INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.S

MEMORIAS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

" MEJORAMIENTO EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA DIAGONAL ENTRE CARRERA 13 Y CARRERA 13A Y LA CALLE 27 ENTRE CARRERA 20 Y CALLE 24 EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE "

BOX 1.5X1.5

FEBRERO 2025

INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.S

Tabla de contenido

1. **DESCRIPCION DEL PROYECTO.** 3
2. CODIGOS Y NORMATIVIDAD APLICABLE 4
3. ANALISIS DE CARGA 4
   - 3.1 CARGA MUERTA 4
   - 3.2 CARGA VIVA 5
   - 3.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS 6
4. COMBINACIONES, FACTORES DE CARGA Y CONTROL DE DEFLEXIONES 6
5. DISEÑO ESTRUCTURAL BOX CULVER 7

6.1 DISEÑO ESTRUCTURAL BOX CULVERT DE (1.50X1.50x7.80) m EN LA ABSCISA K0+022 7

6.2 Constantes de diseño 8

6.3 Camión o eje tándem de diseño 8

6.4 Dimensionamiento de Box Culvert 9

6.6 Solicitaciones Básicas del Box Culvert DC, DW, EH, EV LS Y WA 10

6.7 Teoría de Cargas Vivas según AASHTO Y CCP-14 11

6.8 Calculo de las solicitaciones Básicas Carga Viva L+ i 12

6.7 Análisis del Box para los estados básicos de carga 13

6.7.1 Cargas Muertas (DC, DW) y Carga Empuje de Tierra (EH) 13

6.7.2 Presión Carga Vertical Relleno (EV), Sobrecarga (LS) y Carga de Agua (WA) 14

6.7.3 Carga Viva Camión y tándem (L+i), Carga viva máxima Cortante (V) 15

6.8 Estados Limites de Resistencia 16

6.9 Envolvente Máxima, Diseño a Flexión y Cortante 16

6.9.1 Envolvente Máximo de Diseño 16

6.9.2 Diseño Detallado a Flexión 17

6.9.3 Diseño Detallado a Cortante 17

6.9.4 Esquema Armadura Box Culvert 18

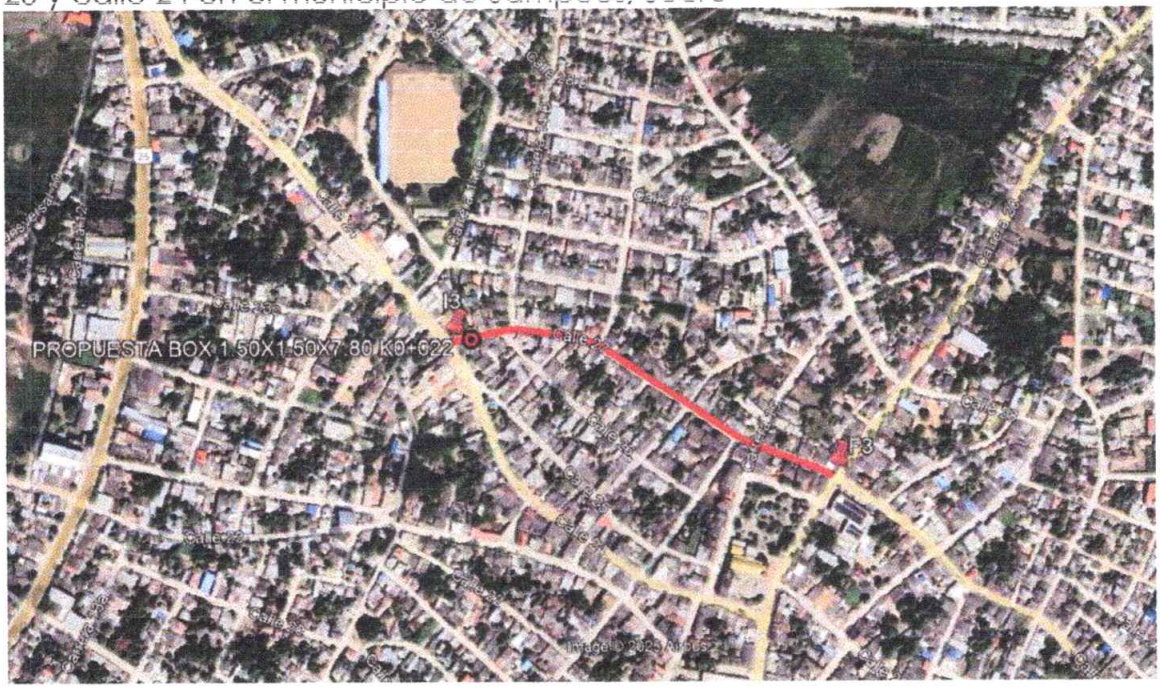
6. CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES 19

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO.

En este informe se presentarán los resultados del diseño de las obras de drenaje requeridas en el proyecto de " **MEJORAMIENTO EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA DIAGONAL ENTRE CARRERA 13 Y CARRERA 13A Y LA CALLE 27 ENTRE CARRERA 20 Y CALLE 24 EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE ".**

El estudio consiste en definir el sistema estructural de la obra, escoger los materiales requeridos para una adecuada resistencia a las solicitaciones impuestas, realizar los análisis de cargas, dimensionamiento de elementos estructurales, análisis y diseño, todo lo anterior basados en la normativa técnica colombiana, específicamente en el CCP-14.

El presente estudio tiene como finalidad identificar, evaluar, analizar y proponer el diseño estructural de 1 box-culverts en la calle 27 entre carrera 20 y calle 24 en el municipio de Sampués, Sucre



2. CODIGOS Y NORMATIVIDAD APLICABLE

Para la revision estructuctural del BOX se seguiran las normas y especificaciones indicadas a continuacion.

- Codigo Colombiano de Diseño Sismico de Puentes 2014, adoptado mediante la Resolucion 000180 de enero 26 de 2015 emanada por el Ministerio de Transporte, AIS. En adelante se mencionara como CCP-14.

- Especificaciones Tecnicas INVIAS 2007- Instituto Nacional de Vias.

- Standard Specification for Highway Bridge, Edicion 17 de 2002, American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO. En adelante se mencionara como AASHTO.

3. ANALISIS DE CARGA

La estructura y todos sus componentes se diseñaron usando el metodo del estado Limite de Resistencia, para tal efecto se hizo necesario la utilización de las combinaciones de carga prescritas en la CCP-14, y las cargas utilizadas fueron las siguientes:

3.1 CARGA MUERTA

Es calculada por el software usado en cada caso particular (VER ANEXOS)

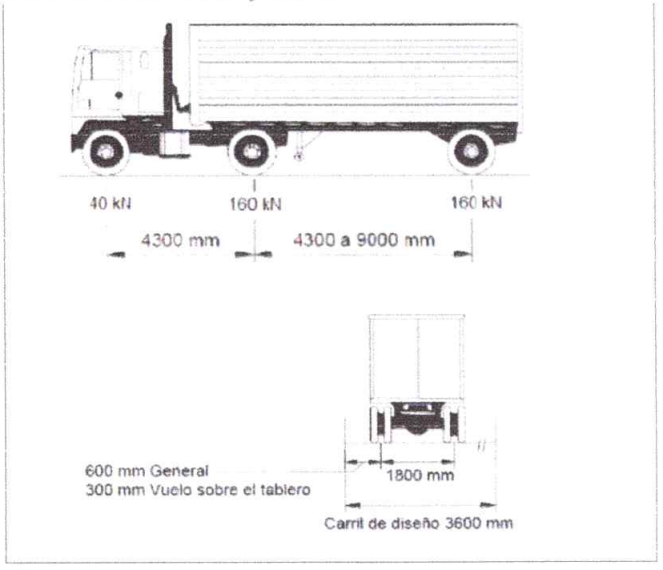
3.2 CARGA VIVA

La carga viva vehicular en las calzadas del puente debe consistir en una combinación de camión de diseño o tándem de diseño y carga de carril de diseño estimada a través del CCP-14 sección

A continuación, se muestran estos detalles de los diferentes tipos de cargas

3.6.1.2.2 — Camión de Diseño — El peso y el espaciamiento de los ejes y de las ruedas para el camión de diseño deben ser como se especifica en las Figuras 3.6.1.2.2-1. Se debe considerar una asignación de carga dinámica como se especifica en el Artículo 3.6.2.

El espaciamiento entre los dos ejes de 160 kN debe variarse entre 4300 mm y 9000 mm para producir solicitaciones extremas, excepto como se especifica en los Artículos 3.6.1.3.1 y 3.6.1.4.1.



3.6.1.2.3 — Tándem de Diseño — El tándem de diseño debe consistir en un par de ejes de 125 kN separados 1200 mm entre sí. El espaciamiento transversal de las ruedas debe tomarse como 1800 mm. Debe considerarse una amplificación de carga dinámica como se especifica

3.6.1.2.4 — Carga de Carril de Diseño — La carga de carril de diseño debe consistir en una carga de 10.3 kN/m uniformemente distribuida en la dirección longitudinal. Transversalmente, la carga de carril de diseño debe suponerse uniformemente distribuida sobre un ancho de 3000 mm. Las fuerzas de la carga de carril de diseño no deben someterse a una amplificación de carga dinámica.

3.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO:
ZAPATA DEL MURO f'c=28 MPa
PARED DEL MURO f'c=28 MPa
ACERO:
ACERO CORRUGADO (GRADO 60) fy=420 MPa
RECUBRIMIENTOS LIBRES MINIMOS:
ZAPATA DEL MURO 75 m.m
PAREDES DEL MURO Y BOX CULVERT:
CARA INTERIOR 75 m.m
CARA EXTERIOR 75 m.m
ALETAS 75 m.m

4. COMBINACIONES, FACTORES DE CARGA Y CONTROL DE DEFLEXIONES

Las combinaciones y factores de carga se toman de lo especificado en la tabla 3.4.1-1 del CCP-14 tal como se ve a continuación.

Tabla 3.4.1-1- Combinaciones y Factores de Carga

Estado Límite de la Combinación de carga	*DC* *DD* *DW* *EH* *EV* *ES* *EL* *PS* *CR* *SH*	*LL* *IM* *CE* *BR* *PL* *LS*	*WA*	*WS*	*WL*	*FR*	*TU*	*TG*	*SE*	Use uno de estos a la vez				
										EQ	*BL*	*IC*	*CT*	*CV*
Resistencia I (a menos que se indique)	γ_p	1.75	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia II	γ_p	1.35	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia III	γ_p	-	1.00	1.40 0	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia IV	γ_p	-	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia V	γ_p	1.35	1.00	0.40 0	1.0	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Evento Extremo I	γ_p	γ_{EQ}	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-
Evento Extremo II	γ_p	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Servicio I	1.00	1.00	1.00	0.30 0	1.0	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Servicio III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio IV	1.00	-	1.00	0.70 0	-	1.00	1.00/1.20	-	1.0	-	-	-	-	-
Fatiga I- Sólo *LL*, *IM* & *CE*	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fatiga I II- Sólo *LL*, *IM* & *CE*	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5. DISEÑO ESTRUCTURAL BOX CULVER

6.1 DISEÑO ESTRUCTURAL BOX CULVERT DE (1.50X1.50x7.80) m EN LA ABSCISA K0+022

GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA	
Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m)	2.1
Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m)	7.8
Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m)	2.1
Número de Celdas	1
Espesor Losa Superior ts (m)	0.3
Espesor Losa Inferior ti (m)	0.3
Espesor Paredes Verticales tp (m)	0.3
Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m)	0
Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m)	0.10

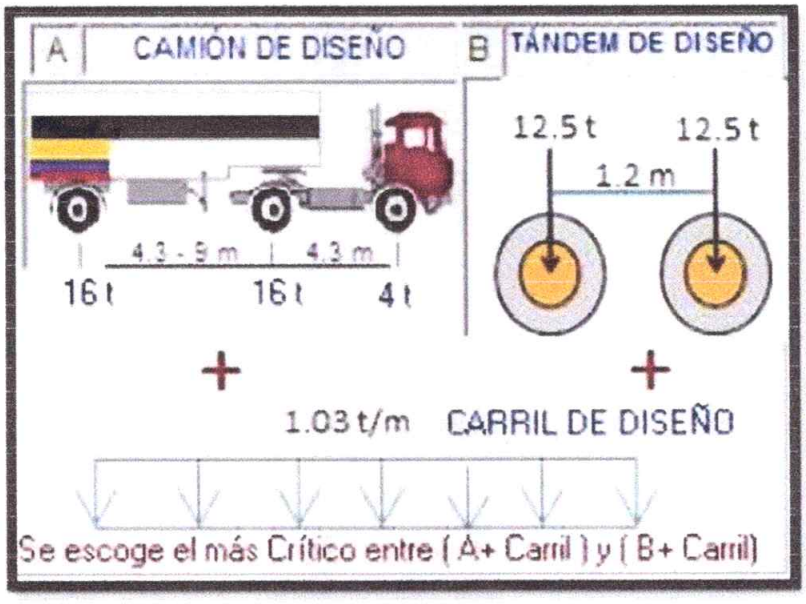
GEOMETRÍA ALETAS (aplica para las cuatro)	
Longitud Total de la Aleta LTM (m)	2
Si Hrell es > 0, Altura Adicional de Aleta (m)	0
Altura Total en Extr Ext (menor), HLN (m)	1.5
Ángulo Box-Aleta en Planta, (grados)	45
Angulo Inclinación Talud Relleno (grados)	0
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.30
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de Zapata, Min 0.67H, LTZ (m)	2
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	1.70
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.3

6.2 Constantes de diseño

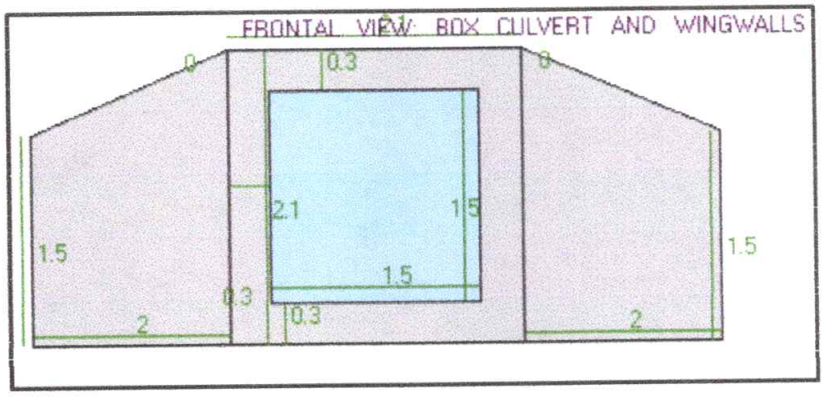
Constantes de Diseño para el Box Culvert	
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	4
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

Constantes de Diseño para las Aletas	
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	280
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	7
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	pulg
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	4
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20
Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ)	SI

6.3 Camión o eje tándem de diseño

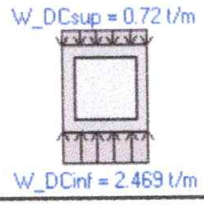


6.4 Dimensionamiento de Box Culvert



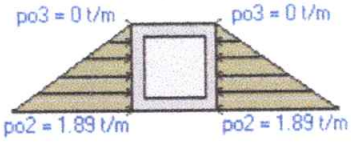
6.6 Solicitaciones Básicas del Box Culvert DC, DW, EH, EV LS Y WA

CARGA MUERTA DC



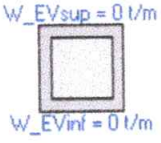
Ítem	Carga (t/m)	Descripción
W DC_sup	0.72	P.P de la Losa Superior del Box
W DC_cartelas	0.023	(P.P de las Cartelas) / Ancho Box
W DC_x muros	1.029	(P.P de Muros Box) / Ancho Box
W DC_inf	2.469	Carga sobre Losa Inferior por DC

EMPUJE DE TIERRAS EH



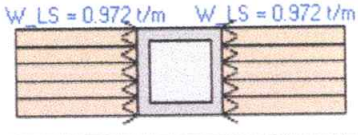
Ítem	W (t/m/m)	Descripción
p01	1.89	p01 = Ko x Pvolsueloseco x H1+ p03
p03	0	p03 = Ko x Pvolsueloseco x HR
p02	1.89	p02 = Ko x Pvolsuelosumerg x HNF+p01
p Eagua	0	P.unit agua x H nivel freático

PRESIÓN VERTICAL SUELO RELLENO EV



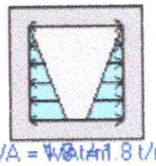
Ítem	Valor	Descripción
Box.Tip	Bajo Terraplén	Tipo de Box según manejo del Rell
Bc	2.1 m	Ancho Horizontal del Box
Kmiu	-	Coef función del Material del Relleno
H	0 m	Profundidad del Relleno sobre el Box
Cd	-	Coef función de Kmiu, H y Bc o Bd
Fe	1 <= 1.4 -> 1	1+ 0.20 x H / Bc
Ft	-	(Cd x Bd^2) / H / Bc <= Fe
EVsup	0 t/m	EVsup= Ft x GammaS x H (/ml box)

SOBRECARGA VIVA LS



Ítem	Valor	Descripción
Ko	0.5	Coef. Presion de Reposo del Suelo
PesoVol_s	1.8 t/m3	Peso Unitario Total del Suelo
H_box	2.1 m	Altura Total del Box Culvert
h_eq	1.08 m	Alt Equiv de suelo para C.Vehicular
Delta_p	0.972 t/m	Presión cte.horiz suelo x sobrec CV

CARGA DE AGUA WA



CARGA DE AGUA

Ítem	Valor	Descripción
Alt Agua	1.8 m	Altura de Agua actuante
Wagua_WA	1.8 t/m	Presión de Agua (box lleno)

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

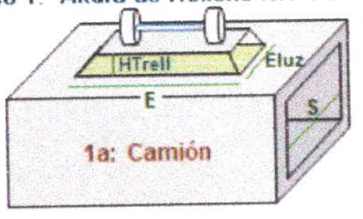
6.7 Teoría de Cargas Vivas según AASHTO Y CCP-14

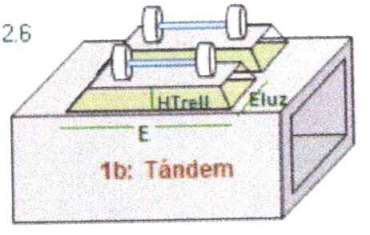
CARGA VIVA LL+Imp . Teoría

AASHTO y CCP-14 Art 4.6.2.10

Caso 1. Altura de Relleno HR < 0.6

Art 3.6.1.2.6





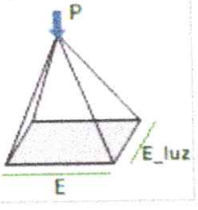
Distribución de la Carga de Eje . HR < 0.60 m

E = 0.244+0.12S

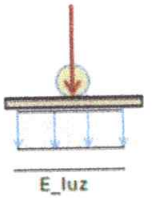
E_luz = LT + LLDF(H)

LLDF = 1.15 LT = 0.254 m

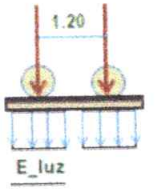
H = HR + esp pavimento



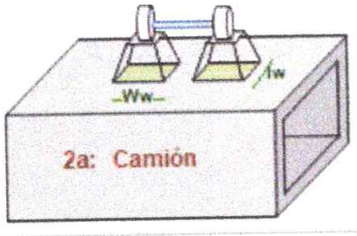
1a: Domina el Camión

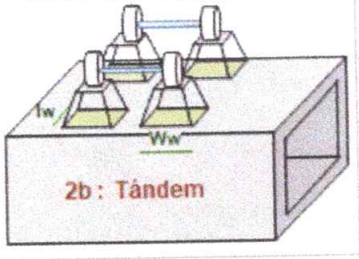


1b: Domina el Tándem



Caso 2. Altura de Relleno HR >= 0.6 m SIN Traslapo





(•) Sin Traslapo

( ) Con Traslapo

H= Hrell+esp pav

l_t= 0.254 m

$LLDF$ = 1.15

S_a= 1.20 ó 4.30 m

S_w= 1.828 m

w_t= 0.508 m

Distribución de la Carga de Eje . HR >= 0.60 m

A_{LL} = Área de Distr de la Carga de Eje a la Prof H $A_{LL} = l_w w_w$

Cálculo de w_w

$$H_{int-t} = \frac{s_w - w_t - 0.06D_i}{LLDF}$$

$Si\ H < H_{int-t}$

$w_w = w_t + LLDF(H) - 0.06D_i$

$Si\ H \geq H_{int-t}$

$w_w = w_t + s_w + LLDF(H) - 0.06D_i$

Cálculo de l_w

$$H_{int-p} = \frac{s_a - l_t}{LLDF}$$

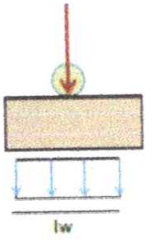
$Si\ H < H_{int-p}$

$l_w = l_t + LLDF(H)$

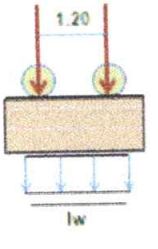
$Si\ H \geq H_{int-p}$

$l_w = l_t + s_a + LLDF(H)$

2a: Domina el Camión

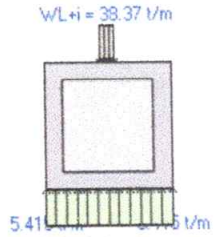


2b: Domina el Tándem



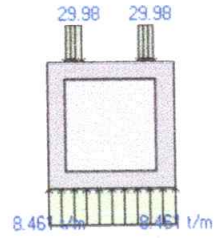
6.8 Calculo de las solicitaciones Básicas Carga Viva L+ i

CARGA VIVA LL+I. POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



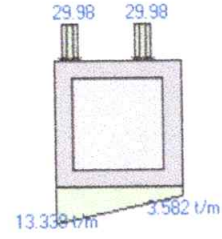
Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	24.043 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	33 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	38.372 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.254 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.773 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	- . No aplica	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	5.415 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	5.415 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I. POSICION CRÍTICA 2. TÁNDEM



Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	18.783 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	33 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	29.978 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.254 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0.173 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.373 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	8.461 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	8.461 t/m	Carga de Reacción Mínima

CARGA VIVA LL+I. POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE

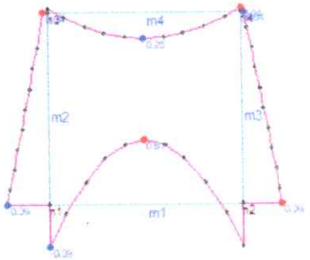


Ítem	Valor	Descripción
Carga Q	18.783 t/m	Carga Distribuida Equivalente
Fact Imp. IM	33 %	Factor Dinámico de Impacto
Factor m	1.2	Factor de Presencia Múltiple
Carga W	29.978 t/m	Carga Distrib. Equiv. Efectiva
L.Carga lw	0.254 m	Longitud lw de la Carga(s) W
Brazo a1	0 m	Brazo.Aplicac a1 de Carga W
Brazo a2	1.2 m	Brazo.de Aplc a2 (si aplica)
Carga S1	13.339 t/m	Carga de Reacción Máxima
Carga S2	3.582 t/m	Carga de Reacción Mínima

6.7 Análisis del Box para los estados básicos de carga

6.7.1 Cargas Muertas (DC, DW) y Carga Empuje de Tierra (EH)

CARGA MUERTA DC



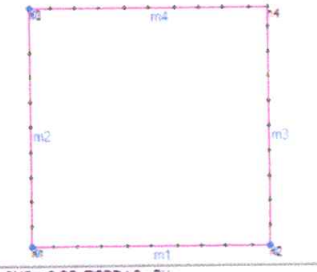
ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-2.22	-0.39
	2	0	-2.22	0.39
m2	1	0.65	0.2	0.39
	3	-0.65	-0.2	-0.04
m3	2	0.65	-0.2	-0.39
	4	-0.65	0.2	0.04
m4	3	-0.2	0.65	0.04
	4	0.2	0.65	-0.04

M y V Interiores en cada Miembro

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)	V (t)
m1	0	-0.39	2.22
m1	0.15	-0.09	1.85
m1	0.338	0.22	1.39
m1	0.525	0.43	0.93
m1	0.712	0.56	0.46
m1	0.9	0.61	0
m1	1.088	0.56	-0.46
m1	1.275	0.43	-0.93
m1	1.462	0.22	-1.39
m1	1.65	-0.09	-1.85
m1	1.8	-0.39	-2.22

CARGA MUERTA DW



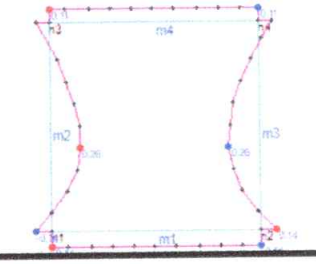
ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	0
	2	0	0	0
m2	1	0	0	0
	3	0	0	0
m3	2	0	0	0
	4	0	0	0
m4	3	0	0	0
	4	0	0	0

M y V Interiores en cada Miembro

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)	V (t)
m1	0	0	0
m1	0.15	0	0
m1	0.338	0	0
m1	0.525	0	0
m1	0.712	0	0
m1	0.9	0	0
m1	1.088	0	0
m1	1.275	0	0
m1	1.462	0	0
m1	1.65	0	0
m1	1.8	0	0

CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH



ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

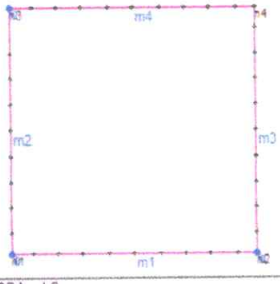
Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	-0.14
	2	0	0	0.14
m2	1	0	1.15	0.14
	3	0	0.55	-0.11
m3	2	0	-1.15	-0.14
	4	0	-0.55	0.11
m4	3	0.55	0	0.11
	4	-0.55	0	-0.11

M y V Interiores en cada Miembro

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)	V (t)
m1	0	-0.14	0
m1	0.15	-0.14	0
m1	0.338	-0.14	0
m1	0.525	-0.14	0
m1	0.712	-0.14	0
m1	0.9	-0.14	0
m1	1.088	-0.14	0
m1	1.275	-0.14	0
m1	1.462	-0.14	0
m1	1.65	-0.14	0
m1	1.8	-0.14	0

6.7.2 Presión Carga Vertical Relleno (EV), Sobrecarga (LS) y Carga de Agua (WA)

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV



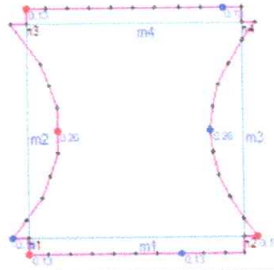
ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	0
	2	0	0	0
m2	1	0	0	0
	3	0	0	0
m3	2	0	0	0
	4	0	0	0
m4	3	0	0	0
	4	0	0	0

M y V Interiores en cada Miembro

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)	V (t)
m1	0	0	0
m1	0.15	0	0
m1	0.338	0	0
m1	0.525	0	0
m1	0.712	0	0
m1	0.9	0	0
m1	1.088	0	0
m1	1.275	0	0
m1	1.462	0	0
m1	1.65	0	0
m1	1.8	0	0

SOBRECARGA LS



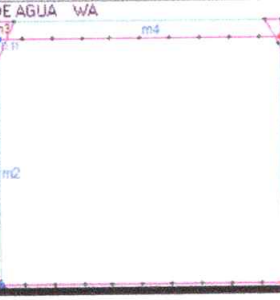
ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	-0.13
	2	0	0	0.13
m2	1	0	0.88	0.13
	3	0	0.87	-0.13
m3	2	0	-0.88	-0.13
	4	0	-0.87	0.13
m4	3	0.87	0	0.13
	4	-0.87	0	-0.13

M y V Interiores en cada Miembro

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)	V (t)
m1	0	-0.13	0
m1	0.15	-0.13	0
m1	0.338	-0.13	0
m1	0.525	-0.13	0
m1	0.712	-0.13	0
m1	0.9	-0.13	0
m1	1.088	-0.13	0
m1	1.275	-0.13	0
m1	1.462	-0.13	0
m1	1.65	-0.13	0
m1	1.8	-0.13	0

CARGA DE AGUA WA



ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	0	0.14
	2	0	0	-0.14
m2	1	0	-1.1	-0.14
	3	0	-0.52	0.11
m3	2	0	1.1	0.14
	4	0	0.52	-0.11
m4	3	-0.52	0	-0.11
	4	0.52	0	0.11

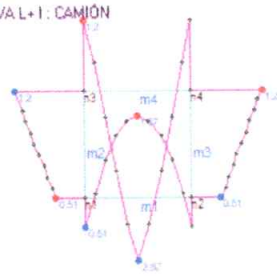
M y V Interiores en cada Miembro

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)	V (t)
m1	0	0.14	0
m1	0.15	0.14	0
m1	0.338	0.14	0
m1	0.525	0.14	0
m1	0.712	0.14	0
m1	0.9	0.14	0
m1	1.088	0.14	0
m1	1.275	0.14	0
m1	1.462	0.14	0
m1	1.65	0.14	0

6.7.3 Carga Viva Camión y tándem (L+i), Carga viva máxima Cortante (V)

CARGA VIVA L+I : CAMIÓN

efc g



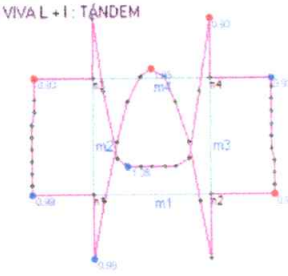
ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-4.18	-0.51
	2	0	-4.18	0.51
m2	1	4.87	-0.38	0.51
	3	-4.87	0.38	-1.2
m3	2	4.87	0.38	-0.51
	4	-4.87	-0.38	1.2
m4	3	0.38	4.87	1.2
	4	-0.38	4.87	-1.2

M y V Interiores en cada Miembro

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)	V (t)
m1	0	-0.51	4.18
m1	0.15	0.06	3.48
m1	0.338	0.63	2.61
m1	0.525	1.04	1.74
m1	0.712	1.29	0.87
m1	0.9	1.37	0
m1	1.088	1.29	-0.87
m1	1.275	1.04	-1.74
m1	1.462	0.63	-2.61
m1	1.65	0.06	-3.48
m1	1.8	-0.51	-4.18

CARGA VIVA L + I : TÁNDEM



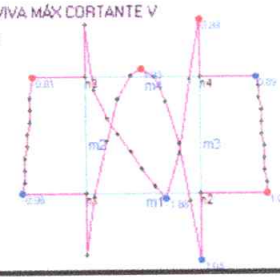
ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-6.53	-0.99
	2	0	-6.53	0.99
m2	1	7.61	0.03	0.99
	3	-7.61	-0.03	-0.93
m3	2	7.61	-0.03	-0.99
	4	-7.61	0.03	0.93
m4	3	-0.03	7.61	0.93
	4	0.03	7.61	-0.93

M y V Interiores en cada Miembro

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)	V (t)
m1	0	-0.99	6.53
m1	0.15	-0.09	5.44
m1	0.338	0.8	4.08
m1	0.525	1.44	2.72
m1	0.712	1.82	1.36
m1	0.9	1.95	0
m1	1.088	1.82	-1.36
m1	1.275	1.44	-2.72
m1	1.462	0.8	-4.08
m1	1.65	-0.09	-5.44
m1	1.8	-0.99	-6.53

CARGA VIVA MÁX CORTANTE V



ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

Miembro	Nudo	F Axial (t)	Cortante (t)	Mom (t-m)
m1	1	0	-8.48	-0.96
	2	0	-6.57	1.05
m2	1	9.03	0.08	0.96
	3	-9.03	-0.08	-0.81
m3	2	6.2	-0.08	-1.05
	4	-6.2	0.08	0.89
m4	3	-0.08	9.03	0.81
	4	0.08	6.2	-0.89

M y V Interiores en cada Miembro

Miembro	Posic.(m)	M (t-m)	V (t)
m1	0	-0.96	6.48
m1	0.15	-0.07	5.39
m1	0.338	0.81	4.03
m1	0.525	1.44	2.67
m1	0.712	1.81	1.31
m1	0.9	1.93	-0.05
m1	1.088	1.8	-1.41
m1	1.275	1.41	-2.77
m1	1.462	0.76	-4.12
m1	1.65	-0.14	-5.48

6.8 Estados Limites de Resistencia

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia
Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal
1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)
Momentos Interiores en cada Miembro

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-2.67
m1	0.15	-0.71
m1	0.338	1.23
m1	0.525	2.61
m1	0.712	3.45
m1	0.9	3.72
m1	1.088	3.45
m1	1.275	2.61
m1	1.462	1.23
m1	1.65	-0.71
m1	1.8	-2.67
m2	0	-2.67
m2	0.18	-2.18
m2	0.36	-1.71
m2	0.54	-1.38
m2	0.72	-1.19
m2	0.9	-1.11
m2	1.08	-1.14
m2	1.26	-1.36
m2	1.44	-1.72
m2	1.62	-2.55
m2	1.8	-2.55
m3	0	2.67
m3	0.18	2.18
m3	0.36	1.71
m3	0.54	1.38
m3	0.72	1.19
m3	0.9	1.11
m3	1.08	1.14
m3	1.26	1.36
m3	1.44	1.72
m3	1.62	2.15
m3	1.8	2.55

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib
Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal
1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.5(EH)+1.75(LS)
Momentos Interiores en cada Miembro

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-2.45
m1	0.15	-0.49
m1	0.338	1.45
m1	0.525	2.83
m1	0.712	3.67
m1	0.9	3.94
m1	1.088	3.67
m1	1.275	2.83
m1	1.462	1.45
m1	1.65	-0.49
m1	1.8	-2.45
m2	0	-2.45
m2	0.18	-2.2
m2	0.36	-1.94
m2	0.54	-1.74
m2	0.72	-1.59
m2	0.9	-1.5
m2	1.08	-1.47
m2	1.26	-1.6
m2	1.44	-1.82
m2	1.62	-2.37
m2	1.8	-2.37
m3	0	2.45
m3	0.18	2.2
m3	0.36	1.94
m3	0.54	1.74
m3	0.72	1.59
m3	0.9	1.5
m3	1.08	1.47
m3	1.26	1.6
m3	1.44	1.82
m3	1.62	2.1
m3	1.8	2.37

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic
Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal
0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)
Momentos Interiores en cada Miembro

Miembro	Posic.(m)	Mom Mu(t-m)
m1	0	-2.82
m1	0.15	-0.86
m1	0.338	1.08
m1	0.525	2.46
m1	0.712	3.3
m1	0.9	3.57
m1	1.088	3.3
m1	1.275	2.46
m1	1.462	1.08
m1	1.65	-0.86
m1	1.8	-2.82
m2	0	-2.82
m2	0.18	-2.21
m2	0.36	-1.61
m2	0.54	-1.18
m2	0.72	-0.91
m2	0.9	-0.8
m2	1.08	-0.84
m2	1.26	-1.11
m2	1.44	-1.56
m2	1.62	-2.71
m2	1.8	-2.71
m3	0	2.82
m3	0.18	2.21
m3	0.36	1.61
m3	0.54	1.18
m3	0.72	0.91
m3	0.9	0.8
m3	1.08	0.84
m3	1.26	1.11
m3	1.44	1.56
m3	1.62	2.15
m3	1.8	2.71

6.9 Envolvente Máxima, Diseño a Flexión y Cortante

6.9.1 Envolvente Máximo de Diseño

Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

Mi.	Posic(m)	Mu(t-m)	As(cm2)	Arm.Sug	Vu(t)	Vu/Vr (Cheq)
m4	0	2.71	7.67	1 # 4 @ 0.16	-16.62	0.95 Ok
m4	0.15	1.32	7.67	1 # 4 @ 0.16	-16.48	0.94 Ok
m4	0.338	-2.11	7.67	1 # 4 @ 0.16	-7.68	0.44 Ok
m4	0.525	-2.4	7.67	1 # 4 @ 0.16	-2.82	0.16 Ok
m4	0.712	-4.05	7.67	1 # 4 @ 0.16	-2.65	0.15 Ok
m4	0.9	-5.12	7.67	1 # 4 @ 0.16	-2.48	0.14 Ok
m4	1.088	-4.05	7.67	1 # 4 @ 0.16	-2.31	0.13 Ok
m4	1.275	-2.4	7.67	1 # 4 @ 0.16	-2.14	0.12 Ok
m4	1.462	-2.11	7.67	1 # 4 @ 0.16	2.72	0.16 Ok
m4	1.65	1.32	7.67	1 # 4 @ 0.16	11.52	0.66 Ok
m4	1.8	2.71	7.67	1 # 4 @ 0.16	11.65	0.67 Ok

6.9.2 Diseño Detallado a Flexión

Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

	Valor	Simbología
Mu	2.71 t-m	Momento mayorado en la secc
K	51.162 t/m2	Mu/bd^2
m	17.647	fy/0.85f'c
Ro Calc	0.0014	Cuantia Acero de Diseño
As calc	3.151 cm2	Area Refuerzo Calculado Total
Ic	0.002 m4	Mom de Inercia de Sección Bruta
fr	33.132 kg/cm2	Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2
Mcr	4.97 t-m	Mom Agrietamiento
Asmin(Mcr)	5.847 cm2	Acero para Mom_Agrietam.
1.33Ascal	4.191 cm2	Acero Calculado x 1.33
Acero Domina	7.667 cm2	Acero a Flexión Definitivo
Arm Ppal Sug.	1 # 4 @ 0.16	Armad Ppal Real Propuesta
As real Coloc	7.917 cm2	Area de Acero Real Colocado
c	1.64 cm	Alt blq compr: AsFy/(.85f'cBetab
et	0.0518	0.003(dt-c)/c
Chequeo	et > 0.005	Phi OK
As RetracTemp	18.17 cm2/cara	2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7
Arm Retr Sug.	1 # 4 @ 0.25	Armad Retracc Propuesta

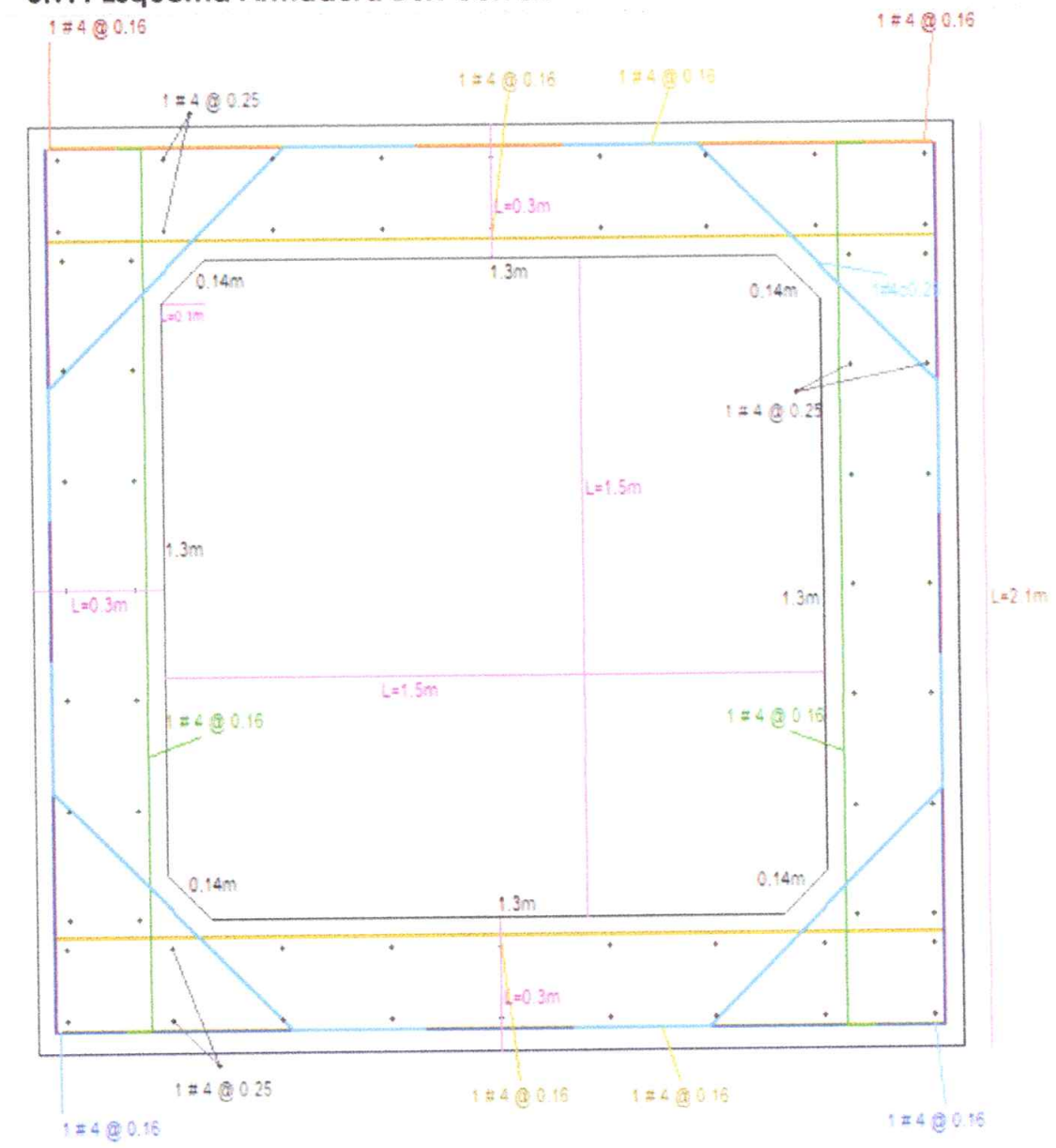
Rev Global: FLEXIÓN	Revisión Global a CORTANTE
OK A FLEXIÓN	OK CORTANTE Vu/Vr = 0.95 miembro(4)

6.9.3 Diseño Detallado a Cortante

Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

	Valor	Simbología
dv1 0.9de	0.234 m	Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9
dv2 0.72h	0.216 m	Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9
dv dom	0.234 m	Prof efec de Cortante dominante
Phi	0.85	Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2
Beta	2	Fact.Cap Concr Agr Diag Traco y Cort
Vc	20.55 t	Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3
Vs	0	Vs =0 No Flejes
Vn	20.55 t	Vn = Vc Art 5.8.3.3-1
Vr	17.47 t	Vr = phi x Vn
Vu	16.62 t	Cortante Ult de Diseño
Chequeo	0.95 Ok	

6.9.4 Esquema Armadura Box Culvert



6. CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

Deben realizarse ensayos sobre muestras representativas de los materiales de construcción cumpliendo las siguientes normas:

Para el acero de refuerzo:

- El refuerzo corrugado debe cumplir la norma NTC 248.

Para el concreto:

- Se debe utilizar en el diseño de mezclas agregado de origen sedimentario (caliza).
- La elaboración y curado de especímenes de concreto deben cumplir l norma NTC 550.
- El ensayo de resistencia a la compresión simple de cilindros de concreto debe cumplir la norma NTC 673.

Para los vaciados de concreto deben tomarse muestras mediante cilindros para ensayos de resistencia de concreto con la siguiente periodicidad:

- 1 Muestra al día.
- 1 Muestra por cada 40 m3 de concreto vaciado.
- 1 Muestra por cada 200 m2 de área de losas o muros.
- 1 Muestra de concreto de muros por cada vaciado.
- 1 Muestra de concreto por cada tipo de mezcla.

La muestra consta de 6 cilindros: 2 para fallarlos a los 7 días, 2 para fallarlos a los 28 día y quedan 2 testigos ara fallarlos a los 56 días en caso de ser necesario.

Yo Diana Patricia Arenas Madrigal, Certifico que cumplo con la experiencia profesional exigida por la reglamentación vigente y que el diseño estructural del BOX CULVERT, expresado en las memorias de cálculos y en los planos adjuntos.

7. CONCLUSIONES

Cumplimiento normativo: El diseño del box culvert se realizó cumpliendo con la normativa vigente, principalmente el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes CCP-14 , las Especificaciones Técnicas del INVIAS 2007 y los lineamientos de la AASHTO Ed. 17 de 2002 , garantizando una solución técnica sólida y segura.

Adecuado dimensionamiento estructural: Se definió una sección de 1.50 x 1.50 x 7.80 metros , la cual responde adecuadamente a las condiciones hidráulicas, de carga y de estabilidad requeridas para el proyecto de mejoramiento vial en la calle 27 entre carrera 20 y calle 24.

Análisis detallado de cargas: Se contemplaron todas las solicitudes relevantes (carga muerta, carga viva, empuje de tierras, sobrecargas de relleno, carga de agua, entre otras), incluyendo los estados límite de resistencia, garantizando un diseño estructural robusto frente a los escenarios más exigentes.

Resistencia estructural comprobada: El box culvert cumple con los requisitos de diseño a flexión y cortante. El análisis de envolventes y esfuerzos permite confirmar que la estructura está en capacidad de soportar tanto las cargas de servicio como las eventuales cargas extremas sin comprometer su estabilidad.

Funcionalidad hidráulica y vial: El diseño del box culvert no solo garantiza la adecuada evacuación de aguas pluviales, sino también la continuidad y seguridad de la vía, contribuyendo al mejoramiento integral de la infraestructura urbana del municipio de Sampués.

8. RECOMENDACIONES

Supervisión y control de calidad en obra: Es fundamental garantizar que durante la construcción se respeten las especificaciones técnicas de materiales, colocación de acero de refuerzo y vertido del concreto, tal como se detalla en la memoria de cálculo.

Inspección periódica del drenaje: Una vez en operación, se recomienda realizar mantenimiento e inspección periódica del box culvert para prevenir

obstrucciones, erosiones o acumulación de sedimentos que puedan afectar su funcionamiento hidráulico.

Adecuada compactación del relleno: Se debe prestar especial atención a la compactación de los materiales de relleno sobre y alrededor de la estructura, asegurando la transmisión adecuada de cargas y evitando asentamientos diferenciales.

Protección contra socavación: Se recomienda implementar obras complementarias (como filtros, aletas y cunetas) que minimicen la posibilidad de socavación en las bocas del box culvert.

Registro y actualización documental: Es importante que los planos estructurales, cálculos y especificaciones técnicas queden debidamente archivados en las dependencias municipales para futuras consultas o intervenciones.

INGENIERA CALCULISTA

VALIDO PARA: " MEJORAMIENTO EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA DIAGONAL ENTRE CARRERA 13 Y CARRERA 13A Y DE LA CALLE 17 ENTRE CARRERA 20 Y CALLE 24 EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS SUCRE "

Diana Patricia Arenas Madrigal
Ingeniera Civil
Esp. En Diseño Estructural
Esp. En Patología de la Construcción
M.P N°05202 - 66059 Antioquia.

Sampués – Sucre, 28 de febrero del 2025

Señor:

JAVIER ANDRES GENEY PEREZ
Alcalde Municipal - Sampués
Departamento de Sucre

Asunto: Certificación de Diseño

Certifico que he realizado ***EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL BOX CULVERT*** para el Proyecto: **" MEJORAMIENTO EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA DIAGONAL ENTRE CARRERA 13 Y CARRERA 13A Y LA CALLE 27 ENTRE CARRERA 20 Y CALLE 24 EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE** ", a construirse en Municipio de Sampués, del Departamento de Sucre, de acuerdo con CCP-14 y los requisitos técnicos vigentes cuyos resultados se encuentran consignados en el respectivo documento **y estos no pueden ser modificados sin mi autorización una vez sea viabilizado el proyecto.**

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta Profesional y original del certificado de vigencia y antecedentes profesionales.

VALIDO PARA: " MEJORAMIENTO EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA DIAGONAL ENTRE CARRERA 13 Y CARRERA 13A Y LA CALLE 27 ENTRE CARRERA 20 Y CALLE 24 EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE "

DIANA PATRICIA ARENAS MADRIGAL
INGENIERA CIVIL
MP. Nº 05202-66059 ANTIOQUIA


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
43.519.783
ARENAS MADRIGAL
JUANA PATRICIA
" MEJORAMIENTO EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA DIAGONAL ENTRE CARRERA 13 Y CARRERA 13A Y LA CALLE 27 ENTRE CARRERA 20 Y CALLE 24 EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE "


29-AGO-1967
MEDELLIN
(ANTIOQUIA)
1.60
O-
F
" MEJORAMIENTO EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA DIAGONAL ENTRE CARRERA 13 Y CARRERA 13A Y LA CALLE 27 ENTRE CARRERA 20 Y CALLE 24 EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE "


REPUBLICA DE COLOMBIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería y Arquitectura
INGENIERO CIVIL
" MEJORAMIENTO EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA DIAGONAL ENTRE CARRERA 13 Y CARRERA 13A Y LA CALLE 27 ENTRE CARRERA 20 Y CALLE 24 EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE "
DIANA PATRICIA

" MEJORAMIENTO EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA DIAGONAL ENTRE CARRERA 13 Y CARRERA 13A Y LA CALLE 27 ENTRE CARRERA 20 Y CALLE 24 EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE "
VALIDO PARA

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

TENIENDO EN CUENTA QUE

Diana Patricia Arenas Madrigal

C.C. 43.509.783 de Medellín (Antioquia)

CUMPLIÓ SATISFACTORIAMENTE TODOS LOS REQUISITOS REGLAMENTARIOS DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO LE CONFIERE EL TÍTULO DE

Especialista en Estructuras

EN LA CIUDAD DE Medellín a 23 de julio de 2010

RECTORÍA

DECANATURA DE FACULTAD

SECRETARÍA GENERAL

REGISTRO No. 0814 del Libro de Diplomas No. 1

DE LA SEDE DE MEDELLÍN FACULTAD DE Minas

23212

MEJORAMIENTO EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA DIAGONAL ENTRE CARRERA 13 Y CARRERA 13A Y LA CALLE 27 ENTRE CARRERA 20 Y CALLE 24 EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE "

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que DIANA PATRICIA ARENAS MARRIGAL, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 43519783, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 05202-66059 desde el 19 de Junio de 1997, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 904.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C. a los ocho (08) días del mes de Enero del año dos mil veinticinco (2025).

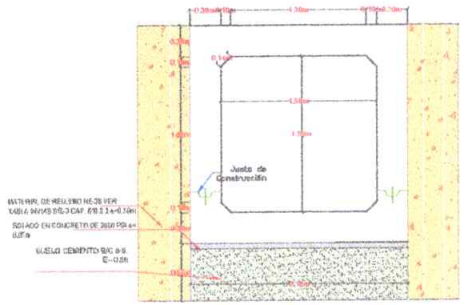
Rubén Darío Ochoa Arbeláez

VALIDO PARA: " MEJORAMIENTO EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA DIAGONAL ENTRE CARRERA 13 Y CARRERA 13A Y LA CALLE 27 ENTRE CARRERA 20 Y CALLE 24 EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE "

Firma del titular

(*)Con el fin de verificar que el titular autorizó su participación en procesos señalados de selección de Contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, conserva las propiedades del documento original en formato .pdf. Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://sentinel.copnia.gov.co/Copnia_WorkshopCertificadoCIECopnIEHandling/CertificateOfCopnIEHandling/Start indicando el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.



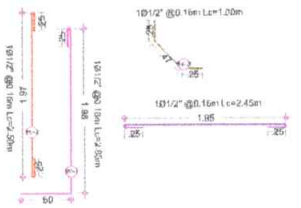
GEOMETRÍA TÍPICA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL BOX CULVERT 1.50X1.50

ESC.1:20



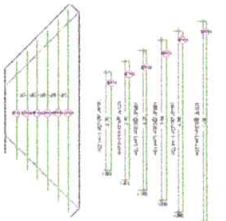
Distribución De Refuerzo Box Culvert 1.50X1.50

ESC.1:25





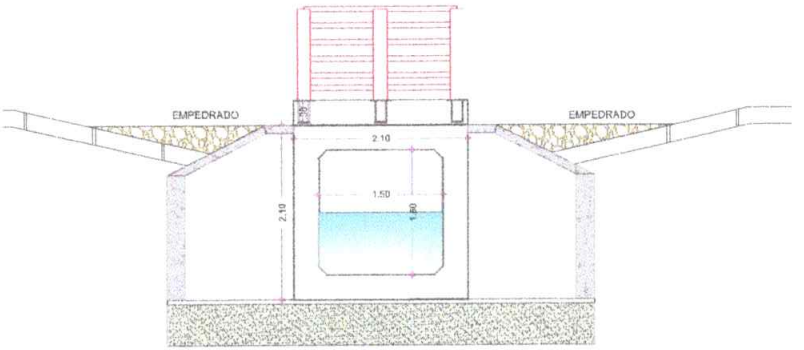
VISTA EN PLANTA
REFUERZO SUPERIOR E INFERIOR LONGITUDINAL FONDO BOX
ESCALA 1:50



FONDO REFUERZO RFT BOX

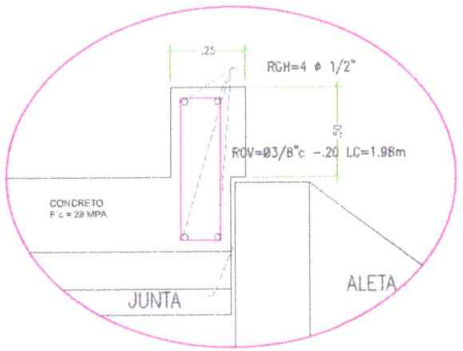


FONDO REFUERZO RFL BOX

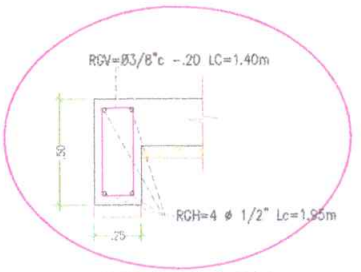


VISTA TÍPICA BOX

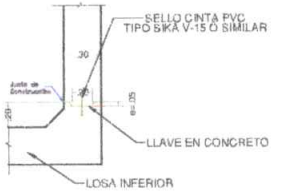
Esc 1:25



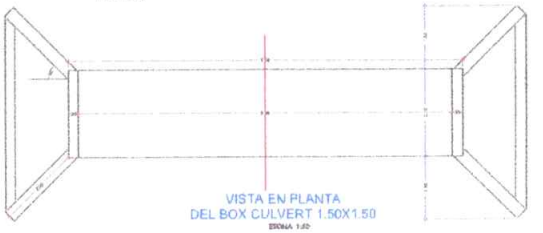
GUARDARUEDA



DENTELLON



DETALLE JUNTA
EN CINTA PVC CONSTRUCTIVA
ESCALA 1:25

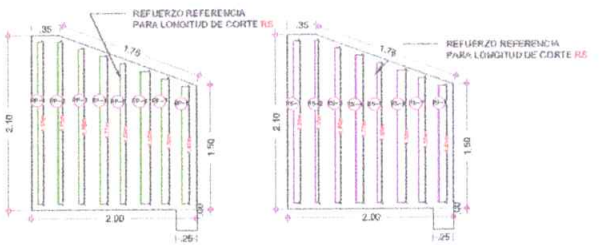


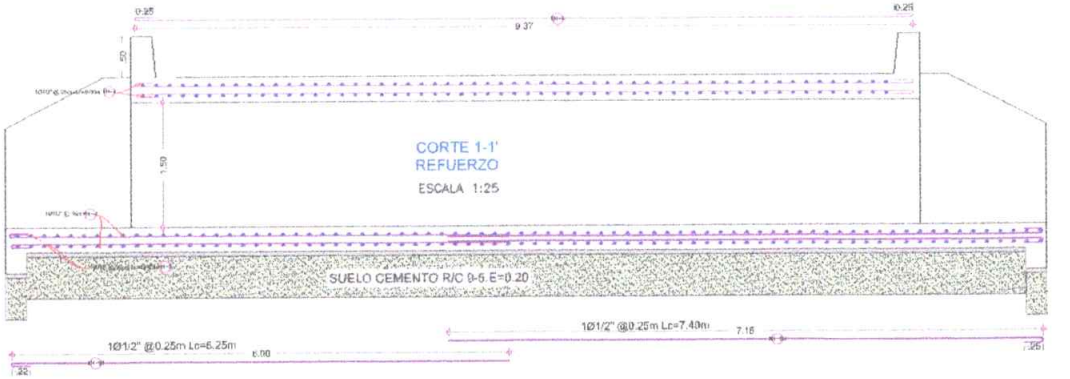
VISTA EN PLANTA
DEL BOX CULVERT 1.50X1.50
ESCALA 1:50



Distribución De Refuerzo Aleta

ESC.1:25





CORTE 1-1'
REFUERZO

ESCALA 1:25

ESPECIFICACIONES

PARÁMETROS SÍSMICOS:
- DEPARTAMENTO DE SUCRE.
- MUNICIPIO DE SAMPUES
- PERFIL DE SUELO: E
- FACTOR DE SITIO PARA PERIODO CERO Fa(pga): 2.10
- FACTOR DE SITIO PARA PERIODOS CORTOS Fa: 2.34
- FACTOR DE SITIO PARA PERIODOS LARGOS Fv: 3.30
- COEFICIENTE DE ACELERACIÓN ESPECTRAL SDI: 0.563
- ZONA DE DESEMPEÑO SÍSMICO: 4

ESPECIFICACIONES DE CARGA:
- CAMIÓN DE DISEÑO: CCP-14
  EJE TRASERO: 16.0 Ton
- PARÁMETROS GEOTECNICOS Y SISMICOS (CONTINUACION)
  PGA=0.15 Sm=0.30 S1: 0.15
  θ=30° ys=1.80Ton/m³
  γw=1.00Tw/m³

ESPECIFICACIONES MATERIALES:
1. MATERIALES
   CONCRETO ESTRUCTURA (BOX CULVERT, ALETAS
   f'c= 28MPa (4000PSI)
   ACERO DE REFUERZO ϕ1 A ϕV VIC 2284
   (A514-A706) fy= 420MPa (60000PSI)
2. AGREGADOS (ASTM C33)
   TAMAÑO: 3/4"

PROYECTO: "MEJORAMIENTO EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA DIAGONAL ENTRE CARRERA 13 Y CARRERA 13A Y LA CALLE 27 ENTRE CARRERA 20 Y CALLE 24 EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE"

ESCALA: INDICADAS

CONTIENE: DETALLES ESTRUCTURALES BOX 1.50X1.50 EN LAS ABSCISAS K1+764

PROPIETARIO(S):

DISEÑO HIDRÁULICO:

FECHA: FEBRERO – 2025

PLANO No. E-1/1