

ANEXOS

ANEXO 1

ENSAYOS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES



Caracterización de Agregados

Proyecto: "Análisis del comportamiento de pavimento de concreto con fibra de polipropileno aplicado a losas cortas"

Procedencia: Áridos "SEDECA -San José de Charaja"

Elaborado por: Leydi Alodia Camacho Cruz

Fecha: Septiembre de 2018

TARIJA - BOLIVIA



ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131 " AGREGADO GRUESO (Grava)"

PROYECTO: "Análisis del comportamiento de pavimento de concreto con fibra de polipropileno aplicado a losas cortas"

ELABORADO POR: Leydi Alodia Camacho Cruz

FECHA: Septiembre del 2018

PROCEDENCIA: Aridos "SEDECA - San José de Charajas"

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

GRADACIÓN		A	B	C	D
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL AEMPLEAR (gr)			
PASA	RETENIDO				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	N°4			2500±10	
N°4	N°8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NÚMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
N°DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACIÓN		15	15	15	15

DATOS DE LABORATORIO		
GRADACIÓN B		
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESO RETENIDO
3/4"	1/2"	2500
1/2"	3/8"	2500

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

GRADACIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACIÓN ASTM
B	5000	3944.8	21.10	25% MAX

Ing. Moisés Díaz Ayarde

RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



DOSIFICACION DE HORMIGONES

METODO ACI-211

Proyecto: "Análisis del comportamiento de pavimento de concreto con fibra de polipropileno aplicado a losas cortas" Procedencia: Áridos "SEDECA -San José de Charaja"	Tipo de H°: H-18 Elaborado por: Leydi Camacho Fecha: Septiembre de 2018
--	---

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	Unidad	Valor
1.- Módulo de finura de la arena (MF)	s/u	3.13
2.- Peso unitario Compactado de la grava (PUC)	kg/m ³	1433
3.- Peso específico de la arena (γ_f)	gr/cm ³	2.53
4.- Peso específico de la grava (γ_g)	gr/cm ³	2.69
5.- Absorción de la arena (Aa)	%	3.46
6.- Absorción de la Grava (Ag)	%	0.96
7.- Humedad de la Arena (Ha)	%	0.00
8.- Humedad de la Grava (Hg)	%	0.00
9.- Tamaño máximo Nominal (TMN)	pulg	1 1/2"
10.- Tamaño Máximo (TM)	pulg	1 1/2"
11.- Peso específico del cemento	gr/cm ³	2.99

CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño (fck)	350.00	kg/cm ²
Resistencia Característica (fck) (Tabla 11.12)	435.00	kg/cm ²
Asentamiento (S) (Tabla 11.4)	2.00	pulg
Relacion Agua / Cemento (a/c) (Tabla 11,13)	0.40	s/u

DATOS DE TABLAS

Vol. Agr. Grueso / Vol. unitario concreto (b/bo) (Tabla 11.15)	0.69	s/u
Requerimiento de Agua (A) (Tabla 11.6)	170.00	kg/m ³

CÁLCULOS

Peso Agregado Grueso (Pag)	$= (b/bo) \times PUC$ <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px;">988.46</div> kg/m ³
Peso cemento (Pc)	$= A / (a/c)$ <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px;">425.00</div> kg/m ³
Volumen de Agregado Grueso (Vag)	$= Pag / \gamma_g$ <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px;">367.12</div> lt/m ³

Volumen del cemento (Vc)	= P_c/γ_c 142.30 lt/m ³
Volumen de Arena (Vaf)	= $1000 - V_c - A - V_{ag}$ 320.58 lt/m ³
Peso del agregado fino (Paf)	= $V_{af} \times \gamma_f$ 810.67 kg/m ³

PESOS SECOS DE LOS INGREDIENTES POR (m³) DE CONCRETO

Ingrediente	Peso Seco kg/m ³	Volumen Absoluto lt/m ³	Peso específico gr/cm ³
<i>Cemento</i>	425.00	142.30	2.99
<i>Agua</i>	170.00	170.00	1.00
<i>Grava</i>	988.46	367.12	2.69
<i>Arena</i>	810.67	320.58	2.53
TOTAL	2394.12	1000.00	

PESOS HUMEDOS DE LOS MATERIALES

Peso Húmedo de la arena (Pha)	= $P_{af} \times (1 + H_a)$ 810.67 kg/m ³
Peso Húmedo de la Grava (Phg)	= $P_{ag} \times (1 + H_g)$ 988.46 kg/m ³

CORRECCIÓN DEL AGUA

Agua corregida a la grava (Acg)	= $P_{ag} \times (A_g - H_g)$ 9.46 lt/m ³
Agua corregida a la Arena (Acf)	= $P_{af} \times (A_a - H_a)$ 28.05 lt/m ³
Total Agua Corregida (Atc)	= $A_{cg} + A_{cf}$ 37.51 lt/m ³

PESOS HÚMEDOS DE LOS INGREDIENTES POR (m³) DE HORMIGÓN

Ingrediente	Peso Seco kg/m ³	Peso Húmedo kg/m ³
<i>Cemento</i>	425.00	425.00
<i>Agua</i>	170.00	207.51
<i>Grava</i>	988.46	988.46
<i>Arena</i>	810.67	810.67
TOTAL	2394.12	2431.63

PROPORCIONES DE MEZCLA

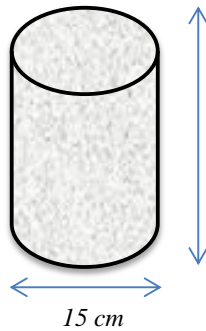
<i>Cemento</i>	<i>Arena</i>	<i>Grava</i>
1.00	1.90	2.30

OBSERVACIONES

1.- Las humedades tanto de la grava como de la arena corresponden a las obtenidas en laboratorio debiendo hacer las correcciones adecuadas en obra en el momento del vaciado.

2.- La presente dosificación no tendrá efecto en caso de agregados contaminados o sucios, con: arcillas o finos, materiales orgánicos, residuos de otros materiales, etc.
Por lo que se recomienda lavar siempre los áridos antes de utilizarlos.

DOSIFICACIÓN PARA PROBETAS DE PRUEBA



$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 0,0052 \text{ m}^3$$

Para 0% de Fibra de Polipropileno

	<i>SECO</i> (Kg) para 4 probetas	<i>HÚMEDO</i> (Kg) para 4 probetas
Cemento	10.81	10.81
Agua	4.32	5.28
Grava	25.14	25.14
Arena	20.62	20.62
		61.85

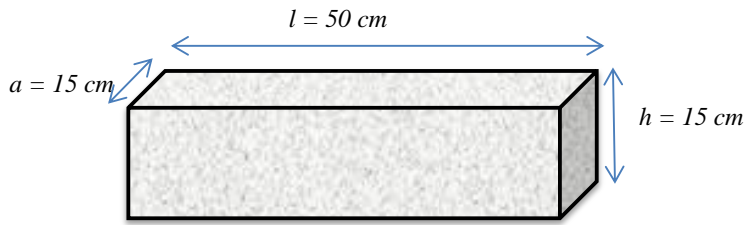
Para 0,75 % de Fibra de Polipropileno

	<i>SECO</i> (Kg) para 2 probetas	<i>HÚMEDO</i> (Kg) para 2 probetas
Cemento	5.40	5.40
Agua	2.16	2.64
Grava	12.57	12.57
Arena	10.08	10.08
Fibra	0.23	0.23
		30.92

Para 1 % de Fibra de Polipropileno

	<i>SECO</i> (Kg) para 2 probetas	<i>HÚMEDO</i> (Kg) para 2 probetas
Cemento	5.40	5.40
Agua	2.16	2.64
Grava	12.57	12.57
Arena	10.00	10.00
Fibra	0.31	0.31
		30.92

DOSIFICACION ACONSEJADA POR MOLDE



$$V = h * l * a$$

$$V = 0,01125\text{ m}^3$$

Para 0% de Fibra de Polipropileno

	<i>SECO</i> (Kg) para 2 moldes	<i>HÚMEDO</i> (Kg) para 2 moldes
Cemento	11.19	11.19
Agua	4.48	5.46
Grava	26.02	26.02
Arena	21.34	21.34
		64.01

Para 0,25 % de Fibra de Polipropileno

	<i>SECO</i> (Kg) para 2 moldes	<i>HÚMEDO</i> (Kg) para 2 moldes
Cemento	11.19	11.19
Agua	4.48	5.46
Grava	26.02	26.02
Arena	21.18	21.18
Fibra	0.16	0.16
		64.01

Para 0,5 % de Fibra de Polipropileno

	<i>SECO</i> (Kg) para 2 moldes	<i>HÚMEDO</i> (Kg) para 2 moldes
Cemento	11.19	11.19
Agua	4.48	5.46
Grava	26.02	26.02
Arena	21.02	21.02
Fibra	0.32	0.32
		64.01

Para 0,75 % de Fibra de Polipropileno

	<i>SECO</i>	<i>HUMEDO</i>
	<i>(Kg) para 2 moldes</i>	<i>(Kg) para 2 moldes</i>
<i>Cemento</i>	11.19	11.19
<i>Agua</i>	4.48	5.46
<i>Grava</i>	26.02	26.02
<i>Arena</i>	20.86	20.86
<i>Fibra</i>	0.48	0.48
		64.01

Para 1 % de Fibra de Polipropileno

	<i>SECO</i>	<i>HUMEDO</i>
	<i>(Kg) para 2 moldes</i>	<i>(Kg) para 2 moldes</i>
<i>Cemento</i>	11.19	11.19
<i>Agua</i>	4.48	5.46
<i>Grava</i>	26.02	26.02
<i>Arena</i>	20.70	20.70
<i>Fibra</i>	0.64	0.64
		64.01

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (Arena)

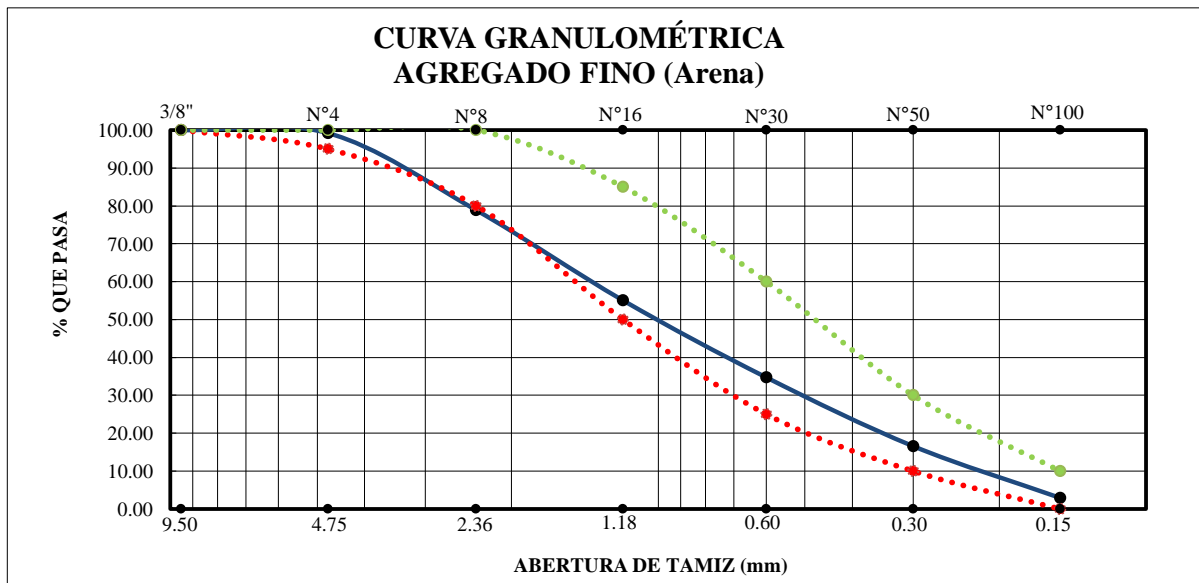
PROYECTO: "Análisis del comportamiento de pavimento de concreto con fibra de polipropileno aplicado a losas cortas"

ELABORADO POR: Leydi Alodia Camacho Cruz

FECHA: Septiembre del 2018

PROCEDENCIA: Áridos "SEDECA - San José de Charajas"

Peso Total (gr.)			500					
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	Especificacion ASTM C-33		
3/8"	9.50		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	
N°4	4.75	4.00	4.00	0.80	99.20	95.00	100.00	
N°8	2.36	101.70	105.70	21.14	78.86	80.00	100.00	
N°16	1.18	119.10	224.80	44.96	55.04	50.00	85.00	
N°30	0.60	101.60	326.40	65.28	34.72	25.00	60.00	
N°50	0.30	90.70	417.10	83.42	16.58	10.00	30.00	
N°100	0.15	68.20	485.30	97.06	2.94	2.00	10.00	
BASE		14.50	499.80	99.96	0.04			
SUMA		499.80						
PÉRDIDAS		0.20						
MF =		3.13						





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Grava)

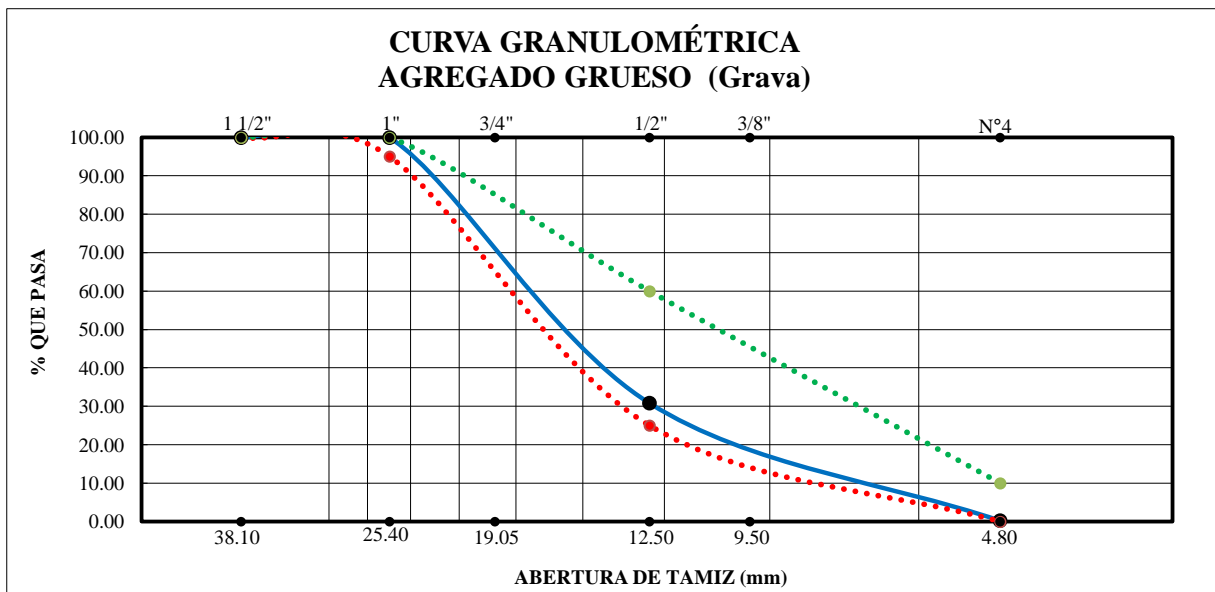
PROYECTO: "Análisis del comportamiento de pavimento de concreto con fibra de polipropileno aplicado a losas cortas"

ELABORADO POR: Leydi Alodia Camacho Cruz

FECHA: Septiembre del 2018

PROCEDENCIA: Áridos "SEDECA -San José de Charaja"

Peso Total (gr.) =			5000				
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret.	Retenido Acumulado		% Que pasa del total	% Que pasa s/g Especific. ASTM	
			(gr)	(%)			
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40	2.30	2.30	0.05	99.95	95.00	100.00
3/4"	19.05	289.00	291.30	5.83	94.17		
1/2"	12.50	3168.65	3459.95	69.20	30.80	25.00	60.00
3/8"	9.50	1059.65	4519.60	90.39	9.61		
N°4	4.80	470.25	4989.85	99.80	0.20	0.00	10.00
BASE	-	10.10	4999.95	100.00	0.00		
SUMA =		4999.95					
PÉRDIDAS =		0.05					
MF =		6.96					



Ing. Moisés Díaz Ayarde

RESP. DE LAB. HORMIGONES - RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena)

PROYECTO: "Análisis del comportamiento de pavimento de concreto con fibra de polipropileno aplicado a losas cortas"

ELABORADO POR: Leydi Alodia Camacho Cruz

FECHA: Septiembre del 2018

PROCEDENCIA: Áridos "SEDECA - San José de Charajas"

MUESTRA N°	PESO MUESTRA (gr)	PESO DE MATRÁZ (gr)	MUESTRA + MATRAZ + AGUA (gr)	PESO DEL AGUA AGREGADO AL MATRÁZ "W" (ml) ó (gr)	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	VOLUMEN DEL MATRÁZ "V" (ml)	P. E. A GRANEL (gr/cm ³)	P. E. SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	P. E. APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	500	187.5	978.7	291.20	482.60	500.00	2.31	2.39	2.52	3.48
2	500	171.8	960.0	288.20	482.50	500.00	2.28	2.36	2.48	3.50
3	500	177.3	973.2	295.90	483.00	500.00	2.37	2.45	2.58	3.40
PROMEDIO							2.32	2.40	2.53	3.46

Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAE SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO: "Análisis del comportamiento de pavimento de concreto con fibra de polipropileno aplicado a losas cortas"

ELABORADO POR: Leydi Alodia Camacho Cruz

FECHA: Septiembre del 2018

PROCEDENCIA: Áridos "SEDECA - San José de Charajas"

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	4951.50	5000.00	3108.00	2.62	2.64	2.69	0.98
2	4954.60	5000.00	3116.50	2.63	2.65	2.70	0.92
3	4951.70	5000.00	3115.00	2.63	2.65	2.70	0.98
PROMEDIO				2.62	2.65	2.69	0.96

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.

Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PESO UNITARIO - AGREGADO FINO (Arena)

PROYECTO: "Análisis del comportamiento de pavimento de concreto con fibra de polipropileno aplicado a losas cortas"

ELABORADO POR: Leydi Alodia Camacho Cruz

FECHA: Septiembre del 2018

PROCEDENCIA: Áridos "SEDECA - San José de Charajas"

PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3)
1	2601.20	3031.00	7270.00	4668.80	1.540
2	2601.20	3031.00	7230.00	4628.80	1.527
3	2601.20	3031.00	7280.00	4678.80	1.544
PROMEDIO					1.537

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA COMPACTADA (gr)	PESO MUESTRA COMPACTADA (gr)	PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm3)
1	2601.20	3031.00	7980.00	5378.80	1.775
2	2601.20	3031.00	7930.00	5328.80	1.758
3	2601.20	3031.00	7980.00	5378.80	1.775
PROMEDIO					1.769

Ing. Moisés Díaz Ayarde

RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO: "Análisis del comportamiento de pavimento de concreto con fibra de polipropileno aplicado a losas cortas"

ELABORADO POR: Leydi Alodia Camacho Cruz

FECHA: Septiembre del 2018

PROCEDENCIA: Áridos "SEDECA - San José de Charajas"

PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3)
1	5745.00	9888.00	19845.00	14100.00	1.426
2	5745.00	9888.00	19920.00	14175.00	1.434
3	5745.00	9888.00	19965.00	14220.00	1.438
PROMEDIO					1.433

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA COMPACTADA (gr)	PESO MUESTRA COMPACTADA (gr)	PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm3)
1	5745.00	9888.00	20370.00	14625.00	1.479
2	5745.00	9888.00	20505.00	14760.00	1.493
3	5745.00	9888.00	20455.00	14710.00	1.488
PROMEDIO					1.486

Ing. Moisés Díaz Ayarde

RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.

T= 17 °C
Peso agua + molde = 15.625 kg
Peso de molde = 5.745 kg
Peso de agua = 9.88 kg
 δ = 999.2 Kg/m³

Robert Mott

$$\delta = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\delta}$$

V= 0.00988791 m³

V= 9888 cm³

ANEXO 2

TABLAS USADAS PARA LA DOSIFICACIÓN

Tabla 11.4 – 6.3.1 ACI 211.1 Revestimientos recomendados para diferentes tipos de construcción

Tipos de construcción	Asentamientos en pulgadas	
	Máximo	Mínimo
Muros y zapatas de fundación reforzados	5	2
Zapatas simples	4	1
Losas, vigas y marcos reforzados	6	3
Columnas de edificios	6	3
Pavimentos	3	2
Construcción de gran volumen	3	1

Tabla 11.6 – 6.3.3 ACI 211.1 Requerimiento aproximado de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revestimientos y tamaños máximos nominales de agregado

Requerimiento aproximado de agua mezclado para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregado, con partículas de forma angular y textura rugosa, en hormigón sin aire incluido									
Asentamiento		Tamaño máximo del agregado, en mm (pulg.)							
		9.51 3/8"	12.7 1/2"	19.00 3/4"	25.40 1"	38.10 1 1/2"	50.80 2"	64.00 2 1/2"	76.10 3"
mm	Pulg.	Agua de mezclado, en Kg/m ³ de hormigón							
0	0	223	201	186	171	158	147	141	132
25	1	231	208	194	178	164	154	147	138
50	2	236	214	199	183	170	159	151	144
75	3	241	218	203	188	175	164	156	148
100	4	244	221	207	192	179	168	159	151
125	5	247	225	210	196	183	172	162	153
150	6	251	230	214	200	187	176	150	157
175	7	256	235	218	205	192	181	170	163
200	8	260	240	224	210	197	186	176	168

Tabla 11.12 Resistencia de diseño cuando no hay datos que permitan determinar la desviación estándar

Resistencia específica f_{ck} en (Kg/C)	Resistencia de diseño de la Mezcla f_{cm} en (Kg/cm ²)
Menos de 210 kg/cm ²	$f_{ck} + 70$ kg/cm ²
210 a 350 kg/cm ²	$f_{ck} + 85$ kg/cm ²
Más de 350 kg/cm ²	$f_{ck} + 100$ kg/cm ²

Tabla 11.13 – 6.3.4 (a) ACI 211.1 Correspondencia entre la resistencia a la compresión a los 28 días de edad y la relación agua – cemento para los cementos portland Tipo I, en hormigones sin aire incluido

Resistencia a la compresión	Relación agua – cemento en peso		
	Límite superior	Línea media	Límite inferior
140	-	0.72	0.65
175	-	0.65	0.58
210	0.7	0.58	0.53
245	0.64	0.53	0.49
280	0.59	0.48	0.45
315	0.54	0.44	0.42
350	0.49	0.40	0.38

Tabla 11.15 – 6.3.6 ACI 211.1 Volumen de agregado grueso seco y compactado con varilla, por volumen de hormigón para diferentes módulos de finura de la arena

Tamaño máximo nominal		Módulo de finura de la arena			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.7	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
19.0	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25.4	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
38.1	1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
50.8	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
76.1	3"	0.82	0.80	0.78	0.76
152.0	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

ANEXO 3

HOJA TÉCNICA FIBROMAC 12

HOJA TÉCNICA FIBROMAC 12

FibroMac® 12

Fibras para Refuerzo del Concreto

Características técnicas

FibroMac® 12 es una fibra de polipropileno producida a partir de multifilamentos, indicada para el refuerzo de concretos y morteros con la finalidad de generar un compuesto homogéneo y controlar la fisuración por retracción.



Propiedades Físicas		
Díámetro	µm	18
Sección		Circular
Largo	mm	12
Alargamiento	%	80
Matéria-prima		polipropileno
Peso Específico	g/cm ³	0.91

Propiedades Mecánicas		
Temperatura de fusión	°C	160
Resistencia a la tracción	MPa (N/mm ²)	300
Módulo de Yang	MPa	3 000

Aplicación		
Campos de aplicación indicados		concreto proyectado, prefabricados, pavimentos, pisos, revestimientos.
Cantidad de fibras por kilo		300 000 000
Área superficial específica	m ² / kg	225
Dosaje (recomendación mínima)	g / m ³	600

Presentación		
--------------	--	--

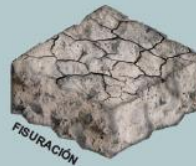
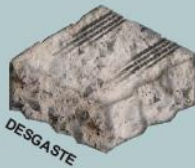
Las fibras sintéticas FibroMac® 12 son acondicionadas en sacos hidrosolubles de 600g.



concretos y morteros



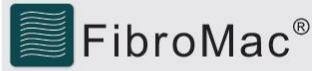
**LAS FIBRAS FIBROMAC®
MEJORAN EL DESEMPEÑO DEL
HORMIGÓN Y DEL MORTERO
EN LO QUE SE REFIERE AL:**



- Reducen las fisuras causadas por la retracción y asentamiento plástico;
- Aumenta la resistencia al fuego;
- Permiten controlar la exudación y segregación;
- Propician mayor resistencia al impacto;
- Mejoran la resistencia al desgaste.

ASESORÍA TÉCNICA GRATUITA

MACCAFERRI



Las fibras de polipropileno FibroMac® son compuestas por filamentos extremadamente finos, producidos a través de un proceso de extrusión. Su uso es indicado en concretos y morteros ya que reducen el índice de fisuras provocadas por la retracción y asentamiento. Esto se debe a su capacidad de retención de agua en el interior de estos. Además, propician el control sobre los fenómenos de exudación y segregación. Las fibras FibroMac® también mejoran el desempeño del hormigón endurecido, aumentando su resistencia en lo que se refiere al:

- desgaste, ya que a través del control de la exudación, se evita el aumento de la relación agua/ cemento responsable por la disminución de la resistencia del concreto;
- impacto, ya que, al controlar el índice y profundidad de las fisuras, ayuda a preservar la integridad de la estructura;
- fuego, ya que con la fundición de las fibras a altas temperaturas, son criados micro-canales que alivian la presión generada por los vapores de agua causadores del fenómeno de " spalling", aumentando el tiempo de degradación de las estructuras en caso de incendios.



El embalaje hidrosoluble se diluye rápidamente en el Hormigón de manera fácil y homogénea.

Tipo	Diámetro (d) [µm]	Longitud [mm]	Área superficial [m²/Kg]	Peso del embalaje [g]	Frecuencia [millones de Fibras/Kg]
FibroMac®	18	6	244	600 / 100	720
FibroMac®	18	12	244	600	360
FibroMac®	18	24	244	600	180

Dosificación:

Para el control de las fisuras de retracción plástica, es sugerida la dosificación de 600g de FibroMac® para cada metro cúbico de hormigón o mortero, sin embargo, la dosificación debe obedecer las especificaciones de cada proyecto.

Recomendaciones para la mezcla:

Los embalajes hidrosolubles de FibroMac® (600g y 100g) deben ser agregados en el hormigón fresco, pudiendo ser lanzados directamente en el mezclador en la usina o en la obra, considerando el tiempo medio de mezcla de cinco minutos.

Para aplicaciones especiales u otras recomendaciones, favor consultar nuestro Departamento Técnico.

© Maccaferri dq Brasil - 2017



Matriz:
Av. José Benassi, 2601 - Distrito Industrial Faz Gran
CP 520 - CEP 13201-970 - Jundiaí - SP - Brasil
Tel.: (55) 11 4255-5000
E-mail: maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Maccaferri de Argentina S.A.
Tel.: (54) 3327 412201 Fax: (54) 3327 412200
E-mail: argentina@maccaferri.com.ar
www.maccaferri.com.ar

Maccaferri de Bolivia Ltda.
Tel.: (591) 3 322-8042 Fax: (591) 4 468-5411
E-mail: bolivia@maccaferri.com.bo
www.maccaferri.com.bo

Maccaferri del Caribe.
Tel.: (809) 472-3380
E-mail: republicadominicana@maccaferri.com.do
www.maccaferri.com.do

Maccaferri de Centroamérica Ltda.
Tel.: (504) 2244-8000 Fax: (504) 2244-9431
E-mail: costarica@maccaferri.co.cr
www.maccaferri.com.cr

Maccaferri de Chile S.P.A.
Tel.: (56) 2 2940-2347
E-mail: chile@maccaferri.cl
www.maccaferri.cl

Maccaferri de Colombia Ltda.
Tel.: (57) 1 698 9230
E-mail: colombia@maccaferri.com.co
www.maccaferri.com.co

Maccaferri de Ecuador S.A.
Tel.: (593) 2 3820-971
E-mail: ecuador@maccaferri.com.ec
www.maccaferri.com.ec

Maccaferri de Guatemala S.A.
Tel.: (502) 2208-3505
E-mail: guatemala@maccaferri.com.gt
www.maccaferri.com.gt

Maccaferri de Panamá S.A.
Tel.: (507) 292-8808
E-mail: panama@maccaferri.com.pa
www.maccaferri.com.pa

Maccaferri de Perú S.A.C.
Tel.: (51) 1 201-1080
E-mail: peru@maccaferri.com.pe
www.maccaferri.com.pe



MM 110156 - 02/2014 Distribución Gratuita

ANEXO 4

MANUAL DEL PROGRAMA EVERFE 2.24

MANUAL PARA LA CORRECTA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE EVERFE

2.24

Introducción

EVERFE es una herramienta de análisis de elementos finitos 3D para pavimentos rígidos, desarrollado en la Universidad de Washington en cooperación con el Departamento de Transporte de Washington. En la actualidad, EVERFE es el programa finito 3D más sofisticado y fácil de usar, con elementos específicamente desarrollado para el análisis de pavimento rígido. El programa cuenta con una interfaz gráfica de usuario intuitiva que simplifica en gran medida la generación de modelos, y la interpretación de los resultados que se visualizan a través de EVERFE incorpora una novedosa técnica para el modelado de trabazón de agregado que puede ser lineal y no lineal en la junta, así como un nuevo método para el modelado de barras para la transferencia de carga en las juntas transversales. Una estrategia de solución avanzada empleada por EVERFE que permite modelos realistas 3D que pueden ser simulados, sin la necesidad de tener computadoras de gran capacidad. Sin embargo, EVERFE tiene limitaciones significativas.

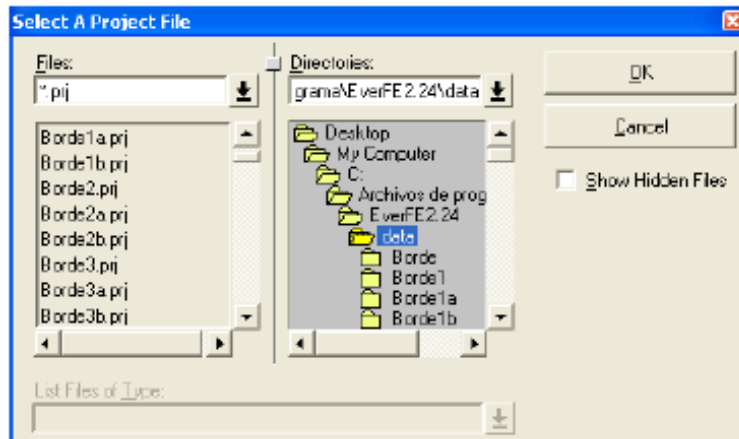
Crear un nuevo proyecto

Para crear un nuevo proyecto, seleccione Nuevo (New) en el menú Archivo (File). Esto abrirá un submenú que contiene las opciones de Métricas e inglés. Al seleccionar cualquiera de estas opciones se iniciará un nuevo proyecto sin título en el sistema de la unidad apropiada.

Guardar un proyecto

Hay dos opciones para guardar un proyecto: Guardar (Save) y Guardar como (Save as). La opción Guardar como debe utilizarse al guardar un proyecto sin título que se inició con el comando de menú Nuevo (New), y también se puede utilizar para guardar el proyecto actual con un nuevo nombre. Cuando se selecciona en el menú Guardar como, aparecerá el cuadro de diálogo de archivos que se muestra a continuación:

Imagen 1 Cuadro de diálogo para guardar un archivo nuevo



Fuente: Elaboración propia.

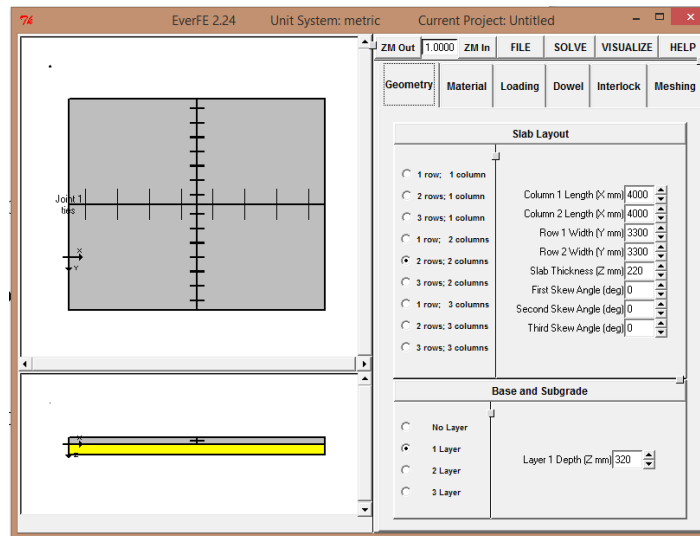
En la parte izquierda del panel de diálogo de Files (archivos) muestra los archivos con la extensión prj. que corresponden a cada proyecto guardado. La lista de directorios en el centro del cuadro de diálogo muestra que los resultados de todos los análisis se escriben en un sub-directorio separado con el mismo nombre que el proyecto; nunca hay necesidad de utilizar la lista de directorios.

Para guardar el proyecto con un nuevo nombre, se escribe el nombre del proyecto (con o sin la extensión prj.) En el cuadro Files en la parte superior izquierda del cuadro de diálogo y se da clic en Aceptar (OK).

La segunda opción en el menú de Archivo es Guardar (Save), que le permite guardar rápidamente el proyecto actual con su nombre actual. Si no existe una solución para el proyecto actual, seleccione Guardar y se guardará los parámetros del proyecto actual, tal como aparecen en los paneles entrada. Sin embargo, si la opción Guardar se utiliza cuando existe una solución, aparecerá un pequeño cuadro de diálogo que le advierte al salvar el modelo actual se eliminará la solución actual. Esto es necesario para asegurar que la solución siempre corresponde a los parámetros del modelo guardados.

Geometría

Imagen 2 Panel de geometría de losas para la creación de modelos



Fuente: Elaboración propia.

El panel de la geometría permite la especificación de la dimensión básica del sistema de pavimento rígido, y se divide en dos sub-paneles: en las Losas de diseño y en las capas de base/subrasante.

Cualquier cambio en la geometría del sistema se refleja inmediatamente en la planta y en elevación que se muestra en la parte izquierda del panel de entrada de EverFE. Las vistas en planta y elevación se pueden ampliar haciendo clic en los botones ZM Out y ZM In que están en la parte superior central del panel de entrada, o la introducción manual de un factor de escala. El factor de escala por defecto es 1,00.

Diseño de losa

Las casillas de control a la izquierda del cuadro secundario (Slab Layout) se utilizan para seleccionar el número de filas y columnas en cada modelo. Los cuadros de entrada a la derecha del sub-panel permiten la especificación detallada de la dimensiones de las losas (longitud, ancho, espesor y ángulo de inclinación). La anchura (dimensión y) de cada fila de losas se supone constante, como es la longitud (dimensión x) de cada columna de las losas.

El origen del sistema de coordenadas empleado por EverFE siempre se muestra en la vista en planta y elevación, y está situado en el borde izquierdo de la losa y en la parte inferior de la losa. En el eje y es positivo hacia abajo, y en las coordenada del eje z la parte superior del espesor de las losas es negativo.

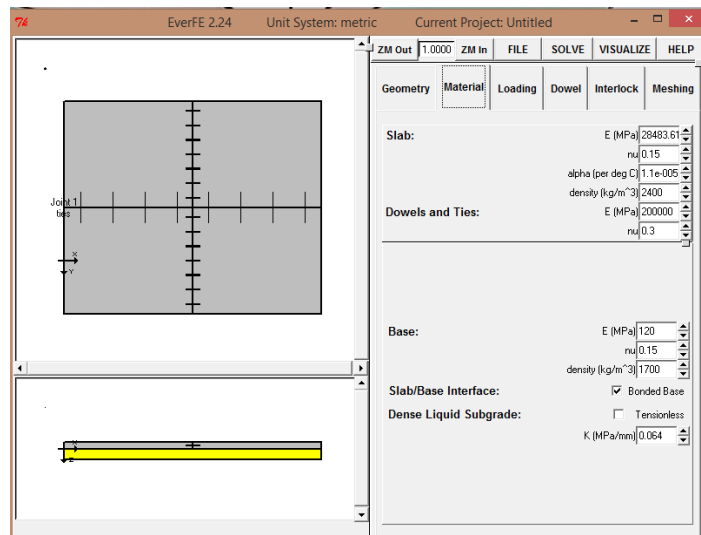
Geometría de la capa base y sub rasante

En el sub-panel de sub base/sub rasante, el usuario especifica el número de capas para ser consideradas (0-3) a través de casillas de control a la izquierda, y el espesor de cada capa de la derecha. La mayor parte de la capa superior se considera la capa sub base, y las segunda y tercera capas se designan sub rasante 1 y 2.

Propiedades de los materiales

Para visualizar el panel de material se hace clic en la pestaña Material. La ventana EverFE ahora aparecerá como se muestra en la Imagen:

Imagen 3 Panel de características de los materiales durante la creación de modelos



Fuente: Elaboración propia.

El panel material controla la especificación de las propiedades de los materiales para las losas de concreto, dovelas, la capa sub base y las propiedades de la sub rasante. De igual manera muestra la fundación líquida densa, y la interfaz de losa-sub base, que para el presente trabajo no se tomaron en cuenta por no contar con esos valores de diseño.

Propiedades de los materiales de la losa de concreto

El programa trata a las losas como sólidos linealmente elásticos, en él se debe especificar el módulo de elasticidad (E), la relación de Poisson (ν), el coeficiente de expansión térmica (α), y la densidad de la losa.

En el programa no se puede introducir directamente el módulo de ruptura; el programa realiza la siguiente relación entre el módulo de elasticidad y el módulo de ruptura.

Propiedades del material de barras de amarre

Las barras de amarre son tratadas como vigas redondas, linealmente elásticas, y donde se debe especificar el módulo de elasticidad (E) y el coeficiente de Poisson (ν). Las barras no se someten a expansión o contracción térmica, y por lo tanto su coeficiente de expansión térmica se supone que es cero.

El programa usa valores por defecto de:

Módulo de elasticidad (E): 200,000 MPa

Coefficiente de Poisson (ν): 0.3

Propiedades del material de la capa de sub base y sub rasante

Cada capa tiene su propio módulo de elasticidad (E), relación de Poisson (ν) y densidad. Cada capa individual se supone que es perfectamente unida a la capa adyacente.

Capa sub rasante

Esta capa se utiliza el usual “valor k ” usado en el diseño de pavimento rígido, y tiene unidades de MPa/mm o kips/in³.

Cargas de eje de rueda y efectos térmicos

Se debe hacer clic en la pestaña Loading para que aparezca el panel de carga. En EverFE, ambas cargas de eje de rueda y por efectos térmicos pueden ser especificados similarmente a la propiedad de los materiales; la carga, debido al peso propio de la losa se incluye por la especificación de una densidad de la losa diferente de cero. Las cargas

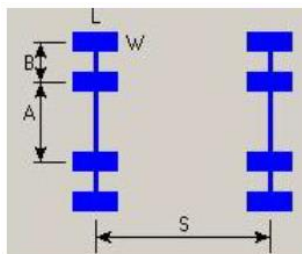
de ejes de ruedas incluyen una sola rueda, eje de una sola rueda, eje de doble rueda, en tándem de una sola rueda, tándem de doble rueda y eje genérico de varias ruedas.

Todas las áreas de contacto de los neumáticos se tratan como rectangulares. En tanto el gradiente térmicos puede ser simuladas Lineal, bilineal y trilineal.

Especificación de las cargas de las cargas y los ejes

La cargas de eje de rueda se crean haciendo clic en cualquiera de los seis botones en la parte superior del panel de carga. La carga aparecerá automáticamente en azul en $(x, y) = (0,0)$ en la vista en planta del sistema, y ahora se puede mover a cualquier posición deseada con el mouse. Cualquier rueda o eje de carga existente se puede destacar haciendo clic en él, lo que cambia su color de negro a azul. Para eliminar una carga existente, primero seleccióna con un clic izquierdo del ratón y a continuación, haga clic de eliminar. Cuando se crea una carga, un gráfico aparece en el panel de carga que muestra la magnitud de la carga y de la geometría del eje de rueda, como se muestra en la siguiente Imagen:

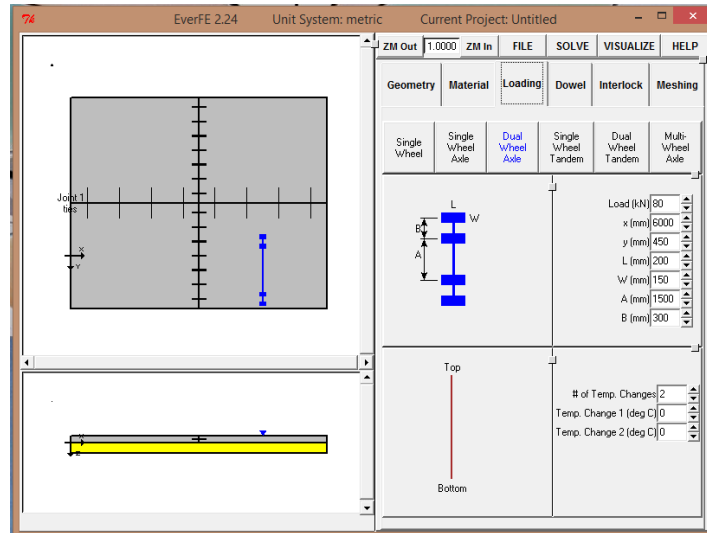
Imagen 4 Determinación de geometría de eje de rueda



Fuente: Elaboración propia

Aquí se da las opciones de introducir los valores deseados para todos los parámetros geométricos en las unidades apropiadas. Los parámetros geométricos A, B, L, W y S se detallan en el gráfico EverFE. Los X y Y. Los valores son las distancias desde el modelo de origen de coordenadas hasta el centro de gravedad del eje.

Imagen 5 Ingreso de carga para la creación del modelo

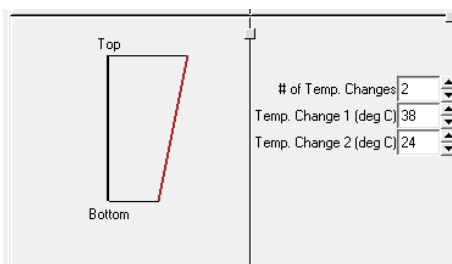


Fuente: Elaboración propia

Efectos térmicos

Lineal, bilineal y trilineal son las distribuciones térmicas que se pueden especificar en EverFE. Esto se logra al dar el número de cambios de temperatura (2, 3 o 4), y especificando su valor. El esfuerzo en cualquier punto se calcula como el producto del coeficiente de expansión térmica y el cambio de temperatura en ese punto. Los cambios de temperatura se supone que es lineal a través del espesor de la losa de arriba abajo.

Imagen 6 Ejemplo de especificación bilineal de gradiente térmico



Fuente: Elaboración propia

Propiedades de las barras de amarre

Para Introducir los parámetros de Barras de amarre se debe hacer clic en la pestaña Dowel. Se ingresa a la pestaña de Even y número de dowels con el que se quiere trabajar tanto en First Row y Second Row.

Propiedades e rigidez de las barras de amarre

El programa nos pide colocar el módulo de soporte de losa-dovela; la cual es una rigidez de resorte distribuido, y puede ser considerado como el producto de la "módulo de soporte de dovelas" comúnmente utilizado y el diámetro de la dovela, de ahí sus unidades de MPa o kips/in². En EverFE el valor predeterminado es de 1,000 Mpa.

Mientras que el módulo de retención del sistema módulo Losa-Dovela es también una rigidez de resorte distribuido y controla el grado de deslizamiento horizontal relativo entre las barras y las losas. El valor predeterminado es 10,000 MPa.

Trabazón del agregado

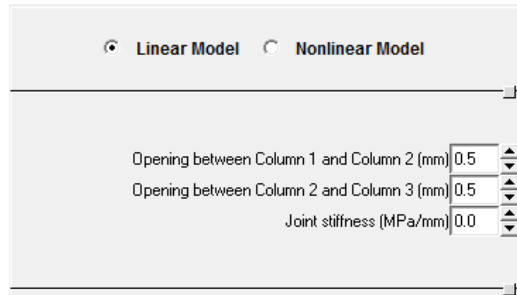
EverFE tiene dos opciones básicas para especificar el comportamiento de trabazón de agregado en las juntas transversales: un modelo lineal, y un modelo no lineal. Cualquiera de estas opciones se selecciona con la casilla correspondiente en la parte superior del panel; el modelo por defecto es lineal.

Modelo lineal de trabazón de agregados

Para el presente trabajo de aplicación estos valores se los dejó como predeterminado, siendo estos valores los más utilizados para este tipo de cálculo.

Seleccionar el modelo de trabazón de agregado lineal requiere que se especifique un valor único para la rigidez de juntas, parámetro que se aplica para cada junta transversal en el modelo de elementos finitos. Las unidades de rigidez en las juntas son rigidez/área (MPa/mm o kips/in³) similar a una rigidez de fundación líquida (valor k). Además, se debe especificar una abertura de la junta independiente para cada junta transversal en el modelo (apertura entre la Columna 1 y Columna 2; Apertura entre la Columna 2 y columna 3). Los valores que ocuparemos para rigidez en la junta es el valor predeterminado de cero y la abertura de las juntas será de 0.5 mm.

Imagen 7 Opción de entrada de datos de trabazón de agregados lineal



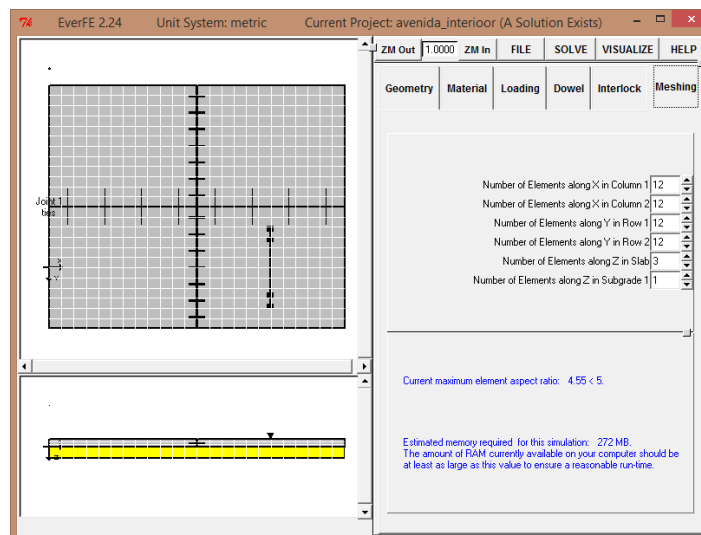
Fuente: Elaboración propia

Mallado

La capacidad de especificar de forma independiente el número de divisiones de elementos en cada fila y columna puede ser muy útil cuando se modelan losas que no sean de interés primordial, ya que con menos elementos para estas partes del modelo pueden ahorrar tiempo de cálculo significativo. El mallado estará en función de qué tan detallado se requiere el análisis.

También se proporciona una estimación de la cantidad de memoria necesaria para una simulación dada, y debe ser menor que la memoria RAM disponible de su equipo durante toda la simulación.

Imagen 8 Panel de mallado durante la creación de modelos



Fuente: Elaboración propia

Resolver (Solve)

Ejecute el análisis de muestra (run the shown analysis)

Esta opción permite ejecutar el solucionador de EverFE para el modelo que se muestra en la configuración actual. Al ejecutar el análisis de muestra se selecciona a través del menú Solver, aparecerá un cuadro de diálogo como se muestra a continuación:

Imagen 9 Cuadro de diálogo ejecutar

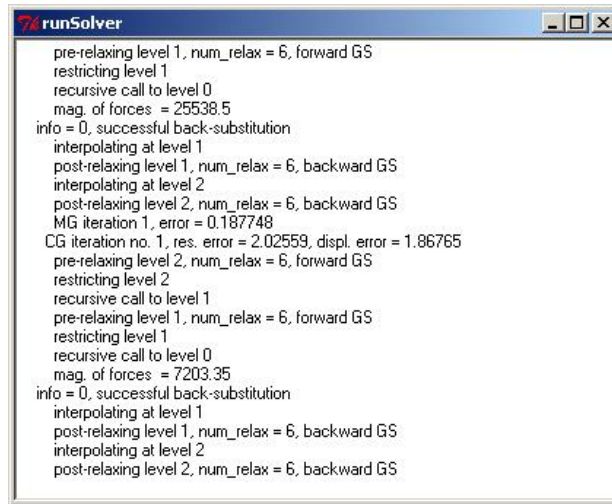


Fuente: Elaboración propia

El cuadro de diálogo advierte que cualquier solución actual que existe para este proyecto se sobrescribe, y también da una estimación de la cantidad de memoria que se requiere para la simulación. En este punto, la iteración se puede cancelar o iniciar haciendo clic en Aceptar (OK).

Al iniciar el análisis, aparecerá un pequeño cuadro con un fondo blanco que muestra información sobre el progreso del programa de solución de elementos finitos; este marco va a desaparecer una vez que se haya completado el análisis.

Imagen 10 Progreso de la solución de elementos finitos

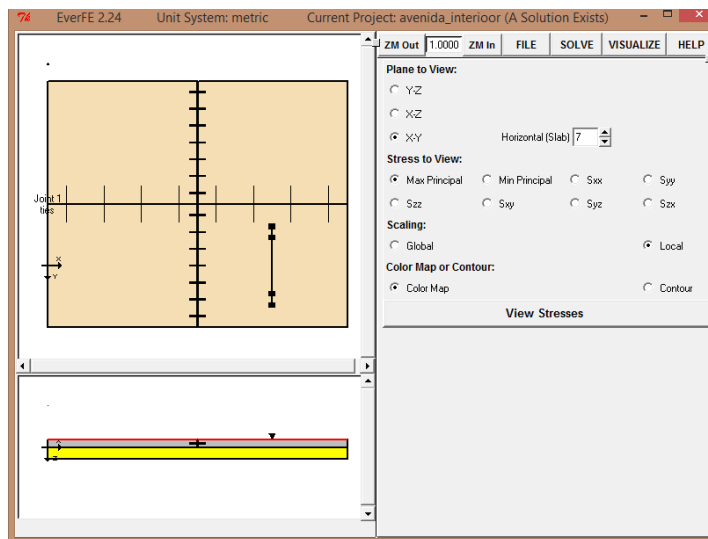


Fuente: Elaboración propia

Resultados del programa

Para visualizar de forma gráfica las tensiones, seleccione stresses en el menú Visualizar. Con ello se abre el panel de visualización de la tensión que se muestra a continuación:

Imagen 11 Ventana de visualización de esfuerzo

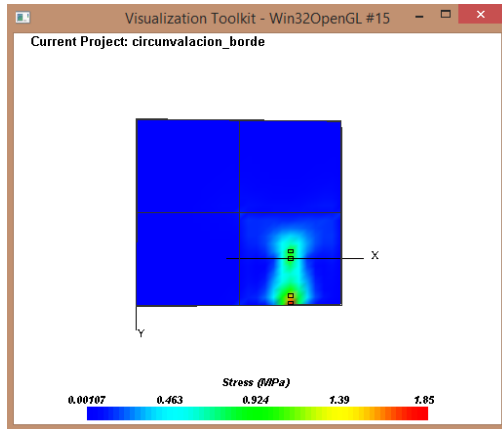


Fuente: Elaboración propia.

Para ver las tensiones en otros planos dentro de la losa, el programa brinda la opción de cambiar el plano horizontal a cualquier valor entre 3 (la parte inferior) y 7 (la parte

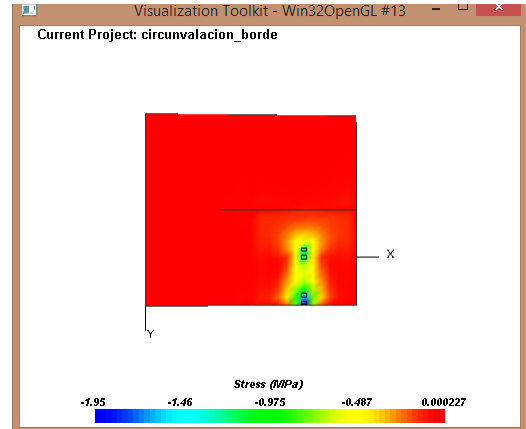
superior), ya sea escribiendo un número en el cuadro de entrada o haciendo clic en las flechas.

Imagen 12 Esfuerzos máximos en la parte superior de la losa (compresión)



Fuente: Elaboración propia

Imagen 13 Esfuerzos máximos en la parte inferior de la losa (tensión)

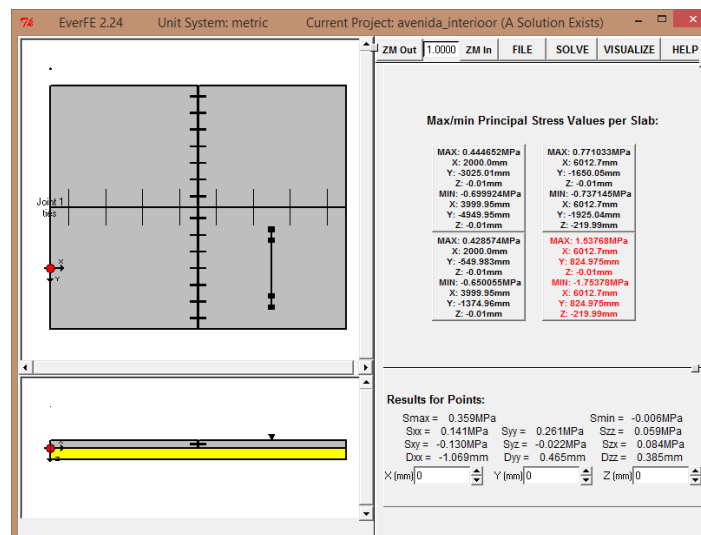


Fuente: Elaboración propia.

Resultados de esfuerzos máximos absolutos

EverFE permite la obtención de tensiones previstos en cualquier punto de las losas y la sub base, por medio de resultados para los puntos (Results for Points) del menú visualización. Esto muestra el panel a continuación:

Imagen 14 Esfuerzos principales mínimos y máximos en las losas



Fuente: Elaboración propia

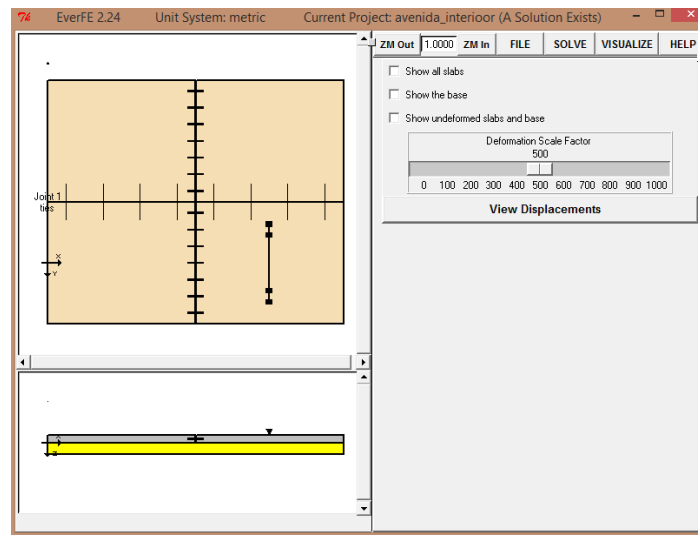
El texto en cada rectángulo muestra los esfuerzos principales máximos y mínimos y su ubicación en la losa correspondiente; para la losa con la tensión principal máxima el texto está en rojo.

RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN LAS LOSAS

EverFE permite la obtención de las gráficas de desplazamiento, para la visualización de dichas graficas se debe ingresar a desplazamientos (displacements) en el menú de visualización.

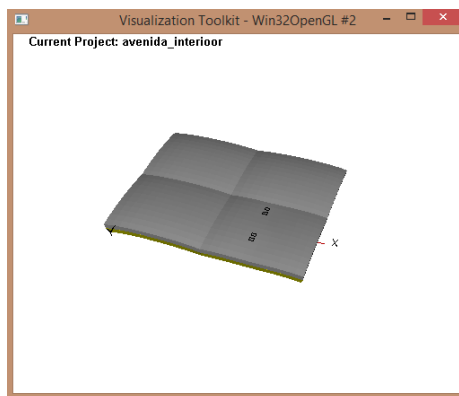
Esto muestra el panel a continuación:

Imagen 15 Panel de visualización de desplazamientos en la losas



Fuente: Elaboración propia

Imagen 16 Ventana de visualización de los desplazamientos en la losas



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6
CARTAS DE SOLICITUD