

# NSR-98

## Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente

### Tomo 3

#### Contenido

- Título F – Estructuras Metálicas

# **NSR-98**

**Normas Colombianas  
de Diseño y Construcción  
Sismo Resistente**

**Título F  
Estructuras Metálicas**

# TITULO F ESTRUCTURAS METALICAS

## INDICE

<b>CAPITULO F.1 - REQUISITOS GENERALES</b> .....	F-1
F.1.0 GENERALIDADES .....	F-1
F.1.0.1 - ALCANCE .....	F-1
F.1.0.2 - ZONAS SISMICAS .....	F-1
F.1.1 LIMITES DE APLICABILIDAD .....	F-1
F.1.1.1 - ESTRUCTURAS DE ACERO .....	F-1
F.1.1.2 - ESTRUCTURAS DE ALUMINIO .....	F-1
<b>CAPITULO F.2 - ESTRUCTURAS DE ACERO HECHAS CON PERFILES LAMINADOS O MIEMBROS ARMADOS: DISEÑO PARA ESTADOS LIMITES</b> .....	F-3
F.2.0 - NOMENCLATURA .....	F-3
F.2.1 - GENERALIDADES .....	F-7
F.2.1.1 - ESTADOS LIMITES .....	F-7
F.2.1.2 - TIPOS DE CONSTRUCCION .....	F-7
F.2.1.3 - MATERIALES .....	F-8
F.2.1.3.1 - Acero estructural .....	F-8
F.2.1.3.2 - Perfiles pesados .....	F-9
F.2.1.3.3 - Fundiciones y piezas forjadas de acero .....	F-9
F.2.1.3.4 - Pernos, arandelas y tuercas .....	F-9
F.2.1.3.5 - Pernos de anclaje y varillas roscadas .....	F-11
F.2.1.3.6 - Metal de aporte y fundente para soldadura .....	F-11
F.2.1.3.7 - Conectores de corte tipo espigo .....	F-12
F.2.1.3.8 - Remaches .....	F-12
F.2.1.4 - CARGAS .....	F-12
F.2.1.5 - BASES DE DISEÑO .....	F-12
F.2.1.5.1 - Resistencia requerida a cargas mayoradas .....	F-12
F.2.1.5.2 - Estados límites .....	F-12
F.2.1.5.3 - Diseño por resistencia última .....	F-13
F.2.1.5.4 - Diseño para condiciones de servicio y otras consideraciones .....	F-13
F.2.1.6 - REFERENCIAS .....	F-13
F.2.1.6.1 - Normas y códigos de referencia .....	F-13
F.2.1.7 - DOCUMENTOS DE DISEÑO .....	F-14
F.2.1.7.1 - Planos .....	F-14
F.2.1.7.2 - Símbolos y nomenclatura estándares .....	F-14
F.2.1.7.3 - Indicaciones para soldadura .....	F-14
F.2.2 - REQUISITOS DE DISEÑO .....	F-14
F.2.2.1 - AREA TOTAL .....	F-14
F.2.2.2 - AREA NETA .....	F-15
F.2.2.3 - AREA NETA EFECTIVA PARA MIEMBROS EN TENSION .....	F-15
F.2.2.4 - ESTABILIDAD .....	F-16
F.2.2.5 - PANDEO LOCAL .....	F-16
F.2.2.5.1 - Clasificación de los perfiles de acero .....	F-16
Tabla F.2-1 - Valores límites de la relación ancho-espesor para elementos a compresión .....	F-17
F.2.2.5.2 - Diseño con análisis plástico .....	F-18
F.2.2.5.3 - Elementos esbeltos a compresión .....	F-18
F.2.2.6 - ARRIOSTRAMIENTO EN LOS APOYOS .....	F-18
F.2.2.7 - LIMITES MAXIMOS DE LA RELACION DE ESBELTEZ .....	F-18
F.2.2.8 - LUCES SIMPLES .....	F-18
F.2.2.9 - RESTRICCION EN LOS EXTREMOS .....	F-18
F.2.2.10 - DISEÑO DE VIGAS .....	F-19
F.2.3 - PORTICOS Y OTRAS ESTRUCTURAS .....	F-20
F.2.3.1 - EFECTOS DE SEGUNDO ORDEN .....	F-20
F.2.3.2 - ESTABILIDAD DE PORTICOS .....	F-21
F.2.3.2.1 - Pórticos arriostrados .....	F-21
F.2.3.2.2 - Pórticos no arriostrados .....	F-21
F.2.4 - MIEMBROS A TENSION .....	F-22
F.2.4.1 - RESISTENCIA DE DISEÑO A TENSION .....	F-22
F.2.4.2 - MIEMBROS ENSAMBLADOS .....	F-22
F.2.4.3 - BARRAS DE OJO Y MIEMBROS CONECTADOS CON PASADORES .....	F-22
F.2.5 - COLUMNAS Y OTROS MIEMBROS A COMPRESION .....	F-24
F.2.5.1 - LIMITACIONES DE ESBELTEZ Y LONGITUD EFECTIVA .....	F-24
F.2.5.1.1 - Longitud efectiva .....	F-24
F.2.5.1.2 - Análisis plástico .....	F-24
F.2.5.2 - RESISTENCIA DE DISEÑO A LA COMPRESION POR PANDEO FLECTOR .....	F-24
F.2.5.3 - RESISTENCIA DE DISEÑO A COMPRESION, POR PANDEO FLEXO-TORSOR .....	F-24
F.2.5.4 - MIEMBROS ENSAMBLADOS .....	F-25

**NSR-98 – Título F – Estructuras metálicas**

F 2 5 5 - MIEMBROS A COMPRESION CON PASADORES	F-27
F 2 6 - VIGAS Y OTROS MIEMBROS A FLEXION	F-27
F 2 6 1 - DISEÑO A FLEXION	F-27
F 2 6 1 1 - Fluencia	F-27
F 2 6 1 2 - Pandeo lateral con torsion	F-28
F 2 6 2 - DISEÑO POR CORTE	F-31
F 2 6 2 1 - Determinación del área del alma	F-31
F 2 6 2 2 - Resistencia de diseño al corte de almas sin rigidizar	F-31
F 2 6 3 - MIEMBROS ACARTELADOS	F-31
F 2 6 4 - VIGAS CON ABERTURAS EN EL ALMA	F-31
F 2 7 - VIGAS ESBELTAS DE ALMA LLENA	F-32
F 2 8 - MIEMBROS SOLICITADOS POR FUERZAS COMBINADAS Y POR TORSION	F-32
F.2.8.1 - MIEMBROS SIMETRICOS SOLICITADOS POR FLEXION Y FUERZA AXIAL	F-32
F 2 8 1 1 - Miembros con simetria doble o sencilla, solicitados por flexión y tension	F-32
F 2 8 1 2 - Miembros con simetria doble o sencilla, solicitados por flexión y compresion	F-32
F 2 8 2 - MIEMBROS ASIMETRICOS Y MIEMBROS SOLICITADOS POR TORSION COMBINADA CON FLEXION O CORTE O FUERZAS AXIALES O VARIAS DE ELLAS	F-33
F 2 8 2 1 - Para el estado limite de fluencia bajo esfuerzo normal	F-33
F 2 8 2 2 - Para el estado limite de fluencia bajo esfuerzo de corte	F-33
F 2 8 2 3 - Para el estado limite de pandeo	F-33
F 2 8 3 - ECUACIONES ALTERNAS DE INTERACCION PARA MIEMBROS SOLICITADOS POR ESFUERZOS COMBINADOS	F-33
F 2 9 - MIEMBROS COMPUESTOS	F-33
F 2 9 1 - SUPOSICIONES DE DISEÑO	F-33
F 2 9 1 1 - Determinación de fuerzas	F-33
F 2 9 1 2 - Análisis elastico	F-33
F 2 9 1 3 - Analisis plastico	F-33
F 2 9 1 4 - Distribución de esfuerzos plásticos para momentos positivos	F-33
F 2 9 1 5 - Distribución de esfuerzos plásticos para momentos negativos	F-34
F 2 9 1 6 - Distribución de esfuerzos elásticos	F-34
F 2 9 1 7 - Vigas totalmente compuestas	F-34
F 2 9 1 8 - Vigas parcialmente compuestas	F-34
F 2 9 1 9 - Viga revestida en concreto	F-34
F 2 9 1 10 - Columna compuesta	F-34
F 2 9 2 - MIEMBROS A COMPRESION	F-34
F 2 9 2 1 - Limitaciones	F-34
F 2 9 2 2 - Resistencia de diseño	F-35
F 2 9 2 3 - Columnas con multiples perfiles de acero	F-35
F 2 9 2 4 - Transferencia de carga	F-35
F 2 9 3 - MIEMBROS A FLEXION	F-36
F 2 9 3 1 - Ancho efectivo	F-36
F 2 9 3 2 - Resistencia de vigas con conectores de cortante	F-36
F 2 9 3 3 - Resistencia de vigas revestidas en concreto	F-36
F 2 9 3 4 - Resistencia durante la construccion	F-36
F 2 9 3 5 - Placas sobre lamina de acero plegada	F-36
F 2 9 3 6 - Resistencia de diseño al corte	F-38
F 2 9 4 - COMBINACIÓN DE FLEXION Y COMPRESION	F-38
F 2 9 5 - CONECTORES DE CORTANTE	F-38
F 2 9 5 1 - Materiales	F-38
F 2 9 5 2 - Fuerza cortante horizontal	F-38
F 2 9 5 3 - Resistencia de los conectores de cortante de espigo	F-39
F 2 9 5 4 - Resistencia de conectores de cortante de canal	F-39
F 2 9 5 5 - Número requerido de conectores de cortante	F-39
F 2 9 5 6 - Colocación y espaciamiento de conectores de cortante	F-39
F 2 9 6 - CASOS ESPECIALES	F-40
F 2 10 - CONEXIONES JUNTAS Y PASADORES	F-40
F 2 10 1 - REQUISITOS GENERALES	F-40
F 2 10 1 1 - Bases de diseño	F-40
F 2 10 1 2 - Conexiones simples	F-40
F 2 10 1 3 - Conexiones a momento	F-40
F 2 10 1 4 - Elementos a compresion con uniones por aplastamiento	F-40
F 2 10 1 5 - Empalmes en secciones pesadas	F-40
F 2 10 1 6 - Destijere de vigas y agujeros de acceso para soldadura	F-41
F 2 10 1 7 - Resistencia minima de las conexiones	F-41
F 2 10 1 8 - Colocacion de soldaduras y pernos	F-41
F 2 10 1 9 - Pernos en combinación con soldaduras	F-41
F 2 10 1 10 - Pernos de alta resistencia en combinación con remaches	F-42
F 2 10 1 11 - Limitaciones en conexiones soldadas y empernadas	F-42
F 2 10 2 - SOLDADURAS	F-42
F 2 10 2 1 - Soldaduras acanaladas	F-42
Tabla F-2-2 - Espesor efectivo de la garganta de soldaduras acanaladas de penetracion parcial	F-43
Tabla F-2-3 - Espesor efectivo en gargantas convexas de soldaduras acanaladas	F-43
F 2 10 2 2 - Soldaduras de filete	F-43
F 2 10 2 3 - Soldaduras de tapón y de ranura	F-44
Tabla F-2-4 - Mínimo espesor de la garganta efectiva de soldaduras acanaladas de penetración parcial	F-45
Tabla F-2-5 - Mínimo tamaño de soldadura de filete	F-45

**NSR-98 – Título F – Estructuras metálicas**

F 2 10 2 4 - Resistencia de diseño	F-45
Tabla F 2-6 - Resistencia de diseño de soldaduras	F-46
F 2 10 2 5 - Combinación de soldaduras	F-46
F 2 10 2 6 - Escogencia de electrodos	F-46
F 2 10 2 7 - Metal de aporte mixto	F-46
F 2 10 2 8 - Precalentamiento para secciones pesadas	F-47
F 2 10 3 - PERNOS Y PARTES ROSCADAS	F-47
F 2 10 3 1 - Pernos de alta resistencia	F-47
Tabla F 2-7 - Mínima tensión de pernos, kilonewtons	F-47
F 2 10 3 2 - Perforaciones tamaño y requisitos de empleo	F-47
F 2 10 3 3 - Separación mínima	F-48
F 2 10 3 4 - Distancia mínima al borde	F-48
F 2 10 3 5 - Distancia al borde y espaciamientos máximos	F-48
Tabla F 2-8 - Resistencia de diseño en sujetadores	F-49
Tabla F 2-9 - Dimensiones nominales de perforaciones, mm	F-49
F 2 10 3 6 - Resistencia de diseño para tensión o cortante	F-49
Tabla F 2-10 - Distancia mínima al borde(a), mm	F-50
F 2 10 3 7 - Esfuerzo combinado de cortante y de tensión en conexiones tipo aplastamiento	F-50
F 2 10 3 8 - Pernos de alta resistencia en conexiones de deslizamiento crítico	F-50
Tabla F 2-11 - Esfuerzo límite a tensión ( $F_t$ ), para sujetadores en conexiones tipo aplastamiento, MPa	F-51
Tabla F 2-12 - Esfuerzo cortante nominal en juntas de deslizamiento crítico con pernos de alta resistencia (a), MPa	F-51
F 2 10 3 9 - Esfuerzo combinado de cortante y de tensión en conexiones de deslizamiento crítico	F-51
F 2 10 3 10 - Esfuerzo de aplastamiento en agujeros de pernos	F-51
Tabla F 2-13 - Valores del incremento de separación $C_1$ , mm	F-53
Tabla F 2-14 - Valores del incremento de distancia al borde $C_2$ , mm	F-53
F 2 10 3 11 - Pernos esbeltos	F-53
F 2 10 4 - RESISTENCIA DE DISEÑO A LA ROTURA	F-53
F 2 10 4 1 - Resistencia a la rotura por cortante	F-53
F 2 10 4 2 - Resistencia a la rotura por tensión	F-53
F 2 10 4 3 - Resistencia a la rotura por bloque cortante	F-54
F 2 10 5 - ELEMENTOS DE CONEXION	F-54
F 2 10 5 1 - Conexiones excentricas	F-54
F 2 10 5 2 - Resistencia de diseño de elementos de conexión a tensión	F-54
F 2 10 5 3 - Otros elementos de conexión	F-55
F 2 10 6 - PLATINAS DE RELLENO	F-55
F 2 10 7 - EMPALMES	F-55
F 2 10 8 - RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO	F-55
F 2 10 8 1 - Superficies maquinadas	F-55
F 2 10 8 2 - Balancines y rodillos	F-55
F 2 10 9 - BASES DE COLUMNAS Y APOYOS SOBRE CONCRETO	F-56
F 2 10 10 - PERNOS DE ANCLAJE Y BARRAS EMBEBIDAS	F-56
F 2 11 - FUERZAS CONCENTRADAS EMPOZAMIENTO DE AGUA Y FATIGA	F-56
F 2 11 1 - ALETAS Y ALMAS CON FUERZAS CONCENTRADAS	F-56
F 2 11 1 1 - Bases de diseño	F-56
F 2 11 1 2 - Flexión local de las aletas	F-57
F 2 11 1 3 - Fluencia local del alma	F-57
F 2 11 1 4 - Arrugamiento del alma	F-58
F 2 11 1 5 - Pandeo lateral del alma	F-59
F 2 11 1 6 - Pandeo del alma sometida a compresión	F-60
F 2 11 1 7 - Cortante en la zona del tablero del alma	F-60
F 2 11 1 8 - Extremos no apuntados de vigas y viguetas	F-61
F 2 11 1 9 - Requisitos adicionales para los rigidizadores para cargas concentradas	F-61
F 2 11 1 10 - Requisitos adicionales para platinas de refuerzo bajo cargas concentradas	F-61
F 2 11 2 - EMPOZAMIENTO DE AGUA	F-61
F 2 11 3 - FATIGA	F-62
F 2 12 - CONSIDERACIONES DE DISEÑO TENIENDO EN CUENTA EL FUNCIONAMIENTO	F-62
F 2 12 1 - CONTRAFLECHA	F-62
F 2 12 2 - EXPANSION Y CONTRACCION	F-63
F 2 12 3 - DEFLEXIONES VIBRACION Y DERIVA	F-63
F 2 12 3 1 - Deflexiones	F-63
F 2 12 3 2 - Vibración de piso	F-63
F 2 12 3 3 - Deriva	F-63
F 2 12 4 - DESLIZAMIENTO EN CONEXIONES	F-63
F 2 12 5 - CORROSION	F-63
F 2 13 - FABRICACION MONTAJE Y CONTROL DE CALIDAD	F-63
F 2 13 1 - PLANOS DE TALLER	F-63
F 2 13 2 - FABRICACION	F-64
F 2 13 2 1 - Contraflechado curvado y enderezamiento	F-64
F 2 13 2 2 - Corte por fusión	F-64
F 2 13 2 3 - Cepillado de los bordes	F-64
F 2 13 2 4 - Construcción soldada	F-64
F 2 13 2 5 - Construcción atornillada	F-65
F 2 13 2 6 - Juntas a compresión	F-65
F 2 13 2 7 - Tolerancias dimensionales	F-65
F 2 13 2 8 - Acabado de las bases de columnas	F-6
F 2 13 3 - PINTURA DE TALLER	F-66

**NSR-98 – Título F – Estructuras metálicas**

F 2.13.3 1 - Requisitos generales .....	F-66
F 2.13.3 2 - Superficies inaccesibles .....	F-66
F 2.13.3 3 - Superficies de contacto .....	F-66
F 2.13.3 4 - Superficies acabadas .....	F-66
F 2.13.3 5 - Superficies adyacentes a soldaduras de campo .....	F-66
<b>F 2.13.4 – MONTAJE .....</b>	<b>F-66</b>
F 2.13.4 1 - Alineamiento de bases de columnas .....	F-66
F 2.13.4 2 - Arnostramiento .....	F-66
F 2.13.4 3 - Alineamiento .....	F-66
F 2.13.4 4 - Ajuste de juntas a compresion de columnas y placas base .....	F-66
F 2.13.4 5 - Soldadura de campo .....	F-66
F 2.13.4 6 - Pintura de campo .....	F-67
F 2.13.4 7 - Conexiones de campo .....	F-67
<b>F 2.13.5 - CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>F-67</b>
F 2.13.5 1 - Cooperacion .....	F-67
F 2.13.5 2 - Rechazos .....	F-67
F 2.13.5 3 - Inspección de la soldadura .....	F-67
F 2.13.5 4 - Inspección de conexiones por fricción con pernos de alta resistencia .....	F-67
F 2.13.5 5 - Identificación de las piezas de acero .....	F-67
<b>F 2.14 - REQUISITOS DE DISEÑO .....</b>	<b>F-67</b>
<b>F 2.14.1 - PANDEO LOCAL .....</b>	<b>F-67</b>
F 2.14.1 1 - Clasificación de las secciones de acero .....	F-67
F 2.14.1 2 - Elementos esbeltos a compresión .....	F-68
F 2.14.1 3 - Elementos no rigidizados en compresión .....	F-68
F 2.14.1 4 - Elementos rigidizados en compresión .....	F-70
F 2.14.1 5 - Propiedades de diseño .....	F-71
F 2.14.1 6 - Resistencia de diseño .....	F-71
<b>F 2.15 - COLUMNAS Y OTROS MIEMBROS EN COMPRESION .....</b>	<b>F-72</b>
<b>F 2.15.1 - RESISTENCIA A COMPRESION DE DISEÑO POR FLEJO-TORSION .....</b>	<b>F-72</b>
<b>F.2.16 - VIGAS Y OTROS MIEMBROS A FLEXION .....</b>	<b>F-73</b>
<b>F 2.16.1 - DISEÑO POR FLEXION .....</b>	<b>F-73</b>
Tabla F 2-17 - Parámetros nominales de resistencia .....	F-75
<b>F 2.16.2 - DISEÑO POR CORTANTE .....</b>	<b>F-77</b>
F 2.16.2.1 - Resistencia de diseño por cortante .....	F-77
F 2.16.2.2 - Rigidizadores transversales .....	F-77
<b>F 2.16.3 - MIEMBROS ACARTELADOS .....</b>	<b>F-78</b>
F 2.16.3.1 - Requisitos generales .....	F-78
F 2.16.3.2 - Resistencia de diseño a la tensión .....	F-78
F 2.16.3.3 - Resistencia de diseño a compresión .....	F-78
F 2.16.3.4 - Resistencia de diseño por flexión .....	F-79
F 2.16.3.5 - Esfuerzos combinados de flexión y fuerzas axiales .....	F-80
<b>F 2.17 - VIGAS ENSAMBLADAS .....</b>	<b>F-81</b>
F 2.17.1 - LIMITACIONES .....	F-81
F.2.17.2 - RESISTENCIA DE DISEÑO A LA FLEXION .....	F-81
F 2.17.3 - RESISTENCIA DE DISEÑO A CORTANTE CON ACCION DEL CAMPO DE TENSION .....	F-83
F 2.17.4 - RIGIDIZADORES TRANSVERSALES .....	F-84
F 2.17.5 - INTERACCION FLEXION-CORTANTE .....	F-84
<b>F 2.18 - MIEMBROS SOLICITADOS POR TORSION Y FUERZAS COMBINADAS .....</b>	<b>F-85</b>
<b>F 2.18.1 - ECUACIONES ALTERNAS DE INTERACCION PARA MIEMBROS SOLICITADOS POR ESFUERZOS COMBINADOS .....</b>	<b>F-85</b>
<b>F 2.19 - CONEXIONES, UNIONES Y PASADORES .....</b>	<b>F-87</b>
<b>F 2.19.1 – SOLDADURAS .....</b>	<b>F-87</b>
F 2.19.1.1 - Resistencia de diseño .....	F-87
<b>F 2.19.2 - PERNOS Y ELEMENTOS ROSCADOS .....</b>	<b>F-88</b>
F 2.19.2.1 - Pernos de alta resistencia en conexiones por fricción .....	F-88
F 2.19.2.2 - Tension y corte combinados en conexiones por fricción .....	F-88
<b>F 2.20 - CONSIDERACIONES SOBRE LA RESISTENCIA DE DISEÑO .....</b>	<b>F-88</b>
<b>F 2.20.1 - EMPOZAMIENTO DE AGUA .....</b>	<b>F-88</b>
<b>F 2.20.2 - FATIGA .....</b>	<b>F-90</b>
F 2.20.2.1 - Condiciones de carga tipo y localización del material .....	F-90
Tabla F 2-18 - Numero de ciclos .....	F-90
F 2.20.2.2 - Rango de esfuerzos de diseño .....	F-90
F 2.20.2.3 - Resistencia de diseño de pernos en tensión .....	F-90
Figura F 2-1 - Coeficientes de flexibilidad limites para sistemas de miembros principales .....	F-91
Figura F 2-2 - Coeficientes de flexibilidad limites para sistemas secundarios .....	F-92
Tabla F 2-19 - Tipo y localización de material .....	F-93
Tabla F 2-19 (continuación) - Tipo y localización de material .....	F-94
Tabla F 2-19 (continuación) - Tipo y localización de material .....	F-95
Tabla F 2-19 (continuación) - Tipo y localización de material .....	F-96
Tabla F 2-20 - Rango de esfuerzos admisibles .....	F-96
Tabla F 2-21 - Resistencia de diseño de pernos Grado 5 o Grado 8 ASTM A325 o NTC 4028 (ASTM A490) sometidos a tension .....	F-96
Figura F 2-3 - Ejemplos ilustrativos .....	F-97
Figura F 2-3 (Continuación) - Ejemplos ilustrativos .....	F-98

<b>CAPITULO F.3 - PROVISIONES SISMICAS PARA EDIFICACIONES HECHAS CON PERFILES LAMINADOS O MIEMBROS ARMADOS DE ACERO ESTRUCTURAL; DISEÑO PARA ESTADOS LIMITES</b>		<b>F-99</b>
F 3.0 - GENERALIDADES		F-99
F 3.0.1 - ALCANCE		F-99
F 3.0.2 - DEFINICIONES		F-99
F 3.0.3 - NOMENCLATURA		F-101
F 3.1 - ZONAS DE AMENAZA SISMICA Y REQUISITOS DE CAPACIDAD DE DISIPACION DE ENERGIA		F-102
F 3.1.1 - ZONAS DE AMENAZA SISMICA		F-102
F 3.1.1.1 - Zonas de amenaza sísmica baja		F-103
F 3.1.1.2 - Zonas de amenaza sísmica intermedia		F-103
F 3.1.1.3 - Zonas de amenaza sísmica alta		F-103
F 3.1.2 - REQUISITOS DE CAPACIDAD DE DISIPACION DE ENERGIA		F-103
F 3.1.2.1 - Capacidad de disipación de energía mínima (DMI)		F-103
F 3.1.2.2 - Capacidad de disipación de energía moderada (DMO)		F-103
F 3.1.2.3 - Capacidad de disipación de energía especial (DES)		F-103
F 3.2 - CARGAS, COMBINACIONES DE CARGA Y RESISTENCIAS NOMINALES		F-104
F 3.2.1 - CARGAS Y COMBINACIONES DE CARGA		F-104
F 3.2.2 - RESISTENCIAS NOMINALES		F-104
F 3.3 - DERIVA DE PISO		F-104
F 3.4 - ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL		F-104
F 3.5 - REQUISITOS DE LAS COLUMNAS		F-105
F 3.5.1 - RESISTENCIA DE LA COLUMNA		F-105
F 3.5.2 - UNIONES DE LAS COLUMNAS		F-105
F 3.6 - REQUISITOS PARA PORTICOS RESISTENTES A MOMENTO CON CAPACIDAD MINIMA DE DISIPACION DE ENERGIA		F-106
F 3.6.1 - ALCANCE		F-106
F 3.6.2 - REQUISITOS DE LAS CONEXIONES		F-106
F 3.7 - REQUISITOS PARA PORTICOS RESISTENTES A MOMENTO CON CAPACIDAD MODERADA Y ESPECIAL DE DISIPACION DE ENERGIA		F-106
F 3.7.1 - ALCANCE		F-106
F 3.7.2 - CONEXIONES VIGA A COLUMNA		F-106
F 3.7.3 - ZONA DE PANEL DE CONEXIONES VIGA A COLUMNA		F-107
F 3.7.4 - LIMITACIONES A LAS VIGAS Y A LAS COLUMNAS		F-108
F 3.7.5 - PLATINAS DE CONTINUIDAD		F-108
Tabla F 3.7-1 - Relaciones Límite Ancho-Espesor $\lambda_p$ para Elementos a Compresión		F-109
F 3.7.6 - RELACION DE MOMENTOS COLUMNA-VIGA		F-109
F 3.7.7 - RESTRICCIÓN DE LA CONEXIÓN VIGA A COLUMNA		F-110
F 3.7.8 - APOYO LATERAL DE VIGAS		F-110
F 3.8 - REQUISITOS PARA EDIFICIOS ARRIOSTRADOS CONCENTRICAMENTE		F-110
F 3.8.1 - ALCANCE		F-110
F 3.8.2 - RIOSTRAS		F-110
F 3.8.3 - CONEXIONES DE LAS RIOSTRAS		F-111
F 3.8.4 - REQUISITOS PARA CONFIGURACIONES ESPECIALES DE ARRIOSTRAMIENTO		F-112
F 3.8.5 - EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA		F-112
F 3.9 - REQUISITOS PARA PORTICOS ARRIOSTRADOS EXCENTRICAMENTE		F-112
F 3.9.1 - ALCANCE		F-112
F 3.9.2 - VINCULOS		F-112
F 3.9.3 - RIGIDIZADORES DEL VINCULO		F-113
F 3.9.4 - CONEXIONES DEL VINCULO A LA COLUMNA		F-114
F 3.9.5 - APOYO LATERAL DEL VINCULO		F-114
F 3.9.6 - RIOSTRA DIAGONAL Y VIGA POR FUERA DEL VINCULO		F-114
F 3.9.7 - CONEXIONES VIGA A COLUMNA		F-115
F 3.9.8 - RESISTENCIA REQUERIDA DE LA COLUMNA		F-115
F 3.10 - SUPERVISION TECNICA Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD		F-115
F 3.10.1 - GENERAL		F-115
F 3.10.2 - INSPECCIONES Y ENSAYOS		F-115
<b>CAPITULO F.4 - ESTRUCTURAS DE ACERO HECHAS CON PERFILES LAMINADOS O MIEMBROS ARMADOS; DISEÑO PARA ESFUERZOS ADMISIBLES</b>		<b>F-117</b>
F 4.0 GENERALIDADES		F-117
F 4.0.1 - ALCANCE		F-117
F 4.0.2 - TIPOS DE CONSTRUCCION		F-117
Tipo 1 - Llamado comúnmente "Entramado Rígido o Pórtico Continuo"		F-117
Tipo 2 - Llamado comúnmente "Entramado Simple o Construcción Simplemente Apoyada"		F-117
Tipo 3 - Llamado "Entramado Semi-Rígido o Parcialmente Restringido"		F-117
F 4.1 - BASES DE DISEÑO		F-118
F 4.1.1 - ESFUERZOS ADMISIBLES		F-118
F 4.1.2 - ESFUERZOS ADMISIBLES EN EL CASO DE VIENTO Y SISMO		F-118
F 4.2 - REQUISITOS DE DISEÑO		F-118
F 4.2.1 - PANDEO LOCAL		F-118
F 4.2.1.1 - Clasificación de los perfiles de acero		F-118
F 4.2.1.2 - Elementos esbeltos a compresión		F-119
F 4.2.2 - LUCES SIMPLES		F-119
F 4.2.3 - RESTRICCIÓN EN EL EXTREMO		F-119
F 4.2.4 - DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS		F-119

**NSR-98 – Título F – Estructuras metálicas**

Tabla F 4-1 - Valores límites de la relación ancho-espesor para elementos a compresión	F-120
F 4.2.5 - DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS PORTAGRUA	F-121
F 4 3 MIEMBROS A TENSION	F-121
F 4 3 1 - ESFUERZOS ADMISIBLES	F-121
F 4 3 2 - MIEMBROS CONECTADOS CON PASADORES	F-121
F 4.3.2.1 - Esfuerzos admisibles	F-121
F 4 4 - COLUMNAS Y OTROS MIEMBROS A COMPRESION	F-122
F 4 4 1 - ESFUERZOS ADMISIBLES	F-122
F 4 4 2 - PANDEO FLEXOTORSIONAL	F-122
F 4 4 3 - MIEMBROS FABRICADOS	F-122
F 4 4 4 - MIEMBROS A COMPRESION CONECTADOS CON PASADORES	F-123
F 4 4 5 - FUERZAS CORTANTES EN ALMAS DE COLUMNAS	F-123
F.4.5 - VIGAS Y OTROS MIEMBROS A FLEXION	F-123
F.4.5.1 - ESFUERZOS ADMISIBLES	F-123
F 4 5 1 1 - Miembros de perfiles compactos	F-123
F 4 5 1 2 - Miembros de perfiles no compactos	F-124
F 4 5 1 3 - Miembros de perfiles compactos o no compactos con longitud no arriostrada mayor que $L_c$	F-124
F 4 5 2 - ESFUERZOS ADMISIBLES	F-125
F 4 5.2.1 - Miembros de perfiles compactos	F-125
F 4 5 2 2 - Miembros de perfiles no compactos	F-125
F.4.5.3 - ESFUERZOS ADMISIBLES	F-126
F 4 5 3.1 - Miembros de perfiles compactos	F-126
F 4 5 3.2 - Miembros de perfiles no compactos	F-126
F 4 5 4 - ESFUERZOS ADMISIBLES DE CORTE	F-126
F 4 5 5 - ATIESADORES TRANSVERSALES	F-127
F 4 5 6 - MIEMBROS FABRICADOS	F-127
F 4 5 7 - MIEMBROS DE ALMA ACARTELADA	F-127
F 4 6 - VIGAS ESBELTAS DE ALMA LLENA	F-127
F 4 6 1 - LIMITACIONES DE LA ESBELTEZ DEL ALMA	F-128
F 4 6 2 - ESFUERZOS ADMISIBLES DE FLEXION	F-128
F 4 6 3 - ESFUERZOS ADMISIBLES DE CORTE CON ACCION DE CAMPOS TENSIONADOS	F-128
F 4 6 4 - ATIESADORES TRANSVERSALES	F-128
F 4 6 5 - ESFUERZOS COMBINADOS DE TENSION Y CORTE	F-130
F 4 7 ESFUERZOS COMBINADOS	F-130
F 4 7 1 - FLEXION Y COMPRESION AXIAL	F-130
F 4 7 2 - FLEXION Y TENSION AXIAL	F-131
F 4 8 CONSTRUCCION COMPUESTA	F-131
F 4 8.1 - DEFINICION	F-131
F 4 8.2 - HIPOTESIS DE DISEÑO	F-131
F 4 8 3 - FUERZA CORTANTE EN LOS EXTREMOS	F-132
F.4.8.4 - TRANSMISORES DE CORTE	F-132
Tabla F 4-2 - Fuerza de corte horizontal admisible por conector ( $q$ ) kgf (a)	F-134
Tabla F 4-3 - Coeficientes a utilizar cuando el concreto esta hecho con agregados NTC 4045 (ASTM C330)	F-134
F 4 8 5 - SECCIONES COMPUESTAS CON LAMINA CORRUGADA DE ACERO	F-135
F 4 8 5 1 - Generalidades	F-135
F 4 8 5.2 - Tableros metálicos de lamina corrugada, con sus salientes perpendiculares a las vigas de acero	F-135
F 4 8 5 3 - Tableros metálicos de lamina corrugada, con sus salientes paralelas a las vigas de acero	F-135
F 4 8 6 - CASOS ESPECIALES	F-136
F 4 9 CONEXIONES, JUNTAS Y CONECTORES	F-136
F 4 9 1 - GENERALIDADES	F-136
F 4 9 1.1 - Bases de diseño	F-136
F 4 9 1.2 - Miembros a compresion con uniones que transmiten cargas por aplastamiento	F-136
F 4 9 1.3 - Conexiones de miembros de armaduras, sometidos a tensión o compresion	F-136
F 4 9 1.4 - Conexiones mínimas	F-136
F 4 9 1 5 - Empalmes en perfiles pesados	F-136
F 4 9 1 6 - Despuntes de vigas y agujeros de acceso de soldadura	F-137
F 4 9 1 7 - Colocación de soldaduras, pernos y remaches	F-137
F 4 9 2 - SOLDADURAS	F-137
F 4 9 2 1 - Esfuerzos admisibles	F-137
F 4 9 2 2 - Aleación de metal de soldadura	F-137
F 4 9 2 3 - Pre calentamiento de perfiles pesados	F-137
F 4 9 3 - PERNOS, PARTES ROSCADAS Y REMACHES	F-138
F 4 9 3 1 - Esfuerzo admisible a tensión y cortante	F-138
F 4 9 3.2 - Esfuerzo cortante y de tension combinados en conexiones tipo aplastamiento	F-138
F 4 9 3 3 - Esfuerzo cortante y de tensión combinados en conexiones de deslizamiento critico	F-138
F 4 9 3 4 - Esfuerzo de aplastamiento admisible en perforaciones de pernos	F-138
Tabla F 4-4 - Esfuerzo admisible en soldaduras ( $f$ )	F-139
Tabla F 4-5 - Esfuerzos admisibles en sujetadores ( $kgf/mm^2$ )	F-140
Tabla F 4-6 - Esfuerzo admisible a tension ( $F_t$ ) de sujetadores en conexiones tipo aplastamiento ( $kgf/mm^2$ )	F-141
F 4 9 3 5 - Separación mínima	F-141
F 4 9 3 6 - Distancia mínima al borde	F-142
F 4 9 4 - ESFUERZO ADMISIBLE DE ROTURA POR CORTANTE	F-142
F 4 9 5 - ELEMENTOS DE CONEXIÓN	F-142
F 4 9 5 1 - Esfuerzo admisible de rotura por cortante	F-142
F 4 9 6 - PLATINAS DE RELLENO	F-142
F 4 9 7 - ESFUERZOS ADMISIBLES DE APLASTAMIENTO	F-142



**NSR-98 – Título F – Estructuras metálicas**

F 4 9 8 - BASES DE COLUMNAS Y APLASTAMIENTO EN MAMPOSTERIA Y CONCRETO ..	F-143
F 4 10 - CONSIDERACIONES ESPECIALES DE DISEÑO ..	F-143
F 4 10 1 - BASES DE DISEÑO ..	F-143
F 4 10 1 2 - Flexion local de las aletas ..	F-143
F 4 10 1 3 - Fluencia local del alma ..	F-144
F 4 10 1 4 - Arrugamiento del alma ..	F-144
F 4 10 1 5 - Pandeo lateral del alma ..	F-145
F 4 10 1 6 - Pandeo por compresion del alma ..	F-145
F 4 10 1 7 - Miembros a compresion con tableros de alma sometidos a esfuerzos cortantes altos ..	F-145
F 4 10 1 8 - Atiesadores para cargas concentradas ..	F-146
F 4 10 2 - EMPOZAMIENTO DE AGUA ..	F-146
F 4 10 3 - TORSION ..	F-146
F 4 10 4 - FATIGA ..	F-146
F 4 11 - REQUISITOS DE DISEÑO ..	F-146
F 4 11 1 - PANDEO LOCAL ..	F-146
F 4 11 1 1 - Elementos esbeltos a compresion ..	F-146
F 4 11 1 1 1 - Elementos no atiesados a compresion ..	F-147
F 4 11 1 1 2 - Elementos atiesados a compresion ..	F-147
Tabla F 4-7 - Proporciones limites para tees y canales ..	F-148
F 4 11 1 1 3 - Propiedades de diseño ..	F-149
F 4 12 - VIGAS Y OTROS MIEMBROS A TENSION ..	F-149
F 4 12 1 - MIEMBROS DE ALMA ACARTELADA ..	F-149
F 4 12 1 1 - Requisitos generales ..	F-150
F 4 12 1 2 - Esfuerzo admisible de tension ..	F-150
F 4 12 1 3 - Esfuerzo admisible de compresion ..	F-150
F 4 12 1 4 - Esfuerzos admisibles en flexion ..	F-150
F 4 12 1 5 - Esfuerzo admisible por cortante ..	F-150
F 4 12 1 6 - Esfuerzos combinados de flexion y fuerza axial ..	F-151
F 4 13 - CONSIDERACIONES ESPECIALES DE DISEÑO ..	F-151
F 4 13 1 - FATIGA ..	F-151
F 4 13 1 1 - Fatiga de tension en pernos ..	F-151

**CAPITULO F.5 - PROVISIONES SISMICAS PARA EDIFICACIONES HECHAS CON PERFILES LAMINADOS O MIEMBROS ARMADOS DE ACERO ESTRUCTURAL; DISEÑO PARA ESFUERZOS ADMISIBLES**

F 5 0 - GENERALIDADES ..	F-153
F 5 0 1 - ALCANCE ..	F-153
F 5 1 - CARGAS COMBINACIONES DE CARGA Y RESISTENCIAS NOMINALES ..	F-153
F 5 1 2 - RESISTENCIAS NOMINALES ..	F-153
F 5 1 4 - RESISTENCIAS DE DISEÑO ..	F-153
F 5 2 - REQUISITOS PARA LOS PORTICOS RESISTENTES A MOMENTO CON CAPACIDAD MINIMA DE DISIPACION DE ENERGIA ..	F-154
F 5 2 2 - ALCANCE ..	F-154
F 5 2 3 - REQUISITOS DE LAS CONEXIONES ..	F-154
F 5 3 - REQUISITOS PARA PORTICOS ARRIOSTRADOS EXCENTRICAMENTE ..	F-155

**CAPITULO F.6 - DISEÑO DE MIEMBROS ESTRUCTURALES DE ACERO FORMADOS EN FRIO**

F 6 1 - GENERALIDADES ..	F-157
F 6 1 1 - Limites de aplicabilidad y terminologia ..	F-157
F 6 1 1 1 - Alcance y limites de aplicabilidad ..	F-157
F 6 1 1 2 - Terminologia ..	F-158
F 6 1 2 - PERFILES Y CONSTRUCCIONES QUE NO CUMPLEN ESTA ESPECIFICACION ..	F-158
F 6 1 3 - MATERIALES ..	F-158
F 6 1 3 1 - Aceros aplicables ..	F-159
F 6 1 3 2 - Otros aceros ..	F-159
F 6 1 3 3 - Ductilidad ..	F-160
F 6 1 3 4 - Espesor minimo ..	F-160
F 6 1 4 - CARGAS ..	F-160
F 6 1 4 1 - Carga muerta ..	F-160
F 6 1 4 2 - Carga viva o de granizo ..	F-160
F 6 1 4 3 - Carga de impacto ..	F-160
F 6 1 4 4 - Fuerzas de viento o de sismo ..	F-160
F 6 1 4 5 - Empozamiento ..	F-160
F 6 1 5 - ANALISIS ESTRUCTURAL Y DISEÑO ..	F-160
F 6 1 5 1 - Bases de diseño ..	F-160
F 6 1 5 1 1 - Estado limite de resistencia ..	F-161
F 6 1 5 1 2 - Estado limite de funcionamiento ..	F-161
F 6 1 5 1 3 - Cargas nominales ..	F-161
F 6 1 5 1 4 - Coeficientes de mayoracion de carga y combinaciones de carga ..	F-161
F 6 1 5 1 5 - Coeficientes de resistencia ..	F-162
F 6 1 5 2 - Incrementos del punto de fluencia y de la resistencia causados por el formado en frio ..	F-162
F 6 1 5 2 1 - Punto de fluencia ..	F-162
F 6 1 5 2 2 - Incremento de resistencia por el proceso de formado en frio ..	F-163
F 6 1 5 3 - Durabilidad ..	F-163
F 6 1 6 - DOCUMENTOS DE REFERENCIA ..	F-163

F.6.2 – ELEMENTOS	F-165
F 6.2.1 - LÍMITES Y CONSIDERACIONES DIMENSIONALES	F-165
F.6.2.1.1 - Consideraciones de ancho plano-espesor para aletas	F-165
F 6.2.1.1.1 - Máximas relaciones de ancho plano-espesor para aletas	F-165
F 6.2.1.1.2 - Encocamiento de la aleta	F-165
F.6.2.1.1.3 - Efectos de vanación por corte	F-165
Tabla F 6-1 - Aletas anchas y cortas. Máxima relación admisible entre el ancho efectivo de diseño y el ancho real	F-166
F 6.2.1.2 - Relación máxima altura-espesor en almas	F-166
F 6.2.2 - ANCHOS EFECTIVOS DE ELEMENTOS RIGIDIZADOS	F-166
F.6.2.2.1 - Elementos rigidizados en compresión uniforme	F-166
F 6.2.2.1.1 - Determinación de la capacidad de carga	F-166
F 6.2.2.1.2 - Determinación de la deflexión	F-167
(i) Procedimiento I	F-167
Figura F 6-1 - Elementos rigidizados sometidos a compresión uniforme	F-167
(ii) Procedimiento II	F-168
F 6.2.2.2 - Elementos rigidizados en compresión uniforme con huecos circulares	F-168
F 6.2.2.2.1 - Determinación de la capacidad de carga	F-168
F 6.2.2.2.1.2 - Determinación de la deflexión	F-168
F.6.2.2.3 - Ancho efectivo de almas y elementos rigidizados con gradiente de esfuerzo	F-168
F 6.2.2.3.1 - Determinación de la capacidad de carga	F-168
Figura F.6-2 - Almas y elementos rigidizados con gradiente de esfuerzos	F-169
F.6.2.2.3.2 - Determinación de la deflexión	F-170
F 6.2.3 - ANCHOS EFECTIVOS DE ELEMENTOS NO RIGIDIZADOS	F-170
F 6.2.3.1 - Elementos no rigidizados en compresión uniforme	F-170
F 6.2.3.1.1 - Determinación de la capacidad de carga	F-170
F.6.2.3.1.2 - Determinación de la deflexión	F-170
F 6.2.3.2 - Elementos no rigidizados y rigidizadores de borde con gradiente de esfuerzos	F-170
F 6.2.3.2.1 - Determinación de la capacidad de carga	F-170
F 6.2.3.2.2 - Determinación de la deflexión	F-170
Figura F 6-3 - Elemento no rigidizado en compresión uniforme	F-170
F 6.2.4 - ANCHOS EFECTIVOS DE ELEMENTOS CON RIGIDIZADOR DE BORDE O UN RIGIDIZADOR INTERMEDIO	F-170
F 6.2.4.1 - Elementos en compresión uniforme, con un rigidizador intermedio	F-171
F 6.2.4.1.1 - Determinación de la capacidad de carga	F-171
F 6.2.4.1.2 - Determinación de la deflexión	F-172
F 6.2.4.2 - Elementos en compresión uniforme, con un rigidizador de borde	F-172
F 6.2.4.2.1 - Determinación de la capacidad de carga	F-172
Figura F.6-4 - Elementos con rigidizador intermedio	F-172
Figura F.6-5 - Elementos con rigidizador de borde	F-173
F 6.2.4.2.2 - Determinación de la deflexión	F-174
F 6.2.5 - ANCHOS EFECTIVOS DE ELEMENTOS CON BORDES RIGIDIZADOS Y CON RIGIDIZADORES INTERMEDIOS, O ELEMENTOS RIGIDIZADOS CON MAS DE UN RIGIDIZADOR INTERMEDIO	F-174
F 6.2.6 – RIGIDIZADORES	F-175
F 6.2.6.1 - Rigidizadores transversales	F-175
F 6.2.6.2 - Rigidizadores de cortante	F-176
F 6.2.6.3 - Rigidizadores que no cumplen estos requisitos	F-177
F.6.3 MIEMBROS	F-177
F.6.3.1 - PROPIEDADES DE LAS SECCIONES	F-177
F 6.3.2 - MIEMBROS A TENSION	F-177
F 6.3.3 - MIEMBROS EN FLEXIÓN	F-177
F 6.3.3.1 - Resistencia para flexión únicamente	F-177
F 6.3.3.1.1 - Resistencia nominal de la sección	F-177
(a) Procedimiento I	F-178
(b) Procedimiento II	F-178
F 6.3.3.1.2 - Resistencia al pandeo lateral	F-179
F 6.3.3.1.3 - Vigas con una aleta completamente sujeta a tableros o a tabiques de cerramiento	F-181
F 6.3.3.2 - Resistencia al cortante únicamente	F-182
F 6.3.3.3 - Resistencia a flexión y cortante combinados	F-183
F 6.3.3.4 - Resistencia al arrugamiento del alma	F-183
Tabla F 6-2 - $P_n$	F-184
F 6.3.3.5 - Resistencia a la flexión y al arrugamiento del alma combinados	F-186
F.6.3.4 - MIEMBROS EN COMPRESIÓN CARGADOS CONCÉNTRICAMENTE	F-186
F 6.3.4.1 - Secciones no sujetas a pandeo por torsión o torsoflexión	F-187
F 6.3.4.2 - Secciones de simetría sencilla o doble sujetas a pandeo por torsión o torsoflexión	F-187
F 6.3.4.3 - Secciones no simétricas	F-188
F 6.3.5 - CARGA AXIAL Y FLEXIÓN COMBINADAS	F-188
F 6.3.6 - MIEMBROS TUBULARES CILÍNDRICOS	F-189
F.6.3.6.1 - Flexión	F-189
F 6.3.6.2 - Compresión	F-190
F 6.3.6.3 - Flexión y compresión combinadas	F-190
F.6.4 ENSAMBLAJES ESTRUCTURALES	F-190
F 6.4.1 - SECCIONES ARMADAS	F-190
F 6.4.1.1 - Secciones en I compuestas por dos canales	F-190
F 6.4.1.2 - Espaciamiento de conexiones en elementos a compresión	F-192
F 6.4.2 - SISTEMAS MIXTOS	F-192
F 6.4.3 - ARRIOSTRAMIENTO LATERAL	F-192
F 6.4.3.1 - Vigas y columnas simétricas	F-192

**NSR-98 – Título F – Estructuras metálicas**

F.6.4.3.2 - Vigas de sección en canal y en Z .....	F-192
F.6.4.3.2.1 - Anclaje del arriostramiento para sistemas de cubierta bajo cargas de gravedad con la aleta superior conectada al panel de cubierta .....	F-192
F.6.4.3.2.2 - Ninguna de las aletas está conectada al panel .....	F-194
F.6.4.3.3 - Vigas cajón no arriostradas lateralmente .....	F-195
F.6.4.4 - PARELES Y ENSAMBLAJES DE PARED .....	F-195
F.6.4.4.1 - Paredes en compresión .....	F-196
F.6.4.4.2 - Paredes de pared en flexión .....	F-198
F.6.4.4.3 - Paredes de pared con carga axial y flexión combinadas .....	F-198
Tabla F.6-3 - Parámetros de tabique .....	F-199
F.6.5 CONEXIONES Y UNIONES .....	F-199
F.6.5.1 - REQUISITOS GENERALES .....	F-199
F.6.5.2 - CONEXIONES SOLDADAS .....	F-199
F.6.5.2.1 - Soldaduras acanaladas en juntas a tope .....	F-200
F.6.5.2.2 - Soldaduras de punto con arco .....	F-200
Figura F.6-6 - Arandela típica para soldar .....	F-201
Figura F.6-7 - Soldadura de punto con arco, utilizando arandela .....	F-201
Figura F.6-8 - Soldaduras de punto con arco .....	F-202
Figura F.6-9 - Distancias al borde para soldaduras de punto con arco .....	F-203
F.6.5.2.3 - Cordones de soldadura de arco .....	F-204
Figura F.6-10 - Cordones de soldadura de arco - Lámina a miembro portante en posición plana .....	F-204
Figura F.6-11 - Distancias al borde para cordones de soldadura de arco .....	F-205
F.6.5.2.4 - Soldaduras de filete .....	F-205
Figura F.6-12 - Soldaduras de filete .....	F-206
F.6.5.2.5 - Soldaduras de surco en dobleces .....	F-206
Figura F.6-13 - Soldadura acanalada abocinada .....	F-207
Figura F.6-14 - Cortante en soldaduras acanaladas abocinadas .....	F-208
F.6.5.2.6 - Soldaduras de resistencia .....	F-208
Tabla F.6-5 - Resistencia nominal a cortante de soldaduras de punto .....	F-208
F.6.5.3 - CONEXIONES ATORNILLADAS .....	F-208
Tabla F.6-6 - Tamaño máximo de huecos para pernos, mm .....	F-209
F.6.5.3.1 - Espaciamiento y distancia al borde .....	F-209
F.6.5.3.2 - Tensión en la parte conectada .....	F-210
F.6.5.3.3 - Aplastamiento .....	F-211
Tabla F.6-7 - Resistencias de aplastamiento nominales para conexiones atornilladas con arandelas tanto bajo la cabeza del perno como de la tuerca .....	F-211
Tabla F.6-8 - Resistencia nominal de aplastamiento para conexiones atornilladas sin arandelas bajo la cabeza del perno y de la tuerca o con una sola arandela .....	F-211
F.6.5.3.4 - Fuerza cortante y tensión en pernos .....	F-211
Tabla F.6-10 - Esfuerzo de tensión nominal, $\sigma$ , para pernos sometidos a una combinación de cortante y tensión (kgf/mm <sup>2</sup> ) .....	F-212
F.6.5.4 - RUPTURA POR CORTANTE .....	F-212
F.6.5.5 - CONEXIONES A OTROS MATERIALES .....	F-212
F.6.5.5.1 - Apoyo .....	F-212
F.6.5.5.2 - Tensión .....	F-213
F.6.5.5.3 - Cortante .....	F-213
F.6.6 ENSAYOS PARA CASOS ESPECIALES .....	F-213
F.6.6.1 - ENSAYOS PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL .....	F-213
F.6.6.2 - ENSAYOS PARA CONFIRMAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL .....	F-215
Tabla F.6-11 - Datos estadísticos para determinar el coeficiente de resistencia .....	F-215
F.6.6.3 - ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS .....	F-215
F.6.6.3.1 - Sección completa .....	F-215
F.6.6.3.2 - Elementos planos de secciones formadas .....	F-216
F.6.6.3.3 - Acero virgen .....	F-216
<b>CAPITULO F.7 - ALUMINIO ESTRUCTURAL .....</b>	<b>F-217</b>
F.7.1 - GENERALIDADES .....	F-217
F.7.1.1 - ALCANCE .....	F-217
F.7.1.2 - DEFINICIONES .....	F-217
F.7.1.3 - SIMBOLOS PRINCIPALES .....	F-219
F.7.2. PROPIEDADES Y SELECCION DE MATERIALES .....	F-222
F.7.2.1 DENOMINACION DE LOS MATERIALES .....	F-222
F.7.2.2 MATERIALES PERMITIDOS .....	F-222
F.7.2.2.1 - Extrusiones, láminas delgadas, planchas, tubería extruida, piezas forjadas y piezas coladas .....	F-222
Tabla F.7.2.1 - Aleaciones tratadas en caliente .....	F-225
Tabla F.7.2.2 - Aleaciones no tratadas en caliente .....	F-226
Tabla F.7.2.3 - Materiales de pernos y remaches .....	F-227
Tabla F.7.2.4 - Metales de aporte para soldadura .....	F-228
F.7.2.3 - PROPIEDADES DE RESISTENCIA, MECANICAS Y FISICAS .....	F-228
F.7.2.3.1 - Resistencia y propiedades mecánicas .....	F-228
F.7.2.3.2 - Propiedades físicas .....	F-228
Tabla F.7.2.5 - Propiedades físicas .....	F-228
F.7.2.4 - DURABILIDAD Y PROTECCION CONTRA LA CORROSION .....	F-229
F.7.2.4.1 - Durabilidad de las aleaciones .....	F-229
F.7.2.4.2 - Protección contra la corrosión .....	F-229
Tabla F.7.2.6 - Protección general contra la corrosión de estructuras de aluminio .....	F-230

**NSR-98 – Título F – Estructuras metálicas**

Tabla F 7 2 7 - Protección adicional de los contactos de metal con metal para combatir la fisuración y los efectos galvánicos	F-230
<b>F 7 2.5 - FABRICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN</b>	F-232
F 7 2 5 1 - Doblado y formado	F-322
F 7 2 5 2 - Soldadura	F-232
F 7 2 5 3 - Metales de aporte	F-232
<b>F 7 2.6 - SELECCION DE MATERIALES</b>	F-232
<b>F 7 2.7 - DISPONIBILIDAD</b>	F-232
F 7 2 7 1 - Secciones estructurales	F-232
Tabla F.7 2 8 - Selección de alambres y vanillas de metal de aporte para soldadura de gas inerte	F-233
Tabla F 7 2.9 - Disponibilidad de formas de producto	F-234
Tabla F.7 2 10 - Rango de tamaños de secciones extruidas mas comúnmente disponibles	F-234
F 7 2 7 2 - Tubería	F-234
F 7.2.7 3 - Lámina delgada, tiras y planchas	F-234
F 7 2 7 4 - Piezas forjadas	F-235
F 7.2.7 5 - Piezas coladas	F-235
<b>F 7 3 - PRINCIPIOS DE DISEÑO</b>	F-235
<b>F 7 3.1 - DISEÑO PARA ESTADOS LIMITE</b>	F-235
<b>F.7.3 2 - CARGAS</b>	F-235
<b>F 7 3.3 - RESISTENCIA ESTÁTICA</b>	F-235
F.7.3 3.1 - Acción-efecto bajo carga mayorada	F-235
F 7 3 3 2 - Resistencia de diseño	F-236
Tabla F 7 3.1 - Coeficientes de reducción de capacidad, $\phi$	F-236
<b>F.7 3.4 - DEFORMACION</b>	F-236
F.7 3 4 1 - Deformación elástica recuperable	F-236
Tabla F.7 3.2 - Deflexiones límites	F-236
F.7.3 4.2 - Deformacion inelastica permanente	F-237
F 7 3 4 3 - Distorsion debida a ensamble frecuente	F-237
<b>F.7 3 5 - DURABILIDAD</b>	F-237
<b>F.7.3.6 – FATIGA</b>	F-237
F.7 3 6 1 - Generalidades	F-237
F 7 3.6.2 - Colapso total	F-237
F 7 3 6.3 - Crecimiento estable de grietas	F-237
<b>F.7.3.7 - VIBRACIÓN</b>	F-238
<b>F.7.3.8 - ENSAYOS</b>	F-238
<b>F 7 4 - DISEÑO ESTÁTICO DE MIEMBROS</b>	F-238
<b>F 7 4 1 - GENERALIDADES</b>	F-238
F 7 4 1 1 - Estado limite de resistencia estatica	F-238
F 7 4 1 2 - Zonas afectadas por el calor	F-238
F 7 4 1 3 - Diseño avanzado	F-239
<b>F 7 4.2 - ESFUERZOS LIMITES</b>	F-239
Tabla F.7 4-1 - Esfuerzos limite, aleaciones tratadas en caliente	F-239
Tabla F 7 4 2 - Esfuerzos limite, aleaciones no tratadas en caliente	F-240
<b>F.7.4 3 - CLASIFICACION DE LA SECCION Y PANDEO LOCAL</b>	F-240
F 7 4 3 1 – Generalidades	F-240
Figura F 7 4 1 - Tipos de elementos planos	F-241
F.7 4 3.2 - Parámetro de esbeltez $\beta$	F-241
Figura F.7 4 2 - Elementos planos bajo gradiente de esfuerzos, valor de $g$	F-242
Figura F.7 4 3 - Modos de pandeo de elementos planos reforzados	F-242
Figura F.7 4 4 - Elementos reforzados, valor de $h$	F-243
F 7 4 3 3 - Clasificación de la seccion	F-244
Tabla F 7 4 3 - Valores límite de $\beta$	F-245
F 7 4 3 4 - Pandeo local	F-246
Tabla F 7 4 4 - Selección de la curva de la figura F.7 4 5 (pandeo local)	F-246
Figura F 7 4 5 - Coeficiente de pandeo local $k_1$	F-247
<b>F 7 4 4 - ABLANDAMIENTO EN LA ZONA AFECTADA POR EL CALOR ADYACENTE A LA SOLDADURA</b>	F-247
F 7 4 4 1 - Generalidades	F-247
F 7 4 4 2 - Severidad del ablandamiento	F-248
Tabla F 7 4 5 - Coeficiente de ablandamiento de la zona afectada por el calor $k_2$	F-249
F 7 4 4 3 - Extension de la zona afectada por el calor	F-249
<b>F 7 4 5 – VIGAS</b>	F-251
F.7 4 5 1 - Generalidades	F-251
F 7 4 5 2 - Resistencia a momento uniaxial de la seccion	F-252
F 7 4 5 3 - Resistencia a fuerza cortante	F-254
F 7 4 5 4 Combinación de momento y fuerza cortante	F-256
F 7 4 5 5 - Aplastamiento del alma	F-256
F 7 4 5 6 Pandeo torsional lateral	F-257
Figura F 7 4 8 - Pandeo torsional lateral momento uniforme equivalente	F-258
Figura F.7 4 9 - Pandeo torsional lateral de vigas, esfuerzo de pandeo $p_x$	F-259
Figura F 7 4 10 (a) - Esfuerzo de pandeo como columna para miembros a compresion $p_x$	F-259
Figura F 7 4 10 (b) - Esfuerzo de pandeo como columna para miembros a compresion $p_x$	F-260
Figura F 7 4 10 (c) - Esfuerzo de pandeo como columna para miembros a compresion $p_x$	F-260
Tabla F.7 4 7 - Pandeo torsional lateral de vigas coeficientes $\lambda$ y $Y$	F-263
<b>F 7 4.6 - MIEMBROS A TENSION</b>	F-263
F 7 4 6 1 - Resistencia a tension	F-263
F 7 4 6 2 - Tirantes conectados excentricamente	F-265

F 7.4.7 - MIEMBROS A COMPRESION	F-265
F 7.4.7.1 - Clasificación de la sección para compresión axial	F-266
F 7.4.7.2 - Resistencia al pandeo general	F-266
F 7.4.7.3 - Pandeo como columna	F-266
Tabla F 7.4.8 - Coeficiente de longitud efectiva K para miembros a compresión	F-266
F 7.4.7.4 - Pandeo torsional	F-267
Tabla F 7.4.9 - Parametros de pandeo torsional para miembros a compresión	F-268
Tabla F 7.4.9 (continuación) - Parametros de pandeo torsional para miembros a compresión	F-269
Tabla F 7.4.9 (continuación) - Parametros de pandeo torsional para miembros a compresión	F-270
Figura F 7.4.11 - Pandeo torsional de miembros a compresión, coeficiente de interacción k	F-270
Figura F 7.4.12 - Esfuerzo de pandeo torsional para miembros a compresión $p_t$	F-271
Figura F 7.4.12 (b) - Esfuerzo de pandeo torsional para miembros a compresión $p_t$	F-271
F 7.4.7.5 - Selección de la curva de miembros a compresión	F-272
Tabla F 7.4.10 - Selección de la curva para miembros a compresión	F-272
F 7.4.7.6 - Aplastamiento local	F-274
F 7.4.7.7 - Secciones híbridas	F-274
F 7.4.7.8 - Ciertas clases de miembros a compresión excéntricamente conectados	F-274
F 7.4.7.9 - Miembros a compresión con presillas	F-275
F 7.4.8 - FLEXION CON FUERZA AXIAL Y FLEXION BIAIXIAL	F-275
F 7.4.8.1 - Generalidades	F-275
F 7.4.8.2 - Clasificación de la sección y pandeo local bajo acciones combinadas	F-276
F 7.4.8.3 - Revisión de la sección	F-277
F 7.4.8.4 - Revisión por pandeo general	F-277
F 7.4.9 - DEFORMACION (ESTADO LIMITE DE SERVICIO)	F-278
F 7.4.9.1 - Deflexión elástica recuperable	F-278
F.7.5 - LAMINAS Y VIGAS ENSAMBLADAS	F-278
F.7.5.1 - GENERALIDADES	F-278
Figura F 7.5.1 - Lámina no rigidizada	F-279
Figura F 7.5.2 - Lámina multi-rigidizada	F-279
Figura F.7.5.3 - Viga ensamblada	F-280
F 7.5.2 - LAMINAS NO RIGIDIZADAS	F-280
F 7.5.2.1 - Láminas no rigidizadas bajo esfuerzo directo	F-280
F 7.5.2.2 - Láminas no rigidizadas bajo momento en su plano	F-281
F 7.5.2.3 - Gradiente de esfuerzo longitudinal en láminas no rigidizadas	F-282
F 7.5.2.4 - Láminas no rigidizadas sometidas a cortante	F-282
F 7.5.2.5 - Acciones combinadas	F-283
F 7.5.3 - LAMINAS MULTI-RIGIDIZADAS	F-284
F 7.5.3.1 - Láminas multi-rigidizadas sujetas a compresión uniforme	F-284
F 7.5.3.2 - Láminas multi-rigidizadas sujetas a momento en su plano	F-285
F 7.5.3.3 - Gradiente de esfuerzos longitudinal en láminas multi-rigidizadas	F-285
F 7.5.3.4 - Láminas multi-rigidizadas sometidas a cortante	F-285
Figura F 7.5.4 - Coeficiente de pandeo crítico al corte en el rango elástico, $v_1$	F-286
F 7.5.4 - VIGAS ENSAMBLADAS	F-287
F 7.5.4.1 - Resistencia a momento de vigas ensambladas rigidizadas transversalmente	F-287
F 7.5.4.2 - Resistencia a cortante de vigas ensambladas rigidizadas transversalmente	F-288
Figura F 7.5.5 - Coeficiente básico de pandeo al corte considerando campo tensionado, $v_2$	F-289
Figura F 7.5.6 - Coeficiente de pandeo al corte considerando campo tensionado y contribución de la aleta, $v_3$	F-290
Figura F 7.5.7 - Coeficiente de pandeo por cortante $m_1$	F-290
F 7.5.4.3 - Vigas rigidizadas longitudinal y transversalmente	F-291
F 7.5.4.4 - Rigidizadores de alma y platinas de encaje	F-292
F 7.5.4.5 - Uso de almas corrugadas o frecuentemente rigidizadas	F-294
F 7.5.4.6 - Vigas sujetas a momento y cortante combinados	F-295
Figura F 7.5.8 - Sección efectiva de rigidizador	F-295
Figura F 7.5.9 - Diagramas de interacción esquemáticos para vigas ensambladas	F-296
F 7.6 - DISEÑO ESTÁTICO DE UNIONES	F-296
F 7.6.1 - GENERALIDADES	F-296
F 7.6.2 - UNIONES REMACHADAS Y EMPERNADAS CONSIDERACIONES DE DISEÑO	F-296
F 7.6.2.1 - Grupos de sujetadores	F-296
F 7.6.2.2 - Efecto de las áreas de sección transversal en capas sucesivas	F-296
F 7.6.2.3 - Uniones largas	F-296
F 7.6.3 - UNIONES REMACHADAS Y EMPERNADAS CONSIDERACIONES GEOMETRICAS Y OTRAS CONSIDERACIONES GENERALES	F-296
F 7.6.3.1 - Espaciamiento mínimo	F-296
F 7.6.3.2 - Espaciamiento máximo	F-297
F 7.6.3.3 - Distancia al borde	F-297
F 7.6.3.4 - Pernos sometidos a carga fluctuante	F-297
F 7.6.3.5 - Empaquetadura	F-297
F 7.6.3.6 - Avellanado	F-297
F 7.6.3.7 - Remaches largos	F-297
F 7.6.3.8 - Arandelas y dispositivos de aseguramiento	F-297
F 7.6.3.9 - Intersecciones	F-297
F 7.6.4 - RESISTENCIA DE DISEÑO DE REMACHES Y PERNOS INDIVIDUALES DIFERENTES DE LOS PERNOS DE ALTA RESISTENCIA A FRICCION	F-297
F 7.6.4.1 - Esfuerzos límite	F-297
Tabla F 7.6.1 - Esfuerzo límite para sujetadores de aluminio $p_r$	F-298
F 7.6.4.2 - Cortante	F-298

F 7 6 4 3 - Tension axial	F-298
F 7 6 4 4 - Aplastamiento	F-299
F 7 6 4 5 - Cortante y tension combinados	F-299
<b>F 7 6 5 - PERNOS DE ALTA RESISTENCIA QUE TRABAJAN POR FRICCION</b>	F-299
F 7 6 5 1 - Estado limite último (resistencia estática)	F-300
F 7 6 5 2 - Estado limite de servicio (deformacion)	F-300
F 7 6 5 3 - Capacidad por friccion	F-300
F 7 6 5 4 - Preesfuerzo	F-300
F 7 6 5 5 - Coeficiente de deslizamiento	F-300
<b>F 7 6 6 - UNIONES CON PASADORES</b>	F-300
F 7 6 6 1 - Pasadores solidos	F-301
F 7 6 6 2 - Miembros conectados por pasadores	F-301
<b>F 7 6 7 - UNIONES SOLDADAS</b>	F-301
F 7 6 7 1 - Efecto de la soldadura en la resistencia estática	F-302
F 7 6 7 2 - Efecto de la soldadura en la resistencia a la fatiga	F-302
F 7 6 7 3 - Corrosion	F-302
F 7 6 7 4 - Preparaciones de los bordes	F-302
F 7 6 7 5 - Distorsion	F-302
F 7 6 7 6 - Informacion dada al fabricante	F-302
F 7 6 7 7 - Soldaduras a tope	F-303
Figura F 7 6 1 - Garganta efectiva de soldaduras a tope	F-303
Figura F.7 6 2 - Garganta efectiva de soldaduras de filete	F-303
F.7 6 7 8 - Soldaduras de filete	F-303
Figura F 7 6 3 - Planos de falla para revision estática de uniones soldadas	F-304
<b>F 7 6 8 - RESISTENCIA DE DISEÑO DE UNIONES SOLDADAS</b>	F-305
F 7 6 8 1 - Grupos de soldaduras	F-305
F 7 6 8 2 - Esfuerzo limite del metal de aporte	F-305
Tabla F 7 6 2 - Esfuerzos limite del metal de aporte $p_u$	F-305
F 7 6 8 3 - Esfuerzo limite en la zona afectada por el calor	F-305
Tabla F 7 6 3 - Esfuerzos limite $p_u$ y $p_{u,r}$ en la zona afectada por el calor	F-306
<b>F 7 6 9 - RESISTENCIA DE DISEÑO DE SOLDADURAS</b>	F-306
F 7 6 9 1 - Metal de soldadura a tope	F-306
Figura F 7 6 4 - Diseño de soldadura a tope	F-307
Figura F 7 6 5 - Diseño de soldadura de filete	F-307
Figura F 7 6 6 - Longitud efectiva de soldaduras de filete longitudinales	F-308
F.7 6 9 2 - Metal de soldadura de filete	F-308
F 7 6 9 3 - Zonas afectadas por el calor	F-309
<b>F.7 6 10 - UNIONES PEGADAS</b>	F-310
F 7 6 10 1 - Generalidades	F-310
F.7 6 10 2 - Resistencia de diseño	F-310
F.7 6 10 3 - Ensayos	F-311
Figura F 7 6 7 - Ensayo de corte con capa gruesa de adhesivo	F-311
Figura F 7 6 8 - Especimenes de ensayo de lamina delgada	F-312
<b>F 7 7 - FATIGA</b>	F-312
<b>F 7 7 1 - GENERALIDADES</b>	F-312
F 7 7 1 1 - Influencia de la fatiga en el diseño	F-312
F 7 7 1 2 - Mecanismo de falla	F-313
F 7 7 1 3 - Sitios potenciales para grietas de fatiga	F-313
F 7 7 1 4 - Condiciones de susceptibilidad a la fatiga	F-313
<b>F 7 7 2 - CRITERIOS DE DISEÑO POR FATIGA</b>	F-313
F 7 7 2 1 - Criterio de falla por fatiga	F-314
Tabla F 7 7 1 - Clasificación tipo 1 detalles no soldados	F-314
Figura F 7 7 1 - Procedimiento de evaluación de la fatiga	F-315
Figura Tabla F 7 7 1 - Clasificación tipo 1 detalles no soldados	F-316
<b>F 7 7 3 - PROCEDIMIENTO DE ESTIMACION DE LA FATIGA</b>	F-316
Tabla F 7 7 2 - Clasificación tipo 2 detalles soldados sobre la superficie del miembro	F-317
Figura Tabla F 7 7 2 - Clasificación tipo 2 detalles soldados sobre la superficie del miembro	F-317
Tabla F 7 7 3 - Clasificación tipo 3 detalles soldados en las conexiones extremas de un miembro	F-318
Figura Tabla F 7 7 3 - Clasificación Tipo 3 detalles soldados en las conexiones extremas de un miembro	F-318
<b>F 7 7 4 - CARGA DE FATIGA</b>	F-319
<b>F 7 7 5 - ESFUERZOS</b>	F-319
F 7 7 5 1 - Dervacion de esfuerzos	F-319
F 7 7 5 2 - Parametros de esfuerzo	F-319
<b>F 7 7 6 - DERIVACION DE LOS ESPECTROS DE ESFUERZOS</b>	F-320
F 7 7 6 1 - Conteo de ciclos	F-320
F 7 7 6 2 - Dervacion del espectro de esfuerzos	F-320
Figura F 7 7 2 - Parametro de esfuerzos para el material parenteral	F-321
Figura F 7 7 3 - Esfuerzos en gargantas de soldadura	F-321
Figura F 7 7 4 - Esfuerzos en uniones traslapadas	F-322
Figura F 7 7 5 - Esfuerzos en la raiz de un filete	F-322
<b>F 7 7 7 - CLASIFICACION DE DETALLES</b>	F-322
Figura F 7 7 6 - Metodo del embalse para el conteo de ciclos	F-323
Figura F 7 7 7 - Espectro de esfuerzos simplificado	F-324
<b>F 7 7 8 - DATOS DE RESISTENCIA A LA FATIGA</b>	F-324
F 7 7 8 1 - Detalles clasificados	F-324
Tabla F 7 7 4 - Valores de $k_1$ y $m$ en la figura F 7 9	F-324

**NSR-98 – Título F – Estructuras metálicas**

Figura F 7.7.8 - Relación $f_c$ - N típica	F-325
Figura F 7.7.9 - Curvas $f_c$ - N de diseño (para historias de esfuerzos de amplitud variable)	F-325
F 7.7.8.2 - Detalles no clasificados	F-325
F 7.7.8.3 - Rango de baja resistencia a la fatiga	F-326
F 7.7.8.4 - Técnicas de mejoramiento	F-326
F 7.7.8.5 - Mano de obra	F-326
Figura F 7.7.10 - Método de identificación en los planos de la clase requerida por fatiga	F-326
<b>F 7.8 – ENSAYOS</b>	<b>F-327</b>
F 7.8.1 - GENERALIDADES	F-327
F 7.8.2 - PREPARACION PARA ENSAYO	F-327
<b>F 7.8.3 - ENSAYOS ESTATICOS</b>	<b>F-328</b>
F 7.8.3.1 - Aplicación de cargas	F-328
F 7.8.3.2 - Criterios de aceptación	F-328
F 7.8.3.3 - Reensayo	F-329
F 7.8.3.4 - Medida de la resistencia última	F-329
<b>F 7.8.4 - ENSAYOS DE ACEPTACION PARA FATIGA</b>	<b>F-329</b>
F 7.8.4.1 - Objetivos del ensayo	F-329
F 7.8.4.2 - Derivación de datos de carga	F-329
F 7.8.4.3 - Derivación de los datos de esfuerzo	F-330
F 7.8.4.4 - Derivación de los datos de resistencia a la fatiga	F-331
F 7.8.4.5 - Aceptación	F-332
Tabla F 7.8.1 - Coeficiente de prueba de fatiga F	F-333
<b>F 7.8.5 - INFORME</b>	<b>F-333</b>
<b>APENDICE F.7-A - NOMENCLATURA DE PRODUCTOS DE ALUMINIO</b>	<b>F-335</b>
F 7.A.1 - INTRODUCCION	F-335
<b>F 7.A.2 - GRUPOS DE ALEACIONES</b>	<b>F-335</b>
F 7.A.2.1 - GENERALIDADES	F-335
F 7.A.2.2 - GRUPO 1***	F-335
F 7.A.2.3 - GRUPOS 2*** a 8***	F-335
F 7.A.2.4 - VARIACIONES NACIONALES	F-335
<b>F 7.A.3 - TEMPLE O CONDICION</b>	<b>F-335</b>
F 7.A.3.1 - GENERALIDADES	F-335
F 7.A.3.2 - ALEACIONES NO TRATADAS EN CALIENTE	F-335
F 7.A.3.3 - ALEACIONES TRATADAS EN CALIENTE	F-336
<b>F 7.A.4 - EJEMPLOS DE NOMENCLATURA DE ALEACION Y TEMPLE</b>	<b>F-336</b>
<b>F 7.A.5 - NOMENCLATURA DE TEMPLE PARA ALEACIONES EN NORMAS QUE NO HAN ADOPTADO EL SISTEMA DE DESIGNACION DE TEMPLE ALTERNO NTC 1937 (ISO 2107)</b>	<b>F-337</b>
F 7.A.5.1 - GENERALIDADES	F-337
F 7.A.5.2 - ALEACIONES NO TRATADAS EN CALIENTE	F-337
F 7.A.5.3 - ALEACIONES TRATADAS EN CALIENTE	F-337
F 7.A.5.4 - EJEMPLOS DE NOMENCLATURA DE ALEACION Y TEMPLE	F-337
<b>F.7.A.6 - EQUIVALENTES DE ALEACIONES DE ALUMINIO</b>	<b>F-337</b>
Tabla F 7.A-1 - Equivalente más cercano de las aleaciones para forjado y fundición	F-338
Tabla F 7.A-1 - Equivalente más cercano de las aleaciones para forjado y fundición (continuación)	F-338
<b>APENDICE F.7-B - VALORES TIPICOS DE VIDA DE DISEÑO</b>	<b>F-339</b>
Tabla F.7 B-1 - Valores típicos de la vida de diseño	F-339
<b>APENDICE F.7-C - DERIVACION DE LOS ESFUERZOS LIMITE DEL MATERIAL PARA USAR EN EL DISEÑO</b>	<b>F-341</b>
<b>F.7.C.1 - ESFUERZOS LIMITES PARA EL MATERIAL BASE</b>	<b>F-341</b>
<b>F 7.C.2 - ESFUERZO LIMITE PARA EL MATERIAL DE APORTE</b>	<b>F-341</b>
F 7.C.2.1 - VALORES MEJORADOS DE	F-341
F 7.C.2.2 - DETERMINACION DE PARA OTRO MATERIAL	F-341
<b>F 7.C.3 - ESFUERZO LIMITE PARA EL MATERIAL DE LA ZONA AFECTADA POR EL CALOR</b>	<b>F-341</b>
F 7.C.3.1 - EXPRESIONES BASICAS	F-341
F 7.C.3.2 - MATERIAL DE LA SERIE 7***	F-342
Tabla F 7.C-1 - Esfuerzo límite $p_u$ del metal de aporte	F-342
<b>APENDICE F.7-D - CALCULO DE MOMENTO ELASTO-PLASTICO</b>	<b>F-343</b>
F 7.D.1 - GENERALIDADES	F-343
<b>F 7.D.2 - PATRON DE ESFUERZO ELASTO-PLASTICO</b>	<b>F-343</b>
F 7.D.2.1 - REGLAS PARA LA CONSTRUCCION DEL PATRON DE ESFUERZO	F-343
F 7.D.2.2 - SECCIONES HIBRIDAS	F-344
<b>F.7.D.3 - CALCULO DE LA RESISTENCIA A MOMENTO</b>	<b>F-344</b>
F 7.D.3.1 - GENERALIDADES	F-344
F 7.D.3.2 - SECCIONES ESBELTAS	F-344
F 7.D.3.3 - SECCIONES SEMI-COMPACTAS	F-344
Figura F 7.D-1 - Patrones de esfuerzo elasto-plastico supuestos (no híbridas)	F-346
<b>APENDICE F.7.E - REGIONES AFECTADAS POR EL CALOR ADYACENTES A SOLDADURAS</b>	<b>F-347</b>
<b>F 7.E.1 - INTRODUCCION</b>	<b>F-347</b>
F 7.E.1.1 - GENERALIDADES	F-347
F 7.E.1.2 - CONTROL TERMICO	F-347

F 7 E.2 - COEFICIENTE DE ABLANDAMIENTO .....	F-347
F 7 E.2.1 - VALORES MODIFICADOS DE .....	F-348
F 7 E.2.2 - VALOR DE $k_z$ PARA OTROS MATERIALES .....	F-348
F 7 E.2.3 - MATERIAL DE LA SERIE 7 <sup>***</sup> .....	F-348
F 7 E.3 - EXTENSION DE LA ZONA AFECTADA POR EL CALOR .....	F-348
F 7 E.3.1 - GENERALIDADES .....	F-348
F 7 E.3.2 - FORMULA MODIFICADA PARA $z$ .....	F-349
F 7 E.3.3 - DETERMINACION ALTERNATIVA DE $\alpha$ .....	F-349
F 7 E.3.4 - DETERMINACION ALTERNATIVA DE $\eta$ .....	F-349
F.7 E.4 - ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL POSTERIOR A LA SOLDADURA .....	F-350
F 7 E.5 - MEDICIONES DE DUREZA .....	F-350
F 7 E.5.1 - GENERALIDADES .....	F-350
F 7 E.5.2 - METODO EXPERIMENTAL .....	F-350
F 7 E.5.3 - METODO DE INTERPRETACION 1 .....	F-350
F 7 E.5.4 - METODO DE INTERPRETACION 2 .....	F-350
Figura F 7 E-1 - Extensión de la zona afectada por el calor, factor $\eta$ .....	F-351
Tabla F 7 E-1 - Coeficiente de ablandamiento modificado de la zona afectada por el calor .....	F-352
Tabla F 7 E-2 - Determinación general de $k_z$ .....	F-352
Figura F.7 E-2 - Grafica de dureza típica a lo largo de un camino de calor a partir de una soldadura .....	F-352

**APENDICE F.7.F - FORMULAS GENERALES PARA LAS PROPIEDADES TORSIONALES DE SECCIONES ABIERTAS DE PARED DELGADA .....** F-353

F 7 F.1 - GENERALIDADES .....	F-353
F.7 F.2 - CONSTANTE DE TORSION .....	F-354
F 7 F.3 - SEGUNDO MOMENTO POLAR DEL AREA RESPECTO AL CENTRO DE CORTANTE .....	F-354
F 7 F.4 - COEFICIENTE DE ALABEO .....	F-354
F.7 F.5 - SECCIONES MONOSIMETRICAS COMPUESTAS POR ELEMENTOS PLANOS .....	F-354
F 7 F.5.1 - NOTACION Y CONVENCION DE SIGNOS .....	F-355
F 7 F.5.2 - FORMULAS .....	F-355
F 7 F.5.3 - CALCULO DEL ESPECIMEN .....	F-355
F 7 F.6 - SECCION CON SIMETRIA OBLICUA COMPUESTA DE ELEMENTOS PLANOS .....	F-355
F 7 F.6.1 - NOTACION Y CONVENCION DE SIGNOS .....	F-356
F 7 F.6.2 - FORMULA .....	F-356
F 7 F.6.3 - CALCULO DEL ESPECIMEN .....	F-356
F 7 F.7 - SECCION ASIMETRICA COMPUESTA DE ELEMENTOS PLANOS .....	F-356
F 7 F.7.1 - NOTACION Y CONVENCION DE SIGNOS .....	F-357
F 7 F.7.2 - FORMULAS .....	F-357
F 7 F.7.3 - CALCULO DEL ESPECIMEN .....	F-358
Tabla F 7 F-1 - Cálculo del espécimen forma monosimétrica .....	F-359
Tabla F 7 F-2 - Cálculo del espécimen forma de simetría oblicua .....	F-360
Tabla F 7 F-3 - Cálculo del espécimen forma asimétrica .....	F-361
Figura F 7 F-1 - Coeficientes constantes de torsión para ciertos filetes y bulbos .....	F-362
Figura F 7 F-2 - Posición del centro de corte (S) y coeficiente de alabeo (H) para algunas secciones de pared delgada .....	F-363
Figura F 7 F-3 - Notación de sección monosimétrica .....	F-363
Figura F 7 F-4 - Notación de sección con simetría oblicua .....	F-364
Figura F 7 F-5 - Notación de sección asimétrica .....	F-364

**APENDICE F.7.G - PANDEO TORSIONAL LATERAL DE VIGAS .....** F-365

F 7 G.1 - LONGITUD EFECTIVA DE VIGAS .....	F-365
F 7 G.1.1 - VIGAS SOPORTADAS EN AMBOS EXTREMOS .....	F-365
F 7 G.1.2 - CARGAS DESESTABILIZADORAS .....	F-365
F 7 G.1.3 - VOLADIZOS .....	F-365
F 7 G.2 - DETERMINACION DE $\lambda$ .....	F-366
F.7.G.3 - VIGAS QUE VARIAN DE SECCION A LO LARGO DE SU LONGITUD .....	F-367
Tabla F 7 G-1 - Longitud efectiva $l$ para vigas de longitud $L$ .....	F-368
Tabla F 7 G-2 - Longitud efectiva $l$ para vigas en voladizo de longitud $L$ .....	F-368

**APENDICE F.7.H - PANDEO TORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESION: DETERMINACION DEL PARAMETRO DE ESBELTEZ  $\lambda$  .....** F-369

F 7 H.1 - GENERALIDADES .....	F-369
F 7 H.2 - MODOS DE PANDEO .....	F-369
F 7 H.3 - DETERMINACION $\lambda_c$ .....	F-370
F 7 H.4 - DETERMINACION DE $k$ .....	F-370
F 7 H.4.1 - SECCION LIBRE DE INTERACCION CON FLEXION .....	F-370
F 7 H.4.2 - SECCIONES MONOSIMETRICAS .....	F-371
F 7 H.4.3 - SECCIONES ASIMETRICAS .....	F-371
Figura F 7 H-1 - Secciones que no muestran interacción entre los modos de pandeo torsional puro y de flexión .....	F-372
Figura F 7 H-2 - Sección monosimétrica .....	F-372
Figura F 7 H-3 - Sección asimétrica .....	F-372
Figura F 7 H-4 - Nomograma para resolver la ecuación cúbica .....	F-373

**APENDICE F.7.I - ECUACIONES DE CURVAS DE DISEÑO .....** F-375

F 7 I.1 - USO DE FORMULAS .....	F-375
---------------------------------	-------



**NSR-98 – Título F – Estructuras metálicas**

---

F 7 I 2 - PANDEO GENERAL PARA ELEVADA ESBELTEZ .....	F-375
Tabla F 7 I-1 - Ecuaciones de las curvas de diseño .....	F-375
Tabla F 7 I-1 (continuación) - Ecuaciones de las curvas de diseño .....	F-376
Figura F 7.I-1 - Resistencia al pandeo con alta esbeltez .....	F-377
<b>APENDICE F.7.J – DATOS DE RESISTENCIA A LA FATIGA .....</b>	<b>F-379</b>
F 7 J 1 – DERIVACION DE LOS DATOS $f_r$ .....	F-379
F 7 J 2 – CONDICIONES EN QUE PUEDEN DARSE RESISTENCIAS A LA FATIGA MAS ALTAS .....	F-379
Figura F 7.J-1 – Zona de la mayor variación en las curvas efectivas $f_r-N$ .....	F-380