

# DOCUMENTO DE PERFIL

## GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE EL SALVADOR

Ministerio de Obras Públicas, Transporte y de Vivienda y Desarrollo  
Urbano - MOPTVDU

### **RECONSTRUCCIÓN CAMINO RURAL USU08S, TRAMO: CA02E (DESVÍO SAN MARCOS LEMPA) – LA CANOA, MUNICIPIO DE JIQUILISCO, DEPARTAMENTO DE USULUTÁN**

**PROPUESTA DE INVERSIÓN:** El proyecto consiste en reconstruir la superficie de rodamiento con la pavimentación de 2 carriles de 3.0 mts. (uno por sentido) y hombros de 1.0 mts. a cada lado de la vía, construcción de drenajes laterales y transversales necesarios, y ampliar los puentes al ancho establecido con hombros y aceras.

**PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN CAMINO RURAL USU08S,  
TRAMO: CA02E (DESVIO SAN MARCOS LEMPA) – LA CANOA,  
MUNICIPIO DE JIQUILISCO, DEPARTAMENTO DE USULUTÁN.**

**SR. GERSON MARTINEZ**

Ministro de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano

**ARQUITECTO HUGO ALFREDO BARRIENTOS CLARÁ**

Viceministro de Obras Públicas

**LICENCIADO RONNY RODRIGUEZ**

Jefe del Despacho MOPTVDU

**INGENIERO VICTOR MANUEL FLORES**

Gerente Ad Honorem,  
Unidad Implementadora del Proyecto de Conectividad - UIPC

**LICENCIADO ALEX DAGOBERTO MOLINA GARCIA**

Formulador y Evaluador de Proyecto  
Unidad Implementadora del Proyecto de Conectividad - UIPC

El documento ha sido elaborado con datos proporcionados y con la colaboración de:

- **Ingeniería:** Área de Ingeniería - UIPC
- **Derechos de Vía:** Gerencia de Derechos de Vía -UPV;
- **Ambiental - Social:** Gerencia de Gestión Ambiental-UPV, Área Ambiental UIPC,
- **Inventario Vial:** Gerencia de Inventarios Viales-UPV
- **Tránsito:** SDK Ingenieros.

## CONTENIDO

<b>1) MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>1</b>
1.1 DIAGNÓSTICO FRANJA COSTERO MARINA DE EL SALVADOR.....	1
1.2 ASOCIO PARA EL CRECIMIENTO.....	11
<b>2) JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>15</b>
2.1 Localización del Proyecto.....	15
2.2 Delimitación del Área de Influencia .....	16
2.3 Población.....	16
2.4 Tipología de Suelos de las Actividades Productivas .....	17
2.5 Volumen de Tránsito .....	18
2.6 Ambiental.....	19
<b>3) INGENIERIA DEL PROYECTO.....</b>	<b>22</b>
3.1 Situación Actual .....	22
3.2 Situación Con Proyecto.....	27
<b>4) EVALUACIÓN ECONÓMICA.....</b>	<b>32</b>
4.1 Características de la Carretera.....	32
4.2 Volúmenes de tráfico y Tasas de Crecimiento.....	33
4.3 Cálculo de Costos Económicos de la Inversión .....	33
4.4 Políticas de Construcción y de Mantenimiento.....	33
4.5 Período de Análisis y Tasa de Descuento	35
4.6 Cálculo de los Indicadores Económicos ..	36
<b>5) CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>

### RESUMEN EJECUTIVO

*El proyecto es parte de la iniciativa de la Franja Costero Marina–Núcleo 3; y cumple los lineamientos del Asocio Para el Crecimiento GOES-USG: Restricción #2, Baja Productividad Transables–Meta #6, Fortalecimiento y aumento de la diversificación a través de la innovación.*

*La Franja Costero Marina integra 7 departamentos, 75 municipios, 1,473,631 personas (51.9% mujeres). La actividad productiva incluye: Turismo, Comercio, Agropecuario, Agroindustria e Industria.*

*El proyecto se ubica en el Departamento de Usulután, en el Municipio de Jiquilisco.*

*La longitud estimada de la vía es de 17.62 km., y se clasifica como Terciaria Modificada: 2 carriles, uno por sentido. Se estima se beneficiaran directamente a 50,077 habitantes, 23,992 son hombres y 26,085 son mujeres (52%).*

*Por el tramo circulan actualmente un estimado de 836 vehículos (TPDA 2012).*

*El proyecto consiste en rehabilitar 17.62 kms de carretera de la carretera existente (1 carriles por sentido) con un ancho de 3.00 mts., cada carril. Además, tendrá hombros de 1.00 mts., a cada lado.*

*El monto de inversión total de ejecución del proyecto se estima en \$ 19.2 millones y se prevé inicie en 2013.*

*Del flujo de beneficios netos se obtiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 24.3% anual y descontando los costos y beneficios a su valor presente con una tasa de actualización del 10% anual se tiene que el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto es US\$ 23.73 millones.*

## 1) MARCO DE REFERENCIA

El Proyecto en análisis se encuentra enmarcado en la gestión de financiamiento que se tramita ante la Millenium Challenge Corporation (MCC) para el desarrollo de la Franja Costero Marina de El Salvador, para hacer uso de los Fondos del Milenio, al cual El Salvador catalogado como elegible para presentar las propuestas de inversión a cubrirse en este Programa.

### 1.1. DIAGNÓSTICO FRANJA COSTERO MARINA DE EL SALVADOR

Se hará uso de la información del documento de “Diagnóstico de la Franja Costero Marina de El Salvador” elaborado por la Secretaría Técnica de la Presidencia en enero de 2012, la cual se resume a continuación:

#### a) Ubicación y delimitación geográfica

La zona definida como Corredor Costero Marino integra 75 municipios y el territorio correspondiente a 100 millas marinas. La delimitación geográfica del Corredor Costero se ha establecido a partir de tres criterios fundamentales:

- La integración de toda la zona costera, considerando en esta todos los municipios que están vinculados directamente al mar.
- El parte aguas desde la cadena volcánica, que delimita la cuenca hidrográfica más cercana al mar.
- La integración del mar como patrimonio productivo de El Salvador, el cual ha sido desaprovechado en muy buena medida hasta la fecha.

La zona costera del Pacífico Salvadoreño consta de siete departamentos: Ahuachapán, Sonsonate, La Libertad, San Miguel, Usulután, La Unión y la Paz.

**Ilustración 1.1**



**b) Demografía**

Según datos del Censo 2007, en el territorio de la Franja Costero Marino se ubican 1,473,631 personas, que corresponden al 25.7% de la población nacional. De estos el 51.9% son mujeres. La densidad poblacional estimada se sitúa en 334 hab/km<sup>2</sup>, sustantivamente inferior a la media nacional que alcanza los 457 hab/km<sup>2</sup>, y tiene sin duda que ver con que gran parte del territorio corresponde a área rural. La tasa global de fecundidad se ubica en 2.8 hijos o hijas por mujer, al mismo nivel que la tasa nacional.

**c) Actividades Productivas**

La actividad productiva de la FMC está centrada en el sector agropecuario, el agroindustrial, y el sector servicios tanto el comercio como el turismo. Las actividades productivas en estos sectores están concentradas en su mayoría en ciertos territorios, los cuales se abordan como núcleos productivos. El propósito de abordar el desarrollo productivo a partir de núcleos productivos territoriales pretende, a partir de ellos, generar visiones estratégicas que permitan potenciar en forma integral las actividades con mayor potencial económico, y generar realmente en el corto y mediano plazo una real transformación productiva de los territorios.

A partir de lo anterior en la zona costera se plantea priorizar cuatro núcleos productivos:

Núcleo 1: Acajutla - Ahuachapán

Núcleo 2: Comalapa

Núcleo 3: Bahía de Jiquilisco

Núcleo 4: Ciudad Puerto La Unión

La superficie destinada a la producción agrícola de la zona costera es de 247,308 Mz, que representan el 31% de todas las tierras cultivables nacionales y están concentradas en la producción de maíz, maicillo, frijoles, hortalizas y café. La mayor producción de maíz se concentra en el núcleo tres que corresponde a los departamentos de Usulután (conocido en la historia como el Granero de Oriente), San Vicente y zona Sur de San Miguel. El café se concentra en mayor medida en el núcleo uno que corresponde a los departamentos de Ahuachapán y Sonsonate.

## Granos básicos

Tabla 1.1 – Superficie y Producción Granos Básicos

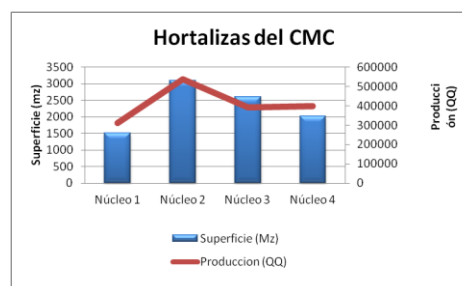
	Maíz		Maicillo		Frijol	
	Superficie (Mz)	Producción (QQ)	Superficie (Mz)	Producción (QQ)	Superficie (Mz)	Producción (QQ)
Núcleo 1	31,023	1198,654	14,925	323,446	5,803	65,255
Núcleo 2	32,043	1528,236	6,467	132,512	7,241	85,151
Núcleo 3	38,713	1667,966	3,944	94,733	3,905	49,498
Núcleo 4	20,201	586,802	2,913	65,522	466	5,675
Corredor sur	121,980	4981,658	28,249	616,213	17,416	205,579
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>348,725</b>	<b>13530,506</b>	<b>92,051</b>	<b>1895,019</b>	<b>101,156</b>	<b>1184,051</b>

Como se puede observar en la tabla el maíz tiene una cantidad considerable de tierras para su cultivo, el corredor sur que representan el 35% del total nacional en superficie y en producción aporta un 36.8%. En cuanto al maicillo, en el país se cultivan 92,051 Mz de las cuales el 30.7% se encuentran en el territorio sur y la producción representa 32.5%; la contribución del frijol en la producción nacional es del 17.4%, muy similar a su participación en las superficies nacionales destinadas para su siembra, con un 17.2%.

## Hortalizas

En El Salvador se producen alrededor de 60 tipos de hortalizas, entre las cuales las que más se producen en el corredor marino costero son:

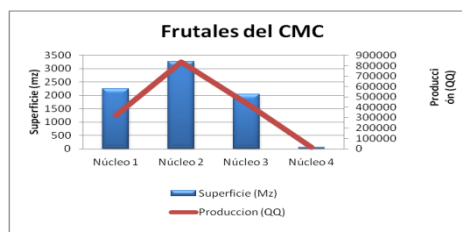
- Yuca
- Tomate
- Pepino
- Pipián
- Chile verde



Las tierras reservadas para el cultivo de hortalizas en todo el corredor sur son 9232 Mz, que representan el 51 % de todas la áreas dedicadas a estos cultivos a nivel nacional, y a pesar de este gran porcentaje de contribución en la producción nacional apenas alcanza el 37% de los 4433,311 QQ producidos en el país.

## Frutales

En la actualidad según datos del censo agropecuario se producen 3751|6,666 QQ de frutas al año, de los cuales el 42.9% provienen del sur del país. Unos de los cultivos más emblemáticos de esta zona es el coco, donde los departamentos de La Paz y Usulután tienen el 70% de la producción nacional. En total hay 19,121 Mz en todo el país y la franja sur se encuentra el 40%.



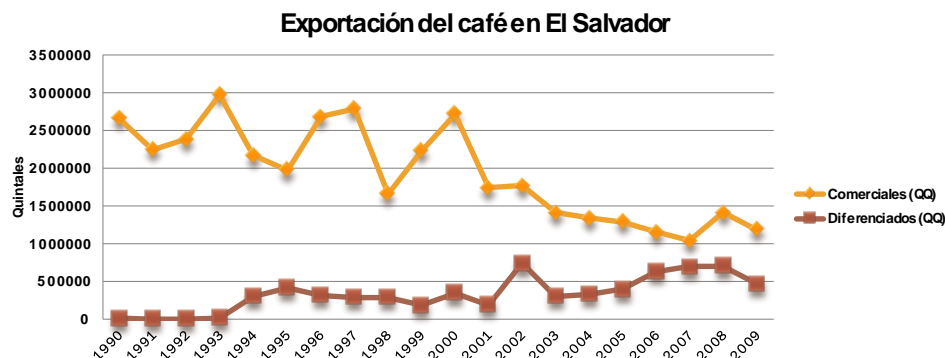
## Café

Unas de las apuestas claves que se debe de impulsar es la producción de café por la generación de empleos que provoca su cosecha y en las exportaciones. En la actualidad El Salvador ha tenido un incremento en la exportación de café diferenciado, en los cuales compite con México, Honduras, Nicaragua y Costa Rica. El Salvador no apuesta por volúmenes de producción, sino más bien por la calidad del café, especialmente de las variedades Bourbon que constituyen el 60% del café cultivado en el país.

Tabla 1.2 – Superficie Cultivado de Café

	Café	
	Superficie (Mz)	Porcentaje nacional
Núcleo 1	41454.12	19.0%
Núcleo 2	17293.93	7.9%
Núcleo 3	4042.94	1.9%
Núcleo 4	0.00	0.0%
Corredor sur	62790.99	28.9%
<b>Total Nacional</b>	<b>217628.03</b>	<b>100.0%</b>

Ilustración 1.2



**Tabla 1.3 – Generación empleo por cosecha de café**

AÑO CAFETERO	PRODUCCION EN QQS ORO UVA	JORNALES D/H*	EMPLEO POR AÑO**
2000/2001	2,326,898.00	29,086,225.00	116,345
2001/2002	2,383,076.00	27,405,374.00	109,621
2002/2003	1,963,400.00	16,688,900.00	66,756
2003/2004	1,911,281.00	16,245,888.50	64,984
2004/2005	1,858,020.00	15,793,170.00	63,173
2005/2006	1,935,185.00	20,319,442.50	81,278
2006/2007	1,740,026.00	21,750,325.00	87,001
2007/2008	2,119,810.00	26,497,625.00	105,991
2008/2009	1,985,625.00	24,820,312.50	99,281
2009/2010	1,500,306.00	18,753,825.00	75,015
2010/2011	2,560,000.00	32,000,000.00	128,000
2011/2012	1,738,800.00	21,735,000.00	86,940

FUENTE: CONSEJO SALVADOREÑO DEL CAFE

\*Un quintal oro Genera 12.5 D/H incluye actividad agroindustrial en condiciones normales. Debido a la crisis, de 2002/03 A 2004/05 se utilizó 8.5 jornales por quintal oro. Para el 2005/06 subió a 10.5 jornales. En los siguientes se normaliza a 12.5 jornales.

\*\* Un empleo por año equivale a 250 jornales

\*\*\* Proyectado

## Agroindustriales

Según cifras del censo agropecuario los cultivos agroindustriales han tenido un crecimiento en su cultivo, entre los que tiene mayor producción se encuentran: marañón, algodón, ajonjolí, noni y henequén. Anualmente se está produciendo en el país 60,021 QQ de cultivo agroindustriales (excluyendo la caña de azúcar) y son los municipios pertenecientes a Usulután, La Paz y San Miguel los que aportan el 65% de dicha producción.

El cultivo de caña de azúcar constituye una de las bases económicas de nuestra agroindustria, además representa una de las principales fuentes de empleo en el área rural. Generando 1,750 empleos permanentes y 56,438 temporales, de los cuales el 38% y 29%, respectivamente, se encuentran en el corredor sur. En los últimos cuatro años su producción aumentó considerablemente, y la incorporación de nuevas tecnologías ha permitido optimizar y mejorar la recuperación de la sacarosa contenida en la caña.

**Tabla 1.4 – Participación Caña de Azúcar**



	Caña de azúcar		
	Superficie (Mz)	Producción (Tc)	Productividad (Tc/Mz)
Núcleo 1	14,758	1066,089	72.24
Núcleo 2	16,038	1076,267	67.11
Núcleo 3	13,011	877,004	67.41
Núcleo 4	18	1,358	76.21
Corredor sur	43,824	3020,718	68.93
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>92,295</b>	<b>6183,038</b>	<b>66.99</b>

Actualmente hay una gran oportunidad de mercado por la tendencia precios que tiene el azúcar en los mercados mundiales. Según datos de la *Food and Agriculture Organization* (FAO) El Salvador exportó en el año 2009 300,883 toneladas de azúcar e importó únicamente 66 toneladas. Pese a ello, y la oportunidad que representa para la generación de empleo y divisas, la productividad todavía se puede mejorar ya que muchas de las parcelas de cultivo de caña están en manos del sector cooperativo, el cual tiene poca capacidad de inversión para poder fortalecer sus cultivos.

**Tabla 1.5 – Generación de empleo por cultivo Caña de Azúcar**

	Agroindustria (sin caña de azúcar)	
	Establecimientos	Personal Ocupado
Núcleo 1	9	1520
Núcleo 2	2	75
Núcleo 3	1	21
Núcleo 4	0	0
<b>CMC</b>	<b>12</b>	<b>1616</b>
<b>Total Nacional</b>	<b>85</b>	<b>9441</b>

### Producción pecuaria

Históricamente, el sector ganadero ha tenido una importancia clave en la economía del país. La ganadería, según el BCR, contribuyó con el 18% del PIB agrícola de El Salvador en el año de 2001 y en 2010 su contribución fue de 19%. Según el CENTA, la ganadería bovina genera más de 150,000 empleos directos en la fase de producción, transporte y procesamiento, es el subsector que más empleos genera en producción animal, ya que la producción de cerdos y avicultura comercial genera 8,000 y 7,000 empleos, respectivamente. La producción derivada de hato ganadero en la franja costera es significativa en el total nacional, según el censo agropecuario en El Salvador se producen 100258,506 botellas de leche al año y la zona sur tiene

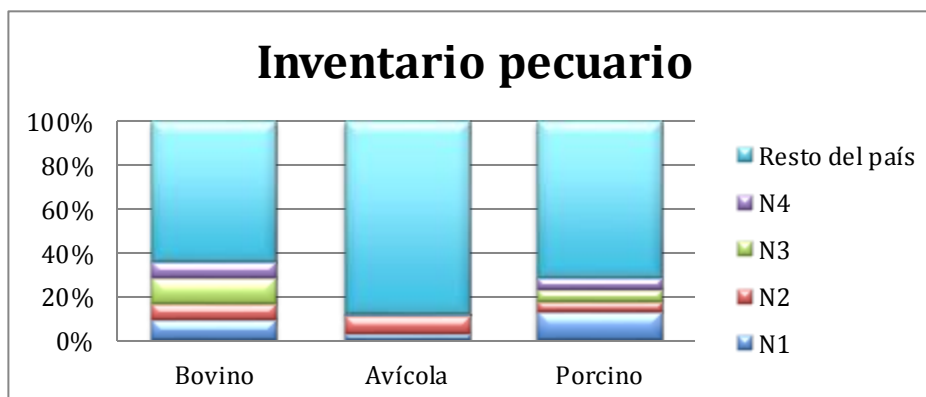
un porcentaje de participación del 51%, donde son los departamentos de Sonsonate, Ahuachapán y La Paz los que más contribuyen.

Las actividades avícolas y porcinas se desarrollan más a nivel de granjas familiares. Es importante mencionar que en los últimos años la producción porcina ha tenido un aumento significativo, en particular en el núcleo 1, dadas las características climáticas de estos departamentos, el propósito de crianza principal del cerdo es el engorde, ya que solo el 25% es utilizado en lechones para la venta.

En todo el país hay 25844,086 aves de crianzas entre las cuales los pollos para engorde representan el 37% y los pavos para engorde menos del 1%.

Según las estadísticas del censo agropecuario 2007 en la zona costera existe un total de 359,481 cabezas de ganado bovino, 38,628 cabezas de porcino y 3089,829 de aves de crianza, que representa el 36%, 29% y 12% de la producción nacional, respectivamente.

**Ilustración 1.3**



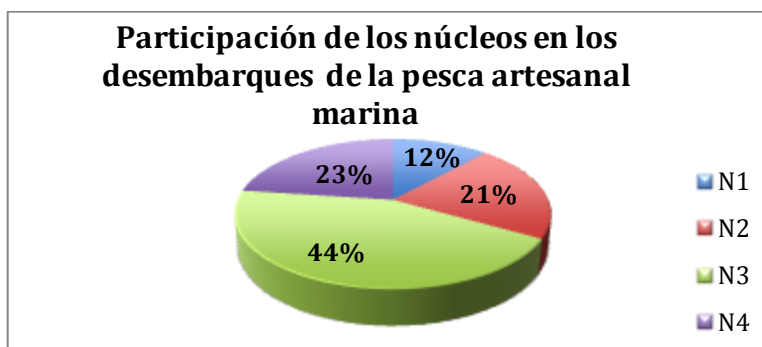
### Acuicultura marina

Esta es una actividad propia de la zona sur, el núcleo tres concentra la mayor cantidad de producción y está vinculada a la pesca que realizan las cooperativas de la Bahía de Jiquilisco seguida de la actividad pesquera generada en el núcleo 4 vinculada a la Unión donde se ubica la pesca artesanal de mar la cual durante los último años ha tenido una reducción significativa a nivel de cooperativas.

En el país hay 120 comunidades que se dedican a la pesca artesanal en el mar, no todos estos pescadores se encuentran asociados a cooperativas y tampoco se dedican todo el tiempo a esta rama productiva. En el núcleo 1

existen 17 comunidades, en el núcleo 2, 3 y 4 hay 29, 43 y 31 comunidades pesqueras. La cantidad de la pesca nacional rondan en 12,000 Tc por año y la participación para cada núcleo se muestran en la siguiente gráfica.

**Ilustración 1.4**



Fuente: Estadísticas pesqueras y acuícolas 2002, MAG (CENDEPESCA)

### **Acuicultura continental**

En lo que respecta a la acuicultura marina, lo que tiene mayor incidencia en la zona costera es la producción de camarón de agua de mar. Como se muestra a continuación es el núcleo 3 el que tiene más espacios dedicados al cultivo del camarón, debido a que el departamento de Usulután posee el 89% de las superficies existentes para el camarón siendo el total nacional de espejos de agua para el camarón de mar en el país son de 1163 ha.

La mayoría de los acuicultores salvadoreños consiguen la semilla a través de los esteros, CENDEPESCA estima que pueden consumir unos 130 millones de post larvas por año hacienda.

**Tabla 1.6 – Producción de Semilla para Acuicultura**

DEPARTAMENTO	PROCEDENCIA SEMILLA			USO DE ALIMENTO		DENSIDAD SIEMBRA		NIVEL TECNOLOGIA		TIEMPO CULTIVO (MESES)	TAMAÑO COSECHA (#/LB)
	CENDEPESCA	LAB.	NAT.	SI	NO	TEC	ART	TEC	ART		
La Paz	0	1	1	1	1	8	-	1	1	3-4	40-50
Sonsonante	0	1	0	1	0	75*	0	1	0	3-4	25-35
La Libertad	0										
La Unión	0	1	1	1	1	10	-	1	1	3-4	25-40
Usulután	0	12	26	12	26	10,5	8,5	12	26	3-4	30-45
Total	0	15	28	15	28	9,5	8,5	15	28	3-4	25-50

Fuente: Estudio del sector acuícola (Cátedra de Cooperación Internacional y de Iberoamérica)

Otro tipo de cultivo acuícola que se da en el país es la producción de la tilapia, según estadísticas del CENDEPESCA en la franja costera se encuentra el 6% de los estanques destinados para el cultivo de la tilapia, en todo el país hay 12147,249 m<sup>2</sup> y la producción es de 1705,178 kg.

#### d) Industria

En la franja sur hay un total de 31,832 establecimientos en la micro empresa; 1,574 en la pequeña; 315 en la mediana y 59 para la grande. La empresa privada en el país genera 699,581 empleos, de los cuales en el corredor sur el 3% se encuentra en la gran empresa, 1% para la mediana, 2% para la pequeña y 7 % para las microempresas en relación al empleo nacional industrial.

A continuación se muestra la clasificación de las empresas según al rubro que están destinadas y el empleo que estas generan. Al igual que a nivel Nacional en la Zona Sur el sector comercio es el que tiene mayor concentración de empresas: 23,633 establecimientos en la zona costera generando un total de 41,502 personas ocupada.

Tabla 1.7 – Destino de Empresas por Rubro y Empleo Generado

	Industria		Comercio		Servicio		Electricidad		Construcción		Transporte	
	Establecimiento	Personal Ocupado	Establecimiento	Personal Ocupado	Establecimiento	Personal Ocupado	Establecimiento	Personal Ocupado	Establecimiento	Personal Ocupado	Establecimiento	Personal Ocupado
Núcleo 1	1625	4714	7842	14402	2021	7285	7	239	26	212	194	2256
Núcleo 2	1402	10203	6606	10954	1862	5874	2	49	7	123	163	2271
Núcleo 3	1410	2799	6161	10447	1326	3922	1	39	5	112	139	494
Núcleo 4	507	2860	3024	5699	799	2428	3	28	11	68	139	542
Corredor sur	4944	20576	23633	41502	6008	19509	13	355	49	515	635	5563
Total Nacional	23264	213551	116727	269516	34221	195723	80	5949	565	17870	4863	34834

Fuente: VII Censo económico 2005.

#### e) Servicios (Turismo)

A nivel regional, los ingresos por turismo representan un 20.4% de las exportaciones regionales de mercancías. Se estima que en 1993 ingresaron más de 2.3 millones de turistas a Centroamérica, que generaron unos US\$ 1,116 millones.

El Salvador comparado con CA ocupa el quinto lugar en la recepción de turistas pero según estudios realizados por CORSATUR el año 2010 mostró un incremento significativo al iniciar un proceso de recepción de turistas de cruceros como una nueva línea de turismo a explotar.

De acuerdo al último estudio realizados por CORSATUR el ingreso de turista al país en el año 2010 mostró un incremento tal como se muestra a continuación:

**Tabla 1.8 – Ingreso de Turistas**

Lugar de Procedencia	Porcentaje de variación
Centro América	10%
Europa	6%
Asia y el Caribe	21%
Estados Unidos	(4%)

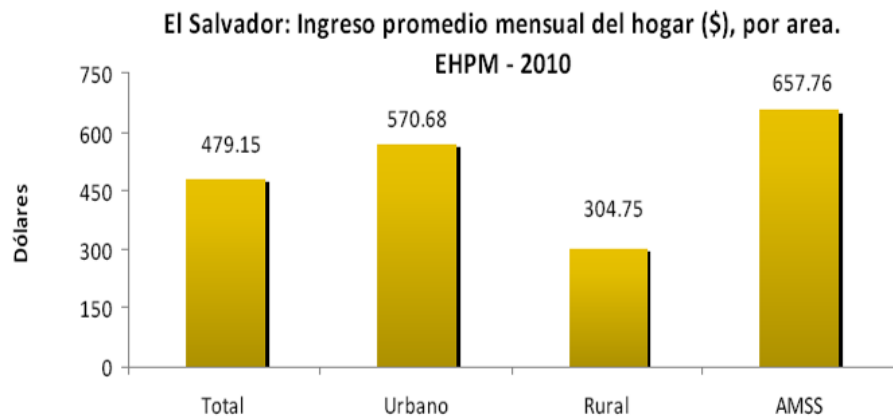
Este sector ha generado al país un incremento en ingresos del 0.3% con respecto al 2009 ya que los ingresos generados en el 2010 fueron de \$ 518, 032,482 y en el 2009 fueron de \$ 516, 632,502.

#### **f) Ingresos**

Según la DIGESTYC<sup>1</sup>, el ingreso promedio mensual de los hogares a nivel nacional es de \$479.15. Por área la diferencia es bastante marcada en el área urbana es de \$570.68 y en el área rural es de \$304.75; lo que indica que las condiciones de vida de los hogares del área rural, están por debajo de las condiciones en las que viven en el área urbana. Es de destacar que el mayor ingreso promedio mensual del país es el del Área Metropolitana de San Salvador ya que para el año 2010 fue de \$657.76. A continuación se muestra lo explicado anteriormente.

#### **Ilustración 1.5**

<sup>1</sup> EHPM 2010



## 1.2. ASOCIO PARA EL CRECIMIENTO

Se retomará información incorporada en el Documento Plan de Acción Conjunto 2011 – 2015 de noviembre de 2011, firmado entre el Gobierno de El Salvador y el Gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica, y se presenta a continuación:

El Asocio para el Crecimiento es un esfuerzo que aspira a ampliar rápidamente el crecimiento económico en El Salvador bajo un compromiso profundo con la democracia y los derechos humanos. A fin de lograr estas metas, todos los socios reconocen la importancia de una economía de mercado en buen funcionamiento y el rol fundamental del sector privado en liderar el desarrollo económico mientras que el gobierno cumple con el propósito esencial estableciendo un entorno institucional propicio para el crecimiento económico, haciendo frente a las brechas sociales e invirtiendo en las personas. Ambos gobiernos han formulado este Plan de Acción Conjunto para que sea desarrollado de acuerdo a sus respectivas leyes y regulaciones.

### Contexto

En los últimos cincuenta años, El Salvador se ha caracterizado por presentar un crecimiento económico y una inversión respecto al PIB por debajo de la media de los países de América y Asia. En los últimos años, ha tenido un desempeño económico mixto. Del año 2000 al 2010, la economía salvadoreña ha tenido en promedio solamente 2 por ciento de crecimiento anual, con el PIB decreciendo en un 3.1 por ciento en 2009 debido a la crisis financiera, y recuperándose solamente al 1.4 por ciento de crecimiento en 2010. Estas tasas de crecimiento se encuentran decididamente por debajo del promedio latinoamericano. Además, en 2010, El Salvador fue el único país en Centroamérica en el que la cantidad de inversión extranjera directa declinó en comparación a años anteriores. El Salvador espera un 1.4 por ciento de crecimiento económico en 2011, lo cual es menor que lo que se había anticipado anteriormente. El GOES está empeñado en revertir esas tendencias mediante la creación de las bases para un modelo de desarrollo que se sustente en un ciclo nuevo de inversión y crecimiento económico. Con ese fin, está impulsando programas e iniciativas que buscan la transformación productiva a partir de la innovación, la iniciativa empresarial y el tratamiento diferenciado de los territorios, de acuerdo a sus vocaciones y características.

El Asocio Para el Crecimiento (APC) es un acuerdo que fortalece el proceso que dirige el GOES con el objetivo de virar hacia una etapa histórica de inversión, crecimiento económico, inclusión social y reducción de vulnerabilidades. De esa

manera, el APC se convierte en un aporte decisivo para el fortalecimiento de ese proceso y para forjar una buena oportunidad para el desarrollo salvadoreño.

Al final del estudio, el equipo conjunto encontró dos restricciones al crecimiento, estas fueron, la inseguridad y el crimen y la baja productividad en el sector de bienes transables.

- Crimen e Inseguridad
- Baja Productividad en el Sector de Bienes Transables

Para el caso del proyecto en análisis, la información a retomar será la concerniente a la segunda restricción presentada anteriormente, en el marco del trabajo conjunto del GOES y USG, que pretende reducir los efectos de las limitaciones vinculantes a través del Asocio Para el Crecimiento, y se presentarán las acciones relacionadas con los proyectos propuestos para inversión en el componente de conectividad vial:

## **Restricción #2: BAJA PRODUCTIVIDAD EN EL SECTOR DE TRANSABLES**

### **Antecedentes**

Transables son aquellos bienes y servicios que son o pueden ser comercializados internacionalmente y cuyos precios son fijados en los mercados mundiales. El Análisis de Restricciones (AR) indicó que los asuntos que limitan la productividad de transables de El Salvador son los factores de productividad – capital físico (infraestructura), capital humano, y capital financiero- y el ambiente institucional en el cual operan las empresas de esos transables.

### **Estrategia para abordar la restricción**

La inversión privada juega un importante rol en la dinamización de la economía. La competitividad de las exportaciones es un elemento fundamental en cualquier estrategia de crecimiento. El GOES reconoció esto en su Plan Quinquenal de Desarrollo 2010-2014 (PQD). El plan hace eco de la necesidad de contar con un sector privado doméstico e internacional que contribuya con capital, tecnología y espíritu emprendedor. Para poder ser exitoso, un plan económico de crecimiento depende de la participación del sector privado y el mutuo entendimiento entre éste y el gobierno – basado en la transparencia, comunicación y políticas claras que apoyen e impulsen la innovación.

### **Mejorar el ambiente institucional**

El APC debe contribuir al mantenimiento de un ambiente que estimule la inversión privada, la competitividad y el potencial de las exportaciones. Por lo tanto, uno de sus intereses primarios es el fomento de las relaciones adecuadas entre el GOES y los inversionistas privados, de manera que trabajen con una meta en común.



### **Inversión en infraestructura**

De conformidad con el análisis del APC, aunque ha habido un progreso en la infraestructura actual del país, ciertas áreas aún necesitan ser desarrolladas. La visión del Gobierno de El Salvador sobre el crecimiento económico identifica a los proyectos de infraestructura como la piedra angular para la coordinación de una plataforma logística y la generación de energía renovable, que servirá como base para la reducción de los costos de producción y en consecuencia, en el aumento de la inversión en el sector de bienes transables.

### **Meta #2: Reducir los costos de las empresas debido a la infraestructura para mejorar su competitividad.**

*Continuando con sus esfuerzos en curso en este sentido, el GOES se propone:*

- Conceder el Puerto de Contenedores multi-terminal especializado, Etapa 1, del Puerto Centroamericano de La Unión.
- Apoyar el desarrollo de áreas aledañas a las facilidades en el Puerto La Unión.
- Modernizar y ampliar el Aeropuerto Internacional de El Salvador, buscando las mejores opciones de participación pública-privada.

### **Capital humano**

El análisis APC reveló graves deficiencias en el desarrollo del capital humano en El Salvador. El GOES considera que la inversión en capital humano y la innovación es necesaria para el desarrollo de un conjunto de bienes transables con un fuerte componente tecnológico en consonancia con la demanda internacional. Aunado a lo anterior, el sector privado ha afirmado reiteradamente que el conjunto de habilidades de los trabajadores no coincide con las expectativas laborales del sector empresarial. Por lo tanto, debemos buscar mejores oportunidades para cubrir esta brecha a través del progreso en la formación profesional, educación superior y las escuelas que fomenten la innovación y la tecnología.

**Meta #3: Mejorar la calidad del sistema educativo con el fin de crear una fuerza laboral que sea más altamente calificada y preparada tecnológicamente. Los Gobiernos de El Salvador y Estados Unidos unirán sus fuerzas para ayudar que la enseñanza de la oferta laboral coincida con la demanda del mercado laboral, y se comprometen a llevar a cabo las acciones descritas a continuación. El éxito de estas acciones facilitará una**

**inversión acumulada en capital humano que impulse la productividad del sector laboral y del sector de transables.**

***Lo que el GOES pretende contribuir para el progreso en este sentido:***

- Desarrollar un plan de educación y empleo para los jóvenes y las mujeres.
- Fortalecer y aumentar la diversificación productiva a través de la innovación científica y tecnológica.
- Centrarse en la innovación y el desarrollo tecnológico de los sectores prioritarios de transables para la economía salvadoreña (por ejemplo: el sector agroalimentario, el desarrollo de los recursos marinos y el desarrollo de la franja costera-marina).

**Atracción de inversión extranjera directa**

Ambos gobiernos son conscientes de que los flujos de inversión extranjera directa hacia El Salvador se han estancado en los últimos años. La inversión extranjera fue una de las más bajas de toda América Latina. La inversión extranjera directa (IED) es fundamental para superar la baja productividad de los bienes transables y el pobre crecimiento económico. La IED ayuda a contrarrestar los niveles reducidos de inversión interna y facilita la transferencia de conocimientos. La inversión extranjera directa también contribuye a la inserción efectiva en el mercado internacional a través de la innovación, la difusión tecnológica y la capacidad gerencial.

**Meta #5: Apoyar una estrategia para atraer y promover la inversión extranjera directa y convertir a El Salvador en un lugar más atractivo para la inversión extranjera. Las medidas descritas están destinadas a agilizar el establecimiento de operaciones de los inversionistas potenciales y al mismo tiempo centrarse en incrementar los esfuerzos para promover y atraer inversiones.**

***El GOES tiene el propósito de aportar a:***

- Desarrollar e implementar una estrategia para abordar las causas y las barreras que han evitado que los inversionistas establezcan operaciones en El Salvador.
- Diseñar e implementar una estrategia de imagen país en base a los estudios de la percepción del sector empresarial en los EE.UU. y otros países de interés, con el fin de impulsar la inversión y el comercio.

**Fortalecimiento de instituciones y empresas para la internacionalización**

A fin de que El Salvador pueda ver una mejora significativa en la productividad de su sector de transables, las empresas exportadoras y las instituciones involucradas en la exportación tendrán que mejorar su competitividad con regularidad. La visión del gobierno y la negociación del APC está orientada hacia

la promoción de la competitividad del sector productivo salvadoreño con el fin de cerrar las brechas en las competencias y la inserción del país en las corrientes comerciales internacionales.

**Meta #6: Superar la baja productividad mediante la transformación de los factores de producción del sector de transables, a través de la implementación de estrategias para mejorar la innovación, la calidad y la internacionalización. Como resultado del APC, las empresas salvadoreñas estarán más preparadas para competir con éxito en los mercados globales. Además, las instituciones necesarias estarán preparadas para apoyar a las actividades productivas.**

***El GOES tiene el propósito de aportar a:***

- Fortalecer y aumentar la diversificación a través de la innovación.

## 2) JUSTIFICACIÓN

El Proyecto en análisis forma parte de la Franja Costera Marina de El Salvador, específicamente en el Núcleo 3 – Bahía de Jiquilisco; y se inserta en el Plan de Acción Conjunto del Asocio Para el Crecimiento, específicamente en lo relacionado a la Restricción #2: Baja Productividad en el Sector de Transables, Inversión en infraestructura, Meta #6 en lo concerniente al fortalecimiento y aumento de la diversificación a través de la innovación.

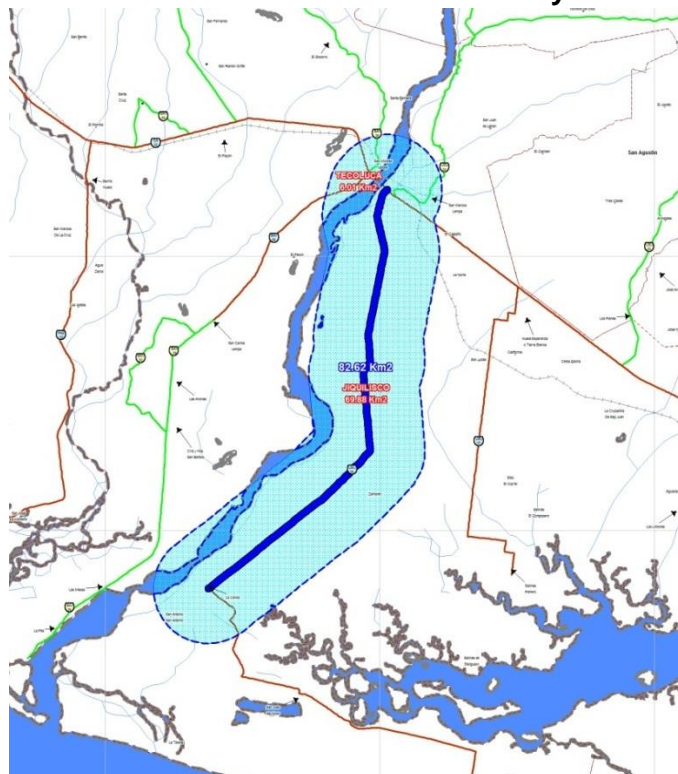
### 2.1. Localización del proyecto

El tramo de carretera en análisis se encuentra ubicado en la zona oriental del país, en el Departamento de Usulután, su traza sigue una orientación de Norte a Sur.

El tramo en mención se ubica en el municipio de Jiquilisco y tiene una longitud total de 17.65 Km., el cual inicia en la intersección a nivel del desvío de la CA02E (Desvío San Marcos Lempa) y finaliza en el Cantón La Canoa.

Ver mapa de ubicación del camino en la siguiente ilustración.

**Ilustración 2.1 – Ubicación del Proyecto**



Fuente: Gerencia de Inventarios Viales - UPV

La vía actualmente se clasifica como Terciaria Modificada, cuenta con dos carriles de 3.22 metros cada uno, en promedio, uno por sentido, Además, cuenta con hombros de tierra de 1.00 mts., en ambos laterales de la vía. El derecho de vía es de 20 metros.

Los datos característicos de la vía, se presentan en la Tabla No. 2.1.

**Tabla 2.1 - DELIMITACIÓN DEL CAMINO**

RUTA	TRAMO	LONGITUD APROX. (KMS)	CLASIFICACIÓN	MUNICIPIOS
USU08S	TRAMO: CA02E (DESVÍO SAN MARCOS LEMPA) – LA CANOA	17.65	TERCIARIA MODIFICADA	JIQUILISCO

Fuente: Red Vial Nacional de El Salvador, Gerencia de Inventarios Viales MOPTV DU

## 2.2. Delimitación del Área de Influencia

Para delimitar el área de influencia directa del camino, se ha utilizado el criterio de movilidad rural y accesibilidad de la población, considerando una distancia promedio no mayor de 2 km, a ambos lados de la misma. Este criterio obviamente ha sido ajustado considerando otros factores tales como topografía (montañas y ríos) así como la competencia con otros caminos dentro de la zona.

La distribución del área de influencia entre los municipios beneficiados se muestra en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2 - Definición del Área de Influencia y Participación de los Municipios**

MUNICIPIO/DEPARTAMENTO	ÁREA DENTRO DE LA ZONA DE INFLUENCIA (Km <sup>2</sup> )	PORCENTAJE DEL ÁREA DEL MUNICIPIO EN LA ZONA DE INFLUENCIA (Km <sup>2</sup> )
DEPARTAMENTO: USULUTÁN		
Jiquilisco	69.88	100%
<b>TOTAL</b>	<b>69.88</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de mapeo realizado.

## 2.3. Población

Para el propósito de este estudio se ha tomado el criterio que la población servida por la vía es la que se encuentra ubicada en los diferentes municipios de la misma y su impacto en las actividades productivas, turísticas y sociales.

Para establecer la población beneficiada se han tomado de base los datos oficiales de la Dirección General de Estadística y Censo – DIGESTYC, del censo realizado en 2007; y su proyección de crecimiento poblacional al año 2012.

En la Tabla a continuación se presentan los datos procesados para el cálculo de la población.

**Tabla 2.3 - Población en el Área de Influencia del Proyecto, Año 2012**

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	HOMBRES	MUJERES	POBLACION 2012
USULUTÁN	JIQUILISCO	23,992	26,085	50,077
TOTAL:		23,992	26,085	50,077

Fuente: Elaboración propia sobre la base de estimaciones base de datos DIGESTYC, Censo 2007 y proyecciones 2005 - 2020

De los datos proyectados y estimados de población para el año 2012, se establece que la poblacional total a beneficiar directamente es de 50,077 habitantes.

#### **2.4. Tipología de Suelos de las Actividades Productivas**

En este apartado se identificarán las diferentes tipologías y/o actividades generadoras de producción, que pueden ser: agrícolas, agropecuarias, de turismo, entre otras, y que se encuentran en el área geográfica de la vía analizada.

Según los datos de la Dirección de Economía Agropecuaria<sup>2</sup>, la superficie del departamento de Usulután, y el municipio de Jiquilisco, se encuentra distribuida de la forma en que se presenta en la Tabla 2.4.

En la tabla se puede observar que la superficie con mayor extensión tanto a nivel departamental como municipal, es la destinada a Cultivos, ya que cubre el 63%, 78%, 49%, 38% y 59%, respectivamente; seguido de la superficie dedicada a los pastos estacionales y permanentes; es decir aquella que tiene vocación para las actividades pecuarias, ya sean estas de ganadería, porcinos y/o aves.

<sup>2</sup> IV Censo Agropecuario 2007 – 2008.

**Tabla 2.4 - Superficie por tipo de suelo, Hectáreas**

SUPERFICIE	DEPARTAMENTO		MUNICIPIO	
	USULUTÁN		JIQUILISCO	
Barbecho en descanso	3,714	3%	725	3%
Bosques	3,102	3%	473	2%
Cultivo	79,859	65%	14,091	55%
Espejos de agua para acuicultura	820	1%	629	2%
Instalaciones	2,493	2%	541	2%
No Apta para Cultivo	782	1%	317	1%
Pastos Estacionales	27,415	22%	7,771	30%
Pastos Permanentes	3,989	3%	1,038	4%
<b>TOTAL</b>	<b>122,173</b>	<b>100%</b>	<b>25,587</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del IV Censo Agropecuario 2007 – 2008.

## 2.5. Volumen de Tránsito

En la tabla a continuación se presenta el volumen total de tránsito (TPDA) y la composición del tráfico, para el tramo de carretera en estudio, correspondiente al año 2012.

**Tabla No. 2.5**  
**Volumen Total de Tránsito (TPDA) - 2012**

TIPO VEHÍCULO	TPDA	(%)
AUTO	97	11.60%
PICK-UP	544	65.07%
MICROBUS	8	0.96%
AUTOBUS	6	0.72%
C2	166	19.86%
C3	11	1.32%
T2-S1	0	0.00%
T2-S2	1	0.12%
T2-S3	0	0.00%
T3-S2	2	0.24%
T3-S3	1	0.12%
<b>TOTAL</b>	<b>836</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Estudios de Tránsito SDK Ingenieros, 2012

## 2.6. Ambiental

### a) Suelo:

Son suelos aluviales de origen reciente aún sin desarrollo, de texturas por lo general medianas y muchas veces de drenaje restringido. Su potencial agrícola es alto para la agricultura intensiva y mecanizada, aptos para todos los cultivos adaptados al país de las zonas bajas, como son los cereales, caña de azúcar,

algodón y pastos. También se encuentran los suelos clasificados genéticamente como Pantanos sujetos a inundación por las mareas, playas costeras y aluviales.

#### **b) Geología**

De acuerdo a la clasificación de suelos de la zona, estos provienen de las formaciones volcánicas del Holoceno que corresponden a la formación San Salvador, caracterizadas por piroclásticas ácidas (tierra blanca), efusivas ácidas (s4) y epiclásticas ácidas (c1)

#### **c) Hidrología**

Se encuentra dentro de la cuenca “Entre Lempa – Grande de San Miguel”, con un área de drenaje de 695.37 km<sup>2</sup> y un perímetro de 348.32 kms. Los principales ríos de la zona son río El Espino y Cañada Santa Cruz.

#### **d) Clima.**

El clima del litoral costero pertenece a la región climática de los trópicos semihúmedos. La región donde se ubica el litoral costero se zonifica climáticamente según Koppen, Sapper y Laurer como “Sabana Tropical Caliente ó Tierra Caliente” AW\_aig (0 – 800 msnm).

Subregión: Planicie Costera (0 - 200 msnm) en donde la estación seca se da entre los meses de noviembre y abril, la temperatura máxima se da en los meses de marzo ó abril, el promedio de temperatura ambiente en el mes más caluroso es de 22.0 °C ó más. Los promedios anuales de temperatura según las alturas varían, para las planicies costeras entre 22 y 27 °C.

### **2.7. Factores Socioeconómicos y Culturales**

El municipio de Jiquilisco donde se ubica el proyecto es de origen lenca, para 1550 era un asentamiento importante, pues tenía unos mil residentes. En el siglo XVIII, de acuerdo a Pedro Cortés y Larraz, existían unas 451 personas. Pertenecía en ese tiempo al partido de Usulután. En la época republicana, Jiquilisco obtuvo el título de villa en 1874, y para 1890 su población ascendía a 1.640 habitantes. El título de ciudad le fue otorgado en 1928.

#### **Industria y comercio**

El comercio es principalmente local en cuanto tiendas, ferreterías, ventas ambulantes y también se explota la sal y cultivo de camarones.

#### **Sitios turísticos**

Los lugares de atracción turística son la Bahía de Jiquilisco, las numerosas islas, esteros así como la Laguna de San Juan del Gozo.



Los impactos más relevantes que se han identificados, se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.6 - Identificación de Impactos Socio Ambientales**

IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Tala, caza y pesca no autorizada, en la zona de influencia del proyecto.	Se impartiran charlas al personal del proyecto a fin de evitar la caza furtiva, así como se impondran sanciones a aquellos que las incumplan.
Contaminación del suelo, por aceites, lubricantes, desechos sólidos o fisiológicos durante la ejecución del proyecto.	Se ubicaran contenedores en lugares accesibles para recolección de desechos sólidos para su disposición a sitios autorizados. Los tanque de combustible contarán con una fosa contingente al derrame e impermeable, para almacenar al menos ½ de la capacidad del tanque. Se llevarán El mantenimiento de la maquinaria deberá dársele en zonas previamente impermeabilizadas en el plantel. Se proporcionaran sanitarios portátiles por cada frente de trabajo.
Riesgo de accidentes, ya sea a los trabajadores o personas que podrían transitar la zona de influencia del proyecto.	Presencia de banderilleros para manejo del trafico en los frentes de trabajo, botiquines, planes de evacuación de heridos, etc.
Afectación a la flora por la tala de vegetación	Compensación de la tala de árboles con un DAP mayor o igual a 30 cm, en una proporción de 1:10, en el derecho de vía y áreas aledañas al proyecto.

**Tabla 2.7 - Presupuesto de Obras Ambientales**

RUBRO	TOTAL
Manejo de los restos de vegetación producto de la tala	6,935.00
Revegetación con especies arbóreas de la zona y Mantenimiento de la arborización por tres años	50,706.00
Mejoramiento de las condiciones del habitat de la fauna afectada	1,450.00
Programa de información y comunicación en el proyecto	30,900.00
Instalación de oficina socio ambiental	180,000.00
Acopio del suelo vegetal para ser reutilizado durante las labores de revegetación del proyecto	8,160.00
Programa de Manejo Ambiental de Plantel	15,935.00
Programa de Manejo Ambiental de Sitios de Disposición Final de Material Excedente	27,615.00
Programa de Manejo de Bancos de Materiales	33,285.00
Toma de muestra para análisis base de particulados en el aire, análisis trimestrales en cuatro puntos del proyecto	1,800.00
Mantener un programa de humectación por tramos, considerando una frecuencia de 5 veces por día, debido a lo poblado del tramo	38,880.00
Monitoreo de ruido en cuatro puntos del proyecto y plan de mantenimiento de la maquinaria para mantener los niveles permisibles	1,800.00
Monitoreo del humo de los escapes de la maquinaria pesada en la zona de talleres y plan de mantenimiento preventivo para mantener los niveles permisibles	1,500.00
Elaboración y puesta en práctica de un Estudio y Plan de Higiene y seguridad ocupacional para el proyecto	145,471.86
Protección de taludes de relleno y zonas desnudas con gramíneas adaptables a la zona y Mantenimiento de las mismas por dos años	326,142.73
Programa de señalización vial preventiva	7,400.00
Programa de capacitación sobre ITS/VIH	33,600.00
Estudio de Impacto Ambiental	80,000.00
<b>TOTAL IMPLEMENTACIÓN DE OBRAS AMBIENTALES</b>	<b>991,580.59</b>

Fuente: Área Ambiental UIPC, 2012

### 3) INGENIERÍA DEL PROYECTO

#### 3.1. Situación actual<sup>3</sup>

En la actualidad este camino está clasificado como Terciario Modificado con una longitud de 17.614 kms. Inicia en el kilometro 86+104.982 de la carretera El Litoral a la altura de San Marcos Lempa al costado sur de la misma, conecta a San Marcos Lempa con el Cantón La Canoa y corre paralela al Río Lempa en la rivera Oriente. La vía posee dos carriles con un ancho de 3.00mts cada uno, carece de hombros y está emplazada sobre un terraplén de un metro de altura en promedio. El alineamiento tiene características geométricas buenas ya que en su mayoría posee radios de curvas grandes y tangentes largas, excepto en un par de lugares en donde las tangentes son cortas en comparación al resto del alineamiento; El alineamiento vertical responde a las características topográficas de la zona presentando pendientes bajas que van desde el 0.00%( la más baja) hasta -4.785% (la más alta). El terraplén en que está montada la calle necesita reconstrucción en ciertos lugares así como también la carpeta asfáltica que ha sufrido daños por empozamientos de agua en la base del terraplén.

En la Tabla 3.1 se muestran las características geométricas actuales de este tramo.

**Tabla 3.1: Características Geométricas de Curvas de Tramo 3 Situación Actual.**

CURVA	PC	PT	PI	RADIO (mts)	LONGITUD DE CURVA (mts)	TIPO	VELOCIDAD (kms/h)
1	86+125.221	86+184.593	86+155.116	205.000	59.372	Derecha	32
2	86+446.650	86+589.554	86+533.015	101.000	142.904	Izquierda	32
3	87+244.302	87+329.474	87+287.512	204.810	85.172	Izquierda	32
4	88+487.282	88+612.203	88+550.646	302.420	124.921	Derecha	32
5	91+527.195	91+708.853	91+618.538	700.000	181.658	Izquierda	32
6	92+567.254	92+708.840	92+639.936	254.200	141.586	Derecha	32
7	92+755.555	92+884.390	92+820.150	710.000	128.835	Derecha	32

<sup>3</sup> “Parámetros Básicos de la Carretera RN19E, Tramo CA02E – La Unión (intersección con 3ª Calle Poniente)”, Gerencia Inventarios Viales, UPV-MOP, junio 2012.

CURVA	PC	PT	PI	RADIO (mts)	LONGITUD DE CURVA (mts)	TIPO	VELOCIDAD (kms/h)
8	93+021.998	93+140.315	93+084.235	154.330	118.317	Izquierda	32
9	94+374.264	94+774.264	94+574.264	153773.126	400.000	Izquierda	32
10	95+336.827	95+536.827	95+436.827	31437.060	200.000	Derecha	32
11	95+857.172	96+013.982	95+941.123	177.290	156.810	Derecha	32
12	97+904.359	98+054.359	97+979.359	23769.192	150.000	Derecha	32
13	98+268.072	98+353.525	98+310.846	740.000	85.453	Derecha	32
14	98+975.572	99+125.572	99+050.572	28676.856	150.000	Izquierda	32
15	99+488.555	99+638.555	99+563.555	71019.287	150.000	Derecha	32
16	100+146.655	100+296.657	100+221.657	9892.514	150.002	Izquierda	32
17	100+386.772	100+536.772	100+461.772	17379.914	150.000	Derecha	32
18	100+620.854	100+770.855	100+695.855	13009.785	150.001	Derecha	32
19	100+920.051	101+070.052	100+995.053	12270.123	150.001	Izquierda	32
20	101+427.662	101+577.663	101+502.663	14635.125	150.001	Izquierda	32
21	102+462.810	102+612.810	102+537.810	36642.267	150.000	Derecha	32
22	103+036.116	103+186.116	103+111.116	35786.709	150.000	Izquierda	32



Figura 3.1: Situación actual del Tramo 3.

De acuerdo a datos proporcionados por la Gerencia de Inventarios Viales, la carretera posee superficie rodamiento de pavimento, y presenta un Índice Internacional de Rugosidad (IRI) de 6.10 m/km, por lo que se encuentra en una condición clasificada como Mala para la transitabilidad vehicular.

A continuación el desglose de parámetros básicos establecidos en la Gerencia de Inventarios Viales – UPV:

#### a) Drenajes

Respecto al estado de los drenajes de la vía, es importante mencionar que el mismo depende del mantenimiento que ésta reciba para canalizar el agua, agente principal del deterioro de las vías.

En la tabla a continuación se tiene la distribución del estado de los drenajes longitudinales (cunetas):

Tabla 3.2 – Drenajes existentes

Estado de Cunetas (mts)				
Tipo	Bueno	Malo	Obstruida	Total
Mamposteria				
Concreto	5000			5000
Tierra				0
<b>Total</b>	<b>5000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5000</b>

Tuberías				
Diámetro (Plgs)	Sencilla (Cantidad)	Doble (Cantidad) (B)	Diámetro (Plgs)	Total de Tuberías (A+B)
36	16	2	1	19
60	0	1	1	2
	16	3	2	21

En relación al diámetro de las tuberías existentes, se tiene que las tuberías (21) corresponden a valores mayores o iguales a 36", el cual es el tamaño sugerido para redes interurbanas, dadas las facilidades de limpieza que se tiene con diámetros mayores.

Todas estas tuberías transversales a la carretera suman una longitud de aproximadamente 220.0 metros lineales, los cuales se encuentran en buenas condiciones, 20 de estas tuberías transversales (109 metros lineales) a lo largo del proyecto son de concreto y 1 (11 metros lineales) son del tipo Ri –Loc).

En cuanto a los elementos de entrada y salida de las tuberías existentes, solo se cuentan con 21 unidades de cabezal, de los cuales 1 se encuentra en mal estado requiriendo reparación 2.5 m³.

#### b) Señalización

El siguiente análisis sobre la señalización horizontal existente en esta carretera se ha hecho en base a la longitud total de 17.65 kms.-calzada.

Toda la señalización horizontal lateral se encuentra en mal estado. Así también el estado de señalización central continua (0.5 kms.) se encuentra clasificada como buena. El resto de la vía (17.15 kms.-calzada) carece de señalización horizontal central.

Con relación al tipo de señales verticales existentes se tiene la siguiente distribución:

Reglamentaria = 0.0% (0 unidades)

Preventiva = 100.0% (3 unidades)


Informativa = 0.0% (0 unidad)

#### c) Derecho de vía

La clasificación que se utiliza está fundamentada principalmente por el número efectivo de carriles, las características geométricas, y el ancho de rodadura, así como por el volumen de vehículos que circulan por la vía.

A continuación se presenta el detalle:

Tabla 3.3 – Derecho de Vía y Características de la Carretera

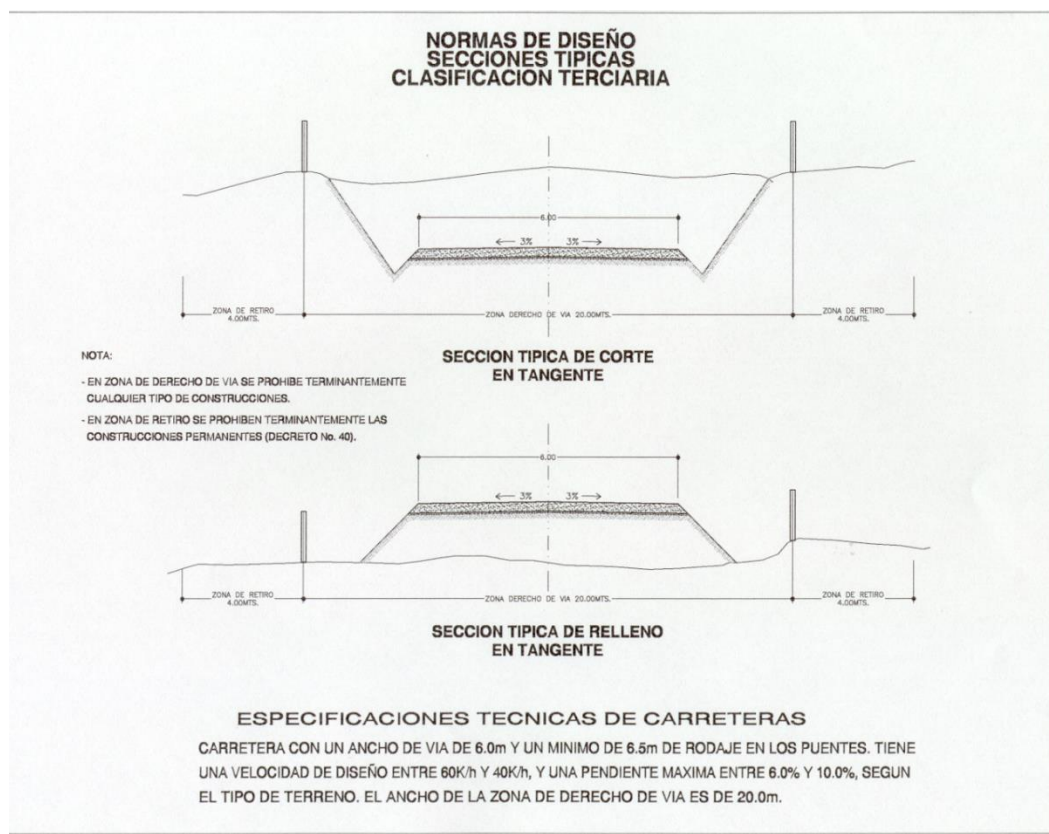
	Tuberías			
	Clasificación	Derecho de Vía (mts)	Ancho Rodadura (mts)	Tipo de Obstrucción (mts)
	Primaria	20	6.4	
	Carril		3.2	
	Cerca			32680
	Construcción			2500
	Rótulos			

En los resultados del inventario esta vía tiene hombros no revestidos con superficie de tierra, con un ancho promedio de 1.0 metros. El estado de condición de los hombros sobre ambos laterales es bueno.

En la imagen siguiente se presentan las normas técnicas de diseño para este tipo de vía:

Ilustración 3.2





#### d) Muros

A lo largo de toda la vía hay aproximadamente 536.0 metros de muros de mampostería y se encuentran en buen estado.

#### e) Guardavías

No hay existencia de guardavías en toda la carretera.

#### f) Taludes

En toda la vía, en 15.93 kms. – calzada hay taludes en relleno en ambos lados, presentado buenas condiciones, ya que el rodaje se encuentra sobre piedra pizarra.

#### g) Inventario de daños del pavimento

En pavimentos flexibles como en el caso de este tramo de carretera los daños inventariados son: Huecos, parches, fisuras o grietas (longitudinales y transversales), piel de cocodrilo. Para todos los daños se relevó la extensión en porcentaje del área de la sección, e indicando la severidad solamente para los daños tipo piel de cocodrilo.

En la tabla siguiente se pueden observar en promedio ponderado los daños en la superficie de rodamiento.

Tabla 3.4 – Daños existentes

Km Inicio – Km Fin	Bacheo (Parcheo) %	Severidad de cocodrilo %			Grietas %	Huecos %
		Medio	Alto	Muy Alto		
86.06 – 91.06	0	55	2	8	8	20
91.06 – 96.06	0	16	0	10	8	22
96.06 – 101.31	0	34	0	10	0	54
101.31 -103.71	0	65	0	10	18	6

De los resultados del inventario se obtuvo el promedio ponderado para todo el tramo, en cuanto a índices y parámetros para verificar el estado de condición del pavimento los que se detallan en la tabla siguiente.

Tabla No. 3.5 - PROMEDIOS PONDERADOS

Km inicio – km Fin	INDICES Y PARÁMETROS DE EVALUACION				
	OPI	MDR	IRI (mts. por km)	MR (psi)	SN (actual)
86.06 – 91.06	7	8	5.78	1.43	0.18
91.06 – 96.06	9	11	6.57	1.49	0.18
96.06 – 101.31	3	3	6.9	1.25	0.18
101.31 -103.71	7	7	5.09	1.91	0.18

Estos resultados indican que el estado del pavimento de esta carretera se encuentra en una condición Mala.

#### h) Inventario de Puentes

En esta vía no hay puentes.

### 3.2. Situación Con proyecto

**PROPUESTA DE INVERSIÓN:** El proyecto cubre un total de 17.62 kms., y consiste en rehabilitar la carretera existente (1 carriles por sentido) con un ancho de 3.00 mts., cada carril. Además, tendrá hombros de 1.00 mts., a cada lado

A continuación se presenta el detalle:

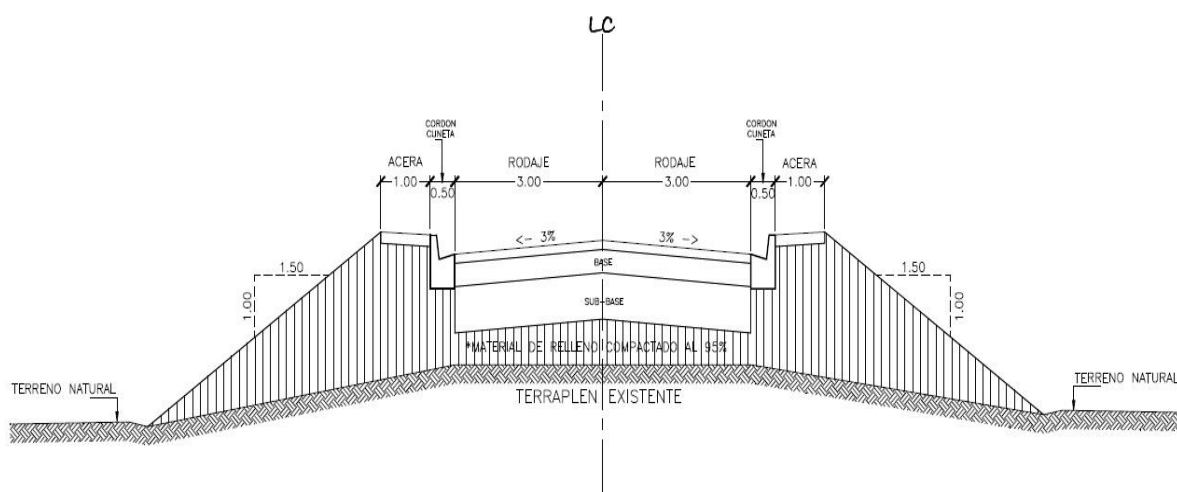
Tabla 3.6 – Características Técnicas del Proyecto

ACTIVIDAD	ESCENARIO	
	ACTUAL	CON PROYECTO
PARÁMETRO		
LONGITUD	17.62	
No. DE CARRILES	2	2
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA <sup>4</sup>	TERCIARIA MODIFICADA	TERCIARIA MODIFICADA
TPDA 2010	836	
ANCHO CARRIL (Promedio) (Metros)	3.00	3.00
ANCHO HOMBROS (Promedio) (Metros)	0.00	1.00
ANCHO DERECHO DE VÍA (Metros)	20.00	20.00

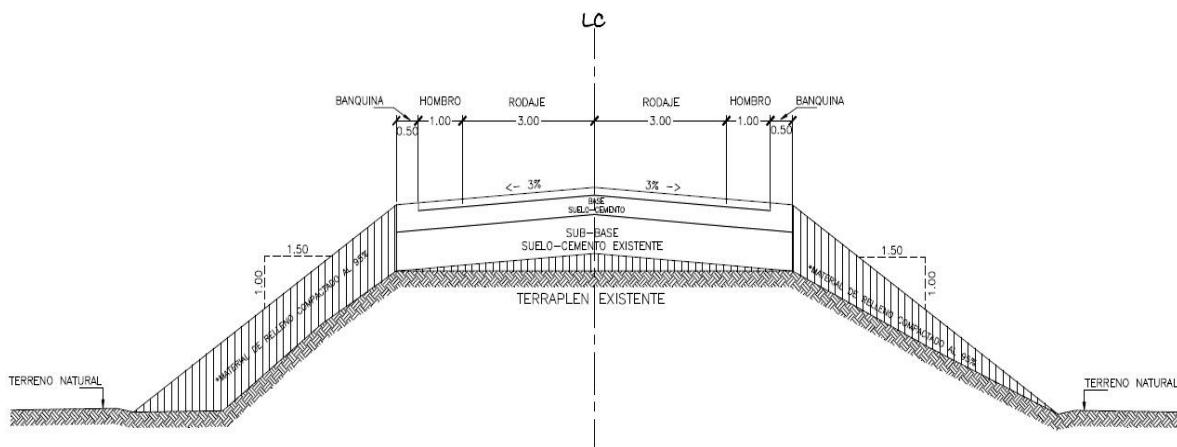
Fuente: Elaboración propia sobre la base de los diseños conceptuales UIPC

Con respecto al diseño transversal, se han empleado en el proyecto las secciones tipo incluidas en la Figura 4 para zona urbana y para zona rural, el bombeo transversal se propone el 3%, este valor es tomado para ayudar a evacuar de la pista el agua lo más rápido posible ya que las pendientes longitudinales de la carretera son mínimas por estar ubicado el proyecto en la zona costera del país. La estimación de los volúmenes de terracería se ha realizado teniendo en cuenta estas secciones tipo, las que están sustentadas por los estudios geotécnicos que se desarrollan en los respectivos informes de geotecnia.

<sup>4</sup> Según la clasificación establecida por el MOP a partir de la Ley de Carreteras y Caminos Vecinales.



SECCION TIPO # 1  
URBANA



SECCION TIPO # 2  
RURAL

Figura 3.3: Secciones Tipo.

El proyecto de reconstrucción de la actual carretera requerirá adquirir derecho de vía adicional al existente.

Ya una vez definido el diseño geométrico, se procedió a la determinación de las cantidades de obra de los ítems que se listan a continuación:

- Movimientos de tierra.
- Obras de sostenimiento en corte.
- Muros de pie de terraplén.
- Obras de drenaje.
- Puentes.
- Revestimiento o paquete estructural de la vía.
- Señalización.
- Defensas metálicas.
- Intersecciones.
- Bahías para el transporte público.

Las Cantidades y precios estimados de Derechos de Vía y de Medidas Ambientales se desarrollan en los informes correspondientes a dichas áreas.

Cabe mencionar que se han estudiado los ítems antes listados considerando que son los más representativos en el costo de construcción de caminos.

Como se indicó anteriormente, el diseño de este tramo se realizó a partir de levantamientos topográficos de detalle, por lo que las cantidades de obra estimadas representan cantidades acorde a las que se obtendrán en el momento de la ejecución. Para otros tramos, se utilizó restitución fotogramétrica a escala 1:1000, misma que se considera suficiente para obtener una buena estimación de las cantidades de obra

A continuación se detallan las características técnicas previstas del proyecto:

#### **a) Movimiento de Tierra**

El diagrama de masas es una gráfica que muestra la acumulación del corte y el relleno según la distancia desde un punto de partida u origen. El corte se suele considerar positivo y el relleno, negativo. El Diagrama busca el equilibrio para la calidad y economía de los movimientos de tierras, además es un método que indica el sentido del movimiento de los volúmenes excavados, la cantidad y la localización de cada uno de ellos.

Las ordenadas de la curva resultan de sumar algebraicamente a una cota arbitraria inicial el valor del volumen de un corte con signo positivo y el valor del terraplén con signo negativo; como abscisas se toma el mismo estacionamiento utilizado en el perfil. Los volúmenes se corrigen aplicando un coeficiente de abundamiento a los cortes o aplicando un coeficiente de reducción para el terraplén.

Cuando un material se encuentra en estado natural, y es extraído por un proceso de corte, éste tiende a incrementar su volumen, dependiendo del tipo de material así será el

coeficiente de “abundamiento”. De igual manera cuando un material en estado suelto es colocado en un terraplén y es sometido a procedimientos de compactación este tiende a reducir sus vacíos y disminuir su volumen también dependiendo del tipo de material así será su coeficiente de “contracción”.

En la mayoría de los suelos la relación que existe entre los dos factores arriba mencionados, tiende a ser la unidad o un valor cercano a ella.

En las rocas no sucede lo mismo pues al cortar la roca en estado natural esta incrementa su volumen, y al ser colocada en terraplenes, difícilmente se logra disminuir los vacíos que quedan entre los fragmentos de roca, sin embargo, estos vacíos suelen completarse con otro tipo de material más fino, entonces el incremento en el volumen que sufre la roca se complementa de alguna manera con adición de otro tipo de material.

Por tal razón y para efectos prácticos en la compensación de masas se han utilizado los siguientes factores de paso:

Para Roca, se ha utilizado un coeficiente de paso de 1.

Para Suelo, se ha utilizado un coeficiente de paso de 1.

El coeficiente 1 se ha utilizado para el abundamiento ya que en el ítem relacionado con los costos del proyecto se han factorizado y agregado el resto de componentes de esta área tales como, acarreos, desalojos restituciones, etc.

En la Figuras siguiente se muestra una gráfica de movimientos de tierra (curva masa) para cada una de las alternativas, un resumen de las cantidades se muestra en la Tabla 3.7.

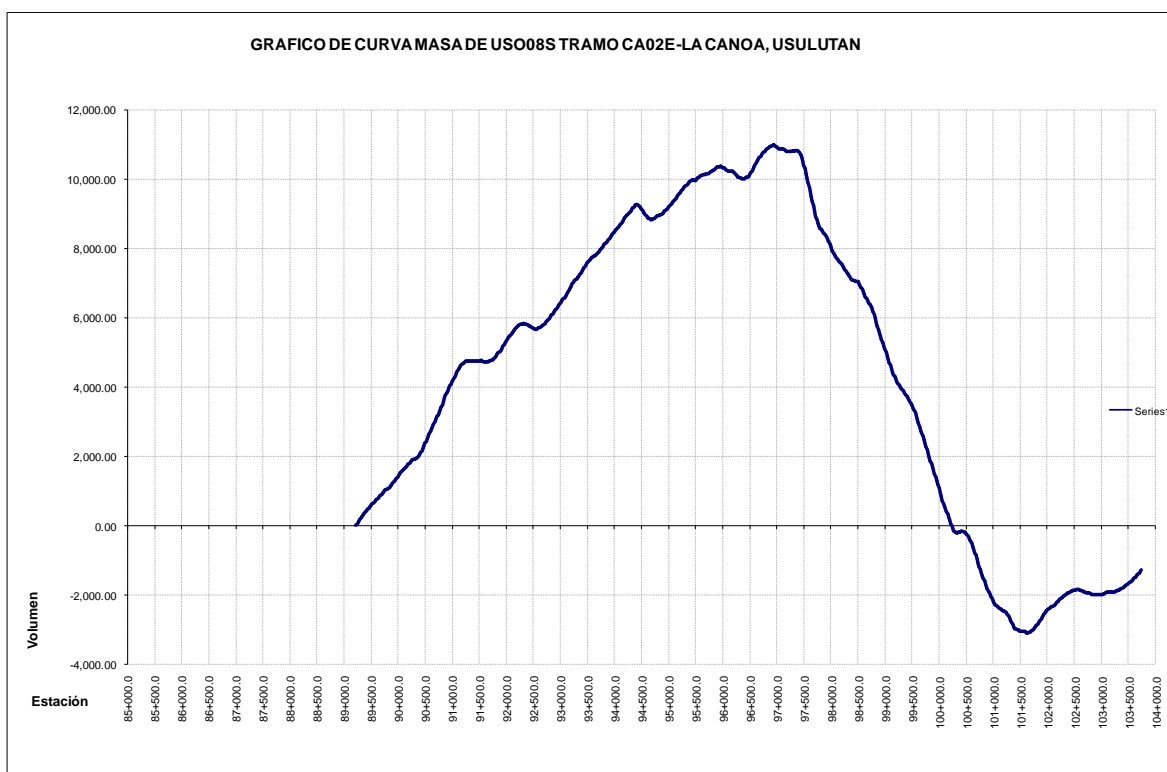


Figura 3.4: Curva Masa de Propuesta.

De la gráfica se puede observar la tendencia de la terracería en el proyecto, podemos ver que las obras más fuertes se harán en el sector ubicado entre las estaciones 97+000 al 100+000 en donde la rasante se eleva setenta y cinco cms, por ser esta la zona de mayor inundaciones del el área de estudio. Esto se hizo para mantener la conectividad entre las comunidades aledañas dado el caso vuelva a suceder un evento de esa naturaleza en el futuro

Tabla 3.7: Resumen de Cantidades de Movimientos de Tierra de la Propuesta.

Ptopuesta	Volumen		Desalojo
	Corte	Relleno	
Propuesta	19,329.66	20,613.31	1,283.65

## b) Obras de Sostenimiento en Corte.

Del análisis realizado al trazado de la propuesta complementado con los estudios geotécnicos respectivos se resumen en la Tabla 8 las obras de sostenimiento en corte que se consideran para la vialidad USU08S Tramo CA02E-La Canoa, Usulután.

Tabla 3.8: Resumen de Cantidades de Obras de Sostenimiento en Corte de la Propuesta.

Propuesta	Lateral	Tipo	Obra propuesta	Cantidad (m2)
Propuesta	Derecho	Talud de Relleno	Área total cubierta con zacate barrenillo y vetiver	19,445.54
	Izquierdo	Talud de Relleno	Área total cubierta con zacate barrenillo y vetiver	20,586.30

### c) Muros de Pie de Terraplén.

Del análisis realizado al trazado de la propuesta se ubican muros de sostenimiento en el sector ubicado entre las estación 97+340 a la estación 98+480 a ambos lados de la carretera esto con el objeto de proteger la carretera de las inundaciones provocadas por el desborde del Río Lempa. Se contabilizan 1.140kms de longitud con una altura promedio de 2.00 metros, esto multiplicado por los dos lados de la carretera hacen un total de 2.28kms de muros, el volumen de muros es 2783.876 m3 necesarios para ara el proyecto USU08S Tramo CA02E-La Canoa, Usulután.

Tabla 3.9: Resumen de Cantidades de Muros de la Propuesta.

Propuesta	Lateral	Inicio	Final	Longitud(Kms9)	Obra propuesta	Cantidad (m3)
Propuesta	Derecho	97+430	98+480	1.14	Muro de Mampostería de Piedra	1,391.938
	Izquierdo	97+430	98+480	1.14	Muro de Mampostería de Piedra	1,391.938
TOTAL						2,783.876

### d) Obras de Drenaje Mayor y Menor.

Del estudio Hidrológico Hidráulico se extrae la información mostrada en la Tabla siguiente, en las que se resumen las obras de drenaje transversal a ser necesarias en la propuesta.

Tabla 3.10: Resumen de Cantidades de Drenajes de la Propuesta.

No	ESTACION	Ø(PULG)	ACCION A REALIZAR
1	87+695	36	Conservar
2	88+095	36	Conservar



No	ESTACION	Ø(PULG)	ACCION A REALIZAR
3	88+390	36	Conservar
4	88+820	36	Conservar
5	89+220	36	Conservar
6	89+600	36	Conservar
7	90+030	36	Conservar
8	90+480	36	Conservar
9	90+900	36	Conservar
10	91+600	36	Conservar
11	91+925	36	Conservar
13	94+917.173	36	Conservar
14	95+394.540	36	Conservar
15	95+960	36	Conservar
	97+020	48	Nueva Tubería
	97+030	48	Nueva Tubería
	97+330	48	Nueva Tubería
	97+350	48	Nueva Tubería
	97+370	48	Nueva Tubería
17	97+444.446	60	Conservar
18	97+850.138	60	Conservar
20	98+695.981	36	Conservar
21	98+898.470	48	Conservar
22	100+341.767	36	Conservar
23	100+810.000	36	Conservar
24	100+990.000	36	Conservar
25	101+385.449	36	Conservar
27	101+892.593	36	Conservar

No	ESTACION	Ø(PULG)	ACCION A REALIZAR
28	102+361.847	36	Conservar
29	102+818.06	36	Conservar
30	103+056.636	36	Conservar
31	103+280.000	36	Conservar
32	103+505.445	36	Conservar
33	103+733.502	36	Conservar

**e) Puentes.**

En el proyecto elaborado para esta vialidad, no hay puentes a construir o remodelar, por lo que la cantidad y tipo de obras de drenaje son las enumeradas y descritas en el apartado anterior (tuberías circulares y cajas).

**f) Estructura de Pavimento**

Como revestimiento para la USU08S Tramo CA02E-La Canoa, Usulután se ha proyectado un paquete estructural de tipo flexible, la distribución de las capas es como se muestra en la Figura a continuación, un resumen de cantidades estimadas de los materiales de cada capa se muestra en la Tabla 3.10.

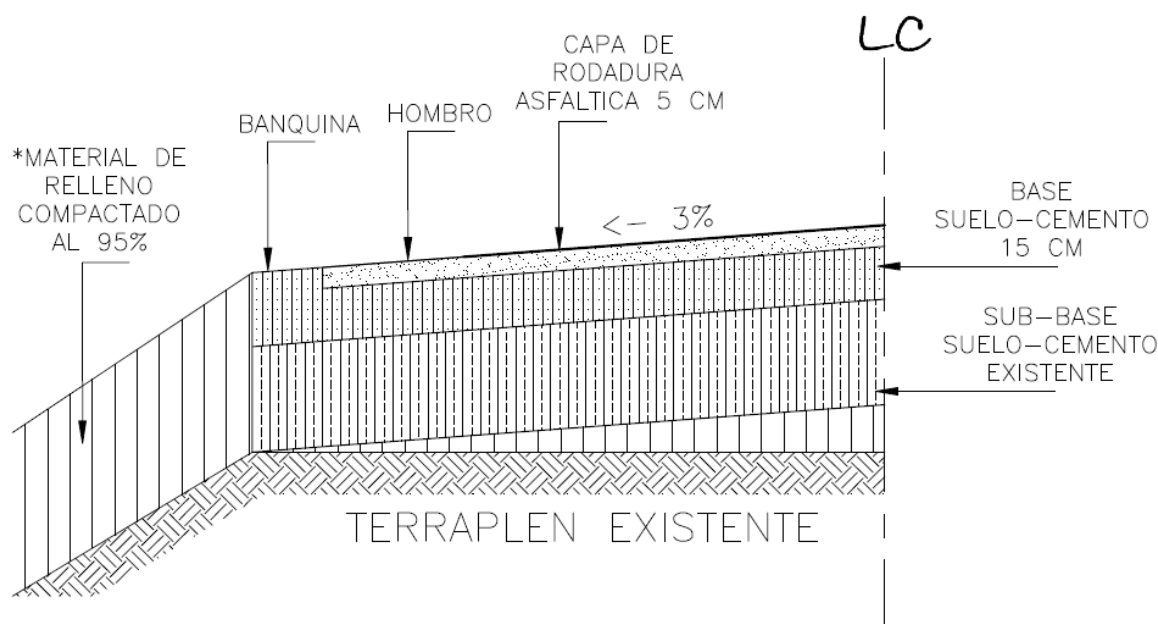


Figura 3.5: Paquete Estructural Tipo.

Tabla 3.10: Resumen de Cantidades de Pavimentos de Propuesta.

Propuesta	Longitud (m)	Carriles de Circulación y Hombro		
		Sub base (m3)	Base (m3)	Carpeta Asfáltica (m3)
Propuesta	17,620	48,692.88	25,326.01	8,759.01

#### g) Señalización.

Para la estimación de las cantidades referentes al área de señalización se calcularon en base a la propuesta hecha en el diseño geométrico tanto horizontal como verticalmente. La Tabla 11 muestra el resumen las cantidades de señales estimadas para la propuesta presentada.

Tabla 3.11: Cantidad de Señalización Utilizada en la Propuesta.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Señal Identificación de Destino (ID-1-4)	P.U.	10
Señal Identificación de Destino (ID-1-5)	P.U.	4
Señal Identificación de Destino (ID-1-6)	P.U.	4

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Señal Identificación de Destino (ID-3-14 Especial)	P.U.	
Señal Identificación de Destino (ID-3-6 Especial)	P.U.	
Señal Identificación de Destino (ID-2-3 Especial)	P.U.	4
Señal Información General Retorno en "U" (IG-4-2 Especial)	P.U.	
Señal Restrictiva Velocidad Máxima, (R-2-1 )	P.U.	9
Señal Preventiva Chevron (P-1-9 Especial)	P.U.	44
Señal Restrictiva de Alto (R-1-1 Especial)	P.U.	3
Señal Restrictiva de Ceda el Paso (R-1-2 Especial)	P.U.	3
Señal Preventiva Obstáculo (P-12-3a Especial)	P.U.	3
Flechas Sencillas de 5.0 m x 0.15 m	P.U.	25
Línea Blanca Continua de Borde de Calzada	ML	35,209
Línea Amarilla de Centro Continua	ML	6,600
Línea Central amarilla discontinua	ML	8,005
Violetas una cara blancas	P.U.	6,720
Violetas doble cara amarillas	P.U.	840
Barrera New Jersey	ML	
Señal de Información de destino Tipo Mariposa, Altura Libre = 5.50 m	P.U.	2
Señal de Información de destino Tipo Bandera, Altura Libre = 5.50 m	P.U.	2
Señal de Información de destino Tipo Pórtico, Altura Libre 5.50 m., Largo 34.0 m, 4 Postes	P.U.	
Señal de Información de destino Tipo Pórtico, Altura 5.50 m., largo 13.0 m, 2 Postes	P.U.	
Colocación de Guarda caminos (Flexbeam), incluye terminales	ML	735.462
Señal de información de defensa civil y manejo de emergencia (IE- 2- 9)	UN	2
Señal especial de escuela (E- 1- 1 Y R- 2- 5) (R- 2 -1)	UN	8
Señal de curva peligrosa (P-1-4)	UN	2

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Reductores de velocidad frente a escuela (Tipo Lomo o policías dormidos (P-9-12)	UN	8
Semovientes y Equipos en la Vía (P-10-1, P-10-2, P-10-5)	UN	36
Señal de Curva Adelante (P-1-6)	UN	12
Unidad de Salud (IS-1-8)	UN	4
Señal de Ruta de Evacuación para desastre (IE-1-1)	UN	4
Señales para indicar el Kilometraje y nomenclatura Vial (II-4-1)	UN	34
Líneas de Pasos Peatonales para escuelas	PU	4

#### h) Defensas Metálicas.

Para la ubicación de las defensas metálicas se han considerado las alturas de terraplén y el talud de los mismos, y se ha determinado que se requiere la colocación de este tipo de elemento de seguridad en los siguientes tramos.

**Tabla 3.12: Cantidad de Defensas Metálicas Utilizada en la Propuesta.**

ESTACIÓN		LATERAL		LONGITUD
INICIO	FIN	IZQ.	DER.	
88+487.282	88+612.203		*	101.92
91+527.195	91+708.853	*		181.658
92+567.254	92+708.840	*		106.246
92+755.555	92+884.390	*		94.021
93+021.998	93+140.315		*	81.998
95+857.172	96+013.982	*		121.784
98+268.072	98+353.525	*		47.835
TOTAL				735.462

#### i) Intersecciones.

Para la realización de esta actividad se han considerado 1 tipo de intersección esta ha sido dispuesta en planta a grandes rasgos ya que no son de gran complejidad ya que básicamente es una “T” esta será delimitada por pintura en el pavimento dependiendo de la categoría y la posición relativa de los caminos que cruzan con la vialidad proyectada. Se aclara que esta es indicativa únicamente para estimar la magnitud de intervención a realizar.

En la Tabla 3.13 se muestra un detalle de la ubicación y tipo de intersecciones proyectadas en la presente vialidad.

**Tabla 3.13: Resumen de Intersecciones del Proyecto.**

Intersección	Tipo	Proyecto	
		Estacionamiento	Ubicación
1	T	86+104.982	Inicio Proyecto
1	T	103+718	Final de Proyecto

#### j) Derechos de vía.

Para realizar el cálculo de terreno a adquirir para derecho de vía se recorrió el proyecto, con la finalidad de zonificar el mismo, en base a la naturaleza y características de los inmuebles que serán ocupados, los cuales se clasificaron de la manera siguiente:

- Urbanos
- Semi-urbanos
- Rurales
- Rural Lotificado

En base a lo anterior se establecieron rangos de precios para cada tipo de zonificación. Los detalles se presentan en el informe de Derechos de Vía.

Se obtuvieron como resultado de la investigación de campo, documentos e información en general, en el tema de Derechos de Vía y Reasentamiento involuntario los siguientes productos y caracterizaciones:

#### Adquisiciones de Derechos de Vía:

- Zonificación del Proyecto:

En este documento se determino la zonificación de usos del suelo a lo largo y ancho de la traza del proyecto. Clasificando el uso de suelo siguiente: rural y rural lotificado ver anexo No.3

- De acuerdo a la pre factibilidad de este proyecto se determinaron 58 parcelas ocupadas por el trazo del proyecto: 34 propietario/poseedores, 24 ocupantes de los cuales se clasifican en 13 son viviendas a reasentar y 11 son negocios a reubicar.
- Con el estudio catastral y registral se pudo determinar que en términos generales los inmuebles no presentan problemas legales, siendo los más predominantes hipotecas, herencias, bienes de familia y trámites registrales en proceso.
- Por ocupaciones de terrenos se determino un monto de \$13,973.85 y por construcciones, obras adicionales y Lucro cesante \$658,863.01.

### Reubicación y Reasentamientos:

Para el caso nos referimos a aquellos ocupantes que utilizan el derecho de vía existente o una propiedad privada ya sea para residir o para realizar algún tipo de actividad formal o informal.

Dentro de los productos o acciones realizadas están:

- Identificación y realización de censo socioeconómico del plan de acción de reasentamientos del cual a la fecha se ha identificado el 100% de los reasentamientos y reubicación de negocios se han realizado 22 censos, lo que representa el 91.67%.
- Del análisis del censo se ha cuantificado el tipo de las viviendas dando como resultado 2 viviendas de 2 habitaciones, 7 viviendas de 3 habitaciones y 4 de 4 habitaciones.
- El Presupuesto en reasentamientos se detalla a continuación: Reasentamientos de viviendas y reubicación de negocios, alquileres, movilización y lucro cesante \$534,898.63

*El presupuesto global del proyecto es de: \$1,207,735.50, se ha considera monto adicional del 10% por imprevistos haciendo un total del presupuesto de \$1,328,509.05.*

### Total de beneficiarios según el Género:

En relación al sexo de las 58 parcelas identificadas, se encuentra una mayor preponderancia de personas del sexo femenino con un 60.35% del total que corresponde a 35 beneficiarias y las personas del sexo masculino constituyen el 37.93% que equivale a 22 beneficiarias, el restante 1.72% corresponde a las personas jurídicas, específicamente 1 Sociedades y/o municipalidades.

**k) Cálculo de Tasa de Crecimiento y Proyección del Crecimiento Vehicular.**

**Hipótesis de crecimiento normal del tránsito (CNT)**

Con el fin de fijar la tasa de crecimiento del tránsito en la vía en estudio, se analizaron los resultados obtenidos a partir de las siguientes tres hipótesis de crecimiento:

- 1) El crecimiento del tránsito establecido del análisis de regresión de la serie completa de datos anuales del TPDA disponibles el MOPTVDU en los últimos 10 años; incluyendo el valor del TPDA obtenido con el presente estudio.
- 2) El crecimiento del tránsito establecido del análisis de regresión excluyendo de la serie completa, algunos valores del TPDA que el consultor identificó como distorsionantes de la tendencia de crecimiento. A esta serie se la ha llamado Ajustada.
- 3) Análisis de la elasticidad de la demanda del tránsito en función de la variación histórica anual del Producto Interno Bruto (PIB).

Con la tercera hipótesis, se ha procurado establecer para cada segmento analizado, la elasticidad de indicadores de transporte en relación con el PIB; con el objeto de poder hacer proyecciones de la tasa de crecimiento de tránsito sobre la base de proyecciones del PIB. El modelo matemático se representa por la siguiente relación:

$$T = K * X^e$$

Donde "T" es el indicador de tránsito, como se ha mencionado anteriormente; "X" es el PIB y "K" y "e" son los coeficientes a ser determinados tomando en cuenta los datos históricos. Este modelo matemático implica que "e" sea una constante representando la elasticidad de la demanda de transporte con relación al PIB. Esto es:

$$(\Delta T / T) / (\Delta X / X) = e$$

Donde  $\Delta T$  y  $\Delta X$  representan los cambios en el valor del indicador "T" y del PIB respectivamente.

Los valores anuales del PIB que han sido considerados en el análisis se presentan en Tabla siguiente.

**TABLA 3.14: VARIACIÓN ANUAL DEL PIB**

Año	PIB <sup>(1)</sup> US\$ Millones	Crecimiento Anual (%)
2002	7839	2.3
2003	8019.3	2.3
2004	8167.7	1.9



2005	8458.7	3.6
2006	8789.6	3.9
2007	9127.1	3.8
2008	9243.4	1.3
2009	8953.8	-3.1
2010	9076	1.4
2011	9209.5	1.5
<b>Promedio:</b>		<b>1.89</b>

Fuente: Banco Central de Reserva  
(1) A precios Constantes de 1990

Por otro lado, en el presente análisis, al transporte público se le aplicará la tasa de crecimiento de la población estimada para el Departamento donde se localiza el proyecto; por considerar que el crecimiento del número de viajes de este tipo de vehículos está más relacionado con el crecimiento demográfico. Las tasas de crecimiento de la población por departamento se presenta en la Tabla siguiente.

**TABLA 3.15: TASAS DEPARTAMENTALES DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN**

DEPARTAMENTO	POBLACION PROYECTADA		TASA DE CRECIMIENTO (por 100)*
	2010	2020	
AHUACHAPAN	326,523	355,567	0.85
SANTA ANA	560,398	616,281	0.95
SONSONATE	458,559	477,455	0.40
CHALATENANGO	201,846	212,691	0.52
LA LIBERTAD	724,656	809,612	1.11
SAN SALVADOR	1732,702	1762,030	0.17
CUSCATLAN	240,909	286,602	1.74
LA PAZ	321,554	355,245	1.00
CABAÑAS	162,916	171,279	0.50
SAN VICENTE	170,026	190,374	1.13
USULUTAN	357,769	386,632	0.78
SANMIGUEL	470,176	499,971	0.61
MORAZAN	195,885	209,947	0.69
LA UNION	259,083	267,725	0.33
<b>SUMA</b>	<b>6185,012</b>	<b>6603,431</b>	<b>0.65</b>

Fuente: Proyección de Población, DIGESTIC

Para las primeras dos hipótesis han sido utilizados los datos históricos del TPDA proporcionados por el MOPTVDU, incluyéndose el valor del TPDA establecido en este estudio para el año 2012. Los valores se presentan en la Tabla .16 .

**TABLA 3.16: SERIE HISTÓRICA ANUAL Y COMPOSICIÓN DEL TPDA**

AÑO	TPDA	LIVIANOS				PESADOS						
		PASJ	CARG.	PASAJEROS				CARGA				
		AUTO	PICK-UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2-S1	T2-S2	T2-S3	T3-S2	T3-S3
2002	343	41	233	1	8	60	0	0	0	0	0	0
2003	278	31	205	0	0	42	0	0	0	0	0	0
2005	397	46	242	2	17	87	3	0	0	0	0	0
2009	468	30	251	0	2	88	92	0	4	0	1	0
2010	601	57	337	0	5	110	86	0	4	1	1	0
2012	836	97	544	8	6	166	11	0	1		2	1

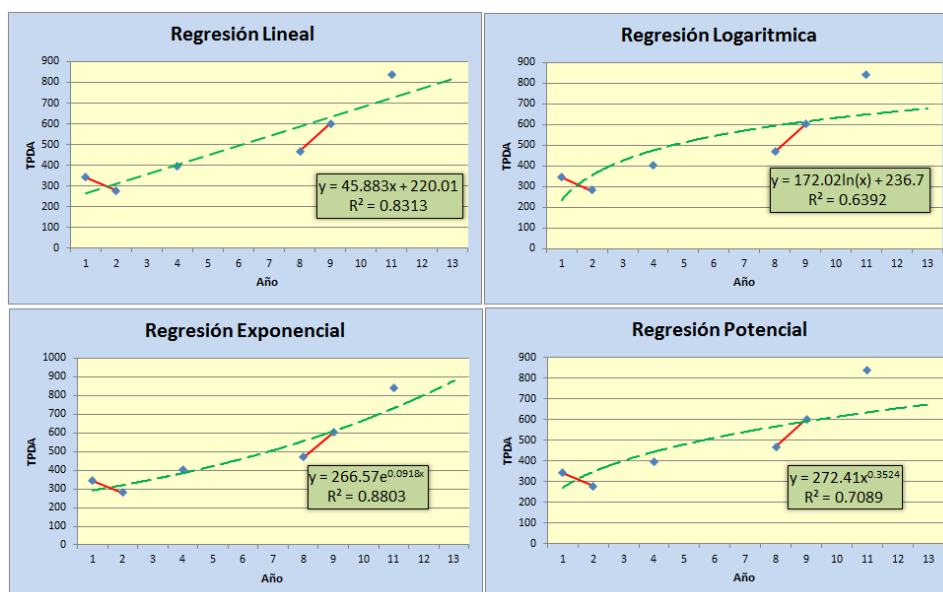
### Crecimiento a partir de la serie completa de datos de TPDA

En la Tabla se presenta el análisis de regresión tomando en cuenta la serie completa de datos; en ella se analizan cuatro tendencias (Lineal, Logarítmico, Exponencial y Potencial).

En cada una de ellas se incorporan además sus respectivas formulas y gráficos que muestran la curva de la tendencia y el índice de correlación (R2) de entre los cuales el más cercano a la unidad es el que se interpreta como el que presenta más cohesión en sus datos.

**TABLA 3.17: ANÁLISIS DE REGRESIÓN DEL TPDA (CONSIDERANDO LA SERIE COMPLETA)**

X	AÑO	TPDA	$y = A + B(x)$	$y = B \ln(x) + A$	$y = Ae^{Bx}$	$y = Ax^B$
			LINEAL	LOGARITMICA	EXPONENCIAL	POTENCIAL
1	2002	343	266	237	292	272
2	2003	278	312	356	320	348
3	2004					
4	2005	397	404	475	385	444
5	2006					
6	2007					
7	2008					
8	2009	468	587	594	556	567
9	2010	601	633	615	609	591
10	2011					
11	2012	839	725	649	732	634
12	2013					
13	2014					
14	2015					
15	2016					
16	2017					
17	2018					
CONSTANTE A			220.01	236.7	266.57	272.41
CONSTANTE B			45.883	172.02	0.0918	0.3524
COEF. CORR			0.8313	0.6392	0.8803	0.7089
TASA			1.1055	1.1062	1.0961	1.0882



Como puede notarse la tendencia que más se ajusta a la serie de datos es la exponencial; de la cual se deduce una tasa de crecimiento del tránsito del 9.61% (1.0961-1).

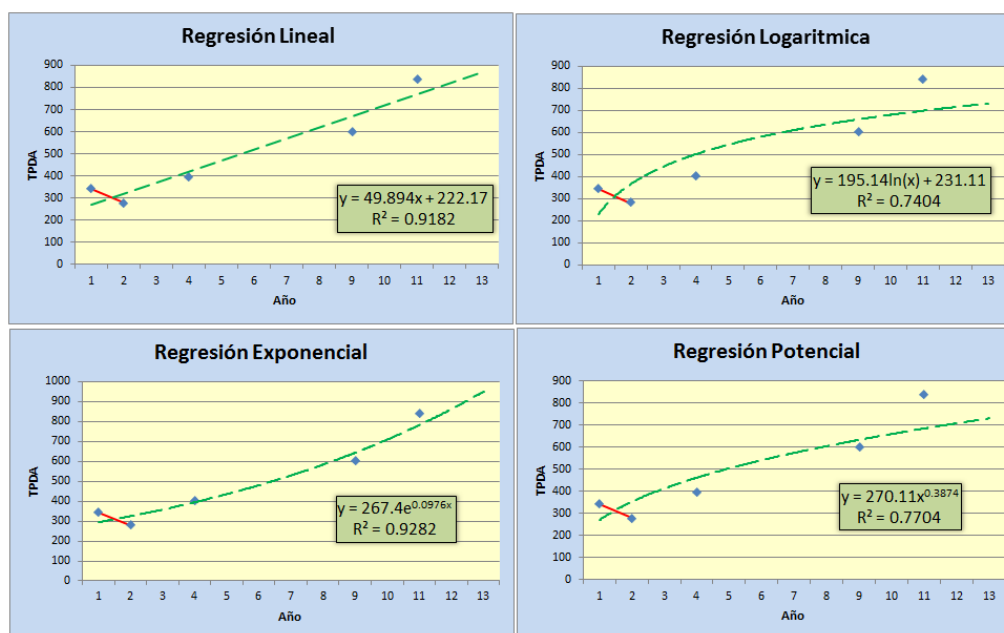
La tasa resultante es comparativamente alta para el tipo de vía; la misma puede atribuirse al tránsito generado por la pavimentación y puesta en operación a partir del año 2009 del tramo de vía aldeaño que accede a la península de San Juan del Gozo. Siendo esta zona con alto potencial turístico y agropecuario; el tránsito se ha visto incrementado, con mayor cuantía en los vehículos livianos.

### Crecimiento a partir de la serie ajustada de datos de TPDA

En la Tabla se presenta el análisis de regresión excluyendo de la serie el dato correspondiente al año 2009, a efecto de contar con una tendencia más homogénea. En ella se analizan cuatro tendencias (Lineal, Logarítmico, Exponencial y Potencial).

**TABLA 3.18: ANÁLISIS DE REGRESIÓN DEL TPDA (CONSIDERANDO LA SERIE COMPLETA)**

X	AÑO	TPDA	$y = A + B(x)$	$y = B \ln(x) + A$	$y = Ae^{Bx}$	$y = Ax^B$
			LINEAL	LOGARITMICA	EXPONENCIAL	POTENCIAL
1	2002	343	272	231	295	270
2	2003	278	322	366	325	353
3	2004					
4	2005	397	422	502	395	462
5	2006					
6	2007					
7	2008					
8	2009					
9	2010	601	671	660	644	633
10	2011					
11	2012	839	771	699	782	684
12	2013					
13	2014					
14	2015					
15	2016					
16	2017					
17	2018					
CONSTANTE A			222.17	231.11	267.4	270.11
CONSTANTE B			49.894	195.14	0.0976	0.3874
COEF. CORR			0.9182	0.7404	0.9282	0.7704
TASA			1.1098	1.1170	1.1025	1.0973



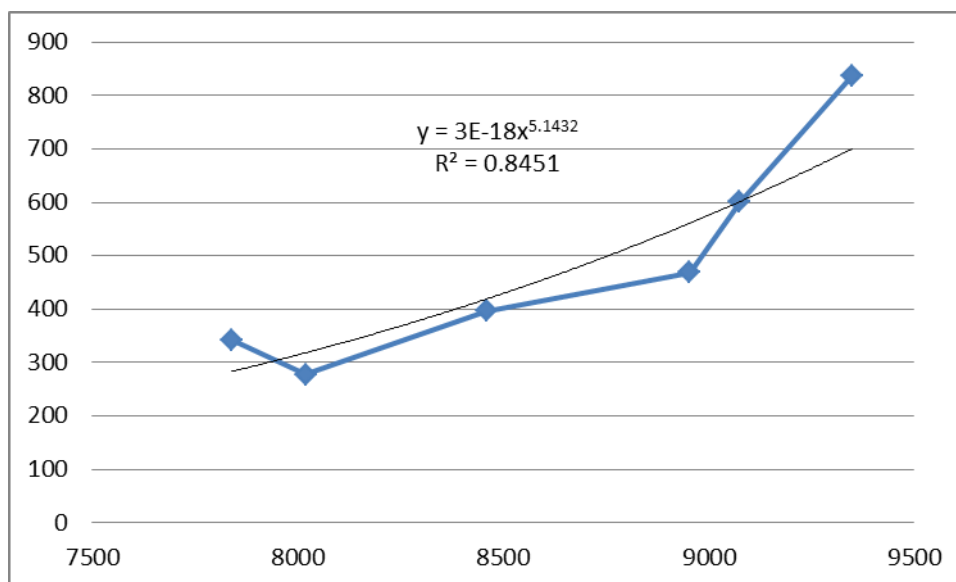
Como puede notarse ahora, la tendencia que más se ajusta a la serie de datos continua siendo la Potencial; de la cual se deduce una tasa de crecimiento del tránsito del 10.25% ( $1.1025-1$ ).

La tasa de crecimiento se incrementa notablemente, acentuando las causas del valor relativamente alto descrito anteriormente,

### Elasticidad del TPDA en función del PIB

En la Ilustración presenta la correlación entre la variación de los valores TPDA (eje y) y el PIB (eje x) registrados a partir del año 2005.

ILUSTRACIÓN 3.6: CORRELACIÓN ANUAL ENTRE EL TPDA Y EL PIB



Como puede notarse, el coeficiente de elasticidad “e” tiene un valor de 5.14; con un coeficiente de correlación mas que aceptable. En ese sentido, la tasa de crecimiento del tránsito se establece entonces al aplicar ese valor al promedio de crecimiento del PIB en los últimos 10 años. El valor resultante es:  $1.89\% * 5.14 = 9.71\%$ .

### Análisis de resultados

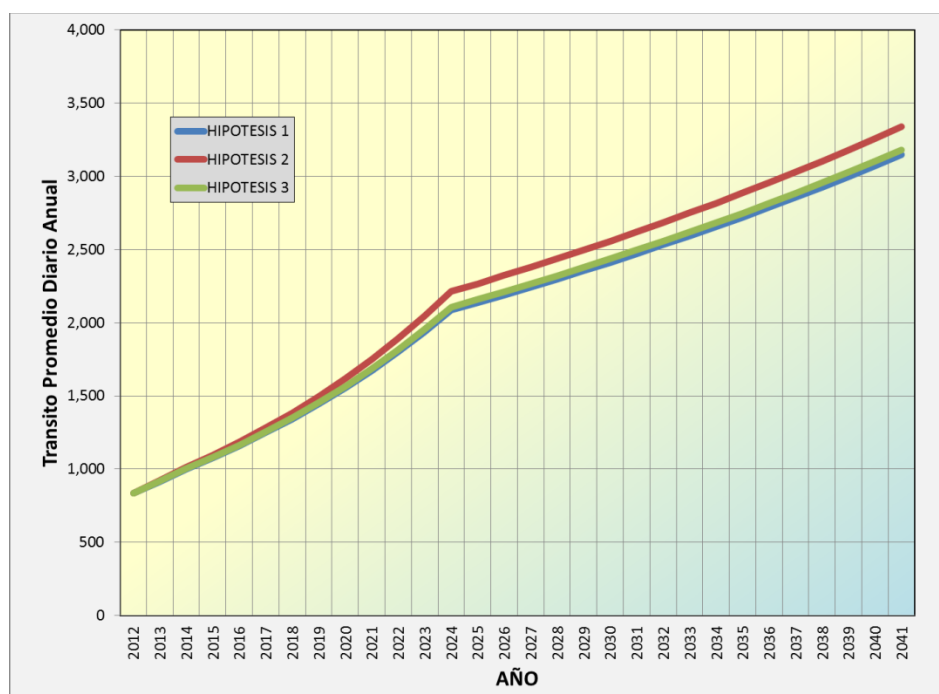
Para selecciona tasa de normal de crecimiento, se procedió a graficar el crecimiento del tránsito en un período de 30 años, aplicando las tasas deducidas en cada una de las tres hipótesis planteadas a los diferentes vehículos; con excepción de los vehículos de transporte público a los que se les aplicó la tasa de crecimiento de la población de departamento de Usulután, la cual es del 0.78%.

Además, para considerar la tendencia a la baja en el tiempo del tránsito generado por la vía recién construida que se localiza a continuación del tramo en estudio; se aplicó una reducción del 20% los las tasas calculadas en el año 2015.

Además, partiendo de la teoría que la tasa de crecimiento del tránsito en la vía tenderá a estabilizarse en el tiempo, acercándose al promedio del crecimiento del tránsito en la red vial nacional; a partir del año 2024 (10 años después de la puesta en operación del tramo), se utilizó la tasa resultante de multiplicar el valor promedio del PIB por el coeficiente de elasticidad del tránsito deducido para la red vial de El Salvador en el Estudio Centroamericano de Transporte elaborado por la SIECA cuyo valor fue establecido en 1.3. La tasa a partir del año 2024 es entonces  $1.89\% \times 1.3 = 2.46\%$ .

Como puede notarse en la Ilustración , la hipótesis de crecimiento 3 es la que genera un crecimiento intermedio, por lo que se considera que se asumirá esa tasa para proyectar el tránsito normal.

**ILUSTRACIÓN 3.7: COMPARACIÓN DE LAS HIPÓTESIS DE CRECIMIENTO NORMAL DEL TRÁNSITO**



En conclusión, los porcentajes de crecimiento normal del tránsito serán los siguientes:

Tipo de Vehículo	Período 2012-2013	Período 2014-2023	Período 2024-
------------------	-------------------	-------------------	---------------

Vehículos de Pasajeros	9.71%	7.77%	2.46%
Vehículos de Transporte Público	0.78%	0.78%	0.78%
Vehículos de Carga	9.71%	7.77%	2.46%

### Proyección del tránsito normal

Los flujos vehiculares proyectados a 30 años aplicando el crecimiento geométrico para el tramo en base a las tasas anteriormente citadas, se muestran en la Tabla .

**TABLA 3.19: PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO NORMAL**

Año	Automóvil	Pickup	Microbus	Bus	C2	C3	T2S1	T2S2	T3S2	T3S3	TOTAL
2012	97	544	8	6	166	11	0	1	2	1	836
2013	106	597	8	6	182	12	0	1	2	1	916
2014	117	655	8	6	200	13	0	1	2	1	1004
2015	126	706	8	6	215	14	0	1	3	1	1081
2016	136	761	8	6	232	15	0	1	3	1	1164
2017	146	820	8	6	250	17	0	2	3	2	1253
2018	158	883	8	6	270	18	0	2	3	2	1349
2019	170	952	8	6	291	19	0	2	4	2	1453
2020	183	1026	9	6	313	21	0	2	4	2	1565
2021	197	1106	9	6	337	22	0	2	4	2	1686
2022	212	1192	9	6	364	24	0	2	4	2	1816
2023	229	1284	9	7	392	26	0	2	5	2	1956
2024	247	1384	9	7	422	28	0	3	5	3	2107
2025	253	1418	9	7	433	29	0	3	5	3	2158
2026	259	1453	9	7	443	29	0	3	5	3	2211
2027	265	1489	9	7	454	30	0	3	5	3	2265
2028	272	1525	9	7	465	31	0	3	6	3	2321
2029	279	1563	9	7	477	32	0	3	6	3	2377
2030	285	1601	9	7	489	32	0	3	6	3	2435
2031	293	1640	9	7	501	33	0	3	6	3	2495
2032	300	1681	9	7	513	34	0	3	6	3	2556
2033	307	1722	9	7	525	35	0	3	6	3	2619
2034	315	1764	9	7	538	36	0	3	6	3	2683
2035	322	1808	10	7	552	37	0	3	7	3	2748
2036	330	1852	10	7	565	37	0	3	7	3	2816
2037	338	1898	10	7	579	38	0	3	7	3	2884
2038	347	1944	10	7	593	39	0	4	7	4	2955
2039	355	1992	10	7	608	40	0	4	7	4	3027
2040	364	2041	10	7	623	41	0	4	8	4	3101
2041	373	2091	10	8	638	42	0	4	8	4	3177

Fuente: Elaboración propia.

### Proyección del tránsito generado

El tránsito generado puede ser establecido en función de la elasticidad de la demanda del mismo. La demanda por transporte en general tiende a ser inelástica, o sea con una elasticidad menor que 1.0. El tráfico generado está constituido por viajes adicionales que los usuarios que integran el tráfico normal realizan debido al menor costo de operar (viajar) en la vía mejorada: “a menor costo mayor demanda”.

Dado que no se tienen estudios específicos en El Salvador para definir estas curvas de elasticidad de la demanda, se hace necesario echar mano de algunos resultados obtenidos en estudios realizados en otras áreas geográficas, para analizarlos e identificar lo aplicable en el presente estudio.

En otros países el tema ha sido más estudiado. Todd Litman escribió un artículo para el Instituto de Ingenieros de Transporte (ITE) en 2001 en el cual resume los hallazgos de varios estudios que han examinado los volúmenes de tráfico generado para proyectos específicos usando diversas metodologías. A continuación se presenta los resúmenes de algunos estudios relevantes para proyectos similares a los aquí estudiados:

- Un estudio de SACTRA en 1994 conducido por economistas de renombre del Reino Unido concluyó que la elasticidad del número de viajes con respecto al tiempo de viaje es 0.5 en el corto plazo y de 1.0 en el largo plazo. Al reducir el tiempo de viaje en una carretera en un 20% típicamente incrementa los volúmenes de tráfico en un 10% en el corto plazo y en un 20% en el largo plazo.
- Phil Goodwin en un artículo de 1996 reportó para carreteras rurales que la elasticidad de viajes en coches con respecto al tiempo de viaje es 0.67 en el corto plazo y 1.33 en el largo plazo y que éstos son los valores empleados en el programa de cómputo SMITE del FHWA.
- El National Highway Institute (1995) concluyó que la elasticidad para viajes por carretera con respecto al costo generalizado de los usuarios (tiempo de viaje y gastos financieros) es típicamente 0.5.

Por otro lado, el Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID) en su Guía para la evaluación de proyectos de carreteras establece que, de la evidencia de varios estudios de evaluación realizados en países en vía de desarrollo; establece el rango de 0.6 a 2.0 para los valores de elasticidad de la demanda de transporte. Siendo un valor promedio igual a 1. Las evidencias también sugieren que la elasticidad de la demanda para vehículos de pasajeros es usualmente mayor que la de los vehículos de carga.

En consecuencia, para el presente estudio se ha empleado una elasticidad de 0.5 para vehículos livianos y de 0.25 para transporte de carga y de pasajeros. Esta reducción busca reflejar que estos vehículos operan bajo un régimen de mercado que es menos flexible en cuanto a tarifas y horarios.

Para el presente estudio, el porcentaje de tránsito generado ha sido calculado aplicando los factores arriba mencionados han sido aplicados al cálculo del porcentaje de ahorros en costos de operación que tendrían los vehículos de pasajeros livianos, transporte público y vehículos pesados; a partir de los costos de operación vehicular (COV) que tendrían al circular en la vía en la situación “Con



Proyecto” y “Sin Proyecto” utilizado los valores deducidos en el Estudio Centroamericano de Transporte, elaborado por la SIECA, y que se presentan en la Tabla .

**TABLA 3.20: VALORES DE COV EN \$CA/KM**

Condición de carretera	Automóvil	Camión	Autobús
Buena	0.106	0.689	0.436
Regular	0.121	0.771	0.461
Pobre	0.141	0.857	0.491
Mala	0.168	0.949	0.530
Muy Mala	0.217	1.093	0.602

*Fuente: Estudio Centroamericano de Transporte, SIECA*

El debido a que el tránsito generado se registra en los primeros años de terminada la intervención de la vía, este porcentaje se ha aplicado de manera creciente en los primeros dos años.

Las tasas de crecimiento del tránsito generado, por tipo de vehículo, se presentan en la Tabla .

**TABLA 3.21: PORCENTAJE DE TRÁNSITO GENERADO (EN FUNCIÓN DEL TRÁNSITO NORMAL)**

CONDICION DEL CAMINO	COSTOS DE OPERACIÓN (\$CA/KM)		
	TRANSPORTE PRIVADO	TRANSPORTE PUBLICO	TRANSPORTE DE CARGA
SIN PROYECTO (Malo)	0.168	0.53	0.946
CON PROYECTO (BUENO)	0.106	0.436	0.689
% DE AHORRO	36.9%	17.7%	27.2%
ELASTICIDAD	0.5	0.25	0.25
<b>% TRANSITO GENERADO</b>	<b>18.5%</b>	<b>4.4%</b>	<b>6.8%</b>

Los porcentajes arriba citados se aplicarán en un 50% en el 2015 (primer año de puesta en servicio la mejora de la vía), llegando al 100% el año siguiente. La proyección del tránsito generado se presenta en la Tabla .

Tabla 3.22: proyección del tránsito generado

Año	Automóvil	Pickup	Microbus	Bus	C2	C3	T2S1	T2S2	T3S2	T3S3	TOTAL
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	7	39	0	0	11	1	0	0	0	0	58
2016	8	45	0	0	12	1	0	0	0	0	66
2017	9	49	0	0	13	1	0	0	0	0	72
2018	9	52	0	0	14	1	0	0	0	0	76
2019	10	56	0	0	16	1	0	0	0	0	83
2020	11	61	0	0	17	1	0	0	0	0	90
2021	12	65	0	0	18	1	0	0	0	0	96
2022	13	71	0	0	19	1	0	0	0	0	104
2023	14	76	0	0	21	1	0	0	0	0	112
2024	15	82	0	0	23	1	0	0	0	0	121
2025	15	84	0	0	23	2	0	0	0	0	124
2026	15	86	0	0	24	2	0	0	0	0	127
2027	16	88	0	0	24	2	0	0	0	0	130
2028	16	90	0	0	25	2	0	0	0	0	133
2029	16	93	0	0	25	2	0	0	0	0	136
2030	17	95	0	0	26	2	0	0	0	0	140
2031	17	97	0	0	27	2	0	0	0	0	143
2032	18	100	0	0	27	2	0	0	0	0	147
2033	18	102	0	0	28	2	0	0	0	0	150
2034	19	105	0	0	29	2	0	0	0	0	155
2035	19	107	0	0	29	2	0	0	0	0	157
2036	20	110	0	0	30	2	0	0	0	0	162
2037	20	112	0	0	31	2	0	0	0	0	165
2038	21	115	0	0	32	2	0	0	0	0	170
2039	21	118	0	0	32	2	0	0	0	0	173
2040	22	121	0	0	33	2	0	0	0	0	178
2041	22	124	1	0	34	2	0	0	0	0	183

### Proyección del tránsito de desarrollo

Debido al potencial de desarrollo económico que tiene la zona de influencia del proyecto; el cual se ve condicionado por el estado actual de la vía en estudio; se puede establecer que con la ejecución del proyecto seguramente se crearán las condiciones que darán pie al desarrollo económico de la zona. Lo anterior provocará nuevos flujos de tránsito que se han considerado de manera conservadora como un 5% del flujo normal y generado. Estos valores se presentan en el cuadro siguiente:

Año	Automóvil	Pickup	Microbus	Bus	C2	C3	T2S1	T2S2	T3S2	T3S3	TOTAL
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	7	39	0	0	11	1	0	0	0	0	58
2016	8	45	0	0	12	1	0	0	0	0	66
2017	9	49	0	0	13	1	0	0	0	0	72
2018	9	52	0	0	14	1	0	0	0	0	76
2019	10	56	0	0	16	1	0	0	0	0	83
2020	11	61	0	0	17	1	0	0	0	0	90
2021	12	65	0	0	18	1	0	0	0	0	96
2022	13	71	0	0	19	1	0	0	0	0	104
2023	14	76	0	0	21	1	0	0	0	0	112
2024	15	82	0	0	23	1	0	0	0	0	121
2025	15	84	0	0	23	2	0	0	0	0	124
2026	15	86	0	0	24	2	0	0	0	0	127
2027	16	88	0	0	24	2	0	0	0	0	130
2028	16	90	0	0	25	2	0	0	0	0	133
2029	16	93	0	0	25	2	0	0	0	0	136
2030	17	95	0	0	26	2	0	0	0	0	140
2031	17	97	0	0	27	2	0	0	0	0	143
2032	18	100	0	0	27	2	0	0	0	0	147
2033	18	102	0	0	28	2	0	0	0	0	150
2034	19	105	0	0	29	2	0	0	0	0	155
2035	19	107	0	0	29	2	0	0	0	0	157
2036	20	110	0	0	30	2	0	0	0	0	162
2037	20	112	0	0	31	2	0	0	0	0	165
2038	21	115	0	0	32	2	0	0	0	0	170
2039	21	118	0	0	32	2	0	0	0	0	173
2040	22	121	0	0	33	2	0	0	0	0	178
2041	22	124	1	0	34	2	0	0	0	0	183

### Proyección del tránsito de total

La proyección del tránsito total, (tránsito normal + tránsito generado + tránsito de desarrollo), se presenta en la Tabla .

Tabla 3.23: Proyección del tránsito total

Año	Automóvil	Pickup	Microbus	Bus	C2	C3	T2S1	T2S2	T3S2	T3S3	TOTAL
2012	97	544	8	6	166	11	0	1	2	1	836
2013	106	597	8	6	182	12	0	1	2	1	916
2014	117	655	8	6	200	13	0	1	2	1	1004
2015	145	810	8	6	233	15	0	1	3	1	1223
2016	169	946	8	6	260	17	0	1	3	1	1412
2017	182	1020	8	6	280	19	0	2	3	2	1521
2018	196	1098	8	6	302	20	0	2	3	2	1636
2019	211	1184	8	6	327	21	0	2	4	2	1764
2020	228	1276	9	6	351	23	0	2	4	2	1900
2021	245	1375	9	6	378	25	0	2	4	2	2047
2022	264	1483	9	6	408	27	0	2	4	2	2206
2023	285	1597	9	7	440	29	0	2	5	2	2376
2024	308	1721	9	7	474	31	0	3	5	3	2560
2025	315	1764	9	7	485	33	0	3	5	3	2622
2026	322	1807	9	7	497	33	0	3	5	3	2686
2027	330	1852	9	7	509	34	0	3	5	3	2752
2028	338	1896	9	7	522	35	0	3	6	3	2819
2029	346	1944	9	7	534	36	0	3	6	3	2886
2030	355	1991	9	7	548	36	0	3	6	3	2958
2031	364	2040	9	7	562	37	0	3	6	3	3031
2032	373	2091	9	7	575	38	0	3	6	3	3105
2033	382	2142	9	7	589	39	0	3	6	3	3182
2034	392	2195	9	7	604	40	0	3	6	3	3261
2035	400	2249	10	7	618	41	0	3	7	3	3337
2036	411	2304	10	7	633	42	0	3	7	3	3422
2037	420	2360	10	7	649	43	0	3	7	3	3503
2038	432	2418	10	7	665	44	0	4	7	4	3591
2039	442	2478	10	7	681	45	0	4	7	4	3678
2040	453	2539	10	7	698	46	0	4	9	4	3769
2041	464	2601	11	8	715	47	0	4	9	4	3862

## I) Políticas de mantenimiento

Los costos de inversión son aquellos costos que alcanzan las soluciones técnicas que se quieren aplicar a los diferentes tramos de la Red Vial para optimizar los viajes de los usuarios en cuanto a comodidad y costo, el cual será complementado con sus respectivas políticas de mantenimiento para asegurar su conservación a través del tiempo. Para las comparaciones respectivas para el análisis del estudio, los costos de mantenimiento se establecen, tanto para la situación “sin proyecto”, como “con proyecto”.

Para la situación actual o “sin proyecto” y para las alternativas técnicas constructivas de solución a ser analizadas, con pavimento flexible y con pavimento rígido, se han considerado diversas actividades de mantenimiento a ser aplicadas en forma combinada en cada una de ellas.

Para el caso de la Alternativa Base o Alternativa de comparación “sin proyecto”, se considera aplicar actividades de mantenimiento limitado, en función a las características actuales que presentan los tramos del proyecto.

**Tabla 3.24 - Alternativa Base: Mantenimiento Vía Pavimentada Sin Proyecto**

TAREAS	CAPA DE RODADURA	ACTUA CION	CRITERIO DE INTERVENCION	COSTOS UNITARIOS		EFECTOS
				FINAN / ECON	UNID	
SELLADO DE FISURAS	BITUMINOSA	SELLADO	Cuando las fisuras estructurales anchas sean $\geq$ al 20%	5.35/ 4.49	KM/Año	
PARCHADO	BITUMINOSA	PARCHADO	Cuando el N° de baches sea $\geq$ 3 /Km. (bacheo superficial)	24.35/ 20.45	m2	Solo baches: 100%
REPARACIÓN DE BORDES	BITUMINOSA		Edgebreak $\geq$ 1.5 m2/km.	19.58 / 16.06	m2	Roturas de bordes al 100%
MANTENIMIENTO RUTINARIO	BITUMINOSA	M. DRENAJE	1 vez por año	2560/ 2100	Por Km.	

Fuente: Elaboración propia sobre la base del Estudio “Mejoramiento de la Red Vial de la Zona Norte de El Salvador”, Consulta Parsons Brinckerhoff. Feb. 2009

Para las alternativas con pavimento flexible en la situación “con proyecto”, se han considerado una alternativa de mantenimiento con un refuerzo de micro pavimento, cuyas características se describe en la Tabla a continuación.

**Tabla 3.25 - Refuerzo para Vías del Proyecto Con Pavimento Flexible**

TAREAS	CAPA DE RODADURA	MATERIAL DE LA SUPERFICIE	DISEÑO	CRITERIO DE INTERVENCION	COSTOS UNITARIOS		EFECTOS
					FINAN / ECON US\$	UNID	
REPARACIÓN DE BORDES	BITUMINOSA			Edgebreak $\geq$ 1.5 m2/km.	19.58 / 16.06	m2	Roturas de bordes al 100%
SELLO	BITUMINOSA	CAPE SEAL	Sellado de capa Espesor= 12 mm. Coef. Resistencia Estación Seca = 0.5	Cuando el área dañada llegue al $\geq$ 20%	4.36 / 3.66	m2	IRI y roderas calculadas por el modelo
	Costos Unitarios de trabajos complementarios			Bacheo	24.35 / 20.45	m2	IRI = 4
				Reparación bordes	20.00 / 16.80	m2	
				Sellado de fisuras	5.35 / 4.49	m2	
MANTENIMIENTO DE RUTINARIO	BITUMINOSA			1 VEZ POR AÑO,	1000/840	KM/Año	
BACHEO SUPERFICIAL	BITUMINOSA	PARCHADO 100%		Cuando el área dañada $\geq$ 10%	24.35 / 20.45	m2	Solo baches: 100%

Fuente: Elaboración propia, sobre la base del Estudio “Mejoramiento de la Red Vial de la Zona Norte de El Salvador”, Consulta Parsons Brinckerhoff. Feb. 2009

## 4) EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación del proyecto se basa en los beneficios generados por el ahorro en el costo de operación de vehículos y por la reducción de los tiempos de viaje al circular por la carretera una vez ejecutado el proyecto.

Los beneficios que se derivan de la implementación del proyecto han sido agrupados en las siguientes categorías:

- Ahorros en los costos de operación de los vehículos. El método empleado para la estimación de estos beneficios es el de los excedentes al consumidor.
- Ahorros en el tiempo de los pasajeros. La ejecución del proyecto trae una disminución en el tiempo de recorrido debido a un aumento de la velocidad de circulación. Se deben diferenciar entre los viajes realizados por motivos de trabajo y el análisis debe centrarse sobre la posibilidad de emplear productivamente el tiempo ahorrado. Este enfoque se basa en la teoría de la productividad marginal; para esto se adopta, como valoración del tiempo, un promedio del salario horario predominante.

La estimación de los beneficios mencionados se calcularon con el modelo HDM 4, una vez se le ha suministrado los datos requeridos respecto a:

- Características de la carretera
- Volúmenes de tráfico y tasas de crecimiento
- Monto de inversión de la obra
- Políticas de mantenimiento
- Período de análisis y tasa de descuento

A continuación el detalle de cada uno de ellos:

### 4.1. Características de la Carretera

Para efecto del análisis del proyecto en estudio. Se tomarán los siguientes parámetros:

**Tabla 4.1 – Características de la Carretera**

ACTIVIDAD	ESCENARIO	
	ACTUAL	CON PROYECTO
PARÁMETRO		
LONGITUD	17.62	
No. DE CARRILES	2	2
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA <sup>5</sup>	TERCIARIA MODIFICADA	TERCIARIA MODIFICADA
TPDA 2012	836	
ANCHO CARRIL (Promedio) (Metros)	3.00	3.00

<sup>5</sup> Según la clasificación establecida por el MOP a partir de la Ley de Carreteras y Caminos Vecinales.

ACTIVIDAD	ESCENARIO	
PARÁMETRO	ACTUAL	CON PROYECTO
ANCHO HOMBROS (Promedio) (Metros)	0.00	1.00
ANCHO DERECHO DE VÍA (Metros)	20.00	20.00

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los diseños conceptuales UIPC

Es importante señalar que para el análisis del programa HDM-4 se han retomado los valores de daños existentes: IRI, la severidad de cocodrilo y los huecos del Estudio Básico de la Carretera (ver capítulo: Ingeniería del Proyecto), y para el primero, se ha inferido el promedio de los IRI; para los siguientes se han estimado los valores correspondientes a fisuras y baches del Estudio Básico conforme a las valores requeridos por el HDM-4.

#### 4.2. Volúmenes de tráfico y tasas de crecimiento

De acuerdo a las proyecciones de los volúmenes de tránsito, en base a la posibilidad de éxito en el logro de las metas de crecimiento establecidas.

Se considera adecuado establecer tasas de crecimiento del tránsito inicial conforme a las hipótesis planteadas para la proyección del tránsito en el horizonte de análisis del proyecto, y aplicándolas a la proyección se obtienen los siguientes datos:

**Tabla 4.2 – Tasas de Crecimiento**

TASA DE CRECIMIENTO	PERIODOS CRECIMIENTO		
PERIODOS	2011-2014	2015-2024	2025-2034
Tasa de crecimiento Liviano Pasajero	9.70%	7.80%	2.50%
Tasa crecimiento Pesado Pasajero	0.80%	0.80%	0.80%
Tasa de crecimiento Pesado Carga	9.70%	7.80%	2.50%
Tasa de crecimiento Tránsito Generado	Ver Estudio Tránsito	Ver Estudio Tránsito	Ver Estudio Tránsito
Tasa de crecimiento Tránsito de Desarrollo	Ver Estudio Tránsito	Ver Estudio Tránsito	Ver Estudio Tránsito

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Estudio de Tránsito, SDK Ingenieros 2012

Tabla 4.3 – Volúmenes de Tránsito

	Situación Actual o Sin Proyecto (al 2012)		Situación con Proyecto (al 2033)	
<b>TPDA</b>	<b>836</b>	<b>100.00%</b>	<b>3,180</b>	<b>100.00%</b>
AUTO	97	11.60%	382	12.01%
PICK-UP	544	65.07%	2,142	67.36%
MICROBUS	8	0.96%	9	0.28%
AUTOBUS	6	0.72%	7	0.22%
C2	166	19.86%	589	18.52%
C3	11	1.32%	39	1.23%
T2-S1	0	0.00%	0	0.00%
T2-S2	1	0.12%	3	0.09%
T2-S3	0	0.00%	0	0.00%
T3-S2	2	0.24%	6	0.19%
T3-S3	1	0.12%	3	0.09%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Estudio de Tránsito, SDK Ingenieros 2012

#### 4.3. Cálculo de costos económicos de inversión

El costo financiero de inversión del proyecto asciende a US \$ 18.3 millones, incluyendo los montos correspondientes a supervisión y a adquisición del derecho de vía.

Tabla 4.4 - Monto de Inversión de la Obra

Nombre de la Actividad	Monto en US\$ Millones
<b>Longitud (Kms)</b>	<b>17.61</b>
Construcción (1)	\$14683,179.64
Supervisión (2)	\$1115,044.25
Derechos de vía (3)	\$1328,509.04
<b>Total MCC (1+2+3)</b>	<b>\$17126,732.93</b>
IVA (de 1 y 2)	\$2053,769.11
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$19180,502.03</b>
Costo Fin. x Km.	\$1089,182.40
Costo Econ. x Km.	\$893,129.57

#### 4.4. Políticas de Construcción y de Mantenimiento

##### a) Alternativa de Pavimento consideradas en el análisis

La alternativa de pavimento evaluadas, corresponden a la estructura resultante del estudio del revestimiento de la vía, el cual sugiere evaluar la siguiente estructura:



Alternativa Base:

- Rodadura: Concreto Asfáltico espesor de 9 cm (Numero Estructural Total: 2.20)
- Base tratada con suelo cemento, espesor de 15 cm
- Subbase estabilizada con cal.

Alternativa con Proyecto:

- Rodadura: Concreto Asfáltico espesor de 9 cm (Numero Estructural Total: 3.49)
- Base tratada con suelo cemento, espesor de 15 cm
- Subbase granular CBR >30%, espesor de 20 cm

A continuación se presenta un resumen de los costos:

**Tabla 4.5 - Datos de Costos de Construcción y Mantenimiento Utilizados en el Análisis Económico**

Alternativas	Costo Financiero	Costo Económico
<b>Alternativa Base o Sin Proyecto</b>		
• Bacheo superficial por m2 utilizando mezcla en caliente	24.35	19.97
• Sello de Fisuras por Km/año	5.35	4.49
• Mantenimiento rutinario por km	2560.00	2150.40
• Reparacion de borde por km	19.58	16.45
<b>Alternativa con Proyecto: Pavimento Flexible</b> (estructura con rodadura de concreto asfáltico en caliente) (Costos Financieros)		
• Costo inicial de construcción por Km.		
• Capa de sello, por m2.	4.36	3.66
• Sello de Fisuras por Km/año	4.36	3.66
• Bacheo superficial por m2 utilizando mezcla bituminosa	24.35	20.45
• Reparación de bordes por m2	19.58	16.45
• Mantenimiento rutinario por km.	1000.00	840.00
<b>Alternativa :</b>		
• Colocación		0.00
		0.00
		0.00

Fuente: Elaboración propia sobre la base del estudio de Consulta Parsons Brinckerhoff

Para obtener los costos económicos, se ha multiplicado el monto financiero por el factor 0.82.

En cuanto a la velocidad de los vehículos se estima que se mantendrá en 90 kph, para ambas alternativas, con la salvedad que en la situación con proyecto existen restricciones de circulación que limitan la misma; y en cambio en la condición con proyecto se podrá alcanzar velocidades mayores con niveles de seguridad aceptables

#### **4.5. Período de Análisis y Tasa de Descuento**

Período de análisis de 23 años a partir de su apertura; en la evaluación económica la carretera deberá recibir un adecuado nivel de mantenimiento rutinario y periódico para ambas alternativas consideradas.

La tasa de comparación para el análisis de la evaluación económica, ha sido establecida por la Millenium Challenge Corporation en 10%.

Para la conversión de los costos financieros presentados, se ha empleado un único factor de 0.82 aplicado al costo total. Este factor toma en cuenta la deducción de los impuestos y otras transferencias internas y su validez se ha establecido en otros proyectos similares en los cuales se ha hecho un análisis detallado de la composición de todos los costos unitarios.

A continuación se presentan resultados

#### **4.6. Cálculo de los Indicadores Económicos**

La información financiera consiste en identificar y ordenar los ítems de inversión, costos o ingresos que pueda deducirse de los estudios previos; sin embargo y debido a que la información financiera obtenida ha sido sujeta a supuestos o estimaciones, los resultados obtenidos constituyen un indicativo suficiente para la gestión que demuestra la rentabilidad del proyecto, posteriormente deberá elaborarse el plan de negocio correspondiente.

##### **a) Valor Actual Neto**

El Valor actual neto también conocido valor actualizado neto (en inglés Net Present Value), cuyo acrónimo es VAN (en inglés NPV), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

El método de valor presente es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

En donde:

$V_t$ , representa los flujos de caja en cada periodo t.

$I_0$ , es el valor del desembolso inicial de la inversión.

$n$ , es el número de períodos considerado.

El tipo de interés es k, se utilizará el coste de oportunidad.

Al sustituir en la formula presentada los valores del flujo neto, se obtiene que el Valor Actual Neto para el escenario analizado es:

## H D M - 4 Resumen del análisis económico

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: USU08S, TRAMO: SN MARCOS LEMPA - LA CANOA

Fecha ejecución: 07-12-2012

Este informe muestra los beneficios económicos totales usando:

Moneda: US Dollar (millones).

Tasa de descuento: 10.00%.

Alternativa: Alternativa con Proyecto vs Alternativa Base

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en costes de tiempo de viaie de TM	Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes de viaje y de operacion de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Economico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	12.59	-0.59	0.00	104.73	22.66	0.00	0.00	0.00	115.40
Descontados	12.87	-0.16	0.00	29.70	6.73	0.00	0.00	0.00	23.73

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 24.3% (No. de soluciones = 1)

## b) Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir".

En términos simples en tanto, se conceptualiza como la tasa de interés (o la tasa de descuento) con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.

Es la tasa que iguala la suma del valor actual de los gastos con la suma del valor actual de los ingresos previstos:

$$\sum_{i=1}^N VPI_i = \sum_{i=1}^N VPC_i$$

La Tasa Interna de Retorno TIR es el tipo de descuento que hace igual a cero el VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

Donde:

$F_t$ , es el Flujo de Caja en el periodo t.

$n$ , es el número de periodos.

$I$ , es el valor de la inversión inicial.

De igual forma utilizando los valores del flujo neto o flujo de caja proyectado, se obtiene la Tasa Interna de Retorno, en términos porcentuales, y es igual a:

Indicador	Porcentaje
TIR (%)	24.3%

## c) Decisión financiera

El Valor Actual Neto es muy importante para la valoración de inversiones si su valor es mayor a cero, el proyecto es rentable, considerándose el valor mínimo de rendimiento para la inversión.

Puede considerarse también la interpretación del VAN, en función de la creación de valor para la empresa:

- Si el VAN de un proyecto es positivo, el proyecto crea valor.
- Si el VAN de un proyecto es negativo, el proyecto no genera valor.
- Si el VAN de un proyecto es cero, el proyecto no crea ni destruye valor.

La Tasa Interna de Retorno es un indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad.

Se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión. Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR- supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

Para cuantificar los valores anuales correspondientes a los beneficios se utilizó el modelo HDM 4.

Del flujo de beneficios netos del proyecto se obtiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) del **24.3%** anual y descontando los costos y beneficios a su valor presente con una tasa de actualización del 10% anual se tiene que el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto es **US\$ 23.73 millones**.

Los indicadores muestran que el proyecto tal como ha sido concebido representa una inversión rentable.

## 5) CONCLUSIONES

La evaluación económica del proyecto indica que el proyecto es rentable, lo cual justifica que se proceda con la siguiente fase que es la elaboración del estudio de factibilidad y diseño final.

Del análisis realizado se concluye la conveniencia de ejecutar el proyecto a la mayor brevedad posible para materializar los beneficios calculados ya que la situación sin proyecto produce altos costos de operación de los vehículos debido a los niveles de congestión existentes y previsibles a futuro. La ejecución del proyecto traerá una disminución inmediata de estos costos y la generación de un ahorro sustancial.

Una vez construido el proyecto, esta carretera debe incluirse en una programación rigurosa de mantenimiento rutinario y preventivo para garantizar un adecuado comportamiento de los elementos sustantivos de la vía.