporcionaba 420 gal/min., reduciéndose actualmente a 350 gal/min., lo que implicó un aumento en

la calidad del agua y una disminución en el suministro, lo que implica que para el periodo de verano se proceda a racionalizar el abastecimiento del agua.

- Energía Eléctrica:

Los municipios y comunidades del área de Influencia del Proyecto Km.164 al Km.176 de la Carretera Chinandega – Guasaule (12 Km), poseen servicio de energía eléctrica a cargo de la distribuidora de energía UNION FENOSA, esta brinda el servicio a nivel domiciliario, siendo este de buena calidad.

Para el abastecimiento de energía eléctrica, en Chinandega se cuenta con 1,688 km de Línea de media tensión, 4,369 transformadores instalados, 80,920 clientes tanto en la zona urbana como rural.

Villanueva tiene un promedio de cobertura energética de aproximadamente el 80%, esto con proyectos del gobierno central y proyectos de la municipalidad. La calidad del servicio es satisfactoria, con algunas irregularidades en la época lluviosa, existen problemas e insatisfacción de los usuarios por las tarifas de cobro. Algunas comunidades tienen dificultad al acceso de este servicio por distancia y condiciones de topografía. La zona urbana tiene una cobertura total. En la alcaldía existe una ventana con una línea activada y gratuita para quejas y sugerencias de los usuarios.

En lo que respecta a la calidad del servicio de indicadores cada año se efectúa poda total de los circuitos, mantenimiento programados (sustitución de postes, crucetas y aisladores) pre inspecciones nocturnas para validar las luminarias apagadas y mantener la disponibilidad del AP según la NSE y mantenimiento de transformadores.

- Telecomunicaciones:

Los municipios de Chinandega, Villanueva y las comunidades localizadas en el área de influencia del proyecto: Km.164 al Km.176 de la Carretera Chinandega – Guasaule (12 Km), cuentan con servicio de correos y telefonía convencional, cuya administración está a cargo de la Empresa Claro – Enitel. Adicionalmente las empresas Claro y Movistar tienen cobertura celular en el área urbana y rural. Entre los consultados el 78% dijo tener servicio de telefonía celular, en el caso de internet el servicio es brindado tanto por MOVISTAR como por CLARO, en sistemas de cables se encuentra CLARO T.V. correspondiente a la empresa CLARO y TELECABLE como empresa privada. Se presta el servicio a través de una oficina de telefonía la cual se localiza en el casco urbano de los municipios, donde se brinda servicio de atención al público, etc.

#### Cobertura Urbana y Rural en Chinandega

El sistema de teléfonos de CLARO (antes Enitel) funciona con tres líneas automáticas con león, teniendo en la actualidad 1,802 abonados. Para proporcionar servicio a la población existen cuatro teléfonos públicos es regular. Además se presta el servicio de correo y telefax.

#### Cobertura Urbana y Rural en Villanueva

Villanueva cuenta con servicio convencional de Teléfonos, el sistema de teléfonos de CLARO (antes Enitel), ofrece estos servicios solamente en el casco urbano, las 24 horas al día. Existen 16 abonados (en su gran mayoría instituciones y organismos), no existen teléfonos públicos.

#### Transporte y Vías de Comunicación

#### Transporte en el Área de Influencia del Proyecto

Los municipios de Chinandega, Villanueva y las comunidades localizadas en el área de influencia del proyecto: Km.164 al Km.176 de la Carretera Chinandega – Guasaule (12 Km), cuentan con el servicio de transporte.

#### E) Transporte en Chinandega:

En el transporte colectivo funcionan buses y camiones con una frecuencia de 15 minutos, cubren la ruta Somotillo - León - CHINANDEGA - Managua. También se cuenta con camionetas que hacen el recorrido a las distintas comarcas del municipio. En el casco urbano existe el sistema de rutas y de taxis.

En el servicio selectivo, cuentan con 700 unidades de taxi los que circulan en todo el territorio municipal y 90 rutas de servicio colectivo, del servicio de transporte colectivo existen 35 unidades individuales y 55 unidades con cooperativas, del transporte selectivo concurren 404 unidades individuales y 206 unidades con cooperativas.

El transporte beneficia a los pobladores de los repartos aledaños y comarcas más cercanas al centro de la ciudad, de todo el transporte que existe benefician a más de 18,000 personas diarias, la calidad en la prestación del servicio muestra un 80% de eficiencia.

#### Vías de Comunicación

Las vías de acceso interno del municipio cuentan con recubrimiento de asfalto, adoquinado y balastre. En lo que se refiere a las vías de acceso al área rural, el municipio cuenta con caminos de tierra con balastre y de tierra transitables todo el tiempo.

## Transporte de Villanueva

En el municipio de Villanueva, se cuenta con 58 unidades, 46 unidades de transporte selectivo y 12 colectivas, están compuestos por: Buses, Microbuses, que viajan a las diferentes comunidades del municipio. El servicio de transporte intra-municipal en la actualidad presta un servicio regular, dado a que las unidades de transporte reúnen las mínimas condiciones para este servicio, debido a que las características topográficas del municipio en determinadas rutas no prestan las condiciones para poner en servicio unidades modernas.

## Vías de Comunicación

El municipio está atravesado por cuatro carreteras principales:

Chinandega-El Viejo, Chinandega-Corinto, Chinandega-León y Chinandega-La Frontera. Algunos caminos troncales importantes atraviesan el municipio entre los que se encuentran: Al Sur Chinandega-Philadelphia-comunidades de Chichigalpa, Chinandega-Belén-Valle de los Morenos, al Noreste Villa 15 de Julio-Las Grietas-San Lucas, al Noroeste Hermanos García-Campusano, San José del Obraje-Santa Carlota-Llano Verde, San Pedro-Sábana Grande-El Paraíso.

## F) Población y Vivienda

### Población:

Según proyecciones del INIDE para el año 2014, el Municipio de Chinandega, cuenta con una población de 133,716 habitantes, siendo el 51.69% mujeres y el 48.31% hombres, concentrándose el 72.93% de los habitantes en la zona urbana. En tanto, el municipio de Villanueva, cuenta con una población de 28,151 habitantes, siendo el 49.01% mujeres y 50.99% hombres, concentrándose el 76.62% de la población en el área urbana.

En las comunidades localizadas en el área de influencia directa e Indirecta del proyecto se contabilizan 27,270 habitantes, cuya distribución se detallan en las tablas No 7 y No 8.

Tabla N° 7. Población de las comunidades del área de influencia directa del proyecto km.164 al km.176 de la carretera Chinandega – Guasaule (12 km)

A/D	Municipio	Comunidad	Hombres	Mujeres	Total
1	Chinandega	San Isidro	450	458	908
2	Chinandega	Los Ángeles	134	133	267
3	Chinandega	Villa 15 de Julio	5,475	6,691	12,166
4	Chinandega	San José del Obraje	500	700	1,200
5	Chinandega	San Agustín	2,612	2,730	5,342
6	Chinandega	Miriam Tinoco	679	765	1,444
7	Chinandega	Buenos Aires	297	305	602
8	Villa Nueva	Israel	865	831	1,696
9	Villa Nueva	La Esperanza	116	112	228
10	Villa Nueva	Rancho Pando	95	91	186
11	Villa Nueva	Mata Palo	262	252	514
12	Villa Nueva	La Ceba	58	55	113
13	Villa Nueva	Quiscolapa	74	71	145
14	Villa Nueva	Marimbero	80	76	156
15	Villa Nueva	Birmania	161	154	315
<b>Total Directa</b>			<b>11858</b>	<b>13424</b>	<b>25,282</b>

Fuente: Estimación datos de Alcaldías y Proyecciones del INIDE

Tabla N° 8. Población de las comunidades del área de influencia indirecta del proyecto km.164 al km.176 de la carretera Chinandega – Guasaule (12 km)

A/I	Municipio	Comunidad	Hombres	Mujeres	Total
1	Chinandega	San Juan de las Pencas	400	416	816
2	Villa Nueva	El Obraje	376	361	737
3	Villa Nueva	Aquespalapa	160	153	131
4	Villa Nueva	La Poza	62	60	122
Total Indirecta			998	990	1,988

Fuente: Ministerio de Salud (MINSa)

TOTAL DIRECTA + INDIRECTA			
Sexo	Directa	Indirecta	Ambos Sexo
Hombres	11,857	998	12,854
Mujeres	13,425	990	14,416
Total	25,282	1,988	27,270

Fuente: Ministerio de Salud (MINSa)

Además de la zona de influencia indirecta definida para la investigación socioeconómica en las tablas No 7 y No 8, en la Tabla No 9 se incluye la población y principales características demo geográficas de los municipios de Chinandega y Villanueva por estar comunicados por el tramo en estudio y por hacer uso del mismo. Ver la siguiente tabla No 9

Tabla N° 9.Principales indicadores de los municipios de Chinandega y Villanueva localizados en el área de influencia indirecta del proyecto

Extensión	Municipio de Chinandega	Municipio de Villa Nueva
Distancia a Managua	134 Km	191 km
Extensión territorial	672 Km2	795.36 Km2
Altitud MSNM	70.44	60 – 80
Población	133716	28151
Densidad	177.4 h/km2	38.66 h/km2
Población Urbana	97.519.08	21.569.3
Población Rural	36.196.92	6.581.7
Población por sexo masc.	64.598.2	14.354.19
Población por sexo fem.	69.117.8	13.796.81

Fuente: Estimación datos de Alcaldías y Proyecciones del INIDE

#### Vivienda:

Las viviendas en el área urbana son construidas con bloques, ladrillos, madera, techos de madera y tejas de barro o perlines y zinc. En el área rural se utilizan el talquezal, la madera, materiales locales y en algunos casos el ladrillo cuarterón. Los pisos varían según las posibilidades económicas al igual que las construcciones.

### G) Actividad Económica

Las actividades de comercio y servicio del área de influencia directa e indirecta de los municipios son limitados. A continuación se presenta detalle de los negocios activos: Ver tabla No 10

Tabla N° 10. Cantidad de establecimientos comerciales localizados en los municipios beneficiados del área de influencia del proyecto km.164 al km.176 de la carretera Chinandega – Guasaule (12 km).

Establecimientos	Chinandega	Villa Nueva	Total
Pulperías	556	58	614
Panaderías	91	3	94
Sastrerías	8	1	9
Taller de Soldadura y Mecánica	37	9	46
Zapaterías	7	2	9
Farmacias	37	3	40
Bares, Cantinas y Discotecas	81	21	102
Comedores	57	4	61
Molinos	52	7	59
Matarifes	27	24	51
Materiales de Construcción	37	1	38
Hoteles y Hospedajes	13	2	15
Carpinterías	28	1	29
Insum. Agropec.	2	1	3
Gasolineras	2	1	3
<b>SUB TOTAL</b>	<b>1035</b>	<b>138</b>	<b>1173</b>

Fuente: Alcaldía Municipal de Chinandega - Villanueva.

## CAPITULO III ESTUDIO TECNICO

### 1 Introducción

El transporte por carretera juega un papel determinante en el desarrollo económico de Nicaragua. La competitividad de su industria, agricultura y comercio está vinculada a la eficacia y eficiencia de la operación de transporte.

Sin embargo, el transporte por carretera en Nicaragua se ve dificultado por numerosas razones. La red vial se caracteriza por una inadecuada operatividad aunada a un sistema de gestión que requiere mayores niveles de eficiencia ante las enormes necesidades y limitados recursos.

La situación anterior se manifiesta a través de:

Inadecuada funcionalidad de una parte de la red vial que une los centros productivos y los mercados de exportación, y mal estado de la red de caminos no pavimentados que brinda acceso a las áreas rurales de producción primaria o de potencial turístico

Deterioro acelerado de la red vial debido al limitado control de pesos y dimensiones y necesidad de mayor cobertura en mantenimiento

Incremento de los niveles de accidentalidad vial derivado del crecimiento del parque vehicular, de los patrones de conducción y de las limitantes de recursos para atender la problemática

Necesidad de fortalecer capacidades técnicas para considerar los efectos derivados del cambio climático, optimizar la planificación de inversiones y la gestión enfocada en resultados.

El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) ha identificado como prioritaria la ruta Chinandega – Guasaule. Al efecto deben realizarse estudios

técnicos para la determinación de propuestas de mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático en el tramo de carretera, comprendiendo la selección de la alternativa más conveniente técnica y económicamente para la ejecución de las respectivas medidas de mitigación y adaptación, incluyendo la elaboración del diseño de ingeniería para la posterior construcción de las obras de adaptación.

El tramo de carretera en estudio actualmente presenta una demanda tal como lo reflejan los registros históricos de la Estación de Conteos Volumétricos de Tráfico N° 2402, ubicada en el tramo Villa 15 de Julio – Empalme Villanueva, la que tiene un TPDA en los años, 2009, de 1459 vpd, en el 2010, de 1354 vpd y en el 2012, de 1894 vpd.

Los resultados obtenidos en los estudios de conteos y clasificación vehicular, en el mes de septiembre del año 2014, indican un ligero aumento del volumen de tráfico en el tramo con respecto al registro histórico del año 2010, al obtenerse un TPDA de 1,390 vpd, en cuya composición porcentual los vehículos livianos representan el 37.56 %, el transporte público de pasajeros corresponde al 12.89 % y los camiones de carga el 47.66 %, mientras que otros vehículos representan el 1.90 %, del flujo vehicular que paso por la estación.

## 2 Localización geográfica e importancia de la vía

La carretera Chinandega–Guasaule forma parte del corredor natural Centroamericano que comunica las principales ciudades y capitales de Centroamérica. En condiciones normales de tráfico este corredor sirve a más del 90% de los viajes internacionales por la frontera norte.

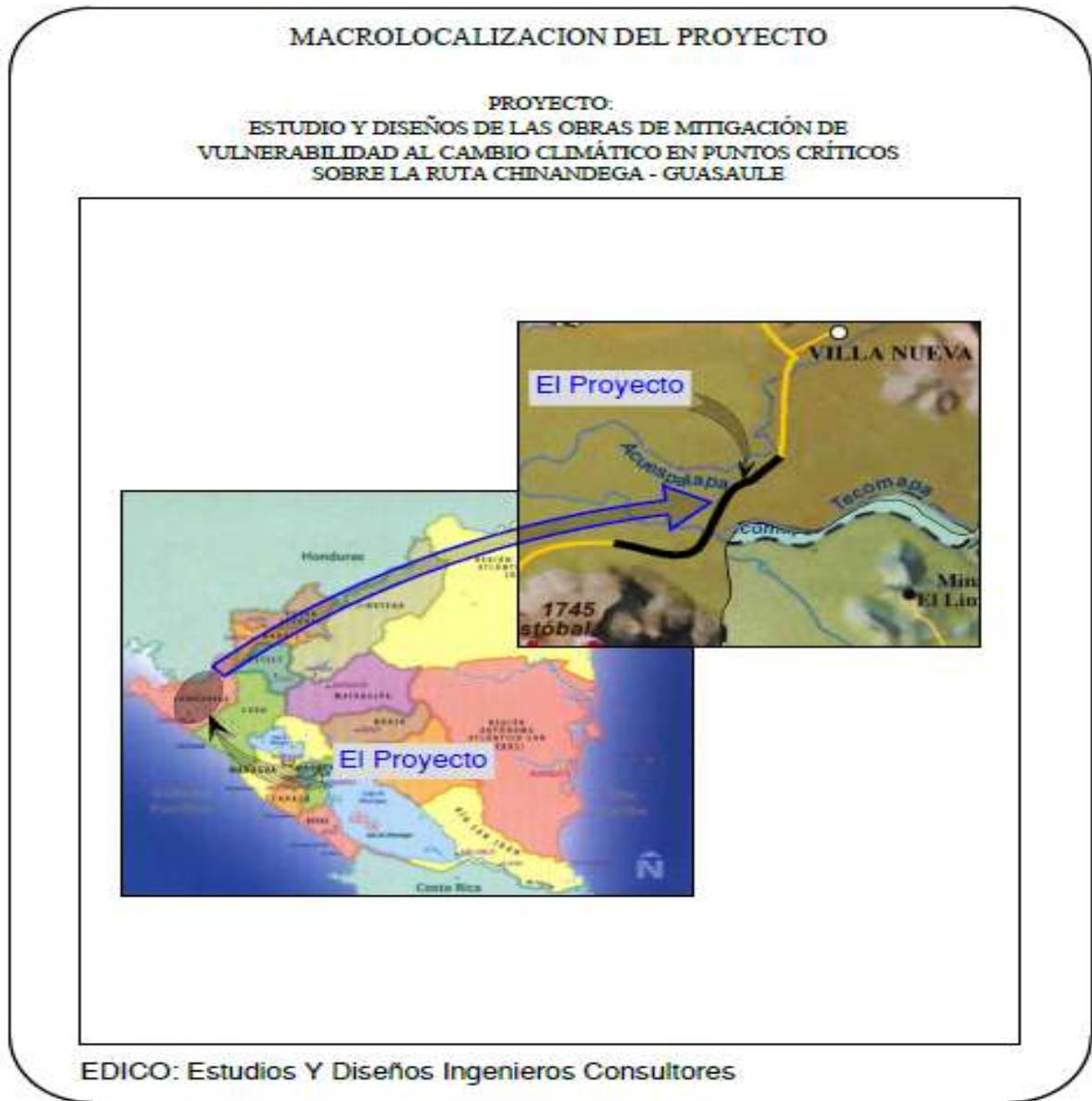
El Guasaule (ubicado a 5 km de Somotillo y 206 km de Managua), sirve de límite fronterizo entre Nicaragua y Honduras. Por esta Aduana pasa la mayoría del transporte pesado de carga que atraviesa el país en ruta hacia los países

vecinos del norte y sur de América. Esta ruta es utilizada por el incesante tráfico de furgones y camiones de carga internacional, así como por turistas, vehículos particulares y usuarios de transporte colectivo, viéndose su circulación.

El tramo del proyecto con una longitud de aproximada de 12km, está localizado entre el municipio de Villanueva y la comunidad Villa 15 de Julio del departamento de Chinandega. Se inicia a la altura del km164 en las inmediaciones de la comunidad Villa 15 de Julio y finaliza a la altura del km 176 en los alrededores del poblado Israel, municipio de Villanueva. De acuerdo a la Clasificación Funcional este tramo es una Troncal Principal y forma parte de la NIC 24, siendo un corredor natural.

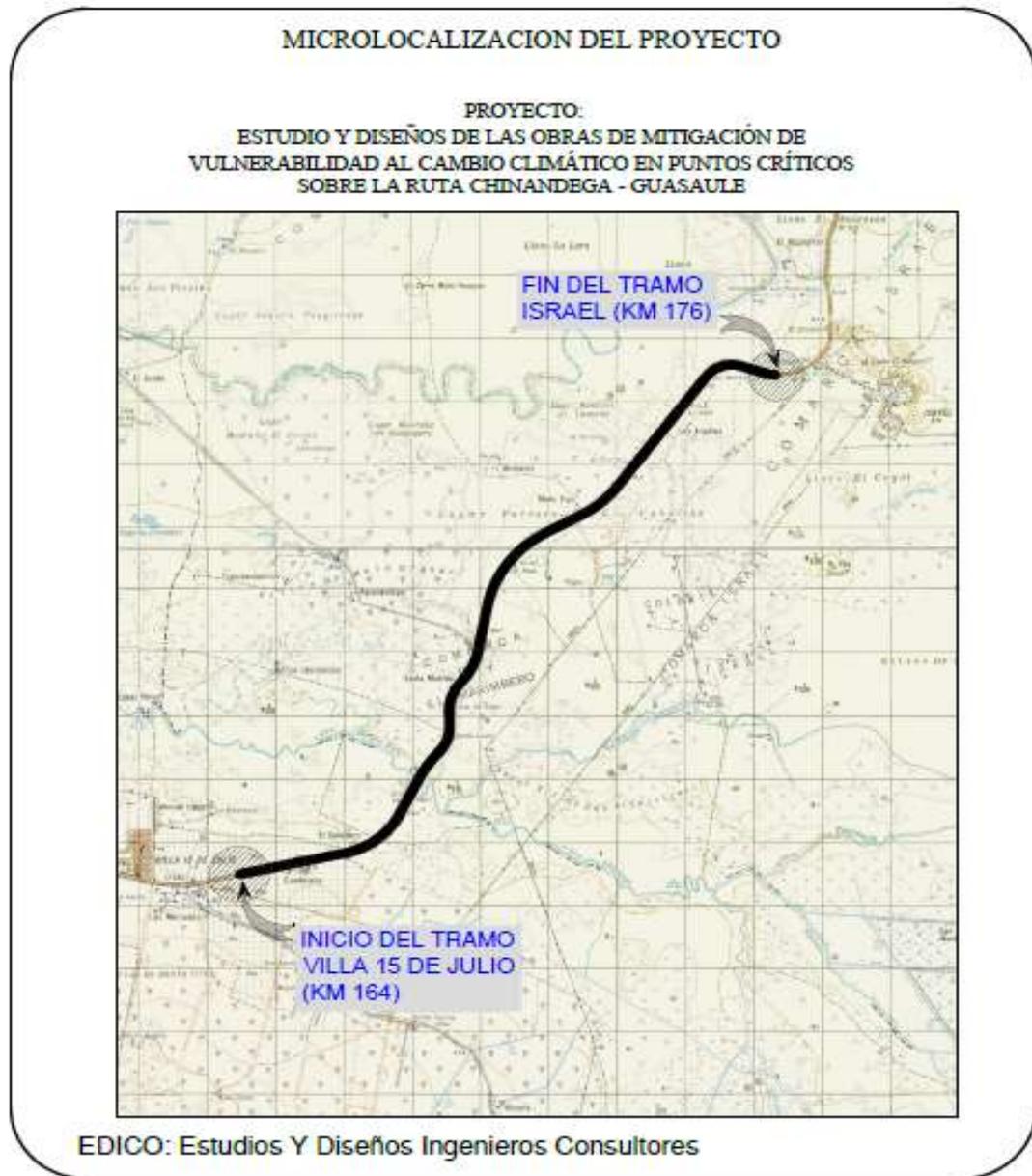
El tramo del proyecto una vez mejorado resolvería permanentemente el problema de interrupción del tráfico dando como resultado la reducción de los tiempos de viaje, se disminuyen costos de operación vehicular y facilitaría el acceso a los habitantes de más de 30 comunidades o caseríos y poblados localizadas a lo largo de la carretera cuya ocupación es la agricultura y la crianza de ganado.

IMAGEN NO.1 - MACRO LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.



Fuente: trabajo de gabinete

IMAGEN NO. 2. - MICRO LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.



Fuente: trabajo de gabinete

### 3. Estudio de tránsito.

#### A) Conteos Volumétricos de Tránsito:

Para recolectar los datos de campo del Conteo Vehicular, se ubicó una estación de conteo vehicular con adecuada visibilidad, que no esté en pendiente ni en curva y con suficiente ancho de hombros, de manera que permitiera captar el tráfico en ambos sentidos de la carretera donde se realizaron los aforos de conteo y clasificación vehicular.

De conformidad con los Términos de Referencia de los estudios, se realizó cinco días de conteo y clasificación vehicular, en la estación localizada sobre el tramo de carretera en estudio. La estación se localizó sobre la carretera NIC – 24B, en el tramo entre Villa 15 de Julio y el sitio conocido como Israel. (Estación N° 1).

A solicitud del MTI, se hizo un recuento vehicular en el acceso a Palo Grande para valorar si el tráfico presente tenía un aporte significativo en el comportamiento del volumen de tráfico en el tramo en estudio (Estación N° 2).

Los conteos se realizaron en periodos de 12.0 horas continuas entre las 06:00 horas y las 18:00 horas, comenzando el día sábado 06 de septiembre y finalizando el día miércoles 10 de septiembre de 2014. El sitio de ubicación de la estación donde se realizarán estos conteos de tráfico se presentan en la tabla No 11, presenta la localización propuesta de las estaciones de CVT y OD.

Con relación al acceso de Palo Grande, solamente se hizo recuento vehicular durante dos días. Siendo estos el sábado 06 y el lunes 08 de septiembre, durante 12 horas continuas, entre las 06:00 a.m., y las 06:00 pm. De acuerdo a los resultados obtenidos el día sábado, se decidió que no se justificaba hacer un conteo vehicular durante cinco días, en todo caso se decidió realizar un recuento el día lunes para confirmar la validez de esta decisión.

La localización de los puntos de aforos, se han escogido tomando en cuenta los sitios en que anteriormente se han efectuado estudios de tráfico, considerando además la seguridad del sitio, que presenten topografía llana y sin curvas cerradas.

Tabla N° 11 - Ubicación de estación de aforo de tráfico

Carretera: NIC-24B			Observación
Tramo: Villa 15 de Julio – Israel			
Estación N°	Ubicación	Días de 12 Horas de CVT	
N° 1	Km. 167+000, carretera NIC - 24B	Sab., Dom., Lun., Mar. Y Mierc.	Encuestas de Origen, Destino y Conteo
N° 2	Acceso a Palo Grande	Sábado y Lunes	Conteo

Fuente: trabajo de gabinete

#### B) Cálculo del TPDA:

El procedimiento para el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual se describe a continuación.

$$TPDA \text{ final} = TPDA \text{ inicial} * (1 + i)^n \quad [\text{Ec. 4}]$$

#### Tránsito Promedio Diario:

De la información de campo se obtienen los volúmenes, de tráfico, existentes en el tramo de carretera en estudio, donde se realizó el conteo por día y clasificados por tipo de vehículo durante 12 horas (06:00 – 18:00).

#### Expansión a 24 Horas:

Los volúmenes de tráfico diario de doce horas se expandieron a tráfico de 24 horas, haciendo uso de los factores de expansión día por tipo de vehículo,

correspondientes al tercer cuatrimestre del año 2013 de la estación de mayor cobertura EMC N° 2400.

Estos factores se usan para expandir los conteos con duración de 12 horas a volumen de 24 horas; al multiplicar el volumen horario del período de conteo por el factor diario correspondiente.

Transito Promedio Diario Anual:

Debido a que la investigación de campo se realizó durante cinco días, tres días laborales y dos de fin de semana, se hizo uso del Factor Semana y del Factor Fin de Semana, para ajustar los volúmenes diarios a volúmenes semanales, de igual manera se utilizó el factor de ajuste a TPDA.

Los factores utilizados corresponden a los definidos por el MTI para la estación de mayor cobertura EMC N° 2400, en el tercer cuatrimestre del año 2013. Esta estación está localizada en la ruta NIC-24B, en el tramo: Chinandega – Ranchería, a la altura del kilómetro 149+500. Los factores se presentan en la Tabla No 12.

Tabla N° 12 Factores de expansión y ajuste EMC 2400

<i>Factores del primer cuatrimestre del año Enero - Abril</i>																	
Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx. Sx<=4	Tx Sx=>5	Cx. Rx<=4	Cx Rx=>5	V.A.	V.C.	Otros
Factor Día	1.30	1.27	1.27	1.28	1.19	1.25	1.34	1.27	1.27	1.21	1.00	1.54	1.00	1.00	1.17	1.00	1.54
Factor Semana	0.96	1.01	0.94	0.94	1.03	1.11	0.99	0.94	0.91	0.95	1.00	1.02	1.00	1.00	0.89	1.00	0.98
Factor Fin de Semana	1.10	0.97	1.21	1.19	0.92	0.80	1.01	1.19	1.32	1.14	1.00	0.96	1.00	1.00	1.43	1.00	1.05
Factor Expansión a TPDA	1.02	1.04	0.98	1.00	1.01	0.87	0.90	0.99	0.94	0.88	1.00	0.90	1.00	1.00	1.63	1.00	0.61

<i>ño Mayo - Agosto</i>																	
Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx. Sx<=4	Tx Sx=>5	Cx. Rx<=4	Cx Rx=>5	V.A.	V.C.	Otros
Factor Día	1.32	1.29	1.26	1.27	1.27	1.25	1.26	1.25	1.39	1.16	1.00	1.35	1.00	1.00	1.07	1.00	1.10
Factor Semana	1.00	1.00	0.93	0.93	1.02	1.06	0.97	0.93	0.90	0.90	1.00	0.98	1.00	1.00	0.92	1.00	0.91
Factor Fin de Semana	1.01	0.99	1.24	1.22	0.96	0.88	1.08	1.22	1.38	1.37	1.00	1.05	1.00	1.00	1.27	1.00	1.31
Factor Expansión a TPDA	0.98	0.98	1.07	1.00	0.98	0.92	0.97	0.097	0.88	0.87	1.00	1.06	1.00	1.00	0.76	1.00	1.30

<i>Factores del tercer cuatrimestre del año Septiembre - Diciembre</i>																	
Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx. Sx<=4	Tx Sx=>5	Cx. Rx<=4	Cx Rx=>5	V.A.	V.C.	Otros
Factor Día	1.24	1.24	1.24	1.27	1.22	1.5	1.19	1.28	1.36	1.38	1.00	1.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06
Factor Semana	0.99	0.99	0.93	0.96	0.98	0.93	0.98	0.92	0.9	0.85	1.00	0.96	1.00	1.00	0.81	1.00	0.84
Factor Fin de Semana	1.04	1.02	1.23	1.11	1.07	1.24	1.06	1.28	1.38	1.79	1.00	1.13	1.00	1.00	2.50	1.00	1.95
Factor Expansión a TPDA	1.01	0.98	0.96	0.99	1.01	1.31	1.16	1.05	1.24	1.41	1.00	1.06	1.00	1.00	0.93	1.00	1.70

Fuente: Anuario de Anuario de Aforos de Tráfico publicado por la Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos y Puentes (MTI).

Los resultados del conteo vehicular, han obtenido el TPD de 12 horas de los cinco días de conteo y clasificación vehicular de la Estación N° 1, localizadas en el sitio presentado en la tabla No 11 y el Gráfico N° 1. En la tabla No 13, se presenta el TPD de conteo y clasificación de doce horas en la estación N° 1; cuyos resultado refleja que el 29.29 % del total de vehículos eran vehículos livianos, el 13.04 % eran vehículos de transporte público de pasajeros, el 47.01 % correspondían a pesados de carga y el 1.92 % eran otros vehículos. La estructura porcentual del TPD de 12 horas, presenta como mayoritariamente a los T3S2, con el 31.51 %.

Tabla N° 13 Resultados del conteo y clasificación por día (12 horas)

Estación N° 1																
Dia	Vehiculos Livianos		Pesados de Pasajeros					Pesados de Carga				Vehiculos Pesados		Otros	Total (vph)	
	Bicic.	Motos	Autos	Jeep	Cta	Mb>			Liv C2	C2	C3	T3S2	Veh. Cons.			Veh. Agric.
						Mbus	15	Bus								
Sábado	53	121	102	42	183	76	7	87	56	44	2	380	0	10	7	1117
Domingo	12	50	56	39	103	36	6	62	24	24	4	270	0	0	2	676
Lunes	16	89	73	33	159	41	5	77	28	29	1	210	0	4	12	761
Martes	40	93	105	55	157	59	6	73	60	64	1	269	0	6	14	963
Miércoles	56	122	164	110	251	48	6	63	138	120	52	474	0	6	17	1571
Total	177	475	500	279	853	260	30	362	306	281	60	1603	0	26	52	5088
TPD (vph)	35	95	100	56	171	52	6	72	61	56	12	321	0	5	10	1018
% Tipo	9.34	9.83	5.48	16.76	5.11	0.59	7.11	6.01	5.52	1.2	31.51	0.00	0.51	1.02	100.0	

Fuente: trabajo de gabinete

Expansión del Tránsito Promedio Diario de 12 horas a Tránsito Promedio Diario de 24.0 horas.

La expansión a Tránsito Promedio Diario de 24.0 horas, de los días, sábado, domingo, lunes, martes y miércoles; fue el producto de los TPD de doce horas por el factor día, de la estación de mayor cobertura EMC N° 2400, presentado en la Tabla No 14.

Tabla N° 14. Resultados del conteo y clasificación por día (24 horas)

Estación N° 1															
Dia	Motos	Vehiculos Livianos			Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga				Vehiculos Pesados		Otros	Total (vph)
		Autos	Jeep	Cta	Mb>		Liv C2	C2	C3	T3S2	Veh. Cons.	Veh. Agric.			
					Mbus	15 P							Bus		
Sábado	150	126	52	232	93	11	104	72	60	3	505	0	10	7	1425
Domingo	62	69	48	131	44	9	74	31	33	0	357	0	0	2	860
Lunes	110	91	41	202	50	8	92	36	39	0	279	0	4	13	964
Martes	115	130	68	199	72	9	87	77	87	1	357	0	6	15	1223
Miércoles	151	203	136	319	59	9	75	177	163	71	629	0	6	18	1946
Total	589	620	346	1083	317	45	431	392	382	73	2128	0	26	55	6489
TPD 24 h. (vpd)	118	124	69	217	63	9	86	78	76	15	436	0	5	11	1298
% Tipo	9.08	9.56	5.33	16.70	4.89	0.69	6.64	6.04	5.89	1.15	32.80	0.00	0.40	0.85	100.0

Fuente: trabajo de gabinete

Con el TPD expandido a 24 horas, se procedió al cálculo del TPDA, haciendo uso del Factor Semana y del Factor Fin de Semana, para ajustar los volúmenes diarios a volúmenes semanales, de igual manera se utilizó el factor de ajuste a TPDA. Los factores utilizados corresponden a los definidos por el MTI para la estación de mayor cobertura EMC N° 2400, en el tercer cuatrimestre del año 2013, presentados en la tabla No 15. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Tabla N° 15 .Estimación del tráfico promedio diario anual (TPDA)

Estación N° 1															
Día	Motos	Vehículos Livianos			Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga				Vehículos Pesados		Otros	Total (vph)
		Autos	Jeep	Cta	Mbus	Mb> 15 P	Bus	Liv C2	C2	C3	T3S2	Veh. Cons.	Veh. Agric.		
		TPD 24 H (fin de semana)	212	196	100	363	137	20	177	102	92	3	863		
TPD 24 hrs (Semana)	377	4242	246	720	181	26	253	289	290	72	1265	0	16	46	4202
Factor Semana	0.99	0.99	0.93	0.96	0.98	0.93	0.98	0.92	0.9	0.85	0.96	1.00	0.81	0.84	
Factor Fin se Semana	1.04	1.02	1.23	1.11	1.07	1.24	1.06	1.28	1.38	1.79	1.13	1.00	2.5	1.95	
TPDS	110	124	70	219	65	10	87	79	78	13	438	0	8	11	1321
Factor Ajuste TPDA	1.01	0.95	0.96	0.99	1.01	1.31	1.16	1.05	1.24	1.14	1.06	1.00	0.93	1.70	
TPDA (vpd)	120	221	68	217	65	13	101	83	96	18	464	0	7	19	1393
% Tipo	8.63	8.47	4.86	15.59	4.70	0.90	7.28	6.00	6.93	1.33	33.39	0.00	0.51	1.30	100.0

Fuente: trabajo de gabinete

El resultado obtenido en cuanto al TPDA de la estación en estudio, 1,393 vpd, refleja una considerable disminución del volumen de tráfico con respecto al TPDA que registra para el año 2012 el MTI, el cual es de 1,894 vpd. Esta disminución puede tener diferentes causas, entre las cuales no se puede descartar una disminución de los volúmenes de tráfico a nivel regional; además debe tenerse en cuenta los días de semana en que se realizaron los conteos, en este caso lunes martes y miércoles, lo cual no necesariamente coincide con los días en que el MTI realiza conteos en las estaciones de corta duración. Para minimizar el efecto de estos factores lo más recomendable sería realizar los conteos en periodos de 7 días de la misma manera que se realizan en las estaciones de mayor cobertura.

### C) Proyecciones de Tráfico

Para la determinación del volumen de tráfico hasta el horizonte del tramo del proyecto, se hizo uso de las tasas generadas por la correlación de variables económicas y sociales (PIB y Población) con el TPDA de la estación de mayor cobertura N° 2400.

Se hizo un análisis de los flujos de tráfico que serán producidos al entrar en operación la carretera y durante su vida útil, bajo la perspectiva de un crecimiento económico basado en las proyecciones del desarrollo del país.

Los factores utilizados para las proyecciones del tráfico y que impactan fuertemente; son los crecimientos poblacionales y el comportamiento del Producto Interno Bruto (PIB), y del Ingreso Per Cápita (IPC), por lo que mínimas variaciones en los datos que se asumen para los crecimientos de las tasas de crecimientos poblacionales y de crecimiento económico, pueden provocar cambios significativos en el volumen vehicular proyectado y su composición.

Para efectos de este estudio, las proyecciones de tráfico se efectúan a través de la definición de las hipótesis que a continuación se describen:

Se establecen contribuciones de los tráficos que se definen a continuación, a partir del año uno de operación (2017) de la carretera. Para el año de inicio de operación de la carretera se considera que manifestarán solamente dos tipos de tráficos, esto son

Tráfico actual y tráfico desarrollado, debido a que este camino no atrae tráfico desde otras rutas.

Se utiliza un porcentaje de crecimiento para las proyecciones geométricas del tráfico de la carretera, hasta el horizonte del proyecto

Se cuantificaron los volúmenes, asumiendo que sobre la carretera en estudio actualmente existe un tráfico y se proyecta a partir de éste, en base a las tasas de crecimiento que se definen en este estudio.

Los volúmenes proyectados son presentados cronológicamente año a año, (tomándose como año de inicio de proyección el año 2017 como año uno de operación de la Carretera), a fin de presentar el crecimiento del tráfico a lo largo de su vida útil.

#### D) Asignación del Tráfico

Para la asignación de tráfico, se tiene como insumo las matrices de origen - destino de los flujos asignados provenientes desde la red de caminos próximos al proyecto al camino y los ahorros de tiempos de viajes que les genere la circulación por esta alternativa de viaje, una vez el camino esté ya rehabilitado, tomando en consideración las posibles preferencias de los usuarios por esta nueva vía, para los viajes de naturaleza local y viajes con origen y/o destino a otros municipios y poblados del país.

La fase que seguirán esta sección son:

Distribución del tráfico y definición de las rutas posibles entre pares de zonas y a la estimación del tráfico local.

#### Tráfico Normal

El tráfico normal lo conforma el tráfico que continuará creciendo independiente de las condiciones físicas y geométricas del tramo. Los resultados de las proyecciones del tráfico normal de la carretera, por cada tipo de vehículo, se presenta en la Tabla No 16.

Para las proyecciones del tráfico normal de los años de diseño y construcción, (2014 – 2016), se revisó la tasa de crecimiento anual de la estación de mayor cobertura N° 2400 (Chinandega (Rotonda) – Ranchería), cuyo valor es de 7.39 % para el año 2013 (ver estudio de tráfico), que es la estación maestra que gobierna ese tramo de carretera, la cual resulta mayor a la tasa promedio de crecimiento del PIB del 3.16 %, en los últimos cinco años, al igual que el crecimiento promedio esperado por el Gobierno de Nicaragua del 4.7 % para el periodo 2014-2016, por lo que se hará uso del 4.70 % del PIB para la proyección de los años (2014 – 2016).

Tabla N° 16. Proyección del tráfico normal

Tráfico Normal															
Año	Moto	Vehículos Livianos			Pesado de Pasajeros			Pesado de Carga				Vehículo Pesado		Otros	Total
		Autos	Jeep	Cmnta	Mbus	MB>15	Bus	C2 Liv	C2	C3	T3S3	Veh. Const.	Veh. Agric.		
2016	131	133	74	238	72	14	111	91	106	20	509	0	8	21	1527
2017	141	143	80	255	75	14	116	94	109	21	525	0	8	22	1603
2018	152	153	85	274	78	15	121	97	112	22	541	0	8	23	1682
2019	163	165	92	294	82	16	127	100	116	22	558	0	8	23	1766
2020	175	177	98	316	86	16	133	103	119	23	575	0	9	24	1855
2021	188	190	106	339	90	17	139	107	123	24	593	0	9	25	1949
2022	198	201	112	359	93	18	145	109	126	24	608	0	9	25	2028
2023	210	213	118	379	97	19	150	112	129	25	623	0	9	26	2111
2024	222	225	125	401	101	19	156	115	133	26	639	0	10	27	2198
2025	235	238	132	425	105	20	163	118	136	26	654	0	10	27	2289
2026	249	252	140	450	109	21	169	121	139	27	671	0	10	28	2385
2027	262	265	147	473	113	22	175	123	142	27	685	0	10	29	2474
2028	275	279	155	497	117	22	181	126	145	28	701	0	11	29	2567
2029	290	293	163	523	121	23	187	129	149	29	706	0	11	30	2664
2030	305	309	172	551	125	24	194	132	152	29	732	0	11	31	2765
2031	321	325	181	579	129	25	201	135	155	30	748	0	11	31	2870
2032	336	340	189	607	133	26	207	137	159	31	764	0	12	32	2972
2033	352	357	199	637	137	26	213	140	162	31	779	0	12	32	3078
2034	370	374	208	668	141	27	219	143	165	32	796	0	12	33	3188
2035	387	392	218	700	145	28	225	146	169	32	812	0	12	34	3302
2036	406	411	229	734	150	29	232	149	172	33	829	0	13	35	3421

Fuente: elaborados por el Ministerio Transporte e Infraestructura (MTI)

## Tráfico Desarrollado

Para cuantificar el tráfico desarrollado por efecto del proyecto, se realizó uso de los resultados de las proyecciones de la producción agrícola cuantificada por el estudio económico tanto la producción sin proyecto como la producción con proyecto para lo cual se realizaron las siguientes hipótesis:

Los camiones C2, se cuantificaron a partir de la producción agrícola y ganadera de la zona para la condición con y sin proyecto, para lo cual se calculó el diferencial de ambas producciones y este diferencial se transformó a toneladas a camión, a partir de las cifras del estudio Económico, Tabla No 16.

En la producción ganadera, se considera la producción de leche, la cual fue transformada a kilogramos y éstos a toneladas, para determinar el tráfico de camiones C2 que intervienen en el transporte de leche.

Tabla N° 17 Proyección de la producción agrícola

Año	Producción Agrícola Sin Proyecto	Producción Agrícola Con Proyecto	Diferencia (Ton)	Producción Ganadera Sin Proyecto	Producción Ganadera con Proyecto	Diferencia (Ton)	Producción Lechera Sin Proyecto	Producción Lechera Con Proyecto	Diferencia (Ton)	Incremento Productivo (Ton)
2017	41809.95	41809.95	0.00	16610.65	16610.65	0.00	16209.60	16209.60	0.00	0.00
2018	41809.95	41809.95	0.00	18649.11	18649.11	0.00	24658.83	24658.83	0.00	0.00
2019	41809.95	18012.2	6002.24	20006.56	20987.49	980.93	30151.55	38766.28	8614.73	15.798
2020	41809.95	48476.03	6666.08	21092.31	22192.00	1099.69	34444.28	44373.26	9928.98	17.695
2021	41809.95	48944.51	7134.56	22097.49	23345.08	1247.59	38355.43	49687.79	11332.36	19.715
2022	41809.95	49417.67	7607.72	23113.71	24516.66	1402.95	42275.44	55042.80	12767.36	21.778
2023	41809.95	49895.56	8085.61	24187.41	25761.38	1573.97	46400.29	60710.15	14309.86	23.969
2024	41809.95	50378.24	8568.28	25344.80	27110.41	1765.61	50838.64	66842.13	16003.48	26.337
2025	41809.95	50865.73	9055.78	26603.28	28584.93	1981.65	55660.94	73539.84	17878.90	28.916
2026	41809.95	51358.11	9548.15	27976.73	30202.34	2225.61	60922.09	80884.45	19962.36	31.736
2027	41809.95	51855.41	10045.45	29478.00	31979.09	2501.09	66672.05	88951.63	22279.58	34.826
2028	41809.95	52357.68	10547.72	31120.04	33932.05	2812.02	72960.81	97818.46	24857.65	38.217
2029	41809.95	52864.97	11055.01	32916.54	36079.24	3162.70	79840.98	107566.90	27725.92	41.944
2030	41809.95	53377.33	11567.38	34882.25	38440.21	3557.96	87369.12	118285.85	30926.72	46.042
2031	41809.95	53894.82	12084.87	37033.23	41036.36	4003.13	95606.72	130072.47	34465.75	50.554
2032	41809.95	54417.49	12607.53	39386.97	43891.16	4504.19	104620.83	143033.36	38412.53	55.524
2033	41809.95	54945.38	13135.42	41962.61	47030.40	5067.80	114484.74	157285.63	42800.89	61.004
2034	41809.95	55478.55	13668.59	44781.07	50482.44	5701.37	125278.61	172957.99	47679.39	67.049
2035	41809.95	56017.05	14207.10	47865.27	54278.45	6413.18	137090.13	190191.98	53101.85	73.722

Fuente: Datos de Producción Agropecuaria estimados por el especialista económico para el Estudio de Factibilidad Técnica y Económica.

La Tabla No 18, presenta la proyección del tráfico desarrollado para el tramo en estudio, en el periodo 2017-2036:

Tabla N° 18 - Proyección del tráfico desarrollado

Año	C2	Total (vpd)
2017	0	0
2018	0	0
2019	12	12
2020	14	14
2021	15	15
2022	17	17
2023	18	18
2024	20	20
2025	22	22
2026	24	24
2027	27	27
2028	29	29
2029	32	32
2030	35	35
2031	39	39
2032	43	43
2033	47	47
2034	51	51
2035	57	57
2036	62	62

Fuente: trabajo de gabinete

## Tráfico Atraído

Debido a las características del tramo en estudio y por ser la principal vía para el tránsito, tanto del transporte internacional como del transporte local, se considera que en este tramo no se presentará tráfico atraído desde otros corredores viales.

## Tráfico Generado

El tráfico generado, se calcula haciendo uso de la elasticidad de la demanda de transporte, sin embargo en Nicaragua no se han realizado estudios que permitan determinar cómo incide la reducción del Costo Generalizado de Viaje en el incremento de viajes del tráfico normal.

Cuantificar el tráfico generado es importante ya que es un hecho que mejorando las condiciones de una carretera los usuarios actuales, que aplican una restricción en la cantidad de viajes que realizan, pueden liberar esta restricción al contar con una carretera en óptimas condiciones.

Al no contar con resultados de estudios de Elasticidad de la Demanda de Transporte en Nicaragua; se optó por utilizar datos de elasticidad de la demanda aplicados en otros estudios, realizados en otros países como suerte de zonas testigos que permitan, ante la ausencia de información local, poder cuantificar un valor con los rangos resultantes en los estudios relacionados con el tema.

En el presente estudio se han empleado elasticidades de; 0.5 para vehículos livianos y de 0.25 para transporte de carga y de pasajeros. Esta elasticidad fue utilizada por los especialistas de la Cuenta Reto del Milenio en los proyectos de los tramos:

La Paz Centro – Malpaisillo (S7) y Malpaisillo – Villa 15 de Julio (S8) realizados en el año 2008, y se aplica a aquellos vehículos que se movilizan cotidianamente a lo largo del tramo en estudio y que por ahorros en los costos de operación vehicular y la reducción de los tiempos de viajes, se generarán una cantidad de viajes adicionales; que en la situación sin proyecto no se producen, debido a las condiciones físicas y geométricas del tramo en estudio.

De conformidad con los resultados de ahorros de los Costos de Operación Vehicular del estudio de factibilidad, presentados en la Tabla No 19 , correspondiente a las alternativas analizadas de Concreto Asfáltico y Concreto Hidráulico, se producirá un tránsito Generado, que no existe en la actualidad.

Tabla N° 19 Costos de operación vehicular (con y sin proyecto)

N°.	TIPO DE VEHICULO	SITUACION ACTUAL		SITUACION CON PROYECTO	
		ASFALTO		ASFALTO	CH
		IRI:10 M/KM	IRI:2.5 M/KM	IRI:2.5 M/KM	IRI:3 M/KM
1	Motocicleta	0.044589842	0.046450131	0.046263168	
2	Automóvil Mediano	0.186713163	0.160852872	0.161511237	
3	Vehículo de Reparto	0.285999805	0.219773173	0.223099771	
4	Autobús Liviano	0.482035605	0.37112465	0.376079517	
5	Autobús Mediano	0.736656066	0.523697887	0.534834861	
6	Camión Liviano	0.301247422	0.242265487	0.245793866	
7	Camión Mediano	0.440907395	0.366543827	0.370768146	
8	Camión Pesado	0.676209355	0.605540424	0.606840373	
9	Camión Articulado	1.800720155	0.936043142	0.940006291	
10	Vehículos con Tracción en las cuatro ruedas	0.226203381	0.168040384	0.170896546	
11	Autobús Pequeño	0.394259269	0.302807643	0.306249874	

Fuente: Datos estimados por el especialista económico para el Estudio de Factibilidad Técnica y Económica.

Los ahorros promedios de los costos de operación vehicular, para la alternativa analizada, es del 17.68 %, con estos niveles de ahorros en los costos de operación vehicular (VOC), sumados a los de tiempos de viajes, generarán crecimientos en los deseos de los usuarios que están dentro de la zona de influencia del tramo en estudio, lo cual impulsará mayores desplazamientos local de los usuarios del tramo en estudio, produciendo una cantidad de viajes que no se realizan en las condiciones sin proyecto.

La tabla No 20, presenta el tránsito generado.

Tabla N° 20 - Proyección del tráfico generado (VPD)

Tráfico Generado												
Año	Moto	Vehículos Livianos			Pesado de Pasajeros			Pesado de Carga				Total (vpd)
		Autos	Jeep	Cmnta	Mbus	MB>15P	Bus	C2 Liv	C2	C3	T3S2	
2017	4	10	9	28	4	1	8	4	4	1	17	91
2018	5	10	10	30	4	1	8	5	5	1	18	96
2019	5	11	11	32	5	1	9	5	5	1	18	102
2020	5	12	12	35	5	1	9	5	5	1	19	108
2021	6	13	12	37	5	1	10	5	5	1	20	114
2022	6	14	13	39	5	1	10	5	5	1	20	119
2023	7	14	14	42	5	1	10	5	5	1	20	125
2024	7	15	15	44	6	1	11	5	5	1	21	131
2025	7	16	16	47	6	1	11	5	5	1	22	137
2026	8	17	16	49	6	1	12	6	6	1	22	144
2027	8	18	17	52	6	1	12	6	6	1	23	150
2028	9	19	18	55	7	1	13	6	6	1	23	156
2029	9	20	19	58	7	1	13	6	6	1	24	163
2030	10	21	20	61	7	1	13	6	6	1	24	170
2031	10	22	21	64	7	1	14	6	6	1	25	177
2032	11	23	22	67	8	1	14	6	6	1	25	184
2033	11	24	23	70	8	1	15	7	6	1	26	192
2034	12	25	24	73	8	2	15	7	7	1	26	200
2035	12	26	26	77	8	2	16	7	7	1	27	208
2036	13	28	27	81	8	2	16	7	7	1	27	216

Fuente: trabajo de gabinete

## Tráfico Total

El tráfico Total lo conforma la suma del tráfico normal, más la adición del tráfico desarrollado y el tráfico generado. El tráfico total del proyecto, se presenta en la Tabla No 21.

Tabla N° 21 - Proyección del tráfico total (VPD)

Año	Moto	Vehículos Livianos			Pesado de Pasajeros			Pesado de Carga				Vehículo Pesado		Otros	Total (vpd)
		Autos	Jeep	Cmnta	Mbus	MB>15P	Bus	C2 Liv	C2	C3	T3S2	Veh. Const.	Veh. Agric.		
2014	120	121	68	217	65	13	101	83	96	19	464	0	7	19	1393
2015	126	127	71	227	68	13	106	87	101	19	486	0	7	20	1459
2016	131	133	74	238	72	14	111	91	106	20	509	0	8	21	1527
2017	146	153	89	283	79	15	124	99	113	22	542	0	8	22	1694
2018	156	164	95	304	83	16	130	102	117	22	559	0	8	23	1778
2019	168	176	102	326	87	17	136	105	133	23	576	0	8	23	1880
2020	180	189	110	350	90	17	142	108	138	24	594	0	9	24	1976
2021	193	203	118	376	95	18	149	112	143	24	613	0	9	25	2078
2022	205	215	125	398	98	19	155	114	148	25	628	0	9	25	2164
2023	217	227	132	421	102	20	161	117	153	26	644	0	9	26	2255
2024	229	240	140	446	106	20	167	120	158	26	660	0	10	27	2349
2025	243	254	148	472	111	21	174	123	163	27	676	0	10	27	2449
2026	257	269	157	499	115	22	181	126	169	27	693	0	10	28	2553
2027	270	283	165	525	119	23	187	129	175	28	708	0	10	29	2650
2028	284	298	173	552	123	24	194	132	181	29	724	0	11	29	2752
2029	299	313	182	581	128	25	200	135	187	29	740	0	11	30	2859
2030	314	329	192	611	132	25	207	138	193	30	756	0	11	31	2970
2031	331	346	202	643	137	26	215	141	200	31	773	0	11	31	3086
2032	347	363	212	674	141	27	221	144	207	31	789	0	12	32	3199
2033	363	381	222	707	145	28	227	147	215	32	805	0	12	32	3316
2034	381	399	233	741	149	29	234	150	223	33	822	0	12	33	3439
2035	400	419	244	777	154	29	241	153	232	33	839	0	12	34	3566
2036	419	439	256	815	158	30	248	156	241	34	856	0	13	35	3700

Fuente: trabajo de gabinete

Del total de vehículos en el año 2036 (3,700 vpd), las motos, representan el 11.3 % del TPDA, el 40.8 % son autos, jeep y camionetas Pick Up, el 11.8 % son vehículos de transporte público de pasajeros, el 34.8 % son camiones pesados y 1.3 % corresponden a otros vehículos.

Las 419 motos diarias del año 2036, representa un impacto en la capacidad de vía y el Nivel de servicio, no así en las condiciones geométricas y estructurales, por lo que eventualmente según el análisis que se realice, se podrían transformar a vehículos livianos, para efectos de cálculos geométricos, físicos y estructurales de la vía.

#### E) Tasas de Crecimiento

Las tasas de crecimiento del PIB multiplicadas por la elasticidad de la correlación de las variables Valor Anual de las Exportaciones e Importaciones de la Aduana El Guasaule y el TPDA de carga para obtener los factores de crecimiento de los vehículos de transporte de carga; y de la elasticidad de la correlación de las variables Parque Vehicular (livianos) y PIB para obtener los factores de crecimiento de los vehículos livianos de pasajeros, debido a que para los primeros (vehículos de carga), el efecto del crecimiento económico reflejado en el PIB, producto de los incrementos productivos de los diferentes sectores económicos, generan mayor cantidad de viajes de camiones transportando la producción y las materias primas, así como se incrementa el intercambio comercial, cuyos productos son transportados en estos vehículos.

Se hace un promedio de las tasas de crecimiento del PIB propuestas por el GRUN, para el período 2014 – 2018 y las tasas proyectadas por el BM, para esos períodos, utilizando este promedio en el primer quinquenio de operación del proyecto y a partir del 2022, se hace uso de las tasas del PIB proyectadas por el BM.

Para el caso de los vehículos livianos de pasajeros, a mayor tasa de crecimiento del PIB, también se incrementa el índice per cápita (IPC) , el que refleja mayor capacidad de adquisitiva y que por lo general se manifiesta en las clases de mayores ingresos, lo cual genera mayores viajes en vehículos particulares, aunque un incremento del PIB es también sinónimo de incremento de las tasas

de empleo y mayor cantidad de circulante, lo que incrementa a su vez el consumo privado y las necesidades de viajes de la población de menores ingresos que es la que hace uso de las unidades transporte colectivo de pasajeros.

Debido a que existe correlación entre las variables PIB, Valor Anual de las Exportaciones e Importaciones, Parque Vehicular, Población y TPDA, se hará uso de las elasticidades de estas variables para cuantificar los índices de proyección.

Por otro lado, la gran mayoría de la población nacional hace uso del transporte público colectivo, por lo cual se hace uso de las TAC de crecimiento de la población, en los períodos (2010 – 2015) y (2015 – 2020), para proyectar este tipo de vehículos. Las Tablas No 22, No23 y No 24, presentan los índices de Proyección, para cada tipo de vehículo.

Tabla N° 22 - Factores de proyección para vehículos de carga

Período	Tasa Crecimiento	Elasticidad	Factores de Crecimiento
2014 - 2016	4.70		4.70
2017 - 2021	4.65	0.6894	3.21
2022 - 2026	3.59	0.6894	2.47
2027 - 2031	3.21	0.6894	2.21
2032 - 2036	3.00	0.6894	2.07

Fuente: trabajo de gabinete

Tabla N° 23 - Factores de proyección para vehículos livianos

Período	Tasa Crecimiento	Elasticidad	Factores de Crecimiento
2014 - 2016	4.70		4.70
2017 - 2021	4.65	1.6197	7.36
2022 - 2026	3.59	1.6197	5.81
2027 - 2031	3.21	1.6197	5.20
2032 - 2036	3.00	1.6197	4.86

Fuente: trabajo de gabinete

Tabla N° 24- Factores de proyección para vehículos de pasajeros

Período	Tasa Crecimiento	Elasticidad	Factores de Crecimiento
2014 – 2016	4.70		4.70
2017 – 2021	1.07	4.2957	4.59
2022 – 2026	0.93	4.2957	3.99
2027 – 2031	0.81	4.2957	3.48
2032 – 2036	0.69	4.2957	2.96

Fuente: trabajo de gabinete

#### F) Encuestas Origen/Destino

Las encuestas realizadas durante el periodo del estudio, se efectuaron en ambas direcciones del flujo, se procesaron por tipo de vehículo y por origen y destino, para generar las matrices O/D para cada tipo de vehículo. La Tabla No 25, presenta la cantidad de encuestas realizadas en cada día y el porcentaje en relación al conteo vehicular realizado.

Tabla N° 25 - Cantidad de encuestas realizadas por día.

Día	TPD - 12	N° Encuestas	Porcentaje del (%)	TPD
Sábado	1170	288	24.6	
Domingo	688	355	51.6	
Lunes	777	406	52.3	
Martes	1003	322	32.1	
Miércoles	1627	316	19.4	
Total	5265	1687	32.0	

Fuente: trabajo de gabinete

En la tabla No 26, se puede observar el número de encuestas realizadas por día discriminado por tipo de vehículo, ya sea liviano o de carga:

Tabla N° 26 - Encuestas realizadas por tipo de vehículo.

Día	Liviano	Carga	Total
Sábado	72	216	288
Domingo	97	258	355
Lunes	142	264	406
Martes	88	234	322
Miércoles	62	254	316
Total	461	1226	1687

Fuente: trabajo de gabinete

### G) Vehículo Tipo Propuesto

La clasificación vehicular se hizo de acuerdo a lo definido por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). El Grafico N° 4, presenta los tipos de vehículos y su descripción de conformidad la Revista “Anuario de Aforos de Tráfico – Año 2013.

La clasificación vehicular en las dos estaciones de aforo comprendió a los vehículos Livianos, Vehículos Pesados de Pasajeros y los Pesados de Carga.

Bicicletas:

Son vehículos de dos ruedas no motorizados

Motos:

Son vehículos automotores de dos ruedas.

Vehículos Livianos:

Son los vehículos automotores de cuatro ruedas, que incluyen los Automóviles, Camionetas, Pick-Ups, Jeep y Microbuses de uso particular.

Vehículos Pesados de Pasajeros:

Son los vehículos destinados al Transporte Público de Pasajeros de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los Microbuses Pequeños (hasta 15 Pasajeros), Microbuses Medianos (hasta 25 pasajeros) y los Buses medianos y grandes.

Vehículos Pesados de Carga:

Son los vehículos destinados al transporte pesado de cargas mayores o iguales a tres toneladas y que tienen seis o más ruedas en dos, tres, cuatro, ocho y más ejes, estos vehículos incluyen, los camiones de dos ejes (C2) mayores o iguales de tres Toneladas, los camiones de tres ejes (C3), los camiones combinados con remolque del tipo (CxRx) y los vehículos articulados de ocho y seis ejes de los tipos (TxSx).

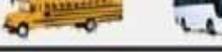
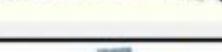
Vehículos Pesados:

Incluyen los vehículos de construcción y los vehículos agrícolas.

Otros: Son los Vehículos livianos con un tráiler y los de tracción animal.

IMAGEN N°4.

Tipología y Descripción Vehicular de Conteos de Tráfico del Sistema de Administración de Pavimentos PMS

CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
VEHICULOS DE PASAJEROS	MOTOCICLETAS		Incluye todos los tipos de Motocicleta tales como, Minimotos, Cuadrados, Moto Taxis, Etc. Este último fue modificado para que pudiera ser adaptado para el traslado de personas, se encuentran más en zonas Departamentales y Zonas Urbanas. Moviliza a 3 personas incluyendo el conductor.
	AUTOMOVILES		Se consideran todos los tipos de automóviles de cuatro y dos puertas, entre los que podemos mencionar, vehículos coupe y station wagon.
	JEEP		Se consideran todos los tipos de vehículos conocidos como 4x4. En diferentes tipos de marcas, tales como TOYOTA, LAND ROVER, JEEP, ETC
	CAMIONETA		Son todos aquellos tipos de vehículos con lina en la parte trasera, incluyendo los que transportan pasajeros y aquellos que por su diseño están diseñados a trabajos de carga.
	MICROBUS		Se consideran todos aquellos microbuses, que su capacidad es menor o igual a 14 pasajeros sentados.
	MINIBUS		Son todos aquellos con una capacidad de 15 a 30 pasajeros sentados.
	BUS		Se consideran todos los tipos de buses, para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 30 personas sentadas.
VEHICULOS DE CARGA	LIVANO DE CARGA		Se consideran todos aquellos vehículos, cuyo peso máximo es de 4 toneladas o menores a ellas.
	CAMIÓN DE CARGA C2 - C3		Son todos aquellos camiones tipos C2 (2 Ejes) y C3 (3 Ejes), con un peso mayor de 5 toneladas. También se incluyen las lagonetas de carga liviana.
	CAMIÓN DE CARGA PESADA T1x-S1e<=4		Camiones de Carga Pesada, son vehículos diseñados para el transporte de mercancías liviana y pesada y son del tipo T1x-S1e<=4
	T1x-S1e>=5		Este tipo de camiones son considerados combinaciones Tractor Camión y semi - Remolque, que sea igual o mayor que 5 ejes.
	C1x-R1e<=4		Camión Combinado, son combinaciones camión remolque que sea menor e igual a 4 ejes y están clasificados como C1x-R1e<=4
	C1x-R1e>=5		Son combinaciones iguales que las anteriores pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes
EQUIPO PESADO	VEHICULOS AGRÍCOLAS		Son vehículos provistos con lantaa especiales de hule, de gran tamaño. Muchos de estos vehículos poseen arados u otros tipos de equipos, con los cuales realizar las actividades agrícolas. Existen de diferentes tipos (Tractores - Arados - Cosechadoras)
	VEHICULOS DE CONSTRUCCIÓN		Generalmente estos tipos de vehículos se utilizan en la construcción de obras civiles. Pueden ser de diferentes tipos, Motorizadores, retroexcavadoras, Recuperador de Caminaesfrecidor, Pavimentadora de Asfalto, Tractor de Cadenas, Cargador de Ruedas y Compactadora.
OTROS	REMOLQUES Y/O TRAILERS		Se incluye remolques o trailers pequeños halados por cualquier clase de vehículo automotor, también se incluyen los halados por tracción animal (Semovientes).

Fuente: google

#### 4. Diseño de pavimento

##### A) Diseño de Pavimento Rígido (pavimento de concreto).

Con el fin de proporcionar una estructura que cumpla con el objetivo principal de brindar una superficie, sobre la que se puedan desplazar con un nivel de servicio y soporte de cargas adecuado durante un período determinado, se desarrollaron métodos de diseño de pavimentos de concreto, que permiten la determinación de los espesores de las diferentes capas de la estructura del pavimento, acorde con las necesidades y condiciones existentes en el sitio. Cabe mencionar que un diseño sin el fundamento técnico necesario, dará como resultado un pavimento que rápidamente se deteriorará, perdiéndose toda o gran parte de la inversión realizada, o por el contrario uno por encima de las necesidades reales con costos altos e innecesarios.

La mayoría de los métodos de diseño utilizan ciertos parámetros, de los cuales se brinda una breve descripción de cada uno de ellos, más adelante, en la medida que son utilizados, una vez determinados todos estos parámetros se hace posible la determinación de los espesores, para el caso utilizaremos el Método Versión de 1998 del procedimiento desarrollado por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) para el Diseño de Estructuras de Pavimento.

Diseño de la estructura del Pavimento RIGIDO.

METODO AASHTO 1998.

Alcance

En este Capítulo se analizan las diferentes variables independientes que son consideradas en la metodología recomendada para el diseño estructural de los componentes del pavimento rígido y se determina la combinación de tipos de materiales y espesores de capas más ajustadas a las condiciones de diseño.

- Método de Diseño

El Método de Diseño adoptado es el desarrollado por la Asociación Americana de Administradores de Carreteras y Transporte (AASHTO por su acrónimo en inglés).

En su versión de 1998, y el cálculo de espesores se lleva a cabo mediante la utilización de AASHTO Supplement Works heet de la Supplementthe AASHTO Guide For Design of Pavement Structures, 1998. Cuyos lineamientos originales fueron desarrollas bajo el proyecto No 1 - 30 de la National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), y verificados basándose en los resultados del estudio: Validation of Guidelinesfor k-Value Selection and Concrete Pavement Performance Prediction, Publication N° FHWA-RD-96-198, (January 1997). El cálculo se realiza para 20 años.

- Estimación de las Cargas de Diseño

Las cargas de diseño han sido determinadas en función de los resultados del “Estudio de Tráfico”, como parte de la información requerida para el Proyecto Integral de Apertura de esta carretera.

- Tabla N°27 Resumen de ESAL por periodo

PERIODO (AÑOS)	ESALES	
	FLEXIBLES	RIGIDOS
20	13,259,795	19,889,692

Fuente: trabajo de gabinete

Condición de servicio del pavimento al inicio del período de diseño ( $p_0$ )

El Método AASHTO-93 recomienda asignar a esta variable independiente un valor de 4.5, en el caso de pavimentos rígidos, valor éste que será empleado en la solución de la ecuación de diseño.

Condición de servicio del pavimento al final del período de diseño (pt)

En el análisis de esta alternativa de pavimento rígido se empleará el valor de 2.50.

Confiabilidad en el diseño (R) y desviación estándar del sistema de pavimentos (So)

El Método AASHTO-93 presenta, para el valor (R) la Tabla 2.2, que se transcribe a continuación como Tabla 28:

Tabla N° 28. Valores de confiabilidad recomendados por la AASHTO.

Clasificación funcional de la vía bajo proyecto	Valor recomendado de Confiabilidad (R)	
	Vías urbanas	Vías rurales
Autopistas Interestatales y otras autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Vías colectoras	80-95	75-95
Vías locales	50-80	50-80

Fuente: AASHTO-93

Se empleará un valor de 85%.

El valor de la “desviación estándar-s0”, por otra parte, sugerido por el propio Método AASHTO-93, es de 0.35 para el caso de diseño de un nuevo pavimento rígido; este valor será, en consecuencia, empleado en la solución de la ecuación de diseño de la AASHTO para el caso del pavimento de concreto hidráulico.

Calidad del material de fundación (MR).

- Pavimento Rígido

En la guía suplementaria para los pavimentos rígidos 98, el valor de k corresponde a la sub-rasante; no incluye la sub-base de la estructura de

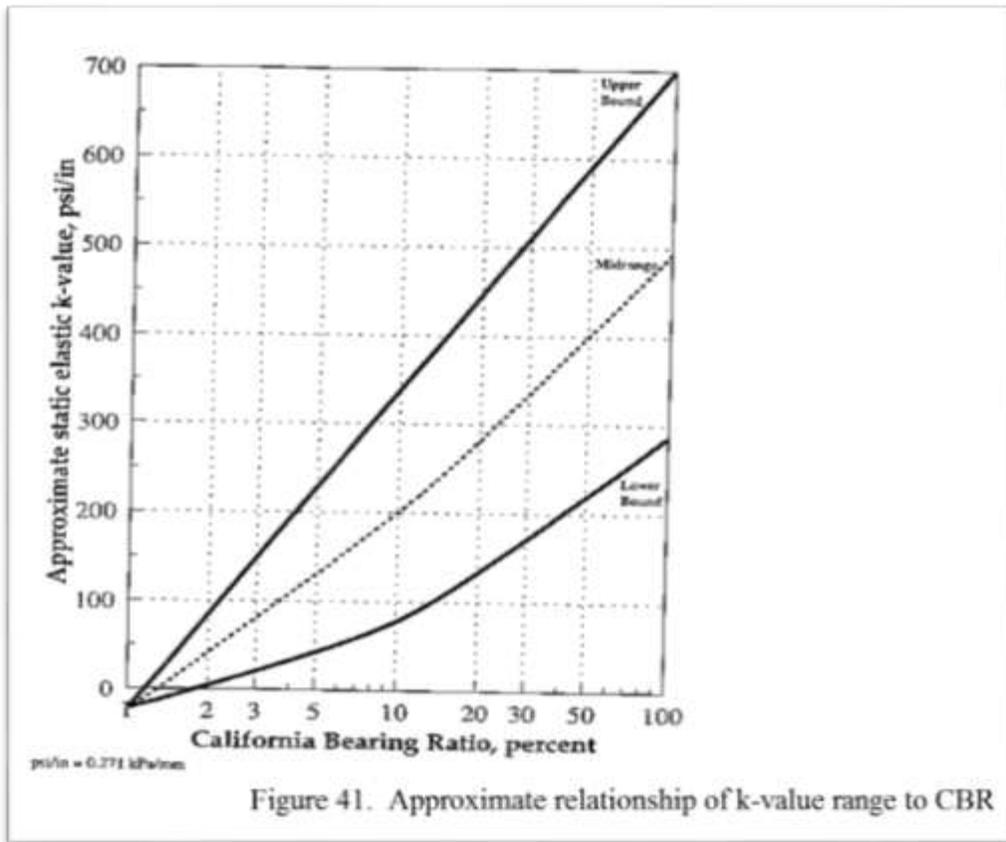
pavimento. La sub-base es considerada en este método como una capa estructural del pavimento.

El valor de K incorporado en versiones anteriores de la Guía AASHTO, representa no únicamente la deformación elástica de la subrasante bajo solicitaciones de carga, sino también la deformación permanente sustancial. La Guía Suplementaria considera que solamente el componente elástico de esta deformación es representativo de la respuesta de la subrasante a las cargas de tráfico sobre el pavimento.

El material predominantemente en el proyecto como material de subrasante es un arcilla con limo color café (A-7), según clasificación AASHTO). La capacidad de soporte para estos suelos es fuertemente influenciada por su grado de saturación, el cual está en función del contenido de humedad, densidad seca, y su gravedad específica. La guía suplementaria establece estimar la capacidad de soporte en función del tipo de suelo. Para un A7 rangos de CBR no más de 5% y valores de Módulo de Reacción (k) entre 40 a 220 psi/in; incluye además una corrección de k por saturación.

De igual manera en el Suplemento a la Guía AASHTO 98, incluye la Figura 41, denominada Relación Aproximada de Rango de Valores entre el valor del CBR y el valor de k y se muestra a continuación:

IMAGEN NO 5



Fuente: AASHTO -93

Este análisis para determinar el k de diseño, se realizó con la Figura anterior, entrando en el eje de las abscisas (X) con el valor del CBR de 10.00% interceptando el valor de la gráfica midrange (rango medio) y buscando el valor que corresponde en el eje de las ordenadas (Y), obteniendo:

Tabla N° 29 Valores del material de fundación

UNIDAD DE DISEÑO	CBR (%)	Mr (Lb/Pulg <sup>2</sup> )	K (psi/plg)
1	10.00	10,575	200.00

Fuente: trabajo de gabinete

#### A.1) PROPIEDADES CLIMATICAS PARA PAVIMENTO RIGIDO.

Por su ubicación y la información disponible en Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), los datos de clima del proyecto corresponden, conforme el detalle siguiente:

Velocidad Promedio Anual del Viento.

La velocidad promedio del viento a considerar es de 1.50 m/s (3.35 millas/hora).

Temperatura Promedio del Aire.

La temperatura promedio del aire en la zona donde se ubica el proyecto es de 27.00°C (80.6°F).

Precipitación Media Anual.

La Precipitación Media Anual en zona donde se ubica el proyecto es de 1979.20 mm (77.92plg).

#### A.2) COEFICIENTE DE DRENAJE PARA PAVIMENTO RIGIDO (Cd).

La guía AASHTO, establece que los valores de Coeficiente de Drenaje (Cd) dependen de la "Calidad del drenaje" que tendrá el proyecto.

Determinación de calidad del drenaje.

Existen tres condiciones para lograr controlar los daños que puede causar la infiltración o permanencia de humedad del agua en los estratos inferiores (Sub base y Sub rasante) de un pavimento rígido:

### A.3) Sellar correctamente el pavimento.

Usar materiales que sean insensibles a la humedad y que no provoquen daños relacionados con la humedad.

Proveer un drenaje adecuado para evacuar efectivamente todo tipo de humedad que pueda afectar el pavimento.

El diseño de pavimento, la geometría de la vía diseñada y la dotación del sistema de drenaje del proyecto, contemplan las medidas que permiten cumplir las condiciones citadas anteriormente, tales como:

El diseño de pavimento: considera las medidas siguientes:

Utilización de materiales de alta calidad en la construcción de losa

Juntas de abertura de 2mm para inducir grietas menores a 0.6 mm y evitar la infiltración del agua.

Construcción de una base triturada estabilizada con cemento, lo cual genera un estrato impermeable.

### A.4) La geometría de la vía diseñada:

La geometría de la vía diseñada, considera pendientes longitudinales y transversales que dan como resultante una pendiente predominante que garantiza velocidad del agua al escurrir sobre la superficie del pavimento, eliminando el potencial de infiltración, favoreciendo el escurrimiento y la evapotranspiración.

La dotación del sistema de drenaje del proyecto:

La dotación del sistema de drenaje del proyecto, a través de la construcción del drenaje lateral y transversal, permite un sistema de drenaje eficiente en la

captación y evacuación de las escorrentías superficiales tanto de la calzada de la vía como de sus aportes laterales, no permitiendo zonas de infiltración.

Otro aspecto importante de mencionar es que el suelo cemento por su buen desempeño a esfuerzos de compresión, y su resistencia a la humedad, no perdiendo resistencia incluso cuando se alcanzan grados de saturación, es un material de mejor calidad que las bases granulares convencionales consideradas en la guía AASTHO para el análisis de coeficiente de drenaje.

Finalmente al no existir nivel freático superficial y con la base estabilizada con cemento, la posibilidad de que la humedad llegue a la subrasante, es prácticamente nula.

Por todo lo expuesto antes, se resume que el proyecto contara con una Excelente Calidad de drenaje.

#### A.5) Selección de Coeficiente de Drenaje.

La guía suplementaria AASHTO para estructuras de pavimento rígido, recomienda los coeficientes de drenaje  $C_d$ , que se muestran en el Cuadro siguiente y en vista que la estructura contara con un buen sistema de drenaje con protección para evitar infiltraciones en las diferentes capas de pavimento.

Se establece....

$C_d = 1.00$ .

Tabla N° 30 Coeficientes de drenaje (CD), recomendados para pavimentos rígidos.

Edge Drains	Precip. Level	Fine-Grained Subgrade		Coarse-Grained Subgrade	
		Nonpermeable Base	Permeable Base	Nonpermeable Base	Permeable Base
No	Wet	0.70-0.90	0.85-0.95	0.75-0.95	0.90-1.00
	Dry	0.90-1.10	0.95-1.10	0.90-1.15	1.00-1.15
Yes	Wet	0.75-0.95	1.00-1.10	0.90-1.10	1.05-1.15
	Dry	0.95-1.15	1.10-1.20	1.10-1.20	1.15-1.20

Notes:

1. Fine subgrade = A-1 through A-3 classes;  
Coarse subgrade = A-4 through A-8 classes.
2. Permeable Base =  $k = 1000 \text{ ft/day}$  (305 m/day) or uniformity coefficient ( $C_u$ )  $\leq 6$ .
3. Wet climate = Precipitation  $> 25 \text{ in/year}$  (635 mm/year);  
Dry climate = Precipitation  $\leq 25 \text{ in/year}$  (635 mm/year).
4. Select midpoint of range and use other drainage features (adequacy of cross slopes, depth of ditches, presence of daylighting, relative drainability of base course, bathtub design, etc.) to adjust upward or downward.

Footing Check

Fuente: AASTHO -93

#### A.6) CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES PARA PAVIMENTO RÍGIDO.

Factor de Fricción de la Base Triturada Estabilizada con Cemento.

El factor de fricción (F) representa la resistencia de fricción entre la parte inferior de las losas de concreto y la superficie superior de la base o subrasante. De la tabla 31, de la Guía Suplementaria AASHTO 98 para el Diseño de Pavimentos Rígidos, se considerará para el presente análisis el valor de 63, el valor más crítico.

Tabla N° 31. Coeficiente de fricción para diferentes tipos de bases

nondoweled designs, the user needs to ensure that all values are comparable.

- Corner break checks need to be performed only for nondoweled pavements. This sheet can be accessed by clicking on the "Corner Break Check" button.

Table 14. Modulus of elasticity and coefficient of friction for various base types.

Base Type or Interface Treatment	Modulus of Elasticity (psi)	Peak Friction Coefficient		
		low	mean	high
Fine-grained soil	3,000 - 40,000	0.5	1.3	2.0
Sand	10,000 - 25,000	0.5	0.8	1.0
Aggregate	15,000 - 45,000	0.7	1.4	2.0
Polyethylene sheeting	NA	0.5	0.6	1.0
Lime-stabilized clay	20,000 - 70,000	3.0	NA	5.3
Cement-treated gravel	(500 + CS) * 1000	8.0	34	63
Asphalt-treated gravel	300,000 - 600,000	3.7	5.8	10
Lean concrete without curing compound	(500 + CS) * 1000	> 36		
Lean concrete with single or double wax curing compound	(500 + CS) * 1000	3.5		4.5

Notes: CS = compressive strength, psi  
Low, mean, and high measured peak coefficients of friction summarized from various references are shown above.

Input Form

Information | Input Form | Results | Calculation Sheet | Sensitivity (Other) | Sensitivity (T)

Listo

Fuente: AASHTO-98

### Transferencia de Carga

Se estableció que la transferencia de carga será a través de la trabazón de agregados, es decir sin dovelas. Al diseñar pavimentos sin considerar dovelas en las juntas transversales, según la Guía Suplementaria AASHTO98 para el Diseño de Pavimentos Rígidos debe realizarse los siguientes chequeos de diseño:

En los pavimentos sin dovelas en las juntas, el tamaño de la abertura de la grieta ( $\leq 6\text{mm.}$ , para que sea efectiva), gobierna la eficiencia de transferencia de

carga a través de la junta. Para lograr tal fin, la abertura de las juntas no deberá ser mayor de 2 mm., (para evitar que entren partículas incomprensibles), y no será necesario el sello de éstas.

#### Módulo de Ruptura del Concreto

El valor que se utilizará corresponde a la resistencia a la flexión del Concreto y deberá ser el valor medio obtenido a los 28 días utilizando una viga simple con carga en los tercios del claro según AASHTO T97 / ASTM C78. Para el caso del proyecto, se usará un módulo de ruptura igual a:

45 kg/cm<sup>2</sup> (640 psi).

#### Módulo de Elasticidad del Concreto (Ec).

El Módulo de Elasticidad para cualquier tipo de material puede ser estimado usando la correlación recomendada por el Instituto Americano del Concreto, ACI para Concreto de Cemento Pórtland de Peso Normal.

$$E_c = 57,000(f'c)^{0.5}$$

Donde:

$E_c$  = Modulo de Elasticidad de Concreto (en psi) y

$f'c$  = Resistencia a la Compresión de Diseño, como se determina en AASHTO T22, T140 o ASTM C 39.

Se asume  $f'c=351.54 \text{ kg/cm}^2=5,000 \text{ psi}$ , Entonces.

$$E_c= 4, 030,508 \text{ psi.}$$

Valor a utilizar en la solución del sistema.

Módulo de Elasticidad de Material Granular Estabilizado con Cemento, (E)

La guía suplementaria de 1998 establece en la Tabla 31, para la estabilización con cemento de materiales granulares de las bases, un módulo de elasticidad calculado conforme la formula siguiente:

$$E = (500 + CS) * 1,000 \text{ (psi)}$$

Donde:

E = Modulo de Elasticidad de la base estabilizada con cemento y

CS=f'c = Resistencia a la Compresión de Diseño, como se determina en AASHTO T22, T140 o ASTM C 39

Asumimos 30 kg/cm<sup>2</sup> (425.805 psi), valor característico de resistencias a la compresión de bases estabilizadas con cemento en Nicaragua, obteniendo:

$$E = (500 + 425.805) * 1,000 \text{ (psi)}$$

$$E = 925,805 \text{ psi}$$

Valor a utilizar en la solución del sistema.

Coeficiente Pisón para Concreto

Se conoce a la relación de Pisón, cuando un cuerpo se somete a una fuerza, este siempre se deformara en dirección a esta fuerza. Sin embargo, siempre que se producen deformaciones en dirección de la fuerza aplicada, también se producen deformaciones laterales. Las deformaciones laterales tienen una

relación constante con las deformaciones axiales, por lo que esta relación es constante, siempre que se el material se encuentre en el rango elástico de esfuerzos, o sea que no exceda el esfuerzo del límite proporcionalidad; la relación es la siguiente:

$$\mu = \epsilon \text{ lateral} / \epsilon \text{ axial}$$

Donde:

$\epsilon$  = es la deformación unitaria.

$\mu$  = es el coeficiente de Poisson,

Para el concreto no existe ninguna relación definida entre la relación de Poisson y la resistencia. Con base en los resultados de muchas pruebas, se ha determinado que la variación que debe esperarse queda entre 0.10 y 0.20. La cifra promedio de 0.15 es generalmente adoptada para fines de diseño.

El valor que se utilizará corresponde a la recomendación del Suplemento a la Guía AASHTO de Diseño de Pavimento publicada en 1998,  $\mu=0.15$ .

## DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO.

El cálculo de espesores se llevó a cabo mediante la utilización de AASHTO Supplement Works heet de la Suplementto AASHTO Guide For Design of Pavement Structures, 1998; cuyos lineamientos originales fueron desarrollas bajo el proyecto N° 1-30 de la National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), y verificados basándose en los resultados del estudio: Validation of Guidelines for k-Value Selection and Concrete Pavement Performance Prediction, Publication N° FHWA-RD-96-198, (January 1997). El cálculo se realiza para 20 años:

Tabla N° 32 Resumen de variables del pavimento rígido

VARIABLE		VALOR
ESPESOR DE LOSA (PLG)	D	A DETERMINAR
MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO DE LA LOSA (PSI)	$E_c$	4,030,508
COEFICIENTE POISSON PARA CONCRETO	$\mu$	0.15
MODULO ELASTICO EFECTIVO DE SOPORTE DE LA SUBBASE (PSI/PULG)	k	200.00
MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE (PSI)	$E_b$	925,805.00
COEFICIENTE DE FRICCION ENTRE LA LOSA Y LA BASE	f	63.00
ESPACIAMIENTO DE JUNTAS (PLG)	L	72.83
ESPESOR DE BASE (PLG)	$H_b$	6.00
VELOCIDAD ANUAL DEL VIENTO (MPH)	WIND	3.35
TEMPERATURA ANUAL (°F)	TEMP	80.60
PRECIPITACION ANUAL (PLG)	PRECIP	77.92
FACTOR DE AJUSTE POR SOPORTE DE ORILLA (SE CONSTRUIRA HOMBRO DE CONCRETO)	E	0.94
INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL	P1	4.50
INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL	P2	2.50
ESFUERZO A LA FLEXION (PSI)	(S'c)'	640.00
COEFICIENTE DE DRENAJE	$C_d$	1.00
CONFIABILIDAD ( R )	R	85%
DESVIACION ESTANDAR DEL SISTEMA	$S_o$	0.35
EJES DE DAÑO (ESAL`S) 20 AÑOS	Wt18	19,889,692

Fuente: trabajo de gabinete

RESULTADOS: PARA 20 AÑOS:

<b>Rigid Pavement Design - Based on AASHTO Supplemental Guide</b>																			
Reference: <i>LTPP DATA ANALYSIS - Phase I: Validation of Guidelines for k-Value Selection and Concrete Pavement Performance Prediction</i>																			
<b>I. General</b>																			
Agency: <input type="text" value="MTI"/>																			
Street Address: <input type="text"/>																			
City: <input type="text"/>																			
State: <input type="text" value="CHINANDEGA"/>																			
Project Number: <input type="text" value="VERSION 2"/>	ID: <input type="text" value="Clear"/>																		
Description: <input type="text" value="PUNTOS CRITICOS"/>																			
Location: <input type="text" value="CHINANDEGA"/>																			
<b>II. Design</b>																			
<u>Serviceability</u>																			
Initial Serviceability, P1: <input type="text" value="4.5"/>																			
Terminal Serviceability, P2: <input type="text" value="2.5"/>																			
<u>PCC Properties</u>																			
28-day Mean Modulus of Rupture, (S <sub>r</sub> ): <input type="text" value="640"/> psi																			
Elastic Modulus of Slab, E <sub>c</sub> : <input type="text" value="4,030,508"/> psi																			
Poisson's Ratio for Concrete, m: <input type="text" value="0.15"/>																			
<u>Base Properties</u>																			
Elastic Modulus of Base, E <sub>b</sub> : <input type="text" value="925,805"/> psi																			
Design Thickness of Base, H <sub>b</sub> : <input type="text" value="6.0"/> in																			
Slab-Base Friction Factor, f: <input type="text" value="63.0"/>																			
<u>Reliability and Standard Deviation</u>																			
Reliability Level (R): <input type="text" value="85.0"/> %																			
Overall Standard Deviation, S <sub>o</sub> : <input type="text" value="0.35"/>																			
<u>Climatic Properties</u>																			
Mean Annual Wind Speed, WIND: <input type="text" value="3.4"/> mph																			
Mean Annual Air Temperature, TEMP: <input type="text" value="80.6"/> °F																			
Mean Annual Precipitation, PRECIP: <input type="text" value="77.9"/> in																			
<u>Subgrade k-Value</u>																			
<input type="text" value="200"/> psi/in																			
<u>Design ESALs</u>																			
<input type="text" value="19.9"/> million																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Pavement Type, Joint Spacing (L)</td> </tr> <tr> <td> <input checked="" type="radio"/> JPCP  <input type="radio"/> JRCP  <input type="radio"/> CRCP                 </td> <td>                     Joint Spacing: <input type="text" value="6.1"/> ft                      JPCP                 </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Effective Joint Spacing: 72.72 in</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Edge Support</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <input type="radio"/> Conventional 12-ft wide traffic lane  <input checked="" type="radio"/> Conventional 12-ft wide traffic lane + tied PCC  <input type="radio"/> 2-ft widened slab w/conventional 12-ft traffic lane                 </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Edge Support Factor: 0.94</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Sensitivity Analysis</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Slab Thickness used for Sensitivity Analysis: <input type="text" value="9.82"/> in</td> </tr> <tr> <td> <input checked="" type="radio"/> Modulus of Rupture  <input type="radio"/> Elastic Modulus (Base)  <input type="radio"/> k-Value  <input type="radio"/> Reliability                 </td> <td> <input type="radio"/> Elastic Modulus (Slab)  <input type="radio"/> Base Thickness  <input type="radio"/> Joint Spacing  <input type="radio"/> Standard Deviation                 </td> </tr> </table>		Pavement Type, Joint Spacing (L)		<input checked="" type="radio"/> JPCP <input type="radio"/> JRCP <input type="radio"/> CRCP	Joint Spacing: <input type="text" value="6.1"/> ft JPCP	Effective Joint Spacing: 72.72 in		Edge Support		<input type="radio"/> Conventional 12-ft wide traffic lane <input checked="" type="radio"/> Conventional 12-ft wide traffic lane + tied PCC <input type="radio"/> 2-ft widened slab w/conventional 12-ft traffic lane		Edge Support Factor: 0.94		Sensitivity Analysis		Slab Thickness used for Sensitivity Analysis: <input type="text" value="9.82"/> in		<input checked="" type="radio"/> Modulus of Rupture <input type="radio"/> Elastic Modulus (Base) <input type="radio"/> k-Value <input type="radio"/> Reliability	<input type="radio"/> Elastic Modulus (Slab) <input type="radio"/> Base Thickness <input type="radio"/> Joint Spacing <input type="radio"/> Standard Deviation
Pavement Type, Joint Spacing (L)																			
<input checked="" type="radio"/> JPCP <input type="radio"/> JRCP <input type="radio"/> CRCP	Joint Spacing: <input type="text" value="6.1"/> ft JPCP																		
Effective Joint Spacing: 72.72 in																			
Edge Support																			
<input type="radio"/> Conventional 12-ft wide traffic lane <input checked="" type="radio"/> Conventional 12-ft wide traffic lane + tied PCC <input type="radio"/> 2-ft widened slab w/conventional 12-ft traffic lane																			
Edge Support Factor: 0.94																			
Sensitivity Analysis																			
Slab Thickness used for Sensitivity Analysis: <input type="text" value="9.82"/> in																			
<input checked="" type="radio"/> Modulus of Rupture <input type="radio"/> Elastic Modulus (Base) <input type="radio"/> k-Value <input type="radio"/> Reliability	<input type="radio"/> Elastic Modulus (Slab) <input type="radio"/> Base Thickness <input type="radio"/> Joint Spacing <input type="radio"/> Standard Deviation																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: right;">Calculated Slab Thickness for Above Inputs:</td> <td style="width: 50%; text-align: center; background-color: yellow;"><b>9.82 in</b></td> </tr> </table>		Calculated Slab Thickness for Above Inputs:	<b>9.82 in</b>																
Calculated Slab Thickness for Above Inputs:	<b>9.82 in</b>																		

Calidad del concreto para la losa del pavimento y de la base.

Estas variables independientes son características del Método AASHTO-98 para pavimentos rígidos. En nuestro análisis emplearemos un concreto de resistencia a la rotura de 48 kg/cm<sup>2</sup> (683 psi) para los canales de circulación y de 30 kg/cm<sup>2</sup> para los hombros. La base seleccionada como material de base granular se recomienda una mezcla de materiales granulares, hasta alcanzar un espesor total mínimo de 15 cm y debe ser estabilizada con la adición de cemento, en una cantidad tal que la mezcla estabilizada alcance una resistencia mínima a la compresión simple, después de 7 días de curado, de 30 kg/cm<sup>2</sup>.

Basado en el resultado anterior los espesores son:

Tabla N° 33 Espesores de pavimento alternativa de concreto (losa tradicional)

Sin Dovelas y con apoyo lateral	Losa Tradicional de concreto (cm)	Base estabilizada con cemento (cm)
20 años	25.00	15.00

Fuente: trabajo de gabinete.

B) Resumen de esfuerzo de la losa

Tabla N°34: Resumen de esfuerzo de losa.

ESFUERZO Y DEFLEXION	Valor	Valor	CRITERIO
	Máximo	Mínimo	
top esfuerzo de flexión longitudinal (psi)	156.75	-322.89	50% MR(341.50)> $\sigma$ máximo
top esfuerzo de flexión lateral (psi)	26.24	-211.85	Ok
top esfuerzo cortante (psi)	58.22	-57.95	Ok
top esfuerzo principal 1 (psi)	91.71	-211.82	Ok
top esfuerzo principal 2 (psi)	72.03	-322.89	Ok
top esfuerzo principal de dirección (psi)	72.91	-73.63	Ok
Bottom esfuerzo de flexion longitudinal(psi)	322.89	-156.75	Ok
Bottom esfuerzo de flexión lateral (psi)	211.85	-26.24	Ok
Bottom esfuerzo cortante (psi)	57.95	-58.22	Ok
Bottom esfuerzo principal 1 (psi)	322.89	-72.03	Ok
Bottom esfuerzo principal 2 (psi)	211.82	-91.71	Ok
Bottom esfuerzo principal de dirección (psi)	72.91	-73.63	Ok

Fuente: BASED AASHTO GUIDE

Tabla N°35.Espesores de pavimento optimizado (losa corta).

CARRETERA	Espesores de diseño (cm)		
	Losas de Concreto (cm) Mr=48 kg/cm <sup>2</sup>	Base cemento (cm)	Estabilizada con
Puntos críticos	19.00	15.00	

Fuente: BASED AASHTO GUIDE

C) Resumen de resultados de pavimento rígido.

Tabla N° 36. Espesores de pavimento alternativa de concreto.

(Sin Dovelas y con apoyo lateral). Vida útil de 20 años.

	Losa de concreto (cm)	Base estabilizada con cemento(cm)	Espesor Total (kms)
Losa Tradicional	25.00	15.00	40.00
Losa corta	19.00	15.00	34.00

Fuente: BASED AASHTO GUIDE

ESPESORES RECOMENDADOS.

Tabla N° 37. Espesores de pavimento alternativa de concreto. (Losa corta.)

Sin Dovelas y con apoyo lateral	Losa de concreto (cm)	Base estabilizada con cemento(cm)
20 años	19.00	15.00

Fuente: BASED AASHTO GUIDE

Es recomendación que se seleccionen los espesores de pavimento indicados en la Tabla 37, los cuales son el resultado de la aplicación de la optimización de la losa para los diferentes valores de las variables independientes, y las dimensiones de las losas: aserradas en cuadros de ancho de 1.75 m. y largo de 1.80 m. para los carriles, y ancho de 1.50 m. y largo de 1.80 m. para los hombros.

Tabla N° 38 Revisión de la esbeltez

Revisión de la Esbeltez			
DIMENSION	Losa del carril		hombro
	interna	externa	
ancho (m)	1.75	1.75	1.50
largo (m)	1.80	1.80	1.80

relación de esbeltez	1.03	1.03	1.20
Criterio	0.71 < largo/ancho < 1.40		
condición	cumple	cumple	cumple

Fuente: BASED AASHTO GUIDE

#### D) Diseño pavimento de mezcla asfáltica.

Con el fin de proporcionar una estructura que cumpla con el objetivo principal de brindar una superficie, sobre la que se puedan desplazar con un nivel de servicio y soporte de cargas adecuado durante un período determinado, se desarrollaron métodos de diseño de pavimentos de mezcla asfáltica, que permiten la determinación de los espesores de las diferentes capas de la estructura del pavimento, acorde con las necesidades y condiciones existentes en el sitio.

Cabe mencionar que un diseño sin el fundamento técnico necesario, dará como resultado un pavimento que rápidamente se deteriorará, perdiéndose toda o gran parte de la inversión realizada, o por el contrario uno por encima de las necesidades reales con costos altos e innecesarios.

La mayoría de los métodos de diseño utilizan ciertos parámetros, de los cuales se brinda una breve descripción de cada uno de ellos, más adelante, en la medida que son utilizados, una vez determinados todos estos parámetros se hace posible la determinación de los espesores, para el caso utilizaremos el

Método Versión de 1993 del procedimiento desarrollado por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) para el Diseño de Estructuras de Pavimento, Método de Diseño Español MOPU, y Método Asfáltico.

Método AASHTO 1993

Para el cálculo de los espesores se utiliza la Guía de la ASSTHO 1993, para pavimento flexible, ampliamente explicada en el método de mezcla asfáltica. Se utiliza el software WINPASS y la salida nos muestra los resultados siguientes:

PARA 20 AÑOS

**WinPAS**  
 Pavement Thickness Design According to  
**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**  
 American Concrete Pavement Association

**Flexible Design Inputs**

Agency:  
 Company:  
 Contractor:  
 Project Description:  
 Location:

**Flexible Pavement Design/Evaluation**

Structural Number	4.43	Soil Resilient Modulus	10,575.00 psi
Design E/SALs	13,259.795	Initial Serviceability	4.20
Reliability	95.00 percent	Terminal Serviceability	2.00
Overall Deviation	0.45		

**Layer Pavement Design/Evaluation**

Layer Material	Layer Coefficient	Drainage Coefficient	Layer Thickness	Layer SN
Asphalt Cement Concrete	0.42	1.00	5.50	2.48
Asphalt Treated Agg. Base	0.17	1.00	5.50	1.00
MATREMAENENTE	0.07	1.00	13.69	0.90
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
			<b>TSA</b>	<b>4.44</b>

## E) Resumen de los resultados

Tabla N° 39 Espesores

	ESPESORES (cm)		
PERIODO (AÑOS)	MAC (cm)	Base Estabilizada con asfalto (cm)	ESPESOR (cm)
20	15.00	15.00	30.00

Fuente: WINPAS AASTHO 93 GUIDE

Se considera el aporte estructural del material remanente de la estructura actual en 35 cms., aunque no se suma.

## CAPITULO IV. ESTUDIO ECONOMICO.

### 1. Costos de construcción y costos de supervisión

Los costos de inversión del proyecto para ambas situaciones (Sin y Con Proyecto) incluye los costos de la obra, más supervisión para dar un total de costos por kilómetros en miles de dólares. Ver detalle de presupuesto en anexo de costos.

Tabla N°40 Alternativa no 1 de asfalto (tasa de cambio = 29.32)

TOTAL DIRECTOS				27414178.5					
TOTAL INDIRECTOS	8.00	Meses	9.21%	25259550					
GASTOS ADMINISTRATIVOS	5.00%			14970799.1					
		Subtotal		314386781					
	UTILIDAD		5.00%	15719339.1					
FACTOR DE SOBRECOSTOS	1.2041	Subtotal		330106120					
	Subtotal			<b>TOTAL SIN IMPUESTO SIN ESCALAMIENTO</b>				C\$ 334922,247.55	
	Escalamiento de Precios		3.00%					C\$ 9904,577.56	
				<b>TOTAL SIN IMPUESTO CON ESCALAMIENTO</b>				C\$ 344826,825.12	
	Impuesto Municipal		1.00%					C\$ 3448,268.25	
	I.V.A.		15.00%					C\$ 52241,264.01	
	<b>TOTAL CON IMPUESTOS</b>				<b>TOTAL CON IMPUESTOS</b>				C\$ 400516,357.38

Fuente: trabajo de gabinete

Tabla N°41 Alternativa no. 2 de concreto hidráulico (tasa de cambio =29.32)

TOTAL INDIRECTOS	8.00	Meses	9.93%	26025160.3				
GASTOS ADMINISTRATIVOS	5.00%			1301258.01				
		Subtotal		289466849				
	UTILIDAD		5.00%	14473342.5				
FACTOR DE SOBRECOSTOS	1.1595	Subtotal		303940192				
	Subtotal				<b>TOTAL SIN IMPUESTO SIN ESCALAMIENTO</b>			C\$ 308763,675.74
	Escalamiento de Precios		3.00%					C\$ 9122,298.16
					<b>TOTAL SIN IMPUESTO CON ESCALAMIENTO</b>			C\$ 317885,973.90
	Impuesto Municipal		1.00%					C\$ 3178,859.74
	I.V.A.		15.00%					C\$ 48159,725.04
	<b>TOTAL CON IMPUESTOS</b>				<b>TOTAL CON IMPUESTOS</b>			C\$ 369224,558.68

Fuente: trabajo de gabinete

Tabla N°42 Proyecto: estudio y diseño de las obras de mitigacion de vulnerabilidad al cambio climatico en puntos criticos sobre la ruta Chinandega – Guasaule- sin proyecto

Código	Concepto de Obra	Unidad de Medida	FINANCIEROS \$ PU	ECONOMICOS \$ PU
SIECA 10105 (c)	Limpieza del derecho de vía	Km/Año	1.054.35	569.35
SIECA 80205 (c)	Limpieza de Alcantarillas	Km/Año	499.55	269.76
SIECA 90204 (a)	Señalización vertical	Km/Año	350.18	189.10
SIECA 303	Bacheo Superficial de Pavimento Bituminoso en Frío	m <sup>2</sup>	100.30	101.80
SIECA 901 (1A)	Pintura de Línea Discontinua	Km/Año	492.00	265.68
SIECA 901 (1B)	Pintura de Línea Continua	Km/Año	615.00	332.10
SIECA 901 (1C)	Simbología de Pavimentos	Km/Año	33.10	17.87
SIECA 310	Doble Tratamiento Superficial	m <sup>2</sup>	5.36	5.28
S/C	Sello de Grieta	m <sup>2</sup>	2.06	2.06

Fuene: MARENA

Tabla N°43 Alternativa no 1 concreto asfaltico.

Código	Concepto de Obra	Unidad de Medida	FINANCIEROS \$ PU	ECONOMICOS \$ PU
SIECA 10105 (c)	Limpieza del derecho de vía	Km/Año	1.054.35	569.35
SIECA 80205 (c)	Limpieza de Alcantarillas	Km/Año	499.55	269.76
SIECA 90105 (b)	Señalización horizontal, línea continua amarilla	Km/Año	350.18	189.10
SIECA 90105 (1b)	Señalización horizontal, línea discontinua amarilla	Km/Año	100.30	101.80
SIECA 90105 (2b)	Señalización horizontal, línea continua blanca	Km/Año	492.00	265.68
SIECA 90105 (3b)	Marcas de Pavimento, Tipo Simbología y Letras	Km/Año	615.00	332.10
SIECA 90105 (4b)	Marcas de Pavimento, Resaltadas (Violetas)	Km/Año	33.10	17.87
SIECA 90204 (a)	Señalización vertical	Km/Año	5.36	5.28
SIECA 100205 (b)	Limpieza de canales de forma manual	Km/Año	2.06	2.06
SIECA 303	Bacheo Superficial de Pavimento Bituminoso en Frío	m <sup>2</sup>	2.06	2.06
SIECA 310	Doble Tratamiento Superficial	m <sup>2</sup>	2.06	2.06
S/C	Sobrecarpeta	m <sup>2</sup>	2.06	2.06
S/C	Rejuvenecimiento	m <sup>2</sup>	2.06	2.06
S/C	Sello de Grietas	m <sup>2</sup>	2.06	2.06

Fuente: trabajo de gabinete

Tabla N°44 Alternativa no 2 concreto hidráulico

<b>Concepto de Obra</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>FINANCIEROS \$ PU</b>	<b>ECONOMICOS \$ PU</b>
Limpieza del derecho de vía	Km/Año	1,080.58	583.51
Limpieza de Alcantarillas	Km/Año	511.98	276.47
Señalización horizontal, línea continua amarilla	Km/Año	630.30	340.36
Señalización horizontal, línea discontinua amarilla	Km/Año	504.24	272.29
Señalización horizontal, línea continua blanca	Km/Año	630.30	340.36
Marcas de Pavimento, Tipo Simbología y Letras	Km/Año	45.07	24.34
Marcas de Pavimento, Resaltadas (Violetas)	Km/Año	333.84	108.27
Señalización vertical	Km/Año	358.89	193.80
Limpieza de canales de forma manual	Km/Año	456.58	246.55
Reparación de Espesor Parcial	m <sup>2</sup>	31.42	16.96
Reparación de Espesor Total	m <sup>2</sup>	90.41	48.82
Sello de Juntas y Grietas	m <sup>2</sup>	6.69	3.61

Fuente: trabajo de gabinete

## 2. Evaluación socio económica del proyecto.

La Dirección General de Inversiones Públicas – DGIP - calculó los precios sociales de Nicaragua para la evaluación económica de los proyectos del sector público, estos mismos son presentados por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas- SNIP, basado en estos cálculos el Banco Central de Nicaragua publica en su sitio WEB

Tabla N°45 Evaluación socio económica del proyecto

Tasa social de descuento	8%
Precio de la divisa	1.015%
Mano de obra:	
Calificada con desempleo involuntario	0.82%
No calificada con desempleo involuntario	0.54%
Calificada con pleno empleo	1.00%
No calificada con pleno empleo	0.83%

Fuente: trabajo de gabinete

En el presente análisis se utilizó la tasa social de descuento del BCN, los demás precios sombra de los materiales, fueron calculados con la metodología que se expone más adelante, dado que la información que utilizamos directamente en el campo fue recopilada en el mes de noviembre 2014.

### 3. Cálculo de los precios económicos y precios sombra.

#### A) Precios Económicos y Precios Sombra:

Para calcular los precios económicos de construcción, mantenimiento y los costos de operación vehicular, se determinan los impuestos, aranceles y márgenes de comercialización de los principales elementos de costos en cada uno de los sectores analizados y se deduce de los costos a precios financieros. Para cada elemento se obtiene el factor estándar de conversión (FSC).

#### B) Costos de Operación Vehicular.

Metodológicamente en cada alternativa de pavimento analizada en el proyecto, se calculan los costos de operación de los vehículos (determinados en el estudio de tráfico) considerando el estado actual o condición actual “sin proyecto” o si hay algún tipo de intervención para su mejoramiento correspondiente a la condición “con proyecto”; se comparan y las diferencias

entre ambos corresponden a los beneficios que obtendrán los usuarios según el tipo de vehículo que utilizan, hasta un horizonte de 20 años según lo especificado en los términos de referencia.

Para efectuar el análisis, se obtienen los costos de operación de los vehículos e insumos a precios de mercado, luego se convierten en precios económicos, deduciendo las transferencias al sector público, como: impuestos, aranceles de aduana y otras obligaciones tributarias, así como los subsidios si los hubiere.

La información se obtiene de cotizaciones de los distribuidores de vehículos, de las estaciones de servicio de combustibles y lubricantes de talleres de mecánica, y de otras fuentes confiables, con lo cual a partir de los costos financieros y mediante la aplicación del factor de corrección se calculan los costos económicos que se utilizan en el cálculo de rentabilidad.

Estos costos ajustados son establecidos a precios unitarios para ser introducidos al Modelo RED-HDM-IV-VOC. El cual calcula los costos de operación de cada tipo de vehículo en función del tipo de camino, las velocidades y el IRI

### C) Costos Financieros.

Los costos financieros unitarios de los insumos que van a ser introducidos al modelo RED, se presentan en la tabla 46.

Tabla N° 46 Consolidado de costos financieros de vehículos e insumos de transporte (en US\$ 29.32)

Especificaciones	Automovil suzuki gran vitar	Jeep- suzuki- jimny JLX	Camionet a pick up- toyota- Hilux	M.bus 15 pasajeros Toyota KH202- MED/AB	Bus- marcopolo viaggio 1050	Camion 2 ejes liviano mitsubishi fuso	Camion mediano, 4 ton XZU720L- HKFRL3	Camion mitsubishi fuso, 8 ton 3 ejes pes. (c3)	Camion hino 12tons FG1JMYB B.GZ (CX RX 5ejes)	Moto- LP125- 3125cc Lifan
Vehiculo nuevo (U\$)	28,989.99	23,750.00	29,990.06	35,990.00	315,000.00	23,000.00	31,050.00	41,840.00	74,600.00	1,370.00
(Llantas)(U\$Vehiculo)	258.31	345.78	409.99	946.21	1,314.84	2.39	2,618.01	4,443.71	7,841.99	67.34
Combustible(lts)	1.16	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
lubricantes (lt)	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72
Mano obra manten. (hora)	2.19	2.19	2.19	3.79	3.79	3.79	3.79	3.79	3.79	0.73
Mano obra tripulacion (hora)	1.41	1.56	1.56	2.35	2.82	4.23	4.23	6.57	7.2	0.94
Gastos Generales	1.81	2.5	2.58	8.58	2.86	3.02	5.07	7.09	10.88	1.81
Interes es	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%

Fuente: Deshon&Cia, Autostar, Casa Pellas Distribuidora (Repsa - Autocentro Los Robles, Motinsa), Gasol. UNO - Nejapa y BCN

#### D) Costo Social de la Mano de Obra

En los proyectos de inversión social y de infraestructura se utilizan precios "Sombra " en el caso de que los salarios de mercado no reflejen la productividad marginal del trabajo. Los precios sombra reflejan los precios de eficiencia del costo de oportunidad de la mano de obra, por lo tanto los precios financieros se ajustan con un factor de corrección.

El costo social de la mano de obra se definirá como el caso de que ningún empresario pagará por un trabajador adicional un salario superior al valor de la productividad marginal del trabajo; lo que significa que la consideración de una productividad marginal nula del trabajo y por consiguiente un costo social de la mano de obra igual a cero, no puede aplicarse si se está operando en una economía de mercado.

Hay tres clasificaciones acerca del precio social de la mano de obra, en el mercado de trabajo. a) mano de obra calificada y b) Mano de obra no calificada y c) una tercera categoría: El mercado de la mano de obra profesional.

#### E) Cálculo del Precio Sombra de la Mano de Obra.

De acuerdo a precios sociales del SNIP

Mano de Obra no Calificada: 54% del precio de mercado

Mano de obra calificada: 82% del precio de mercado

Nota: en este estudio se utiliza los precios sociales publicados por el Banco Central de Nicaragua los que se muestran al comienzo de esta sección IV.

#### F) Mano de obra profesional.

De acuerdo a la descripción metodológica, el precio de mercado de la mano de obra profesional, es igual a su precio sombra o precio de eficiencia, por lo que se utiliza el precio de mercado de la mano de obra profesional para realizar la Evaluación Social. Lo que significa que al no existir elementos que distorsionen el precio de mercado de la mano de obra profesional su factor de ajuste es igual a 1.

En cuanto a la mano de obra de la tripulación, corresponde al costo de los salarios de conductores y ayudantes. Se obtuvieron de encuestas de origen y destino del proyecto y de estudios realizados para el MTI y (Estudio de Evaluación Ex post de algunos proyectos de carretera), los cuales mostraron ingresos similares para la tripulación considerada.

La información brindada por las personas encuestadas corresponde a los ingresos obtenidos mensualmente incluyendo sus beneficios sociales sin considerar lo correspondiente al derecho que tienen de vacaciones y aguinaldos,

lo que se ha ajustado a fin de presentar el ingreso real de la tripulación. Un Resumen de su estimación se presenta en la tabla 47

Tabla N° 47 Costos financiero y económico de mano de obra (en US\$ 29.32c) salarios de la tripulación según vehículo típico

Vehículo Tipo	Tripulación	SALARIO MENSUAL US\$	CARGAS SOCIALES En US\$ (.0317)	TOTAL SALARIOS En US\$	COSTO FINANCIERO (US\$/Hora.)	FACTOR DE CORRECCION	COSTO ECONOMICO (US\$/Hora.)
<b>Automóvil</b>		<b>205,32</b>	<b>65,09</b>	270	<b>1,41</b>	<b>0,82</b>	<b>1,15</b>
Buses	Titular	273,76	86,8	361	1,88	<b>0,82</b>	1,54
	Relevo	-	-	-	-	-	-
	Ayudante	136,88	43,39	180	0,94	<b>0,54</b>	0,51
<b>SUBTOTAL</b>		<b>410,65</b>	<b>130,17</b>	<b>541</b>	<b>2,82</b>		<b>2,05</b>
Camión Liviano	Titular	410,65	130,17	540,82	2,82	<b>0,82</b>	2,31
	Ayudante	205,32	65,09	270,41	1,41	<b>0,54</b>	0,76
<b>SUBTOTAL</b>		<b>615,97</b>	<b>207,58</b>	<b>811</b>	<b>4,23</b>		<b>3,07</b>
Camión Mediano	Titular	410,65	130,17	540,82	2,82	<b>0,82</b>	2,31
	Ayudante	205,32	65,09	270,41	1,41	<b>0,54</b>	0,76
<b>SUBTOTAL</b>		<b>615,97</b>	<b>195,26</b>	<b>811</b>	<b>4,23</b>		<b>3,07</b>
Camión Grande	Titular	547,53	173,57	721,10	3,76	0,82	3,08
	Relevo	273,76	86,78	360,55	1,88	0,82	1,54
	Ayudante	136,88	43,39	180,27	0,94	0,54	0,51
<b>SUBTOTAL</b>		<b>958,17</b>	<b>303,74</b>	<b>1262</b>	<b>6,57</b>		<b>5,13</b>
Camión Articulado	Titular	547,53	173,57	721,10	3,76	0,90	3,38
	Relevo	365,02	115,71	480,73	2,50	0,90	2,25
	Ayudante	136,88	43,39	180,27	0,94	0,73	0,69
<b>SUBTOTAL</b>		<b>1049,43</b>	<b>332,67</b>	<b>1.382,10</b>	<b>7,20</b>		<b>6,32</b>
<b>Microbús o Bus pequeño</b>	Titular	<b>342,21</b>	<b>108,48</b>	<b>450,68</b>	<b>2,35</b>	<b>0,82</b>	<b>1,92</b>
Pick Up		228,14	72,32	<b>300,46</b>	<b>1,56</b>	<b>0,82</b>	<b>1,28</b>
<b>Moto</b>	Titular	<b>136,88</b>	<b>43,39</b>	<b>180,27</b>	<b>0,94</b>	<b>0,82</b>	<b>0,77</b>

Fuente: Taller Martínez y Empresarios de Buses.

Respecto a la mano de obra de mantenimiento, se efectuaron entrevistas a talleres de mantenimiento, los resultados se muestran en tabla 48

Tabla N° 48 Costos financiero y económico de mano de obra mantenimiento vehicular (en US\$29.32)

	Cargo	Nivel	Salario Mensual (Taller Pellas)	Cargas Sociales	Total Salarios/mes	Costo Financiero	FACTOR DE CORRECCION	COSTO ECONOMICO (US\$/Hora.)
			US\$	US\$	US\$/mes	US\$/h.		
MECANICO	Mecánico	Clase A	319,39	101,25	420,64	2,19	0,82	1,80
		Clase B	159,70	50,62	210,32	1,10	0,54	0,59
AYUDANTE	Ayudante		73,00	23,14	96,15	0,50	0,54	0,27
<b>SUBTOTAL</b>			<b>552,09</b>	<b>175,01</b>	<b>727,10</b>	<b>3,79</b>	<b>0,63</b>	<b>2,66</b>

Fuente: Taller Martínez, Empresarios de Buses

Nota: Algunos empresarios de buses pagan por trabajo realizado en mantenimiento y reparación. Mantenimiento, cada 4 meses U\$80, Reparación menor, 3 veces por año C\$480.

Corresponden a los costos de mano de obra en los talleres de mantenimiento para vehículos pesados y en general livianos.

#### G) Factor de Corrección para los Materiales de Construcción.

Los materiales de construcción a ser utilizados en el proceso constructivo son los siguientes:

Concreto estructural, Alcantarilla, Arena, Grava o piedrín, Cemento, Madera roja, Hierro, Asfalto, Materiales varios

Desde el punto de vista metodológico, el precio de los materiales, fue estimado, tomado en cuenta el origen de los insumos (nacional o importado), los impuestos que le son afectos, el componente de mano de obra, el componente de equipo y el margen de comercialización. Cada uno de los componentes de la estructura de costo fueron ajustados, por los factores de conversión más relevantes. En las tablas 49 y 50 se detallan los costos económicos de los materiales antes señalados en cada ítem de construcción. Los materiales de construcción son

afectados por el IVA, por consiguiente el factor de corrección proviene de la mano de obra, del factor a los bienes importados y por el 15% que se aplica a los materiales de construcción.

Tabla N° 49 Factores de corrección para los materiales de construcción

Concepto	Cantidad	Costos Financiero	Peso en %	Factor Correccion	Factor Ponderado	Costos Economicos
<b>I. Hierro galvanizado de 10cm de Ø</b>						
PRECIO CIF	1	753,85	0,77	1,015	0,78	765,15
ARANCELES		150,77	0,15	1	0,08	81,42
MARGEN DE COMERCIALIZACION		75,38	0,08	1	0,04	40,71
PRECIO AL CONSUMIDOR		980,00	1,00		0,91	887,28
<b>II. CEMENTO (Bolsa)</b>						
INSUMOS NACIONALES	1	157,62	0,77	0,82	0,63	129,25
IMPUESTOS		31,52	0,15	1	0,08	17,02
MARGEN DE COMERCIALIZACION		15,76	0,08	1	0,04	8,51
PRECIO AL CONSUMIDOR		204,91	1,00		0,76	154,78
<b>III. PIEDRA - Bolón (M<sup>3</sup>)</b>						
INSUMOS NACIONALES	1	38,64	0,77	0,82	0,63	31,68
IMPUESTOS		7,73	0,15	1	0,08	4,17
MARGEN DE COMERCIALIZACION		3,86	0,08	1	0,04	2,09
PRECIO AL CONSUMIDOR		50,23	1,00		0,76	37,94
<b>IV. ARENA (M<sup>3</sup>) - Arenera - Agrenic</b>						
INSUMOS NACIONALES	1	115,33	0,77	0,82	0,63	94,57
IMPUESTOS		23,07	0,15	1	0,08	12,46
MARGEN DE COMERCIALIZACION		11,53	0,08	1	0,04	6,23
PRECIO AL CONSUMIDOR		149,93	1,00		0,76	113,25
<b>V. Madera de Pino (Plg<sup>2-vr</sup>)</b>						
INSUMOS NACIONALES	1	3,85	0,77	0,82	0,63	3,15
IMPUESTOS		0,77	0,15	1	0,08	0,42
MARGEN DE COMERCIALIZACION		0,38	0,08	1	0,04	0,21
PRECIO AL CONSUMIDOR		5,00	1,00		0,76	3,78
<b>VI. ASFALTO (Lts)</b>						
PRECIO DE TUBERIA	1	22,59	0,77	1,015	0,78	22,92
MARGEN DE COMERCIALIZACION		4,52	0,15	1	0,08	2,44
IMPUESTOS		2,26	0,08	1	0,04	1,22
PRECIO AL CONSUMIDOR		29,36	1,00		0,91	26,58
<b>VII. CLAVOS (Lbs)</b>						
PRECIO CIF	1	9,58	0,77	0,82	0,63	7,85
ARANCELES		1,92	0,15	1	0,08	1,03
MARGEN DE COMERCIALIZACION		0,96	0,08	1	0,04	0,52
PRECIO AL CONSUMIDOR		12,45	1,00		0,76	9,40
<b>VIII. Alambre de Amarre</b>						
PRECIO CIF	1	22,30	0,77	1,015	0,78	22,63
ARANCELES		4,46	0,15	1	0,08	2,41
MARGEN DE COMERCIALIZACION		2,23	0,08	1	0,04	1,20
PRECIO AL CONSUMIDOR		28,99	1,00		0,91	26,25
<b>IX. PIOCHAS (unidades)</b>						
PRECIO CIF	1	152,22	0,77	1,015	0,78	151,20
ARANCELES		30,44	0,15	1	0,08	29,90
MARGEN DE COMERCIALIZACION		15,22	0,08	1	0,04	14,68
PRECIO AL CONSUMIDOR		197,88	1,00		0,91	195,78
<b>X. PALAS (unidades)</b>						
PRECIO CIF	1	146,77	0,87	1,015	0,88	148,97
ARANCELES		14,68	0,09	1	0,05	7,93
MARGEN DE COMERCIALIZACION		7,34	0,04	1	0,02	3,96
PRECIO AL CONSUMIDOR		168,78	1,00		0,95	160,85

Fuente: Datos obtenidos por LAMSA e investigación directa en la construcción

Tasa de cambio 29.32 x US\$

El factor ponderado de corrección es el resultado de ajustar cada componente de la construcción por el peso relativo de cada elemento. Lo que a la vez sirve para obtener el factor de ajuste de los materiales de construcción. 0.84

Tabla N° 50 Factores de corrección para los ítems de construcción

CONCEPTO	CANTIDAD	Costo Unitario	Costo Financiero	Factor Corrección	Costo Economico
<b>I. CONCRETO ESTRUCTURAL</b>					
<b>1. MANO DE OBRA</b>					
Operador de retroexcavadora	14,73	98,52	1.451,25	0,82	1.190,03
Operador de Volquete	104,88	84,06	8.815,93	0,82	7.229,06
Operador de mezcladora	221,00	51,16	11.305,47	0,82	9.270,49
Operador de cisterna	27,20	84,06	2.286,36	0,82	1.874,81
Ayudantes para mezcladora	663,00	75,79	50.249,84	0,54	27.134,91
Ayudantes de maquinas	27,20	75,79	2.061,53	0,54	1.113,23
Capataz de puentes	170,00	70,51	11.986,60	0,82	9.829,01
Albañil	340,00	75,79	25.769,15	0,82	21.130,70
Carpintero	340,00	75,79	25.769,15	0,82	21.130,70
Peon	680,00	51,16	34.786,07	0,54	18.784,48
<b>SUB TOTAL ( 1 )</b>			<b>174.481,36</b>	<b>0,74</b>	<b>118.687,43</b>
<b>2. EQUIPO</b>					
Retroexcavadora 416B	11,33	539,50	6.112,49	1,015	6.204,18
Cab+ carret en traslado cemento	5,20	1.541,40	8.015,30	1,015	8.135,53
Camion volteo 12m3	75,48	793,76	59.913,31	1,015	60.812,01
Mezcladora de un saco	170,00	182,06	30.950,37	1,015	31.414,63
Cisterna de agua	20,92	793,76	16.605,54	1,015	16.854,63
Vibrador para concreto	85,00	74,97	6.372,45	1,015	6.468,04
<b>SUB TOTAL ( 2 )</b>			<b>127.969,45</b>	<b>1,015</b>	<b>129.889,00</b>
<b>SUB TOTAL (1+2)</b>			<b>302.450,81</b>	<b>1,015</b>	<b>248.576,43</b>
<b>3. MATERIALES</b>					
Cemento	1.501,10	204,91	307.590,40	0,82	252.224,13
Arena	105,40	149,93	15.802,62	0,82	12.958,15
Piedra Triturada	139,40	349,84	48.767,70	0,82	39.989,51
Agua	10,46	24,99	261,38	0,82	214,33
Formaleta	2.040,00	54,98	112.159,20	0,82	91.970,54
Medios auxiliares	1,00	15.122,54	15.122,54	0,82	12.400,48
Aditivo	170,00	92,46	15.718,20	0,82	12.888,92
Membrana de curado	85,00	54,98	4.673,30	0,82	3.832,11
<b>SUB TOTAL (3)</b>			<b>520.095,34</b>	<b>0,82</b>	<b>426.478,18</b>
<b>SUB TOTAL 1+2+3</b>			<b>822.546,16</b>		<b>675.054,61</b>
4. Margen de Comercializacion 25% (1+2+3)			205.636,54	1,00	205.636,54
<b>TOTAL CONCRETO (1+2+3+4)</b>			<b>1.028.182,69</b>	<b>0,71</b>	<b>880.691,15</b>
<b>II. ALCANTARILLA 30"x1 Mt</b>					
<b>1. MANO DE OBRA</b>					
	1,00	115.016,74	115.016,74	<b>0,54</b>	62.109,04
<b>2. MATERIALES</b>					
2.1 CEMENTO (Bolsa)	2,12	204,91	434,41	0,82	356,22
2.2 ARENA m3	0,24	149,93	35,98	0,82	29,51
2.3 PIEDRA O GRAVA 3/4 m3	0,22	349,84	76,96	0,82	63,11
2.4 Hierro galvanizado de 10cm de Ø	1,01	980,00	987,84	1,015	1.002,66
2.5 SOLDADURA	Global		33,54	1,015	34,04
<b>SUB TOTAL</b>			<b>1.568,74</b>	<b>0,90</b>	<b>1.485,53</b>
<b>SUB TOTAL (1+2)</b>			<b>116.585,48</b>		<b>63.594,57</b>
3. COMERCIALIZACION. 25% (1+2)			29.146,37	1,00	17.806,48
<b>4. TOTAL ALCANTARILLA</b>			<b>145.731,85</b>	<b>0,81</b>	<b>81.401,05</b>
<b>III. ALCANTARILLA 36"x1 Mt</b>					
<b>1. MANO DE OBRA</b>					
	1,00	115.016,74	115.016,74	<b>0,54</b>	62.109,04
<b>2. MATERIALES</b>					
2.3 PIEDRA O GRAVA 3/4 m3	0,25	349,84	87,46	0,82	71,72
2.4 Hierro galvanizado de 10cm de Ø	0,71	980,00	691,29	1,015	701,66
2.5 SOLDADURA	Global		80,50	1,015	77,28
<b>SUBTOTAL</b>			<b>1.617,52</b>	<b>0,95</b>	<b>850,66</b>
<b>SUBTOTAL 1+2</b>			<b>1.647,52</b>		<b>62.959,70</b>
COMERCIALIZACION. 25% (1+2)			411,88	1,00	17.628,72
<b>TOTAL ALCANTARILLA</b>			<b>2.059,40</b>	<b>0,83</b>	<b>1.999,19</b>
<b>IV. ALCANTARILLA 42"x1 Mt</b>					
<b>1. MANO DE OBRA</b>					
	1,00	115.016,74	115.016,74	<b>0,54</b>	62.109,04
<b>2. MATERIALES</b>					
2.1 CEMENTO (Bolsa)	27,26	204,91	5.585,85	0,82	4.580,39
2.2 ARENA m3	1,74	149,93	260,88	0,82	213,92
2.3 PIEDRA O GRAVA 3/4 m3	2,24	349,84	783,64	0,82	642,59
2.4 Hierro galvanizado de 10cm de Ø	3,79	980,00	3.709,30	1,015	3.764,94
2.5 SOLDADURA	Global		113,27	1,015	108,74
<b>SUB TOTAL</b>			<b>10.452,94</b>	<b>0,90</b>	<b>9.310,58</b>
<b>SUB TOTAL (1+2)</b>			<b>125.469,68</b>		<b>71.419,62</b>
COMERCIALIZACION. 25% (1+2)			31.367,42	1,00	19.997,49
<b>TOTAL ALCANTARILLA</b>			<b>156.837,10</b>	<b>0,81</b>	<b>91.417,11</b>

Fuente: Investigación

Los factores de corrección calculados serán aplicados a los costos de construcción y mantenimiento a precios de mercado para obtener costos de construcción y mantenimiento a precios de eficiencia.

#### H) Costos de Operación Vehicular

En cuanto a los insumos de transporte como combustibles, lubricantes, llantas y vehículos, los costos económicos o de eficiencia se estiman deduciendo de los precios pagados de mercado o financieros las transferencias al Sector Público, tales como: impuestos, aranceles de aduana y otros derechos, así como los subsidios si los hubiera.

Respecto al costo de la tripulación y el componente de la mano de obra para mantenimiento, se asumió el factor de relación precio cuenta (RPC) igual a lo descrito arriba: un factor de conversión de 0.54 para la mano de obra no calificada tal es el caso de los ayudantes y un factor de 0.82 para el caso de la mano de obra calificada, tal es el caso de los mecánicos de equipo pesado y mano de obra de mantenimiento.

Los costos económicos considerados, en lo que respecta a los insumos de los vehículos, son los que se muestran en la tabla 51

Tabla N° 51 Consolidado de costos económicos de vehículos e insumos de transporte (en US\$ 29.32 C)

Especificaciones	Automovil suzukigran vitara	Jeep-suzuki-jimny JLX	Camionet a pick up-toyota-Hilux	M.bus 15 pasajeros Toyota KH202-MED/AB	Bus-marcopolo viaggio 1050	Camion 2 ejes liviano mitsubishi fuso	Camion mediano, 4 ton XZU720L-HKFRL3	Camion mitsubichi fuso, 8 ton 3 ejes pes. (c3)	Camion hino 12tons FG1JMYB B.GZ (CX RX 5ejes)	Moto-LP125-3125cc Lifan
Vehiculo nuevo (US\$)	24,600.54	20,426.15	28,666.34	34,403.48	291,185.09	21,982.00	30,714.70	41,389.93	73,801.44	1,363.00
(Llantas)(US\$Vehiculo)	218.79	293.52	348.05	803.52	1,116.63	2,032.00	2,223.53	3,774.26	6,660.73	56.92
Combustible(lts)	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9
lubricantes (lt)	3.11	3.11	3.11	3.11	3.11	3.11	3.11	3.11	3.11	3.11
Mano obra manten. (hora)	1.8	1.8	1.8	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	0.6
Mano obra tripulacion (hora)	1.15	1.28	1.28	1.92	2.05	3.07	3.07	5.13	6.32	0.77
Gastos Generales	1.36	1.93	2	12.5	2.28	2.4	4.03	5.64	8.66	1.36
Interes es	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%

Fuente: Deshon&Cia, Autostar, Casa Pellas, Distribuidora (Repsa - Autocentro Los Robles, Motinsa), Gasol. UNO - Nejava y BCN

Para establecer los costos financieros y económicos se efectuó un estudio de campo recabando información en diferentes fuentes para verificar los parámetros respectivos.

A continuación se presenta la información y la estimación correspondiente de los costos económicos a partir de los costos financieros o de mercado.

El costo económico de los vehículos se estableció a través de su estructura de costos, luego de deducir las transferencias al gobierno central y establecer sus respectivos costos económicos. Tabla No52

Tabla N°52 precios financieros y económicos de vehículos (en US\$ 29.32 c)

Especificaciones	Automovil - Suzuki Gran Vitara	Jeep - Suzuki - Jimny JLX	Camioneta Pick Up - Toyota - Hilux	M.bus 15 pasajeros Toyota LH202- MED/AB	Bus - Marcopolo Viaggio 1050	Camión 2 Ejes Liviano, Mitsubishi Fuso	Camión Mediano, 4 Ton - XZU720L - HKFRL3	Camión Mitsubishi Fuso, 8 Tons 3 Ejes Pes. (C3)	Camión Hino 12 Tons FGIJMUBB.G Z (CxRx <sup>A</sup> - 5ejes)	Moto - LF125- 3 125cc - Lifan
Vehículo Nuevo (US\$)	14.358,05	14.595,98	24.347,00	29.219,85	179.873,27	18.604,89	23.092,52	31.119,01	55.488,57	1.023,08
Servicio US\$5.00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Subtotal	14.363,05	14.600,98	24.352,00	29.224,85	179.878,27	18.609,89	23.097,52	31.124,01	55.493,57	1.028,08
Dai 10%	1.436,31	1.460,10	0,00	0,00	8.993,91	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Subtotal	15.799,36	16.061,08	24.352,00	29.224,85	188.872,18	18.609,89	23.097,52	31.124,01	55.493,57	1.029,08
ISC 10%	1.579,94	1.606,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Subtotal	17.379,29	17.667,19	24.352,00	29.224,85	188.872,18	18.609,89	23.097,52	31.124,01	55.493,57	1.030,08
Comercializacion	5.213,79	5.300,16	469,99	564,04	56.661,65	412,58	6.929,26	9.337,20	16.648,07	308,42
Subtotal	22.593,08	22.967,34	24.821,99	29.788,88	245.533,83	19.022,47	30.026,78	40.461,21	72.141,63	1.336,50
IVA	3.388,96	0,00	3.723,30	4.468,33	36.830,08	2.853,37	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Gastos pagados por internación</b>										
Costo en Aduana + IVA	20.768,25	17.667,19	28.075,30	33.693,18	225.702,26	21.463,26	23.097,52	31.124,01	55.493,57	1.030,08
Imp S /Renta	2.076,83	1.766,72	2.807,53	3.369,32	22.570,23	2.146,33	2.309,75	3.112,40	5.549,36	103,01
Subtotal	22.845,08	19.433,91	30.882,83	37.062,50	248.272,48	23.609,59	25.407,27	34.236,41	61.042,92	1.133,08
Comercializacion	6.853,52	5.830,17	596,04	715,31	74.481,74	523,42	7.622,18	10.270,92	18.312,88	339,92
Subtotal	29.698,60	25.264,08	31.478,87	37.777,80	322.754,23	24.133,02	33.029,45	44.507,33	79.355,80	1.473,01
Impuesto Municipal	296,99	252,64	314,79	377,78	3.227,54	241,33	330,29	445,07	793,56	0,00
IVA	4.460,19	0,00	4.727,23	5.672,07	48.418,53	3.625,35	0,00	0,00	0,00	0,00
Subtotal	34.455,78	25.516,72	36.520,89	43.827,65	374.400,30	27.999,70	33.359,75	44.952,40	80.149,36	1.473,01
Menos adelanto IVA	3.388,96	0,00	3.723,30	4.468,33	36.830,08	2.853,37	0,00	0,00	0,00	0,00
Subtotal	31.066,82	25.516,72	32.797,59	39.359,32	337.570,23	25.146,33	33.359,75	44.952,40	80.149,36	1.473,01
Menos adelanto IR	2.076,83	1.766,72	2.807,53	3.369,32	22.570,23	2.146,33	2.309,75	3.112,40	5.549,36	103,01
<b>Total Precio de Venta</b>	<b>28.989,99</b>	<b>23.750,00</b>	<b>29.990,06</b>	<b>35.990,00</b>	<b>315.000,00</b>	<b>23.000,00</b>	<b>31.050,00</b>	<b>41.840,00</b>	<b>74.600,00</b>	<b>1.370,00</b>

Fuente: Deshon&Cia, Autostar, Casa Pellas, Autónica

Nota: El precio de venta corresponde al precio Financiero.

De acuerdo a éste cuadro, se deducen los precios económicos de los vehículos y su correspondiente factor de corrección que es entre el 0.85 a 0.90 para los vehículos livianos y de 0.96 para los pesados. En su estimación se han considerado las transferencias al Gobierno Central y estimado la retribución de los distribuidores y vendedores de vehículos.

La estructura de costos de los combustibles se muestra en la tabla No53 en el mismo que se muestra el costo promedio ponderado en US\$/Lts., de la gasolina superior y regular.

Tabla N°53 Costos unitarios de combustibles a precios financieros y económicos o de eficiencia (en US\$ 29.32 C)

PARTIDAS	Diesel Superior US\$/GL	Gasolina Superior US\$/GL	Gasolina Regular US\$/GL
Precio CIF	1,48	1,67	1,58
Impuesto Ad Valorem -DAI	0,15	0,17	0,16
Impuesto DAI MEX (1+2)	0,11	0,13	0,12
ISC (1+2+3)	0,27	0,30	0,28
Otras obligaciones	0,119	0,119	0,119
<b>Total Costos de Adquisición</b>	<b>2,13</b>	<b>2,38</b>	<b>2,26</b>
Precios de Internacion	2,13	2,38	2,26
Subsidios	0,00	0,00	0,00
Fondo Estabiliz. y Fomto Financ.	0,00	0,00	0,00
Margen Especial Financiero	0,00	0,00	0,00
Otros Costos y Gastos	0,43	0,48	0,45
<b>Precio max. de facturación</b>	<b>2,56</b>	<b>2,86</b>	<b>2,71</b>
<b>DISTRIBUIDOR</b>			
Total precio de adquisición	2,56	2,86	2,71
Margen de comercialización	0,28	0,31	0,30
FOMAV	0,15	0,17	0,16
Precio de Venta Neto	<b>2,99</b>	<b>3,35</b>	<b>3,17</b>
IVA	0,45	0,50	0,48
<b>Precio Venta Total</b>	<b>3,44</b>	<b>3,85</b>	<b>3,65</b>
<b>GASOLINERA</b>			
<b>Total precio de adquisición</b>	<b>3,44</b>	<b>3,85</b>	<b>3,65</b>
Margen Gasolinera	0,38	0,42	0,40
Precio Venta Neto	3,82	4,27	4,05
IVA 15% (de la diferencia)	0,06	0,06	0,06
<b>Precio Venta Consumidor (Costo Financiero) (US\$ / gl)</b>	<b>3,88</b>	<b>4,34</b>	<b>4,11</b>
Transferencia al Gobierno (US\$ / gl)	0,86	0,95	0,90
<b>Costo Económico (US\$ / gl)</b>	<b>3,02</b>	<b>3,39</b>	<b>3,20</b>
Factor de corrección	1,015	1,015	1,015
<b>Precio Financiero (US\$ / lt)</b>	<b>1,02</b>	<b>1,16</b>	<b>1,10</b>
Transferencia al Gobierno (US\$ / Lts)	0,23	0,25	0,24
<b>Precio Económico (US\$ / lt)</b>	<b>0,80</b>	<b>0,90</b>	<b>0,85</b>

1/Costo descarga, costos operación Terminal, pérdidas de almacén

Información (Fuente: INE - Ente Regular)

En la tabla 54 se presentan los datos técnicos de las llantas que utilizan los diferentes tipos de vehículos considerados para el análisis.

Para la evaluación, se establecieron sus respectivas estructuras de precios para definir su costo a precios económicos a partir de sus precios financieros, para ser ingresados al modelo de evaluación. Dicha estructura se presenta en la tabla 55 y 56 en el que además se muestra los factores de conversión estimados.

Tabla N° 54 Datos técnicos de llantas

Vehículos	Tipo de Llantas	Número de Llantas	No. De Llantas x Vehículo	Precio unitario (U\$)	Costo Total U\$
Autos	MRF - Radial	175/70 R13	4	64,58	258,31
Camioneta Jeep	Kumho - Radial	185/70 R14	4	86,45	345,78
Moto	Delantera	16	1	38,92	38,92
	Trasera	18	1	56,84	56,84
M.Bus	Master Set	9-00-20	4	236,55	946,21
Bus Grande	LUG HCL Set	10-00-20	4	328,71	1.314,84
Camión Liviano	Riverstone	9-00-R20	6	364,88	2.189,30
Camión Liviano	Riverstone	10-00-20	6	398,72	2.392,30
Camión Mediano	Riverstone	10-00-20	6	436,33	2.618,01
Camión Pesado	MRF - Tracción	11-00-20	16	277,73	4.443,71
Camión Articulado	MRF - Tracción	11-00-20	16	490,12	7.841,99
Camioneta Pick UP	Good Year	225/75 R16	4	102,50	409,99
Microbús	Good Year	225/75 R16	4	181,47	725,86

Fuente: Distribuidora (Repsa - Autocentro Los Robles, Motinsa, Cotarsa, Distribuidora El Redentor), Tipo de Cambio U\$1 = 29.32 C

Tabla N°55 Costos financieros y económicos de llantas (EN US\$)

Especificaciones	Automovil - Suzuki Gran Vítara	Jeep - Suzuki - Jimny JLX	Camioneta Pick Up - Toyota - Hilux	M.bus 15 pasajeros Toyota LH202- MED/AB	Bus - Marcopolo Viaggio 1050	Camión 2 Ejes Liviano, Mitsubishi Fuso	Camión Mediano, XZU720L - HKFRL3	Camion Mitsubishi Fuso, 8 Tons 3 Ejes Pes. (C3)	Camion Hino 12 Tons FG1JMUBB.G Z (CxRx^ -5ejes)	Moto - LF125-3 125cc - Lifan	
										Delantera	Trasera
Valor Cif	108,20	145,84	172,97	399,57	555,34	1010,66	1106,04	1877,55	3313,61	16,16	23,74
Dai	5,4	7,3	8,6	20,0	27,8	50,5	55,3	93,9	165,7	0,8	1,2
ISC	17,0	22,1	26,2	60,2	83,5	151,8	166,1	281,9	497,3	2,7	3,8
<b>Costos de Importación</b>	22,5	29,4	34,8	80,2	111,3	202,4	221,5	375,8	663,0	3,5	5,0
Otros Costos y Gastos	32,5	43,8	51,9	119,9	166,6	303,2	331,8	563,3	994,1	4,8	7,1
Total Costo de Adquisición	185,6	248,4	294,5	679,7	944,6	1718,6	1880,8	3192,3	5633,6	28,0	40,8
Transporte y Comerc.	14,8	19,9	23,6	54,4	75,6	137,5	150,5	255,4	450,7	2,2	3,3
Margen Utilidad	22,3	29,8	35,3	81,6	113,3	206,2	225,7	383,1	676,0	3,4	4,9
Precio Publico	222,7	298,1	353,4	815,7	1.133,5	2.062,3	2.256,9	3.830,8	6.760,3	33,5	49,0
Impuesto Municipal	2,2	3,0	3,5	8,2	11,3	20,6	22,6	38,3	67,6	0,3	0,5
IVA	33,4	44,7	53,0	122,4	170,0	309,3	338,5	574,6	1014,1	5,0	7,4
<b>Precio Mercado</b>	<b>258,31</b>	<b>345,78</b>	<b>409,99</b>	<b>946,21</b>	<b>1.314,84</b>	<b>2.392,30</b>	<b>2.618,01</b>	<b>4.443,71</b>	<b>7.841,99</b>	<b>38,92</b>	<b>56,84</b>
<b>Precio Económico</b>	<b>218,79</b>	<b>293,52</b>	<b>348,05</b>	<b>803,52</b>	<b>1.116,63</b>	<b>2.031,82</b>	<b>2.223,53</b>	<b>3.774,26</b>	<b>6.660,73</b>	<b>32,87</b>	<b>48,10</b>
Transferencias	39,5	52,3	61,9	142,7	198,2	360,5	394,5	669,4	1181,3	6,0	8,7
Factor de Correccion	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Fuente: Elaboración propia, información de proveedor (Repsa - Autocentro Los Robles y BCN). Tipo de Cambio 29.32 C x \$

En la tabla 56 se presenta la estructura de costos de los lubricantes, en el que se establece los costos financieros y económicos. También se puede observar el factor de conversión para este producto.

Tabla N°.56 Costos financieros y económicos de lubricantes  
(en US\$/LTS)

ESPECIFICACIONES	Gas. Uno (Aceite #40)	Gas. Uno (Aceite #50)
VALOR CIF	8,34	8,34
Impuesto Ad Valorem -DAI	1,25	1,25
DAI MEX	1,00	1,00
ISC	1,59	1,59
Otras obligaciones	0,08	0,08
<b>TOTAL</b>	<b>12,27</b>	<b>12,27</b>
Transporte	0,49	0,49
Utilidad	1,53	1,53
<b>Precio Venta Neto</b>	<b>14,29</b>	<b>14,29</b>
IVA	2,14	2,14
<b>Precio Venta Total</b>	<b>16,43</b>	<b>16,43</b>
Vendedor:		
Margen vendedor	1,31	1,31
IEC	3,37	3,37
IVA (Dif.)	0,35	0,35
<b>PRECIO FINANCIERO</b>	<b>21,46</b>	<b>21,46</b>
TRANSFERENCIAS	9,79	9,79
<b>PRECIO ECONOMICO</b>	<b>11,68</b>	<b>11,68</b>
FACTOR	1,015	1,015
<b>Precio (LTS) Financiero</b>	<b>5,72</b>	<b>5,72</b>
<b>Precio (LTS) Economico</b>	<b>3,11</b>	<b>3,11</b>

(Fuente: Gasolinera UNO, Ciudad Jardín) –Tipo de cambio 29.32 C x US\$

#### I) Costos del Tiempo de Viaje.

El costo de tiempo de viaje de los pasajeros es resultado de los estudios complementarios que se efectuaron durante la realización de las encuestas de origen y destino sobre la carretera del proyecto.

Para establecer el ingreso promedio por viajero, se ha tomado de todos aquellos que tienen un ingreso mensual declarado en el momento de la encuesta, lo que resulta, luego de sumarle los beneficios sociales y las deducciones de ley, un ingreso mensual promedio de US\$ 563.75 pero como el 76.25% viaja por motivo de trabajo, este ingreso medio mensual es de US\$429.86.

Esta estimación se hace en razón de que en la actualidad el costo del tiempo de viaje del pasajero es diferente para ambos casos y que los que presentan menores ingresos, sus viajes son más regulares. De acuerdo a la información de los estudios realizados, el ingreso promedio mensual por pasajero corresponde, en su mayoría, a trabajadores de estrato social medio. El costo horario por

pasajero se estima considerando un total de 176 horas laborables al mes y de acuerdo a la relación que se muestra.

Seguidamente:

$$C_{hp} = \frac{IP \times \%vmt}{176}$$

Dónde:

Chp = Costo horario de pasajero

IP = Ingreso promedio mensual

%vmt = % viajes motivo trabajo

Tabla N° 57 Costo de tiempo de viaje de pasajeros (en US\$)

ENTREVISTADOS	CANTIDAD	HABER MENSUAL (En US\$)	TOTAL HABERES (En US\$)
Ganadero	100	1.008	100.760
Agricultor		171	17.110
Comerciante	15	342	5.133
Médico	5	323	1.616
Administrador	3	228	684
Maestro de obra	5	171	856
Vendedor	11	152	1.673
Electricista	1	171	171
Gerente	2	570	1.141
Profesor	7	95	665
Enfermera	5	95	475
Chofer	5	133	665
Pintor	1	114	114
Finquero	3	133	399
Secretaría	5	76	380
Mecánico	2	133	266
Carpintero	2	114	228
Costurera	2	76	152
Panadero	1	91	91
Albañil	1	114	114
Zapatero	1	87	87
Cocinera	4	68	274
Mesero	4	68	274
<b>Total</b>	<b>185</b>		<b>133.331</b>
Beneficios sociales en US\$(0,17)			22.666,24
<b>Total</b>			<b>155.997,03</b>
Ingreso Promedio por Pasajeros			843,23
Viajes por Motivos de Trabajo			89,31
Ingreso Medio Mensual por Pasajeros			720,71
Ingreso Promedio Horario			4,70

Fuente: Información de campo mediante encuestas y Elaboración propia de acuerdo a la relación utilizada, el costo promedio por pasajero en vehículo de servicio público es de 1.66 US\$/hora.

En el caso de las personas de mayores ingresos y público en general que preferentemente utiliza el automóvil se consideró que tienen un costo horario relativamente mayor de los que usan normalmente el transporte público, por tanto el ingreso promedio de estos usuarios debe ser mayor (este tipo de usuario está dispuesto a utilizar en cualquier momento el servicio de automóvil e incluso los que eventualmente por lo general utilizan el servicio público). De acuerdo a esto, el ingreso horario para este tipo de usuario de vehículo sería mayor, pero siendo este municipio y sus comarcas de una pobreza de media a alta, hasta tanto no se reflejen el impacto y los beneficios del proyecto y para fines de análisis el ingreso promedio se consideró igual para todos de US\$1.66 por hora.

Como los vehículos de carga transportan en forma muy limitada, pasajeros de servicio público, se les consideró también dicha información, tal como lo muestra la tabla 58

Tabla N°58 Valor del tiempo de los usuarios (en US\$/HS)

ESPECIFICACIONES	Automovil	M.bus13 pasaj Hyundai TQ-2,5DSL	Bus International Mediano	Bus Grande Marco Polo 770 (MB)	Camión 2 Ejes Liviano, Toyots DYNALY235L	Camión 2 Ejes Mediano, HINOW 04D-J	Camión M2- 25k, 8 Tons 3 Ejes Pes.	Camion M2- 52k, 20 Tons (Articulado)	Jeep Gran Vitara	Moto	Pick Up
Pasajero Tiempo Trabajo	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
Pasajero Tiempo Ocio	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83

Fuente: Elaboración propia Tipo de cambio 29.32c X US\$

Para el caso del costo de tiempo en ocio, se ha considerado un 50% del tiempo efectivo del pasajero por estar siempre remunerado aunque no esté laborando en ese momento.

J) Costos de Construcción, Costos de Mantenimiento y Costos de Supervisión.

De acuerdo a los factores de ajustes estimados y señalados en la tabla No 50 y No.51, se estiman los costos de construcción y mantenimiento a precios económicos y a precios financieros de las Diferentes Alternativas, con lo que se

alimenta la corrida del HDM-4 de acuerdo a lo apuntado en la sección en donde se definen los parámetros requeridos por dicho modelo. En la tabla No.50, se estima el factor de ajuste para convertir los costos de construcción y mantenimiento a precios económicos:

Los costos de inversión corresponden a las soluciones técnicas que se quieren aplicar en el proyecto para alcanzar las soluciones deseadas, que es el de optimizar los viajes de los usuarios, estos se encuentran considerados en los subtítulos que se refieren a Construcción y Mantenimiento; estos últimos, tanto para la situación de “sin proyecto”, como “con proyecto”.

Para este estudio se han considerado las alternativas constructivas, Concreto Asfáltico en caliente y Concreto Hidráulico.

Para el caso de las inversiones en equipos y materiales de origen nacional, se le deducen las transferencias al Gobierno Central, como el Impuesto al Valor Agregado (IVA) y el impuesto municipal y en cuanto a los equipos y material importado, se les deduce adicionalmente la tasa arancelaria promedio mencionada anteriormente y el IVA.

Nota: Para calcular los costos de operación vehicular se utilizó el VOC – HDM4. El presente documento contiene los resultados de la investigación y análisis de la información recopilada de fuentes primarias y secundarias levantadas a lo largo del tramo en estudio.

En la evaluación se consideran tres partes fundamentales: a) La primera corresponde a la caracterización de los municipios e identificación de los problemas de la zona de influencia del proyecto b) La segunda corresponde a la formulación del proyecto, donde se plantean las alternativas de solución a los problemas detectados (que deben corresponderse con los objetivos del proyecto) y se abordan los aspectos de demanda, ingeniería, costos y beneficios

esperados; y c) La factibilidad donde se calculan los indicadores de rentabilidad principales como son La Tasa Interna de Rendimiento TIR y el Valor Actual Neto, VAN, ellos determinan la conveniencia de ejecutar o no ejecutar la inversión. Cuando la inversión es realizada por el Estado, la evaluación debe efectuarse desde la perspectiva de toda la sociedad y para ello se ajustan los costos y beneficios utilizando precios de eficiencia conocidos también como precios sombra.

#### 4. Resultados de la evaluación socioeconómica.

#### Síntesis de los Resultados de la Evaluación Económica

Proyecto: Chinandega – Guasaule – 12. 069 km

##### A) Costos de la alternativa estudiada.

Detalle de los resultados de la evaluación económica, verlo en el Anexo X.

#### INVERSION FIJA

Costos de Construcción: Los costos de construcción de las 2 alternativas de pavimento analizadas, elaborados por el especialista de costo, se presentan a continuación:

Tabla N°59 Costo de construcción U.S. \$

<b>COSTOS DE CONSTRUCCION U.S. \$</b>		
	<b>Costos Financiero</b>	<b>Costos Económicos</b>
Concreto Asfáltico en Caliente	14554,291.10	12365,851.86
Concreto Hidráulico	13417,184.12	11287,557.54

Fuente: trabajo de gabinete Tipo de cambio 29.32c X US\$

Costo de Supervisión: Los costos de supervisión se calcularon con el 5.07% de los costos directos de construcción de las alternativas evaluadas, estos se presentan a continuación.

Tabla N°60 Costo de supervisión U.S. \$

<b>COSTOS DE SUPERVISION U.S. \$</b>			
	<b>Costos Financiero</b>	<b>Costos Económicos</b>	<b>Costos por km</b>
Concreto Asfáltico en Caliente	431,095.63	371,154.22	30,752.69
Concreto Hidráulico	431,095.63	371,154.22	30,752.69

Fuente: trabajo de gabinete Tipo de cambio 29.32c X US\$

Tabla N°61 Costo por kilómetro del proyecto:

<b>COSTO POR KM + SUPERVISION US \$</b>			
	<b>Costo de Construcción por Km</b>	<b>Costo de Supervisión por Km</b>	<b>Costo Total por Km</b>
Concreto Asfáltico en Caliente	1024,596.23	30,752.69	1055,348.92
Concreto Hidráulico	935,252.10	30,752.69	966,004.79

Fuente: trabajo de gabinete Tipo de cambio 29.32c X US\$

La ejecución del proyecto, consistente en el mejoramiento de 12.069 km de carretera el cual requiere de una inversión total de construcción más supervisión para cada tipo de pavimento evaluada, ver cuadro a continuación:

TABLA NO 62 COSTO FINANCIERO DE LAS OBRAS USD\$

<b>Costo Financiero Total de las Obras USD\$</b>			
<b>Alternativa de Pavimento</b>	<b>Costo de la Obra</b>	<b>Costo de Supervisión</b>	<b>Costo total</b>
Mezcla Asfáltica en Caliente	14,554,291.10	431,095.63	14,985,386.73
Concreto Hidráulico	13,417,184.12	431,095.63	13,848,279.74

Fuente: trabajo de gabinete Tipo de cambio 29.32c X US\$

## 5. Evaluación económica del proyecto.

La evaluación del proyecto Chinandega-Guasaule de 12.069 kilómetros, incluye en el análisis los caseríos y comunidades del municipio Villanueva hasta la comunidad de Israel, ambos en el departamento de Chinandega y abarca caminos que comunican hacia la frontera norte del país (Guasaule), en ese trayecto se localizan centros portuarios, turísticos y productivos y

presumiblemente motivaría a los productores de la zona de influencia para mejorar sus técnicas y niveles de producción. El análisis realizado a nivel de toda la red influenciada por la ejecución del proyecto estaría aportando un volumen adicional de tráfico generado.

En la presente evaluación se utilizó además de la información sobre las características y composición del tramo, los Costos de Operación Vehicular, actualizados al año 2014. En el análisis se utilizaron los resultados de las encuestas de origen y destino realizadas a lo largo de toda la red principal, las reducciones de velocidades de operación y tiempos de viaje de los usuarios de esta ruta.

En la evaluación se utilizó el tráfico proyectado que se presenta en el TPDA de 3,700vpd.

Asimismo, se tomó un IRI de 10 m/km en la situación sin proyecto, para la situación con proyecto los valores son de un IRI de 2.5 m/km para concreto Asfáltico en Caliente y un IRI de 3.0 m/km, de conformidad con lo determinado por el MTI

Para el análisis económico se utilizó la alternativa de diseño de mezcla asfáltica en caliente con espesor de (12.5 cm) contrastada con la alternativa sin proyecto para comparar los beneficios que se obtienen del tramo con y sin proyecto. Para la alternativa de Concreto Hidráulico se utilizó un espesor de (19.0 cm).

La evaluación económica del proyecto se realizó para una vida útil de 20 años, a una tasa de descuento del 12%...

A) Beneficios obtenidos.

La evaluación económica del proyecto se realizó de acuerdo al enfoque de los excedentes sociales del consumidor complementados con el excedente del productor.

Para la evaluación económica del proyecto se utilizó el software HDM-4 (HighwayDevelopment and Management), versión 2.08 cuyos resultados fueron los siguientes:

Tabla N°63 Alternativas analizadas

Alternativas Analizadas	TIR %	VAN Millones US \$
Asfalto en Caliente	24.1	12,183
Concreto Hidráulico	28.2	15.635

Fuente: trabajo de gabinete

También se nota en el mismo cuadro de abajo la distribución de beneficio entre los diferentes sectores que intervienen en el Proyecto como son el inversionista (el Gobierno), los productores o transportistas y las personas de escasos recursos.

Tabla N°64: Indicadores económicos

HDM-4		ECONOMIC INDICATORS SUMMARY								
NAME	CHINANDEGA - GUASAULE	DISCOUNT RATE	12%	CURRENCY	US\$ FOLLAR (MILLIONS)					
Alternative	Present value of total agency costs (RAC)	Present value of agency capital costs (CAP)	Increase in agency costs ©	Decrease in user costs (B)	Net exogenous benefits (E)	Net present value (NPV=B+E-C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost ratio (NPV/CAP)	Internal rate of return (IRR)	
Alternativa sin proyecto	1.456	1.344	0	0	0	0	0	0	0	0
Concreto asfaltico	13.999	13.716	12.542	24.725	0	12.183	0.87	0.888	24.1(1)	
Concreto hidraulico	11.592	11.478	10.135	25.77	0	15.635	1.349	1.362	26.6(1)	

Fuente: Programa utilizado por el banco central de Nicaragua (HDM-4)

## 6. Análisis de sensibilidad.

Los beneficios o costos pueden tener variaciones entre su valor teórico (estimado) y el que se presenta durante la ejecución del proyecto. Para asegurarse de que la rentabilidad del proyecto es consistente con variaciones de costos y beneficio de rentabilidad, se realizó un análisis de sensibilidad (aumentando y disminuyendo los costos y beneficios básicos del proyecto) en un 10%, 15%, 20% y 25%, que se relacionan con los que se pueden presentar durante la ejecución. De esta manera se determina la viabilidad de la inversión y la disponibilidad de los recursos necesarios para hacer frente a eventualidades de variaciones en los parámetros asumido durante la elaboración del estudio. Al mismo tiempo se nota que con las variaciones de costos y beneficios, la rentabilidad continúa siendo atractiva o aceptable.

En los cuadros de sensibilidad se nota que la TIR del ConcretoHidráulico es siempre mayor que la del Asfalto en caliente. Ver cuadro siguiente.

Tabla N°65 Análisis de sensibilidad beneficios.

SENSITIVITY: COSTOS 10% BENEFICIOS 10%									
ALTERNATIVE	Present value of total agency costs (RAC)	Present value of agency capital costs (CAP)	Increase in agency costs (C)	Decrease in user costs (B)	Net exogenous benefits ( E)	Net present value (NPV=B+E- C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost ratio (NP/CAP)	Internal rate of return (IRR)
Alternativa sin proyecto	1.456	1.344	0	0	0	0	0	0	0
concreto asfalto	13.999	13.716	13.797	22.253	0	8.456	0.604	0.617	19.9 (1)
concreto hidraulico	11.592	11.478	11.149	23.193	0	12.044	1.039	1.049	24 (1)
SENSITIVITY: COSTOS 20% BENEFICIOS 20%									
ALTERNATIVE	Present value of total agency costs (RAC)	Present value of agency capital costs (CAP)	Increase in agency costs (C)	Decrease in user costs (B)	Net exogenous benefits ( E)	Net present value (NPV=B+E- C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost ratio (NP/CAP)	Internal rate of return (IRR)
Alternativa sin proyecto	1.456	1.344	0	0	0	0	0	0	0
concreto asfalto	13.999	13.716	15.051	19.78	0	4.729	0.338	0.345	16.2 (1)
concreto hidraulico	11.592	11.478	12.163	20.616	0	8.453	0.729	0.736	19.9 (1)

Fuente: Programa HDM-4

Tabla N°66 Análisis de sensibilidad costos.

SENSITIVITY INC. COSTO 20%									
ALTERNATIVE	Present value of total agency costs (RAC)	Present value of agency capital costs (CAP)	Increase in agency costs (C)	Decrease in user costs (B)	Net exogenous benefits ( E )	Net present value (NPV=B+E-C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost ratio (NP/CAP)	Internal rate of return (IRR)
Alternativa sin proyecto	1.456	1.344	0	0	0	0	0	0	0
concreto asfalto	13.999	13.716	14.424	24.725	0	9.674	0.591	0.709	20.3(1)
concreto hidraulico	11.592	11.476	11.666	25.77	0	13.607	1.174	1.185	24.4(1)
SENSITIVITY INC. COSTO 25%									
ALTERNATIVE	Present value of total agency costs (RAC)	Present value of agency capital costs (CAP)	Increase in agency costs (C)	Decrease in user costs (B)	Net exogenous benefits ( E )	Net present value (NPV=B+E-C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost ratio (NP/CAP)	Internal rate of return (IRR)
Alternativa sin proyecto	1.456	1.344	0	0	0	0	0	0	0
concreto asfalto	13.999	13.716	14.424	24.725	0	9.047	0.545	0.562	19.5(1)
concreto hidraulico	11.592	11.476	11.666	25.77	0	13.101	1.13	1.141	23.5(1)
SENSITIVITY REDUCCION BENEF 10%									
ALTERNATIVE	Present value of total agency costs (RAC)	Present value of agency capital costs (CAP)	Increase in agency costs (C)	Decrease in user costs (B)	Net exogenous benefits ( E )	Net present value (NPV=B+E-C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost ratio (NP/CAP)	Internal rate of return (IRR)
Alternativa sin proyecto	1.456	1.344	0	0	0	0	0	0	0
concreto asfalto	13.999	13.716	14.424	24.725	0	9.71	0.594	0.708	21.9(1)
concreto hidraulico	11.592	11.476	11.666	25.77	0	13.056	1.126	1.138	26.1(1)

Fuente: Programa HDM-4

Tabla N°67 Análisis de sensibilidad beneficios.

SENSITIVITY: COSTOS 25% BENEFICIOS 25%									
ALTERNATIVE	Present value of total agency costs (RAC)	Present value of agency capital costs (CAP)	Increase in agency costs (C)	Decrease in user costs (B)	Net exogenous benefits ( E )	Net present value (NPV=B+E-C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost ratio (NP/CAP)	Internal rate of return (IRR)
Alternativa sin proyecto	1.456	1.344	0	0	0	0	0	0	0
concreto asfalto	13.999	13.716	15.676	18.544	0	2.666	0.205	0.209	14.5 (1)
concreto hidraulico	11.592	11.476	12.669	19.327	0	6.658	0.574	0.58	18.1 (1)
SENSITIVITY INC. COSTO 10%									
ALTERNATIVE	Present value of total agency costs (RAC)	Present value of agency capital costs (CAP)	Increase in agency costs (C)	Decrease in user costs (B)	Net exogenous benefits ( E )	Net present value (NPV=B+E-C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost ratio (NP/CAP)	Internal rate of return (IRR)
Alternativa sin proyecto	1.456	1.344	0	0	0	0	0	0	0
concreto asfalto	13.999	13.716	13.797	24.725	0	10.929	0.761	0.797	22.1(1)
concreto hidraulico	11.592	11.476	11.149	25.77	0	14.621	1.261	1.274	26.3(1)
SENSITIVITY INC. COSTO 15%									
ALTERNATIVE	Present value of total agency costs (RAC)	Present value of agency capital costs (CAP)	Increase in agency costs (C)	Decrease in user costs (B)	Net exogenous benefits ( E )	Net present value (NPV=B+E-C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost ratio (NP/CAP)	Internal rate of return (IRR)
Alternativa sin proyecto	1.456	1.344	0	0	0	0	0	0	0
concreto asfalto	13.999	13.716	14.424	24.725	0	10.302	0.736	0.751	21.1(1)
concreto hidraulico	11.592	11.476	11.666	25.77	0	14.114	1.216	1.23	25.3(1)

Fuente: Programa HDM-4

Tabla N°.68 Análisis de sensibilidad de producción

SENSITIVITY REDUCCION BENEF 15%									
ALTERNATIVE	Present value of total agency costs (RAC)	Present value of agency capital costs (CAP)	Increase in agency costs (C)	Decrease in user costs (B)	Net exogenous beneficiis ( E)	Net present value (NPV=B+E-C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost ratio (NP/CAP)	Internal rate of return (IRR)
Alternativa sin proyecto	1.456	1.344	0	0	0	0	0	0	0
concreto asfalto	13.999	13.716	14.424	24.725	0	8.474	0.605	0.618	20.7(1)
concreto hidraulico	11.592	11.476	11.666	25.77	0	11.769	1.015	1.025	24.8(1)
SENSITIVITY REDUCCION BENEF 25%									
ALTERNATIVE	Present value of total agency costs (RAC)	Present value of agency capital costs (CAP)	Increase in agency costs (C)	Decrease in user costs (B)	Net exogenous beneficiis ( E)	Net present value (NPV=B+E-C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost ratio (NP/CAP)	Internal rate of return (IRR)
Alternativa sin proyecto	1.456	1.344	0	0	0	0	0	0	0
concreto asfalto	13.999	13.716	14.424	24.725	0	6.002	0.429	0.438	18.3(1)
concreto hidraulico	11.592	11.476	11.666	25.77	0	9.192	0.793	0.801	22.2(1)
SENSITIVITY REDUCCION BENEF 20%									
ALTERNATIVE	Present value of total agency costs (RAC)	Present value of agency capital costs (CAP)	Increase in agency costs (C)	Decrease in user costs (B)	Net exogenous beneficiis ( E)	Net present value (NPV=B+E-C)	NPV/Cost Ratio (NPV/RAC)	NPV/Cost ratio (NP/CAP)	Internal rate of return (IRR)
Alternativa sin proyecto	1.456	1.344	0	0	0	0	0	0	0
concreto asfalto	13.999	13.716	14.424	24.725	0	7.238	0.517	0.528	19.5(1)
concreto hidraulico	11.592	11.476	11.666	25.77	0	10.481	0.904	0.913	23.5(1)

Fuente: Programa HDM-4

## CAPITULO V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 1. Conclusiones.

Las dos alternativas analizadas presentan una tasa de rentabilidad mayor que la tasa de corte 12%, como se observa seguidamente: La alternativa de Concreto Hidráulico tiene una TIR del 28.0% y la alternativa de Concreto Asfáltico en Caliente tiene una TIR del 23.9. Estas tasas están influenciadas por el hecho de que se está utilizando un tráfico de una carretera troncal con alto tráfico local e internacional en donde los costos de operación vehicular se concentran en el transporte pesado, que refleja los mayores ahorros en la situación con proyecto, o sea que se utiliza un tráfico de una carretera de mayor longitud para analizar la rentabilidad de solo unos 12.069 kilómetros frente a la longitud de 205 km de Managua a Guasaule. Lo que representa apenas el 6% de la longitud del camino.

La tasa de rentabilidad refleja además el costo evitado por la inundación temporal en la estación de invierno por la interrupción del tráfico, dado que si no se mantuviera abierta permanentemente la vía, todos los beneficios obtenidos con la realización del proyecto serían poco menos que cero, porque lo que le da importancia económica a la vía es su condición de vía internacional.

Dentro de los beneficios del proyecto deben tenerse en cuenta los costos evitados, que corresponden a los costos contingentes en los que no se incurrirían si no se inundara la vía del proyecto.

Los costos evitados incluyen los efectos de la inundación en varios rubros de la actividad socioeconómica del sector afectado, entre ellos se destacan los siguientes:

Los costos evitados son susceptibles de ser calculados, pero en este proyecto no fue posible calcularlos ni estimarlos por falta de información o de registro de las instituciones que atienden estas emergencias, pero los principales se enumeran en el siguiente cuadro de afectaciones.

La composición del TPDA, para el año 2014, indica que la mayor proporción corresponde a los pesados de carga con un 47.52 %, de los cuales el 33.31 % corresponde a los vehículos tipo T3S2.

Como producto del desarrollo productivo de la zona de influencia, incentivado por la mejora del tramo en estudio, el tránsito desarrollado tendrá un incremento de camiones (C2), desde 12 vpd en el año 2019 hasta un total de 62 vpd al final de la vida útil del proyecto.

Los resultados de la proyección del tráfico indican que para el año 2017 se tendrá un tráfico total de 1,694 vpd, 2,075 vpd para el 2,021, 2,553 vpd para el 2,026, 3,086 vpd para el 2,031y al final de la vida útil 3,700 vpd.

Durante el estudio de subidas y bajadas de pasajeros solamente se determinaron un total de tres sitios de paradas del transporte colectivo de pasajeros para ambos sentidos, sin embargo solamente dos de ellas ameritan la construcción de bahías para el sube y baja de pasajeros con seguridad para los peatones, estas son la N°1 Villa 15 de Julio y la N°2 Empalme El Marimbero.

Al finalizar su vida útil de operación en el año 2,036, el tramo en estudio tendrá un TPDA de 3,700 vpd y un nivel de servicio D, para una velocidad de diseño de 80 km/h lo que refleja un flujo vehicular inestable y la capacidad de rebase se acerca a cero. Hay que tomar en cuenta también que los porcentajes de vehículos pesados y de carga son altos, rondando el 50% del TPDA.

## 2. Recomendaciones.

Si se analiza el estudio de tráfico el 89.31% corresponde a motivos de trabajo, y este es realizado con el transporte pesado de carga y pasajeros, de tal manera que este proyecto debe realizarse a la mayor brevedad posible, dada el alto tráfico que tiene y la importancia económica para los países del área Centroamericana.

Con esta inversión se resolverá en gran medida el problema de las inundaciones que causan interrupciones y atascamiento del transporte causado por las inundaciones, asimismo normaliza el desarrollo de la agroindustria y el comercio centroamericano

La solución será parcial dado que aunque se ejecuten las obras del proyecto, en época de inundación se formara un espejo de agua encima de la carretera ya que el nivel de la rasante es menor que el nivel de la corriente de agua. Pero el tráfico podrá continuar sin interrupción todo el tiempo, que esto que en el fondo trata de resolverse. De acuerdo a estimaciones someras de costo, la solución permanente y definitiva del problema es demasiado costoso, y no amerita una inversión mayor para casos eventuales que se presentan acaso cada 5 años o más. La solución definitiva se obtendrá construyendo un desvío que empalme dos puntos de la carretera que queden fuera de la zona de inundación.

Se valora de mucha importancia las obras de mitigación y los planes de manejo ambiental propuestas en el área del proyecto, para recuperar las defensas naturales que existían en la zona antes de la degradación ambiental que han provocado los fenómenos naturales y la intervención del hombre

La solución que presenta este proyecto constituye un formidable apoyo a las políticas de desarrollo, planes y programas de reducción de la pobreza que impulsa el gobierno con lo que fortalece y amplía los esfuerzos de las

instituciones públicas y privadas incluyendo los gobiernos locales de las áreas afectadas para mejorar las condiciones de vida de los grupos sociales y económicos más vulnerables.

Recomendar como sección típica de la carretera una sección típica de 10.00 m, de corona, que incluye 7.00 m de rodamiento (3.50 m por carril) y hombros de 1.50 m a cada lado, la cual funcionará adecuadamente en toda la vida útil del proyecto, presentando al final de la misma un flujo vehicular inestable y la capacidad de rebase se acerca a cero.

Para el vehículo de diseño se recomienda el T3S2 por ser el de mayor presencia en el TPDA estimado.

Recomendar la construcción de dos bahías para el sube y baja de pasajeros, en ambos lados de la carretera, éstas son la N°1 Villa 15 de Julio y la N°2 Empalme El Marimbero, cuyas dimensiones deberá ser propuestas por el especialista vial.

Debido a la presencia de bicicletas en el tramo de carretera en estudio, con un promedio diario de 35 unidades, se recomienda la construcción de facilidades cuyas características físicas y geométricas deberán ser definidas por el especialista vial, a fin de brindar seguridad al ciclista y demás incentivar este tipo de vehículos no motorizados.

## BIBLIOGRAFÍA.

Baca Urbina, Gabriel Fundamentos de Ingeniería Económica Mc Graw Hill, México, 1999, 2da Ed.

Font aine, Ernesto Evaluación Social de Proyectos Alfa Omega Ed. 1999

Gallardo Cervantes, Juan Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Mc Graw Hill, México, 1998

Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes. NIC – 2000.

Policía Nacional, Ingeniería de Transporte.

Normas ACI

Normas ASTM.

Reglamento Nacional de la Construcción 2010.

<http://www.bcn.gob.ni/>

Censo 2015 Instituto Nacional de Información y desarrollo (ANIDE)

HCM 2010 HIGHWAY CAPACITY MANUAL ROUNBOOTS

HIGHWAY CAPACITY MANUAL HCM 2000

Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) centro de información

Red Vial de Nicaragua 2014 División General de Planificación Vial ministerio de transporte e infraestructura (MTI)

Normas de Culminación de Estudios. Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC). Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

<http://hcm.trb.org/vol3?qr=1>

<http://www.policia.gob.ni/?s=distrito+5>

## ANEXOS

A) Fotos del tramo  
IMAGEN NO 6 CARRETERA CHINANDEGA A GUASAULE KM 164



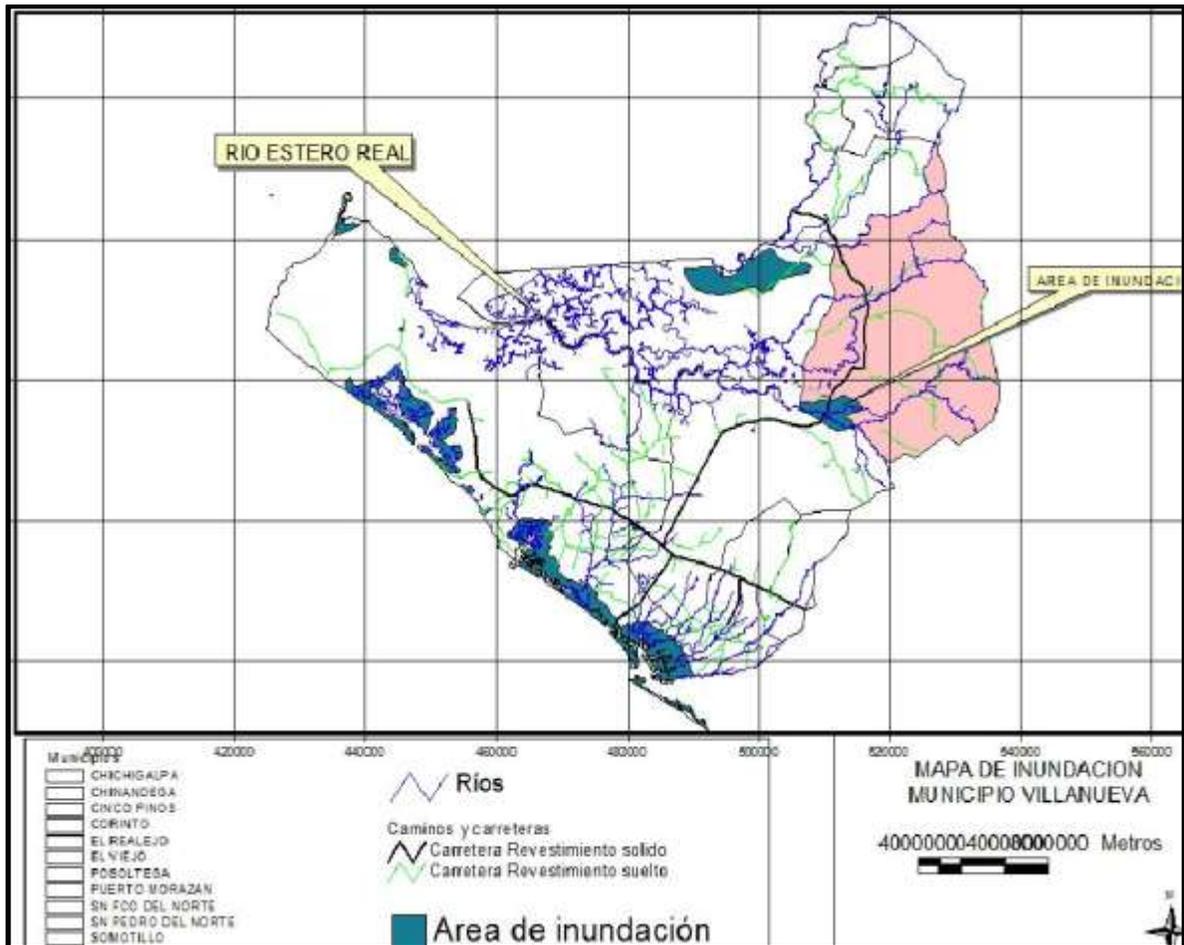
Fuente: trabajo de campo

IMAGEN 7 CARRETERA CHINANDEGA A GUASAULE KM 176



Fuente: trabajo de campo

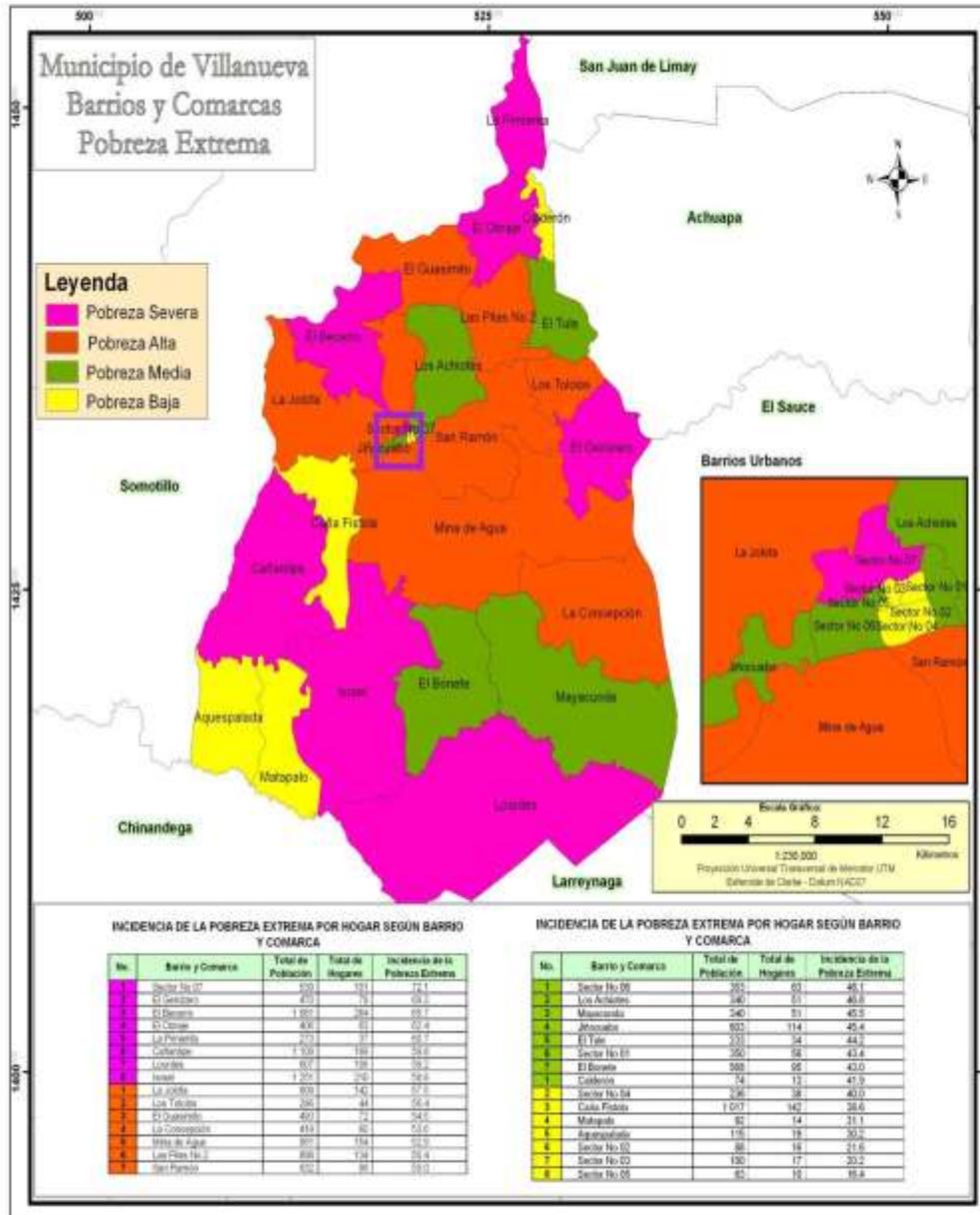
IMAGEN NO 8 MAPA DE INUNDACIÓN: CARRETERA CHINANDEGA – GUASAULE TRAMO: KM 164 AL KM176 (12 .069KM)



Nota: El área de color rosado corresponde al municipio de Villanueva.

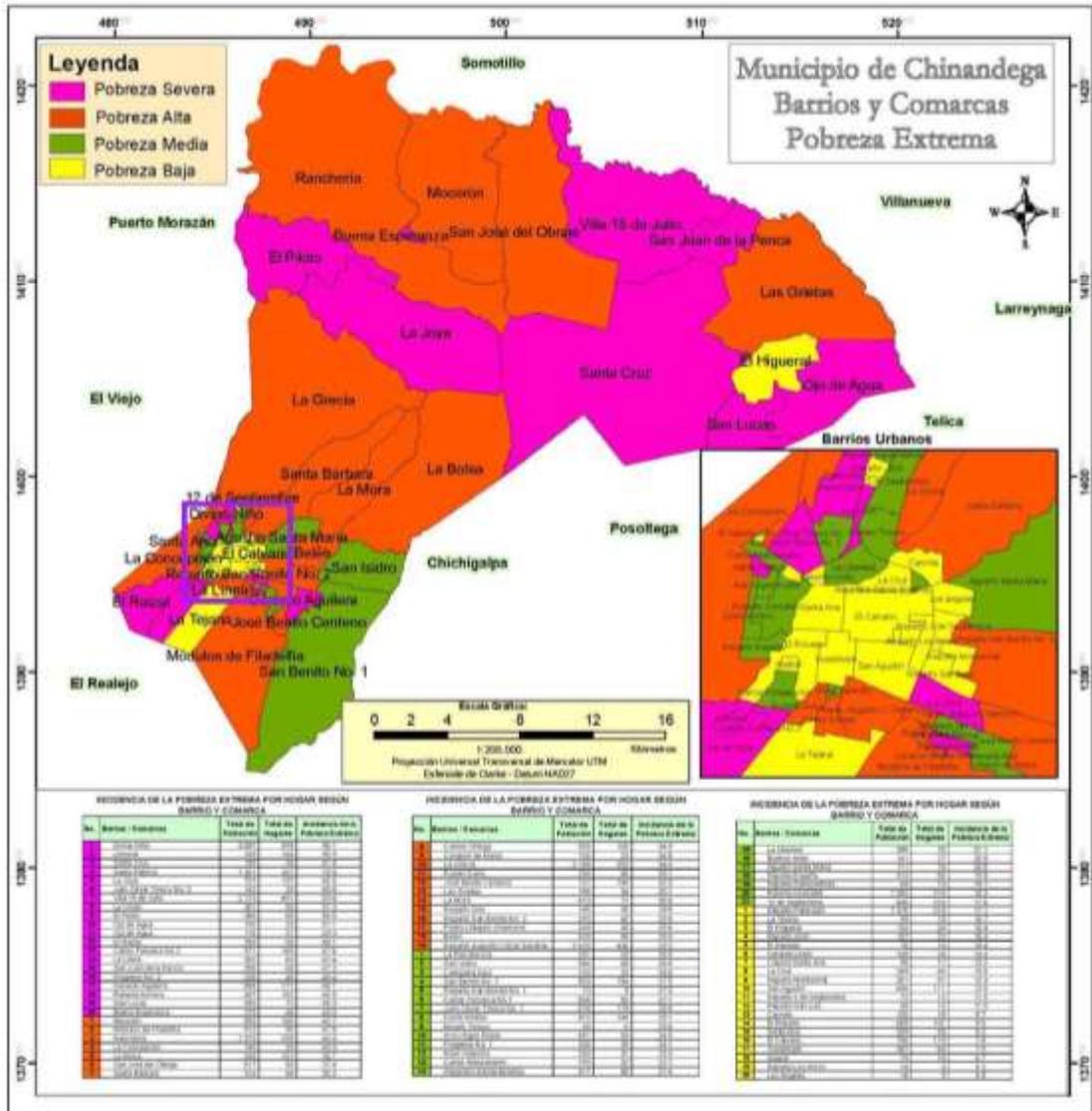
Fuente: Alcaldía de Chinandega

B) Incidencia de la pobreza extrema por hogar  
 Imagen No 9



Fuente: Alcaldía de Chinandega

Imagen No 10



Fuente: alcaldía de China

