

## Capítulo 5

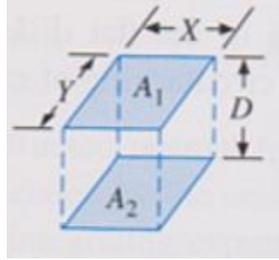
### Resultados

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos en el estudio de dos configuraciones. El primer apartado de este capítulo Análisis del factor de forma entre dos rectángulos paralelos alineados, se muestran los resultados obtenidos al someter este tipo de configuración a la definición general, examinándola en base a su forma gráfica y a su expresión algebraica. La segunda parte consta del Análisis del factor de forma entre dos rectángulos perpendiculares con una arista en común examinando una posición más compleja de las geometrías que conforman esta configuración, pero de igual forma comparando lo obtenido por la definición general junto con los otros dos métodos de cálculo. Por último el tercer apartado de este capítulo es la Comparación de resultados entre configuraciones, donde se observará la similitud entre los resultados arrojados por los tres primeros estudios.

#### **5.1. Análisis del factor de forma entre dos rectángulos paralelos alineados de igual tamaño**

La configuración a estudiar en este apartado son dos rectángulos paralelos, como se puede ver en la Fig. 20.

Donde,



Y = Largo del rectángulo.

X = Ancho del rectángulo.

D = Distancia entre rectángulos.

A<sub>1</sub> = Rectángulo superior.

A<sub>2</sub> = Rectángulo inferior.

Fig. 20 Relación de rectángulos paralelos con dimensiones marcadas.

### 5.1.1. Estudio por similitudes de dos rectángulos paralelos alineados

Para dicho estudio se realizarán dos experimentos. El primero se hará dividiendo los dos rectángulos en cuatro partes iguales, tomando en cuenta que la distancia X es de 2 cm, así como la distancia Y, por lo que cada rectángulo pequeño medirá 1 cm x 1 cm. Por otra parte la distancia que hay entre cada rectángulo grande va a ser de 1 cm. Especificando esto, se pueden observar los siguientes resultados;

Datos		<b>F1-A= F2-B=F3-C=F4-D</b>	<b>0.318</b>
X (mm)	2	$\phi_1 = \phi_2$	0
Y (mm)	2	<b>F1-D= F2-C=F3-B=F4-A</b>	<b>0.062</b>
D (mm)	1	$\phi_1 = \phi_2$	35.26
a (mm)	1	<b>F1-B= F2-A=F3-D=F4-C</b>	<b>0.043</b>
b (mm)	1	$\phi_1 = \phi_2$	63.43
Ratio X/D	2	<b>F1-C= F2-D=F3-A=F4-B</b>	<b>0.043</b>
Ratio Y/D	2	$\phi_1 = \phi_2$	63.43
		<b>SUMA DE FACTORES</b>	<b>0.467</b>

Fig. 21 Resultados del estudio por similitudes 2x2 en la primera configuración.

Como se puede observar para la comparación de los resultados obtenidos con la forma gráfica, ver Fig. 10, es necesario sacar la relación que hay entre X/D y Y/D,

lo que arroja un resultado de 2 en cada uno. Sabiendo esto, se puede decir que estos son muy similares, pero no tan aproximados, por lo que, para obtener una mejor aproximación se dividirá cada rectángulo en nueve partes iguales.

Para este análisis se toma en cuenta una distancia X y Y de 3 cm cada una, obteniendo cada rectángulo de 1 cm por lado y, con una distancia de 1 cm entre cada cuadro grande, como en el estudio anterior.

A continuación se muestran los resultados obtenidos;

Datos		F1-A=F2-B=F3-C=F4-D=F5-E=F6-F=F7-G=F8-H=F9-I	0.318
X (cm)	3	$\phi_1 = \phi_2$	0
Y (cm)	3	F1-B= F4-E=F7-H=F2-C=F5-F=F8-I=F3-B=F6-E=F9-H=F2-A=F5-D=F8-G	0.088
D (cm)	1	$\phi_1 = \phi_2$	45
a (cm)	1	F1-D= F2-E=F3-F=F4-G=F5-H=F6-I=F7-D=F8-E=F9-F=F4-A=F5-B=F6-C	0.088
b (cm)	1	$\phi_1 = \phi_2$	45
Ratio X/D	3	F4-B=F4-H=F6-B=F6-H=F1-E=F3-E=F9-E=F7-E=F8-F=F2-D	0.062
Ratio Y/D	3	$\phi_1 = \phi_2$	35.26
		F1-I=F9-A=F3-G=F7-C	0.069
		$\phi_1 = \phi_2$	59.26
		F1-G=F2-H=F3-I=F7-A=F8-B=F9-C=F3-A=F6-B=F9-G=F1-C=F4-F=F7-I	0.043
		$\phi_1 = \phi_2$	63.43
		F4-C=F4-I=F6-A=F6-G=F3-D=F9-D=F1-F=F7-F=F8-A=F8-C=F1-H=F3-H=F2-G=F2-I=F7-B=F9-B	0.053
		$\phi_1 = \phi_2$	65.9
		<b>SUMA DE FACTORES</b>	<b>0.721</b>

Fig. 22 Resultados del estudio por similitudes 3x3 en la primera configuración.

Al hacer este análisis se pudo comprobar que mientras más dividida se encuentre la geometría más aproximado será el resultado al de la forma gráfica.

Para seguir buscando resultados más aproximados al factor de forma se realizaran más comprobaciones.

### **5.1.2. Estudio de relación de dos rectángulos paralelos alineados**

Para este análisis se llevaran a cabo tres comprobaciones. La primera en un estudio 2x2 de cada geometría de la configuración, tomando en cuenta que X y Y van a ser equivalentes a 20 mm, con una distancia entre placa y placa de 40 mm. El segundo un estudio 3x3, dividiendo de igual manera que en el anterior, la geometría en partes iguales, con dimensiones de 30 mm por lado y una distancia entre las placas de 40 mm, igual que en el estudio anterior. Por ultimo para observar una diferencia en el estudio se dividirá cada placa en 20 partes, es decir, se realizara un estudio 5x4, en donde X tendrá un valor de 50 mm y Y medirá 40 mm, teniendo una distancia entre las placas de 100 mm.

A continuación se muestran los resultados obtenidos;

columnas	2	n	10	# operaciones	4		
filas	2	D	40	R			
		a	10		42.426	41.231	
X/D	0.5	b	10		41.231	40	
Y/D	0.5	X	20				
		Y	20				
				$\phi$			
					0.3398	0.245	
					0.245	0	
				grados	19.471	14.036	
					14.036	0	
				fcs	0.0157	0.0176	
					0.0176	0.0199	
				suma	0.0709		

Fig. 23 Resultados del estudio de relación 2x2 en la primera configuración.

columnas	3	n	10	# operaciones	9			
filas	3	D	40	R		48.99	45.83	44.721
X/D	0.75	a	10			45.83	42.43	41.231
Y/D	0.75	b	10			44.72	41.23	40
		X	30					
		Y	30					
				$\phi$		0.615	0.51	0.4636
						0.51	0.34	0.245
						0.464	0.245	0
				grados		35.26	29.21	26.565
						29.21	19.47	14.036
						26.57	14.04	0
				fcs		0.009	0.012	0.0127
						0.012	0.016	0.0176
						0.013	0.018	0.0199
				suma		0.128		

Fig. 24 Resultados del estudio de relación 3x3 en la primera configuración.

columnas	5	n	10	# operaciones	20					
filas	4	D	100	R						
X/D	0.5	a	10		111.803	108.6	106.301	104.881	104.403	
Y/D	0.4	b	10		109.545	106.3	103.923	102.47	101.98	
		X	50		108.167	104.9	102.47	100.995	100.499	
		Y	40		107.703	104.4	101.98	100.499	100	
				$\phi$						
					0.46365	0.401	0.34605	0.30628	0.29146	
					0.42053	0.346	0.27564	0.21999	0.1974	
					0.39107	0.306	0.21999	0.14049	0.09967	
					0.38051	0.291	0.1974	0.09967	0	
				grados						
					26.5651	22.99	19.827	17.5484	16.6992	
					24.0948	19.83	15.7932	12.6044	11.3099	
					22.4069	17.55	12.6044	8.04947	5.71059	
					21.8014	16.7	11.3099	5.71059	0	
				fcs						
					0.00204	0.002	0.00249	0.00263	0.00268	
					0.00221	0.002	0.00273	0.00289	0.00294	
					0.00233	0.003	0.00289	0.00306	0.00312	
					0.00237	0.003	0.00294	0.00312	0.00318	
				suma		0.054				

Fig. 25 Resultados del estudio de relación 5x4 en la primera configuración.

Como se menciono con anterioridad es necesario sacar para su comparación la relación  $X/D$  y  $Y/D$ , ya que en base a esto se hace la evaluación del factor de forma por el método gráfico. Dicho esto, al observar los resultados obtenidos en cada analisis de este tipo de estudio se observa que los resultados son muy aproximados a los de la forma gráfica y que influye en la exactitud a estos valores, tanto la distancia entre las placas, como el tamaño de cada una de ellas y el número de partes en las que se divide.

### **5.1.3. Estudio de centros de dos rectangulos paralelos alineados**

Puesto que ya se realizaron los estudios tomando en cuenta todas las divisiones de las placas y solo una parte de ellas, ahora se busca dividir unicamente una de las placas. Por lo que en este estudio se seguiran anlizando las placas divididas en  $2 \times 2$  y en  $3 \times 3$ .

Para el analisis  $2 \times 2$  X y Y mediran 20 cm, cada uno con una distancia entre las placas de 40 mm. Obteniendo por lo tanto que  $X/D$  y  $Y/D$  equivaldran a 0.5. Es importnte mencionar que se toma el vertice compartido por los cuatro rectangulos como el centro de las dos figuras. En base a esto se ralizan las operaciones correspondientes y se obtienen los siguientes resultados;

columnas	2	n	10	r	40.62	40.62
filas	2	D	40		40.62	40.62
X/D	0.5	a	10	$\alpha$	0.175	0.175
Y/D	0.5	b	10		0.175	0.175
a/D	0.25	X	20	fcs	0.0187	0.0187
b/D	0.25	Y	20		0.0187	0.0187
				suma	0.0748	

Fig. 26 Resultados del estudio de centros 2x2 en la primera configuración.

Continuando con la comparación de los centros, se realiza el mismo análisis con un rectángulo de las mismas dimensiones y distancia entre placas que en la comprobación anterior. Pero ahora dividiéndolo en 3x3. Tomando en cuenta en este caso que el centro de este rectángulo se encontraría en el centro del rectángulo central que conforma la figura. En base a esto, se obtuvieron los siguientes resultados;

columnas	3	R	42.426	41.231	42.426	fcs	0.007	0.008	0.007
filas	3		41.231	40	41.231		0.008	0.009	0.008
n	10		42.426	41.231	42.426		0.007	0.008	0.007
d	40					suma		0.068	
a	6.667	$\alpha$	0.34	0.245	0.34				
b	6.667		0.245	0	0.245				
x	20		0.34	0.245	0.34				
y	20								
X/D	0.5								
Y/D	0.5								

Fig. 27 Resultados del estudio de centros 3x3 en la primera configuración.

Como se puede observar los resultados que se obtienen de estos dos analisis varian por milésimas, dejando en claro que mientras mas divisiones tenga cada placa el resultado se acercará mas a la forma gráfica.

#### **5.1.4. Estudio algoritmico de dos rectangulos paralelos alineados**

Puesto que en base a los estudio anteriores se puede comprobar que mientras mas divididas se encuentren las placas, mas acertado sera el valor del factor de forma por medio de la definición general, se busca entonces realizar un estudio algoritmico con multiples divisiones de las placas, ver Anexo 1.

Para hacer la comprobación exacta del factor de forma en este caso es necesario obtener en base a la expresión algebraica correspondiente, ver Fig. 14, el resultado exacto de esta configuración.

Una vez obtenidos los multiples resultados del factor de forma, para una mejor comparación se elaboraron las gráficas mostradas a continuación;

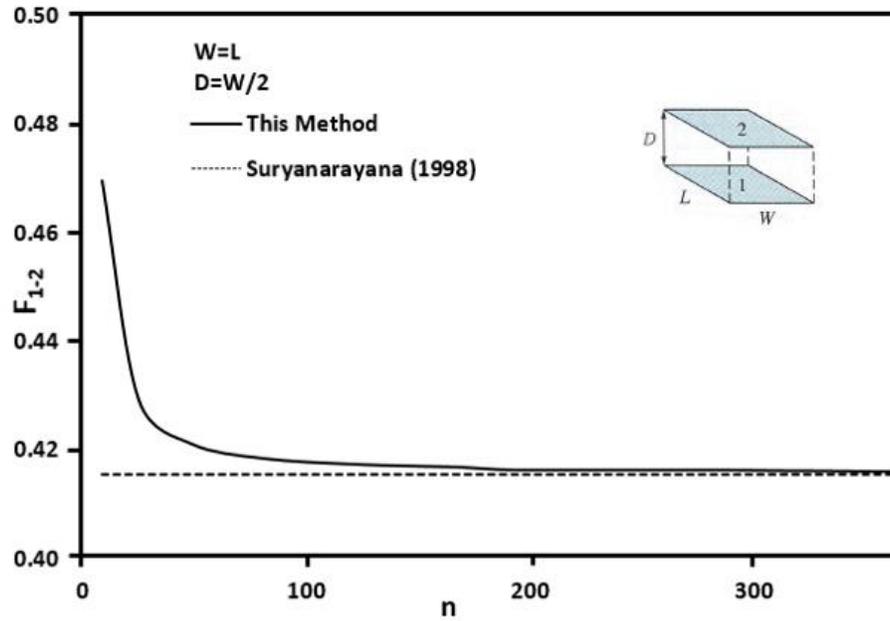


Fig. 28 Comparación entre la definición general y la expresión algebraica en base a la distancia D.

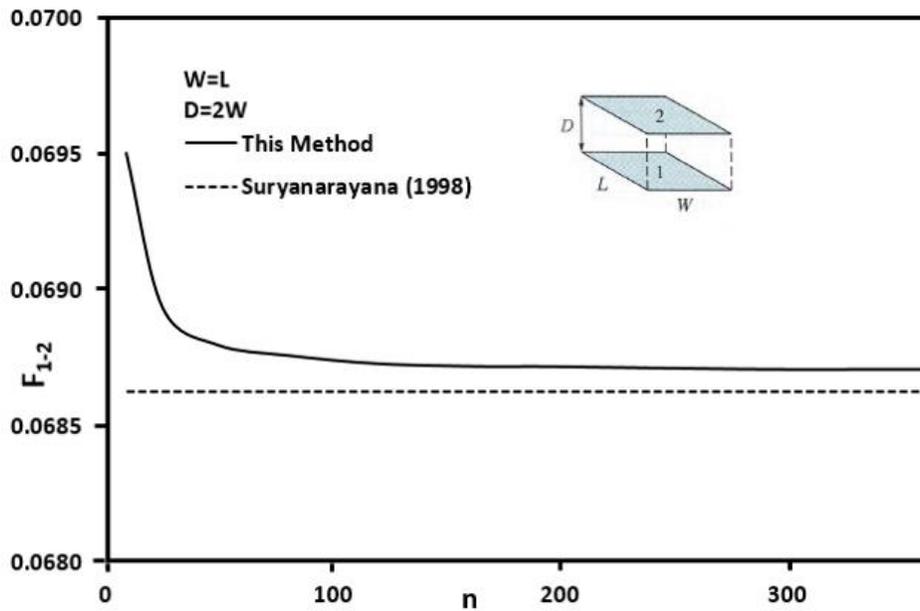


Fig. 29 Comparación entre la definición general y la expresión algebraica en base a la distancia D.

En estas dos primeras gráficas se puede observar en el eje de las Y el factor de forma obtenido y en el eje de las X el número de partes en las que se dividió cada rectángulo.

En la primera gráfica se muestra como  $W$  y  $L$ , que son las dimensiones de cada rectángulo, son iguales, y se muestra así mismo que  $D$ , la distancia entre las placas, equivale a la mitad del lado  $W$ . En líneas punteadas se muestra el resultado por la expresión algebraica, siendo la otra línea los múltiples resultados que arroja el método utilizado, que es el método numérico.

En la segunda gráfica se muestra lo mismo, pero teniendo una variación en la distancia, la cual es el doble de  $W$ .

Al comparar estas dos graficas se puede ver que los resultados obtenidos se acercan a los de la definición general sobre todo cuando la placa cuenta con más divisiones, pero al mismo tiempo se observa que mientras más cercanas estén las placas los resultados serán más aproximados.

De igual forma se realizaron otras dos gráficas, pero ahora teniendo en el eje Y el factor de forma y en el eje X la relación de  $D/W$ . La línea punteada muestra lo obtenido en base a la expresión algebraica, mientras que la otra línea muestra los resultados obtenidos por la definición general. Las gráficas se muestran a continuación;

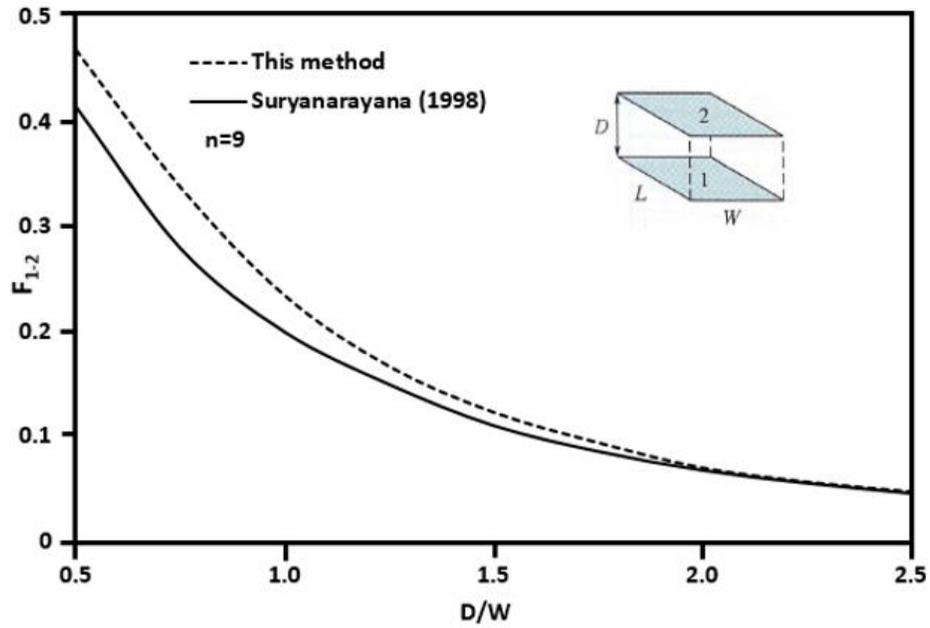


Fig. 30 Comparación entre la definición general y la expresión algebraica en base a las divisiones.

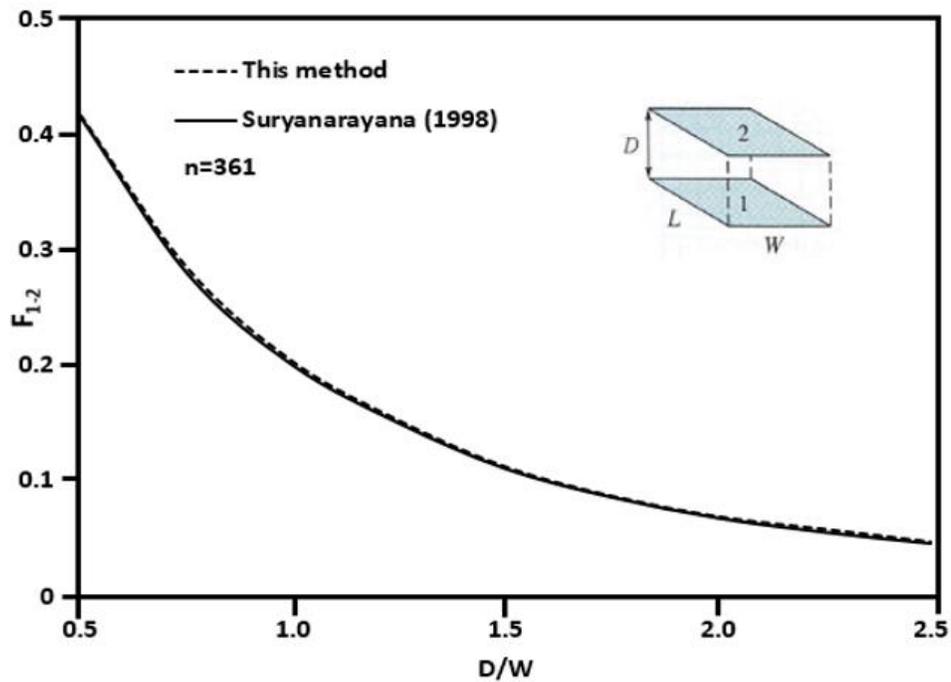


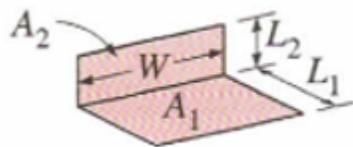
Fig. 31 Comparación entre la definición general y la expresión algebraica en base a las divisiones.

Como se puede observar en la primera gráfica el análisis se hace en base a un número pequeño de divisiones, en este caso 9. Mientras que en la segunda

gráfica se hace a un número elevado de divisiones, en este caso 361. Comparando la cercanía entre las líneas se puede ver que hay más cercanía en la gráfica de 361 divisiones, por lo que se indica que mientras más dividida se encuentre la placa, el resultado del factor de forma será más exacto.

## 5.2. Análisis del factor de forma entre dos rectángulos perpendiculares con una arista común

La segunda configuración a estudiar son dos cuadrados perpendiculares con las mismas dimensiones, como se muestra en la figura siguiente;



$A_1$ = Rectángulo posicionado en el eje x.

$A_2$ = Rectángulo posicionado en el eje y.

$L_1$ = Distancia del largo de la placa  $A_1$ .

$L_2$ = Distancia del largo de la placa  $A_2$ .

$W$ = Ancho de la placa  $A_2$ .

Fig. 32 Relación rectángulos perpendiculares con dimensiones marcadas [22].

### 5.2.1. Estudio por similitudes de dos rectángulos perpendiculares con una arista común

Este estudio se realizara de la misma forma que para la configuración anterior. Pero tomando en cuenta que en esta configuración no se considera la distancia entre placas, ya que son perpendiculares, por lo que se tomara  $W$ , ancho de la placa, como referencia.

Para el primer análisis de esta configuración se dividirá en 2x2 cada rectángulo, teniendo como dimensiones que tanto el largo L, como el ancho W, miden 2 cm. Obteniendo por lo tanto de la relación  $L_2/W$  y  $L_1/W$  el valor de 1. Al obtener la suma de los factores de forma y compararla con la forma gráfica correspondiente, ver Fig. 11, se observa el alcance de resultados similares. A continuación se muestran los resultados;

Datos		<b>F1-A= F2-B=F3-C=F4-D</b>	0.022
L2 (cm)	2	$\varphi_1 = \varphi_2$	45
L1 (cm)	2	<b>F1-D= F2-C=F3-B=F4-A</b>	0.07
W (cm)	2	$\varphi_1 = \varphi_2$	19.47
a (cm)	1	<b>F1-B= F2-A=F3-D=F4-C</b>	0.053
b (cm)	1	$\varphi_1 = \varphi_2$	18.43
Ratio L2/W	1	<b>F1-C= F2-D=F3-A=F4-B</b>	0.053
Ratio L1/W	1	$\varphi_1 = \varphi_2$	18.43
		<b>SUMA DE FACTORES</b>	0.198

Fig. 33 Resultados del estudio por similitudes 2x2 en la segunda configuración.

Con el fin de profundizar en el análisis de esta configuración en base a este estudio, se realizara ahora un análisis 3x3. Teniendo que L y W equivaldrán a 3 cm respectivamente, obteniendo así una relación  $L_2/W$  y  $L_1/W$  iguales a 1, como en la comprobación anterior. A continuación se muestran los resultados;

Datos		F1-A= F2-B=F3-C=F4-D=F5-E=F6-F=F7-G=F8-H=F9-I	0.01
L2 (cm)	3	$\phi_1 = \phi_2$	45
L1 (cm)	3	F1-B= F4-E=F7-H=F2-C=F5-F=F8-I=F3-B=F6-E=F9-H=F2-A=F5-D=F8-G	0.029
W (cm)	3	$\phi_1 = \phi_2$	18.4
a (cm)	1	F1-D= F2-E=F3-F=F4-G=F5-H=F6-I=F7-D=F8-E=F9-F=F4-A=F5-B=F6-C	0.029
b (cm)	1	$\phi_1 = \phi_2$	18.4
Ratio L2/W	1	F4-B=F4-H=F6-B=F6-H=F1-E=F3-E=F9-E=F7-E=F8-F=F2-D	0.067
Ratio L1/W	1	$\phi_1 = \phi_2$	19.5
		F1-I=F9-A=F3-G=F7-C	0.02
		$\phi_1 = \phi_2$	11.5
		F1-G=F2-H=F3-I=F7-A=F8-B=F9-C=F3-A=F6-B=F9-G=F1-C=F4-F=F7-I	0.006
		$\phi_1 = \phi_2$	11.3
		F4-C=F4-I=F6-A=F6-G=F3-D=F9-D=F1-F=F7-F=F8-A=F8-C=F1-H=F3-H=F2-G=F2-I=F7-B=F9-B	0.049
		$\phi_1 = \phi_2$	9.7
		<b>SUMA DE FACTORES</b>	<b>0.209</b>

Fig. 34 Resultados del estudio por similitudes 3x3 en la segunda configuración.

Al tener estos dos análisis se puede observar que el resultado es muy semejante al de la forma gráfica, pero que al mismo tiempo el resultado entre ellos varía por milésimas.

### 5.2.2. Estudio de relación de dos rectángulos perpendiculares con una arista común

En este estudio igual que para la configuración anterior, se analizará la configuración de tres formas diferentes. La primera en 2x2, la segunda en 3x3 y la tercera en 5x4.

Para el primer estudio se debe tener en cuenta que el valor de las L, será de 20 mm, así como el valor de W. Dejando entonces una relación  $L_2/W$  y  $L_1/W$  igual a 1.

Los resultados se muestran a continuación;

2		n	10	# operaciones	4	
2		W	20			
L1/W	1	a	10	R		
L2/W	1	b	10		28.28	22.361
		L2	20		22.36	14.142
		L1	20			
				$\varphi$		
					1.209	1.1071
					1.107	0.7854
				grados	69.3	63.435
					63.43	45
				fcs	0.039	0.0432
					0.043	0.0439
				suma	0.198	

Fig. 35 Resultados del estudio de relación 2x2 en la segunda configuración.

En base a lo obtenido por este método se observa que en comparación con la forma gráfica el resultado es más bajo que lo esperado, pero sigue siendo un poco cercano.

Para el estudio de 3x3, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros; la distancia de L y de W es de 30 mm, por lo tanto  $L_2/W$  y  $L_1/W$  será 1, así como en el análisis 2x2. Los resultados son los siguientes;

columnas	3	n	10	# operaciones	9			
filas	3	W	30					
		a	10	R		42.4264	36.056	31.623
L1/W	1	b	10			36.0555	28.284	22.361
L2/W	1	L2	30			31.6228	22.361	14.142
		L1	30					
				$\phi$		1.33286	1.2898	1.249
						1.28976	1.2094	1.1071
						1.24905	1.1071	0.7854
				grados		76.367	73.898	71.565
						73.8979	69.295	63.435
						71.5651	63.435	45
				fcs		0.00098	0.0019	0.0032
						0.00188	0.005	0.0127
						0.00318	0.0127	0.0796
				suma		0.20113		

Fig. 36 Resultados del estudio de relación 3x3 en la segunda configuración.

Después de este análisis se pudo observar que al dividir en nueve partes la misma configuración el resultado es mucho más parecido al de la forma gráfica.

Siguiendo con este modelo el estudio 5x4, permitirá tener una diferencia, puesto que las distancias no son simétricas, ni iguales, entre ellas. Las dimensiones serán,  $L_1$  y  $L_2$  equivaldrán a 40 mm y  $W$  tendrán un valor de 50 mm. Los resultados son los siguientes;

columnas	5	n	10	# operaciones	20					
filas	4	W	50							
		a	10	R						
L1/W	0.8	b	10		64.0312	56.5685	50	44.721	41.2311	
L2/W	0.8	L2	40		58.3095	50	42.4264	36.056	31.6228	
		L1	40		53.8516	44.7214	36.0555	28.284	22.3607	
					50.9902	41.2311	31.6228	22.361	14.1421	
				$\phi$						
					1.41398	1.39309	1.36944	1.3453	1.32582	
					1.39845	1.36944	1.33286	1.2898	1.24905	
					1.38402	1.34528	1.28976	1.2094	1.10715	
					1.3734	1.32582	1.24905	1.1071	0.7854	
				grados						
					81.0151	79.8179	78.463	77.079	75.9638	
					80.125	78.463	76.367	73.898	71.5651	
					79.2983	77.079	73.8979	69.295	63.4349	
					78.6901	75.9638	71.5651	63.435	45	
				fcs						
					0.00019	0.00031	0.00051	0.0008	0.0011	
					0.00028	0.00051	0.00098	0.0019	0.00318	
					0.00038	0.0008	0.00188	0.005	0.01273	
					0.00047	0.0011	0.00318	0.0127	0.07958	
				suma						0.2146

Fig. 37 Resultados del estudio de relación 5x4 en la segunda configuración.

Como se puede ver en el resultado de esta comprobación es más elevado que el de las comprobaciones pasadas, ya que al tener dimensiones asimétricas  $L_2/W$  y  $L_1/W$  nos da como resultado 0.8. Al comparar esto con la forma gráfica nos da un resultado semejante.

### 5.2.3. Estudio de centros de dos rectángulos perpendiculares con una arista común

En este análisis se estudiarán dos diferentes formas de dividir la configuración. La primera será dividiendo únicamente la base en cuatro partes iguales, donde tanto  $L$ , como  $W$  miden 20 mm, por lo que, la relación  $L_2/W$  y  $L_1/W$  será igual a 1. Los resultados son los siguientes;

columnas	2	n	10	r	18.708	18.708	$\alpha$	0.053	0.053
filas	2	W	20		11.18	11.18		0.09	0.09
		a	10						
$L_2/W$	1	b	10	fcs	0.0904	0.0904	suma	0.205	
$L_1/W$	1	L2	20		0.0422	0.0422			
a/W	0.5	L1	20						
b/W	0.5			GRADOS	3.064	3.064			
					5.1315	5.1315			

Fig. 38 Resultados de centros 2x2 en la segunda configuración.

Al hacer este estudio se puede percibir que los radios son semejantes en pares, así como los ángulos; es decir, que hay dos más lejanos y dos más cercanos a la placa perpendicular.

En base al resultado obtenido se puede observar que es muy cercano al de la forma gráfica.

Para el segundo estudio, que es de 9 partes L y W medirán 30 mm, con  $L_2/W$  y  $L_1/W$  equivalentes a 1. Se obtienen lo siguiente;

columnas	3	R	30.8221	29.1548	30.8221
filas	3		23.4521	21.2132	23.4521
n	10		18.7083	15.8114	18.7083
W	30				
a	10	$\alpha$	0.5083	0.54	0.508
b	10		0.694	0.785	0.694
L2	30		0.9303	1.249	0.93
L1	30				
		GRADOS	29.12	30.964	29.1216
L2/W	1		39.76	45	39.7622
L1/W	1		53.3	71.565	53.3008
		fcs	0.0147	0.0303	0.0147
			0.0129	0.0195	0.0129
			0.0899	0.0755	0.0899
		suma	0.2044		

Fig. 39 Resultados de centros 3x3 en la segunda configuración.

En estos resultados se puede observar que los radios de los cuadros del centro son diferentes y los que se encuentran a los lados son iguales dependiendo de la cercanía que tienen a la placa perpendicular. También cabe mencionar que el ángulo de  $45^\circ$  queda exactamente en el centro de la placa.

En base al factor de forma de esta configuración, se puede percibir que es muy aproximado al resultado de la forma gráfica.

#### 5.2.4. Estudio algorítmico de dos rectángulos perpendiculares con una arista común

Para esta configuración, el siguiente paso a analizar es comprobar que mientras mas divididas se encuentren las placas, mas acertado sera el valor del factor de forma por medio de la definición general. Por lo que entonces se realizara el mismo estudio algoritmico que en la configuración anterior, tomando en cuenta como referencia la expresión algebraica correspondiente, ver Fig. 16.

El analisis de resultados se realizará mediante gráficas de forma que sea mas facil su interpretación. La grafica del primer estudio se muestra a continuación;

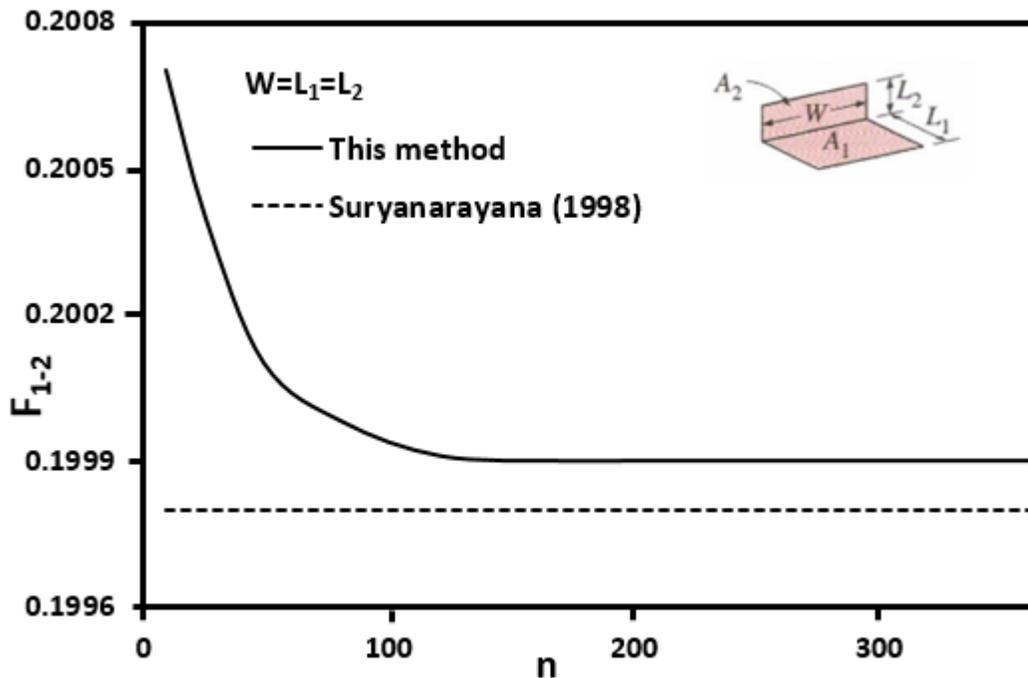


Fig. 40 Comparación entre la definición general y la expresión algebraica cuando todas las distancias miden lo mismo.

Puesto que para esta configuración no se toma en cuenta la distancia que hay entre las placas, únicamente fue posible realizar una gráfica de comparación en base a la cantidad de partes en las que se dividieron las geometrías de la configuración.

Como se puede observar en la Fig. 41, la línea punteada es el resultado exacto que arroja la expresión algebraica correspondiente. Mientras que la línea negra son los resultados arrojados por la definición general. Al observar esta gráfica se puede comprobar que los resultados varían únicamente en cuestión de diezmilésimas y, mientras más divididas se encuentran las placas, el valor obtenido se acerca más al resultado de la expresión algebraica.

Las siguientes gráficas muestran el análisis de los resultados en base al estudio del mínimo y del mayor número de partes en las que se dividieron las placas, comparado en base a  $L_2/W$ .

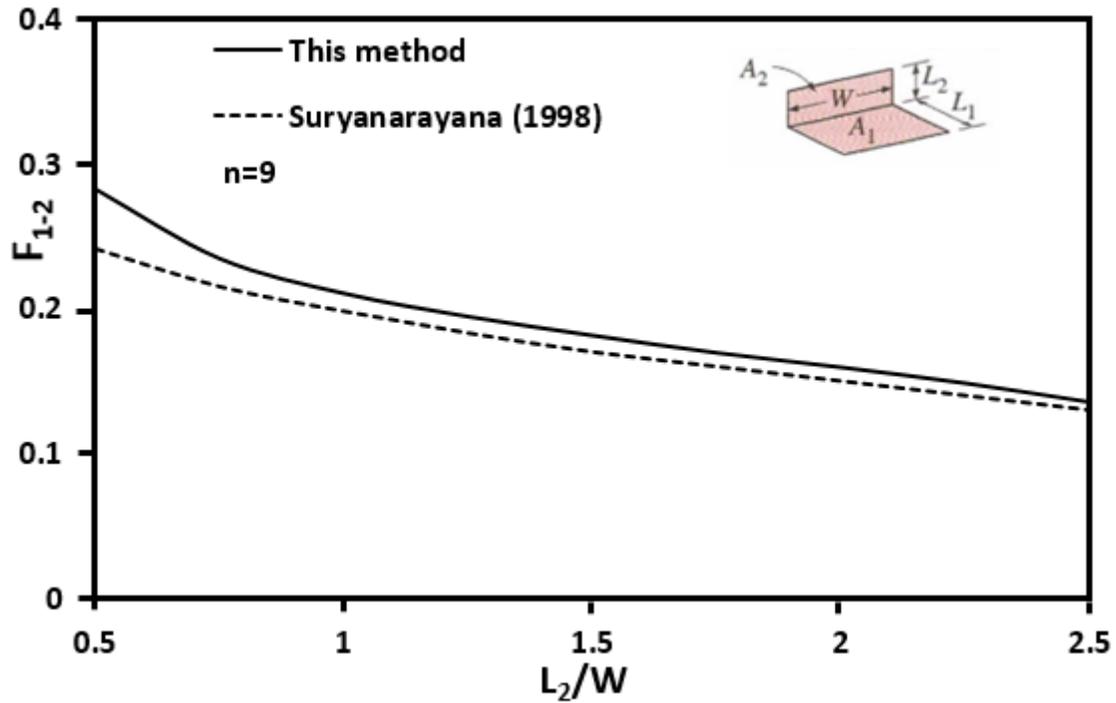


Fig. 41 Comparación entre la definición general y la expresión algebraica con nueve divisiones.

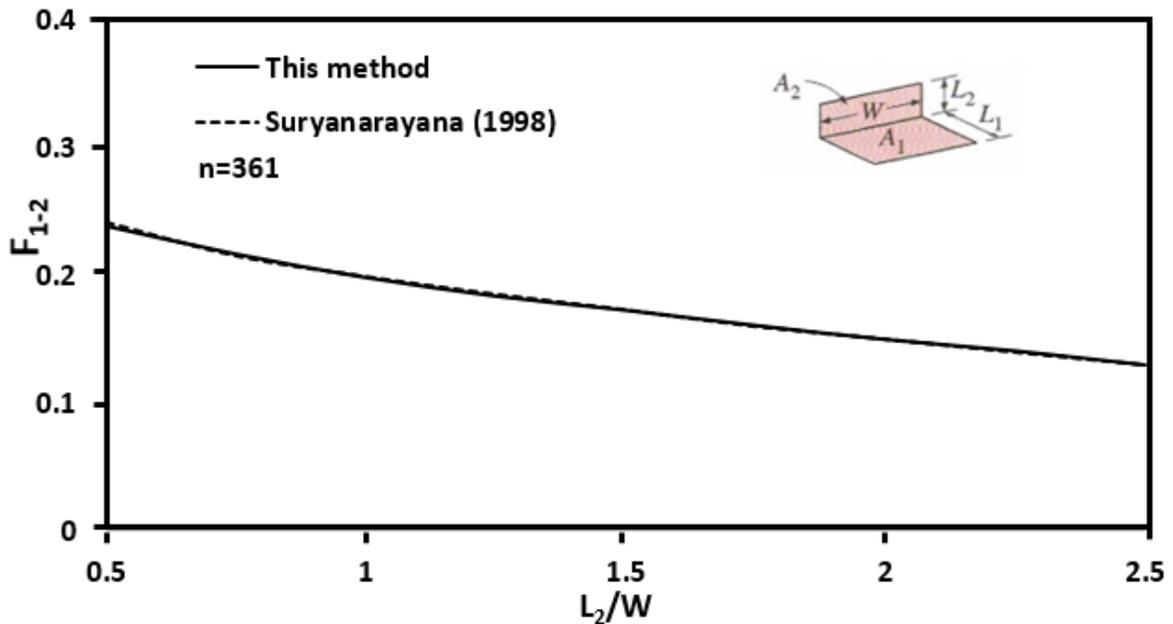


Fig. 42 Comparación entre la definición general y la expresión algebraica con 361 divisiones.

Como se puede observar en las gráficas anteriores, las líneas punteadas corresponden al valor de la expresión algebraica, mientras que las líneas negras

corresponden a los resultados obtenidos por la definición general. En la primera gráfica que muestra los resultados en base a  $L_2/W$  cuando el cuerpo está dividido en nueve partes, se puede ver que los resultados se aproximan mucho a los de la expresión algebraica conforme el valor de  $L_2/W$  aumenta.

En la segunda gráfica, ver Fig. 42, que muestra el análisis con las placas divididas en 361 partes, se puede decir que los resultados son tan similares al de la expresión algebraica que incluso casi no se nota la diferencia entre la línea punteada y la línea negra. Por lo que con esto se corrobora que mientras más dividida este la configuración el resultado será más parecido al de la expresión algebraica.

### **5.3. Comparación de resultados entre configuraciones**

Con el fin de comparar los resultados de los estudios por similitudes, estudios de relación y estudios de centros, realizados a cada una de las configuraciones, se efectuaron tablas demostrando que dependiendo de la configuración a analizar se toman en cuenta ciertas características, como lo es la distancia entre las placas.

En la tabla a continuación se muestran los resultados obtenidos para la primera configuración.

Figura a estudiar		Primera configuración	
		1	2
Estudio			
Análisis 1	2x2	0.467	0.07
	3x3	0.721	0.068
Análisis 2	2x2	0.071	0.071
	3x3	0.128	0.067
	5x4	0.053	0.053
Análisis 3	2x2	0.075	0.075
	3x3	0.068	0.068

Tabla 2 Resultados obtenidos en la primera configuración.

En esta tabla los resultados que se encuentran en la primera columna muestran lo obtenido al hacer el estudio con diferentes distancias entre las placas, sobre todo en el segundo análisis en un rectángulo dividido en cuatro partes, y en el tercer análisis, correspondiente al estudio de centros. Esto se debe a que en estos análisis la distancia entre las placas fue la misma, 40 mm, dando un  $X/D$  y un  $Y/D$  de 0.5. Mientras que en las demás, la distancia varía desde 10 mm a 100 mm.

Para la segunda columna los resultados muestran los análisis a la misma distancia entre las placas. Por lo que los resultados obtenidos, entre los tres tipos de análisis en la primera configuración, son muy similares, teniendo únicamente variaciones en milésimas. La única excepción de esta similitud entre resultados es

en el segundo estudio, al realizar el análisis 5x4, ya que  $X/D$  y  $Y/D$  no pueden ser iguales a 0.5, debido a la diferencia entre las distancias  $X$  y  $Y$ .

Para el análisis de la segunda configuración los resultados son los siguientes:

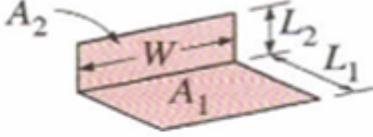
		Rectángulos perpendiculares
Figura a estudiar		
Análisis 1	2x2	0.198
	3x3	0.208
Análisis 2	2x2	0.197
	3x3	0.201
	5x4	0.215
Análisis 3	2x2	0.205
	3x3	0.204

Tabla 3 Resultados obtenidos en la segunda configuración.

En esta tabla se puede observar que para los estudios de los rectángulos perpendiculares hay mucha similitud entre ellos, debido a que para este tipo de configuración no se toma en cuenta ninguna clase de distancia vertical.