

**REPUBLICA DE EL SALVADOR  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTE  
VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO  
VICEMINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS**

**CONTRATO No. 106/2001**

**PROYECTO:  
APERTURA CONEXIONES NEJAPA - APOPA -  
TRONCAL DEL NORTE Y BOULEVARD CONSTITUCION  
TRAMO I**



**MEMORIA DESCRIPTIVA**

**Presentada por:  
Constructora Nacional, S.A.  
conasa**

**Calle la Ceiba # 256, Block 120, Colonia Escalón  
San Salvador, El Salvador**

## **INTRODUCCIÓN**

En este documento, CONASA presenta la memoria descriptiva, para cumplir con lo establecido en el contrato N° 106/2001, en lo que respecta a la realización del diseño y construcción del Proyecto de apertura de Interconexión nueva CA-1 con la carretera Apopa – Sitio del Niño.

Este memoria contiene la descripción de las actividades técnicas que se desarrollaron durante la ejecución del proyecto antes mencionado.

## **DESCRIPCION DEL PROYECTO**

El Proyecto consistió en la elaboración del diseño final y Construcción de Interconexión Nueva CA-1 con Carretera Apopa – Sitio del Niño, Tramo 1; este tramo inicia en la intersección de la carretera Apopa – sitio del Niño en las inmediaciones del sector conocido como desvío al Cantón El Salitre, en las cercanías de la planta de Embotelladora Salvadoreña S.A. de C.V., a 1.3 km. de la entrada al poblado de Nejapa del Departamento de La Libertad, y se desarrolla en dirección sur-oriente, y finaliza justo antes de la intersección a construirse en las cercanías de la planta Nejapa Power, donde empalma con el tramo 2 del Departamento de San Salvador.

El tramo que nos ocupa es un terreno rural donde se realizó la apertura de la carretera con características especiales, con una longitud de 5.0 Km., donde actualmente el uso de la tierra en su totalidad es de vocación agrícola, predominando el cultivo de cañales y cafetales.

## ANTECEDENTES

En el mes de septiembre el Ministerio de Obras promovió la licitación N 23/2001 del Proyecto de Apertura de Conexiones Nejapa – Apopa \_ troncal de Norte y Boulevard Constitución, Tramo 1, de la cual nuestra Empresa formo parte del grupo de oferentes, resultando ganadora, lo cual nos fue notificado mediante resolución N 103/2001 de fecha de siete de diciembre de 2001, habiéndose nos dado la Orden de Inicio a partir del 3 de enero de 2002 mediante nota Of. MOP-DEUCP-1239/2001 con fecha 19 de diciembre de 2001.

Los Trabajos principales a realizar, comprenden la elaboracion del Diseño Final y la Construcción del Proyecto, el cual consiste básicamente en: el diseño de un intercambiador a dos niveles y la construcción de una intersección a nivel en el inicio del proyecto, y las obras de ingeniería y construcción necesarias para una vía de clasificación Especial, con acceso restringido, de dos carriles por sentido, separados por una mediana central adecuada para la expansión futura a tres carriles por sentido.

***DISEÑO DE PAVIMENTO***

## **PROYECTO: APERTURA CONEXIONES NEJAPA – APOPA – TRONCAL DEL NORTE Y BOULEVARD CONSTITUCIÓN, TRAMO 1**

### **DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO**

Uno de los aspectos mas importantes dentro de los Proyectos de carreteras es la evaluación y diseño estructural de la superficie de rodamiento, la cual en función de muchas variables, entre las que podemos mencionar son: el trafico, importancia de la vía, drenajes, tipos de suelos predominantes a lo largo de la vía, características ingenieriles de los materiales que se utilizaran en el la estructura, etc.

### **DISEÑO DEL PAVIMENTO**

Para el diseño de la estructura de pavimento se ha tomado la metodología y los criterios de diseño propuestos por la AASHTO (1993), los cuales son de uso común en ingeniería de carreteras. Estos métodos consideran una serie de variables de las cuales podemos mencionar por el orden de importancia:

- La clasificación de la carretera.
- Volumen del trafico
- Periodo de diseño
- Propiedades de los materiales
- Factores ambientales

Para el diseño de la Estructura de pavimento del Proyecto que nos ocupa y utilizando el método mencionado anteriormente, utilizaremos una estructura cuya composición consistirá en una capa de rodadura de concreto hidráulico y una capa de sub-base con suelo del lugar estabilizada con cemento apoyada en una subrasante de suelo natural.

### **Periodo de Análisis**

Dada la importancia de la Vía y de acuerdo con lo especificado en la Cláusula "10-01 INTRODUCCION" para el Tramo 1 y de las Condiciones Técnicas numeral III.7 Pavimentos, se ha considerado un periodo de diseño de 25 años para la estructura de pavimento.

### **Trafico**

Una de las variables de gran importancia, en el método de la AASHTO para el diseño de una estructura de pavimento, es la determinación del numero y tipo de vehículos que circularan por dicha vía. Esta variable es reflejada en el método a través del ESAL, el cual se define como el numero de aplicaciones de carga de ejes equivalentes de 18 kips, que la estructura de pavimento deberá de soportar a través de su vida útil de 25 años.

El ESAL se determina a partir del estudio de transito realizado por nuestra Empresa para el tramo objeto de estudio, el cual toma como base la realización de conteos y estudios de origen y destino, en una serie de puntos o zonas de estudio que toma como referencia todo el trafico que se espera incida la circulación por dicho tramo. Por lo cual el ESAL se determino a partir del conteo y composición del estudio anteriormente mencionado.

Las cargas por eje para cada tipo de vehículo fueron obtenidas del **Acuerdo Regional sobre Límites Máximos de Pesos y Dimensiones para Vehículos de Carga Internacional en Carreteras de Centroamérica**, los cuales son:

**CUADRO N° 1**

VEHICULO	TIPO DE EJE	CARGA POR EJE	
		Tón.	Kips
Livianos de Pasajeros	Simple (Delantero)	1.0	2.2
	Simple (Trasero)	1.0	2.2
Microbuses	Simple (Delantero)	1.0	2.2
	Simple (Trasero)	2.5	5.5
Pesados de Pasajeros	Simple (Delantero)	5.0	11.0
	Simple Dual (Trasero)	9.0	19.8
C-2	Simple (Delantero)	5.0	11.0
	Simple Dual (Trasero)	10.0	22.0
C-3	Simple (Delantero)	5.0	11.0
	Tandem (Trasero)	16.5	36.3
T3-S2	Simple (Delantero)	5.0	11.0
	Tandem (Delantero)	16.0	35.2
	Tandem (Trasero)	16.0	35.2
T3-S3	Simple (Delantero)	5.0	11.0
	Tandem (Delantero)	16.0	35.2
	Tridem (Trasero)	20.0	44.0

Para la composición del tráfico se determinó de acuerdo al estudio de tránsito, para tres tramos de la carretera, los cuales son:

- Tramo A desde el Km. 0+000 al Km. 1+000
- Tramo B desde el Km. 1+000 al Km. 5+000
- Tramo C desde Km. 0+290 hacia la Población de Nejapa

La composición del tránsito se indican en los cuadros que mas adelante se muestran de manera siguiente:

- Para el Tramo A desde el 0+000 al 1+000 cuadro N° 2
- Para el Tramo B desde el 1+000 al 5+000 cuadro N° 3
- Para el Tramo C desde 0+290 hacia la Población de Nejapa cuadro N° 4

La tasa de crecimiento anual proyectada para los diferentes tramos y de acuerdo al estudio de tráfico realizado son las siguientes:

- Para el Tramo A desde el Km. 0+000 al Km. 1+000 la tasa de crecimiento es de 3.51 %
- Para el Tramo B desde el Km. 1+000 al Km. 5+000 la tasa de crecimiento es de 3.73 %
- Para el Tramo C desde Km. 0+290 hacia la Población de Nejapa la tasa de crecimiento es de 2.71%.

Sin embargo estas, no se utilizaron debido a que se tiene un estudio de trafico con proyección total a veinticinco años. Para efectos de este diseño se utilizo la totalidad del trafico.

**CUADRO N° 2**

**TRAFICO FUTURO TRAMO A Km. 0+000 AL Km. 1+000**

**ALTERNATIVA ALTA EN UNA DIRECCION**

AÑO	TPDA	LIVIANO	PESADO PASAJEROS		PESADO DE CARGA			
			MBUS	BUS	C2	C3	T3S2	T3S3
2002								
2003								
2004	4,485	3,137	252	182	708	96	87	23
2005	4,639	3,254	258	186	726	100	90	24
2006	4,799	3,377	265	191	744	105	93	25
2007	4,966	3,503	272	196	763	110	96	26
2008	5,139	3,635	279	201	783	115	100	27
2009	5,320	3,772	286	206	805	122	103	28
2010	5,509	3,913	293	211	828	129	106	29
2011	5,700	4,062	301	216	847	134	110	30
2012	5,897	4,216	308	222	868	139	114	31
2013	6,102	4,376	316	227	888	144	118	32
2014	6,314	4,542	324	233	910	149	122	34
2015	6,533	4,714	333	239	931	155	126	35
2016	6,762	4,896	341	245	953	160	130	36
2017	7,000	5,085	350	251	975	166	135	37
2018	7,246	5,281	359	258	998	172	139	39
2019	7,501	5,485	369	264	1,021	178	144	40
2020	7,765	5,697	378	271	1,045	184	148	42
2021	8,040	5,917	388	278	1,070	191	153	43
2022	8,324	6,145	398	285	1,095	198	158	44
2023	8,619	6,382	409	293	1,121	205	164	46
2024	8,925	6,628	420	300	1,148	212	169	48
2025	9,243	6,884	431	308	1,176	220	175	49
2026	9,571	7,150	442	316	1,204	228	180	51
2027	9,912	7,426	454	324	1,233	237	186	53
2028	10,264	7,713	466	332	1,261	245	192	55
<b>TOTALES</b>	<b>174,575</b>	<b>127,190</b>	<b>8,691</b>	<b>6,232</b>	<b>24,103</b>	<b>4,095</b>	<b>3,340</b>	<b>924</b>

FUENTE: CUADRO 8.1 + CUADRO 8.2 + CUADRO 8.6

**CUADRO N° 3**

**TRAFICO FUTURO TRAMO B Km. 1+000 AL Km. 5+000**

**ALTERNATIVA ALTA EN UNA DIRECCION**

AÑO	TPDA	LIVIANO	PESADO PASAJEROS		PESADO DE CARGA			
			MBUS	BUS	C2	C3	T3S2	T3S3
2002								
2003								
2004	3,415	2,844	23	12	385	76	52	23
2005	3,539	2,948	24	12	397	79	54	24
2006	3,668	3,057	25	13	409	83	56	25
2007	3,803	3,171	26	13	422	88	58	26
2008	3,944	3,288	26	14	436	92	61	27
2009	4,091	3,410	27	14	452	98	63	28
2010	4,245	3,536	28	15	468	104	65	29
2011	4,401	3,670	29	15	482	108	68	30
2012	4,563	3,809	30	16	495	112	70	31
2013	4,731	3,952	31	16	510	116	73	32
2014	4,906	4,102	33	17	524	120	76	34
2015	5,086	4,257	34	18	539	125	79	35
2016	5,277	4,423	35	18	554	129	81	36
2017	5,476	4,596	36	19	569	134	84	37
2018	5,681	4,775	38	20	584	138	87	39
2019	5,895	4,962	39	21	600	143	90	40
2020	6,116	5,156	41	21	616	148	93	42
2021	6,347	5,357	43	22	633	153	96	43
2022	6,587	5,566	44	23	651	159	100	44
2023	6,836	5,784	46	24	669	164	103	46
2024	7,095	6,009	48	25	688	170	107	48
2025	7,363	6,244	50	26	707	177	110	49
2026	7,642	6,488	52	27	727	183	114	51
2027	7,932	6,741	54	28	747	190	118	53
2028	8,230	7,005	56	29	767	196	122	55
<b>TOTALES</b>	<b>136,873</b>	<b>115,149</b>	<b>920</b>	<b>480</b>	<b>14,032</b>	<b>3,285</b>	<b>2,083</b>	<b>924</b>

FUENTE: CUADRO 8.1 + CUADRO 8.2 + CUADRO 8.6

**CUADRO N° 4**

**TRAFICO FUTURO TRAMO C  
TRAFICO QUE SEGUIRA UTILIZANDO LA CARRETERA APOPA -  
QUEZALTEPEQUE**

**ALTERNATIVA ALTA EN UNA DIRECCION**

AÑO	TPDA	LIVIANO	PESADO PASAJEROS		PESADO DE CARGA			
			MBUS	BUS	C2	C3	T3S2	T3S3
2002								
2003								
2004	1,070	294	229	170	323	20	35	0
2005	1,100	306	235	174	329	21	36	0
2006	1,131	319	240	178	335	22	37	0
2007	1,163	333	246	182	341	22	38	0
2008	1,195	347	252	187	347	23	39	0
2009	1,229	362	258	191	353	24	40	0
2010	1,264	377	265	196	359	25	41	0
2011	1,298	392	271	201	366	26	42	0
2012	1,334	407	278	206	372	27	44	0
2013	1,370	423	285	211	379	28	45	0
2014	1,408	440	292	216	385	29	46	0
2015	1,447	457	299	221	392	30	47	0
2016	1,485	473	306	227	399	31	49	0
2017	1,524	489	314	232	406	32	50	0
2018	1,565	506	321	238	414	34	52	0
2019	1,606	523	329	244	421	35	54	0
2020	1,648	541	337	250	429	36	55	0
2021	1,692	560	346	256	437	38	57	0
2022	1,737	579	354	262	444	39	59	0
2023	1,783	599	363	268	452	41	60	0
2024	1,831	619	372	275	460	42	62	0
2025	1,879	640	381	282	469	44	64	0
2026	1,929	662	390	289	477	45	66	0
2027	1,981	685	400	296	485	47	68	0
2028	2,033	708	409	303	494	49	70	0
<b>TOTALES</b>	<b>37,702</b>	<b>12,041</b>	<b>,772</b>	<b>5,752</b>	<b>10,071</b>	<b>810</b>	<b>1,257</b>	<b>0</b>

FUENTE: CUADRO 8.6 - CUADRO 8.7

El coeficiente de distribución de dirección  $D_D$  a utilizar será de 0.5, y el número de carriles por dirección es de dos (2) por lo que el coeficiente de carril  $D_L$  será de 0.80 (AASHTO 93 sección 2.1.2 Trafico)

### **Confiabilidad**

La confiabilidad se define como la probabilidad que la serviciabilidad de la carretera pueda mantenerse en adecuados niveles de servicio desde el punto de vista del usuario dentro del periodo de diseño de la vía. La confiabilidad que la AASHTO 93 recomienda para este tipo de vía se encuentra entre 80 y 99% (Tabla 2.2 de la sección 2.1.3 Confiabilidad), por lo que para nuestro diseño utilizaremos las siguientes:

- Tramo A desde el Km. 0+000 al Km. 1+000 = 90%
- Tramo B desde el Km. 1+000 al Km. 5+000 = 95%
- Tramo C desde Km. 0+290 hacia la Población de Nejapa = 95%

### **Criterio de Serviciabilidad**

El criterio de serviciabilidad de una estructura de pavimento se define como la habilidad para servir al tipo de tráfico (automóviles y camiones) que usan la carretera.

### **Serviciabilidad Inicial**

La primera medida de la serviciabilidad ocurre con el índice de serviciabilidad presente ( $PSI_i$ ) que oscila entre 0 (carretera imposible de transitar) y 5 (carretera perfecta). La serviciabilidad inicial que se ha tomado para nuestro diseño es de 4.5

### **Serviciabilidad Terminal**

La serviciabilidad final o índice de serviciabilidad final ( $PSI_f$ ) está basado en el más bajo índice que puede ser tolerado antes de que sea necesario realizar una rehabilitación, reconstrucción o refuerzo estructural de la carretera. La AASHTO 93 recomienda un índice de 2.5 (AASHTO 93 sección 2.2.1 Serviciabilidad)

## **PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO**

### **Modulo de Resiliencia de las diferentes capas que componen la estructura de pavimento**

#### **Modulo de Resiliencia de la subrasante**

El modulo de resiliencia de la subrasante ha sido estimado a partir de los ensayos de contraste realizado por nuestra Empresa, ya que inicialmente se habían realizado una

serie de ensayos por una Empresa subcontratada para esto, de cuyos resultados se tenía cierta duda, que surgió a partir de la investigación de la calibración de los equipos con los cuales se estaban realizando dichos ensayos.

A continuación se presenta el cuadro resumen N° 5 de los resultados obtenidos de los ensayos de contraste de los CBR realizados por nuestra Empresa

### CUADRO N° 5

#### CUADRO DE RESULTADOS DE CBRS, PROCTOR Y HUMEDADES

ESTACION	LADO	PROF EN mts.	CBR		PROCTOR		HUMEDAD
			90%	95%	Kg/M3	Lbs/Pie3	OPTIMA
0+300	DER.	2.15	10	18	1434	89.50	21.70
0+300	DER.	4.20	40	57	1361	85.00	16.80
0+600	IZQ.	5.00	48	60	1748	109.10	15.90
0+600	L.I.	3.10	11	23	1477	92.20	17.60
0+600	L.I.	5.00	48	60	1748	109.10	15.90
1+200	DER.	2.60	22	51	1416	88.40	25.10
1+800	L.I.	0.70	13	17	1462	91.30	20.75
1+800	L.I.	2.20	7	8	1448	90.40	26.80
2+100	LC.	2.00	9	18	1490	93.00	25.10
2+100	LC.	0.80		14	1376	85.90	22.80
2+400	L.D.	1.50	12	18	1541	96.20	20.70
3+000	LC.	5.30	8	10	1624	101.40	20.50
3+100	LC.	2.60		9	1346	84.00	16.80
3+900	LC.	5.00	39	41	1310	81.80	26.30
3+900	LC.	6.00	21	23	1078	67.30	43.60
5+000	DER.	2.00	18	26	1443	90.10	17.40

Los materiales detectados a lo largo del tramo, se realizaron 15 pozos a cielo abierto, de los cuales se tomo el numero de ensayos mas representativos para determinar un CBR de diseño promedio de 17%, y tomando en cuenta los criterios utilizados por las AASHTO 93 en el Apéndice FF, mediante lo cual establece la correlación entre el modulo de resiliencia y el CBR, utilizando una escala de comparación de los resultados medidos en dicha investigación. La propuesta usada para el desarrollo de la correlación consiste en calcular la respuesta de la sección de la estructura de pavimento al aplicar una carga de 18 Kips. El modulo de elasticidad del terraplén o subrasante se consideran de mala calidad para valores abajo de  $E_3 = 3,000$  psi; valores entre 3,000 a 7,000 psi suelos de calidad regular y valores de 7,000 a 15,000 psi suelos de buena calidad.

La AASHTO determina en el Apéndice FF las ecuaciones siguientes para determinar la correlación del  $M_R$  y el CBR

$$M_R = 1,500 \times \text{CBR} \quad (\text{psi})$$

Ec. 2.31

Pero esta ecuación es de carácter general para suelos finos, con valores no mayores al 10% del CBR determinado en el laboratorio o in situ, pero la AASHTO 93 determina en el mismo Apéndice una correlación para determinar el  $M_R$  para CBR de laboratorio mayores de 10% la cual es  $M_R = 2.1439 * \text{CBR}^{0.6592} * 10^3$  (psi).

Para el diseño de la estructura de pavimento con un CBR de 17% se tomo un modulo de resiliencia de 13,877.67 psi

El modulo de reacción calculado bajo las condiciones establecidas anteriormente es de  $K = 1,506$  psi/pul.

### **Modulo de Resiliencia de la Subbase**

El material para tipo de subbase que se utilizo para el diseño de la estructura de pavimento es de una mezcla del mismo material (suelos del tipo arenoso – arena limosa) del lugar con cemento. El modulo de resiliencia que la AASHTO 93 (sección 2.4.3 tabla 2.7 y nomograma 2.8) recomienda para este tipo de mezcla con una resistencia a la compresión a los 7 días de  $25 \text{ kg/cm}^2$  (350 psi) es de 590,000 psi.

Se utilizara un espesor de subbase estabilizada con cemento de 20 cm. De espesor, cuyo coeficiente de perdida de soporte (LS) la AASHTO 93 recomienda entre 0.00 y 1.00 , que esta en función de tipo de material de la subbase (sección 2.4.3 Perdida de Soporte tabla 2.7). Para el diseño se tomo el valor de 0.00.

## **PARÁMETROS DE LAS CAPAS QUE CONFORMAN EL PAVIMENTO**

### **Modulo de Elasticidad del Concreto**

Se utilizo para el diseño un modulo elástico de 3,604,997 psi, con una resistencia a la compresión a los 28 días de  $3,625 \text{ Lbs/in}^2$ .

### **Coefficiente de Drenaje del Pavimento**

Dado que a la estructura del pavimento tendrá un buen sistema de drenaje, se utilizo como coeficiente de drenaje ( $C_d$ ) 1.00 (tabla 2.5 de AASHTO 93)

### **Coefficiente de Transferencia de Carga**

Para pavimentos de concreto hidráulico con confinamiento lateral y con juntas aserradas la AASHTO 93 recomienda un coeficiente entre 2.5 a 3.1 (sección 2.4.2 Transferencia de Carga Tabla 2.6), para el diseño se utilizo 2.7 como coeficiente de transferencia de carga (J)

A continuación se presenta la memoria de calculo del diseño para los tres tramos definidos en el estudio de transito.

METODO DE LA AASHTO

DAIOS

TRAFICO TPDA > 2,000

PROYECTO: APERTURA DE CONEXIONES, NEJAPA, APOPA, TRONCAL FEL NORTE Y BOULEVARD  
CONSTITUCION TRAMO I  
TRAMO DE LA ESTACION 1+000 A LA ESTACION 5+000

Tipo de carretera:	ESPECIAL
Nº de carriles:	4 Bidireccional
Periodo de diseño =	25 Años
Tasa de crecimiento:	3.73 %
Valor soporte subasfalte:	CBR = 17
Modulo de resiliencia:	19,000.00 (PSI)
Trafico medio diario anual	TPDA = 3415 vpd

DEVIACION STANDART	
Rango de valores de la desviación Standart	
Pavimentos rígidos	0.30-0.40
Pavimentos flexibles	0.40-0.50
Desviación standart:	0.35

SERVICIALIDAD (PSI)	
Indice de servicialidad Inicial (PI):	4.50
Indice de servicialidad final (Pf):	2.50
Pérdida de servicialidad:	2.00

CLASIFIC. FUNCIONAL.		NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO	
		URBAKO (%)	RURAL (%)
Intercestral		85-99,8	80-99,8
Aterria principal		80-99	75-99
Colector		80-95	75-95
Local		50-80	50-80

Confiability: 85 %

TIPO DE VEHICULO	TIPO DE EJE		PESO POR EJE				FOLCARGADOS	FOYAJOS	CANTIDAD DE VEHICULOS POR FOL CORREGIDO	EJEPOR CARRIL A 25 AROS	
	DELANTERO	TRASERO	TONS	KIPS	TONS	KIPS					
LCY PC	S	S	1,00	2,30	1,00	2,20	0,00076		115,148	87,51	30,83
MBUS	S	S	2,50	5,50	2,50	5,50	0,01800		920	14,72	11,78
BUS	S	S	5,00	11,00	5,00	11,00	1,64800		480	791,04	632,83
C2	S	S	5,00	11,00	10,00	22,00	2,48900	0,09500	14,032	31,313,81	25051,05
C3	S	T	5,00	11,00	16,50	36,30	2,68100	0,14200	3,285	7,913,89	6331,11
T3S2	S1	T	5,00	11,00	16,00	35,20	4,80100	0,13100	2,083	8,852,78	6922,23
T3S3	S1	T1	5,00	11,00	16,00	35,20	4,10500	0,13800	974	3,426,56	2741,25
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES CON PROYECCION DIARIA A 25 AROS										41,720,88	
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTALES A 25 AROS										15,228,118,84	

PROYECTO: APERIURA DE CONEXIONES, NEJAPA, APOA, TRONCAL DEL NORTE Y BOULEVARD  
 INSTITUCION TECNICA  
 TRAMO DE LA ESTACION 1980 A LA ESTACION 3+000

DIMENSIONADO DE LA LOSA	
DATOS NECESARIOS PARA EL PROYECTO	
Número de ejes W18 =	15,228,118,84
Nivel de confiabilidad R =	95,00
Desviación Standard So =	0,35
Pérdida de Servicialidad APSI =	2,00
Módulo de Rotura del Hombrio S c =	568,00
Coefficiente de Donante C d =	1,00
Coefficiente de transferencia de carga J =	2,70
Módulo de elasticidad del hormigon Ec =	3,904,967,00
Mod. de reaccion de la subrasante corregido k =	1,505,00

CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (BNI)	
D =	22,71 Cm
D =	8,04 Pulg.
M1 = $2H \times S_o$	-0,68
M2 = $7,35 \times \log_{10}(D \times 10,08)$	7,27
M3 = $\log_{10}(APSI(2,5-1,5))$	-0,176097286
M4 = $1 + ((1,625 \times 10^{-7}) / (D \times 10^{-4}))^{0,48}$	1,06
M5 = $4,22 - 0,32 \times P =$	3,42
M6 = $S^0 \times C d (D \times 0,75 - 1,132)$	2283,801852
M7 = $315,63 \times J / D \times 0,75 - (18,42 / (Ec k \times 10,26))$	1477,127036
M8 = $M5 \times \log_{10}(M6 / M7)$	0,663756554
M1 + M2 + M3 + M4 + M6 =	7,162857281
Número de ejes W18 (calculado) =	15,235,515,96
Número de ejes W18 (Real) =	15,228,118,84

ESPESOR DE LOSA = 22,71 CM

METODO DE LA AASHIQ

DATOS

TRAFICO TPDA > 2,000

PROYECT

APERTURA DE CONEXIONES, NEJAPA, APOPA, TRONCAL DEL NORTE Y BOULEVARD  
CONSTITUCION TRAMO I

TRAMO DE LA ESTACION 0+000 A LA ESTACION 1+000

Tipo de carretera:	ESPECIAL
Nº de carriles:	4 Bidireccional
Periodo de diseño =	25 Años
Tasa de crecimiento:	2.51 %
Valor soporte subrasante:	CBR = 17
Módulo de resiliencia:	18,000.00 (PSI)
Trafico medio diario anual:	TPDA = 4465 ypd

DESVIACION STANDARD	
Rango de valores de la desviación Standard	
Pavimentos rígidos	0.30-0.40
Pavimentos flexibles	0.40-0.50
Desviación standard:	0.35

SERVICIALIDAD (PSI)	
Indice de serviciabilidad Inicial (Pi):	4.50
Indice de serviciabilidad Final (Pf):	2.50
Perdida de serviciabilidad:	2.00

CLASIFIC. FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO	
	URBANO (%)	RURAL (%)
Inter estatal	85-99.9	80-99.9
Autoría principal	80-88	75-95
Colector	80-95	75-95
Local	50-80	50-80

Confiabledad : 80 %

TIPO DE VEHICULO	TIPO DE EJE	PESO POR EJE			Fm CARGADOS	Fm VACIOS	CANTIDAD DE VEHICULOS POR Fa. CORREGIDO	EJER POR CARRIL A 25 AÑOS
		DELANTERO	TRASERO	KIPS				
LC Y PC	S	1.00	2.20	1.00	0.00075	127.180	85.85	33.83
MBUS	S	2.50	5.50	5.50	0.01600	111.24	138.08	111.24
BUS	Sd	11.00	19.80	19.80	1.84000	6.232	10.270.34	8216.27
C2	S	5.00	22.00	22.00	2.48000	0.08500	24.103	43030.60
C3	S	5.00	38.30	38.30	2.88100	0.14200	4.095	7892.21
T352	T	11.00	35.20	16.00	4.10500	0.13100	3.340	11089.49
T353	Tr	11.00	35.20	20.00	4.10500	0.13900	824	2741.25
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES CON PROYECCION DIARIA A 25 AÑOS								73.124.90
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTALES A 25 AÑOS								26.690.588.08

PROYECTO : APERTURA DE CONEXIONES, NEUSA, APOYA, TRONCAL DEL NORTE Y BOULEVARD TRAMO DE LA ESTACION 0+000 A LA ESTACION 1+000.

DIMENSIONADO DE LA LOSA	
DATOS NECESARIOS PARA EL PROYECTO	
Numero de ejes W18 =	26,690,588.08
Nivel de confiabilidad R =	90.00
Desviación Standard So =	0.35
Pérdida de Servicialidad APSI =	2.00
Modulo de Rotura del Hormigon S'c =	588.00
Coefficiente de Drenaje Cd =	1.00
Coefficiente de transferencia de cargas J =	2.70
Modulo de elasticidad del hormigon Ec =	3,604,897.00
Mod. de reaccion de la subrasante corrugado k =	1,508.00

CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (BN)	
D =	24.10 Cm
D =	9.48 Pulg.
M1 = 2R x So =	-0.45
M2 = 7.35 x log10 (D+1) - 0.08 =	7.44
M3 = 1.05 / (1 + APSI) / (4.5 - 1.5) =	-0.176091253
M4 = 1 / (1.625 - (0.7) / (D+1)) - 0.48 =	1.04
M5 = 4.22 - 0.32 * PI =	3.42
M6 = 5 * Cd / (D+0.75 - 1.132) =	2427.712878
M7 = 215.63 * JD * 0.75 - (16.42 / (Ec * M0.25)) =	1814.283573
M8 = M5 * LOG10 (M6 / M7) =	0.606083893
M1 + M2 + M3 / M4 + M8 =	7.42863008
Numero de ejes W18 (calculado) =	26,904,818.33
Numero de ejes W18 (Real) =	26,690,588.08
ESPESOR DE LOSA =	24.10 CM

METODO DE LA AASHTO

DAIOS

TRAFICO TPDA > 2,000

PROYECTO: APERTURA DE CONEXIONES, NEJAPA, AROPA, TRONCAL DEL NORTE Y BOULEVARD  
CONSTITUCION TRAMON  
TRAMO DE LA ESTACION 0+280 RETORNO A NEJAPA

Tipo de carretera: ESPECIAL  
Nº de carriles: 4 Bidireccional  
Periodo de diseño = 25 Años  
Tasa de crecimiento: 2.71 %  
Valor soporte subrasante: CBR = 17  
Modulo de resiliencia: 19,000.00 (PSI)  
Tráfico medio diario anual TPDA = 1,070 vpd

DEVIACION STANDARD	
Rango de valores de la desviación Standard	
Pavimentos rígidos	0.30-0.40
Pavimentos flexibles	0.40-0.50
Desviación standard:	0.35

SERVICIALIDAD (PSI)	
Indice de servicialidad inicial (PI)	4.50
Indice de servicialidad final (Pf)	2.50
Perdida de servicialidad:	2.00

CLASIFIC. FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO	
	URBANO (%)	RURAL (%)
Intersección	85-98.9	80-98.9
Arteria principal	80-88	75-85
Colector	80-95	75-85
Local	50-80	50-80

Confiable: 85 %

TIPO DE VEHICULO	TIPO DE EJE		PESO POR EJE				F <sub>c</sub> CARGADOS	F <sub>v</sub> VACIOS	CANTIDAD DE VEHICULOS	CANTIDAD DE VEHICULOS POR F <sub>v</sub> CORREGIDO	EJES POR CARRIL A 25 AÑOS
	DELANTERO	TRASERO	TONS	KIPS	TONS	KIPS					
L.C.Y.P.C.	S	S	2.20	1.00	2.20	1.00	0.00078	-	12,041	9.15	3.20
BUS	S	S	2.50	2.50	5.00	2.20	0.01600	-	7,772	124.35	88.48
BUS	Sd	Sd	11.00	6.00	17.00	7.80	1.64800	-	5,752	9,476.30	7563.44
C2	S	S	11.00	10.00	22.00	10.00	2.45900	0.09500	10,071	22,474.44	17,978.55
C3	S	T	11.00	16.50	27.50	12.50	2.65100	0.14200	810	1,951.37	1,861.10
T352	Sl	T	11.00	16.00	27.00	12.00	4.10500	0.13900	1,357	5,221.58	4,177.26
T353	Sl	T	11.00	16.00	27.00	12.00	4.10500	0.13900	-	-	0.00
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES CON PROYECCION DIARIA A 25 AÑOS											31,404.04
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTALES A 25 AÑOS											11,462,472.92

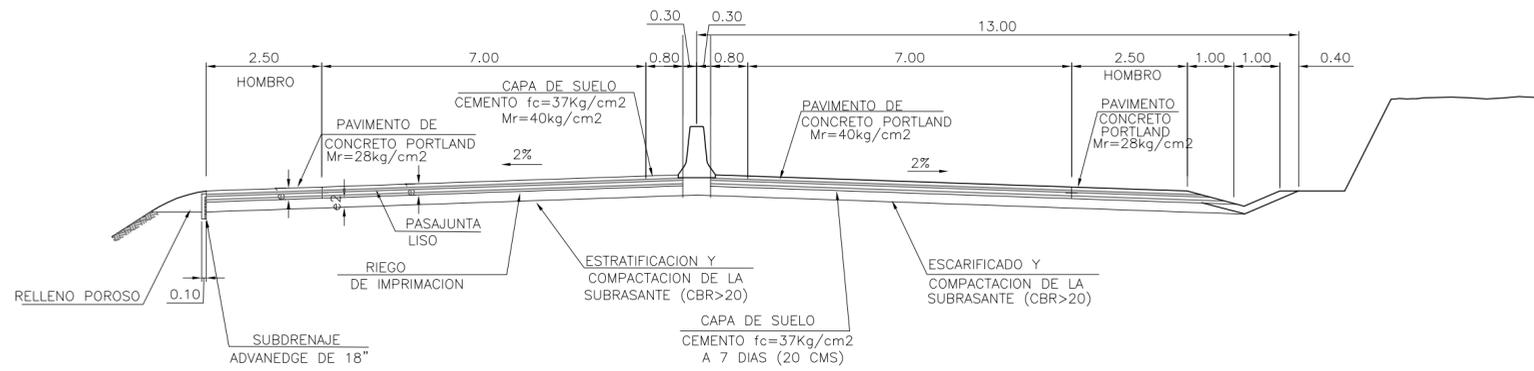
PROYECTO: APERTURA DE CONEXIONES, NEJAPA, APOYA, TRONCAL DEL NORTE Y BOULEVARD DE CONEXION TRAMON

TRAMO DE LA ESTACION 0+290.00 RETORNO A NEJAPA

DIMENSIONADO DE LA OEA	
DATOS NECEARIOS PARA EL PROYECTO	
Número de ejes W18 =	11,462,472.92
Nivel de confiabilidad R =	85.00
Desviación Standard So =	0.35
Pérdida de Servicialidad APSI =	2.00
Modulo de Rotura del Hormigon S <sub>c</sub> =	568.00
Coefficiente de D <sub>max</sub> le C <sub>d</sub> =	1.00
Coefficiente de transmisión de cargas =	2.70
Modulo de elasticidad del hormigon E <sub>c</sub> =	3,804,967.00
Mod. de reacción de la subrasante corregic	1,506.00
psi	
psi	
pci	

CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (EN)	
D =	21.30 Cm
D =	8.39 Pulg.
M1=2R x So =	-0.58
M2=7.35xlog10(D+1)+0.08 =	7.09
M3=LOG10(AP/S)/(4.5+1.0) =	-0.176091259
M4=1+((1.625*10^7)/(D+1)^8.46) =	1.10
M5=4.22-0.32*P/L =	3.42
M6=S <sub>c</sub> *C <sub>d</sub> (D+0.75+1.132) =	2156.055273
M7=215.63*J/D*0.75+18.42(E <sub>ok</sub> +0.25) =	1335.833947
M8=M5*LOG10(M6/M7) =	0.711043356
M1*M2+M3/M4+M8 =	7.062346801
Número de ejes W18 (calculado) =	11,543,747.02
Número de ejes W18 (Real) =	11,462,472.92

ESPESOR DE LOSA = 21.30 CM



SECCION TIPICA "G-G"  
ESCALA 1:100



MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS,  
TRANSPORTE, VIVIENDA Y DESARROLLO  
URBANO.

NOMBRE DEL PROYECTO:  
"PROYECTO APERTURA CONEXIONES NEJAPA -  
APOPA - TRONCAL DEL NORTE Y BOULEVARD  
CONSTITUCION, TRAMO 1"

APROBACION:  
VICEMINISTERIO DE  
OBRAS PUBLICAS

PRESENTA:  
CONASA

FIRMA:  
REPRESENTANTE LEGAL

DISEÑO:  
CALCULO:

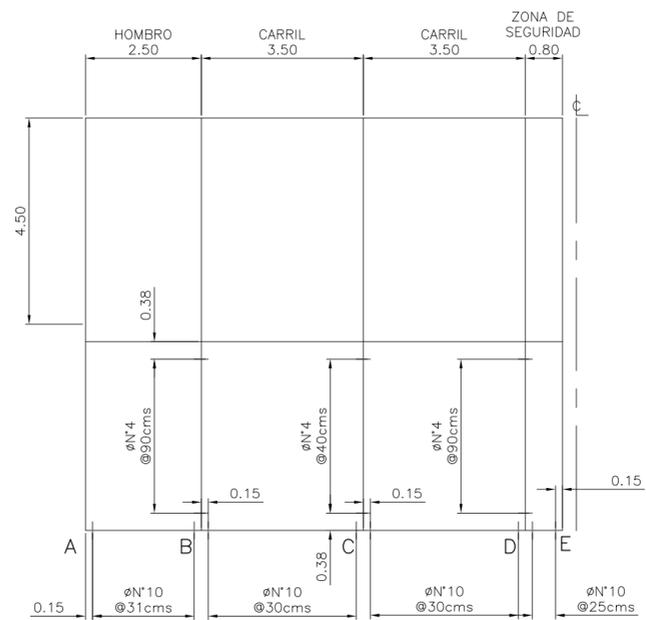
DIBUJO:  
REVISO:

CONTENIDO:  
SECCIONES TIPICAS

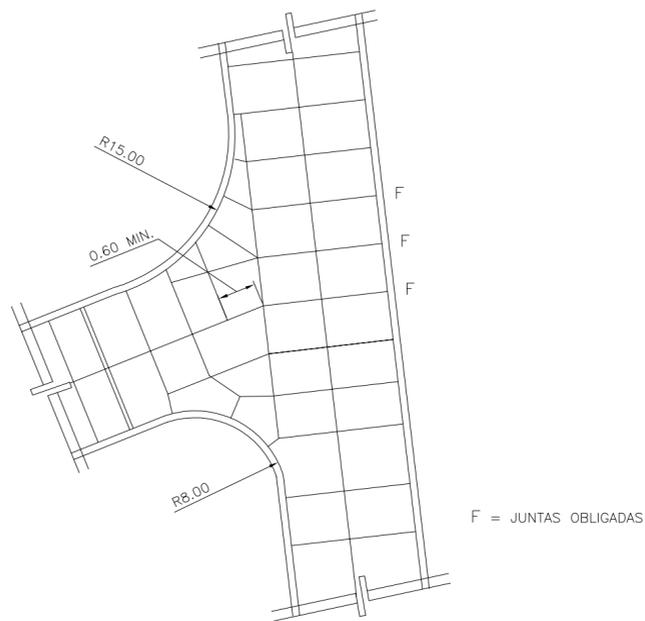
ARCHIVO:  
FECHA:  
MARZO/2002

ESCALAS:  
INDICADAS

No. PLANO:  
HOJA:

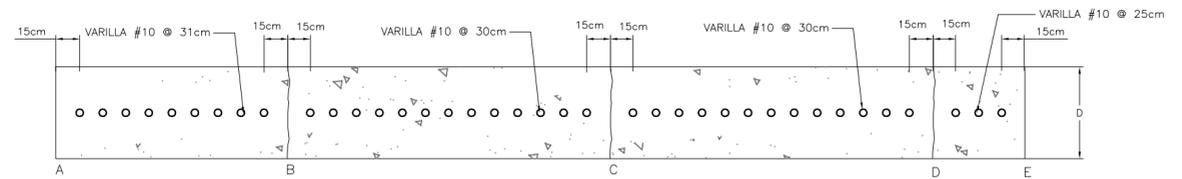


DETALLE DE DISTRIBUCION DE BARRAS DE SUJECION Y DE TRANSFERENCIA DE CARGA  
ESC. 1:100



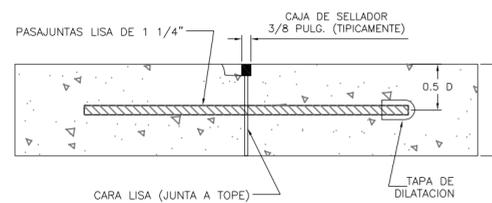
DISTRIBUCION DE JUNTAS EN CALLES ARTERIALES  
SIN ESCALA

F = JUNTAS OBLIGADAS



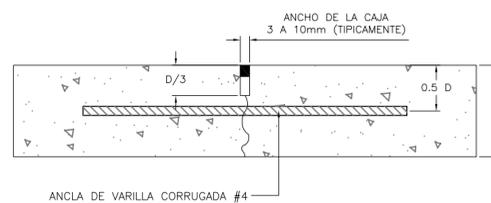
SECCION TIPICA DE DISTRIBUCION DE BARRAS DE TRANSFERENCIA DE CARGA  
SIN ESCALA

DETALLE DE JUNTAS

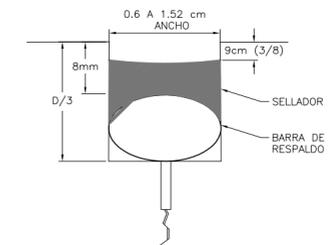


JUNTA TRANSVERSAL DE DILATACION  
SIN ESCALA

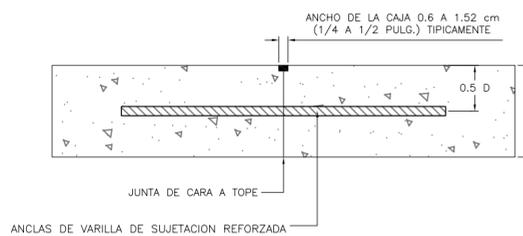
ESPESOR DE LOSA EN CMS (D)	PROFUNDIDAD DE COLOCACION DE PASAJUNTAS EN CMS
24.1	12.05
22.5	11.25
21.3	10.65



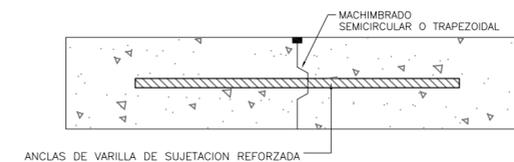
JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCION  
SIN ESCALA



DETALLE DE SELLO EN LAS JUNTAS  
SIN ESCALA



JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCION  
SIN ESCALA



MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTE, VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO.

NOMBRE DEL PROYECTO:  
"PROYECTO APERTURA CONEXIONES NEJAPA - APOPA - TRONCAL DEL NORTE Y BOULEVARD CONSTITUCION, TRAMO 1"

APROBACION:  
VICEMINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

PRESENTA:  
CONASA

FIRMA:  
REPRESENTANTE LEGAL

DISEÑO:  
CALCULO:

DIBUJO:  
REVISO:

CONTENIDO:  
DETALLES TIPICOS DE PAVIMENTO

ARCHIVO:  
FECHA:  
ABRIL/2002

ESCALAS:  
INDICADA

No. PLANO:  
HOJA: