

CONEXIONES A CORTANTE Y FLEXION (ATORNILLADAS Y SOLDADAS)

(55)

INTRODUCCION

EN UNA ESTRUCTURA, UNA CONEXION CONSTITUYE EL ELEMENTO DE UNION ENTRE DOS O MAS ELEMENTOS QUE LLEGAN A UN MISMO PUNTO CON EL OBJETO DE FORMAR UNA UNIDAD CAPAZ DE RESISTIR LA ACCION DE LAS CARGAS A LAS CUALES ESTARA SOMETIDA.

DE LO ANTERIOR SE VE LA IMPORTANCIA DE EFECTUAR UN DISEÑO ADECUADO DE LAS CONEXIONES DE UNA ESTRUCTURA, YA QUE DE ELLAS DEPEENDE LA ESTABILIDAD Y SEGURIDAD DE LAS MISMA.

CLASIFICACION DE LAS CONEXIONES

EL TIPO DE CONEXIONES QUEDA DEFINIDO EN FUNCION DEL MEDIO POR EL CUAL SE REALICEN, LOS MAS COMUNES SON :

- REMACHADAS
- ATORNILLADAS
- SOLDADAS

CONEXIONES REMACHADAS.

EL USO DE ESTE TIPO DE CONEXIONES EN LA ACTUALIDAD ES MINIMO DEBIDO AL INCREMENTO DEL USO DE TORNILLOS Y SOLDADURA LOS CUALES REDUCEN EL COSTO DE CONSTRUCCION

CONEXIONES ATORNILLADAS.

LAS CONEXIONES ATORNILLADAS SON MAS FACILES DE EFECTUAR, YA QUE PARA REALIZARLAS NO SE REQUIERE DE HAZO DE OBRA MUY ESPECIALIZADA Y POR LO TANTO, RESULTAN MAS ECONOMICAS QUE LAS REMACHADAS O SOLDADAS.

EL USO DE ESTAS CONEXIONES ES DE GRAN USO CUANDO SE REQUIERE QUE LOS ELEMENTOS CONECTADOS SEAN DESMONTABLES PARA MANTENIMIENTO DE EQUIPOS, O CUANDO SE CONOCE DE ANTEMANO QUE EXISTIRA DETERIORO DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEBIDO AL MEDIO AMBIENTE O AL PROCESO PROPIO DE LAS PLANTAS.

LOS TIPOS DE TORNILLOS USADOS COMUNMENTE SON LOS SIGUIENTES :

-TORNILLOS MAQUINADOS.

LOS MAS COMUNMENTE USADOS SON LOS DE ACERO ESPECIFICACION ASTM A-307, EL TRABAJO DE ESTOS EN UNA CONEXION SE EFECTUA POR MEDIO DE CORTANTE Y APLASTAMIENTO.

-TORNILLOS ALTA RESISTENCIA.

ESTOS TORNILLOS SON DE ACERO ESPECIFICACION ASTM A-325 Y SU AUGE SE DEBE A LAS VENTAJAS QUE PRESENTAN FREUTE A LOS TORNILLOS MAQUINADOS ENTRE LAS CUALES SE ENCUENTRAN LAS SIGUIENTES :

- EN JUNTAS RIGIDAS NO EXISTE DESLIZAMIENTO ENTRE LAS PLACAS DE LA CONEXION.

57

- TIENEN UNA MAYOR RESISTENCIA.
- LA CARGA TRANSMITIDA EN LA SECCION NETA DE LAS PLACAS ES MENOR DEBIDO A LA FRICCION ENTRE LOS TORNILLOS Y PLACAS.
- NO EXISTEN ESFUERZOS DE CORTA O APLASTAMIENTO EN LOS TORNILLOS.
- SE EVITA EL AFLOJAMIENTO DE LAS TUERCAS.

EL TRABAJO PRINCIPAL DE ESTOS TORNILLOS ES POR TENSION DEBIDA AL APRIETE DE LAS TUERCAS EL CUAL A SU VEZ PRODUCE QUE LAS CARGAS SEAN TRANSMITIDAS PRINCIPALMENTE POR FRICCION.

SI SE DESPRECIA EL TRABAJO POR FRICCION, EL TRABAJO DE LOS TORNILLOS SERA POR CORTANTE Y APLASTAMIENTO AL IGUAL QUE PARA LOS TORNILLOS A-307.

CONEXIONES SOLDADAS.

LAS CONEXIONES SOLDADAS GENERALMENTE SE REALIZAN CON ELECTRODOS ESPECIFICACION E-60 Y E-70

LAS MULTIPLES VENTAJAS QUE OFRECE LA SOLDADURA, HACEN QUE ESTA SEA USADO EN LA MAYORIA DE LOS CASOS, ENTRE SUS VENTAJAS ESTAN LAS SIGUIENTES.

- SON MAS ECONOMICAS DADO QUE SE SIMPLIFICA LAS CONEXIONES AL ELIMINAR O REDUCIR EL EMPLEO DE PLACAS DE UNION Y EMPALME COMO EN CONEXIONES ATORNILLADAS

- EN BASTANTES CASOS UNA CONEXION SOLDADA RESUELVE PROBLEMAS EN LOS CUALES EFECTUARLAS CON TORNILLOS O REMACHES SERIA IMPOSIBLE.
- LA ELIMINACION DE PLACAS DE UNION Y EMPALME, HACE QUE EL TIEMPO EN ARMADO Y MONTAJE SEA MENOR ADENAS DE PROPORCIONAR MAS LIMPIEZA DE LA OBRA.
- EL USO DE SOLDADURA DA MAYOR ALGUEZ A LA CONEXION YA QUE EVITA LA DEFORMACION DE LAS PLACAS O ANGULOS POR LA TRANSMISION DE CARGAS.

RIGIDEZ DE LAS CONEXIONES

DEPENDIENDO DE LA RIGIDEZ QUE UNA CONEXION PUEDA TENER O SU CAPACIDAD PARA TRANSMITIR MOMENTOS SE DIVIDEN EN TRES TIPOS.

TIPO 1 CONEXION RIGIDA.

SE EMPLEA PARA TRANSMITIR FUERZAS Y MOMENTOS DE MANERA QUE EL ANGULO FORMADO POR LOS ELEMENTOS CONECTADOS ANTES Y DESPUES DE LA APLICACION DE LAS CARGAS NO CAMBIE. (VER FIG. 1)

TIPO 2. CONEXION SIMPLE

ESTAS CONEXIONES SOLO TRANSMITEN FUERZA CORTANTE YA QUE LOS ELEMENTOS CONECTADOS PUEDEN GIRAR BAJO LA APLICACION DE LAS CARGAS. (VER FIG. 1)

TIPO 3. CONEXION SEMIRRIGIDA.

SE EMPLEAN PARA TRANSMITIR PARCIALMENTE EL MOMENTO DE UN ELEMENTO A OTRO, ESTAS CONEXIONES NORMALMENTE DESARROLLAN DE UN 20 A UN 80% DE MOMENTO. (GENERALMENTE NO SE DISEÑAN COMO TALES SINO COMO RIGIDAS) (VER FIG. 1)

ACCIONES MECANICAS

LOS ELEMENTOS MECANICOS QUE DEBEN RESISTIR LAS CONEXIONES SON LOS SIGUIENTES :

1. FUERZA CORTANTE

EN ESTE CASO LOS ELEMENTOS CONECTADOS TIENEN LA FUERZA APLICADA AXIALMENTE. (VER FIG. 2c)

2. MOMENTO FLEIONANTE Y CORTANTES COMBINADOS

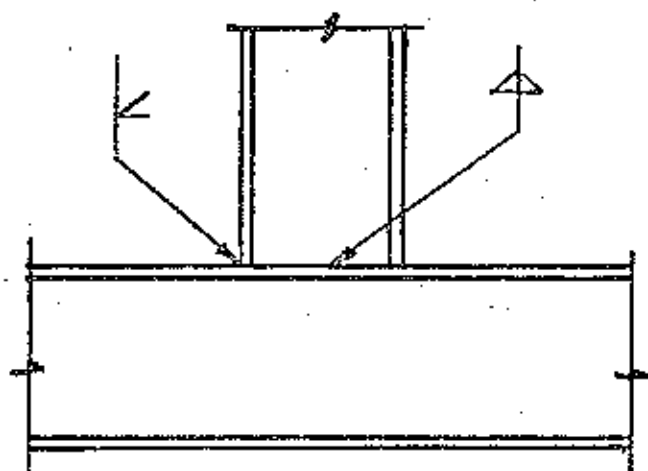
ESTE ES EL CASO MAS COMUN DE LA CONEXION DE TRABES A COLUMNAS EN ESTRUCTURAS CONTINUAS. (VER FIG. 2b)

3. FUERZA DE TENSION

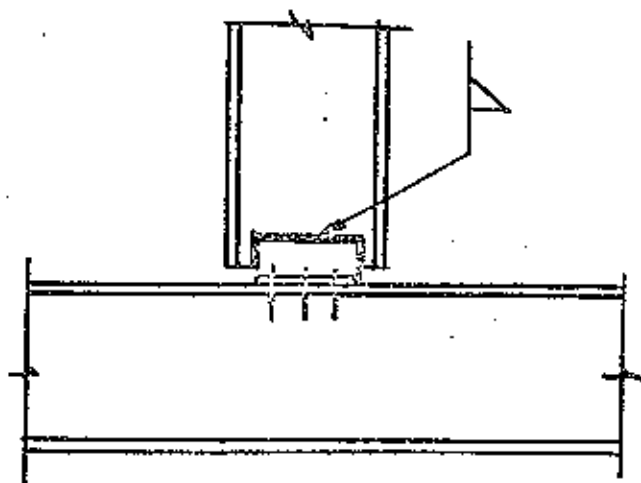
GENERALMENTE SE PRESENTA EN REMACHES O TORNILLOS DE ELEMENTOS CONECTADOS COMO SE INDICA EN LA FIG. 2c

4. FUERZAS DE TENSION Y CORTANTES COMBINADOS

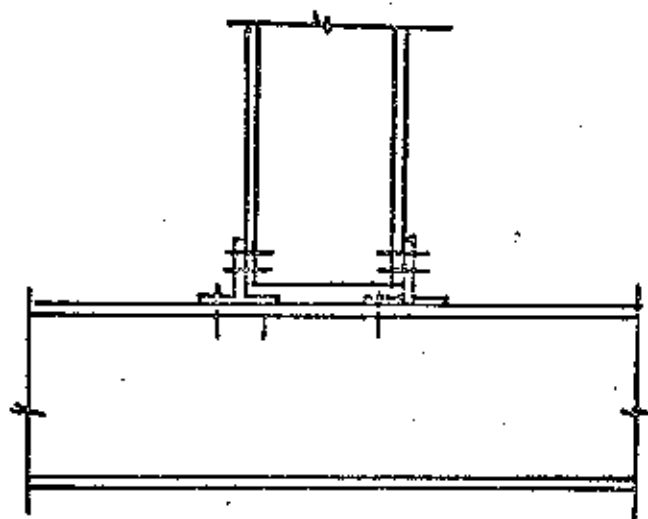
ESTOS EFECTOS SE PRESENTAN EN CONEXIONES DE VIGAS A VIGAS, VIGAS A COLUMNAS Y MENSULAS (VER FIG. 2d)



CONEXION RIGIDA



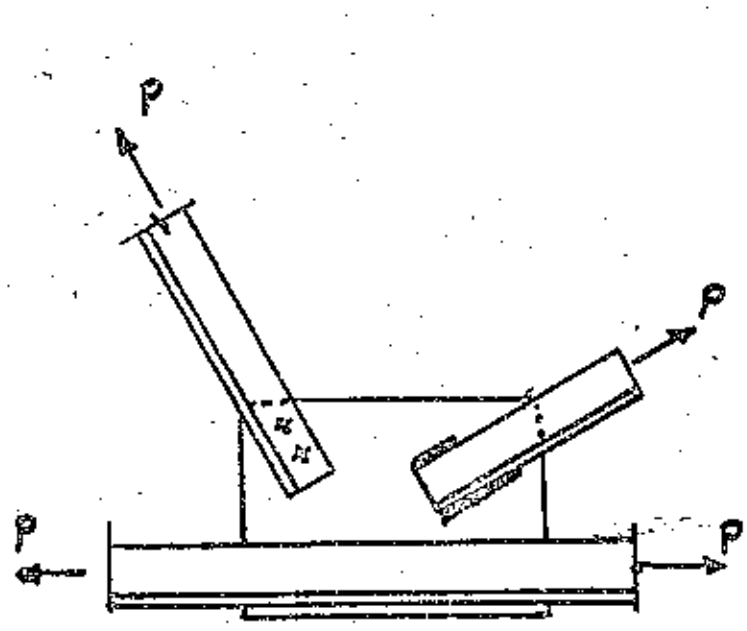
CONEXION SIMPLE



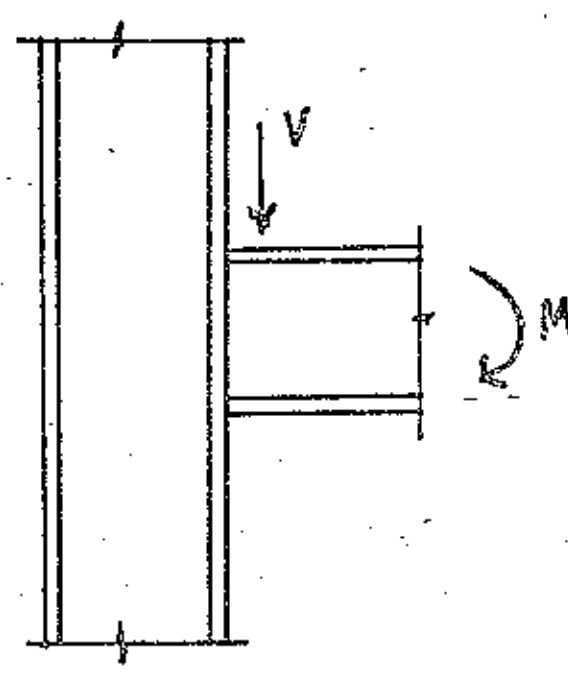
CONEXION SEMIRIGIDA

FIGURA 1

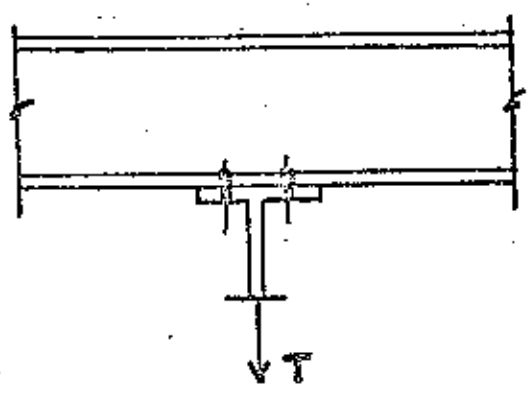
60



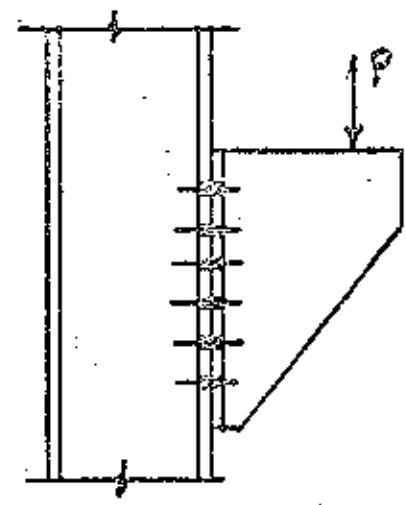
a.)



b.)



c.)



d.)

FIGURA 2

DISEÑO DE CONEXIONES

62

CONEXIONES A CORTANTE ATORNILLADAS.

ESTE TIPO DE CONEXIONES SE EFECTUARAN POR MEDIO DE DOS ANGULOS COLOCADOS UNO A CADA LADO DEL ALMA DE LA TRABE. EL OBJETO DE USAR DOS ANGULOS ES EL DE PERMITIR EL GIRO DEL EXTREMO DE LA TRABE POR DEFORMACION DE LOS ANGULOS. PARA LOGRAR ESTE OBJETIVO, SE RECOMIENDA QUE EL ESPESOR DE LOS ANGULOS NO SEA MAYOR DE 16 MM ($5/8"$)

EN ESTAS CONEXIONES DEBERAN CUIDARSE LOS ASPECTOS SIGUIENTES:

- EN LOS TORNILLOS EL ESFUERZO CORTANTE ACUMULANTE
- EN LAS PLACAS LA FALLA QUE PUEDE SER DE TRES TIPOS.

a) POR TENSION. (VER FIG. 3a)

PARA EVITAR ESTA FALLA DEBERA VERIFICARSE LA CAPACIDAD A TENSION EN EL AREA NETA DE LA SECCION.

b) POR APLASTAMIENTO (VER FIG. 3b)

DEBERA COMPARARSE LA CAPACIDAD POR APLASTAMIENTO CONTRA EL CORTANTE RESISTENTE DE LOS TORNILLOS.

$$F_p = 1.55 F_y$$

$$P_{AP} = F_p d t$$

EN DONDE :

F_p = ESFUERZO ADMISIBLE POR APLASTAMIENTO

P_{AP} = FUERZA RESISTENTE POR APLASTAMIENTO

d = DIAMETRO DEL TORNILLO

t = ESPESOR DE LA PLACA DE CONEXION O ALMA DE LA TRABE

C. POR DESGARRAMIENTO (VER FIG. 3C)

ESTE TIPO DE FALLA SE PRESENTA CUANDO LA DISTANCIA DEL CENTRO DEL AGUERO AL PASE DE LA PLACA ES MUY PEQUEÑA, PARA EVITAR ESTA FALLA DEBERA COMPARARSE EL CORTANTE RESISTENTE DEL TORNILLO CON EL RESISTENTE DE LA PLACA.

$$P_{DES} = 2 F_v s t$$

EN DONDE :

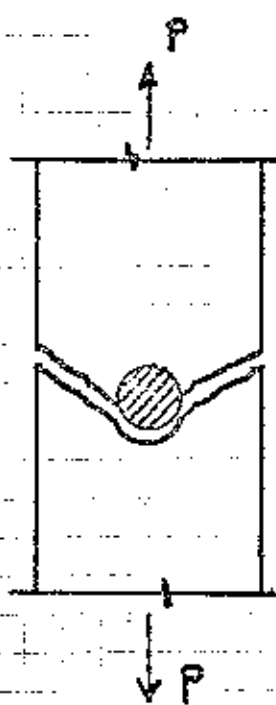
P_{DES} = FUERZA RESISTENTE POR DESGARRAMIENTO

F_v = ESFUERZO ADMISIBLE POR CORTANTE = $0.4 F_y$

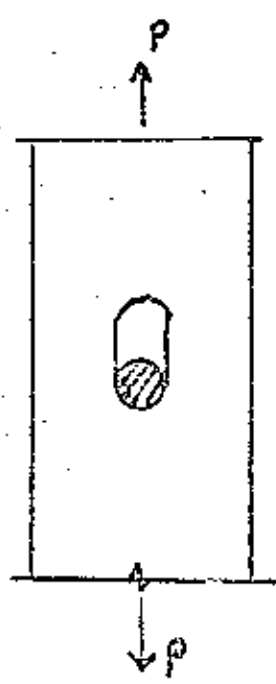
s = DISTANCIA DEL CENTRO DEL AGUERO AL PASE DE LA PLACA.

t = ESPESOR DE LA PLACA

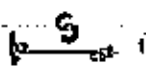
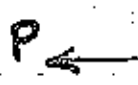
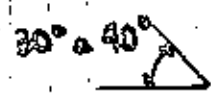
LAS TABLAS 1, 2, 3 y 4 INDICAN LOS VALORES DE LAS DISTANCIA MINIMA A UN CANTO, CAPACIDAD POR APLASTAMIENTO, CAPACIDAD POR DESGARRE Y CAPACIDAD POR CORTANTE DE TORNILLOS RESPECTIVAMENTE



a.)



b.)



c.)

FIGURA 3.

Ø TORN (MM)	DISTANCIA MINIMA AL CANTO (MM)	
	A UN CANTO RECORTADO	EN CANTOS DE PERFILES LAMINADOS
13	22	19
16	29	22
19	32	25
22	38	29
25	44	32
29	51	38
32	57	41

TABLA 1. DISTANCIA MINIMA A UN CANTO

Ø TORN (MM)	ESPESOR DE LA PLACA							
	5	6	8	10	13	16	19	22
13	2082	2754	3427	4120	5509	6897	8240	9630
16	2606	3449	4290	5159	6697	8635	10318	12056
19	3115	4120	5127	6165	8240	10318	12330	14406
22	3640	4815	5990	7203	9630	12056	14406	16833
25	4164	5509	6853	8240	11017	13794	16483	19259
29	4687	6203	7717	9260	12405	15532	18560	21685
32	5213	6897	8580	10318	13794	17269	20636	24112

TABLA 2. CAPACIDAD RESISTENTE POR APLASTAMIENTO DE LA PLACA

173.103
KN
155.774
KN

18560 KG

26 30/36

Ø TORN (MM)	S (MM)	ESPESOR DE LA PLACA							
		5	6	8	10	13	16	19	22
13	22	2137	2828	3518	4230	5655	7080	8460	9385
16	29	2817	3727	4637	5576	7454	9333	11152	13030
19	32	3108	4113	5116	6153	8226	10298	12306	14378
22	38	3692	4884	6076	7306	9768	12229	14613	17074
25	44	4275	5655	7035	8460	11310	14160	16920	19770
29	51	4955	6555	8155	9806	13109	16413	19613	22916
32	57	5538	7326	9114	10960	14651	18343	21920	25612

103.23*

TABLA 3. CAPACIDAD RESISTENTE POR DESGARRE

Ø TORN (MM)	CAPACIDAD A CORTANTE (KG)					
	TORNILLOS A-307		TORNILLOS A-325			
			AREA NOMINAL		AREA NETA	
	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE
13	889	1178	1963	3926	1338	2676
16	1386	2772	3061	6122	2087	4174
19	1995	3990	4406	8812	3004	6008
22	2716	5432	5998	11996	4089	8178
25	3549	7098	7823	15646	5333	10666
29	4489	8978	9910	19820	6756	13512
32	5523	11046	12229	24458	8337	16674

TABLA 4. CAPACIDAD RESISTENTE DE
TORNILLOS
(PLANO DE CORTE EN LA SECCION COMPLETA)

SECUENCIA DE DISEÑO

67

CONSIDERACIONES BÁSICAS PLACA

- a) EL ESPESOR MÍNIMO DE ANGULOS SERA DE $1/4"$ (6 MM)
- b) EL DIAMETRO MÍNIMO DEL TORNILLO SERA DE $1/2"$ (13 MM)
- c) EL NUMERO MÍNIMO DE TORNILLOS DE UNA CONEXION SERA DE DOS.
- d) LA CAPACIDAD MÍNIMA DE UNA CONEXION SERA DEL 60% DE LA CAPACIDAD A CORTANTE DEL PERFIL QUE SE CONECTA.

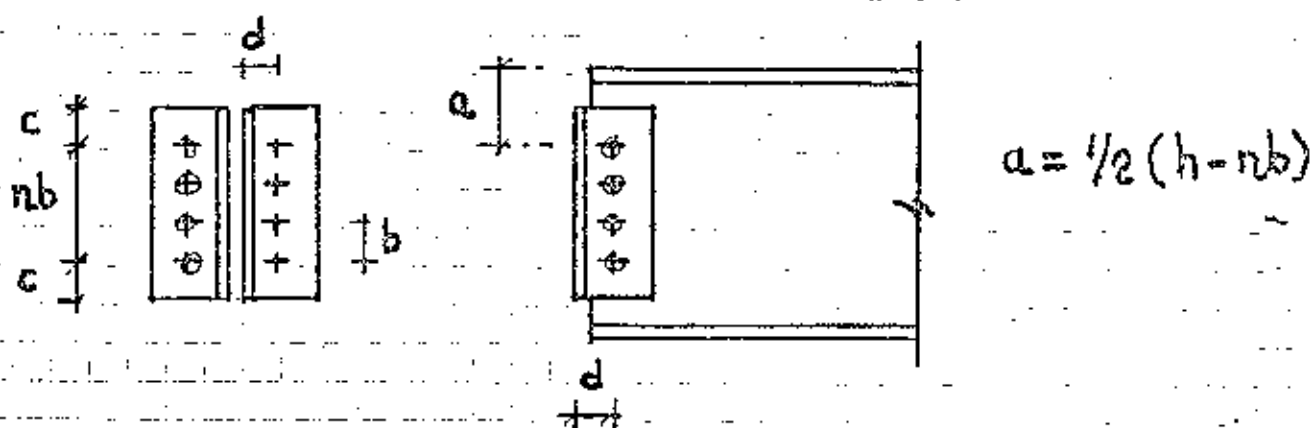
DISEÑO

- 1. CALCULAR EL NUMERO DE TORNILLOS REQUERIDOS PARA LA CONEXION DEL ALMA EN FUNCION DE LA FUERZA CORTANTE ACTUANTE Y CONSIDERANDO LA CAPACIDAD A CORTANTE DOBLE.
- 2. COMPARAR LA CAPACIDAD A CORTANTE DEL TORNILLO CONTRA LA CAPACIDAD DE APLASTAMIENTO Y DESGARRAR DE LA PLACA DEL ALMA DE LA TRABE LAS CUALES DEBEN SER MAYORES QUE LA PRIMERA.
- 3. EL NUMERO DE TORNILLOS DE CONEXION DE LA TRABE AL ELEMENTO DEBERA SER EL DOBLE Y DEL MISMO DIAMETRO QUE LOS DE CONEXION AL ALMA YA QUE TRABAJAN A CORTANTE SIMPLE
- 4. COMPARAR LA CAPACIDAD A CORTANTE DEL TORNILLO CONTRA LA CAPACIDAD DE APLASTAMIENTO DE LA PLACA A LA QUE SE CONECTA.
- 5. DETERMINAR LA LONGITUD DE LOS ANGULOS DE CONEXION EN FUNCION DEL NUMERO DE TORNILLOS, REVISANDO LAS LONGITUDES MAXIMAS Y MINIMAS REQUERIDAS DE ACUERDO

A 20 SIGUIENTE :

- a) LA LONGITUD MÁXIMA PARA PERFILES LAMINADOS SERÁ LA DIMENSION "T" INDICADA EN LOS MANUALES DE LOS FABRICANTES PARA PERFILES FORMADOS DE TRES PLACAS SE RECOMIENDA QUE LA LONGITUD MÁXIMA SEA EL PERALTE MENOS DOS VECES EL ESPESOR DEL PATIA MENOS SEIS CENTÍMETROS.
- b. LA LONGITUD MÍNIMA DE LOS ANGULOS SERÁ LA MITAD DE LA LONGITUD MÁXIMA.

— CARACTERÍSTICAS DE LA CONEXION



ϕ TORN (MM)	ANGULO DE CONEXION (MM)	DIMENSIONES (MM)		
		b	c	d
13	45 X 45 X 6	40	25	25
16	45 X 45 X 6	50	30	25
19	63 X 63 X 6	65	35	35
22	76 X 76 X 6	75	40	45
25	102 X 102 X 10	90	45	60
29	152 X 152 X 10	100	50	110
32	152 X 152 X 10	110	55	110

CONEXIONES A CORTANTE SOLDADAS



ESTE TIPO DE CONEXIONES PUEDE EFECTUARSE YA SEA POR MEDIO DE DOS ANGULOS COLOCADOS UNO A CADA LADO DEL ALMA DE LA TRABE O POR MEDIO DE UNA PLACA CUYO ESPESOR NO DEBERA SER MENOR DE 6 MM ($\frac{1}{4}$ ") NI SU ANCHO MENOR DE 2". LA CAPACIDAD RESISTENTE DE LA SOLDADURAS DE FILETS SE OBTIENEN CON LA SIGUIENTE EXPRESION DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL AISC

$$F_{RS} = 0.7071 F_{UT} L_s$$

$$F_{UT} = 0.3 F_u \quad \text{--- 4200 Ksi/cm}^2$$

EN DONDE

F_{RS} = FUERZA RESISTENTE DE LA SOLDADURA

F_{UT} = ESFUERZO ADMISIBLE DE LA SOLDADURA

L_s = ESPESOR DEL FILET DE SOLDADURA

LA LONGITUD REQUERIDA DE LOS ANGULOS O PLACA DE CONEXION SE DETERMINARA EN FUNCION DEL ESFUERZO ADMISIBLE DE CORTANTE DEL METAL BASE

$$F_v = 0.4 F_y$$

LAS TABLAS 5 Y 6 MUESTRAN LOS ESPESORES MINIMOS Y LA CAPACIDAD RESISTENTE DE SOLDADURAS RESPECTIVAMENTE

ESPESOR DEL MATERIAL DEL ELEMENTO MAS GRUESO DE LA CONEX.	DIMENSION MINIMA DE LA SOLDADURA TIPO FILETE
HASTA $1/4"$ INCLUSIVE	$1/8"$ (3)
DE $1/4"$ A $1/2"$	$3/16"$ (5)
DE $1/2"$ A $3/4"$	$1/4"$ (6)
DE $3/4"$ A $1 1/2"$	$5/16"$ (8)
DE $1 1/2"$ A $2 1/4"$	$3/8"$ (10)

TABLA 5. SOLDADURA MINIMA

TAMAÑO NOMINAL		CAPACIDAD KG/CM	
MM	PULG	E-60XX	E-70XX
3.2	$1/8"$	284	332
4.8	$3/16"$	425	496
6.4	$1/4"$	568	663
7.9	$5/16"$	711	829
9.5	$3/8"$	852	995
11.1	$7/16"$	995	1159
12.7	$1/2"$	1136	1325
14.3	$9/16"$	1279	1491
15.9	$5/8"$	1420	1657
17.5	$11/16"$	1563	1823
19.0	$3/4"$	1704	1988

TABLA 6. CAPACIDAD RESISTENTE DE
SOLDADURA DE FILETE

SECUENCIA DE DISEÑO

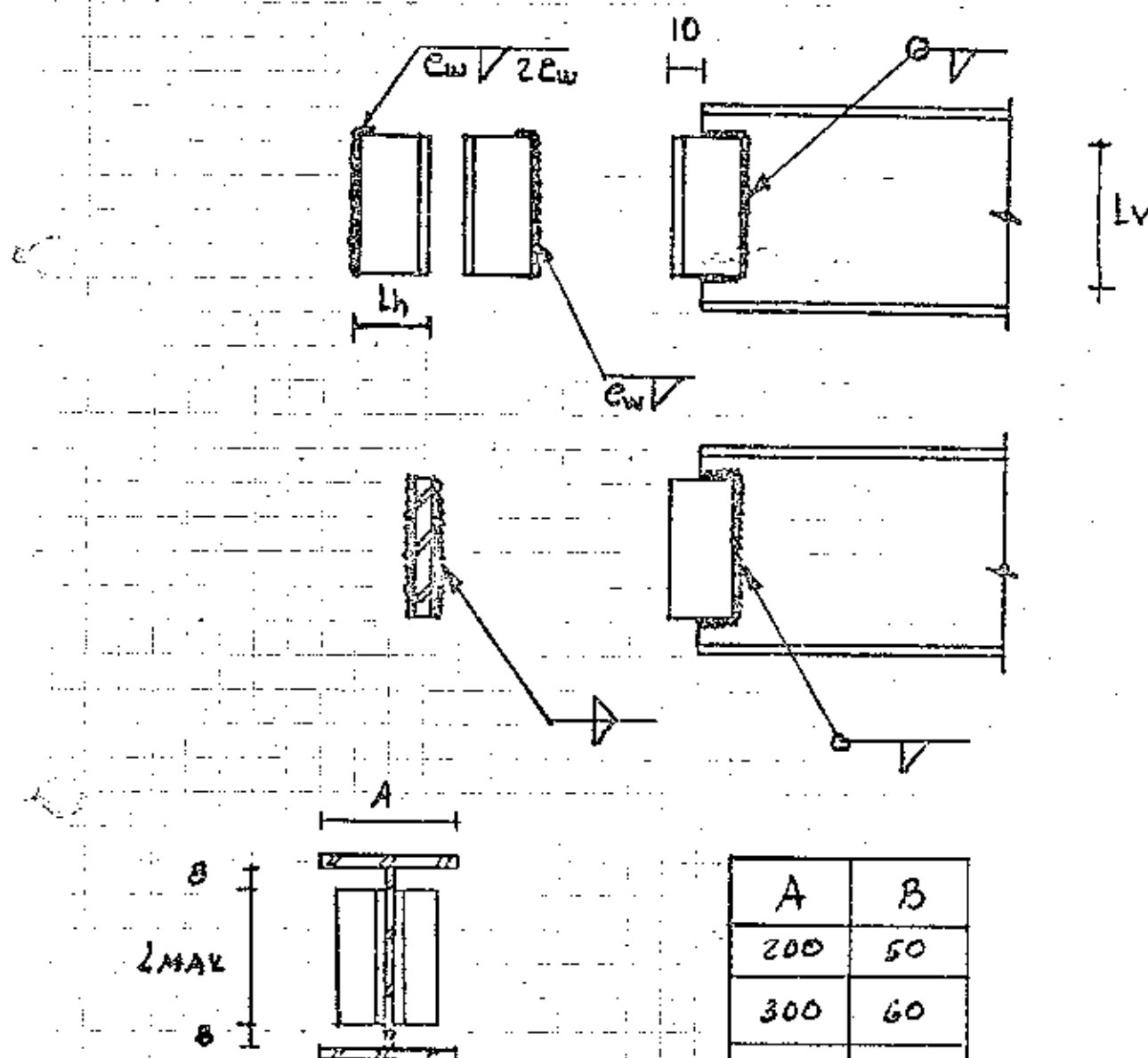


1. DETERMINAR LA LONGITUD DE LOS ANGULOS O PLACA DE CONEXION EN FUNCION DE LA FUERZA CORTANTE ACTUANTE, EL ESPESOR PROPUESTO DE LA PLACA Y DE LA CAPACIDAD RESISTENTE DEL ACERO Y DE LA SOLDADURA
2. COMPARAR LA LONGITUD CALCULADA CON LA LONGITUD MAXIMA Y MINIMA LAS CUALES SE DETERMINAN IGUAL QUE PARA CONEXIONES ATORNILLADAS.
3. EL ESPESOR DE LA SOLDADURA PARA CONEXION DEL ALMA DEBE RA SER EL MENOR DE 0.66 VECES EL ESPESOR DEL ALMA O 1/16" MENOR QUE EL ESPESOR DE LOS ANGULOS O PLACA DE CONEXION. ESTA SOLDADURA DEBERA APLICARSE TANTO EN EL LADO VERTICAL DEL ANGULO O PLACA COMO EN LAS DOS ARISTAS HORIZONTALES DEL MISMO.
4. EL ESPESOR MAXIMO DE LA SOLDADURA DE FILETE ENTRE LOS ANGULOS DE CONEXION Y EL APOYO SERA 1.3 VECES EL ESPESOR DE LA PLACA DE APOYO O 1/16" MENOR QUE EL ESPESOR DEL ANGULO, O 0.66 VECES EL ESPESOR DE LA PLACA SI ESTE ES EL CASO.
ESTA SOLDADURA DEBERA APLICARSE EN LA ARISTA VERTICAL CON UNA SOLDADURA DE RETORNO IGUAL A DOS VECES EL ESPESOR DE LA SOLDADURA EN LA ARISTA HORIZONTAL SUPERIOR PARA EL CASO DE ANGULOS, Y POR AMBOS LADOS DE LA ARISTA VERTICAL PARA EL CASO DE UNA PLACA.

$$f_s = \sqrt{f_h^2 + f_v^2} \quad , f_h = \frac{9 R L_h}{5 L_v^2} \quad , f_v = \frac{R}{2 L_v}$$

5. EN CUALQUIER CASO, DEBERÁ VERIFICARSE QUE EL ESPESOR DE SOLDADURA PROPUESTO ESTE DENTRO DE LOS ESPESORES MÁXIMO Y MÍNIMO ADMISIBLES.

— CARACTERÍSTICAS DE LA CONEXIÓN



(SOLO PARA TRABE DE TRES PLACAS)

A	B
200	50
300	60
400	70
500	100
600	120
700	150

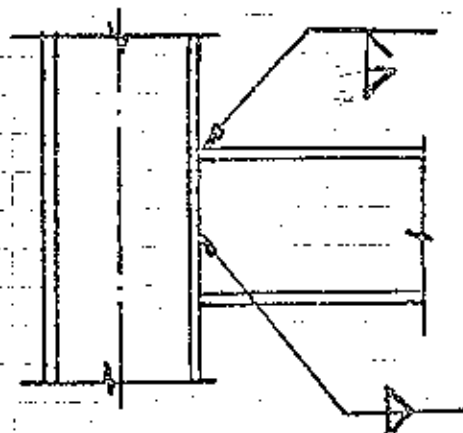
(MM)

CONEXIONES A MOMENTO SOLDADAS

73

ESTE TIPO DE CONEXIONES PUEDE EFECTUARSE DE LAS DOS FORMAS SIGUIENTES:

- a) POR CONEXION DIRECTA DE LOS PATINES AL APOYO MEDIANTE SOLDADURA DE BISEL CON UN REFUERZO QUE RESISTA UNA FUERZA IGUAL AL 15% DE LA TENSION GENERADA POR EL MOMENTO. LA CONEXION DEL ALMA SE EFECTUARA POR MEDIO DE DOS FILETES DE SOLDADURA. ESTA CONEXION DESARROLLA EL 100% DE LA CAPACIDAD DEL PERFIL.



- b) LA SEGUNDA MANERA DE CONEXION PERMITE MAS FLEXIBILIDAD PARA SU REALIZACION DADO QUE NO REQUIERE DE TANTA PRECISION EN LAS DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS POR CONECTAR COMO PARA LAS CONEXIONES SOLDADAS A TOPE.

LA CONEXION DE LOS PATINES SE EFECTUA POR MEDIO DE PLACAS SOLDADAS AL APOYO POR MEDIO DE SOLDADURA DE BISEL CON REFUERZO, LA SOLDADURA DE LAS PLACAS AL PATIN DE LA TRABE SERA DE FILETE EN LAS TRES ARISTAS DE LAS MISMAS.

LA CONEXION POR CORTANTE SE EFECTUARA POR MEDIO DE

UN PAR DE ÁNGULOS O PLACA COMO SE INDICÓ ANTERIORMENTE.

SECUENCIA DE DISEÑO.

7A

1. DETERMINAR LA FUERZA DE TENSION Y COMPRESION PARA EL DISEÑO DE LAS PLACAS DE LOS PATINES.

$$T = C = M/d$$

EN DONDE : T = FUERZA DE TENSION
 C = FUERZA DE COMPRESION
 M = MOMENTO FLEXIONANTE ACTUANTE
 d = PERALTE DE LA TRABE

2. DETERMINAR EL ANCHO Y ESPESOR DE LA PLACA DE CONEXION PARA EL PATIN SUPERIOR Y EL PATIN INFERIOR EN FUNCION DE LAS FUERZAS T Y C Y EL ESPESOR DE SOLDADURA PROPUESTO EN FUNCION DEL ESPESOR DE LAS PLACAS DE LOS PATINES Y LA SIGUIENTE RECOMENDACIONES:

— EL ESPESOR DE ESTAS PLACAS NO SERÁ MENOR DE 6MM (1/4")

$$b_s = b_f - x \quad e_s = T / (0.6 F_y \cdot b_s)$$

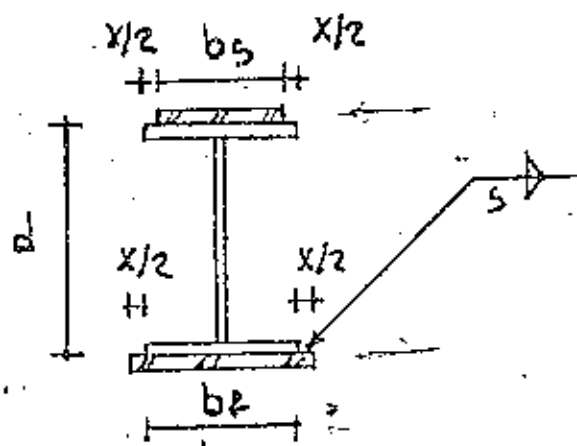
$$b_i = b_f + x \quad e_i = C / (0.6 F_y \cdot b_i)$$

EN DONDE : b_s y b_i = ANCHO DE LAS PLACAS SUP. E INF.

b_f = ANCHO DEL PATIN DE LA TRABE

x = VALOR TABULADO

S	X (CM)
1/4"	2.0
5/16"	2.0
3/8"	2.5
1/2"	3.0
5/8"	3.5
3/4"	4.0



3. DETERMINAR LA LONGITUD DE SOLDADURA REQUERIDA EN FUNCION DE LAS FUERZAS T Y C Y LA CAPACIDAD RESISTENTE DE LA SOLDADURA PROPUESTA.

$$L_w = T / f_{sy}$$

EN DONDE f_{sy} = CAPACIDAD RESISTENTE DE LA SOLDADURA POR UNIDAD DE LONGITUD

4. DETERMINAR LA LONGITUD DE LAS PLACAS SUPERIOR E INFERIOR EN FUNCION DEL ANCHO DE LAS MISHAS Y LA LONGITUD DE SOLDADURA REQUERIDA.

$$L_s = (L_w - b_s) / 2 + 1$$

$$L_i = (L_w / 2) + 1$$

5. CALCULAR EL ESPESOR REQUERIDO DE LA SOLDADURA DE REFUERZO PARA LA CONEXION DE LAS PLACAS SUPERIOR E INFERIOR AL APOYO.

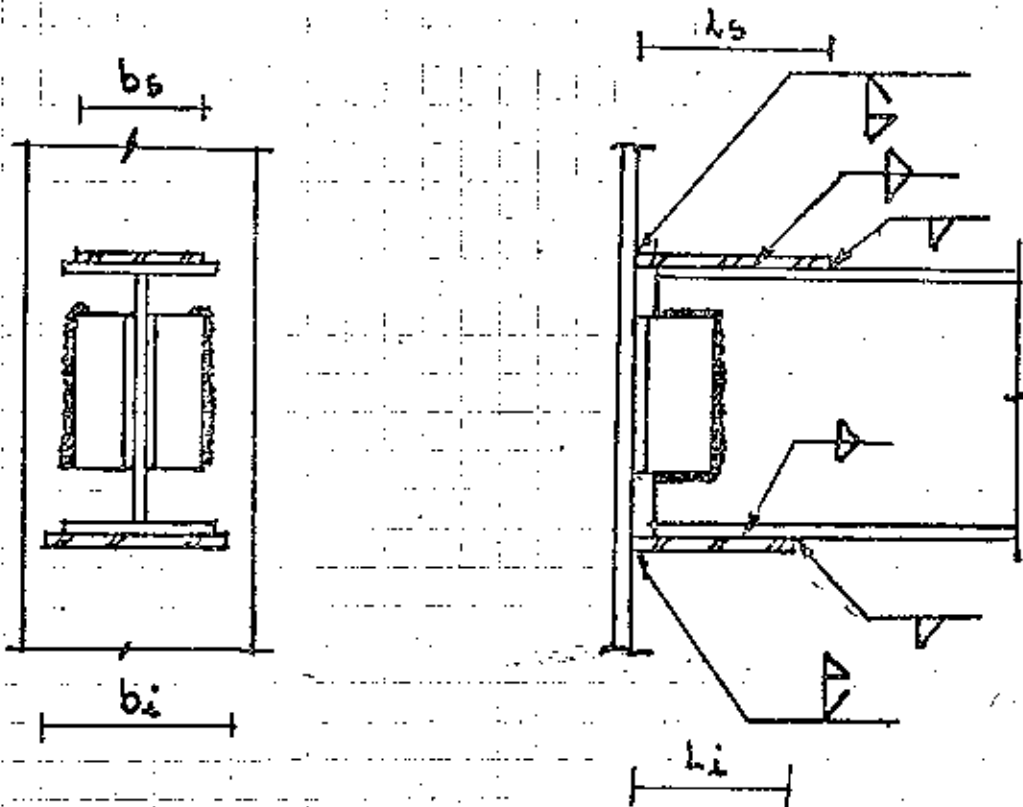
$$e_{ws} = 0.15T / (b_s \cdot f_{sy})$$

$$e_{wi} = 0.15C / (b_i \cdot f_{sy})$$

6. LA CONEXION A CORTANTE DEL ALMA SE DISEÑARA DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA SECUENCIA DE DISEÑO DE CONEXIONES A CORTANTE.

7. EN TODOS LOS CASOS DEBERA REVISARSE EL ESPESOR DE SOLDADURA PROPUESTA CONTRA LOS ESPESORES MAXIMO Y MINIMO ESPECIFICADOS POR EL A.I.S.C.

CARACTERISTICAS DE LA CONEXION



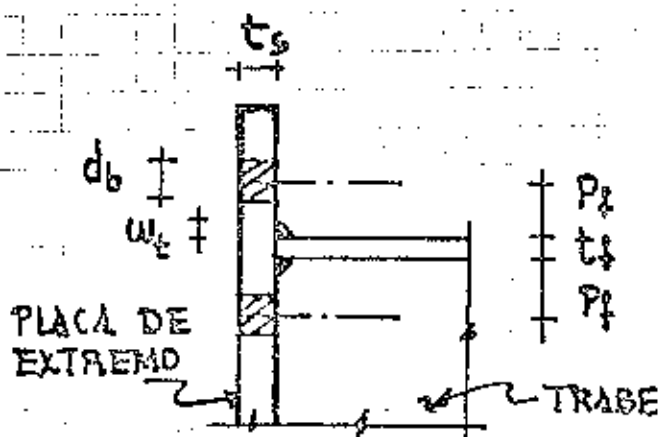
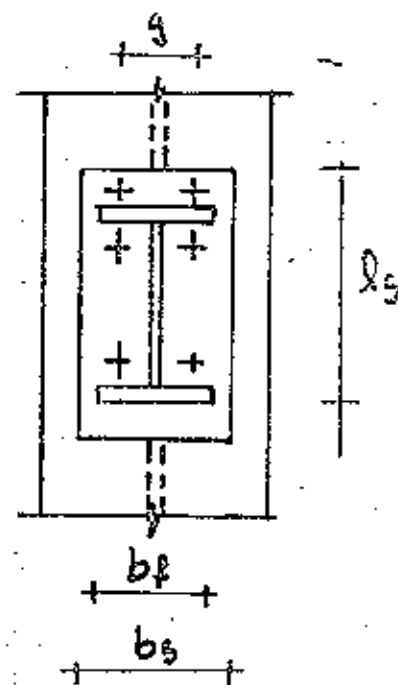
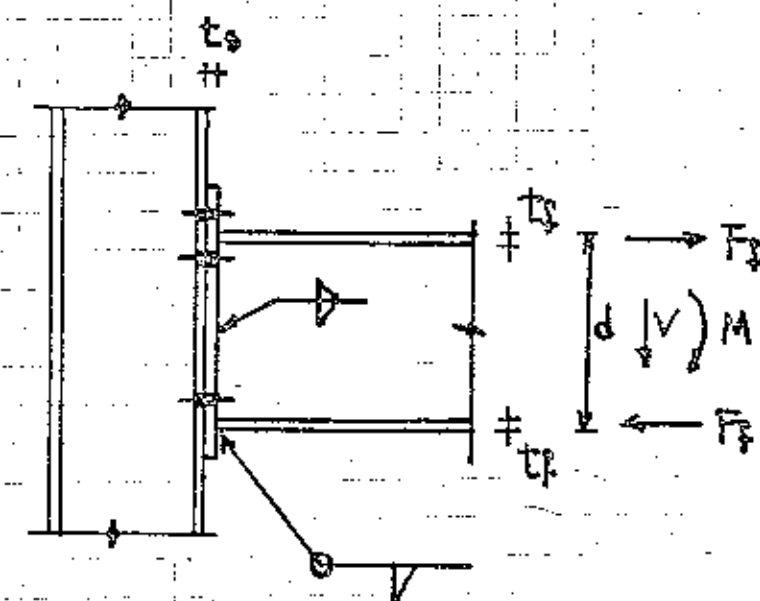
CONEXIONES A MOMENTO ATORNILLADAS



ESTE TIPO DE CONEXIONES SE PUEDE EFECTUAR DE DOS MANERAS.

- LA PRIMERA MEDIANTE UNA PLACA DE EXTREMO SOLDADA A LA TRABE Y ATORNILLADA A LA COLUMNA.
- LA SEGUNDA MEDIANTE PLACAS ATORNILLADAS A LOS PATINES Y SOLDADAS A LA COLUMNA, LA CONEXION DEL ALMA SE PUEDE EFECTUAR MEDIANTE UNA PLACA ATORNILLADA A ESTA Y SOLDADA A LA COLUMNA O POR MEDIO DE DOS ANGULOS ATORNILLADOS TANTO AL ALMA COMO A LA COLUMNA.

SECUENCIA DE DISEÑO PARA EL PRIMER CASO.



IDENTIFICACION DE
TERMINOS Y VARIABLES...

1. CALCULAR LA FUERZA DE TENSION QUE ACTUA EN LOS PATINES

$$F_p = M / (d - t_p)$$

EN DONDE: t_p = ESPESOR DEL PATIN DE LA TRABE

d = PERALTE DE LA TRABE

M = MOMENTO ACTUANTE

F_p = FUERZO NOMINAL DE TENSION EN EL PATIN



2. CALCULAR EL AREA NECESARIA DE LOS TORNILLOS

$$A_b = F_p / (2n F_t)$$

EN DONDE: A_b = AREA REQUERIDA POR TORNILLO

n = NUMERO DE TORNILLOS EN UNA LINEA TRANSV.

F_t = ESFUERZO ADMISIBLE DE TENSION DE LOS TORNILLOS

$F_t = 3080 \text{ Kg/cm}^2$ P/TORN A-325

$F_t = 1400 \text{ Kg/cm}^2$ P/TORN A-307

DEBEN HACERSE LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES:

- PARA TENSION SE TOMARA EL AREA NETA DEL TORNILLO
- PARA CORTANTE SE TOMARA EL AREA TOTAL DEL TORNILLO
- EL NUMERO DE TORNILLOS MINIMO PARA EL PATIN SUPERIOR SERA 4 Y PARA EL PATIN INFERIOR 2 SI NO EXISTE HOMER TO DE INVERSION EN CUYO CASO SERAN 4 COMO MINIMO.

3. REVISAR EL ESFUERZO ADMISIBLE DE TENSION EN LOS TORNILLO PARA LA ACCION COMBINADA DE ESFUERZOS DE TENSION Y CORTANTE, SI ESTE FUERA MENOR AL INDICADO EN EL INCISO 2, DEBERA AUMENTARSE EL DIAMETRO DE LOS TORNILLOS.

$$F_T = 3850 - 1.8 f_u \leq 3080 \text{ KG/CM}^2 \quad \text{P/TORN A-325}$$

$$F_T = 1820 - 1.8 f_u \leq 1400 \text{ KG/CM}^2 \quad \text{P/TORN A-307}$$

$$\text{EN DONDE } f_u = V / n A_b$$

f_v = ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE

V = FUERZA CORTANTE ACTUANTE

n = NUMERO TOTAL DE TORNILLOS

A_b = AREA TOTAL DE UN TORNILLO



4. CALCULAR EL CLARO LIBRE PARA MOMENTO DE LA PLACA.

$$P_e = P_f - (d_b/4) - w_f$$

EN DONDE: P_f = DISTANCIA DEL CENTRO DEL TORNILLO AL PAÑO DEL PATIN DE LA TRABE

SE RECOMIENDA $P_f = d_b + 1/2"$ MINIMO

w_f = ESPESOR DE LA SOLDADURA PATIN A PLACA

d_b = DIAMETRO NOMINAL DEL TORNILLO

5. CALCULAR EL MOMENTO FLEXIONANTE EN LA PLACA DE CONEX.

$$M_e = \alpha_m F_f P_e / 4$$

$$\text{EN DONDE: } \alpha_m = C_a C_b (A_f / A_w)^{1/3} (P_e / d_b)^{1/4}$$

$C_a = 1.13$ P/TORN A-325 Y ACERO A-36

$C_a = 1.14$ P/TORN A-307 Y ACERO A-36

$$C_b = (b_f / b_s)^{1/2}$$

A_f = AREA DEL PATIN

A_w = AREA DEL ALMA

EL ANCHO MINIMO DE LA PLACA DE CONEXION SERA:

$$b_s = 1.15 b_f$$

6. CALCULAR EL ESPESOR DE LA PLACA DE CONEXION

$$t_b = \sqrt{\frac{6M_e}{b_s F_b}} \quad \text{DONDE } F_b = 0.75 F_y$$



7. REVISAR EL CORTANTE EN LA PLACA

$$f_u = F_t / (2b_s t_b) \leq 0.4 F_y$$

8. CALCULAR EL ESPESOR REQUERIDO DE LA SOLDADURA DEL PATIN.

$$D = \frac{F_t}{F_{ut} \times \text{PERIMETRO DEL PATIN}} \quad (\text{CM})$$

$$F_{ut} = 894 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{ut} = 1043 \text{ Kg/cm}^2$$

9. CALCULAR LA MINIMA LONGITUD DE LA SOLDADURA DEL ALMA

$$l_{mw} = V / (0.4 F_y \times t_w)$$

10. CALCULAR EL ESPESOR DE SOLDADURA REQUERIDA DEL ALMA

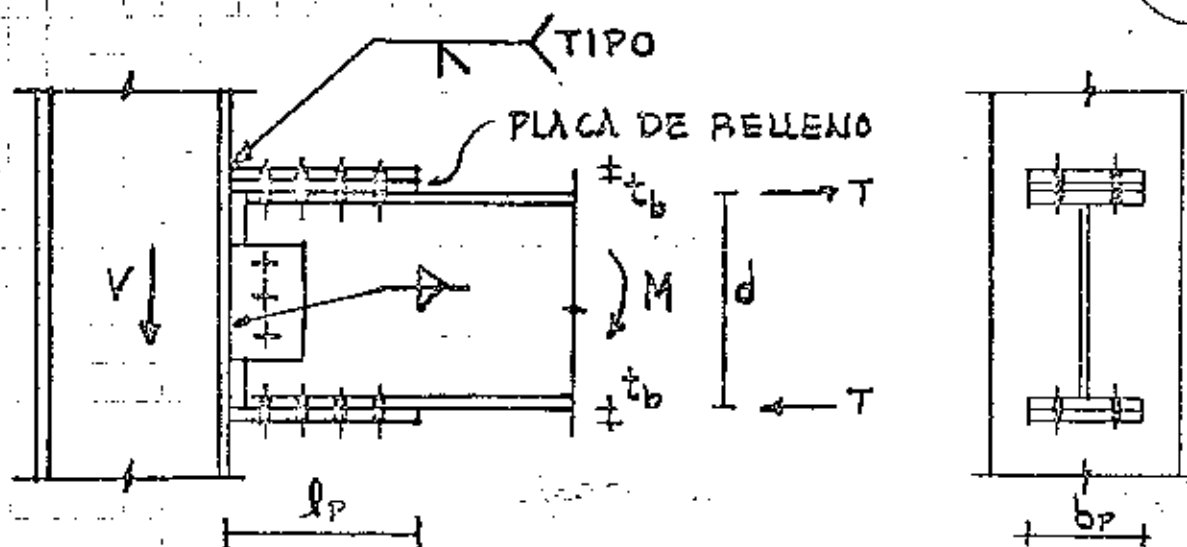
$$D = \frac{0.66 F_y \times t_w}{2 \times F_{ut}} \quad (\text{CM})$$

11. REVISAR SI SE REQUIERE O NO ATIESAR EL PATIN POR LA FUERZA PROVOCADA POR LA TENSION DEL PATIN

12. LA LONGITUD DE LA PLACA DE CONEXION SE DETERMINARA EN FUNCION DEL PERALTE DE LA TRABE, LA DIMENSION P_p Y LA DISTANCIA MINIMA DEL CENTRO DEL TORNILLO AL CANTO DE LA PLACA DE CONEXION.

SECUENCIA DE DISEÑO PARA EL SEGUNDO CASO

81



IDENTIFICACION DE TERMINOS Y VARIABLES.

1. PROPONER UN DIAMETRO DE TORNILLOS Y CALCULAR EL AREA NETA DE LA SECCION ASI COMO EL MODULO DE SECCION DE LA SECCION REDUCIDA POR EFECTO DE LOS BARRENOS DE LOS TORNILLOS PARA REVISAR LOS ESFUERZOS DE FLEXION PRODUCIDOS POR EL MOMENTO

2. DETERMINAR LA FUERZA DE TENSION EN EL PATIN DE LA TRABE

$$T = M/d$$

3. DISEÑAR LAS PLACAS DE CONEXION DE LOS PATINES

$$A_p = T/F_t$$

$$F_t = 0.6 F_y$$

$$t_b = \frac{A_p}{b - \phi \text{ BARRENOS}}$$

EN DONDE : A_p = AREA DE LA PLACA DE CONEXION

T = FUERZA DE TENSION

b = ANCHO DE LA PLACA

t_b = ESPESOR DE LA PLACA

4. DETERMINAR EL NUMERO DE TORNILLOS REQUERIDOS EN FUNCION DE LA FUERZA T, EL DIAMETRO PROPUESTO DE TORNILLOS Y LA CAPACIDAD RESISTENTE A CORTANTE DE CADA TORNILLO.
5. REVISAR LA CAPACIDAD DE APLASTAMIENTO DE LA PLACA DE CONEXION Y DEL PATIN DE LA TRABE Y COMPARARLA CONTRA LA CAPACIDAD SIMPLE DE CORTANTE DE LOS TORNILLOS.
6. LA CONEXION DE LA PLACA A LA COLUMNA SE EFECTUARA CON SOLDADURA DE BISEL CON REFUERZO
7. LA CONEXION A CORTANTE DE LA TRABE SE DISENARA COMO SE INDICO EN DISEÑO DE CONEXIONES A CORTANTE.
8. REVISAR SI SE REQUIERE REFORZAR EL ALMA DE LA COLUMNA

$$t_{wc} \geq \frac{32M}{A_{bc} F_y}$$

$$A_{bc} = (d_b + 2t_b) \times b_c$$

EN DONDE : t_{wc} = ESPESOR DEL ALMA DE LA COLUMNA

M = MOMENTO FLEXIONANTE ACTUANTE

A_{bc} = AREA PLANA EN LA CONEXION ENTRE TRABE Y COLUMNA.

d_b = PERALTE DE LA TRABE

t_b = ESPESOR DE LA PLACA DE CONEXION DEL PATIN

b_c = ANCHO DEL PATIN DE LA COLUMNA.

9. REVISAR SI SE REQUIEREN O NO ATIESADORES EN EL ALMA DE LA COLUMNA. (SE RECOMIENDA UTILIZAR ATIESADORES PARA LOGRAR UNA CONEXION RIGIDA Y GARANTIZAR OCU-
TILIDAD EN LA CONEXION).

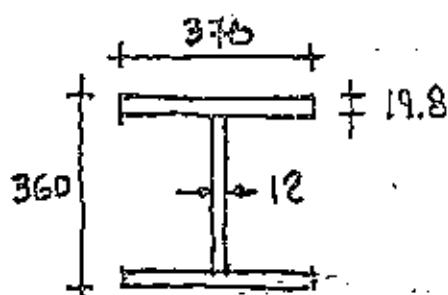
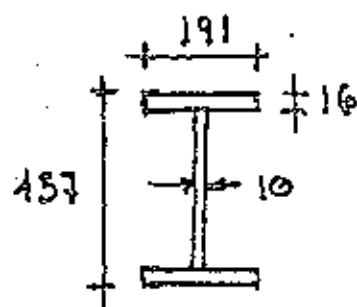
EJEMPLO DE DISEÑO

83

A. CONEXION SOLDADA

TRABE IPA 18" K 7 1/2" (81.9 Kg/M)

COL. IPC 14" x 14" (147 Kg/M)



$$M = 21.2 \text{ Ton-M}$$

$$V = 18.2 \text{ Ton}$$

1. CALCULO DE LA FUERZA DE TENSION

$$T = C = M/d = 21.2 / 0.437 = 46.39 \text{ Ton}$$

2. CALCULO DE ANCHO DE PLACAS

PARA PLACA DE 16 mm $E_s \text{ mil} = 6 \text{ mm } (1/4") \Rightarrow x = 2 \text{ cm}$

$$\text{PLACA SUP. } b = 19 - 2 = 17.0 \text{ cm}$$

$$t_s = 46390 / 17 \times 1920 = 1.79 \text{ cm}$$

PROPONEMOS t_s DE 3/4" (1.95 cm)

$$\text{PLACA INF. } b = 19 + 2 = 21.0 \text{ cm}$$

$$t_i = 46390 / 21 \times 1920 = 1.45 \text{ cm}$$

PROPONEMOS t_i DE 5/8" (1.58 cm)

3. CALCULO DE LA LONGITUD DE SOLDADURA REQUERIDA

$$E_s = 1/4" \quad f_{sy} = 663 \text{ Kg/cm} \quad \text{EFICIENCIA } 85\%$$

$$l_{nec} = 46390 / 663 \times 0.85 = 82 \text{ cm}$$

4. CALCULO DE LA LONGITUD DE PLACAS

$$l_s = (82 - 17) / 2 + 1 = 33.5 \text{ cm}$$

$$l_i = (82 / 2) + 1 = 42.0 \text{ cm}$$

5. CALCULO DEL ESPESOR DE LA SOLDADURA DE REFUERZO

$$C_w = 0.15 \times 46390 / (17 \times 1043) = 0.39 \Rightarrow 3/16''$$

— CONEXION POR CORTANTE CON PLACA

$$P/\text{CONEX CON PATIN DE COL. } t_f = 19 \quad E_{s \text{ MIN}} = 1/4'' (0.63)$$

$$\therefore t_{\text{MIN TE}} = 0.635 / 0.66 = 0.96 \text{ CM} \Rightarrow 3/8''$$

$$P/\text{CONEX CON PLACA DEL ALMA } t_w = 10 \quad E_{s \text{ MIN}} = 3/16'' (0.48)$$

$$t_{\text{MAX SOLD}} = 0.95 \times 0.66 = 0.633 \text{ CM} \Rightarrow 1/4''$$

6. CALCULO DE LA LONGITUD DE LA PLACA

$$\text{POR SOLDADURA CON LA COLUMNA (1/4'')} \quad L = \frac{18200}{663 \times 0.85 \times 2} = 16 \text{ CM}$$

$$\text{POR CORTANTE EN LA PLACA (3/8'')} \quad L = \frac{18200}{1012 \times 0.95} = 19 \text{ CM}$$

$$L_{\text{MAX}} = 39.4 \text{ CM} \quad L_{\text{MIN}} = 19.2$$

$$\text{POR SOLDADURA CON LA TRABE (1/4'')} \quad L = \frac{18200}{663 \times 0.85} = 33 \text{ CM}$$

$$(\text{CON EL METODO DETALLADO } L_h = 7.6, L_v = 33, b = 6.6, \eta = 0.99)$$

$$C_h = 5.66, C_v = 16.5, J_w = 6739, f_h = 296.8, f_{v1} = 101.8, f_{v2} = 350.6$$

$$f_v = 574.8 / 0.85 = 676 \text{ KG/CM}^2 \approx f_{st} = 1663 \text{ } \therefore \text{BIEN}$$

PROPONEMOS PLACA DE 76 X 10 X 330

— CONEXION POR CORTANTE CON DOS ANGUINOS

$$P/\text{CONEX CON PATIN DE COL. } t_f = 19 \quad E_{s \text{ MIN}} = 1/4''$$

$$\therefore t_{\text{MIN APS}} = 1/4'' + 1/16'' = 5/16'' (0.79)$$

$$P/\text{CONEX CON ALMA DE TRABE } t_w = 10 \quad E_{s \text{ MIN}} = 3/16''$$

$$t_{\text{MAX SOLD}} = 0.95 \times 0.66 = 0.635 \Rightarrow 1/4''$$

PROPONEMOS 2 APS DE 76 X 8

7. CALCULO DE LA LONGITUD DE LOS ANGULOS

35

POR SOLDADURA CON COLUMNA (1/4") $L = \frac{18200}{663 \times 0.85 \times 2} = 16.2 \text{ CM}$

POR SOLDADURA CON TRABE (3/16") $L = \frac{18200}{496 \times 0.85 \times 2} = 21.6 \text{ CM}$

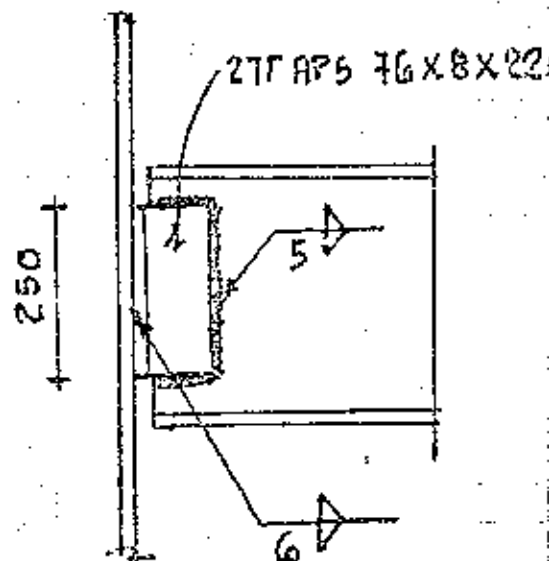
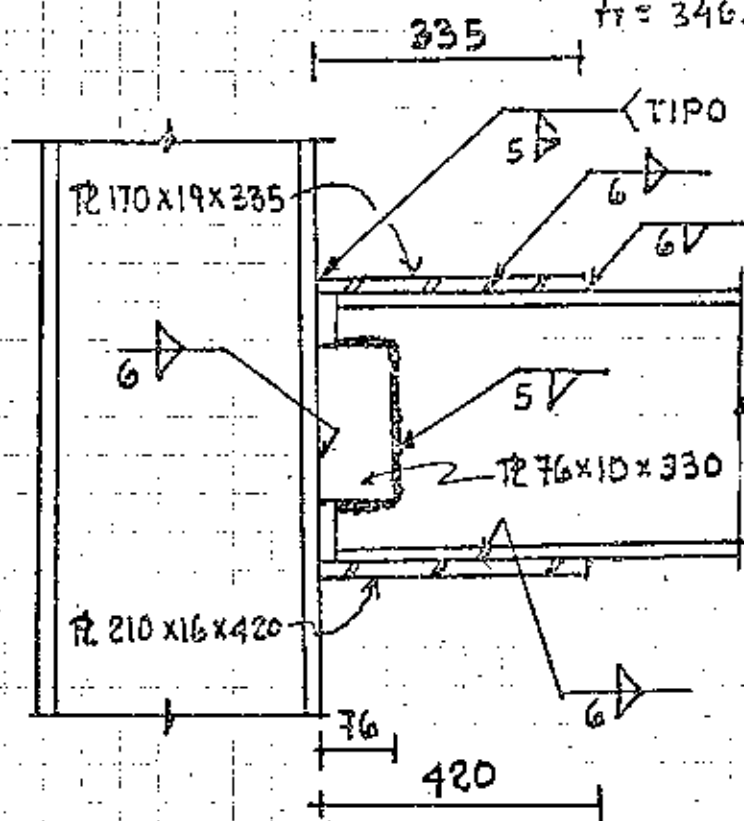
POR CORTANTE DE ANGULOS (5/16") $L = \frac{18200}{1012 \times 0.79 \times 2} = 11.4 \text{ CM}$

CONEXION CON 2 APS DE 76 X 8 $L = 250$

(CON METODO DETALLADO CONSIDERANDO $L_h = 7.6$ y $L_v = 25$)

P/CONEX. CON LA COLUMNA $f_h = 398.4$, $f_v = 364$, $f_r = 540/0.85 = 635$

P/CONEX. CON LA TRABE $b = 6.6$, $n = 1.14$, $C_h = 5.46$, $C_v = 12.5$, $J_w = 4609$
 $f_h = 154.4$, $f_{v1} = 69.6$, $f_{v2} = 238.2$
 $f_r = 346.8/0.85 = 408 \text{ Kg/CM} < f_{sx} = 496$



B. CONEXION ATORNILLADA CON PLACAS EN LOS PATINES



1. CALCULO DE LA FUERZA DE TENSION EN LOS PATINES

$$T = C = M/D = 21.2 / 0.457 = 46.39 \text{ TON}$$

2. CALCULO DEL ANCHO Y ESPESOR DE LA PLACA DE CONEXION

$$A_{Tz} = 46390 / 0.6 \times 2530 = 30.52 \text{ CM}^2$$

PROPONIENDO TORN. $\phi = 7/8"$ y $\phi_{\text{BARRENO}} = 1"$

$$t_b = 30.52 / (19 - 2 \times 2.54) = 2.19$$

PROPONEMOS t_b DE $7/8"$ $t_b = 2.22$

3. CALCULO DEL NUMERO DE TORNILLOS REQUERIDO

$T / \text{TORN } \phi 7/8"$ $V_R = 4089 \text{ Kg}$ (VER TABLA 4)

$$\text{NUM TORN} = 46390 / 4089 = 11.34 \Rightarrow 12 \text{ TORNS.}$$

4. REVISION POR APLASTAMIENTO

PATIN $t_p = 1.59$ $P_{AP} = 12056 \text{ KG}$

$t_{\text{CONEX}} = 2.22$ $P_{AP} = 16833 \text{ KG}$

$> V_{\text{TORN}} = 4089$

\therefore BIEN

5. CALCULO DEL ESPESOR DE LA SOLDADURA DE REFUERZO

$$e_w = 0.15 \times 46390 / (19 \times 1043) = 0.39 \Rightarrow 3/16"$$

6. CALCULO DE LA LONGITUD DE LA PLACA DE CONEXION

$$L_p = 40 + 5 \times 75 + 40 + 10 = 465$$

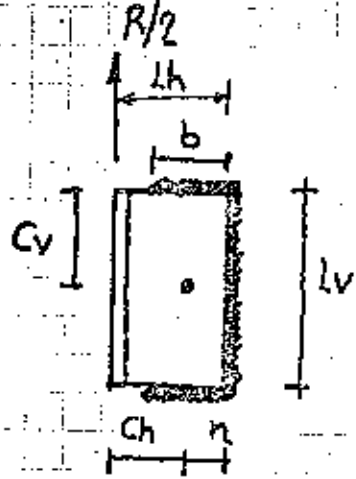
PLACAS DE CONEXION A PATINES $T 190 \times 22 \times 465$

CONEXION POR CORTANTE CON UNA PLACA SOLDADA AL APOYO

7. CALCULO DEL NUMERO DE TORNILLOS REQUERIDO

PROPONEMOS TORNILLOS $\phi 7/8"$

$$\text{NUM TORN} = 18200 / 4089 = 4.45 \Rightarrow 5 \text{ TORN.}$$



$$r = \frac{b^2}{2b + Lv}$$

$$Ch = Lh - r - 1$$

$$Cv = Lv/2$$

$$b = Lh - 1$$

$$Jw = \frac{(2b + Lv)^3}{12} - \frac{b^2(b + Lv)^2}{2b + Lv}$$

DEBIDO AL GIRO (HORIZONTAL)

$$f_h = \frac{R(Lh - r)Cv}{2Jw}$$

DEBIDO AL GIRO (VERTICAL)

$$f_{v1} = \frac{R(Lh - r)Ch}{2Jw}$$

DEBIDO AL CORTANTE (VERTICAL)

$$f_{v2} = \frac{R/2}{2b + Lv}$$

$$f_r = \sqrt{f_h^2 + (f_{v1} + f_{v2})^2}$$

ATIESADORES EN EL ALMA DE LAS COLUMNAS

$$\begin{aligned}
 1. P_{bf} &\leq P_{wb} = \frac{4100 t_{wc}^3 \sqrt{F_{yc}}}{d_c} \\
 2. P_{bf} &\leq P_{fb} = \frac{F_{yb} t_f^2}{0.16} \\
 3. P_{bf} &\leq P_{wt} \cdot t_b + P_{wo} = F_{yc} t_{wc} (t_b + 5k)
 \end{aligned}$$

* Si se cumplen los tres no se requieren los atiesadores. *

$P_{wo}, P_{wt}, P_{wb}, P_{fb} \rightarrow$ de tablas

P_{bf} : Fuerza aplicada por el patin de la viga
 P_{wb} : Fuerza resistente máxima del alma de la columna en el patin a compresión de la viga (kips)

P_{fb} : Fuerza resistente máxima del alma de la columna en el patin a tensión de la viga (kips)

$$P_{wt} = F_{yc} \cdot t_{wc} \left[\frac{\text{kips}}{\text{in}} \right]$$

$$P_{wo} = 5 F_{yc} \cdot t_{wc} \cdot k \text{ [kips]}$$

F_{yc} : Resistencia a la fluencia del alma de la columna
 $\left[\frac{\text{kips}}{\text{in}^2} \right]$

d_c : peralte del alma de la columna (entre filetes, in)

k : distancia de la cara exterior del patin de la columna al pie del alma del filete de la columna (in)

t_{wc} : espesor del alma de la columna (in)

t_b : espesor del patin de la viga o de la placa de conexión que transmite una carga concentrada (in)

t_f : espesor del patin de la columna (in)

$$A_{st} = \frac{P_{bf} - F_{yc} t_{wc} (t_b + 5k)}{F_{yst}}$$

A_{st} : área de los dos atiesadores requeridos

$$P_{bf} = :$$

$$P/(C_M + C_V) : \frac{5}{3} \frac{M}{d}$$

$$P/(ACCIDENTE) : \frac{4}{3} \frac{M}{d}$$

1. ancho de cada atiesador mas $\frac{1}{2}$ espesor del alma de la columna no debe ser menor que $\frac{1}{3}$ del ancho del patín o de la placa de conexión
2. el espesor del atiesador no será menor que la mitad del espesor del patín o de la placa de conexión
3. Para soldadura considerar excentricidad