

METALDECK

GRADO
410

MANUAL TÉCNICO

MANUAL TECNICO DE METALDECK

MANUAL TECNICO DEL METALDECK.

Los derechos de esta obra han sido reservados conforme a la ley por ACERIAS DE COLOMBIA S.A, ACESCO, por tanto sus textos y gráficos no pueden reproducirse por medio alguno sin previa autorización escrita del autor.

Primera edición 1996.
Segunda edición 2001.
Tercera edición 2003.
Cuarta edición 2005.

ISBN: pendiente.

Diseño y Artes Finales: Signo 21
Impresión: Nobel
Impreso en Barranquilla, Colombia
Printed in Colombia

ACESCO 
ACERIAS DE COLOMBIA

RECONOCIMIENTOS

En la realización del presente manual participaron las siguientes personas y entidades:

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

Director:
Ing. Luis E. Yamin

Ing. Leonardo Vásquez
Ing. Fabio A. Sánchez

ACERIAS DE COLOMBIA S.A

Ing. Gustavo Reyes O.

ASESORES

Dr. Juan Pablo Ortega
Dr. Juan Gabriel Carreño.

CONTENIDO

	PAG
NOMENCLATURA	
CAPITULO 1	1
INTRODUCCION	
1.1 VENTAJAS	1
1.2 A QUIEN ESTA DIRIGIDO	2
1.3 RESUMEN DEL CONTENIDO	2
1.4 RESPONSABILIDADES	3
CAPITULO 2	
DESCRIPCION DEL SISTEMA METALDECK	4
2.1 LAMINA DE METALDECK	4
2.2 TOLERANCIAS	7
2.3 FUNCIONES DE LA LAMINA DE ACERO	8
2.4 CONCRETO	8
2.5 MALLA DE ACERO – REFUERZO DE REPARTICION	8
2.6 REFUERZO NEGATIVO EN LA LOSA	9
2.7 ESPESOR DE LA LOSA Y RECUBRIMIENTOS MINIMOS	9
2.8 DIMENSIONES MINIMAS	10
2.9 FIJACION LATERAL	10
CAPITULO 3	
ASPECTOS DE DISEÑO	12
3.1 EL METALDECK COMO FORMAleta	12
3.1.1 Propiedades	12
3.1.2 Cargas	12
3.1.3 Deflexiones Admisibles	13
3.1.4 Esfuerzos Admisibles	13
3.1.5 Soportes Adicionales	14
3.1.6 Longitudes de Apoyo	14

	PAG
3.2 METALDECK Y CONCRETO COMO SECCION COMPUESTA	16
3.2.1 General	16
3.2.2 Hipótesis de Análisis	16
3.2.3 Hipótesis de Carga	16
3.2.4 Cargas de Diseño	17
3.2.5 Deflexiones por Cargas Vivas	18
3.2.6 Diseño a Flexión – Método de los Esfuerzos Admisibles	19
3.2.7 Compresión en el Concreto	21
3.2.8 Diseño a Flexión – Método de la Resistencia Ultima	21
3.2.9 Resistencia de Adherencia a Cortante	23
3.2.10 Esfuerzos Cortantes en el Concreto	26
3.3 TABLA DE AYUDA PARA DISEÑO Y EJEMPLOS DE DISEÑO	27
3.4 FUNCIONAMIENTO COMO DIAFRAGMA	28
3.5 CONSIDERACIONES ADICIONALES	30
3.5.1 Cargas Concentradas	30
3.5.2 Secciones Compuestas con Vigas de Apoyo	35
3.5.3 Vibraciones Ambientales y Cargas Dinámicas	35
3.5.4 Voladizos	36
3.5.5 Estructuras para Parqueo	37
3.5.6 Protección de la Lámina	37
3.5.7 Resistencia al Fuego	38
3.5.8 METALDECK como Plataforma de trabajo	38
3.5.9 Otros Criterios	39
CAPITULO 4	
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	40
4.1 MANEJO E INSTALACION DEL METALDECK	40
4.1.1 Empaque, Transporte, Recepción y Descarga	40
4.1.2 Almacenamiento y Protección	41
4.1.3 Manejo e Izaje	42
4.1.4 Instalación	43
4.1.5 Notas de Seguridad	44
4.1.6 Otras Recomendaciones	46
4.2 ANCLAJE DE LAMINAS DE METALDECK	47
4.2.1 Requisitos Básicos	47
4.2.2 Sujeciones a Estructuras de Acero	48
4.2.3 Sujeciones a Estructuras de Concreto	48
4.2.4 Soldaduras	48

MANUAL TECNICO DE METALDECK

	PAG
4.2.5 Pernos de Cortante	50
4.2.6 Conexiones de Borde	51
4.3 LAMINAS DAÑADAS Y PERFORACIONES	52
4.3.1 Generalidades	52
4.3.2 Tableros de Cubierta	53
4.3.3 Sumidero o Colector	54
4.3.4 Tablero de Entrepiso	55
4.3.5 Otros Requisitos y Recomendaciones	57
4.4 MANEJO Y COLOCACION DEL CONCRETO	58
4.4.1 Limpieza del Tablero	58
4.4.2 Vaciado del Concreto	58
4.4.3 Otras Consideraciones	60
REFERENCIAS	62
APENDICES	64
Apéndice 1 – Propiedades de las Láminas de METALDECK	66
Apéndice 2 – Coeficientes de Cálculo de Cortante, Momentos y Deflexiones	69
Apéndice 3 – Resultados Típicos de Ensayos de Adherencia a Cortante	70
Apéndice 4 – Tabla de Ayuda para Diseño	72
Apéndice 5 – Ejemplos de Diseño	75
Apéndice 6 – Formato de Pedido	89

LISTA DE FIGURAS

		PAG
Figura 1	Esquema General del Sistema METALDECK	4
Figura 2	Curva Esfuerzo Deformación Típica del Acero	5
Figura 3	Forma y Dimensiones Transversales Disponibles	7
Figura 4	Nomenclatura Básica para Sección de la Losa	10
Figura 4 ^a	Detalle de Traslapo	11
Figura 5	Esquema Típico de Apoyos Temporales	14
Figura 6	Esquema Típico de Apoyo de las láminas de METALDECK	15
Figura 6 ^a	Esquema Típico de Apoyo de fundición monolítica	15
Figura 7	Esquema de apoyo durante la Construcción	24
Figura 8	Resultados de Ensayos de laboratorio por Falla de Adherencia a Cortante	26
Figura 9	Cálculo del Area de Concreto Disponible para Cortante	27
Figura 10	Cargas Concentradas	31
Figura 11	Sistema METALDECK en Voladizo	37
Figura 12	Estructura de Parqueo	37
Figura 13	Esquema de Paquetes de Entrega	41
Figura 14	Almacenamiento de las láminas	41
Figura 15	Manejo e Izaje	42
Figura 16	Plataforma de Trabajo	43
Figura 17	Apoyo de Lámina con Brecha en los Bordos	46
Figura 18	Proceso de Control de Calidad de Soldadura	49
Figura 19	Detalle de Soldadura de Pernos	50
Figura 20	Soldadura en los Traslapos de Borde	51
Figura 21	Soldadura en Traslapos de Borde en Apoyo	52
Figura 22	Detalle Perforaciones hasta 60 cm perpendiculares al METALDECK	53
Figura 23	Detalles de sumidero o colector	54
Figura 23 ^a	Detalle perforaciones hasta 30 cm perpendiculares al METALDECK	55
Figura 23 ^b	Detalle perforaciones hasta 60 cm perpendiculares al METALDECK	56
Figura 24	Voladizo Máximos para Tableros de Entrepiso	56
Figura 25	Forma y Colocación del Concreto.	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Calibre de láminas y Espesores Equivalente	6
Tabla 2	Tolerancia para la Lámina de METALDECK	7
Tabla 3	Deflexiones Máximas Calculadas Permisibles	18
Tabla 4	Area de concreto disponible para cortante	32
Tabla 5	Manejo e Instalación del Sistema METALDECK	45

NOMENCLATURA

A_c =	Area de concreto disponible para cortante, (cm^2) (véase figura 9)	Υ_c =	Peso unitario del concreto (T/m^2)
A_s =	Area de acero en la sección transversal, (cm^2).	Υ_s =	Pesos Unitario del acero (T/m^2)
A_s' =	Area de acero de refuerzo a compresión, (cm^2/m de ancho).	h =	Espesor nominal fuera de la losa (cm)
A_s'' =	Area de acero de refuerzo que está en tensión, (cm^2/m de ancho).	I_c =	Momento de inercia de la sección compuesta, (cm^2)
b =	Ancho de análisis. Normalmente en losas se toma ancho unitario de 100 cm, (cm).	I_s =	Momento de inercia de la sección de acero (cm^2)
β_1 =	0.85 para concreto con $f' < 280 \text{ kg/cm}^2$ (4000 psi)	L =	Cargas vivas debidas al uso y ocupación de la edificación, incluyendo cargas debidas a objetos móviles.
C_m =	Coefficiente del flexión para momento positivo	λ =	Factor para el cálculo de las deflexiones adicionales causadas por el flujo plástico del concreto.
d =	Altura efectiva de la parte superior de la losa de concreto al centroide del acero a tensión, (cm)	l' =	Distancia de la carga concentrada al apoyo más cercano en el ensayo con dos cargas concentradas simétricas, (cm).
δ_{adm} =	Deflexión máxima admisible, (cm)	L_o =	Longitud de la Luz libre, (m)
δ_{cal} =	Deflexión calculada (cm)	k =	Cruce en las ordenadas de la recta de regresión lineal en el ensayo de adherencia de cortante
D =	Carga muerta consistente en: a) Peso propio del elemento b) Peso de todos los materiales de construcción incorporados a la edificación y que son permanentes soportados por el elemento. c) Peso equipo permanente	k, m =	Constantes determinadas experimentalmente
d_c =	Altura de la lámina colaborante, (cm)	m =	Pendiente de la recta de regresión lineal en el ensayo de adherencia de cortante
e =	Espaciamiento de diseño promedio para los conectores, (m).	M'_{pp} =	Momento para la carga de peso propio producido al retirar el apuntalamiento, wpp, (tm).
ϵ_c =	Deformación unitaria límite del concreto	M_{cs} =	Momento para la carga sobreimpuesta, wcs' (tm)
ϵ_y =	Deformación unitaria de fluencia en el acero	M_n =	Momento nominal resistente, (tm)
E =	Fuerza sísmica de diseño	M'_{pp} =	Momento para la carga de peso propio w, ($\text{T}\cdot\text{m}$)
E_c =	Módulo elástico de concreto, (kg/cm^2)	M_t =	Momento total actuante mayorado, ($\text{T}\cdot\text{m}$)
E_s =	Módulo elástico del acero, (kg/cm^2)	N =	Relación de módulo de elasticidad, E_s/E_c .
ϕ =	Coefficiente de reducción de resistencia.	Q_f =	Resistencia al corte de los conectores, (Ton).
f'_c =	Resistencia a la compresión especificada para el concreto, (kg/cm^2)	$\rho = \frac{A_s}{bd}$, cuantía de acero de refuerzos dada como la relación entre el área de la sección transversal de la lámina de METALDECK y el área efectiva del concreto.
F_s =	Factor de seguridad	ρ_o =	Cuantía balanceada de acero de refuerzo.
f_u =	Resistencia a la tensión especificada para el acero, (kg/cm^2)	S =	Flujo de corte o fuerza cortante promedio por unidad de longitud determinada para diseño, (T/m)
f_y =	Esfuerzo de fluencia en el acero, (kg/cm^2)	S_v =	$S \cdot FS$, Fuerza cortante última por unidad de longitud, (T/m).
Υ =	Factor de a carga por tipos de apoyo durante la construcción. Se determina de acuerdo con la Figura 7.	$+S_v$ =	Módulo elástico de la sección de acero para el ala inferior en flexión positiva, (cm^3)

MANUAL TECNICO DE METALDECK

$+S_s$ = Módulo elástico de la sección de acero para el ala superior en flexión positiva, (cm³).

$-S_i$ = Módulo elástico de la sección de acero para el ala inferior en flexión negativa, (cm³)

$-S_s$ = Módulo elástico de la sección de acero para el ala superior en flexión negativa (cm³)

S_{cc} = Módulo elástico de la sección compuesta para la fibra superior de concreto, cm³.

S_{ic} = Módulo elástico de la sección compuesta para la fibra inferior de acero, (cm³)

σ_{adm} = Esfuerzo admisible en el concreto, (kg/cm²)

σ_c = Esfuerzo de compresión actuante en el concreto (kg/cm²)

σ_s = Esfuerzo actuante en el acero, (kg/cm²).

t_c = Espesor del concreto por encima de la parte superior del tablero de acero, (cm).

t_c = Distancia de la parte superior del concreto al centroide del acero de la malla de repartición, (cm)

U_c = Esfuerzo cortante en el concreto, (kg/cm²)

U_n = Esfuerzo cortante de adherencia nominal Resistente, (kg/cm²)

U_v = Esfuerzo cortante de adherencia último actuante, (kg/cm²)

$$U = \frac{V_u}{bd} \text{ ((kg/cm}^2\text{)}$$

$$V_u = \frac{V_u}{A_c} \text{ ((kg/cm}^2\text{)}$$

V_u = Reacción en el extremo medida en el ensayo en el momento de la falla, (kg).

$$V_n = \left[k \frac{f'_c}{f'_c} + m \frac{\rho b}{l} \right] bd, \text{ fuerza cortante de adherencia nominal Resistente (kg)}$$

V_r = Cortante vertical resistente utilizado en los cálculos, (kg/m).

$$V_u = \gamma \left(\frac{W_{u,pp} b}{2 \cdot 100} + \frac{W_{u,cs} b}{2 \cdot 100} \right) L_o \text{ Fuerza cortante última (kg).}$$

$V_{u,cs}$ = Fuerza cortante última producida por la carga sobrepuesta, (kg)

$V_{u,pp}$ = Fuerza cortante última producida por la carga de peso propio, (kg).

W = Fuerza cortante última producida por la carga de peso propio, (kg).

W_{cs} = Fuerza cortante última producida por la carga de peso propio, (kg).

W_{pp} = Fuerza cortante última producida por la carga de peso propio, (kg).

$W_{u,cs}$ = Fuerza cortante última producida por la carga de peso propio, (kg).

$W_{u,pp}$ = Fuerza cortante última producida por la carga de peso propio, (kg).

CAPITULO 1

INTRODUCCION

El sistema **METALDECK** es un nuevo concepto para el diseño y construcción de losas estructurales en edificaciones, que se implantan en Colombia ante las grandes limitaciones técnicas y constructivas de los sistemas convencionales y debido a la necesidad de contar con sistemas constructivos más eficientes y económicos. Se compone de una lámina de acero preformada ("steel deck") y una losa de concreto vaciada sobre ésta, que actúan de manera monolítica y forman una losa compuesta ("Composite Steel Floor Deck").

1.1. VENTAJAS

El sistema **METALDECK** ofrece ventajas significativas con respecto a otros sistemas de entrepiso tradicionales. Las principales ventajas del sistema son:

- **Funcional:** Se acomoda a multitud de aplicaciones prácticas y a muchas situaciones diferentes en entrepiso para edificaciones.
- **Resistencia estructural con menos peso:** Se utilizan las propiedades del acero con una eficiencia máxima tanto en el diseño como en la fabricación, obteniéndose un producto con una alta relación de resistencia a peso. Como resultado los costos de transporte, montaje y conformación estructural para la formaletería pueden ser significativamente menores.
- **Apariencia atractiva:** El sistema presenta una apariencia atractiva y puede dejarse a la vista en ciertos tipos de proyectos. En términos generales es fácil de mantener, durable y estéticamente agradable.
- **Construcción en todos los climas:** El montaje del sistema puede realizarse en cualquier clima, eliminando los costosos retrasos que pueden presentarse con otros sistemas de entrepiso.
- **Calidad uniforme:** Gracias a la ingeniería involucrada y a las técnicas de producción continuamente en refinamiento, los productos del sistema cumplen con los estándares de calidad especificados en las normas internacionales.
- **Durabilidad garantizada:** El producto ha sido utilizado en otros países por más de medio siglo evidenciando un comportamiento satisfactorio, lo cual es la mejor garantía de durabilidad.

- **Economía y valor agregado:** El sistema combina bajos costos con óptimo comportamiento. El valor agregado se determina combinando los costos iniciales, los costos por vida útil y los asociados al comportamiento. El sistema minimiza el desperdicio de material, requiere en general menor volumen de concreto que otros sistemas y por otro lado permite reducir el peso de la edificación lo cual naturalmente se traduce en mayores ahorros de material en el resto de la estructura y a nivel de cimentación.
- **Facilidad constructiva:** Dentro de los diversos factores constructivos que pueden mencionarse están su bajo peso que facilita su manipulación, óptimo almacenamiento en obra, rapidez de instalación, no requiere mortero de afinado de piso, permite fácilmente la instalación de líneas de servicios posterior a la fundida de la losa lo cual a su vez reduce el tiempo de construcción y mejora la calidad de la obra, no es biodegradable, no contamina otros materiales, se adapta a cualquier geometría y puede utilizarse tanto en estructuras metálicas como de concreto o aún sobre muros de mampostería.
- **Doble función estructural:** Sirve como plataforma de trabajo y formaleta de piso a la vez que conforma el refuerzo principal de la losa una vez fragua el concreto.

Dentro de las consideraciones especiales del sistema pueden mencionarse su relativa vulnerabilidad al fuego con respecto a otros materiales, mayores costos directos iniciales, la necesidad de racionalizar el sistema de corte para permitir los pases de instalaciones, las geometrías especiales, el manejo de cielorosos y algunas precauciones constructivas especiales. También deben mencionarse los eventuales de retracción de fraguado y de cambios de temperaturas, por lo cual hay que garantizar un procedimiento constructivo adecuado y unas protecciones especiales a las losas que quedan a la intemperie.

1.2 A QUIEN ESTA DIRIGIDO

El presente manual va dirigido a ingenieros civiles, arquitectos, constructores, interventores, supervisores técnicos, estudiantes de ingeniería y arquitectura, inspectores, laboratoristas y en general a toda persona o entidad que esté relacionada con el sistema **METALDECK**.

1.3 RESUMEN DEL CONTENIDO

El manual presenta cuatro partes principales:

- Descripción del sistema que se refiere en general al funcionamiento del mismo, las bases teóricas principales para el diseño, cómo se debe utilizar durante la construcción y otros aspectos de tipo general.
- Aspectos de Diseño en el que se establece la metodología general para diseño y se hace referencia a las ayudas existentes.

- Aspectos Constructivos donde se incluye todo el proceso constructivo, desde transporte a la obra pasando por almacenamiento, instalación, anclajes, vaciado de concreto y en general todos los aspectos relacionados con la construcción.
- Ejemplos de Diseño donde se incluyen los ejemplos detallados de diseño y se ilustra la manera de utilización de las tablas de ayuda.

El manual presenta además a manera de Apéndices las propiedades físicas, mecánicas y geométricas del **METALDECK**, las tablas para el diseño de entresijos estructurales con el sistema **METALDECK** y tablas de ayuda para el cálculo de momentos, cortantes y deflexiones en vigas con diferentes tipos de apoyo y de carga.

1.4 RESPONSABILIDADES

Todos los diseños de losas estructurales de entresijos o de cubiertas que utilicen el sistema **METALDECK** deberían ser realizados por un Ingeniero Civil graduado y con matrícula profesional. El cliente a través del ingeniero estructural elaborará el despiece constructivo a partir de las instrucciones y formato que se encuentra en el Apéndice 4.

Acerías de Colombia tendrá responsabilidad legal únicamente cuando ocurra un error de corte a partir del formato de solicitud (Apéndice 4). Los formatos de solicitud mal elaborados serán responsabilidad del especificador.

La información presentada en este manual ha sido preparada de acuerdo con principios ingenieriles reconocidos. Ninguna de las indicaciones y recomendaciones dadas en este manual debe ser utilizada sin el previo estudio cuidadoso por parte de un Ingeniero Civil con matrícula profesional quien debe ser competente para evaluar el significado y las limitaciones del material presentado y quien debe aceptar la responsabilidad de aplicar este material al diseño de un caso específico.

Acerías de Colombia y la **Universidad de los Andes** no se hacen responsables por la mala e indebida utilización de la información contenida en el presente Manual. Aspectos como la precisión completitud o conveniencia de aplicar dicha información a un caso particular y otros deben estudiarse específicamente.

Adicionalmente ni **Acerías de Colombia** ni la **Universidad de los Andes**, ni ninguno de sus integrantes o participantes en la realización del presente Manual, podrán ser demandados por cualquier queja, demanda, injuria, pérdida o gastos, que de cualquier manera surjan o estén relacionados con la utilización de la información aquí presentada, aún en el caso que dicho evento resulte directa o indirectamente por cualquier acción u omisión de **Acerías de Colombia** y/o la **Universidad de los Andes** o de cualquiera de los participantes.