



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**“SOFTWARE DE APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS
ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN ARMADO”**

Trabajo de fin de carrera previo a la obtención del Título de
Ingeniero Civil

AUTOR:

VIVIANA ELIZABETH ROMERO ARCINIEGA

DIRECTOR:

Ing. HUMBERTO RAMÍREZ R.

2010

Ingeniero

Humberto Ramírez Romero

DOCENTE DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y DIRECTOR DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA;

C E R T I F I C A:

Que revisado y dirigido el trabajo de fin de carrera sobre el tema: "**SOFTWARE DE APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN ARMADO**", fue elaborada por la Egresada Viviana Elizabeth Romero Arciniega bajo mi dirección, habiendo cumplido con los requisitos metodológicos, teóricos, prácticos y de investigación. Después de la revisión, análisis y corrección respectiva, autorizo su presentación para la defensa y sustentación del proyecto de tesis.

Loja, diciembre de 2010

Ing. Humberto Ramírez Romero
DIRECTOR

CESIÓN DE DERECHOS

Viviana Elizabeth Romero Arciniega declaro ser autora del presente trabajo y exonero expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja, y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos, tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la universidad”.

VIVIANA E. ROMERO ARCINIEGA

AUTORÍA

Las ideas y conceptos, así como el tratamiento formal y metodología de la investigación contemplada en este trabajo de fin de carrera sobre: **“SOFTWARE DE APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN ARMADO”**, previa a la obtención del grado de Ingeniero Civil de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja, es de exclusiva responsabilidad del autor.

VIVIANA E. ROMERO ARCINIEGA

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento por el apoyo brindado:

Primeramente a Dios, por regalarme el don de la inteligencia y la sabiduría para enfrentar los desafíos que se presentaron a lo largo de mi vida estudiantil.

A mis queridos padres, hermanos y demás familiares por el cariño, confianza y apoyo brindado de manera incondicional para lograr cada uno de mis objetivos.

A La Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ingeniería Civil, a sus dignas autoridades administrativas y académicas, quienes me han permitido formarme en los ámbitos: intelectual, espiritual y personal para llegar a ser una profesional que sirva a la sociedad.

Al Ing. Humberto Ramírez Romero, por su don de gente, por compartir conmigo sus conocimientos y a la vez guiarme en el desarrollo de esta investigación, proporcionándome su apoyo y confianza para la exitosa culminación de esta tesis.

A Luis Felipe Duque quien con su cariño, apoyo y carisma supo motivarme para alcanzar mi meta profesional y a la vez superar los obstáculos que se presentaron durante el transcurso de mi vida universitaria, así como también mi agradecimiento sincero a mis amigos y compañeros que de una u otra forma han llegado a ser una parte importante tanto en mi desarrollo profesional como personal.

VIVIANA E. ROMERO ARCINIEGA

DEDICATORIA

De manera especial a mis queridos padres Pablo y Eugenia por el esfuerzo espiritual, moral y económico que han realizado durante toda mi vida académica; a mis hermanos y sobrinas, ya que sin su apoyo y cariño no se habría podido cristalizar esta etapa tan significativa e importante para mí. A todos y cada uno de ustedes mi gratitud infinita.

VIVIANA E. ROMERO ARCINIEGA

RESUMEN

Una de las razones fundamentales para la realización de este proyecto es que en la actualidad en la Universidad Técnica Particular de Loja directamente en la Escuela de Ingeniería Civil se cuenta específicamente con el software DISHAR el cual es especializado para el aprendizaje del diseño de algunos elementos de hormigón armado, tales como vigas, columnas y zapatas; por lo cual es necesario recalcar que en el software no existe el diseño de losas tanto unidireccionales como bidireccionales, por tal motivo se incentivó a la ejecución de esta investigación, la que será fundamental para el aprendizaje de las personas que lo empleen, ya que se podrá mejorar y reforzar el aprendizaje de todos los estudiantes en formación de Ingeniería Civil y estudiantes en general interesados en dicho tema.

Cabe destacar que el diseño de elementos estructurales de hormigón armado es una parte de vital importancia dentro de la Ingeniería Civil y más aun dentro de la Ingeniería Estructural, ya que durante décadas se ha tratado al hormigón armado como un material que ha evolucionado y se ha tecnificado para el bien común de una sociedad.

Por tanto el objeto de desarrollar este software es elaborar una herramienta académica que permita establecer una clara interpretación del comportamiento del hormigón armado en cada uno de los elementos estructurales, y desarrollar experiencia en los métodos utilizados en la práctica de diseño actual, con referencia particular a las disposiciones del Código del American Concrete Institute.

Este software (DISHAR) es de fácil manejo, a diferencia de otros programas que al utilizarlos nos proporcionan cálculos complejos y tediosos que ayudados por métodos manuales demandarían una pérdida de tiempo y un cansancio mental, ya que para poder entenderlo es muy confuso.

Por tal motivo, para el desarrollo del software DISHAR, se escogió el lenguaje de programación Visual Basic:

- Su codificación es de fácil aprendizaje, permitiendo al programador emplear una amplia gama de aplicaciones.
- Permite utilizar enlaces a bases de datos que permitirá al programa guardar y actualizar datos utilizados en el diseño de los diferentes elementos de hormigón armado.
- Permite manipular otros tipos de programas a través de Visual Basic para Aplicaciones y enlace a objetos externos para una mejor manipulación del entorno Windows.
- Los usuarios están familiarizados con este tipo de lenguaje al estar en contacto con programas como Microsoft Word, Excel, Power Point a diario y también la mayoría de software especializado en Hidráulica como EPANET, H Canales, Watercad, REDES etc., está diseñado en Visual Basic.

El programa está encaminado a:

- Estudiante de ingeniería civil.
- Profesionales y docentes en la rama de ingeniería civil, permitiéndole ser una herramienta de apoyo en la enseñanza y aprendizaje elementos de hormigón armado.

El programa permite el cálculo de las siguientes características funcionales:

- **DISEÑO DE VIGAS.**

Diseño de vigas rectangulares a flexión
 Diseño de vigas rectangulares a cortante
 Diseño de vigas rectangulares a torsión
 Diseño de vigas te a flexión
 Diseño de vigas te a cortante
 Diseño de vigas te a torsión

- **DISEÑO DE COLUMNAS.**

Diseño de columnas rectangulares con carga axial.
 Diseño de columnas rectangulares solicitadas flexión y carga axial.
 Diseño de columnas rectangulares esbeltas en marcos arriostrados.
 Diseño de columnas rectangulares esbeltas en marcos no arriostrados.

- **DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES.**

Diseño de zapatas aisladas con carga concéntrica.
 Diseño de zapatas aisladas con carga excéntrica.
 Diseño de zapatas combinadas para columna externa y interna.
 Diseño de zapatas para muros de mampostería y hormigón.

- **DISEÑO DE LOSAS UNIDIRECCIONALES**

Diseño de losas con más de dos luces:
CASO I: Extremo discontinuo no restringido
CASO II: Viga de Borde
CASO III: Columna

Diseño de losas con dos luces únicamente
CASO I: Extremo discontinuo no restringido
CASO II: Viga de Borde
CASO III: Columna

Diseño de losas que no exceden los 3m.
 Diseño de losas con vigas en las cuales la suma de las rigideces de las columnas exceden ocho veces la suma de las rigideces de las vigas para cada extremo de la luz.

- **DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES POR EL METODO DE COEFICIENTES**

Diseño de losas para panel de esquina

Diseño de losas para panel exterior

Diseño de losas para panel interior

Es necesario recalcar que se elaboro un manual de usuario para cada una de las características funcionales, cada una de ellas con esquemas, valores recomendados por el Código ACI 318 – 05 para distintos parámetros, gráficas con resultados obtenidos tanto del cálculo de momentos como del área de acero requerido.

Además es importante mencionar que todas estas aplicaciones han sido satisfactoriamente implementadas en el Laboratorio virtual de ingeniería geotécnica (LVIG). Para poder hacer uso de estas herramientas se debe ingresar gratuitamente, como usuario registrado del LVIG, vía online a través de la dirección www.utpl.edu.ec/vleg, en la sección de DISEÑO.

ÍNDICE

CONTENIDO

Certificación.....	i
Cesión de derechos de tesis.....	ii
Autoría.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Dedicatoria.....	v
Índice.....	vi
CAPITULO 1: GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Formulación del problema.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Justificación.....	3
CAPITULO 2: GENERALIDADES Y ESPECIFICACIONES DE LOSAS	
2.1 Introducción.....	4
2.2 Tipo de losas.....	5
2.3 Códigos y especificaciones de diseño.....	6
CAPÍTULO 3: DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSAS UNIDIRECCIONALES	
3.1 Definición.....	8
3.2 Comportamiento de losas unidireccionales.....	8
3.3 Notación.....	9
3.4 Procedimiento de diseño.....	10
3.4.1 Cuantía de acero.....	10
3.4.2 Luz de los elementos.....	10
3.4.3 Cuantías de diseño.....	10
3.4.4 Espesores mínimos de losa.....	10
3.4.5 Cortante.....	11
3.4.6 Recubrimientos.....	11
3.4.7 Espaciamiento lateral.....	11
3.4.8 Refuerzo para temperatura y retracción de fraguado.....	11
3.5 Diseño de losas con más de dos luces.....	12
3.5.1 CASO I: Extremo discontinuo no restringido.....	12
3.5.1.1 Ecuaciones de diseño.....	12
3.5.2 CASO II: Viga de borde.....	15
3.5.2.1 Ecuaciones de diseño.....	15
3.5.3 CASO III: Columna.....	15
3.5.3.1 Ecuaciones de diseño.....	15

3.6	Diseño de losas con dos luces únicamente.....	16
3.6.1	CASO I: Extremo discontinuo no restringido.....	16
3.6.1.1	Ecuaciones de diseño.....	16
3.6.2	CASO II: Viga de borde.....	19
3.6.2.1	Ecuaciones de diseño.....	19
3.6.3	CASO III: Columna.....	19
3.6.3.1	Ecuaciones de diseño.....	19
3.7	Diseño de losas con luces que no exceden los 3m.....	20
3.7.1	Ecuaciones de diseño.....	20
3.8	Diseño de losas en las cuales la suma de las rigideces de las columnas exceden ocho veces la suma de las rigideces de las vigas para cada extremo de la luz.....	23
3.8.1	Ecuaciones de diseño.....	23
3.8.2	Ejemplos de diseño.....	26
A.	Ejemplo de losa unidireccional con más de dos luces.....	26
CAPÍTULO 4: DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES POR EL MÉTODO DE COEFICIENTES		
4.1	Definición.....	27
4.2	Análisis mediante el método de los coeficientes.....	27
4.2.1	Refuerzo para losas bidireccionales.....	29
4.3	Disposiciones del Código American Concrete Institute (A.C.I.).....	30
4.4	Diseño de losas bidireccionales.....	31
4.4.1	CASO I: Diseño de losas bidireccionales para panel de esquina.....	31
4.4.1.1	Notación.....	31
4.4.1.2	Ecuaciones de diseño.....	33
4.4.2	CASO II: Diseño de losas bidireccionales para panel exterior.....	40
4.4.2.1	Notación.....	40
4.4.2.2	Ecuaciones de diseño.....	41
4.4.3	CASO III: Diseño de losas bidireccionales para panel interior.....	46
4.4.3.1	Notación.....	46
4.4.3.2	Ecuaciones de diseño.....	48
4.5	Ejemplos de diseño.....	53
A.	Ejemplo de losa bidireccional para panel de esquina.....	53
B.	Ejemplo de losa bidireccional para panel exterior e interior.....	
CAPÍTULO 5: DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROGRAMA		
5.1	Análisis y opciones.....	54
5.2	Diseño e implementación del software.....	54
5.2.1	Características generales.....	54
5.2.2	Requisitos del hardware y del software.....	54
5.3	Diseño del software.....	55
5.3.1	Objetivo.....	55
5.3.2	Usuario.....	55
5.3.3	Características funcionales del sistema.....	56

5.3.4 Elaboración del manual de usuario.....	57
CAPÍTULO 6: RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS	
Anexo I: Ejemplo de losas unidireccionales con más de dos luces.....	60
Anexo II: Ejemplo de losas bidireccionales para panel exterior e interior.....	74
Anexo III: Manual de usuario.....	100
1. Generalidades.....	100
2. Requerimientos del sistema.....	101
3. Entrada al sistema.....	102
4. Pantalla.....	102
5. Ventana principal.....	103
5.1 Barra de menú.....	104
5.1.1 Archivo.....	104
5.1.2 Elementos.....	105
5.1.3 Ver.....	105
5.2 Barra de herramientas.....	106
5.3 Impresión.....	107
LOSAS UNIDIRECCIONALES.....	109
Diseño de losas con más de dos luces.....	111
CASO I: Extremo discontinuo no restringido.....	113
CASO II: Viga de borde.....	124
CASO III: Columna.....	135
Diseño de losas con dos luces unicamente.....	147
CASO I: Extremo discontinuo no restringido.....	148
CASO II: Viga de borde.....	157
CASO III: Columna.....	165
Diseño de losas con luces que no exceden los 3m.....	173
Diseño de losas con vigas en las cuales la suma de las rigideces de las columnas exceden ocho veces la suma de las rigideces de las vigas para cada extremo de la luz.....	184
LOSAS BIDIRECCIONALES.....	196
Diseño de losas bidireccionales para panel de esquina.....	199
Diseño de losas bidireccionales para panel de exterior.....	210
Diseño de losas bidireccionales para panel interior.....	217



CAPÍTULO

1



GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Una de las razones fundamentales para la realización de este proyecto es que en la actualidad en la Universidad Técnica Particular de Loja directamente en la Escuela de Ingeniería Civil se cuenta específicamente con el software DISHAR el cual es especializado para el aprendizaje del diseño de algunos elementos de hormigón armado, tales como vigas, columnas y zapatas; por lo cual es necesario recalcar que en el software no existe el diseño de losas tanto unidireccionales como bidireccionales, por tal motivo se incentivó a la ejecución de esta investigación, la que será fundamental para el aprendizaje de las personas que lo empleen.

Tanto en el mercado actual como vía internet se disponen de un sinnúmero de programas de diseño en sus versiones educacionales, los cuales permiten observar simplemente los resultados, debido a que los cálculos y las rutinas de diseño los realiza internamente; de esta manera dichos programas se orientan desde un punto de vista profesional más no académico.

Finalmente con la implementación de este software se podrá mejorar y reforzar el aprendizaje de todos los estudiantes en formación de Ingeniería Civil y estudiantes en general interesados en dicho tema.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El diseño de elementos estructurales de hormigón armado es una parte de vital importancia dentro de la Ingeniería Civil y más aun dentro de la Ingeniería Estructural, ya que durante décadas se ha tratado al hormigón armado como un material que ha evolucionado y se ha tecnificado para el bien común de una sociedad.



Cabe mencionar que en las experiencias adquiridas en obras civiles siempre surgen más de una solución al problema de estudio, de esta manera es responsabilidad única del proyectista tomar la mejor alternativa que se adapte a la realidad del entorno. Es por esto que surge la necesidad de recurrir a un software adecuado para el aprendizaje del hormigón estructural.

Por tanto el objeto de desarrollar este software es elaborar una herramienta académica que permita establecer una clara interpretación del comportamiento del hormigón armado en cada uno de los elementos estructurales, y desarrollar experiencia en los métodos utilizados en la práctica de diseño actual, con referencia particular a las disposiciones del Código del American Concrete Institute.

1.3 OBJETIVOS:

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Ampliar la capacidad del software (DISHAR), el cual es un programa computacional para el aprendizaje y diseño de los elementos de hormigón armado.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener la mejor codificación para la elaboración del software, es decir, una codificación sencilla y admisible para un mejoramiento posterior.
- Mostrar los resultados del diseño de los elementos de hormigón armado en forma detallada (procedimiento de cálculo) para el mejor entendimiento del estudiante que lo manipule.



1.4 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja cuenta con un software (DISHAR) destinado al aprendizaje para el diseño de elementos individuales de hormigón armado que por el transcurso del tiempo desde su realización hasta la actualidad necesita ser modificado y ampliado para obtener un instrumento completo.

Este software (DISHAR) es de fácil manejo, a diferencia de otros programas que al utilizarlos nos proporcionan cálculos complejos y tediosos que ayudados por métodos manuales demandarían una pérdida de tiempo y un cansancio mental, ya que para poder entenderlo es muy confuso.

Es por tal motivo, que se incentiva a la realización de este proyecto, que no será simplemente una herramienta para los estudiantes en formación sino también para todos aquellos docentes que imparten este tema.

Cabe mencionar que el software será de fácil entendimiento y aplicación la cual va a otorgar un mejor entendimiento para la resolución de problemas cotidianos.



CAPÍTULO

2



GENERALIDADES Y ESPECIFICACIONES DE LOSAS

2.1 INTRODUCCIÓN

Las losas son elementos bidimensionales, en los que la tercera dimensión es pequeña comparada con las otras dos dimensiones básicas. Las cargas que actúan sobre las losas son esencialmente perpendiculares al plano principal de las mismas, por lo que su comportamiento está dominado por la flexión.^[1]

En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles.



Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal, cuyas superficies superior e inferior son paralelas o casi paralelas entre sí.



2.2 TIPOS DE LOSAS

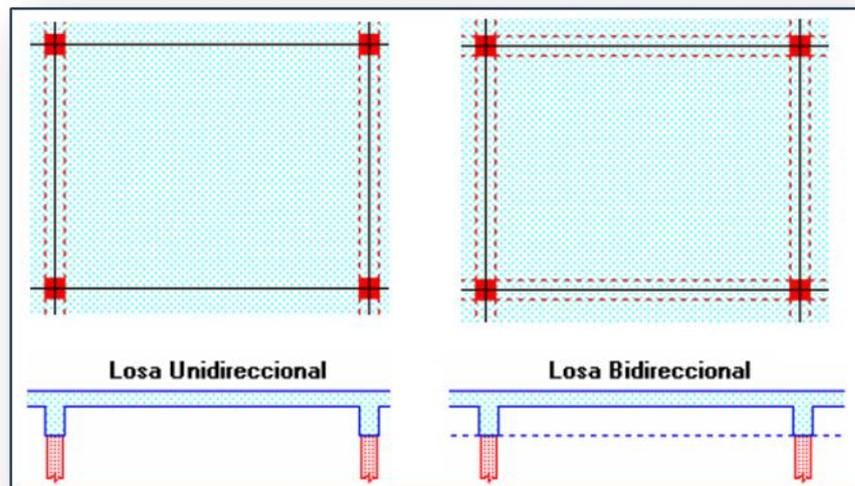
Las losas pueden estar apoyadas en vigas de concreto reforzado, en muros de mampostería o de concreto reforzado, en elementos de acero estructural, en forma directa en columnas o en el terreno en forma continua.

Como ilustración se muestra una clasificación general de los tipos de losas:

- Las losas se pueden apoyar solo en dos lados opuestos, caso en que la acción estructural de la losa es fundamental en una dirección, puesto que transmite las cargas en la dirección perpendicular a las vigas de apoyo.
- Pueden suministrarse vigas intermedias, si la relación entre la longitud y el ancho de un panel de losa es mayor que un valor alrededor de dos, la mayor parte de la carga se transmite en la dirección corta hacia las vigas de apoyo y se obtiene, en efecto, acción en una dirección, aunque se proporcionen apoyos en todos los lados.
- En algunos casos, las losas de concreto se pueden apoyar directamente sobre columnas, sin la utilización de vigas secundarias o principales. Estas losas se identifican como placas planas y se utilizan a menudo cuando las luces no son muy largas y las cargas no son particularmente pesadas.
- La construcción del tipo losa plana, tampoco incluye vigas pero incorpora una región con un sobreespesor de losa en la vecindad de la columna y emplea con frecuencia columnas con forma acampanada en la parte superior.
- Un tipo más de losas es la losa reticular, la cual con el fin de reducir la carga muerta de la construcción con losas macizas, se forman vacíos en un patrón rectilíneo mediante elementos de aligeramiento contruidos en metal o en fibra de vidrio. Se obtiene así una construcción nervada en dos direcciones.
- Es posible que haya vigas en los cuatro lados, de modo que se obtiene una acción de losa de dos direcciones.



Cabe recalcar que nos enfocaremos en la clasificación de las losas por la **Dirección del trabajo**, es decir, si la geometría de la losa y el tipo de apoyo determinan que la magnitud de los esfuerzos en dos direcciones ortogonales sean comparables, se denominan **Losas Bidireccionales** y si los esfuerzos en una dirección son preponderantes sobre los esfuerzos en la dirección ortogonal, se llaman **Losas Unidireccionales**.^[1]



2.3 CÓDIGOS Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

En países altamente desarrollados el diseño de estructuras de hormigón se realiza dentro de un contexto de códigos que incorporan requisitos generales y específicos en lo referente a dimensiones, análisis y materiales empleados, sin existir un código oficial nacional de control del concreto estructural, dicha responsabilidad recae en varios grupos profesionales, asociaciones gremiales e institutos técnicos que han producido los documentos necesarios. Entre los más destacados tenemos; El American Concrete Institute (ACI), a través de su reconocido Código de Construcción para el Hormigón Estructural (ACI-318), el NBC (BOCA National Building Code), el SBC (Standard Building Code), el IBC 2000 (International Building Code 2000), el EUROCODE 2-1992, el IBC 97.

En el Ecuador se cuenta con el Código Ecuatoriano de la Construcción CEC-2000 que en su contexto, referente al diseño de elementos de hormigón estructural para edificaciones se rige a las disposiciones del American Concrete Institute (ACI). El Código ACI 318 no tiene



Escuela de Ingeniería Civil

ningún valor legal a menos que sea adoptado por una jurisdicción estatal o local con autoridad para reglamentar el diseño y la construcción de las estructuras de hormigón, dicho código general de construcción puede modificar algunos de los requisitos de ACI 318 para reflejar las condiciones y requerimientos locales. ^[2]



CAPÍTULO

3



DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSAS UNIDIRECCIONALES

3.1 DEFINICIÓN

Una losa de este tipo es un elemento sujeto a flexión de espesor pequeño en relación con las otras dimensiones, que soporta cargas aplicadas a y directamente sobre su superficie, que se extiende para cubrir un claro en una dirección entre soportes paralelos, y q se lleva refuerzo por flexión en una dirección solamente.

Para fines de análisis, las losas con refuerzo en una dirección pueden restringirse a cualquier grado en los soportes, o bien, pueden estar libres de restricciones.

3.2 COMPORTAMIENTO DE LOSAS UNIDIRECCIONALES

Las losas unidireccionales se comportan básicamente como vigas anchas, que se suelen diseñar tomando como referencia una franja de ancho unitario (un metro de ancho).

Cuando las losas rectangulares se apoyan en dos extremos opuestos, y carecen de apoyo en los otros bordes restantes, trabajan y se diseñan como losas unidireccionales.

Cuando la losa rectangular se apoya en sus cuatro lados (sobre vigas o sobre muros), y la relación **largo/ancho** es mayor o igual a 2, la losa trabaja fundamentalmente en la dirección más corta, y se suele diseñar unidireccionalmente, aunque se debe proveer un mínimo de armado en la dirección ortogonal (dirección larga), particularmente en la zona más cercana a los apoyos, donde siempre se desarrollan momentos flectores negativos importantes. Los momentos positivos en la dirección larga son generalmente pequeños, pero también deben ser tomados en consideración.^[2]



3.3 NOTACIÓN

f_c	=	resistencia específica a la compresión del hormigón, MPa,
f_y	=	resistencia específica a la fluencia del refuerzo no pretensado, MPa,
ρ	=	cuantía de refuerzo
A_s	=	área transversal de una barra, cm^2 .
e	=	espesor efectivo, m.
h	=	altura, m.
L_n (calc)	=	luz de diseño, m.
L	=	distancia entre centros de los apoyos, m.
d	=	espesor efectivo requerido, m.
ϕ	=	coeficiente de reducción de resistencia
M_u	=	Momento último mayorado, KN.m
V_c	=	capacidad cortante, KN.
V_u	=	resistencia a cortante requerida, KN.



3.4 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

3.4.1 CUANTIA DE ACERO

$$\rho = \frac{A_s}{e.h}$$

3.4.2 LUZ DE LOS ELEMENTOS

Especificaciones del **Código ACI 8.7.1**

$$L_n (\text{calc}) = L_n + h$$

$$L_n (\text{calc}) \leq L$$

3.4.3 CUANTÍAS DE DISEÑO

El **Código ACI 7.12.2.1** especifica lo siguiente:

- Los valores máximos admisibles son de 0.75pb.
- Las cuantías típicas de acero varían aproximadamente de 0.004 a 0.008.
- El diseño a flexión se inicia con cuantías de 0.20pb.

$$M_u = \phi \rho B d^2 f_y \left(1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f_c} \right)$$

El factor ϕ se define en **Código ACI 9.3.2**.

3.4.4 ESPESORES MÍNIMOS DE LOSA

El **Código ACI 9.5.2 tabla 9.5(a)** especifica los espesores mínimos para losas no presforzadas.



3.4.5 CORTANTE

La capacidad cortante estará casi sin excepción muy por encima de la resistencia a cortante requerida para las cargas mayoradas

$$\phi V_c \geq V_u$$

3.4.6 RECUBRIMIENTOS

La protección de concreto por debajo del refuerzo debe seguir los requisitos del **Código ACI 7.7.1 y 7.7.3**, que exige un requerimiento mínimo.

3.4.7 ESPACIAMIENTO LATERAL

El espaciamiento lateral de las barras, excepto para aquellas que se utilizan exclusivamente para controlar las grietas de retracción de fraguado y temperatura debe seguir las especificaciones del **Código ACI 7.6.5**.

3.4.8 REFUERZO PARA TEMPERATURA Y RETRACCION DE FRAGUADO

El código ACI 7.12.2 especifica las relaciones mínimas entre el área de refuerzo y el área bruta de concreto.



3.5 DISEÑO DE LOSAS CON MAS DE DOS LUCES

Este diseño se puede realizar para el número de luces requeridas, no tiene limitación. Además los cálculos tanto de momentos flectores, área de acero requerido, número de diámetro de la varilla y separación de refuerzo serán cálculos repetitivos de acuerdo al número de luces ingresado.

3.5.1 CASO I: EXTREMO DISCONTINUO NO RESTRINGIDO

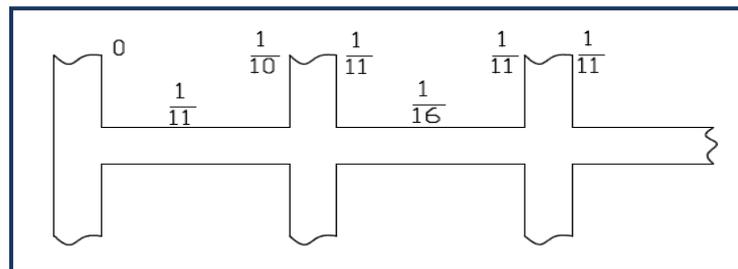
3.5.1.1 ECUACIONES DE DISEÑO

■ **Momento último mayorado**

$$1.2LD + 1.6LL$$

■ **Momentos flectores**

Los momentos de diseño en las secciones críticas se encuentran utilizando los coeficientes de momentos del ACI, los cuales se muestran a continuación:



Por lo tanto, para el apoyo interior, centro de la luz y apoyo exterior se emplea la siguiente ecuación:

$$\pm M = \frac{W_u * Ln_i^2}{Coef. ACI}$$



■ **Altura y espesor**

$$\beta_1 = 0.85 - 0.005 \frac{(f'_c - 28)}{7}$$

Condición:

$$0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$$

■ **Cuantía de acero**

$$\rho_b = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \frac{600}{600 + f_y}$$

■ **Cuantía máxima**

$$\rho_{\max} = 0.625 \rho_b$$

■ **Cuantía típica en losas**

$$\rho_t = 0.2 \rho_b$$

■ **Espesor mínimo efectivo**

$$d^2 = \frac{Mu}{\phi \rho b d^2 f_y \left(1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right)}$$

Espesor mínimo efectivo según **Código ACI 9.5.2.1**

■ **Cuantía de Refuerzo requerido**

$$\rho = \frac{f'_c}{0.59 f_y} - \sqrt{\left(\frac{f'_c}{0.59 f_y} \right)^2 - 4 * \left(\frac{Mu f'_c}{0.59 \phi b d^2 0.59 f_y^2} \right)}$$



■ Área de acero requerido

$$A_s = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{0.85 f_c}{2} \right)}$$

■ Área de la varilla

$$A_{dv} = \left(\frac{db}{10} \right)^2 \times \frac{\pi}{4}$$

■ Número de diámetro de la varilla por cada metro de ancho de losa

$$N_{dv} = \frac{A_{s_i}}{A_{dv}}$$

■ Separación de refuerzo

$$S = \frac{\left(100 - N_{dv} \left(\frac{db}{10} \right) \right)}{N_{dv}}$$

■ Chequeo de cortante

$$\phi V_c \geq V_u$$

- Cortante en elementos extremos en la cara del primer apoyo interior

$$V_u = 1.15 W_u \frac{Ln}{2}$$

- Cortante en la cara de todos los demás apoyos

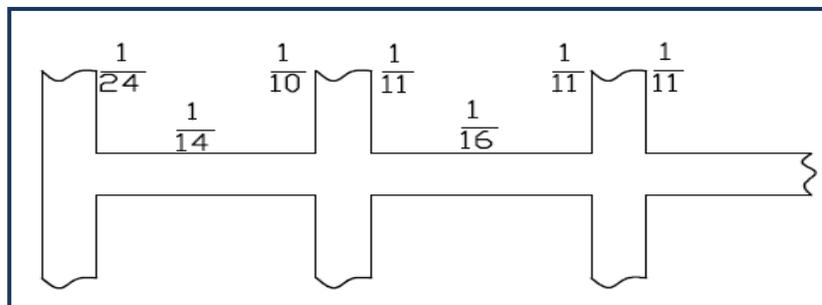
$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} * b * d * 1000$$



3.5.2 CASO II: VIGA DE BORDE

3.5.2.1 ECUACIONES DE DISEÑO

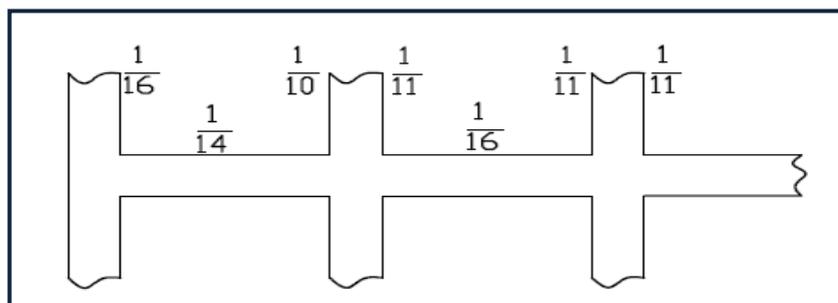
Las ecuaciones de diseño son análogas al caso I, fijadas las dimensiones del elemento se determina el momento último mayorado, momentos flectores, altura, espesor, área de acero requerido, separación de refuerzo, cuantía y chequeo de cortante, verificando que se implementen los siguientes coeficientes del código ACI.



3.5.3 CASO III: COLUMNA

3.5.3.1 ECUACIONES DE DISEÑO

Las ecuaciones de diseño son análogas al caso I, fijadas las dimensiones del elemento se determina el momento último mayorado, momentos flectores, altura, espesor, área de acero requerido, separación de refuerzo, cuantía y chequeo de cortante, verificando que se implementen los siguientes coeficientes del código ACI.





3.6 DISEÑO DE LOSAS CON DOS LUCES UNICAMENTE

3.6.1 CASO I: EXTREMO DISCONTINUO NO RESTRINGIDO

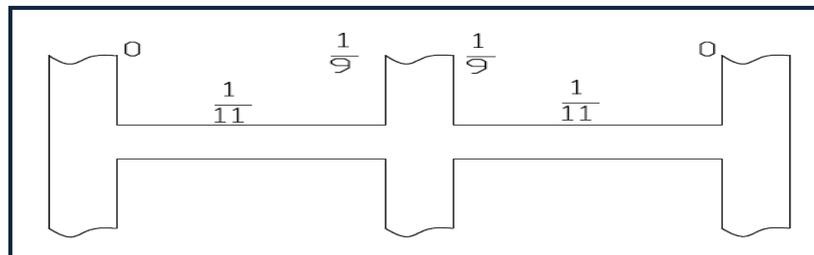
3.6.1.1 ECUACIONES DE DISEÑO

- Momento último mayorado

$$1.2LD + 1.6LL$$

- Momentos flectores

Los momentos de diseño en las secciones críticas se encuentran utilizando los coeficientes de momentos del ACI, los cuales se muestran a continuación:



Por lo tanto, para el apoyo interior, centro de la luz y apoyo exterior se emplea la siguiente ecuación:

$$\pm M = \frac{W_u * L_n^2}{Coef. ACI}$$

- Altura y espesor

$$\beta_1 = 0.85 - 0.005 \frac{(f'c - 28)}{7}$$

Condición

$$0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$$



■ **Cuantía de acero**

$$\rho_b = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \frac{600}{600 + f_y}$$

■ **Cuantía máxima**

$$\rho_{\max} = 0.625 \rho_b$$

■ **Cuantía típica en losas**

$$\rho_t = 0.2 \rho_b$$

■ **Espesor mínimo efectivo**

$$d^2 = \frac{Mu}{\phi \rho b d^2 f_y \left(1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right)}$$

Espesor mínimo efectivo según **Código ACI 9.5.2.1**

■ **Cuantía de refuerzo requerido**

$$\rho = \frac{\frac{f'_c}{0.59 f_y} - \sqrt{\left(\frac{f'_c}{0.59 f_y} \right)^2 - 4 \left(\frac{Mu f'_c}{0.59 \phi b d^2 0.59 f_y^2} \right)}}{2}$$



■ Área de acero requerido

$$A_s = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{0.85 f_c}{2} \right)}$$

■ Área de la varilla

$$A_{dv} = \left(\frac{db}{10} \right)^2 \times \frac{\pi}{4}$$

■ Número de diámetro de la varilla por cada metro de ancho de losa

$$N_{dv} = \frac{A_{s_i}}{A_{dv}}$$

■ Separación de refuerzo

$$S = \frac{\left(100 - N_{dv} \left(\frac{db}{10} \right) \right)}{N_{dv}}$$

■ Chequeo de cortante

$$\phi V_c \geq V_u$$

- Cortante en elementos extremos en la cara del primer apoyo interior

$$V_u = 1.15 W_u \frac{Ln}{2}$$

- Cortante en la cara de todos los demás apoyos

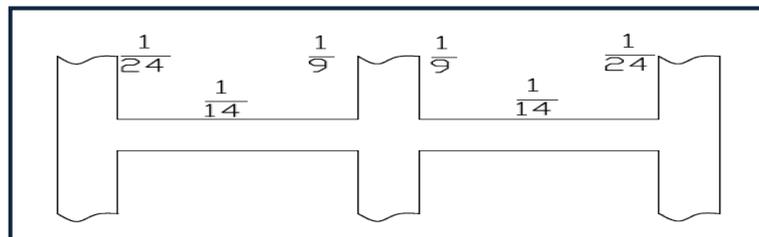
$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} * b * d * 1000$$



3.6.2 CASO II: VIGA DE BORDE

3.6.2.1 ECUACIONES DE DISEÑO

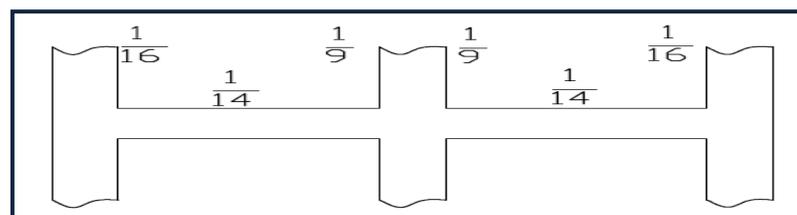
Las ecuaciones de diseño son análogas al CASO I: Losas con dos luces únicamente, fijadas las dimensiones del elemento se determina el momento último mayorado, momentos flectores, altura, espesor, área de acero requerido, separación de refuerzo, cuantía y chequeo de cortante, verificando que se implementen los siguientes coeficientes del código ACI.



3.6.3 CASO III: COLUMNA

3.6.3.1 ECUACIONES DE DISEÑO

Las ecuaciones de diseño son análogas al CASO I: Losas con dos luces únicamente, fijadas las dimensiones del elemento se determina el momento último mayorado, momentos flectores, altura, espesor, área de acero requerido, separación de refuerzo, cuantía y chequeo de cortante, verificando que se implementen los siguientes coeficientes del código ACI.





3.7 DISEÑO DE LOSAS CON LUCES QUE NO EXCEDEN LOS 3m

Este diseño se puede realizar para el número de luces requeridas, con la única limitación que la distancia entre luces no sobrepase los 3m de longitud. Al igual que Losas con más de dos luces los cálculos son análogos, es decir que tanto de momentos flectores, área de acero requerido, número de diámetro de la varilla y separación de refuerzo serán cálculos repetitivos de acuerdo al número de luces ingresado.

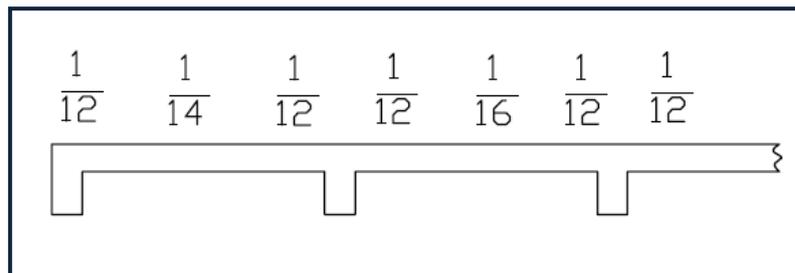
3.7.1 ECUACIONES DE DISEÑO

■ **Momento último mayorado**

$$1.2LD + 1.6LL$$

■ **Momentos flectores**

Los momentos de diseño en las secciones críticas se encuentran utilizando los coeficientes de momentos del ACI, los cuales se muestran a continuación:



Por lo tanto, para el apoyo interior, centro de la luz y apoyo exterior se emplea la siguiente ecuación:

$$\pm M = \frac{W_u * Ln_i^2}{Coef.ACI}$$



■ **Altura y espesor**

$$\beta_1 = 0.85 - 0.005 \frac{(f'_c - 28)}{7}$$

Condición:

$$0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$$

■ **Cuantía de acero**

$$\rho_b = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \frac{600}{600 + f_y}$$

■ **Cuantía máxima**

$$\rho_{\max} = 0.625 \rho_b$$

■ **Cuantía típica en losas**

$$\rho_t = 0.2 \rho_b$$

■ **Espesor mínimo efectivo**

$$d^2 = \frac{Mu}{\phi \rho b d^2 f_y \left(1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right)}$$

Espesor mínimo efectivo según **Código ACI 9.5.2.1**



■ **Cuantía de Refuerzo requerido**

$$\rho = \frac{\frac{f'_c}{0.59 f_y} - \sqrt{\left(\frac{f'_c}{0.59 f_y}\right)^2 - 4 \left(\frac{Mu f'_c}{0.59 \phi b d^2 0.59 f_y^2}\right)}}{2}$$

■ **Área de acero requerido**

$$A_s = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{0.85 f'_c}{2} \right)}$$

■ **Área de la varilla**

$$A_{dv} = \left(\frac{db}{10} \right)^2 \times \frac{\pi}{4}$$

■ **Número de diámetro de la varilla por metro de ancho de losa**

$$N_{dv} = \frac{A_{s_i}}{A_{dv}}$$

■ **Separación de refuerzo**

$$S = \frac{\left(100 - N_{dv} \left(\frac{db}{10} \right) \right)}{N_{dv}}$$



■ Chequeo de cortante

$$\phi V_c \geq V_u$$

- Cortante en elementos extremos en la cara del primer apoyo interior

$$V_u = 1.15W_u \frac{Ln}{2}$$

- Cortante en la cara de todos los demás apoyos

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} * b * d * 1000$$

3.8 DISEÑO DE LOSAS CON VIGAS EN LAS CUALES LA SUMA DE LAS RIGIDECES DE LAS COLUMNAS EXCEDEN OCHO VECES LA SUMA DE LAS RIGIDECES DE LAS VIGAS PARA CADA EXTREMO DE LA LUZ

Este diseño se puede realizar para el número de luces requeridas, con la única limitación de que la suma de las rigideces de las columnas excede ocho veces la suma de las rigideces de las vigas para cada extremo de la luz. Al igual que Losas con más de dos luces los cálculos son análogos, es decir que tanto de momentos flectores, área de acero requerido, número de diámetro de la varilla y separación de refuerzo serán cálculos repetitivos de acuerdo al número de luces ingresado.

3.8.1 ECUACIONES DE DISEÑO

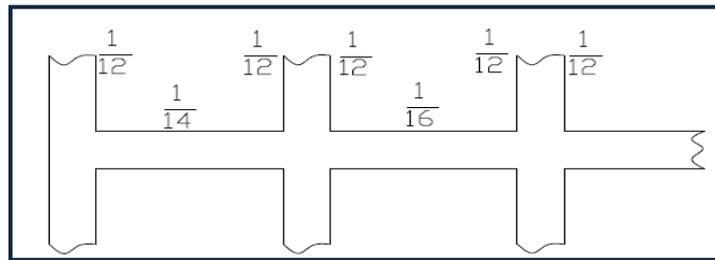
■ Momento ultimo mayorado

$$1.2LD + 1.6LL$$



■ **Momentos flectores**

Los momentos de diseño en las secciones críticas se encuentran utilizando los coeficientes de momentos del ACI, los cuales se muestran a continuación:



Por lo tanto, para el apoyo interior, centro de la luz y apoyo exterior se emplea la siguiente ecuación:

$$\pm M = \frac{W_u * Ln_i^2}{Coef.ACI}$$

■ **Altura y espesor**

$$\beta_1 = 0.85 - 0.005 \frac{(f'_c - 28)}{7}$$

Condición

$$0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$$

■ **Cuantía de acero**

$$\rho_b = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \frac{600}{600 + f_y}$$



■ **Cuantía máxima**

$$\rho_{\max} = 0.625 \rho b$$

■ **Cuantía típica en losas**

$$\rho_t = 0.2 \rho b$$

■ **Espesor mínimo efectivo**

$$d^2 = \frac{Mu}{\phi \rho b d^2 f_y \left(1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f_c} \right)}$$

Espesor mínimo efectivo según **Código ACI 9.5.2.1**

■ **Cuantía de Refuerzo requerido**

$$\rho = \frac{\frac{f_c'}{0.59 f_y} - \sqrt{\left(\frac{f_c'}{0.59 f_y} \right)^2 - 4 \left(\frac{Mu f_c'}{0.59 \phi b d^2 0.59 f_y^2} \right)}}{2}$$

■ **Área de acero requerido**

$$A_s = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{0.85 f_c}{2} \right)}$$



■ Área de la varilla

$$A_{dv} = \left(\frac{db}{10}\right)^2 \times \frac{\pi}{4}$$

■ Número de diámetro de la varilla por metro de ancho de losa

$$N_{dv} = \frac{As_i}{A_{dv}}$$

■ Separación de refuerzo

$$S = \frac{\left(100 - N_{dv} \left(\frac{db}{10}\right)\right)}{N_{dv}}$$

■ Chequeo de cortante

$$\phi V_c \geq V_u$$

- Cortante en elementos extremos en la cara del primer apoyo interior

$$V_u = 1.15W_u \frac{Ln}{2}$$

- Cortante en la cara de todos los demás apoyos

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} * b * d * 1000$$

3.8.2 EJEMPLOS DE DISEÑO

Ver Anexo I

- A. Ejemplo de losa unidireccional con más de dos luces.



CAPÍTULO

4



DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES POR EL MÉTODO DE COEFICIENTES

4.1 DEFINICIÓN

Cuando las losas se sustentan en dos direcciones ortogonales, se desarrollan esfuerzos y deformaciones en ambas direcciones, recibiendo el nombre de **Losas Bidireccionales**.



En este método se diseña la losa por paneles de acuerdo a como estos se encuentran dispuestos, es decir, si son paneles de esquina (dos lados discontinuos), paneles de borde (un lado discontinuo) o paneles centrales (sin lados discontinuos); por esta razón se aplica coeficientes para el cálculo de los momentos positivos y negativos que se generan en la losa debido a la continuidad o discontinuidad de sus paneles en sus cuatro bordes.

4.2 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DE LOS COEFICIENTES ^[2]

El método utiliza tablas de coeficientes de momento que cubren varias condiciones. Estos coeficientes se basan en análisis elásticos pero también tienen en cuenta la redistribución inelástica. En consecuencia, el momento de diseño en cada dirección es menor en cierta cantidad que el momento máximo elástico en esa dirección.



Los momentos en las franjas centrales en las dos direcciones se calculan a partir de:

$$M_a = C_a W l_a^2$$

$$M_b = C_b W l_b^2$$

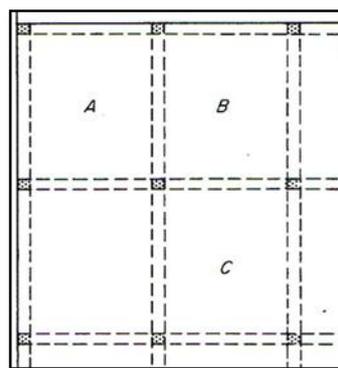
Donde:

C_a, C_b = Coeficientes de momentos tabulados

W = Carga uniforme

l_a, l_b = Longitud de la luz libre en las direcciones corta y larga, respectivamente.

El método establece que cada panel debe dividirse, en ambas direcciones, en una franja central cuyo ancho es la mitad del ancho del panel y en dos franjas de borde o franjas de columna con un ancho igual a un cuarto del ancho del panel. Además, que toda la franja central se diseña para el momento de diseño total tabulado. Para las franjas de borde, este momento se supone que disminuye desde su valor máximo en el borde de la franja central, hasta un tercio de su valor en el borde del panel. En un sistema de vigas que soporta una losa en dos direcciones existen varios tipos de paneles, los cuales se ilustran a continuación:



Panel A tiene dos bordes exteriores discontinuos, mientras que los demás son continuos. Panel B tiene un borde discontinuo y tres bordes continuos. Panel interior C tiene todos los bordes continuos y así sucesivamente. En un borde continuo de losa se generan momentos negativos de manera similar al caso de los apoyos interiores de vigas continuas; así como la magnitud de los momentos positivos depende de las condiciones de continuidad en todos los cuatro bordes.



El código ACI estipula tablas de coeficientes de momentos para el cálculo de momentos negativos en bordes continuos, momentos negativos en bordes discontinuos, momentos positivos ocasionados por carga muerta, momentos positivos generados por carga viva y finalmente para calcular los cortantes en la losa y las cargas en las vigas de apoyo.

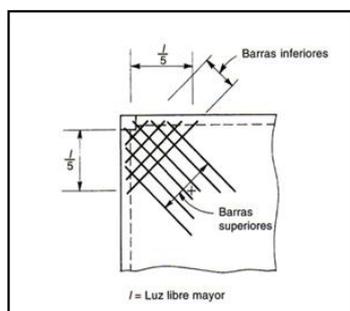
4.2.1 REFUERZO PARA LOSAS BIDIRECCIONALES^[2]

El refuerzo principal a flexión se coloca en un patrón ortogonal con barras paralelas y perpendiculares a los bordes apoyados.

De acuerdo al código ACI 13.3.1, el refuerzo mínimo en cada una de las direcciones de losas en dos direcciones es el necesario para el control de grietas de retracción de fraguado y temperatura.

Los momentos torsionales tienen importancia únicamente en las esquinas exteriores de un sistema de losa en dos direcciones, donde tienden a agrietar la losa en la parte inferior a lo largo de la diagonal del panel, y en la parte superior en dirección perpendicular a la diagonal del panel.

Debe proporcionarse refuerzo especial tanto en la parte superior como en la inferior de las esquinas exteriores de la losa, a lo largo de una distancia en cada dirección igual a un quinto de la luz más larga del panel de esquina medida desde la esquina. El refuerzo en la parte superior de la losa debe ser paralelo a la diagonal desde la esquina, mientras que el de la parte inferior debe ubicarse en forma perpendicular a la diagonal. Como alternativa, las dos filas de acero pueden colocarse en dos bandas paralelas a los lados de la losa.



En cualquier caso, de acuerdo con el Código ACI 13.3.6, los refuerzos positivo y negativo deben tener un tamaño y un espaciamiento equivalentes a los exigidos para el máximo momento positivo en el panel.



4.3 DISPOSICIONES DEL CÓDIGO ACI^[3]

Para el diseño de losas bidireccionales se debe considerar las siguientes disposiciones:

1. El espesor mínimo de losa se lo calcula en base al método expuesto en las especificaciones ACI 1963, en función de las longitudes larga y corta libres del panel.
2. La cuantía de refuerzo de retracción y temperatura debe ser al menos igual a los valores dados en Código ACI 7.12.2.1, pero no menor a 0.0018
3. De acuerdo al Código ACI 7.6.5 la separación del refuerzo principal no debe ser mayor a 3 veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm.
4. En las losas con vigas entre los apoyos, que tengan un valor de α_f mayor de 1.0, debe proporcionarse refuerzo especial en las esquinas exteriores, tanto en la parte inferior como en la superior de la losa de acuerdo con 13.3.6.1 a 13.3.6.4.
5. El Código ACI 13.3.6.1 considera que el refuerzo especial tanto en la parte superior como en la inferior de la losa debe ser suficiente para resistir un momento igual al momento positivo máximo (por metro de ancho) de la losa.
6. Además debe suponerse que el momento actúa alrededor de un eje perpendicular a la diagonal que parte de la esquina en la parte superior de la losa y alrededor de un eje paralelo a la diagonal en la parte inferior de la losa, según Código ACI 13.3.6.2
7. El refuerzo especial debe colocarse a partir de la esquina a una distancia en cada dirección igual a $1/5$ de la longitud de la luz más grande. El refuerzo especial debe colocarse en una banda paralela a la diagonal en la parte superior de la losa, y en una banda perpendicular a la diagonal en la parte inferior de la losa. Alternativamente, el refuerzo especial debe ser colocado en dos capas paralelas a los bordes de la losa tanto en la parte superior como en la parte inferior de la losa, de acuerdo al Código ACI 13.3.6.3 y 13.3.6.4, respectivamente.



4.4 DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES

4.4.1 CASO I: DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES PARA PANEL DE ESQUINA.

4.4.1.1 NOTACIÓN

$L_1 =$	longitud corta eje a eje, m
$L_2 =$	longitud larga eje a eje, m
$L_a =$	longitud corta del panel, m
$L_b =$	longitud larga del panel, m
$h =$	espesor mínimo de la losa, m
$d =$	peralte efectivo, m
$Rec.lib =$	recubrimiento libre, m
$d_b =$	diámetro de la varilla, mm
$DL =$	carga muerta, KN/m^2
$LL =$	carga viva, KN/m^2
$W_u =$	carga última, KN/m^2
$M_a \text{ neg} =$	momento negativo dirección corta en bordes continuos, KN.m
$M_b \text{ neg} =$	momento negativo dirección larga en bordes continuos, KN.m
$C_a, C_b =$	coeficientes de momentos que se obtienen en las tablas de Nilson
$M_a + DL =$	momento positivo dirección corta para carga muerta, KN.m
$M_a + LL =$	momento positivo dirección corta para carga viva, KN.m
$M_b + DL =$	momento positivo dirección larga para carga muerta, KN.m
$M_b + LL =$	momento positivo dirección larga para carga viva, KN.m



$M_a \text{ total} =$	momento total positivo en dirección corta carga viva, KN.m
$M_b \text{ total} =$	momento total positivo en dirección larga carga muerta, KN.m
$M_w \text{ neg} =$	momento negativo dirección corta en bordes discontinuos, KN.m
$M_b \text{ neg} =$	momento negativo dirección larga en bordes discontinuos, KN.m
$\rho =$	cuantía de refuerzo
$f_c =$	resistencia específica a la compresión del hormigón, MPa,
$f_y =$	resistencia específica a la fluencia del refuerzo no pretensado, MPa.
$d =$	espesor efectivo requerido
$\phi =$	coeficiente de reducción de resistencia
$A_s =$	área de acero, cm^2
$A_v =$	área de varilla, m
$N_{\text{var}} =$	número de varillas por metro de ancho de losa
$S =$	espaciamiento de refuerzo, cm
$I_b =$	inercia de la viga de borde
$I_l =$	inercia de la viga de la losa
$c =$	centroide
$W_a =$	carga distribuida en dirección corta, KN/m^2
$W_b =$	carga distribuida en dirección larga, KN/m^2
$V_u =$	fuerza cortante para dirección corta y larga, KN
$\phi V_c =$	fuerza cortante nominal, KN



4.4.1.2 ECUACIONES DE DISEÑO

■ LONGITUDES DE PANEL:

- Longitud corta

$$L_a = L_1 + h_c - \frac{b_e}{2} - \frac{b_i}{2}$$

- Longitud larga

$$L_a = L_2 + b_c - \frac{b_e}{2} - \frac{b_i}{2}$$

■ ESPESOR DE LOSA:

$$h = \frac{1}{180} \left[2 \left(\frac{L_a}{0.3048} + \frac{L_b}{0.3048} \right) \right] \times 30.48$$

■ PERALTE EFECTIVO (D):

$$d = h - \text{recubrimiento} - d_b$$

■ CARGA MUERTA (DL):

$$DL = \text{Peso propio} + P_n + P_{pp} + P_p + P_c$$

■ CARGA ÚLTIMA (WU):

$$W_u = 1.2DL + 1.6LL$$



■ **MOMENTOS:**

- Momentos negativos en bordes continuos

$$M_a \text{ negativo} = C_a \times W_u \times L_a^2$$

$$M_b \text{ negativo} = C_b \times W_u \times L_b^2$$

- Momentos positivos para carga viva y carga muerta

$$M_a + DL = C_a \times W_u \times (L_a)^2$$

$$M_a + LL = C_a \times W_u \times (L_a)^2$$

$$M_a \text{ Total} = (M_a + DL) + (M_a + LL)$$

$$M_b + DL = C_b \times W_u \times (L_b)^2$$

$$M_b + LL = C_b \times W_u \times (L_b)^2$$

$$M_b \text{ Total} = (M_b + DL) + (M_b + LL)$$

- Momentos negativos en bordes discontinuos:

$$M_a, \text{neg} = \frac{1}{3} M_a \text{ Total}$$

$$M_b, \text{neg} = \frac{1}{3} M_b \text{ Total}$$

■ **REFUERZO EN LAS FRANJAS CENTRALES:**

- Cuantía de refuerzo

$$\rho^2 - \frac{f_c'}{0.59f_y} + \frac{M_u f_c'}{0.59 \phi b d^2 f_y^2}$$



■ DIRECCIÓN CORTA

- Momento negativo borde continuo

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$Espaciamiento = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1}$$

- Momento positivo

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$Espaciamiento = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1}$$



- **Momento negativo borde discontinuo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$

- **DIRECCION LARGA**

- **Momento negativo borde continuo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$



- **Momento positivo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$

- **Momento negativo borde discontinuo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$



■ REFUERZO EN FRANJAS DE COLUMNA

DIRECCIÓN CORTA

- Momento negativo borde continuo, momento positivo y momento negativo borde discontinuo.

$$S = Sv * \frac{3}{2}$$

DIRECCIÓN LARGA

- Momento negativo borde continuo, momento positivo y momento negativo borde discontinuo.

$$S = Sv * \frac{3}{2}$$

■ REFUERZO EN LA ESQUINA

- Se realiza refuerzo en la esquina si:

$$\alpha_f = \frac{I_b}{I_l} > 1$$

- Inercia para viga de borde y losa:

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

- Cuantía de refuerzo

$$\rho^2 - \frac{f_c'}{0.59f_y} + \frac{M_u f_c'}{0.59\phi b d^2 f_y^2}$$

- Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$



- Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

- Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$

- Ubicación de refuerzo:

$$\text{Refuerzo} = l_b \frac{1}{5}$$

■ CHEQUEO DE CORTANTE

- Carga distribuida en sentido corto y sentido largo

$$W_a = C_a * W_u$$

$$W_b = C_b * W_u$$

- Fuerza Cortante dirección corta y dirección larga:

$$V_u = W_a * \frac{l_a}{2}$$

$$V_u = W_b * \frac{l_b}{2}$$

- Fuerza cortante nominal

$$\phi V_c = 0.75 * 0.17 * \sqrt{f'_c} * d * 1000$$



4.4.2 CASO II: DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES PARA PANEL EXTERIOR

4.4.2.1 NOTACION

$L_1 =$	longitud corta eje a eje, m
$L_2 =$	longitud larga eje a eje, m
$L_a =$	longitud corta del panel, m
$L_b =$	longitud larga del panel, m
$h =$	espesor mínimo de la losa, m
$d =$	peralte efectivo, m
$Rec.lib =$	recubrimiento libre, m
$d_b =$	diámetro de la varilla, mm
$DL =$	carga muerta, KN/m^2
$LL =$	carga viva, KN/m^2
$W_u =$	carga ultima, KN/m^2
$M_a, neg =$	momento negativo dirección corta en bordes continuos, $KN.m$
$M_b, neg =$	momento negativo dirección larga en bordes continuos, $KN.m$
$C_a, C_b =$	coeficientes de momentos que se obtienen en las tablas de Nilson
$M_a + DL =$	momento positivo dirección corta para carga muerta, $KN.m$
$M_a + LL =$	momento positivo dirección corta para carga viva, $KN.m$
$M_b + DL =$	momento positivo dirección larga para carga muerta, $KN.m$
$M_b + LL =$	momento positivo dirección larga para carga viva, $KN.m$
$M_a, neg =$	momento negativo dirección corta en bordes discontinuos, $KN.m$
$M_b, neg =$	momento negativo dirección larga en bordes discontinuos, $KN.m$
$p =$	cuantía de refuerzo
$f_c =$	resistencia específica a la compresión del hormigón, MPa,
$f_y =$	resistencia específica a la fluencia del refuerzo no pretensado, MPa,
$d =$	espesor efectivo requerido
$\phi =$	coeficiente de reducción de resistencia
$As =$	área de acero, cm^2



A_v =	área de varilla, m
N_{var} =	número de varillas por metro de ancho de losa.
S_v =	espaciamiento de refuerzo de las franjas centrales, cm
S =	espaciamiento de refuerzo, cm

4.4.2.2 ECUACIONES DE DISEÑO

■ LONGITUDES DE PANEL:

- Longitud corta

$$L_a = L_1 + h_c - \frac{b_g}{2} - \frac{b_i}{2}$$

- Longitud larga

$$L_a = L_2 + b_c - \frac{b_g}{2} - \frac{b_i}{2}$$

■ ESPESOR DE LOSA:

$$h = \frac{1}{180} \left[2 \left(\frac{L_a}{0.3048} + \frac{L_b}{0.3048} \right) \right] \times 30.48$$

■ PERALTE EFECTIVO (D):

$$d = h - \text{rec}_{\text{libre}} - d_b$$

■ CARGA MUERTA (DL):

$$DL = \text{Peso propio} + P_n + P_{pp} + P_p + P_c$$



■ CARGA ÚLTIMA (WU):

$$W_u = 1.2DL + 1.6LL$$

■ MOMENTOS:

- Momentos negativos en bordes continuos

$$M_a \text{ negativo} = C_a \times W_u \times L_a^2$$

$$M_b \text{ negativo} = C_b \times W_u \times L_b^2$$

- Momentos positivos para carga viva y carga muerta

$$M_a + DL = C_a \times W_u \times (L_a)^2$$

$$M_a + LL = C_a \times W_u \times (L_a)^2$$

$$M_a \text{ Total} = (M_a + DL) + (M_a + LL)$$

$$M_b + DL = C_b \times W_u \times (L_b)^2$$

$$M_b + LL = C_b \times W_u \times (L_b)^2$$

$$M_b \text{ Total} = (M_b + DL) + (M_b + LL)$$

- Momentos negativos en bordes discontinuos:

$$M_{a,neg} = \frac{1}{3} M_a \text{ Total}$$

$$M_{b,neg} = \frac{1}{3} M_b \text{ Total}$$



■ **REFUERZO EN LAS FRANJAS CENTRALES:**

- Cuantía de refuerzo

$$\rho^2 - \frac{f_c'}{0.59f_y} + \frac{M_u f_c'}{0.59\phi b d^2 f_y^2}$$

■ **DIRECCIÓN CORTA**

- **Momento negativo borde continuo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1}$$

- **Momento positivo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$



Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$

- **Momento negativo borde discontinuo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$



■ DIRECCION LARGA

- Momento negativo borde continuo

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$

- Momento positivo

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$



- **Momento negativo borde discontinuo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$

- **REFUERZO EN FRANJAS DE COLUMNA**

DIRECCIÓN CORTA

- Momento negativo borde continuo, momento positivo y momento negativo borde discontinuo.

$$S = S_v * \frac{3}{2}$$

DIRECCIÓN LARGA

- Momento negativo borde continuo, momento positivo y momento negativo borde discontinuo.

$$S = S_v * \frac{3}{2}$$



4.4.3 CASO III: DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES PARA PANEL DE INTERIOR.

4.4.3.1 NOTACIÓN

$L_1 =$	longitud corta eje a eje, m
$L_2 =$	longitud larga eje a eje, m
$L_a =$	longitud corta del panel, m
$L_b =$	longitud larga del panel, m
$h =$	espesor mínimo de la losa, m
$d =$	peralte efectivo, m
$Rec.lib =$	recubrimiento libre, m
$d_b =$	diámetro de la varilla, mm
$DL =$	carga muerta, KN/m^2
$LL =$	carga viva, KN/m^2
$W_u =$	carga ultima, KN/m^2
$M_a, neg =$	momento negativo dirección corta en bordes continuos, $KN.m$
$M_b, neg =$	momento negativo dirección larga en bordes continuos, $KN.m$
$C_a, C_b =$	coeficientes de momentos que se obtienen en las tablas de Nilson
$M_a + DL =$	momento positivo dirección corta para carga muerta, $KN.m$
$M_a + LL =$	momento positivo dirección corta para carga viva, $KN.m$
$M_b + DL =$	momento positivo dirección larga para carga muerta, $KN.m$
$M_b + LL =$	momento positivo dirección larga para carga viva, $KN.m$
$M_a, neg =$	momento negativo dirección corta en bordes discontinuos, $KN.m$
$M_b, neg =$	momento negativo dirección larga en bordes discontinuos, $KN.m$
$p =$	cuantía de refuerzo
$f_c =$	resistencia específica a la compresión del hormigón, MPa,
$f_y =$	resistencia específica a la fluencia del refuerzo no pretensado, MPa,
$d =$	espesor efectivo requerido
$\phi =$	coeficiente de reducción de resistencia
$As =$	área de acero, cm^2



A_v =	área de varilla, m
N_{var} =	número de varillas por metro de ancho de losa.
S_v =	espaciamiento de refuerzo de las franjas centrales, cm
S =	espaciamiento de refuerzo, cm

4.4.3.2 ECUACIONES DE DISEÑO

■ LONGITUDES DE PANEL:

- Longitud corta

$$L_a = L_1 + h_c - \frac{b_g}{2} - \frac{b_i}{2}$$

- Longitud larga

$$L_a = L_2 + b_c - \frac{b_g}{2} - \frac{b_i}{2}$$

■ ESPESOR DE LOSA:

$$h = \frac{1}{180} \left[2 \left(\frac{L_a}{0.3048} + \frac{L_b}{0.3048} \right) \right] \times 30.48$$

■ PERALTE EFECTIVO (D):

$$d = h - \text{recibres} - d_b$$

■ CARGA MUERTA (DL):

$$DL = \text{Peso propio} + P_n + P_{pp} + P_p + P_c$$



■ CARGA ÚLTIMA (WU):

$$W_u = 1.2DL + 1.6LL$$

■ MOMENTOS:

- Momentos negativos en bordes continuos

$$M_a \text{ negativo} = C_a \times W_u \times L_a^2$$

$$M_b \text{ negativo} = C_b \times W_u \times L_b^2$$

- Momentos positivos para carga viva y carga muerta

$$M_a + DL = C_a \times W_u \times (L_a)^2$$

$$M_a + LL = C_a \times W_u \times (L_a)^2$$

$$M_a \text{ Total} = (M_a + DL) + (M_a + LL)$$

$$M_b + DL = C_b \times W_u \times (L_b)^2$$

$$M_b + LL = C_b \times W_u \times (L_b)^2$$

$$M_b \text{ Total} = (M_b + DL) + (M_b + LL)$$

- Momentos negativos en bordes discontinuos:

$$M_{a,neg} = \frac{1}{3} M_a \text{ Total}$$

$$M_{b,neg} = \frac{1}{3} M_b \text{ Total}$$



■ **REFUERZO EN LAS FRANJAS CENTRALES:**

- Cuantía de refuerzo

$$\rho^2 = \frac{f_c'}{0.59f_y} + \frac{M_u f_c'}{0.59\phi b d^2 f_y^2}$$

■ **DIRECCIÓN CORTA**

- **Momento negativo borde continuo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1}$$

- **Momento positivo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$



Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$

- **Momento negativo borde discontinuo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$

■ DIRECCION LARGA

- **Momento negativo borde continuo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$



Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$

- **Momento positivo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$

- **Momento negativo borde discontinuo**

Área de acero (A_s):

$$A_s = \rho \cdot d$$



Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{\text{var}} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{\text{var}} - 1}$$

■ REFUERZO EN FRANJAS DE COLUMNA

DIRECCIÓN CORTA

- Momento negativo borde continuo, momento positivo y momento negativo borde discontinuo.

$$S = S_v * \frac{3}{2}$$

DIRECCIÓN LARGA

- Momento negativo borde continuo, momento positivo y momento negativo borde discontinuo.

$$S = S_v * \frac{3}{2}$$

4.5 EJEMPLOS DE DISEÑO

Ver Anexo II

- A. Ejemplo de losas bidireccionales para panel de esquina.
- B. Ejemplo de losas bidireccionales para panel exterior e interior.



CAPÍTULO

5



DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROGRAMA

5.1 ANÁLISIS DE OPCIONES

Para el desarrollo del software DISHAR, se escogió el lenguaje de programación Visual Basic:

- Su codificación es de fácil aprendizaje, permitiendo al programador emplear una amplia gama de aplicaciones.
- Permite utilizar enlaces a bases de datos que permitirá al programa guardar y actualizar datos utilizados en el diseño de los diferentes elementos de hormigón armado.
- Permite manipular otros tipos de programas a través de Visual Basic para Aplicaciones y enlace a objetos externos para una mejor manipulación del entorno Windows.
- Los usuarios están familiarizados con este tipo de lenguaje al estar en contacto con programas como Microsoft Word, Excel, Power Point a diario y también la mayoría de software especializado en Hidráulica como EPANET, H Canales, Watercad, REDES etc., está diseñado en Visual Basic.

5.2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE

5.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El presente programa permite al usuario el diseño de elementos de hormigón armado y la representación visual paso a paso del procedimiento de cálculo de los diferentes elementos: vigas, columnas, cimentaciones y losas

5.2.2 REQUISITOS DE HARDWARE Y DEL SOFTWARE

Para ejecutar el programa DISHAR se tiene que tener un hardware con las siguientes características:



El software y hardware necesario para el funcionamiento correcto de **DISHAR** es el siguiente:

Hardware:

- Procesador de 600 MHz
- Memoria RAM de 256MB o superior
- Disco duro de 120MB o superior
- Monitor a color, con resolución mínima de 1024 x 768 píxeles de área de pantalla.
- Unidad de CD-ROM.
- Teclado.
- Mouse.

Software:

- Sistema operativo: Windows XP o Windows Vista.
- Microsoft Office 2007 o superior.

5.3 DISEÑO DEL SOFTWARE

5.3.1 OBJETIVO:

Diseño de elementos de hormigón armado: vigas columnas, cimentaciones y losas.

5.3.2 USUARIOS:

El programa está encaminado a:

- Estudiante de ingeniería civil.



- Profesionales y docentes en la rama de ingeniería civil, permitiéndole ser una herramienta de apoyo en la enseñanza y aprendizaje elementos de hormigón armado.

5.3.3 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DEL SISTEMA:

El programa cumple con las siguientes características funcionales:

1. DISEÑO DE VIGAS.

- Diseño de vigas rectangulares a flexión
- Diseño de vigas rectangulares a cortante
- Diseño de vigas rectangulares a torsión
- Diseño de vigas te a flexión
- Diseño de vigas te a cortante
- Diseño de vigas te a torsión

2. DISEÑO DE COLUMNAS.

- Diseño de columnas rectangulares con carga axial.
- Diseño de columnas rectangulares solicitadas flexión y carga axial.
- Diseño de columnas rectangulares esbeltas en marcos arriostrados.
- Diseño de columnas rectangulares esbeltas en marcos no arriostrados.

3. DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES.

- Diseño de zapatas aisladas con carga concéntrica.
- Diseño de zapatas aisladas con carga excéntrica.
- Diseño de zapatas combinadas para columna externa y interna.
- Diseño de zapatas para muros de mampostería y hormigón.



4. DISEÑO DE LOSAS UNIDIRECCIONALES

- Diseño de losas con más de dos luces:
 - CASO I:** Extremo discontinuo no restringido
 - CASO II:** Viga de Borde
 - CASO III:** Columna
- Diseño de losas con dos luces únicamente
 - CASO I:** Extremo discontinuo no restringido
 - CASO II:** Viga de Borde
 - CASO III:** Columna
- Diseño de losas que no exceden los 3m.
- Diseño de losas con vigas en las cuales la suma de las rigideces de las columnas exceden ocho veces la suma de las rigideces de las vigas para cada extremo de la luz.

5. DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES

- Diseño de losas para panel de esquina
- Diseño de losas para panel exterior
- Diseño de losas para panel interior

5.3.4 ELABORACIÓN DEL MANUAL DE USUARIO

Ver Anexo III



CAPÍTULO

6



RECOMENDACIONES

Al término del presente proyecto de tesis se recomienda lo siguiente:

- 1.** Hacer un seguimiento y actualización constante de los diferentes programas desarrollados en la Escuela de Ingeniería Civil, para contemplar los cambios y actualizaciones en los métodos y procedimientos de diseño empleados, así como las nuevas disposiciones y requerimientos de los códigos.
- 2.** Tener en cuenta que el software que se realiza va a ser utilizados por otras personas, por tanto, procurar que el entorno del software sea amigable para el usuario e interactivo con este.
- 3.** Tratar de facilitar el ingreso de datos mediante esquemas explicativos y que los resultados a obtener sean de fácil comprensión e interpretación para los usuarios.
- 4.** Que los programas a realizar en el futuro abarquen temas específicos, de tal modo que se profundice en el análisis del mismo consiguiendo de esta manera software de mejores características.
- 5.** Además se recomienda que el uso del presente programa es y sea de carácter educativo, dirigido especialmente a docentes y estudiantes de Ingeniería Civil y demás carreras afines.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ^[1] MARCELO ROMO PROAÑO, M.Sc., Temas de hormigón armado, Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador. Recuperado en febrero del 2010 de: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon08.pdf>

- ^[2] WINTER, Urquhart, O'Rourke & Nilson, Diseño de estructuras de concreto reforzado, Mc. Graw Hill, Duodécima Edición, Santa Fe de Bogotá, Colombia, 2000.

- ^[3] ACI COMMITTEE 318-2005, Reglamento para las construcciones de concreto estructural y comentarios, ACI 318-05.

- PAUL F. RICE & EDWARD S. HOFFMAN, Diseño Estructural con Normas ACI, Limusa, Segunda Edición, México, 1991.



ANEXOS



ANEXO I

A. EJEMPLO DE LOSAS UNIDIRECCIONALES CON MAS DE DOS LUCES

CASO II: VIGA DE BORDE

DATOS DE ENTRADA

- SOBRECARGA MUERTA

<i>Peso nivelado</i>	=	0.5 KN/m ²
<i>Peso del piso</i>	=	0.09 KN/m ²
<i>Cielo raso</i>	=	0.2 KN/m ²
<i>Peso de bloques</i>	=	0 KN/m ²
<i>Peso de las paredes</i>	=	4.57 KN/m ²
<i>Otras cargas permanentes</i>	=	0 KN/m ²

- DATOS I

<i>f_c</i>	=	21MPa
<i>f_y</i>	=	420 MPa
<i>w_c</i>	=	23.544KN/m ³
<i>Rec. Li.</i>	=	20mm

- PROPIEDADES GEOMETRICAS DE VIGAS

<i>L_b</i>	=	0.3m
<i>A</i>	=	45cm
<i>L</i>	=	2.8m
<i>h</i>	=	0.15m

- DATOS II

<i>LL</i>	=	2KN/m ²
<i>W_{losa}</i>	=	3.53KN/m ²



• NUMERO DE LUCES

$$\begin{aligned}Ln_1 &= 3\text{m} \\Ln_2 &= 2.85\text{m} \\Ln_3 &= 2.75\text{m} \\Ln_4 &= 2.65\text{m}\end{aligned}$$

DESARROLLO

1. Luz de los elementos

$$\begin{aligned}Ln (\text{calc}) &= Ln + h \\Ln (\text{calc}) &= (2.8 - 0.3) + 0.15 \\Ln (\text{calc}) &= 2.65 \\Ln (\text{calc}) &\leq L \\2.65 &\leq 2.5 \text{ OK}\end{aligned}$$

2. Cálculo de la sobrecarga muerta

$$\begin{aligned}SC_{muerta} &= (0.5 + 0.09 + 0.2 + 0 + 4.57 + 0) \\SC_{muerta} &= 5.36 \text{ KN} / \text{m}^2\end{aligned}$$

3. Cálculo de Cargas

$$\begin{aligned}LD &= (SC_{muerta} + W_{losa}) \\LD &= (5.36 + 3.53) \\LD &= 8.89 \text{ KN} / \text{m}^2\end{aligned}$$

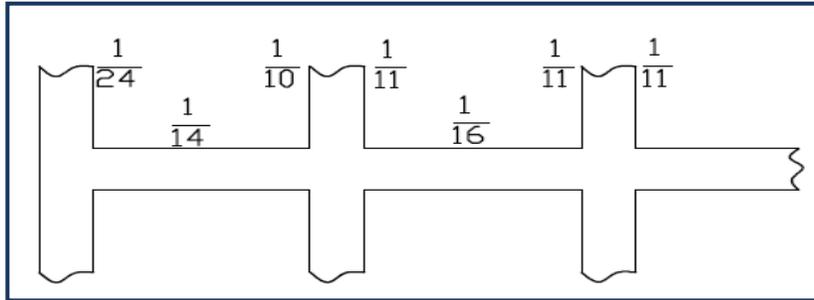
4. Cálculo de carga ultima

$$\begin{aligned}W_u &= (1.2LD + 1.6LL) \\W_u &= 1.2(8.89) + 1.6(6) \\W_u &= 13.868 \text{ KN} / \text{m}^2\end{aligned}$$



5. Momentos flectores

$$\pm M = \frac{W_u * L_n^2}{Coef. ACI}$$



• PRIMER TRAMO

Apoyo exterior

$$-M = \frac{13.868 * \curvearrowright}{24}$$

$$-M = 5.201 \text{ KN.m}$$

Centro de la luz

$$+M = \frac{13.868 * \curvearrowright}{14}$$

$$+M = 8.915 \text{ KN.m}$$

Apoyo interior

$$-M = \frac{13.868 * \curvearrowright}{10}$$

$$-M = 12.481 \text{ KN.m}$$



- **SEGUNDO TRAMO**

Apoyo exterior

$$+ M = \frac{13.868 * \underbrace{0.85^2}_{\text{m}^2}}{11}$$
$$+ M = 10.240 \text{ KN.m}$$

Centro de la luz

$$- M = \frac{13.868 * \underbrace{0.85^2}_{\text{m}^2}}{16}$$
$$- M = 7.040 \text{ KN.m}$$

Apoyo interior

$$- M = \frac{13.868 * \underbrace{0.85^2}_{\text{m}^2}}{11}$$
$$- M = 10.240 \text{ KN.m}$$

- **TERCER TRAMO**

Apoyo exterior

$$+ M = \frac{13.868 * \underbrace{0.75^2}_{\text{m}^2}}{11}$$
$$+ M = 9.534 \text{ KN.m}$$

Centro de la luz

$$- M = \frac{13.868 * \underbrace{0.75^2}_{\text{m}^2}}{16}$$
$$- M = 6.555 \text{ KN.m}$$

Apoyo interior

$$- M = \frac{13.868 * \underbrace{0.75^2}_{\text{m}^2}}{11}$$
$$- M = 9.534 \text{ KN.m}$$



- CUARTO TRAMO

Apoyo exterior

$$-M = \frac{13.868 * 0.65^2}{10}$$
$$-M = 9.739 \text{ KN.m}$$

Centro de la luz

$$+M = \frac{13.868 * 0.65^2}{14}$$
$$+M = 6.956 \text{ KN.m}$$

Apoyo interior

$$-M = \frac{13.868 * 0.65^2}{24}$$
$$-M = 4.058 \text{ KN.m}$$

6. Cálculo de alturas y espesor

$$\beta_1 = 0.85 - 0.005 \frac{(f'c - 28)}{7}$$
$$\beta_1 = 0.85 - 0.005 \frac{(21 - 28)}{7}$$
$$\beta_1 = 0.855$$

Condición: $0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$

Adoptar: $\beta_1 = 0.85$



7. Cálculo de cuantía

$$\rho_b = 0.85 \beta_1 \frac{f_c'}{f_y} \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = 0.85 \left(0.85 \frac{21}{420} \frac{600}{600 + 21} \right)$$

$$\rho_b = 0.02125$$

■ **Cuantía máxima**

$$\rho_{\max} = 0.625 \rho_b$$

$$\rho_{\max} = 0.625 (0.02125)$$

$$\rho_{\max} = 0.01329$$

■ **Cuantía típica en losas**

$$\rho_t = 0.2 \rho_b$$

$$\rho_t = 0.2 (0.02125)$$

$$\rho_t = 0.00425$$

■ **Espesor mínimo efectivo**

$$d^2 = \frac{Mu}{\phi \rho b d^2 f_y \left(1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f_c'} \right)}$$

$$d^2 = \frac{(2.4812 / 1000)}{0.9 (0.00425) (420) \left(1 - 0.59 \frac{(0.00425) (420)}{21} \right)}$$

$$d^2 = 0.0083 \text{ m}$$

$$d = 0.099 \text{ m}$$



8. Cálculo de “d” según ACI 9.5.2.1

Para $W_c=2400$ y refuerzo 420 MPa

$$h = \frac{Ln_1}{f}$$

$$h = \frac{3}{24}$$

$$h = 0.125m$$

$$d = h - \frac{\left(\text{Rec.Libre} + \frac{db}{2} \right)}{1000}$$

$$d = 0.125 - \frac{\left(20 + \frac{12}{2} \right)}{1000}$$

$$d = 0.099 m$$

Adoptar $d=0.099$

9. Recalcular h

$$h = d + \frac{\left(\text{Rec.Libre} + \frac{db}{2} \right)}{1000}$$

$$h = 0.099 + \frac{\left(20 + \frac{12}{2} \right)}{1000}$$

$$h = 0.125m$$

Redondear $h=0.12$



10. Recalcular d

$$d = h - \frac{\left(\text{Re c.Libre} + \frac{db}{2} \right)}{1000}$$

$$d = 0.12 - \frac{\left(20 + \frac{12}{2} \right)}{1000}$$

$$d = 0.094m$$

11. Cálculo de la cuantía de refuerzo requerido

$$\rho = \frac{\frac{f'_c}{0.59f_y} - \sqrt{\left(\frac{f'_c}{0.59f_y} \right)^2 - 4 * \left(\frac{Mu f'_c}{0.59\phi b d^2 0.59 f_y^2} \right)}}{2}$$

La cuantía de refuerzo de retracción y de temperatura debe ser al menos igual a los valores dados en ACI 7.12.2.1, pero no menor que 0.0018.

• **PRIMER TRAMO**

Apoyo exterior $\rho = 0.0018$

Centro de la luz $\rho = 0.0032$

Apoyo interior $\rho = 0.0045$

• **SEGUNDO TRAMO**

Apoyo exterior $\rho = 0.0037$

Centro de la luz $\rho = 0.0024$

Apoyo interior $\rho = 0.0037$



- **TERCER TRAMO**

Apoyo exterior $\rho = 0.0034$

Centro de la luz $\rho = 0.0023$

Apoyo interior $\rho = 0.0034$

- **CUARTO TRAMO**

Apoyo exterior $\rho = 0.0034$

Centro de la luz $\rho = 0.0024$

Apoyo interior $\rho = 0.0018$

12. Cálculo del área de acero requerido

$$A_s = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{0.85 f_c}{2} \right)}$$

- **PRIMER TRAMO**

Apoyo exterior $As1 = 1.593cm^2$

Centro de la luz $As2 = 2.801cm^2$

Apoyo interior $As3 = 3.951cm^2$



- **SEGUNDO TRAMO**

Apoyo exterior $As4 = 3.256cm^2$

Centro de la luz $As5 = 2.138cm^2$

Apoyo interior $As6 = 3.256cm^2$

- **TERCER TRAMO**

Apoyo exterior $As7 = 3.027cm^2$

Centro de la luz $As8 = 2.024cm^2$

Apoyo interior $As9 = 3.027cm^2$

- **CUARTO TRAMO**

Apoyo exterior $As10 = 3.027cm^2$

Centro de la luz $As11 = 2.138cm^2$

Apoyo interior $As12 = 1.584cm^2$

13. Cálculo del área de la varilla

$$A_{dv} = \left(\frac{db}{10}\right)^2 \times \frac{\pi}{4}$$

$$A_{dv} = \left(\frac{12}{10}\right)^2 \times \frac{\pi}{4}$$

$$A_{dv} = 1.1309cm^2$$



14. Cálculo del número de diámetro de la varilla por cada metro de ancho de losa

$$N_{dv} = \frac{A_{s_i}}{A_{dv}}$$

• **PRIMER TRAMO**

Apoyo exterior $N_{dv} = 1.408$

Centro de la luz $N_{dv} = 2.482$

Apoyo interior $N_{dv} = 3.494$

• **SEGUNDO TRAMO**

Apoyo exterior $N_{dv} = 2.879$

Centro de la luz $N_{dv} = 1.891$

Apoyo interior $N_{dv} = 2.879$

• **TERCER TRAMO**

Apoyo exterior $N_{dv} = 2.676$

Centro de la luz $N_{dv} = 1.789$

Apoyo interior $N_{dv} = 2.677$



- **CUARTO TRAMO**

Apoyo exterior $N_{dv} = 2.677$

Centro de la luz $N_{dv} = 1.891$

Apoyo interior $N_{dv} = 1.401$

15. Cálculo de la separación de refuerzo

$$S = \frac{\left(100 - N_{dv} \left(\frac{db}{10}\right)\right)}{N_{dv}}$$

La separación de refuerzo principal no debe ser mayor a 3 veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm.

- **PRIMER TRAMO**

Apoyo exterior $S = 45cm$

Centro de la luz $S = 39.08cm$

Apoyo interior $S = 27.42cm$

- **SEGUNDO TRAMO**

Apoyo exterior $S = 33.53cm$

Centro de la luz $S = 45cm$

Apoyo interior $S = 33.53cm$



- **TERCER TRAMO**

Apoyo exterior $S = 33.61cm$

Centro de la luz $S = 51.75cm$

Apoyo interior $S = 33.62cm$

- **CUARTO TRAMO**

Apoyo exterior $S = 33.62cm$

Centro de la luz $S = 51.64cm$

Apoyo interior $S = 34.15cm$

16. Chequeo de cortante

- a. Cortante en elementos extremos en la cara del primer apoyo interior

$$V_u = 1.15W_u \frac{Ln}{2}$$

- **PRIMER TRAMO** $V_u = 23.92KN$

- **SEGUNDO TRAMO** $V_u = 22.73KN$

- **TERCER TRAMO** $V_u = 21.93KN$

- **CUARTO TRAMO** $V_u = 21.13KN$



b. Cortante en la cara de todos los demás apoyos

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} * b * d * 1000$$

$$V_c = 71.79 KN$$

Si la fuerza cortante nominal es mayor a la fuerza cortante $\phi V_c \geq V_u$, el espesor de losa es correcto.

- **PRIMER TRAMO** $64.61KN \geq 23.92KN$ OK
- **SEGUNDO TRAMO** $64.61KN \geq 22.73KN$ OK
- **TERCER TRAMO** $64.61KN \geq 21.93KN$ OK
- **CUARTO TRAMO** $64.61KN \geq 21.13KN$ OK



ANEXO II

A. EJEMPLO DE LOSAS BIDIRECCIONALES PARA PANEL DE ESQUINA

Datos iniciales:

<i>Longitud corta eje a eje (L_1):</i>	4.5 m
<i>Longitud larga eje a eje (L_2):</i>	6.0 m
<i>Secciones de columna:</i>	0.50x0.50m
<i>Secciones de vigas exteriores ($b_e * a_e$):</i>	0.35x0.45m
<i>Secciones de vigas interiores ($b_i * a_i$):</i>	0.35x0.45m
<i>Carga viva (LL):</i>	3.5 KN/m ²
<i>Recubrimiento libre:</i>	20 mm
<i>Diámetro de varilla principal (d_b):</i>	12 mm
Peso específico del hormigón (g):	23.544 KN/m ³
Resistencia del hormigón ($f'c$):	21 MPa
Fluencia del acero (f_y):	420 MPa
Peso del nivelado (P_n):	0.490 KN/m ²
Peso del piso (P_p):	0.031 KN/m ²
Peso del cieloraso (P_c):	0.290 KN/m ²
Peso paredes del panel (P_{pp}):	2.943 KN/m ²



PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO:

1. Cálculo de longitudes de panel

- Longitud corta (L_a):

$$L_a = L_1 + \frac{h_c}{2} - b_e - \frac{b_i}{2}$$

$$L_a = 4.5 \text{ m} + \frac{0.50 \text{ m}}{2} - 0.35 \text{ m} - \frac{0.35 \text{ m}}{2} = \mathbf{4.23 \text{ m}}$$

- Longitud larga (L_b):

$$L_b = L_2 + \frac{b_c}{2} - b_e - \frac{b_i}{2}$$

$$L_b = 6.0 \text{ m} + \frac{0.50 \text{ m}}{2} - 0.35 \text{ m} - \frac{0.35 \text{ m}}{2} = \mathbf{5.73 \text{ m}}$$

2. Cálculo de espesor de losa:

$$h = \frac{1}{180} \sqrt[2]{\frac{L_a}{0.3048} + \frac{L_b}{0.3048}} \times 30.48$$

$$h = \frac{1}{180} \sqrt[2]{\frac{4.23 \text{ m}}{0.3048} + \frac{5.73 \text{ m}}{0.3048}} \times 30.48 = \mathbf{0.111 \text{ m}}$$

$h_{\text{adoptada}}: 0.15 \text{ m}$

3. Peralte efectivo (d):

$$d = h - rec_{\text{libre}} - d_b$$

$$d = 0.15 \text{ m} - 0.020 \text{ m} - 0.006 \text{ m} = \mathbf{0.124 \text{ m}}$$



4. Cálculo de carga muerta (DL):

$$\text{Peso propio de la losa: } 2400 \frac{9.81 \text{ KN}}{1000 \text{ m}^3} \cdot h$$

$$\text{Peso propio de la losa: } 2400 \frac{9.81 \text{ KN}}{1000 \text{ m}^3} \times 0.15 \text{ m} = 3.53 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

$$DL = \text{Peso propio} + P_n + P_{pp} + P_p + P_c$$

$$DL = 3.53 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} + 0.49 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} + 2.943 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} + 0.031 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} + 0.29 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 7.29 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

5. Cálculo de la carga última (W_u):

$$W_u = 1.2DL + 1.6LL$$

$$W_u = 1.2 \times 7.29 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} + 1.6 \times 3.50 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 14.35 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

6. Cálculo de momentos:

Los momentos se calculan utilizando las tablas del libro de Nilson, aplicando los coeficientes indicados según el número de bordes continuos o discontinuos que tenga el panel a diseñar; de acuerdo a la relación L_a/L_b

- Momentos negativos en bordes continuos (Tabla 12.3 Nilson):

Relación L_a/L_b : 0.74

$$M_{a \text{ negativo}} = C_a \times W_u \times L_a^2$$

$$M_{a \text{ negativo}} = 0.085 \times 14.35 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 4.23 \text{ m}^2 = 22.08 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$M_{b \text{ negativo}} = C_b \times W_u \times L_b^2$$



$$M_b \text{negativo} = 0.085 \times 14.35 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 5.73 \text{ m}^2 = \mathbf{40.04 \text{ KN.m}}$$

- Momentos positivos (Tablas 12.4 y 12.5 de Nilson):

$$M_a + DL = C_a \times W_u \times L_a^2$$

$$M_a + DL = 0.033 \times 8.749 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 4.23 \text{ m}^2 = \mathbf{5.15 \text{ KN.m}}$$

$$M_a + LL = C_a \times W_u \times L_a^2$$

$$M_a + LL = 0.047 \times 5.60 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 4.23 \text{ m}^2 = \mathbf{4.70 \text{ KN.m}}$$

$$M_a \text{ Total} = M_a + DL + M_a + LL = \mathbf{9.85 \text{ KN.m}}$$

$$M_b + DL = C_b \times W_u \times L_b^2$$

$$M_b + DL = 0.007 \times 8.749 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 5.73 \text{ m}^2 = \mathbf{2.00 \text{ KN.m}}$$

$$M_b + LL = C_b \times W_u \times L_b^2$$

$$M_b + LL = 0.013 \times 5.60 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 5.73 \text{ m}^2 = \mathbf{2.39 \text{ KN.m}}$$

$$M_b \text{ Total} = M_b + DL + M_b + LL = \mathbf{4.39 \text{ KN.m}}$$

- Momentos negativos en bordes discontinuos:

$$M_a, \text{neg} = \frac{1}{3} M_a \text{ Total}$$

$$M_a, \text{neg} = \frac{1}{3} 9.85 \text{ KN.m} = \mathbf{3.28 \text{ KN.m}}$$



$$M_{b,neg} = \frac{1}{3} M_b Total$$

$$M_{b,neg} = \frac{1}{3} 4.39 \text{ KN.m} = \mathbf{1.46 \text{ KN.m}}$$

7. Cálculo de acero de refuerzo:

De acuerdo a ACI 318 – 05 7.12.2.1, la cuantía de acero adoptada no puede ser menor que 0.0018, en cualquier caso.

- **Cálculo de refuerzo en las franjas centrales**

$$\rho^2 - \frac{f_c'}{0.59f_y} + \frac{M_u f_c'}{0.59\phi b d^2 f_y^2}$$

- **DIRECCIÓN CORTA**

Momento negativo, borde continuo

db = 12 mm

Cuantía = 0.00392797; cuantía adoptada = **0.00392797**

Peralte efectivo: ancho de losa – db – recubrimiento libre= **0.124m**

Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = 0.392797 \times 12.4 = \mathbf{4.8698 \text{ cm}^2}$$

Área de 1 varilla de 12 mm: 1.1309724



Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{4.31 \text{ varillas por metro}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{30 \text{ cm}}$$

La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Momento positivo

db = **12 mm**

Cuantía = 0.001; cuantía adoptada = **0.0018**

Peralte efectivo: ancho de losa – db – recubrimiento libre = **0.124**

Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = 0.18 \times 12.4 = \mathbf{2.232 \text{ cm}^2}$$

Área de 1 varilla de 12 mm: **1.1309**

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{1.974 \text{ varillas por metro}}$$



Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{101.4 \text{ cm}}$$

La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Espaciamiento adoptado= **45cm**

Momento negativo, borde discontinuo

db = **12 mm**

Cuantía = 0.0003; cuantía adoptada = **0.0018**

Peralte efectivo: ancho de losa – db – recubrimiento libre = **0.124 m**

Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = 0.18 \times 12.4 = \mathbf{2.232 \text{ cm}^2}$$

Área de 1 varilla de 12 mm: **1.1309**

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{1.973 \text{ varillas por metro}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{101.98 \text{ cm}}$$



La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Espaciamiento adoptado = **45cm**

- **DIRECCIÓN LARGA**

Momento negativo, borde continuo

db = **12 mm**

Cuantía = 0.0011; cuantía adoptada = **0.0018**

Peralte efectivo: ancho de losa – db – recubrimiento libre = **0.112**

Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = 0.18 \times 11.2 = \mathbf{1.783 \text{ cm}^2}$$

Área de 1 varilla de 12 mm: **1.1309 cm²**

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{1.782 \text{ varillas por metro}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{126 \text{ cm}}$$

La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Espaciamiento adoptado = **45cm**



Momento positivo

db = **12 mm**

Cuantía = 0.0019; cuantía adoptada = **0.002**

Peralte efectivo: ancho de losa – db – recubrimiento libre = **0.112m**

Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = 0.18 \times 11.2 = \mathbf{2.24 \text{ cm}^2}$$

Área de 1 varilla de 12 mm: **1.1309**

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{1.9805 \text{ varillas por metro}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{101 \text{ cm}}$$

La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Espaciamiento adoptado = **45cm**



Momento negativo, borde discontinuo

db = 12 mm

Cuantía = 0.0009; cuantía adoptada = **0.0018**

Peralte efectivo: ancho de losa – db – recubrimiento libre = **0.112**

Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = 0.18 \times 11.2 = \mathbf{2.016 \text{ cm}^2}$$

Área de 1 varilla de 12 mm: 1.1309

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{1.7825 \text{ varillas por metro}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{126 \text{ cm}}$$

La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Espaciamiento adoptado = **45cm**



8. Cálculo de refuerzo en franjas de columna

Se utiliza la misma cantidad de acero que para las franjas centrales, pero se multiplica la separación de varillas por 1.5.

- **DIRECCIÓN CORTA**

Momento negativo borde continuo

Espaciamiento: $30 \text{ cm} * 1.5 = 45\text{cm}$

Espaciamiento adoptado = **45cm**

Momento positivo

Espaciamiento: $101 \text{ cm} * 1.5 = 152\text{cm}$

Espaciamiento adoptado = **45cm**

Momento negativo borde discontinuo

Espaciamiento: $101 \text{ cm} * 1.5 = 152\text{cm}$

Espaciamiento adoptado = **45cm**

- **DIRECCIÓN LARGA**

Momento negativo borde continuo

Espaciamiento: $126 \text{ cm} * 1.5 = 189\text{cm}$

Espaciamiento adoptado = **45cm**

Momento positivo

Espaciamiento: $101 \text{ cm} * 1.5 = 152\text{cm}$

Espaciamiento adoptado = **45cm**

Momento negativo borde discontinuo

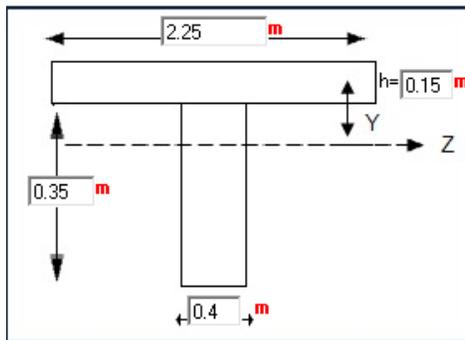
Espaciamiento: $126 \text{ cm} * 1.5 = 189\text{cm}$

Espaciamiento adoptado = **45cm**



9. Refuerzo en la esquina

La figura mostrada indica los datos necesarios para el cálculo de inercias tanto para la viga como para la losa.



- **Cálculo del centróide**

$$c = \frac{2.25 * 0.15 * \frac{0.15}{2} + 0.35 * 0.9 * \frac{0.35}{2} + 0.15}{2.25 * 0.15 + 0.35 * 0.4} = 0.1489m$$

- **Cálculo de la inercia**

$$I_z = 0.4 * \frac{0.35^3}{12} + 2.25 * \frac{0.15^3}{12} + 2.25 * 0.15 * \left(0.1489 - \frac{0.15}{2} \right)^2 + 0.35 * 0.4 * \left(\frac{0.35}{2} - 0.1489 + 0.15 \right)^2 = 0.0082m^4$$

- **Cálculo de inercia solo en la viga**

$$I_b = 0.4 * \frac{0.15 + 0.35}{12}^3 = 0.0042m^4$$



- Cálculo de inercia solo en la losa

$$I_b = 2.25 * \frac{0.15^3}{12} = \mathbf{0.0006m^4}$$

Si el valor de α_f es mayor que 1 se debe diseñar el refuerzo en la esquina ACI 318 – 05

α_f es igual al momento de inercia de la viga de borde sobre el momento de inercia de la losa.

$$\alpha_f = \frac{I_b}{I_l}$$

$$\alpha_f = \frac{0.0042 m^4}{0.0006 m^4} = \mathbf{6.6 > 1}$$

El refuerzo en los bordes se diseña para el mayor momento positivo, ya sea este de la dirección corta o dirección larga, en este caso $M_a = 9.85 \text{ KN.m}$, que corresponde a la dirección corta.

- Con diámetro de varilla de **12 mm**
- Peralte efectivo

$$d = \text{ancho de losa} - d_b - \text{recubrimiento libre} = \mathbf{0.112m}$$

- Cuantía de acero $\rho = 0.0021$; cuantía adoptada = **0.0018**
- Área de acero que se necesita en la losa

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = \mathbf{2.06 \text{ cm}^2}$$



- Número de varillas de acero que se necesita por metro de losa

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{1.1309 \text{ varillas por metro.}}$$

- Espaciamiento entre varillas

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{126 \text{ cm}}$$

La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Espaciamiento adoptado = **45cm**

- La longitud en la que se debe ubicar el refuerzo en la esquina es de $1/5L_b$ (un quinto del lado largo) en este caso 1.145 m, en dirección perpendicular a la diagonal de la losa (se debe de colocar refuerzo superior e inferior).

10. Chequeo de cortante

Finalmente se debe chequear que la fuerza corta nominal sea mayor que el cortante último en la losa.

- Se calcula la carga distribuida en ambos sentidos multiplicando la carga W_u por los coeficientes C_a y C_b de la tabla 12.6 de Nilson.

$$W_a = C_a \cdot W_u \text{ en dirección corta} = 0.882 * 14.35 = \mathbf{12.656 \text{ KN/m}^2}$$

$$W_b = C_b \cdot W_u \text{ en dirección larga} = 0.118 * 14.35 = \mathbf{1.693 \text{ KN/m}^2}$$



- Se calcula el cortante último para ambas direcciones:

$$V_u \text{ dirección corta} = W_a \cdot L_a / 2 = \mathbf{26.735 \text{ KN}}$$

$$V_u \text{ dirección larga} = W_b \cdot L_b / 2 = \mathbf{4.847 \text{ KN}}$$

- Se calcula el cortante nominal fV_c que debe ser mayor a los cortantes últimos:

$$\phi V_c = 0.75 \times 0.17 \times \overline{f'_c} \cdot d \cdot 1000 = 72.451$$

Por lo tanto el espesor adoptado de losa es el correcto



B. EJEMPLO DE LOSAS BIDIRECCIONALES PARA PANEL EXTERIOR E INTERIOR

Datos iniciales:

<i>Longitud corta eje a eje (L_1):</i>	4.5 m
<i>Longitud larga eje a eje (L_2):</i>	6.0 m
<i>Secciones de columna:</i>	0.50x0.50m
<i>Secciones de vigas exteriores ($b_e * a_e$):</i>	0.35x0.45m
<i>Secciones de vigas interiores ($b_i * a_i$):</i>	0.35x0.45m
<i>Carga viva (LL):</i>	3.5 KN/m ²
<i>Recubrimiento libre:</i>	20 mm
<i>Diámetro de varilla principal (d_b):</i>	12 mm
<i>Peso específico del hormigón (g):</i>	23.544 KN/m ³
<i>Resistencia del hormigón ($f'c$):</i>	21 MPa
<i>Fluencia del acero (f_y):</i>	420 MPa
<i>Peso del nivelado (P_n):</i>	0.490 KN/m ²
<i>Peso del piso (P_p):</i>	0.031 KN/m ²
<i>Peso del cieloraso (P_c):</i>	0.290 KN/m ²
<i>Peso paredes del panel (P_{pp}):</i>	2.943 KN/m ²



PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO:

1. Cálculo de longitudes de panel

- Longitud corta (L_a):

$$L_a = L_1 + \frac{h_c}{2} - b_e - \frac{b_i}{2}$$

$$L_a = 4.5 \text{ m} + \frac{0.50 \text{ m}}{2} - 0.35 \text{ m} - \frac{0.35 \text{ m}}{2} = \mathbf{4.23 \text{ m}}$$

- Longitud larga (L_b):

$$L_b = L_2 + \frac{b_c}{2} - b_e - \frac{b_i}{2}$$

$$L_b = 6.0 \text{ m} + \frac{0.50 \text{ m}}{2} - 0.35 \text{ m} - \frac{0.35 \text{ m}}{2} = \mathbf{5.73 \text{ m}}$$

2. Cálculo de espesor de losa:

$$h = \frac{1}{180} \sqrt[2]{\frac{L_a}{0.3048} + \frac{L_b}{0.3048}} \times 30.48$$

$$h = \frac{1}{180} \sqrt[2]{\frac{4.23 \text{ m}}{0.3048} + \frac{5.73 \text{ m}}{0.3048}} \times 30.48 = \mathbf{0.111 \text{ m}}$$

$h_{\text{adoptada}}: 0.15 \text{ m}$

3. Peralte efectivo (d):

$$d = h - rec_{\text{libre}} - d_b$$

$$d = 0.15 \text{ m} - 0.020 \text{ m} - 0.006 \text{ m} = \mathbf{0.124 \text{ m}}$$



4. Cálculo de carga muerta (DL):

$$\text{Peso propio de la losa: } 2400 \frac{9.81 \text{ KN}}{1000 \text{ m}^3} \cdot h$$

$$\text{Peso propio de la losa: } 2400 \frac{9.81 \text{ KN}}{1000 \text{ m}^3} \times 0.15 \text{ m} = 3.53 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

$$DL = \text{Peso propio} + P_n + P_{pp} + P_p + P_c$$

$$DL = 3.53 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} + 0.49 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} + 2.943 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} + 0.031 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} + 0.29 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 7.29 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

5. Cálculo de la carga última (W_u):

$$W_u = 1.2DL + 1.6LL$$

$$W_u = 1.2 \times 7.29 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} + 1.6 \times 3.50 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 14.35 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

6. Cálculo de momentos:

Los momentos se calculan utilizando las tablas del libro de Nilson, aplicando los coeficientes indicados según el número de bordes continuos o discontinuos que tenga el panel a diseñar; de acuerdo a la relación L_a/L_b

- Momentos negativos en bordes continuos (Tabla 12.3 Nilson):

Relación L_a/L_b : 0.74

$$M_{a \text{ negativo}} = C_a \times W_u \times L_a^2$$

$$M_{a \text{ negativo}} = 0.085 \times 14.35 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 4.23 \text{ m}^2 = 22.08 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$M_{b \text{ negativo}} = C_b \times W_u \times L_b^2$$



$$M_b \text{negativo} = 0.085 \times 14.35 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 5.73 \text{ m}^2 = \mathbf{40.04 \text{ KN.m}}$$

- Momentos positivos (Tablas 12.4 y 12.5 de Nilson):

$$M_a + DL = C_a \times W_u \times L_a^2$$

$$M_a + DL = 0.033 \times 8.749 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 4.23 \text{ m}^2 = \mathbf{5.15 \text{ KN.m}}$$

$$M_a + LL = C_a \times W_u \times L_a^2$$

$$M_a + LL = 0.047 \times 5.60 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 4.23 \text{ m}^2 = \mathbf{4.70 \text{ KN.m}}$$

$$M_a \text{ Total} = M_a + DL + M_a + LL = \mathbf{9.85 \text{ KN.m}}$$

$$M_b + DL = C_b \times W_u \times L_b^2$$

$$M_b + DL = 0.007 \times 8.749 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 5.73 \text{ m}^2 = \mathbf{2.00 \text{ KN.m}}$$

$$M_b + LL = C_b \times W_u \times L_b^2$$

$$M_b + LL = 0.013 \times 5.60 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 5.73 \text{ m}^2 = \mathbf{2.39 \text{ KN.m}}$$

$$M_b \text{ Total} = M_b + DL + M_b + LL = \mathbf{4.39 \text{ KN.m}}$$

- Momentos negativos en bordes discontinuos:

$$M_a, \text{neg} = \frac{1}{3} M_a \text{ Total}$$

$$M_a, \text{neg} = \frac{1}{3} 9.85 \text{ KN.m} = \mathbf{3.28 \text{ KN.m}}$$



$$M_{b,neg} = \frac{1}{3} M_b Total$$

$$M_{b,neg} = \frac{1}{3} 4.39 \text{ KN.m} = \mathbf{1.46 \text{ KN.m}}$$

7. Cálculo de acero de refuerzo:

De acuerdo a ACI 318 – 05 7.12.2.1, la cuantía de acero adoptada no puede ser menor que 0.0018, en cualquier caso.

- **Cálculo de refuerzo en las franjas centrales**

$$\rho^2 - \frac{f_c'}{0.59f_y} + \frac{M_u f_c'}{0.59\phi b d^2 f_y^2}$$

- **DIRECCIÓN CORTA**

Momento negativo, borde continuo

db = 12 mm

Cuantía = 0.00392797; cuantía adoptada = **0.00392797**

Peralte efectivo: ancho de losa – db – recubrimiento libre= **0.124m**

Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = 0.392797 \times 12.4 = \mathbf{4.8698 \text{ cm}^2}$$

Área de 1 varilla de 12 mm: 1.1309724



Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{4.31 \text{ varillas por metro}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{30 \text{ cm}}$$

La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Momento positivo

db = **12 mm**

Cuantía = 0.001; cuantía adoptada = **0.0018**

Peralte efectivo: ancho de losa – db – recubrimiento libre = **0.124**

Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = 0.18 \times 12.4 = \mathbf{2.232 \text{ cm}^2}$$

Área de 1 varilla de 12 mm: **1.1309**

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{1.974 \text{ varillas por metro}}$$



Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{101.4 \text{ cm}}$$

La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Espaciamiento adoptado= **45cm**

Momento negativo, borde discontinuo

db = **12 mm**

Cuantía = 0.0003; cuantía adoptada = **0.0018**

Peralte efectivo: ancho de losa – db – recubrimiento libre = **0.124 m**

Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = 0.18 \times 12.4 = \mathbf{2.232 \text{ cm}^2}$$

Área de 1 varilla de 12 mm: **1.1309**

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{1.973 \text{ varillas por metro}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{101.98 \text{ cm}}$$



La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Espaciamiento adoptado = **45cm**

- **DIRECCIÓN LARGA**

Momento negativo, borde continuo

db = **12 mm**

Cuantía = 0.0011; cuantía adoptada = **0.0018**

Peralte efectivo: ancho de losa – db – recubrimiento libre = **0.112**

Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = 0.18 \times 11.2 = \mathbf{1.783 \text{ cm}^2}$$

Área de 1 varilla de 12 mm: **1.1309 cm²**

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{1.782 \text{ varillas por metro}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{126 \text{ cm}}$$

La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Espaciamiento adoptado = **45cm**



Momento positivo

db = **12 mm**

Cuantía = 0.0019; cuantía adoptada = **0.002**

Peralte efectivo: ancho de losa – db – recubrimiento libre = **0.112m**

Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = 0.18 \times 11.2 = \mathbf{2.24 \text{ cm}^2}$$

Área de 1 varilla de 12 mm: **1.1309**

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{1.9805 \text{ varillas por metro}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{101 \text{ cm}}$$

La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Espaciamiento adoptado = **45cm**



Momento negativo, borde discontinuo

db = **12 mm**

Cuantía = 0.0009; cuantía adoptada = **0.0018**

Peralte efectivo: ancho de losa – db – recubrimiento libre = **0.112**

Área de acero (As):

$$A_s = \rho \cdot d$$

$$A_s = 0.18 \times 11.2 = \mathbf{2.016 \text{ cm}^2}$$

Área de 1 varilla de 12 mm: 1.1309

Número de varillas por metro de ancho de losa:

$$N_{var} = \frac{A_s}{A \text{ de una varilla}} = \mathbf{1.7825 \text{ varillas por metro}}$$

Espaciamiento entre varillas:

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100 - d_b}{N_{var} - 1} = \mathbf{126 \text{ cm}}$$

La separación del refuerzo principal no debe ser mayor a tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45cm

Espaciamiento adoptado = **45cm**



8. Cálculo de refuerzo en franjas de columna

Se utiliza la misma cantidad de acero que para las franjas centrales, pero se multiplica la separación de varillas por 1.5.

- **DIRECCIÓN CORTA**

Momento negativo borde continuo

Espaciamiento: $30 \text{ cm} * 1.5 = 45\text{cm}$

Espaciamiento adoptado = **45cm**

Momento positivo

Espaciamiento: $101 \text{ cm} * 1.5 = 152\text{cm}$

Espaciamiento adoptado = **45cm**

Momento negativo borde discontinuo

Espaciamiento: $101 \text{ cm} * 1.5 = 152\text{cm}$

Espaciamiento adoptado = **45cm**

- **DIRECCIÓN LARGA**

Momento negativo borde continuo

Espaciamiento: $126 \text{ cm} * 1.5 = 189\text{cm}$

Espaciamiento adoptado = **45cm**

Momento positivo

Espaciamiento: $101 \text{ cm} * 1.5 = 152\text{cm}$

Espaciamiento adoptado = **45cm**

Momento negativo borde discontinuo

Espaciamiento: $126 \text{ cm} * 1.5 = 189\text{cm}$

Espaciamiento adoptado = **45cm**



**MANUAL
DE
USUARIO**



MANUAL DEL USUARIO

1. GENERALIDADES

DISHAR es un programa de carácter educativo que permite diseñar elementos de hormigón armado tales como vigas, columnas, cimentaciones y losas.

El primer módulo referente a vigas permite el diseño a flexión, cortante y torsión de los dos tipos de vigas más utilizados en los sistemas constructivos de la actualidad como son vigas de sección rectangulares y te.

El segundo módulo referente a columnas rectangulares permite el diseño de:

1. Columnas cortas cargadas axialmente.
2. Columnas cortas cargadas con una combinación de flexión y carga axial.
3. Columnas esbeltas pertenecientes a marcos arriostrados
4. Columnas esbeltas pertenecientes a marcos no arriostrados

El tercer módulo referente a cimentaciones superficiales permite el diseño de:

1. Zapatas aisladas con cargas concéntricas.
2. Zapatas aisladas con cargas excéntricas.
3. Zapatas combinadas para una columna exterior y una columna interior.
4. Zapatas para muros de hormigón y/o mampostería.

Cabe destacar que el diseño de cimentaciones se basa en el método tradicional partiendo de los esfuerzos admisibles del suelo hallar los momentos y cortantes de diseño para luego calcular las dimensiones y refuerzo necesario.



El cuarto módulo referente a losas unidireccionales permite el diseño de:

1. Losas con más de dos luces.
2. Losas con dos luces unicamente.
3. Losas con luces que no exceden los 3m.
4. Losas con vigas en las cuales la suma de las rigideces de las columnas exceden ocho veces la suma de las rigideces de las vigas para cada extremo de la luz.

El quinto y último módulo referente a losas bidireccionales permite el diseño de:

1. Losas en dos direcciones por el método de coeficientes.

2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

El software y hardware necesario para el funcionamiento correcto de **DISHAR** es el siguiente:

Hardware:

- Procesador 600 MHz.
- Memoria RAM de 256MB o superior.
- Disco duro de 120MB o superior
- Monitor a color, con resolución mínima de 1024 x 768 píxeles de área de pantalla.
- Unidad de CD-ROM.
- Teclado.
- Mouse.



Software:

- Sistema operativo: Windows XP o Windows Vista.
- Microsoft Office 2007 o superior.

3. ENTRADA AL SISTEMA

Para iniciar una sesión de trabajo se puede acceder al programa mediante el menú inicio o haciendo doble clic en el icono del programa **DISHAR** en el directorio donde se instaló.

4. PANTALLA

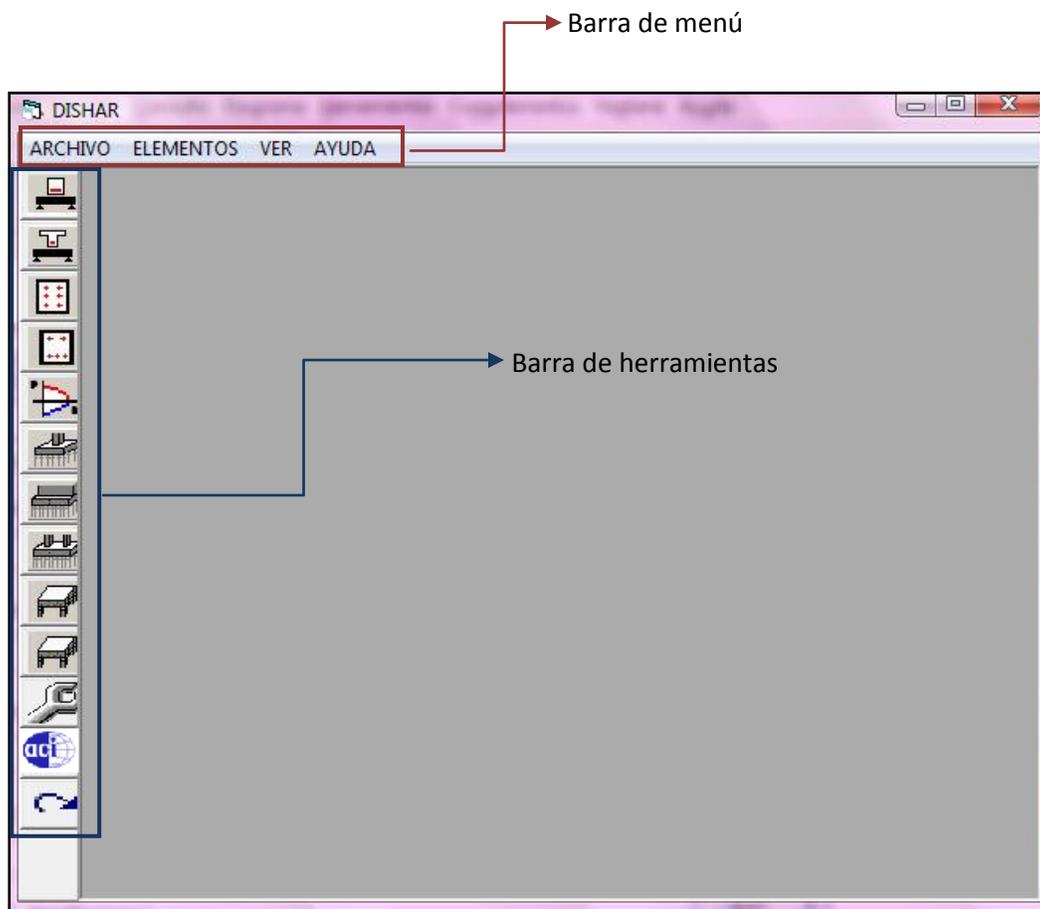
Al iniciar **DISHAR** se presenta la siguiente figura:





5. VENTANA PRINCIPAL.

Al iniciar DISHAR se carga la ventana principal que es el entorno de inicio del programa que se muestra en la siguiente figura.





5.1 BARRA DE MENÚ

Presenta los menús estándar que se usan para trabajar con **DISHAR**:

1. Archivo
2. Elementos
3. Ver
4. Ayuda

5.1.1 ARCHIVO

- Nuevo
- Salir

Nuevo

Esta opción nos permite ingresar a la pantalla elementos donde están todas las opciones de cálculo que ofrece **DISHAR** como son:

- Vigas
- Columnas
- Cimentaciones
- Losas



Salir

Sale de la aplicación.

5.1.2 ELEMENTOS

Al igual que la pantalla elementos nos permite ingresar mediante la barra de menús a los diferentes tipos de elementos que se pueden diseñar con DISHAR directamente.

5.1.3 VER

En el menú ver se presenta dos formularios que permiten ingresar parámetro de diseño:

- Preferencias
- Combinaciones



5.2 BARRA DE HERRAMIENTAS

Proporciona un rápido acceso a los diferentes tipos de elementos que se pueden diseñar en DISHAR.

	Ingresar a la ventana de datos de vigas rectangulares
	Ingresar a la ventana de datos de vigas te
	Ingresar a la ventana de datos de columnas simétricas
	Ingresar a la ventana de datos de columnas asimétricas
	Ingresar a la ventana de diseño mediante diagramas (M,P)
	Ingresar a la ventana de datos de zapatas aisladas
	Ingresar a la ventana de datos de zapatas para muros
	Ingresar a la ventana de datos de zapatas combinadas
	Ingresar a la ventana de datos de losas unidireccionales
	Ingresar a la ventana de datos de losas bidireccionales
	Ingresar a la ventana preferencias
	Ingresar a la ventana de código ACI 318-05
	Comando salir

5.3 IMPRESIÓN.

En lo que respecta a la impresión de un ejercicio realizado al término del mismo saldrá un mensaje que pedirá al usuario si desea imprimir o no como se presenta en la siguiente pantalla.



Si el usuario presiona Sí entonces aparecerá otra pantalla que preguntará si desea imprimir a colores o negro.



Si presiona Si, entonces se imprimirá a colores, y si presiona No, se imprimirá en negro.



**LOSAS
UNIDIRECCIONALES**



LOSAS UNIDIRECCIONALES

Paso 1 INGRESAR

Se puede ingresar de dos maneras diferentes:

1. En el menú **Archivo**, seleccionar **Nuevo**.

Aparecerá la ventana Elementos.

Hacer clic en el botón Losas Unidireccionales, se mostrará varios casos de acuerdo al resumen de los coeficientes de momento del Código ACI, los cuales son:

CASO I: *Losas con más de dos luces*

- Extremo discontinuo no restringido
- Viga de borde
- Columna

CASO II: *Losas con dos luces unicamente*

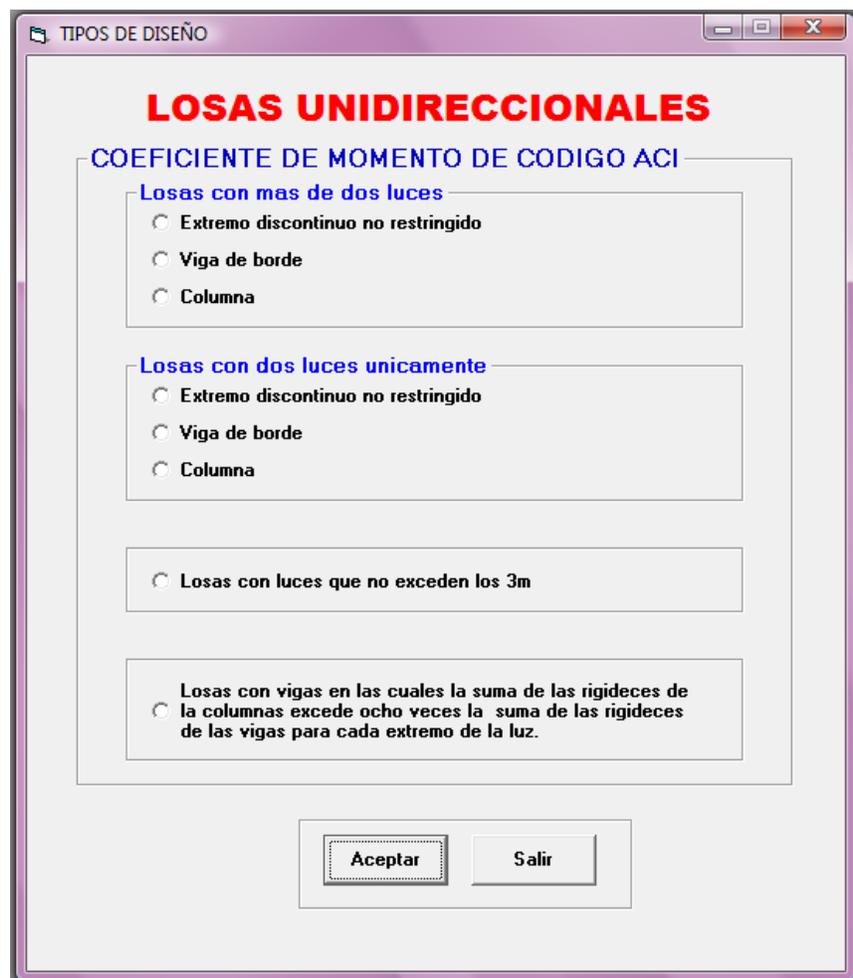
- Extremo discontinuo no restringido
- Viga de borde
- Columna

CASO III: *Losas con luces que no exceden los 3m.*

CASO IV: *Losas con vigas en las cuales la suma de las rigideces de las columnas exceden ochos veces la suma de las rigideces de las vigas para cada extremo de la luz.*



2. Haga clic directamente en el botón  de la barra de herramientas, en la cual aparecerá la siguiente pantalla:



TIPOS DE DISEÑO

LOSAS UNIDIRECCIONALES

COEFICIENTE DE MOMENTO DE CODIGO ACI

Losas con mas de dos luces

- Extremo discontinuo no restringido
- Viga de borde
- Columna

Losas con dos luces unicamente

- Extremo discontinuo no restringido
- Viga de borde
- Columna

Losas con luces que no exceden los 3m

Losas con vigas en las cuales la suma de las rigideces de la columnas excede ocho veces la suma de las rigideces de las vigas para cada extremo de la luz.

Aceptar Salir

Paso 2 TIPOS DE DISEÑO

El usuario puede escoger cuatro tipos de diseño:

1. Diseño de losas con más de dos luces.



2. Diseño de losas con dos luces únicamente.
3. Losas con luces que no exceden los 3m.
4. Losas con vigas en las cuales la suma de las rigideces de las columnas exceden ocho veces la suma de las rigideces de las vigas para cada extremo de la luz.

Cabe anotar que dependiendo del tipo de diseño que escoja el usuario se activarán los cuadros de ingreso de datos.

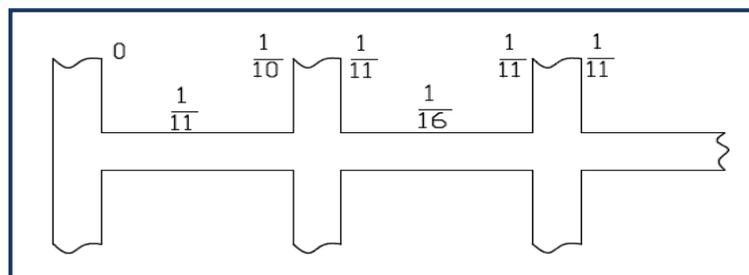
Paso 2.1 DISEÑO DE LOSAS CON MAS DE DOS LUCES

Si selecciona el tipo de diseño: losas con más de dos luces; que es el tipo de diseño predeterminado de la pantalla datos para losas unidireccionales en esta instancia del proceso el usuario tiene la opción de escoger el tipo de losa:

Seleccionar el tipo de losa según los coeficientes del código ACI: Esta opción se encuentra activada para el CASO I y CASO II de los diseños de losas unidireccionales.

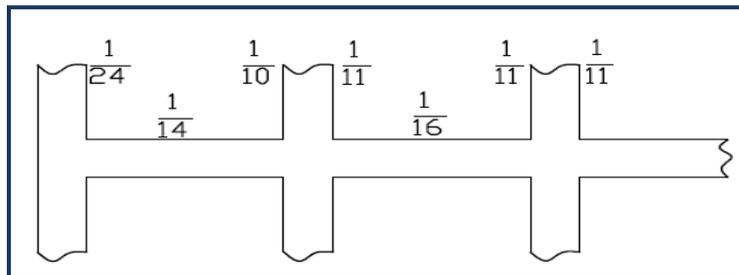
Los tipos de losas con más de dos luces con sus respectivos coeficientes del código ACI son los que se detallan a continuación:

- **Extremo discontinuo no restringido**

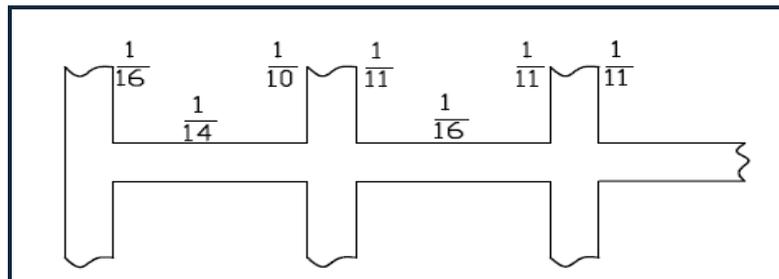




- **Viga de borde**



- **Columna**



Cabe destacar que como el caso es vigas con más de dos luces para los siguientes tramos los coeficientes serán repetidos cíclicamente, es decir el último tramo será igual al primer tramo.



Paso 2.1.1 CASO I: EXTREMO DISCONTINUO NO RESTRINGIDO

Datos de partida:

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA MUERTA**

1. Ingrese el valor del peso nivelado
2. Ingrese el valor del peso del piso
3. Ingrese el valor del cielo raso
4. Ingrese el valor del peso de bloques
5. Ingrese el valor del peso de las paredes
6. Ingrese el valor de otras cargas permanentes

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA**

7. Ingrese el valor de f'_c
8. Ingrese el valor de f_y
9. Ingrese el valor de w_c
10. Ingrese el valor de db
11. Ingrese el valor de **Rec. Li.**

Ingresar los datos correspondientes a las **PROPIEDADES GEOMETRICAS**

12. Ingrese el valor de **Lb**
13. Ingrese el valor de **A**
14. Ingrese el valor de **L**
15. Ingrese el valor de **h**



Ingresar los datos correspondientes a las **CARGAS**

- 16. Ingrese el valor de **LL**
- 17. Ingrese el valor de **Wlosa**
- 18. Ingrese el valor de **f**
- 19. Ingrese el valor de **Ø**
- 20. Ingrese el valor de **b**

Ingresar los datos correspondientes al **NÚMERO DE LUCES**, que desea calcular.

- 21. Ingrese el valor de **Ln(x)**

Los datos de entrada mencionados en el apartado anterior se presentan en la siguiente pantalla:

Losas con más de dos luces

DATOS DE ENTRADA EXTREMO DISCONTINUO NO RESTRINGIDO

Sobrecarga muerta

Peso nivelado KN/m²

Peso piso KN/m²

Peso de cielo KN/m²

Peso de bloques KN/m²

Peso de paredes KN/m²

Otras cargas KN/m²

Propiedades geométricas de vigas

Lb m

A cm

L m

h m

Datos I

fc MPa

fy MPa

Wc KN/m²

db mm

Rec.Li mm

Datos II

LL KN/m²

Wlosa KN/m²

f m

Ø m

b m

Número de Ln

Ln (X)

Descripción



Al ingresar el número de luces en **Ln (X)**, se deberá presionar el icono el  cual permite ingresar los valores del número de luces para el cálculo correspondiente, por lo tanto se presentará la siguiente ventana:



La imagen muestra una ventana de diálogo con el título "Datos de Ln". Dentro de la ventana, hay un cuadro con el título "Datos de Ln" que contiene seis campos de entrada etiquetados "Ln 1" a "Ln 6". Debajo de este cuadro, hay dos botones: "Aceptar" y "Cancelar".

El usuario deberá ubicar los valores requeridos para su correspondiente procedimiento. Cabe destacar que las alturas o espesores mínimos de viga no presforzadas o losas reforzadas en una dirección están descritas en el **Código ACI 9.5(a)**.

Ingresado los valores se debe presionar el botón **Aceptar**, se presentará inmediatamente una nueva pantalla con los cálculos requeridos.



Losas con más de 2 luces

DISEÑO DE LOSAS UNIDIRECCIONALES

Luz de los elementos

Ln m

Ln(cal) m

LD KN/m²

Wu KN/m²

SC Muerta KN/m²

Cálculo de espesor

β

ρb

d

Cálculo de d ACI 9.5.2.1

h =

d =

h2 =

d =

Cuantía de diseño

ρ_m

ρ

Descripción

Cálculo de refuerzo requerido

K =

Regresar Continuar

Además en esta pantalla se considera la condición del **Código ACI 8.7.1** la cual hace referencia acerca de la longitud del vano, es decir:

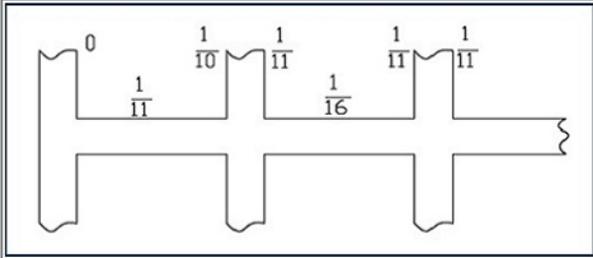
$$Ln_{calc} \geq Ln + h$$
$$Ln_{calc} \leq L$$

Presione el botón **Continuar** para pasar a la siguiente pantalla de cálculos:



Losas con más de dos luces

CÁLCULO DE MOMENTOS



Primer Tramo

Tramo Exterior
-M = KN*m

Centro de Luz
M = KN*m

Apoyo Interior
-M = KN*m

Segundo Tramo

Tramo Exterior
-M = KN*m

Centro de Luz
M = KN*m

Apoyo Interior
-M = KN*m

Tercer Tramo

Tramo Exterior
-M = KN*m

Centro de Luz
M = KN*m

Apoyo Interior
-M = KN*m

Cuarto Tramo

Tramo Exterior
-M = KN*m

Centro de Luz
M = KN*m

Apoyo Interior
-M = KN*m

Descripción

Regresar Continuar

Cabe mencionar que en este caso se presentarán varias pantallas iguales a la mostrada en el apartado anterior, indicando el resultado del cálculo de momentos, esto es de acuerdo al número de luces ingresado con anterioridad.

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla, en la cual se presenta el resultado del cálculo de la cuantía de refuerzo, en este caso para continuar a la siguiente pantalla se debe ingresar el valor de la cuantía adoptada de acuerdo a las especificaciones del código ACI y seguidamente presionar el botón **Continuar**



Losas con más de dos luces

CUANTIA DE REFUERZO

Primer Tramo

Tramo Exterior Adoptada ρ c/m

Centro de Luz Adoptada ρ c/m

Apoyo Interior Adoptada ρ c/m

Segundo Tramo

Tramo Exterior Adoptada ρ c/m

Centro de Luz Adoptada ρ c/m

Apoyo Interior Adoptada ρ c/m

Tercer Tramo

Tramo Exterior Adoptada ρ c/m

Centro de Luz Adoptada ρ c/m

Apoyo Interior Adoptada ρ c/m

Cuarto Tramo

Tramo Exterior Adoptada ρ c/m

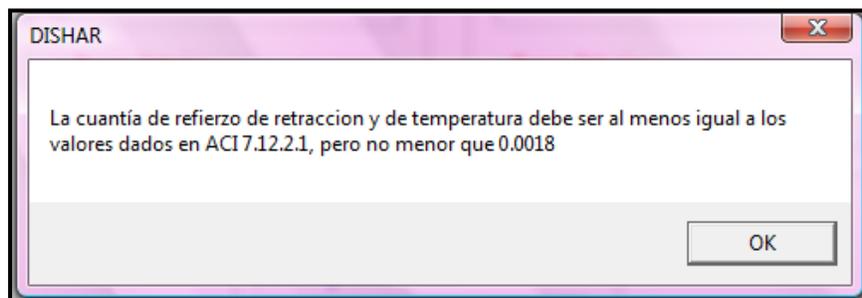
Centro de Luz Adoptada ρ c/m

Apoyo Interior Adoptada ρ c/m

Descripción

Regresar Continuar

Al ubicar el valor adoptado de la cuantía se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.12.2.1**





Al hacer clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con el resultado del cálculo del área de acero requerido.

Losas con más de dos luces

ÁREA DE ACERO REQUERIDO

Tramo	Tramo Exterior	Centro de Luz	Apoyo Interior
Primer Tramo	As1 = <input type="text"/> m ²	As2 = <input type="text"/> m ²	As3 = <input type="text"/> m ²
Segundo Tramo	As4 = <input type="text"/> m ²	As5 = <input type="text"/> m ²	As6 = <input type="text"/> m ²
Tercer Tramo	As1 = <input type="text"/> m ²	As2 = <input type="text"/> m ²	As3 = <input type="text"/> m ²
Cuarto Tramo	As4 = <input type="text"/> m ²	As5 = <input type="text"/> m ²	As6 = <input type="text"/> m ²

Descripción:

Regresar Continuar

Al hacer clic en el botón **Continuar**, se presentará una nueva pantalla con el cálculo del número del área de la varilla por cada metro.



Losas con más de dos luces

CÁLCULO DEL NÚMERO DE VARILLAS POR METRO DE ANCHO DE LOSA

Primer Tramo Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m	Segundo Tramo Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m
Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m	Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m
Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m	Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m
Tercer Tramo Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m	Cuarto Tramo Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m
Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m	Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m
Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m	Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m

Descripción

Seguidamente se deberá presionar clic en el botón **Continuar** para ver la nueva pantalla con los cálculos de la separación del refuerzo principal.

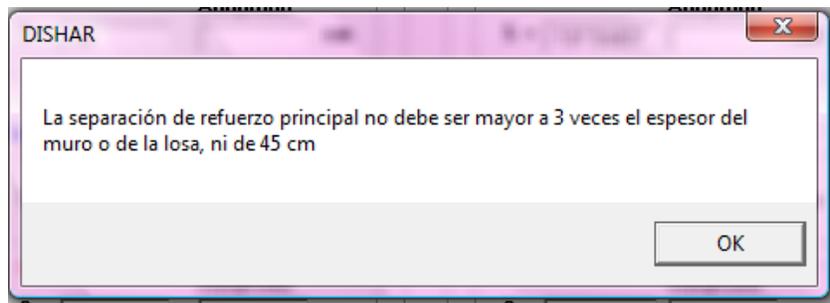


Losas con más de dos luces

SEPARACION DEL REFUERZO PRINCIPAL

Primer Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm	Segundo Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm
Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm	Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm
Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm	Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm
Tercer Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm	Cuarto Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm
Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm	Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm
Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm	Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm
Descripción <input type="text"/>	<input type="button" value="Regresar"/> <input type="button" value="Continuar"/>

Al ubicar el valor adoptado de la separación del refuerzo principal se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.6.5**





Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con los cálculos para el chequeo del cortante.

CHEQUEO DE CORTANTE

Primer tramo

Vu = KN

Vc = KN

Vv = KN

ΦVc = KN

Segundo tramo

Vu = KN

Vc = KN

Vv = KN

ΦVc = KN

Tercer tramo

Vu = KN

Vc = KN

Vv = KN

ΦVc = KN

Cuarto tramo

Vu = KN

Vc = KN

Vv = KN

ΦVc = KN

Descripción

Regresar Continuar

Al hacer clic en el resultado de la fuerza cortante aparecerá el siguiente mensaje de advertencia.

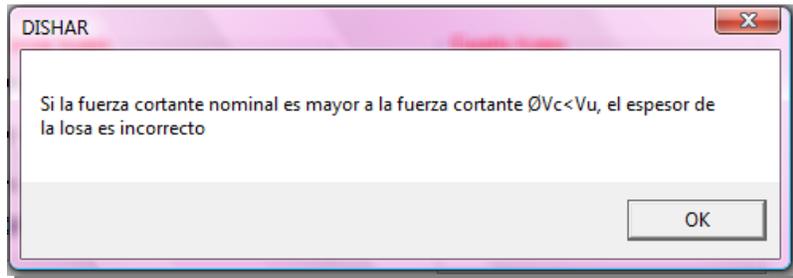
DISHAR

Si la fuerza cortante nominal es mayor a la fuerza cortante $\Phi Vc > Vu$, el espesor de la losa es correcto

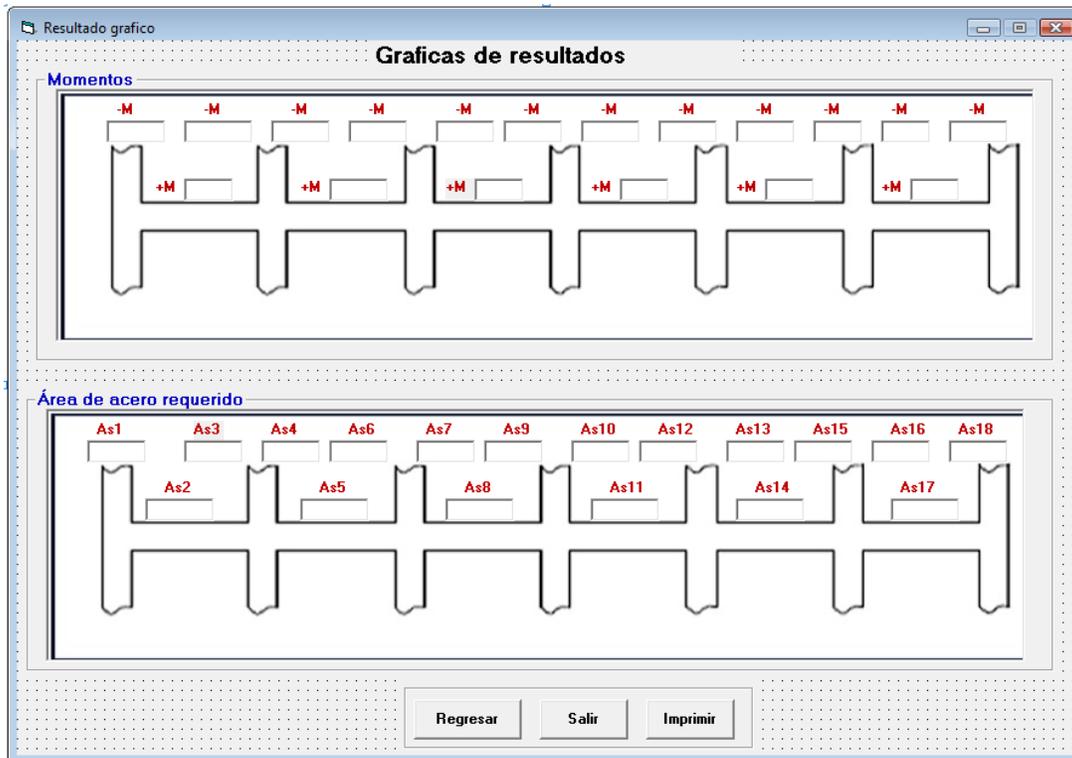
OK



De igual forma, si el resultado de la fuerza cortante es erróneo, se presentará el siguiente mensaje de advertencia.



Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla de resultados de los cálculos en una grafica. Esta grafica varía de acuerdo al número de luces ingresado.





Presione clic en el botón **Regresar** para ir hacia los formularios anteriores o llegar a la ventana inicial. Además si prefiere presione clic en el botón **Imprimir** si en caso lo desea o caso contrario clic en el botón **Salir** para cerrar la aplicación.

Paso 2.1.2 CASO II: VIGA DE BORDE

Datos de partida:

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA MUERTA**

1. Ingrese el valor del peso nivelado
2. Ingrese el valor del peso del piso
3. Ingrese el valor del cielo raso
4. Ingrese el valor del peso de bloques
5. Ingrese el valor del peso de las paredes
6. Ingrese el valor de otras cargas permanentes

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA**

7. Ingrese el valor de $f'c$
8. Ingrese el valor de fy
9. Ingrese el valor de wc
10. Ingrese el valor de db
11. Ingrese el valor de **Rec. Li.**

Ingresar los datos correspondientes a las **PROPIEDADES GEOMETRICAS**

12. Ingrese el valor de Lb
13. Ingrese el valor de A



14. Ingrese el valor de L

15. Ingrese el valor de h

Ingresar los datos correspondientes a las **CARGAS**

16. Ingrese el valor de LL

17. Ingrese el valor de W_{losa}

18. Ingrese el valor de f

19. Ingrese el valor de θ

20. Ingrese el valor de b

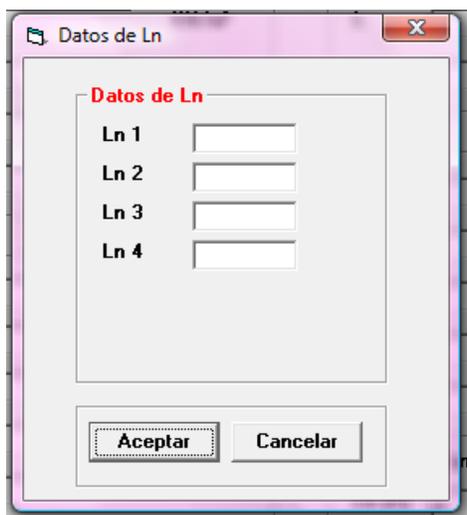
Ingresar los datos correspondientes al **NÚMERO DE LUCES**, que desea calcular.

21. Ingrese el valor de $Ln(x)$

Los datos de entrada mencionados en el apartado anterior se presentan en la siguiente pantalla:



Al ingresar el número de luces en **Ln (X)**, se deberá presionar el icono  el cual permite ingresar los valores del número de luces para el cálculo correspondiente, por lo tanto se presentara la siguiente ventana:



La imagen muestra una ventana de diálogo con el título "Datos de Ln". Dentro de la ventana, el título "Datos de Ln" está escrito en rojo. Hay cuatro campos de entrada etiquetados como "Ln 1", "Ln 2", "Ln 3" y "Ln 4". En la parte inferior de la ventana, hay dos botones: "Aceptar" y "Cancelar".

El usuario deberá ubicar los valores requeridos para su correspondiente procedimiento. Cabe destacar que las alturas o espesores mínimos de viga no presforzadas o losas reforzadas en una dirección están descritas en el **Código ACI 9.5(a)**.

Ingresado los valores se debe presionar el botón **Aceptar**, se presentará inmediatamente una nueva pantalla con los cálculos requeridos.



Losas con más de 2 luces

DISEÑO DE LOSAS UNIDIRECCIONALES

Luz de los elementos

Ln m

Ln(cal) m

LD KN/m²

Wu KN/m²

SC Muerta KN/m²

Calculo de espesor

β

ρ^b

d

Calculo de d ACI 9.5.2.1

h =

d =

h2 =

d =

Cuantía de diseño

ρ_m

ρ

Calculo de refuerzo requerido

K =

Descripción

Regresar Continuar

Además en esta pantalla se considera la condición del código ACI 8.7.1 la cual hace referencia acerca de la longitud del vano, es decir:

$$Ln_{\text{calc}} = Ln + h$$

$$Ln_{\text{calc}} \leq L$$

Presione el botón **Continuar** para pasar a la siguiente pantalla de cálculos:



Losas con más de dos luces

CALCULO DE MOMENTOS

Primer Tramo

Tramo Exterior
-M = KN*m

Centro de Luz
M = KN*m

Apoyo Interior
-M = KN*m

Segundo Tramo

Tramo Exterior
-M = KN*m

Centro de Luz
M = KN*m

Apoyo Interior
-M = KN*m

Tercer Tramo

Tramo Exterior
-M = KN*m

Centro de Luz
M = KN*m

Apoyo Interior
-M = KN*m

Cuarto Tramo

Tramo Exterior
-M = KN*m

Centro de Luz
M = KN*m

Apoyo Interior
-M = KN*m

Descripción

Regresar Continuar

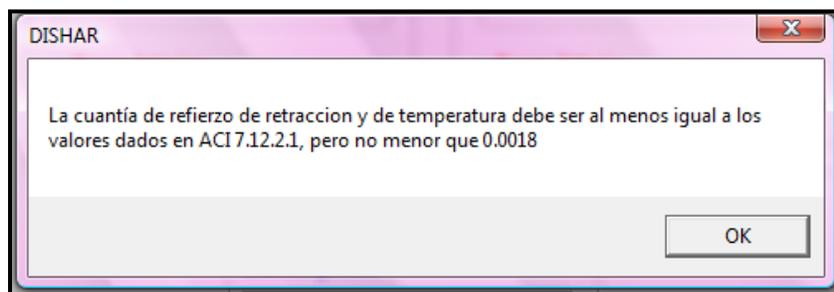
Cabe mencionar que en este caso se presentarán varias pantallas iguales a la mostrada en el apartado anterior, indicando el resultado del cálculo de momentos, esto es de acuerdo al número de luces ingresado con anterioridad.

Al presionar clic en el botón **Continuar** se expondrá una nueva pantalla, en la cual se presenta el resultado del cálculo de la cuantía de refuerzo, en este caso para continuar a la siguiente pantalla se debe ingresar el valor de la cuantía adoptada de acuerdo a las especificaciones del código ACI y seguidamente presionar el botón **Continuar**



The screenshot shows a software window titled "Losas con más de dos luces" with a sub-header "CUANTIA DE REFUERZO". It contains four input sections for reinforcement quantity (ρ) in c/m, each with a "Tramo Exterior" and "Centro de Luz" section. Each section includes a "Tramo Exterior" label, a "Centro de Luz" label, and an "Apoyo Interior" label. Each label is followed by a "Adoptada" field and a "c/m" unit. The sections are labeled "Primer Tramo", "Segundo Tramo", "Tercer Tramo", and "Cuarto Tramo". At the bottom, there is a "Descripción" text area and two buttons: "Regresar" and "Continuar".

Al ubicar el valor adoptado de la cuantía se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.12.2.1**





Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con el resultado del cálculo del área de acero requerido.

Losas con más de dos luces

ÁREA DE ACERO REQUERIDO

Primer Tramo

Tramo Exterior

As1 = m²

Centro de Luz

As2 = m²

Apoyo Interior

As3 = m²

Segundo Tramo

Tramo Exterior

As4 = m²

Centro de Luz

As5 = m²

Apoyo Interior

As6 = m²

Tercer Tramo

Tramo Exterior

As1 = m²

Centro de Luz

As2 = m²

Apoyo Interior

As3 = m²

Cuarto Tramo

Tramo Exterior

As4 = m²

Centro de Luz

As5 = m²

Apoyo Interior

As6 = m²

Descripción

Regresar Continuar

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con el cálculo del número del área de la varilla por cada metro.



Losas con más de dos luces

CÁLCULO DEL NÚMERO DE VARILLAS POR METRO DE ANCHO DE LOSA

Primer Tramo Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m	Segundo Tramo Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m
Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m	Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m
Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m	Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m
Tercer Tramo Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m	Cuarto Tramo Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m
Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m	Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m
Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m	Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m
Descripción <input type="text"/>	<input type="button" value="Regresar"/> <input type="button" value="Continuar"/>

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con los cálculos de la separación del refuerzo principal.



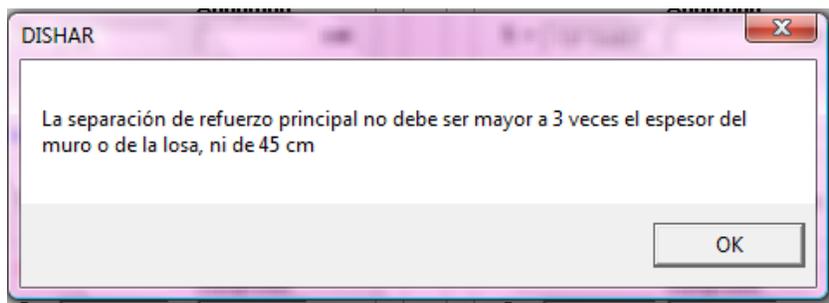
Losas con más de dos luces

SEPARACION DEL REFUERZO PRINCIPAL

Primer Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado	Segundo Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado
Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado	Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado
Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado	Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado
Tercer Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado	Cuarto Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado
Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado	Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado
Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado	Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado

Descripción

Al ubicar el valor adoptado de la separación del refuerzo principal se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.6.5**





Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con los cálculos para el chequeo del cortante.

Losas con más de dos luces

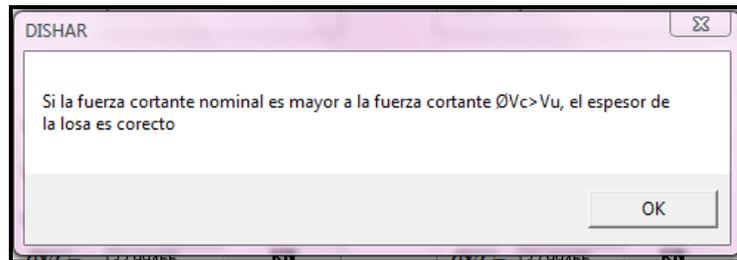
CHEQUEO DE CORTANTE

Tramo	V_u	V_c	V_v	Φ/C
Primer tramo	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN
Segundo tramo	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN
Tercer tramo	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN
Cuarto tramo	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN

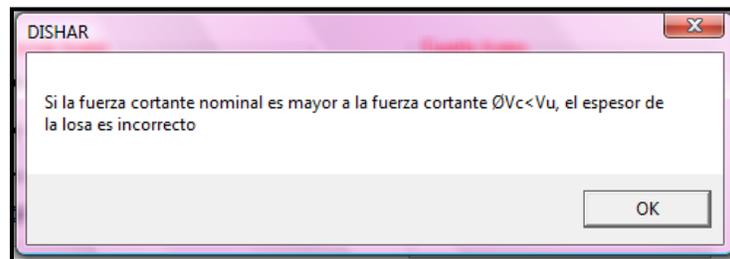
Descripción:

Regresar Continuar

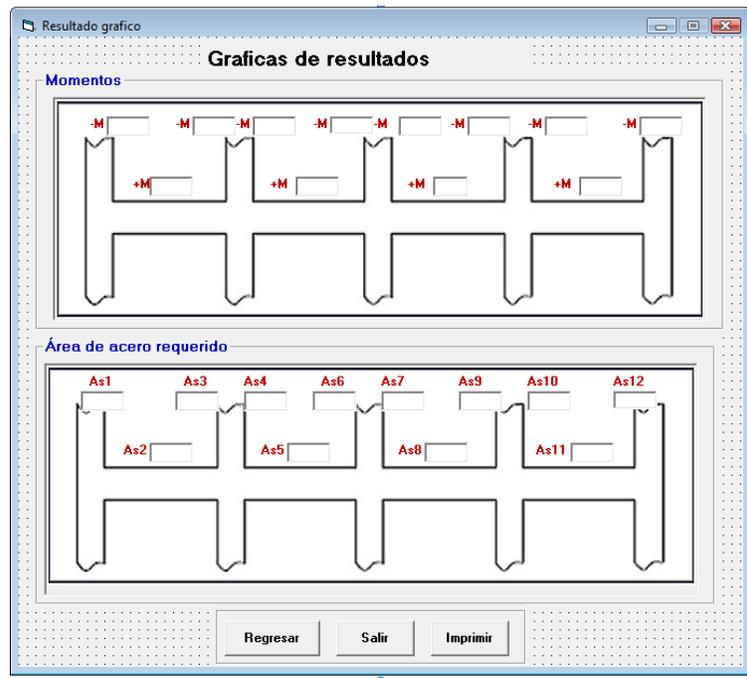
Al hacer clic en el resultado de la fuerza cortante se presentará el siguiente mensaje de advertencia.



Cabe mencionar que si el resultado de la fuerza cortante es erróneo, se presentará el siguiente mensaje de advertencia.



Al presionar clic en el botón **Continuar** se expondrá una nueva pantalla de resultados de los cálculos en una grafica. Esta grafica varía de acuerdo al número de luces ingresado.



Presione clic en el botón **Regresar** para ir hacia los formularios anteriores o llegar a la ventana inicial. Además si prefiere presione clic en el botón **Imprimir** si en caso lo desea o caso contrario clic en el botón **Salir** para cerrar la aplicación.

Paso 2.1.3 CASO III: COLUMNA

Datos de partida:

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA MUERTA**

1. Ingrese el valor del peso nivelado
2. Ingrese el valor del peso del piso
3. Ingrese el valor del cielo raso
4. Ingrese el valor del peso de bloques



5. Ingrese el valor del peso de las paredes
6. Ingrese el valor de otras cargas permanentes

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA**

7. Ingrese el valor de $f'c$
8. Ingrese el valor de fy
9. Ingrese el valor de wc
10. Ingrese el valor de db
11. Ingrese el valor de **Rec. Li.**

Ingresar los datos correspondientes a las **PROPIEDADES GEOMETRICAS**

12. Ingrese el valor de Lb
13. Ingrese el valor de A
14. Ingrese el valor de L
15. Ingrese el valor de h

Ingresar los datos correspondientes a las **CARGAS**

16. Ingrese el valor de LL
17. Ingrese el valor de $Wlosa$
18. Ingrese el valor de f
19. Ingrese el valor de θ
20. Ingrese el valor de b

Ingresar los datos correspondientes al **NÚMERO DE LUCES**, que desea calcular.

21. Ingrese el valor de $\ln(x)$

Los datos de entrada mencionados en el apartado anterior se presentan en la siguiente pantalla:



Losas con más de dos luces

DATOS DE ENTRADA COLUMNA

Sobrecarga muerta

Peso nivelado KN/m²

Peso piso KN/m²

Peso de cielo KN/m²

Peso de bloques KN/m²

Peso de paredes KN/m²

Otras cargas KN/m²

Propiedades geométricas de vigas

Lb m

A cm

L m

h m

Datos I

fc MPa

fy MPa

Wc KN/m²

db mm

Rec.Li mm

Datos II

LL KN/m²

Wlosa KN/m²

f m

g m

b m

Número de Ln

Ln (X)

Descripción

Al ingresar el número de luces en $L_n (X)$, se deberá presionar el icono  el cual permite ingresar los valores del número de luces para el cálculo correspondiente, por lo tanto se presentara la siguiente ventana:



La imagen muestra una ventana de diálogo con el título "Datos de Ln". Dentro de la ventana, hay un recuadro con el título "Datos de Ln" que contiene cuatro campos de entrada etiquetados como "Ln 1", "Ln 2", "Ln 3" y "Ln 4". Debajo de este recuadro, hay dos botones: "Aceptar" y "Cancelar".

El usuario deberá ubicar los valores requeridos para su correspondiente procedimiento. Cabe destacar que las alturas o espesores mínimos de viga no presforzadas o losas reforzadas en una dirección están descritas en el **Código ACI 9.5(a)**.

Ingresado los valores se debe presionar el botón **Aceptar**, se presentará inmediatamente una nueva pantalla la con los cálculos requeridos.



Losas con más de 2 luces

DISEÑO DE LOSAS UNIDIRECCIONALES

Luz de los elementos

Ln m

Ln(cal) m

LD KN/m²

Wu KN/m²

SC Muerta KN/m²

Calculo de espesor

β

ρb

d

Calculo de d ACI 9.5.2.1

h =

d =

h2 =

d =

Cuantía de diseño

ρ_n

ρ

Descripción

Calculo de refuerzo requerido

K =

Regresar Continuar

Además en esta pantalla se considera la condición del **Código ACI 8.7.1** la cual hace referencia acerca de la longitud del vano, es decir:

$$Ln_{calc} \geq Ln + h$$
$$Ln_{calc} \leq L$$

Presione el botón **Continuar** para pasar a la siguiente pantalla de cálculos:



CALCULO DE MOMENTOS

Losas con más de dos luces

Diagrama de la losa con los siguientes valores de luz: $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{14}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{16}$.

Primer Tramo

Tramo Exterior: $-M =$ KN*m

Centro de Luz: $M =$ KN*m

Apoyo Interior: $-M =$ KN*m

Segundo Tramo

Tramo Exterior: $-M =$ KN*m

Centro de Luz: $M =$ KN*m

Apoyo Interior: $-M =$ KN*m

Tercer Tramo

Tramo Exterior: $-M =$ KN*m

Centro de Luz: $M =$ KN*m

Apoyo Interior: $-M =$ KN*m

Cuarto Tramo

Tramo Exterior: $-M =$ KN*m

Centro de Luz: $M =$ KN*m

Apoyo Interior: $-M =$ KN*m

Descripción:

Regresar Continuar

Cabe mencionar que en este caso se presentaran varias pantallas iguales a la mostrada en el apartado anterior, indicando el resultado del cálculo de momentos, esto es de acuerdo al número de luces ingresado con anterioridad.

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrara una nueva pantalla, en la cual se presenta el resultado del cálculo de la cuantía de refuerzo, en este caso para continuar a la siguiente pantalla se debe ingresar el valor de la cuantía adoptada de acuerdo a las especificaciones del código ACI y seguidamente presionar el botón **Continuar**.



Losas con más de dos luces

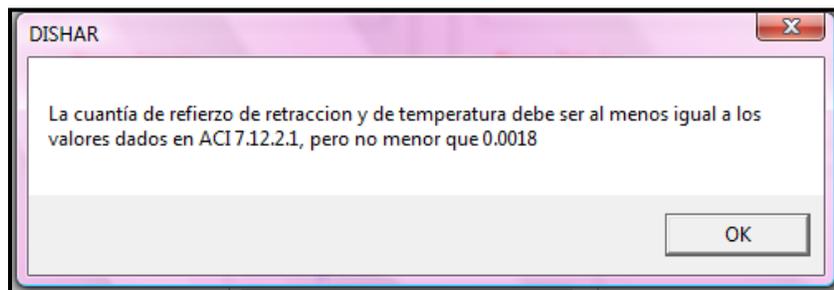
CUANTIA DE REFUERZO

Tramo	Tramo Exterior	Centro de Luz	Apoyo Interior
Primer Tramo	ρ <input type="text"/> Adoptada <input type="text"/> c/m	ρ <input type="text"/> Adoptada <input type="text"/> c/m	ρ <input type="text"/> Adoptada <input type="text"/> c/m
Segundo Tramo	ρ <input type="text"/> Adoptada <input type="text"/> c/m	ρ <input type="text"/> Adoptada <input type="text"/> c/m	ρ <input type="text"/> Adoptada <input type="text"/> c/m
Tercer Tramo	ρ <input type="text"/> Adoptada <input type="text"/> c/m	ρ <input type="text"/> Adoptada <input type="text"/> c/m	ρ <input type="text"/> Adoptada <input type="text"/> c/m
Cuarto Tramo	ρ <input type="text"/> Adoptada <input type="text"/> c/m	ρ <input type="text"/> Adoptada <input type="text"/> c/m	ρ <input type="text"/> Adoptada <input type="text"/> c/m

Descripción

Regresar Continuar

Al ubicar el valor adoptado de la cuantía se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.12.2.1**





Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con el resultado del cálculo del área de acero requerido.

Losas con más de dos luces

ÁREA DE ACERO REQUERIDO

Tramo	Tramo Exterior	Centro de Luz	Apoyo Interior
Primer Tramo	As1 = <input type="text"/> m ²	As2 = <input type="text"/> m ²	As3 = <input type="text"/> m ²
Segundo Tramo	As4 = <input type="text"/> m ²	As5 = <input type="text"/> m ²	As6 = <input type="text"/> m ²
Tercer Tramo	As1 = <input type="text"/> m ²	As2 = <input type="text"/> m ²	As3 = <input type="text"/> m ²
Cuarto Tramo	As4 = <input type="text"/> m ²	As5 = <input type="text"/> m ²	As6 = <input type="text"/> m ²

Descripción:

Regresar Continuar

Al presionar clic en el botón **Continuar** se presentará una nueva pantalla con el cálculo del número del área de la varilla por cada metro.



Losas con más de dos luces

CÁLCULO DEL NÚMERO DE VARILLAS POR METRO DE ANCHO DE LOSA

Primer Tramo Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m	Segundo Tramo Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m
Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m	Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m
Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m	Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m
Tercer Tramo Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m	Cuarto Tramo Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m
Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m	Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m
Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m	Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m
Descripción <input type="text"/>	<input type="button" value="Regresar"/> <input type="button" value="Continuar"/>

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con los cálculos de la separación del refuerzo principal.



Losas con más de dos luces

SEPARACION DEL REFUERZO PRINCIPAL

Primer Tramo

Tramo Exterior Adoptado
S = cm

Centro de Luz Adoptado
S = cm

Apoyo Interior Adoptado
S = cm

Segundo Tramo

Tramo Exterior Adoptado
S = cm

Centro de Luz Adoptado
S = cm

Apoyo Interior Adoptado
S = cm

Tercer Tramo

Tramo Exterior Adoptado
S = cm

Centro de Luz Adoptado
S = cm

Apoyo Interior Adoptado
S = cm

Cuarto Tramo

Tramo Exterior Adoptado
S = cm

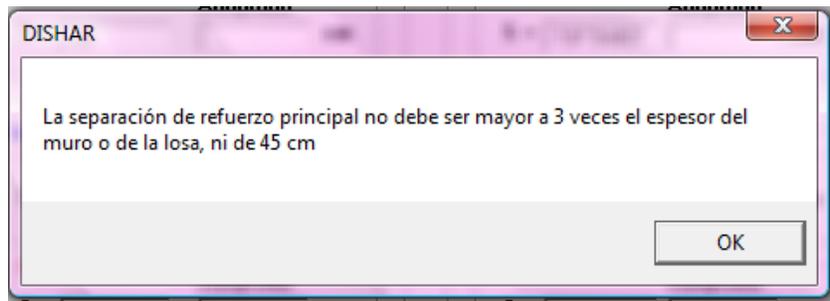
Centro de Luz Adoptado
S = cm

Apoyo Interior Adoptado
S = cm

Descripción

Regresar Continuar

Al ubicar el valor adoptado de la separación del refuerzo principal se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.6.5**





Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con los cálculos para el chequeo del cortante.

Losas con más de dos luces

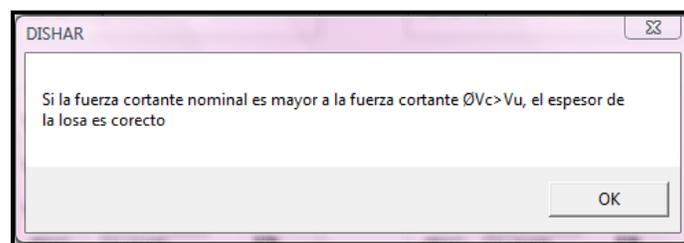
CHEQUEO DE CORTANTE

Primer tramo		Segundo tramo	
$V_u =$	<input type="text"/> KN	$V_u =$	<input type="text"/> KN
$V_c =$	<input type="text"/> KN	$V_c =$	<input type="text"/> KN
$V_v =$	<input type="text"/> KN	$V_v =$	<input type="text"/> KN
$\Phi/C =$	<input type="text"/> KN	$\Phi/C =$	<input type="text"/> KN

Tercer tramo		Cuarto tramo	
$V_u =$	<input type="text"/> KN	$V_u =$	<input type="text"/> KN
$V_c =$	<input type="text"/> KN	$V_c =$	<input type="text"/> KN
$V_v =$	<input type="text"/> KN	$V_v =$	<input type="text"/> KN
$\Phi/C =$	<input type="text"/> KN	$\Phi/C =$	<input type="text"/> KN

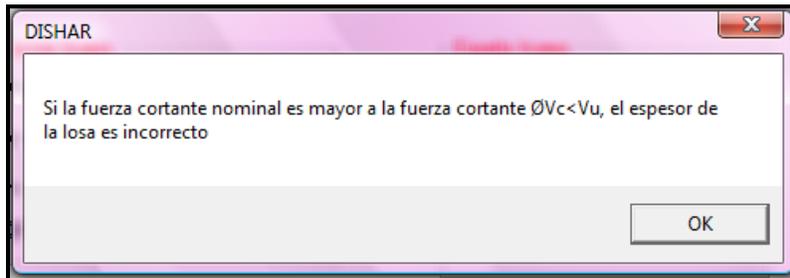
Descripción

Al hacer clic en el resultado de la fuerza cortante se presentará el siguiente mensaje de advertencia.

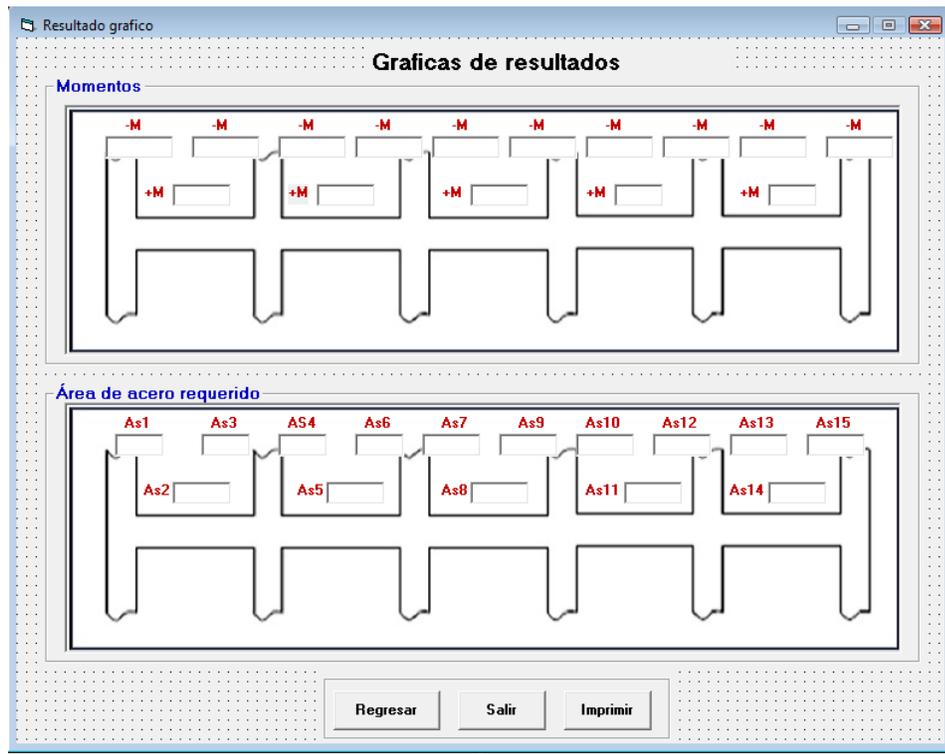




Cabe mencionar que si el resultado de la fuerza cortante es erróneo, se presentará el siguiente mensaje de advertencia.



Al presionar clic en el botón **Continuar** se presentará una nueva pantalla de resultados de los cálculos en una grafica. Esta grafica varía de acuerdo al número de luces ingresado.





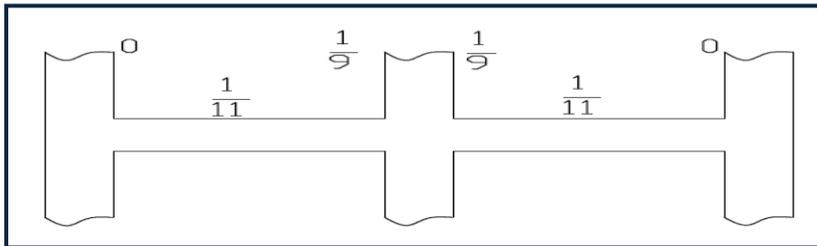
Presione clic en el botón **Regresar** para ir hacia los formularios anteriores o llegar a la ventana inicial. Además si prefiere presione clic en el botón **Imprimir** si en caso lo desea o caso contrario clic en el botón **Salir** para cerrar la aplicación.

Paso 2.2 DISEÑO DE LOSAS CON DOS LUCES UNICAMENTE

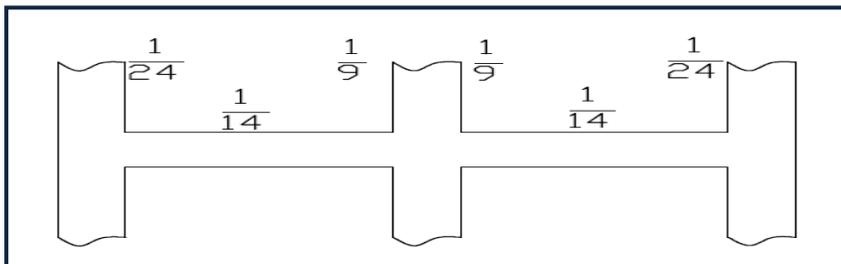
Si selecciona el tipo de diseño: **Losas con dos luces unicamente**; que es el tipo de diseño predeterminado de la pantalla **datos para losas unidireccionales** en esta instancia del proceso el usuario tiene la opción de escoger el tipo de losa:

Seleccionar el tipo de losa según los coeficientes del código ACI: los tipos de losas con dos luces son las que se detallan a continuación:

- **Extremo discontinuo no restringido**

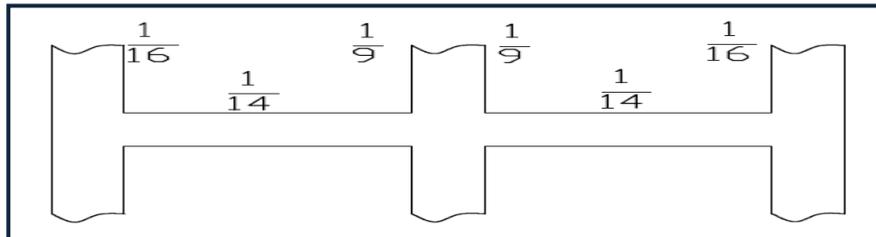


- **Viga de borde**





▪ Columna



Paso 2.2.1 CASO I: EXTREMO DISCONTINUO NO RESTRINGIDO

Datos de partida:

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA MUERTA**

1. Ingrese el valor del peso nivelado
2. Ingrese el valor del peso del piso
3. Ingrese el valor del cielo raso
4. Ingrese el valor del peso de bloques
5. Ingrese el valor del peso de las paredes
6. Ingrese el valor de otras cargas permanentes

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA**

7. Ingrese el valor de $f'c$
8. Ingrese el valor de fy
9. Ingrese el valor de wc
10. Ingrese el valor de db
11. Ingrese el valor de **Rec. Li.**



Ingresar los datos correspondientes a las **PROPIEDADES GEOMETRICAS**

12. Ingrese el valor de ***Lb***
13. Ingrese el valor de ***A***
14. Ingrese el valor de ***L***
15. Ingrese el valor de ***h***

Ingresar los datos correspondientes a las **CARGAS**

16. Ingrese el valor de ***LL***
17. Ingrese el valor de ***Wlosa***
18. Ingrese el valor de ***f***
19. Ingrese el valor de **θ**
20. Ingrese el valor de ***b***

Los datos de entrada mencionados en el apartado anterior se presentan en la siguiente pantalla:



Losas con dos luces unicamente

DATOS DE ENTRADA EXTREMO DISCONTINUO NO RESTRINGIDO

Propiedades geométricas de vigas		Sobrecargar muerta	
Lb	<input type="text"/> m	Peso nivelado	<input type="text"/> KN/m ²
A	<input type="text"/> cm	Peso piso	<input type="text"/> KN/m ²
L	<input type="text"/> m	Peso de cielo	<input type="text"/> KN/m ²
h	<input type="text"/> m	Peso de bloques	<input type="text"/> KN/m ²
		Peso de paredes	<input type="text"/> KN/m ²
		Otras cargas	<input type="text"/> KN/m ²
Datos II		Datos I	
LL	<input type="text"/> KN/m ²	fc	<input type="text"/> MPa
wlosa	<input type="text"/> KN/m ²	fy	<input type="text"/> MPa
Ln1	<input type="text"/> m	(γ) =	<input type="text"/> KN/m ³
Ln2	<input type="text"/> m	db	<input type="text"/> mm
f	<input type="text"/> m	Rec.Li	<input type="text"/> mm
θ	<input type="text"/>		
b	<input type="text"/> m		
Descripción		<input type="button" value="Ejemplo"/> <input type="button" value="Calcular"/>	
<input type="text"/>			

El usuario deberá ubicar los valores requeridos para su correspondiente procedimiento. Cabe destacar que las alturas o espesores mínimos de viga no presforzadas o losas reforzadas en una dirección están descritas en el **Código ACI 9.5(a)**.

Ingresado los valores se debe presionar el botón **Aceptar**, se presentará inmediatamente una nueva pantalla la con los cálculos requeridos.



Vigas con dos luces unicamente (Extremo discontinuo no restringido)

MOMENTOS

Resultados

Ln m

Ln(cal) m

LD m

Wu m

SC Muerta m

Primer Tramo

Tramo Exterior

-M = KN*m

Centro de Luz

M = KN*m

Apoyo Interior

-M = KN*m

Descripción

Segundo Tramo

Tramo Exterior

-M = KN*m

Centro de Luz

M = KN*m

Apoyo Interior

-M = KN*m

Regresar Continuar

Además en esta pantalla se considera la condición del **Código ACI 8.7.1** la cual hace referencia acerca de la longitud del vano, es decir:

$$Ln_{calc} \geq Ln + h$$

$$Ln_{calc} \leq L$$

Presione el botón **Continuar** para pasar a la siguiente pantalla de cálculos:



Vigas con dos luces unicamente (Extremo discontinuo no restringido)

CÁLCULO DE ALTURA Y ESPESOR

Calculo de d y h β <input type="text"/> $\rho\delta$ <input type="text"/>	Calculo de d ACI 9.5.2.1 h = <input type="text"/> d = <input type="text"/> m h2 = <input type="text"/> d = <input type="text"/>
Datos de Cuantías Cuantía máxima (p) <input type="text"/> Cuantía típica (p) <input type="text"/> d = <input type="text"/>	Cuantía de refuerzo K = <input type="text"/>
Descripción <input type="text"/>	<input type="button" value="Regresar"/> <input type="button" value="Continuar"/>

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrara una nueva pantalla, en la cual se presenta el resultado del cálculo de la cuantía de refuerzo, en este caso para continuar a la siguiente pantalla se debe ingresar el valor de la cuantía adoptada de acuerdo a las especificaciones del código ACI y seguidamente presionar el botón **Continuar**.



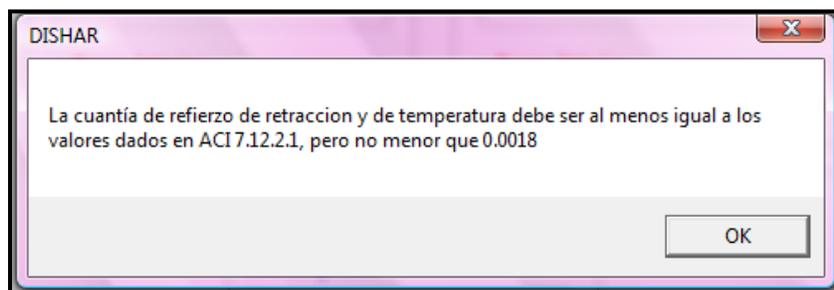
Vigas con dos luces unicamente (Extremo discontinuo no restringido)

Primer Tramo Tramo Exterior C1 = <input type="text"/> m ²	Segundo Tramo Tramo Exterior C4 = <input type="text"/> m ²
Centro de Luz C2 = <input type="text"/> m ²	Centro de Luz C5 = <input type="text"/> m ²
Apoyo Interior C3 = <input type="text"/> m ²	Apoyo Interior C6 = <input type="text"/> m ²

Cuántía de refuerzo Primer Tramo Tramo Exterior ρ <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptada c/m	Segundo Tramo Tramo Exterior ρ <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptada c/m
Centro de Luz ρ <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptada c/m	Centro de Luz ρ <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptada c/m
Apoyo Interior ρ <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptada c/m	Apoyo Interior ρ <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptada c/m

Descripción

Al ubicar el valor adoptado de la cuántía se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.12.2.1**





Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con el resultado del cálculo del área de acero requerido y del número del área de la varilla por cada metro.

Vigas con dos luces únicamente (Extremo discontinuo no restringido)

Área de acero requerido

Primer Tramo

Tramo Exterior: As1 = m²

Centro de Luz: As2 = m²

Apoyo Interior: As3 = m²

Segundo Tramo

Tramo Exterior: As4 = m²

Centro de Luz: As5 = m²

Apoyo Interior: As6 = m²

Número del diámetro de la varilla

Primer Tramo

Tramo Exterior: N°db = c/m

Centro de Luz: N°db = c/m

Apoyo Interior: N°db = c/m

Segundo Tramo

Tramo Exterior: N°db = c/m

Centro de Luz: N°db = c/m

Apoyo Interior: N°db = c/m

Descripción:

Regresar Continuar

Al presionar clic en el botón **Continuar** se presentará una nueva pantalla con los cálculos de la separación del refuerzo principal y el chequeo del cortante.



Vigas con dos luces unicamente (Extremo discontinuo no restringido)

Separación del refuerzo principal

Primer Tramo		Segundo Tramo	
Tramo Exterior	Adoptada	Tramo Exterior	Adoptada
S = <input type="text"/>	<input type="text"/> cm	S = <input type="text"/>	<input type="text"/> cm
Centro de Luz	Adoptada	Centro de Luz	Adoptada
S = <input type="text"/>	<input type="text"/> cm	S = <input type="text"/>	<input type="text"/> cm
Apoyo Interior	Adoptada	Apoyo Interior	Adoptada
S = <input type="text"/>	<input type="text"/> cm	S = <input type="text"/>	<input type="text"/> cm

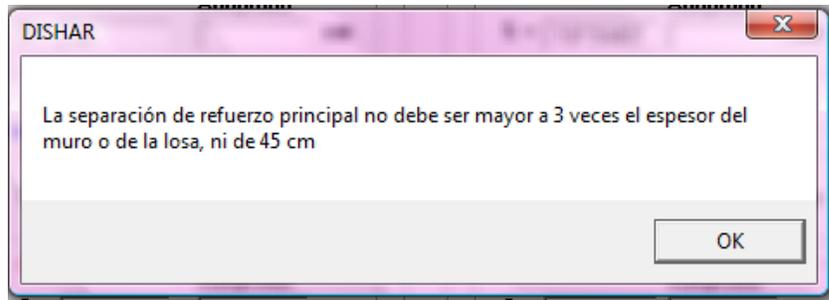
Chequeo de cortante

Primer tramo		Segundo tramo	
Vu = <input type="text"/>	KN	Vu = <input type="text"/>	KN
Vc = <input type="text"/>	KN	Vc = <input type="text"/>	KN
Vv = <input type="text"/>	KN	Vv = <input type="text"/>	KN
$\Phi/C =$ <input type="text"/>	KN	$\Phi/C =$ <input type="text"/>	KN

Descripción:

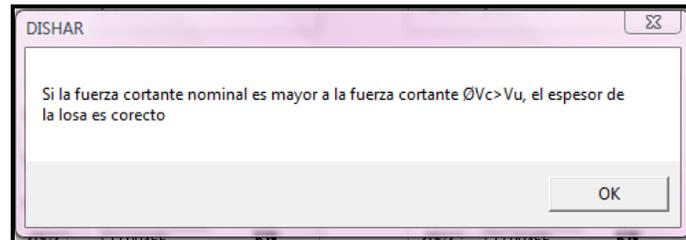
Regresar Continuar

Al ubicar el valor adoptado de la separación del refuerzo principal se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.6.5**

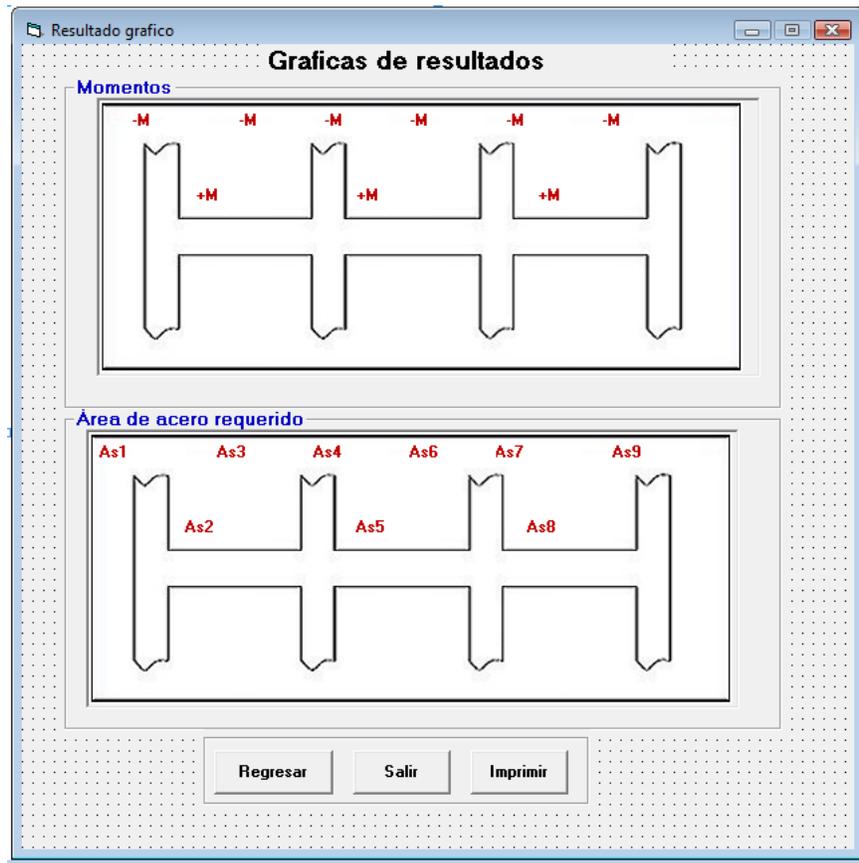




Seguidamente al hacer clic en el resultado de la fuerza cortante se presentará el siguiente mensaje de advertencia.



Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrara una nueva pantalla de resultados de los cálculos en una grafica.





Presione clic en el botón **Regresar** para ir hacia los formularios anteriores o llegar a la ventana inicial. Además si prefiere presione clic en el botón **Imprimir** si en caso lo desea o caso contrario clic en el botón **Salir** para cerrar la aplicación.

Paso 2.2.2 CASO II: VIGA DE BORDE

Datos de partida:

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA MUERTA**

1. Ingrese el valor del peso nivelado
2. Ingrese el valor del peso del piso
3. Ingrese el valor del cielo raso
4. Ingrese el valor del peso de bloques
5. Ingrese el valor del peso de las paredes
6. Ingrese el valor de otras cargas permanentes

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA**

7. Ingrese el valor de **$f'c$**
8. Ingrese el valor de **fy**
9. Ingrese el valor de **wc**
10. Ingrese el valor de **db**
11. Ingrese el valor de **Rec. Li.**

Ingresar los datos correspondientes a las **PROPIEDADES GEOMETRICAS**

12. Ingrese el valor de **Lb**
13. Ingrese el valor de **A**



14. Ingrese el valor de L

15. Ingrese el valor de h

Ingresar los datos correspondientes a las **CARGAS**

16. Ingrese el valor de LL

17. Ingrese el valor de W_{losa}

18. Ingrese el valor de f

19. Ingrese el valor de θ

20. Ingrese el valor de b

Los datos de entrada mencionados en el apartado anterior se presentan en la siguiente pantalla:

Losas con dos luces unicamente

DATOS DE ENTRADA VIGA DE BORDE

Propiedades geométricas de vigas

Lb m

A cm

L m

h m

Sobrecargar muerta

Peso nivelado KN/m²

Peso piso KN/m²

Peso de cielo KN/m²

Peso de bloques KN/m²

Peso de paredes KN/m²

Otras cargas KN/m²

Datos II

LL KN/m²

Wlosa KN/m²

Ln1 m

Ln2 m

f m

θ m

b m

Datos I

fc MPa

fy MPa

(γ) = KN/m²

db mm

Rec.Li mm

Descripción

Ejemplo Calcular



El usuario deberá ubicar los valores requeridos para su correspondiente procedimiento. Cabe destacar que las alturas o espesores mínimos de viga no presforzadas o losas reforzadas en una dirección están descritas en el **Código ACI 9.5(a)**.

Ingresado los valores se debe presionar el botón **Aceptar**, se presentará inmediatamente una nueva pantalla la con los cálculos requeridos.

Vigas con dos luces únicamente (Viga de borde)

MOMENTOS

Resultados

Ln m

Ln(cal) m

LD m

Wu m

SC Muerta m

Primer Tramo

Tramo Exterior

-M = KN*m

Centro de Luz

M = KN*m

Apoyo Interior

-M = KN*m

Segundo Tramo

Tramo Exterior

-M = KN*m

Centro de Luz

M = KN*m

Apoyo Interior

-M = KN*m

Descripción

Regresar Continuar



Además en esta pantalla se considera la condición del **Código ACI 8.7.1** la cual hace referencia acerca de la longitud del vano, es decir:

$$Ln_{calc} >= Ln + h$$

$$Ln_{calc} \leq L$$

Presione el botón **Continuar** para pasar a la siguiente pantalla de cálculos:

Vigas con dos luces únicamente (Viga de borde)

CÁLCULO DE ALTURA Y ESPESOR

Calculo de d y h

β

ρ^b

Calculo de d ACI 9.5.2.1

h =

d = m

h2 =

d =

Datos de Cuantías

Cuantía máxima (ρ)

Cuantía típica (ρ)

d =

Cuantía de refuerzo

K =

Descripción

Regresar Continuar

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla, en la cual se presenta el resultado del cálculo de la cuantía de refuerzo, en este caso para continuar a la siguiente pantalla se debe ingresar el valor de la cuantía adoptada de acuerdo a las especificaciones del código ACI y seguidamente presionar el botón **Continuar**



Vigas con dos luces unicamente (Viga de borde)

Primer Tramo

Tramo Exterior
C1 = m²

Centro de Luz
C2 = m²

Apoyo Interior
C3 = m²

Segundo Tramo

Tramo Exterior
C4 = m²

Centro de Luz
C5 = m²

Apoyo Interior
C6 = m²

Cuantía de refuerzo

Primer Tramo

Tramo Exterior
ρ Adoptada c/m

Centro de Luz
ρ Adoptada c/m

Apoyo Interior
ρ Adoptada c/m

Segundo Tramo

Tramo Exterior
ρ Adoptada c/m

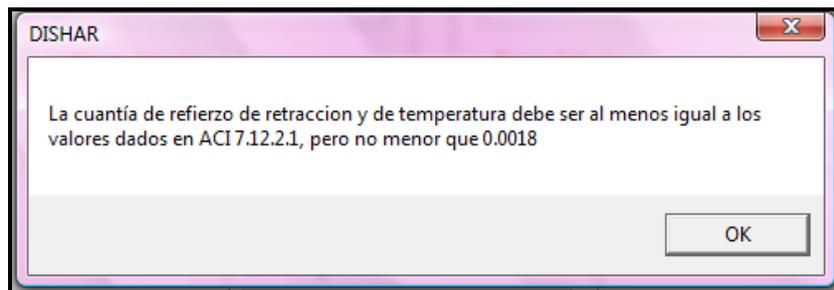
Centro de Luz
ρ Adoptada c/m

Apoyo Interior
ρ Adoptada c/m

Descripción

Regresar Continuar

Al ubicar el valor adoptado de la cuantía se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.12.2.1**





Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con el resultado del cálculo del área de acero requerido y del número del área de la varilla por cada metro.

Vigas con dos luces únicamente (Viga de borde)

Área de acero requerido

Primer Tramo

Tramo Exterior: As1 = m²

Centro de Luz: As2 = m²

Apoyo Interior: As3 = m²

Segundo Tramo

Tramo Exterior: As4 = m²

Centro de Luz: As5 = m²

Apoyo Interior: As6 = m²

Número del diámetro de la varilla

Primer Tramo

Tramo Exterior: N°db = c/m

Centro de Luz: N°db = c/m

Apoyo Interior: N°db = c/m

Segundo Tramo

Tramo Exterior: N°db = c/m

Centro de Luz: N°db = c/m

Apoyo Interior: N°db = c/m

Descripción:

Regresar Continuar

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con los cálculos de la separación del refuerzo principal y el chequeo del cortante.



Vigas con dos luces unicamente (Viga de borde)

Separación del refuerzo principal

Primer Tramo

Tramo Exterior Adoptada S = cm

Centro de Luz Adoptada S = cm

Apoyo Interior Adoptada S = cm

Segundo Tramo

Tramo Exterior Adoptada S = cm

Centro de Luz Adoptada S = cm

Apoyo Interior Adoptada S = cm

Chequeo de cortante

Primer tramo

Vu = KN

Vc = KN

Vv = KN

ΦVc = KN

Segundo tramo

Vu = KN

Vc = KN

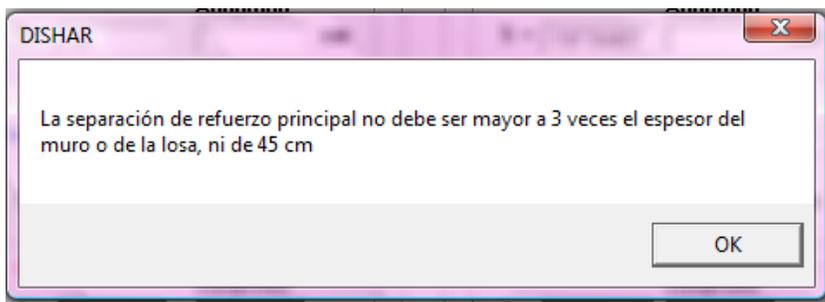
Vv = KN

ΦVc = KN

Descripción

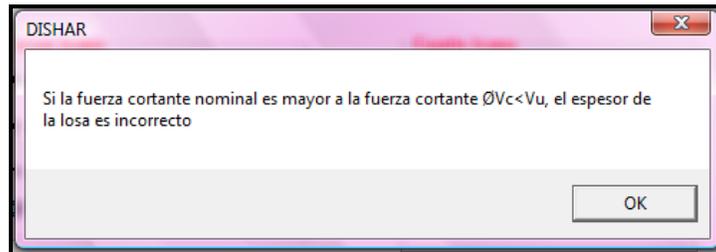
Regresar Continuar

Al ubicar el valor adoptado de la separación del refuerzo principal se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.6.5**

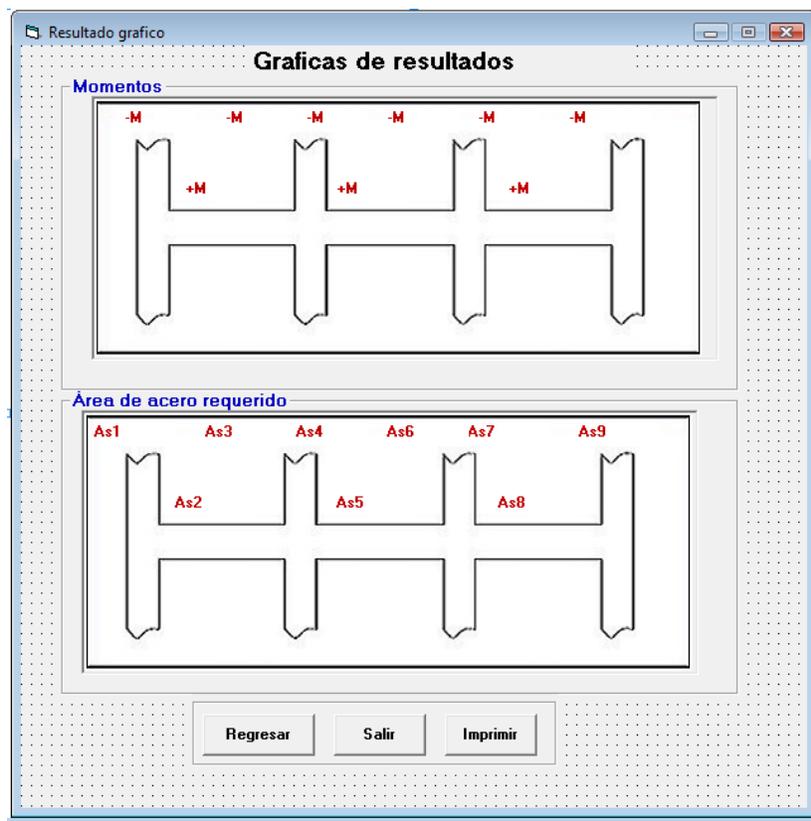




Seguidamente al hacer clic en el resultado de la fuerza cortante se presentará el siguiente mensaje de advertencia.



Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla de resultados de los cálculos en una grafica.





Presione clic en el botón **Regresar** para ir hacia los formularios anteriores o llegar a la ventana inicial. Además si prefiere presione clic en el botón **Imprimir** si en caso lo desea o caso contrario clic en el botón **Salir** para cerrar la aplicación.

Paso 2.2.3 CASO III: COLUMNA

Datos de partida:

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA MUERTA**

1. Ingrese el valor del peso nivelado
2. Ingrese el valor del peso del piso
3. Ingrese el valor del cielo raso
4. Ingrese el valor del peso de bloques
5. Ingrese el valor del peso de las paredes
6. Ingrese el valor de otras cargas permanentes

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA**

7. Ingrese el valor de $f'c$
8. Ingrese el valor de fy
9. Ingrese el valor de wc
10. Ingrese el valor de db
11. Ingrese el valor de **Rec. Li.**

Ingresar los datos correspondientes a las **PROPIEDADES GEOMETRICAS**

12. Ingrese el valor de Lb
13. Ingrese el valor de A



14. Ingrese el valor de L

15. Ingrese el valor de h

Ingresar los datos correspondientes a las **CARGAS**

16. Ingrese el valor de LL

17. Ingrese el valor de W_{losa}

18. Ingrese el valor de f

19. Ingrese el valor de θ

20. Ingrese el valor de b

Los datos de entrada mencionados en el apartado anterior se presentan en la siguiente pantalla:

Losas con dos luces unicamente

DATOS DE ENTRADA DE COLUMNA

Propiedades geométricas de vigas

Lb m

A cm

L m

h m

Sobrecargar muerta

Peso nivelado KN/m²

Peso piso KN/m²

Peso de cielo KN/m²

Peso de bloques KN/m²

Peso de paredes KN/m²

Otras cargas KN/m²

Datos II

LL KN/m²

Wlosa KN/m²

Ln1 m

Ln2 m

f m

θ m

b m

Datos I

fc MPa

fy MPa

(γ) = KN/m³

db mm

Rec.Li mm

Descripción

Ejemplo Calcular



El usuario deberá ubicar los valores requeridos para su correspondiente procedimiento. Cabe destacar que las alturas o espesores mínimos de viga no presforzadas o losas reforzadas en una dirección están descritas en el **Código ACI 9.5(a)**.

Ingresado los valores se debe presionar el botón **Aceptar**, se presentará inmediatamente una nueva pantalla la con los cálculos requeridos.

Además en esta pantalla se considera la condición del **Código ACI 8.7.1** la cual hace referencia acerca de la longitud del vano, es decir:

$$Ln_{calc} >= Ln + h$$

$$Ln_{calc} >= L$$

Presione el botón **Continuar** para pasar a la siguiente pantalla de cálculos:



Vigas con dos luces unicamente (Columna)

CÁLCULO DE ALTURA Y ESPESOR

Calculo de d y h β <input type="text"/> ρ^b <input type="text"/>	Calculo de d ACI 9.5.2.1 h = <input type="text"/> d = <input type="text"/> m h2 = <input type="text"/> d = <input type="text"/>
Datos de Cuanías Cuanía máxima (p) <input type="text"/> Cuanía típica (p) <input type="text"/> d = <input type="text"/>	Cuanía de refuerzo K = <input type="text"/>
Descripción <input type="text"/>	<input type="button" value="Regresar"/> <input type="button" value="Continuar"/>

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla, en la cual se presenta el resultado del cálculo de la cuantía de refuerzo, en este caso para continuar a la siguiente pantalla se debe ingresar el valor de la cuantía adoptada de acuerdo a las especificaciones del código ACI y seguidamente presionar el botón **Continuar**.



Vigas con dos luces unicamente (Columna)

Primer Tramo

Tramo Exterior

C1 = m²

Centro de Luz

C2 = m²

Apoyo Interior

C3 = m²

Segundo Tramo

Tramo Exterior

C4 = m²

Centro de Luz

C5 = m²

Apoyo Interior

C6 = m²

Cuantía de refuerzo

Primer Tramo

Tramo Exterior

ρ Adoptada c/m

Centro de Luz

ρ Adoptada c/m

Apoyo Interior

ρ Adoptada c/m

Segundo Tramo

Tramo Exterior

ρ Adoptada c/m

Centro de Luz

ρ Adoptada c/m

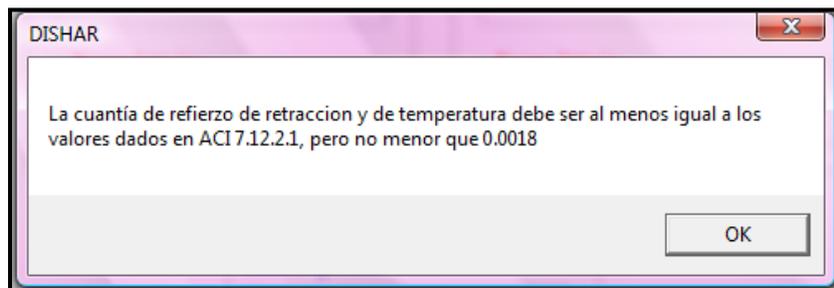
Apoyo Interior

ρ Adoptada c/m

Descripción

Regresar Continuar

Al ubicar el valor adoptado de la cuantía se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.12.2.1**





Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con el resultado del cálculo del área de acero requerido y del número del área de la varilla por cada metro.

Vigas con dos luces únicamente (Columna)

Área de acero requerido

Primer Tramo

Tramo Exterior
As1 = m²

Centro de Luz
As2 = m²

Apoyo Interior
As3 = m²

Segundo Tramo

Tramo Exterior
As4 = m²

Centro de Luz
As5 = m²

Apoyo Interior
As6 = m²

Número del diámetro de la varilla

Primer Tramo

Tramo Exterior
N°db = c/m

Centro de Luz
N°db = c/m

Apoyo Interior
N°db = c/m

Segundo Tramo

Tramo Exterior
N°db = c/m

Centro de Luz
N°db = c/m

Apoyo Interior
N°db = c/m

Descripción

Regresar Continuar

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con los cálculos de la separación del refuerzo principal y el chequeo del cortante.



Vigas con dos luces unicamente (Columna)

Separación del refuerzo principal

Primer Tramo		Segundo Tramo	
Tramo Exterior	Adoptada	Tramo Exterior	Adoptada
S = <input type="text"/>	<input type="text"/> cm	S = <input type="text"/>	<input type="text"/> cm
Centro de Luz	Adoptada	Centro de Luz	Adoptada
S = <input type="text"/>	<input type="text"/> cm	S = <input type="text"/>	<input type="text"/> cm
Apoyo Interior	Adoptada	Apoyo Interior	Adoptada
S = <input type="text"/>	<input type="text"/> cm	S = <input type="text"/>	<input type="text"/> cm

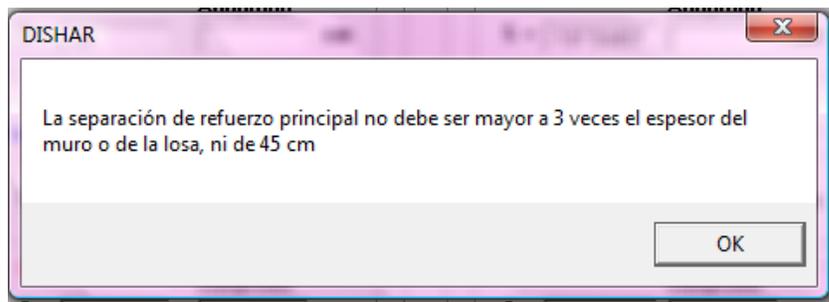
Chequeo de cortante

Primer tramo		Segundo tramo	
Vu = <input type="text"/>	KN	Vu = <input type="text"/>	KN
Vc = <input type="text"/>	KN	Vc = <input type="text"/>	KN
Vv = <input type="text"/>	KN	Vv = <input type="text"/>	KN
$\Phi V_c =$ <input type="text"/>	KN	$\Phi V_c =$ <input type="text"/>	KN

Descripción

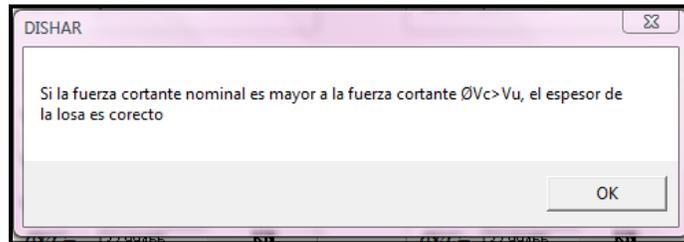
Regresar Continuar

Al ubicar el valor adoptado de la separación del refuerzo principal se presentara el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.6.5**

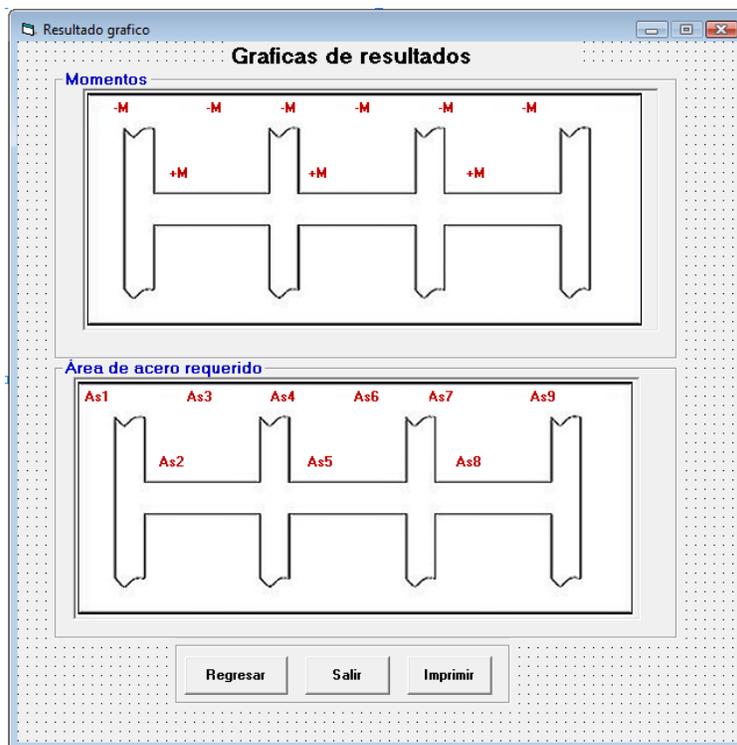




Seguidamente al hacer clic en el resultado de la fuerza cortante se presentara el siguiente mensaje de advertencia.



Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla de resultados de los cálculos en una grafica.





Presione clic en el botón **Regresar** para ir hacia los formularios anteriores o llegar a la ventana inicial. Además si prefiere presione clic en el botón **Imprimir** si en caso lo desea o caso contrario clic en el botón **Salir** para cerrar la aplicación.

Paso 2.3 DISEÑO DE LOSAS CON LUCES QUE NO EXEDEN LOS 3m

Datos de partida:

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA MUERTA**

1. Ingrese el valor del peso nivelado
2. Ingrese el valor del peso del piso
3. Ingrese el valor del cielo raso
4. Ingrese el valor del peso de bloques
5. Ingrese el valor del peso de las paredes
6. Ingrese el valor de otras cargas permanentes

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA**

7. Ingrese el valor de $f'c$
8. Ingrese el valor de fy
9. Ingrese el valor de wc
10. Ingrese el valor de db
11. Ingrese el valor de **Rec. Li.**

Ingresar los datos correspondientes a las **PROPIEDADES GEOMETRICAS**

12. Ingrese el valor de Lb
13. Ingrese el valor de A



14. Ingrese el valor de L

15. Ingrese el valor de h

Ingresar los datos correspondientes a las **CARGAS**

16. Ingrese el valor de LL

17. Ingrese el valor de W_{losa}

18. Ingrese el valor de f

19. Ingrese el valor de θ

20. Ingrese el valor de b

Ingresar los datos correspondientes al **NÚMERO DE LUCES**, que desea calcular.

21. Ingrese el valor de $Ln(x)$

Los datos de entrada mencionados en el apartado anterior se presentan en la siguiente pantalla:

Losas con luces que no exceden los 3m

DATOS DE ENTRADA PARA LOSAS CON LUCES QUE NO EXCEDEN LOS 3M

Sobrecarga muerta		
Peso nivelado	<input type="text"/>	KN/m ²
Peso piso	<input type="text"/>	KN/m ²
Peso de cielo	<input type="text"/>	KN/m ²
Peso de bloques	<input type="text"/>	KN/m ²
Peso de paredes	<input type="text"/>	KN/m ²
Otras cargas	<input type="text"/>	KN/m ²

Propiedades geométricas de vigas		
Lb	<input type="text"/>	m
A	<input type="text"/>	cm
L	<input type="text"/>	m
h	<input type="text"/>	m

Datos I		
f_c	<input type="text"/>	MPa
f_y	<input type="text"/>	MPa
W_c	<input type="text"/>	KN/m ²
db	<input type="text"/>	mm
Rec.Li	<input type="text"/>	mm

Datos II		
LL	<input type="text"/>	KN/m ²
W_{losa}	<input type="text"/>	KN/m ²
f	<input type="text"/>	m
θ	<input type="text"/>	
b	<input type="text"/>	m

Número de Ln

Ln (X)

Descripción



El usuario deberá ubicar los valores requeridos para su correspondiente procedimiento. Cabe destacar que las alturas o espesores mínimos de viga no presforzadas o losas reforzadas en una dirección están descritas en el **Código ACI 9.5(a)**.

Al ingresar el número de luces en **Ln (X)**, se deberá presionar el icono  el cual permite ingresar los valores del número de luces para el cálculo correspondiente, por lo tanto se presentara la siguiente ventana:



La imagen muestra una ventana de diálogo con el título "Datos de Ln". Dentro de la ventana, hay un encabezado "Datos de Ln" en rojo. A continuación, se listan seis ítems: "Ln 1", "Ln 2", "Ln 3", "Ln 4", "Ln 5" y "Ln 6", cada uno con un campo de entrada de texto a su derecha. En la parte inferior de la ventana, hay dos botones: "Aceptar" y "Cancelar".

Ingresado los valores se debe presionar el botón **Aceptar**, se presentará inmediatamente una nueva pantalla con los cálculos requeridos.



Losas con luces que no exceden los 3m

DISEÑO DE LOSAS UNIDIRECCIONALES

Luz de los elementos		Calculo de espesor	
Ln	<input type="text"/>	m	β <input type="text"/>
Ln(cal)	<input type="text"/>	m	ρ_b <input type="text"/>
LD	<input type="text"/>	KN/m ²	d <input type="text"/>
Wu	<input type="text"/>	KN/m ²	
SC Muerta	<input type="text"/>	KN/m ²	
Cuántía de diseño		Calculo de d ACI 9.5.2.1	
ρ_m	<input type="text"/>	h =	<input type="text"/>
ρ	<input type="text"/>	d =	<input type="text"/>
		h2 =	<input type="text"/>
		d =	<input type="text"/>
Descripción		Calculo de refuerzo requerido	
<input type="text"/>		K =	<input type="text"/>
		Regresar	Continuar

Además en esta pantalla se considera la condición del **Código ACI 8.7.1** la cual hace referencia acerca de la longitud del vano, es decir:

$$Ln_{\text{calc}} = Ln + h$$

$$Ln_{\text{calc}} \leq L$$

Presione el botón **Continuar** para pasar a la siguiente pantalla de cálculos:



Losas con luces que no exceden los 3m

CÁLCULO DE MOMENTOS

$$\frac{1}{12} \quad \frac{1}{14} \quad \frac{1}{12} \quad \frac{1}{12} \quad \frac{1}{16} \quad \frac{1}{12} \quad \frac{1}{12}$$

Primer Tramo
Tramo Exterior

-M = KN*m

Centro de Luz

M = KN*m

Apoyo Interior

-M = KN*m

Segundo Tramo
Tramo Exterior

-M = KN*m

Centro de Luz

M = KN*m

Apoyo Interior

-M = KN*m

Tercer Tramo
Tramo Exterior

-M = KN*m

Centro de Luz

M = KN*m

Apoyo Interior

-M = KN*m

Cuarto Tramo
Tramo Exterior

-M = KN*m

Centro de Luz

M = KN*m

Apoyo Interior

-M = KN*m

Descripción

Cabe mencionar que en este caso se presentarán varias pantallas iguales a la mostrada en el apartado anterior, indicando el resultado del cálculo de momentos, esto es de acuerdo al número de luces ingresado con anterioridad.

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla, en la cual se presenta el resultado del cálculo de la cuantía de refuerzo, en este caso para continuar a la siguiente pantalla se debe ingresar el valor de la cuantía adoptada de acuerdo a las especificaciones del código ACI y seguidamente presionar el botón **Continuar**



Losas con luces que no exceden los 3m

CUANTIA DE REFUERZO

Tramo	Centro de Luz	Apoyo Interior
Primer Tramo	Tramo Exterior ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m	Adoptada ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m
	Centro de Luz ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m	Adoptada ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m
		Apoyo Interior ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m
Segundo Tramo	Tramo Exterior ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m	Adoptada ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m
	Centro de Luz ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m	Adoptada ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m
		Apoyo Interior ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m
Tercer Tramo	Tramo Exterior ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m	Adoptada ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m
	Centro de Luz ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m	Adoptada ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m
		Apoyo Interior ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m
Cuarto Tramo	Tramo Exterior ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m	Adoptada ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m
	Centro de Luz ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m	Adoptada ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m
		Apoyo Interior ρ <input type="text"/> <input type="text"/> c/m

Descripción

Regresar Continuar

Al ubicar el valor adoptado de la cuantía se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.12.2.1**

DISHAR

La cuantía de refuerzo de retracción y de temperatura debe ser al menos igual a los valores dados en ACI 7.12.2.1, pero no menor que 0.0018

OK



Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con el resultado del cálculo del área de acero requerido.

Losas con luces que no exceden los 3m

ÁREA DE ACERO REQUERIDO

Tramo	Centro de Luz	Apoyo Interior
Primer Tramo Tramo Exterior	As1 = <input type="text"/> m ²	As2 = <input type="text"/> m ²
Segundo Tramo Tramo Exterior	As4 = <input type="text"/> m ²	As5 = <input type="text"/> m ²
Tercer Tramo Tramo Exterior	As1 = <input type="text"/> m ²	As2 = <input type="text"/> m ²
Cuarto Tramo Tramo Exterior	As4 = <input type="text"/> m ²	As5 = <input type="text"/> m ²

Apoyo Interior: As3 = m²

Apoyo Interior: As6 = m²

Apoyo Interior: As3 = m²

Apoyo Interior: As6 = m²

Descripción:

Regresar Continuar

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con el cálculo del número del área de la varilla por cada metro de losa.



Losas con luces que no exceden los 3m

CÁLCULO DEL NÚMERO DE VARILLAS POR METRO DE ANCHO DE LOSA

Primer Tramo	Segundo Tramo
Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m	Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m
Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m	Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m
Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m	Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m

Tercer Tramo	Cuarto Tramo
Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m	Tramo Exterior N°db = <input type="text"/> c/m
Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m	Centro de Luz N°db = <input type="text"/> c/m
Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m	Apoyo Interior N°db = <input type="text"/> c/m

Descripción

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con los cálculos de la separación del refuerzo principal.



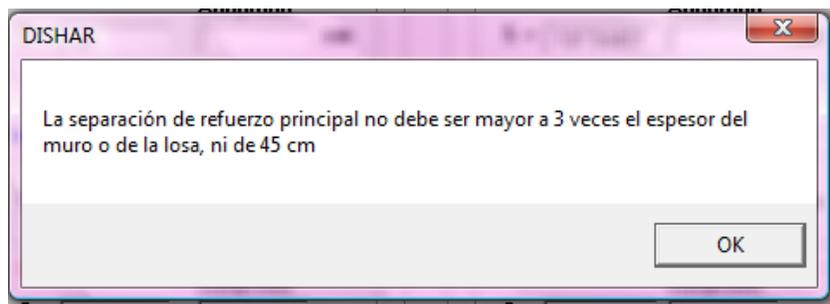
Losas con luces que no exceden los 3m

SEPARACION DEL REFUERZO PRINCIPAL

Primer Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado	Segundo Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado
Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado	Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado
Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado	Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado
Tercer Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado	Cuarto Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado
Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado	Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado
Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado	Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> cm Adoptado

Descripción

Al ubicar el valor adoptado de la separación del refuerzo principal se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.6.5**





Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con los cálculos para el chequeo del cortante.

Losas con luces que no exceden los 3m

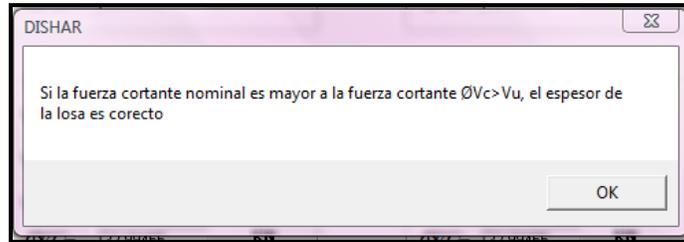
CHEQUEO DE CORTANTE

Tramo	V_u	V_c	V_v	Φ/C
Primer tramo	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN
Segundo tramo	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN
Tercer tramo	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN
Cuarto tramo	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN	<input type="text"/> KN

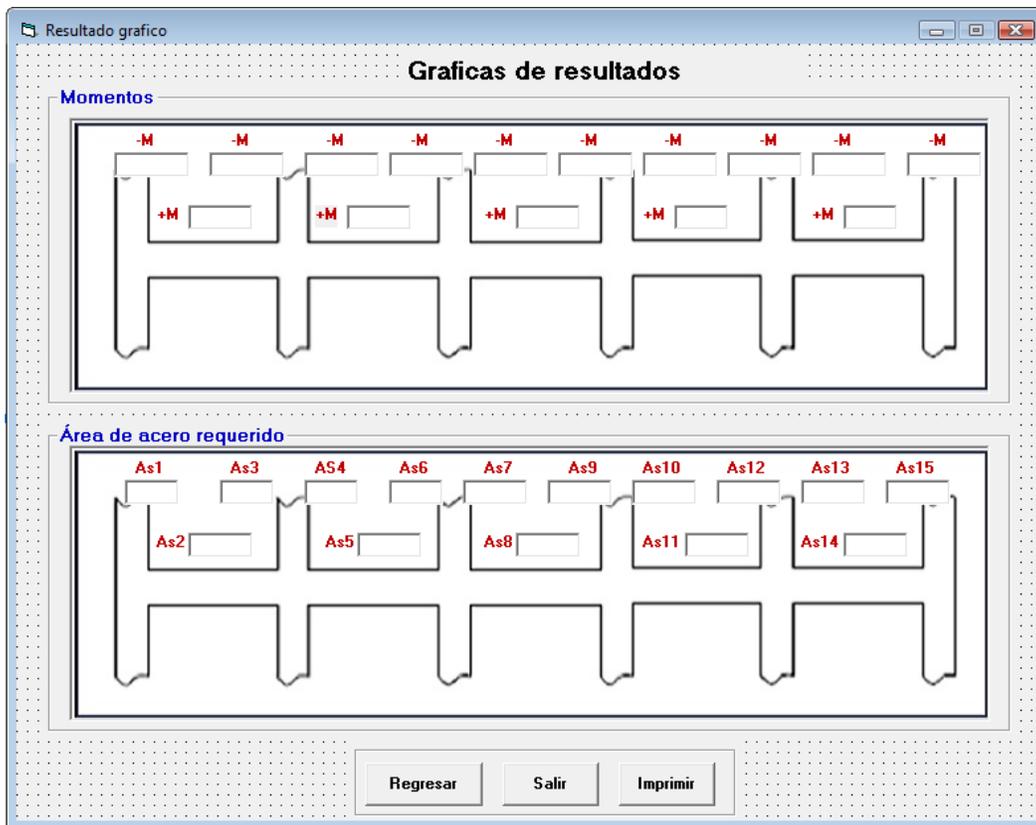
Descripción:

Regresar Continuar

Al hacer clic en el resultado de la fuerza cortante se presentará el siguiente mensaje de advertencia.



Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla de resultados de los cálculos en una grafica. Esta grafica varía de acuerdo al número de luces ingresado.





Presione clic en el botón **Regresar** para ir hacia los formularios anteriores o llegar a la ventana inicial. Además si prefiere presione clic en el botón **Imprimir** si en caso lo desea o caso contrario clic en el botón **Salir** para cerrar la aplicación.

Paso 2.4 LOSAS CON VIGAS EN LAS CUALES LA SUMA DE LAS RIGIDECES DE LAS COLUMNAS EXCEDE OCHO VECES LA SUMA DE LAS RIGIDECES DE LAS VIGAS PARA CADA EXTREMO DE LA LUZ.

Datos de partida:

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA MUERTA**

1. Ingrese el valor del peso nivelado
2. Ingrese el valor del peso del piso
3. Ingrese el valor del cielo raso
4. Ingrese el valor del peso de bloques
5. Ingrese el valor del peso de las paredes
6. Ingrese el valor de otras cargas permanentes

Ingresar los datos correspondientes a la **SOBRECARGA**

7. Ingrese el valor de $f'c$
8. Ingrese el valor de fy
9. Ingrese el valor de wc
10. Ingrese el valor de db
11. Ingrese el valor de **Rec. Li.**



Ingresar los datos correspondientes a las **PROPIEDADES GEOMETRICAS**

- 12. Ingrese el valor de **L_b**
- 13. Ingrese el valor de **A**
- 14. Ingrese el valor de **L**
- 15. Ingrese el valor de **h**

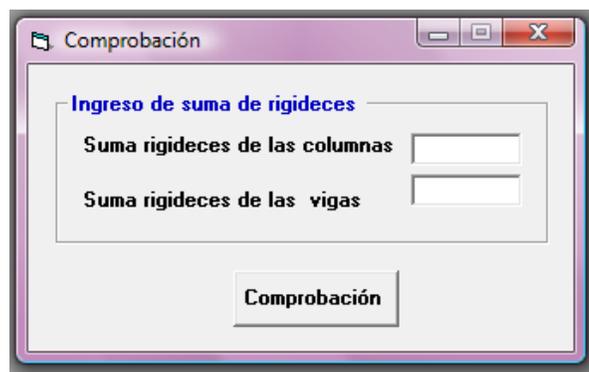
Ingresar los datos correspondientes a las **CARGAS**

- 16. Ingrese el valor de **LL**
- 17. Ingrese el valor de **$Wlosa$**
- 18. Ingrese el valor de **f**
- 19. Ingrese el valor de **θ**
- 20. Ingrese el valor de **b**

Ingresar los datos correspondientes al **NÚMERO DE LUCES**, que desea calcular.

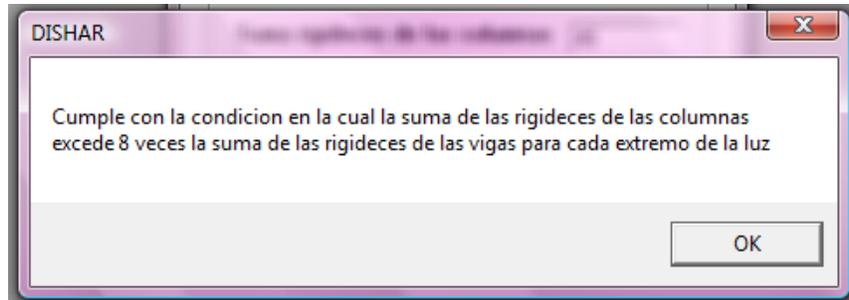
- 21. Ingrese el valor de **$\ln(x)$**

Antes de presentarse la pantalla de datos de entrada, se mostrara la siguiente pantalla de comprobación:





Si cumple con la condición aparecerá el siguiente mensaje, caso contrario se debe realizar los cálculos otro procedimiento de diseño.



Seguidamente se mostrará la pantalla de ingreso de datos:

DATOS DE ENTRADA

Sobrecarga muerta

Peso nivelado KN/m²

Peso piso KN/m²

Peso de cielo KN/m²

Peso de bloques KN/m²

Peso de paredes KN/m²

Otras cargas KN/m²

Propiedades geométricas de vigas

Lb m

A cm

L m

h m

Datos I

fc MPa

fy MPa

Wc KN/m²

db mm

Rec.Li mm

Datos II

LL KN/m²

Wlosa KN/m²

f m

Ø

b m

Número de Ln

Ln (X)

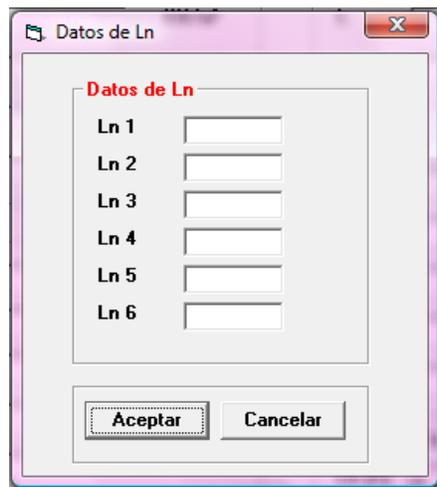
Descripción

Ejemplo Calcular



El usuario deberá ubicar los valores requeridos para su correspondiente procedimiento. Cabe destacar que las alturas o espesores mínimos de viga no presforzadas o losas reforzadas en una dirección están descritas en el **Código ACI 9.5(a)**.

Al presionar el icono  nos permitirá ingresar el número de luces **Ln (X)** para el cálculo correspondiente, por lo tanto se presentara la siguiente ventana:



La imagen muestra una ventana de diálogo con el título "Datos de Ln". Dentro de la ventana, hay un recuadro con el título "Datos de Ln" que contiene seis campos de entrada etiquetados "Ln 1" a "Ln 6". Debajo de estos campos, hay dos botones: "Aceptar" y "Cancelar".

Ingresado los valores se debe presionar el botón **Aceptar**, se presentará inmediatamente una nueva pantalla la con los cálculos requeridos.



Losas con rigideces

DISEÑO DE LOSAS UNIDIRECCIONALES

Luz de los elementos

Ln m

Ln(cal) m

LD KN/m²

Wu KN/m²

SC Muerta KN/m²

Cuanía de diseño

ρ_n

ρ

Descripción

Calculo de espesor

β

ρ_b

d

Calculo de d ACI 9.5.2.1

h =

d =

h2 =

d =

Calculo de refuerzo requerido

K =

Regresar Continuar

Además en esta pantalla se considera la condición del **Código ACI 8.7.1** la cual hace referencia acerca de la longitud del vano, es decir:

$$Ln_{\text{Calc}} = Ln + h$$
$$Ln_{\text{Calc}} \leq L$$

Presione el botón **Continuar** para pasar a la siguiente pantalla de cálculos:



Losas con rigideces

CALCULO DE MOMENTOS

Diagrama de la losa con rigideces:

Span lengths: $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{14}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{12}$

Primer Tramo

Tramo Exterior: $-M = [] \text{ KN}^*\text{m}$

Centro de Luz: $M = [] \text{ KN}^*\text{m}$

Apoyo Interior: $-M = [] \text{ KN}^*\text{m}$

Segundo Tramo

Tramo Exterior: $-M = [] \text{ KN}^*\text{m}$

Centro de Luz: $M = [] \text{ KN}^*\text{m}$

Apoyo Interior: $-M = [] \text{ KN}^*\text{m}$

Tercer Tramo

Tramo Exterior: $-M = [] \text{ KN}^*\text{m}$

Centro de Luz: $M = [] \text{ KN}^*\text{m}$

Apoyo Interior: $-M = [] \text{ KN}^*\text{m}$

Cuarto Tramo

Tramo Exterior: $-M = [] \text{ KN}^*\text{m}$

Centro de Luz: $M = [] \text{ KN}^*\text{m}$

Apoyo Interior: $-M = [] \text{ KN}^*\text{m}$

Descripción: []

Regresar Continuar

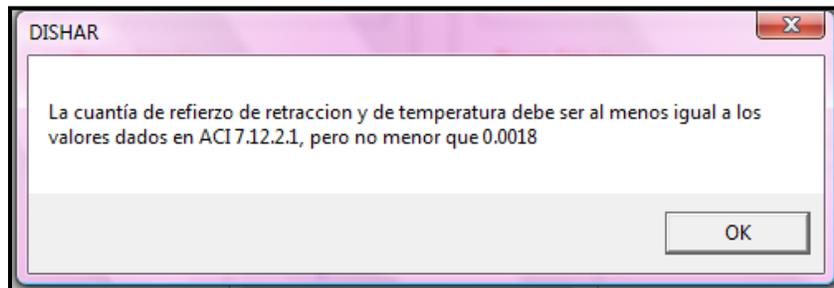
Cabe mencionar que en este caso se presentarán varias pantallas iguales a la mostrada en el apartado anterior, indicando el resultado del cálculo de momentos, esto es de acuerdo al número de luces ingresado con anterioridad.

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla, en la cual se presenta el resultado del cálculo de la cuantía de refuerzo, en este caso para continuar a la siguiente pantalla se debe ingresar el valor de la cuantía adoptada de acuerdo a las especificaciones del código ACI y seguidamente presionar el botón **Continuar**.



The screenshot shows a software window titled "Losas con rigideces" with a sub-header "CUANTIA DE REFUERZO". The window is divided into four quadrants, each representing a span (Tramo). Each quadrant contains three input sections: "Tramo Exterior", "Centro de Luz", and "Apoyo Interior". Each section has a label ρ and a field for "Adoptada" with a unit "c/m". At the bottom of the window, there is a "Descripción" text area and two buttons: "Regresar" and "Continuar".

Al ubicar el valor adoptado de la cuantía se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.12.2.1**





Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con el resultado del cálculo del área de acero requerido.

Losas con rigideces

ÁREA DE ACERO REQUERIDO

Tramo	Tramo Exterior	Centro de Luz	Apoyo Interior
Primer Tramo	As1 = <input type="text"/> m ²	As2 = <input type="text"/> m ²	As3 = <input type="text"/> m ²
Segundo Tramo	As4 = <input type="text"/> m ²	As5 = <input type="text"/> m ²	As6 = <input type="text"/> m ²
Tercer Tramo	As1 = <input type="text"/> m ²	As2 = <input type="text"/> m ²	As3 = <input type="text"/> m ²
Cuarto Tramo	As4 = <input type="text"/> m ²	As5 = <input type="text"/> m ²	As6 = <input type="text"/> m ²

Descripción:

Regresar Continuar

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con el cálculo del número del área de la varilla por cada metro de ancho de losa.



Losas con rigideces

CÁLCULO DEL NÚMERO DE VARILLAS POR METRO DE ANCHO DE LOSA

<p>Primer Tramo</p> <p>Tramo Exterior</p> <p>N°db = <input type="text"/> c/m</p> <p>Centro de Luz</p> <p>N°db = <input type="text"/> c/m</p> <p>Apoyo Interior</p> <p>N°db = <input type="text"/> c/m</p>	<p>Segundo Tramo</p> <p>Tramo Exterior</p> <p>N°db = <input type="text"/> c/m</p> <p>Centro de Luz</p> <p>N°db = <input type="text"/> c/m</p> <p>Apoyo Interior</p> <p>N°db = <input type="text"/> c/m</p>
<p>Tercer Tramo</p> <p>Tramo Exterior</p> <p>N°db = <input type="text"/> c/m</p> <p>Centro de Luz</p> <p>N°db = <input type="text"/> c/m</p> <p>Apoyo Interior</p> <p>N°db = <input type="text"/> c/m</p>	<p>Cuarto Tramo</p> <p>Tramo Exterior</p> <p>N°db = <input type="text"/> c/m</p> <p>Centro de Luz</p> <p>N°db = <input type="text"/> c/m</p> <p>Apoyo Interior</p> <p>N°db = <input type="text"/> c/m</p>

Descripción

Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con los cálculos de la separación del refuerzo principal.



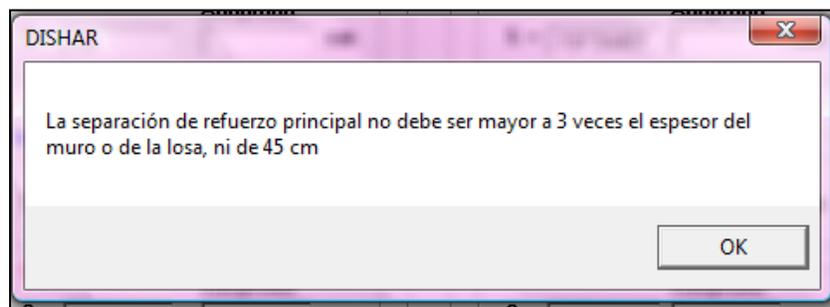
Losas con rigideces

SEPARACION DEL REFUERZO PRINCIPAL

Primer Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm	Segundo Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm
Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm	Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm
Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm	Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm
Tercer Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm	Cuarto Tramo Tramo Exterior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm
Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm	Centro de Luz S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm
Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm	Apoyo Interior S = <input type="text"/> <input type="text"/> Adoptado <input type="text"/> cm

Descripción

Al ubicar el valor adoptado de la separación del refuerzo principal se presentará el siguiente mensaje de advertencia, el cual es de acuerdo al **Código ACI 7.6.5**





Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla con los cálculos para el chequeo del cortante.

CHEQUEO DE CORTANTE

Primer tramo

Vu = KN

Vc = KN

Vv = KN

ΦV_c = KN

Segundo tramo

Vu = KN

Vc = KN

Vv = KN

ΦV_c = KN

Tercer tramo

Vu = KN

Vc = KN

Vv = KN

ΦV_c = KN

Cuarto tramo

Vu = KN

Vc = KN

Vv = KN

ΦV_c = KN

Descripción

Regresar Continuar

Al hacer clic en el resultado de la fuerza cortante se presentará el siguiente mensaje de advertencia.

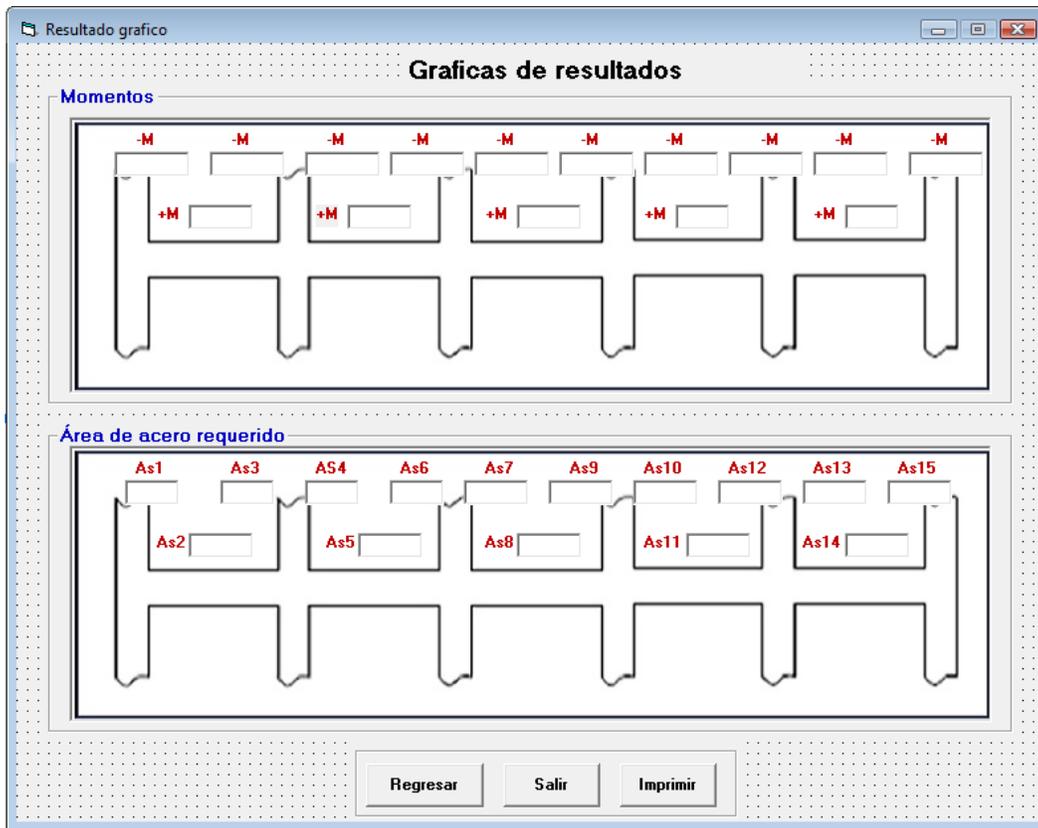
DISHAR

Si la fuerza cortante nominal es mayor a la fuerza cortante $\Phi V_c > V_u$, el espesor de la losa es correcto

OK



Al presionar clic en el botón **Continuar** se mostrará una nueva pantalla de resultados de los cálculos en una grafica. Esta grafica varía de acuerdo al número de luces ingresado.



Presione clic en el botón **Regresar** para ir hacia los formularios anteriores o llegar a la ventana inicial. Además si prefiere presione clic en el botón **Imprimir** si en caso lo desea o caso contrario clic en el botón **Salir** para cerrar la aplicación.



LOSAS BIDIRECCIONALES



LOSAS BIDIRECCIONALES

Paso 2 INGRESAR

Se puede ingresar de dos maneras diferentes:

1. En el menú **Archivo**, seleccionar **Nuevo**.

Aparecerá la ventana Elementos.

Hacer clic en el botón **Losas Bidireccionales**, se mostrará los siguientes casos:

CASO I: *Losas Bidireccionales para panel de esquina*

CASO II: *Losas Bidireccionales para panel exterior*

CASO III: *Losas Bidireccionales para panel interior.*

2. Haga clic directamente en el botón  Losas bidireccionales de la barra de herramientas, en la cual aparecerá la siguiente pantalla:



Paso 2 TIPOS DE DISEÑO:

El usuario puede escoger los siguientes tipos de diseño:

1. Diseño de losas bidireccionales para panel de esquina
2. Diseño de losas bidireccionales para panel exterior.
3. Diseño de losas bidireccionales para panel interior.

Cabe anotar que dependiendo del tipo de diseño que escoja el usuario se activaran los cuadros de ingreso de datos.



Paso 2.1 DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES PARA PANEL DE ESQUINA

Datos de partida:

Ingresar los datos correspondientes a la **SECCIÓN DE COLUMNAS**

1. Ingrese el valor de h_c
2. Ingrese el valor de b_c

Ingresar los datos correspondientes a la **SECCIÓN DE VIGAS EXTERIORES**

3. Ingrese el valor de b_e
4. Ingrese el valor de a_e

Ingresar los datos correspondientes a las **SECCIONES DE VIGAS INTERIORES**

5. Ingrese el valor de b_i
6. Ingrese el valor de a_i

Ingresar los datos correspondientes a **CARGAS, LONGITUDES Y SOBRECARGA:**

7. Ingresar el valor de L_1
8. Ingresar el valor de L_2
9. Ingresar el valor de d_b
10. Ingresar el valor de f_c
11. Ingresar el valor de f_y
12. Ingresar el valor de LL
13. Ingresar el valor de p
14. Ingresar el valor de W_c
15. Ingresar el valor de W_p



16. Ingresar el valor de W_n

17. Ingresar el valor de W_{pp}

Los datos de entrada descritos anteriormente se mostraran en la siguiente pantalla:

Losas bidireccionales

DATOS DE ENTRADA LOSAS BIDIRECCIONALES

Sección columnas	Valores ingreso
hc = <input type="text"/> m	L ₁ = <input type="text"/> m
bc = <input type="text"/> m	L ₂ = <input type="text"/> m
	(d _b) = <input type="text"/> mm
	(γ) = <input type="text"/> KN/m ²
	(f'c) = <input type="text"/> Kgf/cm ²
	W _{pp} = <input type="text"/> KN/cm ²
	LL = <input type="text"/> KN/m ²
	Rec. libre = <input type="text"/> mm
	W _p = <input type="text"/> KN/m ²
	W _e = <input type="text"/> KN/m ²
	f _y = <input type="text"/> MPa
	W _n = <input type="text"/> KN/m ²

Sección vigas exteriores

b_e = m

a_e = m

Sección vigas interiores

b_i = m

a_i = m

Descripción

Ejemplo Calcular Salir

Luego de ingresar los datos de entrada debe presionar clic en el botón **Continuar**, se presentará la siguiente pantalla:



Panel de esquina

DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES

Cálculo de longitudes del panel

$L_a =$ m

$L_b =$ m

Cálculo de carga muerta

$Wl =$ m

$DL =$ m

Peralte efectivo

$d =$ m

Descripción

Cálculo del espesor de la losa

$h =$ m

h adoptada

Cálculo de la carga ultima

$(W_u) =$ KN/m²

Momentos neg en bordes continuos

$C_a =$

M_a neg = KN*m

$C_b =$

M_b neg = KN*m

Presionar clic en el botón **Continuar**, se expondrá una nueva pantalla que consta el cálculo de momentos positivos para carga viva y carga muerta, así como también los momentos negativos en bordes continuos:



Panel de esquina

CALCULO DE MOMENTOS

Momentos positivos		Momentos positivos	
Ca =	<input type="text"/>	Cb =	<input type="text"/>
M _a + DL =	<input type="text"/> KN*m	M _b + DL =	<input type="text"/> KN*m
Ca =	<input type="text"/>	Cb =	<input type="text"/>
M _a + LL =	<input type="text"/> KN*m	M _b + LL =	<input type="text"/> KN*m
M _a Total =	<input type="text"/> KN*m	M _b Total =	<input type="text"/> KN*m
W1 =	<input type="text"/>	Wu =	<input type="text"/>
W2 =	<input type="text"/>	Wu =	<input type="text"/>
<input type="button" value="Calcular"/>		<input type="button" value="Calcular"/>	

Momentos negativos bordes discontinuo		Descripción	
M _a neg =	<input type="text"/> KN*m	<input type="text"/>	
M _b neg =	<input type="text"/> KN*m		

Cabe destacar que los momentos negativos en bordes discontinuos se calculan tomando en cuenta un tercio de los momentos positivos.

Presione **Continuar** para proseguir con una nueva pantalla de cálculos, la cual presentará el cálculo de refuerzo en las franjas centrales para la dirección corta.



Panel de esquina

CÁLCULO DE REFUERZO EN LAS FRANJAS CENTRALES

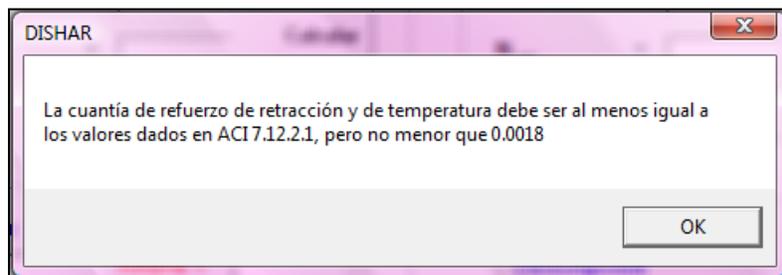
DIRECCION CORTA

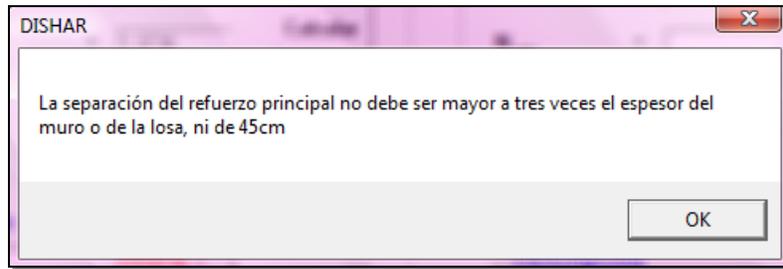
Momento negativo, borde continuo		Momento positivo	
db	= <input type="text"/> mm	db	= <input type="text"/> mm
d	= <input type="text"/> m	d	= <input type="text"/> m
ρ	= <input type="text"/>	ρ	= <input type="text"/>
Adoptar	= <input type="text"/>	Adoptar	= <input type="text"/>
A_s	= <input type="text"/> cm ²	A_s	= <input type="text"/> cm ²
A_v	= <input type="text"/> cm ²	A_v	= <input type="text"/> cm ²
N_{var}	= <input type="text"/> m	N_{var}	= <input type="text"/> m
S	= <input type="text"/> cm	S	= <input type="text"/> cm
S adoptado	= <input type="text"/> cm	S adoptado	= <input type="text"/> cm
<input type="button" value="Calcular p"/>		<input type="button" value="Calcular p"/>	

Momento negativo, borde discontinuo	
db	= <input type="text"/> mm
d	= <input type="text"/> m
ρ	= <input type="text"/>
Adoptar	= <input type="text"/>
A_s	= <input type="text"/> cm ²
A_v	= <input type="text"/> cm ²
N_{var}	= <input type="text"/> m
S	= <input type="text"/> cm
S adoptado	= <input type="text"/> cm
<input type="button" value="Calcular"/>	

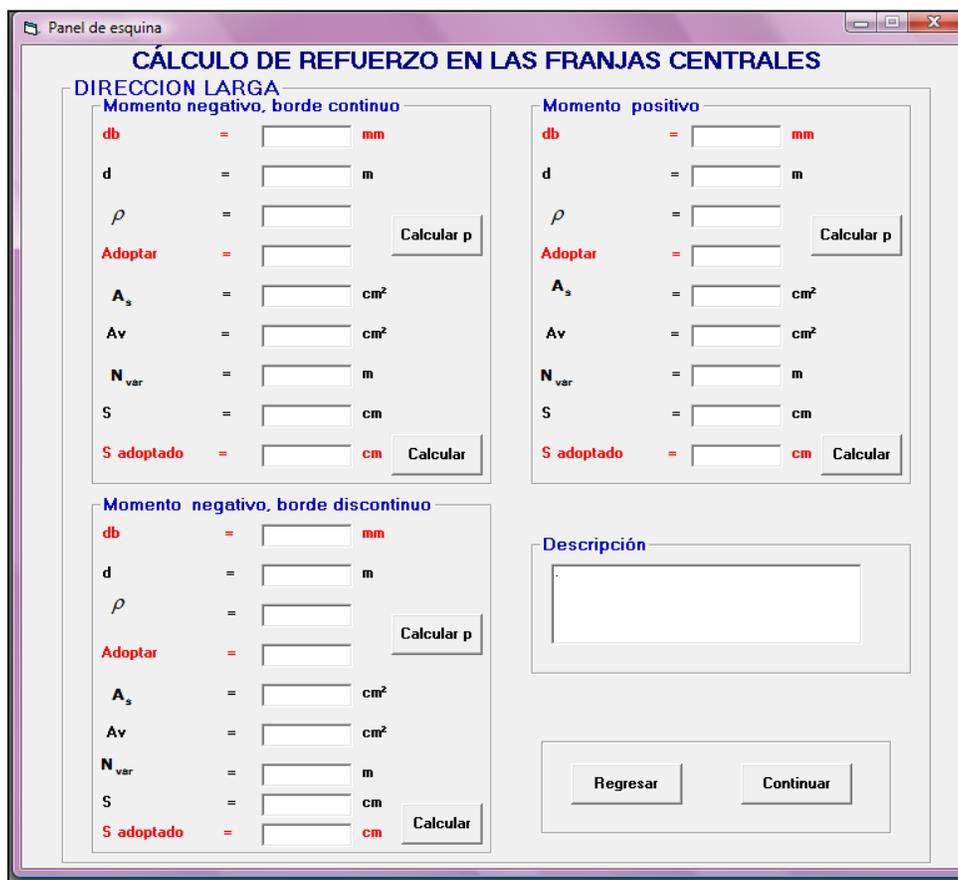
Descripción

Es necesario mencionar que al ubicar el valor adoptado tanto de la cuantía de refuerzo como de la separación de refuerzo y de acuerdo a las disposiciones del **Código ACI 7.12.2.1** y **ACI 7.6.5** respectivamente, se presentaran los siguientes mensajes:



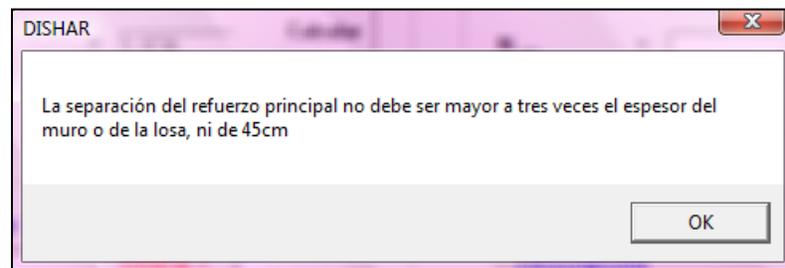
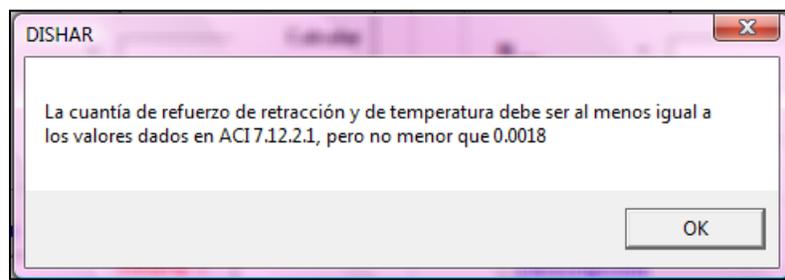


Presione **Continuar** para proseguir con una nueva pantalla de cálculos, la cual presentara el cálculo de refuerzo en las franjas centrales para la dirección larga.





Al ubicar el valor adoptado tanto de la cuantía de refuerzo como de la separación de refuerzo y de acuerdo a las disposiciones del **Código ACI 7.12.2.1** y **ACI 7.6.5** respectivamente, se presentaran los siguientes mensajes:



Presione **Continuar** para proseguir con una nueva pantalla de cálculos, la cual presentara el cálculo de refuerzo en las franjas de columna tanto para la dirección corta como para la dirección larga.



Panel de esquina

CALCULO DE REFUERZO EN LAS FRANJAS DE COLUMNA

DIRECCION CORTA

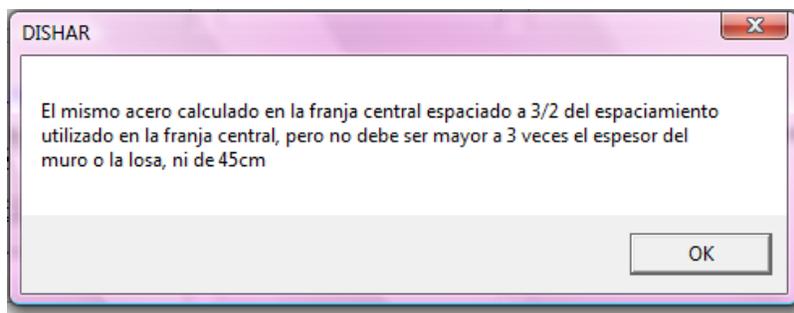
Momento neg. borde continuo	Momento positivo	Momento neg. borde discontinuo
db = <input type="text"/>	db = <input type="text"/>	db = <input type="text"/>
S = <input type="text"/>	S = <input type="text"/>	S = <input type="text"/>
Sadop= <input type="text"/>	Sadop= <input type="text"/>	Sadop= <input type="text"/>

DIRECCION LARGA

Momento neg. borde continuo	Momento positivo	Momento neg. borde discontinuo
db = <input type="text"/>	db = <input type="text"/>	db = <input type="text"/>
S = <input type="text"/>	S = <input type="text"/>	S = <input type="text"/>
Sadop= <input type="text"/>	Sadop= <input type="text"/>	Sadop= <input type="text"/>

Descripción

Al ubicar el valor adoptado tanto de la separación de refuerzo y de acuerdo a las disposiciones del **Código ACI 7.6.5**, se presentará el siguiente mensaje:





Presione **Continuar** para mostrar una nueva pantalla de cálculos, la cual presentará el refuerzo para el panel de esquina.

The screenshot shows a software window titled "Panel de esquina" with the main heading "REFUERZO EN LA ESQUINA".

Datos para Inercia

A diagram of an L-shaped panel is shown with dimensions: width b (m), height h (m), and depth d (m). The Y and Z axes are indicated.

Cálculo de Inercias

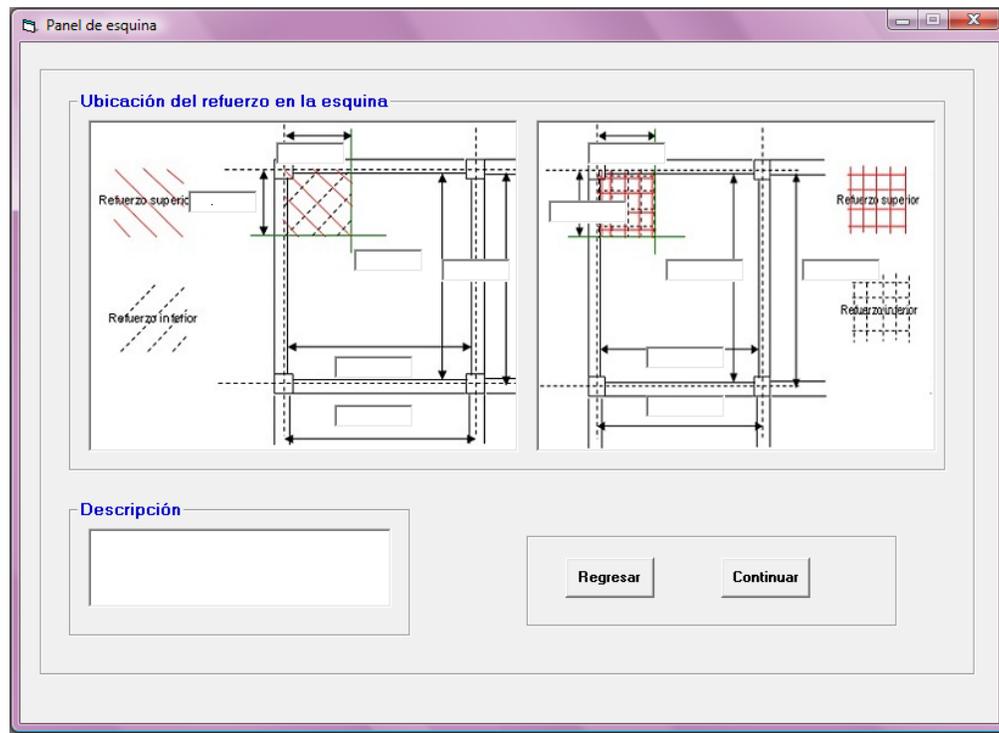
$c =$ m
 $I_z =$ m⁴
 $I_b =$ m⁴
 $I_s =$ m⁴

Momento positivo

M_a Total = KN * m
 M_b Total = KN * m
 M , adoptado = KN * m
 db = mm
 d = m
 ρ =
Adoptar =
 A_s = cm²
 A_v = cm²
 N_{var} = m
 S = cm
 S adoptado = cm

Descripción

Presione **Continuar** para mostrar una nueva pantalla, la cual mostrará la ubicación del refuerzo en dicho panel.

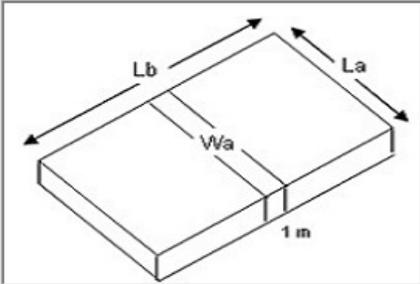


Presione **Continuar** para mostrar una nueva pantalla de cálculos, la cual presentará el chequeo de la fuerza cortante nominal y el cortante último:



Panel de esquina

Chequeo de cortante



Carga distribuida, sentido corto

Ca =

Wu = KN/m²

Wa = KN/m²

Vu = KN

ϕV_c = KN

Carga distribuida, sentido largo

Cb =

Wu = KN/m²

Wb = KN/m²

Vu = KN

ϕV_c = KN

Descripción

En la pantalla anterior se mostrará la condición en la cual la capacidad cortante estará casi sin excepción muy por encima de la resistencia a cortante requerida para las cargas mayoradas.

DISHAR

Si la fuerza cortante nominal es mayor a la fuerza cortante $\phi V_c > V_u$, el espesor de la losa es correcto



Presione clic en el botón **Regresar** para ir a los formularios anteriores o hasta llegar a la ventana inicial. Además puede presionar clic en el botón **Imprimir** si en caso lo desea o caso contrario clic en el botón **Salir** para cerrar la aplicación.

Paso 2.2 DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES PARA PANEL EXTERIOR

Datos de partida:

Ingresar los datos correspondientes a la **SECCION DE COLUMNAS**

1. Ingrese el valor de h_c
2. Ingrese el valor de b_c

Ingresar los datos correspondientes a la **SECCION DE VIGAS EXTERIORES**

3. Ingrese el valor de b_e
4. Ingrese el valor de a_e

Ingresar los datos correspondientes a las **SECCIONES DE VIGAS INTERIORES**

5. Ingrese el valor de b_i
6. Ingrese el valor de a_i

Ingresar los datos correspondientes a **CARGAS, LONGITUDES Y SOBRECARGA:**

7. Ingresar el valor de L_1
8. Ingresar el valor de L_2
9. Ingresar el valor de d_b



10. Ingresar el valor de f_c
11. Ingresar el valor de f_y
12. Ingresar el valor de LL
13. Ingresar el valor de p
14. Ingresar el valor de W_c
15. Ingresar el valor de W_p
16. Ingresar el valor de W_n
17. Ingresar el valor de W_{pp}

Los datos de entrada descritos anteriormente se mostrarán en la siguiente pantalla:

The screenshot shows a software window titled "Losas bidireccionales" with the main heading "DATOS DE ENTRADA LOSAS BIDIRECCIONALES". The interface is divided into two main sections: "Sección columnas" and "Sección vigas exteriores/interiores" on the left, and "Valores ingreso" on the right. At the bottom, there are three buttons: "Ejemplo", "Calcular", and "Salir".

Section	Parameter	Unit
Sección columnas	hc =	m
	bc =	m
Sección vigas exteriores	b _e =	m
	a _e =	m
Sección vigas interiores	b _i =	m
	a _i =	m
Valores ingreso	L ₁ =	m
	L ₂ =	m
	(d _b) =	mm
	(γ) =	KN/m ²
	(f'c) =	Kgf/cm ²
	W _{pp} =	KN/cm ²
	LL =	KN/m ²
	Rec. libre =	mm
	W _p =	KN/m ²
	W _c =	KN/m ²
	f _y =	MPa
	W _n =	KN/m ²



Luego de ingresar los datos de entrada debe presionar clic en el botón **Continuar**, se mostrará la siguiente pantalla:

Panel exterior

DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES

Cálculo de longitudes del panel

$L_a =$ m

$L_b =$ m

Cálculo del espesor de la losa

$h =$ m

h adoptada

Cálculo de carga muerta

$Wl =$ m

$DL =$ m

Peralte efectivo

$d =$ m

Descripción

Cálculo de la carga ultima

$(W_u) =$ KN/m²

Momentos neg en bordes continuos

$C_a =$

M_a neg = KN*m

$C_b =$

M_b neg = KN*m

Presionar clic en el botón **Continuar**, para continuar con los cálculos pertinentes a este diseño, se mostrará una nueva pantalla que consta el cálculo de momentos positivos para carga viva y carga muerta, así como también los momentos negativos en bordes continuos:



Panel exterior

CÁLCULO DE MOMENTOS

Momentos positivos		Momentos positivos	
Ca =	<input type="text"/>	Cb =	<input type="text"/>
M _a + DL =	<input type="text"/> KN*m	M _b + DL =	<input type="text"/> KN*m
Ca =	<input type="text"/>	Cb =	<input type="text"/>
M _a + LL =	<input type="text"/> KN*m	M _b + LL =	<input type="text"/> KN*m
M _a Total =	<input type="text"/> KN*m	M _b Total =	<input type="text"/> KN*m
W1 =	<input type="text"/> KN/m ²	Wu =	<input type="text"/> KN/m ²
W2 =	<input type="text"/> KN/m ²	Wu =	<input type="text"/> KN/m ²
<input type="button" value="Calcular"/>		<input type="button" value="Calcular"/>	

Momentos negativos bordes discontinuo		Descripción	
M _a neg =	<input type="text"/> KN*m	<input type="text"/>	
M _b neg =	<input type="text"/> KN*m		
<input type="button" value="Regresar"/>		<input type="button" value="Continuar"/>	

Cabe destacar que los momentos negativos en bordes discontinuos se calculan tomando en cuenta un tercio de los momentos positivos.

Presione **Continuar** para proseguir con una nueva pantalla de cálculos, la cual presentará el cálculo de refuerzo en las franjas centrales para la dirección corta.



Panel exterior

CÁLCULO DE REFUERZO EN LAS FRANJAS CENTRALES

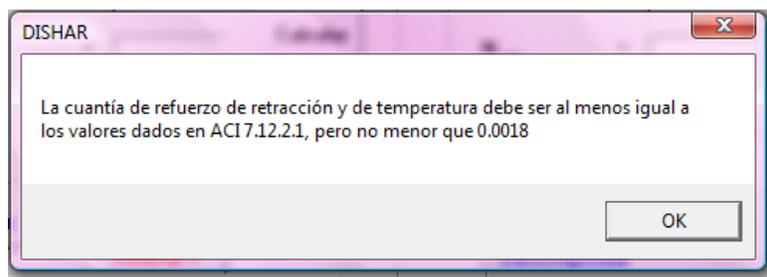
DIRECCION CORTA

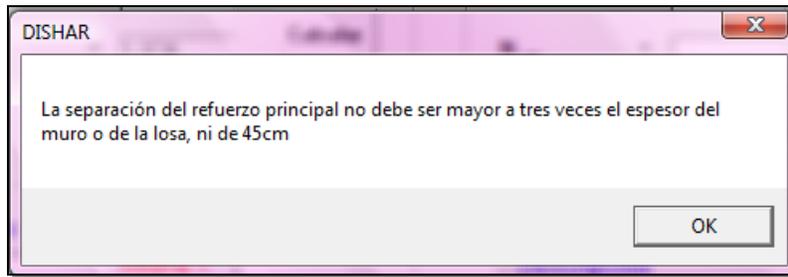
Momento negativo, borde continuo		Momento positivo	
db	= <input type="text"/> mm	db	= <input type="text"/> mm
d	= <input type="text"/> m	d	= <input type="text"/> m
ρ	= <input type="text"/>	ρ	= <input type="text"/>
Adoptar	= <input type="text"/> <input type="button" value="Calcular p"/>	Adoptar	= <input type="text"/> <input type="button" value="Calcular p"/>
A_s	= <input type="text"/> cm ²	A_s	= <input type="text"/> cm ²
A_v	= <input type="text"/> cm ²	A_v	= <input type="text"/> cm ²
N_{var}	= <input type="text"/> m	N_{var}	= <input type="text"/> m
S	= <input type="text"/> cm	S	= <input type="text"/> cm
S adoptado	= <input type="text"/> cm <input type="button" value="Calcular"/>	S adoptado	= <input type="text"/> cm <input type="button" value="Calcular"/>

Momento negativo, borde discontinuo	
db	= <input type="text"/> mm
d	= <input type="text"/> m
ρ	= <input type="text"/>
Adoptar	= <input type="text"/> <input type="button" value="Calcular p"/>
A_s	= <input type="text"/> cm ²
A_v	= <input type="text"/> cm ²
N_{var}	= <input type="text"/> m
S	= <input type="text"/> cm
S adoptado	= <input type="text"/> cm <input type="button" value="Calcular"/>

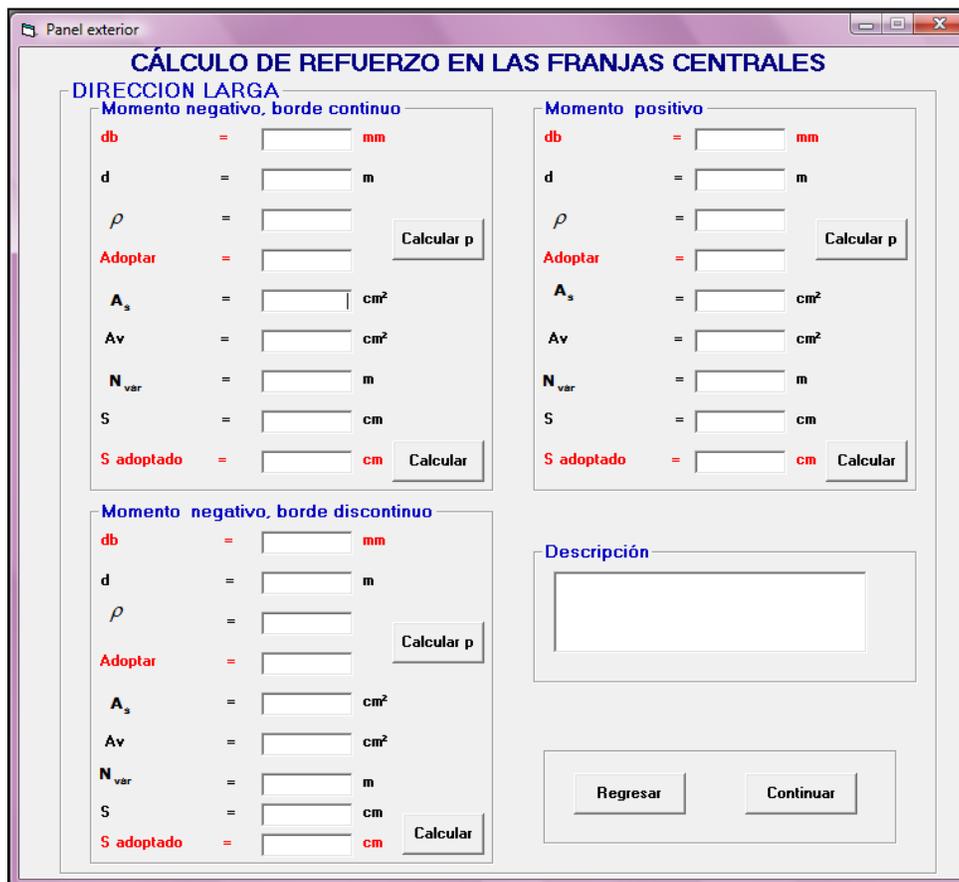
Descripción

Es necesario mencionar que al ubicar el valor adoptado tanto de la cuantía de refuerzo como de la separación de refuerzo y de acuerdo a las disposiciones del **Código ACI 7.12.2.1** y **ACI 7.6.5** respectivamente, se presentaran los siguientes mensajes:



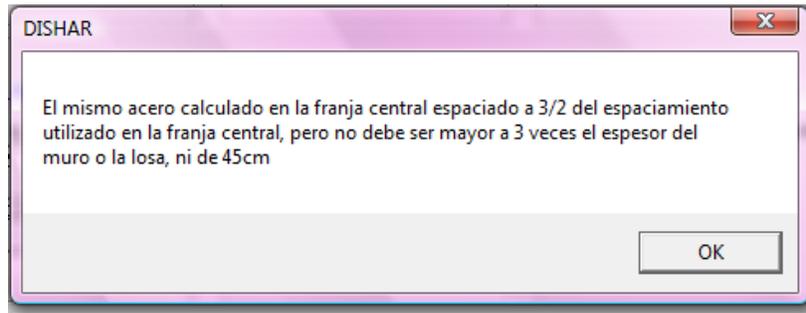


Presione **Continuar** para proseguir con una nueva pantalla de cálculos, la cual presentará el cálculo de refuerzo en las franjas centrales para la Dirección larga.

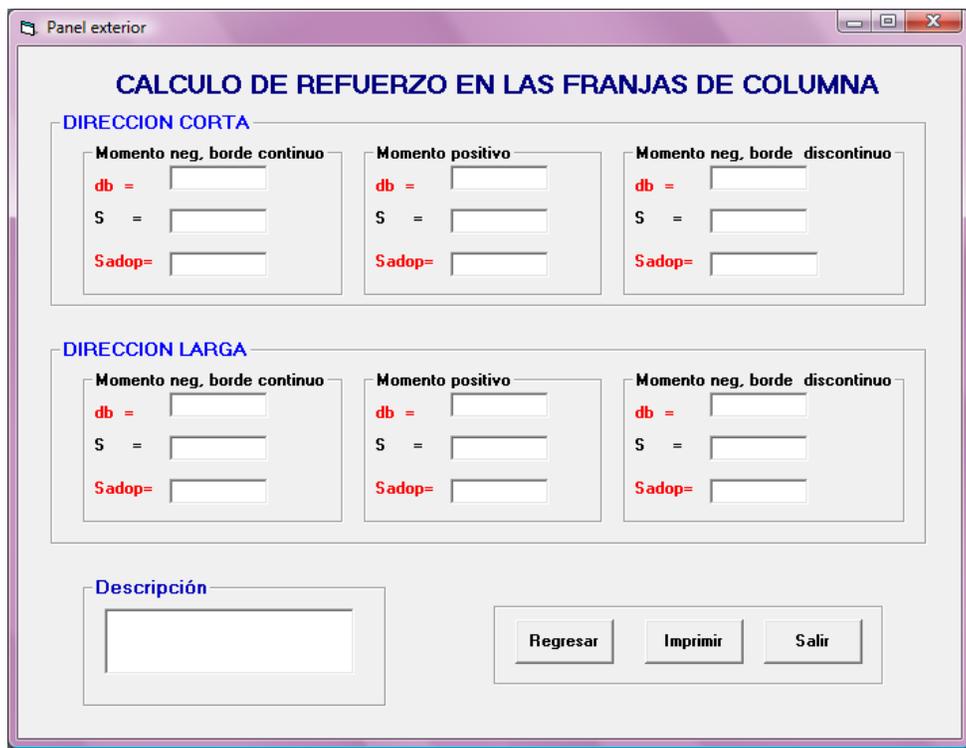




Al ubicar el valor adoptado tanto de la separación de refuerzo y de acuerdo a las disposiciones del **Código ACI 7.6.5**, se presentará el siguiente mensaje:



Presione **Continuar** para proseguir con una nueva pantalla de cálculos, la cual presentará el cálculo de refuerzo en las franjas de columna tanto para la dirección corta como para la dirección larga.





Paso 2.3 DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES PARA PANEL INTERIOR

Datos de partida:

Ingresar los datos correspondientes a la **SECCIÓN DE COLUMNAS**

1. Ingrese el valor de h_c .
2. Ingrese el valor de b_c .

Ingresar los datos correspondientes a la **SECCIÓN DE VIGAS EXTERIORES**

3. Ingrese el valor de b_e .
4. Ingrese el valor de a_e .

Ingresar los datos correspondientes a las **SECCIONES DE VIGAS INTERIORES**

5. Ingrese el valor de b_i .
6. Ingrese el valor de a_i .

Ingresar los datos correspondientes a **CARGAS, LONGITUDES Y SOBRECARGA:**

7. Ingresar el valor de L_1
8. Ingresar el valor de L_2
9. Ingresar el valor de d_b
10. Ingresar el valor de f_c
11. Ingresar el valor de f_y
12. Ingresar el valor de LL
13. Ingresar el valor de p
14. Ingresar el valor de W_c
15. Ingresar el valor de W_p



16. Ingresar el valor de W_n

17. Ingresar el valor de W_{pp}

Los datos de entrada descritos anteriormente se mostrarán en la siguiente pantalla:

Losas bidireccionales

DATOS DE ENTRADA LOSAS BIDIRECCIONALES

Sección columnas

hc = m

bc = m

Sección vigas exteriores

b_e = m

a_e = m

Sección vigas interiores

b_i = m

a_i = m

Descripción

Valores ingreso

L₁ = m

L₂ = m

(d_b) = mm

(γ) = KN/m²

(f'c) = Kgf/cm²

W_{pp} = KN/cm²

LL = KN/m²

Rec. libre = mm

W_p = KN/m²

W_e = KN/m²

f_y = MPa

W_n = KN/m²

Ejemplo Calcular Salir

Luego de ingresar los datos de entrada debe presionar clic en el botón **Continuar**, se mostrará la siguiente pantalla:



Panel interior

DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES

Cálculo de longitudes del panel

$L_a =$ m

$L_b =$ m

Cálculo de carga muerta

$w_l =$ m

$DL =$ m

Peralte efectivo

$d =$ m

Descripción

Cálculo del espesor de la losa

$h =$ m

h adoptada

Cálculo de la carga ultima

$(W_u) =$ KN/m²

Momentos neg en bordes continuos

$C_a =$

M_a neg = KN*m

$C_b =$

M_b neg = KN*m

Presionar clic en el botón **Continuar**, se presentará una nueva pantalla que consta el cálculo de momentos positivos para carga viva y carga muerta, así como también los momentos negativos en bordes continuos:



Panel exterior

CÁLCULO DE MOMENTOS

Momentos positivos		Momentos positivos	
Ca =	<input type="text"/>	Cb =	<input type="text"/>
M _a + DL =	<input type="text"/> KN*m	M _b + DL =	<input type="text"/> KN*m
Ca =	<input type="text"/>	Cb =	<input type="text"/>
M _a + LL =	<input type="text"/> KN*m	M _b + LL =	<input type="text"/> KN*m
M _a Total =	<input type="text"/> KN*m	M _b Total =	<input type="text"/> KN*m
W1 =	<input type="text"/> KN/m ²	Wu =	<input type="text"/> KN/m ²
W2 =	<input type="text"/> KN/m ²	Wu =	<input type="text"/> KN/m ²
<input type="button" value="Calcular"/>		<input type="button" value="Calcular"/>	

Momentos negativos bordes discontinuo		Descripción	
M _a neg =	<input type="text"/> KN*m	<input type="text"/>	
M _b neg =	<input type="text"/> KN*m		
<input type="button" value="Regresar"/>		<input type="button" value="Continuar"/>	

Cabe destacar que los momentos negativos en bordes discontinuos se calculan tomando en cuenta un tercio de los momentos positivos.

Presione **Continuar** para proseguir con una nueva pantalla de cálculos, la cual presentará el cálculo de refuerzo en las franjas centrales para la dirección corta.



Panel exterior

CÁLCULO DE REFUERZO EN LAS FRANJAS CENTRALES

DIRECCION CORTA

Momento negativo, borde continuo

db = mm

d = m

ρ =

Adoptar =

A_s = cm²

A_v = cm²

N_{var} = m

S = cm

S adoptado = cm

Momento positivo

db = mm

d = m

ρ =

Adoptar =

A_s = cm²

A_v = cm²

N_{var} = m

S = cm

S adoptado = cm

Momento negativo, borde discontinuo

db = mm

d = m

ρ =

Adoptar =

A_s = cm²

A_v = cm²

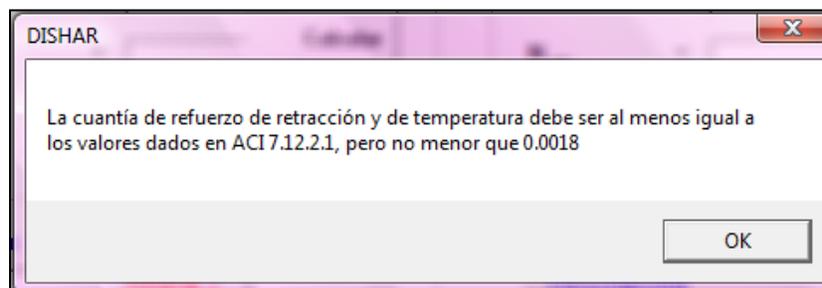
N_{var} = m

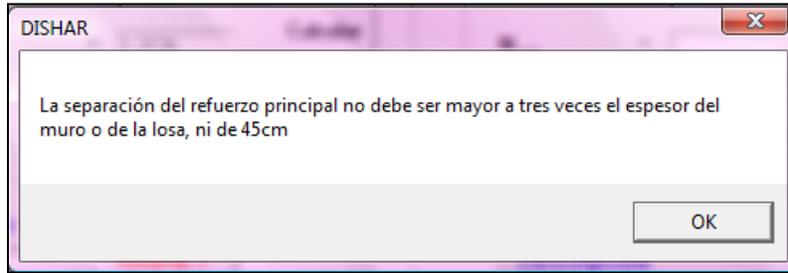
S = cm

S adoptado = cm

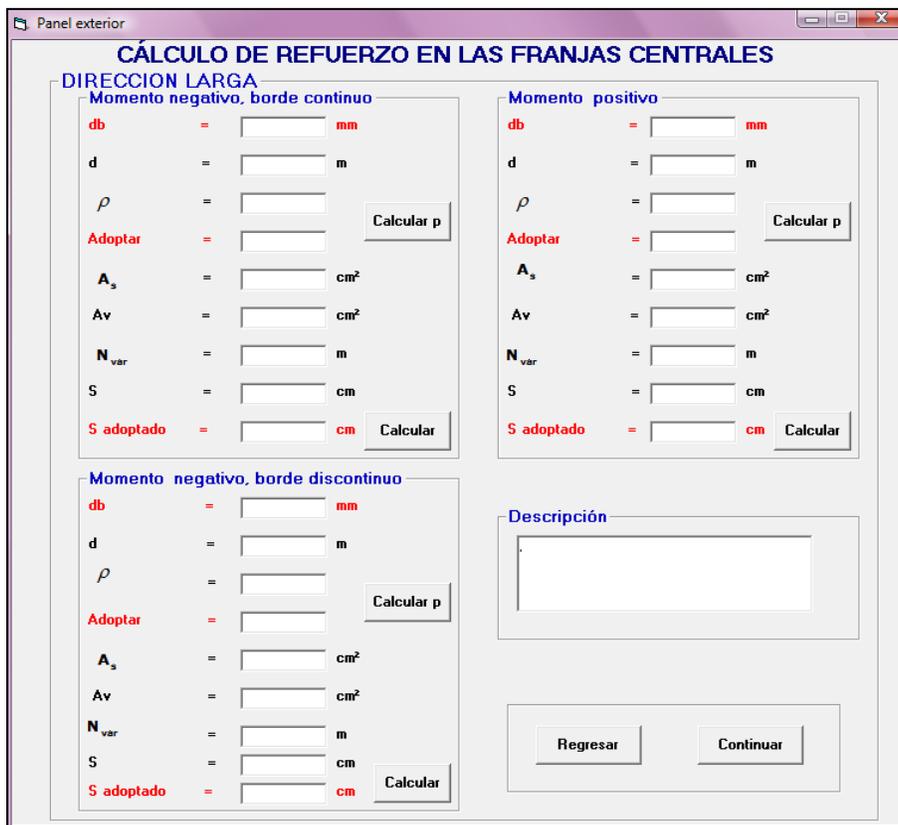
Descripción

Es necesario mencionar que al ubicar el valor adoptado tanto de la cuantía de refuerzo como de la separación de refuerzo y de acuerdo a las disposiciones del **Código ACI 7.12.2.1** y **ACI 7.6.5** respectivamente, se presentarán los siguientes mensajes:



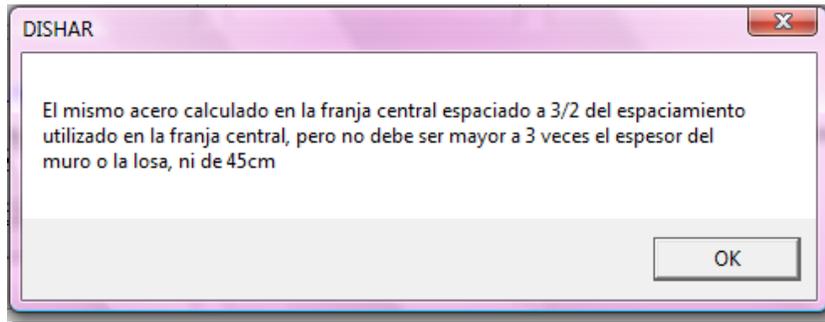


Presione **Continuar** para proseguir con una nueva pantalla de cálculos, la cual presentará el cálculo de refuerzo en las franjas centrales para la Dirección larga





Al ubicar el valor adoptado tanto de la separación de refuerzo y de acuerdo a las disposiciones del **Código ACI 7.6.5**, se presentará el siguiente mensaje:



Presione **Continuar** para proseguir con una nueva pantalla de cálculos, la cual presentará el cálculo de refuerzo en las franjas de columna tanto para la dirección corta como para la dirección larga.

Panel interior

CALCULO DE REFUERZO EN LAS FRANJAS DE COLUMNA

DIRECCION CORTA

Momento neg. borde continuo	Momento positivo	Momento neg. borde discontinuo
db = <input type="text"/>	db = <input type="text"/>	db = <input type="text"/>
S = <input type="text"/>	S = <input type="text"/>	S = <input type="text"/>
Sadop= <input type="text"/>	Sadop= <input type="text"/>	Sadop= <input type="text"/>

DIRECCION LARGA

Momento neg. borde continuo	Momento positivo	Momento neg. borde discontinuo
db = <input type="text"/>	db = <input type="text"/>	db = <input type="text"/>
S = <input type="text"/>	S = <input type="text"/>	S = <input type="text"/>
Sadop= <input type="text"/>	Sadop= <input type="text"/>	Sadop= <input type="text"/>

Descripción

Regresar Imprimir Salir

RESUMEN

Una de las razones fundamentales para la realización de este proyecto es que en la actualidad en la Universidad Técnica Particular de Loja directamente en la Escuela de Ingeniería Civil se cuenta específicamente con el software DISHAR el cual es especializado para el aprendizaje del diseño de algunos elementos de hormigón armado, tales como vigas, columnas y zapatas; por lo cual es necesario recalcar que en el software no existe el diseño de losas tanto unidireccionales como bidireccionales, por tal motivo se incentivó a la ejecución de esta investigación, la que será fundamental para el aprendizaje de las personas que lo empleen, ya que se podrá mejorar y reforzar el aprendizaje de todos los estudiantes en formación de Ingeniería Civil y estudiantes en general interesados en dicho tema.

Cabe destacar que el diseño de elementos estructurales de hormigón armado es una parte de vital importancia dentro de la Ingeniería Civil y más aun dentro de la Ingeniería Estructural, ya que durante décadas se ha tratado al hormigón armado como un material que ha evolucionado y se ha tecnificado para el bien común de una sociedad.

Por tanto el objeto de desarrollar este software es elaborar una herramienta académica que permita establecer una clara interpretación del comportamiento del hormigón armado en cada uno de los elementos estructurales, y desarrollar experiencia en los métodos utilizados en la práctica de diseño actual, con referencia particular a las disposiciones del Código del American Concrete Institute.

Este software (DISHAR) es de fácil manejo, a diferencia de otros programas que al utilizarlos nos proporcionan cálculos complejos y tediosos que ayudados por métodos manuales demandarían una pérdida de tiempo y un cansancio mental, ya que para poder entenderlo es muy confuso.

Por tal motivo, para el desarrollo del software DISHAR, se escogió el lenguaje de programación Visual Basic:

- Su codificación es de fácil aprendizaje, permitiendo al programador emplear una amplia gama de aplicaciones.
- Permite utilizar enlaces a bases de datos que permitirá al programa guardar y actualizar datos utilizados en el diseño de los diferentes elementos de hormigón armado.
- Permite manipular otros tipos de programas a través de Visual Basic para Aplicaciones y enlace a objetos externos para una mejor manipulación del entorno Windows.
- Los usuarios están familiarizados con este tipo de lenguaje al estar en contacto con programas como Microsoft Word, Excel, Power Point a diario y también la mayoría de software especializado en Hidráulica como EPANET, H Canales, Watercad, REDES etc., está diseñado en Visual Basic.

El programa está encaminado a:

- Estudiante de ingeniería civil.
- Profesionales y docentes en la rama de ingeniería civil, permitiéndole ser una herramienta de apoyo en la enseñanza y aprendizaje elementos de hormigón armado.

El programa permite el cálculo de las siguientes características funcionales:

- **DISEÑO DE VIGAS.**

Diseño de vigas rectangulares a flexión
Diseño de vigas rectangulares a cortante
Diseño de vigas rectangulares a torsión
Diseño de vigas te a flexión
Diseño de vigas te a cortante
Diseño de vigas te a torsión

- **DISEÑO DE COLUMNAS.**

Diseño de columnas rectangulares con carga axial.
Diseño de columnas rectangulares solicitadas flexión y carga axial.
Diseño de columnas rectangulares esbeltas en marcos arriostrados.
Diseño de columnas rectangulares esbeltas en marcos no arriostrados.

- **DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES.**

Diseño de zapatas aisladas con carga concéntrica.
Diseño de zapatas aisladas con carga excéntrica.
Diseño de zapatas combinadas para columna externa y interna.
Diseño de zapatas para muros de mampostería y hormigón.

- **DISEÑO DE LOSAS UNIDIRECCIONALES**

Diseño de losas con más de dos luces:
CASO I: Extremo discontinuo no restringido
CASO II: Viga de Borde
CASO III: Columna

Diseño de losas con dos luces únicamente
CASO I: Extremo discontinuo no restringido
CASO II: Viga de Borde
CASO III: Columna

Diseño de losas que no exceden los 3m.

Diseño de losas con vigas en las cuales la suma de las rigideces de las columnas exceden ocho veces la suma de las rigideces de las vigas para cada extremo de la luz.

- **DISEÑO DE LOSAS BIDIRECCIONALES POR EL METODO DE COEFICIENTES**

Diseño de losas para panel de esquina

Diseño de losas para panel exterior

Diseño de losas para panel interior

Es necesario recalcar que se elaboro un manual de usuario para cada una de las características funcionales, cada una de ellas con esquemas, valores recomendados por el Código ACI 318 – 05 para distintos parámetros, gráficas con resultados obtenidos tanto del cálculo de momentos como del área de acero requerido.

Además es importante mencionar que todas estas aplicaciones han sido satisfactoriamente implementadas en el Laboratorio virtual de ingeniería geotécnica (LVIG). Para poder hacer uso de estas herramientas se debe ingresar gratuitamente, como usuario registrado del LVIG, vía online a través de la dirección www.utpl.edu.ec/vleg, en la sección de DISEÑO.