

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL ADOQUINADO DE 29.05 KILÓMETROS ENTRE OCHOMOGO Y LAS SALINAS, EN LOS MUNICIPIOS DE NANDAIME Y TOLA.

Trabajo del Taller Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Angélica María
López Vega
Carnet: 2017-0820i

Br. Junieth de los
Ángeles Luna Romero
Carnet: 2017-0590i

Br. Giovanni Salomón
Paiba Amador
Carnet: 2015-0408U

Tutor:

Ing. Luis Manuel
Padilla Larios

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo principalmente Dios, porque él nos ha dado la dicha de pertenecer a este mundo, es quien nos ilumina cada día, nos regala sabiduría para alcanzar nuestras metas y logros.

A nuestros padres, ya que ellos han sido siempre el mayor apoyo en nuestros estudios y logros, porque día a día nos siguen demostrando su amor incondicional, la alegría y la fortaleza necesaria para seguir adelante. No hay manera exacta de pagar lo inmenso que han hecho por nosotros, cada muestra de amor y sacrificio no fueron ni serán en vano.

A nuestros hermanos, que nos han enseñado que la unión, la dedicación y el amor son necesarios para alcanzar nuestras metas. Con los que compartimos todo lo que aprendemos y de lo que seguimos aprendiendo.

Agradecemos a nuestro tutor de monografía MSc. Ing. Luis Padilla, por brindarnos su apoyo incondicional en la elaboración de este trabajo de no ser por sus consejos, guía y paciencia no hubiera sido posible la culminación de nuestro estudio.

También dedicamos este trabajo a las personas que han incidido en nuestras vidas, familiares, amigos, docentes y demás personas que de una u otra manera han estado con nosotros en los buenos y malos momentos.

Índice de contenido

I.	Introducción	1
II.	Objetivos	3
III.	Marco Teórico.....	6
	3.1. Estudio topográfico.....	6
	3.2. Estudio geométrico vial	12
	3.3. Estudio de tráfico	15
	3.4. Estudio Hidrotécnico	20
	3.5. Estudio geotécnico	25
	3.6. Estudio Ambiental Social	30
	3.7. Costo y presupuesto.....	34
IV.	Diseño metodológico	41
	4.1. Estudio geométrico vial	41
	4.2. Estudio de tráfico	47
	4.3. Calculo Hidrológico.....	52
	4.4. Estudio Geotécnico.....	58
	4.5. Estudio ambiental Social	67
V.	Desarrollo del Diseño Metodológico	79
VI.	Conclusiones	132
VII.	Recomendaciones	134
VIII.	Bibliografía.....	135
IX.	Cronograma de ejecución.....	139
	Anexo	148

I. Introducción

En los últimos años, la realización de diversos estudios de factibilidad y diseño para la construcción de una obra vial, ha tomado gran importancia, debido a las consecuencias ocasionadas por los desastres naturales. Por ejemplo, la falta de previsión en obras como drenaje, sumado a un inadecuado diseño de la carpeta de rodamiento, puede repercutir negativamente en los costos y la vida útil del mismo, lo cual hace evidente la preparación previa a la ejecución de un proyecto vial.

La importancia que tiene un estudio integral y completo, tanto del área hidro técnica, para el diseño de rasantes en obras de drenaje mayor, como del área topográfica, para el adecuado replanteo de los datos obtenidos del diseño vial y de tráfico, así como los estudios geotécnicos, para conocer las características de los suelos sobre los que se prevé construir la obra vial, permite dotar de información indispensable para estimar de forma precisa la duración y costo de la obra en estudio.

Igualmente importante son los estudios de impacto ambiental y social, dado que todo proyecto de construcción afecta directa o indirectamente los recursos naturales, así como a la población aledaña al mismo, debido a las diversas actividades realizadas, Por tanto, este tipo de estudios está orientado evaluar los beneficios de la obra para con los pobladores y a su vez mitigar en gran medida las afectaciones causadas por dichos procesos, para restituir la flora y fauna que pudiera encontrarse afectada posterior al proyecto.

Al examinar cada uno de los factores y componentes que hacen parte de las afectaciones sociales que se dan en la planeación de carreteras rurales, basados en casos documentados, se hace evidente la necesidad de generar parámetros que puedan ser incorporados al esquema de planeación. El propósito es disminuir impactos sociales que repercuten durante el proceso de construcción y que puedan afectar la vida de la obra vial. Es necesario generar redes viales que

ayuden a la conexión de zonas rurales que no atenten contra una comunidad, y que, a la vez, mejoren la economía, la educación y la salud.

El presente trabajo monográfico tiene por tema “Estudio de factibilidad y diseño para el proyecto vial adoquinado de 29.05 kilómetros entre Ochomogo y las Salinas, en los municipios de Nandaime y Tola “, y contempla un proyecto vial con un costo estimado de **C\$1,228,014, 383.25** millones de córdobas, cifra en la que se incluye escalonamiento, impuestos municipales e impuesto al valor agregado (IVA). El diseño de este proyecto fue asistido por programas como ARC-GIS, así como modelos de HEC-RAS y HEC-HMS, entre otros, los cuales permitieron obtener secciones, mapas y diversos datos necesarios para garantizar la factibilidad del mismo.

Los capítulos que constituyen este trabajo monográfico se describen a continuación: en el capítulo III se presenta el marco teórico, en el que se brindan los aspectos teóricos y conceptuales que formarán parte del contenido del resto de capítulos; el capítulo IV contiene el diseño metodológico, de cada uno de los tipos de estudio que se ejecutaron para la obra final; el capítulo V contiene el desarrollo del diseño metodológico, en el cual se describen las características finales con que contará el proyecto; en el capítulo VI y VII se brindan conclusiones y recomendaciones; en el capítulo VIII se listan las referencias bibliográficas utilizadas en este trabajo; y finalmente en el capítulo IX se describe el cronograma de ejecución de la obra, para la cual se estima un período de ejecución de 34 meses calendario.

II. Objetivos

Objetivo general

- Especificar los distintos estudios de factibilidad y diseño realizados para la ejecución del proyecto de mejoramiento vial adoquinado entre Ochomogo y Las Salinas, con una longitud de 29.05 kilómetros.

Objetivos específicos

- Reseñar los estudios sociales y ambientales, realizados al tramo vial adoquinado entre Ochomogo y Las Salinas.
- Describir los estudios viales, geotécnicos e Hidrotécnico requeridos para el diseño vial de la obra en estudio.
- Describir la estimación de costos, presupuesto y programa de trabajo para la ejecución del proyecto de mejoramiento vial adoquinado.

Localización del proyecto

Macro Localización:

El proyecto está localizado en el departamento de Rivas, al Suroeste de Nicaragua y ocupa todo el istmo de Rivas, el cual separa al lago de Nicaragua del Océano Pacífico, entre las coordenadas geográficas 11°26'52"N y 85°34'17"O. El proyecto a construir atraviesa cuatro municipios, tres del departamento de Rivas, correspondientes a Belén, Potosí y Tola, con un área equivalente a 11,222.18 ha (84.92%) y uno del departamento de Granda (Nandaime), con un área de 1,992.56 ha (15.08%) del total del proyecto, de 13,214.74 ha.

Figura 1: Macro localización

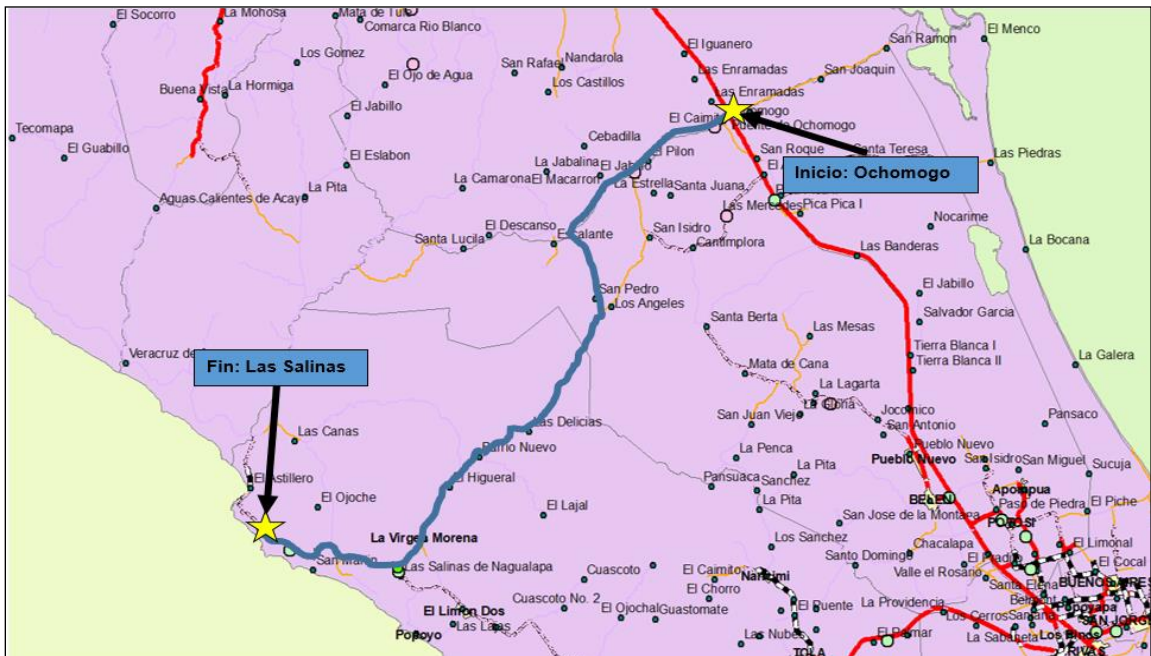


Fuente: Estudio de tráfico Ochomogo-Las Salinas (2019)

Micro localización:

Este camino corresponde a la Red Vial no Básica NN-211, clasificado funcionalmente como Colectora Secundaria. Tiene su inicio en la intersección con la carretera Panamericana Sur (NIC-2), aproximadamente en el km 81.2 ubicada inmediatamente después del puente Ochomogo y termina en Las Salinas de Nahualapa.

Figura 2: Micro localización del proyecto



Fuente: Estudio de tráfico Ochomogo-Las Salinas (2019)

III. Marco Teórico

3.1. Estudio topográfico

La topografía del terreno es un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en el diseño de una vía. Cuando el terreno es bastante grande o existen obstáculos que impiden la visibilidad necesaria, se emplea el levantamiento de un terreno por medio de poligonales, que consiste en trazar un polígono que siga aproximadamente los linderos del terreno y desde los puntos de este polígono se toman detalles complementarios para la determinación del área que se desea conocer y de los accidentes u objetos que es necesario localizar. Mendoza, Céspedes, & López (2017)

Así, un estudio topográfico es el conjunto de operaciones realizadas con instrumentos especiales, cuya finalidad es la determinación de la posición relativa de los puntos sobresalientes localizados sobre la superficie de la tierra. Dichas operaciones consisten en medir distancias, ángulos horizontales y verticales entre diversos objetos terrestres, valiéndose de mediciones previas.

Con base en Terraestable (2018), el levantamiento topográfico es el punto de partida para poder realizar toda una serie de etapas básicas dentro de la identificación y señalamiento del terreno a edificar, como levantamiento de planos (planimétricos y altimétricos), replanteo de planos, deslindes y amojonamientos, entre otros.

En el campo de la ingeniería civil, el conocimiento de las características topográficas del terreno es prácticamente indispensable, ya que por medio de estos pueden suministrar los datos necesarios para el diseño de carreteras, puentes, vías férreas, terracerías, etc.

3.1.1. Tipos de Levantamiento topográfico

De acuerdo a Navarro Hudiel (2017), el levantamiento longitudinal de vías de comunicación tiene como objetivo fundamental la obtención de los parámetros requeridos para el estudio y diseño de las vías de comunicación (Carreteras, canales, líneas de transmisión, acueductos entre otros.)

Dichos parámetros son los siguientes:

- Levantamiento topográfico de la franja donde va a quedar emplazada la obra tanto en planta como en elevación (planimetría y altimetría simultáneas).
- Diseño en planta del eje de la vía según las especificaciones de diseño geométrico dadas para el tipo de obra.
- Localización del eje de la obra diseñado mediante la colocación de estacas a cortos intervalos de unas a otras, generalmente a distancias fijas de 5, 10 o 20 metros.
- Nivelación del eje estacado o abscisado, mediante itinerarios de nivelación para determinar el perfil del terreno a lo largo del eje diseñado y localizado.
- Dibujo del perfil y anotación de las pendientes longitudinales.
- Determinación de secciones o perfiles transversales de la obra y la ubicación de los puntos de chaflanes respectivos.
- Cálculo de volúmenes (cubicación) y programación de las labores de explanación o de movimientos de tierras (diagramas de masas), para la optimización de cortes y rellenos hasta alcanzar la línea de sub rasante de la vía.

- Trazado y localización de las obras respecto al eje, tales como puentes, desagües, alcantarillas, drenajes, filtros, muros de contención, etc.
- Localización y señalamiento de los derechos de vía o zonas legales de paso a lo largo del eje de la obra.

3.1.2. Levantamientos de tipo general (lotes y parcelas)

De acuerdo a Mendoza, Céspedes & López (2017), los levantamientos de tipo general se realizan con el objetivo de marcar y localizar linderos o límites de propiedad, medir y ubicar terrenos en planos generales, a esto se suma otros tipos de levantamientos según la especialidad, entre ellos levantamientos de minas, levantamientos hidrográficos, levantamientos catastrales y urbanos, levantamientos aéreos o fotogramétricos entre otros.

3.1.3. Establecimiento de puntos de control

Estos con la asistencia de equipo GPS desde el inicio consecutivamente hasta el final del tramo.

3.1.4. Ajuste y compensación de poligonales

La compensación o ajuste de una poligonal es el proceso mediante el cual se establece la congruencia geométrica entre los ángulos y las longitudes de una poligonal cerrada. Para llevar a cabo la compensación se requiere, que los errores que contenga, estén dentro de las tolerancias especificadas, esto es con el propósito de que, al llevar a cabo el ajuste, este no deforme demasiado la configuración geométrica original de la figura.

3.1.5. Clasificación de topografía

La Topografía se clasifica en dos grandes áreas, que son:

3.1.5.1. Planimetría

Estudia los instrumentos y métodos para proyectar sobre una superficie plana horizontal imaginario (vista en planta) que se supone que es la superficie media de la tierra; esta proyección se denomina base proyectiva y es la que se considera cuando se miden distancias horizontales y se calcula el área de un terreno.

Los levantamientos planimétricos tienen por objetivo la determinación de las coordenadas planas de puntos en el espacio, para representarlos en una superficie plana. Cada punto en el plano queda definido por sus coordenadas, las cuales pueden ser, polares (rumbo y distancia) o cartesianas.

Los instrumentos topográficos permiten medir ángulos y distancias con las que se determinan las coordenadas de los puntos del espacio que se desea representar en el plano.

3.1.5.2. Altimetría

Es la rama de la topografía que estudia los métodos y técnicas para la representación del relieve del terreno, así como para determinar y representar la altura de cada uno de los puntos, respecto de un plano de referencia.

La altimetría tiene por objetivo la determinación de la diferencia de alturas entre distintos puntos del espacio, a partir de una superficie de referencia. A la altura de un punto determinado se denomina cota del punto. Si la altura está definida con respecto al nivel del mar se dice que la cota es absoluta, mientras que si se trata de cualquier otra superficie de referencia se dice que la cota es relativa. A la diferencia de altura entre dos puntos se denomina diferencia de nivel. Con la altimetría se determina la tercera coordenada (h), perpendicular al plano de referencia.

3.1.6. Levantamiento eje central existente

En un primer momento el diseñador debe de considerar los parámetros que debe de obtener del levantamiento topográfico por lo que se debe de definir el alcance del proyecto. Una vez definido los parámetros del levantamiento se procede a realizar el levantamiento de la información en el sitio en el cual se debe describir el relieve del terreno, tomando en cuenta los puntos más relevantes en el eje central de la carretera, así como en los bordes y si las condiciones lo permiten, internarse unos 30 metros del eje central de la carretera.

3.1.7. Levantamiento de perfil y secciones transversales

Estas secciones transversales pueden pasar por tantos puntos como sea necesario, y en general son útiles para establecer curvas de nivel en terrenos largos y estrechos

Será necesario recoger mayor información sobre algunos puntos del perfil longitudinal. Se eligen dichos puntos y se marcan. Luego se trazan y marcan líneas perpendiculares a tales puntos; se prolongan dichas perpendiculares, tanto como sea necesario, a ambos lados de la poligonal. En este tipo de nivelación, tales perpendiculares se llaman las rectas de la sección transversal.

3.1.8. TPDA

El Tránsito Promedio Diario Anual es el valor promedio aritmético de los volúmenes diarios de flujo vehicular para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía.

3.1.9. Clasificación de la vía

De acuerdo al reporte Red Vial de Nicaragua, elaborado por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) las clasificaciones de las vías en Nicaragua son las siguientes:

3.1.9.1. Trocal Principal (TP)

Esta red tiene las siguientes características: Forma Parte de la Red Centroamericana (Panamericana/Centroamericana), con un TPDA de 1,000 Vehículos. Conecta cabeceras departamentales o centros urbanos con más de 50,000 habitantes. Ancho de Vía o Derecho de vía igual a 50 metros

3.1.9.2. Troncal Secundaria (TS)

Esta red conecta cabeceras departamentales o centros económicos importantes, con un TPDA mayor a los 500 vehículos por día, con un derecho de vía de 50 metros.

3.1.9.3. Colectora Principal (CP)

Comunica centros de población no atendidos por la red troncal, por lo general están dentro de las municipalidades, para un flujo de tráfico mayor a los 250 vehículos por día, y se requiere un derecho de vía de 50 metros.

3.1.9.4. Colectora Secundaria (CS)

Son caminos de alta importancia municipal, con un flujo de vehículos de 250 por día y derecho o ancho de vía de 30 metros.

3.1.9.5. Camino Vecinal (CV)

Generalmente las zonas que conectan tienen menos de 1,000 habitantes, con volúmenes de tráfico menores de 50 vehículos por día. Se requiere un ancho de derecho de vía de 30 metros, incluye 5 metros a cada lado del eje o línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos con información gubernamental.

3.2. Estudio geométrico vial

El diseño geométrico tiene como objetivo determinar las características geométricas de una vía a partir de factores como el tránsito, topografía y velocidades, entre otros, de modo que se pueda circular de una manera cómoda y segura. El diseño geométrico de una carretera está compuesto por tres elementos bidimensionales que se ejecutan de manera individual, pero dependiendo unos de otros, y que al unirlos finalmente se obtiene un elemento tridimensional que corresponde a la vía en particular. Estos tres elementos son los siguientes:

- Alineamiento horizontal: compuesto por ángulos y distancias formando un plano horizontal con coordenadas norte y este.
- Alineamiento vertical: compuesto por distancias horizontales y pendientes dando lugar a un plano vertical con abscisas y cotas.
- Diseño transversal: consta de distancias horizontales y verticales que a su vez generan un plano transversal con distancias y cotas.

En el trazado y diseño de una carretera existe algunos aspectos que son de gran importancia y se deben de tener en cuenta en el momento de iniciar el proyecto a fin de obtener el más apropiado desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental.

3.2.1. Diseño geométrico

Es una de las partes más importantes de un proyecto de carreteras y a partir de diferentes elementos y factores, internos y externos, se configura su forma definitiva de modo que satisfaga de la mejor manera aspectos como la seguridad, la comodidad, la funcionalidad, el entorno, la economía, la estética y la elasticidad.

3.2.2. Factores de diseño

Los factores que intervienen o influyen en el diseño definitivo de una vía son muy variados y podrían catalogarse como externos e internos.

3.2.2.1. Externos

Los factores externos corresponden a las condiciones y de los cuales se deben obtener toda la información posible a fin de analizarlos y determinar algunas características importantes de la nueva vía. Estos factores pueden ser:

- Las características físicas (Topografía, geología, climatología, hidrología)
- El volumen y características del tránsito actual y futuro
- Los recursos económicos que se pueda disponer para su estudio, construcción y mantenimiento
- Los aspectos ambientales

3.2.2.2. Internos

Por su parte los factores internos son aquellos que son propios a la vía pero que en parte dependen de los externos, tales como las velocidades a tener en cuenta, las características de los vehículos, los efectos operacionales de la geometría, las características del tráfico, las capacidades de las vías, las aptitudes y comportamiento de los conductores y las restricciones a los accesos.

3.2.3. Clasificación funcional del proyecto

Conforme a lo expuesto en acápite anteriores, la ruta actual del proyecto se encuentra enmarcada en la clasificación funcional del MTI, en la categoría de “COLECTORA SECUNDARIA” (CS), posterior al proceso de Rehabilitación y Mejoramiento que será sometido en su ejecución constructiva.

3.2.4. Velocidad de diseño

Una velocidad que es de suma importancia es la llamada Velocidad de Proyecto o Velocidad de Diseño, la que se define como aquella velocidad que ha sido escogida para gobernar las características del proyecto geométrico de un camino en su aspecto operacional y que determina normalmente el Costo del camino, por ello debe limitarse para obtener costos bajos.

3.2.5. Distancia de visibilidad de parada

La distancia de Visibilidad de Parada es la distancia requerida por el conductor para detener el vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto en su recorrido. La distancia de Visibilidad de Parada tiene dos componentes, la distancia de reacción de frenado y la distancia de frenada.

- a. Tiempo de reacción de frenado: es el intervalo entre el instante en que el conductor reconoce la existencia o presencia de un objeto o peligro sobre la vía y el instante en que se aplican los frenos
- b. Distancia de frenado: es la distancia aproximada de un vehículo sobre la calzada plana
- c. Reacción de Frenado: está en dependencia del tiempo de reacción y la Velocidad con la que se desplaza el vehículo

3.2.6. Derecho de vía del proyecto

La franja de terreno demarcada por las líneas o cercas de propiedad adquirida por el Estado para la conformación de la carretera o de un determinado camino. El derecho de vía lo constituyen principalmente el área de construcción de la vía y el área de Seguridad de la vía; el área de construcción de la vía estará demarcada por la franja de terreno correspondiente a la Plataforma de la vía más las áreas delimitadas por las líneas del pie de talud sobre el terreno natural.

3.3. Estudio de tráfico

El estudio de tráfico tiene por objetivo, determinar los volúmenes de tráfico y su composición, desde el año de inicio de operación de la vía hasta el año horizonte del proyecto y la determinación de la capacidad y los niveles de servicio del tramo a estudiar durante su vida útil.

El volumen de tráfico y su comportamiento son los que definen los alcances y las demandas de un proyecto vial, las estimaciones de las cantidades y características del tráfico se logran sobre la base de las características topográficas de los tramos de carretera, de la geometría de la vía, de las condiciones del flujo vehicular, y de la circulación vial y peatonal sobre la carretera en estudio.

3.3.1. Recopilación de datos

En esta etapa se realizará el aforo manual vehicular, ubicado en un punto específico del tramo en estudio, durante un tiempo determinado.

Para la recopilación se trabaja con una hoja de campo que está compuesta de una leyenda donde se anotan datos generales referentes al sitio donde se realizó el conteo y los tipos de vehículos de la Clasificación de Tránsito vehicular que publica el MTI en el Anuario de Trafico del año 2017.

3.3.2. Tránsito Promedio Diario Anual

Es una variable principal para diseño y estimación de proyecciones, la cual se calcula con base en censos o conteos si la ruta ya existe, o mediante censos de tránsito en lugares próximos si la ruta es nueva. La información de tránsito que interesa al proyectista o diseñador de pavimentos debe comprender como mínimo los siguientes aspectos:

- I) El volumen de tránsito, es decir el número de vehículos que utilizará la facilidad vial. El número de vehículos que circulará sobre la vía será determinado, en función de las estadísticas y estudios de tránsito.

- II) La composición del tránsito, es decir la identificación y número de los tipos de vehículos que circularán sobre el pavimento que es obtenido también de los conteos y proyecciones de tránsito.
- III) La intensidad de la carga, lo cual significa el determinar el peso de los vehículos vacíos más el de la carga que transportan este se obtiene en las "Estaciones de pesaje", mediante el uso de un sistema de balanzas que permiten determinar tanto el peso bruto total, como el peso en cada uno de los ejes del vehículo.
- IV) La configuración de los ejes que transmiten las cargas al pavimento. Uno de los factores de diseño que presenta mayor variabilidad es el correspondiente al efecto de las cargas que transmiten los vehículos.
- V) El canal de circulación que servirá como patrón de diseño. Es necesario, además conocer cómo se distribuirá el flujo de vehículos en ambos sentidos de la vía.
- VI) Canal de Diseño: es aquel canal de una vía que estará sometido a las condiciones más severas de carga y por lo tanto será el que controle el diseño del pavimento

3.3.3. Encuestas Origen Destino

Las encuestas Origen Destino (OD) tienen una gran importancia en los estudios de tráfico, ya que le permiten al planificador del proyecto conocer el deseo de movimiento de los usuarios que se transportan entre diferentes zonas, así como los datos relativos al motivo de viaje. La recopilación de información se efectúa por medio de entrevista directa a los conductores de los vehículos que transitan por la vía en estudio.

La información obtenida posibilita profundizar en el estudio de la demanda del transporte, dado que permite analizar sus características, y en particular en la localización, proyección y programación de carreteras nuevas, así como en modernización y conservación de las ya existentes.

3.3.4. Máximo Volumen Horario (MVH)

Se define como el máximo número de vehículos que transitan por determinado punto o sección de una vía durante 60 minutos consecutivos. Se toma de referencia para calcular el periodo de máxima demanda que se pueden presentar en el proyecto.

3.3.5. Volúmenes de tránsito

Dependiendo de la duración del lapso de tiempo se tienen los siguientes volúmenes de tránsito, de acuerdo con Rafael Cal y Mayor (2018).

- Tránsito anual (TA): Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso $T=1$ año. Este genera el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA): $TPDA = TA/365$
- Tránsito mensual (TM): Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso $T=1$ mes. Este genera el Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM): $TPDM = TM/Días\ del\ mes$
- Tránsito semanal (TS): Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso $T=1$ semana. Estos generan el Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS): $TPDS = TS/7$
- Tránsito diario (TD): Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso $T=1$ día. Es el volumen promedio de tránsito en veinticuatro (24) horas.
- Tránsito horario (TH): Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso $T=1$ hora.

3.3.6. Volúmenes de tránsito horarios

Con base en la hora seleccionada se definen los siguientes volúmenes de tránsito horario, dados en vehículos por hora:

- Volumen Horario Máximo Anual (VHMA): es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado. Es la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año.
- Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD): es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. También es denominado VHP (Volumen de la Hora Pico).
- Volumen Horario de Proyecto (VHP): es el volumen de tránsito horario que servirá de base para determinar las características geométricas de la vía. Básicamente este se proyecta como un volumen horario pronosticado.

3.3.7. Usos de los volúmenes de tránsito

En general se usan para planeación, proyecto, Ingeniería de tránsito, Seguridad vial. Investigación y algunos usos comerciales entre otros. Los volúmenes horarios permiten determinar la longitud y magnitud de los periodos de máxima de demanda para evaluar sus deficiencias, establecer controles de tránsito, así como proyectar y rediseñar geométricamente calles e intersecciones.

- I. Volumen Clasificado (Sea por tipo, numero de ejes y pesos): Sirven para análisis de capacidad, diseño geométrico, diseño estructural, sistemas de recolección de pagos de usuarios en distintas vialidades.
- II. Volumen en determinado tiempo (hora pico, hora valle o por direcciones): Sirven para aplicar dispositivos de control de tránsito, vigilancia selectiva, reglamentación y diseño geométrico.

- III. Volumen Promedio Diario: Sirva para realizar estudios de tendencias, Oplaneación, programación de rutas, selección de rutas, cálculos de tasas de accidentes, así como estudios fiscales y evaluaciones económicas.

3.3.8. Volumen, intensidad y densidad de Tránsito

El diseño geométrico vial depende fundamentalmente del volumen de tránsito o de la demanda que circulara durante un intervalo de tiempo dado, su variación, tasa de crecimiento y composición. Los estudios sobre los volúmenes se realizan con el objetivo de tener información relacionada al movimiento de vehículos y personas sobre puntos o secciones específicas dentro del sistema vial.

- ✓ **Análisis de la tasa de crecimiento:** El análisis inicial para determinar las tasas de crecimiento se basa en la información histórica que se tiene sobre el comportamiento del flujo vehicular en el tramo en estudio. Se debe valorar la cantidad de datos que se tiene y su periodicidad, con el fin de determinar si son suficientes para determinar algún tipo de tendencia en los datos de TPDA.
- ✓ **Análisis de capacidad y nivel de servicio:** En el análisis de capacidad y nivel de servicio, se relacionan los elementos geométricos de la vía con los volúmenes de tránsito, la composición vehicular y los usuarios, a fin de que las condiciones de viaje de éstos sean fluidas y seguras.
- ✓ **Estudio de velocidades:** La velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía, de tal manera que siempre se garantice la seguridad.
- ✓ **Estudio de paradas:** El diseño del Consultor contemplará bahías para paradas de buses a lo largo del tramo en estudio, evitando que los buses se detengan en la vía o en sitios imprevistos y sin señalización.

3.4. Estudio Hidrotécnico

El estudio Hidrotécnico es necesario para el diseño de las obras de drenaje a lo largo de toda la infraestructura vial, el cual se subdivide como:

1. Estudio Hidrológico.
2. Estudio Hidráulico.

3.4.1. Estudio Hidrológico

El estudio hidrológico tiene como finalidad determinar de forma predictiva el comportamiento del agua sobre una superficie, principalmente el caudal de diseño, en correspondencia con el caudal que puede ser igualado o excedido a una probabilidad de ocurrencia, lo cual se analiza para el período de retorno de 100 años para puentes y 50 años para cajas.

Los estudios cubren los siguientes aspectos:

1. Estudio de precipitación.
2. Estudio de crecidas.
3. Estudio de avenidas.

3.4.2. Estudio de precipitación

El estudio de las precipitaciones es básico dentro de cualquier estudio hidrológico regional, para cuantificar los recursos hídricos, puesto que constituyen la principal (en general la única) entrada de agua a una cuenca. También es fundamental en la previsión de avenidas, diseño de obras públicas, estudios de erosión, etc.

3.4.3. Estudio de crecidas

Permite reproducir el Hidrograma de una crecida en diversos puntos de un río en base a predicción de variación del movimiento y cambio de la forma de onda de crecida a medida que esta se propaga hacia aguas abajo. Ortega (2019)

3.4.4. Estudio de avenidas

Tiene por objeto analizar y calcular el abatimiento en los hidrogramas de crecida producido en las cuencas, al trasladarse las crecidas aguas abajo como efecto del almacenamiento de los cauces.

3.4.5. Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico comprende una serie de procesos continuos e interdependientes, de movimiento y transferencia de agua en la tierra, el océano, cuerpos de agua y la atmósfera. Por ser un ciclo, no tiene punto de partida, sin embargo, para explicarlo, se puede iniciar por la evaporación que se produce en el océano, en lagos, embalses, y la evapotranspiración de las plantas, la cual es la combinación del agua que se pierde por evaporación en el suelo y transpiración en el material vegetal. Esta evaporación y evapotranspiración, son producidas por la energía suministrada por el sol e influenciadas por las condiciones climáticas e hídricas de temperatura, radiación, viento y humedad. De esta forma, el agua cambia de un estado líquido a un estado gaseoso. Pérez & Sánchez (2015).

3.4.6. Cuenca Hidrográfica.

La cuenca hidrográfica es la unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocida como “parteaguas”.

3.4.7. Caudal de diseño

Se refiere al volumen de agua que llegará a las obras de drenaje en un tiempo determinado, es un criterio fundamental para el diseño estructuras de drenaje.

3.4.8. Diagramas utilizados en un estudio Hidrológico

3.4.8.1. Hidrograma

Es una gráfica que muestra la tasa de flujo como función del tiempo en un lugar dado de la corriente.

3.4.8.2. Histograma de frecuencias altimétricas

Es la representación de la superficie, en km² o en porcentaje, comprendida entre dos cotas, siendo la marca de clase el promedio de las alturas. La representación de varios niveles da lugar al histograma, que es obtenido de los mismos datos que la curva hipsométrica.

3.4.8.3. Hietograma

Un hietograma es un diagrama que expresa precipitación en función del tiempo. En las ordenadas se puede ubicar la precipitación de caída (mm), o bien la intensidad de la precipitación (mm/hora).

3.4.8.4. Curvas IDF

Las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF), son curvas que resultan de unir puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración y correspondientes a una misma frecuencia o período de retorno.

3.4.9. Estudio Hidráulico

Según Vélez, Botero y otros (2013), La recolección de aguas constituye una actividad sanitaria, debido a que el caudal de agua recogido en la vía contiene grandes cantidades de metales pesados, productos de su mezcla con carburantes desprendidos de los vehículos, lo que la convierte en un líquido insalubre que debe ser debidamente conducido para evitar su consumo directo por seres humanos y animales.

Los diseños que aseguran una mayor durabilidad de la carretera se refieren a dos grandes tipos de obras hidráulicas: Obras de drenaje transversales y Obras de drenaje longitudinales.

3.4.10. Obras de drenaje transversal

3.4.10.1. Drenaje menor transversal

Lo constituyen las estructuras transversales con áreas de drenajes de sus cuencas menores a 500 Has, este acápite tiene el propósito de evaluar y determinar si las estructuras existentes son capaces de evacuar de forma segura los caudales de diseño, caso contrario proponer las mejoras o cambios necesarios para que cumplan su cometido e identificar y diseñar las estructuras necesarias cuando éstas no existan y sean requeridas.

3.4.10.2. Drenaje mayor transversal

El Drenaje Mayor comprenden los puentes y las cajas cuyas cuencas de drenaje superan las 500 Has. Los métodos del cálculo difieren a los de las cuencas pequeñas, tanto lo correspondiente a los estudios hidrológicos y a los hidráulicos.

3.4.11. Obras de drenaje longitudinales

Está conformado por estructuras longitudinales a la carretera como cunetas, canales y drenajes sub superficial donde las condiciones geológicas y geotécnicas lo requieran.

Alcantarillas: Un conducto cerrado usado para la conducción de agua superficial bajo un camino, vía férrea, canal u otro impedimento, posee de una a cuatro celdas o tramos que pueden ser de forma circular, ovalada u rectangular. Corea y Asociados S.A (2008)

Cunetas y contra cunetas: Son zanjas, generalmente paralelas al eje de la carretera, construidas en la parte superior de un talud en corte. Su sección

transversal es variable, siendo comunes las de forma triangular o cuadrada. Su ubicación, longitud y dimensiones deben ser indicados por personal con experiencia en el campo de las carreteras.

3.4.12. Programa de diseño ARC-GIS y complementos

3.4.12.1. ARC-GIS

Es una completa plataforma de información que permite crear, analizar, almacenar y difundir datos, modelos, mapas y globos en 3D.

3.4.12.2. ARC-MAP

Es un software de Sistema de Información Geográfico (SIG) creado por ESRI para mapeo digital; en cual se puede visualizar asociaciones en la información geográfica y modelos a diferentes escalas. Permite la creación de mapas que llevan implícito mensajes o resultados de análisis geográficos.

3.4.12.3. HEC-GeoHMS

Es una extensión para ArcGIS que ha sido desarrollada como un grupo de herramientas hidrológicas geoespaciales para ingenieros e hidrólogos con una limitada experiencia en sistemas de información geográfica (SIG); permite visualizar información espacial, características de la cuenca, realizar análisis espaciales, delinear cuencas y ríos, construir las entradas para modelos hidrológicos y ayudar en la preparación de informes. Trabajando con HECGeoHMS a través de sus interfaces se puede crear rápidamente entradas hidrológicas que pueden usarse directamente con HEC-HMS.

3.4.12.4. HEC-RAS

HEC-RAS es un sistema integral que permite realizar análisis hidráulico unidimensional. Fue desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del

Cuerpo de Ingenieros Militares de los Estados Unidos (Hydrologic Engineering Center), para realizar análisis de sistema de ríos (River Analysis System). También hace cálculo de profundidades de socavación, ayuda a modelar una variedad de puentes con diferentes formas de pilas y estribos y a calcular parámetros hidráulicos como niveles de agua, velocidades y áreas mojadas para diferentes caudales en el sitio de cierre.

3.4.12.5. Modelo de elevación digital Dem

Es un modelo del área de estudio con información espacial. Puede ser creado a partir de curvas de nivel en formato CAD, posteriormente transformado en un formato TIN y finalmente en un archivo tipo Ráster.

3.5. Estudio geotécnico

Para llevar a cabo cualquier proyecto de obra civil o edificación, es necesario realizar previamente un estudio geotécnico. Según Ingenieros Asesores (2021), se refiere al compendio de información cuantificada en cuanto a las características del terreno, en relación con el tipo de obra vial prevista y el entorno donde se ubica.

3.5.1. Principales técnicas utilizadas in situ.

3.5.1.1. Calicatas

Son excavaciones (rozas, pozos o zanjas) que se ejecutan mediante medios mecánicos y que permiten acceder al terreno y obtener muestras del mismo para realizar ensayos. Sus resultados se registran en estadillos donde se indica profundidad, descripción litológica, existencia de filtraciones y también fotografías tomadas in situ.

3.5.1.2. Penetrómetros

Se trata de una de las técnicas de ensayos de penetración que más se utilizan para llevar a cabo un reconocimiento geotécnico. A su vez existen distintos

ensayos de penetración: los estáticos (que van penetrando el terreno de manera continua) y los dinámicos (que penetran el terreno a golpes).

3.5.1.3. Sondeos

Técnica con la que se perfora el terreno con una sonda cilíndrica para sacar muestras y saber qué tipo de terreno hay según la profundidad. Gracias a los sondeos también se puede determinar la presencia de agua. Con toda esta información se elabora la columna estratigráfica que describe la ubicación vertical de unidades de roca en un área específica.

3.5.1.4. Ensayos SPT

Se trata de un tipo de ensayo de golpeo que contabiliza el número de golpes que son necesarios para la introducción de una toma de muestras tubular. Su objetivo es conocer la resistencia del terreno a dicha profundidad.

3.5.2. Estudios de laboratorio geotécnicos

3.5.2.1. Análisis químico

Para la detección de posibles componentes químicos que puedan resultar agresivos para las cimentaciones. Generalmente se busca la presencia de sulfatos, cloro y el grado de acidez del suelo para determinar el tipo de hormigón que se debe utilizar en los trabajos de cimentación.

3.5.2.2. Caracterización

Ensayo que permite establecer la granulometría del suelo, es decir, el porcentaje de distintos tamaños de árido del terreno, la plasticidad, la densidad aparente y real y otras propiedades básicas de la composición del suelo.

3.5.2.3. Ensayos en laboratorios

Son todos aquellos ensayos que permiten estudiar las propiedades del suelo a través de muestras, lo más inalteradas posibles, provenientes del terreno objeto de análisis; y se realizan en ambientes controlados, dentro de un laboratorio. Son mucho más precisos y brindan información que los estudios “in-situ” no son capaces de obtener, pero también son más costoso en tiempo y dinero. Structuralia (2020).

Entre los ensayos más relevantes en laboratorios están:

- Identificación y estado (tamizado, sedimentación, humedad, densidad, permeabilidad, etc.)
- Esfuerzos internos (compresión, corte y ensayo triaxial)
- Deformabilidad (Edo métrico)
- Compactación y reutilización (ensayo Proctor y CBR)
- En rocas (durabilidad, resistencia, densidad, absorción, etc.)

3.5.3. Límites de Atterberg

Corresponde al contenido de humedad con que una muestra de suelo cambia de una consistencia a otra. Los límites de Atterberg resultan de especial interés para la correcta estimación del límite líquido y el límite plástico, los cuales son de vital importancia para determinar el uso del suelo, y cuya definición se basa en tres consistencias del suelo:

1. Consistencia líquida: barro fluido o líquido.
2. Consistencia plástica: se puede amasar y moldear.
3. Consistencia semisólida: Ya no se puede moldear y el volumen disminuye (contracción) a medida que se seca la muestra.

3.5.3.1. Límite líquido (LL)

Porcentaje de contenido de humedad con que un suelo cambia, al disminuir su humedad, de la consistencia líquida a la plástica, o, al aumentar su humedad, de la consistencia plástica a la líquida.

3.5.3.2. Límite plástico (LP)

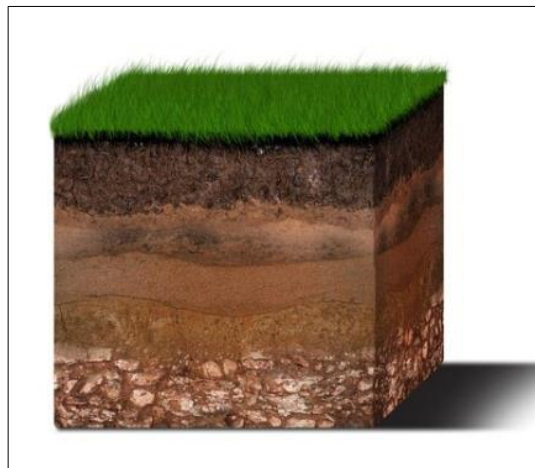
Porcentaje de contenido de humedad con que un suelo cambia al disminuir su humedad de la consistencia plástica a la semisólida, o, al aumentar su humedad, de la consistencia semisólida a la plástica.

El límite plástico es el límite inferior del estado plástico. Un pequeño aumento en la humedad sobre el límite plástico destruye la cohesión del suelo.

3.5.4. Clasificación de los suelos

Es de vital importancia conocer los tipos de estrato de suelo existente en el proyecto de estudio, debido a que de ellos depende el diseño, mejoramiento o complicaciones que se pueden tener al ejecutar dicha obra.

Figura 3: Perfil típico de suelo



Fuente: Freepik (2012)

3.5.4.1. Suelos Arcillosos

La arcilla son partículas muy finas y forman barro cuando están saturadas de agua. Los suelos arcillosos son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes. Son fértiles, pero difíciles de trabajar cuando están muy secos. Este tipo de suelo en presencia de humedad tiende a producir efectos hinchamiento y licuefacción, lo cual representa un problema severo para la construcción de obras viales y edificaciones, debido que disminuye aún más la poca capacidad de carga que posee.

3.5.4.2. Suelos granulares

Están compuestos de partículas de grava y arena, son suelos estables cuando se encuentran confinados, no presentan cohesión debido al gran tamaño de las partículas, son suelos permeables y entre las partículas actúan fuerzas gravitacionales producto del peso, cuyas características mecánicas son las más optimas principalmente para el uso en obras viales y edificaciones.

3.5.4.3. Suelos Cohesivos (mixtos)

Compuestos en su mayoría por partículas de limo y arcillas, que son partículas extremadamente finas, sujetas a fuerzas de tipo eléctrico y molecular (arcillas), fundamentalmente superficiales, tienen una mayor resistencia al corte debido a la atracción mutua de sus partículas (cohesión). Structuralia (2020)

Estos suelos pueden ser clasificados con más precisión por medio de métodos ya establecidos como el AASHTO y SUCS O USCS.

3.5.4.4. Banco de materiales

Los bancos de materiales son las excavaciones a cielo abierto destinadas a extraer material para la formación de cuerpos de terraplenes; bermas, capas subyacentes o subrasantes, rellenos de excavaciones para estructuras, capas de pavimentos entre otros usos.

3.6. Estudio Ambiental Social

Los estudios ambientales pretenden establecer un equilibrio, no siempre posible, entre el desarrollo de la actividad humana y el medio en el que esta se desarrolla. En general, constituyen una herramienta necesaria para minimizar los efectos que generan situaciones caracterizadas por: Falta de sincronización entre el crecimiento de la población y el crecimiento de las infraestructuras o servicios básicos que se requieren, demanda creciente de espacios y servicios necesarios por el aumento del nivel de vida y degradación progresiva del medio natural. López L, (2012).

3.6.1. Factores Abióticos

Son los que carecen de vida y de los cuales depende cualquier comunidad biológica; Los factores abióticos de un ecosistema son todos aquellos parámetros físicos o químicos que afectan a los organismos. Sánchez H, Guerrero F, Castellanos M (2005).

3.6.1.1. Geología

Etimológicamente, ciencia que estudia la tierra. Pero, a diferencia de la geografía, que estudia la parte externa, la geología la estudia entera. Es decir, la geología es la ciencia que estudia la estructura, composición, procesos presentes y pasados y su evolución. Tejada, G. (1994).

3.6.1.2. Suelos

Suelo es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ellas se asientan. Los principales tipos de suelos son los siguientes: Suelos Inorgánicos y suelos Orgánicos. Crespo, C. (2004).

3.6.1.3. Hidrología

Es una ciencia de la tierra que estudia la ocurrencia, distribución, circulación y propiedades físicas, químicas y mecánicas del agua en la superficie terrestre y la atmosfera. Mediero, L. (2021)

3.6.1.4. Clima

Procede del griego clásico, significa etimológicamente “ inclinación “. Hace referencia a la inclinación de cualquier punto de la esfera terrestre respecto al plano de la eclíptica y, por consiguiente, a la de los rayos solares que inciden sobre dicho punto. García, J. (1996).

3.6.2. Factores Bióticos

Comprenden el conjunto de seres vivos de un ecosistema que de acuerdo con la relación alimenticia que establecen con otros organismos y entre sí, se denominan productores, consumidores primarios, secundarios o terciarios y desintegradores. Campos, P. (2003).

3.6.2.1. Ecosistemas

Es todo lo que vive en un determinado lugar. Incluye como los seres vivos usan la tierra, el agua y el sol. También incluye la forma en la que los seres vivos interactúan entre sí. Rice W (2017).

3.6.2.2. Fauna

La fauna es el conjunto de seres vivos animales que habitan en una región geográfica determinada, formando entre sí lazos ecológicos de distinto tipo y compartiendo un mismo tiempo geológico. Es decir, aquellos animales que coexisten en un lugar preciso durante un tiempo determinado: los depredadores, las presas, los parásitos, etc. Todos los animales forman parte de la fauna. Editorial Etecé, (2020).

3.6.3. Factor socio económico

El desarrollo de una actividad genera impactos negativos y positivos sobre la comunidad en la que se desarrolle cualquier tipo de proyecto. A los efectos que la intervención planteada tiene sobre la comunidad en general, y que comprometen el entorno se les llama sociales. En ese sentido es importante entender y medir el impacto social que generan las vías, ya que esto es imprescindible para la gestión del Estado en términos de infraestructura. Para ello el impacto social es considerado como uno de los principales retos empresariales a corto y medio plazo, pero principalmente a un futuro. También debe verse como la influencia, la huella o el efecto que la actividad que se genera sobre la sociedad en la que se integra. Trujillo & Granda, (2014)

3.6.3.1. Población

Entre los impactos significativos se destacan la alteración de la estructura y dinámica de la población local, reasentamientos de la población, cambios en el uso del suelo, generación de empleo, pérdida de patrimonio histórico, cambios en la cultura, entre otros. Estos impactos requieren una gestión por parte de los propietarios del proyecto, con el fin de cumplir la normatividad vigente partiendo de la participación ciudadana, y así asegurar la viabilidad social de un proyecto, que en la mayoría de los casos define la viabilidad del proyecto en conjunto. Martínez, Ortega, & Ramírez, (2010)

3.6.3.2. Materiales por viviendas

Los materiales de construcción han sido los que han permitido evolucionar a la humanidad, dando refugio a espacios de reunión, caminos para transitar, puentes para salvar espacios, y toda edificación que uno se pueda imaginar, es decir, creando tipos de casas muy distintos entre sí.

La piedra y la madera están entre la lista de materiales naturales que la intervención humana solo se restringe a la extracción y dimensionado. Otros

materiales de construcción, como los ladrillos de alfarería, bloques de cemento, el concreto y el vidrio, son materiales producto de procesos en los que han intervenido la transformación de materiales naturales como rocas, arena para construcción o fuego. Gómez G (2020)

3.6.4. Servicios básicos

Es un conjunto de actividades de carácter general que una persona estatal o privada realiza con el fin de suministrar a otras personas prestaciones, que le facilitan el ejercicio de su derecho a tener una vida digna, por lo tanto, incluye actividades d muy variado orden como son: la salud, la educación, el suministro de agua, le energía, el transporte y las telecomunicaciones entre otras. (Ríos, 2014)

3.6.5. Desarrollo económico y social

Un nuevo proyecto vial generará nuevos trayectos que afectarán el espacio y las normas sociales del territorio, se romperá el sentido histórico del territorio existente con el surgimiento de otro tipo de relaciones sociales territoriales que no dependerán de lo local (cultura, sociedad, economía) sino de la región que se está conformando. Gutiérrez, (2015)

3.6.6. Comunidad indígena

Por otro lado, el desarrollo de proyectos de infraestructura vial es un proceso en el cual se manejan variables de tipo social, ambiental, económico y predial. La intervención de las zonas donde se encuentran asentadas comunidades debe llevar a cabo programas de manejo social. Es importante mencionar que para desarrollar cualquier tipo de proyecto se debe realizar primero una concertación previa con los grupos sociales asentados en la zona de influencia para establecer los acuerdos entre las comunidades y los constructores de las obras. Montagut & Patiño, (2015)

3.7. Costo y presupuesto

El presupuesto de proyecto es el costo total proyectado para completar un proyecto durante un período específico para obtener resultados específicos. Es la estimativa detallada de todos los costos necesarios para completar las tareas del proyecto. Oliveira G, (2017)

3.7.1. Costos directos

Se calcula para cada concepto de obra, se divide entre su respectiva cantidad de obra estimada (COE) con su unidad de medida para obtener el Costo Unitario Directo (CUD) para cada concepto; los demás elementos constitutivos del presupuesto, excluyendo impuestos (CI, CAC y U), que se calculan para cada proyecto, se suman y se calculan como un factor del Costo Directo Total (CDT) del proyecto, que luego se aplica como un Factor de Sobre Costo (FSC) a cada costo unitario directo para cada concepto, obteniendo el Costo Unitario Total (CUT), llamado también Costo Unitario de Venta (CUV). El Impuesto Municipal (IM) de 1 % se aplica luego al Costo Bruto (CB), que es la sumatoria de todas las cantidades de obra estimadas (COE), multiplicadas por sus respectivos costos unitarios totales (CUT) o costos unitarios de venta (CUV), dando como resultado un Sub Total (ST) al que se le aplica el Impuesto de Valor Agregado (IVA) de 15 %, resultando finalmente el Costo Total (CT) o Presupuesto del proyecto.

El Costo Directo (CD) que se calcula para cada concepto de obra, se divide entre su respectiva cantidad de obra estimada (COE) con su unidad de medida para obtener el Costo Unitario Directo (CUD) para cada concepto. Los recursos o componentes de cada Costo Unitario Directo (CUD) pueden ser de cuatro tipos: Maquinaria o Equipos, Mano de Obra, Materiales y Herramientas. MTI, (2008).

3.7.2. Costos indirectos

Son los costos previstos en que se debe incurrir de manera global o generalizada para realizar la construcción, mantenimiento o reparación de un “sitio crítico” de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido, sin que puedan ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra. Los costos indirectos normalmente están integrados por los siguientes grupos: Costos de oferta y de contratación, costos iniciales, costos de operación, costos administrativos de campo, costos por servicios especializados, costos por afectaciones esperadas, costos imprevistos. MTI, (2008).

3.7.3. Materiales de construcción

En la ejecución de obras viales en el País, una gran parte de los materiales utilizados, son importados, los materiales locales están constituidos básicamente por aquellos materiales que provienen de canteras definidas y que son sometidos a un proceso de producción industrial y que en algunos casos, requieren a su vez de insumos importados; como por ejemplo: la tubería de concreto para drenaje y en general, los elementos de concreto sean prefabricados que contienen elementos de acero de refuerzo. De igual forma ocurre con las carpetas de superficies asfálticas cuyo componente aglutinante (el asfalto) debe de ser importado, aunque se trate de un subproducto de la fabricación de hidrocarburos. MTI, (2018).

3.7.4. Factores de sobre costo

Determinar el Factor de Sobre costo de la Obra; para ello, analiza y calcula los Costos Indirectos que consisten en considerar los costos de oficinas, honorarios, sueldos y prestaciones, pasajes y viáticos, depreciación de maquinaria y equipo, rentas y mantenimiento de locales, bodegas, instalaciones, muebles y enseres y operación de vehículos y campamentos; fletes y acarreos,

papelería y servicios como luz, teléfonos, gas, equipos de cómputo y gastos como licitación, capacitación, seguridad e higiene, trabajos previos y auxiliares, seguro y fianzas, entre otros que se consideren en cada obra en particular y que la Normatividad vigente así lo determine. Galván M (2013)

El Costo Directo (CD) que se calcula para cada concepto de obra, se divide entre su respectiva cantidad de obra estimada (COE) con su unidad de medida para obtener el Costo Unitario Directo (CUD) para cada concepto; los demás elementos constitutivos del presupuesto, excluyendo impuestos (CI, CAC y U), que se calculan para cada proyecto, se suman y se calculan como un factor del Costo Directo Total (CDT) del proyecto, que luego se aplica como un Factor de Sobre Costo (FSC) a cada costo unitario directo para cada concepto, obteniendo el Costo Unitario Total (CUT), llamado también Costo Unitario de Venta (CUV). El Impuesto Municipal (IM) de 1 % se aplica luego al Costo Bruto (CB), que es la sumatoria de todas las cantidades de obra estimadas (COE), multiplicadas por sus respectivos costos unitarios totales (CUT) o costos unitarios de venta (CUV), dando como resultado un Sub Total (ST) al que se le aplica el Impuesto de Valor Agregado (IVA) de 15 %, resultando finalmente el Costo Total (CT) o Presupuesto del proyecto. MTI, (2008)

3.7.5. Control de obras

El control de obras es la actividad que comprende la administración de los recursos humanos, financieros y materiales para cumplir con los objetivos y resultados establecidos en los proyectos. El propósito principal es llevar un seguimiento para asegurarse que todos los procesos y actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto se realicen correctamente.

El control de obras incluye dentro de sus funciones: la planificación, gestión de costos y cronogramas, gestión de riesgos, progreso del valor ganado, seguimiento de actividades y la previsión del proyecto. Se trata de un proceso repetitivo y

constante para medir el estado de los proyectos y pronosticar resultados probables en función de mediciones realistas enfocadas hacia mejorar el desempeño y los resultados. Ingeniería VQ (2020)

3.7.6. Logística de materiales de construcción

El sector de la construcción se enfrenta a tres aspectos clave desde el punto de vista de la logística:

- i. la organización que permita garantizar la disponibilidad a tiempo de materiales,
- ii. la gestión de la gran variedad de los mismos,
- iii. y su transporte y manejo, que a menudo están sometidos a normativas y procesos exigentes, destinados a garantizar el menor impacto sobre las zonas en las que se desarrolla la actividad.

En el sector de la construcción, a menudo hablamos de materiales cuya logística no es sencilla, que ocupan espacio dentro de las propias áreas de trabajo, que requieren transporte y mantenimientos especiales y que obligan a una serie de tareas complementarias de cuidado con el entorno que pueden incidir sin duda sobre la rentabilidad de la actividad. La adecuada sincronización entre las tareas propias de la construcción y la disponibilidad de los materiales se convierte en un elemento decisivo a la hora de evitar ineficiencias y sobrecostos. Sánchez M (2021)

3.7.7. Instalaciones para la ejecución de las obras.

La dirección de ejecución en obra de las instalaciones es una de las partes a las que la Ingeniería le da mayor importancia.

Consideramos fundamental tener conocimientos amplios tanto a nivel conceptual, como a nivel constructivo, por parte de los técnicos directores de obra, para que sean capaces de poder interpretar la mejor solución en obra ante cualquier imprevisto.

Para ello es fundamental saber cómo funcionan las instalaciones, como interactúan entre ellas y como deben mantenerse o controlarse, porque sólo de esa manera se podrán controlar durante la ejecución de obra detalles tan importantes como distancias que hay dejar para el mantenimiento de equipos, registros para acceder a los elementos manipulables para el control o mantenimiento en falsos techos, o pasos de sectores de incendios (acceso a Compuertas Cortafuegos etc.) Ingeniería Torne (2020)

3.7.8. Metodología de construcción

La correcta selección de los métodos de construcción a utilizar en la ejecución de un proyecto, es un factor determinante para el desarrollo de éste y para el logro de sus requerimientos, pero muchas veces este proceso se lleva a cabo sin el cuidado que requiere, generando consecuencias negativas para el proyecto. Por ello, se considera necesario buscar enfoques distintos que permitan lograr una mayor eficacia en su realización. Para lograr lo anterior, es necesario comprender en profundidad las prácticas actuales de ejecución del proceso y los principales problemas que lo afectan. Ferrada X y Serpell A (2014).

3.7.9. Informes de mantenimiento

Para facilitar la evaluación de las actividades del mantenimiento, permitir tomar decisiones y establecer metas, deben ser creados informes concisos y específicos formados por tablas de índices, algunos de los cuales deben ir acompañados de sus respectivos gráficos, proyectados para un fácil análisis y adecuado a cada nivel de gestión. Tavares L (2021).

3.7.10. Costos unitarios según disponibilidad financiera

Primeramente, el cálculo de los Costos Unitarios de Construcción, está elaborado en función de los precios unitarios de los siguientes conceptos: Materiales, Mano de Obra, Maquinaria y Equipo, Herramientas, Transporte

Cada componente anteriormente enumerado forma parte de la estructura de costo de cada concepto de obra establecido en el Listado de actividades de construcción particulares de cada proyecto; sin embargo, el costo directo de cada componente estará afectado por diversas consideraciones como: Cantidad de Obras o Volúmenes a Analizar, distancia de Banco de Materiales, Banco de Agua y Botadero, norma de Rendimiento de Equipo, aporte o dosificación de los materiales por unidad de medida del concepto de obra, norma de rendimiento en Mano de Obra (Muchas veces de acuerdo al criterio del presupuestista en base a una experiencia acumulada).

En caso de actividades con costos de mano de obra por unidad de medida de la actividad podrá el presupuestista cambiar el costo unitario. MTI (2018)

3.7.11. Costo de inversión

Los costos de inversión, llamados también costos preoperativos, corresponden a aquellos que se incurren en la adquisición de los activos necesarios para poner el proyecto en funcionamiento, ponerlo "en marcha" u operativo. Para decirlo de una forma sencilla son todos aquellos costos que se dan desde la concepción de la idea que da origen al proyecto hasta poco antes de la producción del primer producto o servicio.

Por ejemplo, en un proyecto de una carretera que une dos ciudades, los costos de inversión serán todos los que se dan desde la elaboración de los estudios preliminares hasta antes de inaugurar la carretera para que circulen a través de ella los primeros vehículos. Conexión Esan (2016)

3.7.12. Costos de supervisión de la construcción

La supervisión de obra viales puede ser un factor decisivo para el éxito del proyecto o bien la causa de su fracaso. Muchos proyectos presentan problemas en su desempeño por causas atribuibles no precisamente a deficiencias en el diseño o en los materiales, sino al mal desarrollo de la supervisión.

Es así como, la supervisión la ejecuta una persona capacitada para ello, que conlleva una observación permanente de los trabajos que ejecutan otros, a través de: la inspección y control de cada subproceso, el registro y los respectivos informes del desarrollo del proyecto, la asistencia técnica y la asesoría para la toma de decisiones en la solución de problemas. La supervisión, por lo tanto, permite concluir y determinar si el proyecto está o no de acuerdo con los requerimientos establecidos. Elizondo A (2018)

3.7.13. Personal Técnico y Administrativo de Supervisión.

Este es el desglose definido por la supervisión, una vez adjudicado el proyecto a través de sub tramos y entregables siguiendo un orden lógico en la estrategia de construcción y la ruta crítica del proyecto optimizando los tiempos y haciendo buen uso de las holguras de las actividades no críticas. De acuerdo a Vallecillo E, (2019)

Tabla 1: Personal Técnico y Administrativo de Supervisión

No.	CONCEPTO	CANTIDAD
1	Gerente de Supervisión	1
2	Ingeniero Residente	1
3	Ingenieros asistentes de campo	1
4	Ingeniero vial	1
5	Ingeniero ambiental	1
6	Ingeniero estructural	1
7	Especialista hidrotécnico	1
8	Ingeniero de control de calidad	1
9	Inspector de movimiento de tierras	1
10	Inspector de drenaje	1
11	Inspector de pavimentos	1
12	Dibujante calculista	1
13	Laboratorista	1
14	Ayudante de laboratorio	2
15	Secretaría	1
16	Topógrafo	1
17	Porta prismas	2
18	Conductor	2
Total		12

Fuente: Estudio Socioeconómico Ochomogo-Las Salinas (2019)

IV. Diseño metodológico

4.1. Estudio geométrico vial

4.1.1. Velocidad de diseño

Se define la velocidad como la relación entre la distancia recorrida y el tiempo que se tarda en recorrerlo, o sea, una relación de movimiento que queda expresada, para velocidad constante, por la fórmula:

$$V = d/t. \qquad \text{Ec. 1}$$

Como la velocidad que desarrolla un vehículo queda afectada por sus propias características, por las características del conductor y de la vía, por el volumen de tránsito y por las condiciones atmosféricas imperantes, quiere decir que la velocidad a que se mueve un vehículo varía constantemente, causa que obliga a trabajar con valores medios de velocidad.

Para el caso del Proyecto en cuestión y a partir de la valoración de los diferentes aspectos incidentes para establecer y definir dicho parámetro en esta carretera, hemos considerado establecer una Velocidad de Proyecto que se ajuste en todo lo posible a las necesidades, características y condiciones existentes en el corredor del camino, y que a la vez nos permita mejorar tanto la velocidad de recorrido actual como a la infraestructura existente, que dicha velocidad así lo demande, al igual que la transitabilidad y la confortabilidad de los usuarios del camino de toda el área de influencia del Proyecto, para lo cual hemos partido de las siguientes consideraciones:

a. La distancia de visibilidad de parada

Para el análisis y revisión de este aspecto se utilizará la fórmula establecida por el Manual de la AASHTO (2004), como sigue:

$$d = (0.278)(t)(V) + \frac{\{(V^2)(f \pm G)\}}{(254)} \quad \text{Ec. 1.1}$$

En donde:

- d: Distancia de visibilidad de parada (mts)
- t: Tiempo de percepción y reacción del conductor que se establece de 2.5 seg
- v: Velocidad, diseño o proyecto (KPH)
- f: Coeficiente de fricción longitudinal (Adimensional)
- G: Pendiente longitudinal del tramo en m/m

Variando el valor de G es posible obtener resultados que consideran la distancia de visibilidad de parada en subida, se utilizará la velocidad de ruedo que corresponde a la velocidad de diseño que se haya establecido.

b. Distancia de visibilidad de rebase

La distancia de visibilidad para pasar o rebasar un vehículo se refiere a la distancia necesaria para que un vehículo pueda pasar a otro u otros que circulan por el mismo carril a menor velocidad, sin peligro de colisionar con los vehículos que puedan venir en dirección opuesta por la vía que generalmente se realizará la maniobra.

Los aspectos a considerar requieren establecer los elementos siguientes, enmarcados en la operación de rebase:

- d1 : Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción en mt.
- d2 : Distancia recorrida por el vehículo que sobrepasa mientras realiza la operación de rebase en mt.
- d3 : Distancia de seguridad una vez terminada la maniobra entre el vehículo que adelanta y el vehículo que circula en sentido contrario, en mt.
- d4: Distancia recorrida por el vehículo que circula en sentido opuesto durante la operación de sobrepaso en mt.

El manual de la AASHTO establece las siguientes fórmulas para el cálculo de esos elementos:

1. Distancia Preliminar de demora, se calcula aplicando la siguiente ecuación.

$$d_1 = 0.278t_t(v - m + \frac{at_t}{2}) \quad \text{Ec. 1.2}$$

En dónde:

- V : Velocidad promedio del vehículo que rebasa en KPH.-
- t1 : Tiempo de maniobra inicial en segundos.
- a : Aceleración Promedio del vehículo que efectúa el Rebase en KPH / Seg en el inicio de la maniobra, se considera un valor en tabla
- m : Diferencia de velocidades en entre el vehículo que es rebasado y el que rebasa, en KPH.

2. Distancia de Adelantamiento, se calcula aplicando la siguiente expresión.

$$d_2 = 0.278vt_2 \quad \text{Ec. 1.3}$$

En dónde;

- v : Velocidad Promedio del vehículo que ejecuta el adelantamiento en KPH.
- t2 : Tiempo de ocupación del carril opuesto, en segundos.
- d3: La longitud del espacio libre d3 entre los vehículos que pasan opuestas y al final de las maniobras de paso, la AASHTO en su edición 2001, recomienda usar valores de 30 a 75 mt
- d4: En lo referente a la distancia (d4) que el vehículo que circula en sentido opuesto durante la operación de rebase, la AASHTO, en el manual de su edición 2001, recomienda se utilice la equivalencia $d4 = 2/3$
- d2: en mt.

El resultado final de la distancia de visibilidad de rebase se obtendrá a partir de la sumatoria de los valores calculados y establecidos anteriormente:

$$DVR = d1 + d2 + d3 + d4, \text{ en mt.} \quad \text{Ec. 1.4}$$

En la Tabla 2 que a continuación se expone, extraída del manual de la AASHTO-2004, se puede establecer como parámetro general, la distancia de visibilidad de rebase para la velocidad de diseño y que, para el caso del Proyecto en estudio, en carretera abierta, con una velocidad de 40 KPH, le corresponde un valor de 270 mt .

Tabla 2: Distancia de visibilidad de Rebase en función de la Velocidad de Diseño para una situación de terreno en que las pendientes longitudinales son de valores mínimos.

Metric				
Design speed (km/h)	Assumed speeds (km/h)		Passing sight distance (m)	
	Passed vehicle	Passing vehicle	From Exhibit 3-6	Rounded for design
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: AASHTO 2004.

c. Distancia de visibilidad en curvas horizontales

Teniendo en cuenta la sección típica que se aplicará en los sectores de corte de la vía, se pretende en esta parte del estudio y diseño vial, la determinación de la distancia libre entre el eje proyectado y el talud de corte, conforme al detalle:

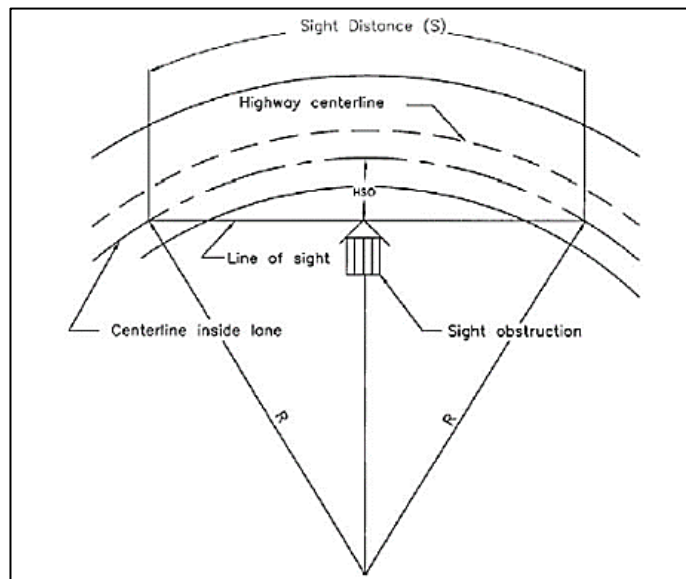
- Ancho del carril en mt.
- Ancho de hombro en mt.
- Ancho de cuneta en mt.
- Distribución horizontal del fondo de cuneta al talud en mt.

- Ancho libre transversal en mt.

Para la revisión y análisis de la distribución de visibilidad en curvas horizontales (DVH), haremos uso de lo que establece el Manual de AASHTO, y que a continuación se describe el formulario a utilizar conjuntamente con el gráfico adjunto en la Figura 4.

Figura 4: Esquema para el proceso de determinación de la distancia de visibilidad de parada en curvas horizontales

Metric
$M = R_1 \left[1 - \cos \frac{28.65S}{R_1} \right]$
where: <ul style="list-style-type: none"> S = Stopping sight distance, m; R = Radius of curve, m; M = Middle ordinate, m R₁ = Radio Eje de Curva Carril Interior.



Fuente: AASHTO 2004.

- M : Distancia del obstáculo a la orilla de la calzada en la curva horizontal.
- R1 : Radio de Curvatura del arco de la Línea Central del carril interno.
- S : Distancia de Visibilidad de parada.

- R : Radio de diseño de la curva
- AC : Ancho del carril
- HM : Ancho de hombro

El valor de R1 se determinará de la siguiente manera:

$$AB: \frac{(AC+HM)}{2} \quad \text{Ec.1.5}$$

R1: R-AB,

AB: Ancho de la banda de rodadura

Como resultado del proceso de cálculo se obtienen los valores de las distancias libres (M), que se requieren lateralmente para los diferentes radios de curvas para obtener la distancia de la visibilidad de parada establecida para la velocidad de diseño del Proyecto, trasladando este valor al eje de la trayectoria del vehículo, obtenemos la distancia libre (XLD) disponible a través de medición gráfica en la sección transversal de construcción.

A partir de esta metodología se determinan los valores correspondientes para cada caso, la distancia necesaria (XC) que se requerirá de manera complementaria o adicional a la que se obtendrá con la aplicación de la sección de construcción, los cuales se determinan de la siguiente manera:

$$XC = M - XLD \quad \text{Ec.1.6}$$

El valor resultante XC corresponderá al valor de la distancia que se requerirá despejar en campo para que el conductor alcance la distancia necesaria y correspondiente a la visibilidad de parada en esa curva horizontal.

4.2. Estudio de tráfico

4.2.1. Proyecciones del tráfico

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 establecerán las contribuciones de los diferentes tráficos que se definirán en el análisis a realizar y apoyados por el estudio económico del proyecto. Para el año de inicio de operación de la carretera se considera potencialmente que manifestarán cuatro tipos de tráficos, esto son tráfico normal, el tráfico desarrollado, el tráfico generado y el tráfico atraído.
- Sobre el análisis de variables socioeconómicas relevantes se determinarán tasas de crecimiento del TPDA por tipología vehicular.
- Se cuantificarán 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 serán presentados cronológicamente año a año, a fin de presentar el crecimiento del tráfico a lo largo de su vida útil.

Existen diversos tipos de tráfico, que en conjunto constituyen el TPDA total del camino analizado. Los tipos de tráfico son los siguientes:

- a) Tráfico Normal: El tráfico normal o actual es el tráfico que se produce en la vía independiente de las condiciones existentes.

Para determinar las proyecciones del tráfico normal se estimarán tasas de crecimiento, las cuales se obtienen de efectuar un análisis de variables sociales y económicas que tengan relevancia o impacto sobre el tramo en estudio. Entre las más utilizadas se mencionan el Producto Interno Bruto (PIB), Población dentro del área de influencia del proyecto, crecimiento del parque vehicular dentro del área de influencia del proyecto, entre otras.

- b) Tráfico Desviado/Atraído: Este tráfico aparece cuando se identifica una vía alterna al tramo en estudio que se vuelve más atractiva al usuario, pudiendo ser en términos de distancia, menor grado de congestión, mayor seguridad vial, entre otros factores, por lo que el tráfico de la vía se reorienta o desvía hacia esa otra ruta.

Para cuantificar las proyecciones de este tipo de tráfico es necesario proyectar el TPDA del tramo alterno, y luego determinar el porcentaje que se desviarían hacia/desde el proyecto hacia/desde la ruta alterna de viaje.

- c) Tráfico Desarrollado: El tráfico desarrollado es el tráfico adicional que se producirá, por efecto de la introducción de nuevos procesos productivos, incremento de áreas y nuevas tecnologías que permita a los productores obtener incrementos de producción.

Para cuantificar este tipo de tráfico se debe proyectar el volumen de producción anual adicional que se generaría como resultado del mejoramiento del camino. Este volumen de producción adicional generará nuevos viajes de vehículos de carga para su transportación.

- d) Tráfico Generado: Es el tráfico adicional que aparece en el tramo como consecuencia de la reducción en los costos de operación vehicular. Está asociado principalmente a la reducción del IRI actual del tramo en estudio.

La cuantificación de estos ahorros se realizó mediante el software VOC – HDM IV.

La proyección de este tipo de tráfico se basa en porcentajes del tráfico normal.

Se debe analizar y constatar cuales tipos de tráfico son aplicables al proyecto con el fin de incorporarlos en el cálculo del TPDA Total.

Una vez efectuada la recopilación de los conteos vehiculares en los sitios y periodos aprobados por El Contratante, se procede a efectuar el cálculo del Tráfico

Promedio Diario Anual (TPDA) de cada uno de los tramos que conforman el proyecto.

El procedimiento para el cálculo del TPDA se basa en la aplicación de factores de expansión que son dados por el MTI en el Anuario de Tráfico, en donde a cada tramo de carretera/camino se le asigna dependencia a una determinada Estación de Mayor Cobertura (EMC), de la cual se retoman dichos factores de expansión, en dependencia del cuatrimestre en donde se hayan efectuado los conteos vehiculares.

Tráfico Promedio Diario de 12 horas (TPD 12 h):

De la información de campo se obtienen los volúmenes de tráfico existente de 12 horas, por tipología vehicular.

Tráfico Promedio Diario de 24 Horas (TPD 24 h):

A los TPD 12 h se les aplica el Factor Día por tipo de vehículo y se obtienen los volúmenes de tráfico expandido a 24 horas.

Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS):

En vista que se efectuaron los conteos durante los 7 días de la semana, no se aplicará el factor Semana a la tipología vehicular, dado que el TPDS se obtiene únicamente al calcular el promedio de los 7 días de conteos realizados. El factor Semana se aplica cuando se realizan conteos menores a los 7 días consecutivos.

Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA):

Una vez obtenido el TPDS se procede a aplicarle el factor expansión por tipo de vehículo para calcular el TPDA.

Factores de expansión

Tomando en cuenta que los subtramos del camino en estudio dependen de la EMC 1802 San Marcos – Masatepe, se presentan los factores de expansión para cada uno de ellos, correspondientes al tercer cuatrimestre, en vista que los conteos fueron realizados en el mes de noviembre de 2018.

Tabla 3: Factor de expansión

Factores del tercer cuatrimestre del año septiembre - Diciembre																	
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	1.39	1.46	1.32	1.31	1.35	1.24	1.32	1.21	1.23	1.18	1.00	1.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.43
Factor Semana	0.99	1.04	1.09	1.02	0.96	0.98	0.91	0.92	0.86	0.89	1.00	0.85	1.00	1.00	1.00	1.57	0.87
Factor Fin de Semana	1.02	0.90	0.83	0.96	1.10	1.04	1.32	1.30	1.73	1.42	1.00	1.74	1.00	1.00	1.00	0.52	1.60
Factor Expansión a TPDA	0.97	0.99	0.99	1.00	1.02	0.95	1.03	0.99	1.02	1.03	1.00	2.73	1.00	1.00	1.00	0.55	1.12

Fuente: MTI EMC 1802 San Marcos- Masatepe (2018)

Análisis de tasas de crecimiento

Las estimaciones de las tasas de crecimiento del tráfico para el proyecto se aplican para el tráfico normal, durante el periodo de entrada en operación del proyecto y durante su vida útil. El análisis inicial para determinar las tasas de crecimiento se basa en la información histórica que se tiene sobre el comportamiento del flujo vehicular en el tramo en estudio. Se debe valorar la cantidad de datos que se tiene y su periodicidad, con el fin de determinar si son suficientes para determinar algún tipo de tendencia en los datos de TPDA. Este análisis se basará en los datos que reporta anualmente el MTI en el Anuario de Tráfico.

El análisis de los antecedentes de los TPDA del tramo en análisis, se complementa con la incorporación de variables socioeconómicas que previamente se identifiquen como relevantes en el proyecto y que se cuente con estadísticas oficiales. Para esto deben identificarse los rubros de mayor importancia en la dinámica económica de la zona, los cuales pueden impactar directamente en la movilidad de personas, bienes o servicios.

Sobre el análisis de variables socioeconómicas relevantes se determinarán tasas de crecimiento del TPDA por tipología vehicular, esto aplicará para la ruta actual de viaje de los usuarios.

Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio

En el análisis de capacidad y nivel de servicio, se relacionan los elementos geométricos de la vía con los volúmenes de tránsito, la composición vehicular y los usuarios, a fin de que las condiciones de viaje de éstos sean fluidas, seguras, confortables, seguras y que a su vez generen ahorros sustanciales de tiempo y económicos, como efectos de la reducción de los costos operacionales de los vehículos y costos de tiempo de los usuarios.

Para la situación Sin Proyecto y Con Proyecto se realizará el análisis mediante la metodología de dos carriles, **descrita por el Manual de Capacidad de Vía HCM de 2000 de TRB en el capítulo No. 20 "Carreteras de dos Carriles"**. Para efectos de este estudio se aplicará el Software Highway Capacity Software (HCS) – 2000.

Una vez determinado el TPDA base (2018) y el TPDA proyectado (0 a 20 años), se realizará el análisis de capacidad y niveles de servicio, estudio que identifica de forma cualitativa y cuantitativa las capacidades de un tramo teniendo en cuenta las condiciones geométricas y características de flujo vehicular.

Este análisis se realizará en dos escenarios: el primero analizando la situación actual de la vía (situación sin proyecto) y el segundo con las mejoras propuestas a la vía (situación con proyecto), dando como resultado un comparativo y las necesidades de mejoras para garantizar un buen nivel de servicio de la vía desde su inicio de operación.

4.3. Cálculo Hidrológico

4.3.1. Coeficiente de escorrentía

El Coeficiente de Escorrentía "C" usado en la Fórmula Racional, se define como la razón entre la cantidad de agua que escurre, la precipitación, y su determinación está en dependencia de las características topográficas del terreno, tipo de suelo y cubierta vegetal. Bervis (2004)

El método usado es el propuesto por Applied Hydrology, Ven Te Chow, David R Maidment y Larry W Mays e incorpora, además de los elementos cubierta de suelo y pendiente, la probabilidad de la lluvia. A continuación, se muestra la tabla con los coeficientes de escorrentía:

Tabla 4: Coeficientes de Escorrentía según cubierta de suelo

Pendiente	Arbusto	Bosque Espeso	Bosque Ralo	Cultivo	Urbano
Menor 2	0.35	0.28	0.31	0.33	0.7
Entre 2 y 7	0.4	0.31	0.36	0.39	0.7
Mayor 7	0.47	0.41	0.44	0.46	0.7

Fuente: Guía Hidráulica para el diseño de obras de drenaje en caminos rurales.

4.3.2. Elementos del Cambio Climático

Para realizar los estudios hidrológicos e hidráulicos se toman en consideración los parámetros del cambio climático definidos en el documento titulado “**Guía Hidráulica para el diseño de obras de drenaje en caminos rurales Adaptada Al Cambio Climático**”. Bervis (2004)

4.3.3. Determinación de la intensidad de las lluvias

La intensidad se expresa como el promedio de la lluvia en mm/hora para un periodo de retorno determinado y una duración igual al del tiempo de concentración (T_c) de la cuenca.

Para el cálculo de este parámetro se utilizará las IDF de la estación de Rivas para 25 años ó 50 años periodo de retorno según corresponda. INETER ajusta las IDF a las ecuaciones de la forma siguiente:

$$I = \frac{A}{(T_c + D)^b} \quad \text{Ec. 1.7}$$

Para 25 años $I = \frac{1193}{(T+9)^{0.668}} \quad \text{Ec. 1.8}$

Para 50 años $I = \frac{1167}{(T+8)^{0.646}} \quad \text{Ec. 1.9}$

4.3.4. Tiempo de concentración

Es el tiempo que tarda en viajar una partícula de agua desde el punto más remoto hasta el punto de interés.

Para el caso de cuencas pequeñas, en Nicaragua se aplica la fórmula propuesta por el Ing. Eduardo Basso, en el método del proyecto hidrometeorológico centroamericano (PHCA).

$$T_c = 0.0041 * \left(\frac{3.28 * L}{\sqrt{S_c}} \right)^{0.77} \quad \text{Ec. 2}$$

Dónde:

T_c : Tiempo de concentración (min).

L : Longitud del cauce principal (m).

S_c : Pendiente del cauce principal (m/m).

A: Área de la cuenca (km²).

H: Diferencia de alturas (m).

También puede complementarse usando la ecuación de Kirpich para cuencas de mayor tamaño:

$$T_c = 0.02 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad \text{Ec. 2.1}$$

T_c=Tiempo de Concentración en minutos

L = longitud de cauce más largo en metros.

S = pendiente media (m/m).

4.3.5. Método del bloque alterno

El método del bloque alterno es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva de intensidad-duración-frecuencia. El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación que ocurre en n intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt sobre una duración total de T_d=n Δt.

Después de seleccionar el período de retorno de diseño, la intensidad es leída en una curva IDF para cada una de las duraciones Δt, 2 Δt, 3 Δt., y la profundidad de precipitación correspondiente se encuentra al multiplicar la intensidad y la duración.

4.3.6. Cálculo de caudales de crecidas

Este método asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando todas las partes del área tributaria están contribuyendo con su escorrentía superficial durante un periodo de precipitación máxima. Para lograr esto, la tormenta máxima debe prolongarse durante un periodo igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana hasta llegar al punto considerado (tiempo de concentración).

La aplicación de este método racional se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \quad \text{Ec. 2.2}$$

Siendo:

Q: Caudal en m³/s

C: coeficiente de escorrentía.

I: intensidad de la lluvia en mm/hora.

A: área de drenaje de la cuenca en Ha.

4.3.7. Cálculo Hidráulico

El modelo utilizado para definir y dimensionar las estructuras del drenaje menor es el modelo “Hy8 versión 7.4”, desarrollado por la Federal Highway Administration de los Estados Unidos, incluye la metodología de Hydraulic Design N°5, Hydraulic Design of Highway Culverts.

El enfoque del modelo asume dos tipos del control del flujo:

a) **Control en la entrada:**

Determina la profundidad de la carga de agua usando métodos convencionales de cálculo hidráulico que consideran pérdidas en la entrada dentro y a la salida de la alcantarilla.

El control de entrada está dado por la relación:

$$\frac{HWI}{D} = K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M \quad \text{Ec. 2.3}$$

Siendo:

HWI, la profundidad de la carga en el control de entrada

D el diámetro interno de la tubería.

Q, caudal;

A, es el área llena de la tubería;

K y M constantes, que dependen del tipo de alcantarilla y la forma de los aletones de entrada

b) **El control de salida** viene dado por la relación siguiente:

$$HW_0 + \frac{V^2 u}{2g} = TW + \frac{V^2 d}{2g} + H_L \quad \text{Ec. 2.4}$$

Siendo:

HW_0 : la profundidad de la carga del agua arriba de la alcantarilla.

Vu : es la velocidad de llegada.

TW : es la elevación del remanso en la salida.

V : es la velocidad de salida.

H_L : es la suma de las pérdidas.

Hw/D : es la relación entre la carga del agua en la entrada de la alcantarilla o caja (Hw) y D es el diámetro de la tubería o altura de la caja según corresponda.

4.3.7.1. Diseño del drenaje longitudinal

Cunetas

Para el cálculo de los caudales de aportación con los que se realizará el cálculo hidráulico de los distintos tramos de cuneta, se utilizará la fórmula racional ya explicada.

Ecuación de Manning para determinar la capacidad y velocidades en las cunetas:

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad \text{Ec. 2.5}$$

Q , caudal en m^3/s .

n , coeficiente de rugosidad de Manning.

Rh , radio hidráulico de la tubería en mts

S , pendiente longitudinal en metro por metro

A , área de la sección transversal de la tubería en m^2

4.3.7.2. Cálculo de la Curva CN

Se refiere al número de las curvas que depende del tipo de suelo y la cubierta vegetal de la cuenca y depende también de las condiciones hidrológicas previas al aguacero que origina la escorrentía (adimensional).

Tabla 5: Curva CN por cubierta de suelo

Clase de Suelo	B
Cubierta del suelo	
Arbusto	78.0
Bosque ralo	70
Bosque espeso	69
Área Urbana (media)	84
Cultivos	74
Impermeable	100

Fuente: Guía Hidráulica para el diseño de obras de drenaje en caminos rurales, Tabla 2-2.

4.3.7.3. Método del paso estándar

La superficie del agua la calcula por medio del paso estándar, la cual utiliza la ecuación de la energía y por un proceso iterativo de una sección a otra. Este método viene dado por las siguientes relaciones:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad \text{Ec. 2.5}$$

Donde

Y_1, Y_2 = profundidad del agua en la sección transversales

Z_1, Z_2 = Elevación del fondo del canal

V_1, V_2 = velocidad promedio de la sección.

$\alpha_1\alpha_2$ = coeficiente de ponderación de las velocidades

g = aceleración de la gravedad.

h_e = pérdidas de energía.

Las pérdidas de energía ente dos secciones transversales está compuesta por pérdidas por fricción y por contracción y expansión. La ecuación de las pérdidas de energía es la siguiente:

$$h_e = LS_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad \text{Ec. 2.6}$$

Donde

L = El peso del caudal en la longitud del cauce, dividido en el caudal al centro del canal, a la izquierda y derecha del mismo.

S_f = Pendiente de fricción entre dos secciones.

C = Coeficiente de pérdidas por contracción y expansión.

4.4. Estudio Geotécnico

En la unificación adecuada de los suelos, existen dos sistemas de clasificación de uso común para propósitos de ingeniería.

1) El Sistema Unificado de Clasificación del suelo (SUCS o USCS) que se utiliza para casi todos los trabajos de ingeniería geotécnica.

2) El sistema de clasificación AASHTO que se usa para la construcción de carreteras y terraplenes.

Ambos sistemas tienen como criterios principales para su correcta aplicación, el análisis granulométrico y los límites de Atterberg (LL, LP, IP), para la clasificación de los suelos. Borselli (2022)

4.4.1. Método SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación del suelo (USCS o SUCS) se basa en el sistema de clasificación desarrollado por Casagrande durante la Segunda Guerra Mundial. Con algunas modificaciones fue aprobado conjuntamente por varias agencias de gobierno de los EE.UU. en 1952. Refinamientos adicionales fueron hechas y actualmente está estandarizado como la norma ASTM D 2487-93. Los suelos de un sistema unificado se designan por un símbolo de dos letras: el primero considera que el principal componente de la tierra, y la segunda describe informaciones de la curva granulométrica o características de plasticidad.

Figura 5: Nomenclaturas utilizadas por el Método SUCS

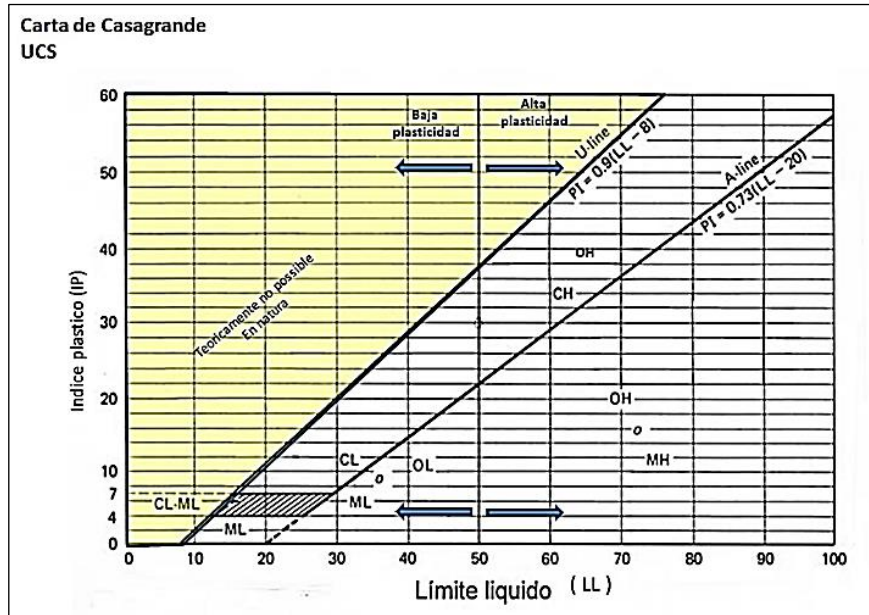
El sistema Unificado de clasificación de suelos, utiliza como identificación los siguientes símbolos:										
Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos o arcillas orgánicas	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado
	Primera letra						Segunda letra			

Fuente: Norma ASTM D 2487-93

Es posible clasificar los suelos limosos y arcillosos por medio de su plasticidad, haciendo uso de la carta de plasticidad de Casagrande.

4.4.2. Carta de plasticidad Casagrande

Figura 6: Carta de plasticidad Casagrande



Fuente: Norma ASTM D-2487-93

Es necesario determinar el índice de plasticidad para poder ubicar los valores en la tabla antes ilustrada, el cual se define como:

Índice de Plasticidad (IP)

$$IP = LL - LP \quad \text{EC. 2.7}$$

Donde:

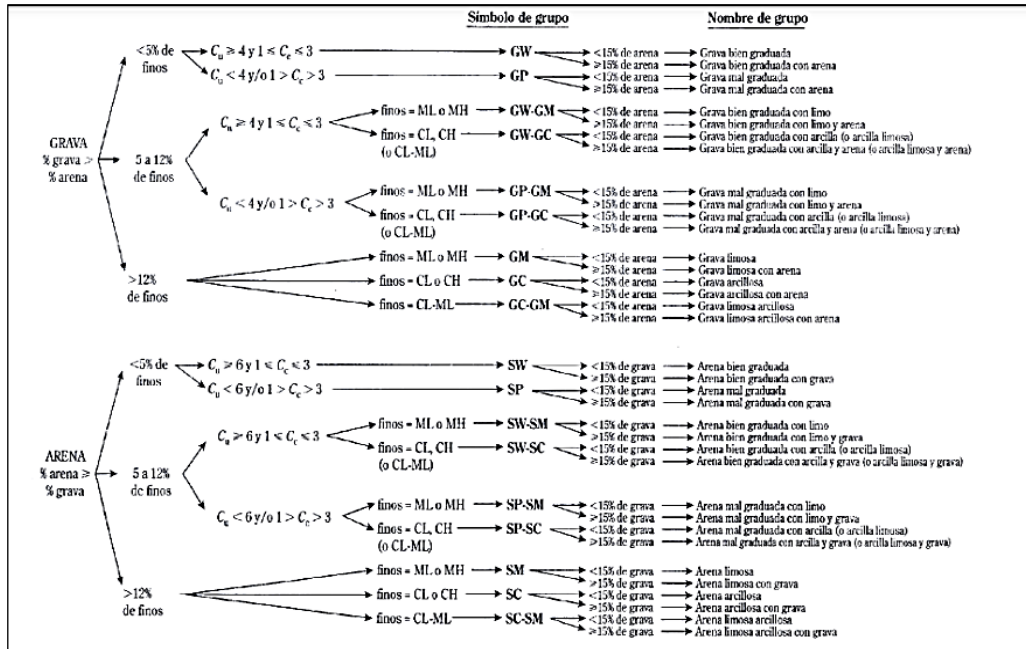
IP: Índice de Plasticidad.

LL: Límite Líquido

Lp: Límite plástico

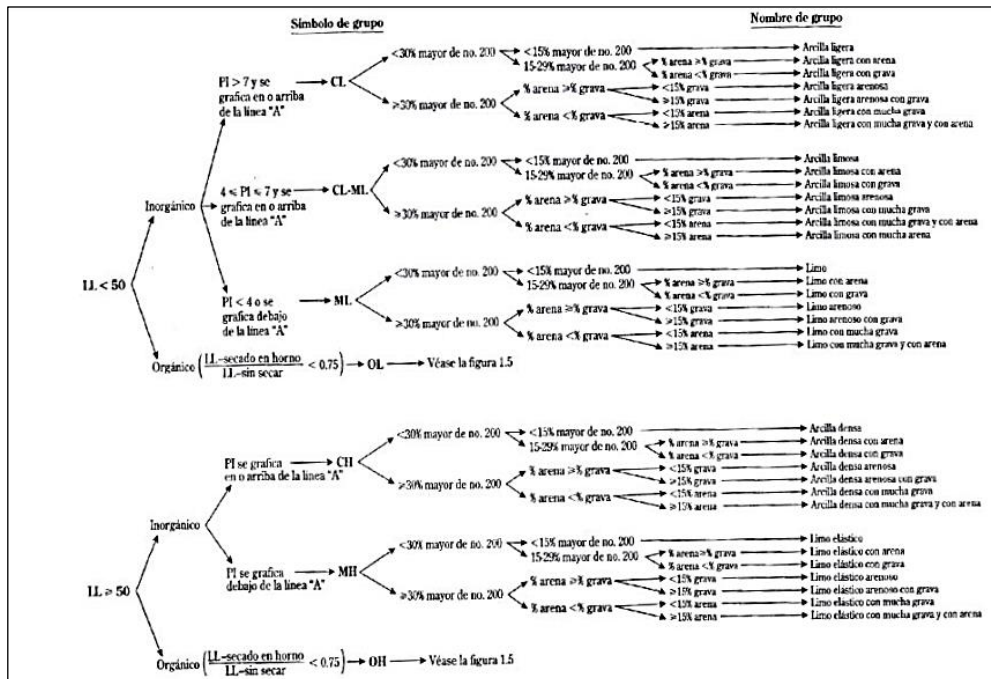
El método SUCS clasifica los suelos en, suelos granulares y suelos Cohesivos, limosos y orgánicos. Empleando para ello como criterio principal del método todo aquel material que es retenido o pase el tamiz N° 200(0.075 mm).

Figura 7: Clasificación de suelos granulares aquellos que no pasan el tamiz N°200



Fuente: Norma ASTM D-2487-93

Figura 8: Clasificación de suelos finos y orgánicos, aquellos que pasan el tamiz N°200



Fuente: Norma ASTM D-2487-93

Figura 9: Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio			Clasificación de suelos	
			Símbolo de grupo	Nombre del grupo
Suelos de partículas gruesas mas del 50% es retenido en la malla No. 200	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien graduada
		$Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal graduada
	Gravas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
		IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
	Gravas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien graduada con limo
		Cumple los criterios para GW y GC	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla
		Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal graduada con limo
		Cumple los criterios para GP y GC	GP-GC	Grava mal graduada con arcilla
	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
		$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada
Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200		IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
		IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200		Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
		Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
	Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal graduada con limo	
Limos y arcillas Limite Liquido menor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL	Arcilla de baja plasticidad
		IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	ML	Limo de baja plasticidad
	Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0.75 limite liquido - no secado	OL	Arcilla orgánica Limo orgánico
		Limos y arcillas Limite Liquido mayor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"
IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH			Limo de alta plasticidad
Suelos altamente organicos	Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0.75 limite liquido - no secado	OH	Arcilla orgánica Limo orgánica
		Principalmente materia orgánica de color oscuro	PT	Turba

Fuente: Norma ASTM D-2487-93

Según Borselli (2022), indica como suelos orgánicos de grano fino, cuando el límite líquido(LL) del suelo secado en el horno (24h a 105 °C) es inferior al 75% del LL del suelo no secado en el horno, es decir:

$$\frac{LL_{\text{secado al horno}}}{LL_{\text{No secado en el horno}}} < 0.75 \quad \text{EC.2.8}$$

Coeficiente de curvatura (Cc)

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \cdot D_{10}} \quad \text{EC.2.9}$$

Donde:

D30: diámetro máximo de partículas en la fracción que contiene el 30% más fino del suelo

D60: diámetro máximo de partículas en la fracción que contiene el 60% más fino del suelo

D10: diámetro máximo de partículas en la fracción que contiene el 10% más fino del suelo

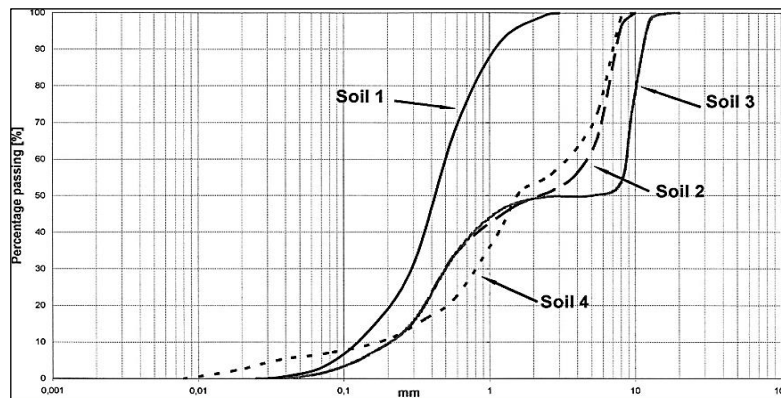
Coeficiente de uniformidad (Cu)

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

EC.3.

Curvas granulométricas obtenidas por medio los coeficientes Cu y Cc

Figura 10: Distribución granulométrica de suelos gruesos SUCS



Fuente: Norma ASTM D-2487-93

4.4.3. Método AASHTO (M 145)

Este método clasifica a los suelos, de acuerdo a su composición granulométrica, su límite líquido y su índice de plasticidad, en siete grupos de A-1 a A-7. Los suelos cuyas partículas pasan el tamiz No. 200 (0,075 mm) en un porcentaje menor al 35 %, forman los Grupos A1, A2, A3 y los subgrupos que corresponden. En cambio, los suelos finos limo-arcillosos que contienen más del 35 % de material fino que pasa el Tamiz No. 200, constituyen los Grupos A-4, A-5, A-6, A-7 y los correspondientes subgrupos. La clasificación de los suelos por el método AASHTO hace uso de las tablas siguientes:

Tabla 6: Clasificación de los suelos granulares por el método AASHTO

Clasificación general	Material granular(35% o menos del total que pasa tamiz No.200)						
Grupo de clasificación	A1		A3	A2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de Tamices (porcentaje que pasa)							
No. 10	50 Max.						
No. 40	30 Max.	50 Max.	51 Max.				
No. 200	15 Max.	25 Max.	10 Max.	35 Max.	35 Max.	35 Max.	35 Max.
Característica de la fracción que pasa No.40							
Límite líquido				40 Max.	41 Max.	40 Max.	41 Max.
Índice de plasticidad	6 Max.		NP	10 Max.	10 Max.	11 Max.	10 Max.
Tipos usuales de materiales que consta	Fragmentos pétreos		Arena fina	Limos o gravas arcillosas y arena			
	Grava, arena						
Valoración general del subgrupo	Excelente a bueno						

Fuente: AASHTO (M 145)

Tabla 7: Clasificación de los suelos finos por el método AASHTO

Grupo de clasificación	A-4	A-5	A-6	A-7
				A-7-5 (a)
				A-7-5 (b)
Análisis de Tamices (porcentaje que pasa)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	36 Min.	36 Min.	36 Min.	36 Min.
Característica de la fracción que pasa No.40				
Límite líquido	40 Max.	41 Max.	40 Max.	41 Max.
Índice de plasticidad	10 Max.	10 Max.	11 Max.	11 Max.
Tipos usuales de materiales que consta	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Valoración general del subgrupo	Regular a pobre			
a) para A-7-5, $I_p < LL-30$				
b) para A-7-5, $I_p > LL-30$				

Fuente: AASHTO (M 145)

4.4.4. Ensayos Mecánicos

Son pruebas realizadas para determinar propiedades mecánicas de los suelos y forman parte de técnicas de reconocimiento de un terreno. La caracterización y clasificación de los suelos es posible gracias a procedimientos efectuados a los mismos en ensayos de laboratorio.

Para la obtención de los valores de humedad óptima y la densidad máxima que puede llegar a compactarse un material se hace uso de los siguientes métodos:

- Método de Proctor Standard.
- Método de Proctor Modificado.

El que ofrece los mejores resultados y es el más utilizado se refiere al método de Proctor modificado.

4.4.5. Método de Proctor Modificado (ASTM D-1557)

Es un ensayo que abarca los procesos de compactación utilizados en Laboratorio, para definir la relación entre el contenido de Agua y Peso Unitario árido de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de cuatro ó seis pulgadas (101,6 ó 152,4 mm) de diámetro con un pisón de diez libras (44,5 N) que desciende de una altura de 18 pulgadas (457 mm), desarrollando una Energía de Compactación de 56 000 lb-pie/pie³ (2 700 kN-m/m³).

Este ensayo se emplea sólo para suelos que poseen 30% ó menos en peso de sus partículas contenidas en el tamiz de 3/4" pulg (19,0 mm).

4.4.6. Densidad máxima

Es necesario obtener por medio de varias pruebas, los pesos compactados a diversas porciones de humedad, para luego ser calentados y pesados nuevamente (obtención del peso seco).

$$\gamma_{\text{suelo Húmedo}} = \frac{W_{sw}}{V_m} \quad \text{EC. 3.1}$$

Donde:

$Y_{\text{suelo húmedo}}$ = Densidad del suelo húmedo (gr/cm³)

W_{sw} = Peso del suelo húmedo (gramos)

V_m = Volúmen del molde. (cm³)

4.4.7. Humedad Optima

Es aquella obtenida por medio de la representación gráfica de los datos obtenidos en laboratorios, de los cual es de vital importancia conocer:

$$\text{Peso del agua } (W_w) = (W_{\text{shúmedo}} + \text{tara}) - (W_{\text{seco}} + \text{tara}) \quad \text{EC. 3.2}$$

Donde:

W_w : Peso del agua (gr)

$W_{\text{shúm+ tara}}$: Peso del suelo húmedo más el recipiente (gr)

$W_{\text{seco+ tara}}$: Peso del suelo seco más el recipiente (gr)

Finalmente, los valores de Humedad optima son obtenidos por medio de la curva de compactación. Ver norma **ASTM D-1557** para más detalles.

4.4.8. Cálculo de CBR

El valor relativo de soporte (CBR) se define como la relación de esfuerzos, en los suelos ensayados y el esfuerzo patrón a como se define a continuación:

$$\text{CBR}(\%) = \frac{\text{Esfuerzo (suelo aforado)}}{\text{Esfuerzo (piedra picada)}} \times 100 \quad \text{Ec. 3.4}$$

Donde:

CBR: Valor adimensional expresado en porcentaje.

Esfuerzo suelo aforado: Esfuerzo obtenido de los ensayos de laboratorio (psi)

Esfuerzo de piedra triturada: carga unitaria, varía en función de la penetración (a 0.1", 1000 psi; a 0.2", 1500 psi; a 0.3", 1900 psi)

4.5. Estudio ambiental Social

4.5.1. Municipios del proyecto

Se describe el área del proyecto, el cual es de 1,092 Km², perteneciente a tres municipios: Tola y Belén que pertenecen al departamento de Rivas y Nandaime al departamento de Granada. De los cuales 43.41 por ciento del área total del proyecto se encuentra en el municipio de Tola, seguido del municipio de Nandaime.

4.5.2. Población a nivel municipal

Por medio del anuario estadístico del Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) en el periodo 2016-2017 se presenta en la tabla 7 los datos de población urbana y rural en cada uno de los municipios que atravesará la obra vial objeto de estudio por municipios.

Tabla 8: Población total urbana y rural por año

Población total urbana y rural por año						
Municipio	2016			2017		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Tola	23 451	7 246	16 205	23 524	7 376	16 148
Belén	18 364	7 814	10 550	18 422	7 894	10 528
Nandaime	40 636	20 426	20 210	40 845	20 636	20 209

Fuente: Estudio social Ochomogo-Las Salinas (2019)

4.5.3. Población beneficiada

Las comunidades beneficiadas de este proyecto son 10 según encuesta realizada durante la ejecución del proyecto que equivalen a 97 personas:

Se tomó encuestas en los diferentes sitios del tramo: Tola 41 (41.6%), Belén 22 (23.3%) y Nandaime 34 (35.1%). De población por municipio.

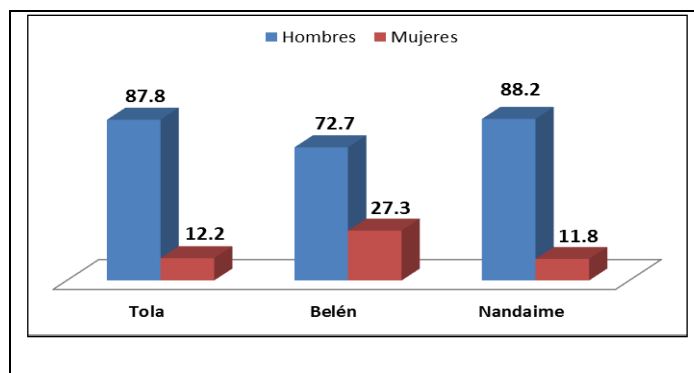
4.5.4. Rango de edades

Los rangos de edades para cada municipio que implica el área de incidencia del proyecto se presentan en base a la población por área de residencia y sexo, según el municipio y grupos de edad según el VIII Censo de Población y IV de Vivienda (2005) por parte de (INIDE).

4.5.5. Jefes de familia según sexo

En el área de influencia del proyecto en estudio, predominan los hombres

Figura 11: Sexo de los jefes de familia encuestados



Fuente: Encuestas Estudio Socioeconómico Ochomogo - Las Salinas (2019)

4.5.6. Densidad poblacional

Según el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE, 2005), para los municipios de Tola, Belén y Nandaime se presenta el número de habitantes por kilómetro cuadrado, en Tola 46.2, en Belén 66.7 y en Nandaime 177.6.

4.5.7. Nivel de escolaridad

Para los municipios que comprende el área del proyecto, descritos en el Anuario Estadístico 2016 – 2017 del Instituto Nacional de Información de Desarrollo el nivel de escolaridad es la siguiente:

Tabla 9: Niveles educativos por sexo

Niveles educativos por sexo									
Municipio	Pre escolar			Primaria			Secundaria		
	Ambo s Sexos	Hombre s	Mujere s	Ambo s sexos	Hombre s	Mujere s	Ambo s sexos	Hombre s	Mujere s
Tola	1 267	644	623	3 433	1 756	1 677	1 838	937	901
Belén	652	316	336	2 041	1 116	925	848	418	430
Nandaim e	2 365	1 158	1 227	6 586	3 467	3 119	3 978	2 005	1 973

Fuente: Estudio Socioeconómico Ochomogo-Las Salinas (2019)

4.5.8. Materiales de las viviendas

Para conocer el tipo de materiales con los cuales están construidas las casas de las personas cercanas al proyecto se realizaron encuestas descritas a continuación:

En cuanto al techo predomina la lámina metálica, referente a las paredes el concreto mixto y al piso el ladrillo de cemento.

Tabla 10: Materiales de las viviendas.

Materiales de las viviendas				
Componente	Materiales	Tola	Belén	Nandaime
Techo	Lámina de asbesto	7.3		11.8
	Lámina metálica	92.7	95.5	82.4
	Teja de barro o cemento		4.5	2.9
	Losa de concreto			2.9
Paredes	Concreto mixto	78.0	78.0	91.2
	Madera	14.6	14.6	8.8
	Lámina	7.3	7.3	
Piso	Ladrillo de cemento	29.3	50.0	50.0
	Cerámica	2.4	9.1	2.9
	Cemento	22.0	4.5	17.6
	Tierra	46.3	36.4	29.4

Fuente: Encuestas Socioeconómicas Ochomogo - Las Salinas (2019)

4.5.9. Servicios Básicos

Según la encuesta a la población del proyecto en cuestión, en cuanto a los servicios básicos muestra que el municipio con mejor acceso es Belén con energía eléctrica 100%, teléfono celular 95.5% y agua potable 81.1%; para Tola energía eléctrica 95.1 %, teléfono celular 68.3 % y agua potable 68.3% y para el municipio de Nandaime con energía eléctrica 97.1 %, teléfono celular 79.4 % y agua potable 52.9 %. Siendo un tramo de camino rural y el agua un servicio fundamental, se encontró que en Nandaime más del 70% utiliza pozos para abastecerse de agua

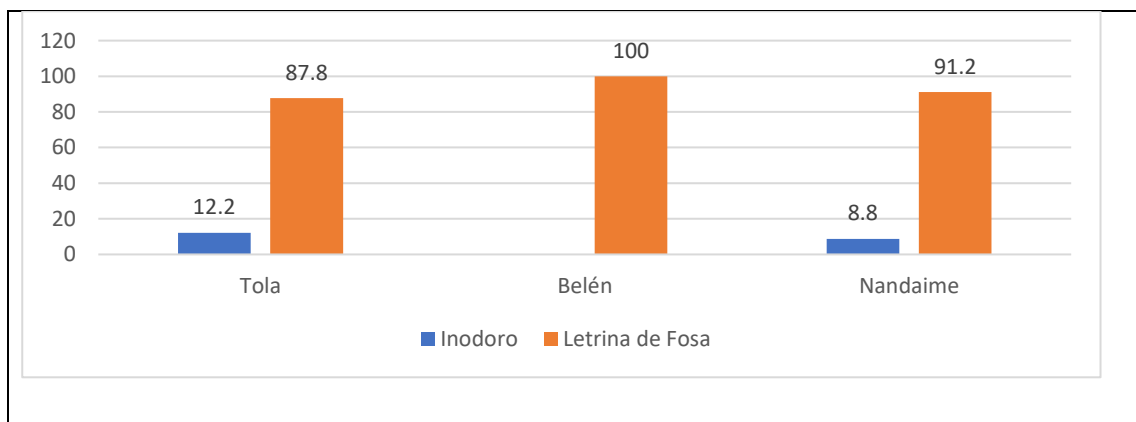
Tabla 11: Fuentes de agua potable

Fuentes de agua potable			
Servicios	Tola	Belén	Nandaime
	%		
Pozos	56.1	54.5	73.5
Sistema agua potable	43.9	45.5	26.5

Fuente: Encuestas Socioeconómicas Ochoмого - Las Salinas (2019)

Referente al manejo de las excretas en la Figura 12 se puede observar que prevalecen las letrinas hasta en un 100 de los entrevistados como es el caso del municipio de Belén.

Figura 12: Tipo de sanitario para el manejo de las excretas



Fuente: Encuestas Socioeconómicas Ochoмого - Las Salinas (2019)

4.5.10. Empleo

Según Cartografía Digital y Censo de edificación del Banco Central de Nicaragua (BCN) (2017) mediante el uso de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme, las actividades que generan mayor empleo en los municipios del proyecto se describen en la siguiente tabla:

Tabla 12: Empleo en los municipios del área del proyecto

Empleo en los municipios del área del proyecto	
Municipio	Generación de empleo
Tola	<ul style="list-style-type: none">• Los establecimientos económicos generan 594 puestos de trabajo, de los cuales 349 (58.8%) son ocupados por mujeres y 245 (41.2%) por hombres.• En términos generales la mayoría del empleo que se genera en la ciudad es permanente (57.7%), seguido por cuenta propia (21.4%), los temporales (12.3%), los trabajadores registrados como patrones (5.9%) y los trabajadores no remunerados (2.7%). Los trabajadores no remunerados normalmente son mano de obra familiar que ayuda en las actividades económicas sin devengar salarios.• La actividad que genera mayor empleo es la actividad de la administración pública en general, seguida por actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas, venta al por menor de alimentos en comercios especializados, Estas cinco actividades totalizan 87 establecimientos, los cuales emplean 347 trabajadores que representan el 58.4% del total de esta ciudad. El 58.5% de los empleados en estas actividades son mujeres y el 41.5% son hombres.

Fuente: Estudio Socioeconómico Ochomogo-Las Salinas (2019).

Empleo en los municipios del área del proyecto	
Municipio	Generación de empleo
Belén	<ul style="list-style-type: none"> • Los establecimientos económicos generan 785 puestos de trabajo, de los cuales 501 (63.8%) son ocupados por mujeres y 284 (36.2%) por hombres. • En términos generales la mayoría del empleo que se genera en la ciudad es en la categoría permanente (43.2%), seguido por los trabajadores por cuenta propia (41.3%), los temporales (5.5%), los trabajadores registrados como no remunerados (5.1%) y los patrones (5.0%). Los trabajadores no remunerados normalmente son mano de obra familiar que ayuda en las actividades económicas sin devengar salarios. • La actividad que genera mayor empleo es la venta al por menor en comercios no especializados con predominio de la venta de alimentos, bebidas o tabaco, con 92 trabajadores, seguida por actividades de restaurantes y servicio móvil de comidas con 90 trabajadores, la administración pública emplea a 3 personas, actividades de médicos y odontólogos en cuarto lugar y en quinto lugar actividades de enseñanza primaria y secundaria. Estas cinco actividades totalizan 151 establecimientos, los cuales emplean 369 trabajadores que representan el 47.0% del total de esta ciudad. El 75.1% de los empleados en estas actividades son mujeres y el 24.9% son hombres.

Fuente: Estudio Socioeconómico Ochomogo-Las Salinas (2019).

Empleo en los municipios del área del proyecto

Municipio	Generación de empleo
Nandaime	<ul style="list-style-type: none"> • Los establecimientos económicos generan 3,448 puestos de trabajo, de los cuales 1,770 (51.3%) son ocupados por mujeres y 1,678 (48.7%) por hombres. • En términos generales la mayoría del empleo que se genera en la ciudad es permanente (43.6%), seguido por los trabajadores por cuenta propia (38.5%), los trabajadores no remunerados (7.0%), los trabajadores registrados como temporales (6.8%) y los patronos (4.0%). Los trabajadores no remunerados normalmente son mano de obra familiar que ayuda en las actividades económicas sin devengar salarios. • La actividad que genera mayor empleo es la elaboración y conservación de carne con 704 trabajadores, seguida por la venta al por menor en comercios no especializados con predominio de la venta de alimentos, bebida o tabaco que emplea a 351 trabajadores, destacan además los restaurantes y de servicio móvil de comidas, la elaboración de productos de panadería venta al por menor de alimentos en comercios especializados. Estas cinco actividades totalizan 743 establecimientos, los cuales emplean 1,649 trabajadores que representan el 47.8% del total de esta ciudad. El 50.3% de los empleados en estas actividades son mujeres y el 49.7% son hombres.

Fuente: Estudio Socioeconómico Ochomogo-Las Salinas (2019).

4.5.11. Condición laboral por género

Los datos laborales por genero de los municipios donde Tola predomina con un 66.5% de empleo para hombres, mientras que las mujeres de Nandaime tienen un 57.7% de oportunidad de empleo.

4.5.12. Ubicación y condición económica

Tabla 13: Datos Laborales por ubicación y condición económica de los municipios del área del proyecto.

Datos laborales por ubicación y condición económica en los municipios del área del proyecto	
Municipio	Datos de empleo por género
Tola	<ul style="list-style-type: none">○ De los 594 trabajadores, 383 trabajan en locales independientes (64.5%), 191 laboran en viviendas con actividad económica (32.2%), 14 trabajan en otro tipo de establecimientos (2.4%) y 6 trabajan en bancos y otras instituciones financieras.
Belén	<ul style="list-style-type: none">○ De los 785 trabajadores en total, 416 trabajan en viviendas con actividad económica (53.0%), 343 laboran en locales independientes (43.7%), 13 en bancos y otras instituciones financieras (1.7%) y 13 en otro tipo de establecimientos (1.7%).
Nandaime	<ul style="list-style-type: none">○ De los 3,448 trabajadores en total, 1,699 trabajan en viviendas con actividad económica (49.3%), 1,486 laboran en locales independientes (43.1%), 152 trabajan en mercados (4.4%), 49 trabajan en otro tipo de establecimientos (1.4%), 24 en centros comerciales (0.7%), 20 en supermercados (0.6%) y 18 en bancos y otras instituciones financieras (0.5%).

Fuente: Estudio Socioeconómico Ochomogo-Las Salinas (2019).

4.5.13. Ingreso familiar promedio

Para determinar el ingreso familiar promedio de los tres municipios de incidencia del proyecto se realizaron encuestas las cuales presenta para Nandaime hasta 88.2%, Tola con 82.9% y Belén con 72.7%. El otro ingreso importante son las pensiones que representan en Belén el 22.7%, 12.2% en Tola y 8.8% en Nandaime.

4.5.14. Desarrollo económico y social

Los ingresos mensuales de las personas que habitan en las viviendas de los tres municipios no alcanzan los c\$ 5000.00. En Nandaime donde se reportan los ingresos más altos mensualmente de C\$ 4,990.00, para Tola es de C\$ 4,715.79 y en el municipio de Belén es de C\$ 4,820.00.

4.5.15. Actividades económicas.

Según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU rev.4), se presentan las cinco actividades económicas (Tabla x) que concentran el mayor número de establecimientos, según Cartografía Digital y Censo de edificación del Banco Central de Nicaragua (BCN) (2017).

Tabla 14: Actividades económicas de los municipios de incidencia del proyecto

Actividades económicas de los municipios de incidencia del proyecto				
Sector	Establecimiento	Tola	Belén	Nandaime
Educación	Escuela preescolar y primaria	1	4	10
	Escuela secundaria	1	1	3
	Universidad	1	3	
	Centro otro tipo enseñanza	1		3
	Librería	2	1	19
	Biblioteca			1

Actividades económicas de los municipios de incidencia del proyecto				
Sector	Establecimiento	Tola	Belén	Nandaime
Salud	Centro de salud	1		7
	Hospital			1
	Clínica	1		14
	Farmacia	4	7	32
	Laboratorio análisis clínico	1	2	8
Turismo	Restaurantes y comiderías	25	35	99
	Bares y ventas de refrescos	6	5	49
	Hoteles y hospedaje	1		4
	Museo			1
Transporte y talleres	Gasolinera y/o ventas lubricantes	3	2	4
	Vehículos	6	6	40
	Costura	2	7	31
	Carpintería	1	11	14
	Empresa transporte			1
Servicios	Pulperías y/o abarroterías	43	71	291
	Abarrotería			65
	Ferretería	3	3	10
	Funeraria	2	3	3

Actividades económicas de los municipios de incidencia del proyecto				
Sector	Establecimiento	Tola	Belén	Nandaime
Servicios	Radio			2
	Salones de belleza	2	7	29
	Servicios legales y jurídicos	2	1	18
	Microfinancieras			2
	Bancos			2
	Instituciones financieras			2
Manufactura	Panadería y tortillería	6	14	90
	Juguetes y juegos	2		6
	Manufactura	1		
	Fábricas de piezas de madera	1	1	5
	Productos lácteos	1	3	7
	Elaboración de joyas			8

Fuente: Estudio Socioeconómico Ochomogo-Las Salinas (2019).

V. Desarrollo del Diseño Metodológico

Establecimiento de Puntos de control

Con la asistencia de equipo GPS de alta precisión, se establecieron 14 puntos de control horizontal, dos en el inicio del tramo y de manera consecutiva dos aproximadamente a cada 5km hasta llegar al final del tramo, a como fue solicitado en los TDR. A los puntos establecidos GPS1, GPS2, GPS3, GPS4, GPS5, GPS6, GPS7, GPS8, GPS9, GPS10, GPS11, GPS12, GPS13 Y GPS14 fueron trasladados Coordenadas tridimensionales a partir de estaciones oficiales pertenecientes a la Red Geodésica Nacional.

Imagen 13: Puntos de Control horizontal



Fuente: Google Earth

Los mojones para cada punto, son de concreto de 20 x 20 x 40 cm., con una placa convexa anticorrosiva de 6 cm. de diámetro, empotrada en la parte superior. A partir de las coordenadas topográficas de los GPS1 y GPS2 se materializó sobre el terreno la red de poligonal base, consecutivamente hasta llegar al último par de puntos geodésicos al final del tramo, esta Red de Mojones de concreto se ubicaron en sitios estratégicos para el emplazamiento de las Estaciones Totales, siendo un total de 165 monumentos para PLB y 14 monumentos para GPS.

Ajuste y compensación de las poligonales topográficas

En el tramo en estudio, se realizaron los levantamientos y ajustes de las poligonales abiertas, de tal manera que todos los errores han sido distribuidos correctamente.

El trabajo por poligonal consistió en medir una poligonal abierta entre el primer mojón, ubicado al inicio de la poligonal y el último mojón del polígono, aproximadamente a 5km de distancia, se determinó el error de cierre, cuya precisión nunca fue menor a 1/10000, es decir 0.50m en 5 km, precisión exigida por el contratante.

Levantamiento del Eje Central Existente

Establecida la Red de Mojones de Replanteo, el Consultor procedió a levantar el Eje central del camino existente, en estacados próximos a los 20 m. y en coordenadas UTM X, Y, Z, con el fin de conocer la geometría de la vía, en planta y perfil, estableciendo, los posibles sitios de mejora de la planimetría.

Levantamiento del Perfil y Secciones Transversales

El levantamiento de las secciones transversales de la vía en intervalos de 20 metros y en una faja de 20 metros, a cada lado del eje central existente; en una longitud aproximada de 29 km. El levantado de las secciones transversales cubre todos los detalles de propiedades, cercos, cunetas, muros, postes de electricidad, postes telefónicos, corrales localizados dentro del derecho de vía.

Los datos crudos correspondientes a los levantamientos mencionados en el párrafo anterior se remiten en este informe al MTI en memoria de cálculo topográfica.

Levantamiento del Drenaje Menor

En los sitios denominados como drenaje menor, pudiendo ser alcantarilla existente o alcantarillas nuevas que corresponden a cursos de aguas menores que atraviesan la carretera; se realizará un levantamiento topográfico a todo lo largo y ancho del cauce y al centro de este, hasta una longitud de 40m aguas arriba y 40m aguas abajo, referidos al centro del camino.

Sobre la poligonal obtenida se levantaron el perfil y las secciones transversales cada 20 metros y en puntos de interés perpendiculares a la poligonal del cauce. Los datos crudos de los levantamientos del drenaje menor.

Levantamiento del Drenaje Mayor

En los sitios denominados como drenaje mayor, pudiendo ser puente o caja de drenaje existente y puente o cajas nuevas que corresponden a cursos de aguas mayores que atraviesan la carretera; se ejecutó un levantamiento topográfico a todo lo largo y ancho del cauce y al centro de este, 300 m. aguas arriba y 200 m. aguas abajo.

Para el caso de los sitios designados para cajas de drenaje, el levantamiento topográfico se realizó de manera similar al levantamiento de los sitios de puentes en las longitudes 100 m. aguas abajo y arriba, referidos al centro del camino.

Tabla 15:Tabla resumen de Normas de diseño

ITEM	DESCRIPCIÓN / PARAMETRO.	SIMBOL	UNIDAD DE MEDIDA	VALORES.
1	Clasificación Funcional.	Colectora Secundaria		
2	Ancho del Derecho de Vía Propuesto.	ADVP	mt.	20.00 (Decreto 46 Ley del derecho de vía, artículo 2)
3	Velocidad de Diseño	V_D	KPH	40
4	Velocidad de Ruedo.	V_R	KPH	40
5	Vehículo de Proyecto.	VehP.	AASHTO	BUS
6	Radio de Curvatura Mínimo.	R_m	mt.	41 .00
7	Grado de Curvatura Máximo.	G_c	G. Min. Seg.	27°56'57"
8	Número de Carriles de Rodamiento.	N_c	Unid.	2.00
9	Ancho Carril de Rodamiento.	ACrod	mt.	3.30
10	Ancho Total de Rodamiento.	ATrod	mt.	6.60
11	Ancho de Hombros.	Hm	mt.	0.60
12	Ancho de Corona	ACor	mt.	7.80
13	Pendiente Transversal Carril Rodam.(Bombeo)	B	%	3.00
14	Pendiente del Hombro.	PHm%	%	3.00
15	Sobreelevación Máxima (Peralte).	$e_{max.}$	%	8.00
16	Pendiente Relativa.	m_r	%	0.70
17	Pendiente Longitudinal Máxima.	Pend%	%	11.00%
18	Pendiente Longitudinal Minima.	Pend%	%	0.5% (5*)
19	Distancia entre P frontal y eje trasero (L)	L_{ee}	mt.	8.23
20	Distancia a Obstrucciones laterales.	Offs.	mt.	1.20
21	Sobreelevación Mínima en Curvas Horizontal.	SA_{min}	mt.	0.60
22	Coefficiente de Fricción Lateral.	f_1	S/U	0.23
23	Longitud Mínima de Curva Vertical.	CV_{min}	mt.	20.00
24	Distancia de Visibilidad de Parada (min)	DVP	mt.	50.00 (3*)
25	Distancia de Visibilidad de Rebase.	DVR	mt.	270.00 (3*)
26	Distancia de Visibilidad Curva Horizontal.	DVCH	mt.	(4*)
27	Superficie-carpeta de Rodamiento.	$S_{rod.}$	Tipo.	Adoquin.
28	Carga de Diseño.	C_d	AASHTO	HS-20-44+25%.
29	Talud de Relleno	Tr	Tipo	H<0.60; 4:1 0.60<H<1.20; 3:1 1.20<H<2.00; 2:1 H>2.00; 1.5:1
30	Talud de Corte	Tc	Tipo	1 : 1
31	Curvatura Vertical Mínima para el control del Diseño de Curvas Verticales en Cresta para la Dist. Visibil Parada.	Tc	Tipo	4
32	Curvatura Vertical Mínima para el control del Diseño de Curvas Verticales en Columpio.	Tc	Tipo	9
33	Tráfico de Diseño.	TPDA ₂₀₃₆	vpd	100 - 500 (7*)
34	Ancho de Andenes en Aceras de Puentes.	A1	mt.	1.20

ITEM	DESCRIPCIÓN / PARAMETRO.	SIMBOL	UNIDAD DE MEDIDA	VALORES.
35	Espesor de Andenes de Concreto $f'_c = 210$ Kg/cm ² .	E.	mt.	0.08
36	Cálculo de Peralte ó Sobreelevación.	Calcp	Método.	M-V- AASHTO
37	El proceso de Transición en las Curvas Horizontales,	PROC_{TRANS}	Método 1-2 (6*).	Transición en Recta.
38	Valor de "k" para el control del diseño de curvas vertical en cresta.	K	S/U	4
39	Valor de "k" para el control del diseño de curvas vertical en columpio.	K	S/U	9

Fuente: SIECA (2011) y AASHTO (2004)

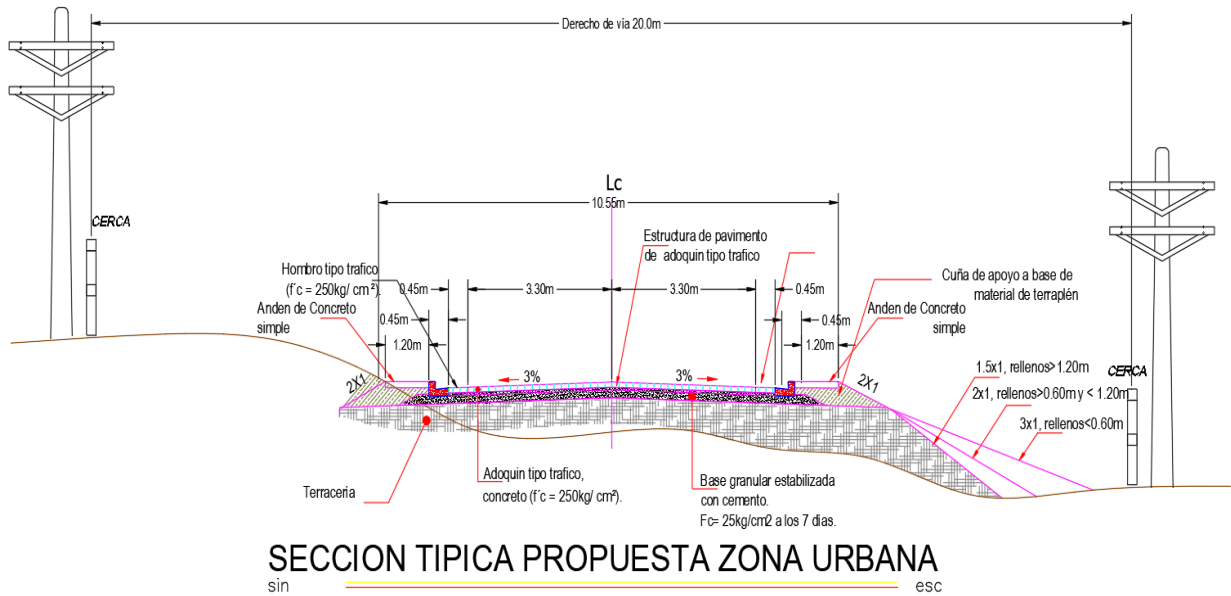
Secciones Típicas de diseño Mejoradas.

La sección transversal típica propuesta para este tramo de proyecto obedece principalmente a los requerimientos mínimos con que debe contar una vía que geográficamente se localiza en el corredor de esta ruta, proveniente de una ruta troncal principal (Managua-Rivas–Peñas Blancas)

La sección transversal típica propuesta está constituida por los siguientes elementos geométricos para brindar el servicio de rodamiento.

- Dos (2) carriles de rodamiento de 3.30 mt de ancho, constituidos a base de una estructura de pavimento de adoquín.
- Franja de Hombros (Externos) de 0.60 mt de ancho a cada lado y orilla de la vía en su parte externa, construida a base de adoquín
- Elementos complementarios y de conformidad a lo que se muestra en la sección transversal típica propuesta contenida en la imagen , tales como la cuneta del tipo "V" de 1.50 mt de ancho en la situación de corte con taludes de 3:1 y de 1:1 de corte en la salida.
- Berma de 50 cm sin pavimentar.
- Andenes peatonales de 1.20 para sectores Urbanos.

Imagen 14: Esquema Gráfico de la Sección Transversal Típica urbana



Fuente: Informe Estudio geométrico vial Ochoмого-Las Salinas (2019)

Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Para efectuar cálculo del TPDA del proyecto Ochoмого – Las Salinas, se realizó conteo vehicular en el Empalme Ochoмого, dentro del tramo, en donde se cuantificaron los flujos que ingresan y salen del camino. Asimismo, se presenta el resultado del TPDA de cada movimiento, de acuerdo al procedimiento de cálculo explicado en el capítulo de metodología.

ESTACIÓN 1:

Tabla 16: Movimiento: Las Salinas - Nandaime

Día					VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			OTROS	Total
	MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas PicK UPs	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3		
SABADO 10/11/2018	24	3	6	23	1	1	3	4	2	-	1	68
DOMINGO 11/11/2018	16	6	3	18	1	-	2	7	4	-	1	58
LUNES 12/11/2018	15	2	5	12	2	-	4	6	1	-	-	47
MARTES 13/11/2018	18	4	6	7	3	-	5	6	2	-	-	52
MIÉRCOLES 14/11/2018	17	4	5	9	1	-	5	3	1	-	-	46
JUEVES 15/11/2018	15	6	4	15	-	-	6	5	3	-	-	54
VIERNES 16/11/2018	17	4	7	7	-	-	3	8	2	-	2	50
TPDS	17.43	4.14	5.14	13.00	1.14	0.14	4.00	5.57	2.14	-	0.57	54
Aplicación Factor Día:	24	6	7	17	2	0	5	7	3	-	1	72
Aplicación Factor TPDA	24	6	7	17	2	0	5	7	3	0	1	71
% TPDA	33.13	8.49	9.47	23.99	2.21	0.24	7.68	9.40	3.78	-	1.29	100.00
%							10.13			13.19	1.29	24.92

TPDA Movimiento LAS SALINAS - NANDAIME					VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			Otros	Total
	Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Mb> 15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3		
	24	6	7	17	2	0	5	7	3	0	1	71
Composición del TPDA (%)	33.13	8.49	9.47	23.99	2.21	0.24	7.68	9.40	3.78	-	1.29	100.00
%				75.08			10.13			13.19	1.29	100.00

Fuente: Estudio de tráfico Ochomogo- Las Salinas (2019)

Tabla 17: Movimiento: Las Salinas - Rivas

Día					VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			OTROS	Total
	MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas PicK UPs	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3		
SABADO 10/11/2018	23	3	5	10	-	-	3	4	-	-	-	48
DOMINGO 11/11/2018	20	2	5	7	-	-	-	2	1	-	-	37
LUNES 12/11/2018	13	1	1	9	-	-	1	2	-	-	-	27
MARTES 13/11/2018	19	1	6	12	-	-	-	-	1	-	-	39
MIÉRCOLES 14/11/2018	14	2	7	11	1	-	-	2	-	-	-	37
JUEVES 15/11/2018	9	4	4	5	-	-	1	2	3	-	-	28
VIERNES 16/11/2018	14	2	8	2	-	1	-	1	-	-	-	28
TPDS	16.00	2.14	5.14	8.00	0.14	0.71	0.71	1.86	0.71	-	-	35
Aplicación Factor Día:	22	3	7	11	0	0	1	2	1	-	-	47
Aplicación Factor TPDA	22	3	7	10	0	0	1	2	1	0	0	46
% TPDA	46.56	6.73	14.49	22.60	0.42	0.37	2.10	4.80	1.93	-	-	100.00
%							2.89			6.73	-	9.62

TPDA Movimiento LAS SALINAS - RIVAS					VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			Otros	Total
	Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Mb> 15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3		
	22	3	7	10	0	0	1	2	1	0	0	46
Composición del TPDA (%)	46.56	6.73	14.49	22.60	0.42	0.37	2.10	4.80	1.93	-	-	100.00
%				90.38			2.89			6.73	-	100.00

Fuente: Estudio de tráfico Ochomogo-Las Salinas (2019)

Tabla 18: Movimiento: Nandaime - Las Salinas

Día					VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			OTROS	Total
	MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas PicK UPs	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3		
SABADO 10/11/2018	28	6	9	24	-	-	6	7	3	-	3	88
DOMINGO 11/11/2018	29	9	5	24	-	-	5	4	4	-	-	80
LUNES 12/11/2018	29	7	5	10	1	-	6	8	3	-	-	69
MARTES 13/11/2018	37	4	10	16	4	1	4	12	4	-	1	94
MIÉRCOLES 14/11/2018	23	8	6	14	1	-	7	7	-	-	2	68
JUEVES 15/11/2018	46	6	5	22	3	-	6	16	1	-	2	107
VIERNES 16/11/2018	38	5	5	15	1	-	5	14	3	6	-	92
TPDS	32.86	6.43	6.43	17.86	1.43	0.14	5.57	9.71	2.57	0.86	1.14	85
Aplicación Factor Día:	46	9	8	23	2	0	7	12	3	1	2	114
Aplicación Factor TPDA	44	9	8	23	2	0	8	12	3	1	2	113
% TPDA	39.12	8.26	7.41	20.65	1.73	0.15	6.70	10.27	2.85	0.92	1.62	100.00
%							8.58	14.04			1.62	24.56

TPDA Movimiento NANDAIME-LAS SALINAS					VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			Otros	Total
	Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Mb> 15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3		
	44	9	8	23	2	0	8	12	3	1	2	113
Composición del TPDA (%)	39.12	8.26	7.41	20.65	1.73	0.15	6.70	10.27	2.85	0.92	1.62	100.00
%	75.44				8.58			14.04			1.62	100.00

Fuente: Estudio de tráfico Ochomogo-Las Salinas (2019)

Tabla 19: Movimiento: Rivas – Las Salinas

Día					VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			OTROS	Total
	MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas PicK UPs	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3		
SABADO 10/11/2018	26	4	4	6	-	-	2	3	2	-	-	47
DOMINGO 11/11/2018	18	4	4	13	-	-	1	3	1	-	-	44
LUNES 12/11/2018	18	3	-	17	-	-	4	9	2	-	-	53
MARTES 13/11/2018	17	1	6	10	-	-	3	2	3	-	-	42
MIÉRCOLES 14/11/2018	12	6	-	21	-	-	1	8	-	-	-	48
JUEVES 15/11/2018	23	7	12	20	-	-	4	4	2	-	-	72
VIERNES 16/11/2018	16	3	3	22	-	-	2	1	5	-	-	52
TPDS	18.57	4.00	4.14	15.57	-	-	2.43	4.29	2.14	-	-	51
Aplicación Factor Día:	26	6	5	20	-	-	3	5	3	-	-	69
Aplicación Factor TPDA	25	6	5	20	0	0	3	5	3	0	0	68
% TPDA	36.95	8.58	7.98	30.08	-	-	4.88	7.57	3.96	-	-	100.00
%					4.88			11.53			-	16.41

TPDA Movimiento RIVAS - LAS SALINAS					VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			Otros	Total
	Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Mb> 15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3		
	25	6	5	20	0	0	3	5	3	0	0	68
Composición del TPDA (%)	36.95	8.58	7.98	30.08	-	-	4.88	7.57	3.96	-	-	100.00
%	83.59				4.88			11.53			-	100.00

Fuente: Estudio de tráfico Ochomogo-Las Salinas (2019)

El TPDA obtenido en la estación No. 1 del tramo Empalme Ochomogo – Las Salinas se muestra a continuación:

Tabla 20: TPDA estación No. 1 Ochomogo-Las Salinas

TPDA MOVIMIENTO	VEHICULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			Otros	Total
	Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Mb> 15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3		
NANDAIME-LAS SALINAS	44	9	8	23	2	0	8	12	3	1	2	113
LAS SALINAS - NANDAIME	24	6	7	17	2	0	5	7	3	0	1	71
RIVAS - LAS SALINAS	25	6	5	20	0	0	3	5	3	0	0	68
LAS SALINAS - RIVAS	22	3	7	10	0	0	1	2	1	0	0	46
TPDA GENERAL OCHOMOGO-LAS SALINAS	115	24	27	71	4	1	17	26	9	1	3	298
% por tipo de vehículo	38.59	8.05	9.06	23.83	1.34	0.34	5.70	8.72	3.02	0.34	1.01	100.00
% por tipología	79.53				7.38			12.08			1.01	100.00

Fuente: Estudio de tráfico Ochomogo-Las Salinas (2019).

Distribución Direccional del Tráfico

A continuación, se presenta la distribución direccional para el proyecto, durante los 7 días de conteos; La distribución direccional del tráfico es del 61/39.

Tabla 21: Distribución direccional.

Sentido	Volumen	%
Las Salinas – Ochomogo	619	39.30
Ochomogo – Las Salinas	956	60.70

Fuente: Estudio de tráfico Ochomogo-Las Salinas (2019).

Máximo Volumen Horario

Los máximos volúmenes horarios durante los 7 días de conteos se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 22: Volúmenes máximos horarios

HORA		DÍAS AFORO						
		SABADO 10/11/2018	DOMINGO 11/11/2018	LUNES 12/11/2018	MARTES 13/11/2018	MIERCOLES 14/11/2018	JUEVES 15/11/2018	VIERNES 16/11/2018
06:00	07:00	22	12	18	28	18	21	16
07:00	08:00	25	19	12	17	14	33	14
08:00	09:00	23	19	18	22	10	31	20
09:00	10:00	12	20	16	16	19	15	20
10:00	11:00	20	27	15	20	17	22	15
11:00	12:00	23	18	14	23	20	24	11
12:00	13:00	23	25	12	15	14	21	21
13:00	14:00	20	11	15	25	16	14	18
14:00	15:00	16	15	20	11	18	22	30
15:00	16:00	19	17	21	22	14	21	19
16:00	17:00	25	25	21	15	24	15	16
17:00	18:00	23	11	14	13	15	22	22

Total	251	219	196	227	199	261	222
MVH	25	27	21	28	24	33	30
%	9.96	12.33	10.71	12.33	12.06	12.64	13.51

Fuente: Estudio de tráfico Ochoмого-Las Salinas (2019).

La mayor cantidad de vehículos que transitaron en una hora, fueron 33 el día jueves 15/11/18 entre las 7 y 8 am; siendo ese día el más transitado en general con 261 vehículos. En términos de porcentaje relación volumen hora-día, el mayor porcentaje fue de 13.51%, ocurrida el día viernes 15/11/18 entre las 2 y 3 pm.

Resultados - Encuestas origen – destino

Se efectuaron encuestas OD al inicio del tramo, Estación 1 Ochoмого, a continuación, se muestra un resumen general.

Tabla 23: Resumen encuestas origen - destino

ORIGEN	DESTINO														TOTAL	%
	BELÉN	CÁRDENAS	NANDAIME	TOLA	DIRIAMBA	MANAGUA	GRANADA	MASAYA	RIVAS	POTOSÍ	SAN MARCOS	DIRIÁ	MASATEPE	SAN JORGE		
BELÉN	48	1	58	4	3	6	4	2	7	3	0	1	1	1	139	42.90
MANAGUA	3	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.94
NANDAIME	41	0	10	8	3	0	0	0	0	2	0	0	0	1	65	20.06
TOLA	6	0	3	0	2	7	1	1	0	3	2	0	0	0	25	7.72
GRANADA	4	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4.01
POTOSÍ	8	0	5	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18	5.56
RIVAS	17	0	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	23	7.10
SAN JORGE	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.93
DIRIAMBA	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.93
MASAYA	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2.16
MATAGALPA	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.62
SAN MARCOS	2	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5	1.54
JINOTEPE	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.93
CÁRDENAS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.31
MASATEPE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.31
TOTALES	140	1	81	48	8	13	5	3	11	8	2	1	1	2	324	100.00
%	43.21	0.31	25.00	14.81	2.47	4.01	1.54	0.93	3.40	2.47	0.62	0.31	0.31	0.62	100.00	

Fuente: Estudio de tráfico Ochomogo-Las Salinas (2019).

Se puede observar que el Origen predominante es Belén con 42.90%, en segundo lugar, se ubica Nandaimé con 20.06%, seguido de Tola y Rivas con el 7.72% y 7.10%, estos orígenes representan el 83.02% del tráfico. Con respecto al Destino el predominante también es Belén con 43.21%, seguido de Nandaimé con un 25.0% y Tola con 14.81%, entre los tres destinos albergan el 83.02% del tráfico total.

Instrumentos para el estudio Hidrotécnico

El proyecto en estudio hizo uso de los instrumentos y criterios descritos, para llevar a cabo el estudio Hidrotécnico y poder determinar con precisión las obras de drenaje necesarias, además de garantizar su correcto funcionamiento.

En total fueron identificados 87 sitios en los cuales existen estructuras de evacuación o se han propuesto nuevas. En general las estructuras están en mal estado, son inapropiadas para caminos permanentes o son insuficientes.

Por medio del programa de diseño Argis y sus diversas herramientas fue posible determinar con precisión las cuencas involucradas en la obra de interés.

En el proyecto de estudio se encuentran a lo largo de la vía 3 estructuras de puentes, los cuales fueron sometidos a propuestas de diseño estructurales previas, dando como resultado, una sub estructura de estribos en los extremos y pilas de cimentación en la parte central, además las superestructuras se conforman por losas de concreto pretensadas de 0.225 m de espesor, apoyadas en vigas AASHTO Tipo III modificada en el caso del puente Chasmol y Tipo V modificada en los casos de los puentes Nagualapa 1 y Nagualapa 2. A continuación, se detallan características de cada uno de los puentes pertenecientes al proyecto:

Tabla 24: Listado de puentes pertenecientes al proyecto.

Puente	Longitud (m)	Sistema estructural	Estación
Chasmol	20.80	Losa Pretensada	20+426.49
Nagualapa 1	53.21	Losa Pretensada	22+263.12
Nagualapa 2	72.78	Losa Pretensada	24+069.00

Fuente: Estudio Hidrotécnico Ochoмого – Las Salinas (2019)

En el desarrollo del estudio hidrológico se simulan los diferentes procesos que intervienen en la formación de las crecidas: se inicia con la creación de una lluvia o tormenta con igual probabilidad de ocurrencia a la del caudal de diseño.

Estudio de precipitación

Para el estudio de la precipitación se usará la curva intensidad-duración-frecuencia (IDF) calculada por INETER para la estación Hidrometeorológica principal en Rivas ubicada en la ciudad de su mismo nombre.

Drenaje menor transversal

En agosto de 2019 fue definida una nueva ruta del inicio del proyecto, para evitar la zona poblada al río Ochomogo, por lo cual fue necesario recalcular el drenaje en ese nuevo tramo de aproximadamente 1.6 Kms.

Calculo hidráulico

Se procede a delimitar las cuencas de aporte tanto de las alcantarillas existentes como de las propuestas y se determinan sus principales características tales como las áreas de drenaje, el curso más largo de río su longitud y pendiente.

Mediante imágenes de satélites LANDSAT 8 de libre acceso es posible determinar los coeficientes de escorrentía. Además de utilizar un modelo digital del terreno (MDT) del sitio de proyecto, para la determinación de las características topográficas de las cuencas, áreas de drenaje, longitud y pendiente del cauce, etc.

Coefficientes de Cambio Climático (kcc).

Tramo Ochomogo – Las Salinas, se utilizará un P50 para el coeficiente de cambio climático, estación Rivas, que para 25 años es 1.11 y para 50 años es 1.15.

El modelo utilizado para definir y dimensionar las estructuras del drenaje menor es el modelo “Hy8 versión 7.4”, desarrollado por la Federal Highway Administration de los Estados Unidos, incluye la metodología de Hydraulic Design N°5, Hydraulic Design of Highway Culverts.

Resultados del Estudio Hidráulico del drenaje menor Transversal

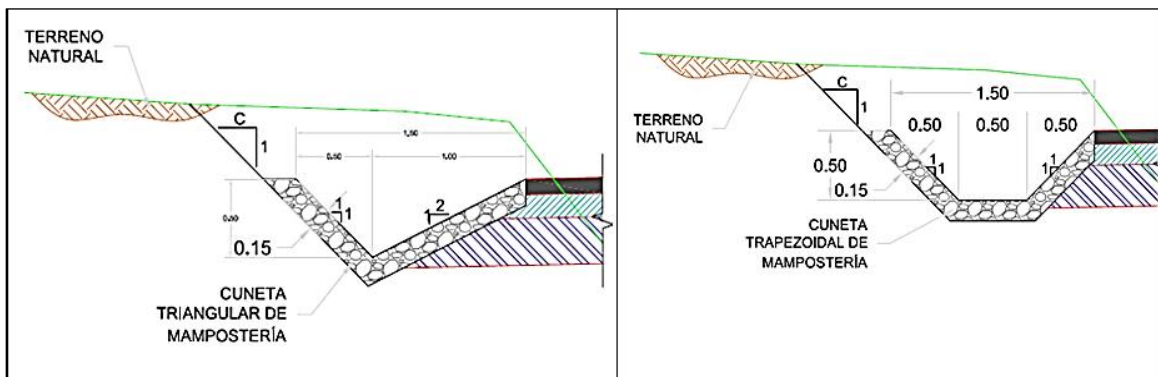
Utilizando las ecuaciones 1.7 y 1.6 citadas anteriormente es posible dimensionar las obras de drenaje transversal de las cuales se obtuvieron los resultados siguientes:

Se obtuvieron caudales transversales desde 0.15 a 45.71 m^3 , por lo cual se propusieron secciones circulares con diámetros desde 36" hasta 84" y cajas de concreto reforzado de 4 x 4 m para el caso del mayor caudal obtenido. Ver tabla de anexo para más detalles.

Para el cálculo del caudal de aporte a las cunetas se utilizará un período de retorno de 10 años y para la determinación de los caudales se utilizará la fórmula racional (EC. 1.5).

En dependencia del caudal a manejar, se utilizarán 3 tipos de cunetas: Triangular Tipo I, Trapezoidal Tipo II para caudales mayores a los que drena, la Tipo I y Tipo "L" para zonas urbanas.

Figura 15: Modelo de cuneta triangular tipo I y trapezoidal tipo II.



Fuente: Estudio Hidrotécnico Ochomogo – Las Salinas (2019)

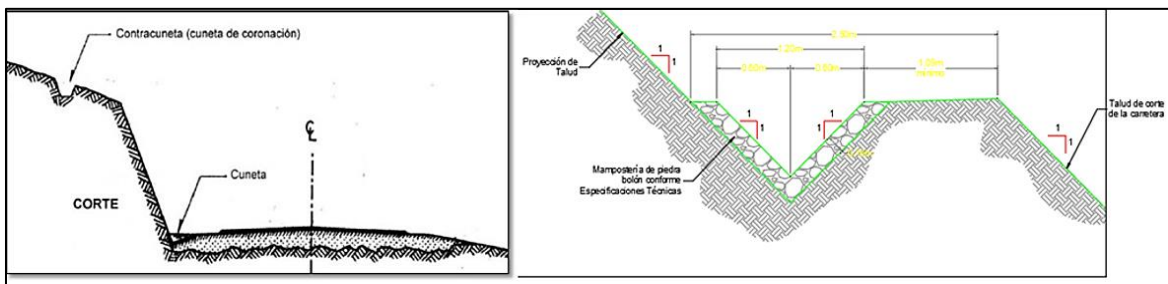
Para determinar la capacidad y velocidades de las cunetas se aplicará la fórmula de Manning ya antes citada (Ec. 2.5):

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

El Proyecto de estudio contempla un total de 25,590 m requeridos para la construcción de obras de drenaje longitudinal. Por medio de los cálculos se puede apreciar que representa una mayor capacidad hidráulica las cunetas tipo II, por tal razón se emplearán en las obras longitudinal de mayor caudal.

El proyecto contempla un total de 312 metros lineales de contra cunetas, los cuales permitirán mitigar los caudales por escorrentías proveniente de aguas arriba hacia la vía de estudio, a continuación, se presenta un esquema típico:

Figura 16: Modelo típico de contra cunetas.



Fuente: Estudio Hidrotécnico Ochoмого – Las Salinas (2019)

Drenaje mayor transversal

En este tramo existen cuatro (04) cuencas que superan las 500 Has. La siguiente tabla muestra los datos de estas cuencas en donde se definen las condiciones.

Tabla 25: Sitios de drenaje mayor.

Cruce	Nombre Puente	Este	Norte	Estructura Existente
ED-11	Jabalillo	607286	1286059	Vado Seco
ED-54	Chasmol	602561	1274656	Puente Vado
ED-58	Nagualapa_C1	601208	1273855	Puente Vado
ED-60	Nagualapa_C2	599975	1272577	Vado seco
ED-62	Virgen Morena	598715	1270368	Vado seco

Fuente: Aforo Hidrológico Ochoмого – Las Salinas (2019)

En este proyecto será incluido el factor Kcc del Cambio Climático para determinar el caudal de diseño, que para la estación Rivas el P50 corresponde a 1.18 para 100 años y 1.15 para 50 años.

El caudal de diseño para puentes se calculará para una probabilidad de ocurrencia del 1% o para un periodo de retorno de 100 años y para caja 50 años. Las lluvias determinadas para el periodo de retorno de 100 años fueron afectadas por el factor Kcc del Cambio Climático para el percentil P50= 1.18 para 100 años y 1.15 para 50 años.

Mediante la implementación del **método de bloques alternos** definido anteriormente, es posible determinar la distribución de la lluvia de una tormenta extrema registrada previamente por INETER. También se puede obtener el periodo de retorno del diseño y por tanto las curvas IDF a utilizarse.

Las estructuras propuestas para las obras de drenaje mayor son:

1. Cruce Jabalillo

Caudal de diseño de 50 años periodo de retorno y percentil 50 del Cambio Climático:

$$Q_{100aCC} = 42.2 \text{ m}^3/\text{s}$$

Estructura Propuesta

Caja de concreto de 4.00 m de ancho y 4.00 m de alto.

Elevación de la cara inferior de la losa superior de la caja msnm= 81.40

Elevación Invert de entrada Alcant Ent (msnm) 77.40

Elevación Invert de salida Elev Inv Alcant Sal (msnm)77.20

Elevación Rasante 82.0 msnm, indicativa ya que depende otras disciplinas.

El borde libre calculado es 0.57 m, valor que cumple con lo que requieren las normas del MTI de 0.25m.

Parámetros más importantes en la caja propuesta:

Tabla 26: Parámetros más importantes en la caja propuesta.

Q en cuenca (m3/s)	42.20
Q en Alcant(m3/s)	42.20
Unidades/Diámetro	1-Caja
Q por Alcant(m3/s)	42.20
Ancho (m)	4.00
Alto (m)	4.00
Elev. Agua A Arr (msnm)	80.83
Elev. Agua A Aba (msnm)	79.62
Control Alcant.	Salida
Elev. Agua Ent. (msnm)	79.69
Elev. Agua Sal (msnm)	80.06
Long. Alcant. (m)	10.00
Vel Alcant Ent (m/s)	4.61
Vel Alcant Sal (m/s)	3.69
Elev Inv Alcant Ent (msnm)	77.40
Elev Inv Alcant Sal (msnm)	77.20
Pérdidas por fricción (m)	0.02
Pérdidas salida (m)	0.00
Pérdidas por entrada (m)	0.54
Borde Libre (m)	0.57
Altura de la cara inferior de la	81.40

Fuente: Estudio Hidrotécnico Ochomogo – Las Salinas (2019)

2. Puente Chasmol.

En la actualidad existe un puente vado no adecuado para permitir el tránsito vehicular de forma segura y permanente

Caudal de Diseño

El caudal correspondiente para una probabilidad de 100 años periodo de retorno, se calculó que el flujo máximo instantáneo usando el kcc del percentil 50 es:

$$Q_{100a_{CC}P50} = 168.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

Estructura propuesta.

Claro del puente (m)=20.0

Elevación de la viga inferior msnm= 34.02

Fondo del puente (msnm) =28.63

Elevación Rasante 35.5 msnm, indicativa ya que depende otras disciplinas.

El borde libre calculado es 1.50 m, valor que requiere las normas del MTI.

La profundidad combinada de Contracción + Estribos alcanza 3.54 m en el estribo izquierdo y 3.19 m en el derecho, corresponden a las elevaciones 25.72 y 25.96 msnm respectivamente, sin embargo, se recomienda que por este efecto ambos estribos deben ubicarse a un nivel inferior a la cota 25.72 msnm.

Tabla 27: Parámetros más importantes en el puente propuesto

Parámetros Hidráulicos	T100
Caudal de la cuenca (m3/s)	168.30
Q en Puente (m3/s)	168.30
Área del Puente (m2)	96.99
Elevación del agua aguas arriba	32.52
Elev. Min. Puente (msnm)	34.02
Borde Libre (m)	1.50
Dentro del Puente	
Elev. Agua A Arriba (msnm)	32.50
Elev. Agua A Abajo (msnm)	32.54
Perímetro Mojado arriba (m)	26.67
Perímetro Mojado abajo (m)	23.81
Máxima Profundidad Ent (m)	3.36
Máxima Profundidad Sal (m)	3.91
Vel Total Ent (m/s)	2.52
Vel Total Sal (m/s)	2.19
Area Entrada (m2)	66.67
Area Salida (m2)	76.80
Número de Froude Ent	0.44

Parámetros Hidráulicos	T100
Número de Froude Sal	0.35
Ancho Entrada (m)	20.00
Ancho Salida (m)	20.00
Pérdidas por fricción Ent	0.02
Pérdidas por fricción Sal	0.01
Pérdidas Contrac y Expan entra	0.02
Pérdidas Contrac y Expan Sal	0.00

Fuente: Estudio Hidrotécnico Ochoмого – Las Salinas (2019)

Puentes Nagualapa 1 y Nagualapa 2

Se analizan en forma conjunta, ya que el río cruza en dos ocasiones el tramo de carretera en estudio.

En este proyecto será incluido el factor K_{cc} del Cambio Climático para determinar el caudal de diseño que para la estación Rivas y P50 corresponde a 1.18. La cuenca del Nagualapa en el cruce No. 1 tiene una extensión al punto del cierre con la carretera de 60.12 Km² y la del Nagualapa en el cruce 2 tiene un área de 83.87 Km²

Los resultados por elemento de estas cuencas para una probabilidad de 100 años periodo de retorno usando el k_{cc} del percentil 50, se calculó que el caudal máximo instantáneo es 497.4 m³/s para el Cruce 1 y 700.7 m³/s para el Cruce2.

$$Q_{100a_{cc}P50}(C1) = 494.4 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100a_{cc}P50}(C2) = 700.7 \text{ m}^3/\text{s}$$

Estructura propuesta puente Nagualapa 1.

- Ubicado a unos 35 m aguas abajo del cruce existente,
- Puente de 50 m de claro.
- Esviaje 25 grados.
- Pila al centro de 1.1 m de ancho uniforme.
- Elevación de la viga inferior msnm= 28.12

- Fondo del cauce debajo del puente (msnm) =21.50
- Elevación Rasante 29.83 msnm.
- El borde libre calculado es 1.50 m, valor requerido por las normas del MTI.

Análisis hidráulico Nagualapa Cruce2.

En la actualidad existe Puente vado, inadecuado y sin la capacidad para drenar las aguas con seguridad para el transporte vehicular y peatonal.

Estructura propuesta Nagualapa Cruce2.

Puente de 70 m de 3 claros.

Dos pilas ubicadas a las 20 m de cada estribo, es decir se formará un claro de 20 m, uno de 30m y el tercero de 20m.

Elevación de la viga inferior msnm= 22.87

Fondo del cauce bajo el puente (msnm) =15.32

Elevación Rasante 24.37 msnm, indicativa ya que depende otras disciplinas.

El borde libre calculado es 1.50 m, valor que requiere las normas del MTI.

Tabla 28: Resumen de dimensiones de estructuras de drenaje mayor.

Estructura	Cuenca (Km2)	Q100a P50	Q50a P50	Tipo	Largo (m)	Alto (m)*
ED-011 Jabalillo	5.49	-	42.2	CCR	4.0	4.0
ED-54 Chasmol	18.22	168.3	-	Puente	20.0	5.39
ED-58 Nagualapa	60.12	494.4	-	Puente	50m y 1	6.62
ED-60 Nagualapa	83.87	700.7	-	Puente	70 m y 2	7.55

Fuente: Estudio Hidrotécnico Ochoomogo – Las Salinas (2019)

En el proyecto de estudio se empleó la metodología antes descrita, para la adecuada asimilación de los resultados de laboratorio, a su vez garantizar un diseño óptimo de la red vial descrita, así como de las obras de drenaje.

El trabajo se basó principalmente en observaciones directas de campo. Se registró la estratigrafía y naturaleza de los materiales del área para determinar las características geológicas y procesos geodinámicos a lo largo del tramo de 30 km del proyecto de carretera Ochomogo – Las Salinas en el Departamento de Rivas, Nicaragua.

Este camino tiene una longitud de 28.7 kilómetros y corresponde a la Red Vial no Básica NN-211, y es Clasificado funcionalmente como Colectora Secundaria, presentando un relieve topográfico de plano a ondulado con pendiente que varían de un rango de 0.3 al 5.0%.

Características geotécnicas

Desde la superficie de rodamiento existente hasta un promedio de profundidad de 20 centímetros se encuentra material del tipo A-2-4 que son gravas arcillosas o limosas con arena, o bien arenas arcillosas o limosas con gravas y que se alternan con materiales A-1-a, A-4 y A-6 en menor cuantía y en los estratos a una profundidad mayor de 20.0 centímetros se alternan materiales del tipo A-4, A-6, A-7-5, A-7-6 y en menor cuantía A-2-4.

Trabajo de campo y laboratorio

Las muestras representativas de cada auscultación se les realizó una inspección visual e identificadas para una clasificación preliminar de campo y después ser enviadas al Laboratorio para determinar sus características físico mecánicas.

Se determinó las propiedades de índices de los suelos tales como su graduación, límites de consistencias y humedades naturales permitiendo su clasificación de acuerdo a los sistemas internacionales según AASHTO M-145 “Clasificación de

los suelos y mezcla de agregados con fines de construcción de Carreteras” y el Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS ASTM D-2487.

A las muestras obtenidas en la Línea se determinó su densidad máxima y humedad óptima de acuerdo a una energía de compactación Modificada (Proctor modificado descrito anteriormente), para proseguir con el ensayo de vital importancia en el dimensionamiento de los pavimentos, como es determinar el Valor relativo soporte o California Bearing Ratio (CBR) a diferentes grados de compactación (90%, 95% y 100%) referidos a una energía de compactación Modificada.

En tabla se detalla la descripción de los ensayos realizados a los materiales en la vía, fuentes de materiales y su designación AASHTO.

Tabla 29: Ensayos realizados a los materiales en la vía de estudio.

DESCRIPCION	DESIGNACION AASHTO
Limite liquido	T-89
Limite Plástico e IP	T-90
Granulometrías	T-88
Clasificación AASHTO	M-145
Humedad natural	T-265
Proctor estándar	T-99
Proctor Modificado	T-180
Valor relativo Soporte CBR	T-193
Desgaste de los ángeles	T-96
Sanidad en sulfato de sodio	T-104
Absorción	T-84 y 85

Fuente: Mejoramiento del camino Ochomogo – Las Salinas (2018)

Sondeos para estructuras de drenaje mayor

En total se en el tramo se identificaron 3 obras de drenaje mayor, El Chasmol, El Nahualapa 1 y El Nahualapa 2, en los que se realizó 9 Sondeos de Penetración Estándar, de los cuales se extrajeron muestras de cada estrato de suelo y/o roca. Durante el sondeo se determinó la elevación del nivel freático, la naturaleza y espesor de los estratos de suelo y roca.

Resultados de ensayos sobre el drenaje mayor (Estrato De Fundación)

Las muestras recuperadas durante esta actividad fueron trasladadas al laboratorio, para realizar los respectivos análisis, según alcances, los ensayos de laboratorio que se realizaron a los sondeos de puentes fueron:

Tabla 30: Ensayos sobre el drenaje mayor.

Nº	Prueba	Ensayo o Norma ASTM o AASHTO
1	Análisis Granulométrico	ASTM D-422 ó AASHTO T-88
2	Límite Líquido	ASTM D-423 ó AASHTO T-89
3	Límite Plástico e Índice de Plasticidad	ASTM D-424 ó AASHTO T-90
4	Clasificación SUCS	ASTM D-3282 ó AASHTO M-145
5	Pesos Unitarios	ASTM D-1557 ó AASHTO T-180
6	SPT y Carga Admisible	ASTM D-1586-67
7	Humedad Natural	ASTM D-1883 ó AASHTO M-193

Fuente: Mejoramiento del camino Ochoмого – Las Salinas (2018)

Drenaje mayor

Con los sondeos y ensayos realizados, podemos considerar las siguientes condiciones particulares de cimentación para cada puente:

1. Puente Chasmol.

1.1) Estribo 1 (sondeo 1)

Hasta la profundidad de rechazo de 8.23 m se alternan suelo gravosos, arenosos y limosos, medios, flojos o muy flojos. La roca muy fracturada se encuentra a la profundidad de 8.69 m. Por la tanto, recomendamos cimentar con pilotes pre excavados de diámetro 1 m, hasta alcanzar la profundidad de 8.69 m. Aplicando las fórmulas de Meyerhof, considerando un coeficiente de seguridad de 3, se obtiene a esa profundidad una resistencia por punta de 2,327 KN/m² y una resistencia por fuste de 17.90 KN/m² en los estratos superiores a esa profundidad (excepto en el espesor del estrato donde aparecieron huecos donde se considerará un valor de 0 para la resistencia por fuste).

1.2) Estribo 2 (sondeo 2)

Hasta la profundidad de 5.94 m se alternan estratos de arenas y gravas. A esa profundidad el SPT da rechazo, y es necesario rotar en un espesor de 1.49 m una roca muy fracturada. Por debajo de esa roca se observan suelo gravosos y arenosos flojos o muy flojos (con huecos), en un espesor de 2.27 m. A partir de la profundidad de 9.75 se alternan gravas y arenas compactas o duras.

Por la tanto, se recomienda cimentar con pilotes pre excavados de diámetro 1 m, hasta alcanzar la profundidad de 9.75 m. Aplicando las fórmulas de Meyerhof, considerando un coeficiente de seguridad de 3, se obtiene a esa profundidad una resistencia por punta de 2,598 KN/m² y una resistencia por fuste de 19.99 KN/m² en los estratos superiores a esa profundidad (excepto en el espesor del estrato donde aparecieron huecos donde se considerará un valor de 0 para la resistencia por fuste).

2. Puente Nagualapa 1

2.1) Estribo 1 (sondeo 7)

A partir de la profundidad de 5.49 m es necesario rotar, encontrando a esa profundidad roca muy fracturada aplicando las fórmulas de Meyerhof se podría considerar una tensión admisible de 4 kg/cm².

Por la tanto, se recomienda cimentar a partir de la profundidad de 5.49 m tomando el valor para la presión vertical admisible de 400 kN/m², con un asiento admisible de 25 mm.

Si la altura de los estribos resultase excesiva se podrá realizar un mejoramiento con concreto ciclópeo de hasta de 3 m de espesor, que permita cimentar el estribo a una profundidad mínima de 2.49 m.

2.2 Estribo 2 (sondeo 8)

A partir de la profundidad de 4.57 m da rechazo el ensayo SPT, encontrando a esa profundidad unas arenas limosas, a partir de 5.03 nos encontramos roca muy fracturada aplicando la fórmula de Meyerhof se podría considerar una tensión admisible de 4 kg/cm².

Por la tanto, se recomienda cimentar a partir de la profundidad de 5.03 m tomando el valor para la presión vertical admisible de 400 kN/m², con un asiento admisible de 25 mm.

Si la altura de los estribos resultase excesiva se podrá realizar un mejoramiento con concreto ciclópeo de hasta de 3 m de espesor, que permita cimentar el estribo a una profundidad mínima de 2.03 m.

2.3) Pila (sondeo 9)

A partir de la profundidad de 0.91 m da rechazo el ensayo SPT, encontrando a esa profundidad una roca muy fracturada, aplicando la fórmula de Meyerhof se podría considerar una tensión admisible de 4 kg/cm².

Por la tanto, se recomienda cimentar a partir de la profundidad de 2.5 m tomando el valor para la presión vertical admisible de 400 kN/m², con un asiento admisible de 25 mm.

3. Nagualapa 2.

3.1) Estribo 1 (sondeo 4)

Tras atravesar los estratos iniciales de arenas y gravas duros o compactos. Hasta la profundidad de 6.55 m se alternan estratos de arenas y gravas flojos, medios o duros, a esa profundidad el SPT da rechazo. Desde la profundidad de 6.55 m hasta la roca a profundidad 7.32 m, se observan suelos arenosos gravosos compactos o duros.

Por la tanto, se recomienda cimentar con pilotes pre excavados de diámetro 1 m, hasta alcanzar la profundidad de 7.62 m. Aplicando las fórmulas de Meyerhof, considerando un coeficiente de seguridad de 3, se obtiene a esa profundidad una resistencia por punta de 2,686 KN/m² y una resistencia por fuste de 20.66 KN/m² en los estratos superiores a esa profundidad.

3.2) Pila 1 (sondeo 3)

Tras atravesar los estratos iniciales de arenas y gravas duras o compactas. Hasta la profundidad de 7.77 m se alternan estratos de arenas y gravas flojas o medios, a esa profundidad el SPT da rechazo. Desde la profundidad de 7.77 m hasta la roca se observan suelos gravosos compactos o duros.

Por la tanto, se recomienda cimentar con pilotes pre excavados de diámetro 1 m, hasta alcanzar la profundidad de 7.77 m. Aplicando las fórmulas de Meyerhof, considerando un coeficiente de seguridad de 3, se obtiene a esa profundidad una resistencia por punta de 2,353 KN/m² y una resistencia por fuste de 18.1 KN/m² en los estratos superiores a esa profundidad.

3.3) Pila 2 (sondeo 5)

Hasta la profundidad de 6.55 m se alternan estratos de arenas y gravas flojos, medios o duros, a esa profundidad el SPT da rechazo. Desde la profundidad de

6.55 m hasta la roca a profundidad 7.32 m, se observan suelos limosos gravosos compactos o duros.

Por la tanto, se recomienda cimentar con pilotes pre excavados de diámetro 1 m, hasta alcanzar la profundidad de 7.77 m. Aplicando las fórmulas de Meyerhof, considerando un coeficiente de seguridad de 3, se obtiene a esa profundidad una resistencia por punta de 2,470KN/m² y una resistencia por fuste de 19 KN/m² en los estratos superiores a esa profundidad.

3.4) Estribo 2 (sondeo 6)

Hasta la profundidad de 6.85 m se alternan estratos de arenas y gravas muy flojos, flojos, medios o duros, a esa profundidad el SPT da rechazo. Desde la profundidad de 6.85 m hasta la roca a profundidad 7.77 m, se observan suelos areno-limosos compactos o duros.

Por la tanto, se recomienda cimentar con pilotes pre excavados de diámetro 1 m, hasta alcanzar la profundidad de 8.25 m. Aplicando las fórmulas de Meyerhof, considerando un coeficiente de seguridad de 3, se obtiene a esa profundidad una resistencia por punta de 2,496 KN/m² y una resistencia por fuste de 19.2 KN/m² en los estratos superiores a esa profundidad.

Aspecto Social.

Referente a las poblaciones estas se encuentran distribuidas a lo largo del camino y son más de 15 con la presencia de muchas iglesias evangélicas y escuelas rurales. En este sentido el impacto ambiental será alto, principalmente debido cuando se haga el movimiento de tierra y el transporte de materiales, debido a las emisiones de polvo y de gases y calor.

Con la aplicación de las medidas de mitigación para disminuir el impacto sobre los factores ambientales bióticos, abióticos y socioeconómicos, el proyecto tendrá impactos de bajos a moderados.

No obstante, el mayor problema que se encontró en este tramo de carretera al igual que en las diferentes vías de la red vial del país, es la invasión del área de seguridad del derecho de vía. En la ruta del camino, los asentamientos espontáneos de viviendas en diferentes sectores de la vía. Se han conformado caseríos a manera de comunidad o poblado, que para la realización del diseño de la planialtimetría se consideró como una limitante, y en algunos casos se verán afectadas las infraestructuras de esas viviendas en lo que se refiere a la parte altimétrica de la nueva vía

Los principales beneficiarios del proyecto son los pobladores, cuyas viviendas se encuentra ubicadas sobre el tramo debido a que mejorara la plusvalía de sus viviendas. También se mejorará el acceso a sus viviendas durante todo el año, ya que no habrá interrupciones debido a las fuertes lluvias para cruzar en los vados.

El proyecto contribuirá a mejorar la eficiencia del transporte vehicular de insumos y productos de la zona, ya que es un paso obligado para saleros, ganaderos, al tiempo que facilita el flujo de productos locales. De igual manera se mejorará el transporte público intermunicipal estableciendo rutas de buses y unidades que estén en mejores condiciones.

Otros beneficiarios directos son los hoteles ubicados en la zona costera del municipio de Tola, ya que debido a la disminución de la distancia entre Managua

y estos, mejorará la afluencia del turismo nacional e internacional. La carretera forma parte de un importante corredor que comunica el sector Este del istmo de Rivas, con el Oeste y con la carretera costanera que contribuirá a asegurar la continuidad de flujos de largo itinerario, abatirá el costo generalizado de viaje en la ruta y dará continuidad a las condiciones de servicio que se ofrecen en las instalaciones hoteleras ecológicas, que ubicadas sobre la carretera.

Comunidades donde se ubica el proyecto y población

Tabla 31: Comunidades visitadas en el tramo

Comunidades visitadas en el tramo.		
No.	Comunidades	Encuestas
1	San Rafael	12
2	San Marcos	13
3	Escalante	2
4	Mancarrón	1
5	Los Cerros	14
6	La Providencia	11
7	El Palmar	9
8	El Garabato	2
9	Ochomogo	17
10	El Pilón	16
	Total	97

Fuente: Encuestas Socioeconómicas Ochomogo - Las Salinas (2019)

Población de comunidades donde se ubica el proyecto.

Tabla 32: Población por municipio

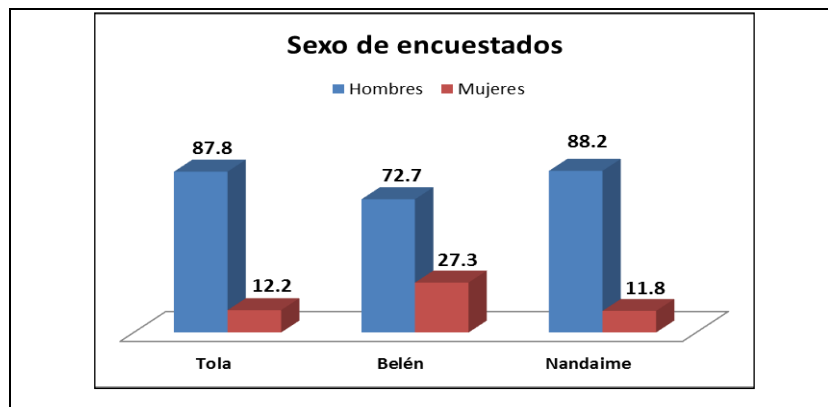
Población por municipio		
Municipio	Viviendas	%
Tola	41	41.6
Belén	22	23.3
Nandaime	34	35.1
Total	97	100.0

Fuente: Encuestas Socioeconómicas Ochomogo - Las Salinas (2019)

Sexo

En cuanto al sexo de los jefes de familia encuestados, se observa que en su mayoría son hombres: En Nandaime el 88.2% son hombres y el 11.8% son mujeres. En Tola el 87.8% son hombres y 12.2% son mujeres. En Belén el 72.7% son hombres y el 27.3% son mujeres.

Figura 17: Sexo de los jefes de familias encuestados.



Fuente: Encuestas Socioeconómicas Ochomogo - Las Salinas (2019)

Materiales de las viviendas

Los materiales de las viviendas muestran si las familias tienen condiciones adecuadas básicas para albergar a sus miembros. De esta manera, se encuentra que la mayoría de las viviendas de los tres municipios tienen un techo metálico, lo que es considerado un material adecuado:

1. Belén con 95.5%
2. Tola con 92.7%
3. Nandaime con el 82.4%

En el caso de los materiales con que están construidas las paredes, se encontró que la mayoría es de “Concreto mixto”, lo que es considerado un material adecuado, de esta manera:

- Nandaime con el 91.2%
- Belén con 86.4%
- Tola con 78%

Los otros materiales encontrados, no son adecuados para la construcción de las paredes exteriores de las viviendas.

Tabla 33: Materiales de las paredes en las viviendas encuestadas

Materiales de paredes de las viviendas			
Municipios	Materiales de Paredes	Frecuencia	%
Tola	Concreto mixto	32	78.0
	Madera	6	14.6
	Lámina	3	7.3
	Total	41	100.0
Belén	Concreto mixto	19	86.4
	Madera	2	9.1
	Lámina	1	4.5
	Total	22	100.0
Nandaime	Concreto mixto	31	91.2
	Madera	3	8.8
	Total	34	100.0

Fuente: Encuestas Socioeconómicas Ochoмого - Las Salinas (2019)

Tenencia de la Propiedad

La seguridad de un bien inmueble donde la familia se establezca, se muestra a continuación, en los tres municipios los consultados declaran que en más del 90% de los casos la propiedad es “Propia con escritura y título”:

En Nandaime el 94.1% En Belén el 90.9% En Tola el 90.2%”.

Siendo un área rural por donde atraviesa este tramo, se encontró que el promedio del tamaño de las unidades de producción que se reportan es de:

- En Nandaime el promedio es 28.7 mz
- En Tola el promedio es de 6.85 mz
- En Belén el promedio es de 3.8 mz

Según algunas clasificaciones realizadas, se puede afirmar que estos propietarios son campesinos con poco acceso a la tierra, incluso Nandaime que tiene un promedio de 28.7 mz por unidad de producción.

Tabla 34: Manzanas de tierra que posee cada municipio.

¿Cuántas manzanas de tierra posee?					
Municipio	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media
Tola	41	1.00	100.00	281.00	6.8537
Belén	22	.50	25.00	83.50	3.7955
Nandaime	34	1.00	300.00	976.00	28.7059

Fuente: Encuestas Socioeconómicas Ochomogo - Las Salinas (2019).

Servicios Básicos

Energía eléctrica

En los tres municipios la mayoría de las viviendas posee el servicio de energía eléctrica, en Tola, solamente 2 de 41 no cuentan con este servicio y en Nandaime 1 de 34.

Agua potable

En los tres municipios, el acceso al servicio de agua potable es menor que la energía eléctrica: En Nandaime solamente la mitad de las viviendas consultadas (52.9%) cuentan con este servicio, en Tola el 68.3% y en Belén hay más cobertura llegando a 81.1% de viviendas con este servicio.

Siendo un tramo de camino rural y el agua un servicio fundamental, se consultó sobre la fuente de agua para el abastecimiento de la población, se encontró que: Los pozos son la principal fuente para la obtención del agua potable: En Nandaime los pozos representan el 73.5%, en Tola el 56.1% y en Belén el 54.5%. La otra fuente para la obtención de agua potable son las cañerías que llegan al 45.5% en Belén, al 43.9% en Tola y al 26.5% en Nandaime.

Tabla 35: Fuentes de recursos hídricos

Fuente de agua que ocupan para beber			
Municipios	¿De dónde obtiene el agua que ocupan para beber?	Frecuencia	%
Tola	Cañería	18	43.9
	Pozo	23	56.1
	Total	41	100.0
Belén	Cañería	10	45.5
	Pozo	12	54.5
	Total	22	100.0
Nandaime	Cañería	9	26.5
	Pozo	25	73.5
	Total	34	100.0

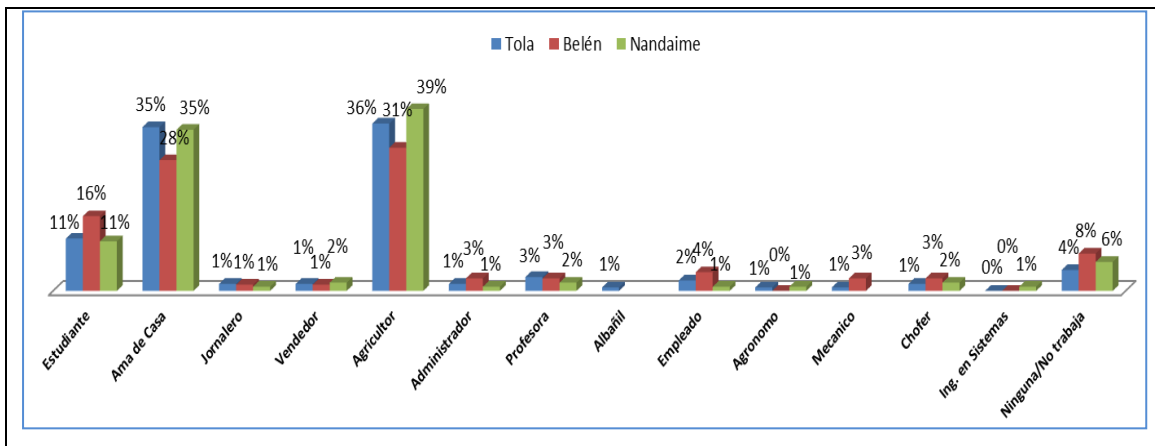
Fuente: Encuestas Socioeconómicas Ochomogo - Las Salinas (2019).

Actividades económicas

Los principales ingresos percibidos son por trabajo en los tres municipios, Nandaime presenta hasta 88.2%, luego Tola con 82.9% y por último Belén con 72.7%. El otro ingreso importante son las pensiones que representan en Belén el 22.7%, 12.2% en Tola y 8.8% en Nandaime.

Actualmente la principal actividad económica de las familias consultadas es la agricultura, esta representa un 35.3% en promedio en las comunidades del tramo en estudio. En el caso de Nandaime llegan al 39%, en Tola llegan al 36% y al 31% en Belén.

Figura 18: Actividad económica de las personas encuestadas



Fuente: Encuestas Socioeconómicas Ochoмого - Las Salinas (2019)

La ocupación “Ama de casa” llega hasta un 35% en Tola y Nandaime y a 28% en Belén. Se podría decir respaldados en prácticas culturales, que ese grupo de amas de casa, están encargadas también de actividades generadoras de ingreso como el cuidado de animales domésticos comercializados y el procesamiento de los lácteos, también comercializado en mercados locales. Otro grupo importante de actividades es el estudio, que llegan hasta un 16% en Belén y hasta 11% tanto en Tola como en Nandaime.

Ingresos económicos

Los ingresos promedios reportados en los tres municipios no alcanzan los C\$5000.00. Aun en Nandaime donde se reportan los ingresos más altos mensualmente, pero también se reportan los ingresos más bajos. Estos ingresos son un poco mayores que el salario mínimo mensual agropecuario que para este año es de C\$4,176.49.

Aspectos ambientales

Mediante este estudio se han valorado las características ambientales y sociales del entorno del proyecto, se han identificado los potenciales impactos ambientales y sociales, que se generarán durante el proceso constructivo, además incorporar las medidas de mitigación para minimizar y/o corregir los potenciales.

El impacto sobre estos recursos será medio, ya que el proyecto no tendrá incidencia sobre la cobertura vegetal que es mínima o no está presente.

Áreas protegidas

Dentro del área de influencia del proyecto no existen áreas protegidas, sin embargo, la carretera Ochomogo - Las Salinas es uno de los accesos al refugio de vida silvestre río Escalante-Chacocente, ubicado en el departamento de Carazo y que colinda que con el área del proyecto. Sus principales valores son:

Reservas ecológicas privadas

Las reservas silvestres privadas son propiedades privadas, cuyos dueños han decidido dedicarlas a la conservación, protección y recuperación de los recursos naturales y del medio ambiental local, sometiéndolas voluntariamente a la regulación estatal.

Dentro del área del proyecto existen dos fincas que protegen los recursos naturales que contienen las fincas Virgen de Guadalupe y Santa Martha. Además de la conservación de la flora y la fauna mediante plantaciones, ofrecen servicios de observación de fauna, restaurante, hospedaje, guías turísticos y recorridos a caballos.

Figura 19: Finca Virgen de Guadalupe

Figura 20: Finca Santa Martha



Fuente: Estudio Ambiental Ochomogo- Las Salinas (2019).

Problemas ambientales

A través del tramo se observaron principalmente área con acumulación de residuos sólidos, principalmente son depositados en las áreas más deshabitadas. Aprovechan las oquedades para abandonar sacos completos con basura, formando un gran número de botaderos ilegales.

Figura 21: Botadero de residuos sólidos y Figura 22: Sacos con residuos sólidos



Fuente: Estudio Ambiental Ochomogo-Las Salinas (2019).

Identificación, pronóstico y valoración de los impactos ambientales

Para realizar la evaluación de los impactos ambientales positivos y negativos, se basa en la combinación de métodos de análisis tanto cualitativos como cuantitativos y se desarrolla mediante la aplicación siguiente:

Tabla 36: Descripción de los métodos

Descripción de los métodos	
Actividad	Método
1. Identificar las actividades o acciones del proyecto que puedan generar impactos al ambiente.	Lista de Chequeo: Se utiliza para la identificación preliminar y se aplica primordialmente para llamar la atención sobre los impactos más importantes, que pueden tener lugar como consecuencia del proyecto.
Descripción de los métodos	
Actividad	Método
2. Analizar y predecir cómo estas acciones pueden perturbar los diversos componentes ambientales (tanto físico, biótico o social), basado en experiencias anteriores, simulaciones y juicio profesional, en diferentes estadios, sin proyecto, con proyecto y sin medidas de mitigación y con proyecto y medidas de mitigación	Matriz de Impacto Ambiental: es el método analítico, con él se determinan las interacciones entre actividades del proyecto y características del ambiente y que, al mismo tiempo, jerarquizan los impactos. Con este proceso, se determina la importancia de los impactos potenciales y el nivel de las medidas de mitigación a aplicar para evitar, reducir, controlar, compensar o revocar los impactos identificados. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse. Se utiliza la siguiente fórmula: $I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$

Fuente: Estudio Ambiental Ochohogo-Las Salinas (2019).

Criterios para la evaluación de los impactos ambientales

Para determinar los criterios para la evaluación de los impactos ambientales se emplearon parámetros cuantitativos, los cuales se miden en escalas relativas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 37: Descripción de los criterios de impacto ambiental

Descripción de los criterios	
± =Naturaleza del impacto.	El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados
i = Intensidad o grado probable de destrucción	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. El baremo estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.
EX = Extensión o área de influencia del impacto	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto dividido el porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto.
MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t ₀) y el comienzo del efecto (t _j) sobre el factor del medio considerado
PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto	Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Descripción de los criterios	
RV = Reversibilidad SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.
SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.
AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera
EF = Efecto (tipo directo o indirecto)	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.
PR = Periodicidad	La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo)
MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del Proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.

Fuente: Estudio Ambiental Ochomogo-Las Salinas (2019).

El desarrollo de la ecuación de (I) es llevado a cabo mediante el modelo propuesto a continuación:

Tabla 38: Modelo de importancia de impacto

Modelo de importancia de impacto			
Signo		Intensidad (i)	
Beneficioso Perjudicial	+	Baja	1
		Media	2
	-	Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2		Medio plazo
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	8
Crítica	12		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
Sin sinergismo	1	Simple Acumulativo	1 4
Sinérgico	2		
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4

Fuente: Estudio Ambiental Ochomogo-Las Salinas (2019).

La importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado. La valoración cualitativa de los impactos identificados se realiza mediante dos valores, además del signo: uno para la importancia o grado de manifestación cualitativa y otro para la magnitud o cantidad de factor afectado.

Tabla 39.: Parámetros que caracteriza el impacto ambiental

Parámetros que caracteriza el impacto ambiental	
SIGNO	Positivo + Negativo -
IMPORTANCIA (Grado de manifestación cualitativa)	Grado de incidencia: Intensidad Caracterización: Extensión Plazo de manifestación Persistencia Reversibilidad Sinergia Acumulación Efecto Periodicidad Recuperabilidad
MAGNITUD (Grado de manifestación cuantitativa)	Cantidad Calidad

Fuente: Estudio Ambiental Ochoмого-Las Salinas (2019).

Grado de amenaza

El análisis de amenaza sísmica se preparó con un modelo espacial utilizando aplicaciones del sistema de información geográfica. El modelo combina la distribución espacial de cada una de las variables de intensidad, profundidad e isoaceleración sísmica. Con este procedimiento se estratifican los niveles de peligro para cada una de las variables.

Se muestra el grado de amenaza sísmica por cada una de las microcuencas que atraviesan el proyecto, encontrándose 2,116.34 ha (16.01%) se encuentra en grado alto y 11,097.72 ha (83.98%) en grado muy alto.

Tabla 40: Grado de amenaza sísmica en las microcuencas del proyecto

Grado de amenaza sísmica en las microcuencas del proyecto						
Microcuenca	Alta		Muy Alta		Total	
	Área	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
El Jabillo	615.95	29.10	907.39	8.18	1,523.34	11.53
Las Lajas	0.00		1,756.41	15.83	1,756.41	13.29
Los Sánchez	0.00		624.08	5.62	624.08	4.72
Ochomogo	1,500.39	70.90	0.00	0.00	1,500.39	11.35
Río Berlín	0.00		1,358.28	12.24	1,358.28	10.28
Río Nahualapa Abajo	0.00		2,772.36	24.98	2,773.04	20.98
Río Nahualapa Arriba	0.00		3,679.20	33.15	3,679.20	27.84
Total	2,116.34	100.00	11,097.72	100.00	13,214.74	100.00

Fuente: Estudio Ambiental Ochomogo-Las Salinas (2019).

El valor de aceleración máxima en roca en el municipio de Tola = 3.2 m/s² para un período de retorno de 500 años. El área donde se localiza el proyecto es una Zona de Amenaza Sísmica Muy Alta.

Plan de reposición forestal

Objetivo: Realizar la reposición de los árboles que fueron afectados por la construcción de la carretera, Ochomogo-Salinas de Nahualapa

La reforestación de las áreas destinadas para la reposición del recurso forestal, tienen por objeto proteger el suelo mediante la vegetación que se establezca, para

reducir la erosión causada por el viento o por la escorrentía superficial. El número de plantas a cortar de acuerdo al inventario son 1,504 árboles, de acuerdo con la normativa se deberán de reponer 10 árboles por cada árbol cortado, equivalente a 15,040 árboles.

El plan comprende los siguientes aspectos generales: Selección del área a plantar, selección de especies arbóreas (forestales y frutales), adquisición y transporte de las plantas, plantación en las áreas seleccionadas, verificación de la sobrevivencia de la plantación, reposición de las plantas, la especies a utilizar en el plan de reposición deben cumplir con las siguientes características, plantas nativas perennes adaptadas al ecosistema del área del proyecto, resistencia a la sequía y altas temperaturas, sistema radicular profundo, adaptarse a suelos pobres en nutrientes, rápido crecimiento.

Plan de reposición y remoción por las afectaciones en el derecho de vía

Objetivo: Liberar el Derecho de Vía para implementar las obras constructivas del Proyecto, según diseño y compensar a los afectados.

La afectación básicamente consiste en la afectación de estructuras existentes por la cantidad de 327,425.35 m². La compra de tierras es para indemnizar las propiedades afectadas por el despeje de la franja que será recuperada del derecho de vía, pero no se ha contemplado ninguna reubicación de casa de habitación.

Las obras se llevarán a cabo en dos etapas:

Remoción de infraestructuras (cercas de alambre de púas y cercas vivas, cercas de piedras, áreas verdes, etc.) dentro del corredor de impacto del proyecto.

No es parte de este proyecto liberar los límites del Derecho de Vía. Reposición y/o reemplazo de las infraestructuras afectadas.

En el análisis y valoración ambiental social se determinó que los impactos negativos que potencialmente generará el proyecto sobre el medio ambiente, en la etapa de construcción, serán en su mayoría de carácter moderado, y potencialmente provocarán afectaciones sobre los siguientes factores del ambiente: geología y geomorfología, suelo, agua, paisaje y calidad del aire, vegetación, fauna, población, equipamiento social, usos del suelo y áreas protegidas. Se estima que el abra y destronque será la actividad más impactante, y el suelo y la población, los factores que recibirán la mayor cantidad de impactos.

Los impactos consisten en: posible disminución de las propiedades edáficas y calidad del suelo por efectos de compactación debido al paso constante de maquinaria a lo largo del camino y en bancos de materiales, afectaciones a la calidad visual y estética de las diferentes unidades paisajísticas, afectación potencial a la calidad del suelo y el agua por la generación y posible manejo inadecuado de desechos sólidos y líquidos, posible afectación a fuentes de agua por la disminución del recurso, potencial afectación del suelo y el agua por posibles filtraciones de aceites, combustibles y lubricantes, afectaciones a la calidad del aire por el incremento de emisiones de polvo, ruido, vibraciones, material particulado y gases de combustión, mayor permanencia de vehículos por desvíos provisionales, disminución de la cobertura vegetal por la remoción de árboles, arbustos y flora menor en el derecho de vía y en bancos de materiales, afectaciones a la fauna local, posibles afectaciones a los trabajadores y población aledaña al área del proyecto, interrupción de la libre circulación de vehículos, cambios del uso de suelo por la explotación de banco de materiales, y posibles afectaciones a los cuerpos de agua tanto permanentes como temporales durante el abra y destronque y explotación de bancos de materiales.

Costo y presupuesto.

Los costos directos del proyecto, se obtuvieron mediante la utilización de la mano de obra, equipo y materiales que quedarán incorporados en la obra, que tienen una incidencia directa en la ejecución de cada una de las actividades o pliego de oferta preparada para su construcción.

En este sentido, se obtuvo cada uno de los costos directos de todos los conceptos establecidos dentro del proyecto, para la Variante de pavimento escogida:

Variante 1: Adoquín como una cama de arena de 5 cm, soportada sobre una base triturada estabilizada con cemento de 20 cm de espesor, su costo directo es C\$ 805,334,847.96

Factores de sobrecosto.

El factor de sobrecostos, se obtuvo mediante la aplicación del valor total del proyecto, que incluye la sumatoria de todos los costos directos, más los costos indirectos, también se le suman los costos de administración central y las utilidades, el resultado de este valor lo dividimos entre el valor total de los costos directos.

Debemos destacar que, dentro de los costos indirectos, se utilizaron los costos de los ingenieros que deberán estar incorporados a la obra conforme sus necesidades, personal administrativo y de apoyo, instalaciones, fianzas y seguros, equipos de apoyo, laboratorio, etc. A esto se le adicionaron un 6% en administración central y un 6% de utilidades, lo cual son valores muy razonables para un proyecto de esta magnitud.

El Consultor estimó los costos indirectos suponiendo que el Dueño licitará la totalidad de las obras y que la construcción durará **1,025 días o 34 meses calendario**. Para este caso, el factor de sobrecostos obtenido para la Variante de Adoquín es de **1.2880**, cuya Variante resultó ser la más favorable.

Con este valor de sobre costos obtenido, dicho factor fue aplicado a cada uno de los costos directos de los conceptos establecidos en el proyecto, con lo cual se obtuvo el valor total de para cada Variante

Tabla 41: Variantes de opciones de carpetas de rodamientos

Descripción de Variante	Costo Venta Variante (C\$)
Variante 1: Adoquín de 10 cm de espesor con una cama de arena de 5 cm, soportada sobre una base triturada estabilizada con cemento de 20 cm de espesor.	1,029,512,712.04
Variante 2: Carpeta de Mezcla Asfáltica en caliente modificada con polímeros, la cual esta soportada sobre una base triturada estabilizada con cemento y esta a su vez sobre una sub base granular.	1,154,910,495.10
Variante 3: Carpeta de Concreto hidráulico a base de losas cortas de 20 cm de espesor, soportada sobre una base triturada estabilizada con cemento de 18 cm de espesor.	1,331,633,509.32

Fuente: Estudio de Costos Ochoмого-Las Salinas (2019).

Informes de mantenimiento.

Los costos de operación y mantenimiento del tramo se estudiarán en base al manual de normas y procedimientos de la SIECA y se han determinado para cada una de las Variantes presentadas y para el supuesto del dar mantenimiento al tramo existente, para ello se ha asignado un porcentaje de afectación en la recurrencia anual de las actividades del 75% y se han asignado costos de administración del 5% (cinco por ciento) sobre la base de los costos estimados para el desarrollo de las actividades.

Los resultados totales obtenidos para el mantenimiento periódico y/o rutinario en base a cada Variante desarrollada son las siguientes:

Tabla 42: Costos de mantenimiento

COSTOS DE MANTENIMIENTO ALTERNATIVA SIN PROYECTO		
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO A 20 AÑOS CON IMPUESTOS		C\$ 358,190,255.47
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO PARA 1 AÑO CON IMPUESTOS		C\$ 17,909,512.77
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO PERIODICO PARA 5 INTERVENCIONES CON IMPUESTOS		C\$ 204,355,975.14
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO PERIODICO PARA 1 INTERVENCION CON IMPUESTOS		C\$ 40,871,195.03

COSTOS DE MANTENIMIENTO ALTERNATIVA ADOQUIN		
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO A 20 AÑOS CON IMPUESTOS		C\$ 67,114,329.64
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO PARA 1 AÑO CON IMPUESTOS		C\$ 3,355,716.48
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO PERIODICO PARA 4 INTERVENCIONES CON IMPUESTOS		C\$ 134,007,980.26
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO PERIODICO PARA 1 INTERVENCION CON IMPUESTOS		C\$ 22,334,663.38

COSTOS DE MANTENIMIENTO ALTERNATIVA CONCRETO ASFALTICO		
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO A 20 AÑOS CON IMPUESTOS		C\$ 348,041,514.24
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO PARA 1 AÑO CON IMPUESTOS		C\$ 17,402,075.71
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO PERIODICO PARA 4 INTERVENCIONES CON IMPUESTOS		C\$ 114,928,335.53
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO PERIODICO PARA 1 INTERVENCION CON IMPUESTOS		C\$ 19,154,722.59

COSTOS DE MANTENIMIENTO ALTERNATIVA CONCRETO HIDRAULICO MR 45		
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO A 20 AÑOS CON IMPUESTOS		C\$ 63,510,549.35
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO PARA 1 AÑO CON IMPUESTOS		C\$ 3,175,527.47
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO PERIODICO PARA 4 INTERVENCIONES CON IMPUESTOS		C\$ 134,007,980.26
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO PERIODICO PARA 1 INTERVENCION CON IMPUESTOS		C\$ 22,334,663.38

Fuente: Estudio de Costos Ochomogo-Las Salinas (2019).

Los costos de construcción de cada Variante por Km construido se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 43: Variantes de pavimento

Descripción de Variante	Costo Construcción x Km (\$)
Adoquín de 10 cm de espesor con una cama de arena de 5 cm, soportada sobre una base triturada estabilizada con cemento de 20 cm de espesor.	1,095,292.77
Carpeta de Mezcla Asfáltica en caliente modificada con polímeros, la cual esta soportada sobre una base triturada estabilizada con cemento y esta a su vez sobre una sub base granular.	1,228,923.03
Carpeta de Concreto hidráulico a base de losas cortas de 20 cm de espesor, soportada sobre una base triturada estabilizada con cemento de 18 cm de espesor.	1,417,251.12

Fuente: Estudio de Costos Ochoмого-Las Salinas (2019).

Nota: Los Costos de Construcción por Km Incluye Puentes y Escalamiento (No Incluye Impuesto)

Del análisis de costos por Variante se concluye que para este proyecto la Variante Rentable corresponde a la Variante A Estructura empleando Pavimento de Adoquín para la capa de rodamiento, colocadas sobre una capa base Triturada de material estabilizada con Cemento, siendo la distribución del monto del proyecto por rubro la siguiente:

Tabla 44: Distribución porcentual de los costos del proyecto por rubro.

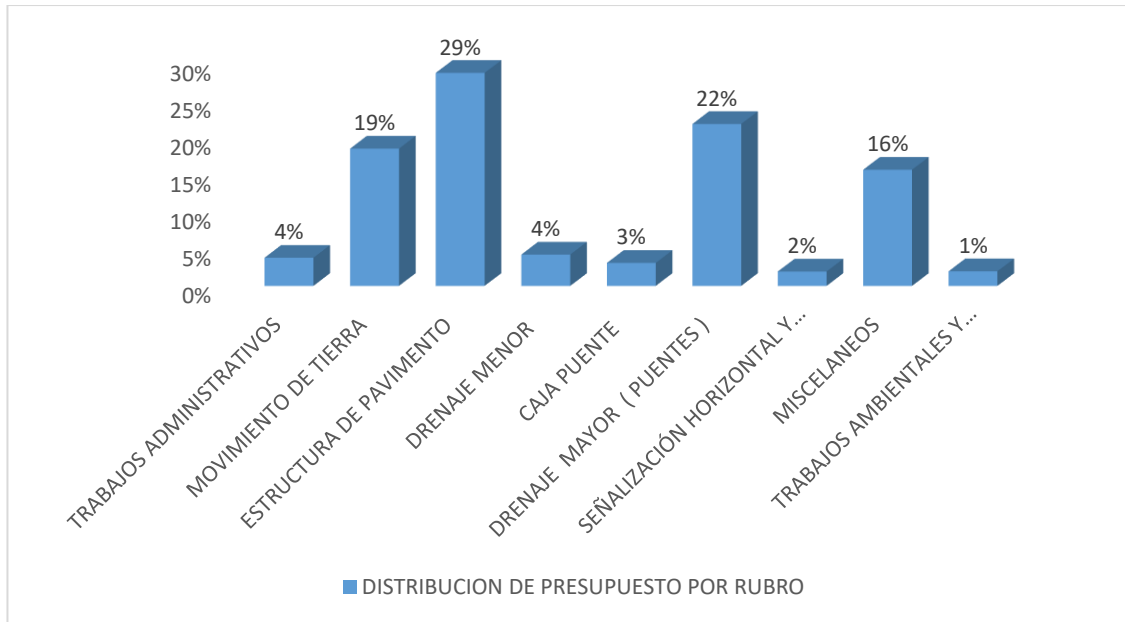
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS COSTOS DEL PROYECTO POR RUBRO	
DESCRIPCION	PORCENTAJE
TRABAJOS ADMINISTRATIVOS	4%
MOVIMIENTO DE TIERRA	19%
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	29%

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS COSTOS DEL PROYECTO POR RUBRO	
DESCRIPCION	PORCENTAJE
DRENAJE MENOR	4%
CAJA PUENTE	3%
DRENAJE MAYOR (PUENTES)	22%
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL	2%
MISCELANEOS	16%
TRABAJO AMBIENTALES Y SOCIALES	1%

Fuente: Estudio de Costos Ochoмого-Las Salinas (2019).

Gráficamente se expresa de la siguiente forma:

Figura 23: Distribución de presupuesto por rubro.



Fuente: Estudio de Costos Ochoмого-Las Salinas (2019).

Los resultados finales de la evaluación económica de este informe se obtuvieron con base en los softwares¹HDM-4 y RED, con una tasa de descuento de 8%. La alternativa más rentable fue la alternativa de adoquín con una TIRE de **22%** y un VANE de **30.149** millones de dólares.

Resultado de la evaluación socioeconómica del proyecto:

Se estudiaron tres alternativas de pavimento para la longitud del proyecto de 29.06 km que se detallan a continuación:

- a. Carpeta asfáltica de 10.0 cm de espesor, base estabilizada con cemento de 20.0 cm de espesor, Sub-base granular de 15.0 cm de espesor.
- b. Concreto Hidráulico (47 kg/cm²) de 16 cm de espesor, base estabilizada con cemento con espesor de 20 cm.
- c. Adoquín con espesor de capa de rodamiento de 5.0 cm de arena, base estabilizada de 20 cm.

¹ HDM-4: Highway Development Management; RED: Roads Economic Decision.

Los resultados de la Evaluación Económica del proyecto Ochomogo-Las Salinas, usando HDM-4 y RED, son los que se exponen a continuación:

Tabla 45: Resultados económicos. Tramo Ochomogo-Las Salinas

Tramo: Ochomogo-Las Salinas Resultados Económicos, Valores en millones de US\$		
A. Carpeta Asfáltica de 10.0 cm, base estabilizada con cemento de 20.0 cm. De espesor, Sub- base granular de 15.0 cm de espesor.	LAB: 29.05 Km	Beneficio Económico Neto (VAN): U\$ 16.5 millones TIRE: 14.3%
B. Concreto Hidráulico (47kg/cm ²) de 16 cm de espesor, base estabilizada con cemento con espesor de 20 cm		Beneficio Económico Neto (VAN): U\$12.2 millones TIRE: 12.10 %
C. Adoquín con espesor de capa de rodamiento de 5.0 cm de arena, base estabilizada de 20 cm.		Beneficio Económico Neto (VAN): U\$ 30.149 millones TIRE: 22%

Fuente: HDM-4, RED

Resultados de la Evaluación Socioeconómica a 20 años con tasa de descuento del 8%, alternativa Adoquín:

Los resultados de la evaluación socioeconómica con sus flujos de ingresos y egresos, se muestra a continuación:

Tabla 46: Beneficios Económicos netos

Año	Tránsito Diario Anual Normal (veh/día)	Tránsito Diario Anual Generado (veh/día)	Tránsito Diario Anual Inducido (veh/día)	Beneficios Económicos Netos								
				Beneficios de Agencia		User Benefits				Seguridad del Camino	Otros Beneficios	Total
				Costos de Inversión	Costos de Mantenimiento	Tránsito Normal		Tránsito Generado				
						(M\$/año)	(M\$/año)	VOC (M\$/año)	Tiempo (M\$/año)	VOC (M\$/año)	Tiempo (M\$/año)	(M\$/año)
2023	388	0	0	-7.801	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.196	-5.605
2024	401	0	0	-10.401	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.614	-8.787
2025	414	0	0	-7.801	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.680	-6.121
2026	428	0	0	0.000	0.045	0.582	2.303	0.000	0.000	0.000	1.755	4.685
2027	442	0	0	0.000	0.045	0.601	2.380	0.000	0.000	0.000	1.863	4.889
2028	459	0	0	0.000	0.045	0.624	2.471	0.000	0.000	0.000	1.947	5.087
2029	477	0	0	0.000	0.045	0.648	2.565	0.000	0.000	0.000	2.037	5.295
2030	495	0	0	0.000	0.045	0.672	2.663	0.000	0.000	0.000	2.138	5.518
2031	514	0	0	0.000	0.045	0.698	2.764	0.000	0.000	0.000	2.245	5.752
2032	533	0	0	0.000	0.045	0.725	2.869	0.000	0.000	0.000	2.362	6.000
2033	556	0	0	0.000	0.045	0.755	2.990	0.000	0.000	0.000	2.489	6.279
2034	579	0	0	0.000	0.045	0.787	3.117	0.000	0.000	0.000	2.627	6.576
2035	604	0	0	0.000	0.045	0.820	3.248	0.000	0.000	0.000	2.779	6.892
2036	629	0	0	0.000	0.045	0.855	3.385	0.000	0.000	0.000	2.946	7.230
2037	656	0	0	0.000	0.045	0.891	3.528	0.000	0.000	0.000	3.129	7.593
2038	684	0	0	0.000	0.045	0.928	3.677	0.000	0.000	0.000	3.332	7.983
2039	712	0	0	0.000	0.045	0.968	3.832	0.000	0.000	0.000	3.557	8.402
2040	743	0	0	0.000	0.045	1.008	3.994	0.000	0.000	0.000	3.807	8.855
2041	774	0	0	0.000	0.045	1.051	4.162	0.000	0.000	0.000	4.086	9.344
2042	807	0	0	0.000	0.045	1.095	4.338	0.000	0.000	0.000	4.397	9.876
3.9% Crecimiento				Valor Actual Neto (millones de \$) a una Tasa de Descuento del 8%								30.149
				Tasa Interna de Retorno (%)								22%
				Beneficios Netos Anuales Equivalentes (\$/km) a una Tasa de Descuento del 8%								97841
				Tasa de Retorno Modificada a una Tasa de Reinversión del 8% (%)								14%
				Valor Actual Neto por Costos Financieros de Inversión (proporción)								1.16
				Beneficios del Primer Año por Costos Económicos de Inversión (proporción)								0.18
				Período de Evaluación (años)								20

Fuente: Estudio de Factibilidad Ochoмого-Las Salinas (2019)

Resultados del Análisis de Sensibilidad.

Con la finalidad de prever algunas situaciones de riesgo relacionadas a cambios en algunas variables utilizadas en el proyecto, como por ejemplo en los costos de construcción y de mantenimiento de la alternativa propuesta, en el tráfico normal y en las tasas propuestas de crecimiento de éste, se realizaron simulaciones afectando estas variables, las cuales inciden directamente en la rentabilidad o no del proyecto, para ver hasta qué grado este es sensible a dichas variaciones.

La variación consiste en un incremento en los costos de construcción y supervisión de un 25%, y una reducción del 25% en los beneficios al usuario. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 47: Análisis de Costos

Tramo	Alternativa	Resultado Indicador Base		25% Incremento Costos de Construcción		20% Disminución de Beneficios		25% Combinación de ambos	
		VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Ochomogo-Las Salinas	ADOQUÍN	30.149	22%	24.548	17%	16.943	16%	11.069	128%

Fuente: Estudio de factibilidad Ochomogo-Las Salinas (2019)

Como se aprecia en los resultados de análisis de sensibilidad del proyecto, la alternativa de mejoramiento del tramo de 29.05 km a través de Adoquinado obtiene Indicadores Económicos mayores a los mínimos considerados para evaluar económicamente el proyecto, es decir una TIR igual o mayor a 8% y un VAN mayor que 0. Además, esta alternativa igualmente arroja indicadores positivos, aun con los cambios supuestos realizados en el análisis de sensibilidad, por tanto, sigue siendo considerada la alternativa más rentable para ejecutar el proyecto.

IV. Conclusiones

En este trabajo monográfico se abordaron siete estudios de factibilidad en el proyecto de mejoramiento vial Ochoмого-Las Salinas con una longitud de 29.05 kilómetros, los cuales son: Estudio Ambiental – Social, Estudio Geométrico Vial, Estudio Geotécnico, Estudio Hidrotécnico, Estudio de Costos y Presupuesto. Estudio Topográfico y Estudio de Tráfico.

En el análisis y valoración ambiental social se determinó que los impactos negativos que potencialmente generará el proyecto sobre el medio, en la etapa de construcción, serán en su mayoría de carácter moderado, y potencialmente provocarán afectaciones sobre los siguientes factores del ambiente: geología y geomorfología, suelo, agua, paisaje y calidad del aire, vegetación, fauna, población, equipamiento social, usos del suelo y áreas protegidas.

Las pendientes longitudinales sobre la vía existente, varían en valores de 0.00, 1.5, 2.5, 3, 5, y hasta 8%, aproximadamente sobre el perfil del terreno natural de forma longitudinal del camino; valores que en materia de magnitudes se pueden considerar razonables, partiendo del tipo de la configuración topográfica del terreno en que se enmarca la trayectoria del Proyecto.

En el aspecto transversal, la plataforma de la vía actual la constituyen dos (2) carriles de rodado, que en su mayor parte se encuentran definidos para cada sentido de circulación vehicular, la circulación vehicular se realiza en todo el ancho disponible con que cuenta dicha plataforma, que por lo general varía en anchos de corona 6.50 mt, hasta 8 mt. Una vez finalizado el proyecto, el ancho total de vía será de 10.56 metros, lo cual constituye una mejora sustancial respecto al ancho actual de 6.60 metros.

En el Estudio Hidrotécnico y Geotécnico se abordaron en su mayoría aspectos de diseño en obras de drenaje menor y mayor, también se definieron características indispensables del suelo, para el diseño de la carpeta de rodamiento, resultando ambos estudios satisfactorios. En el caso del drenaje mayor a lo largo de la vía se

identificaron 3 puentes los cuales requieren ser sustituido por estructuras de mayor capacidad de drenaje, y en el caso del estudio Geotécnico se efectuaron 9 sondeos de penetración estándar (SPT) para el estudio de los puentes, de los cuales se extrajeron muestras de cada estrato, para determinar con precisión la elevación del nivel freático, y sobre todo las características del suelo subyacente.

Se consideraron 3 variantes en el proyecto: 1) Adoquín, con un costo total de C\$1,228,512,712.04; 2) Carpeta de Mezcla Asfáltica en caliente, con un costo de C\$1,377,837,235.38; y la variable 3) Carpeta de Concreto hidráulico, con un costo de C\$1,588,985,892.67. La variante 1 fue la variante final del proyecto. Asimismo, se obtuvieron indicadores económicos mayores a los mínimos considerados para evaluar económicamente el proyecto, es decir una TIRE igual o mayor a 8% y un VAN mayor que 0, por lo que se considera la alternativa 1: Adoquín, como la más rentable para ejecutar el proyecto.

La finalidad que se persigue es promover el desarrollo socioeconómico del país, y específicamente del área de influencia del proyecto, reduciendo los costos de transporte de los productos y personas y facilitando con ello el intercambio comercial y el acceso a los centros de desarrollo social, educación y de salud pública.

Finalmente, la ejecución del proyecto promoverá el desarrollo socio-económico de su zona de influencia, dinamizando la economía de los municipios y minimizando costos de operación del parque vehicular. Al mismo tiempo, se logrará facilitar el intercambio comercial y el acceso a centros de desarrollo social, educación y salud pública, promoviendo así el desarrollo socio económico de la zona del proyecto.

V. Recomendaciones

Como recomendación, se propone incluir el diseño estructural de puentes, incluyendo un estudio de socavación. en una próxima investigación similar. Por limitaciones de tiempo, no se abarcó el tema anterior en este estudio.

Asimismo, y nuevamente por limitaciones de tiempo, se recomienda profundizar más en cada estudio, a manera de concientizar al lector de la importancia de la ejecución de estudios de diseño y factibilidad en un proyecto vial.

Finalmente, se recomienda incluir la evaluación socioeconómica del proyecto como uno de los estudios adicionales del proyecto, a fin de medir el impacto del proyecto de inversión pública sobre el nivel de bienestar socioeconómico del país. Con este tipo de estudio, se podría comparar los niveles de ingreso que el país lograría con el proyecto, versus los niveles que hubiera logrado sin la ejecución del proyecto, lo que brindaría mayores elementos de decisión a funcionarios encargados de toma de decisión en la ejecución de proyectos de inversión pública.

VI. Bibliografía

AASHTO. (2004). *American Association of State Highway and Transportation Officials*. Washington DC. USA.

Actividades económicas. (n.d.). Retrieved from <https://www.actividadeseconomicas.org/2012/05/que-son-las-actividades-economicas.html>

Alexander, B. (n.d.). *Selección de métodos de construcción*. American Society of Civil Engineers.

Allpe. (n.d.). Retrieved from <https://www.allpe.com/medioambiente/hidrologia/estudios-hidrologicos/>

Bervis, E. (2004, Septiembre). *Guía Hidráulica para el diseño de obras de drenaje en caminos rurales*. Retrieved from <http://www.caminosrurales.com.ar/wp-content/uploads/2017/12/Guía-hidráulica-2004.pdf>

Betanco, J., Lagos, M., & Herrera, M. (2019). *Diseño Geométrico y Estructura de pavimento articulado de 5km de longitud en la comunidad el Regadío*. Retrieved from <http://ribuni.uni.edu.ni/>

Borselli, L. (2022, Octubre 14). *Clasificación ingenieril de los suelos y de los macizos rocosos*. Retrieved from https://www.lorenzo-borselli.eu/geotecnia1/Geotecnia_1_parte_II.pdf

Civil, I. (n.d.). *Clasificación del suelo: Clasificación por el Método AASTHO*. Retrieved from <https://www.ingenierocivilinfo.com/2011/12/caracterizacion-del-suelo-clasificacion.html>

Consistencia del suelo. (n.d.). Retrieved from https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s08.htm#:~:text=Un%20límite%20de%20Atterberg%20corresponde,de%20una%20consistencia%20a%20otra.

Consulting, A. G. (n.d.). *Ensayo de proctor modificado y compactación de suelos*. Retrieved from <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/proctor-modificado/>

Corea y Asociados S.A CORASCO. (2008, Octubre). *Manual para la revisión de estudios Hidrotécnicos de drenaje menor*. Retrieved from <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-para-revision-disenos-drenaje-menor.pdf>

Corea y Asociados S.A CORASCO. (2008, Octubre). *Manual para la revisión de estudios Hidrotécnicos de drenaje mayor*. Retrieved from

<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-para-revision-disenos-drenaje-mayor.pdf>

Dominguez, G. (1980). *Tecnología y práctica de Albañilería*. Pueblo y Educación

Enciclopedia Concepto. (n.d.). Retrieved from <https://concepto.de/poblacion/#ixzz7rpMoxRYE>

Esan, C. (2016, junio). *Costos de inversión y operación*. Retrieved from <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/costos-de-inversion-y-de-operacion-en-la-formulacion-de-un-proyecto>

EUROINNOVA. (n.d.). Retrieved from Organización y clasificación : <https://www.euroinnova.ec/blog/que-es-una-organizacion-y-su-clasificacion#:~:text=La%20definici%C3%B3n%20m%C3%A1s%20com%C3%BAn%20para,medio%20de%20estas%20estructuras%20organizacio nales>

Freepik. (2012). *Diagrama de capas de suelo isométricas sección transversal de hierba verde y capas de suelo subterráneo*. Retrieved from https://www.freepik.es/fotos-premium/diagrama-capas-suelo-isometricas-seccion-transversal-hierba-verde-capas-suelo-subterraneo-debajo-estrato-minerales-organicos-arena-arcilla-capas-suelo-isometricas-aisladas-blanco_37251048.htm

Gallegos, J., & Mayra, G. (n.d.). *LOS SERVICIOS BÁSICOS Y SU RELACIÓN EN LA INTERVENCIÓN COMUNITARIA UNIVERSITARIA*. Retrieved from <https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3752/1/LOS%20SERVICIOS%20BASICOS%20Y%20SU%20RELACI%C3%93N%20.pdf>

Geotechtips. (2020, DICIEMBRE 29). *El CBR*. Retrieved from <https://www.geotechtips.com/post/que-es-el-cbr>

Geotecnia. (2020, Agosto 09). *Coeficiente de curvatura*. Retrieved from <https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/coeficiente-de-curvatura/>

homify. (n.d.). *Materiales de construcción de casas*. Retrieved from https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/5928168/materiales-de-construccion-de-casas

IBM integration designer 8.5.5. (n.d.). Retrieved from Escalamientos : <https://www.ibm.com/docs/es/integration-designer/8.5.5?topic=tasks-escalations>

Ingeniera Torné. (1999). *Dirección de ejecución de instalaciones en obra*. Retrieved from <https://www.ingenieriatorne.com/servicios/direccion-de-ejecucion-de-instalaciones.html>

- INGENIEROS ASESORES. (2021, Septiembre 8). Retrieved from <https://ingenierosasesores.com/actualidad/que-es-un-estudio-geotecnico-usos-y-beneficios/#:~:text=En%20concreto%2C%20el%20CTE%20define,de%20este%20u%20otras%20obras>».
- Javier, S. (n.d.). *Hidrología*. Retrieved from <https://hidrologia.usal.es/temas/Precipitaciones.pdf>
- López Vázquez, L. (n.d.). *Estudio y evaluación de impacto ambiental en Ingeniería Civil*. Alicante: Editorial Club universitario .
- Mendoza, D., Céspedes, H., & López, L. (2017). *Levantamiento Topográfico para el diseño geométrico de 1Km de carretera, desde el costado norte de la Hacienda las Camelias hacia la Hacienda del Pozo*. Managua : Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Navarro Hudiel, S. J. (2017). *Topografía I*. Estelí : Universidad Nacional de Ingeniería .
- Ochoa, M. A. (1997). *Ajuste de poligonales cerradas utilizando el método de los mínimos cuadrados*. Sonora: Universidad de Sonora. División de Ingeniería . Retrieved from <http://www.bidi.uson.mx/tesis.aspx>
- Ortega, J. M. (2019). *Slideplayer.es*. Retrieved from Estudio de crecidas, propagación de crecidas: <https://slideplayer.es/slide/13157625/>
- Pérez , L., & Sánchez, F. (2015, Mayo). Estudio técnico del puente vehicular tierra prometida, en el distrito III del municipio de Managua. Managua.
- Plata, U. N. (n.d.). *El suelo, un universo invisible* . Retrieved from <https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/98/27598/3f23fc987dbbda82587753c9796000a.pdf>
- preciounit. (n.d.). *Factor de sobre costos*. Retrieved from <https://sites.google.com/site/itcqproprecios/home/sesion-5>
- Rafael Cal y Mayor. (2018). *Ingeniería de Tránsito*. México: Editorial Alfaomega.
- Rodríguez, R. (n.d.). *Monografías*. Retrieved from Importancia del análisis del medio socioeconómico en el estudio del impacto ambiental: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/ponencias-biotur-segundo-evento-27/ponencias-biotur-segundo-evento-27#:~:text=Es%20de%20gran%20importancia%20definir,poblaci%C3%B3n%20de%20un%20%C3%A1rea%20determinada>
- Rojas, H., & Sierra, C. (n.d.). *Importancia del factor social para la planeación de carreteras*. Retrieved from Universidad de la Salle :

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1530&context=ing_civil

Romina, A. (2009). *Simulación continúa de lluvias para el diseño de sistemas de drenaje urbano*. Retrieved from <https://snia.mop.gob.cl/sad/MET-5621.pdf>

Structuralia. (2020, Mayo 29). *Tipos de estudio de Mecánica de suelos a contemplar en obras civiles*. Retrieved from <https://blog.structuralia.com/estudio-de-mecanica-de-suelos>

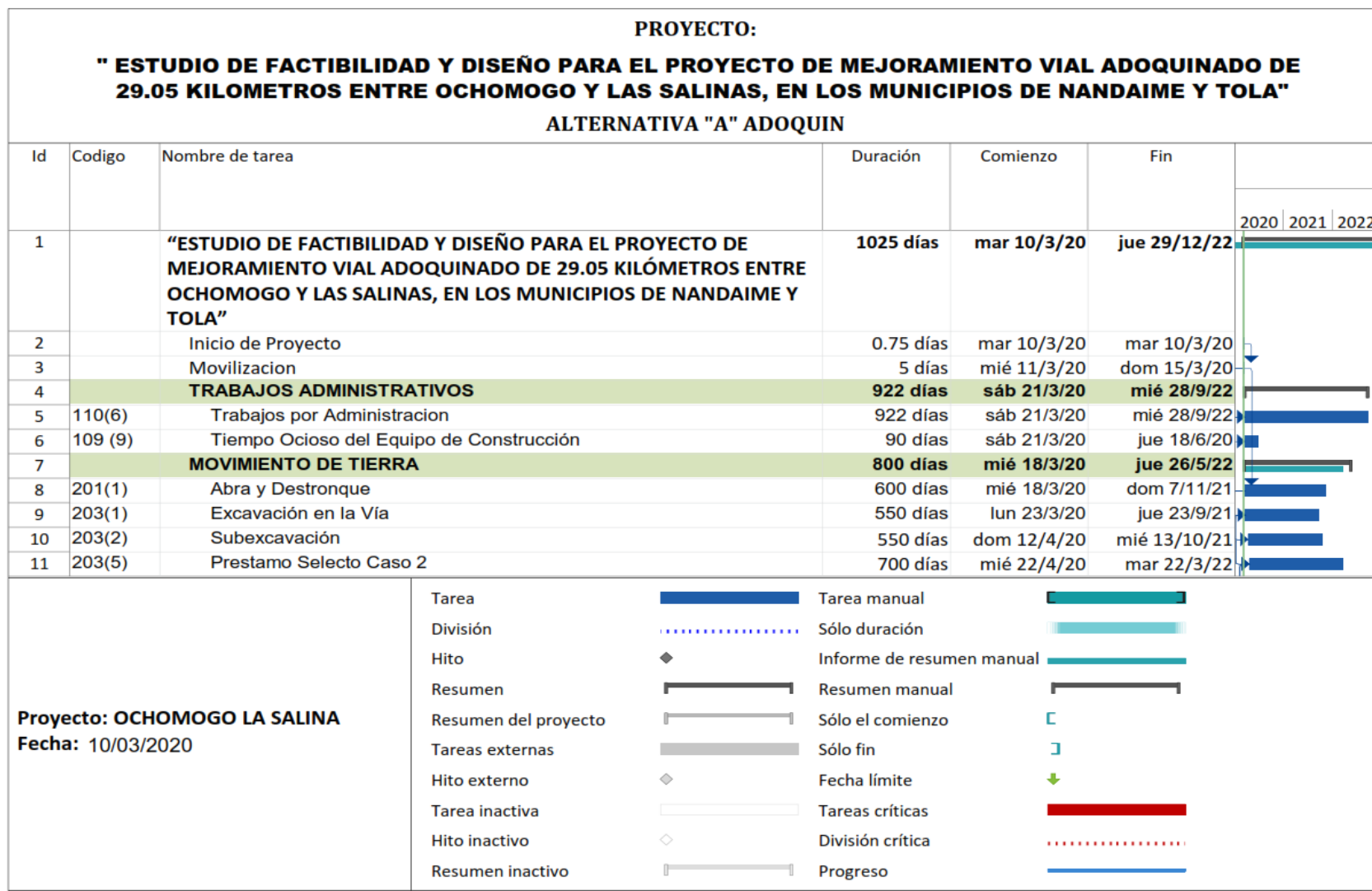
Terraestable. (2018). *Ingeniería y Construcción*. Retrieved from Levantamiento Topográfico y Altimétrico en general : <https://terraestable.com/levantamiento-topografico-planimetrico-y-altimetrico-en-general.php>

Vallecillo, E. N. (2019). *Estudio de Prefactibilidad para mejoramiento de la carretera Rosita-Bonanza (32km)*. (ribuni, Editor) Retrieved from <https://ribuni.uni.edu.ni/2892/1/93573.pdf>

Vélez , J., Botero, B., Parra , J., Aristizábal, V., & Marulanda , A. ((2013)). *Diseño Hidráulico e Hidrológico de obras de ingeniería para proyectos viales*. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Velez-19/publication/271205569_DISENO_HIDRAULICO_E_HIDROLOGICO_D_E_OBRAS_DE_INGENIERIA_PARA_PROYECTOS_VIALES/links/54c14ca20cf2d03405c523c7/DISENO-HIDRAULICO-E-HIDROLOGICO-DE-OBRAS-DE-INGENIERIA-PARA-PROYECTOS-VIA

VQ *ingeniera* . (n.d.). Retrieved from Control de obras: <https://www.vqingenieria.com/control-de-obras#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20control%20de,resultados%20establecidos%20en%20los%20proyectos>





















VII. Cronograma de ejecución



PROYECTO:
" ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL ADOQUINADO DE 29.05 KILOMETROS ENTRE OCHOMOGO Y LAS SALINAS, EN LOS MUNICIPIOS DE NANDAIME Y TOLA"
ALTERNATIVA "A" ADOQUIN

Id	Codigo	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin			
						2020	2021	2022
26	701(19D)	Tubería de C. R. de 122 cm Clase II, (48 ")	75 días	mié 2/1/19	lun 18/3/19			
27	701(19E)	Tubería de C. R. de 137 cm Clase II, (54 ")	75 días	mié 2/1/19	lun 18/3/19			
28	701(19F)	Tubería de C. R. de 152 cm Clase II, (60 ")	80 días	mié 2/1/19	sáb 23/3/19			
29	701(19H)	Tubería de C. R. de 183 cm Clase II, (72 ")	90 días	mié 2/1/19	mar 2/4/19			
30		Tubería de C. R. de 213 cm Clase II, (84")	88 días	sáb 5/1/19	mar 2/4/19			
31	701 (16)	Lecho de Tuberia Clase " B "	300 días	mié 22/4/20	lun 15/2/21			
32	701 (18)	Relleno de Alcantarillas	300 días	mar 10/3/20	lun 4/1/21			
33		Sistema de Subdren Tipo Frances	200 días	mar 10/3/20	sáb 26/9/20			
34	CAJA PUENTE		545 días	vie 23/7/21	jue 19/1/23			
35	207 (5)	Relleno para Cimientos	70 días	jue 10/11/22	jue 19/1/23			
36	207(2)	Excavación para Estructuras (Cajas)	120 días	vie 23/7/21	sáb 20/11/21			
37	602(3B)	Concreto para Limpieza de Fundaciones	120 días	dom 9/1/22	lun 9/5/22			
38	602 (3C)	Concreto Estructural para caja	160 días	sáb 20/11/21	vie 29/4/22			
39		Caja Prefabricada de Concreto Reforzado 3.7mx 1.6m x 1m	90 días	sáb 18/6/22	vie 16/9/22			

Proyecto: OCHOMOGO LA SALINA
Fecha: 10/03/2020

Tarea		Tarea manual	
División		Sólo duración	
Hito		Informe de resumen manual	
Resumen		Resumen manual	
Resumen del proyecto		Sólo el comienzo	
Tareas externas		Sólo fin	
Hito externo		Fecha límite	
Tarea inactiva		Tareas críticas	
Hito inactivo		División crítica	
Resumen inactivo		Progreso	

PROYECTO:
" ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL ADOQUINADO DE 29.05 KILOMETROS ENTRE OCHOMOGO Y LAS SALINAS, EN LOS MUNICIPIOS DE NANDAIME Y TOLA"
ALTERNATIVA "A" ADOQUIN

Id	Codigo	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin			
						2020	2021	2022
26	701(19D)	Tubería de C. R. de 122 cm Clase II, (48 ")	75 días	mié 2/1/19	lun 18/3/19			
27	701(19E)	Tubería de C. R. de 137 cm Clase II, (54 ")	75 días	mié 2/1/19	lun 18/3/19			
28	701(19F)	Tubería de C. R. de 152 cm Clase II, (60 ")	80 días	mié 2/1/19	sáb 23/3/19			
29	701(19H)	Tubería de C. R. de 183 cm Clase II, (72 ")	90 días	mié 2/1/19	mar 2/4/19			
30		Tubería de C. R. de 213 cm Clase II, (84")	88 días	sáb 5/1/19	mar 2/4/19			
31	701 (16)	Lecho de Tuberia Clase " B "	300 días	mié 22/4/20	lun 15/2/21			
32	701 (18)	Relleno de Alcantarillas	300 días	mar 10/3/20	lun 4/1/21			
33		Sistema de Subdren Tipo Frances	200 días	mar 10/3/20	sáb 26/9/20			
34		CAJA PUENTE	545 días	vie 23/7/21	jue 19/1/23			
35	207 (5)	Relleno para Cimientos	70 días	jue 10/11/22	jue 19/1/23			
36	207(2)	Excavación para Estructuras (Cajas)	120 días	vie 23/7/21	sáb 20/11/21			
37	602(3B)	Concreto para Limpieza de Fundaciones	120 días	dom 9/1/22	lun 9/5/22			
38	602 (3C)	Concreto Estructural para caja	160 días	sáb 20/11/21	vie 29/4/22			
39		Caja Prefabricada de Concreto Reforzado 3.7mx 1.6m x 1m	90 días	sáb 18/6/22	vie 16/9/22			















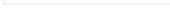





Proyecto: OCHOMOGO LA SALINA
Fecha: 10/03/2020

Tarea		Tarea manual	
División		Sólo duración	
Hito		Informe de resumen manual	
Resumen		Resumen manual	
Resumen del proyecto		Sólo el comienzo	
Tareas externas		Sólo fin	
Hito externo		Fecha límite	
Tarea inactiva		Tareas críticas	
Hito inactivo		División crítica	
Resumen inactivo		Progreso	

PROYECTO:
" ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL ADOQUINADO DE 29.05 KILOMETROS ENTRE OCHOMOGO Y LAS SALINAS, EN LOS MUNICIPIOS DE NANDAIME Y TOLA"
ALTERNATIVA "A" ADOQUIN

Id	Codigo	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Gantt Chart		
						2020	2021	2022
40	602(5)	Caja Prefabricada de Concreto Reforzado 3mx 3m x 1m	180 días	lun 9/5/22	sáb 5/11/22			
41	602(5A)	Caja Prefabricada de Concreto Reforzado 4mx 4m x 1m	30 días	sáb 5/11/22	lun 5/12/22			
42	604(1)	Acero de Refuerzo para Estructuras, Grado 60, Fy=4200kg/cm2	30 días	sáb 20/11/21	lun 20/12/21			
43	608(1A)	Mamposteria de Piedra Bruta con Mortero Arena Cemento.	5 días	sáb 5/11/22	jue 10/11/22			
44	924(3)	Drenes de PVC de Diametro Ø3"	180 días	lun 9/5/22	sáb 5/11/22			
45	924 (1)	Relleno Permeable	30 días	sáb 5/11/22	lun 5/12/22			
46	701(18A)	Material de Relleno de Cajas	30 días	sáb 20/11/21	lun 20/12/21			
47	DRENAJE MAYOR		700 días	mar 19/10/21	mar 19/9/23			
48	405 (1)	Carpeta de concreto asfáltico en caliente	50 días	mar 19/10/21	mié 8/12/21			
49	600 A	Pilotes preexcavados de concreto reforzado, ø 1 m	120 días	vie 7/1/22	sáb 7/5/22			
50	207(2)	Excavación para Estructuras (Puentes)	200 días	lun 6/6/22	vie 23/12/22			
51	602 (1A)	Concreto estructural clase "A", f'c = 280 kgf/cm ² (4,000 psi) para superestructura: tablero, parapetos, diafragmas y losas de	200.75 días	lun 6/6/22	vie 23/12/22			

Proyecto: OCHOMOGO LA SALINA
Fecha: 10/03/2020

Tarea		Tarea manual	
División		Sólo duración	
Hito		Informe de resumen manual	
Resumen		Resumen manual	
Resumen del proyecto		Sólo el comienzo	
Tareas externas		Sólo fin	
Hito externo		Fecha límite	
Tarea inactiva		Tareas críticas	
Hito inactivo		División crítica	
Resumen inactivo		Progreso	

PROYECTO:

" ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL ADOQUINADO DE 29.05 KILOMETROS ENTRE OCHOMOGO Y LAS SALINAS, EN LOS MUNICIPIOS DE NANDAIME Y TOLA" ALTERNATIVA "A" ADOQUIN

Id	Codigo	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin			
						2020	2021	2022
52	602 (1A)	Concreto estructural clase "A", f'c = 280 kgf/cm ² (4,000 psi) para subestructura: estribos, topes sísmicos, aletones, pilas y bloques de nivelación	200 días	vie 27/5/22	mar 13/12/22			
53	602 (1C)	Plantilla de concreto de nivelación, f'c = 120 kgf/cm ² (1,700 psi)	30 días	mié 8/12/21	vie 7/1/22			
54	603 (1)	Miembros de concreto, premoldeados y pretensados (Vigas AASHTO Tipo III modificada pretensada)	150 días	sáb 7/5/22	mar 4/10/22			
55	603 (1)	Miembros de concreto, premoldeados y pretensados (Vigas AASHTO Tipo V modificada pretensada)	200.75 días	lun 6/6/22	vie 23/12/22			
56	604 (1)	Acero de Refuerzo Grado 60, con fy = 4,200 kgf/cm ² (60,000 psi) para superestructura: tableros, parapetos, diafragmas y losas de	150 días	sáb 7/5/22	mar 4/10/22			
57	604 (1)	Acero de Refuerzo Grado 60, con fy = 4,200 kgf/cm ² (60,000 psi) para subestructura: estribos, topes sísmicos, aletones, pilas y bloques de nivelación	150 días	vie 7/1/22	lun 6/6/22			
58	606 (1)	Baranda Metalico tipo AASHTO	30 días	vie 7/1/22	dom 6/2/22			
59	611 (1)	Dispositivo de apoyo vigas AASHTO Tipo V modificada pretensada 381X356X97 (Dureza shore neto 60)	150 días	vie 7/1/22	lun 6/6/22			




















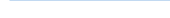


Proyecto: OCHOMOGO LA SALINA
Fecha: 10/03/2020

Tarea		Tarea manual	
División		Sólo duración	
Hito		Informe de resumen manual	
Resumen		Resumen manual	
Resumen del proyecto		Sólo el comienzo	
Tareas externas		Sólo fin	
Hito externo		Fecha límite	
Tarea inactiva		Tareas críticas	
Hito inactivo		División crítica	
Resumen inactivo		Progreso	

PROYECTO:
" ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL ADOQUINADO DE 29.05 KILOMETROS ENTRE OCHOMOGO Y LAS SALINAS, EN LOS MUNICIPIOS DE NANDAIME Y TOLA"
ALTERNATIVA "A" ADOQUIN





















Id	Codigo	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin			
						2020	2021	2022
60	611 (1)	Dispositivo de apoyo vigas AASHTO Tipo III modificada pretensada 330X330X80 (Dureza shore neto 60)	150 días	sáb 8/1/22	lun 6/6/22			
61	611 (1)	Taco de neopreno 400X200X20 (Dureza shore neto 60)	30 días	sáb 7/5/22	lun 6/6/22			
62	611 (1)	Taco de neopreno 250X200X20 (Dureza shore neto 60)	30 días	sáb 7/5/22	lun 6/6/22			
63	611 (1)	Taco de neopreno 250X150X40 (Dureza shore neto 60)	30 días	sáb 7/5/22	lun 6/6/22			
64	701 (19)	Tubos de drenaje de superestructura PVC ø 4"	60 días	mar 25/10/22	vie 23/12/22			
65	704 (2)	Sistema de subdrén estándar, tubos de PVC ø 4"	100 días	mar 2/11/21	mié 9/2/22			
66	704 (2)	Sistema de subdrén estándar, tubos de PVC ø 6"	100 días	mié 2/1/19	vie 12/4/19			
67	924 (3)	Filtro de arena y grava de 34, t=0.40	60 días	vie 23/12/22	mar 21/2/23			
68	908 (5)	Junta de expansión	60 días	sáb 7/5/22	mié 6/7/22			
69	910 (6)	Zampeado con mortero, agregado ø 8"	150 días	sáb 7/5/22	mar 4/10/22			
70	207(3A)	Relleno Para Cimientos Con Suelo Cemento	60 días	sáb 7/5/22	mié 6/7/22			
71	207(5)	Relleno Estructural	100 días	lun 1/11/21	mié 9/2/22			
72	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL		132.13 días?	lun 1/8/22	sáb 10/12/22			

Proyecto: OCHOMOGO LA SALINA Fecha: 10/03/2020	Tarea		Tarea manual	
	División		Sólo duración	
	Hito		Informe de resumen manual	
	Resumen		Resumen manual	
	Resumen del proyecto		Sólo el comienzo	
	Tareas externas		Sólo fin	
	Hito externo		Fecha límite	
	Tarea inactiva		Tareas críticas	
	Hito inactivo		División crítica	
	Resumen inactivo		Progreso	

PROYECTO:
" ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL ADOQUINADO DE 29.05 KILOMETROS ENTRE OCHOMOGO Y LAS SALINAS, EN LOS MUNICIPIOS DE NANDAIME Y TOLA"
ALTERNATIVA "A" ADOQUIN

Id	Codigo	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin			
						2020	2021	2022
73		Instalación de Señales de 240 cm x 40 cm	80 días	lun 1/8/22	jue 20/10/22			■
74		Instalación de Señales de 30 cm x 90 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■
75		Instalación de Señales de 57.1 cm x 76.2 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■
76		Instalación de Señales de 60 cm x 100 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■
77		Instalacion de Señales de 61 cm x 61 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■
78		Instalación de Señales de 30 cm x 61 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■
79		Instalación de Señales de 75 cm x 240 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■
80		Instalación de Señales de 75 cm x 270 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■
81		Instalación de Señales de 76.2 cm x 76.2 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■
82		Instalación de Señales de 31.7 cm x 76.2 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■
83		Instalación de Señales de 45.7 cm x 61cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■
84		Instalación de Señales de 80 cm x 240 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■
85		Instalación de Señales de 85 cm x 85 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■
86		Instalación de Señales de 91.4 cm x 30.5 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			■





















Proyecto: OCHOMOGO LA SALINA
Fecha: 10/03/2020

Tarea		Tarea manual	
División		Sólo duración	
Hito		Informe de resumen manual	
Resumen		Resumen manual	
Resumen del proyecto		Sólo el comienzo	
Tareas externas		Sólo fin	
Hito externo		Fecha límite	
Tarea inactiva		Tareas críticas	
Hito inactivo		División crítica	
Resumen inactivo		Progreso	

PROYECTO:
" ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL ADOQUINADO DE 29.05 KILOMETROS ENTRE OCHOMOGO Y LAS SALINAS, EN LOS MUNICIPIOS DE NANDAIME Y TOLA"
ALTERNATIVA "A" ADOQUIN

Id	Codigo	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin			
						2020	2021	2022
87		Instalación de Señales de 137.2 cm x 91.4 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			
88		Instalación de Señales de 91.4 cm x 61 cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			
89	802 (1A)	Marcas de Pavimento, Tipo Línea Continua Amarilla, Ancho 10cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			
90	802(1C)	Marcas de Pavimento, Tipo Línea Continua Blanca, Ancho 10cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			
91		Marcas de Pavimento, Tipo Línea DisContinua Amarilla, Ancho 10cm	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			
92		Marcas de Pavimento Resaltadas (Ojos de Gato)	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			
93		Marcas de Pavimento, Tipo Simbología y Letras	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			
94		Poste Guía	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			
95		Poste de Kilometraje	80 días	mar 2/8/22	jue 20/10/22			
96		MISCELANEOS	1005.75 días	mar 10/3/20	sáb 10/12/22	—————		
97	202(2D)	Remoción de Cercas de Alambre de Púas	150 días	mar 7/4/20	jue 3/9/20	■		
98	202(2C)	Remoción de Postes de Tendido Eléctrico	20 días	mar 7/4/20	dom 26/4/20	■		
99	903(4)	Cerca y Portones de Alambre de Púas	80 días	sáb 28/3/20	lun 15/6/20	■		
100	904(2)	Anden de Concreto de 0.10 m de Espesor	90 días	lun 7/2/22	sáb 7/5/22			■

Proyecto: OCHOMOGO LA SALINA
Fecha: 10/03/2020





















Tarea		Tarea manual	
División		Sólo duración	
Hito		Informe de resumen manual	
Resumen		Resumen manual	
Resumen del proyecto		Sólo el comienzo	
Tareas externas		Sólo fin	
Hito externo		Fecha límite	
Tarea inactiva		Tareas críticas	
Hito inactivo		División crítica	
Resumen inactivo		Progreso	

PROYECTO:
" ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL ADOQUINADO DE 29.05 KILOMETROS ENTRE OCHOMOGO Y LAS SALINAS, EN LOS MUNICIPIOS DE NANDAIME Y TOLA"
ALTERNATIVA "A" ADOQUIN

Id	Codigo	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin			
						2020	2021	2022
101	913(1A)	Cuneta de Concreto de Cemento Portland de 10cm de Espesor	140 días	mar 10/3/20	mar 28/7/20	■		
102	901 (1A)	Concreto Para Cunetas Urbanas	70 días	mar 14/6/22	lun 22/8/22			■
103	929(1)	Caseta y Bahias de Buses	110 días	mar 23/8/22	sáb 10/12/22			■
104	902(1A)	Sistema de Guardavía, Defensa Metálica	80 días	mar 23/8/22	jue 10/11/22			■
105	901(4B)	Loseta de Acceso de 3m x 2m x 0.15m	150 días	mar 7/4/20	jue 3/9/20	■		
106		TRABAJOS AMBIENTALES Y SOCIALES	1000 días	mié 11/3/20	lun 5/12/22	—————		
107	915(8)	Engramado de Terraplenes	150 días	vie 1/7/22	lun 28/11/22			■
108	915 (9A)	Siembra de Plantas	150 días	vie 1/7/22	lun 28/11/22			■
109	S/C	Talleres de Capacitación de Seguridad e Higiene Laboral.	1000 días	mié 11/3/20	lun 5/12/22	—————		
110	S/C	Talleres de Educción Vial-Ambiental.	1000 días	mié 11/3/20	lun 5/12/22	—————		
111	S/C	Taller de Higiene y Seguridad Ocupacional	1000 días	mié 11/3/20	lun 5/12/22	—————		
112		Fin de Proyecto	1 día	mié 28/12/22	jue 29/12/22			■

Proyecto: OCHOMOGO LA SALINA

Fecha: 10/03/2020

Tarea		Tarea manual	
División		Sólo duración	
Hito		Informe de resumen manual	
Resumen		Resumen manual	
Resumen del proyecto		Sólo el comienzo	
Tareas externas		Sólo fin	
Hito externo		Fecha límite	
Tarea inactiva		Tareas críticas	
Hito inactivo		División crítica	
Resumen inactivo		Progreso	

Anexo

**"PRECIO DE VENTA PLIEGO DE CANTIDADES"
ALTERNATIVA "A" PAVIMENTO DE ADOQUIN**

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL ADOQUINADO DE
29.05 KILÓMETROS ENTRE OCHOMOGO Y LAS SALINAS, EN LOS MUNICIPIOS DE NANDAIME Y TOLA”
TRAMO EST 0+000 A 28+800 KM (29.05 KM)**

CONCEPTO	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	C.U. DE VENTA C\$	C.TOTAL C\$	PORCENTAJE (%)	C.U. DE VENTA US \$	C.TOTAL US \$
	TRABAJOS ADMINISTRATIVOS				38,594,492.15	3.75		1,160,394.60
	MOVIMIENTO DE TIERRA				189,498,008.57	18.41		5,694,953.20
	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				293,617,973.51	28.52		8,827,234.87
	DRENAJE MENOR				43,510,647.98	4.23		1,308,202.87
	DRENAJE MAYOR (PUENTES Y CAJAS)							
	CAJA PUENTE				31,850,598.56	3.09		957,662.88
						0.00		

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL ADOQUINADO DE 29.05 KILÓMETROS ENTRE OCHOMOGO Y LAS SALINAS, EN LOS MUNICIPIOS DE NANDAIME Y TOLA”
TRAMO EST 0+000 A 28+800 KM (29.05 KM)**

CONCEPTO	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	C.U. DE VENTA C\$	C.TOTAL C\$	PORCENTAJE (%)	C.U. DE VENTA US \$	C.TOTAL US \$
						0.00		
	DRENAJE MAYOR (PUENTES)				229,088,737.22	22.25		6,887,578.64
	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL				19,782,161.77	1.92		595,244.50
	MISCELANEOS				163,331,104.68	15.86		4,910,778.11
	TRABAJOS AMBIENTALES Y SOCIALES				20,238,987.60	1.97		608,813.30
	Valor de Obra				1,029,512,712.04	100.0		30,950,862.97
	Escalamiento (3%)				29,120,376.97			875,542.76
	Valor de Obra + Escalamiento				1,058,633,089.01			31,826,405.73
	Impuestos Municipales				10,586,330.89			318,264.06
	Impuesto al Valor Agregado (IVA)				158,794,963.35			4,773,960.86
	Monto Total Incluyendo Impuestos				1,228,014,383.25			36,918,630.65