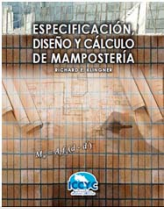


Especificación, Diseño y Cálculo de Mampostería

Prof. Richard E. Klingner
Seminario Especial

13 y 15 de agosto 2012
San José, COSTA RICA

La Universidad de Texas en Austin
Panamá, PANAMÁ




**Especificación,
diseño y cálculo de
mampostería**

Prof. Richard E. Klingner
Universidad de Texas en Austin
klingner@mail.utexas.edu

Seminario Especial
San José, COSTA RICA
Panamá, PANAMÁ
13 y 15 de agosto 2012



NIST
NEES



Puntos principales

1. la mampostería produce estructuras fuertes, duraderas, y efectivas de costos
2. el diseño de las estructuras de mampostería reforzada puede ser transparente, directo, y fácil
3. Este nuevo libro, publicado por el ICCYC, es una herramienta valiosa sobre el uso efectivo de la mampostería reforzada

NIST
NEES

1. La mampostería produce estructuras fuertes, duraderas, y efectivas de costos

NIST
NEES

probeta a escala completa, de mampostería reforzada de concreto, sismo fuertísimo



NIST
NEES

2. El diseño de las estructuras de mampostería reforzada puede ser transparente, directo, y fácil

NIST
NEES

diseño simplificado de estructuras de mampostería

- punto de partida
- diseño de franjas verticales en muros perpendiculares a las cargas laterales
- diseño de muros paralelos a las cargas laterales
- diseño de dinteles
- análisis simplificado por cargas laterales
- detalles

NIST
NEES

Especificación, Diseño y Cálculo de Mampostería

Prof. Richard E. Klingner
Seminario Especial

13 y 15 de agosto 2012
San José, COSTA RICA

La Universidad de Texas en Austin
Panamá, PANAMÁ

materiales típicos ...

- mampostería reforzada estructural
 - unidades huecas, de concreto o arcilla recocida
 - refuerzo vertical en celdas llenas de concreto líquido
 - refuerzo horizontal en hiladas llenas de concreto líquido
- mampostería confinada
 - unidades sólidas, de concreto o arcilla recocida
 - refuerzo vertical en castillos (pilares)
 - refuerzo horizontal en soleras (cadenas, dalas)

7

... materiales típicos

- unidades
 - concreto (ASTM C 90 o equivalente local)
 - arcilla recocida (ASTM C 62 o C 216 o e l)
- mortero de pega
 - cemento, cal hidratada, arena y agua
 - ASTM C 270 o e l
 - el caso omiso es por proporción
- concreto líquido (mortero de relleno)
 - cemento, arena, gravilla y agua (revenimiento de 27 cm)
 - ASTM C 476 o e l
 - por proporción o por resistencia compresiva

8

... uso de materiales típicos en la mampostería reforzada

concreto líquido (mortero de relleno)

refuerzo de acero

mortero (mortero de pega)

fachada de unidades de arcilla recocida

unidades de concreto o de arcilla recocida

9

... uso de materiales típicos en la mampostería confinada

mampostería de arcilla con elementos confinantes de concreto

10

punto de partida para el diseño simplificado

NO HAY VIGAS NI COLUMNAS

(ejemplo de dirección de cargamento)

refuerzo vertical de varillas de 12 mm en esquinas, bordes de aberturas, e intervalos de 1.6 - 2 m

refuerzo horizontal de 2 varillas de 12 mm en solera y dinteles (de 15 mm con luces mayores que 2 m)

11

función esencial de muros en resistir fuerzas de gravedad

muros no portantes resisten carga axial céntrica como franjas verticales

muros portantes resisten cargas axiales (céntricas y excéntricas) como franjas verticales

12

función esencial de muros en resistir fuerzas laterales

muros paralelos a las fuerzas laterales actúan como muros cortantes

soleras transfieren reacciones de los muros a los diafragmas, y sirven de cuerdas para los diafragmas

franjas verticales de los muros perpendiculares a las fuerzas laterales resisten combinaciones de carga axial y momentos fuera del plano, y transfieren sus reacciones a diafragmas horizontales

13

efecto de aberturas ...

Ancho Contribuyente a la Franja A Ancho Contribuyente a la Franja B Ancho Contribuyente a la Franja C

Franja A Franja B Franja C

Ancho A Ancho B Ancho C

14

... efecto de aberturas

Las aberturas aumentan las acciones por la razón del ancho contribuyente, entre el ancho real, de cada franja

$$\text{Acciones en Franja B} = \text{Acciones normales} \left(\frac{\text{Ancho contribuyente B}}{\text{Ancho B}} \right)$$

15

diseño de franjas en muros perpendiculares ...

momentos y fuerzas axiales debidos a combinaciones de cargas por gravedad y laterales

$M = P e$

$M = P e / 2$

M_{viento}

16

... diseño de franjas en muros perpendiculares

diagrama de interacción momento - carga axial (con ayuda de hoja de cálculo)

ϕP_n

M_u, P_u

ϕM_n

17

diseño de muros paralelos ...

momentos, fuerzas axiales y cortes debidos a combinaciones de cargas por gravedad y laterales

P

V

h

18

Especificación, Diseño y Cálculo de Mampostería

Prof. Richard E. Klingner
Seminario Especial

13 y 15 de agosto 2012
San José, COSTA RICA

La Universidad de Texas en Austin
Panamá, PANAMÁ

... diseño de muros paralelos

diagrama de interacción momento - carga axial (con ayuda de hoja de cálculo)

se logra suficiente resistencia lateral mediante densidad de muros

ϕP_n

M_u, P_u

ϕM_n

19

... diseño de muros paralelos

resistencia cortante

$$V_n = V_{nm} + V_{ns}$$

$$V_{nm} = (0.265) \left[4.0 - 1.75 \left(\frac{M_u}{V_u d_v} \right) \right] A_n \sqrt{f'_m} + 0.25 P_u$$

20

diseño de dinteles ...

(ejemplo de dirección de cargamento)

momentos y cortantes debidos a cargas por gravedad

$$M_u = \frac{w_u \ell^2}{8}$$

$$V_u = \frac{w_u \ell}{2}$$

21

... diseño de dinteles

diseño por corte

proveer suficiente peralte para no necesitar refuerzo cortante

diseño por flexión

$$A_s \approx \frac{M_u}{\phi f_y \times 0.9 d}$$

eje neutro

A_s

d

22

distribución de cortes entre muros cortantes ...

- planteamiento clásico
 - caracterizar el diafragma como rígido o flexible
 - hacer el análisis apropiado al caso

23

análisis clásico del diafragma rígido

- encontrar el centro de rigidez
- desacoplar la carga lateral como la superposición de una carga por el centro de rigidez, más un momento torsional alrededor de ello

24

análisis simplificado del diafragma rígido ...

- considerar sólo la rigidez cortante, la cual es proporcional al largo en planta
- despreciar la torsión en planta

25

... análisis simplificado del diafragma rígido

$$V_{izquierda} = \frac{8\text{ m}}{(8+1+2+1)\text{ m}} \times V_{total} = \frac{2}{3} V_{total}$$

$$V_{derecha} = \frac{(1+2+1)\text{ m}}{(8+1+2+1)\text{ m}} \times V_{total} = \frac{1}{3} V_{total}$$

26

análisis clásico del diafragma flexible ...

- distribuir cortes según áreas tributarias del diafragma, no obstante la rigidez de los muros

27

... análisis clásico del diafragma flexible

$$V_{izquierda} = \frac{1}{2} V_{total}$$

$$V_{derecha} = \frac{1}{2} V_{total}$$

28

análisis simplificado del diafragma

diseñar para el peor de los dos casos

2/3 V
1/2 V

1/3 V
1/2 V

29

diseño de diafragmas

- Los cortes en diafragmas se resisten por el peralte total o por el recubrimiento (para diafragmas de elementos separados). Los momentos en diafragmas se resisten por cuerdas de diafragma en vigas de cierre (soleras).

30

Especificación, Diseño y Cálculo de Mampostería

Prof. Richard E. Klingner
Seminario Especial

13 y 15 de agosto 2012
San José, COSTA RICA

La Universidad de Texas en Austin
Panamá, PANAMÁ

... detalles

- conexiones diafragma - muros
- diseño de dinteles fuera del plano entre conexiones diafragma - muros
- conexiones solera - muros
- conexiones muros - cimentación

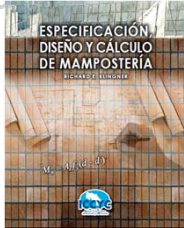
31

diseño simplificado de estructuras de mampostería

- punto de partida
- diseño de franjas verticales en muros perpendiculares a las cargas laterales
- diseño de muros paralelos a las cargas laterales
- diseño de dinteles
- análisis simplificado por cargas laterales
- detalles

32

3. Este nuevo libro , publicado por el ICCYC , es una herramienta valiosa sobre el uso efectivo de la mampostería reforzada




33

¿ Porqué este orden de palabras ?

- especificación
 - configuración estructural
 - materiales
- diseño
 - elementos por experiencia
- cálculo
 - chequeo numérico
 - hojas de cálculo
 - basado en la norma EEUU

¡ Exijo una explicación !




34

¿ Porqué se basa en la norma EEUU ?

- solamente un punto de referencia
- fácilmente puede cambiarse a otras normas
- muy pocas ecuaciones , semejantes a las que se usan para el diseño por resistencia del concreto reforzado

¡ Exijo una explicación !



35

el sistema normativo en los EEUU de América

- no hay norma nacional
- el proceso normativo es complejo
 - el lenguaje normativo se desarrolla por organizaciones técnicas de consenso
 - se adopta por organizaciones de códigos modelos
 - adquiere personería jurídica al hacerse ley por agencias locales gubernamentales

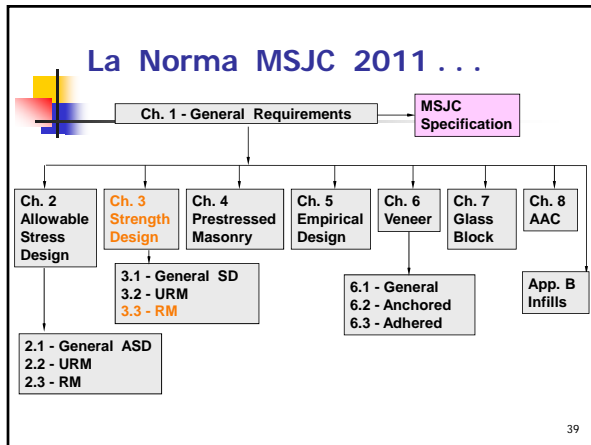
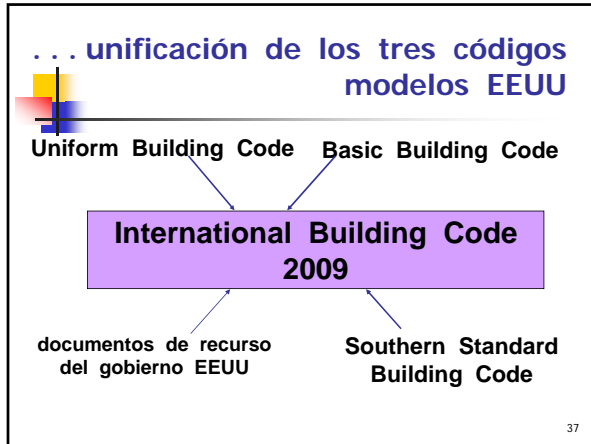
36

Especificación, Diseño y Cálculo de Mampostería

Prof. Richard E. Klingner
Seminario Especial

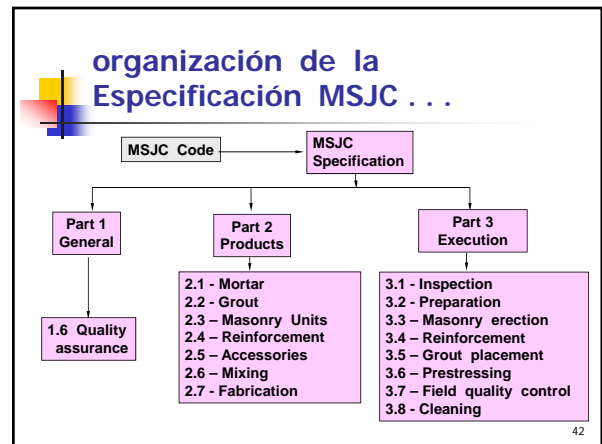
13 y 15 de agosto 2012
San José, COSTA RICA

La Universidad de Texas en Austin
Panamá, PANAMÁ



- ### ... diseño por resistencia de la mampostería
- capacidades nominales
 - factores de reducción de capacidades y de mayoración de cargas
 - control estricto de la cuantía máxima de refuerzo flector -- secciones controladas por tracción

- ### vinculación entre Norma y Especificación MSJC ...
- Norma
 - Provisiones de diseño en los Capítulos 2 a 7
 - Las Secciones 1.2.4 y 1.15 requieren un programa de aseguramiento de calidad de acuerdo con la Especificación
 - La Sección 1.4 invoca la Especificación
 - Especificación
 - verificar cumplimiento con el f_m' especificado
 - cumplir con el programa de aseguramiento de calidad
 - cumplir con los productos y mano de obra especificados



Contenido del libro

1. Introducción
2. Especificación y Diseño de Estructuras de Mampostería sin Cálculo Estructural
3. Cálculo de Estructuras de Mampostería (Introducción)
4. Cálculo de Estructuras de Mampostería (Resistencia)
5. Diseño y Rehabilitación Sísmica de la Mampostería

43

1. Introducción

- la parábola del avestruz (hay que incluir los efectos de la mampostería)

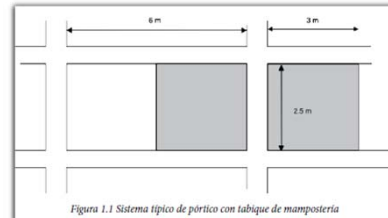


Figura 1.1 Sistema típico de pórtico con tabique de mampostería

44

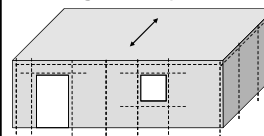
2. Especificación y Diseño de Estructuras de Mampostería sin Cálculo Estructural . . .

- comportamiento básico
- punto de arranque para refuerzo
- elementos básicos de la mampostería
 - unidades , mortero , concreto líquido , accesorios
 - patrones de colocación de unidades
- mortero
- concreto líquido
- unidades de arcilla cocida y de concreto
- accesorios (refuerzo)

45

. . . 2. Especificación y Diseño de Estructuras de Mampostería sin Cálculo Estructural

(ejemplo de dirección de cargamento)



refuerzo vertical de varillas de 12 mm en esquinas , bordes de aberturas , e intervalos de 1.6 - 2 m

refuerzo horizontal de 2 varillas de 12 mm en solera y dinteles (de 15 mm con luces mayores que 2 m)

46

3. Cálculo de Estructuras de Mampostería (Introducción)

- comportamiento de estructuras tipo muro
- comportamiento mecánico de la mampostería
- clasificación de elementos de mampostería
- enfoques de diseño para la mampostería
 - esfuerzos admisibles , resistencia

47

4. Cálculo de Estructuras de Mampostería (Resistencia)

- repaso del diseño por resistencia
- cálculo de muros fuera del plano
 - efecto de aberturas
- cálculo de dinteles
- cálculo de muros en el plano
- análisis de estructuras tipo muro para cargas laterales

48

Especificación, Diseño y Cálculo de Mampostería

Prof. Richard E. Klingner
Seminario Especial

13 y 15 de agosto 2012
San José, COSTA RICA

La Universidad de Texas en Austin
Panamá, PANAMÁ

5. Diseño y Rehabilitación Sísmica de la Mampostería

- repaso de la dinámica estructural
- principios básicos del diseño sismo-resistente
- ejemplos del diseño sismo-resistente
 - un nivel
 - 4 niveles , y extensión a otros casos
- rehabilitación sísmica de la mampostería

49

probeta a escala completa , de mampostería reforzada de concreto , sismo fuertísimo



50

Puntos principales

1. la mampostería produce estructuras fuertes , duraderas , y efectivas de costos
2. el diseño de las estructuras de mampostería reforzada puede ser transparente , directo , y fácil
3. Este nuevo libro , publicado por el ICCYC , es una herramienta valiosa sobre el uso efectivo de la mampostería reforzada



51