

1 ANTECEDENTES

1.1 El Problema.

El desarrollo de investigaciones en Ingeniería resulta un tema de gran complejidad, sobre todo porque no abunda la literatura sobre esta actividad en un campo diferente al de las ciencias básicas y las ciencias sociales que guíe eficientemente tal proceso, con las adaptaciones propias que ello implica. Siendo la Ingeniería una disciplina que se nutre de todas las ciencias (las básicas y las sociales).

Durante los últimos 20 años, el mundo de la automatización se ha movido en la dirección de lograr una mayor y más efectiva integración de información a través de los distintos niveles que conforman una institución de formación académica. Anteriormente, existía una frontera bastante marcada entre los sistemas de control de procesos de enseñanza.

En los inicios de la informática, la programación se consideraba un arte y se desarrollaba como tal, debido a la dificultad que entrañaba para la mayoría de las personas, pero con el tiempo se han ido descubriendo y desarrollando formas y guías generales, con base a las cuales se puedan resolver los problemas. A estas, se les ha denominado Arquitectura de Software, porque, a semejanza de los planos de un edificio o construcción, estas indican la estructura, funcionamiento e interacción entre las partes del software.

Es relevante considerar las habilidades de los estudiantes, así como definir en lo posible el estilo de aprendizaje con el que se identifican y con esta información planificar actividades que integren aspectos que propicien una mejor comprensión en el tema o curso.

En la actualidad se sugiere involucrar a los estudiantes de ingeniería civil con la construcción de herramientas computacionales con orientación didáctica para las materias que comprenden el campo estructural como el diseño de estructuras de hormigón armado.

1.1.1 Planteamiento.

Es preciso por todo lo visto antes elaborar una aplicación que permita el diseño de estructuras de hormigón armado, que dé más libertad al ingeniero, utilizando nuestras normas y que a la vez sea fácil de usar, para el cual se deberá apelar a lenguajes modernos que nos permitan cumplir tal propósito.

Un estudio profundo del funcionamiento interno de Windows necesitaría un libro completo. No es necesario tener un profundo del conocimiento de todos los detalles técnicos. Una

versión reducida del funcionamiento de Windows incluye tres conceptos claves: ventanas eventos y mensajes.

Debido a todo esto se hace necesaria una herramienta informática didáctica en el cual el usuario además de comprender el método y el procedimiento de diseño de H^oA^o, programe y automatice el procedimiento de cálculo.

1.1.2 Formulación.

En la asignatura de hormigón armado en la carrera de ingeniería civil describe y analiza los conceptos, definiciones e hipótesis del Método de los Estados Limites Últimos. Aplicamos el Método de los Estados Limites Últimos al análisis de las tensiones, deformaciones y el diseño de elementos lineales sometidos a solicitaciones internas normales. Y también aplicamos el Método de los Estados Limites Últimos al análisis de las tensiones, deformaciones y diseño de elementos lineales sometidos a solicitaciones internas tangenciales.

El objetivo fundamental del diseño estructural radica en definir la configuración geométrica y la cantidad de armadura (acero) de la estructural, tomando como parámetros de referencia la resistencia, seguridad, funcionalidad y economía.

Un lenguaje de programación actual como java, difiere considerablemente de aquellos que hace algunos años. La naturaleza NetBeans del sistema operativo Windows requiere herramientas más avanzadas de las que necesitaban con anterioridad. Antes de los entornos basados en ventanas, un lenguaje de programación es simplemente una herramienta basada en textos en la cual uno podía escribir sus programas. java le permite generar aplicaciones que interactúan con todos los recursos de los sistemas operativos Windows de la actualidad.

1.1.3 Sistematización.

Para el presente proyecto se escogió el lenguaje de Microsoft java para Windows como el generador de la aplicación desarrollada, ya que Pertenece al grupo de estos lenguajes basados en el modelo controlado por eventos.

Para el proceso de desarrollo de aplicaciones tradicionales se pueden dividir en 3 etapas diferentes: escritura, compilación, y comprobación del código. A diferencia de los lenguajes tradicionales, java utiliza una aproximación interactiva para el desarrollo, difuminando la distinción entre los 3 pasos.

Este lenguaje de programación es uno de los que más interés despiertan entre los programadores. Porque este lenguaje de programación, el java, le facilita la realización de tareas complejas en poco tiempo y a los que están comenzado a programar con java ven como son capaces de realizar pequeños programas al poco tiempo de haber comenzado a estudiar este lenguaje de programación.

Las sintaxis que utiliza este lenguaje de programación proviene del conocido Basic, pero completada con comandos y códigos de otros lenguajes más modernos. Este lenguaje de programación java tiene un apartado dedicado a la Programación Orientada a Objetos.

El diseño de estructuras de hormigón armado es el tema principal para el ensamblaje y la construcción de la herramienta computarizada con el lenguaje java, específicamente al diseño de:

- Losas (losa maciza)
- Vigas (Secciones de vigas rectangulares y en Tee)
- columna (soporte estructural)
- Cimentaciones (zapata aislada)

1.2 Objetivos.

Los objetivos de este trabajo son:

1.2.1 General.

Crear una herramienta didáctica computarizada en el entorno Windows para la aplicación en el diseño de estructuras de hormigón armado; losa (losa maciza), viga (secciones de viga), columna (soporte estructural), cimentación (zapata aislada) dando relevancia donde corresponda a la norma boliviana del hormigón CBH-87.

1.2.2 Específicos.

- Realizar que el software de diseño de estructuras de hormigón armado pueda utilizarse para elemento (losa maciza) utilizando el métodos adimensionales y métodos simplificados.
- Realizar que el ejecutable del diseño de estructuras de hormigón armado sea utilizable para elemento (viga) secciones (rectangular y en te "T") utilizando el método cálculo de rotura.
- realizar que el software de diseño de estructuras de hormigón armado pueda utilizar para elemento soporte estructural (columna).

- Realizar que el software de diseño de estructuras de hormigón armado pueda utilizarse para elemento cimentación (zapata aislada).
- Delimitar el alcance de la investigación y sus restricciones, tomando en cuenta a futuro el mejoramiento del programa computarizado.

1.3 Justificación.

Las razones por las cuales se realizó el trabajo de investigación son las siguientes:

1.3.1 Académica.

El trabajo de investigación propone en función a diferentes métodos o alternativas, aportar innovaciones tecnológicas, ayudado de los conocimientos adquiridos en los diferentes años. Apoyo generado a método pedagógico para los docentes y los estudiantes de la carrera de ingeniería civil, en lo referente al diseño de estructuras de H^oA^o.

1.3.2 Metodológica.

Para desarrollar esta investigación se tendrá que realizar un software que servirá como aplicación de Windows para un método pedagógico para la carrera de ingeniería civil.

Y el contenido mínimo de la asignatura hormigón armado para la elaboración del programa; Características mecánicas, reológicas y deformación del hormigón y del acero, Bases fundamentales del método de los estados límites últimos aplicado al diseño de estructuras de hormigón armado. Dominios de las deformaciones Diseño y verificación de elementos lineales bajo solicitaciones normales (flexión simple, flexo tracción o tracción con gran excentricidad, flexión compuesta o compresión con gran excentricidad, Diseño y verificación de vigas de sección T. Diseño y verificación de pilares o soportes de hormigón armado, fenómeno de inestabilidad elástica. Diseño y verificación de elementos lineales bajo solicitaciones tangenciales (esfuerzo de corte, esfuerzo de torsión, esfuerzo de corte y torsión).

El programa será creado con el lenguaje java para Microsoft Windows.

El sistema operativo Microsoft Windows administra todas estas ventanas asignando a cada una un único número identificador controlador de ventanas. El sistema controla continuamente cada una de estas ventanas para ver si existen signos de actividad o eventos. Los eventos pueden producirse mediante acciones del usuario.

El lenguaje de programación java es uno de los lenguajes de programación que utiliza una interfaz nativa Java (JNI) es decir que nos permite programar en un entorno gráfico, nos

permite realizar un gran número de tareas sin escribir código, simplemente realizando operaciones con el ratón sobre la pantalla de la computadora.

Este lenguaje de programación es uno de los que más interés despiertan entre los programadores. Porque este lenguaje de programación, el java, le facilita la realización de tareas complejas en poco tiempo y a los que están comenzado a programar con java ven como son capaces de realizar pequeños programas al poco tiempo de haber comenzado a estudiar este lenguaje de programación.

1.3.3 Practica.

El lenguaje de programación java no es exclusivo de java. La edición para la aplicación del sistema de programación de java incluida. En un lenguaje de programación orientada a objetos, las instrucciones se basan en variables, constantes, objetos, propiedades de los objetos, etc., pertenecientes a un ámbito, a un entorno. Todos estos elementos, sean sus componentes o características, como sus relaciones entre otros objetos, están agrupados o "encapsulados" en los objetos.

- Microsoft Excel
- Microsoft Power Point
- AutoCAD
- Otros

Las sintaxis que utiliza este lenguaje de programación proviene del conocido java, pero completada con comandos y códigos de otros lenguajes más modernos. Este lenguaje de programación java tiene un apartado dedicado a la Programación Orientada a Objetos.

Es un lenguaje muy apropiado para el manejo de bases de datos. Muchas empresas lo utilizan para la gestión de sus bases de datos porque su utilización es sencilla y abundan los programadores de este lenguaje.

Utilizar el entorno Windows con el propósito de que el software sea más amigable para el usuario tanto docente como estudiante de la carrera de ingeniería civil.

1.4 Alcance de trabajo.

Que el programa computarizado de diseño de estructuras de hormigón armado. Se utilice para los elementos estructurales: losa maciza, (vigas que son una sección conocida y trabajable), soporte estructural (columna), cimentación (zapata aislada).

1.4.1 Elaboración del programa de diseño

a) Diseño de hormigón armado

En el caso del hormigón armado el programa es capaz de diseñar losas (losa maciza), secciones de hormigón (rectangulares y en te T), y bajo cualquier disposición de armaduras y esfuerzos normales, teniendo dos tipos de sección, soporte de hormigón armado (columna), cimentaciones (zapata aislada).

En el caso de diseño de fuerzas tangenciales. El programa debe presentar el diseño de columnas cortas y de esbeltez media de acuerdo a los principios dados por la norma.

El software aplicara el cálculo de diseño de secciones d losas (losa maciza) sometidas a:

- Flexión simple

El software aplica el cálculo de diseño de secciones de elementos estructurales sometidas a:

- Flexión
- Torsión
- Corte

El software aplica el cálculo de diseño de soporte de hormigón armado (columna) y su verificación:

- Pandeo
- Esfuerzos combinados flexión y compresión

El software aplica el cálculo de diseño de cimentación (zapata aislada) y su verificación a:

- Flexión
- Punzonamiento
- Vuelco
- Deslizamiento

b) Lenguaje de programación. -

Para el presente proyecto se escogió el lenguaje java para Microsoft Windows como el generador de la aplicación desarrollada, ya que pertenece a estos grupos de estos lenguajes basados en el modelo controlado por eventos.

1.4.2 Restricciones y Limitaciones.

En el trabajo de la investigación se priorizo la construcción del marco teórico en:

- **Ingeniería civil.** – la teoría y metodología para determinados elementos estructurales. Como losas, sección de vigas, columnas y zapatas de fundación está parcialmente desarrollado. Tomando en cuenta al mejoramiento y ampliación del programa para futuras gestiones, dejando a criterio de los estudiantes que tengan un mejor escenario de estudio para la ampliación del programa.
- **Ingeniería informática.** - todos los aspectos metodológicos para el diseño o ensamblaje de una aplicación para la resolución de un problema abocado a la ingeniería civil.

2 MARCO TEORICO.

2.1 Diseño de hormigón armado

En este capítulo se mencionan las herramientas y aplicaciones a utilizar para calcular los diferentes elementos estructurales que se desarrolla y aplican en el programa computarizado, se usa la norma boliviana de hormigón armado, tomando en cuenta las recomendaciones que ésta nos da para obtener una estructura segura y económica. (Carrasco Paul, 2014)

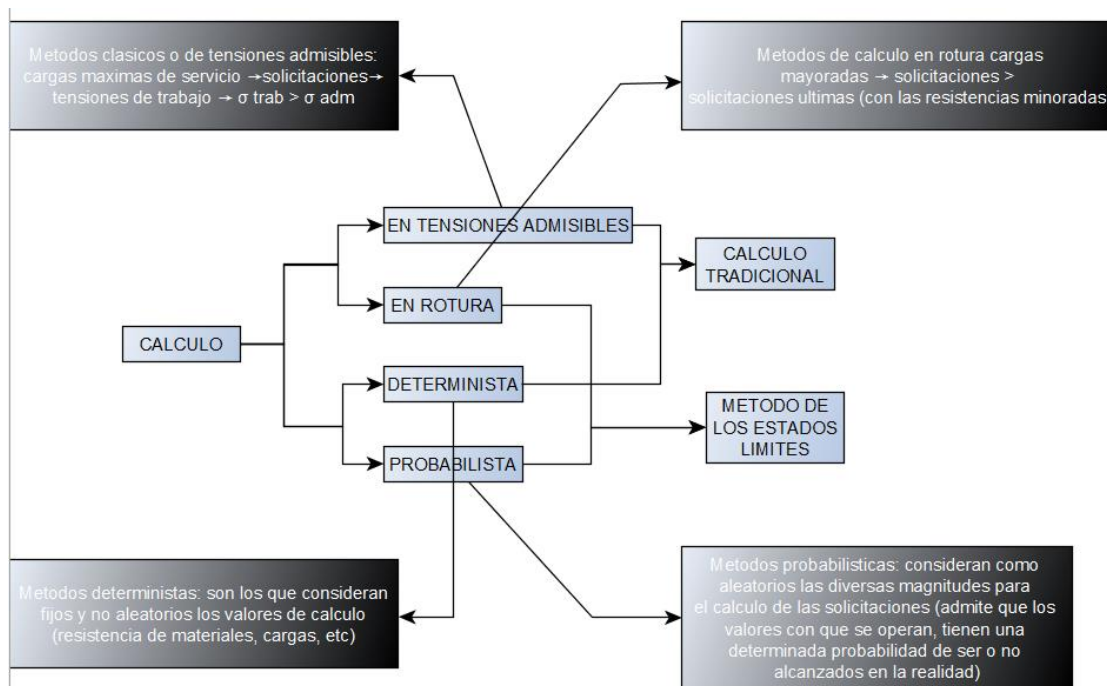


Figura 1 Métodos de cálculo de estructuras de hormigón armado (Texto de Ing. Paul Carrasco)

2.1.1 Método de los estados límites

Los Estados Límites son aquellas situaciones para las que, en caso de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada (toda estructura debe cumplir las condiciones adecuadas de seguridad, funcionalidad y durabilidad). Estos conjuntos de situaciones se clasifican en:

- Estados límites últimos (ELU)
- Estados límites de servicio (ELS)
- Estado límites de Durabilidad

2.1.1.1 Estados límites últimos

Son los que ponen fuera de servicio una estructura por colapso o rutina de la misma o una parte de ella, lo que pondría en riesgo la vida de persona.

Puede ser debido a:

- Deformaciones plásticas excesivas; rotura o pérdida de estabilidad de la estructura o parte de ella, pérdida de equilibrio o parte de ella; acumulación de deformaciones o figuraciones progresiva por cargas repetidas.

Los estados límites últimos incluyen:

- estado límite en equilibrio, definido por la pérdida de estabilidad estática de una parte, o del conjunto de la estructura, considerada como un cuerpo rígido (se estudia a nivel de estructura o elemento estructural completo)
- estados límites de agotamiento o de rotura, definidos por el agotamiento resistente o la deformación plástica excesiva de una o varias secciones de los elementos de la estructura. Cabe considerar el agotamiento por solicitaciones normales y por solicitaciones tangentes (se estudia a nivel de sección de elemento estructural)
- estado límite de inestabilidad, o de pandeo, de una parte, o del conjunto de la estructura (se estudia, en general, a nivel de elemento estructural)
- estado límite de adherencia, caracterizado por la rotura de la adherencia entre las armaduras y el hormigón que las rodea (se estudia, de forma local, en las zonas de anclaje)
- estado límite de fatiga, caracterizado por la rotura de alguno de los materiales de la estructura por efecto de la fatiga, bajo la acción de las cargas dinámicas (se estudia a nivel de sección.)

2.1.1.1.1 Coeficientes de seguridad

HORMIGON	NIVEL DE CONTROL	γ_s
	REDUCIDO	1.70
	NORMAL	1.50
	INTENSO	1.40

Tabla 1 coeficiente de seguridad de hormigón(N. B. DEL HORMIGON CBH-87)

ACERO

NIVEL DE CONTROL	γ_c
REDUCIDO	1,2
NORMAL	1,15
INTENSO	1,1

Tabla 2 coeficiente de seguridad de acero (N. B. DEL HORMIGON CBH-87)

2.1.2 Estados límites de servicio

Situaciones de la estructura para las cuales no se cumplen los requisitos de funcionalidad, estética y durabilidad.

Pueden ser debido a:

- Deformaciones excesivas (posibles daños a elementos no estructurales); estado límite de fisuración y vibración que pueda afectar la durabilidad.

Por razón de durabilidad se incluye el estado límite de fisuración controlada, caracterizado por el hecho de que la abertura máxima de las fisuras en una pieza alcance un determinado valor límite, función de las condiciones ambientales ñeque tal pieza se encuentra (se estudia a nivel de sección de la pieza). (CBH87)

Relacionados con las condiciones funcionales que ha de cumplir la estructura, se encuentran los siguientes estados límites de utilización:

- estado límite de deformación, caracterizado por alcanzarse una determinada deformación (flechas, giros) en un elemento de la estructura (se estudia a nivel de estructura o elemento estructural)
- estado límite de vibraciones, caracterizado por la presencia de vibraciones de una determinada amplitud o frecuencia de la estructura (se estudia de estructura o elemento estructural)

Por razones estéticas los estados límites de utilización pueden identificarse con los de aparición y abertura de fisuras, o con el de deformación, dejándose a juicio del proyectista la definición, que, en cada caso, se haga de cada uno de ellos.

Para el estudio de los estados límites de utilización se adoptarán los siguientes coeficientes de seguridad:

- Coeficiente de minoración del hormigón $\gamma_c = 1$

- Coeficiente de minoración del acero $\gamma_s = 1$

2.2 Norma Boliviana del Hormigón.

2.2.1 Hormigón.

a) Resistencia.

De acuerdo a la resistencia del proyecto a compresión a los 28 días en probetas cilíndricas normales los hormigones se tipifican en.

H12	H15	H17.5	H20	H25	H30	H35	H40	H45	H50	H55
-----	-----	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabla 3 límites característicos de hormigón (N.B. DEL HORMIGON CBH-87)

Donde las cifras correspondientes a la resistencia de proyecto, f_{ck} , en Mpa.

La resistencia de proyecto, f_{ck} del hormigón, en ningún caso será inferior 12.5 Mpa.

b) Diagramas de cálculo tensión deformación.

- Diagrama parabólico rectangular.

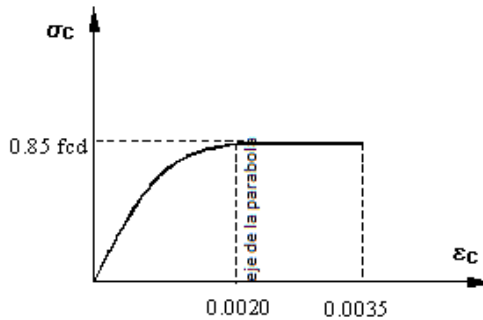


Figura 2 diagrama parábola rectángulo (N.B. DEL HORMIGON CBH-87)

- Diagrama rectangular.

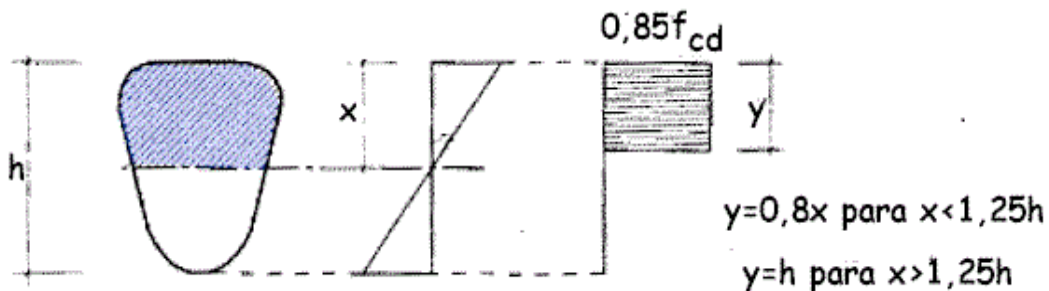


Figura 3 diagrama rectangular (N.B. DEL HORMIGON CBH-87)

c) Módulo de deformación longitudinal

$$E = 9500 * \sqrt[3]{fck + 8}$$

2.2.2 Acero.

a) Diámetros.

Las armaduras para el hormigón que se tomaran en cuenta para la ejecución del programa serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras lisas
- Barras corrugadas

Los diámetros nominales en milímetros de las barras lisas y corrugadas que se utilizarán serán exclusivamente los siguientes, con las áreas respectivas:

diámetro (mm)	4	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
Área (cm ²)	0,126	0,283	0,503	0,785	1,131	2,011	3,142	4,909	8,042	12,566	19,635

Tabla 4 diámetros y áreas de acero(N.B. DEL HORMIGON CBH-87)

b) Diagramas de cálculo de tensión y deformación.

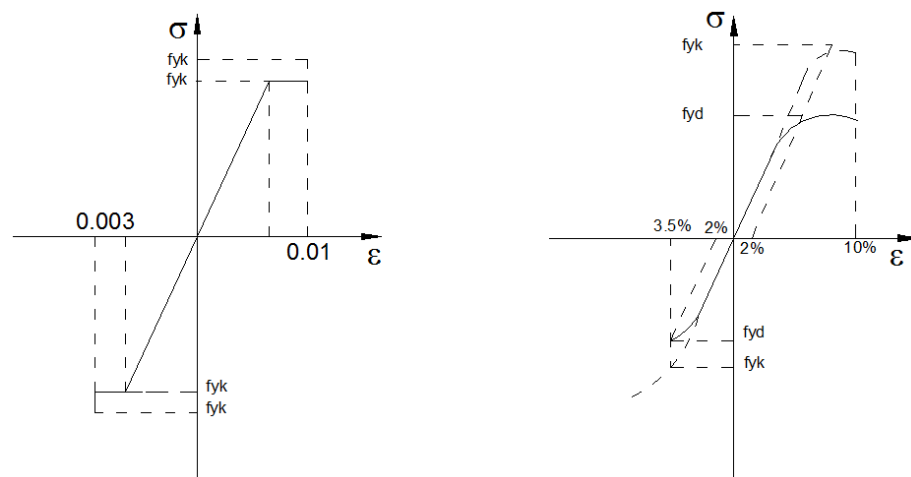


figura 4 Diagrama tensión deformación(N.B. DEL HORMIGON CBH-87)

c) Módulo de deformación longitudinal

Para todas las armaduras como módulo de deformación longitudinal se tomará:

$$E = 210000 \text{ MPa}$$

d) Coeficiente de dilatación térmico

El coeficiente de dilatación térmica del acero será igual al del hormigón, es decir:

$$\alpha = 1.0 \times 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

2.3 Cálculos de secciones sometidas a acciones y esfuerzos normales.

2.3.1 Hipótesis Básicas

Para el cálculo de secciones en agotamiento o estado límite último de rotura se tendrán en cuenta las siguientes hipótesis:

- a) De acuerdo con el teorema de Bernoulli:
Las secciones inicialmente planas, permanecen planas al ser sometidas a la sollicitación. Esta hipótesis es válida para piezas en las que la relación de la distancia entre puntos de momento nulo al canto total l_0/h , sea superior a 2.
- b) Se supone una adherencia total del acero y el hormigón, es decir, que no existe deslizamiento entre ambos materiales.
- c) Se considera despreciable la resistencia a la tracción del hormigón.
- d) Se admite que el acortamiento unitario máximo del hormigón es igual a:
 - 0.0035 en flexión simple o compuesta
 - 0.002 en compresión simple
- e) El alargamiento unitario máximo de la armadura se toma igual a 0.010.
- f) Se aplicarán a las secciones las ecuaciones de equilibrio de fuerzas momentos, igualado la resultante de las tensiones del hormigón y el acero (sollicitación resistencia) con la sollicitación actuante.
- g) Los diagramas de cálculo tensión deformación relativos al hormigón y al acero son los indicados en la sección anterior.
- h) En el agotamiento los dominios de deformación relativos al hormigón y al acero, según las distancias sollicitantes, son los indicados a continuación:

(CBH87)

2.3.2 Dominios de deformación

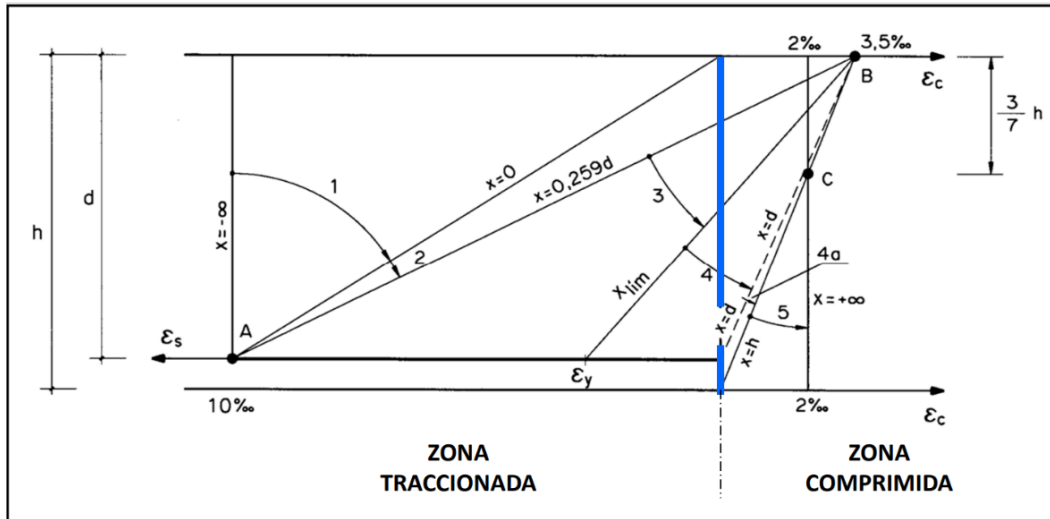


Figura 5 Dominios de deformación (Pdf. Internet Luis Bañón Blázquez 2010-2011.)

Para el cálculo de la capacidad resistente de las secciones, se supone que el diagrama de deformaciones pasa por uno de los tres puntos A, B, C.

Las deformaciones límites de las secciones, según la naturaleza de la sollicitación, conduce a admitir los siguientes dominios:

Dominio1: Tracción simple o compuesta. Toda la sección esta en tracción. Las rectas de deformación giran alrededor del punto A, correspondiente a un alargamiento del acero más traccionado de 10 por mil. (Bañón, s.f.)

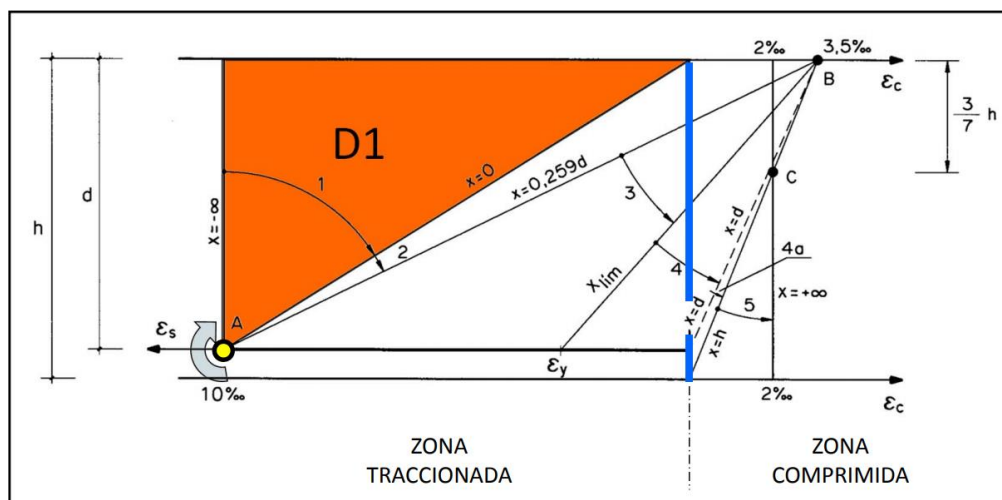


Figura 6 Dominio 1 (Pdf. Internet Luis Bañón Blázquez 2010-2011.)

Dominio2: Flexión simple o compuesta. El acero llega a una deformación de 10 por mil y el hormigón no alcanza la deformación de rotura por flexión. Las rectas de deformación, giran alrededor del punto A. (Bañón, s.f.)

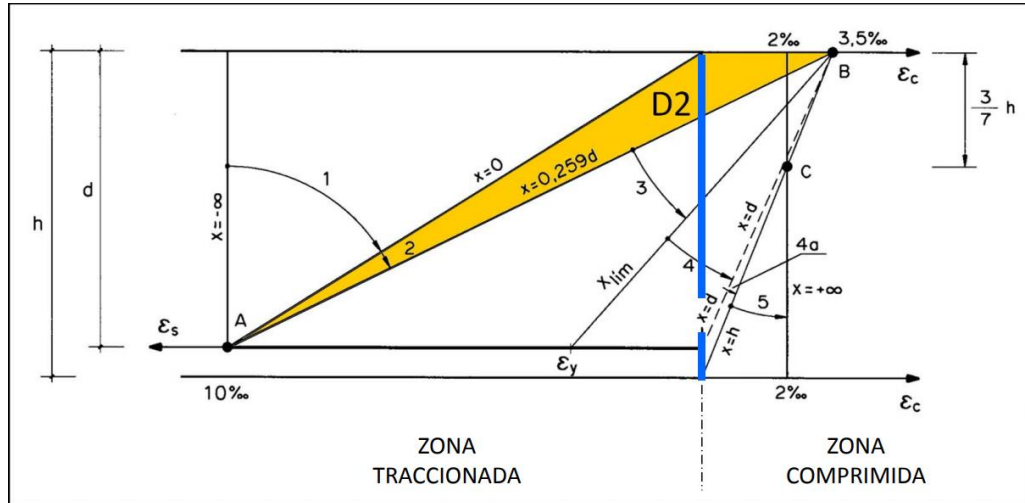


Figura 7 Dominio 2 (Pdf. Internet Luis Bañón Blázquez 2010-2011.)

Dominio3: Flexión simple o compuesta. La resistencia de la zona de compresión todavía es aprovechada al máximo. Las rectas de deformación giran alrededor del punto B, correspondiente a la deformación de rotura por flexión del hormigón de 3.5 por mil. (Bañón, s.f.)

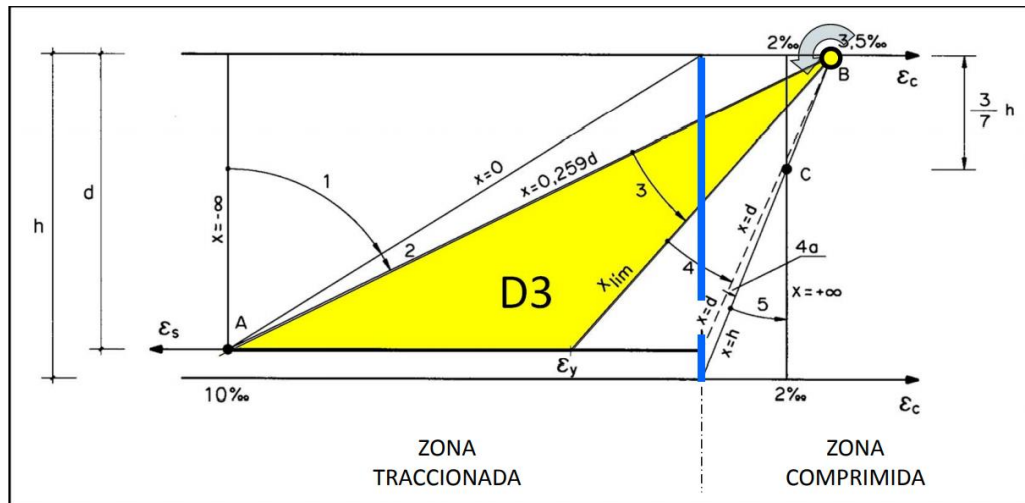


Figura 8 Dominio 3 (Pdf. Internet Luis Bañón Blázquez 2010-2011.)

Dominio4: Flexión simple o compuesta. Las rectas de deformación giran alrededor del punto B. el alargamiento de la armadura más traccionada está comprendido entre ϵ_y y 0, y el hormigón alcanza la deformación máxima de 3.5 por mil. (Bañón, s.f.)

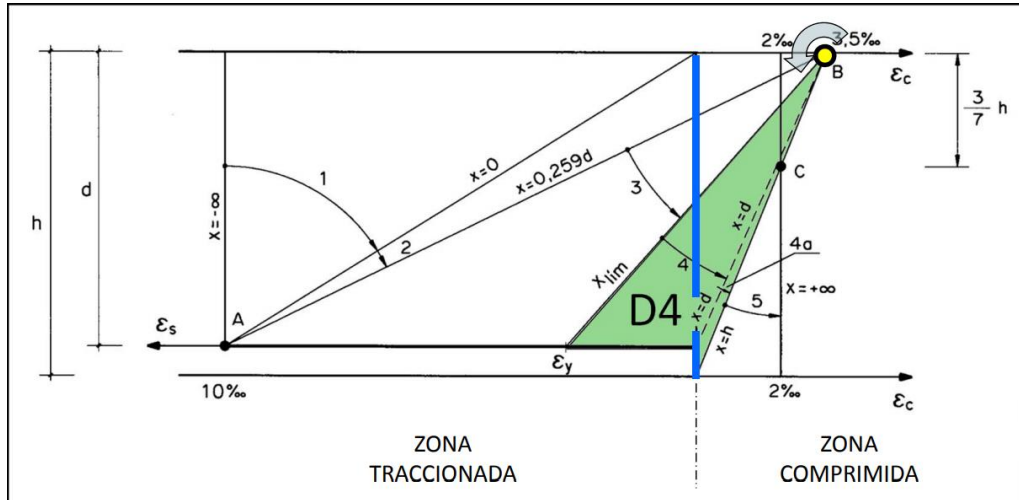


Figura 9 Dominio 4 (Pdf. Internet Luis Bañón Blázquez 2010-2011.)

Dominio5: Compresión simple o compuesta. Ambos materiales trabajan a compresión. Las rectas de deformación giran alrededor del punto C, definido por la recta correspondiente a la deformación de rotura del hormigón por compresión a 2 por mil. (Bañón, s.f.)

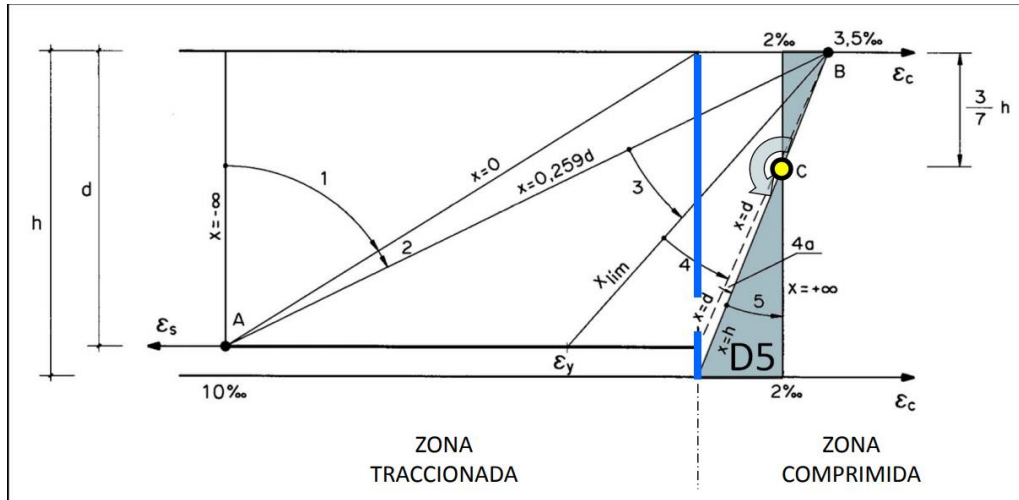


Figura 10 Dominio 5 (Pdf. Internet Luis Bañón Blázquez 2010-2011.)

Valores característicos de los diferentes dominios:

Se muestra a continuación los valores característicos que definen los diferentes dominios en que se presentan flexión simple o compuesta.

Dominio	Valores iniciales		Valores iniciales	
	A	μ	A	μ
2	0	0	0.259	0.1592
3	0.259	0.1592	$3.5/(\epsilon_{yd}+3.5)$	$0.688\alpha\beta$
4	$3.5/(\epsilon_{yd}+3.5)$			0.401

Tabla 5 Rangos de los Dominios (N.B. DEL HORMIGON CBH-87)

2.3.3 Tracción simple o compuesta.

Se aplicarán los principios establecidos en el punto 2.3.1. (CBH87)

2.3.4 Flexión simple o compuesta.

Se aplicarán los principios establecidos en el punto 2.3.1. (CBH87)

2.3.5 Compresión simple o compuesta.

Todas las secciones sometidas a compresión simple deben calcularse teniendo en cuenta la incertidumbre del punto de aplicación del esfuerzo normal, para lo cual se introducirá una excentricidad mínima "e_a" en la dirección más desfavorable, igual al mayor de los valores:

$$ea = \begin{cases} \frac{h}{20} \\ 2 \text{ cm} \end{cases}$$

Donde h es el canto total de la sección en la dirección considerada.

Las secciones sometidas a compresión compuesta recta se comprobarán, independientemente en cada uno de los dos planos principales, con excentricidades no inferiores a las indicadas para el caso de compresión simple. (CBH87)

2.3.6 Disposiciones relativas a las armaduras.

2.3.6.1 Flexión simple o compuesta.

En las secciones sometidas a flexión simple o compuesta si la armadura de tracción. A_{s1} dada por el cálculo es:

$$A_{s1} = \left(\frac{0,85 * f_{cd} * b * y}{f_{yd}} \right)$$

Esto es que no alcanza la cuantía mecánica necesaria para evitar la rotura frágil, se dispondrá como armadura de tracción el valor dado por:

$$\alpha = A_{s1}$$

$$\text{Siendo } \alpha = 1.5 - 12.5 \frac{A_{s1} * f_{yd}}{A_c * f_{cd}}$$

Dónde:

f_{cd} = resistencia de cálculo del concreto en compresión

f_{yd} = resistencia de cálculo del acero en tracción.

A_c = área de la sección total de hormigón

A_{s1} = área de la sección total de la armadura de tracción.

2.3.6.2 Compresión simple o compuesta.

En las secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales en compresión A_{s1} . y A_{s2} . Deberán cumplir las limitaciones siguientes:

$$A_{s1} * f_{yd,d} \geq 0.05 N_d \quad : \quad A_{s1} * f_{yd,d} \geq 0.05 f_{cd} * A_c$$

$$A_{s2} * f_{yd,d} \geq 0.05 N_d \quad : \quad A_{s2} * f_{yd,d} \geq 0.05 f_{cd} * A_c$$

Dónde:

$f_{yc,d}$ = Resistencia de cálculo del acero a compresión

N_d = esfuerzo normal mayorado de compresión actuante

f_{cd} = resistencia de cálculo del hormigón en compresión

A_c = área de la sección total de hormigón

2.3.6.3 Cuantías geométricas mínimas.

A continuación, se indican los valores de las cuantías geométricas mínimas de armaduras, que deben disponer en los diferentes tipos de elementos estructurales, en función del tipo de acero utilizado.

Elementos	Posición	AH 215L	AH400	AH500	AH600
Pilares		8	6	5	4
Losa		2	1.8	1.5	1.4
Vigas		5	3.3	2.8	2.3
Muros	Horizontal	2.5	2	1.6	1.4
	vertical	5	4	3.2	2.8

Tabla 6 Cuantrias geométricas (N.B. DEL HORMIGON CBH-87)

2.3.6.4 Tracción simple o compuesta.

En el caso de secciones sometidas a tracción simple o compuesta. Provista de dos armaduras principales As1 y As2, deberán cumplirse las siguientes limitaciones:

$$f_{yd} * A_{s1} \geq 0.04 f_{cd} * A_c$$

$$f_{yd} * A_{s2} \geq 0.04 f_{cd} * A_c$$

Siendo:

f_{cd} = Resistencia de cálculo del hormigón en compresión

A_c = área de la sección total del hormigón

2.4 Cálculos de secciones sometidas a esfuerzos tangentes.

2.4.1 Resistencia al esfuerzo de corte condiciones generales.

Para el análisis de la capacidad resistente de las estructuras de hormigón frente a esfuerzos cortantes, se establece como método general de cálculo el de Bielas y Tirantes, que deberá utilizarse en todos aquellos elementos estructurales o partes de los mismos que, presentando estados planos de tensión o asimilables a tales, estén sometidos a sollicitaciones tangentes según un plano conocido y no correspondan a los casos particulares tratados de forma explícita en esta Instrucción, tales como elementos lineales, placas, losas y forjados unidireccionales o asimilables. (Montoya, Jiménez)

2.4.1.1 Resistencia a esfuerzos cortantes de elementos lineales.

Las prescripciones de este artículo se aplican exclusivamente a elementos lineales sometidos a esfuerzos combinados de flexión, cortante y axiales de tracción o compresión.

Se consideran aquí como elementos lineales, aquellos cuya distancia entre puntos de momento nulo es igual o superior a dos (2) veces su canto total, cuyo ancho es igual o inferior a cinco veces dicho canto pudiendo ser su directriz recta o curva.

2.4.1.2 Esfuerzo cortante real.

Las comprobaciones relativas al estado límite de agotamiento por esfuerzo cortante pueden llevarse a cabo a partir del esfuerzo cortante real de cálculo V_{rd} , dado por la siguiente expresión:

$$V_{rd} = V_d + V_{cd}$$

Dónde:

V_d = valor de cálculo del esfuerzo cortante producido por las acciones exteriores

V_{cd} = en piezas de sección variable el valor de cálculo de la componente paralela a la sección de la resultante de tensiones normales tanto de tracción como de compresión sobre las fibras longitudinales de hormigón (Montoya, Jiménez)

2.4.1.3 Comprobaciones que hay que realizar

El estado límite de agotamiento por esfuerzo cortante puede alcanzarse ya sea por agotarse la resistencia a compresión oblicua del alma o por agotarse su resistencia a tracción oblicua. En consecuencia, es necesario comprobar que se cumple simultáneamente.

$$V_{rd} \leq V_{u1}$$

$$V_{rd} \leq V_{u2}$$

Dónde:

V_{rd} = esfuerzo cortante real de cálculo definido anteriormente

V_{u1} = esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma

V_{u2} = esfuerzo cortante de agotamiento por tracción oblicua en el alma

2.4.1.3.1 Obtención de V_{u1}

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del hormigón del alma, se deduce de la siguiente expresión:

$$V_{u1} = 0,6 * f_{cd} * b_w * d * K \left(\frac{\cot g \beta + \cot g \alpha}{1 + \cot g^2 \beta} \right)$$

Donde

$$K = 1$$

para estructuras sin pretensado o
sin esfuerzo axial de compresión

$$K = 1 + \frac{\sigma'cd}{fcd} =$$

para $0 < \sigma'cd \leq 0,25 fcd =$

$$K = 1.25$$

para $0,25fcd < \sigma'cd \leq 0,50fcd$

$$K = 2,5\left(1 - \frac{\sigma'cd}{fcd}\right) =$$

para $0,50fcd < \sigma'cd \leq fcd$

Donde:

$$\sigma'cd = \frac{Nd - As \cdot fyd}{bw * h} =$$

$\sigma'cd$ = Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva) que, en pilares, debe calcularse teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras comprimidas.

Nd = Esfuerzo axial de cálculo (compresión positiva) incluyendo el pretensado con su valor de cálculo.

Ac = Área total de la sección de hormigón.

As = Área total de armadura comprimida En compresión compuesta puede suponerse que toda la armadura está sometida a la tensión f_{yd} .

f_{yd} = resistencia de cálculo de la armadura.

α = Ángulo de las armaduras con el eje de la pieza.

θ = Ángulo entre las bielas de compresión de hormigón y el eje de la pieza

se adoptará un valor que cumpla

$$0.5 \leq \cot g \theta \leq 2$$

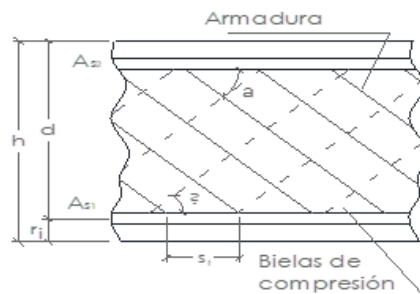


Figura 11 perfil de sección de viga armadura transversal

2.4.1.3.2 Obtención de V_{u2} .

A) Piezas sin armadura cortante

2.4.1.3.2.1 Piezas sin armadura cortante en regiones no fisuradas ($M_d \leq M_{fis,d}$)

En piezas con zonas no fisuradas y con el alma comprimida, la resistencia a cortante debe limitarse según la resistencia a tracción del hormigón, es:

$$V_{u2} = \frac{I_z * bw}{S} \sqrt{f_{ct,d}^2 + \alpha l * \sigma'_{cd} * f_{ct,d}}$$

Donde:

M_d = Momento de cálculo de la sección.

$M_{fis,d}$ = Momento de fisuración de la sección calculado con $f_{ct,d} = f_{ct,k}/\gamma_c$.

I = Momento de inercia de la sección transversal.

bw = Ancho del alma

S = Momento estático de la sección transversal.

$f_{ct,d}$ = Resistencia de cálculo a tracción del hormigón.

σ'_{cd} = Tensión media de compresión en el hormigón debido a la fuerza de pretensado.

$\alpha l = l_x / (1,2 \cdot l_{bd}) \leq 1$ para tendones pretensados.

= 1 para otros tipos de pretensado anclados por adherencia

l_x = Distancia, en mm, de la sección considerada al inicio de la longitud de transferencia.

Esta comprobación se realizará en una sección situada a una distancia del borde del apoyo que se corresponde con la intersección del eje longitudinal que pasa por el centro de gravedad de la sección con una línea a 45° que parte del borde del apoyo. En piezas compuestas por elementos prefabricados y hormigón vertido in situ, para determinar si la sección está fisurada o no a flexión (cálculo de M_d y $M_{fis,d}$) se deberá tener en cuenta las diferentes fases constructivas, considerando en cada una de ellas las cargas actuantes, las secciones resistentes y superponiendo las tensiones correspondientes a cada fase. (Montoya, Jiménez)

2.4.1.3.2.2 Piezas sin armadura de cortante en regiones fisuradas a flexión ($M_d > M_{fis,d}$)

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma para piezas de hormigón convencional y de alta resistencia:

$$Vu2 = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{\frac{1}{3}} + 0,15 * \sigma_{cd} \right) * bw * d$$

Con un valor mínimo de:

$$Vu2 = \left(\frac{0,075}{\gamma_c} * \varepsilon^{\frac{3}{2}} * (f_{cv})^{\frac{1}{2}} + 0,15 * \sigma_{cd} \right) * bw * d$$

Donde:

f_{cv} = Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm² de valor f_{cv}= f_{ck} con f_{cv} no mayor que 15 N/mm² en el caso de control indirecto de la resistencia del hormigón, siendo f_{ck} la resistencia a compresión del hormigón, que a efecto de este apartado no se considerará superior a 60 N/mm².

$$\varepsilon = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right) \leq 2d \text{ en mm}$$

d = Canto útil de la sección referido a la armadura longitudinal de flexión siempre que ésta sea capaz de resistir el incremento de tracción producido por la interacción cortante-flexión

σ'_{cd} = Tensión axial media en el alma de la sección (compresión positiva)

$$\sigma'_{cd} = \frac{Nd}{bw * h} \leq 0,30 * f_{cd} \neq 12$$

Nd = Axil de cálculo incluyendo la fuerza de pretensado existente en la sección en estudio.

ρ₁ = Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción, pasiva y activa adherente, anclada a una distancia igual o mayor que d a partir de la sección de estudio

B) Pieza con armaduras de cortante

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma:

$$Vu2 = Vcu + Vsu$$

Donde:

$$V_{su} = z * \text{sen}\alpha_t * (\text{cotg}\alpha_t + \text{cotg}\theta_t) * \sum A\alpha * f_{y\alpha, d}$$

$A\alpha$ = Área por unidad de longitud de cada grupo de armaduras que forman un ángulo α con la directriz de la pieza

$f_{y\alpha, d}$ = Resistencia de cálculo de la armadura $A\alpha$

θ = Ángulo entre las bielas de compresión de hormigón y el eje de la pieza

α = Ángulo de las armaduras con el eje de la pieza

z = Brazo mecánico. En flexión simple, y a falta de cálculos más precisos, puede adoptarse el valor aproximado $z = 0,9 d$

$$V_{cu} = \left(\frac{0,15}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{\frac{1}{3}} + 0,15 * \alpha_1 * \sigma_{\bar{c}d} \right) * \beta * b_w * d$$

donde:

f_{cv} = Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm² de valor $f_{cv} = f_{ck}$ con f_{cv} no mayor que 15 N/mm² en el caso de control reducido del hormigón

f_{ck} = Resistencia a compresión del hormigón en N/mm². Se adoptarán valores de f_{ck} de hasta 100 N/mm².

2.4.1.4 Disposiciones relativas de armaduras transversales.

La separación longitudinal s_t entre armaduras transversales deberá cumplir las condiciones siguientes para asegurar un adecuado confinamiento del hormigón sometido a compresión oblicua:

$$s_{t,cercos} \leq 0,75 * d * (1 + \text{cotg}\alpha_t) \leq 600\text{mm} = V_{rd} \leq \frac{1}{5} V_{u1}$$

$$s_{t,cercos} \leq 0,60 * d * (1 + \text{cotg}\alpha_t) \leq 450\text{mm} = \frac{1}{5} V_{u1} \leq V_{rd} \leq \frac{2}{3} V_{u1}$$

$$s_{t,cercos} \leq 0,30 * d * (1 + \text{cotg}\alpha_t) \leq 300\text{mm} = \frac{2}{3} V_{u1} \leq V_{rd}$$

Para barras levantadas esta separación no superará nunca el valor $0,60 d (1 + \text{cot}\alpha)$. La separación transversal $s_{t,trans}$ entre ramas de armaduras transversales deberá cumplir la condición siguiente:

$$s_{t,trans} \leq d \leq 500\text{mm}$$

2.4.2 Torsión pura.

Toda pieza prismática de hormigón que tenga sollicitación de torsión simple o acompañada de flexión y esfuerzo cortante se calculara según a lo que a continuación se indica con las armaduras longitudinales y transversales que se prescriben. (Montoya, Jiménez)

2.4.2.1 Comprobaciones que hay que realizar

El Estado Límite de Agotamiento por torsión puede alcanzarse, ya sea por agotarse la resistencia a compresión del hormigón o por agotarse la resistencia a tracción de las armaduras dispuestas. En consecuencia, es necesario comprobar que se cumple simultáneamente:

$$T_d \leq T_{u1}$$

$$T_d \leq T_{u2}$$

$$T_d \leq T_{u3}$$

Donde:

T_d = Momento torsor de cálculo en la sección.

T_{u1} = Máximo momento torsor que pueden resistir las bielas comprimidas de hormigón.

T_{u2} = Máximo momento torsor que pueden resistir las armaduras transversales.

T_{u3} = Máximo momento torsor que pueden resistir las armaduras longitudinales.

Las armaduras de torsión se suponen constituidas por una armadura transversal formada por cercos cerrados situados en planos normales a la directriz de la pieza. La armadura longitudinal estará constituida por armadura pasiva o activa paralela a la directriz de la pieza, distribuida uniformemente con separaciones no superiores a 30 cm en el contorno exterior de la sección hueca eficaz o en una doble capa en el contorno exterior y en el interior de la sección hueca eficaz o real. Al menos se situará una barra longitudinal en cada esquina de la sección real para asegurar la transmisión a la armadura transversal de las fuerzas longitudinales ejercidas por las bielas de compresión. (Montoya, Jiménez)

2.4.2.1.1 Obtención de T_{u1}

El esfuerzo torsor de agotamiento que pueden resistir las bielas comprimidas se deduce de la siguiente expresión:

$$T_{U1} = 2 * k * \alpha * f_{1cd} * A_e * h_e * \frac{\cotg\theta}{1 + \cotg^2\theta}$$

Donde:

f_{1cd} = Resistencia a compresión del hormigón.

$$f_{lcd} = 0,60f_{cd} \quad \text{para } f_{ck} \leq 60N/mm^2$$

$$f_{lcd} = \left(0,90 - \frac{f_{ck}}{200}\right) * f_{cd} \geq 0,50f_{cd} \quad \text{Para } f_{ck} > 60N/mm^2$$

K = Coeficiente que depende del esfuerzo axial

α = 0,60 si hay estribos únicamente a lo largo del perímetro exterior de la pieza;

0,75 si se colocan estribos cerrados en ambas caras de la pared de la sección hueca equivalente o de la sección hueca real.

θ = Ángulo entre las bielas de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

A_e = Área encerrada por la línea media de la sección hueca eficaz de cálculo

2.4.2.1.2 Obtención de Tu2

El esfuerzo torsor que pueden resistir las armaduras transversales viene dado por:

$$T_{U2} = \cotg\theta * f_{yt} * d \frac{2 * A_e * A_t}{S_t}$$

Donde:

A_t = Área de las armaduras utilizadas como cercos o armadura transversal.

S_t = Separación longitudinal entre cercos o barras de la armadura transversal.

f_{yt} = Resistencia de cálculo del acero de la armadura longitudinal A_l

2.4.2.1.3 obtención de Tu3

El esfuerzo torsor que pueden resistir las armaduras longitudinales se puede calcular mediante:

$$T_{U3} = tg\theta * f_{yt,d} * A_t \frac{2 * A_e}{u_e}$$

At = Área de las armaduras utilizadas como cercos o armadura transversal.

f_{yt,d} = Resistencia de cálculo del acero de la armadura longitudinal Al

ue = Perímetro de la línea media de la sección hueca eficaz de cálculo Ae

2.4.2.1.4 Disposiciones relativas a las armaduras

La separación longitudinal entre cercos de torsión s_t no excederá de

$$s_t \leq \frac{U_e}{8}$$

y deberá cumplir las condiciones siguientes para asegurar un adecuado confinamiento del hormigón sometido a compresión oblicua:

$$s_{t,max} \leq 0,75 * a * (1 + \cotg\alpha_t) \leq 600mm$$

$$T_d \leq \frac{1}{5} T_{u1}$$

$$s_{t,max} \leq 0,60 * a * (1 + \cotg\alpha_t) \leq 450mm$$

$$\frac{1}{5} T_{u1} \leq T_d \leq \frac{2}{3} T_{u1}$$

$$s_{t,max} \leq 0,30 * a * (1 + \cotg\alpha_t) \leq 300mm$$

$$\frac{2}{3} T_{u1} \leq T_d$$

siendo a la menor dimensión de los lados que conforman el perímetro U_e . (Montoya, Jiménez)

2.5 Soportes de hormigón armado

2.5.1 Condiciones generales

Los soportes o pilares de hormigón armado constituyen piezas, generalmente verticales, en las que la sollicitación normal es predominante. Sus distintas secciones transversales pueden estar sometidas a compresión simple, compresión compuesta o flexión compuesta. La misión principal de los soportes es canalizar las acciones que actúan sobre la estructura hacia la cimentación de la obra, por lo que constituyen elementos de gran responsabilidad resistente. (Montoya, Jiménez)

2.5.2 Definiciones de longitud de pandeo

Una estructura se llama intraslacional si sus nudos, bajo sollicitaciones de cálculo, presentan desplazamientos transversales cuyos efectos pueden ser despreciados desde el punto de vista de la estabilidad del conjunto; y traslacional en caso contrario.

Un soporte se considera aislado si tiene una sustentación isostática. Los soportes pertenecientes a estructuras aporticadas se asimilan a soportes aislados si puede suponerse que la posición de los puntos en los que se anula su momento no varía con la carga.

La longitud de pandeo de un soporte se define como la longitud del soporte biarticulado equivalente al mismo a efectos de pandeo, y es igual a la distancia entre los puntos de momento nulo del mismo. La longitud de pandeo de los soportes aislados se indica en la tabla 7, en función de la longitud de la pieza l .

LONGITUD DE PANDEO $l_0 = \alpha \cdot l$ DE LAS PIEZAS AISLADAS

<i>Sustentación de la pieza de longitud l</i>	<i>Valor del coeficiente α</i>
- Un extremo libre y otro empotrado	2
- Ambos extremos articulados - Ambos extremos empotrados, pero con libre desplazamiento normal a la directriz	1
- Un extremo con articulación fija y el otro empotrado	0,7
- Ambos extremos empotrados	0,5

Tabla 7 coeficiente de pandeo (Jiménez Montoya 15° edición.)

La longitud de pandeo de soportes pertenecientes a pórticos depende de la relación de rigideces de los soportes a las vigas en cada uno de sus extremos, y puede obtenerse de los nomogramas de la figura 7, siendo para ello preciso decidir previamente si el pórtico puede considerarse intraslacional o debe considerarse traslacional.

Se llama esbeltez geométrica de una pieza de sección constante a la relación $\lambda_g = l_0/h$ entre la longitud de pandeo y la dimensión h de la sección en el plano de pandeo, y esbeltez mecánica a la relación $\lambda = l_0/i_c$ entre la longitud de pandeo y el radio de giro i_c de la sección en el plano de pandeo. Recuérdese que $i_c = (I/A)^{1/2}$, siendo I y A, respectivamente, la inercia en dicho plano y el área de la sección, ambas referidas a la sección del hormigón solo (sección bruta).

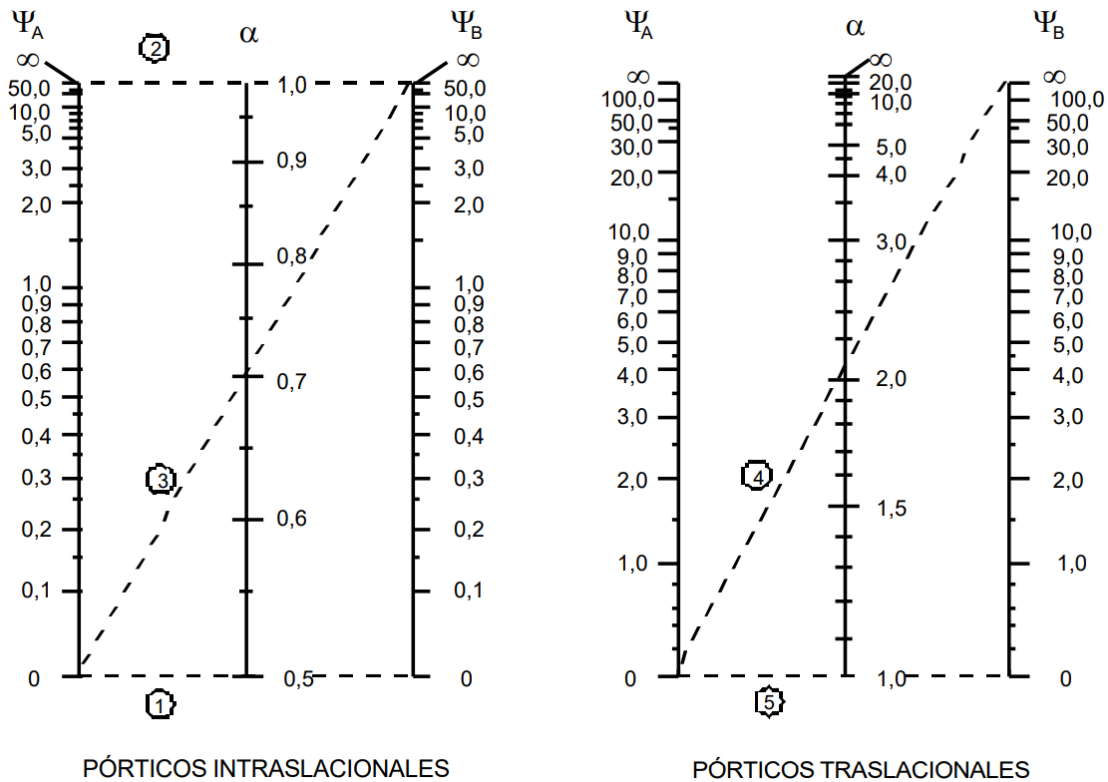


Figura 12 Nomogramas que ofrecen la longitud de pandeo en soportes de pórticos (Jiménez Montoya 15° edición.)

en lugar de los nomogramas anteriores puede utilizarse las siguientes formulas:

pórtico intraslacional

$$\alpha = \frac{0,64 + 1,4 * (\Psi_A + \Psi_B) + 3 * \Psi_A * \Psi_B}{1,28 + 2 * (\Psi_A + \Psi_B) + 3 * \Psi_A * \Psi_B}$$

pórtico traslacional

$$\alpha = \sqrt{\frac{7,5 + 4 * (\Psi_A + \Psi_B) + 1,6 * \Psi_A * \Psi_B}{7,5 + (\Psi_A + \Psi_B)}}$$

2.5.3 Valores límites para la esbeltez

- a) Para esbelteces mecánicas $\lambda < \lambda_{\text{lím}}$ la pieza puede considerarse corta, despreciándose los efectos de segundo orden y no siendo necesario efectuar ninguna comprobación

de pandeo. Según la Instrucción española λ_{lim} está asociada a una pérdida de capacidad resistente menor del 10 % respecto del soporte considerado corto, es:

$$\lambda_{lim} = 35 * \sqrt{\frac{C}{v} * \left[1 + \frac{0,24}{\frac{e_2}{h}} + 3,4 * \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]}$$

Donde:

v = Axil reducido de cálculo que solicita al soporte.

$$v = \frac{N_d}{A * f_{cd}}$$

e_1 = Mayor excentricidad de cálculo de primer orden del soporte. Se considera positiva si tiene el mismo signo que e_2 .

e_2 = Menor excentricidad de cálculo de primer orden del soporte. Se considera positiva. Normalmente e_1 y e_2 son las excentricidades en los extremos. No se tomarán menores que la excentricidad accidental mínima. Si la estructura es traslacional, se tomará $e_1/e_2=1$.

h = dimensión del soporte en el plano de flexión considerado.

C = Coeficiente que depende de la disposición de armadura: 0,24 para armadura simétrica en las dos caras opuestas respecto al plano de flexión considerado, 0,2 para armadura igual en las cuatro caras, 0,16 para armadura simétrica en las caras laterales respecto al plano de flexión considerado.

- b) Para esbelteces mecánicas $\lambda_{lim} \leq \lambda < 100$ puede aplicarse el método aproximado de la Instrucción española.
- c) Para esbelteces mecánicas $100 \leq \lambda < 200$ (en sección rectangular, esbelteces geométricas $29 \leq \lambda_g < 58$), debe aplicarse el método general. Para soportes de sección y armadura constante a lo largo de su altura puede aplicarse el método aproximado de la columna modelo o el de las curvaturas de referencia.
- d) No es recomendable proyectar piezas comprimidas de hormigón armado con esbelteces mecánicas $\lambda > 200$ (en sección rectangular, esbelteces geométricas $\lambda_g > 58$).

2.5.4 Excentricidad equivalente e_0

La excentricidad equivalente, es válida para estructuras intraslacionales. Si este método se aplica a estructuras traslacionales se tomará como excentricidad de primer orden, el mayor de los dos (2) valores e_1 y e_2 .

$$e_o = 0,6 * e_2 + 0,4 * e_1 \geq 0,4 * e_2$$

2.5.5 Excentricidad ficticia e_a

Los efectos de segundo orden, provenientes del pandeo, se incorporan mediante una excentricidad ficticia:

$$e_a = (1 + 0,12 * \beta) * (\varepsilon_y + 0,0035) \frac{h + 20e_o}{h + 10e_e} * \frac{lo^2}{50i_c}$$

2.6 Losas macizas

Las losas son elementos estructurales horizontales que tienen como función la generación de superficies de soporte de las actividades para las que la estructura ha sido diseñada. Desde el punto de vista estructural las losas deben de soportar su propio peso, acabado de pisos y cargas de servicios a la que ha sido proyectada; además, tiene la importante función de integrar los elementos verticales, junto con el sistema de vigas. (Pardo, Marcelo, s.f.)

2.6.1 Diferencias entre diseño a flexión de losas respecto a Vigas

El procedimiento en ambos casos es prácticamente el mismo. Sin embargo, existen tres principales diferencias

- En losas no suele colocarse refuerzo de acero a compresión. Cuando el momento flector sea muy grande en la losa, deberás optar por incrementar la altura de la losa.
- El requerimiento de acero mínimo en losas es menor que en vigas.
- Una vez obtenido el acero A_s necesario para refuerzo de la losa, en vez de escoger el número de aceros a colocar en la cara de tracción, es más conveniente escoger un espaciamiento «e» entre barras del mismo diámetro entre ellas.

2.6.2 Flexión simple. Cálculo práctico de secciones de la losa. Tablas universales

Para el cálculo práctico de secciones rectangulares se han establecido dos tablas universales que facilitan notablemente la resolución de los problemas más corrientes. Corresponden al diagrama parábola-rectángulo.

2.6.2.1 Tabla universal de flexión simple

La tabla corresponde a secciones rectangulares sometidas a flexión simple (dominios 2, 3 y 4). En el caso más elemental de flexión simple sin armadura de compresión, la tabla proporciona directamente los valores de la cuantía mecánica ω , en función del momento reducido μ .

$$\mu_d = \frac{M_d}{b * d^2 * f_{cd}} \quad \frac{A_{scal} * f_{yd}}{b * d * f_{cd}} = \omega_s$$

TABLA 13.3 TABLA UNIVERSAL PARA FLEXION SIMPLE O COMPUESTO ACEROS DE DUREZA NATURAL			
ξ	μ	ω	$(\omega/f_{cd}) \cdot 10^3$
0,0891	0,03	0,0310	
0,1042	0,04	0,0415	
0,1181	0,05	0,0522	
0,1312	0,06	0,0630	
0,1438	0,07	0,0739	
0,1561	0,08	0,0849	
0,1667	0,0886	0,0945	
0,1684	0,09	0,0960	
0,1810	0,10	0,1074	
0,1937	0,11	0,1189	
0,2066	0,12	0,1306	
0,2198	0,13	0,1426	
0,2330	0,14	0,1546	
0,2466	0,15	0,1669	
0,2590	0,1590	0,1782	
0,2608	0,16	0,1795	
0,2796	0,17	0,1924	
0,2988	0,18	0,2056	
0,3183	0,19	0,2190	
0,3383	0,20	0,2328	
0,3587	0,21	0,2468	
0,3796	0,22	0,2612	
0,4012	0,23	0,2761	
0,4234	0,24	0,2913	
0,4461	0,25	0,3069	
0,4696	0,26	0,3232	
0,4939	0,27	0,3398	
0,5188	0,28	0,3570	
0,5450	0,29	0,3750	
0,5721	0,30	0,3937	
0,6006	0,31	0,4133	
0,6283	0,3193	0,4323	0,0994
0,6305	0,32	0,4338	0,1007
0,6476	0,3256	0,4456	0,1114
0,6618	0,33	0,4554	0,1212
0,6681	0,3319	0,4597	0,1259
0,6788	0,3352	0,4671	0,1343
0,6952	0,34	0,4783	0,1484
0,7310	0,35	0,5030	0,1860
0,7697	0,36	0,5296	0,2408
0,7788	0,3623	0,5359	0,2568
0,7935	0,3658	0,5460	0,2854
0,8119	0,37		0,3280
0,8597	0,38		0,4931
0,9152	0,39		0,9251
0,9848	0,40		5,9911

Tabla 8 momentos reducidos y cuantías mecánicas ING. (Mostajo Victor)

2.6.2.2 Tabla de valores limites

Valores limites en función de la resistencia del acero f_{yd}

TABLA 13.5 VALORES LIMITES						
f_y (KN/cm ²)	22	24	40	42	46	50
f_{yd} (KN/cm ²)	19,1	20,9	34,8	36,5	40	43,5
ξ_{lim}	0,793	0,779	0,679	0,668	0,648	0,628
μ_{lim}	0,366	0,362	0,335	0,332	0,326	0,319
ω_{lim}	0,546	0,536	0,467	0,46	0,446	0,432

Tabla 9 momentos reducidos y cuantías limites ING. (Mostajo Victor)

2.6.2.3 Tabla de cuantía geométrica

Cuantías geométricas mínimas (referidas a la sección total de hormigón)

TABLA 10.8 CUANTIAS GEOMETRICAS MINIMAS(referidas a la seccion total de hormigon)				
ELEMENTO ESTRUCTURAL	AE-22	AE-42	AE-50	AE-60
SOPORTES:				
Armadura Total	0,008	0,006	0,0050	0,004
con dos armaduras A1 y A2 cada una ...	0,004	0,003	0,0025	0,002
VIGAS :				
Armadura en Traccion.....	0,005	0,0033	0,0028	0,0023
LOSAS:				
En cada direccion	0,002	0,0018	0,0015	0,0014
MUROS:				
Armadura horizontal total	0,0025	0,002	0,0016	0,0014
Armadura horizontal en una cara	0,0008	0,0007	0,0006	0,0005
Armadura vertical Total	0,0015	0,0012	0,0009	0,0008
Armadura vertical en una cara	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003

Tabla 10 cuantias geométricas mínimas ING. (Mostajo Victor)

2.6.2.4 Calculo de área de acero a tracción y compresión

$$\omega_{S_2} = \frac{\mu_d - \mu_{lim}}{1 - \frac{d_2}{d}} \quad \omega_{S_1} = \omega_{S_2} * \omega_{lim}$$

$$A_{S_2} = \omega_{S_2} * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_{S_1} = \omega_{S_1} * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$A_{Smin} = \omega_{Smin} * b * d$$

2.7 Cimentaciones (zapata aislada)

Las zapatas aisladas son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales puntuales como son los pilares; de modo que esta zapata amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite. El término zapata aislada se debe a que se usa para asentar un único pilar, de ahí el nombre de aislada. Es el tipo de zapata más simple, aunque cuando el momento flector en la base del pilar es

excesivo no son adecuadas y en su lugar deben emplearse zapatas combinadas o zapatas corridas en las que se asienten más de un pilar.

En el cálculo de las presiones ejercidas por la zapata debe tenerse en cuenta además del peso del edificio y las sobrecargas, el peso de la propia zapata y de las tierras que descansan sobre sus vuelos, estas dos últimas cargas tienen un efecto desfavorable respecto al hundimiento. Por otra parte, en el cálculo de vuelco, donde el peso propio de la zapata y las tierras sobre ellas tienen un efecto favorable.

2.7.1 Dimensionamiento de zapata

a) **Cálculo a flexión.** Dimensionamiento de la armadura principal.

la determinación de la armadura de tracción debe hacerse aplicando la teoría de flexión en ambas direcciones. Para ello pueden usarse las tablas, ábacos y fórmulas simplificadas que se incluyen en esta obra.

$$Md_a = \gamma d * b * \left[\left(\frac{\sigma_a * X1^2}{2} \right) + \left(\frac{\sigma_{a2} - \sigma_a}{3} \right) * X1^2 \right]$$

$$Md_b = \gamma d * a * \left[\left(\frac{\sigma_b * Y1^2}{2} \right) + \left(\frac{\sigma_{b2} - \sigma_b}{3} \right) * Y1^2 \right]$$

La armadura correspondiente a esta sección, de dimensiones $b \times d$, puede determinarse mediante las tablas o ábacos correspondientes. También resulta cómoda la fórmula simplificada:

$$\mu = \frac{Md}{b * d^2 * fcd} \quad w = \mu * (1 + \mu)$$

$$A_s = w * b * d * \frac{fcd}{fyd}$$

b) **Comprobación de presión sobre el terreno**

$$\sigma_{max} = \frac{Nx}{a * b} + \frac{6M_x}{a * b^2} + \frac{6M_y}{a^2 * b}$$

c) Verificación a vuelco

$$\frac{M_{estab.}}{M_{desest.}} \geq \gamma_{vuelco}$$

d) Verificación a deslizamiento

en el caso de zapatas no arriostradas sometidas a acciones horizontales, deberá comprobarse la seguridad al deslizamiento. Como fuerza estabilizante se contará sólo el rozamiento entre la base de la zapata y el terreno o la cohesión de éste, no teniendo en cuenta el empuje pasivo sobre la superficie lateral de la zapata, a menos que esté garantizada su actuación permanente. La ecuación correspondiente puede ponerse en la forma:

$$(N + PP) * \tan(\psi_d) \geq \gamma_d * H \quad \text{suelos no cohesivos (arenas)}$$

$$A * cd \geq \gamma_d * H \quad \text{suelos cohesivos (arcillas)}$$

2.8 Soporte informático.

2.8.1 Introducción de programación.

Un programa de ordenador es un conjunto de instrucciones que realiza una tarea concreta, una secuencia de comandos separados uno después del otro, puede haber cinco instrucciones tal vez mil o tal vez cinco millones cada instrucción le dice a la computadora algo pequeño que tiene que realizar algo pequeño pero muy específico, es importante el orden que le demos a las instrucciones que vamos a escribir.

La programación es la capacidad de tomar una idea muy grande y romperla en pequeños pedazos individuales y saberlo escribir estas piezas en un lenguaje de programación que vamos a utilizar en este proyecto. Y lo maravilloso es que cualquier persona puede hacer esto.

2.8.2 Lenguaje de programación.

Desde el inicio de la era de la informática ha existido muchos lenguajes de programación. Y estos escriben instrucciones sencillas que se van ejecutar en una computadora.

El procesador es el cerebro de una computadora y es la que se va encargar de procesar las instrucciones, las instrucciones que entiende el procesador es un lenguaje llamado código máquina. (Anonimo, kodigo, s.f.)

2.8.2.1 El lenguaje de programación JavaScript (JS)

JavaScript (JS) es un lenguaje de programación ligero, interpretado, o compilado justo-a-tiempo (just-in-time) con funciones de primera clase. Si bien es más conocido como un lenguaje de scripting (secuencias de comandos) para páginas web, y es usado en muchos entornos fuera del navegador, tal como Node.js, Apache CouchDB y Adobe Acrobat. JavaScript es un lenguaje de programación basada en prototipos, multiparadigma, de un solo hilo, dinámico, con soporte para programación orientada a objetos, imperativa y declarativa (por ejemplo, programación funcional). Lee más en acerca de JavaScript.

Esta sección está dedicada al lenguaje JavaScript en sí, y no a las partes que son específicas de las páginas web u otros entornos host. Para información acerca de APIs específicas para páginas Web, consulta APIs Web y DOM.

El estándar para JavaScript es ECMAScript. a partir del 2012, todos los navegadores modernos soportan completamente ECMAScript. Los navegadores viejos soportan al menos ECMAScript 3. Desde junio 17, 2015, ECMA International publico la sexta versión principal de ECMAScript, que oficialmente se llama ECMAScript 2015, y que inicialmente se denominó ECMAScript 6 o ES6. Desde entonces, los estándares ECMAScript están en ciclos de lanzamiento anuales.

2.8.2.2 Electrón js, framework

Electrón JS, un framework de JavaScript para crear apps de escritorio con HTML, CSS y JS. Es un framework de código abierto, desarrollado actualmente por GitHub, que nos permite desarrollar aplicaciones de escritorio multiplataforma. Con él podemos crear apps de escritorio para Windows, Linux o Mac.

Utiliza tecnología de desarrollo web para crear estas aplicaciones. Usa Node.js para lo que sería la parte servidor y el motor de Chromium para la interfaz gráfica.

Estructura de una app Electrón JS

Una aplicación desarrollada con el framework de Electrón JS está compuesta como mínimo de 3 archivos:

package.json : Es un archivo npm, que contiene los metadatos de la aplicación. Indica también qué archivo es el principal de nuestra aplicación.

main.js: Aquí tenemos el código, o código de entrada de nuestra aplicación. Este archivo es el punto de entrada del código de nuestra aplicación que, evidentemente, tendrá muchos más archivos .js

index.html: Como el main.js, es el código HTML de entrada a nuestra aplicación. Aquí tendremos el inicio de nuestra interfaz gráfica, pero tendremos muchos más archivos .HTML con todas las pantallas o componentes de nuestra aplicación de escritorio.

Cuando tengamos a punto nuestra aplicación, deberemos generar el archivo ejecutable que será diferente en cada plataforma: electron.exe en Windows, electron.app en Mac OS y electrón en Windows.

Electrón JS es un framework muy potente e interesante para poder desarrollar nuestras aplicaciones de escritorio. También podemos ver esta plataforma como una manera sencilla de portar nuestras aplicaciones web a escritorio sin muchos cambios. Evidentemente que no es un proceso automático, pero si ya tenemos nuestra aplicación implementada en web, portarla a Electrón JS no es tan costoso como hacer de 0 nuestra app para escritorio.

Por este motivo muchas empresas están utilizando esta tecnología para portar sus aplicaciones web a escritorio. Algunas aplicaciones, entre muchas, creadas con Electrón JS son:

- Visual Studio Code
- Atom
- Slack
- WhatsApp
- Skype
- Microsoft Teams
- Twitch
- Signal
- GitHub Desktop

Electrón JS, un framework para crear apps de escritorio, nos permite reducir tiempo y costes si ya tenemos nuestra aplicación web y tenemos pensado crear una versión de escritorio. Su estructura básica no difiere mucho de otros frameworks web como React.

2.8.2.3 Framework

Un entorno de trabajo (del inglés *framework*), o marco de trabajo es un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia, para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar.

En el desarrollo de software, un entorno de trabajo es una estructura conceptual y tecnológica de asistencia definida, normalmente, con artefactos o módulos concretos de software, que puede servir de base para la organización y desarrollo de software. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas, y un lenguaje interpretado, entre otras herramientas, para así ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.

Representa una arquitectura de software que modela las relaciones generales de las entidades del dominio, y provee una estructura y una especial metodología de trabajo, la cual extiende o utiliza las aplicaciones del dominio.

2.8.2.4 HTML

HTML, siglas en inglés de *HyperText Markup Language* ('lenguaje de marcas de hipertexto'), hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. Es un estándar que sirve de referencia del software que conecta con la elaboración de páginas web en sus diferentes versiones, define una estructura básica y un código (denominado código HTML) para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, videos, juegos, entre otros. Es un estándar a cargo del *World Wide Web Consortium (W3C)* o *Consortio WWW*, organización dedicada a la estandarización de casi todas las tecnologías ligadas a la web, sobre todo en lo referente a su escritura e interpretación. HTML se considera el lenguaje web más importante siendo su invención crucial en la aparición, desarrollo y expansión de la *World Wide Web (WWW)*. Es el estándar que se ha impuesto en la visualización de páginas web y es el que todos los navegadores actuales han adoptado.

El lenguaje HTML basa su filosofía de desarrollo en la diferenciación. Para añadir un elemento externo a la página (imagen, vídeo, script, entre otros.), este no se incrusta directamente en el código de la página, sino que se hace una referencia a la ubicación de dicho elemento mediante texto. De este modo, la página web contiene solamente texto mientras que recae en el navegador web (intérprete del código) la tarea de unir todos los elementos y visualizar la página final. Al ser un estándar, HTML busca ser un lenguaje que

permita que cualquier página web escrita en una determinada versión, pueda ser interpretada de la misma forma (estándar) por cualquier navegador web actualizado. (Menéndez, s.f.)

2.8.2.5 CSS

CSS (en inglés Cascading Style Sheets) es lo que se denomina lenguaje de hojas de estilo en cascada y se usa para estilizar elementos escritos en un lenguaje de marcado como HTML. CSS separa el contenido de la representación visual del sitio.

CSS fue desarrollado por W3C (World Wide Web Consortium) en 1996 por una razón muy sencilla. HTML no fue diseñado para tener etiquetas que ayuden a formatear la página. Está hecho solo para escribir el marcado para el sitio.

Se incluyeron etiquetas como `` en HTML versión 3.2, y esto les causó muchos problemas a los desarrolladores. Dado que los sitios web tenían diferentes fuentes, fondos de colores y estilos, el proceso de reescribir el código fue largo, doloroso y costoso. Por lo tanto, CSS fue creado por W3C para resolver este problema.

La relación entre HTML y CSS es muy fuerte. Dado que HTML es un lenguaje de marcado (es decir, constituye la base de un sitio) y CSS enfatiza el estilo (toda la parte estética de un sitio web), van de la mano.

CSS no es técnicamente una necesidad, pero no querrás tener un sitio que solo tenga HTML, ya que se vería completamente desnudo. (Menéndez, s.f.)

2.8.2.6 Desarrollo en Visual Studio Code

Visual Studio Code es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft para Windows, Linux, macOS y Web. Incluye soporte para la depuración, control integrado de Git, resaltado de sintaxis, finalización inteligente de código, fragmentos y refactorización de código. También es personalizable, por lo que los usuarios pueden cambiar el tema del editor, los atajos de teclado y las preferencias. Es gratuito y de código abierto, aunque la descarga oficial está bajo software privativo e incluye características personalizadas por Microsoft.

Visual Studio Code se basa en Electrón, un framework que se utiliza para implementar Chromium y Node.js como aplicaciones para escritorio, que se ejecuta en el motor de diseño Blink. Aunque utiliza el framework Electrón, el software no usa Atom y en su lugar emplea el mismo componente editor (Mónaco) utilizado en Visual Studio Team Services (anteriormente llamado Visual Studio Online)

2.8.3 Metodología de desarrollo SCRUM

Scrum es una metodología ágil y flexible para gestionar el desarrollo de software, cuyo principal objetivo es maximizar el retorno de la inversión para su empresa (ROI). Se basa en construir primero la funcionalidad de mayor valor para el cliente y en los principios de inspección continua, adaptación, auto-gestión e innovación.

Con la metodología Scrum el cliente se entusiasma y se compromete con el proyecto dado que lo ve crecer iteración a iteración. Asimismo, le permite en cualquier momento realinear el software con los objetivos de negocio de su empresa, ya que puede introducir cambios funcionales o de prioridad en el inicio de cada nueva iteración sin ningún problema.

Esta metódica de trabajo promueve la innovación, motivación y compromiso del equipo que forma parte del proyecto, por lo que los profesionales encuentran un ámbito propicio para desarrollar sus capacidades.

Cumplimiento de expectativas: El cliente establece sus expectativas indicando el valor que le aporta cada requisito / historia del proyecto, el equipo los estima y con esta información el Product Owner establece su prioridad. De manera regular, en las demos de Sprint el Product Owner comprueba que efectivamente los requisitos se han cumplido y transmite se feedback al equipo.

Flexibilidad a cambios: Alta capacidad de reacción ante los cambios de requerimientos generados por necesidades del cliente o evoluciones del mercado. La metodología está diseñada para adaptarse a los cambios de requerimientos que conllevan los proyectos complejos.

Reducción del Time to Market: El cliente puede empezar a utilizar las funcionalidades más importantes del proyecto antes de que esté finalizado por completo.

Mayor calidad del software: La metódica de trabajo y la necesidad de obtener una versión funcional después de cada iteración, ayuda a la obtención de un software de calidad superior.

Mayor productividad: Se consigue entre otras razones, gracias a la eliminación de la burocracia y a la motivación del equipo que proporciona el hecho de que sean autónomos para organizarse.

Maximiza el retorno de la inversión (ROI): Producción de software únicamente con las prestaciones que aportan mayor valor de negocio gracias a la priorización por retorno de inversión.

Predicciones de tiempos: Mediante esta metodología se conoce la velocidad media del equipo por sprint (los llamados puntos historia), con lo que consecuentemente, es posible estimar fácilmente para cuando se dispondrá de una determinada funcionalidad que todavía está en el Backlog.

Reducción de riesgos: El hecho de llevar a cabo las funcionalidades de más valor en primer lugar y de conocer la velocidad con que el equipo avanza en el proyecto, permite despejar riesgos eficazmente de manera anticipada.

2.8.4 Herramientas de programación

Las herramientas de programación, son aquellas que permiten realizar aplicativos, programas, rutinas, utilitarios y sistemas para que la parte física del computador u ordenador, funcione y pueda producir resultados.

Hoy día existen múltiples herramientas de programación en el mercado, tanto para analistas expertos como para analistas inexpertos.

Las herramientas de programación más comunes del mercado, cuentan hoy día con programas de depuración o de jugar, que son utilitarios que nos permiten detectar los posibles errores en tiempo de ejecución o corrida de rutinas y programas.

Entre otras herramientas de programación encontramos librerías y componentes, dados por algunos lenguajes de programación como son el CSS, HTML.

Otras herramientas de programación son los lenguajes de programación, que nos permiten crear rutinas, programas y utilitarios.

Entre algunas de estas herramientas de programación tenemos:

- CSS y HTML que son herramientas de programación, idóneas para la inicialización de los programadores.
- C y C++ que sirven para la programación de sistemas.
- Cobol, que es una herramienta de programación orientada hacia sistemas de gestión empresarial como nóminas y contabilidad.
- Fortran, que son lenguajes específicos para cálculos matemáticos y o numéricos.
- Herramientas de programación para ambientes gráficos como son Visual Basic, Delphi y Visual C.

- HTML y Java, que permiten la creación de páginas WEB para internet.

2.8.5 Diagrama de flujo

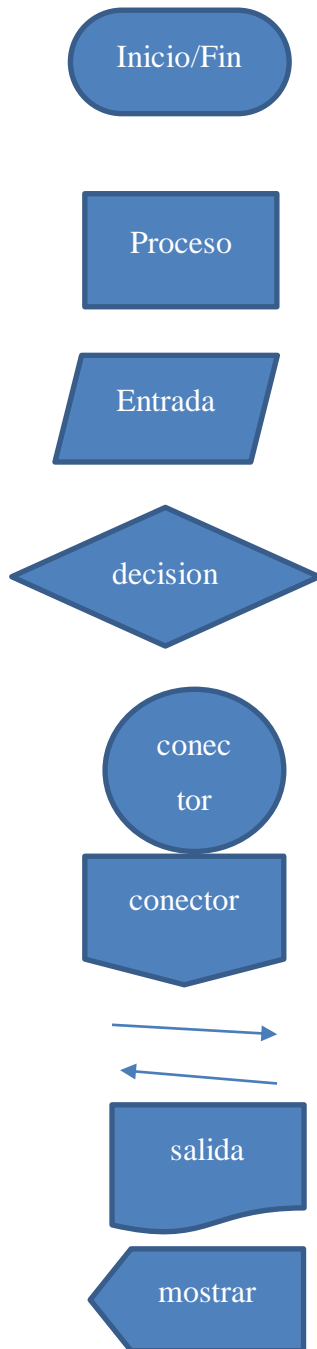
2.8.5.1 Introducción

Un Diagrama de Flujo representa la esquematización gráfica de un algoritmo, el cual muestra gráficamente los pasos o procesos a seguir para alcanzar la solución de un problema. Su correcta construcción es sumamente importante porque, a partir del mismo se escribe un programa en algún Lenguaje de Programación. Si el Diagrama de Flujo está completo y correcto, el paso del mismo a un Lenguaje de Programación es relativamente simple y directo. Es importante resaltar que el Diagrama de Flujo muestra el sistema como una red de procesos funcionales conectados entre sí por "Tuberías" y "Depósitos" de datos que permite describir el movimiento de los datos a través del Sistema. Este describirá: Lugares de Origen y Destino de los datos, Transformaciones a las que son sometidos los datos, Lugares en los que se almacenan los datos dentro del sistema, Los canales por donde circulan los datos. Además de esto podemos decir que este es una representación particular de un Sistema, el cual lo contempla en términos de sus componentes indicando el enlace entre los mismos. (Cintya, Yanyurbis, -)

2.8.5.2 Diagrama de flujo

Los diagramas de flujo son importantes porque nos facilita la manera de representar visualmente el flujo de datos por medio de un sistema de tratamiento de información, en este realizamos un análisis de los procesos o procedimientos que requerimos para realizar un programa o un objetivo. Por ejemplo: si nosotros queremos realizar una pizza, primero necesitamos los ingredientes, este ya sería un proceso, luego de haber conseguido los ingredientes necesitamos realizar la masa, este sería otro proceso, luego realizamos la salsa, este sería otro proceso y finalmente unimos todo lo que hemos hecho y agregamos los complemento como el jamón, el queso, etc. Para la realización de esta pizza ya contamos con 4 procesos los cual podemos desarrollar en un diagrama de flujo y unirlos en el mismo. Para así obtener un producto final que sería nuestra pizza.

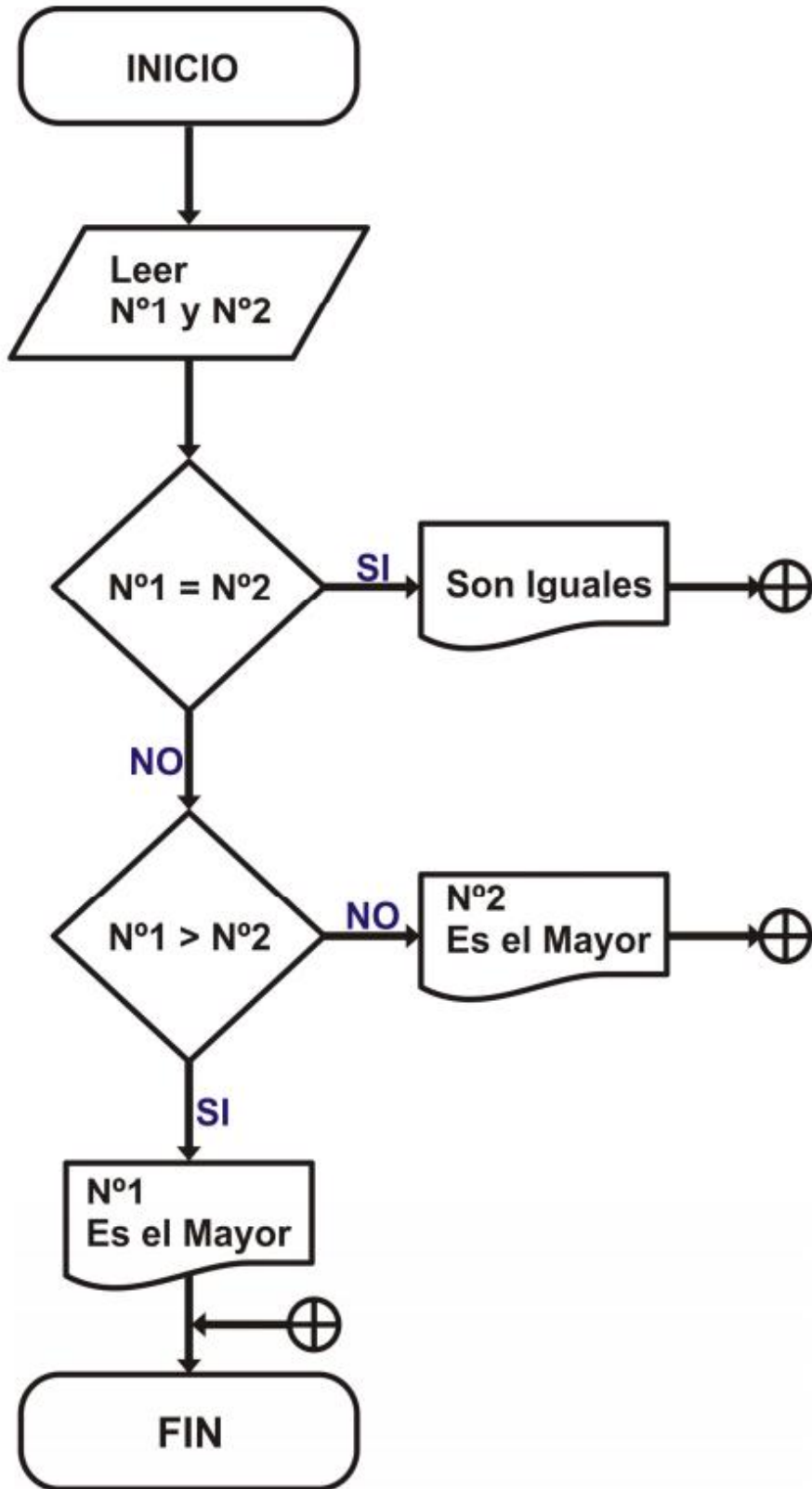
2.8.5.3 Símbolos utilizados en los diagramas de flujo



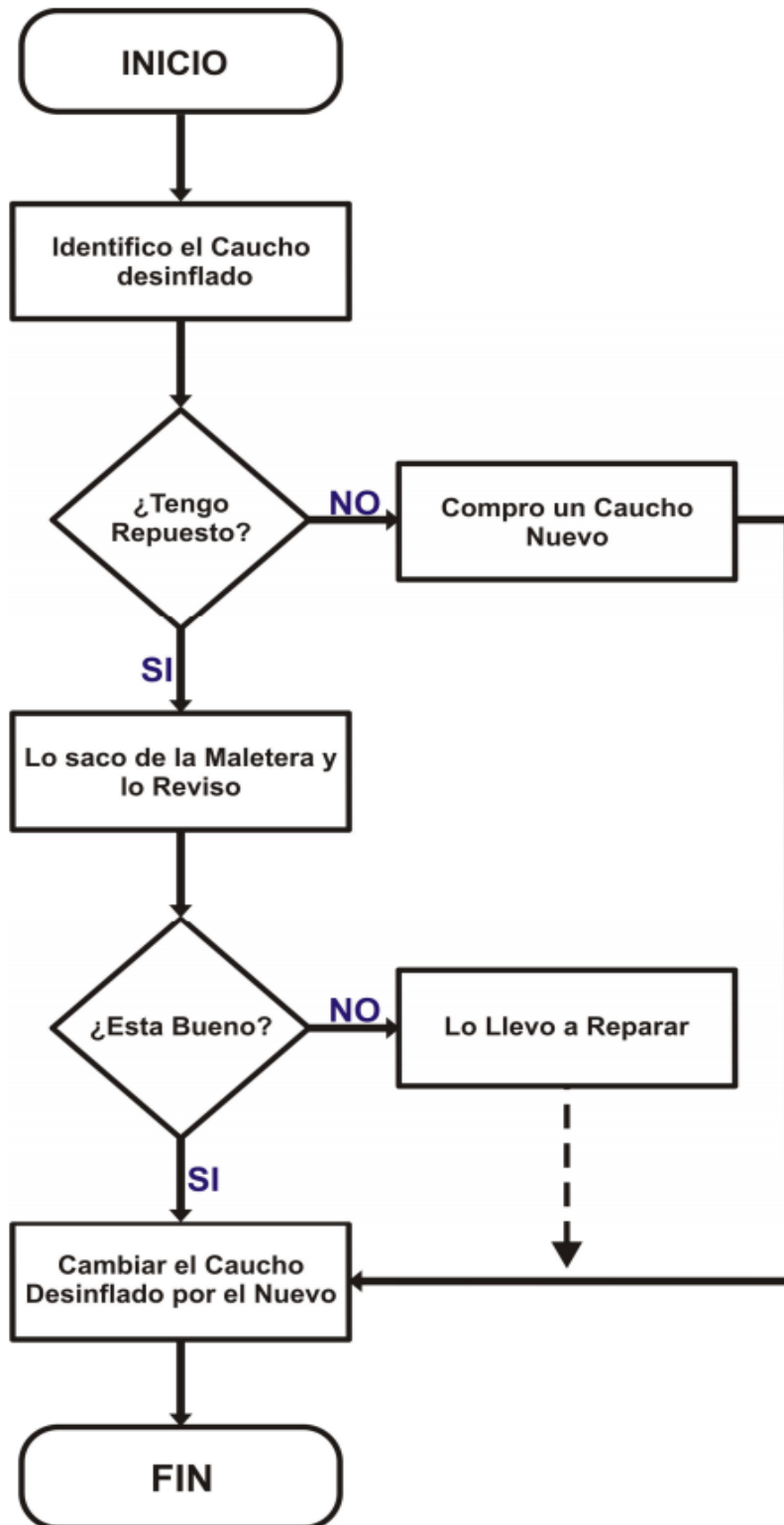
- Este se utiliza para representar el inicio o el fin de un algoritmo. También puede representar una parada o una interrupción programada que sea necesaria realizar en un programa.
- Este se utiliza para un proceso determinado, es el que se utiliza comúnmente para representar una instrucción, o cualquier tipo de operación que origine un cambio de valor.
- Este símbolo es utilizado para representar una entrada o salida de información, que sea procesada o registrada por medio de un periférico.
- Este es utilizado para la toma de decisiones, ramificaciones, para la indicación de operaciones lógicas o de comparación entre datos.
- Este es utilizado para enlazar dos partes cualesquiera de un diagrama a través de un conector de salida y un conector de entrada. Esta forma un enlace en la misma página del diagrama.
- Este es utilizado para enlazar dos partes de un diagrama pero que no se encuentren en la misma página.
- Este es utilizado para indicar la secuencia del diagrama de flujo, es decir, para indicar el sentido de las operaciones dentro del mismo.
- Este es utilizado para representar la salida de información por medio de la impresora.
- Este es utilizado para representar la salida o para mostrar la información por medio del monitor o la pantalla.

2.8.5.4 Problemas resueltos con diagrama de flujo

Determinar si 2 números son iguales o diferentes, si son diferentes determinar cuál de los 2 es el mayor.



Cambiar un Caucho desinflado de un Automóvil.



2.8.5.5 Método de ordenación con burbuja

El método de ordenación por burbuja es un algoritmo de ordenamiento, que funciona revisando cada elemento de la lista que va a ser ordenada con el siguiente, e

intercambiándolos de posición si esta está en el orden erróneo. Es estrictamente necesario realizar este proceso varias veces de modo que no necesite más intercambios, hasta que esta ordenada. En este método de ordenación se realiza el intercambio entre los más grandes y los más pequeños (los más grandes quedan arriba y los pequeños abajo). Estos intercambios suceden en dos ciclos un ciclo que es interno que realiza las comparaciones y se asegura de que en la primera revisión que los elementos más grandes suban a la posición más alta, y el otro ciclo que es un poco más externo se encarga de realizar las revisiones.

2.8.5.6 Conclusión

El diagrama de flujo es uno de los principales instrumentos en la realización de cualquier método o sistema, ellos permiten la visualización de las actividades innecesarias y verifica si la distribución del trabajo está equilibrada. El método de Ordenación por burbuja es la técnica más utilizada por su fácil comprensión y programación, aunque consume bastante tiempo de computadora. En cuanto a la técnica de ordenación por el método de burbuja, consiste en hacer varias pasadas a través del array. En cada pasada, se comparan parejas sucesivas del elemento. Si una pareja está en orden creciente (o los valores son idénticos), se dejan los valores como están. Si una pareja está en orden decreciente, sus valores se intercambian en el array. El método de búsqueda secuencial compara cada elemento del vector con el valor a encontrar hasta que este se consiga o se termine de leer el vector completo. El método de búsqueda binaria es uno de los métodos eficientes para encontrar elementos de un arreglo ordenado. El proceso comienza comparando el elemento central del arreglo con el valor buscado. Es fácil adaptar la búsqueda secuencial para que utilice una lista enlazada ordenada, lo que hace la búsqueda más eficaz. Es fácil mantener el orden insertado cada registro en el lugar donde termina una búsqueda sin éxito y cada búsqueda termina cuando se encuentra un registro con una clave no menor que la clave de búsqueda.

2.8.5.7 Recomendaciones

Para la realización de un diagrama de flujo debemos tener el análisis lógico de lo que se quiere expresar o representar, es decir, hacer un breve razonamiento al problema o a dicha situación para luego ser representada en diagrama de flujo. Además de que los diagramas de flujo deben escribirse de arriba hacia abajo, y de izquierda a derecha. Debemos conocer bien los conectores y símbolos que son utilizados en la resolución de problemas ya sea para conocer el comienzo o el fin del diagrama y saber cómo fluye la solución del problema.

Realizar los símbolos y unirlos con líneas, las cuales tienen en la punta una flecha que indica la dirección que fluye la información de los procesos, se deben utilizar solamente líneas de flujos horizontales o verticales, pero nunca diagonales. Nunca deben quedar líneas de flujo sin conectar. Todo texto escrito dentro de un símbolo debe ser legible, preciso, evitando el uso de muchas palabras. Utilizar y asignar valores que sean precisos ya que no se deben de admitir ambigüedades en la realización de los diagramas. Tratar de que el procedimiento sea genérico para que pueda ser usado con cualquier tipo de valor numérico. Tener en cuenta que el símbolo para las operaciones de asignación en este caso el rectángulo y cualquier símbolo de entrada y salida puedan ser precedidos de una o varias flechas, pero solo pueden ser seguidos por una. Las flechas de flujo no deben cruzarse.

3 MARCO PRACTICO (DESARROLLO DEL TRABAJO)

3.1 Calculo de secciones sometidas a acciones y esfuerzos normales

Como se vio con todo detalle en el punto 2.3, utilizando la teoría, métodos e hipótesis se realiza ejemplos con la aplicación del programa de diseño de H^oA^o, ejemplo resuelto manual taipiado y diagramas de flujo de cada ejemplo.

El procedimiento de cada ejemplo esta presentado en formato de archivos gráficos (PNG) con un resalto de marco para mejor la presentación y estética del documento.

3.1.1 Flexión simple sección rectangular

Para el ejemplo del dimensionamiento y comprobación de la viga sometida a flexión simple sección rectangular se realiza con los siguientes parámetros; el momento que actúa en la sección de la viga con las características del hormigón y el acero, dimensión de la sección.

3.1.1.1 Flexión simple sección rectangular (ejemplo para imprimir del ejecutable)

El reporte del procedimiento del ejemplo, el programa te entrega en formato PDF, en la siguiente página se presenta en formato PNG. Por mejor presentación de documento.

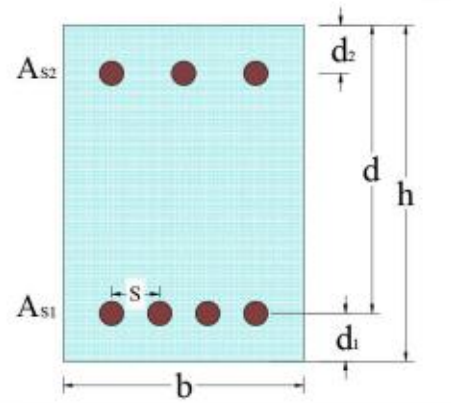
DIMENSIONADO A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES RECTANGULARES

DATOS

Para visualizar la descripción de la variable dar clic con el mouse sobre la misma.

Dimensiones de la sección

h	<input type="text" value="0,4"/>	m
b	<input type="text" value="0,25"/>	m
d ₁	<input type="text" value="0,05"/>	m
d ₂	<input type="text" value="0,05"/>	m
d	<input type="text" value="0,35"/>	m

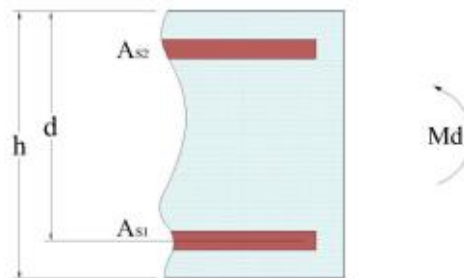


Características de los materiales

f _{yk}	<input type="text" value="500"/>	N/mm ²
f _{ck}	<input type="text" value="25"/>	N/mm ²
γ _s	<input type="text" value="1,15"/>	
γ _c	<input type="text" value="1,5"/>	

Esfuerzos de cálculo

M _{ed}	<input type="text" value="250"/>	KN*m
-----------------	----------------------------------	------



CÁLCULOS

Resistencia de cálculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \boxed{434,78} \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E}$$

Proporción de triángulos

$$\frac{0,0035}{x_{lim}} = \frac{\epsilon_{yd}}{(d - x_{lim})}$$

Modulo elastico E= 210000 Mpa

Eje que delimita MLIM, teniendo en cuenta ϵ_{cu} y ϵ_y

$$x_{lim} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{210000 \cdot 0,0035}} = \boxed{0,22} \text{ m}$$

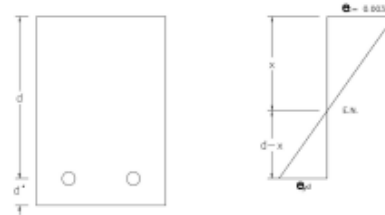
Fuerza del hormigón comprimido límite.

$$F_{clim} = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y_{lim} = \boxed{623,09} \text{ KN}$$

Resistencia de cálculo del hormigón

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \boxed{16,67} \text{ N/mm}^2$$

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión límite

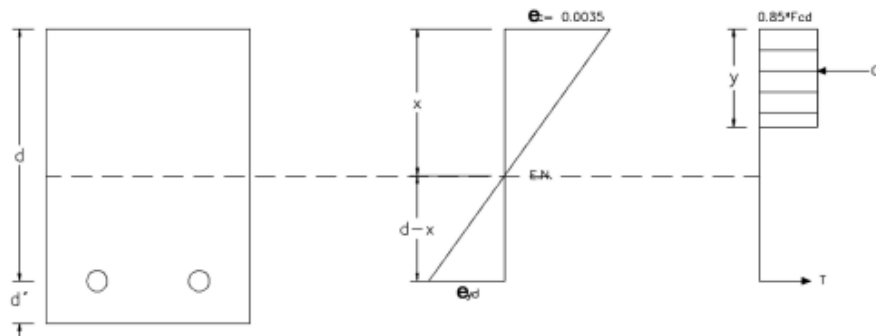
$$y_{lim} = 0,8 \cdot x_{lim} = \boxed{0,18} \text{ m}$$

Momento flector límite.

$$M_{lim} = F_{clim} \cdot \left(d - \frac{y_{lim}}{2}\right) = \boxed{163,27} \text{ KN}\cdot\text{m}$$

Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión.

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



si sabemos que C y T provocan un momento interno que es Md

$$(Md = 0,85 * f_{cd} * b * y * (d - \frac{y}{2}))$$

de la ecuacion de momento despejamos Y

$$y = d - \sqrt{\frac{d^2 - 2,353 * Md}{F_{cd} * b}} = 0,18 \text{ m}$$

$$y = d + \sqrt{\frac{d^2 - 2,353 * Md}{F_{cd} * b}} = 0,18 \text{ m}$$

$$z = \frac{y}{(0,8)} = 0,22 \text{ m}$$

Fuerza del hormigón comprimido

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * y = 623,09 \text{ KN}$$

RESUMEN					
Diagrama rectangular			Md > Mlim		
X _{LIM}	0,22	m	X	0,22	m
Y _{LIM}	0,18	m	Y	0,18	m
F _{CLIM}	623,09	KN	F _c	623,09	KN
M _{LIM}	163,27	KN*m			

Armadura mínima de calculo

$$As1 = \left(\frac{0,85 * f_{cd} * b * y}{f_{yd}} \right) = 20,98 \text{ cm}^2$$

$$As2 = \left(\frac{Md - M_{lim}}{f_{yd}(d - r_{sup})} \right) = 6,65 \text{ cm}^2$$

Armadura mínima de norma

$$As1 = w_s * b * h = 2,80 \text{ cm}^2$$

$$As2 = w_s * b * h = 0,84 \text{ cm}^2$$

RESULTADOS: DIMENSIONADO DE LA ARMADURA

As1 mayor valor

$$As1 = 20,98 \text{ cm}^2$$

$$\#_{barra} = \frac{As}{\pi * \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2}$$

$$A_{real} = \pi * \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2 * \#_{barra}$$

As2 mayor valor

$$As2 = 6,65 \text{ cm}^2$$

$$S_{real} = \frac{b - 2 * r - \#_{barra} * \phi_s}{\#_{barra} - 1}$$

$$S_{min} = \phi_s * 0,1$$

$$S_{min} = 2$$

utilizar el maximno valor de Smin

As1					As2				
Øs1 (mm)	# barras (ud)	AREAL (cm ²)	SREAL (cm)	SMIN (cm)	Øs2 (mm)	# barras (ud)	AREAL (cm ²)	SREAL (cm)	SMIN (cm)
40	2	25,13	7,00	4,00	40	+	12,57	-	4,00

COMPROBACION DE SECCION

Disposición de las armaduras			Disposición de las armaduras		
#bs1	2	ud	#bs2	1	ud
Øs1	40	mm	Øs2	40	mm
As1	25,13	cm2	As2	12,57	cm2

capacidad mecanica en KN

$$U_{g1} = f_{yd} * A_{s1} = 1092,73 \text{ KN} \qquad U_{g2} = f_{yd} * A_{s2} = 546,36 \text{ KN}$$

sumatoria de fuerzas horizontales

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * f_{cd} * b} = 0,15 \text{ m}$$

$0 < y_{est} \leq y_{lim}$ DOMINIO "2 y 3"

$$y_{real} = y_{est} = 0,15 \text{ m}$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} = 0,19 \text{ m}$$

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} = 546,36 \text{ KN}$$

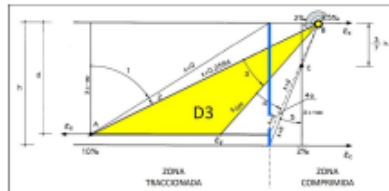
$$M_u = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} * (d - \frac{y_{real}}{2}) + A_{s2} * f_{yd} * (d - r) = 312,99 \text{ KN*m}$$

RESULTADOS

$$y_{real} = 0,15 \text{ m}$$

$$M_u = 312,99 \text{ KN*m}$$

DOMINIO 3



RECOMENDACIÓN DE ARMADURA

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

$$A_{s1} = 26,90 \text{ cm2}$$

$$A_{s2} = 6,65 \text{ cm2}$$

3.1.1.2 Flexión simple sección rectangular (ejemplo resuelto)

RESOLUCION DE EJEMPLO DE FLEXION SIMPLE RECTANGULAR

DATOS

Dimensiones de la sección

h	0,40 m	canto
b	0,20 m	base
f_{INF}	0,05 m	recubrimiento mecanico de la armadura inferior
f_{SUP}	0,05 m	recubrimiento mecanico de la armadura superior
d	0,35 m	canto util

Características de los materiales

f_{yk}	500,00 N/mm ²	limite elastico caracteristico del acero
f_{ck}	25,00 N/mm ²	limite elastico caracteristico del hormigon
γ_s	1,15	Coefficiente parcial de seguridad del acero.
γ_c	1,5	Coefficiente parcial de seguridad del hormigon.

Esfuerzos de cálculo

M_d	250,00 KN*m	momento factor de calculo
-------	-------------	---------------------------

CÁLCULOS

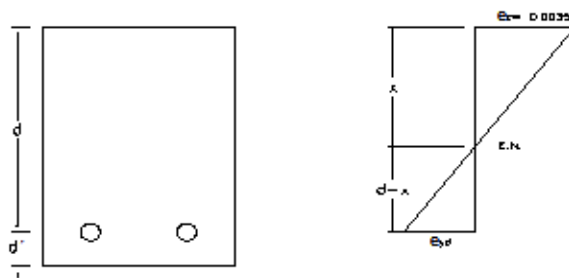
Resistencia de calculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de calculo del hormigon

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E}$$

Proporcion de triangulos:

$$\frac{0,0035}{x_{lim}} = \frac{\varepsilon_{yd}}{d - x_{lim}}$$

modulo elastico E= 210000 Mpa

Eje que delimita MLIM, teniendo en cuenta ε_{cu} y ε_y

$$x_{lim} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{210000 * 0,0035}} = 0,22 \text{ m}$$

Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión límite

$$y_{lim} = 0,8 * x_{lim} = 0,18 \text{ m}$$

Fuerza del hormigón comprimido límite.

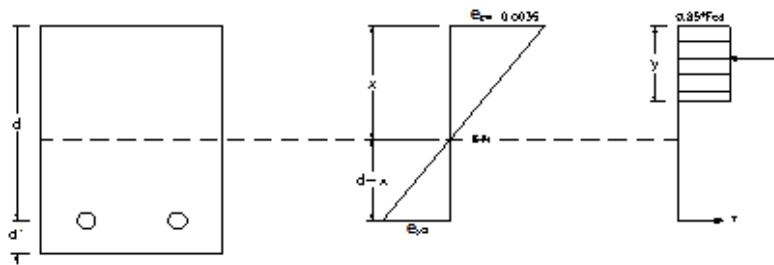
$$F_{clim} = 0,85 * f_{cd} * b * y_{lim} = 493,47 \text{ KN}$$

Momento flector límite.

$$M_{lim} = F_{clim} * \left(d - \frac{y_{lim}}{2} \right) = 130,62 \text{ KN}^*m$$

Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión.

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



si sabemos que C y T provocan un momento interno que es Md

$$\left(M_d = 0,85 * f_{cd} * b * y * \left(d - \frac{y}{2} \right) \right)$$

de la ecuacion de momento despejamos Y

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2,353 * M_d}{F_{cd} * b}} = 0,18 \text{ m}$$

$$y = d + \sqrt{d^2 - \frac{2,353 * M_d}{F_{cd} * b}}$$

$$x = \frac{y}{0,8} = 0,22 \text{ m}$$

Fuerza del hormigón comprimido

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * y = 493,47 \text{ KN}$$

Armadura minima de calculo

$$A_{s1} = \left(\frac{0,85 * f_{cd} * b * y}{f_{yd}} \right) = 20,62 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \left(\frac{M_d - M_{lim}}{f_{yd} * (d - r_{sup})} \right) = 9,15 \text{ cm}^2$$

Armadura minima de norma

$$A_{s1} = w_s * b * h = 2,24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = w_s * b * h = 0,67 \text{ cm}^2$$

$$\#_{barra} = \frac{A_s}{\pi * \left(\frac{\phi_s}{2} \right)^2}$$

$$A_{real} = \pi * \left(\frac{\phi_s}{2} \right)^2 * \#_{barra}$$

$$s_{real} = \frac{b - 2 * r - \#_{barra} * \phi_s}{\#_{barra} - 1}$$

$$s_{min} = \phi_s * 0,1$$

$$s_{min} = 2$$

utilizar el maximo valor de s_{min}

COMPROBACION DE SECCION

Disposici3n de las armaduras

$\#_{b_{s1}}$	3 ud
ϕ_{s1}	32 mm
A_{s1}	24,13 cm ²

Disposici3n de las armaduras

$\#_{b_{s2}}$	3 ud
ϕ_{s2}	16 mm
A_{s2}	6,03 cm ²

capacidad mecanica en KN

$$U_{s1} = f_{yd} * A_{s1} = 1049,02 \text{ KN}$$

$$U_{s2} = f_{yd} * A_{s2} = 262,25 \text{ KN}$$

sumatoria de fuerzas horizontales

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * f_{cd} * b} = 0,28 \text{ m}$$

$y_{est} \leq 0$
DOMINIO "1"

$$y_{real} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * f_{cd} * b} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

$$Mu = A_{s1} * f_{yd} * (d - r_{sup}) =$$

$$0 < y_{est} \leq y_{lim}$$

DOMINIO * 2 y 3*

$$y_{real} = y_{est} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} =$$

$$Mu = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} * \left(d - \frac{y_{real}}{2}\right) + A_{s2} * f_{yd} * (d - r) =$$

$$y_{est} \geq y_{lim}$$

DOMINIO * 4 *

para encontrar y_{real} hay que utilizar un sistema de ecuaciones

$$x_{real} = \frac{d}{1 + \frac{2100000 * 0,0005}{f_{yd}}} \quad \text{ecuacion (1)}$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} \quad \text{ecuacion (2)}$$

$$y_{real} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * f_{cd} * b} = \quad \text{ecuacion (3)}$$

reemplazar (2) a (1) y a (3)

$$y_{real} = \frac{-(U_{s2} + A_{s1} * 3,5\% * E) \pm \sqrt{(U_{s2} + A_{s1} * 3,5\% * E)^2 + 2,72 * f_{cd} * b * A_{s1} * 3,5\% * d * E}}{1,7 * f_{cd} * b}$$

$$y_{real} = \quad 0,19 \text{ m}$$

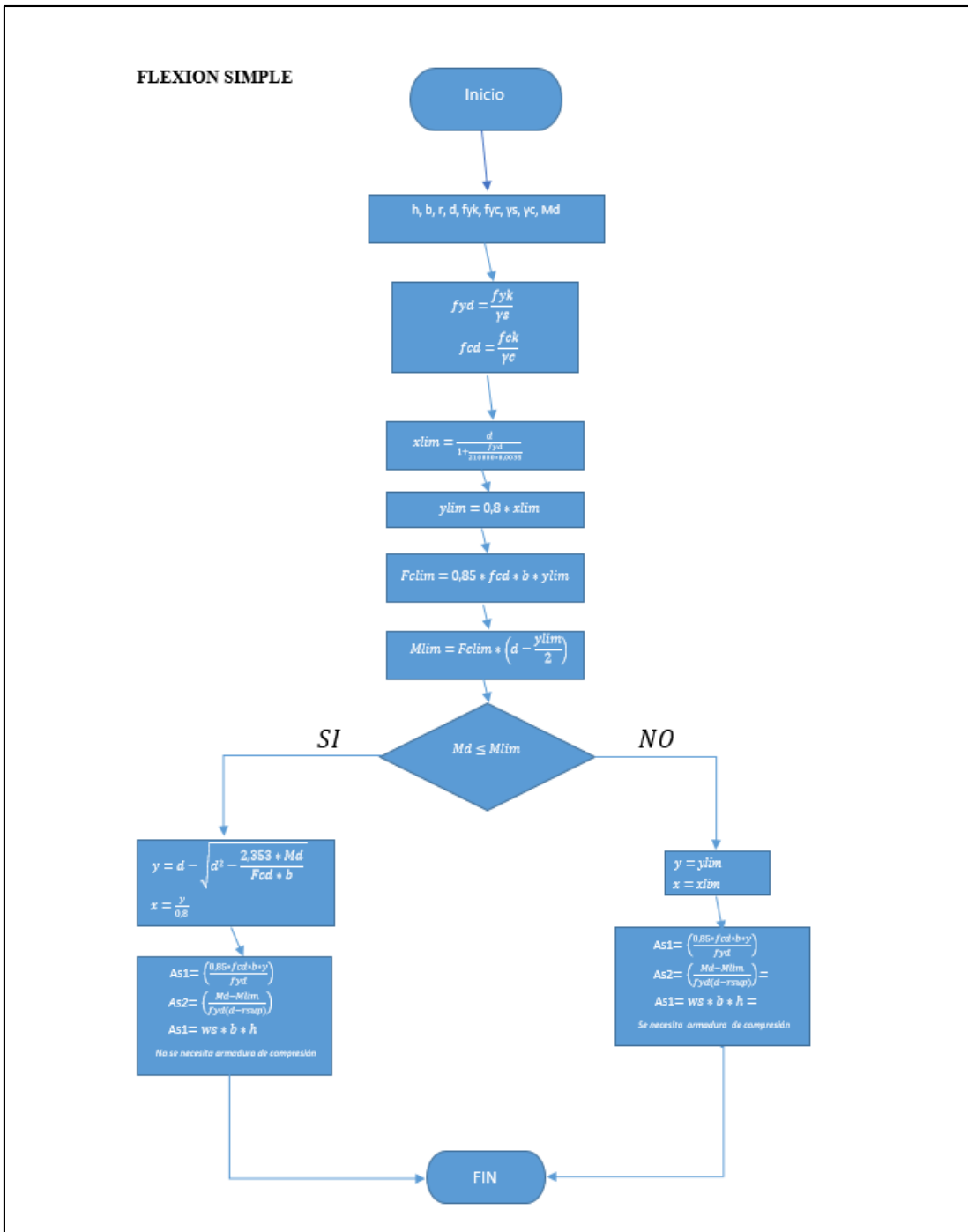
$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} = \quad 0,24 \text{ m}$$

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} = \quad 545,1382507$$

$$Mu = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} * \left(d - \frac{y_{real}}{2}\right) + A_{s2} * f_{yd} * (d - r) = \quad 217,0320223$$

$$\begin{aligned} y_{real} &= 0,19 \text{ m} \\ M_0 &= 217,03 \text{ KN}\cdot\text{m} \\ A_{s1} &= 17,50 \text{ cm}^2 \\ A_{s2} &= 9,15 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

3.1.1.3 Flexión de sección rectangular (diagrama de flujo)



3.1.2 Flexión simple sección en tee “T”

Para el ejemplo del dimensionamiento y comprobación de la viga sometida a flexión simple sección en tee “T” se realizará con los siguientes parámetros; el momento que actúa en la sección de la viga con las características del hormigón y el acero, dimensión de la sección.

3.1.2.1 Flexión simple sección en tee “T” (ejemplo para imprimir del ejecutable)

El reporte del procedimiento del ejemplo, el programa te entrega en formato PDF, en la siguiente página se presenta en formato PNG. Por mejor presentación del documento.

DIMENSIONADO A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES EN T

DATOS

Para visualizar la descripción de la variable dar clic con el mouse sobre la misma.

Dimensiones de la sección

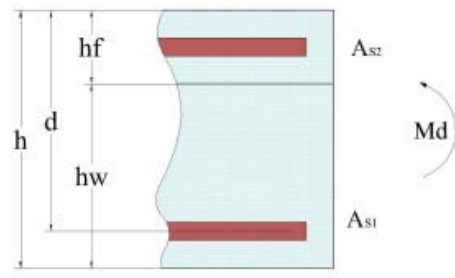
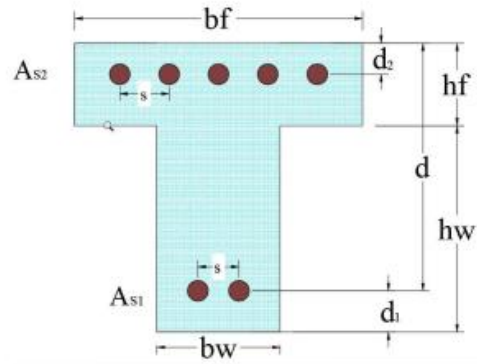
h_f	<input type="text" value="0,25"/>	m
h_w	<input type="text" value="0,25"/>	m
b_f	<input type="text" value="0,50"/>	m
b_w	<input type="text" value="0,25"/>	m
d_1	<input type="text" value="0,05"/>	m
d_2	<input type="text" value="0,05"/>	m
d	<input type="text" value="0,45"/>	m

Características de los materiales

f_{yk}	<input type="text" value="500"/>	N/mm ²
f_{ck}	<input type="text" value="25"/>	N/mm ²
γ_s	<input type="text" value="1,15"/>	
γ_c	<input type="text" value="1,50"/>	

Esfuerzos de cálculo

M_d	<input type="text" value="300"/>	KN*m
-------	----------------------------------	------



CÁLCULOS

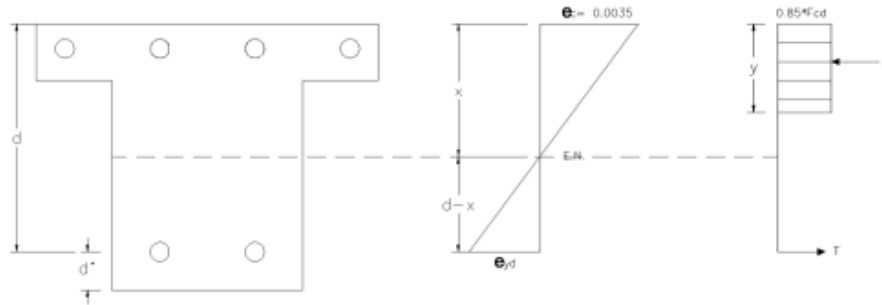
Resistencia de calculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \boxed{434,78} \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de calculo del hormigon

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \boxed{16,67} \text{ N/mm}^2$$

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E}$$

Modulo elastico E= 210000 Mpa

Proporcion de triangulos

$$\frac{0.0035}{x_{lim}} = \frac{\epsilon_{yd}}{(d - x_{lim})}$$

Eje que delimita MLIM, teniendo en cuenta ϵ_{cu} y ϵ_y

$$x_{lim} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{210000 \cdot 0.0035}} = \boxed{0,28} \text{ m}$$

$$y_{lim} = 0,8 \cdot x_{lim} = \boxed{0,23} \text{ m}$$

Momento Maximo del ALA

$$M_{max_{ala}} = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot h_f \cdot b_f \cdot \left(d - \frac{h_f}{2}\right) = \boxed{575,52} \text{ KN*m}$$

$$y_{lim} \leq h_f$$

Fuerza del hormigón comprimido límite.

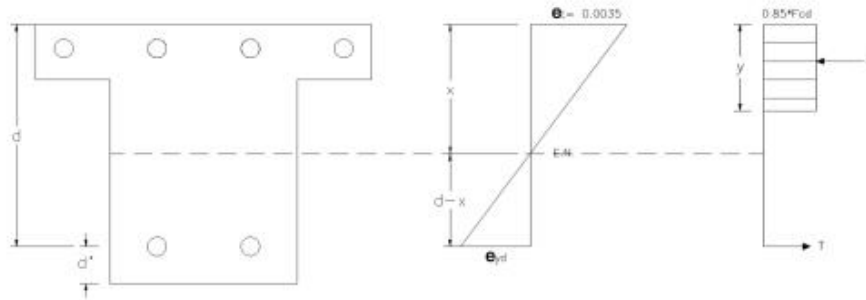
$$F_{clim} = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_f \cdot y_{lim} = \boxed{1602,22} \text{ KN}$$

Momento flector límite.

$$M_{lim} = F_{clim} \cdot \left(d - \frac{y_{lim}}{2}\right) = \boxed{539,79} \text{ KN*m}$$

Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión.

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



$M_d < m_{lim}$ y $M_d < M_{max}$

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2,353 * M d}{F_{cd} * b y}} = 0,11 \text{ m}$$

$$y = d + \sqrt{d^2 - \frac{2,353 * M d}{F_{cd} * b y}} = 0,00 \text{ m}$$

$$x = \frac{y}{0,8} = 0,13 \text{ m}$$

Fuerza del hormigón comprimido

$$F_{c_{lim}} = 0,85 * f_{cd} * b y * y = 756,44 \text{ KN}$$

RESUMEN			
Diagrama rectangular		Md < Mlim	
X _{LM}	0,28 m	X	0,13 m
Y _{LM}	0,23 m	Y	0,11 m
M _{MAX}	575,52 KN	F _c	756,44 KN
F _{CLIM}	1602,22 KN		
M _{LM}	539,79 KN*m		

Armadura mínima de calculo

$$A_{s1} = \left(\frac{0,85 * f_{cd} * b * y}{f_{yd}} \right) = 17,40 \text{ cm}^2$$

Armadura mínima de norma

$$A_{s1} = w_s * b * h = 5,25 \text{ cm}^2$$

$$As2 = \left(\frac{Md - Mlim}{fyd(d - rsup)} \right) = \text{0,00 cm2}$$

$$As2 = ws * b * h = \text{1,57 cm2}$$

RESULTADOS: DIMENSIONADO DE LA ARMADURA

As1 mayor valor

$$As1 = \text{17,40 cm2}$$

$$\#barra = \frac{As}{\pi * \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2}$$

$$Areal = \pi * \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2 * \#barra$$

As2 mayor valor

$$As2 = \text{1,57 cm2}$$

$$Sreal = \frac{b - 2 * r - \#barra * \phi_s}{\#barra - 1}$$

$$Smin = \phi_s * 0,1$$

$$Smin = 2$$

utilizar el maximo valor de Smin

As1

ϕ_{s1} (mm)	#barras (ud)	AREAL (cm ²)	SREAL (cm)	SMIN (cm)
40	2	25,13	7,00	4,00

As2

ϕ_{s2} (mm)	#barras (ud)	AREAL (cm ²)	SREAL (cm)	SMIN (cm)
40	+	12,57	-	4,00

COMPROBACION DE SECCION

Disposición de las armaduras			Disposición de las armaduras		
#bs1	2	ud	#bs2	1	ud
ϕ_{s1}	40	mm	ϕ_{s2}	40	mm
As1	25,13	cm2	As2	12,57	cm2

capacidad mecanica en KN

$$Us1 = fyd * As1 = \text{1092,73 KN}$$

$$Us2 = fyd * As2 = \text{546,36 KN}$$

sumatoria de fuerzas horizontales

$$y_{lim} \leq hf$$

$$y_{est} = \frac{U_{d1} - U_{d2}}{0,85 * f_{cd} * bf} = \text{0,08 m}$$

0 < yest ≤ ylim DOMINIO "2 y 3"

$$y_{real} = y_{est} = \text{0,08 m}$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} = \text{0,10 m}$$

$$F_c = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y_{real} = \text{546,36 KN}$$

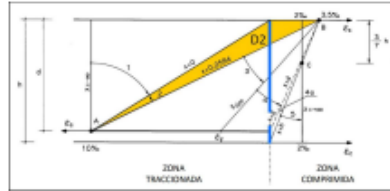
$$M_u = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y_{real} \cdot \left(d - \frac{y_{real}}{2}\right) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (d - r_{SUP}) = \text{443,34 KN}\cdot\text{m}$$

RESULTADOS

$$y_{real} = \text{0,08 m}$$

$$M_u = \text{443,34 KN}\cdot\text{m}$$

DOMINIO 2



RECOMENDACIÓN DE ARMADURA

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

$$A_{s1} = \text{12,57 cm}^2$$

$$A_{s2} = \text{0,00 cm}^2$$

3.1.2.2 Flexión simple sección en tee “T” (ejemplo resuelto)

RESOLUCION DE EJEMPLO DE FLEXION SIMPLE SECCION EN T

DATOS

Dimensiones de la sección

h_f	0,19 m	canto del ala
h_w	0,25 m	canto del alma
b_f	0,25 m	base del ala
b_w	0,25 m	base del alma
r_{inf}	0,05 m	recubrimiento mecánico de la armadura interior
r_{sup}	0,05 m	recubrimiento mecánico de la armadura superior
d	0,39 m	canto útil

Características de los materiales

f_{yk}	500,00 N/mm ²	límite elástico característico del acero
f_{ck}	25,00 N/mm ²	límite elástico característico del hormigón
γ_s	1,15	Coefficiente parcial de seguridad del acero.
γ_c	1,5	Coefficiente parcial de seguridad del hormigón.

Esfuerzos de cálculo

M_d	250	mkN	momento flector de cálculo
-------	-----	-----	----------------------------

CÁLCULOS

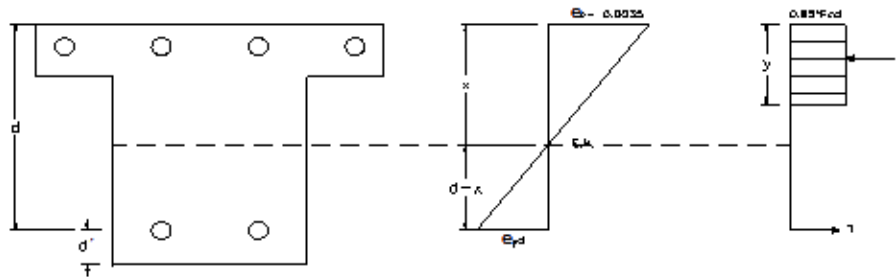
Resistencia de cálculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo del hormigón

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E}$$

Proporción de triángulos

$$\frac{0,0035}{x_{lim}} = \frac{\varepsilon_{yd}}{d - x_{lim}}$$

módulo elástico E=210000 Mpa

Eje que delimita MLIM, teniendo en cuenta ε_{cu} y ε_y

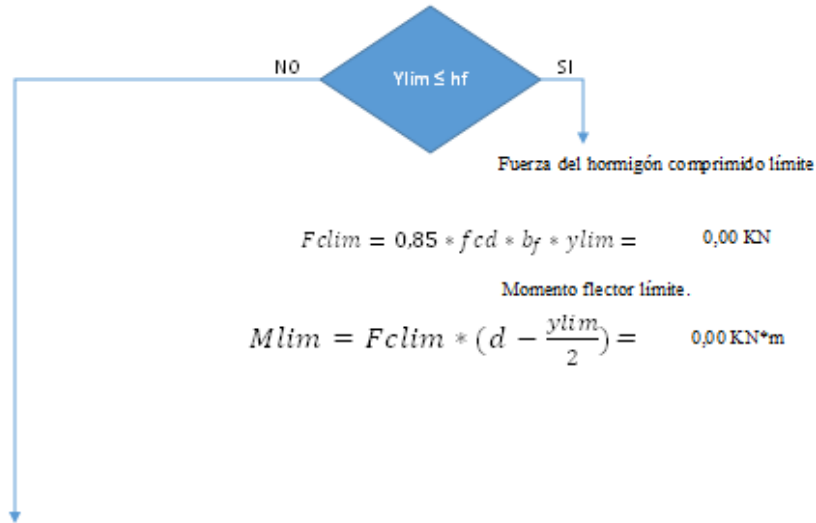
$$x_{lim} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{210000 \cdot 0,0035}} = 0,25 \text{ m}$$

$$y_{lim} = 0,8 \cdot x_{lim} = 0,20 \text{ m}$$

Momento Maximo del A.L.A

$$M_{max_{ala}} = 0,85 * f_{cd} * h_f * b_f * \left(d - \frac{h_f}{2} \right) = 198,51 \text{ KN*m}$$

Fuerza del hormigón comprimido límite.



Fuerza del hormigón comprimido límite

$$F_{clim} = 0,85 * (f_{cd} * h_f * b_f + f_{cd} * b_w * (y_{lim} - h_f)) = 694,30 \text{ KN}$$

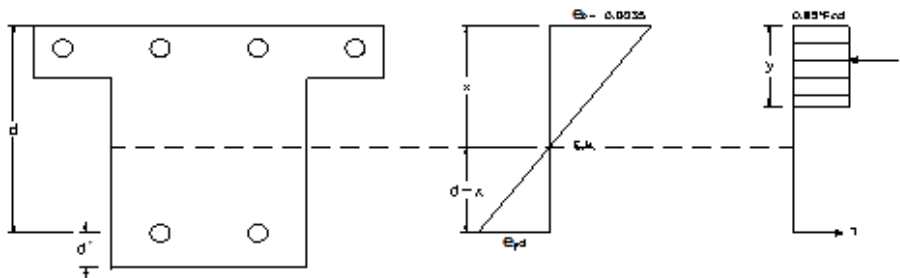
Momento flector límite.

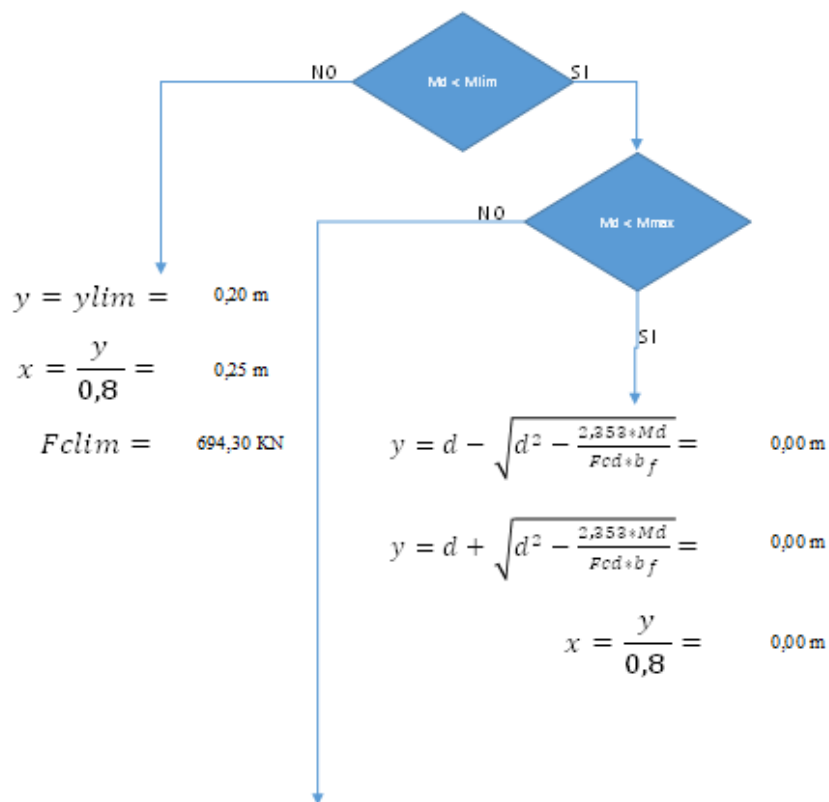
$$M_{lim} = f_{cd} * h_f * b_f * \left(d - \frac{h_f}{2} \right) + f_{cd} * b_w * (y_{lim} - h_f) * \left(d - h_f - \left(\frac{y_{lim} - h_f}{2} \right) \right) =$$

$$M_{lim} = 202,72 \text{ KN*m}$$

Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión.

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES





Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2,353 * Md}{F_{cd} * b_w} + \frac{2 * h_f * (d - \frac{h_f}{2}) * (b_f - b_w)}{b_w}} = 0,00 \text{ m}$$

$$y = d + \sqrt{d^2 - \frac{2,353 * Md}{F_{cd} * b_w} + \frac{2 * h_f * (d - \frac{h_f}{2}) * (b_f - b_w)}{b_w}} = 0,00 \text{ m}$$

$$x = \frac{y}{0,8} = 0,00 \text{ m}$$

Fuerza del hormigón comprimido

$$F_{clim} = 0,85 * f_{cd} * b_f * y = 0,00 \text{ KN}$$

$$F_{clim} = 0,85 * (f_{cd} * h_f * b_f + f_{cd} * b_w * (y - h_f)) = 0,00 \text{ KN}$$

RESULTADOS: DIMENSIONADO DE LA ARMADURA

armadura mínima de calculo

armadura mínima por norma

$$As1 = \left(\frac{0,85 * fcd * b * y}{fyd} \right) = 19,17 \text{ cm}^2$$

$$As1 = ws * b * h = 3,08 \text{ cm}^2$$

$$As2 = \left(\frac{Md - Mlim}{fyd(d - rsup)} \right) = 3,20 \text{ cm}^2$$

$$As2 = ws * b * h = 0,92 \text{ cm}^2$$

$$\#_{barra} = \frac{As}{\pi * \left(\frac{\phi_s}{2} \right)^2}$$

$$s_{real} = \frac{b - 2 * r - \#_{barra} * \phi_s}{\#_{barra}}$$

$$A_{real} = \pi * \left(\frac{\phi_s}{2} \right)^2 * \#_{barra}$$

$$s_{min} = \phi_s * 0,1$$

$$s_{min} = 1,25 * 0,1$$

utilizar el maximo valor de s_{min}

COMPROBACION DE SECCION

Disposición de las armaduras

#b _{s1}	2 ud
ϕ _{s1}	40 mm
A _{s1}	25,13 cm ²

Disposición de las armaduras

#b _{s2}	5 ud
ϕ _{s2}	10 mm
A _{s2}	3,93 cm ²

capacidad mecánica en KN

$$U_{s1} = fyd * A_{s1} = 1092,73 \text{ KN}$$

$$U_{s2} = fyd * A_{s2} = 170,74 \text{ KN}$$

sumatoria de fuerzas horizontales

$$y_{lim} \leq h_f$$

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * fcd * bf} = 0,00 \text{ m}$$

$$y_{est} \leq 0$$

DOMINIO *1*

$$y_{real} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * fcd * bf} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} =$$

$$M_u = A_{s1} * f_{yd} * (d - r_{sup}) =$$

$$0 < y_{est} \leq y_{lim}$$

DOMINIO * 2 y 3*

$$y_{real} = y_{est} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} =$$

$$M_u = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} * \left(d - \frac{y_{real}}{2} \right) + A_{s2} * f_{yd} * (d - r) =$$

$$y_{est} \geq y_{lim}$$

DOMINIO * 4 *

para encontrar y_{real} hay que utilizar un sistema de ecuaciones

$$x_{real} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{210000 * 0,005}} \quad \text{ecuacion (1)}$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} \quad \text{ecuacion (2)}$$

$$y_{real} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * f_{cd} * b} = \quad \text{ecuacion (3)}$$

reemplazar (2) a (1) y a (3)

$$y_{real} = \frac{-(U_{s2} + A_{s1} * 3,5\% * E) \pm \sqrt{(U_{s2} + A_{s1} * 3,5\% * E)^2 + 2,72 * f_{cd} * b * A_{s1} * 3,5\% * d * E}}{1,7 * f_{cd} * b}$$

$$y_{real} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

$$F_c = 0.85 * f_{cd} * b * y_{real} =$$

$$M_u = 0.85 * f_{cd} * b * y_{real} * \left(d - \frac{y_{real}}{2} \right) + A_{s2} * f_{yd} * (d - r) =$$

sumatoria de fuerzas horizontales

$$y_{lim} \geq h_f$$

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2} - 0.85 * f_{cd} * b_f * h_f}{0.85 * f_{cd} * b_w} + h_f = 0.260326348$$

$$y_{est} \leq 0$$

DOMINIO *1*

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2} - 0.85 * f_{cd} * b_f * h_f}{0.85 * f_{cd} * b_w} + h_f =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0.8} =$$

$$F_c = U_{s1} - U_{s2} =$$

$$M_u = A_{s1} * f_{yd} * (d - r_{sup}) =$$

$$0 < y_{est} \leq y_{lim}$$

DOMINIO *2 y 3*

$$y_{real} = y_{est} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0.8} =$$

$$F_c = 0.85 * f_{cd} * (h_f * b_f + b_w * (y_{real} - h_f)) =$$

$$M_u = 0.85 * f_{cd} * b_f * h_f * \left(d - \frac{h_f}{2} \right) + 0.85 * f_{cd} * b_w * (y_{real} - h_f) * \left(\frac{y_{real} - h_f}{2} \right) =$$

$$M_u =$$

$$y_{est} \geq y_{lim}$$

DOMINIO *4*

para encontrar y_{real} hay que utilizar un sistema de ecuaciones

$$x_{real} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{210000 + 0,005s}} \quad \text{ecuacion (1)}$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} \quad \text{ecuacion (2)}$$

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2} - 0,85 * f_{cd} * b_f * h_f}{0,85 * f_{cd} * b_w} + h_f \quad \text{ecuacion (3)}$$

reemplazar (2) a (1) y a (3)

$$y_{real} = \frac{-0,005 * f_{cd} * b_w * h_f + f_{cd} * A_s1 * A_s2 + A_s1 * 3596 * E1 + \sqrt{(0,005 * f_{cd} * b_w * h_f + 0,85 * f_{cd} * b_f * h_f + A_s1 * 3596 * E1)^2 + 2,72 * f_{cd} * b_w * A_s1 * 3596 * d * E}}{0,8 * f_{cd} * b_w}$$

$$y_{real} = 0,208965549$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} = 0,261206936$$

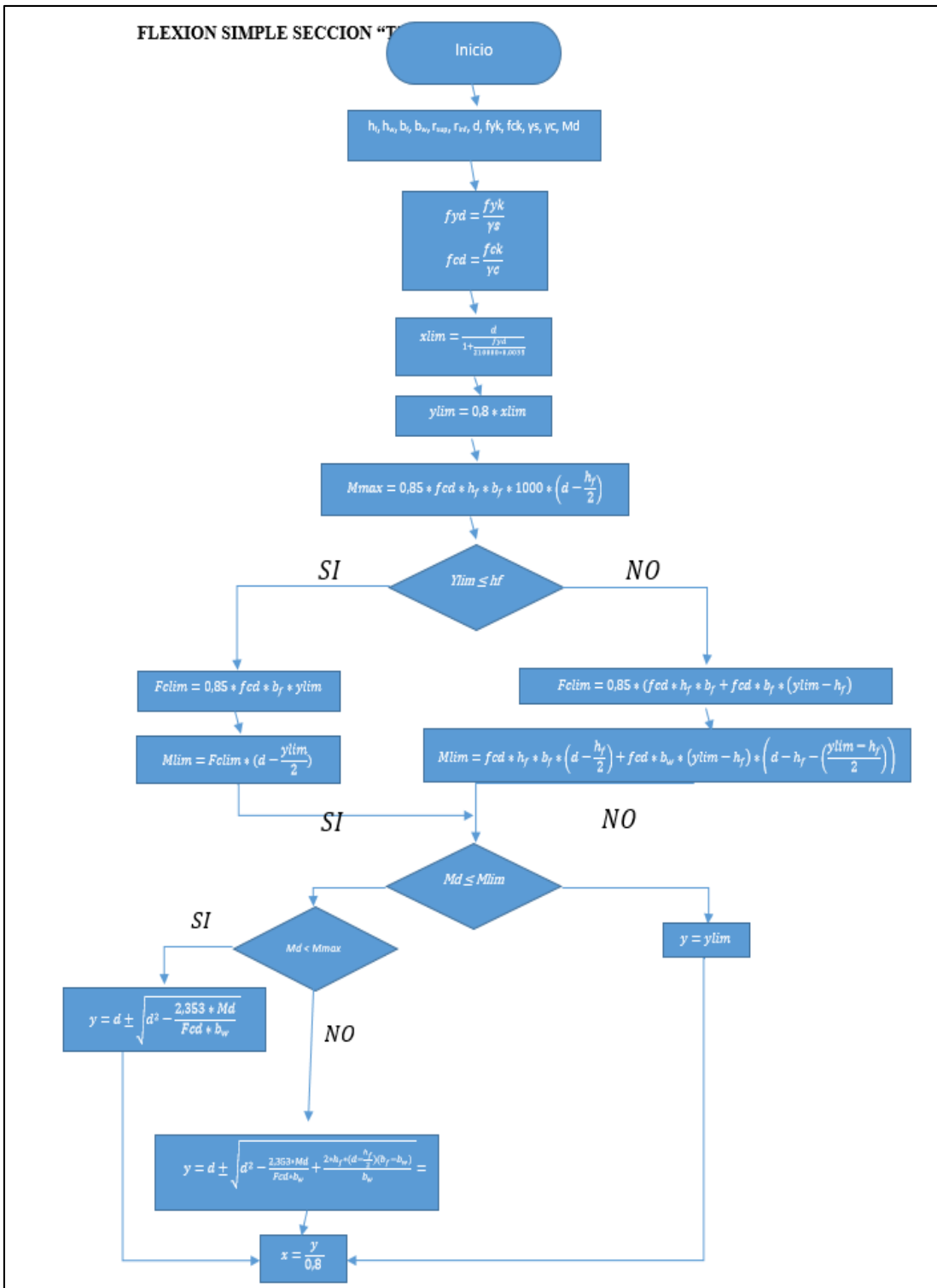
$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b_f * h_f + 0,85 * f_{cd} * b_w * (y_{real} - h_f) = 740,08632$$

$$M_u = U_{s2} * (d - r) + 0,85 * f_{cd} * h_f * b_f * \left(d - \frac{h_f}{2}\right) + 0,85 * f_{cd} * b_w * (y_{real} - h_f) * (d - h_f - (y_{real} - h_f)) =$$

$$M_u = 268,72 \text{ KN*m}$$

y_{real}	0,21 m
M_u	268,72 KN*m
A_{s1}	19,90 cm ²
A_{s2}	3,20 cm ²

3.1.2.3 Flexión de sección en tee “T” (diagrama de flujo)



FLEXION SIMPLE SECCION "T"

$$F_{clim} = 0,85 * f_{cd} * b_f * y$$

$$A_{s2} = \left(\frac{M_{Ed} - M_{lim}}{f_{yd} (d - \alpha * y)} \right)$$
$$A_{s1} = \left(\frac{0,85 * f_{cd} * b_f * y}{f_{yd}} \right)$$
$$A_{s1} = w_s * b * h$$

FIN

3.1.3 Flexión compuesta sección rectangular

Para el ejemplo del dimensionamiento y comprobación de la viga sometida a flexión compuesta sección rectangular se realiza con los siguientes parámetros; esfuerzo axial que actúa en el centro de gravedad de la sección, el momento flector que actúa en la sección de la viga con las características del hormigón y el acero, dimensión de la sección.

3.1.3.1 Flexión compuesta sección rectangular (ejemplo para imprimir del ejecutable)

El reporte del procedimiento del ejemplo, el programa te entrega en formato PDF, en la siguiente página se presenta en formato PNG. Por mejor presentación del documento.

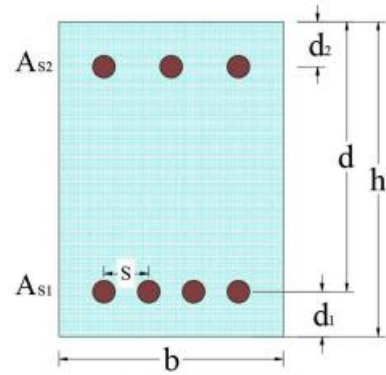
DIMENSIONADO A FLEXIÓN COMPUESTA - SECCIONES RECTANGULARES

DATOS

Para visualizar la descripción de la variable dar clic con el mouse sobre la misma.

Dimensiones de la sección

h	<input type="text" value="0,40"/>	m
b	<input type="text" value="0,20"/>	m
d ₁	<input type="text" value="0,05"/>	m
d ₂	<input type="text" value="0,05"/>	m
d	<input type="text" value="0,35"/>	m

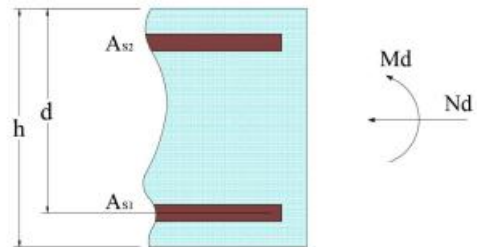


Características de los materiales

f _{yk}	<input type="text" value="500"/>	N/mm ²
f _{ck}	<input type="text" value="25"/>	N/mm ²
γ _s	<input type="text" value="1,15"/>	
γ _c	<input type="text" value="1,50"/>	

Esfuerzos de cálculo

M _d	<input type="text" value="200,00"/>	KN*m
N _d	<input type="text" value="50,00"/>	KN
M _{d'}	<input type="text" value="192,50"/>	KN*m



CÁLCULOS

Resistencia de calculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \boxed{434,78} \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E}$$

Proporcion de triangulos

$$\frac{0,0035}{x_{lim}} = \frac{\epsilon_{yd}}{(d - x_{lim})}$$

Modulo elastico E= 210000 Mpa

Eje que delimita MLIM, teniendo en cuenta ϵ_{cu} y ϵ_y

$$x_{lim} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{210000 \cdot 0,0035}} = \boxed{0,28} \text{ m}$$

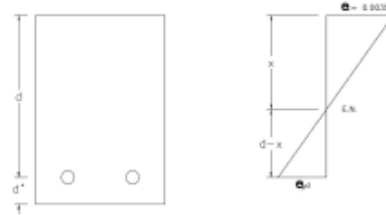
Fuerza del hormigón comprimido límite.

$$F_{cdlim} = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y_{lim} = \boxed{640,89} \text{ KN}$$

Resistencia de calculo del hormigon

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \boxed{16,67} \text{ N/mm}^2$$

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión límite

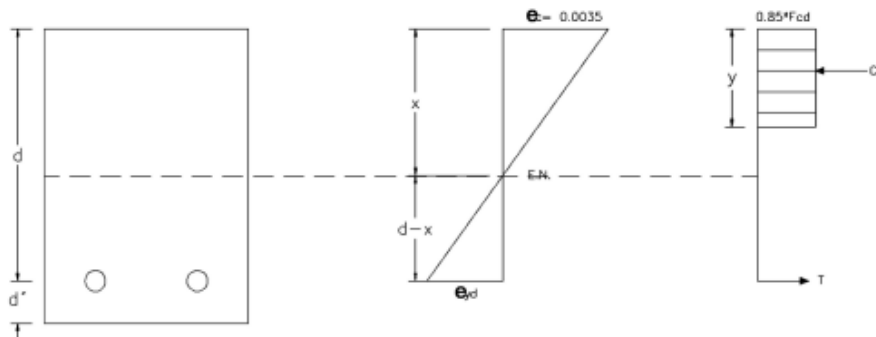
$$y_{lim} = 0,8 \cdot x_{lim} = \boxed{0,23} \text{ m}$$

Momento flector límite.

$$M_{lim} = F_{cdlim} \cdot \left(d - \frac{y_{lim}}{2}\right) = \boxed{215,92} \text{ KN}\cdot\text{m}$$

Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión.

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



si sabemos que C y T provocan un momento interno que es Md

$$(Md = 0,85 * fcd * b * y * (d - \frac{y}{2}))$$

de la ecuacion de momento despejamos Y

$$y = d - \sqrt{\frac{d^2 - 2,353 * Md}{Fcd * b}} = 0,19 \text{ m}$$

$$y = d + \sqrt{\frac{d^2 - 2,353 * Md}{Fcd * b}} = 0,00 \text{ m}$$

$$z = \frac{y}{(0,8)} = 0,24 \text{ m}$$

Fuerza del hormigón comprimido

$$Fc = 0,85 * fcd * b * y = 534,10 \text{ KN}$$

RESUMEN					
Diagrama rectangular			Md < Mlim		
X _{LM}	0,28	m	X	0,24	m
Y _{LM}	0,23	m	Y	0,19	m
F _{CLIM}	640,89	KN	F _c	534,10	KN
M _{LM}	215,92	KN*m			

Armadura minima de calculo

$$As1 = \left(\frac{0,85 * fcd * b * y}{fyd} \right) = 12,28 \text{ cm}^2$$

$$As2 = \left(\frac{Md - Mlim}{fyd(d - rsup)} \right) = 0,00 \text{ cm}^2$$

Armadura minima de norma

$$As1 = ws * b * h = 2,80 \text{ cm}^2$$

$$As2 = ws * b * h = 0,84 \text{ cm}^2$$

RESULTADOS: DIMENSIONADO DE LA ARMADURA

As1 mayor valor

$$As1 = 12,28 \text{ cm}^2$$

$$\#_{barra} = \frac{As}{\pi * \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2}$$

$$Areal = \pi * \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2 * \#_{barra}$$

As2 mayor valor

$$As2 = 0,84 \text{ cm}^2$$

$$Sreal = \frac{b - 2 * r - \#_{barra} * \phi_s}{\#_{barra} - 1}$$

$$Smin = \phi_s * 0,1$$

$$Smin = 2$$

utilizar el maximo valor de Smin

As1					As2				
Øs1 (mm)	# barras (ud)	AREAL (cm²)	SREAL (cm)	SMIN (cm)	Øs2 (mm)	# barras (ud)	AREAL (cm²)	SREAL (cm)	SMIN (cm)
32	2	16,08	3,60	3,20	32	+	8,04	-	3,20

COMPROBACION DE SECCION

Disposición de las armaduras			Disposición de las armaduras		
#bs1	2	ud	#bs2	1	ud
Øs1	32	mm	Øs2	32	mm
As1	16,08	cm2	As2	8,04	cm2

capacidad mecanica en KN

$U_{g1} = f_{yd} * A_{s1} =$

 $U_{g2} = f_{yd} * A_{s2} =$

sumatoria de fuerzas horizontales

$y_{real} = \frac{U_{g1} - U_{g2}}{0,85 * f_{cd} * b} =$

0 < y_{real} ≤ y_{lim} DOMINIO "2 y 3"

$y_{real} = y_{est} =$

$\alpha_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$

$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} =$

$M_u = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} * (d - \frac{y_{real}}{2}) + A_{s2} * f_{yd} * (d - r) =$

RESULTADOS

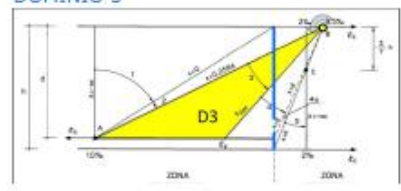
Y _{real}	0,12	m
M _{U'}	275,64	KN*m
M _U	290,15	KN*m
N _U	68,91	KN*m

RECOMENDACIÓN DE ARMADURA

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

A _{s1} =	8,04	cm2
A _{s2} =	0,00	cm2

DOMINIO 3



3.1.3.2 Flexión compuesta sección rectangular (resolución de ejemplo)

RESOLUCION DE EJEMPLO DE FLEXION COMPUESTA SECCION RECTANGULAR

DATOS

Dimensiones de la sección

h	0,40 m	canto
b	0,20 m	base
r _{INF}	0,05 m	recubrimiento mecánico de la armadura inferior
r _{sup}	0,05 m	recubrimiento mecánico de la armadura superior
d	0,35 m	canto útil

Características de los materiales

f _{yk}	500,00 N/mm ²	límite elástico característico del acero
f _{ck}	25,00 N/mm ²	límite elástico característico del hormigón
γ _s	1,15	Coefficiente parcial de seguridad del acero.
γ _c	1,5	Coefficiente parcial de seguridad del hormigón.

Esfuerzos de cálculo

M _d	200,00 KN*m	momento flector de cálculo
N _d	50,00 KN	esfuerzo axial de cálculo
M _{d'}	192,50 KN*m	momento flector de cálculo

CÁLCULOS

Resistencia de cálculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo del hormigón

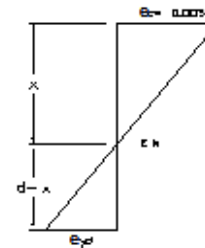
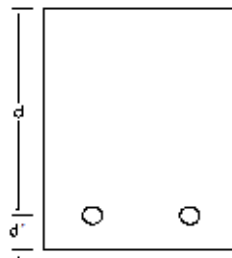
$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E}$$

Proporción de triángulos

$$\frac{0,0035}{x_{lim}} = \frac{\epsilon_{yd}}{d - x_{lim}}$$



modulo elástico E= 210000 Mpa

Eje que delimita MLIM, teniendo en cuenta ε_{cu} y ε_y

$$x_{lim} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{210000 \cdot 0,0035}} = 0,22 \text{ m}$$

Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión límite

$$y_{lim} = 0,8 \cdot x_{lim} = 0,18 \text{ m}$$

Fuerza del hormigón comprimido límite.

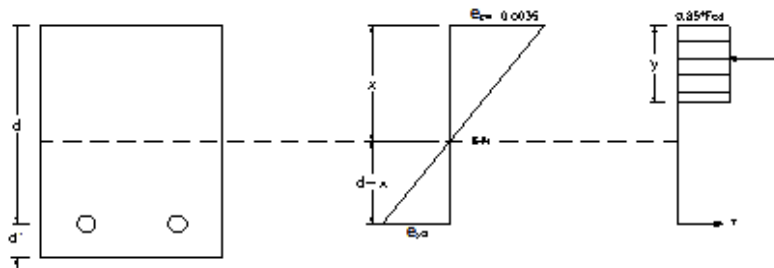
$$F_{clim} = 0,85 * f_{cd} * b * y_{lim} = 498,47 \text{ KN}$$

Momento flector límite.

$$M_{lim} = F_{clim} * \left(d - \frac{y_{lim}}{2} \right) = 130,62 \text{ KN}^2\text{m}$$

Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión.

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



si sabemos que C y T provocan un momento interno que es Md

$$\left(M_d = 0,85 * f_{cd} * b * y * \left(d - \frac{y}{2} \right) \right)$$

de la ecuacion de momento despejamos Y

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2,353 * M_d}{F_{cd} * b}} = 0,18 \text{ m}$$

$$y = d + \sqrt{d^2 - \frac{2,353 * M_d}{F_{cd} * b}} = 0,00 \text{ m}$$

$$x = \frac{y}{0,8} = 0,22 \text{ m}$$

Fuerza del hormigón comprimido

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * y = 498,47 \text{ KN}$$

Armadura mínima de calculo

$$A_{s1} = \left(\frac{0,85 * f_{cd} * b * y}{f_{yd}} \right) = 16,21 \text{ cm}^2$$

Armadura mínima de norma

$$A_{s1} = w_s * b * h = 2,24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \left(\frac{M_d - M_{lim}}{f_{yd} * (d - r_{sup})} \right) = 4,74 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = w_s * b * h = 0,67 \text{ cm}^2$$

$$\#_{barra} = \frac{A_s}{\pi * \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2}$$

$$A_{real} = \pi * \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2 * \#_{barra}$$

$$s_{real} = \frac{b - 2 * r - \#_{barra} * \phi_s}{\#_{barra} - 1}$$

$$s_{min} = \phi_s * 0,1$$

$$s_{min} = 2$$

utilizar el máximo valor de s_{min}

COMPROBACION DE SECCION

Disposición de las armaduras

# b_{s1}	3 ud
ϕ_{s1}	32 mm
A_{s1}	24,13 cm ²

Disposición de las armaduras

# b_{s2}	3 ud
ϕ_{s2}	16 mm
A_{s2}	6,03 cm ²

capacidad mecanica en KN

$$U_{s1} = f_{yd} * A_{s1} = 1049,02 \text{ KN}$$

$$U_{s2} = f_{yd} * A_{s2} = 262,25 \text{ KN}$$

sumatoria de fuerzas horizontales

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * f_{cd} * b} = 0,28 \text{ m}$$

$$y_{est} \leq 0$$

DOMINIO *1*

$$y_{real} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * f_{cd} * b} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} =$$

$$M_u = A_{s1} * f_{yd} * (d - r_{sup}) =$$

$$0 < y_{est} \leq y_{lim}$$

DOMINIO *2 y 3*

$$y_{real} = y_{est} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} =$$

$$M_u = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} * \left(d - \frac{y_{real}}{2} \right) + A_{s2} * f_{yd} * (d - r) =$$

$$y_{est} \geq y_{lim}$$

DOMINIO * 4 *

para encontrar y_{real} hay que utilizar un sistema de ecuaciones

$$x_{real} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{210000 * 0,0035}} \quad \text{ecuacion (1)}$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} \quad \text{ecuacion (2)}$$

$$y_{real} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * f_{cd} + b} = \quad \text{ecuacion (3)}$$

reemplazar (2) a (1) y a (3)

$$y_{real} = \frac{-(U_{s2} + A_{s1} + 3,59\% * E) \pm \sqrt{(U_{s2} + A_{s1} + 3,59\% * E)^2 + 2,72 * f_{cd} + b + A_{s1} + 3,59\% * d * E}}{1,7 * f_{cd} + b}$$

$$y_{real} = \quad 0,19 \text{ m}$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} = \quad 0,24 \text{ m}$$

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} = \quad 545,1382507$$

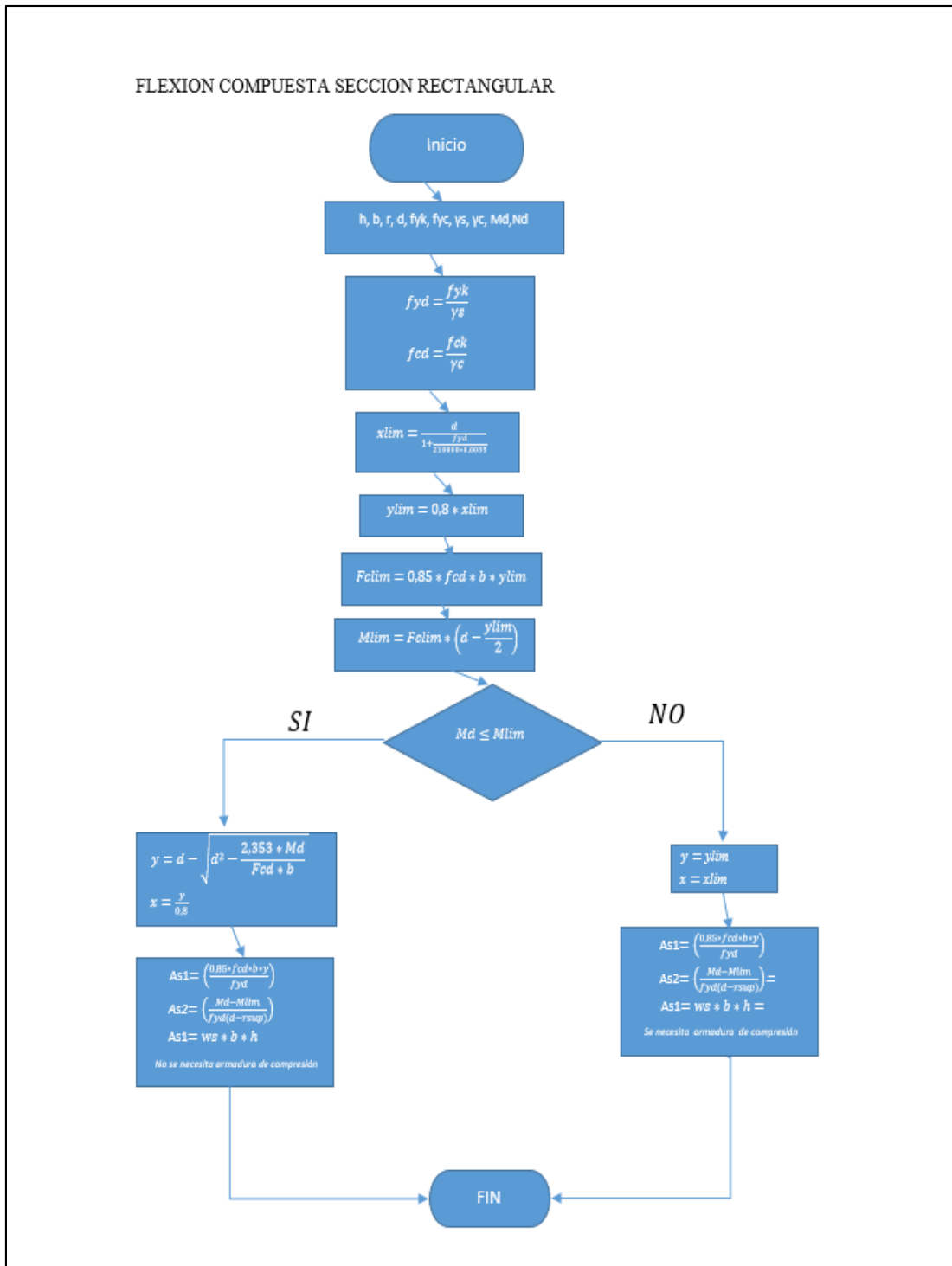
$$M_u = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} * \left(d - \frac{y_{real}}{2} \right) + A_{s2} * f_{yd} * (d - r) = \quad 217,0320223$$

RESULTADOS

y_{real}	0,19 m
M_{Lr}	217,03 KN*m
M_U	225,49 KN*m
N_U	54,26 KN*m

A_{s1}	17,50 cm ²
A_{s2}	4,74 cm ²

3.1.3.3 Flexión compuesta sección rectangular (diagrama de flujo)



3.1.4 Flexión compuesta sección en te “T”

Para el ejemplo del dimensionamiento y comprobación de la viga sometida a flexión compuesta sección en tee “T” se realiza con los siguientes parámetros; esfuerzo axial que actúa en el centro de gravedad de la sección, el momento flector que actúa en la sección de la viga con las características del hormigón y el acero, dimensión de la sección.

3.1.4.1 Flexión compuesta sección en te “T” (ejemplo para imprimir del ejecutable)

El reporte del procedimiento del ejemplo, el programa te entrega en formato PDF, en la siguiente página se presenta en formato PNG. Por mejor presentación del documento.

DIMENSIONADO A FLEXIÓN COMPUESTA - SECCIONES EN T

DATOS

Para visualizar la descripción de la variable dar clic con el mouse sobre la misma.

Dimensiones de la sección

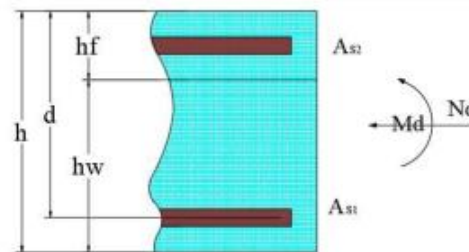
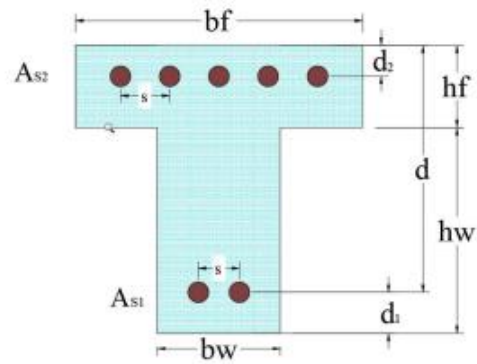
h_f	<input type="text" value="0,25"/>	m
h_w	<input type="text" value="0,25"/>	m
b_f	<input type="text" value="0,25"/>	m
b_w	<input type="text" value="0,25"/>	m
d_1	<input type="text" value="0,05"/>	m
d_2	<input type="text" value="0,05"/>	m
d	<input type="text" value="0,45"/>	m

Características de los materiales

f_{yk}	<input type="text" value="500"/>	N/mm ²
f_{ck}	<input type="text" value="25,00"/>	N/mm ²
γ_s	<input type="text" value="1,15"/>	
γ_c	<input type="text" value="1,50"/>	

Esfuerzos de cálculo

M_d	<input type="text" value="200,00"/>	KN*m
N_d	<input type="text" value="-500,00"/>	KN
M_d'	<input type="text" value="300,00"/>	KN*m



CÁLCULOS

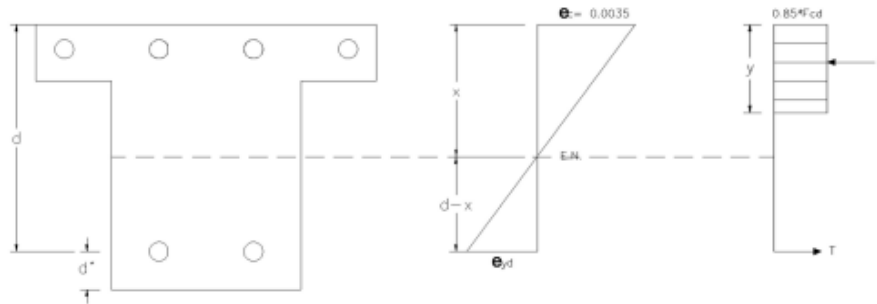
Resistencia de calculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \boxed{434,78} \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de calculo del hormigon

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \boxed{16,67} \text{ N/mm}^2$$

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E}$$

Modulo elastico E= 210000 Mpa

Proporcion de triangulos

$$\frac{0,0035}{x_{lim}} = \frac{\epsilon_{yd}}{(d - x_{lim})}$$

Eje que delimita MLIM, teniendo en cuenta ϵ_{cu} y ϵ_y

$$x_{lim} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{210000 * 0,0035}} = \boxed{0,28} \text{ m}$$

$$y_{lim} = 0,8 * x_{lim} = \boxed{0,23} \text{ m}$$

Momento Maximo del ALA

$$M_{max,ala} = 0,85 * f_{cd} * b_f * y_{lim} * (d - \frac{y_{lim}}{2}) = \boxed{287,76} \text{ KN*m}$$

$$y_{lim} \leq h_f$$

Fuerza del hormigón comprimido límite.

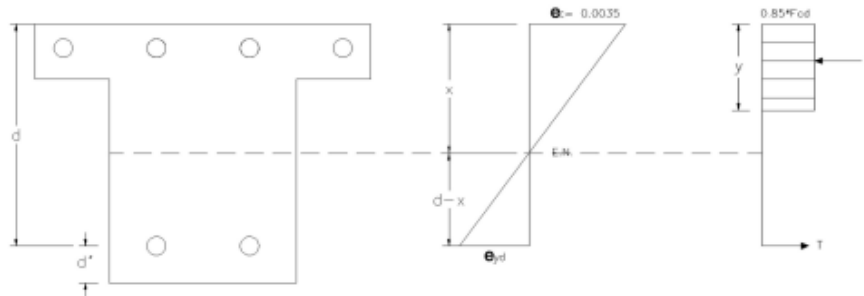
$$F_{clim} = 0,85 * f_{cd} * b_f * y_{lim} = \boxed{801,11} \text{ KN}$$

Momento flector límite.

$$M_{lim} = F_{clim} * (d - \frac{y_{lim}}{2}) = \boxed{269,90} \text{ KN*m}$$

Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión.

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



$M_d \geq M_{lim}$

$y = y_{lim} = 0,23 \text{ m}$

$x = \frac{y}{0,8} = 0,28 \text{ m}$

Fuerza del hormigón comprimido

$F_{clim} = 801,11 \text{ KN}$

RESUMEN	
Diagrama rectangular	$M_d > M_{lim}$
X_{LIM} 0,28 m	X 0,28 m
Y_{LIM} 0,23 m	Y 0,23 m
M_{MAX} 287,76 KN	F_c 801,11 KN
F_{CLIM} 801,11 KN	
M_{LIM} 269,90 KN*m	

Armadura mínima de calculo

$A_{s1} = \left(\frac{0,85 * f_{cd} * b * y}{f_{yd}} \right) = 20,16 \text{ cm}^2$

$A_{s2} = \left(\frac{M_d - M_{lim}}{f_{yd}(d - r_{sup})} \right) = 1,73 \text{ cm}^2$

Armadura mínima de norma

$A_{s1} = w_s * b * h = 3,50 \text{ cm}^2$

$A_{s2} = w_s * b * h = 1,05 \text{ cm}^2$

RESULTADOS: DIMENSIONADO DE LA ARMADURA

As1 mayor valor

As1

$$\# \text{ barra} = \frac{A_s}{\pi * \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2}$$

$$A_{real} = \pi * \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2 * \# \text{ barra}$$

As2 mayor valor

As2

$$S_{real} = \frac{b - 2 * r - \# \text{ barra} * \phi_s}{\# \text{ barra} - 1}$$

$$S_{min} = \phi_s * 0,1$$

$$S_{min} = 2$$

utilizar el maximno valor de Smin

As1

Øs1 (mm)	# barras (ud)	AREAL (cm²)	SREAL (cm)	SMIN (cm)
40	2	25,13	7,00	4,00

As2

Øs2 (mm)	# barras (ud)	AREAL (cm²)	SREAL (cm)	SMIN (cm)
40	+	12,57	-	4,00

COMPROBACION DE SECCION

Disposición de las armaduras			Disposición de las armaduras		
#bs1	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="ud"/>	#bs2	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="ud"/>
Øs1	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="mm"/>	Øs2	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="mm"/>
As1	<input type="text" value="25,13"/>	<input type="text" value="cm2"/>	As2	<input type="text" value="12,57"/>	<input type="text" value="cm2"/>

capacidad mecanica en KN

$$U_{s1} = f_{yd} * A_{s1} =$$

$$U_{s2} = f_{yd} * A_{s2} =$$

sumatoria de fuerzas horizontales

$$y_{lim} \leq h_f$$

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * f_{cd} * b_f} =$$

0 < yest ≤ ylim DOMINIO "2 y 3"

$$y_{real} = y_{est} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

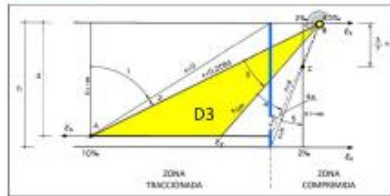
$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b_f * y_{real} =$$

$$M_u = 0,85 * f_{cd} * b_f * y_{real} * \left(d - \frac{y_{real}}{2}\right) + A_{s2} * f_{yd} * (d - r_{SUP}) =$$

RESULTADOS

Y_{rest}	0,15	m
M_u	422,27	KN*m

DOMINIO 3



RECOMENDACIÓN DE ARMADURA

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

A_{s1}	30,99	cm ²
A_{s2}	1,73	cm ²

3.1.4.2 Flexión compuesta sección en tee "T" (resolución de ejemplo)

RESOLUCION DE EJEMPLO DE FLEXION COMPUESTA SECCION EN T

DATOS

Dimensiones de la sección

h_f	0,20 m	canto del ala
h_w	0,30 m	canto del alma
b_f	0,25 m	base del ala
b_w	0,25 m	base del alma
r_{inf}	0,05 m	recubrimiento mecánico de la armadura inferior
r_{sup}	0,05 m	recubrimiento mecánico de la armadura superior
d	0,65 m	canto útil

Características de los materiales:

f_{yk}	500,00 N/mm ²	límite elástico característico del acero
f_{ck}	25,00 N/mm ²	límite elástico característico del hormigón
γ_s	1,15	Coefficiente parcial de seguridad del acero.
γ_c	1,5	Coefficiente parcial de seguridad del hormigón.

Esfuerzos de cálculo

M_d	150,00 KN*m	momento flector de cálculo
N_d	-500,00 KN	esfuerzo axial de cálculo
M_d'	300,00 KN*m	momento flector de cálculo

CÁLCULOS

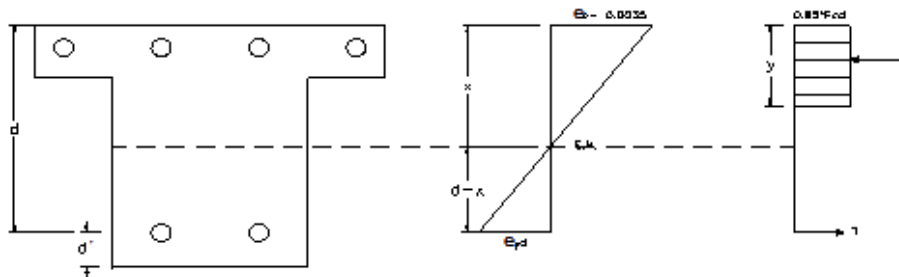
Resistencia de cálculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo del hormigón

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

DIAGRAMA DE PROFUNDIDADES



$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E}$$

Proporción de triángulos

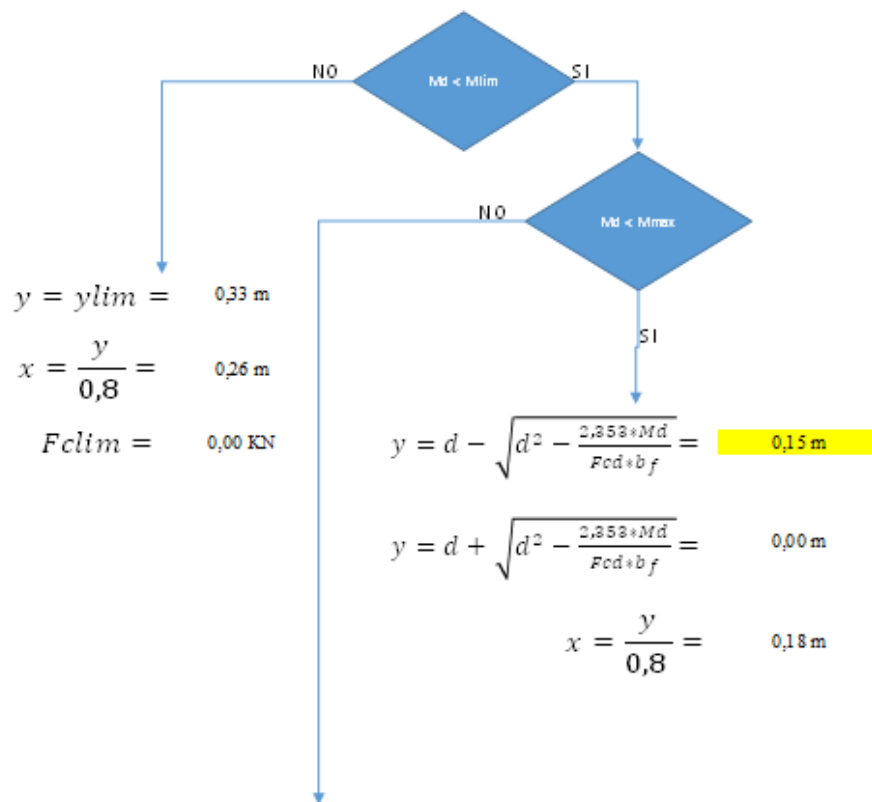
$$\frac{0,0035}{x_{lim}} = \frac{\epsilon_{yd}}{d - x_{lim}}$$

modulo elastico E=210000 Mpa

Eje que delimita MLIM, teniendo en cuenta ϵ_{cu} y ϵ_y

$$x_{lim} = \frac{d}{1 + \frac{210000 \cdot 0,0035}{f_{yd}}} = 0,41 \text{ m}$$

$$y_{lim} = 0,8 \cdot x_{lim} = 0,33 \text{ m}$$



Profundidad de aplicación de fuerzas de compresión

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2,853 * Md}{fcd * b_w} + \frac{2 * h_f * (d - \frac{h_f}{2}) * (b_f - b_w)}{b_w}} = 0,00 \text{ m}$$

$$y = d + \sqrt{d^2 - \frac{2,853 * Md}{fcd * b_w} + \frac{2 * h_f * (d - \frac{h_f}{2}) * (b_f - b_w)}{b_w}} = 0,00 \text{ m}$$

$$x = \frac{y}{0,8} = 0,00 \text{ m}$$

Fuerza del hormigón comprimido

$$F_{clim} = 0,85 * fcd * b_f * y = 520,36 \text{ KN}$$

$$F_{clim} = 0,85 * (fcd * h_f * b_f + fcd * b_w * (y - h_f)) = 0,00 \text{ KN} \quad 0$$

RESULTADOS: DIMENSIONADO DE LA ARMADURA

armadura mínima de cálculo

armadura mínima por norma

$$A_{s1} = \left(\frac{0,85 * f_{cd} * b * y}{f_{yd}} \right) = 11,97 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = w_s * b * h = 4,90 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \left(\frac{M_d - M_{lim}}{f_{yd}(d - r_{sup})} \right) = 0,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = w_s * b * h = 1,47 \text{ cm}^2$$

$$\#_{barra} = \frac{A_s}{\pi * \left(\frac{\phi_s}{2} \right)^2}$$

$$s_{real} = \frac{b - 2 * r - \#_{barra} * \phi_s}{\#_{barra} - 1}$$

$$A_{real} = \pi * \left(\frac{\phi_s}{2} \right)^2 * \#_{barra}$$

$$s_{min} = \phi_s * 0,1$$

$$s_{min} = 1,25 * 0,1$$

utilizar el maximo valor de s_{min}

COMPROBACION DE SECCION

Disposición de las armaduras

$\#_{s1}$	1 ud
ϕ_{s1}	40 mm
A_{s1}	12,57 cm ²

Disposición de las armaduras

$\#_{s2}$	0 ud
ϕ_{s2}	0 mm
A_{s2}	0,00 cm ²

capacidad mecanica en KN

$$U_{s1} = f_{yd} * A_{s1} = 546,36 \text{ KN}$$

$$U_{s2} = f_{yd} * A_{s2} = 0,00 \text{ KN}$$

sumatoria de fuerzas horizontales

$$y_{lim} \leq h_f$$

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * f_{cd} * b * f} = 0,15 \text{ m}$$

$$y_{est} \leq 0$$

DOMINIO "1"

$$y_{real} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * f_{cd} * b * f} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * b * f * y_{real} =$$

$$y_{lim} \geq h_f$$

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2} - 0,85 * f_{cd} * b_f * h_f}{0,85 * f_{cd} * b_w} + h_f = 0$$

$$y_{est} \leq 0$$

DOMINIO "1"

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2} - 0,85 * f_{cd} * b_f * h_f}{0,85 * f_{cd} * b_w} + h_f =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

$$F_c = U_{s1} - U_{s2} =$$

$$M_u = A_{s1} * f_{yd} * (d - r_{sup}) =$$

$$0 < y_{est} \leq y_{lim}$$

DOMINIO "2 y 3"

$$y_{real} = y_{est} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

$$F_c = 0,85 * f_{cd} * (h_f * b_f + b_w * (y_{real} - h_f)) =$$

$$M_u = 0,85 * f_{cd} * b_f * h_f * \left(d - \frac{h_f}{2}\right) + 0,85 * f_{cd} * b_w * (y_{real} - h_f) * \left(\frac{y_{real} - h_f}{2}\right) =$$

$$M_u =$$

$$y_{est} \geq y_{lim}$$

DOMINIO "4"

para encontrar y_{real} hay que utilizar un sistema de ecuaciones

$$x_{real} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{210000 + 0,0055}} \quad \text{ecuacion (1)}$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} \quad \text{ecuacion (2)}$$

$$Mu = A_{s1} * f_{yd} * (d - r_{sup}) =$$

$$0 < y_{est} \leq y_{lim}$$

DOMINIO "2 y 3"

$$y_{real} = y_{est} = 0,15 \text{ m}$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} = 0,192834332$$

$$Fc = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} = 546,3639398$$

$$Mu = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} * \left(d - \frac{y_{real}}{2}\right) + A_{s2} * f_{yd} * (d - r) = 312,9934708$$

$$y_{est} \geq y_{lim}$$

DOMINIO "4"

para encontrar y_{real} hay que utilizar un sistema de ecuaciones

$$x_{real} = \frac{d}{1 + \frac{210000 * 0,0055}{f_{yd}}} \quad \text{ecuacion (1)}$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} \quad \text{ecuacion (2)}$$

$$y_{real} = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{0,85 * f_{cd} * b} = \quad \text{ecuacion (3)}$$

reemplazar (2) a (1) y a (3)

$$y_{real} = \frac{-(U_{s2} + A_{s1} * 3,5\% * E) \pm \sqrt{(U_{s2} + A_{s1} * 3,5\% * E)^2 + 2,72 * f_{cd} * b * A_{s1} * 3,5\% * d * E}}{1,7 * f_{cd} * b}$$

$$y_{real} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

$$Fc = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} =$$

$$Mu = 0,85 * f_{cd} * b * y_{real} * \left(d - \frac{y_{real}}{2}\right) + A_{s2} * f_{yd} * (d - r) =$$

sumatoria de fuerzas horizontales

$$y_{lim} \geq h_f$$

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2} - 0.85 * fcd * bf * hf}{0.85 * fcd * bw} + hf = \quad 0$$

$$y_{est} \leq 0$$

DOMINIO *1*

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2} - 0.85 * fcd * bf * hf}{0.85 * fcd * bw} + hf =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0.8} =$$

$$Fc = U_{s1} - U_{s2} =$$

$$Mu = A_{s1} * fyd * (d - r_{sup}) =$$

$$0 < y_{est} \leq y_{lim}$$

DOMINIO *2 y 3*

$$y_{real} = y_{est} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0.8} =$$

$$Fc = 0.85 * fcd * (hf * bf + bw * (y_{real} - hf)) =$$

$$Mu = 0.85 * fcd * bf * hf * \left(d - \frac{hf}{2}\right) + 0.85 * fcd * bw * (y_{real} + hf) * \left(\frac{y_{real} - hf}{2}\right) =$$

$$Mu =$$

$$y_{est} \geq y_{lim}$$

DOMINIO *4*

para encontrar y_{real} hay que utilizar un sistema de ecuaciones

$$x_{real} = \frac{d}{\frac{fyd}{1 + 210000 * 0.0055}} \quad \text{ecuacion (1)}$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0.8} \quad \text{ecuacion (2)}$$

$$y_{est} = \frac{U_{s1} - U_{s2} - 0,85 * fcd * bf * hf}{0,85 * fcd * bw} + hf \text{ ecuacion (3)}$$

reemplazar (2) a (1) ya (3)

$$y_{real} = \frac{-0,85 * fcd * bw * hf + U_{s1} + 3500 * K)^2 + \sqrt{(0,85 * fcd * bw * hf + U_{s1} + 3500 * K)^2 + 2,72 * fcd * bw * A_{s1} * 3500 * d * K}}{1,7 * fcd * bw}$$

$$y_{real} =$$

$$x_{real} = \frac{y_{real}}{0,8} =$$

$$Fc = 0,85 * fcd * bf * hf + 0,85 * fcd * bw * (y_{real} - hf) =$$

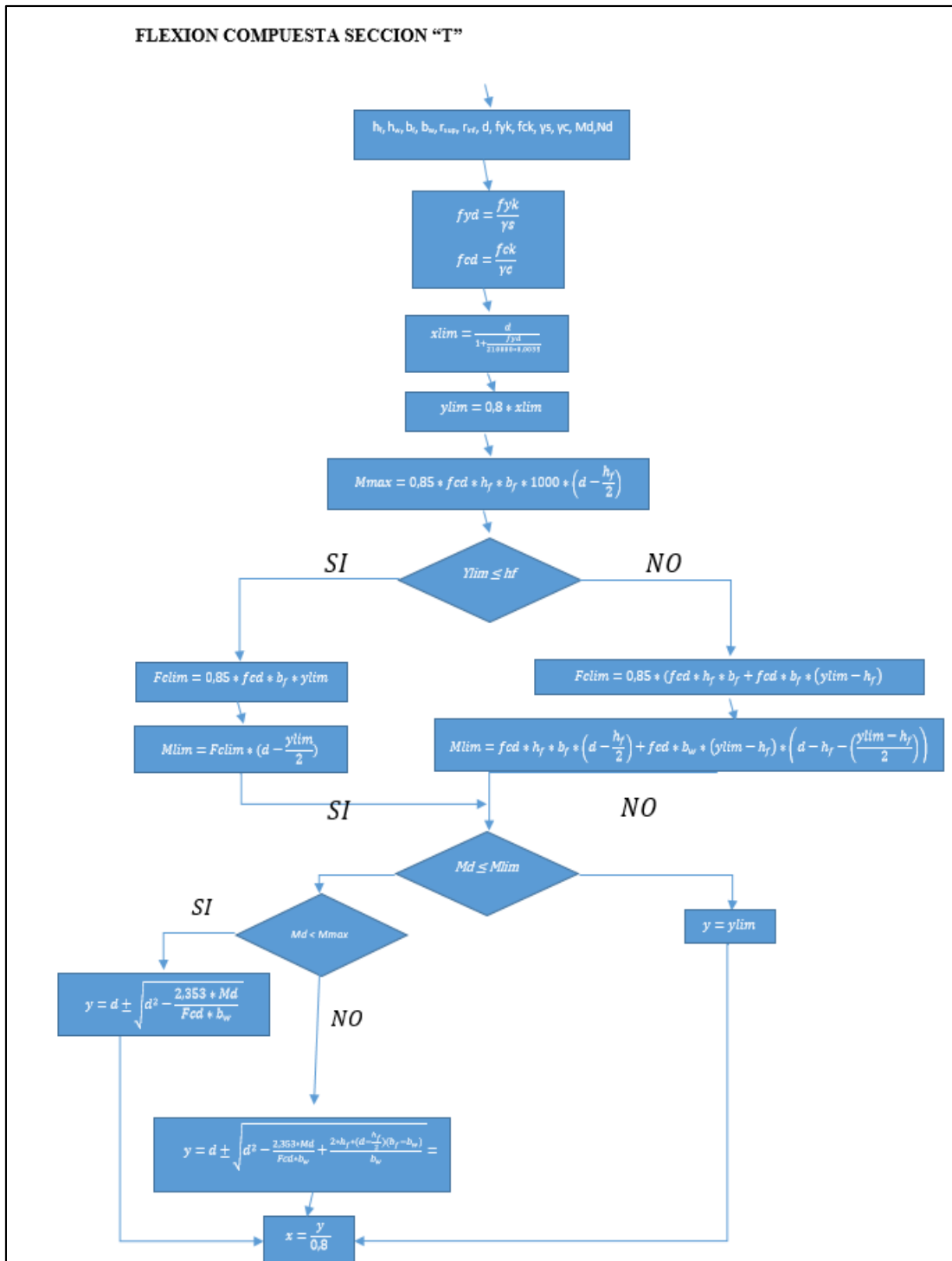
$$Mu = U_{s2} * (d - r) + 0,85 * fcd * hf * bf * \left(d * \frac{hf}{2}\right) + 0,85 * fcd * bw * (y_{real} - hf) * (d - hf - (y_{real} - hf)) =$$

$$Mu =$$

RESULTADOS

y_{real}	0,15 m
M_{U1}	312,99 KN*m
A_{s1}	12,57 cm ²
A_{s2}	0,00 cm ²

3.1.4.3 Flexión compuesta sección en te "T" (diagrama de flujo)



FLEXION COMPUESTA SECCION "T"

$$F_{clim} = 0,85 * f_{cd} * b_f * y$$

$$A_{s2} = \left(\frac{M_d - M_{lim}}{f_{yd} * (d - a_{eq})} \right)$$
$$A_{s1} = \left(\frac{0,85 * (M_d - M_{lim})}{f_{yd}} \right)$$
$$A_{s1} = w * b * h$$

FIN

3.2 Calculo de secciones sometidas a solicitaciones tangentes

Como se vio con todo detalle en el punto 2.4, utilizando la teoría, métodos e hipótesis se realiza ejemplos con la aplicación del programa de diseño de H°A°, ejemplo resuelto, manual taipiado y diagramas de flujo de cada ejemplo.

El procedimiento de cada ejemplo esta presentado en formato de archivos gráficos (PNG) con un resalto de marco para mejor la presentación y estética del documento.

3.2.1 Comprobación a esfuerzo cortante

Para el ejemplo de comprobación de la viga sometida a esfuerzo cortante se realiza con los siguientes parámetros; esfuerzo axial que actúa en el centro de gravedad de la sección, el momento flector que actúa en la sección de la viga y el con las características del hormigón y el acero, dimensión de la sección.

3.2.1.1 Comprobación a esfuerzo cortante (ejemplo para imprimir del ejecutable)

El reporte del procedimiento del ejemplo, el programa te entrega en formato PDF, en la siguiente página se presenta en formato PNG. Por mejor presentación del documento.

COMPROBACIÓN A CORTANTE- SECCIONES RECTANGULARES O EN T

DATOS

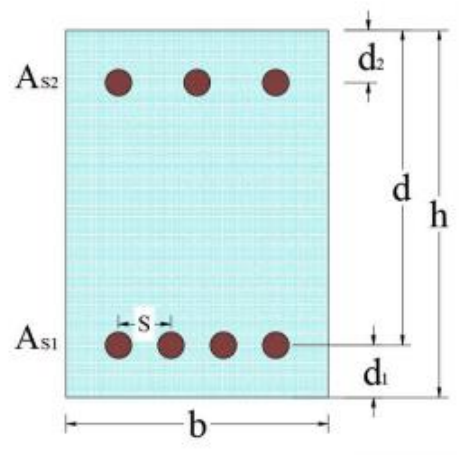
Para visualizar la descripción de la variable dar clic con el mouse sobre la misma.

Dimensiones de la sección

h	<input type="text" value="0,40"/>	m
b_w	<input type="text" value="0,40"/>	m
d_1	<input type="text" value="0,05"/>	m
d_2	<input type="text" value="0,05"/>	m
d	<input type="text" value="0,35"/>	m

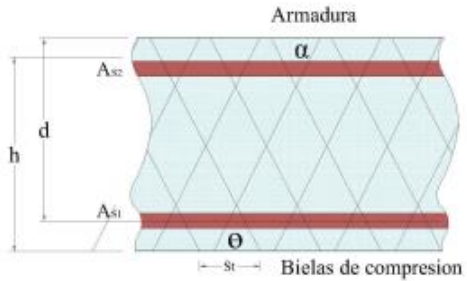
Características de los materiales

f_{yk}	<input type="text" value="500"/>	N/mm ²
$f_{ya,k}$	<input type="text" value="500"/>	N/mm ²
f_{ck}	<input type="text" value="25"/>	N/mm ²
f_{cv}	<input type="text" value="25"/>	N/mm ²
γ_s	<input type="text" value="1,15"/>	
γ_c	<input type="text" value="1,50"/>	



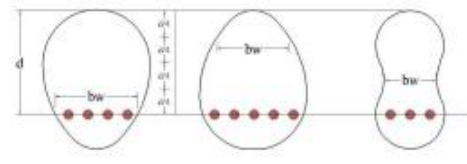
Disposición de las armaduras

# b_s	<input type="text" value="3"/>	ud.
\varnothing_s	<input type="text" value="25"/>	mm
A_s	<input type="text" value="14,73"/>	cm ²
# b_s	<input type="text" value="5"/>	ud.
\varnothing_s	<input type="text" value="25"/>	mm
A_s	<input type="text" value="24,54"/>	cm ²
θ_t	<input type="text" value="45"/>	°
α_t	<input type="text" value="90"/>	°
θ_a	<input type="text" value="45"/>	°
$S_{t,cercos}$	<input type="text" value="10"/>	cm
#RAMAS	<input type="text" value="4"/>	ud



Esfuerzos de cálculo

V_{rd}	<input type="text" value="500"/>	kN
N_d	<input type="text" value="50"/>	kN
M_d	<input type="text" value="100"/>	m·kN



CÁLCULOS

Resistencia de cálculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \boxed{434,78} \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo del hormigón

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \boxed{16,67} \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo de la armadura transversal

$$f_{ys, d} = \frac{(f_{ys, k})}{\gamma_s} = \boxed{434,78} \text{ N/mm}^2$$

AGOTAMIENTO POR COMPRESIÓN OBLICUA DEL ALMA

$$\sigma'_{cd} = \frac{Nd - A_s f_{yd}}{b_w \cdot h} = \text{no hay carga axial}$$

coeficiente que depende de esfuerzo axial

$$K = \boxed{1} \text{ para estructuras sin pretensado o sin esfuerzo axial de compresión}$$

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$V_{u1} = 0,6 + f_{cd} \cdot b_w \cdot d + K \cdot \frac{(\cot \beta + \cot \alpha)}{(1 + \cot^2 \beta)} = \boxed{675,00} \text{ kN}$$

$$V_{u1} > V_{rd} \quad \boxed{\text{OK La seccion cumple}}$$

AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN DEL ALMA

momento de inercia de sección transversal

$$I_x = \frac{b_w \cdot h^3}{12} = \boxed{0,003} \text{ m}^4$$

distancia del eje neutro hasta la fibra más traccionada

$$y = \frac{h}{2} = \boxed{0,25} \text{ m}$$

resistencia media del hormigón a tracción

$$f_{ct, m} = 0,30 + f_{ck}^{\frac{2}{3}} = \boxed{2,56} \text{ N/mm}^2 \quad \text{para } f_{ck} \leq 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

resistencia característica del hormigón a tracción

$$f_{ct, k} = 0,70 \cdot f_{ct, m} = \boxed{1,80} \text{ N/mm}^2$$

resistencia de cálculo del hormigón a tracción

$$f_{ct, d} = \frac{f_{ct, k}}{\gamma_c} = \boxed{1,20} \text{ N/mm}^2$$

momento de fisuración de la sección

$$M_{fis} = f_{ct, d} \cdot \frac{I_x}{y} = \boxed{14,96} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{fis} \leq M_d$$

$$V_{u2} = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} * z * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{\frac{1}{2}} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_w * d = \quad 96,35 \quad \text{KN}$$

$$V_{u2} = \left(\frac{0,075}{\gamma_c} * v^{\frac{2}{3}} * (f_{cv})^{\frac{1}{2}} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_w * d = \quad 72,62 \quad \text{KN}$$

$$MAX V_{u2} = \quad 96,35 \quad \text{KN}$$

piezas con armadura de cortante

$$z = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right) = \quad 1,6667$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{(b_w * d)} \leq 0,02 = \quad 0,01818$$

$$\beta = \left(\frac{2 \cot \theta_t - 2}{2 \cot \theta_t - 2} \right) = \quad 1,00 \quad \cot \theta_t \leq \cot \theta \leq 2$$

Contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante

$$V_{cu} = \left(\frac{0,15}{\gamma_c} * z * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{\frac{1}{2}} + 0,15 * \alpha_1 * \sigma'_{cd} \right) * \beta * b_w * d = \quad 80,29 \quad \text{KN}$$

area de la armadura transversal

braso mecanico

$$z = 0,9 * d = \quad 0,41 \quad \text{m}$$

ECUACIONES

$$V_{rd} \leq V_{u2} \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$V_{u2} \leq V_{cu} + V_{su} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$V_{su} = z * s_{ena_t} * (\cot \alpha_t + \cot \theta_t) * \sum A_a * f_{ya,d} \dots(3)$$

reemplazar (1) (2) en (3)

$$A_a = \frac{V_{rd} - V_{cu}}{z * s_{ena_t} * (\cot \alpha_t + \cot \theta_t) * f_{ya,d}} = \quad 25,91 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

Contribución de la armadura transversal de alma a la resistencia a esfuerzo cortante

$$V_{su} = z * s_{ena_t} * (\cot \alpha_t + \cot \theta_t) * \sum A_a * f_{ya,d} = \quad 456,20 \quad \text{KN}$$

$$V_{u2} = V_{cu} + V_{su} = \quad 536,50 \quad \text{KN}$$

RESUMEN

Agotamiento por compresión oblicua del alma:

$$V_{u1} = \quad 675,00 \quad \text{KN}$$

No cumple, requiere aumentar la sección

Agotamiento por tracción del alma:

M_{fis}	14,96	KN*m
$V_{u,2,mec}$	536,50	KN
V_{cu}	80,29	KN
$V_{su,mec}$	456,20	KN

RESULTADOS: DIMENSIONADO DE LA ARMADURA

$$S(t, \text{cerco}) \leq 0,30 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha_s) \leq 300 \text{ mm} =$$

13,50 cm

$$\frac{2}{3} V_{u1} \leq V_{rd}$$

Valores estrictos de norma:

$s_{t, \text{cerco}}$	13,50	cm
$A_{a, \text{mec}}$	25,91	cm ² /m
$A_{a, \text{geom}}$	0,03	cm ² /m

3.2.1.2 Comprobación a esfuerzo cortante (resolución de ejemplo)

RESOLUCION DE COMPROBACION DEL DIMENSIONADO A ESFUERZO CORTANTE

DATOS

Dimensiones de la sección

h	$0,40 \text{ m}$	canto
b_w	$0,40 \text{ m}$	anchura neta mínima del elemento
e_{inf}	$0,05 \text{ m}$	recubrimiento mecánico de la armadura inferior
e_{sup}	$0,05 \text{ m}$	recubrimiento mecánico de la armadura superior
d	$0,35 \text{ m}$	canto útil

Características de los materiales

f_{yk}	$500,00 \text{ N/mm}^2$	límite elástico característico del acero
f_{tkk}	$500,00 \text{ N/mm}^2$	límite elástico característico de armadura transversal
f_{yk}	$25,00 \text{ N/mm}^2$	Coefficiente parcial de seguridad del acero.
f_{cd}	$25,00 \text{ N/mm}^2$	resistencia efectiva de hormigón a cortante
γ_s	1,15	Coefficiente parcial de seguridad del acero.
γ_c	1,5	Coefficiente parcial de seguridad del hormigón.

Disposición de las armaduras

$\#b_s$	3	ud.
ϕ_s	40	mm
A_s	37,70	cm ²
$\#b_s$	5	ud.
ϕ_s	25	mm
A_s	24,54	cm ²
θ_1	45	°
α_1	90	°
θ_0	45	
$S_{s,perros}$	10	cm
$\#ARMAS$	4	ud

Esfuerzos de cálculo

V_d	500	kN
N_d	50	kN
M_d	100	m·kN

CÁLCULOS

Resistencia de cálculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo del hormigón

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo de la armadura transversal

$$f_{y\alpha, d} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78 \text{ N/mm}^2$$

AGOTAMIENTO POR COMPRESION OBLICUA DEL ALMA

$$\sigma'_{cd} = \frac{Nd - A_s \cdot f_{yd}}{b_w \cdot h} = 9,93 \text{ N/mm}^2$$

coeficiente que depende de esfuerzo axial

$$K = \text{para estructuras sin pretensado o sin esfuerzo axial de compresion}$$

$$K = 1 + \frac{\sigma'_{cd}}{f_{cd}} = \text{para } 0 < \sigma'_{cd} \leq 0,25 f_{cd}$$

$$K = \text{para } 0,25 f_{cd} < \sigma'_{cd} \leq 0,50 f_{cd}$$

$$K = 2,5 \left(1 - \frac{\sigma'_{cd}}{f_{cd}}\right) = 1,01023 \text{ para } 0,50 f_{cd} < \sigma'_{cd} \leq f_{cd}$$

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$V_{u1} = 0,6 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d + K \left(\frac{\cot \theta \beta + \cot \theta \alpha}{1 + \cot^2 \theta} \right) = 707,16 \text{ KN}$$

$$V_{u1} \leq V_{rd}$$

$$V_{u1} > V_{rd} \quad \text{OK La seccion cumple}$$

AGOTAMIENTO POR TRACCION DEL ALMA

momento de inercia de seccion transversal **distancia del eje neutro hasta la fibra mas traccionada**

$$I_z = \frac{b_w \cdot h^3}{12} = 0,002 \text{ m}^4 \quad y = \frac{h}{2} = 0,20 \text{ m}$$

resistencia media del hormigon a traccion

$$f_{ct,m} = 0,30 \cdot f_{ck}^2 = 2,56 \text{ N/mm}^2 \quad \text{para } f_{ck} \leq 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{ct,m} = 0,58 \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = \quad \text{para } f_{ck} > 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

resistencia caracteristica del hormigon a traccion

$$f_{ct,k} = 0,70 \cdot f_{ct,m} = 1,80 \text{ N/mm}^2$$

resistencia de calculo del hormigon a traccion

$$f_{ct,d} = \frac{f_{ct,k}}{\gamma_c} = 1,20 \text{ N/mm}^2$$

momento de fisuracion de la seccion

$$M_{fis} = f_{ct,d} \cdot \frac{I_z}{y} = 12,77 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$\text{si } M_{fis} \geq M_d$$

$\alpha_1 = 1$ anclados por adherencia

$$S = \frac{b_w * h^2}{8} = 0,01 \text{ m}^3$$

Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva)

$$\sigma'_{cd} = \frac{Nd}{b_w * h} = 0,31 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma'_{cd} \leq 0,30 * f_{cd} \approx 12$$

$$V_{u2} = \frac{I_s + b_w}{S} \sqrt{f_{ct,d}^2 + \alpha_1 * \sigma'_{cd} + f_{ct,d}}$$

$$V_{u2} \leq V_{rd}$$

$$\text{si } M_{fis} \leq M_d$$

$$V_{u2} = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} + \varepsilon + (100 + \rho_1 * f_{cv})^{\frac{1}{3}} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_w * d = 110,57 \text{ KN}$$

$$V_{u2} = \left(\frac{0,075}{\gamma_c} + \varepsilon^{\frac{3}{2}} + (f_{cv})^{\frac{1}{2}} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_w * d = 57,50 \text{ KN} \quad \wedge$$

$$\mathbf{MAX} V_{u2} = 110,57 \text{ KN}$$

piezas con armadura de e cortante

$$\varepsilon = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right) = 1,75593 \quad \rho_1 = \left(\frac{A_s}{b_w * d} \right) \leq 0,02 = 0,01753$$

$$\beta = \left(\frac{2 \cot \theta_t - 1}{2 \cot \theta_e - 1} \right) = 0,5 \leq \cot \theta < \cot \theta_t$$

$$\beta = \left(\frac{2 \cot \theta_t - 2}{2 \cot \theta_e - 2} \right) = 1 \quad \cot \theta_t \leq \cot \theta \leq 2$$

Contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante

$$V_{cu} = \left(\frac{0,15}{\gamma_c} + \varepsilon + (100 + \rho_1 * f_{cv})^{\frac{1}{3}} + 0,15 * \alpha_1 * \sigma'_{cd} \right) * \beta * b_w * d = 93,24 \text{ KN}$$

area de la armadura transversal

braso mecanico

$$z = 0,9 * d = 0,32 \text{ m}$$

ECUACIONES

$$V_{rd} \leq V_{u2} \dots\dots\dots(1)$$

$$V_{u2} \leq V_{cu} + V_{su} \dots\dots\dots(2)$$

$$V_{su} = z * \text{sen} \alpha_t * (\text{cotg} \alpha_t + \text{cotg} \theta_t) * \sum A_a * f_{y\alpha,d} \dots (3)$$

reemplazar (1) (2) en (3)

$$A_a = \frac{V_{rd} - V_{cu}}{z * \text{sen} \alpha_t * (\text{cotg} \alpha_t + \text{cotg} \theta_t) * f_{y\alpha,d}} = 32,28 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Contribución de la armadura transversal de alma a la resistencia a esfuerzo cortante

$$V_{su} = z * \text{sen} \alpha_t * (\text{cotg} \alpha_t + \text{cotg} \theta_t) * \sum A_a * f_{y\alpha,d} = 0,00 \text{ KN}$$

$$V_{u2} = V_{cu} + V_{su} = 93,24 \text{ KN}$$

RESUMEN

Agotamiento por compresión oblicua del alma:

V_{u1} 707,16 KN
No cumple, requiere aumentar la sección

Agotamiento por tracción del alma:

M_{fu} 12,77 KN*m
 $V_{u2,max}$ 110,57 KN
 V_{cu} 93,24 KN
 $V_{su,max}$ 0,00 KN

RESULTADOS: DIMENSIONADO DE LA ARMADURA

$$s_{L,cercos} \leq 0,75 * d + (1 + \text{cotg} \alpha_t) \leq 600 \text{ mm} = V_{rd} \leq \frac{1}{5} V_{u1}$$

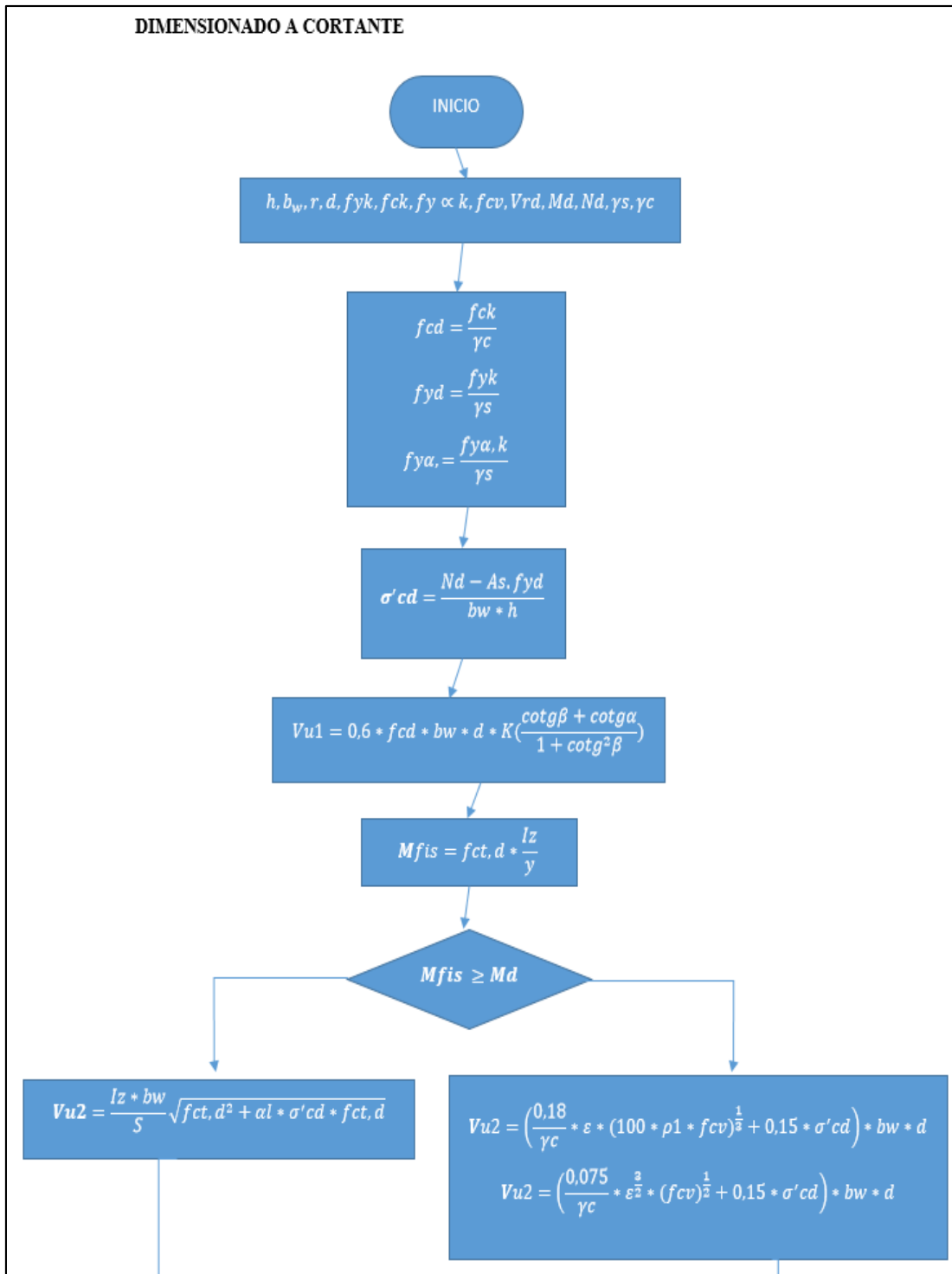
$$s_{L,cercos} \leq 0,60 * d + (1 + \text{cotg} \alpha_t) \leq 450 \text{ mm} = \frac{1}{5} V_{u1} \leq V_{rd} \leq \frac{2}{3} V_{u1}$$

$$s_{L,cercos} \leq 0,30 * d + (1 + \text{cotg} \alpha_t) \leq 300 \text{ mm} = 10,50 \text{ cm} \quad \frac{2}{3} V_{u1} \leq V_{rd}$$

Valores estrictos de norma:

$s_{L,cercos}$ 10,50 cm cm
 $A_{L,max}$ 32,28 cm²/m cm²/m
 $A_{L,min}$ 0,03 cm²/m cm²/m

3.2.1.3 Comprobación a esfuerzo cortante (diagrama de flujo)



$$V_{cu} = \left(\frac{0,15}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{\frac{1}{3}} + 0,15 * \alpha_1 * \sigma'_{cd} \right) * \beta * b_w * d$$

$$V_{su} = z * \text{sen} \alpha_t * (\text{cotg} \alpha_t + \text{cotg} \theta_t) * \sum A\alpha * f_{y\alpha, d}$$

$$A\alpha = \frac{V_{rd} - V_{cu}}{z * \text{sen} \alpha_t * (\text{cotg} \alpha_t + \text{cotg} \theta_t) * f_{y\alpha, d}}$$

$$S_{t, \text{cercos}} \leq 0,75 * d * (1 + \text{cotg} \alpha_t) \leq 600 \text{mm}$$

$$S_{t, \text{cercos}} \leq 0,60 * d * (1 + \text{cotg} \alpha_t) \leq 450 \text{mm}$$

$$S_{t, \text{cercos}} \leq 0,30 * d * (1 + \text{cotg} \alpha_t) \leq 300 \text{mm}$$

FIN

3.2.2 Comprobación a torsión sección rectangular.

Para el ejemplo de comprobación de la viga sometida a torsión se realiza con los siguientes parámetros; esfuerzo axial que actúa en el centro de gravedad de la sección, el momento flector y momento torsor que actúa en la sección de la viga y el con las características del hormigón y el acero, dimensión de la sección.

3.2.2.1 Comprobación a torsión sección rectangular (ejemplo para imprimir del ejecutable)

El reporte del procedimiento del ejemplo, el programa te entrega en formato PDF, en la siguiente página se presenta en formato PNG. Por mejor presentación del documento.

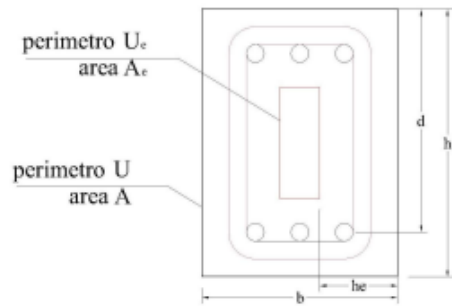
COMPROBACIÓN A TORSIÓN - SECCIONES RECTANGULARES

DATOS

Para visualizar la descripción de la variable dar clic con el mouse sobre la misma.

Dimensiones de la sección

h	0,50	m
b	0,30	m
d ₁	0,05	m
d ₂	0,05	m
d	0,45	m

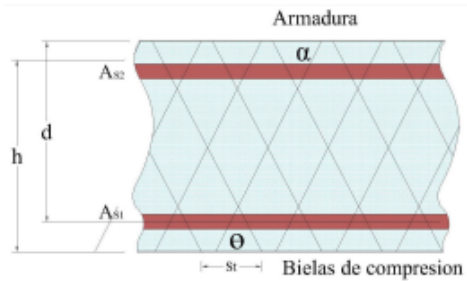


Disposición de las armaduras

#b _{s,L}	4	ud.
∅ _{s,L}	20	mm
A _{sL}	12,57	cm ²
∅ _{st}	8	mm
S _t	6	cm ²
A _t	0,50	cm ²
θ _t	45	°
α _t	90	°

Características de los materiales

f _{yk}	500	N/mm ²
f _{ck}	25	N/mm ²
γ _s	1,15	
γ _c	1,50	



Esfuerzos de cálculo

N _d	0	kN
T _d	45	kN*m
V _{rd}	3	kN

CÁLCULOS

Resistencia de cálculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{lcd} = 0,60 f_{cd} = 10,00 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo del hormigón

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

para $f_{ck} \leq 60 \text{ N/mm}^2$

Características relativas a la sección:

$$h_c = 2 * r_{nf} = 0,10 \text{ m}$$

$$h_c = \frac{b * h}{2 * h + 2 * b} = 0,09 \text{ m}$$

$$A_c = (b - h_c) * (h - h_c) = 0,08 \text{ m}^2$$

$$U_c = (b - h_c) * 2 + 2 * (h - h_c) = 1,20 \text{ m}$$

$$a = (b - h_c) = 0,20$$

$$a = (b - h_c) = 0,40$$

MAXIMO h_c

MAXIMO a

Obtención de Tu1

$$\sigma'_{cd} = \frac{Nd - A_s * f_{yd}}{b_w * h} = \text{no hay carga axial}$$

coeficiente que depende de esfuerzo axial

$$K = 1 \text{ para estructuras sin pretensado o sin esfuerzo axial de compresión}$$

coeficiente adicional

$$\alpha = 0,6 \text{ si hay estribos únicamente a lo largo del perímetro exterior de la pieza}$$

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$T_{D1} = 2 * k * \alpha * f_{lcd} * A_c * h_c * \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} = 48,00 \text{ kN*m} \text{ cumple}$$

Disposición de la Armadura

$$S(t, \max) \leq 0,30 * a * (1 + \cot \alpha_c) \leq 300 \text{ mm} = 6,00 \text{ cm} \quad \frac{2}{3} T_{D1} \leq T_D$$

Obtención de Tu2

$$T_{D2} = \cot \theta * f_{yt} * d \frac{2 * A_s * A_t}{S_t} = 53,62 \text{ kN*m} \text{ cumple}$$

Obtención de Tu3

$$T_{U3} = t g \beta + f y t, d + A_c \frac{2 * A_c}{u_c} = 67,04 \text{ kN*m} \quad \text{cumple}$$

Torsor Maximo

$$T_{Umax} = 48,00 \text{ kN*m} \quad \text{si } St \leq St, max \quad \text{minimo esfuerzo torsor}$$

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$V_{u1} = f t e d + b w + d + K \left(\frac{\cot g \beta + \cot g \alpha}{1 + \cot g^2 \beta} \right) = 675,00 \text{ kN}$$

cortante maximo que pueda resistir

$$\beta = 2 * \left(1 - \frac{h_c}{b} \right) = 1,33$$

$$V_{rdmax} \leq V_{U1} * \left(1 - \left(\frac{T_d}{T_{u1}} \right)^2 \right)^{1/3} = 103,86 \quad \text{cumple}$$

Interpretacion de resultados

3.2.2.2 Dimensionamiento a torsión sección rectangular. (resolución de ejemplo)

RESOLUCION DE COMPROBACION DEL DIMENSIONADO A ESFUERZO A TORSION

DATOS

Dimensiones de la sección

h	$0,50\text{ m}$	canto
b	$0,30\text{ m}$	base
r_{inf}	$0,05\text{ m}$	recubrimiento mecanico de la armadura inferior
r_{sup}	$0,05\text{ m}$	recubrimiento mecanico de la armadura superior
d	$0,45\text{ m}$	canto util

Disposición de las armaduras

$\#b_{s,l}$	4 ud
$\phi_{s,l}$	20 mm
$A_{s,l}$	$12,57\text{ cm}^2$
ϕ_{se}	8 mm
S_y	$6,00\text{ cm}$
A_s	$0,50\text{ cm}^2$
θ_s	$45,00^\circ$
α_s	$90,00^\circ$

Características de los materiales

f_{yk}	$500,00\text{ N/mm}^2$	limite elastico caracteristico del acero
f_{ck}	$25,00\text{ N/mm}^2$	limite elastico caracteristico del hormigon
γ_s	$1,15$	Coefficiente parcial de seguridad del acero
γ_c	$1,50$	Coefficiente parcial de seguridad del hormigon.
		factor de cansancio

esfuerzos de calculo

N_d	$0,00\text{ KN}$	esfuerzo axial de calculo
T_d	$45,00\text{ KN}\cdot\text{m}$	momento torsor de calculo de seccion
V_{rd}	$3,00\text{ KN}$	esfuerzo cortante de calculo efectivo

CALCULOS

Resistencia de calculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78\text{ N/mm}^2$$

Resistencia de calculo del hormigon

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 16,67\text{ N/mm}^2$$

$$f_{lcd} = 0,60f_{cd} = 10,00\text{ N/mm}^2 \quad \text{para } f_{ck} \leq 60\text{ N/mm}^2$$

$$f_{lcd} = \left(0,90 - \frac{f_{ck}}{200}\right) * f_{cd} \geq 0,50f_{cd} = \quad \text{para } f_{ck} > 60\text{ N/mm}^2$$

Características relativas a la sección:

$$h_e = 2 * r_{inf} = 0,10\text{ m}$$

$$h_e = \frac{b * h}{2 * h + 2 * b} = 0,09\text{ m}$$

$$A_e = (b - h_e) * (h - h_e) = 0,08\text{ m}^2$$

$$U_e = (b - h_e) * 2 + 2 * (h - h_e) = 1,20\text{ m}$$

MAXIMO h_e

$$\begin{array}{l}
 a = (b - h_e) = 0,20 \\
 a = (b - h_e) = 0,40
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} a = (b - h_e) = 0,20 \\ a = (b - h_e) = 0,40 \end{array}} \right\} \text{MÍNIMO } a$$

Obtención de Tu1

$$\sigma'_{cd} = \frac{Nd - A_s \cdot f_{yd}}{b_w \cdot h} = \text{no hay carga axial}$$

coeficiente que depende de esfuerzo axial

$$K = 1 \quad \text{para estructuras sin pretensado o sin esfuerzo axial de compresión}$$

$$K = 1 + \frac{\sigma'_{cd}}{f_{cd}} = \text{para } 0 < \sigma'_{cd} \leq 0,25 f_{cd}$$

$$K = \text{para } 0,25 f_{cd} < \sigma'_{cd} \leq 0,50 f_{cd}$$

$$K = 2,5 \left(1 - \frac{\sigma'_{cd}}{f_{cd}}\right) = \text{para } 0,50 f_{cd} < \sigma'_{cd} \leq f_{cd}$$

coeficiente adicional

$$\alpha = 0,6 \quad \text{si hay estribos únicamente a lo largo del perímetro exterior de la pieza}$$

$$T_{U1} = 2 \cdot k \cdot \alpha \cdot f_{lcd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} = 48,00 \text{ KN}\cdot\text{m} \quad \text{Cumple}$$

Disposición de la Armadura

$$S_{l,max} \leq 0,75 \cdot a \cdot (1 + \cot \alpha_t) \leq 600 \text{ mm} = 15,00 \text{ cm} \quad T_d \leq \frac{1}{5} T_{U1}$$

$$S_{l,max} \leq 0,60 \cdot a \cdot (1 + \cot \alpha_t) \leq 450 \text{ mm} = \frac{1}{5} T_{U1} \leq T_d \leq \frac{2}{3} T_{U1}$$

$$S_{l,max} \leq 0,30 \cdot a \cdot (1 + \cot \alpha_t) \leq 300 \text{ mm} = \frac{2}{3} T_{U1} \leq T_d$$

Obtención de Tu2

$$T_{U2} = \cot \theta \cdot f_{yt} \cdot d^2 \cdot \frac{A_e \cdot A_t}{S_t} = 53,62 \text{ KN}\cdot\text{m} \quad \text{Cumple}$$

Obtención de Tu3

$$T_{U3} = tg\theta * fyt * d * A_t \frac{2 * A_e}{u_e} = 67,02 \text{ KN*m} \quad \text{Cumple}$$

Torsor Maximo

$$\text{si } St \leq St, \text{max}$$

$$T_{Umax} = 48,00 \text{ KN*m} \quad \text{mínimo esfuerzo torsor}$$

$$\text{si } St > St, \text{max}$$

$$T_{Umax} = \text{menor de } (T_{u3}; T_{u1} * 2,3)$$

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$Vu1 = fld * bw * d * K \left(\frac{\cotg\beta + \cotg\alpha}{1 + \cotg^2\beta} \right) = 675,00 \text{ KN}$$

cortante máximo que pueda resistir

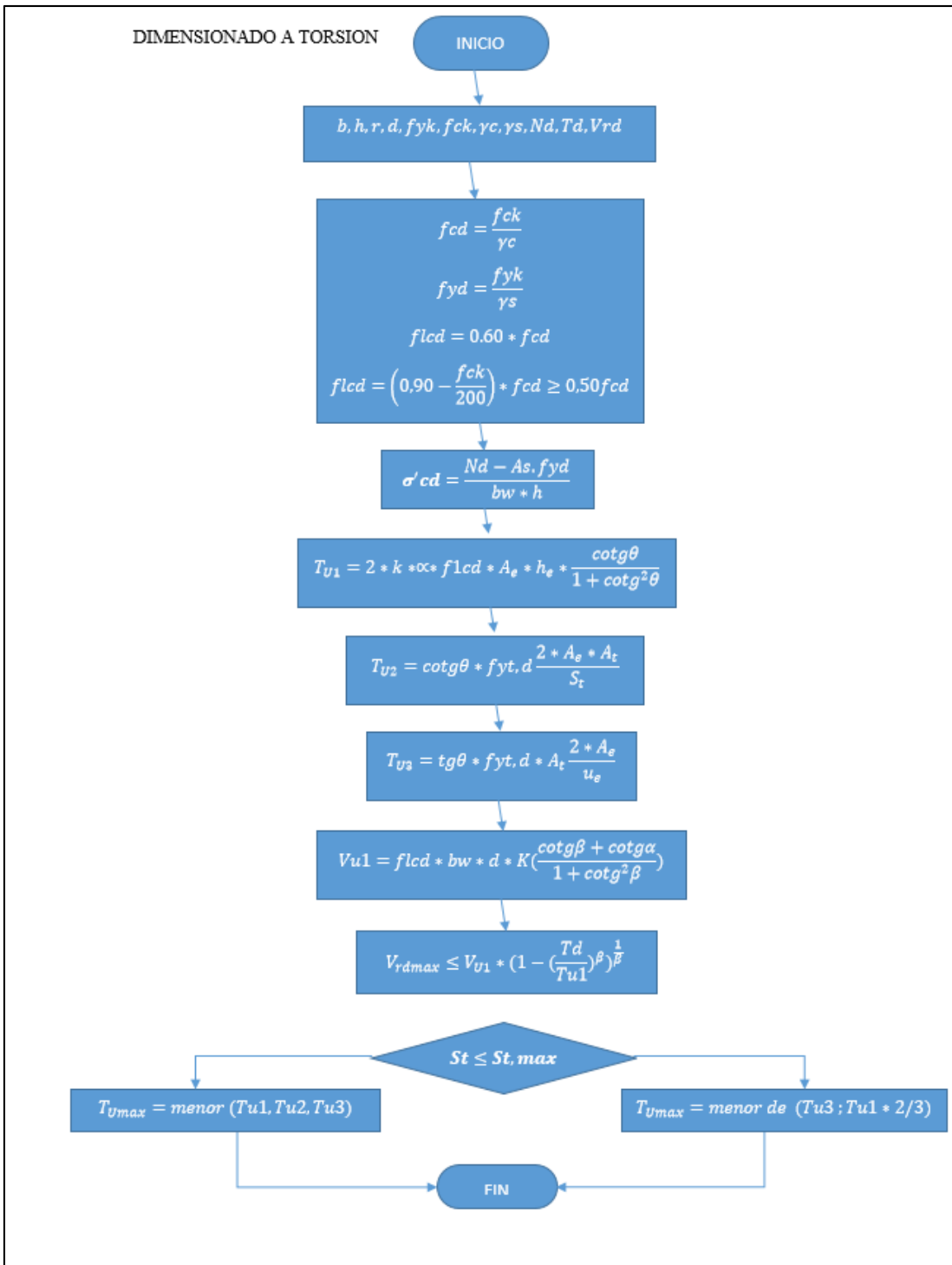
$$\beta = 2 * \left(1 - \frac{h_c}{b} \right) = 1,33$$

$$V_{rdmax} \leq Vu1 * \left(1 - \left(\frac{T_d}{T_{u1}} \right)^\beta \right)^{\frac{1}{\beta}} = 675,00 \text{ KN} \quad \text{Cumple}$$

Interpretacion de resultados

inter

3.2.2.3 Dimensionamiento a torsión sección rectangular. (diagrama de flujo)



3.3 Soporte de hormigón armado

Como se vio con todo detalle en el punto 2.5, utilizando la teoría, métodos se realiza un ejemplo con la aplicación del programa de diseño de H^oA^o, ejemplo resuelto manual taipiado y diagramas de flujo de cada ejemplo.

El procedimiento de cada ejemplo esta presentado en formato de archivos gráficos (PNG) con un resalto de marco para mejor la presentación y estética del documento.

3.3.1 Columna -pandeo (ejemplo para imprimir del ejecutable)

Para el ejemplo de comprobación de estabilidad de la columna se realiza con los siguientes parámetros; el momento flector en las dos direcciones y con las características del hormigón y el acero, dimensión de la sección de la columna que se está calculando y las vigas y columnas que se encuentran en el esquema de cálculo.

El reporte del procedimiento del ejemplo, el programa te entrega en formato PDF, en la siguiente página se presenta en formato PNG. Por mejor presentación del documento.

SOPORTE DE HORMIGON ARMADO- PANDEO

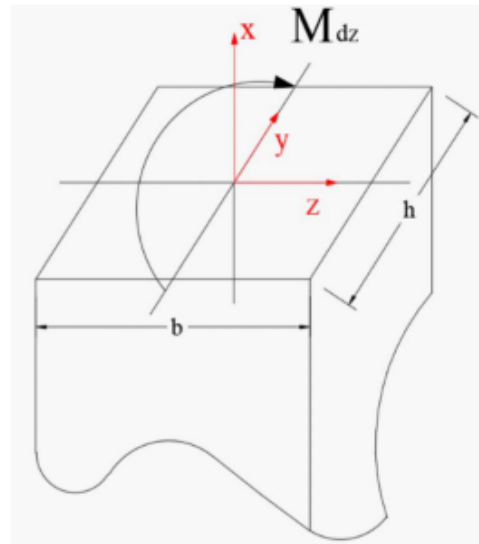
DATOS

Características de los materiales

f_{yk}	<input type="text" value="400,00"/>	N/mm ²
f_{ck}	<input type="text" value="25,00"/>	N/mm ²
γ_s	<input type="text" value="1,15"/>	
γ_c	<input type="text" value="1,50"/>	

Esfuerzos de cálculo

M_{dz}^A	<input type="text" value="108,40"/>	KN*m
M_{dy}^A	<input type="text" value="0,00"/>	KN*m
M_{dz}^B	<input type="text" value="164,90"/>	KN*m
M_{dy}^B	<input type="text" value="0,00"/>	KN*m
N_d	<input type="text" value="1000,00"/>	kN



Pilar A-B

b_{AB}	<input type="text" value="0,30"/>	m
h_{AB}	<input type="text" value="0,50"/>	m
L_{AB}	<input type="text" value="10,00"/>	m
d_{AB}	<input type="text" value="0,05"/>	m

Pilar E-A

b_{EA}	<input type="text" value="0,30"/>	m
h_{EA}	<input type="text" value="0,30"/>	m
L_{EA}	<input type="text" value="5,00"/>	m

Viga D-A

b_{DA}	<input type="text" value="0,30"/>	m
h_{DA}	<input type="text" value="0,50"/>	m
L_{DA}	<input type="text" value="5,00"/>	m

Viga A-F

b_{AF}	<input type="text" value="0,30"/>	m
h_{AF}	<input type="text" value="0,50"/>	m
L_{AF}	<input type="text" value="5,00"/>	m

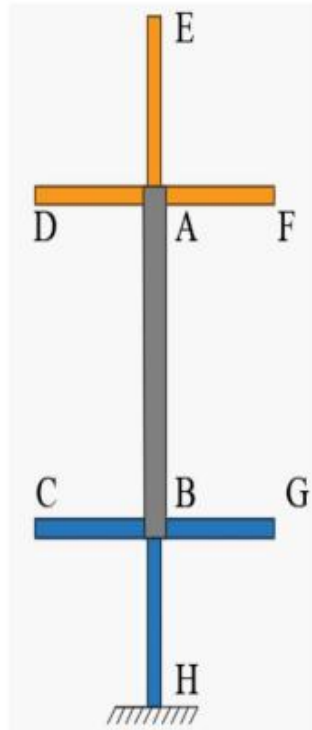
Viga C-B

b_{CB}	<input type="text" value="0,30"/>	m
----------	-----------------------------------	---

Viga B-G

b_{BG}	<input type="text" value="0,30"/>	m
----------	-----------------------------------	---

h_{CB}	0,50	m
L_{CB}	5,00	m



h_{EG}	0,50	m
L_{EG}	5,00	m

Pilar B-H

d_{BH}	0,30	m
h_{BH}	0,30	m
L_{BH}	5,00	m

modulo de deformacion longitudinal del hormigon

$$E = 9500 * \sqrt[3]{f_{ck}+8} = 30471,58 \text{ N/mm}^2$$

Calculos de inercia

Pilar A-B

$$I_{AB,s} = \frac{b_{AB} * h_{AB}^3}{12} = 312500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 952236754,22$$

Viga D-A

$$I_{DA,s} = \frac{b_{DA} * h_{DA}^3}{12} = 312500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 1904473508,44$$

Viga A-F

$$I_{AF,s} = \frac{b_{AF} * h_{AF}^3}{12} = 312500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 1904473508,44$$

Pilar E-A

$$I_{EA,s} = \frac{b_{EA} * h_{EA}^3}{12} = 67500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 411366277,82$$

Viga C-B

$$I_{CB,s} = \frac{b_{CB} * h_{CB}^3}{12} = 312500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 1904473508,44$$

Viga B-G

$$I_{BG,s} = \frac{b_{BG} * h_{BG}^3}{12} = 312500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 1904473508,44$$

Pilar B-H

$$I_{BH,s} = \frac{b_{BH} * h_{BH}^3}{12} = 67500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 411366277,82$$

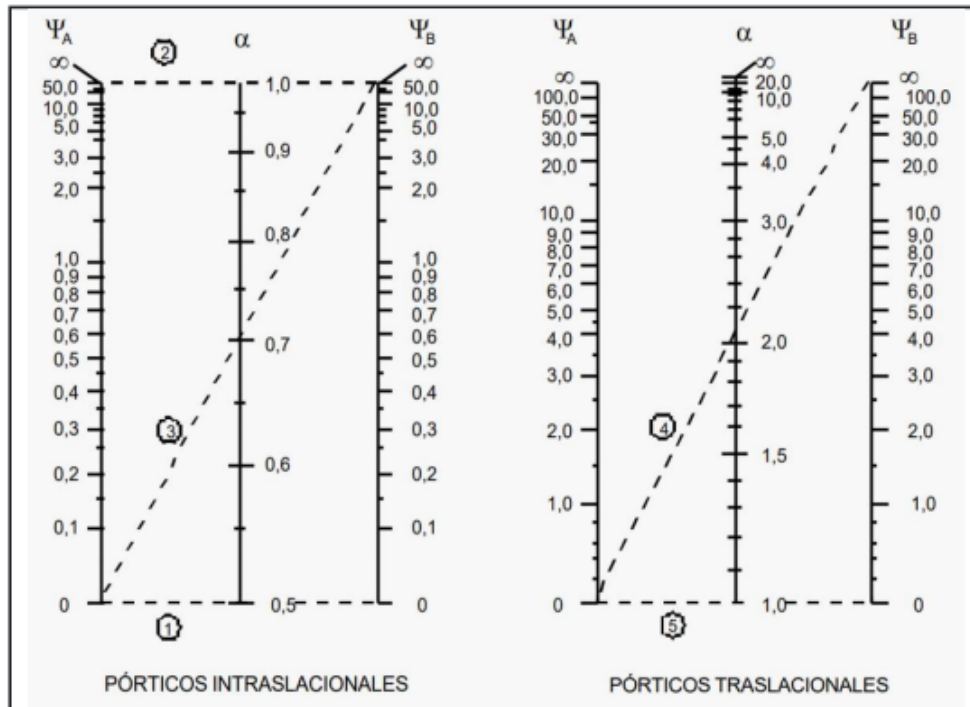
CÁLCULOS

$$\psi_A = \frac{\sum \frac{EI}{L} \text{ todos los pilares que concurren en A}}{\sum \frac{EI}{L} \text{ todas las vigas que concurren en A}} = 0,358$$

$$\psi_B = \frac{\sum \frac{EI}{L} \text{ todos los pilares que concurren en B}}{\sum \frac{EI}{L} \text{ todas las vigas que concurren en B}} = 0,358$$

coeficiente α de pandeo de la tabla en funcion de ψ_A y ψ_B

portico intraslacionales o porticos traslacionales



coeficiente de pandeo

PÓRTICO TRASLACIONAL

α dato a utilizar

longitud de pandeo

$l_0 = l * \alpha =$ m

excentricidad

$e_1 = \frac{M_{dsd}}{N_d} =$ m

$e_2 = \frac{M_{dsB}}{N_d} =$ m

$e_o = 0,6 * e_2 + 0,4 * e_1 =$ m

$e_o \geq 0,4 * e_2 =$ m

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} =$ N/mm²

$e_o = e_2 =$ m

$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} =$ N/mm²

$e_o = (3 + \frac{f_{yd}}{3500}) * \frac{h + 20e_o}{h + 10e_o} + \frac{l_0^2}{i} 10^{-4} =$ m

$e_{tot} = e_o + e_o =$ m

$M_{ds} = e_{tot} * N_d =$ KN*m

esbelteces

C coeficiente que depende de la disposición de la armadura

C=0,24 para armadura simétrica en las dos caras opuestas respecto al plano de flexión considerado

C= 0,2 para armadura igual en las cuatro caras

C=0,16 para armadura simétrica en las caras laterales respecto al plano de flexión considerado

Axil reducido

$$C = 0,20$$

$$v = \frac{N_d}{A \cdot f_{cd}} = 0,40$$

$$\lambda_{lim} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{\frac{e_1}{x}} + 3,4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} = 51,38$$

$$\lambda_{rel} = \frac{a + l}{\sqrt{\frac{I}{x}}} = 78,98$$

$\lambda_{rel} > \lambda_{lim}$ El soporte pandea

3.3.2 Columna-pandeo (resolución de ejemplo)

SOPORTE DE HORMIGON ARMADO- PANDEO

DATOS

Características de los materiales

f_{yk}	400,00 N/mm ²	limite elastico caracteristico del acero
f_{tk}	25,00 N/mm ²	limite elastico caracteristico del hormigon
γ_s	1,15	Coefficiente parcial de seguridad del acero.
γ_c	1,5	Coefficiente parcial de seguridad del hormigon.

Esfuerzos de cálculo

M_{dk}^A	108,40 KN*m	momento flector de calculo direccion z en A
M_{dk}^B	0,00 KN*m	momento flector de calculo direccion y en A
M_{dk}^B	164,90 KN*m	momento flector de calculo direccion z en B
M_{dk}^B	0,00 KN*m	momento flector de calculo direccion y en B
N_d	1000,00 KN	esfuerzo axil de calculo

Pilar A-B	
0	0,30 m
h_{AB}	0,50 m
L_{AB}	10,00 m
d_{AB}'	0,05 m

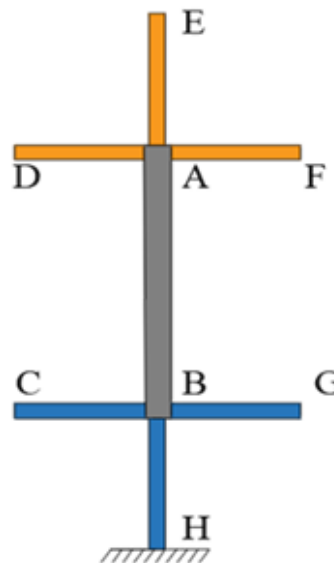
Pilar E-A	
b_{EA}	0,30 m
h_{EA}	0,30 m
L_{EA}	5,00 m

Viga D-A	
b_{DA}	0,30 m
h_{DA}	0,50 m
L_{DA}	5,00 m

Viga A-F	
b_{AF}	0,30 m
h_{AF}	0,50 m
L_{AF}	5,00 m

Viga C-B	
b_{CB}	0,30 m
h_{CB}	0,50 m
L_{CB}	5,00 m

Viga B-G	
b_{BG}	0,30 m
h_{BG}	0,50 m
L_{BG}	5,00 m



Pilar B-H	
b_{BH}	0,30 m
h_{BH}	0,30 m
L_{BH}	5,00 m

modulo de deformacion longitudinal del hormigon

$$E = 9500 * \sqrt[3]{f_{ck} + 8} = 30471,58 \text{ N/mm}^2$$

Calculos de inercia

Pilar A-B

$$I_{AB,z} = \frac{b_{AB} * h_{AB}^3}{12} = 312500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 932236754,2$$

Viga D-A

$$I_{DA,z} = \frac{b_{DA} * h_{DA}^3}{12} = 312500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 1904473508$$

Viga A-F

$$I_{AF,z} = \frac{b_{AF} * h_A^3}{12} = 312500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 1904473508$$

Pilar E-A

$$I_{EA,z} = \frac{b_{EA} * h_{EA}^3}{12} = 67500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 411366277,8$$

Viga C-B

$$I_{CB,z} = \frac{b_{CB} * h_{CB}^3}{12} = 312500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 1904473508$$

Viga B-G

$$I_{BG,z} = \frac{b_{BG} * h_{BG}^3}{12} = 312500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 1904473508$$

Pilar B-H

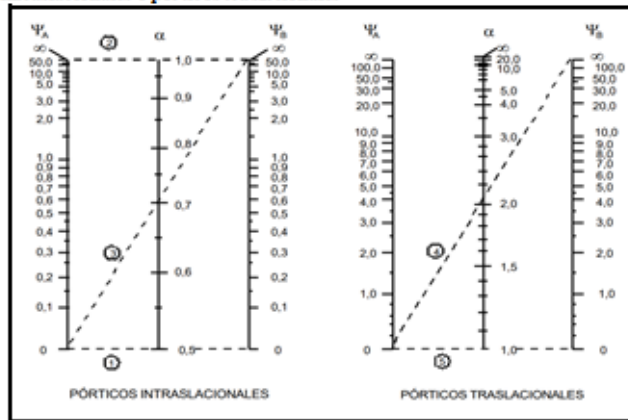
$$I_{BH,z} = \frac{b_{BH} * h_{BH}^3}{12} = 67500,00 \text{ cm}^4 \quad \frac{E * I}{L} = 411366277,8$$

CÁLCULOS

$$\psi_A = \frac{\sum \frac{EI}{L} \text{ todos los pilares que concurren en A}}{\sum \frac{EI}{L} \text{ todas las vigas que concurren en A}} = 0,358$$

$$\psi_B = \frac{\sum \frac{EI}{L} \text{ todos los pilares que concurren en B}}{\sum \frac{EI}{L} \text{ todas las vigas que concurren en B}} = 0,358$$

coeficiente α de pandeo de la tabla en función de Ψ_A y Ψ_B
 portico intraslacionales o porticos traslacionales



coeficiente de pandeo
 portico intraslacional

α	0,64
α	1,14
α	0,64

longitud de pandeo

$$l_0 = l + \alpha = 6,40 \text{ m}$$

excentricidad

$$e_1 = \frac{M_{dzA}}{N_d} = 0,11 \text{ m} \quad e_2 = \frac{M_{dzB}}{N_d} = 0,16 \text{ m}$$

$$e_o = 0,6 * e_2 + 0,4 * e_1 = 0,14 \text{ m}$$

$$e_o \geq 0,4 * e_2 = 0,07 \text{ m}$$

$$e_o = e_2 = 0,00 \text{ m}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 347,83 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

$$e_a = \left(3 + \frac{f_{yd}}{3500} \right) * \frac{h + 20e_o}{h + 10e_o} * \frac{l_0^2}{i} 10^{-4} = 0,04 \text{ m}$$

$$e_{tot} = e_a + e_o = 0,19 \text{ m}$$

$$M_{dz} = e_{tot} * N_d = 186,48 \text{ KN*m}$$

esbelteces

C coeficiente que depende de la disposición de la armadura

C=0,24 para armadura simétrica en las dos caras opuestas respecto al plano de flexión considerado

C= 0,2 para armadura igual en las cuatro caras

C=0,16 para armadura simétrica en las caras laterales respecto al plano de flexión considerado

Axil reducido

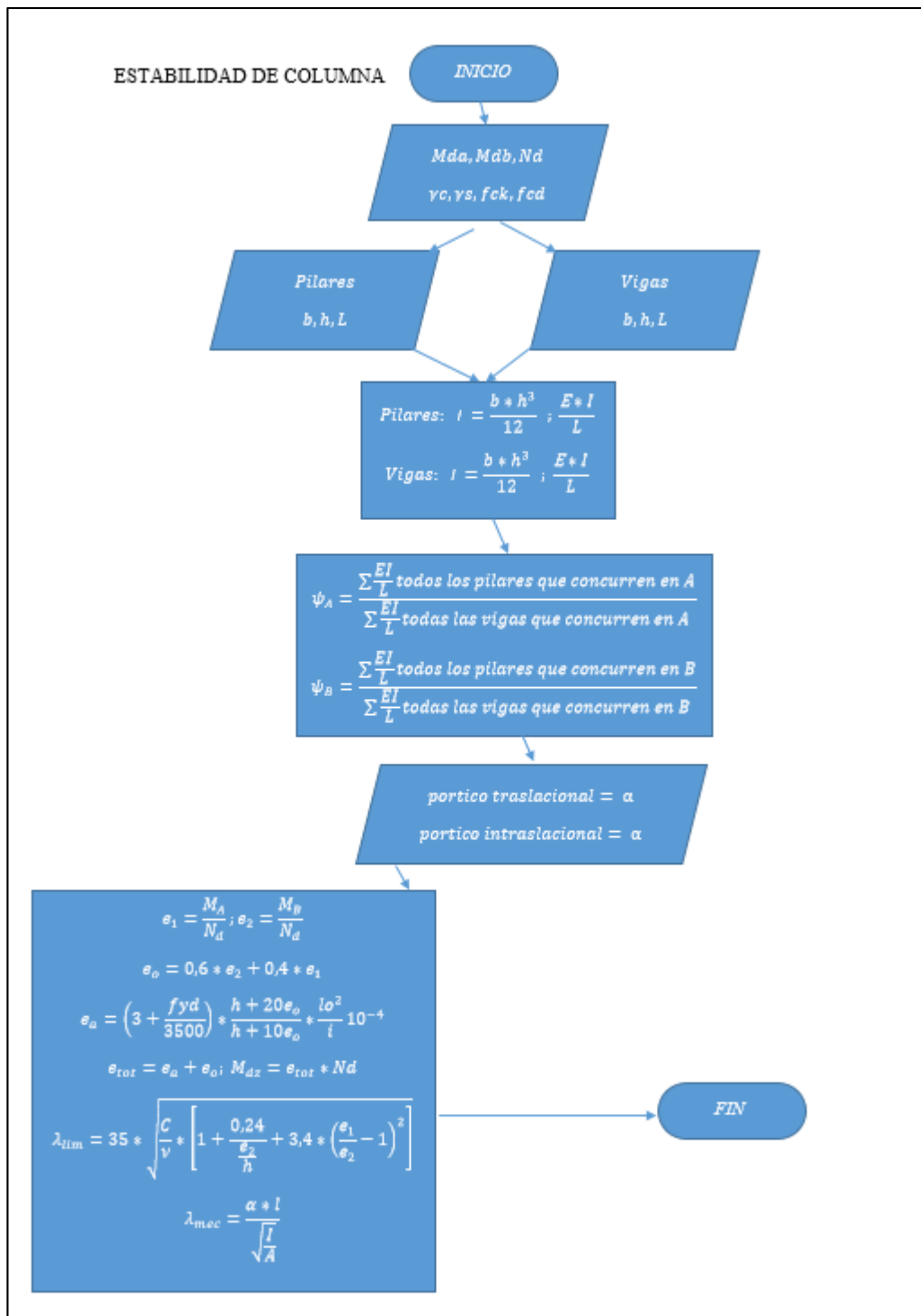
$$C = 0,20 \quad v = \frac{N_d}{A * f_{cd}} = 0,40$$

$$\lambda_{lim} = 35 * \sqrt{\frac{C}{v} * \left[1 + \frac{0,24}{\frac{e_2}{h}} + 3,4 * \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} = 51,38$$

$$\lambda_{mec} = \frac{\alpha * l}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = 44,34$$

$$\lambda_{mec} > \lambda_{lim} \quad \text{No pandea}$$

3.3.3 Columna-pandeo (diagrama de flujo)



3.4 Losas

Como se vio con todo detalle en el punto 2.6, utilizando la teoría, métodos se realiza un ejemplo con la aplicación del programa de diseño de H°A°, ejemplo resuelto manual taipiado y diagramas de flujo de cada ejemplo.

El procedimiento de cada ejemplo esta presentado en formato de archivos gráficos (PNG) con un resalto de marco para mejor la presentación y estética del documento.

3.4.1 Calculo de acero a flexión de losas macizas (ejemplo para imprimir del ejecutable)

Para el ejemplo de cálculo de armadura de losa sometida a flexión simple se realiza con los siguientes parámetros; el momento flector e y con las características del hormigón y el acero, El reporte del procedimiento del ejemplo, el programa te entrega en formato PDF, en la siguiente página se presenta en formato PNG. Por mejor presentación del documento.

ARMADURA DE LOSA MACIZA

DATOS GENERALES

Para visualizar la descripción de la variable dar clic con el mouse sobre la misma.

Dimensiones de la sección

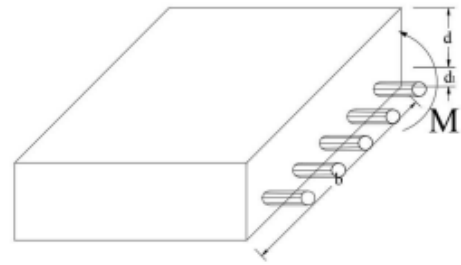
d_2 cm

d_1 cm

b cm

Esfuerzos de calculo

M kN*m



Características de los materiales

f_{yk} kN/cm²

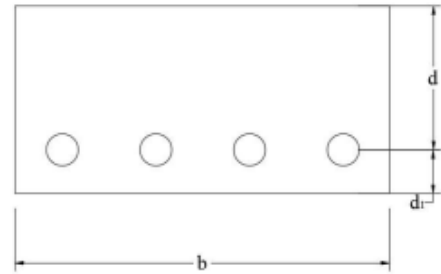
f_{ck} kN/cm²

γ_s

γ_c

γ_r

k



CÁLCULOS

si es que no tienes el canto "h"

calculo de "h"

resistencia de calculo de acero

Resistencia de calculo del hormigon

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = 36,52 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,40 \text{ kN/cm}^2$$

momento mayorado de diseño

$$M_d = \gamma_f * M = 160,00 \text{ kN/cm}^2$$

dimensionamiento de canto util "d"

$$d_{min} = k * \sqrt{\frac{M_d}{b * f_{cd}}} = 21,38 \text{ cm}$$

$$d_{min} = 22,00 \text{ cm}$$

$$h = d_{min} + d_t = 27,00 \text{ cm}$$

Datos estraidos de la tabla 13.5

momento limite y cuantia limite

$$\mu_{lim} = 0,332$$

$$\omega_{lim} = 0,46$$

TABLA 13.5 VALORES LIMITES						
f_y (KN/cm ²)	22	24	40	42	46	50
f_{yd} (KN/cm ²)	19,1	20,9	34,8	36,5	40	43,5
ξ_{lim}	0,793	0,779	0,679	0,668	0,648	0,628
μ_{lim}	0,366	0,362	0,335	0,332	0,326	0,319
ω_{lim}	0,546	0,536	0,467	0,46	0,446	0,432

Datos extraidos de la tabla 10.8
 cuantia geometricas minimas LOSAS

$\omega_{min} =$

TABLA 10.8 CUANTIAS GEOMETRICAS MINIMAS(referidas a la seccion total de hormigon)				
ELEMENTO ESTRUCTURAL	AE-22	AE-42	AE-50	AE-60
SOPORTES:				
Armadura Total	0,008	0,006	0,0050	0,004
con dos armaduras A1 y A2 cada una	0,004	0,003	0,0025	0,002
VIGAS:				
Armadura en Traccion	0,005	0,0033	0,0028	0,0023
LOSAS:				
En cada direccion	0,0020	0,0018	0,0015	0,0014
MUROS:				
Armadura horizontal total	0,0025	0,0020	0,0016	0,0014
Armadura horizontal en una cara	0,0008	0,0007	0,0006	0,0005
Armadura vertical Total	0,0015	0,0012	0,0009	0,0008
Armadura vertical en una cara	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003

Momento reducido

$\mu_d = \frac{M_d}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} =$

$\mu_{lim} > \mu_d$

0,332 > 0,236127509 NO necesita armadura a compresion

**TABLA 13.3
 TABLA UNIVERSAL PARA FLEXION
 SIMPLE O COMPUESTO
 ACEROS DE DUREZA NATURAL**

ξ	μ	ω	$(\omega/f_{cd}) \cdot 10^3$
0,0891	0,03	0,0310	
0,1042	0,04	0,0415	
0,1181	0,05	0,0522	
0,1312	0,06	0,0630	
0,1438	0,07	0,0739	
0,1561	0,08	0,0849	
0,1667	0,0886	0,0945	
0,1684	0,09	0,0960	
0,1810	0,10	0,1074	
0,1937	0,11	0,1189	

DOMINIO 2

de la tabla 13.3 la cuantia mecanica μ_s

Interpolar

$\mu_1 =$ $\omega_1 =$

$\mu_2 =$ $\omega_2 =$

$\mu_3 =$ $\omega_3 =$

cuantia geometrica ω_s

$\omega_s =$ dato interpolado

$\omega_s =$ dato asignado

$\omega_s =$ dato utilizar en calculo o interpolado o asignado

calculo del area del acero que

TABLA 13.3
TABLA UNIVERSAL PARA FLEXION
SIMPLE O COMPUESTO
ACEROS DE DUREZA NATURAL

ξ	μ	ω	$(\omega/fcd) \cdot 10^3$		
0,2066	0,12	0,1306			
0,2198	0,13	0,1426			
0,2330	0,14	0,1546			
0,2466	0,15	0,1669			
0,2590	0,1590	0,1782			
0,2608	0,16	0,1795			
0,2796	0,17	0,1924			
0,2988	0,18	0,2056			
0,3183	0,19	0,2190			
0,3383	0,20	0,2328			
0,3587	0,21	0,2468			
0,3796	0,22	0,2612			
0,4012	0,23	0,2761			
0,4234	0,24	0,2913			
0,4461	0,25	0,3069			
0,4696	0,26	0,3232			
0,4939	0,27	0,3398			
0,5188	0,28	0,3570			
0,5450	0,29	0,3750			
0,5721	0,30	0,3937			
0,6006	0,31	0,4133			
0,6283	0,3193	0,4323	0,0994	5000	
0,6305	0,32	0,4338	0,1007		
0,6476	0,3256	0,4456	0,1114	4600	
0,6618	0,33	0,4554	0,1212		
0,6681	0,3319	0,4597	0,1259	4200	
0,6788	0,3352	0,4626	0,1343	4000	
0,6952	0,34	0,4783	0,1484		
0,7310	0,35	0,5030	0,1860		
0,7697	0,36	0,5296	0,2408		
0,7788	0,3623	0,5359	0,2568	2400	
0,7935	0,3658	0,5460	0,2854	2200	
0,8119	0,37		0,3280		
0,8597	0,38		0,4931		
0,9152	0,39		0,9251		

DOMINIO 3

DOMINIO 4

trabaja a traccion

$$A_{scol} = \omega s + b + d + \frac{fcd}{fyd} = \boxed{23,33} \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \omega_{smin} + b + d = \boxed{3,96} \text{ cm}^2$$

TABLA 13.3
TABLA UNIVERSAL PARA FLEXION
SIMPLE O COMPUESTO
ACEROS DE DUREZA NATURAL

ξ	μ	ω	$(\omega/fcd) \cdot 10^2$
0,9848	0,40		5,9911

3.4.2 Calculo de acero a flexión de losas macizas (resolución de ejemplo)

RESOLUCION DE EJEMPLO DE DISEÑO DE ARMADURA DE LOSA MACIZ.

DATOS

Dimensiones de la sección

d_2	5,00 cm	recubrimiento superior
d_1	5,00 cm	recubrimiento inferior
b	100,00 cm	base de la seccion de losa que tomamos 1 m.

Esfuerros de calculo

M	100,00 KN*m	momento flector de calculo
-----	-------------	----------------------------

Características de los materiales

f_{yk}	42,00 KN/cm ²	limite elastico caracteristico del acero
f_{td}	2,10 KN/cm ²	limite elastico caracteristico del hormigon
γ_s	1,15	Coefficiente parcial de seguridad del acero.
γ_c	1,5	Coefficiente parcial de seguridad del hormigon.
γ_f	1,6	coeficiente de de mayoracion
k	2	coeficiente que varia de $2,2 \leq k \leq 3,3$

CÁLCULOS

si es que no tienes el canto "h"

resistencia de calculo del acero resistencia de calculo del hormigon

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 36,52 \text{ KN/cm}^2 \quad f_{cd} = \frac{f_{td}}{\gamma_c} = 1,40 \text{ KN/cm}^2$$

momento mayorado de diseño

$$M_d = \gamma_f * M = 160,00 \text{ KN*m}$$

dimensionamiento de canto útil "d"

$$d_{min} = k * \sqrt{\frac{M_d}{b * f_{cd}}} = 21,38 \text{ cm}$$

$$d_{min} = 22,00 \text{ cm}$$

$$h = d_{min} + d_1 = 27,00 \text{ cm}$$

$$d_d = 22,00 \text{ cm}$$

dato para diseño

dato "h" conocido	
h	20,00 cm
d	15,00 cm

Datos estraidos de la tabla 13.5
momento limite y cuantia limite

		TABLA 13.5 MOMENTOS LÍMITES					
		f_y (KN/cm ²)	22	25	30	35	40
μ_{lim}	0,332	0,2788	0,2779	0,2679	0,2668	0,2618	0,2608
	0,46	0,3886	0,3862	0,3685	0,3672	0,3626	0,3619
ω_{lim}	0,332	0,0178	0,0179	0,0179	0,0179	0,0178	0,0178
	0,46	0,0238	0,0238	0,0237	0,0237	0,0236	0,0236

Datos extraídos de la tabla 10.8
 cuantías geométricas mínimas LOSAS

$$\omega_{min} = 0,0018$$

TABLA 10.8				
CUANTÍAS GEOMÉTRICAS MÍNIMAS (referidas a la sección total de hormigón)				
ELEMENTO ESTRUCTURAL	AE-22	AE-42	AE-50	AE-60
SOPORTES:				
Armadura Total	0,008	0,009	0,0090	0,004
con dos armaduras A1 y A2 cada una	0,004	0,003	0,0025	0,002
VIGAS:				
Armadura en Tracción	0,005	0,0083	0,0026	0,0023
LOSAS:				
En cada dirección	0,002	0,0018	0,0015	0,0014
MURCS:				
Armadura horizontal total	0,0025	0,002	0,0016	0,0014
Armadura horizontal en una cara	0,0008	0,0007	0,0006	0,0005
Armadura vertical total	0,0015	0,0012	0,0009	0,0008
Armadura vertical en una cara	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003

Momento reducido

$$\mu_d = \frac{M_d}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,236127509 \quad \mu_{lim}$$

$$0,332 \quad \mu_{lim} > \mu_d \quad 0,2361 \quad \text{NO necesita armadura a compresion}$$



TABLA 13.3			
TABLA UNIVERSAL PARA PERFILES SIMPLES O COMPLEJOS O ACORRONS DE DUREZA NATURAL			
ξ	μ	ω	(ω/f _{cd}) · 10 ³
0,0891	0,03	0,0310	
0,1042	0,04	0,0415	
0,1181	0,05	0,0522	
0,1312	0,06	0,0630	
0,1438	0,07	0,0739	
0,1561	0,08	0,0849	
0,1667	0,086	0,0965	
0,1764	0,09	0,0980	
0,1810	0,10	0,1074	
0,1917	0,11	0,1189	
0,2066	0,12	0,1306	
0,2198	0,13	0,1426	
0,2310	0,14	0,1546	
0,2466	0,15	0,1669	
0,2590	0,1590	0,1782	
0,2688	0,16	0,1795	
0,2796	0,17	0,1904	
0,2988	0,18	0,2056	
0,3183	0,19	0,2190	
0,3383	0,20	0,2328	
0,3587	0,21	0,2468	
0,3796	0,22	0,2612	
0,4012	0,23	0,2761	
0,4234	0,24	0,2913	
0,4461	0,25	0,3069	
0,4696	0,26	0,3227	
0,4919	0,27	0,3388	
0,5188	0,28	0,3570	
0,5460	0,29	0,3760	
0,5721	0,30	0,3957	
0,6006	0,31	0,4133	
0,6283	0,3198	0,4323	0,0994
0,6305	0,32	0,4338	0,1007
0,6476	0,3296	0,4456	0,1114
0,6618	0,33	0,4564	0,1212
0,6681	0,3319	0,4597	0,1259
0,6788	0,3352	0,4671	0,1343
0,6862	0,34	0,4783	0,1484
0,7310	0,35	0,5090	0,1860
0,7697	0,36	0,5296	0,2408
0,7788	0,3623	0,5359	0,2568
0,7915	0,3698	0,5460	0,2854
0,8119	0,37	0,5480	0,3280
0,8597	0,38	0,5831	0,4931
0,9152	0,39	0,6251	0,6751
0,9868	0,40	0,6711	0,9211

de la tabla 13.3 la cuantía mecánica μ,

Interpolir

$\mu_1 = 0,33$ $\omega_1 = 0,2761$

$\mu_d = 0,2361$ $\omega_s = 0,2854$

$\mu_2 = 0,24$ $\omega_2 = 0,2913$

cuantía geométrica ω_s

ω_s	0,285414	dato interpolado
ω_s	0,2913	dato asignado
ω_s	0,285414	dato utilizar en calculo o interpolado o asignado

calculo del area del acero que trabaja a traccion

$$A_{sca1} = \omega_s * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 24,07 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \omega_{smin} * b * d = 3,96 \text{ cm}^2$$

calculo del area del acero que trabaja a traccion y compresion
cuantía de calculo a compresion

$$\omega_{s2} = \frac{\mu_d - \mu_{lim}}{1 - \frac{d_2}{d}}$$

cuantía de calculo a traccion

$$\omega_{s1} = \omega_{s2} + \omega_{lim} =$$

area de acero a traccion y compresion

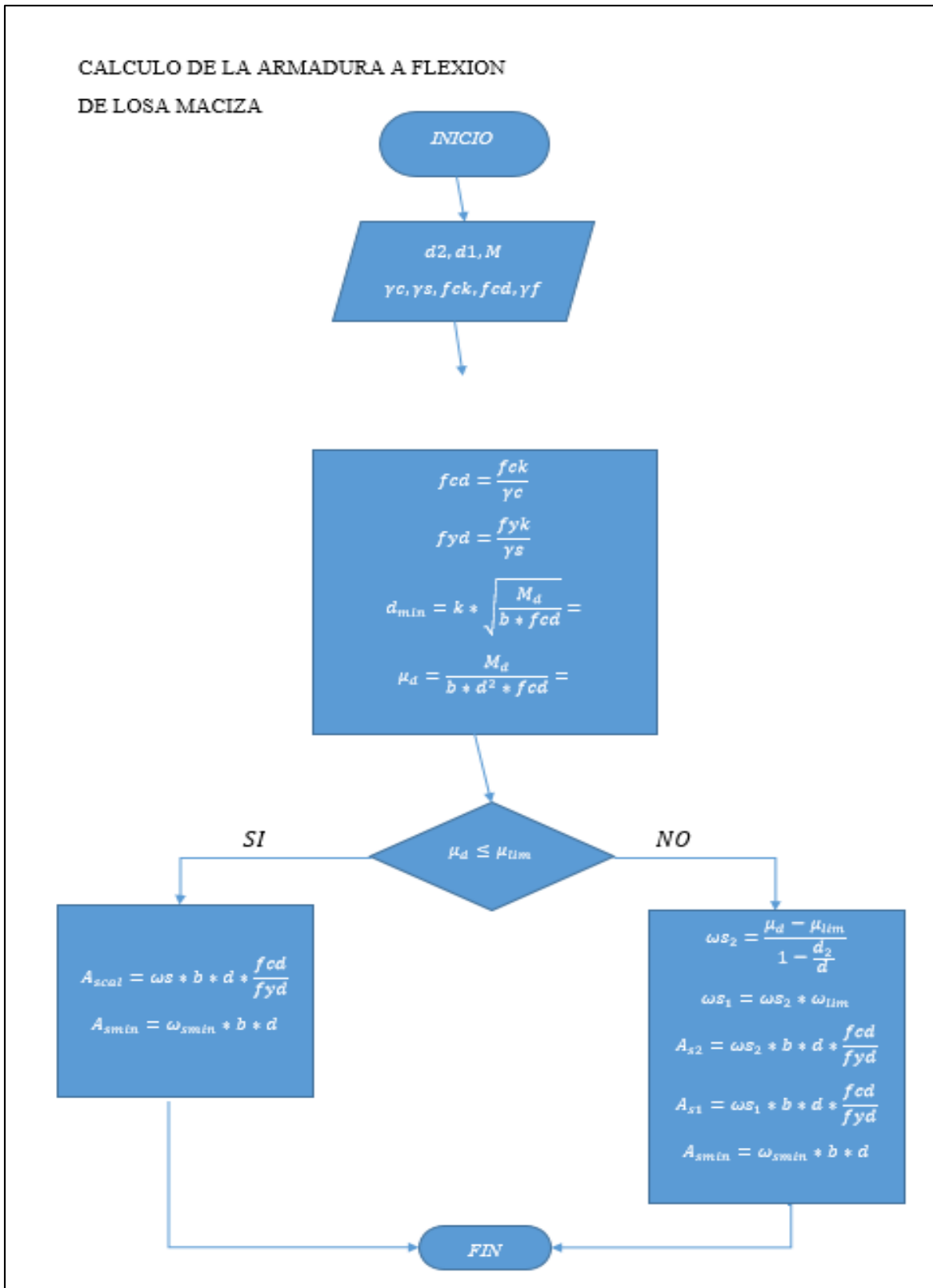
$$A_{s2} = \omega_{s2} * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \text{compresion}$$

$$A_{s1} = \omega_{s1} * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \text{traccion}$$

area de acero minimo

$$A_{smin} = \omega_{smin} * b * d =$$

3.4.3 Cálculo de acero a flexión de losas macizas (diagrama de flujo)



3.5 Cimentación

Como se vio con todo detalle en el punto 2.7, utilizando la teoría, métodos se realiza un ejemplo con la aplicación del programa de diseño de H°A°, ejemplo resuelto manual taipiado y diagramas de flujo de cada ejemplo.

El procedimiento de cada ejemplo esta presentado en formato de archivos gráficos (PNG) con un resalto de marco para mejor la presentación y estética del documento.

3.5.1 Dimensionamiento de zapata aislada (ejemplo para imprimir del ejecutable)

El reporte del procedimiento del ejemplo, el programa te entrega en formato PDF, en la siguiente página se presenta en formato PNG. Por mejor presentación del documento.

DISEÑO DE ZAPATA AISLADA

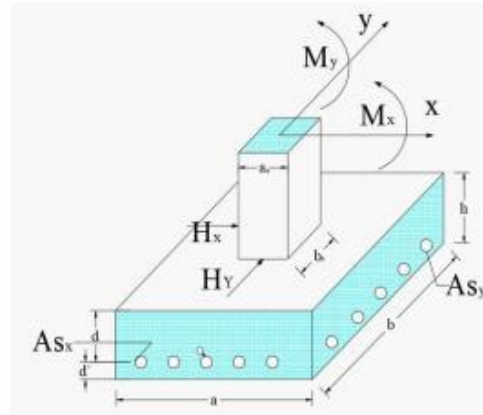
DATOS GENERALES

Esfuerzos de calculo

N	<input type="text" value="15000"/>	kg
M_x	<input type="text" value="200"/>	kg*m
M_y	<input type="text" value="75"/>	kg*m
H_x	<input type="text" value="500"/>	kg
H_y	<input type="text" value="600"/>	kg
%PP	<input type="text" value="10"/>	%
σ_{adm}	<input type="text" value="1,50"/>	kg/cm ²

Características de los materiales

f_{yk}	<input type="text" value="5000"/>	kg/cm ²
f_{ck}	<input type="text" value="210"/>	kg/cm ²
γ_s	<input type="text" value="1,15"/>	
γ_c	<input type="text" value="1,50"/>	
γ_v	<input type="text" value="1,50"/>	
γ_d	<input type="text" value="1,50"/>	
γ_r	<input type="text" value="1,60"/>	



Dimensiones de seccion

a_0	<input type="text" value="40"/>	cm
b_0	<input type="text" value="30"/>	cm
$\gamma_H \gamma_A \gamma_r$	<input type="text" value="2500"/>	kg*cm ³

CÁLCULOS

Predimensionamiento

inicialmente proponemos que N_x es la carga centrada N y se le aumentara un porcentaje de carga con motivo de tomar en cuenta peso propio

$$N_z = N + \%PP = 16500,00 \text{ kg}$$

1ra alternativa

$$\sigma_{adm} = \frac{N_x}{a + b} \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{a}{b} = \frac{a_0}{b_0} \dots \dots \dots (2)$$

reemplazar ecuacion 2 a ecuacion 1

$$\sigma_{adm} = \frac{N_x}{\frac{a_0}{b_0} + b^2} =$$

despejamos "b"

$$b = \sqrt{\frac{N_x}{\frac{a_0}{b_0} + \sigma_{adm}}} = 90,83 \text{ cm}$$

$$a = \frac{a_0}{b_0} * b = 121,11 \text{ cm}$$

Posibles dimensiones

a cm lado x zapata

b cm lado y zapata

VERIFICACION

esfuerzo maximo

$$\sigma_{max} = \frac{N_x}{a + b} + \frac{6M_x}{a + b^2} + \frac{6M_y}{a^2 + b} = 1,49 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} > \sigma_{max} \quad \text{CUMPLE !!}$$

$$1.50 \text{ kg/cm}^2 > 1.49 \text{ kg/cm}^2$$

calculo de "h"

Resistencia de calculo del hormigon

resistencia de calculo de acero

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 140,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = 4347,83 \text{ kg/cm}^2$$

resistencia de calculo del hormigon

$$f_{vd} = 0,5 * \sqrt{f_{cd}} = 5,92 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = \frac{4 * f_{vd}}{\gamma_f * \sigma_{adm}} = 9,86$$

3 alternativas de canto util

$$d1 = \sqrt{\frac{a_0 * b_0}{4} + \frac{a * b}{2 * K - 1}} - \frac{a_0 + b_0}{4} = 13,26 \text{ cm}^2$$

$$d2 = \frac{2 * (a - a_0)}{4 + K} = 11,69 \text{ cm}^2$$

$$d3 = \frac{2 * (b - b_0)}{4 + K} = 10,10 \text{ cm}^2$$

elegimos el mayor "d"

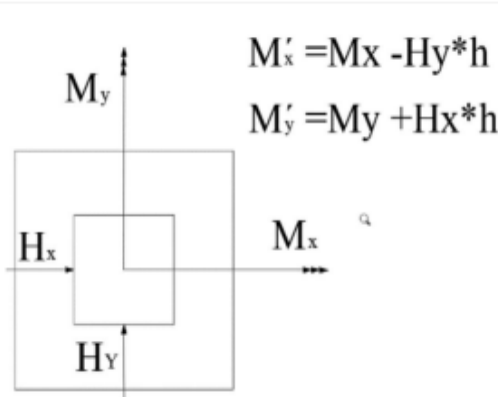
canto util y recubrimiento inferior

$$d = 14,00 \text{ cm}$$

$$d' = 5,00 \text{ cm}$$

$$h = d + d' = 19,00 \text{ cm}$$

verificacion con presiones reales



$$Mx' = Mx - Hy * h = 8600,00 \text{ Kg*cm}$$

$$My' = My + Hx * h = 17000,00 \text{ Kg*cm}$$

peso propio

$$PP = a * b * h * \gamma * A' = 574,75 \text{ Kg}$$

$$\sigma_{max} = \frac{N + PP}{a * b} + \frac{6Mx'}{a * b^2} + \frac{6My'}{a^2 * b} = 1,40 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} > \sigma_{max} \quad \text{CUMPLE ii}$$

$$1,50 \text{ kg/cm}^2 > 1,40 \text{ kg/cm}^2$$

verificacion a vuelco

$$\frac{M_{estab.}}{M_{desest.}} \geq \gamma_{vuelco}$$

en direccion de eje X

$$M_{estab.} = (N + PP) * \frac{a}{2} = 942272,38 \text{ Kg*cm}$$

$$M_{desest.} = My + Hz + h = 17000,00 \text{ Kg*cm}$$

$$\frac{M_{estab.}}{M_{desest.}} \geq \gamma_{vuelco} \quad \text{CUMPLE II}$$

$$55,43 \text{ kg/cm}^2 > 1,50 \text{ kg/cm}^2$$

en direccion de eje Y

$$M_{estab.} = (N + PP) * \frac{b}{2} = 778737,50 \text{ Kg*cm}$$

$$M_{desest.} = Mx + Hy + h = 8600,00 \text{ Kg*cm}$$

$$\frac{M_{estab.}}{M_{desest.}} \geq \gamma_{vuelco} \quad \text{CUMPLE II}$$

$$90,55 \text{ kg/cm}^2 > 1,50 \text{ kg/cm}^2$$

verificacion a deslizamiento

no son suelos cohesivos

$$\text{no son suelos cohesivos} \quad cd \quad ,20 \quad \text{kg/cm}^2$$

en la direccion X

$$A + cd \geq \gamma d + Hz \quad \text{CUMPLE II}$$

$$2420,00 \text{ kg} > 750,00 \text{ kg}$$

en la direccion Y

$$A + cd \geq \gamma d + Hy \quad \text{CUMPLE II}$$

$$2420,00 \text{ kg} \geq 900,00 \text{ kg}$$

ESFUERZOS

M_y' 17000,00 Kg*cm

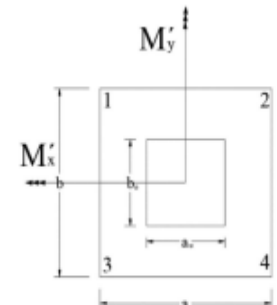
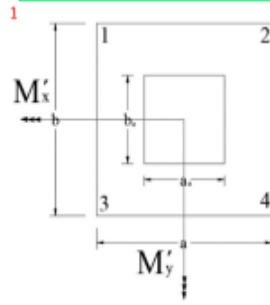
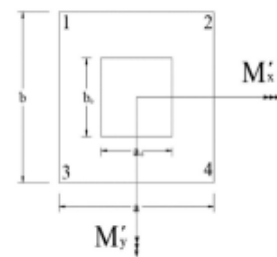
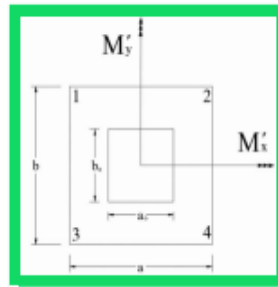
M_x' 8600,00 Kg*cm

a 121,00 cm

b 100,00 cm

a_0 40,00 cm

b_0 30,00 cm



$$\sigma_1 = \frac{N + PP}{a * b} - \frac{6M_x'}{a * b^2} - \frac{6M_y'}{a^2 * b} = 1,17 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{N + PP}{a * b} - \frac{6M_x'}{a * b^2} + \frac{6M_y'}{a^2 * b} = 1,31 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_3 = \frac{N + PP}{a * b} + \frac{6M_x'}{a * b^2} - \frac{6M_y'}{a^2 * b} = 1,26 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_4 = \frac{N + PP}{a * b} + \frac{6M_x'}{a * b^2} + \frac{6M_y'}{a^2 * b} = 1,40 \text{ Kg/cm}^2$$

Calculo

$$Y1 = \frac{b - b_0}{2} + 0,15 * b_0 = 39,50 \text{ cm}$$

$$X1 = \frac{a - a_0}{2} + 0,15 * a_0 = 46,50 \text{ cm}$$

area de acero en lado "a"

σ_{a1} 1,26 Kg/cm²

σ_{a2} 1,40 Kg/cm²

$$\sigma_a = \sigma_{a1} + \frac{\sigma_{a2} - \sigma_{a1}}{a} * X1 =$$

1,31	Kg/cm ²
------	--------------------

$$Md_a = \gamma d * b * \left[\frac{(\sigma_a * X1^2)}{2} + \frac{(\sigma_{a2} - \sigma_a)}{3} * X1^2 \right] =$$

237135,72	Kg/cm
-----------	-------

momento reducido de "a"

$$\mu_a = \frac{Md_a}{b * d^2 * f_{cd}} =$$

0,08641972

cuantia mecanica de "a"

$$w_a = \mu_a * (1 + \mu_a) =$$

0,09388809

area de acero en lado "a"

$$A_{s2} = w_a * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} =$$

4,23	cm ²
------	-----------------

$$A_{smin} = 0,0018 * b * d =$$

2,52	cm ²
------	-----------------

area de acero en lado "b"

$$\sigma_{b1}$$

1,31	Kg/cm ²
------	--------------------

$$\sigma_{b2}$$

1,40	Kg/cm ²
------	--------------------

$$\sigma_b = \sigma_{b1} + \frac{\sigma_{b2} - \sigma_{b1}}{b} * Y1 =$$

1,35	Kg/cm ²
------	--------------------

$$Md_b = \gamma d * a * \left[\frac{(\sigma_b * Y1^2)}{2} + \frac{(\sigma_{b2} - \sigma_b)}{3} * Y1^2 \right] =$$

208769,00	Kg/cm
-----------	-------

momento reducido de "b"

$$\mu_b = \frac{Md_b}{b * d^2 * f_{cd}} =$$

0,07608200

cuantia mecanica de "b"

$$w_b = \mu_b * (1 + \mu_b) =$$

0,08187047

area de acero en lado "b"

$$A_{st} = w_0 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} =$$

$$A_{smin} = 0,0018 \cdot a \cdot d =$$

3.5.2 Dimensionamiento de zapata aislada (resolución de ejemplo)

DISEÑO DE ZAPATA AISLADA

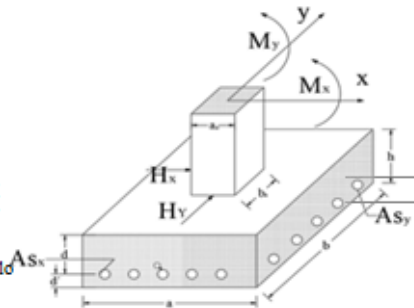
DATOS GENERALES

Esfuerzos de calculo

N	15000,00 Kg
M _x	200,00 Kg*m
M _y	75,00 Kg*m
V _x	500,00 Kg
V _y	600,00 Kg
%PP	10%
σ _{adm}	1,50 kg/cm ²

carga centrada
momento flector en X
momento flector en Y
esfuerzo horizontal en X
esfuerzo horizontal en Y

esfuerzo admisible del suelo



Características de los materiales

f _{yk}	5000,00 kg/cm ²	limite elastico caracteristico del acero
f _{td}	210,00 kg/cm ²	limite elastico caracteristico del hormigon
γ _s	1,15	Coficiente parcial de seguridad del acero.
γ _c	1,5	Coficiente parcial de seguridad del hormigon.
γ _v	1,5	Coficiente de vuelco
γ _d	1,5	coficiente al deslizamiento
γ _r	1,6	coficiente de mayoracion

Dimensiones de seccion

a ₀	40,00 cm	lado x de la columna
b ₀	30,00 cm	lado y de la columna

$$\gamma H^2 A^2 = 2500,00 \text{ Kg}^2 \cdot \text{m}^3$$

CÁLCULOS

Predimensionamiento

inicialmente proponemos que N_x es la carga centrada N y se le aumentara un porcentaje de carga con motivo de tomar en cuenta peso propio

$$N_x = N + \%PP = 16500,00 \text{ Kg}$$

Ira alternativa

$$\sigma_{adm} = \frac{N_x}{a \cdot b} \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{a}{b} = \frac{a_0}{b_0} \dots \dots \dots (2)$$

reemplazar ecuacion 2 a ecuacion 1

$$\sigma_{adm} = \frac{N_x}{\frac{a_0}{b_0} \cdot b^2} =$$

despejamos "b"

$$b = \sqrt{\frac{N_x}{\frac{a_0}{b_0} \cdot \sigma_{adm}}} = 90,83 \text{ cm}$$

$$a = \frac{a_0}{b_0} * b = 121,11 \text{ cm}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{N_x}{\frac{a_0}{b_0} * b^2} + \frac{6M_x}{\frac{a_0}{b_0} * b^3} + \frac{6M_y}{\frac{a_0^2}{b_0^2} * b^3} =$$

2da alternativa

$$b = 90,83 \text{ cm} \quad 0,0007$$

$$a = \frac{a_0}{b_0} * b = 121,14 \text{ cm} \quad \wedge$$

Posibles dimensiones

a	125,00 cm	lado x zapata
b	100,00 cm	lado y zapata

VERIFICACION

esfuerzo maximo

$$\sigma_{max} = \frac{N_x}{a * b} + \frac{6M_x}{a * b^2} + \frac{6M_y}{a^2 * b} = 1,44 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} > \sigma_{max} \quad \text{CUMPLE ; ;}$$

$$1,50 \text{ kg/cm}^2 > 1,44 \text{ kg/cm}^2$$

calculo de "h"

resistencia de calculo del hormigon

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 140,00 \text{ kg/cm}^2$$

resistencia de calculo de acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 4347,83 \text{ kg/cm}^2$$

resistencia de calculo del hormigon

$$f_{vd} = 0,5 * \sqrt{f_{cd}} = 5,92 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = \frac{4 * f_{vd}}{\gamma_f * \sigma_{adm}} = 9,86$$

3 alternativas de canto util

$$d1 = \sqrt{\frac{a_0 + b_0}{4} + \frac{a * b}{2 * K - 1} - \frac{a_0 + b_0}{4}} = 13,61 \text{ cm}$$

$$d2 = \frac{2 * (a - a_0)}{4 + K} = 12,27 \text{ cm}$$

$$d3 = \frac{2 * (b - b_0)}{4 + K} = 10,10 \text{ cm}$$

elegimos el mayor "d"

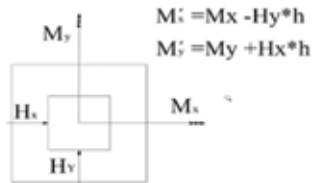
canto útil y recubrimiento inferior

$$d = 14,00 \text{ cm}$$

$$d' = 5,00 \text{ cm}$$

$$h = d + d' = 19,00 \text{ cm}$$

verificación con presiones reales



$$Mx' = Mx - Hy * h = 8600,00 \text{ kg*cm}$$

$$My' = My - Hx * h = 17000,00 \text{ kg*cm}$$

peso propio

$$PP = a * b * h * \gamma H^{\circ} A^{\circ} = 593,75 \text{ Kg}$$

$$\sigma_{max} = \frac{N + P}{a * b} + \frac{6Mx'}{a * b^2} + \frac{6My'}{a^2 * b} = 1,35 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} > \sigma_{max} \quad \text{CUMPLE ;}$$

$$1,50 \text{ kg/cm}^2 > 1,35 \text{ kg/cm}^2$$

verificación a vuelco

$$\frac{M_{estab.}}{M_{desest.}} \geq \gamma_{vuelco}$$

en dirección de eje X

$$M_{estab.} = (N + PP) * \frac{a}{2} = 974609,38 \text{ kg*cm}$$

$$M_{desest.} = My + Hx * h = 17000,00 \text{ kg*cm}$$

$$\frac{M_{estab.}}{M_{desest.}} \geq \gamma_{vuelco} \quad \text{CUMPLE ;}$$

$$57,33 \text{ kg*cm} \geq 1,50 \text{ kg*cm}$$

en dirección de eje Y

$$M_{estab.} = (N + PP) * \frac{b}{2} = 779637,50 \text{ kg*cm}$$

$$M_{desest.} = Mx - Hy + h = 8600,00 \text{ kg*cm}$$

$$\frac{M_{estab.}}{M_{desest.}} \geq \gamma_{vuelco} \quad \text{CUMPLE ;}$$

$$90,66133721 \geq 1,50 \text{ kg*cm}$$

verificación a deslizamiento
 si son suelos cohesivos $\Psi = 45,00^\circ$
 no son suelos cohesivos $cd = 0,20 \text{ kg/cm}^2$

en la dirección X

$$A * cd \geq \gamma d * Hx \quad \text{CUMPLE ;}$$

$$2500,00 \text{ Kg} \geq 750,00 \text{ Kg}$$

si son suelos cohesivos

$$\Psi d = \left(\frac{2}{3}\right) \Psi = 0,523598776$$

$$(N + PP) * \tan(\Psi d) \geq \gamma d * Hx \quad \text{CUMPLE ;}$$

$$9003,06 \text{ Kg} \geq 750,00 \text{ Kg}$$

en la dirección Y

$$A * cd \geq \gamma d * Hy \quad \text{CUMPLE ;}$$

$$2500,00 \text{ Kg} \geq 900,00 \text{ Kg}$$

si son suelos cohesivos

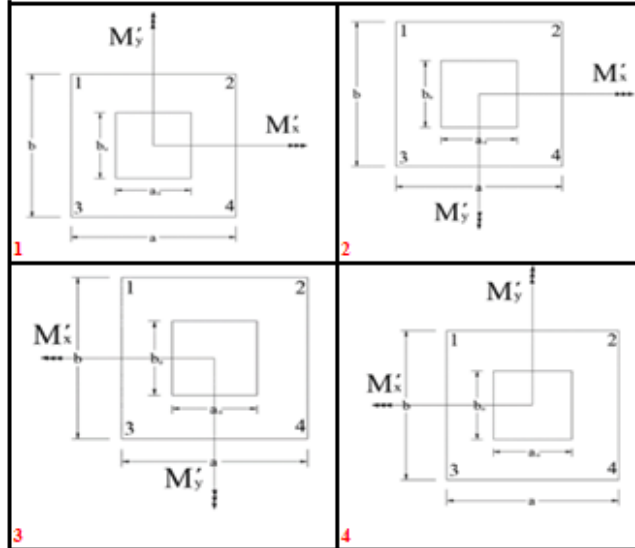
$$\Psi d = \left(\frac{2}{3}\right) \Psi = 0,523598776$$

$$(N + PP) * \tan(\Psi d) \geq \gamma d * Hy \quad \text{CUMPLE ;}$$

$$9003,06 \text{ Kg} \geq 900,00 \text{ Kg}$$

ESFUERZOS

M_y'	17000,00
M_x'	8600,00
a	125,00
b	100,00
a_0	40,00
b_0	30,00



elegir la grafica con la que se esta diseñando

Opcion 1

Opcion 1

$$\sigma_1 = \frac{N + PP}{a * b} - \frac{6M_x'}{a + b^2} - \frac{6M_y'}{a^2 + b} = 1,14 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{N * PP}{a * b} - \frac{6M_x'}{a + b^2} + \frac{6M_y'}{a^2 + b} = 1,27 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_3 = \frac{N * PP}{a * b} + \frac{6M_x'}{a + b^2} - \frac{6M_y'}{a^2 + b} = 1,22 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_4 = \frac{N * PP}{a * b} + \frac{6M_x'}{a + b^2} + \frac{6M_y'}{a^2 + b} = 1,35 \text{ kg/cm}^2$$

Opcion 2

$$\sigma_1 = \frac{N * PP}{a * b} - \frac{6M_x'}{a + b^2} + \frac{6M_y'}{a^2 + b} =$$

$$\sigma_2 = \frac{N * PP}{a * b} - \frac{6M_x'}{a + b^2} - \frac{6M_y'}{a^2 + b} =$$

$$\sigma_3 = \frac{N * PP}{a * b} + \frac{6M_x'}{a + b^2} + \frac{6M_y'}{a^2 + b} =$$

$$\sigma_4 = \frac{N * PP}{a * b} + \frac{6M_X'}{a + b^2} - \frac{6M_Y'}{a^2 + b} =$$

Opcion 3

$$\sigma_1 = \frac{N * PP}{a * b} + \frac{6M_X'}{a + b^2} + \frac{6M_Y'}{a^2 + b} =$$

$$\sigma_2 = \frac{N * PP}{a * b} + \frac{6M_X'}{a + b^2} - \frac{6M_Y'}{a^2 + b} =$$

$$\sigma_3 = \frac{N * PP}{a * b} - \frac{6M_X'}{a + b^2} + \frac{6M_Y'}{a^2 + b} =$$

$$\sigma_4 = \frac{N * PP}{a * b} - \frac{6M_X'}{a + b^2} - \frac{6M_Y'}{a^2 + b} =$$

Opcion 4

$$\sigma_1 = \frac{N * PP}{a * b} + \frac{6M_X'}{a + b^2} - \frac{6M_Y'}{a^2 + b} =$$

$$\sigma_2 = \frac{N * PP}{a * b} + \frac{6M_X'}{a + b^2} + \frac{6M_Y'}{a^2 + b} =$$

$$\sigma_3 = \frac{N * PP}{a * b} - \frac{6M_X'}{a + b^2} - \frac{6M_Y'}{a^2 + b} =$$

$$\sigma_4 = \frac{N * PP}{a * b} - \frac{6M_X'}{a + b^2} + \frac{6M_Y'}{a^2 + b} =$$

Calculo

$$Y1 = \frac{b - b_0}{2} + 0,15 * b_0 = 39,50 \text{ cm}$$

$$X1 = \frac{a - a_0}{2} + 0,15 * a_0 = 48,50 \text{ cm}$$

area de acero en lado "a"

$$\sigma_{s1} = 1,22 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{s2} = 1,35 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_a = \sigma_{s1} + \frac{\sigma_{s2} - \sigma_{s1}}{\alpha} * X1 = 1,27 \text{ kg/cm}^2$$

$$Md_a = \gamma d * b * \left[\left(\frac{\sigma_a * X1^2}{2} \right) + \left(\frac{\sigma_{a2} - \sigma_a}{3} \right) * X1^2 \right] = 249794,98 \text{ kg*cm}$$

momento reducido de "a"

$$\mu_a = \frac{Md_a}{b * d^2 * fcd} = 0,091033156$$

cuantia mecánica de "a"

$$w_a = \mu_a * (1 + \mu_a) = 0,099320191$$

area de acero en lado "a"

$$A_{sa} = w_a * b * d * \frac{fcd}{fyd} = 4,48 \text{ cm}^2 \quad A_{smin} = 0,0018 * b * d = 2,52 \text{ cm}^2$$

area de acero en lado "b"

$$\begin{aligned} \sigma_{b1} & 1,27 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{b2} & 1,35 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_b = \sigma_{b1} + \frac{\sigma_{b2} - \sigma_{b1}}{b} * Y1 = 1,30 \text{ kg/cm}^2$$

$$Md_b = \gamma d * a * \left[\left(\frac{\sigma_b * Y1^2}{2} \right) + \left(\frac{\sigma_{b2} - \sigma_b}{3} \right) * Y1^2 \right] = 208669,46 \text{ kg*cm}$$

momento reducido en "b"

$$\mu_b = \frac{Md_b}{b * d^2 * fcd} = 0,076045721$$

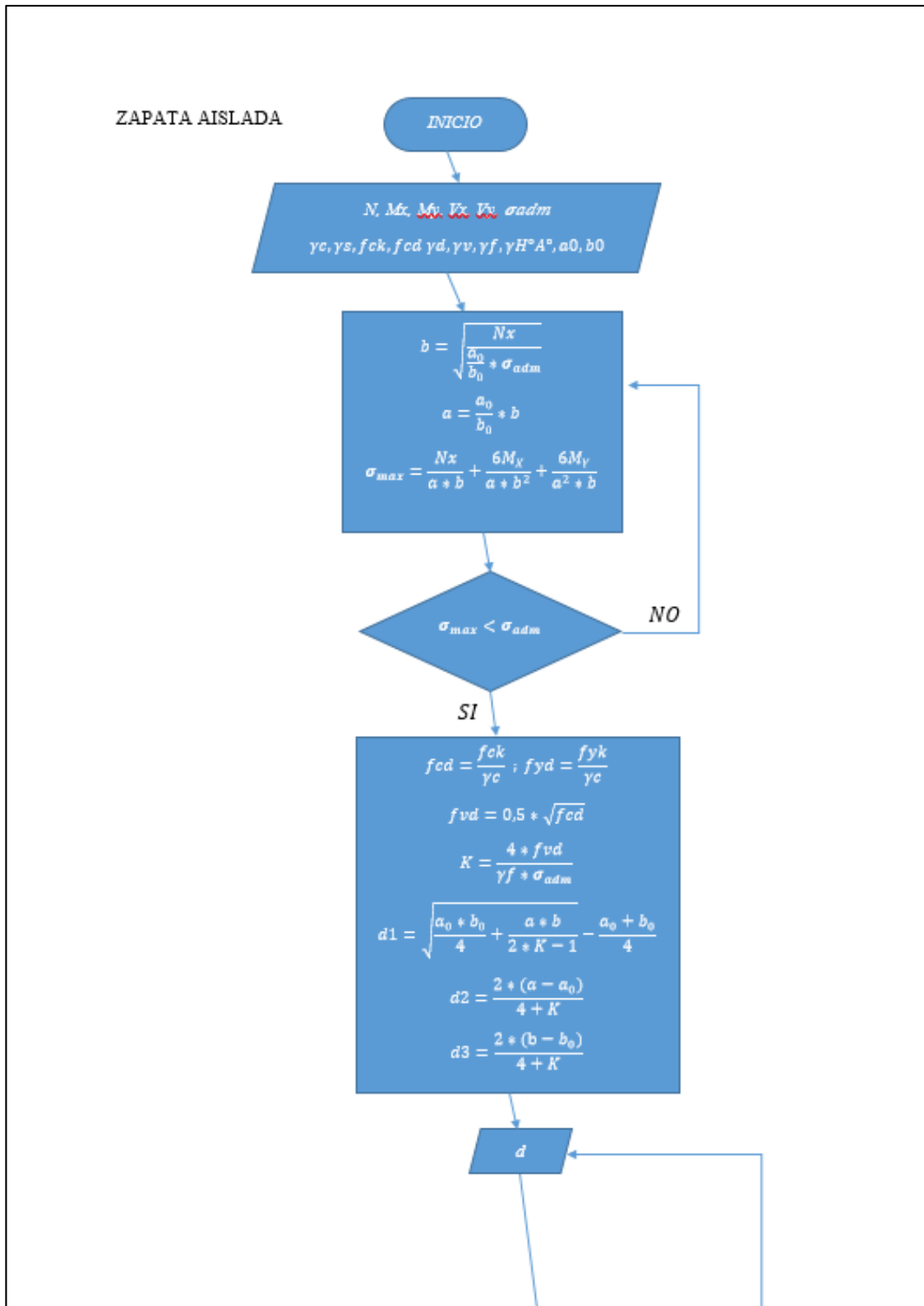
cuantia mecánica en "b"

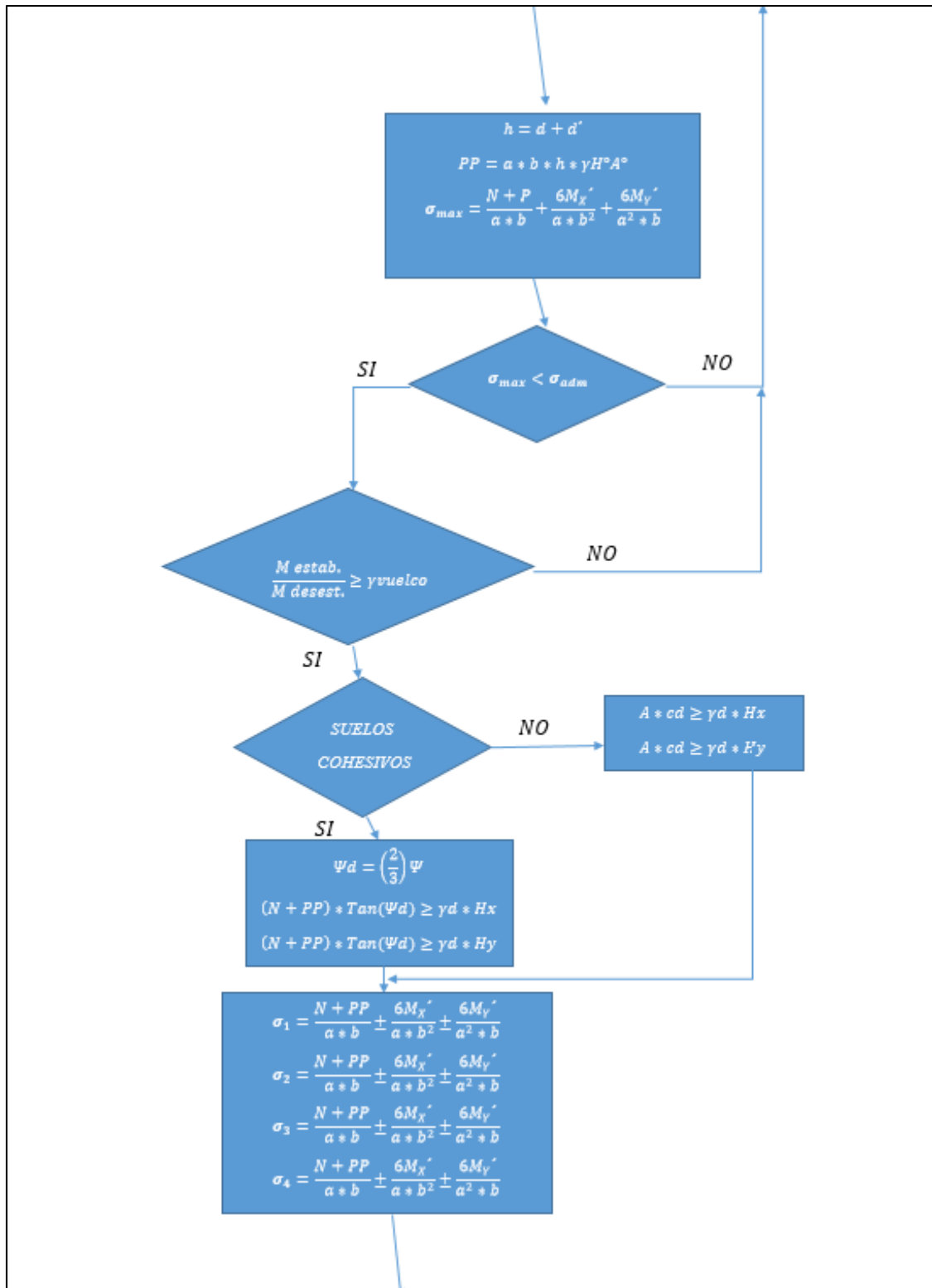
$$w_b = \mu_b * (1 + \mu_b) = 0,081828672$$

area del acero en lado "b"

$$A_{sb} = w_b * b * d * \frac{fcd}{fyd} = 3,69 \text{ cm}^2 \quad A_{smin} = 0,0018 * a * d = 3,15 \text{ cm}^2$$

3.5.3 Dimensionamiento de zapata aislada (diagrama de flujo)





$$Y1 = \frac{b - b_0}{2} + 0,15 * b_0$$

$$X1 = \frac{a - a_0}{2} + 0,15 * a_0$$

$$\sigma_a = \sigma_{a1} + \frac{\sigma_{a2} - \sigma_{a1}}{a} * X1$$

$$Md_a = \gamma d * b * \left[\left(\frac{\sigma_a + X1^2}{2} \right) + \left(\frac{\sigma_{a2} - \sigma_a}{3} \right) * X1^2 \right]$$

$$\mu_a = \frac{Md_a}{b * d^2 * fcd}$$

$$w_a = \mu_a * (1 + \mu_a)$$

$$A_{sa} = w_a * b * d * \frac{fcd}{fyd}$$

$$A_{smin} = 0,0018 * b * d$$

FIN

3.6 Código fuente del Programa

El código fuentes un archivo o conjunto de archivos, que contienen instrucciones concretas, escritas en un lenguaje de programación en esta investigación (java), que posteriormente compilan uno o varios programas. En informática, el área profesional que se dedica a la creación de código fuente es identificada como ingeniería de software.

El código del programa es el siguiente:

Index.js

```
const { app, BrowserWindow, Menu, ipcMain } = require('electron');
const url = require('url');
const path = require('path');
let win;
let newProductWindow;
function createWindow() {
  win = new BrowserWindow({
    width: 950,
    height: 780,
    webPreferences: {
      nodeIntegration: true
    },
    icon: 'icono/icon.ico'
  })
  win.loadFile('ui/index.html');
  // Menu
  const mainMenu = Menu.buildFromTemplate(templateMenu);
  // Set The Menu to the Main Window
  Menu.setApplicationMenu(mainMenu);
  // If we close main Window the App quit
  win.on('closed', () => {
    app.quit();
  });
}
app.whenReady().then(createWindow)
app.on('window-all-closed', () => {
  if (process.platform !== 'darwin') {
    app.quit()
  }
})
app.on('activate', () => {
  if (BrowserWindow.getAllWindows().length === 0) {
    createWindow()
  }
})
const templateMenu = [
```

```

{
  label: 'INICIO',
  accelerator: 'Ctrl+I',
  click() {
    console.log(win);
    win.loadFile('ui/index.html');
  }
},
{
  label: 'VIGAS',
  submenu: [
    {
      label: '1.-S. REC SIMPLE',
      accelerator: 'Ctrl+N',
      click() {
        win.loadFile('ui/SRECSIMPLE.html');
      }
    },
    {
      label: '1.-S. T. SIMPLE',
      accelerator: 'Ctrl+S',
      click() {
        win.loadFile('ui/STSIMPLE.html');
      }
    },
    {
      label: '2.-S REC COMPUETA',
      accelerator: 'Ctrl+Q',
      click() {
        win.loadFile('ui/SRECCOMPUESTA.html');
      }
    },
    {
      label: '2.-S.T. COMPUESTA',
      accelerator: 'Ctrl+W',
      click() {
        win.loadFile('ui/STCOMPUESTA.html');
      }
    },
    {
      label: '3.-DISEÑO A CORTE',
      accelerator: 'Ctrl+E',
      click() {
        win.loadFile('ui/DISEÑOCORTE.html');
      }
    }
  ],
},

```

```

{
  label: '4.- DISEÑO A TORSION',
  accelerator: 'Ctrl+R',
  click() {
    win.loadFile('ui/DISEÑOTORSION.html');
  }
},
{
  label: '5.-TRACCION S. REC SIMPLE ',
  accelerator: 'Ctrl+L',
  click() {
    win.loadFile('ui/TRACCIONSRECTASIMPLE.html');
  }
}
], {
  label: 'CIMENTOS ',
  submenu: [
    {
      label: 'ZAPATA AISLADA ',
      accelerator: 'Ctrl+Z',
      click() {
        win.loadFile('ui/ZAPATARIGIDA.html');
      }
    }
  ]
},
{
  label: 'LOSAS ',
  submenu: [
    {
      label: ' LOSA MACIZA ',
      accelerator: 'Ctrl+M',
      click() {
        win.loadFile('ui/LOSA.html');
      }
    }
  ]
},
{
  label: 'SOPORTE DE H°A° ',
  submenu: [
    {
      label: ' COLUMNAS ',
      accelerator: 'Ctrl+G',
      click() {
        win.loadFile('ui/COLUMNAS.html');
      }
    }
  ]
}

```

```
    }  
  },  
];
```

Index.html

```
<!DOCTYPE html>  
<html>  
<head>  
  <meta charset="UTF-8">  
  <title>DISHORA</title>  
  <meta http-equiv="Content-Security-Policy" content="script-src 'self' 'unsafe-inline';" />  
  <link href="bootstrap/css/bootstrap.css" rel="stylesheet">  
  <script src="bootstrap/js/bootstrap.bundle.min.js"></script>  
  <script src="jquery/jquery-3.5.1.min.js"></script>  
  <style>  
    body {font-family:verdana, arial, sans-serif; font-size: 12px;}  
    .btn-info {  
color: rgb(14, 13, 13)!important;;  
background-color: #cabab9!important;;  
border-color: #cabab9!important;; /*set the color you want here*/  
}  
    p {  
font-size: small;  
margin-top: 0;  
margin-bottom: 0px!important;  
}  
    #exampleModal span{  
font-size: small;  
padding: 0.155rem 0.55rem!important;;  
}  
    @media print{  
h5, .h5 {  
font-size: 13px;  
}  
    body {font-family:verdana, arial, sans-serif; font-size: 10px;}  
    button{  
display: none !important;  
}  
    p {  
font-size: 10px!important;  
margin-top: 0!important;  
margin-bottom: 0px!important;  
}  
    #exampleModal span{  
font-size: 10px!important;  
padding: 0.155rem 0.55rem!important;
```



```

    }
    .form-control {
      padding: 0.175rem 0rem!important;
      font-size: 10px!important;
    }
    .form-control:disabled, .form-control[readonly] {
      background-color: #e9ecef00!important;
    }
  }
  .form-control:disabled, .form-control[readonly] {
    background-color: #e9ecef00;
  }
  .form-control {
    padding: 0.175rem 0rem;
    font-size: 0.9rem;
  }
</style>
</head>
<body>
  <div class="container-fluid">
    <p class="h5">DISHORA </p>
    <p> DISEÑO DE HORMIGÓN ARMANDO
      </p>
    <div class="row">
      <div class="col-sm-8">
        <div class="card">
          <div class="card-body">
            
          </div>
          <div class="row">
            <div class="col-sm-7 tex-center">
              <br>
              <h5><label>Autor:</label><label> Freddy Manuel Lopez
Fernandez</label></h5>
            </div>
          </div>
        </div>
      </div>
      <div class="col-sm-4">
        <div class="card">
          <div class="card-body">
            <div class="m-3 row ">
              <button type="button" class="btn btn-info dropdown-toggle" data-bs-
toggle="dropdown" aria-expanded="false">
                VIGAS
              </button>
              <ul class="dropdown-menu dropdown-menu-end dropdown-menu-sm-start">

```

```

        <li> <a href="SRECSIMPLE.html" class="dropdown-item btn
">SECCIONES REC. SIMPLE</a></li>
        <li><a href="STSIMPLE.html" class="dropdown-item btn "> SECCIONES
EN T SIMPLE</a></li>
        <li> <a href="SRECCOMPUESTA.html" class="dropdown-item btn ">
SECCIONES REC. COMPUESTA</a> </li>
        <li><a href="STCOMPUESTA.html" class="dropdown-item btn ">
SECCIONES EN T COMPUESTA</a></li>
        <li><a href="DISEÑOCORTE.html" class="dropdown-item btn "> DISEÑO
CORTANTE</a></li>
        <li> <a href="DISEÑOTORSION.html" class="dropdown-item btn ">
DISEÑO A TORSIÓN </a></li>
        <li><a href="TRACCIONSRECTASIMPLE.html" class="dropdown-item btn
"> TRACCION S. REC SIMPLE </a></li>
    </ul>
</div>
<div class="m-3 row">
    <a href="ZAPATARIGIDA.html" class="btn btn-info "> ZAPATA RIGIDA
</a>
</div>
<div class="m-3 row">
    <a href="LOSA.html" class="btn btn-info ">LOSA MACIZA</a>
</div>
<div class="m-3 row">
    <a href="COLUMNAS.html" class="btn btn-info ">COLUMNAS</a>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</body>
<script>

```

```
const { ipcRenderer } = require('electron');
  var tooltipTriggerList = [].slice.call(document.querySelectorAll("[data-bs-
toggle="tooltip"]));
  var tooltipList = tooltipTriggerList.map(function (tooltipTriggerEl) {
    return new bootstrap.Tooltip(tooltipTriggerEl);
  });
</script>
</html>
STSIMPLE
```

STCOMPUESTA

```
<script>
  document.getElementById("resultado").hidden = true;
  const { ipcRenderer } = require('electron');
  var popoverTriggerList = [].slice.call(document.querySelectorAll('[data-bs-
toggle="popover"]'))
var popoverList = popoverTriggerList.map(function (popoverTriggerEl) {
  return new bootstrap.Popover(popoverTriggerEl)
});
var hf, hw, bf, bw, rINF, rSUP, d, fyk, fck;
var ys, yc, Md, fyd, fcd;
var xlim, ylim, fclim, mlim;
var y, y1, y2, Fc, yi, yu, x;
var As1c, As2c, Mmaxala, Mdp;
const form = document.querySelector('#formulario1');
document.querySelector('#dominioIMG1').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG2').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG3').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG4').hidden = true;
document.querySelector('#msg1').hidden = true;
document.querySelector('#msg2').hidden = true;
form.addEventListener('submit', e => {
  e.preventDefault();
  const hf1 = parseFloat(document.querySelector('#hf').value);
  const hw1 = parseFloat(document.querySelector('#hw').value);
  const bf1 = parseFloat(document.querySelector('#bf').value);
  const bw1 = parseFloat(document.querySelector('#bw').value);
  const rINF1 = parseFloat(document.querySelector('#rINF').value);
  const rSUP1 = parseFloat(document.querySelector('#rSUP').value);
  const d1 = parseFloat(document.querySelector('#d').value);
  const fyk1 = parseFloat(document.querySelector('#fyk').value);
  const fck1 = parseFloat(document.querySelector('#fck').value);
  const ys1 = parseFloat(document.querySelector('#ys').value);
  const yc1 = parseFloat(document.querySelector('#yc').value);
  const Md1 = parseFloat(document.querySelector('#Md').value);
  Mdp = parseFloat(document.querySelector('#Mdp').value);
  const newProduct = {
    hf: hf1,
    bf: bf1,
    hw: hw1,
    bw: bw1,
    rINF: rINF1,
    rSUP: rSUP1,
    d: d1,
    fyk: fyk1,
    fck: fck1,
    ys: ys1,
```

```

    yc: yc1,
    Md: Md1
};
document.getElementById("cverdadero").hidden = true;
document.getElementById("cfalso").hidden = true;
document.getElementById("resultado").hidden = false;
hf = newProduct.hf;
bf = newProduct.bf;
hw = newProduct.hw;
bw = newProduct.bw;
rINF = newProduct.rINF;
rSUP = newProduct.rSUP;
d = newProduct.d;
fyk = newProduct.fyk;
fck = newProduct.fck;
ys = newProduct.ys;
yc = newProduct.yc;
Md = newProduct.Md;
fyd = newProduct.fyk / newProduct.ys;
document.querySelector("#fyd").value = fyd.toFixed(2);
fcd = (newProduct.fck / newProduct.yc);
document.querySelector("#fcd").value = fcd.toFixed(2);
xlim = newProduct.d / (1 + (fyd / (210000 * 0.0035)));
document.querySelector("#xlim").value = xlim.toFixed(2);
ylim = xlim * 0.8;
document.querySelector("#ylim").value = ylim.toFixed(2);
Mmaxala = 0.85 * fcd * 1000 * bf * hf * (d - (hf / 2));
document.querySelector("#Mmaxala").value = Mmaxala.toFixed(2);
if (ylim <= hf) {
    fclim = 0.85 * fcd * bf * ylim * 1000;
    mlim = fclim * (d - (ylim / 2));
    document.getElementById("condicion").innerHTML = 'Ylim ≤ hf';
    document.getElementById("cverdadero").hidden = false;
} else {
    fclim = 0.85 * fcd * 1000 * hf * bf + 0.85 * fcd * 1000 * bw * (ylim - hf);
    mlim = 0.85 * fcd * 1000 * hf * bf * (d - (hf / 2)) + 0.85 * fcd * 1000 * bw * (ylim - hf)
* (d - hf - ((ylim - hf) / 2));
    document.getElementById("condicion").innerHTML = 'ylim>hf';
    document.getElementById("cfalso").hidden = false;
}
document.querySelector("#fclim").value = fclim.toFixed(2);
document.querySelector("#mlim").value = mlim.toFixed(2);
document.querySelector("#fclimf").value = fclim.toFixed(2);
document.querySelector("#mlimf").value = mlim.toFixed(2);
document.getElementById("yfalso").hidden = true;
document.getElementById("yverdadero").hidden = true;
document.getElementById("yVF").hidden = true;

```

```

if (Mdp < mlim) {
  if (Mdp < Mmaxala) {
    yi = d - Math.sqrt(Math.pow(d, 2) - (2.353 * Mdp) / (fcd * bf * 1000));
    yu = d + Math.sqrt(Math.pow(d, 2) - (2.353 * Mdp) / (fcd * bf * 1000));
    console.log((2.353 * Mdp) / (fcd * bf * 1000));
    if (yi > 0 & yi <= ylim) {
      y1 = yi
      y2 = 0
    } else {
      y1 = 0;
      y2 = yu;
    }
    y = Math.max(y1, y2);
    x = y / 0.8;
    Fc = 0.85 * fcd * bf * y * 1000;
    document.getElementById("condicion2").innerHTML = 'Md < mlim y Md < Mmax';
    document.getElementById("yverdadero").hidden = false;
    document.querySelector("#y2f").value = y1.toFixed(2);
    document.querySelector("#y2fp").value = y2.toFixed(2);
    document.querySelector("#x2f").value = x.toFixed(2);
    document.querySelector("#fc2").value = Fc.toFixed(2);
  } else {
    yi = d - Math.sqrt(Math.pow(d, 2) - ((2.353 * Mdp) / (fcd * bf * 1000)) + ((2 * hf * (d
- (hf / 2)) * (bf - bw)) / (bf * 1000)));
    yu = d + Math.sqrt(Math.pow(d, 2) - ((2.353 * Mdp) / (fcd * bf * 1000)) + ((2 * hf * (d
- (hf / 2)) * (bf - bw)) / (bf * 1000)));
    if (yi > 0 & yi <= ylim) {
      y1 = yi
      y2 = 0
    } else {
      y1 = 0;
      y2 = yu;
    }
    y = Math.max(y1, y2);
    x = y / 0.8;
    Fc = 0.85 * fcd * 1000 * hf * bf + fcd * 0.85 * 1000 * bw * (y - hf);
    document.getElementById("condicion2").innerHTML = 'Md < mlim y Md >= Mmax';
    document.getElementById("yVF").hidden = false;
    document.querySelector("#y3f").value = y1.toFixed(2);
    document.querySelector("#y3fp").value = y2.toFixed(2);
    document.querySelector("#x3f").value = x.toFixed(2);
    document.querySelector("#fc3").value = Fc.toFixed(2);
  }
} else {
  y = ylim;
  x = y / 0.8;
  Fc = fclim;
}

```

```

document.getElementById("condicion2").innerHTML = 'Md >= mlim';
document.getElementById("yfalso").hidden = false;
document.querySelector("#y1f").value = y.toFixed(2);
document.querySelector("#x1f").value = x.toFixed(2);
document.querySelector("#fc1").value = Fc.toFixed(2);
}
if (Math.abs(Mdp) <= mlim) {
  document.getElementById("nom").innerHTML = 'Md \< Mlim';
} else {
  document.getElementById("nom").innerHTML = 'Md \> Mlim';
}
document.getElementById("1xlim").value = xlim.toFixed(2);
document.getElementById("1x").value = x.toFixed(2);
document.getElementById("1mmax").value = Mmaxala.toFixed(2);
document.getElementById("1y").value = y.toFixed(2);
document.getElementById("1ylim").value = ylim.toFixed(2);
document.getElementById("1fclim").value = fclim.toFixed(2);
document.getElementById("1Fc").value = Fc.toFixed(2);
document.getElementById("1mlim").value = mlim.toFixed(2);
var As1, As2, As1n, As2n;
if (Math.abs(Mdp) == 0) {
  As1 = 0;
  As2 = 0;
  As1n = 0;
  As2n = 0;
} else {
  if (fyk == 400) {
    As1n = 3.3 / 1000 * (hf * bf + hw * bw) * 10000;
    As2n = 3.3 / 1000 * (hf * bf + hw * bw) * 10000 * 0.3;
  } else {
    if (fyk == 500) {
      As1n = 2.8 / 1000 * (hf * bf + hw * bw) * 10000;
      As2n = 2.8 / 1000 * (hf * bf + hw * bw) * 10000 * 0.3;
    } else {
      As1n = 0;
      As12 = 0;
    }
  }
}
if (Math.abs(Mdp) <= mlim) {
  As2 = 0;
  As1 = Fc / (fyd * 0.1);
} else {
  As2 = (Math.abs(Mdp) - mlim) / (fyd * 0.1 * (d - rSUP));
  As1 = (As2 * fyd * 0.1 + fclim) / (fyd * 0.1);
}
}
document.getElementById("As1").value = As1.toFixed(2);

```

```

document.getElementById("As2").value = As2.toFixed(2);
document.getElementById("As1n").value = As1n.toFixed(2);
document.getElementById("As2n").value = As2n.toFixed(2);
if (As1 > As1n) {
    As11 = As1;
} else {
    As11 = As1n;
}
if (As2 > As2n) {
    As22 = As2;
} else {
    As22 = As2n;
}
document.getElementById("As11").value = As11.toFixed(2);
document.getElementById("As22").value = As22.toFixed(2);
var cs = true, valor = 6;
var options = document.querySelectorAll('#os1 option');
document.querySelector('#msg1').hidden = true;
document.querySelector('#msg2').hidden = true;
prueba=0;
options.forEach(element => {
    console.log(element.value);
    var os1 = element.value;
    var nbarras = Math.ceil(As11 / (Math.PI * Math.pow((os1 / 10) / 2, 2)));
    var Areal = Math.PI * Math.pow(os1 / 2, 2) / 100 * nbarras;
    var Sreal = "—";
    if (nbarras > 1) {
        Sreal = ((bw * 100 - 2 * rSUP * 100 - nbarras * os1 * 0.1) / (nbarras - 1)).toFixed(2);
    }
    var Smin = Math.max(os1 * 0.1, 2);
    if (Sreal < Smin || Sreal == "—" || Sreal > 30 || os1 == 0) {
        element.classList.add(["negrita"]);
        element.classList.remove(["correcto"]);
    } else {
        if (cs) {
            cs = false;
            valor = os1;
            element.selected = 'selected';
        }
        element.classList.add(["correcto"]);
        element.classList.remove(["negrita"]);
        prueba++;
    }
});
if(prueba==0){
    document.querySelector('#msg1').hidden = false;
    document.querySelector('#msg2').hidden = false;
}

```



```

}
var options2 = document.querySelectorAll('#os2 option');
options2.forEach(element => {
  console.log(element.value);
  var os2 = element.value;
  var nbarras2 = Math.ceil(As22 / (Math.PI * Math.pow((os2 / 10) / 2, 2)));
  var Areal2 = Math.PI * Math.pow(os2 / 2, 2) / 100 * nbarras2;
  var Sreal2 = "—";
  if (nbarras2 > 1) {
    Sreal2 = ((bf * 100 - 2 * rINF * 100 - nbarras2 * os2 * 0.1) / (nbarras2 -
1)).toFixed(2);
  }
  var Smin2 = Math.max(os2 * 0.1, 2);
  if (Sreal2 < Smin2 || Sreal2 == "—" || Sreal2 > 30 || os2 == 0) {
    element.classList.add(["negrita"]);
    element.classList.remove(["correcto"]);
  } else {
    element.classList.add(["correcto"]);
    element.classList.remove(["negrita"]);
  }
  if (valor == os2) {
    element.selected = 'selected';
  }
});
resultado();
resultado2();
comprobacionSeccion();
});
var As11, As22;
function dProceso() {
  var ehf = parseFloat(document.getElementById("hf").value);
  var ehw = parseFloat(document.getElementById("hw").value);
  var erINF = parseFloat(document.getElementById("rINF").value);
  d = (ehf + ehw - erINF);
  document.getElementById("d").value = d.toFixed(2);
}
function dProceso2() {
  var ehf = parseFloat(document.getElementById("hf").value);
  var ehw = parseFloat(document.getElementById("hw").value);
  var ebf = parseFloat(document.getElementById("bf").value);
  var ebw = parseFloat(document.getElementById("bw").value);
  var erINF = parseFloat(document.getElementById("rINF").value);
  var eNd = parseFloat(document.getElementById("Nd").value);
  var eMd = parseFloat(document.getElementById("Md").value);
  document.getElementById("Mdp").setAttribute('value', (eMd - eNd * (ehf + ehw - erINF
- ((ehf * ebf * (ehf / 2)) + ehw * ebw * (ehf + (ehw / 2))) / (ehf * ebf + ehw *
ebw))).toFixed(2));

```

```

}
function comprobacionSeccion() {
  document.getElementById("dominio1").hidden = true;
  document.getElementById("dominio23").hidden = true;
  document.getElementById("dominio4").hidden = true;
  document.getElementById("dominio1F").hidden = true;
  document.getElementById("dominio23F").hidden = true;
  document.getElementById("dominio4F").hidden = true;
  document.getElementById("hfmayor").hidden = true;
  document.getElementById("hfmenor").hidden = true;
  var nbs1 = document.getElementById("nbs1").value;
  var os1 = document.getElementById("os1c").value;
  As1c = Math.PI * Math.pow(os1 / 2, 2) / 100 * nbs1;;
  var Areal = document.getElementById("Areal").value;
  var Sreal = document.getElementById("Sreal").value.replace(",",".");
  var Smin = document.getElementById("Smin").value;
  document.getElementById("As1c").value = As1c.toFixed(2);
  var os2 = document.getElementById("os2c").value;
  var nbs2 = document.getElementById("nbs2").value;
  As2c = Math.PI * Math.pow(os2 / 2, 2) / 100 * nbs2;
  var Sreal2 = document.getElementById("Sreal2").value.replace(",",".");
  var Smin2 = document.getElementById("Smin2").value;
  document.getElementById("As2c").value = As2c.toFixed(2);
  var Us1 = fyd * As1c * 0.1;
  var Us2 = fyd * As2c * 0.1;
  document.getElementById("Us1").value = Us1.toFixed(2);
  document.getElementById("Us2").value = Us2.toFixed(2);
  var Yest, Yreal, Xreal, FcR, Mu;
  if (ylim <= hf) {
    document.getElementById("hfmayor").hidden = false;
    Yest = (Us1 - Us2) / (0.85 * bf * fcd * 1000);
    document.getElementById("Yest").value = Yest.toFixed(2);
    if (Yest <= 0) {
      Yreal = (Us1 - Us2) / (0.85 * bf * fcd * 1000);
      Xreal = Yreal / 0.8;
      FcR = 0.85 * fcd * 1000 * bf * Yreal;
      Mu = As1c * fyd * 0.1 * (d - rSUP);
      document.getElementById("dominio1").hidden = false;
      document.getElementById("Yreal1").value = Yreal.toFixed(2);
      document.getElementById("Xreal1").value = Xreal.toFixed(2);
      document.getElementById("Fc1").value = FcR.toFixed(2);
      document.getElementById("Mu1").value = Mu.toFixed(2);
    } else {
      if (Yest <= ylim) {
        Yreal = Yest;
        Xreal = Yreal / 0.8;
        FcR = 0.85 * fcd * 1000 * bf * Yreal;

```

```

    Mu = 0.85 * fcd * 1000 * bf * Yreal * (d - (Yreal / 2)) + As2c * fyd * 0.1 * (d -
rSUP);
    document.getElementById("dominio23").hidden = false;
    document.getElementById("Yreal23").value = Yreal.toFixed(2);
    document.getElementById("Xreal23").value = Xreal.toFixed(2);
    document.getElementById("Fc23").value = FcR.toFixed(2);
    document.getElementById("Mu23").value = Mu.toFixed(2);
    } else {
        Yreal = -(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000) +
Math.sqrt(Math.pow(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000, 2) + (3.2 * 0.85 * fcd
* 1000 * bf * As1c / 10000 * 0.0035 * d * 210000 * 1000))) / (2 * 0.85 * fcd * 1000 * bf);
        if (Yreal <= 0) {
            Yreal = -(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000) -
Math.sqrt(Math.pow(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000, 2) + (3.2 * 0.85 * fcd
* 1000 * bf * As1c / 10000 * 0.0035 * d * 210000 * 1000))) / (2 * fcd * 1000 * bf);
        }
        console.log((Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000));
        Xreal = Yreal / 0.8;
        FcR = 0.85 * fcd * 1000 * bf * Yreal;
        Mu = 0.85 * fcd * 1000 * bf * Yreal * (d - (Yreal / 2)) + As2c * fyd * 0.1 * (d -
rSUP);
        document.getElementById("dominio4").hidden = false;
        document.getElementById("Yreal4").value = Yreal.toFixed(2);
        document.getElementById("Xreal4").value = Xreal.toFixed(2);
        document.getElementById("Fc4").value = FcR.toFixed(2);
        document.getElementById("Mu4").value = Mu.toFixed(2);
    }
}
} else {
    document.getElementById("hfmenor").hidden = false;
    Yest = (Us1 - Us2 - 0.85 * fcd * 1000 * hf * bf) / (0.85 * fcd * 1000 * bw) + hf;
    console.log(Yest);
    document.getElementById("YestF").value = Yest.toFixed(2);
    if (Yest <= 0) {
        Yreal = Yest;
        Xreal = Yreal / 0.8;
        FcR = Us1 - Us2;
        Mu = As1c * (d - rSUP);
        document.getElementById("dominio1F").hidden = false;
        document.getElementById("Yreal1F").value = Yreal.toFixed(2);
        document.getElementById("Xreal1F").value = Xreal.toFixed(2);
        document.getElementById("Fc1F").value = FcR.toFixed(2);
        document.getElementById("Mu1F").value = Mu.toFixed(2);
    } else {
        if (Yest <= ylim) {
            Yreal = Yest;
            Xreal = Yreal / 0.8;

```

```

    FcR = 0.85 * fcd * (hf * bf + bw * (Yreal - hf));
    Mu = 0.85 * fcd * 1000 * bf * hf * (d - (hf / 2)) + 0.85 * fcd * 1000 * bw * (Yreal -
hf) * ((Yreal - hf) / 2);
    document.getElementById("dominio23F").hidden = false;
    document.getElementById("Yreal23F").value = Yreal.toFixed(2);
    document.getElementById("Xreal23F").value = Xreal.toFixed(2);
    document.getElementById("Fc23F").value = FcR.toFixed(2);
    document.getElementById("Mu23F").value = Mu.toFixed(2);
  } else {
    Yreal = -(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000 + 0.85 * fcd * 1000 * hf *
bf - 0.85 * fcd * 1000 * hf * bw) + Math.sqrt(Math.pow(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 *
210000 * 1000 + 0.85 * fcd * 1000 * hf * bf - 0.85 * fcd * 1000 * hf * bw, 2) + (3.2 * 0.85
* fcd * 1000 * bw * As1c / 10000 * 0.0035 * d * 210000 * 1000)) / (2 * 0.85 * fcd * 1000
* bw);
    if (Yreal <= 0) {
      Yreal = -(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000 + 0.85 * fcd * 1000 * hf *
bf - 0.85 * fcd * 1000 * hf * bw) - Math.sqrt(Math.pow(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 *
210000 * 1000 + 0.85 * fcd * 1000 * hf * bf - 0.85 * fcd * 1000 * hf * bw, 2) + (3.2 * 0.85
* fcd * 1000 * bw * As1c / 10000 * 0.0035 * d * 210000 * 1000)) / (2 * 0.85 * fcd * 1000
* bw);
    }
    Xreal = Yreal / 0.8;
    FcR = 0.85 * fcd * 1000 * bf * hf + 0.85 * fcd * 1000 * bw * (Yreal - hf);
    Mu = Us2 * (d - rSUP) + 0.85 * fcd * 1000 * bf * hf * (d - (hf / 2)) + 0.85 * fcd *
1000 * bw * (Yreal - hf) * (d - hf - (Yreal - hf));
    document.getElementById("dominio4F").hidden = false;
    document.getElementById("Yreal4F").value = Yreal.toFixed(2);
    document.getElementById("Xreal4F").value = Xreal.toFixed(2);
    document.getElementById("Fc4F").value = FcR.toFixed(2);
    document.getElementById("Mu4F").value = Mu.toFixed(2);
  }
}
}
var As1R, As2R;
if (mlim <= Mdp) {
  As1R = (fclim + fyd * As2c * 0.1) / (fyd * 1000) * 10000;
} else {
  As1R = (0.85 * fcd * 10000 * bf * Yreal) / fyd;
}
if (mlim >= Mdp) {
  As2R = 0;
} else {
  As2R = ((Mdp - mlim) / (fyd * 1000 * (d - rSUP))) * 10000;
}
if (Mdp <= Mu) {
  document.getElementById("mensaje").innerText = "Cumple, no es necesario aumentar
la armadura";
}

```

```

document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-primary"]);
document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-danger"]);
} else {
if (As1R > As1c && As2R > As2c) {
document.getElementById("mensaje").innerText = "No cumple, insuficientes
armaduras S1 y S2";
document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-danger"]);
document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-primary"]);
} else {
if (As1R > As1c && As2R <= As2c) {
document.getElementById("mensaje").innerText = "No cumple, por insuficiente
armadura S1";
document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-danger"]);
document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-primary"]);
} else {
if (As1R <= As1c && As2R > As2c) {
document.getElementById("mensaje").innerText = "No cumple, por insuficiente
armadura S2";
document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-danger"]);
document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-primary"]);
} else {
document.getElementById("mensaje").innerText = "FALSE";
document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-danger"]);
document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-primary"]);
}
}
}
}
document.querySelector('#dominioIMG1').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG2').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG3').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG4').hidden = true;
if(Yest<=0){
document.querySelector('#dominioIMG1').hidden = false;
}else{
if(0<Yest && Yest<=0.259*d){
document.querySelector('#dominioIMG2').hidden = false;
}else{
if(0.259*d<Yest&& Yest<=ylim){
document.querySelector('#dominioIMG3').hidden = false;
}else{
if(Yest>ylim){
document.querySelector('#dominioIMG4').hidden = false;
}
}
}
}
}
}

```

```

}
document.getElementById("Yreal").value = Yreal.toFixed(2);
document.getElementById("Mu").value = Mu.toFixed(2);
document.getElementById("As1=").value = As1R.toFixed(2);
document.getElementById("As2=").value = As2R.toFixed(2);
}
function resultado() {
    var nbarras;
    var os1 = document.getElementById("os1").value;
    if (os1 == 0) {
        nbarras = 0;
    } else {
        nbarras = Math.ceil(As11 / (Math.PI * Math.pow((os1 / 10) / 2, 2)));
    }
    var Areal = Math.PI * Math.pow(os1 / 2, 2) / 100 * nbarras;
    As1c = Areal;
    var Sreal = "—";
    if (nbarras > 1) {
        Sreal = ((bw * 100 - 2 * rSUP * 100 - nbarras * os1 * 0.1) / (nbarras - 1)).toFixed(2);
    }
    var Smin = Math.max(os1 * 0.1, 2);
    document.getElementById("nbarras").value = nbarras;
    document.getElementById("Areal").value = Areal.toFixed(2);
    document.getElementById("Sreal").value = Sreal.replace(".", ",");
    document.getElementById("Smin").value = Smin.toFixed(2);
    if (Sreal < Smin || Sreal == "—" || Sreal > 30) {
        document.getElementById("nbarras").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("Areal").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("Sreal").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("Smin").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("os1").classList.add(["negrita"]);
    } else {
        document.getElementById("nbarras").classList.remove(["negrita"]);
        document.getElementById("Areal").classList.remove(["negrita"]);
        document.getElementById("Sreal").classList.remove(["negrita"]);
        document.getElementById("Smin").classList.remove(["negrita"]);
        document.getElementById("os1").classList.remove(["negrita"]);
    }
    document.getElementById("nbs1").value = nbarras;
    document.getElementById("os1c").value = os1;
}
function resultado2() {
    var os2 = document.getElementById("os2").value;
    var nbarras2;
    if (os2 == 0) {
        nbarras2 = 0;
    } else {

```

```

    nbarras2 = Math.ceil(As22 / (Math.PI * Math.pow((os2 / 10) / 2, 2)));
  }
  var Areal2 = Math.PI * Math.pow(os2 / 2, 2) / 100 * nbarras2;
  As2c = Areal2;
  var Sreal2 = "—";
  if (nbarras2 > 1) {
    Sreal2 = ((bf * 100 - 2 * rINF * 100 - nbarras2 * os2 * 0.1) / (nbarras2 - 1)).toFixed(2);
  }
  var Smin2 = Math.max(os2 * 0.1, 2);
  document.getElementById("nbarras2").value = nbarras2;
  document.getElementById("Areal2").value = Areal2.toFixed(2);
  document.getElementById("Sreal2").value = Sreal2.replace(".", ",");
  document.getElementById("Smin2").value = Smin2.toFixed(2);
  if (Sreal2 < Smin2 || Sreal2 == "—" || Sreal2 > 30) {
    document.getElementById("nbarras2").classList.add(["negrita"]);
    document.getElementById("Areal2").classList.add(["negrita"]);
    document.getElementById("Sreal2").classList.add(["negrita"]);
    document.getElementById("Smin2").classList.add(["negrita"]);
    document.getElementById("os2").classList.add(["negrita"]);
  } else {
    document.getElementById("nbarras2").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("Areal2").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("Sreal2").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("Smin2").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("os2").classList.remove(["negrita"]);
  }
  document.getElementById("nbs2").value = nbarras2;
  document.getElementById("os2c").value = os2;
}
function myFunction() {
  print();
}
</script>

```

SRECSIMPLE

```
<script>
  document.getElementById("resultado").style.display = "none";
  const { ipcRenderer } = require('electron');
  var popoverTriggerList = [].slice.call(document.querySelectorAll('[data-bs-
toggle="popover"]'))
  var popoverList = popoverTriggerList.map(function (popoverTriggerEl) {
    return new bootstrap.Popover(popoverTriggerEl)
  });
  var h, b, rINF, rSUP, d, fyk, fck;
  var ys, yc, Md, fyd, fcd;
  var xlim, ylim, fclim, mlim;
  var y1, y2, Fc, yi, yu, x;
  var As1c, As2c;
  document.querySelector('#msg1').hidden = true;
  document.querySelector('#msg2').hidden = true;
  document.querySelector('#dominioIMG1').hidden = true;
  document.querySelector('#dominioIMG2').hidden = true;
  document.querySelector('#dominioIMG3').hidden = true;
  document.querySelector('#dominioIMG4').hidden = true;
  const form = document.querySelector('#formulario1');
  form.addEventListener('submit', e => {
    e.preventDefault();
    const h1 = parseFloat(document.querySelector('#h').value);
    const b1 = parseFloat(document.querySelector('#b').value);
    const rINF1 = parseFloat(document.querySelector('#rINF').value);
    const rSUP1 = parseFloat(document.querySelector('#rSUP').value);
    const d1 = parseFloat(document.querySelector('#d').value);
    const fyk1 = parseFloat(document.querySelector('#fyk').value);
    const fck1 = parseFloat(document.querySelector('#fck').value);
    const ys1 = parseFloat(document.querySelector('#ys').value);
    const yc1 = parseFloat(document.querySelector('#yc').value);
    const Md1 = parseFloat(document.querySelector('#Md').value);
    const newProduct = {
      h: h1,
      b: b1,
      rINF: rINF1,
      rSUP: rSUP1,
      d: d1,
      fyk: fyk1,
      fck: fck1,
      ys: ys1,
      yc: yc1,
      Md: Md1
    };
    document.getElementById("resultado").style.display = "block";
    h = newProduct.h;
```



```

document.querySelector('#h').value = h;
b = newProduct.b;
document.querySelector('#b').value = b;
rINF = newProduct.rINF;
document.querySelector('#rINF').value = rINF;
rSUP = newProduct.rSUP;
document.querySelector('#rSUP').value = rSUP;
d = newProduct.d;
document.querySelector('#d').value = d;
fyk = newProduct.fyk;;
document.querySelector('#fyk').value = fyk;
fck = newProduct.fck;
document.querySelector('#fck').value = fck;
ys = newProduct.ys;
document.querySelector('#ys').value = ys;
yc = newProduct.yc;
document.querySelector('#yc').value = yc;
Md = newProduct.Md;
document.querySelector('#Md').value = Md;
fyd = newProduct.fyk / newProduct.ys;
document.querySelector('#fyd').value = fyd.toFixed(2);
fcd = (newProduct.fck / newProduct.yc);
document.querySelector('#fcd').value = fcd.toFixed(2);
xlim = newProduct.d / (1 + (fyd / (210000 * 0.0035)));
document.querySelector('#xlim').value = xlim.toFixed(2);
ylim = xlim * 0.8;
document.querySelector('#ylim').value = ylim.toFixed(2);
fclim = 0.85 * fcd * b * ylim * 1000;
document.querySelector('#fclim').value = fclim.toFixed(2);
mlim = fclim * (d - (ylim / 2));
document.querySelector('#mlim').value = mlim.toFixed(2);
y1, y2, Fc;
yi = d - Math.sqrt(Math.pow(d, 2) - ((2.353 * Md) / (fcd * b * 1000)));
yu = d + Math.sqrt(Math.pow(d, 2) - ((2.353 * Md) / (fcd * b * 1000)));
if (Math.abs(Md) <= mlim) {
  if (yi <= h & yi > 0) {
    y1 = yi
    y2 = 0
  } else {
    y1 = 0;
    y2 = yu;
  }
} else {
  y1 = ylim;
  y2 = ylim;
}
x = Math.max(y1, y2) / 0.8;

```

```

document.querySelector('#y1').value = y1.toFixed(2);
document.querySelector('#y2').value = y2.toFixed(2);
document.querySelector('#x').value = x.toFixed(2);
if (Math.abs(Md) <= mlim) {
  Fc = 0.85 * fcd * b * y1 * 1000;
  document.querySelector('#Fc').value = Fc.toFixed(2);
  document.getElementById("nom").innerHTML = 'Md \< Mlim';
} else {
  Fc = fclim;
  document.querySelector('#Fc').value = Fc.toFixed(2);
  document.getElementById("nom").innerHTML = 'Md \> Mlim';
}
document.getElementById("1xlim").value = xlim.toFixed(2);
document.getElementById("1x").value = x.toFixed(2);
document.getElementById("1y").value = Math.max(y1, y2).toFixed(2);
document.getElementById("1ylim").value = ylim.toFixed(2);
document.getElementById("1fclim").value = fclim.toFixed(2);
document.getElementById("1Fc").value = Fc.toFixed(2);
document.getElementById("1mlim").value = mlim.toFixed(2);
var As1, As2, As1n, As2n;
if (Math.abs(Md) == 0) {
  As1 = 0;
  As2 = 0;
  As1n = 0;
  As2n = 0;
} else {
  if (fyk == 400) {
    As1n = 0.0033 * h * 100 * b * 100;
    As2n = 0.3 * 0.0033 * h * 100 * b * 100;
  } else {
    if (fyk == 500) {
      As1n = 0.0028 * h * 100 * b * 100;
      As2n = 0.3 * 0.0028 * h * 100 * b * 100;
    } else {
      As1n = 0;
      As12 = 0;
    }
  }
}
if (Math.abs(Md) <= mlim) {
  As2 = 0;
  As1 = 0.85 * fcd * b * Math.max(y1, y2) * 10000 / fyd;
} else {
  As2 = (Math.abs(Md) - mlim) / (fyd * 0.1 * (d - rSUP));
  As1 = (fclim + Math.max(As2, As2n) * fyd * 0.1) / (fyd * 0.1);
}
}
document.getElementById("As1").value = As1.toFixed(2);

```

```

document.getElementById("As2").value = As2.toFixed(2);
document.getElementById("As1n").value = As1n.toFixed(2);
document.getElementById("As2n").value = As2n.toFixed(2);
if (As1 > As1n) {
    As11 = As1;
} else {
    As11 = As1n;
}
if (As2 > As2n) {
    As22 = As2;
} else {
    As22 = As2n;
}
document.getElementById("As11").value = As11.toFixed(2);
document.getElementById("As22").value = As22.toFixed(2);
document.querySelector("#msg1").hidden = true;
document.querySelector("#msg2").hidden = true;
var cs = true, valor = 6;
var options = document.querySelectorAll("#os1 option");
prueba=0;
options.forEach(element => {
    console.log(element.value);
    var os1 = element.value;
    var nbarras = Math.ceil(As11 / (Math.PI * Math.pow((os1 / 10) / 2, 2)));
    var Areal = Math.PI * Math.pow(os1 / 2, 2) / 100 * nbarras;
    var Sreal = "—";
    if (nbarras > 1) {
        Sreal = ((b * 100 - 2 * rINF * 100 - nbarras * os1 * 0.1) / (nbarras - 1)).toFixed(2);
    }
    var Smin = Math.max(os1 * 0.1, 2);
    if (Sreal < Smin || Sreal == "—" || Sreal > 30 || os1 == 0) {
        element.classList.add(["negrita"]);
        element.classList.remove(["correcto"]);
    } else {
        if (cs) {
            cs = false;
            valor = os1;
            element.selected = 'selected';
        }
        element.classList.add(["correcto"]);
        element.classList.remove(["negrita"]);
        prueba++;
    }
});
if(prueba==0){
    document.querySelector("#msg1").hidden = false;
    document.querySelector("#msg2").hidden = false;
}

```

```

}
var options2 = document.querySelectorAll('#os2 option');
options2.forEach(element => {
  console.log(element.value);
  var os2 = element.value;
  var nbarras2 = Math.ceil(As22 / (Math.PI * Math.pow((os2 / 10) / 2, 2)));
  var Areal2 = Math.PI * Math.pow(os2 / 2, 2) / 100 * nbarras2;
  var Sreal2 = "—";
  if (nbarras2 > 1) {
    Sreal2 = ((b * 100 - 2 * rINF * 100 - nbarras2 * os2 * 0.1) / (nbarras2 - 1)).toFixed(2);
  }
  var Smin2 = Math.max(os2 * 0.1, 2);
  if (Sreal2 < Smin2 || Sreal2 == "—" || Sreal2 > 30 || os2 == 0) {
    element.classList.add(["negrita"]);
    element.classList.remove(["correcto"]);
  } else {
    element.classList.add(["correcto"]);
    element.classList.remove(["negrita"]);
  }
  if (valor == os2) {
    element.selected = 'selected';
  }
});
resultado();
resultado2();
comprobacionSeccion();
});
var As11, As22;
function dProceso() {
  var eh = parseFloat(document.getElementById("h").value);
  console.log(eh);
  var erINF = parseFloat(document.getElementById("rINF").value);
  document.getElementById("d").value = (eh - erINF).toFixed(2);
}
function comprobacionSeccion() {
  document.getElementById("dominio1").style.display = "none";
  document.getElementById("dominio23").style.display = "none";
  document.getElementById("dominio4").style.display = "none";
  var nbs1 = document.getElementById("nbs1").value;
  var os1 = document.getElementById("os1c").value;
  As1c = Math.PI * Math.pow(os1 / 2, 2) / 100 * nbs1;;
  var Areal = document.getElementById("Areal").value;
  var Sreal = document.getElementById("Sreal").value.replace(",", ".");
  var Smin = document.getElementById("Smin").value;
  document.getElementById("As1c").value = As1c.toFixed(2);
  var os2 = document.getElementById("os2").value;
  var nbs2 = document.getElementById("nbs2").value;

```

```

As2c = Math.PI * Math.pow(os2 / 2, 2) / 100 * nbs2;;;
var Sreal2 = document.getElementById("Sreal2").value.replace(",",".");
var Smin2 = document.getElementById("Smin2").value;
document.getElementById("As2c").value = As2c.toFixed(2);
var Us1 = fyd * As1c * 0.1;
var Us2 = fyd * As2c * 0.1;
document.getElementById("Us1").value = Us1.toFixed(2);
document.getElementById("Us2").value = Us2.toFixed(2);
var Yest = (Us1 - Us2) / (0.85 * b * fcd * 1000);
document.getElementById("Yest").value = Yest.toFixed(2);
var Yreal, Xreal, FcR, Mu;
if (Yest <= 0) {
  Yreal = (Us1 - Us2) / (0.85 * b * fcd * 1000);
  Xreal = Yreal / 0.8;
  FcR = 0.85 * fcd * 1000 * b * Yreal;
  Mu = As1c * fyd * 0.1 * (d - rSUP);
  document.getElementById("dominio1").style.display = "block";
  document.getElementById("Yreal1").value = Yreal.toFixed(2);
  document.getElementById("Xreal1").value = Xreal.toFixed(2);
  document.getElementById("Fc1").value = FcR.toFixed(2);
  document.getElementById("Mu1").value = Mu.toFixed(2);
} else {
  if (Yest <= ylim) {
    Yreal = Yest;
    Xreal = Yreal / 0.8;
    FcR = 0.85 * fcd * 1000 * b * Yreal;
    Mu = 0.85 * fcd * 1000 * b * Yreal * (d - (Yreal / 2)) + As2c * fyd * 0.1 * (d - rSUP);
    document.getElementById("dominio23").style.display = "block";
    document.getElementById("Yreal23").value = Yreal.toFixed(2);
    document.getElementById("Xreal23").value = Xreal.toFixed(2);
    document.getElementById("Fc23").value = FcR.toFixed(2);
    document.getElementById("Mu23").value = Mu.toFixed(2);
  } else {
    Yreal = (-(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000) + Math.sqrt(Math.pow(Us2
+ As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000, 2) + (3.2 * 0.85 * fcd * 1000 * b * As1c / 10000
* 0.0035 * d * 210000 * 1000))) / (2 * 0.85 * fcd * 1000 * b);
    if (Yreal <= 0) {
      Yreal = (-(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000) -
Math.sqrt(Math.pow(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000, 2) + (3.2 * 0.85 * fcd
* 1000 * b * As1c / 10000 * 0.0035 * d * 210000 * 1000))) / (2 * fcd * 1000 * b);
    }
    console.log((Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000));
    Xreal = Yreal / 0.8;
    FcR = 0.85 * fcd * 1000 * b * Yreal;
    Mu = 0.85 * fcd * 1000 * b * Yreal * (d - (Yreal / 2)) + As2c * fyd * 0.1 * (d - rSUP);
    document.getElementById("dominio4").style.display = "block";
    document.getElementById("Yreal4").value = Yreal.toFixed(2);
  }
}

```

```

    document.getElementById("Xreal4").value = Xreal.toFixed(2);
    document.getElementById("Fc4").value = FcR.toFixed(2);
    document.getElementById("Mu4").value = Mu.toFixed(2);
  }
}
var As1R, As2R;
if (mlim <= Md) {
  As1R = (fclim + fyd * As2c * 0.1) / (fyd * 1000) * 10000;
} else {
  As1R = (0.85 * fcd * 10000 * b * Yreal) / fyd;
}
if (mlim >= Md) {
  As2R = 0;
} else {
  As2R = ((Md - mlim) / (fyd * 1000 * (d - rSUP))) * 10000;
}
if (Md <= Mu) {
  document.getElementById("mensaje").innerText = "Cumple, no es necesario aumentar
la armadura";
  document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-primary"]);
  document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-danger"]);
} else {
  if (As1R > As1c && As2R > As2c) {
    document.getElementById("mensaje").innerText = "No cumple, insuficientes
armaduras S1 y S2";
    document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-danger"]);
    document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-primary"]);
  } else {
    if (As1R.toFixed(2) > As1c.toFixed(2) && As2R <= As2c) {
      console.log(As1R + " - " + As1c);
      document.getElementById("mensaje").innerText = "No cumple, por insuficiente
armadura S1";
      document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-danger"]);
      document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-primary"]);
    } else {
      if (As1R <= As1c && As2R.toFixed(2) > As2c.toFixed(2)) {
        document.getElementById("mensaje").innerText = "No cumple, por insuficiente
armadura S2";
        document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-danger"]);
        document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-primary"]);
      } else {
        document.getElementById("mensaje").innerText = "FALSE";
        document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-danger"]);
        document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-primary"]);
      }
    }
  }
}
}
}

```

```

}
document.querySelector('#dominioIMG1').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG2').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG3').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG4').hidden = true;
if(Yest<=0){
  document.querySelector('#dominioIMG1').hidden = false;
}else{
  if(0<Yest && Yest<=0.259*d){
    document.querySelector('#dominioIMG2').hidden = false;
  }else{
    if(0.259*d<Yest&& Yest<=ylim){
      document.querySelector('#dominioIMG3').hidden = false;
    }else{
      if(Yest>ylim){
        document.querySelector('#dominioIMG4').hidden = false;
      }
    }
  }
}

}
document.getElementById("Yreal").value = Yreal.toFixed(2);
document.getElementById("Mu").value = Mu.toFixed(2);
document.getElementById("As1=").value = As1R.toFixed(2);
document.getElementById("As2=").value = As2R.toFixed(2);
}
function resultado() {
  var nbarras;
  var os1 = document.getElementById("os1").value;
  if (os1 == 0) {
    nbarras = 0;
  } else {
    nbarras = Math.ceil(As11 / (Math.PI * Math.pow((os1 / 10) / 2, 2)));
  }
  var Areal = Math.PI * Math.pow(os1 / 2, 2) / 100 * nbarras;
  As1c = Areal;
  var Sreal = "—";
  if (nbarras > 1) {
    Sreal = ((b * 100 - 2 * rINF * 100 - nbarras * os1 * 0.1) / (nbarras - 1)).toFixed(2);
  }
  var Smin = Math.max(os1 * 0.1, 2);
  document.getElementById("nbarras").value = nbarras;
  document.getElementById("Areal").value = Areal.toFixed(2);
  document.getElementById("Sreal").value = Sreal.replace(".", ",");
  document.getElementById("Smin").value = Smin.toFixed(2);
  if (Sreal < Smin || Sreal == "—" || Sreal > 30) {
    document.getElementById("nbarras").classList.add(["negrita"]);
  }
}

```

```

document.getElementById("Areal").classList.add(["negrita"]);
document.getElementById("Sreal").classList.add(["negrita"]);
document.getElementById("Smin").classList.add(["negrita"]);
document.getElementById("os1").classList.add(["negrita"]);
} else {
document.getElementById("nbarras").classList.remove(["negrita"]);
document.getElementById("Areal").classList.remove(["negrita"]);
document.getElementById("Sreal").classList.remove(["negrita"]);
document.getElementById("Smin").classList.remove(["negrita"]);
document.getElementById("os1").classList.remove(["negrita"]);
}
document.getElementById("nbs1").value = nbarras;
document.getElementById("os1c").value = os1;
}
function resultado2() {
var os2 = document.getElementById("os2").value;
var nbarras2;
if (os2 == 0) {
nbarras2 = 0;
} else {
nbarras2 = Math.ceil(As22 / (Math.PI * Math.pow((os2 / 10) / 2, 2)));
}
var Areal2 = Math.PI * Math.pow(os2 / 2, 2) / 100 * nbarras2;
As2c = Areal2;
var Sreal2 = "—";
if (nbarras2 > 1) {
Sreal2 = ((b * 100 - 2 * rINF * 100 - nbarras2 * os2 * 0.1) / (nbarras2 - 1)).toFixed(2);
}
var Smin2 = Math.max(os2 * 0.1, 2);
document.getElementById("nbarras2").value = nbarras2;
document.getElementById("Areal2").value = Areal2.toFixed(2);
document.getElementById("Sreal2").value = Sreal2.replace(".", ",");
document.getElementById("Smin2").value = Smin2.toFixed(2);
if (Sreal2 < Smin2 || Sreal2 == "—" || Sreal2 > 30) {
document.getElementById("nbarras2").classList.add(["negrita"]);
document.getElementById("Areal2").classList.add(["negrita"]);
document.getElementById("Sreal2").classList.add(["negrita"]);
document.getElementById("Smin2").classList.add(["negrita"]);
document.getElementById("os2").classList.add(["negrita"]);
} else {
document.getElementById("nbarras2").classList.remove(["negrita"]);
document.getElementById("Areal2").classList.remove(["negrita"]);
document.getElementById("Sreal2").classList.remove(["negrita"]);
document.getElementById("Smin2").classList.remove(["negrita"]);
document.getElementById("os2").classList.remove(["negrita"]);
}
document.getElementById("nbs2").value = nbarras2;

```



```
    document.getElementById("os2c").value = os2;
  }
  function myFunction() {
    print();
  }
</script>
```

SRECCOMPUESTA

```
<script>
  document.getElementById("resultado").hidden = true;
  const { ipcRenderer } = require('electron');
  var popoverTriggerList = [].slice.call(document.querySelectorAll('[data-bs-
toggle="popover"]'))
var popoverList = popoverTriggerList.map(function (popoverTriggerEl) {
  return new bootstrap.Popover(popoverTriggerEl)
});
var hf, hw, bf, bw, rINF, rSUP, d, fyk, fck;
var ys, yc, Md, fyd, fcd;
var xlim, ylim, fclim, mlim;
var y, y1, y2, Fc, yi, yu, x;
var As1c, As2c, Mmaxala;
document.querySelector('#dominioIMG1').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG2').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG3').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG4').hidden = true;
document.querySelector('#msg1').hidden = true;
document.querySelector('#msg2').hidden = true;
const form = document.querySelector('#formulario1');
form.addEventListener('submit', e => {
  e.preventDefault();
  const hf1 = parseFloat(document.querySelector('#hf').value);
  const hw1 = parseFloat(document.querySelector('#hw').value);
  const bf1 = parseFloat(document.querySelector('#bf').value);
  const bw1 = parseFloat(document.querySelector('#bw').value);
  const rINF1 = parseFloat(document.querySelector('#rINF').value);
  const rSUP1 = parseFloat(document.querySelector('#rSUP').value);
  const d1 = parseFloat(document.querySelector('#d').value);
  const fyk1 = parseFloat(document.querySelector('#fyk').value);
  const fck1 = parseFloat(document.querySelector('#fck').value);
  const ys1 = parseFloat(document.querySelector('#ys').value);
  const yc1 = parseFloat(document.querySelector('#yc').value);
  const Md1 = parseFloat(document.querySelector('#Md').value);
  const newProduct = {
    hf: hf1,
    bf: bf1,
    hw: hw1,
    bw: bw1,
    rINF: rINF1,
    rSUP: rSUP1,
    d: d1,
    fyk: fyk1,
    fck: fck1,
    ys: ys1,
    yc: yc1,
```

```

Md: Md1
};
document.getElementById("cverdadero").hidden = true;
document.getElementById("cfalso").hidden = true;
document.getElementById("resultado").hidden = false;
hf = newProduct.hf;
bf = newProduct.bf;
hw = newProduct.hw;
bw = newProduct.bw;
rINF = newProduct.rINF;
rSUP = newProduct.rSUP;
d = newProduct.d;
fyk = newProduct.fyk;
fck = newProduct.fck;
ys = newProduct.ys;
yc = newProduct.yc;
Md = newProduct.Md;
fyd = newProduct.fyk / newProduct.ys;
document.querySelector("#fyd").value = fyd.toFixed(2);
fcd = (newProduct.fck / newProduct.yc);
document.querySelector("#fcd").value = fcd.toFixed(2);
xlim = newProduct.d / (1 + (fyd / (210000 * 0.0035)));
document.querySelector("#xlim").value = xlim.toFixed(2);
ylim = xlim * 0.8;
document.querySelector("#ylim").value = ylim.toFixed(2);
Mmaxala = 0.85 * fcd * 1000 * bf * hf * (d - (hf / 2));
document.querySelector("#Mmaxala").value = Mmaxala.toFixed(2);
if (ylim <= hf) {
    fclim = 0.85 * fcd * bf * ylim * 1000;
    mlim = fclim * (d - (ylim / 2));
    document.getElementById("condicion").innerHTML = 'Ylim ≤ hf';
    document.getElementById("cverdadero").hidden = false;
} else {
    fclim = 0.85 * fcd * 1000 * hf * bf + 0.85 * fcd * 1000 * bw * (ylim - hf);
    mlim = 0.85 * fcd * 1000 * hf * bf * (d - (hf / 2)) + 0.85 * fcd * 1000 * bw * (ylim - hf)
* (d - hf - ((ylim - hf) / 2));
    document.getElementById("condicion").innerHTML = 'ylim>hf';
    document.getElementById("cfalso").hidden = false;
}
}

```

```

document.querySelector('#fclim').value = fclim.toFixed(2);
document.querySelector('#mlim').value = mlim.toFixed(2);
document.querySelector('#fclimf').value = fclim.toFixed(2);
document.querySelector('#mlimf').value = mlim.toFixed(2);
document.getElementById("yfalse").hidden = true;
document.getElementById("yverdadero").hidden = true;
document.getElementById("yVF").hidden = true;
if (Md < mlim) {
  if (Md < Mmaxala) {
    yi = d - Math.sqrt(Math.pow(d, 2) - (2.353 * Md) / (fcd * bf * 1000));
    yu = d + Math.sqrt(Math.pow(d, 2) - (2.353 * Md) / (fcd * bf * 1000));
    console.log((2.353 * Md) / (fcd * bf * 1000));
    if (yi > 0 & yi <= ylim) {
      y1 = yi
      y2 = 0
    } else {
      y1 = 0;
      y2 = yu;
    }
    y = Math.max(y1, y2);
    x = y / 0.8;
    Fc = 0.85 * fcd * bf * y * 1000;
    document.getElementById("condicion2").innerHTML = 'Md < mlim y Md < Mmax';
    document.getElementById("yverdadero").hidden = false;
    document.querySelector('#y2f').value = y1.toFixed(2);
    document.querySelector('#y2fp').value = y2.toFixed(2);
    document.querySelector('#x2f').value = x.toFixed(2);
    document.querySelector('#fc2').value = Fc.toFixed(2);
  } else {
    yi = d - Math.sqrt(Math.pow(d, 2) - ((2.353 * Md) / (fcd * bw * 1000)) + ((2 * hf * (d
- (hf / 2)) * (bf - bw)) / (bw * 1000)));
    yu = d + Math.sqrt(Math.pow(d, 2) - ((2.353 * Md) / (fcd * bw * 1000)) + ((2 * hf * (d
- (hf / 2)) * (bf - bw)) / (bw * 1000)));
    if (yi > 0 & yi <= ylim) {
      y1 = yi
      y2 = 0
    } else {
      y1 = 0;
      y2 = yu;
    }
    y = Math.max(y1, y2);
    x = y / 0.8;
    Fc = 0.85 * (fcd * 1000 * hf * bf + fcd * 1000 * bw * (y - hf));
    document.getElementById("condicion2").innerHTML = 'Md < mlim y Md >= Mmax';
    document.getElementById("yVF").hidden = false;
    document.querySelector('#y3f').value = y1.toFixed(2);

```

```

document.querySelector('#y3fp').value = y2.toFixed(2);
document.querySelector('#x3f').value = x.toFixed(2);
document.querySelector('#fc3').value = Fc.toFixed(2);
}
} else {
y = ylim;
x = y / 0.8;
Fc = fclim;
document.getElementById("condicion2").innerHTML = 'Md >= mlim';
document.getElementById("yfalso").hidden = false;
document.querySelector('#y1f').value = y.toFixed(2);
document.querySelector('#x1f').value = x.toFixed(2);
document.querySelector('#fc1').value = Fc.toFixed(2);
}
if (Math.abs(Md) <= mlim) {
document.getElementById("nom").innerHTML = 'Md \< Mlim';
} else {
document.getElementById("nom").innerHTML = 'Md \> Mlim';
}
}

```

```

document.getElementById("1xlim").value = xlim.toFixed(2);
document.getElementById("1x").value = x.toFixed(2);
document.getElementById("1mmax").value = Mmaxala.toFixed(2);
document.getElementById("1y").value = y.toFixed(2);
document.getElementById("1ylim").value = ylim.toFixed(2);
document.getElementById("1fclim").value = fclim.toFixed(2);
document.getElementById("1Fc").value = Fc.toFixed(2);
document.getElementById("1mlim").value = mlim.toFixed(2);
var As1, As2, As1n, As2n;
if (Math.abs(Md) == 0) {
    As1 = 0;
    As2 = 0;
    As1n = 0;
    As2n = 0;
} else {
    if (fyk == 400) {
        As1n = 3.3 / 1000 * (hf * bf + hw * bw) * 10000;
        As2n = 3.3 / 1000 * (hf * bf + hw * bw) * 10000 * 0.3;
    } else {
        if (fyk == 500) {
            As1n = 2.8 / 1000 * (hf * bf + hw * bw) * 10000;
            As2n = 2.8 / 1000 * (hf * bf + hw * bw) * 10000 * 0.3;
        } else {
            As1n = 0;
            As12 = 0;
        }
    }
}
if (Math.abs(Md) <= mlim) {
    As2 = 0;
    As1 = Fc / (fyd * 0.1);
} else {
    As2 = (Math.abs(Md) - mlim) / (fyd * 0.1 * (d - rSUP));
    As1 = (As2 * fyd * 0.1 + fclim) / (fyd * 0.1);
}
}
document.getElementById("As1").value = As1.toFixed(2);
document.getElementById("As2").value = As2.toFixed(2);
document.getElementById("As1n").value = As1n.toFixed(2);
document.getElementById("As2n").value = As2n.toFixed(2);
if (As1 > As1n) {
    As11 = As1;
} else {
    As11 = As1n;
}
}
if (As2 > As2n) {
    As22 = As2;
}

```

```

} else {
  As22 = As2n;
}
document.getElementById("As11").value = As11.toFixed(2);
document.getElementById("As22").value = As22.toFixed(2);
document.querySelector("#msg1").hidden = true;
document.querySelector("#msg2").hidden = true;
prueba=0;
var cs = true, valor = 6;
var options = document.querySelectorAll("#os1 option");

options.forEach(element => {
  console.log(element.value);
  var os1 = element.value;
  var nbarras = Math.ceil(As11 / (Math.PI * Math.pow((os1 / 10) / 2, 2)));
  var Areal = Math.PI * Math.pow(os1 / 2, 2) / 100 * nbarras;
  var Sreal = "—";
  if (nbarras > 1) {
    Sreal = ((bw * 100 - 2 * rSUP * 100 - nbarras * os1 * 0.1) / (nbarras - 1)).toFixed(2);
  }
  var Smin = Math.max(os1 * 0.1, 2);
  if (Sreal < Smin || Sreal == "—" || Sreal > 30 || os1 == 0) {
    element.classList.add(["negrita"]);
    element.classList.remove(["correcto"]);
  } else {
    if (cs) {
      cs = false;
      valor = os1;
      element.selected = 'selected';
    }
    element.classList.add(["correcto"]);
    element.classList.remove(["negrita"]);
    prueba++;
  }
});
if(prueba==0){
  document.querySelector("#msg1").hidden = false;
  document.querySelector("#msg2").hidden = false;
}
var options2 = document.querySelectorAll("#os2 option");
options2.forEach(element => {
  console.log(element.value);
  var os2 = element.value;
  var nbarras2 = Math.ceil(As22 / (Math.PI * Math.pow((os2 / 10) / 2, 2)));
  var Areal2 = Math.PI * Math.pow(os2 / 2, 2) / 100 * nbarras2;
  var Sreal2 = "—";
  if (nbarras2 > 1) {

```

```

    Sreal2 = ((bf * 100 - 2 * rINF * 100 - nbarras2 * os2 * 0.1) / (nbarras2 -
1)).toFixed(2);
    }
    var Smin2 = Math.max(os2 * 0.1, 2);
    if (Sreal2 < Smin2 || Sreal2 == "-" || Sreal2 > 30 || os2 == 0) {
        element.classList.add(["negrita"]);
        element.classList.remove(["correcto"]);
    } else {
        element.classList.add(["correcto"]);
        element.classList.remove(["negrita"]);
    }
    if (valor == os2) {
        element.selected = 'selected';
    }
    });
    resultado();
    resultado2();
    comprobacionSeccion();
});
var As11, As22;
function dProceso() {
    var ehf = parseFloat(document.getElementById("hf").value);
    var ehw = parseFloat(document.getElementById("hw").value);
    var erINF = parseFloat(document.getElementById("rINF").value);
    d = (ehf + ehw - erINF);
    document.getElementById("d").value = d.toFixed(2);
}
function comprobacionSeccion() {
    document.getElementById("dominio1").hidden = true;
    document.getElementById("dominio23").hidden = true;
    document.getElementById("dominio4").hidden = true;
    document.getElementById("dominio1F").hidden = true;
    document.getElementById("dominio23F").hidden = true;
    document.getElementById("dominio4F").hidden = true;
    document.getElementById("hfmayor").hidden = true;
    document.getElementById("hfmenor").hidden = true;
    var nbs1 = document.getElementById("nbs1").value;
    var os1 = document.getElementById("os1c").value;
    As1c = Math.PI * Math.pow(os1 / 2, 2) / 100 * nbs1;;
    var Areal = document.getElementById("Areal").value;
    var Sreal = document.getElementById("Sreal").value.replace(",",".");
    var Smin = document.getElementById("Smin").value;
    document.getElementById("As1c").value = As1c.toFixed(2);
    var os2 = document.getElementById("os2").value;
    var nbs2 = document.getElementById("nbs2").value;
    As2c = Math.PI * Math.pow(os2 / 2, 2) / 100 * nbs2;;
    var Sreal2 = document.getElementById("Sreal2").value.replace(",",".");

```



```

var Smin2 = document.getElementById("Smin2").value;
document.getElementById("As2c").value = As2c.toFixed(2);
var Us1 = fyd * As1c * 0.1;
var Us2 = fyd * As2c * 0.1;
document.getElementById("Us1").value = Us1.toFixed(2);
document.getElementById("Us2").value = Us2.toFixed(2);
var Yest, Yreal, Xreal, FcR, Mu;
if (ylim <= hf) {
  document.getElementById("hfmayor").hidden = false;
  Yest = (Us1 - Us2) / (0.85 * bf * fcd * 1000);
  document.getElementById("Yest").value = Yest.toFixed(2);
  if (Yest <= 0) {
    Yreal = (Us1 - Us2) / (0.85 * bf * fcd * 1000);
    Xreal = Yreal / 0.8;
    FcR = 0.85 * fcd * 1000 * bf * Yreal;
    Mu = As1c * fyd * 0.1 * (d - rSUP);
    document.getElementById("dominio1").hidden = false;
    document.getElementById("Yreal1").value = Yreal.toFixed(2);
    document.getElementById("Xreal1").value = Xreal.toFixed(2);
    document.getElementById("Fc1").value = FcR.toFixed(2);
    document.getElementById("Mu1").value = Mu.toFixed(2);
  } else {
    if (Yest <= ylim) {
      Yreal = Yest;
      Xreal = Yreal / 0.8;
      FcR = 0.85 * fcd * 1000 * bf * Yreal;
      Mu = 0.85 * fcd * 1000 * bf * Yreal * (d - (Yreal / 2)) + As2c * fyd * 0.1 * (d -
rSUP);
      document.getElementById("dominio23").hidden = false;
      document.getElementById("Yreal23").value = Yreal.toFixed(2);
      document.getElementById("Xreal23").value = Xreal.toFixed(2);
      document.getElementById("Fc23").value = FcR.toFixed(2);
      document.getElementById("Mu23").value = Mu.toFixed(2);
    } else {
      Yreal = (-(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000) +
Math.sqrt(Math.pow(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000, 2) + (3.2 * 0.85 * fcd
* 1000 * bf * As1c / 10000 * 0.0035 * d * 210000 * 1000))) / (2 * 0.85 * fcd * 1000 * bf);
      if (Yreal <= 0) {
        Yreal = (-(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000) -
Math.sqrt(Math.pow(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000, 2) + (3.2 * 0.85 * fcd
* 1000 * bf * As1c / 10000 * 0.0035 * d * 210000 * 1000))) / (2 * fcd * 1000 * bf);
      }
      console.log((Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000));
      Xreal = Yreal / 0.8;
      FcR = 0.85 * fcd * 1000 * bf * Yreal;
      Mu = 0.85 * fcd * 1000 * bf * Yreal * (d - (Yreal / 2)) + As2c * fyd * 0.1 * (d -
rSUP);
    }
  }
}

```

```

document.getElementById("dominio4").hidden = false;
document.getElementById("Yreal4").value = Yreal.toFixed(2);
document.getElementById("Xreal4").value = Xreal.toFixed(2);
document.getElementById("Fc4").value = FcR.toFixed(2);
document.getElementById("Mu4").value = Mu.toFixed(2);
}
}
} else {
document.getElementById("hfmenor").hidden = false;
Yest = (Us1 - Us2 - 0.85 * fcd * 1000 * hf * bf) / (0.85 * fcd * 1000 * bw) + hf;
console.log(Yest);
document.getElementById("YestF").value = Yest.toFixed(2);
if (Yest <= 0) {
Yreal = Yest;
Xreal = Yreal / 0.8;
FcR = Us1 - Us2;
Mu = As1c * (d - rSUP);
document.getElementById("dominio1F").hidden = false;
document.getElementById("Yreal1F").value = Yreal.toFixed(2);
document.getElementById("Xreal1F").value = Xreal.toFixed(2);
document.getElementById("Fc1F").value = FcR.toFixed(2);
document.getElementById("Mu1F").value = Mu.toFixed(2);
} else {
if (Yest <= ylim) {
Yreal = Yest;
Xreal = Yreal / 0.8;
FcR = 0.85 * fcd * (hf * bf + bw * (Yreal - hf));
Mu = 0.85 * fcd * 1000 * bf * hf * (d - (hf / 2)) + 0.85 * fcd * 1000 * bw * (Yreal -
hf) * ((Yreal - hf) / 2);
document.getElementById("dominio23F").hidden = false;
document.getElementById("Yreal23F").value = Yreal.toFixed(2);
document.getElementById("Xreal23F").value = Xreal.toFixed(2);
document.getElementById("Fc23F").value = FcR.toFixed(2);
document.getElementById("Mu23F").value = Mu.toFixed(2);
} else {
Yreal = -(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000 + 0.85 * fcd * 1000 * hf *
bf - 0.85 * fcd * 1000 * hf * bw) + Math.sqrt(Math.pow(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 *
210000 * 1000 + 0.85 * fcd * 1000 * hf * bf - 0.85 * fcd * 1000 * hf * bw, 2) + (3.2 * 0.85
* fcd * 1000 * bw * As1c / 10000 * 0.0035 * d * 210000 * 1000))) / (2 * 0.85 * fcd * 1000
* bw);
if (Yreal <= 0) {
Yreal = -(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 * 210000 * 1000 + 0.85 * fcd * 1000 * hf *
bf - 0.85 * fcd * 1000 * hf * bw) - Math.sqrt(Math.pow(Us2 + As1c / 10000 * 0.0035 *
210000 * 1000 + 0.85 * fcd * 1000 * hf * bf - 0.85 * fcd * 1000 * hf * bw, 2) + (3.2 * 0.85
* fcd * 1000 * bw * As1c / 10000 * 0.0035 * d * 210000 * 1000))) / (2 * 0.85 * fcd * 1000
* bw);
}
}
}

```

```

Xreal = Yreal / 0.8;
FcR = 0.85 * fcd * 1000 * bf * hf + 0.85 * fcd * 1000 * bw * (Yreal - hf);
Mu = Us2 * (d - rSUP) + 0.85 * fcd * 1000 * bf * hf * (d - (hf / 2)) + 0.85 * fcd *
1000 * bw * (Yreal - hf) * (d - hf - (Yreal - hf));
document.getElementById("dominio4F").hidden = false;
document.getElementById("Yreal4F").value = Yreal.toFixed(2);
document.getElementById("Xreal4F").value = Xreal.toFixed(2);
document.getElementById("Fc4F").value = FcR.toFixed(2);
document.getElementById("Mu4F").value = Mu.toFixed(2);
}
}
}
var As1R, As2R;
if (mlim <= Md) {
As1R = (fclim + fyd * As2c * 0.1) / (fyd * 1000) * 10000;
} else {
As1R = (0.85 * fcd * 10000 * bf * Yreal) / fyd;
}
if (mlim >= Md) {
As2R = 0;
} else {
As2R = ((Md - mlim) / (fyd * 1000 * (d - rSUP))) * 10000;
}
if (Md <= Mu) {
document.getElementById("mensaje").innerText = "Cumple, no es necesario aumentar
la armadura";
document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-primary"]);
document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-danger"]);
} else {
if (As1R > As1c && As2R > As2c) {
document.getElementById("mensaje").innerText = "No cumple, insuficientes
armaduras S1 y S2";
document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-danger"]);
document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-primary"]);
} else {
if (As1R > As1c && As2R <= As2c) {
document.getElementById("mensaje").innerText = "No cumple, por insuficiente
armadura S1";
document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-danger"]);
document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-primary"]);
} else {
if (As1R <= As1c && As2R > As2c) {
document.getElementById("mensaje").innerText = "No cumple, por insuficiente
armadura S2";
document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-danger"]);
document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-primary"]);
} else {

```

```

        document.getElementById("mensaje").innerText = "FALSE";
        document.getElementById("mensaje").classList.add(["text-danger"]);
        document.getElementById("mensaje").classList.remove(["text-primary"]);
    }
}
}
document.querySelector('#dominioIMG1').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG2').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG3').hidden = true;
document.querySelector('#dominioIMG4').hidden = true;
if(Yest<=0){
    document.querySelector('#dominioIMG1').hidden = false;
}else{
    if(0<Yest && Yest<=0.259*d){
        document.querySelector('#dominioIMG2').hidden = false;
    }else{
        if(0.259*d<Yest&& Yest<=ylim){
            document.querySelector('#dominioIMG3').hidden = false;
        }else{
            if(Yest>ylim){
                document.querySelector('#dominioIMG4').hidden = false;
            }
        }
    }
}
document.getElementById("Yreal").value = Yreal.toFixed(2);
document.getElementById("Mu").value = Mu.toFixed(2);
document.getElementById("As1=").value = As1R.toFixed(2);
document.getElementById("As2=").value = As2R.toFixed(2);
}
function resultado() {
    var nbarras;
    var os1 = document.getElementById("os1").value;
    if (os1 == 0) {
        nbarras = 0;
    } else {
        nbarras = Math.ceil(As11 / (Math.PI * Math.pow((os1 / 10) / 2, 2)));
    }
    var Areal = Math.PI * Math.pow(os1 / 2, 2) / 100 * nbarras;
    As1c = Areal;
    var Sreal = "—";
    if (nbarras > 1) {
        Sreal = ((bw * 100 - 2 * rSUP * 100 - nbarras * os1 * 0.1) / (nbarras - 1)).toFixed(2);
    }
    var Smin = Math.max(os1 * 0.1, 2);
}

```

```

document.getElementById("nbarras").value = nbarras;
document.getElementById("Areal").value = Areal.toFixed(2);
document.getElementById("Sreal").value = Sreal.replace(".", "");
document.getElementById("Smin").value = Smin.toFixed(2);
if (Sreal < Smin || Sreal == "—" || Sreal > 30) {
    document.getElementById("nbarras").classList.add(["negrita"]);
    document.getElementById("Areal").classList.add(["negrita"]);
    document.getElementById("Sreal").classList.add(["negrita"]);
    document.getElementById("Smin").classList.add(["negrita"]);
    document.getElementById("os1").classList.add(["negrita"]);
} else {
    document.getElementById("nbarras").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("Areal").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("Sreal").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("Smin").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("os1").classList.remove(["negrita"]);
}
document.getElementById("nbs1").value = nbarras;
document.getElementById("os1c").value = os1;
}
function resultado2() {
    var os2 = document.getElementById("os2").value;
    var nbarras2;
    if (os2 == 0) {
        nbarras2 = 0;
    } else {
        nbarras2 = Math.ceil(As22 / (Math.PI * Math.pow((os2 / 10) / 2, 2)));
    }
    var Areal2 = Math.PI * Math.pow(os2 / 2, 2) / 100 * nbarras2;
    As2c = Areal2;
    var Sreal2 = "—";
    if (nbarras2 > 1) {
        Sreal2 = ((bf * 100 - 2 * rINF * 100 - nbarras2 * os2 * 0.1) / (nbarras2 - 1)).toFixed(2);
    }
    var Smin2 = Math.max(os2 * 0.1, 2);
    document.getElementById("nbarras2").value = nbarras2;
    document.getElementById("Areal2").value = Areal2.toFixed(2);
    document.getElementById("Sreal2").value = Sreal2.replace(".", "");
    document.getElementById("Smin2").value = Smin2.toFixed(2);
    if (Sreal2 < Smin2 || Sreal2 == "—" || Sreal2 > 30) {
        document.getElementById("nbarras2").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("Areal2").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("Sreal2").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("Smin2").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("os2").classList.add(["negrita"]);
    } else {
        document.getElementById("nbarras2").classList.remove(["negrita"]);

```

```
document.getElementById("Areal2").classList.remove(["negrita"]);
document.getElementById("Sreal2").classList.remove(["negrita"]);
document.getElementById("Smin2").classList.remove(["negrita"]);
document.getElementById("os2").classList.remove(["negrita"]);
}
document.getElementById("nbs2").value = nbarras2;
document.getElementById("os2c").value = os2;
}
function myFunction() {
  print();
}
</script>
```

DISEÑOTORSION

```
<script>
  document.getElementById("resultado").hidden = true;
  const { ipcRenderer } = require('electron');
  var popoverTriggerList = [].slice.call(document.querySelectorAll('[data-bs-
toggle="popover"]'))
  var popoverList = popoverTriggerList.map(function (popoverTriggerEl) {
    return new bootstrap.Popover(popoverTriggerEl)
  });
  var h, b, rinf, rsup, d, fyk, fyak, fck, fcv;
  var nbSL, oS1, AS1, nbS, oS, AS, ot, at, oe, stercos, NRAMAS;
  var fld, ys, yc, Vrd, Nd, Td, fyd, fcd;
  var ocd, xlim, ylim, fclim, mlim;
  var Tu1, Iz, fctm, fctk, fctd, Mfis, S, ocd1, maxvu2, Vcu, z, Aa, Vsu, Vu2s, sdddd;
  var E, B = 0, vu21, vu22;
  var y, y1, y2, Fc, yi, yu, x;
  var As1c, As2c, Mmaxala;
  const form = document.querySelector('#formulario1');
  form.addEventListener('submit', e => {
    e.preventDefault();
    document.getElementById("resultado").hidden = false;
    h = parseFloat(document.querySelector('#h').value);
    b = parseFloat(document.querySelector('#b').value);
    rinf = parseFloat(document.querySelector('#rinf').value);
    rsup = parseFloat(document.querySelector('#rsup').value);
    d = parseFloat(document.querySelector('#d').value);
    fyk = parseFloat(document.querySelector('#fyk').value);
    fck = parseFloat(document.querySelector('#fck').value);
    ys = parseFloat(document.querySelector('#ys').value);
    yc = parseFloat(document.querySelector('#yc').value);
    //disposicion
    nbSL = parseFloat(document.querySelector('#nbSL').value);
    oS1 = parseFloat(document.querySelector('#oS1').value);
    AS1 = parseFloat(document.querySelector('#AS1').value);
    St = parseFloat(document.querySelector('#St').value);
    oSt = parseFloat(document.querySelector('#oSt').value);
    ot = parseFloat(document.querySelector('#ot').value);
    at = parseFloat(document.querySelector('#at').value);
    Vrd = parseFloat(document.querySelector('#Vrd').value);
    Nd = parseFloat(document.querySelector('#Nd').value);
    Td = parseFloat(document.querySelector('#Td').value);
    fyd = fyk / ys;
    document.querySelector('#fyd').value = fyd.toFixed(2);
    fcd = (fck / yc);
    document.querySelector('#fcd').value = fcd.toFixed(2);
    if (fck <= 60) {
```

```

document.querySelector('#c_flcd').hidden = false;
document.querySelector('#c_flcd1').hidden = true;
flcd = (0.60 * fcd);
document.querySelector('#flcd').value = flcd.toFixed(2);
} else {
document.querySelector('#c_flcd').hidden = true;
document.querySelector('#c_flcd1').hidden = false;
flcd = Math.max((0.6 - fck / 200) * fcd, 0.50 * fcd);
document.querySelector('#flcd1').value = flcd.toFixed(2);
}
he = 2 * rinf;
document.getElementById("he").value = he.toFixed(2);
he1 = (b * h) / (2 * h + 2 * b);
document.getElementById("he1").value = he1.toFixed(2);
hemax = Math.max(he, he1);
Ae = (b - hemax) * (h - hemax);
document.getElementById("Ae").value = Ae.toFixed(2);
Ue = (b - hemax) * 2 + 2 * (h - hemax);
document.getElementById("Ue").value = Ue.toFixed(2);
a = b - hemax;
document.getElementById("a").value = a.toFixed(2);
a1 = h - hemax;
document.getElementById("a1").value = a1.toFixed(2);
amin = Math.min(a, a1);
if (Nd <= 0) {
document.querySelector('#ocd_verdadero').hidden = false;
document.querySelector('#ocd_falso').hidden = true;
k = 1;
document.querySelector('#k_0').value = k;
document.querySelector('#k00').hidden = false;
document.querySelector('#k11').hidden = true;
document.querySelector('#k22').hidden = true;
document.querySelector('#k33').hidden = true;
} else {
document.querySelector('#ocd_verdadero').hidden = true;
document.querySelector('#ocd_falso').hidden = false;
ocd = ((Nd * 1000) - (AS * fyd * 100)) / (b * h * 1000000);
document.querySelector('#ocd').value = ocd.toFixed(2);
if (ocd <= (0.25 * fcd)) {
k = 1 + (ocd / fcd);
document.querySelector('#k00').hidden = true;
document.querySelector('#k_1').value = k.toFixed(2);
document.querySelector('#k11').hidden = false;
document.querySelector('#k22').hidden = true;
document.querySelector('#k33').hidden = true;
} else {
if (ocd <= (0.50 * fcd)) {

```



```

k = 1.25;
document.querySelector('#k00').hidden = true;
document.querySelector('#k11').hidden = true;
document.querySelector('#k_2').value = k.toFixed(2);
document.querySelector('#k22').hidden = false;
document.querySelector('#k33').hidden = true;
} else {
k = 2.5 * (1 - (ocd / fcd));
document.querySelector('#k00').hidden = true;
document.querySelector('#k11').hidden = true;
document.querySelector('#k22').hidden = true;
document.querySelector('#k_3').value = k.toFixed(2);
document.querySelector('#k33').hidden = false;
}
}
}
Tu1 = 2 * k * 0.6 * flcd * Ae * Math.max(he, he1) * 1000 * (1 /
Math.tan(gradosARadianes(ot))) / (1 + Math.pow(1 / Math.tan(gradosARadianes(ot)), 2));
document.querySelector('#Tu1').value = Tu1.toFixed(2);
if (Tu1 >= Td) {
document.querySelector('#cumple').hidden = false;
document.querySelector('#nocumple').hidden = true;
} else {
document.querySelector('#cumple').hidden = true;
document.querySelector('#nocumple').hidden = false;
}
Vu1_r1 = 0, Vu1_r2 = 0, Vu1_r3 = 0;
if (Td <= Tu1 / 5) {
Vu1_r1 = parseFloat(Math.min(0.75 * amin * 100 * (1 + 1 /
Math.tan(gradosARadianes(at))), 60).toFixed(2));
document.getElementById("Vu1_r1").value = Vu1_r1.toFixed(2);
document.getElementById("r1").hidden = false;
document.getElementById("r2").hidden = true;
document.getElementById("r3").hidden = true;
} else {
if (Td <= Tu1 * 2 / 3) {
Vu1_r2 = parseFloat(Math.min(0.6 * amin * 100 * (1 + 1 /
Math.tan(gradosARadianes(at))), 45).toFixed(2));
document.getElementById("Vu1_r2").value = Vu1_r2.toFixed(2);
document.getElementById("r1").hidden = true;
document.getElementById("r2").hidden = false;
document.getElementById("r3").hidden = true;
} else {
Vu1_r3 = parseFloat(Math.min(0.3 * amin * 100 * (1 + 1 /
Math.tan(gradosARadianes(at))), 30).toFixed(2));
document.getElementById("Vu1_r3").value = Vu1_r3.toFixed(2);
document.getElementById("r1").hidden = true;

```

```

        document.getElementById("r2").hidden = true;
        document.getElementById("r3").hidden = false;
    }
}
Tu2 = 0;
if (St != 0) {
    Tu2 = (2 * Ae * Math.PI * Math.pow(oSt / 20, 2) / 10000 * Math.min(400, fyd) * 1000
* 1 / Math.tan(gradosARadianes(ot))) / (St / 100);
}
document.querySelector('#Tu2').value = Tu2.toFixed(2);
if (Math.max(Vu1_r1, Vu1_r2, Vu1_r3) >= St && Tu2 >= Td) {
    document.querySelector('#cumple2').hidden = false;
    document.querySelector('#nocumple2').hidden = true;
} else {
    document.querySelector('#cumple2').hidden = true;
    document.querySelector('#nocumple2').hidden = false;
}
Tu3 = (2 * Ae * AS1 / 10000.0 * Math.min(400, fyd) * 1000.0 *
Math.tan(gradosARadianes(ot))) / Ue;
document.querySelector('#Tu3').value = Tu3.toFixed(2);
if (Tu3 >= Td) {
    document.querySelector('#cumple3').hidden = false;
    document.querySelector('#nocumple3').hidden = true;
} else {
    document.querySelector('#cumple3').hidden = true;
    document.querySelector('#nocumple3').hidden = false;
}
}
Tumax = 0
if (St <= Math.max(Vu1_r1, Vu1_r2, Vu1_r3)) {
    Tumax = Math.min(Tu1, Tu2, Tu3)
    document.querySelector('#Tumax1').value = Tumax.toFixed(2);
    document.querySelector('#tumax11').hidden = false;
    document.querySelector('#tumax22').hidden = true;
} else {
    Tumax = Math.min(Tu1 * 2 / 3, Tu3);
    document.querySelector('#Tumax2').value = Tumax.toFixed(2);
    document.querySelector('#tumax11').hidden = true;
    document.querySelector('#tumax22').hidden = false;
}
}
Vu1 = k * flcd * 1000 * b * d * ((1 / Math.tan(gradosARadianes(ot)) + 1 /
Math.tan(gradosARadianes(at))) / (1 + Math.pow(1 / Math.tan(gradosARadianes(ot)), 2)));
document.querySelector('#Vu1').value = Vu1.toFixed(2);
B = 2 * (1 - hemax / b);
document.querySelector('#B').value = B.toFixed(2);
if (Math.pow(Td / Tu1, B) <= 1) {
    vrdmax = Math.pow(1 - Math.pow(Td / Tu1, B), 1 / B) * Vu1;
    document.querySelector('#vrdmax').value = vrdmax.toFixed(2);
}

```

```
document.querySelector('#error').hidden = true;
document.querySelector('#cumple4').hidden = false;
} else {
document.querySelector('#vrdmax').value = "error";
document.querySelector('#error').hidden = false;
document.querySelector('#cumple4').hidden = true;
}
});
var As11, As22;
const gradosARadianes = deg => (deg * Math.PI) / 180.0;
function myFunction() {
print();
}
</script>
```

DISEÑOCORTE

```
<script>
  document.getElementById("resultado").hidden = true;
  const { ipcRenderer } = require('electron');
  var popoverTriggerList = [].slice.call(document.querySelectorAll('[data-bs-
toggle="popover"]'))
  var popoverList = popoverTriggerList.map(function (popoverTriggerEl) {
    return new bootstrap.Popover(popoverTriggerEl)
  });
  var h, bw, rinf, rsup, d, fyk, fyak, fck, fcv;
  var nbS1,
    oS1,
    AS1,
    nbS,
    oS,
    AS,
    ot,
    at,
    oe,
    stcercos,
    NRAMAS;
  var fyad, ys, yc, Vrd, Nd, Md, fyd, fcd;
  var ocd, xlim, ylim, fclim, mlim;
  var vue1, Iz, fctm, fctk, fctd, Mfis, S, ocd1, maxvu2, Vcu, z, Aa, Vsu, Vu2s, sdddd;
  var E, B = 0, vu21, vu22;
  var y, y1, y2, Fc, yi, yu, x;
  var As1c, As2c, Mmaxala;
  const form = document.querySelector('#formulario1');
  form.addEventListener('submit', e => {
    e.preventDefault();
    document.getElementById("resultado").hidden = false;
    h = parseFloat(document.querySelector('#h').value);
    bw = parseFloat(document.querySelector('#bw').value);
    rinf = parseFloat(document.querySelector('#rinf').value);
    rsup = parseFloat(document.querySelector('#rsup').value);
    d = parseFloat(document.querySelector('#d').value);
    fyk = parseFloat(document.querySelector('#fyk').value);
    fyak = parseFloat(document.querySelector('#fyak').value);
    fck = parseFloat(document.querySelector('#fck').value);
    fcv = parseFloat(document.querySelector('#fcv').value);
    ys = parseFloat(document.querySelector('#ys').value);
    yc = parseFloat(document.querySelector('#yc').value);
    //disposicion
    nbS1 = parseFloat(document.querySelector('#nbS1').value);
    oS1 = parseFloat(document.querySelector('#oS1').value);
    AS1 = parseFloat(document.querySelector('#AS1').value);
    nbS = parseFloat(document.querySelector('#nbS').value);
```

```

oS = parseFloat(document.querySelector('#oS').value);
AS = parseFloat(document.querySelector('#AS').value);
ot = parseFloat(document.querySelector('#ot').value);
at = parseFloat(document.querySelector('#at').value);
oe = parseFloat(document.querySelector('#oe').value);
stercos = parseFloat(document.querySelector('#stercos').value);
NRAMAS = parseFloat(document.querySelector('#NRAMAS').value);
Vrd = parseFloat(document.querySelector('#Vrd').value);
Nd = parseFloat(document.querySelector('#Nd').value);
Md = parseFloat(document.querySelector('#Md').value);
fyd = fyk / ys;
document.querySelector('#fyd').value = fyd.toFixed(2);
fcd = (fck / yc);
document.querySelector('#fcd').value = fcd.toFixed(2);
fyad = (fyak / ys);
document.querySelector('#fyad').value = fyad.toFixed(2);
if (Nd <= 0) {
  document.querySelector('#ocd_verdadero').hidden = false;
  document.querySelector('#ocd_falso').hidden = true;
  k = 1;
  document.querySelector('#k_0').value = k;
  document.querySelector('#k00').hidden = false;
  document.querySelector('#k11').hidden = true;
  document.querySelector('#k22').hidden = true;
  document.querySelector('#k33').hidden = true;
} else {
  document.querySelector('#ocd_verdadero').hidden = true;
  document.querySelector('#ocd_falso').hidden = false;
  ocd = ((Nd * 1000) - (AS * fyd * 100)) / (bw * h * 1000000);
  document.querySelector('#ocd').value = ocd.toFixed(2);
  if (ocd <= (0.25 * fcd)) {
    k = 1 + (ocd / fcd);
    document.querySelector('#k00').hidden = true;
    document.querySelector('#k_1').value = k.toFixed(2);
    document.querySelector('#k11').hidden = false;
    document.querySelector('#k22').hidden = true;
    document.querySelector('#k33').hidden = true;
  } else {
    if (ocd <= (0.50 * fcd)) {
      k = 1.25;
      document.querySelector('#k00').hidden = true;
      document.querySelector('#k11').hidden = true;
      document.querySelector('#k_2').value = k.toFixed(2);
      document.querySelector('#k22').hidden = false;
      document.querySelector('#k33').hidden = true;
    } else {
      k = 2.5 * (1 - (ocd / fcd));
    }
  }
}

```

```

    document.querySelector('#k00').hidden = true;
    document.querySelector('#k11').hidden = true;
    document.querySelector('#k22').hidden = true;
    document.querySelector('#k_3').value = k.toFixed(2);
    document.querySelector('#k33').hidden = false;
  }
}
}
vue1 = 0.6 * fcd * 1000 * bw * d * k * (1 / Math.tan(gradosARadianes(ot)) + 1 /
Math.tan(gradosARadianes(at))) / (1 + Math.pow(1 / Math.tan(gradosARadianes(ot)), 2));
document.querySelector('#vu1').value = vue1.toFixed(2);
document.querySelector('#Vu1_r').value = vue1.toFixed(2);
if (vue1 <= Vrd) {
  document.querySelector('#Vu1F').hidden = false;
  document.querySelector('#Vu1V').hidden = true;
} else {
  document.querySelector('#Vu1F').hidden = true;
  document.querySelector('#Vu1V').hidden = false;
}
Iz = bw * Math.pow(h, 3) / 12;
document.querySelector('#Iz').value = Iz.toFixed(3);
y = h / 2;
document.querySelector('#y').value = y.toFixed(2);
if (fck <= 50) {
  fctm = 0.3 * Math.pow(fck, 2 / 3);
  document.querySelector('#fctm1').value = fctm.toFixed(2);
  document.querySelector('#fctm11').hidden = false;
  document.querySelector('#fctm22').hidden = true;
} else {
  fctm = 0.58 * Math.pow(fck, 1 / 2);
  document.querySelector('#fctm2').value = fctm.toFixed(2);
  document.querySelector('#fctm11').hidden = true;
  document.querySelector('#fctm22').hidden = false;
}
fctk = 0.70 * fctm;
document.querySelector('#fctk').value = fctk.toFixed(2);
fctd = fctk / yc;
document.querySelector('#fctd').value = fctd.toFixed(2);
Mfis = fctd * 1000 * Iz / y;
document.querySelector('#Mfis').value = Mfis.toFixed(2);
ocd1 = Math.min(Nd / (bw * h * 1000), 0.3 * fcd, 12);
e = Math.min(1 + Math.sqrt(200 / (d * 1000)), 2, 2);
document.getElementById("e").value = e.toFixed(4);
p1 = AS / (bw * 10000 * d);
document.getElementById("p1").value = p1.toFixed(5);
if (0.5 <= 1 / Math.tan(gradosARadianes(ot)) && 1 / Math.tan(gradosARadianes(ot)) < 1
/ Math.tan(gradosARadianes(oe))) {

```

```

    B = (2 * 1 / Math.tan(gradosARadianes(ot)) - 1) / (2 * 1 /
Math.tan(gradosARadianes(oe)) - 1);
    document.getElementById("bmayor").hidden = false;
    document.getElementById("bmenor").hidden = true;
    document.querySelector('#B').value = B.toFixed(2);
} else {
    if (1 / Math.tan(gradosARadianes(oe)) <= 1 / Math.tan(gradosARadianes(ot)) && 1 /
Math.tan(gradosARadianes(ot)) <= 2) {
        B = (1 / Math.tan(gradosARadianes(ot)) - 2) / (1 / Math.tan(gradosARadianes(oe)) -
2);
    } else {
        B = 2
    }
    document.getElementById("bmayor").hidden = true;
    document.getElementById("bmenor").hidden = false;
    document.getElementById("B2").value = B.toFixed(2);
}
S = bw * Math.pow(h, 2) / 8;
Vu2 = (Iz * bw) / S * Math.sqrt(Math.pow(fctd * 1000, 2) + ocd1 * 1000 * fctd * 1000);
if (Mfis <= Md) {
    document.getElementById("cverdadero").hidden = false;
    document.getElementById("yfalso").hidden = true;
    document.querySelector('#S').value = S.toFixed(2);
    document.querySelector('#ocd1').value = ocd1.toFixed(2);
    document.querySelector('#Vu2').value = Vu2.toFixed(2);
    if (Vu2 <= Vrd) {
        document.querySelector('#condicionVu2').innerHTML = "No fisura pero requiere
armadura";
    } else {
        document.querySelector('#condicionVu2').innerHTML = "No fisura y no requiere
armadura";
    }
} else {
    document.getElementById("cverdadero").hidden = true;
    document.getElementById("yfalso").hidden = false;
    vu21 = ((0.18 / yc) * e * Math.pow(100 * p1 * fcv, 1 / 3) + 0.15 * ocd1) * bw * d *
1000;
    document.getElementById("vu21").value = vu21.toFixed(2);
    vu22 = ((0.075 / yc) * Math.pow(e, 3 / 2) * Math.pow(fcv, 1 / 2) + 0.15 * ocd1) * bw *
d * 1000;
    document.getElementById("vu22").value = vu22.toFixed(2);
    maxvu2 = Math.max(vu21, vu22);
    document.getElementById("maxvu2").value = maxvu2.toFixed(2);
}
Vcu = ((0.15 / yc) * e * Math.pow(100 * p1 * fcv, 1 / 3) + 0.15 * ocd1) * B * bw * d *
1000;
document.getElementById("Vcu").value = Vcu.toFixed(2);

```

```

z = 0.9 * d;
document.getElementById("z").value = z.toFixed(2);
Aa = (Vrd - Vcu) / (z * (1 / Math.tan(gradosARadianes(at)) + 1 /
Math.tan(gradosARadianes(ot))) * Math.min(fyad, 400) * 1000) * 10000;
document.getElementById("Aa").value = Aa.toFixed(2);
if (Md <= Mfis) {
    Vsu = Aa / 10000 * fyad * 1000 * 0.9 * d * Math.sin(gradosARadianes(at)) * (1 /
Math.tan(gradosARadianes(at)) + 1 / Math.tan(gradosARadianes(ot)));
} else {
    Vsu = 0;
}
document.getElementById("Vsu").value = Vsu.toFixed(2);
Vu2s = Vcu + Vsu;
document.getElementById("Vu2s").value = Vu2s.toFixed(2);
if (Mfis <= Vrd) {
    document.querySelector("#Vu1_texto").innerHTML = "No cumple, requiere aumentar la
sección";
} else {
    document.querySelector("#Vu1_texto").innerHTML = "La sección cumple";
}
document.getElementById("mfis_r").value = Mfis.toFixed(2);
vu2mec = Math.max(Vu2s, vu22, vu21, Vu2);
document.getElementById("vu2mec").value = vu2mec.toFixed(2);
document.getElementById("vcu_r").value = Vcu.toFixed(2);
document.getElementById("Vsumec").value = Vsu.toFixed(2);
Vu1_r1 = 0, Vu1_r2 = 0, Vu1_r3 = 0;
if (Vrd <= vue1 / 5) {
    Vu1_r1 = Math.min(0.75 * d * 100 * (1 + 1 / Math.tan(gradosARadianes(at))), 60);
    document.getElementById("Vu1_r1").value = Vu1_r1.toFixed(2);
    document.getElementById("r1").hidden = false;
    document.getElementById("r2").hidden = true;
    document.getElementById("r3").hidden = true;
} else {
    if (Vrd <= vue1 * 2 / 3) {
        Vu1_r2 = Math.min(0.6 * d * 100 * (1 + 1 / Math.tan(gradosARadianes(at))), 45);
        document.getElementById("Vu1_r2").value = Vu1_r2.toFixed(2);
        document.getElementById("r1").hidden = true;
        document.getElementById("r2").hidden = false;
        document.getElementById("r3").hidden = true;
    } else {
        Vu1_r3 = Math.min(0.3 * d * 100 * (1 + 1 / Math.tan(gradosARadianes(at))), 30);
        document.getElementById("Vu1_r3").value = Vu1_r3.toFixed(2);
        document.getElementById("r1").hidden = true;
        document.getElementById("r2").hidden = true;
        document.getElementById("r3").hidden = false;
    }
}
}

```



```

stercos_R = Math.max(Vu1_r1, Vu1_r2, Vu1_r3);
document.getElementById("stercos_R").value = stercos_R.toFixed(2);
Aamec = Aa;
document.getElementById("Aamec").value = Aamec.toFixed(2);
if (fyad <= 400) {
    sdddd = fyad;
} else {
    sdddd = 400;
}
Aageom = fctm * bw * 100 * Math.sin(gradosARadianes(at)) / (sdddd * 7.5);
document.getElementById("Aageom").value = Aageom.toFixed(2);
var cs = true, valor = 6;

});
var As11, As22;
function dProceso() {
    var eh = parseFloat(document.getElementById("h").value);
    var ehw = parseFloat(document.getElementById("hw").value);
    var erMEC, INF = parseFloat(document.getElementById("rMEC,INF").value);
    d = (eh + ehw - erMEC, INF);
    document.getElementById("d").value = d.toFixed(2);
}
const gradosARadianes = deg => (deg * Math.PI) / 180.0;
function resultado() {
    var nbarras;
    var os1 = document.getElementById("os1").value;
    var nbarras = NRAMAS;
    var Sreal = Math.min(Math.floor(Math.PI * Math.pow(os1, 2) * nbarras / (4 *
Math.max(Aamec, Aageom))), stercos_R);
    console.log(Math.PI * os1 * nbarras, (4 * Math.max(Aamec, Aageom)), Sreal);
    if (Sreal < 5) {
        Sreal = 5
    }
    var Areal = (100 / Sreal) * Math.PI * Math.pow(os1 / 20, 2) * nbarras;
    var Smin = 0.9 * d * Math.sin(gradosARadianes(at)) * (1 / Math.tan(at) + 1 /
Math.tan(ot)) * Areal * sdddd;
    document.getElementById("nbarras").value = nbarras;
    document.getElementById("Areal").value = Areal.toFixed(2);
    document.getElementById("Sreal").value = Sreal.toFixed(2);
    document.getElementById("Smin").value = Smin.toFixed(2);
    if (Sreal > Smin) {
        document.getElementById("nbarras").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("Areal").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("Sreal").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("Smin").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("os1").classList.add(["negrita"]);
    } else {

```

```

    document.getElementById("nbarras").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("Areal").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("Sreal").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("Smin").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("os1").classList.remove(["negrita"]);
}
}
function resultado2() {
    var os2 = document.getElementById("os2").value;
    var nbarras2;
    Sreal2 = stcercos;
    var nbarras2 = Math.max(2, Math.ceil(Math.max(Aamec, Aageom) * Sreal2 * 400 /
(Math.PI * Math.pow(os2, 2) * 100)));
    var Areal2 = (100 / Sreal2) * Math.PI * Math.pow(os2 / 20, 2) * nbarras2;
    var Smin2 = 0.9 * d * Math.sin(gradosARadianes(at)) * (1 / Math.tan(at) + 1 /
Math.tan(ot)) * Areal2 * sdddd;
    document.getElementById("nbarras2").value = nbarras2;
    document.getElementById("Areal2").value = Areal2.toFixed(2);
    document.getElementById("Sreal2").value = Sreal2.toFixed(2);
    document.getElementById("Smin2").value = Smin2.toFixed(2);
    if (Sreal2 > Smin2) {
        document.getElementById("nbarras2").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("Areal2").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("Sreal2").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("Smin2").classList.add(["negrita"]);
        document.getElementById("os2").classList.add(["negrita"]);
    } else {
        document.getElementById("nbarras2").classList.remove(["negrita"]);
        document.getElementById("Areal2").classList.remove(["negrita"]);
        document.getElementById("Sreal2").classList.remove(["negrita"]);
        document.getElementById("Smin2").classList.remove(["negrita"]);
        document.getElementById("os2").classList.remove(["negrita"]);
    }
}
}
function myFunction() {
    print();
}
</script>

```

TRACCIONSIMPLE

```
document.getElementById("resultado").hidden = true;
const {
  ipcRenderer
} = require('electron');
var popoverTriggerList = [].slice.call(document.querySelectorAll('[data-bs-
toggle="popover"]'))
var popoverList = popoverTriggerList.map(function (popoverTriggerEl) {
  return new bootstrap.Popover(popoverTriggerEl)
});
var h, b, rinf, rsup, d, fyk, fyak, fck, fcv;
var nbSL,
  oS1,
  AS1,
  nbS,
  oS,
  AS,
  ot,
  at,
  oe,
  stercos,
  NRAMAS;
var fctm, ys, yc, Vrd, Nd, Td, fyd, fcd;
var ocd, xlim, ylim, fclim, mlim;
var Tu1, Iz, fctm, fctk, fctd, Mfis, S, ocd1, maxvu2, Vcu, z, Aa, Vsu, Vu2s, sdddd;
var E, B = 0,
  vu21, vu22;
var y, y1, y2, Fc, yi, yu, x;
var As1c, As2c, Mmaxala;
const form = document.querySelector('#formulario1');
form.addEventListener('submit', e => {
  e.preventDefault();
  document.getElementById("resultado").hidden = false;
  h = parseFloat(document.querySelector('#h').value);
  b = parseFloat(document.querySelector('#b').value);
  rinf = parseFloat(document.querySelector('#rinf').value);
  rsup = parseFloat(document.querySelector('#rsup').value);
  d = parseFloat(document.querySelector('#d').value);
  fyk = parseFloat(document.querySelector('#fyk').value);
  fck = parseFloat(document.querySelector('#fck').value);
  ys = parseFloat(document.querySelector('#ys').value);
  yc = parseFloat(document.querySelector('#yc').value);
  //disposicion
  fyd = fyk / ys;
  document.querySelector('#fyd').value = fyd.toFixed(2);
  fcd = (fck / yc);
  document.querySelector('#fcd').value = fcd.toFixed(2);
```

```

if (fck <= 50) {
  document.querySelector('#c_fctm').hidden = false;
  document.querySelector('#c_fctm1').hidden = true;
  fctm = (0.30 * Math.pow(fck, 2 / 3));
  document.querySelector('#fctm').value = fctm.toFixed(2);
} else {
  document.querySelector('#c_fctm').hidden = true;
  document.querySelector('#c_fctm1').hidden = false;
  fctm = (0.58 * Math.sqrt(fck));
  document.querySelector('#fctm1').value = fctm.toFixed(2);
}
fctk = fctm * 0.70;
document.querySelector('#fctk').value = fctk.toFixed(2);
fctd = fctk / yc;
document.querySelector('#fctd').value = fctd.toFixed(2);
Nf = b * h * fctm * 1000;
document.querySelector('#Nf').value = Nf.toFixed(2);
As = (Nf / fyd) * 10;
document.querySelector('#As').value = As.toFixed(2);
As1 = As / 2;
document.querySelector('#As1').value = As1.toFixed(2);
document.querySelector('#As1r').value = As1.toFixed(2);
As11 = 0;
if (fyk == 400) {
  As11 = 0.0033 * b * 100 * h * 100;
}
if (fyk == 500) {
  As11 = 0.0028 * b * 100 * h * 100;
}
document.querySelector('#As11').value = As11.toFixed(2);
document.querySelector('#As11r').value = As11.toFixed(2);
As2 = As / 2;
document.querySelector('#As2').value = As2.toFixed(2);
document.querySelector('#As2r').value = As2.toFixed(2);
As22 = 0;
if (fyk == 400) {
  As22 = 0.0033 * b * 100 * h * 100;
}
if (fyk == 500) {
  As22 = 0.0028 * b * 100 * h * 100;
}
document.querySelector('#As22').value = As22.toFixed(2);
document.querySelector('#As22r').value = As22.toFixed(2);
var cs = true,
    valor = 6;
var options = document.querySelectorAll('#os1 option');
options.forEach(element => {

```

```

console.log(element.value);
var os1 = element.value;
var nbarras = Math.ceil(As11 / (Math.PI * Math.pow((os1 / 10) / 2, 2)));
var Areal = Math.PI * Math.pow(os1 / 2, 2) / 100 * nbarras;
var Sreal = "—";
if (nbarras > 1) {
    Sreal = ((b * 100 - 2 * rinf * 100 - nbarras * os1 * 0.1) / (nbarras - 1)).toFixed(2);
}
var Smin = Math.max(os1 * 0.1, 2);
if (Sreal < Smin || Sreal == "—" || Sreal > 30 || os1 == 0) {
    element.classList.add(["negrita"]);
    element.classList.remove(["correcto"]);
} else {
    if (cs) {
        cs = false;
        valor = os1;
        element.selected = 'selected';
    }
    element.classList.add(["correcto"]);
    element.classList.remove(["negrita"]);
}
});
var options2 = document.querySelectorAll("#os2 option");
options2.forEach(element => {
    console.log(element.value);
    var os2 = element.value;
    var nbarras2 = Math.ceil(As22 / (Math.PI * Math.pow((os2 / 10) / 2, 2)));
    var Areal2 = Math.PI * Math.pow(os2 / 2, 2) / 100 * nbarras2;
    var Sreal2 = "—";
    if (nbarras2 > 1) {
        Sreal2 = ((b * 100 - 2 * rinf * 100 - nbarras2 * os2 * 0.1) / (nbarras2 - 1)).toFixed(2);
    }
    var Smin2 = Math.max(os2 * 0.1, 2);
    if (Sreal2 < Smin2 || Sreal2 == "—" || Sreal2 > 30 || os2 == 0) {
        element.classList.add(["negrita"]);
        element.classList.remove(["correcto"]);
    } else {
        element.classList.add(["correcto"]);
        element.classList.remove(["negrita"]);
    }
    if (valor == os2) {
        element.selected = 'selected';
    }
});
resultado();
resultado2();
});

```

```

var As1, As11, As2, As22;
function resultado() {
  var nbarras;
  var os1 = document.getElementById("os1").value;
  if (os1 == 0) {
    nbarras = 0;
  } else {
    nbarras = Math.ceil(Math.max(As1, As11) / (Math.PI * Math.pow((os1 / 10) / 2, 2)));
  }
  var Areal = Math.PI * Math.pow(os1 / 2, 2) / 100 * nbarras;
  As1c = Areal;
  var Sreal = "—";
  if (nbarras > 1) {
    Sreal = ((b * 100 - 2 * rinf * 100 - nbarras * os1 * 0.1) / (nbarras - 1)).toFixed(2);
  }
  var Smin = Math.max(os1 * 0.1, 2);
  document.getElementById("nbarras").value = nbarras;
  document.getElementById("Areal").value = Areal.toFixed(2);
  document.getElementById("Sreal").value = Sreal.replace(".", ",");
  document.getElementById("Smin").value = Smin.toFixed(2);
  if (Sreal < Smin || Sreal == "—" || Sreal > 30) {
    document.getElementById("nbarras").classList.add(["negrita"]);
    document.getElementById("Areal").classList.add(["negrita"]);
    document.getElementById("Sreal").classList.add(["negrita"]);
    document.getElementById("Smin").classList.add(["negrita"]);
    document.getElementById("os1").classList.add(["negrita"]);
  } else {
    document.getElementById("nbarras").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("Areal").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("Sreal").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("Smin").classList.remove(["negrita"]);
    document.getElementById("os1").classList.remove(["negrita"]);
  }
}
function resultado2() {
  var os2 = document.getElementById("os2").value;
  var nbarras2;
  if (os2 == 0) {
    nbarras2 = 0;
  } else {
    nbarras2 = Math.ceil(Math.max(As2, As22) / (Math.PI * Math.pow((os2 / 10) / 2, 2)));
  }
  var Areal2 = Math.PI * Math.pow(os2 / 2, 2) / 100 * nbarras2;
  As2c = Areal2;
  var Sreal2 = "—";
  if (nbarras2 > 1) {
    Sreal2 = ((b * 100 - 2 * rinf * 100 - nbarras2 * os2 * 0.1) / (nbarras2 - 1)).toFixed(2);
  }
}

```

```

}
var Smin2 = Math.max(os2 * 0.1, 2);
document.getElementById("nbarras2").value = nbarras2;
document.getElementById("Areal2").value = Areal2.toFixed(2);
document.getElementById("Sreal2").value = Sreal2.replace(".", "");
document.getElementById("Smin2").value = Smin2.toFixed(2);
if (Sreal2 < Smin2 || Sreal2 == "-" || Sreal2 > 30) {
  document.getElementById("nbarras2").classList.add(["negrita"]);
  document.getElementById("Areal2").classList.add(["negrita"]);
  document.getElementById("Sreal2").classList.add(["negrita"]);
  document.getElementById("Smin2").classList.add(["negrita"]);
  document.getElementById("os2").classList.add(["negrita"]);
} else {
  document.getElementById("nbarras2").classList.remove(["negrita"]);
  document.getElementById("Areal2").classList.remove(["negrita"]);
  document.getElementById("Sreal2").classList.remove(["negrita"]);
  document.getElementById("Smin2").classList.remove(["negrita"]);
  document.getElementById("os2").classList.remove(["negrita"]);
}
}
const gradosARadianes = deg => (deg * Math.PI) / 180.0;
function dProceso() {
  h = parseFloat(document.querySelector('#h').value);
  rinf = parseFloat(document.querySelector('#rinf').value);
  d = h - rinf;
  document.querySelector('#d').value = d.toFixed(2);
}
function myFunction() {
  print();
}

```

ZAPATARIGIDA

```
document.getElementById("resultado").hidden = true;
document.querySelector('#seccionCalculoH').hidden = true;
document.querySelector('#canto_util_recubrimiento').hidden = true;
document.querySelector('#verificacion_presiones_reales').hidden = true;
document.querySelector('#verificacion_a_vuelco').hidden = true;
document.querySelector('#en_direccion_eje_Y').hidden = true;
document.querySelector('#verificacion_a_deslizamiento').hidden = true;
document.querySelector('#si_son_suelos_cohesivos').hidden = true;
document.querySelector('#enladireccionY').hidden = true;
document.querySelector('#sisonueloscohesivos').hidden = true;
document.querySelector('#ESFUERZOS').hidden = true;
document.querySelector('#opcion1').hidden = true;
document.querySelector('#opcion2').hidden = true;
document.querySelector('#opcion3').hidden = true;
document.querySelector('#opcion4').hidden = true;
document.querySelector('#calculoab').hidden = true;
const {
  ipcRenderer
} = require('electron');
var popoverTriggerList = [].slice.call(document.querySelectorAll('[data-bs-toggle="popover"]'))
var popoverList = popoverTriggerList.map(function (popoverTriggerEl) {
  return new bootstrap.Popover(popoverTriggerEl)
});
var N, Mx, My, Vx, Vy, PP, PP1, oadm, fyk, fck, ys, yc, yv, yd, yf, a0, b0, yHAF;
var a1, b1, omax, fcd, fyd, fvd, K, d1, d2, d3,
  d, dP, h, MxP, MyP, omax1, Mestab, Mdesest, YY, YYd, cd, o1, o2, o3, o4;
function myFunction1() {
  var x = document.getElementById("mySelect").value;
  console.log(x);
  if (x == '1') {
    verificacion6();
  } else {
    verificacion5();
  }
}
function calculoab() {
  document.querySelector('#calculoab').hidden = false;
  Y1 = ((b1 - b0) / 2) + (0.15 * b0);
  document.querySelector('#Y1').value = Y1.toFixed(2);
  X1 = ((a1 - a0) / 2) + (0.15 * a0);
  document.querySelector('#X1').value = X1.toFixed(2);
  oa1 = Math.min(o3, o4);
  document.querySelector('#oa1').value = oa1.toFixed(2);
  oa2 = Math.max(o3, o4);
  document.querySelector('#oa2').value = oa2.toFixed(2);
}
```



```

oa = oa1 + ((oa2 - oa1) / a1) * X1;
document.querySelector('#oa').value = oa.toFixed(2);
Mda = yf * b1 * ((oa * Math.pow(X1, 2) / 2) + ((oa2 - oa) / 3) * Math.pow(X1, 2));
document.querySelector('#Mda').value = Mda.toFixed(2);
ua = Mda / (b1 * Math.pow(d, 2) * fcd);
document.querySelector('#ua').value = ua.toFixed(8);
wa = ua * (1 + ua);
document.querySelector('#wa').value = wa.toFixed(8);
Asa = wa * b1 * d * (fcd / fyd);
document.querySelector('#Asa').value = Asa.toFixed(2);
Asmin = 0.0018 * b1 * d;
document.querySelector('#Asmin').value = Asmin.toFixed(2);
ob1 = Math.min(o2, o4);
document.querySelector('#ob1').value = ob1.toFixed(2);
ob2 = Math.max(o2, o4);
document.querySelector('#ob2').value = ob2.toFixed(2);
ob = ob1 + ((ob2 - ob1) / b1) * Y1;
document.querySelector('#ob').value = ob.toFixed(2);
Mdb = yf * a1 * ((ob * Math.pow(Y1, 2) / 2) + ((ob2 - ob) / 3) * Math.pow(Y1, 2));
document.querySelector('#Mdb').value = Mdb.toFixed(2);
ub = Mdb / (b1 * Math.pow(d, 2) * fcd);
document.querySelector('#ub').value = ub.toFixed(8);
wb = ub * (1 + ub);
document.querySelector('#wb').value = wb.toFixed(8);
Asb = wb * b1 * d * (fcd / fyd);
document.querySelector('#Asb').value = Asb.toFixed(2);
Asmin2 = 0.0018 * a1 * d;
document.querySelector('#Asmin2').value = Asmin2.toFixed(2);
}
function imgz1() {
document.querySelector('#z4').classList.remove("activado");
document.querySelector('#z3').classList.remove("activado");
document.querySelector('#z2').classList.remove("activado");
document.querySelector('#z1').classList.add("activado");
document.querySelector('#opcion1').hidden = false;
document.querySelector('#opcion2').hidden = true;
document.querySelector('#opcion3').hidden = true;
document.querySelector('#opcion4').hidden = true;
o1 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) - (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) - (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
document.querySelector('#o1').value = o1.toFixed(2);
o2 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) - (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) + (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
document.querySelector('#o2').value = o2.toFixed(2);
o3 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) + (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) - (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
document.querySelector('#o3').value = o3.toFixed(2);
}

```

```

    o4 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) + (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) + (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o4').value = o4.toFixed(2);
    calculoab();
}
function imgz2() {
    document.querySelector('#z4').classList.remove("activado");
    document.querySelector('#z3').classList.remove("activado");
    document.querySelector('#z1').classList.remove("activado");
    document.querySelector('#z2').classList.add("activado");
    document.querySelector('#opcion1').hidden = true;
    document.querySelector('#opcion2').hidden = false;
    document.querySelector('#opcion3').hidden = true;
    document.querySelector('#opcion4').hidden = true;
    o1 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) - (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) + (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o12').value = o1.toFixed(2);
    o2 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) - (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) - (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o22').value = o2.toFixed(2);
    o3 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) + (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) + (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o32').value = o3.toFixed(2);
    o4 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) + (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) - (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o42').value = o4.toFixed(2);
    calculoab();
}
function imgz3() {
    document.querySelector('#z4').classList.remove("activado");
    document.querySelector('#z1').classList.remove("activado");
    document.querySelector('#z2').classList.remove("activado");
    document.querySelector('#z3').classList.add("activado");
    document.querySelector('#opcion1').hidden = true;
    document.querySelector('#opcion2').hidden = true;
    document.querySelector('#opcion3').hidden = false;
    document.querySelector('#opcion4').hidden = true;
    o1 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) + (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) + (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o13').value = o1.toFixed(2);
    o2 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) + (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) - (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o23').value = o2.toFixed(2);
    o3 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) - (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) + (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o33').value = o3.toFixed(2);

```

```

    o4 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) - (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) - (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o43').value = o4.toFixed(2);
    calculoab();
}
function imgz4() {
    document.querySelector('#z1').classList.remove("activado");
    document.querySelector('#z3').classList.remove("activado");
    document.querySelector('#z2').classList.remove("activado");
    document.querySelector('#z4').classList.add("activado");
    document.querySelector('#opcion1').hidden = true;
    document.querySelector('#opcion2').hidden = true;
    document.querySelector('#opcion3').hidden = true;
    document.querySelector('#opcion4').hidden = false;
    o1 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) + (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) - (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o14').value = o1.toFixed(2);
    o2 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) + (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) + (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o24').value = o2.toFixed(2);
    o3 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) - (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) - (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o34').value = o3.toFixed(2);
    o4 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) - (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) + (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#o44').value = o4.toFixed(2);
    calculoab();
}
function verificacion9() {
    document.querySelector('#ESFUERZOS').hidden = false;
    document.querySelector('#Myp').value = MyP.toFixed(2);
    document.querySelector('#Mxp').value = MxP.toFixed(2);
    document.querySelector('#a11').value = a1.toFixed(2);
    document.querySelector('#b11').value = b1.toFixed(2);
    document.querySelector('#a01').value = a0.toFixed(2);
    document.querySelector('#b01').value = b0.toFixed(2);
}
function verificacion8() {
    document.querySelector('#sisonueloscohesivos').hidden = false;
    YYd = (2 / 3) * (YY * Math.PI / 180);
    document.querySelector('#YYd1').value = YYd.toFixed(2)
    document.querySelector('#condicionValor8').innerHTML = ((N + PP1) *
Math.tan(YYd)).toFixed(2) + ' kg >= ' + (yd * Vy).toFixed(2) + ' kg';
    if ((N + PP1) * Math.tan(YYd) >= yd * Vy) {
        document.querySelector('#condicion8').innerHTML = 'CUMPLE !!';
        document.querySelector('#condicion8').classList.remove("incorrecto");
        document.querySelector('#condicion8').classList.add("correcto");
    }
}

```

```

document.location.href = '#condicion8';
verificacion9();
} else {
document.querySelector('#condicion8').innerHTML = 'NO CUMPLE ¡¡';
document.querySelector('#condicion8').classList.remove("correcto");
document.querySelector('#condicion8').classList.add("incorrecto");
document.location.href = '#condicionValor8';
document.querySelector('#ESFUERZOS').hidden = true;
}
}
function verificacion7() {
document.querySelector('#enladireccionY').hidden = false;
document.querySelector('#condicionValor7').innerHTML = (a1 * b1 * cd).toFixed(2) + '
kg ≥ ' + (yd * Vy).toFixed(2) + ' kg';
if (a1 * b1 * cd > yd * Vy) {
document.querySelector('#condicion7').innerHTML = 'CUMPLE ¡¡';
document.querySelector('#condicion7').classList.remove("incorrecto");
document.querySelector('#condicion7').classList.add("correcto");
document.location.href = '#condicion7';
verificacion9();
} else {
document.querySelector('#condicion7').innerHTML = 'NO CUMPLE ¡¡';
document.querySelector('#condicion7').classList.remove("correcto");
document.querySelector('#condicion7').classList.add("incorrecto");
document.location.href = '#condicionValor7';
document.querySelector('#sisonsueloscohesivos').hidden = true;
document.querySelector('#ESFUERZOS').hidden = true;
}
}
function verificacion6() {
document.querySelector('#verificacion_a_deslizamiento').hidden = false;
document.querySelector('#si_son_suelos_cohesivos').hidden = false;
document.querySelector('#nocoheivos1').hidden = true;
document.querySelector('#cohesivos').hidden = false;
document.querySelector('#nocoheivos').hidden = true;
YY = parseFloat(document.querySelector('#YY').value);
YYd = (2 / 3) * (YY * Math.PI / 180);
document.querySelector('#YYd').value = YYd.toFixed(2)
document.querySelector('#condicionValor6').innerHTML = ((N + PP1) *
Math.tan(YYd)).toFixed(2) + ' kg ≥ ' + (yd * Vx).toFixed(2) + ' kg';
if ((N + PP1) * Math.tan(YYd) >= yd * Vx) {
document.querySelector('#condicion6').innerHTML = 'CUMPLE ¡¡';
document.querySelector('#condicion6').classList.remove("incorrecto");
document.querySelector('#condicion6').classList.add("correcto");
document.location.href = '#condicion6';
verificacion8();
} else {

```

```

document.querySelector('#condicion6').innerHTML = 'NO CUMPLE ¡¡';
document.querySelector('#condicion6').classList.remove("correcto");
document.querySelector('#condicion6').classList.add("incorrecto");
document.location.href = '#condicionValor6';
document.querySelector('#enladireccionY').hidden = true;
document.querySelector('#ESFUERZOS').hidden = true;
}
}
function verificacion5() {
document.querySelector('#verificacion_a_deslizamiento').hidden = false;
document.querySelector('#si_son_suelos_cohesivos').hidden = true;
document.querySelector('#sisonueloscohesivos').hidden = true;
document.querySelector('#nocohesivos1').hidden = false;
document.querySelector('#cohesivos').hidden = true;
document.querySelector('#nocohesivos').hidden = false;
cd = parseFloat(document.querySelector('#cd').value);
document.querySelector('#condicionValor5').innerHTML = (a1 * b1 * cd).toFixed(2) + '
kg > ' + (yd * Vx).toFixed(2) + ' kg';
if (a1 * b1 * cd > yd * Vx) {
document.querySelector('#condicion5').innerHTML = 'CUMPLE ¡¡';
document.querySelector('#condicion5').classList.remove("incorrecto");
document.querySelector('#condicion5').classList.add("correcto");
document.location.href = '#condicion5';
verificacion7();
} else {
document.querySelector('#condicion5').innerHTML = 'NO CUMPLE ¡¡';
document.querySelector('#condicion5').classList.remove("correcto");
document.querySelector('#condicion5').classList.add("incorrecto");
document.location.href = '#condicionValor5';
document.querySelector('#si_son_suelos_cohesivos').hidden = true;
document.querySelector('#ESFUERZOS').hidden = true;
}
}
function verificacion4() {
document.querySelector('#en_direccion_eje_Y').hidden = false;
Mestab1 = (N + PP1) * (b1 / 2);
document.querySelector('#Mestab1').value = Mestab1.toFixed(2);
Mdesest1 = Mx * 100 - Vy * h;
document.querySelector('#Mdesest1').value = Mdesest1.toFixed(2);
document.querySelector('#condicionValor4').innerHTML = (Mestab1 /
Mdesest1).toFixed(2) + ' kg/cm2 > ' + yv.toFixed(2) + ' kg/cm2';
if (Mestab / Mdesest > yv) {
document.querySelector('#condicion4').innerHTML = 'CUMPLE ¡¡';
document.querySelector('#condicion4').classList.remove("incorrecto");
document.querySelector('#condicion4').classList.add("correcto");
document.location.href = '#condicion4';
verificacion6();
}
}

```

```

} else {
    document.querySelector('#condicion4').innerHTML = 'NO CUMPLE ¡¡';
    document.querySelector('#condicion4').classList.remove("correcto");
    document.querySelector('#condicion4').classList.add("incorrecto");
    document.location.href = '#condicionValor4';
    document.querySelector('#verificacion_a_deslizamiento').hidden = true;
}
}
function verificacion3() {
    document.querySelector('#verificacion_a_vuelco').hidden = false;
    Mestab = (N + PP1) * (a1 / 2);
    document.querySelector('#Mestab').value = Mestab.toFixed(2);
    Mdesest = My * 100 + Vx * h;
    document.querySelector('#Mdesest').value = Mdesest.toFixed(2);
    document.querySelector('#condicionValor3').innerHTML = (Mestab /
Mdesest).toFixed(2) + ' kg/cm2 > ' + yv.toFixed(2) + ' kg/cm2';
    if (Mestab / Mdesest > yv) {
        document.querySelector('#condicion3').innerHTML = 'CUMPLE ¡¡';
        document.querySelector('#condicion3').classList.remove("incorrecto");
        document.querySelector('#condicion3').classList.add("correcto");
        document.location.href = '#condicion3';
        verificacion4();
    } else {
        document.querySelector('#condicion3').innerHTML = 'NO CUMPLE ¡¡';
        document.querySelector('#condicion3').classList.remove("correcto");
        document.querySelector('#condicion3').classList.add("incorrecto");
        document.querySelector('#en_direccion_eje_Y').hidden = true;
        document.location.href = '#condicionValor3';
    }
}
function verificacion2() {
    document.querySelector('#verificacion_presiones_reales').hidden = false;
    d = parseFloat(document.querySelector('#d').value);
    dP = parseFloat(document.querySelector('#dP').value);
    h = d + dP;
    document.querySelector('#h').value = h.toFixed(2);
    MxP = Mx * 100 - Vy * h;
    document.querySelector('#MxP').value = MxP.toFixed(2);
    MyP = My * 100 + Vx * h;
    document.querySelector('#MyP').value = MyP.toFixed(2);
    PP1 = a1 * b1 * h * yHAf / 1000000;
    document.querySelector('#PP1').value = PP1.toFixed(2);
    omax1 = ((N + PP1) / (a1 * b1)) + (6 * MxP / (a1 * Math.pow(b1, 2))) + (6 * MyP / (b1 *
Math.pow(a1, 2)));
    document.querySelector('#omax1').value = omax1.toFixed(2);
    document.querySelector('#condicionValor2').innerHTML = oadm.toFixed(2) + ' kg/cm2 >
' + omax1.toFixed(2) + ' kg/cm2';
}

```

```

if (oadm > omax1) {
    document.querySelector('#condicion2').innerHTML = 'CUMPLE ¡¡';
    document.querySelector('#condicion2').classList.remove("incorrecto");
    document.querySelector('#condicion2').classList.add("correcto");
    document.location.href = '#condicion2';
    verificacion3();
} else {
    document.querySelector('#condicion2').innerHTML = 'NO CUMPLE ¡¡';
    document.querySelector('#condicion2').classList.remove("correcto");
    document.querySelector('#condicion2').classList.add("incorrecto");
    document.location.href = '#condicionValor2';
}
}
function verificacion() {
    a1 = parseFloat(document.querySelector('#a1').value);
    b1 = parseFloat(document.querySelector('#b1').value);
    omax = (Nx / (a1 * b1)) + (6 * Mx * 100 / (a1 * Math.pow(b1, 2))) + (6 * My * 100 / (b1
* Math.pow(a1, 2)))
    document.querySelector('#omax').value = omax.toFixed(2);
    document.querySelector('#condicionValor').innerHTML = oadm.toFixed(2) + ' kg/cm2 > '
+ omax.toFixed(2) + ' kg/cm2';
    if (oadm > omax) {
        document.querySelector('#condicion1').innerHTML = 'CUMPLE ¡¡';
        document.querySelector('#condicion1').classList.remove("incorrecto");
        document.querySelector('#condicion1').classList.add("correcto");
        document.querySelector('#a1').classList.remove("incorrecto");
        document.querySelector('#b1').classList.remove("incorrecto");
        document.querySelector('#seccionCalculoH').hidden = false;
        fyd = fyk / ys;
        document.querySelector('#fyd').value = fyd.toFixed(2);
        fcd = (fck / yc);
        document.querySelector('#fcd').value = fcd.toFixed(2);
        fvd = 0.5 * Math.sqrt(fcd, 2);
        document.querySelector('#fvd').value = fvd.toFixed(2);
        K = 4 * fvd / (yf * oadm);
        document.querySelector('#K').value = K.toFixed(2);
        d1 = Math.sqrt((a0 * b0 / 4) + (a1 * b1 / (2 * K - 1)), 2) - ((a0 + b0) / 4);
        document.querySelector('#d1').value = d1.toFixed(2);
        d2 = 2 * (a1 - a0) / (4 + K);
        document.querySelector('#d2').value = d2.toFixed(2);
        d3 = 2 * (b1 - b0) / (4 + K);
        document.querySelector('#d3').value = d3.toFixed(2);
        d = Math.ceil(Math.max(d1, d2, d3));
        dP = 5;
        document.querySelector('#d').value = d.toFixed(2);
        document.querySelector('#dP').value = dP.toFixed(2);
        document.querySelector('#canto_util_recubrimiento').hidden = false;
    }
}

```

```

document.location.href = '#elegimosmayor';
verificacion2();
} else {
document.querySelector('#condicion1').innerHTML = 'NO CUMPLE !!';
document.querySelector('#condicion1').classList.remove("correcto");
document.querySelector('#condicion1').classList.add("incorrecto");
document.querySelector('#a1').classList.add("incorrecto");
document.querySelector('#b1').classList.add("incorrecto");
document.querySelector('#seccionCalculoH').hidden = true;
document.querySelector('#canto_util_recubrimiento').hidden = true;
}
}
function calculosss() {
document.getElementById("resultado").hidden = false;
N = parseFloat(document.querySelector('#N').value);
Mx = parseFloat(document.querySelector('#Mx').value);
My = parseFloat(document.querySelector('#My').value);
Vx = parseFloat(document.querySelector('#Vx').value);
Vy = parseFloat(document.querySelector('#Vy').value);
PP = parseFloat(document.querySelector('#PP').value);
oadm = parseFloat(document.querySelector('#oadm').value);
fyk = parseFloat(document.querySelector('#fyk').value);
fck = parseFloat(document.querySelector('#fck').value);
ys = parseFloat(document.querySelector('#ys').value);
yc = parseFloat(document.querySelector('#yc').value);
yv = parseFloat(document.querySelector('#yv').value);
yd = parseFloat(document.querySelector('#yd').value);
yf = parseFloat(document.querySelector('#yf').value);
a0 = parseFloat(document.querySelector('#a0').value);
b0 = parseFloat(document.querySelector('#b0').value);
yHAf = parseFloat(document.querySelector('#yHAf').value);
//disposicion
Nx = N * (PP / 100) + N;
document.querySelector('#Nx').value = Nx.toFixed(2);
b = Math.sqrt(Nx / ((a0 / b0) * oadm));
document.querySelector('#b').value = b.toFixed(2);
a = (a0 / b0) * b;
document.querySelector('#a').value = a.toFixed(2);
document.querySelector('#a1').value = a.toFixed(0);
document.querySelector('#b1').value = b.toFixed(0);
document.location.href = '#a';
verificacion();
}
const form = document.querySelector('#formulario1');
form.addEventListener('submit', e => {
e.preventDefault();
calculosss();
}

```



```
});  
var As1, As11, As2, As22;  
const gradosARadianes = deg => (deg * Math.PI) / 180.0;  
function dProceso() {  
  h = parseFloat(document.querySelector('#h').value);  
  rinf = parseFloat(document.querySelector('#rinf').value);  
  d = h - rinf;  
  document.querySelector('#d').value = d.toFixed(2);  
}  
function myFunction() {  
  print();  
}
```

LOSA

```
document.getElementById("resultado").hidden = true;
document.querySelector('#seccionCalculoH').hidden = true;
document.querySelector('#calculoHconocido').hidden = true;
document.querySelector('#SIverificacion').hidden = true;
document.querySelector('#NOverificacion').hidden = true;
const {
  ipcRenderer
} = require('electron');
var popoverTriggerList = [].slice.call(document.querySelectorAll('[data-bs-
toggle="popover"]'))
var popoverList = popoverTriggerList.map(function (popoverTriggerEl) {
  return new bootstrap.Popover(popoverTriggerEl)
});
var N, Mx, My, Vx, Vy, PP, PP1, oadm, fyk, fck, ys, yc, yv, yd, yf, a0, b0, yHaf;
var a1, b1, omax, fcd, fyd, fvd, K, d1, d2, d3,
  d, dP, h, MxP, MyP, omax1, Mestab, Mdesest, YY, YYd, cd, o1, o2, o3, o4;
function asignado() {
  document.querySelector('#ws3').value = document.querySelector('#ws1').value;
  verificacion2();
}
function noasignado() {
  document.querySelector('#ws3').value = document.querySelector('#ws2').value;
  verificacion2();
}
function verificacion2() {
  ws3 = parseFloat(document.querySelector('#ws3').value.replace(",", "."));
  Ascal = ws3 * b * dd * fcd / fyd;
  document.querySelector('#Ascal').value = Ascal.toFixed(2);
  wmin = parseFloat(document.querySelector('#wmin').value.replace(",", "."));
  Asmin = wmin * b * dd;
  document.querySelector('#Asmin').value = Asmin.toFixed(2);
}
function verificacion() {
  u1 = parseFloat(document.querySelector('#u1').value.replace(",", "."));
  w1 = parseFloat(document.querySelector('#w1').value.replace(",", "."));
  u2 = parseFloat(document.querySelector('#u2').value.replace(",", "."));
  w2 = parseFloat(document.querySelector('#w2').value.replace(",", "."));
  ud1 = ud;
  document.querySelector('#ud1').value = ud1.toFixed(3);
  ws = ((ud1 - u1) * (w2 - w1)) / (u2 - u1) + w1;
  document.querySelector('#ws').value = ws.toFixed(4);
  document.querySelector('#ws1').value = ws.toFixed(4);
  document.querySelector('#ws3').value = ws.toFixed(4);
  verificacion2();
}
const decadas = [];
```

```

decadas[22] = [19.1, 0.793, 0.366, 0.546];
decadas[24] = [20.9, 0.779, 0.362, 0.536];
decadas[40] = [34.8, 0.679, 0.335, 0.467];
decadas[42] = [36.5, 0.668, 0.332, 0.46];
decadas[46] = [40, 0.648, 0.326, 0.446];
decadas[50] = [43.5, 0.628, 0.319, 0.432];
var d2, d1, b, M, ud;
function calculos() {
  document.getElementById("resultado").hidden = false;
  d2 = parseFloat(document.querySelector("#d2").value);
  d1 = parseFloat(document.querySelector("#d1").value);
  b = parseFloat(document.querySelector("#b").value);
  M = parseFloat(document.querySelector("#M").value);
  fyk = parseFloat(document.querySelector("#fyk").value);
  fck = parseFloat(document.querySelector("#fck").value);
  ys = parseFloat(document.querySelector("#ys").value);
  yc = parseFloat(document.querySelector("#yc").value);
  yf = parseFloat(document.querySelector("#yf").value);
  k = parseFloat(document.querySelector("#k").value);
  //disposicion
  mySelect = parseFloat(document.querySelector("#mySelect").value);
  fyd = fyk / ys;
  document.querySelector("#fyd").value = fyd.toFixed(2);
  fcd = (fck / yc);
  document.querySelector("#fcd").value = fcd.toFixed(2);
  Md = yf * M;
  document.querySelector("#Md").value = Md.toFixed(2);
  dmin = k * Math.sqrt(Md * 100 / (b * fcd), 2);
  document.querySelector("#dmin").value = dmin.toFixed(2);
  dmin1 = Math.ceil(dmin);
  dd = dmin1;
  document.querySelector("#dmin1").value = dmin1.toFixed(2);
  if (mySelect == 1) {
    console.log(454)
    document.getElementById("seccionCalculoH").hidden = false;
    document.getElementById("calculoHconocido").hidden = true;
    h = dmin1 + d1;
    document.querySelector("#h").value = h.toFixed(2);
  } else {
    console.log(000)
    document.getElementById("seccionCalculoH").hidden = true;
    document.getElementById("calculoHconocido").hidden = false;
    h = parseFloat(document.querySelector("#h1").value);
    d = h - d1;
    document.querySelector("#d").value = d.toFixed(2);
    dd = parseFloat(document.querySelector("#dd").value);
  }
}

```

```

ulim = decadas[fyk][2];
document.querySelector('#ulim').value = ulim;
wlim = decadas[fyk][3];
document.querySelector('#wlim').value = wlim;
ud = Md * 100 / (b * Math.pow(dd, 2) * fcd);
document.querySelector('#ud').value = ud.toFixed(9);
document.querySelector('#condicionValor2').innerHTML = ulim.toString().replace(".",
";") + " > " + ud.toFixed(9).replace(".", ";");
if (ulim > ud) {
    document.querySelector('#condicion2').innerHTML = 'NO necesita armadura a
compresion';
    document.querySelector('#condicion2').classList.remove("incorrecto");
    document.querySelector('#condicion2').classList.add("correcto");
    document.getElementById("NOverificacion").hidden = true;
    document.getElementById("SIverificacion").hidden = false;
    verificacion();
} else {
    document.querySelector('#condicion2').innerHTML = 'Es necesario armadura a
compresion';
    document.querySelector('#condicion2').classList.remove("correcto");
    document.querySelector('#condicion2').classList.add("incorrecto");
    document.getElementById("NOverificacion").hidden = false;
    document.getElementById("SIverificacion").hidden = true;
    ws22 = (ud - ulim) / (1 - d2 / dd);
    document.querySelector('#ws22').value = ws22.toFixed(9);
    ws11 = ws22 + wlim;
    document.querySelector('#ws11').value = ws11.toFixed(9);
    As2 = ws22 * b * dd * fcd / fyd;
    document.querySelector('#As2').value = As2.toFixed(2);
    As1 = ws11 * b * dd * fcd / fyd;
    document.querySelector('#As1').value = As1.toFixed(2);
    wmin = parseFloat(document.querySelector('#wmin').value.replace(",", "."));
    Asmin1 = wmin * b * dd;
    document.querySelector('#Asmin1').value = Asmin1.toFixed(2)
}
// verificacion();
}
const selecttt4 = document.querySelector('#w2');
selecttt4.addEventListener('change', e => {
    e.preventDefault();
    verificacion();
});
const selecttt3 = document.querySelector('#w1');
selecttt3.addEventListener('change', e => {
    e.preventDefault();
    verificacion();
});

```

```

const selecttt2 = document.querySelector('#u2');
selecttt2.addEventListener('change', e => {
  e.preventDefault();
  verificacion();
});
const selecttt1 = document.querySelector('#u1');
selecttt1.addEventListener('change', e => {
  e.preventDefault();
  verificacion();
});
const selecttt = document.querySelector('#mySelect');
selecttt.addEventListener('change', e => {
  e.preventDefault();
  calculosss();
});
const form = document.querySelector('#formulario1');
form.addEventListener('submit', e => {
  e.preventDefault();
  calculosss();
});
const gradosARadianes = deg => (deg * Math.PI) / 180.0;
function dProceso() {
  h = parseFloat(document.querySelector('#h').value);
  rinf = parseFloat(document.querySelector('#rinf').value);
  d = h - rinf;
  document.querySelector('#d').value = d.toFixed(2);
}
function myFunction() {
  print();
}

```

COLUMNAS

```
document.getElementById("resultado").hidden = true;
const {
  ipcRenderer
} = require('electron');
var popoverTriggerList = [].slice.call(document.querySelectorAll('[data-bs-
toggle="popover"]'))
var popoverList = popoverTriggerList.map(function (popoverTriggerEl) {
  return new bootstrap.Popover(popoverTriggerEl)
});
var N, Mx, My, Vx, Vy, PP, PP1, oadm, fyk, fck, ys, yc, yv, yd, yf, a0, b0, yHAf;
var a1, b1, omax, fcd, fyd, fvd, K, d1, d2, d3,
  d, dP, h, MxP, MyP, omax1, Mestab, Mdesest, YY, YYd, cd, o1, o2, o3, o4;
const decadas = [];
decadas[22] = [19.1, 0.793, 0.366, 0.546];
decadas[24] = [20.9, 0.779, 0.362, 0.536];
decadas[40] = [34.8, 0.679, 0.335, 0.467];
decadas[42] = [36.5, 0.668, 0.332, 0.46];
decadas[46] = [40, 0.648, 0.326, 0.446];
decadas[50] = [43.5, 0.628, 0.319, 0.432];
var d2, d1, b, M, ud;
function calculos() {
  document.getElementById("resultado").hidden = false;
  fyk = parseFloat(document.querySelector('#fyk').value);
  fck = parseFloat(document.querySelector('#fck').value);
  ys = parseFloat(document.querySelector('#ys').value);
  yc = parseFloat(document.querySelector('#yc').value);
  MdzA = parseFloat(document.querySelector('#MdzA').value);
  MdyA = parseFloat(document.querySelector('#MdyA').value);
  MdzB = parseFloat(document.querySelector('#MdzB').value);
  MdyB = parseFloat(document.querySelector('#MdyB').value);
  Nd = parseFloat(document.querySelector('#Nd').value);
  bAB = parseFloat(document.querySelector('#bAB').value);
  hAB = parseFloat(document.querySelector('#hAB').value);
  LAB = parseFloat(document.querySelector('#LAB').value);
  dAB = parseFloat(document.querySelector('#dAB').value);
  bEA = parseFloat(document.querySelector('#bEA').value);
  hEA = parseFloat(document.querySelector('#hEA').value);
  LEA = parseFloat(document.querySelector('#LEA').value);
  bDA = parseFloat(document.querySelector('#bDA').value);
  hDA = parseFloat(document.querySelector('#hDA').value);
  LDA = parseFloat(document.querySelector('#LDA').value);
  bAF = parseFloat(document.querySelector('#bAF').value);
  hAF = parseFloat(document.querySelector('#hAF').value);
  LAF = parseFloat(document.querySelector('#LAF').value);
  bAF = parseFloat(document.querySelector('#bAF').value);
  hAF = parseFloat(document.querySelector('#hAF').value);
}
```

```

LAF = parseFloat(document.querySelector('#LAF').value);
bBG = parseFloat(document.querySelector('#bBG').value);
hBG = parseFloat(document.querySelector('#hBG').value);
LBG = parseFloat(document.querySelector('#LBG').value);
bBH = parseFloat(document.querySelector('#bBH').value);
hBH = parseFloat(document.querySelector('#hBH').value);
LBH = parseFloat(document.querySelector('#LBH').value);
bCB = parseFloat(document.querySelector('#bCB').value);
hCB = parseFloat(document.querySelector('#hCB').value);
LCB = parseFloat(document.querySelector('#LCB').value);
E = 9500 * Math.pow(fck + 8, 1 / 3);
document.querySelector('#E').value = E.toFixed(2);
IABz = bAB * 100 * Math.pow(hAB * 100, 3) / 12;
document.querySelector('#IABz').value = IABz.toFixed(2);
E1 = (E * IABz / LAB);
document.querySelector('#E1').value = E1.toFixed(2);
IDAz = bDA * 100 * Math.pow(hDA * 100, 3) / 12;
document.querySelector('#IDAz').value = IDAz.toFixed(2);
E2 = (E * IDAz / LDA);
document.querySelector('#E2').value = E2.toFixed(2);
IAFz = bAF * 100 * Math.pow(hAF * 100, 3) / 12;
document.querySelector('#IAFz').value = IAFz.toFixed(2);
E3 = (E * IAFz / LAF);
document.querySelector('#E3').value = E3.toFixed(2);
IEAz = bEA * 100 * Math.pow(hEA * 100, 3) / 12;
document.querySelector('#IEAz').value = IEAz.toFixed(2);
E4 = (E * IEAz / LEA);
document.querySelector('#E4').value = E4.toFixed(2);
ICBz = bCB * 100 * Math.pow(hCB * 100, 3) / 12;
document.querySelector('#ICBz').value = ICBz.toFixed(2);
E5 = (E * ICBz / LCB);
document.querySelector('#E5').value = E5.toFixed(2);
IBGz = bBG * 100 * Math.pow(hBG * 100, 3) / 12;
document.querySelector('#IBGz').value = IBGz.toFixed(2);
E6 = (E * IBGz / LBG);
document.querySelector('#E6').value = E6.toFixed(2);
IBHz = bBH * 100 * Math.pow(hBH * 100, 3) / 12;
document.querySelector('#IBHz').value = IBHz.toFixed(2);
E7 = (E * IBHz / LBH);
document.querySelector('#E7').value = E7.toFixed(2);
if (E2 + E3 == 0) {
    WA = 0;
} else {
    WA = (E1 + E4) / (E2 + E3);
}
document.querySelector('#WA').value = WA.toFixed(3);
if (E5 + E6 == 0) {

```

```

    WB = 0;
  } else {
    WB = (E1 + E7) / (E5 + E6);
  }
  document.querySelector('#WB').value = WB.toFixed(3);
  a = parseFloat(document.querySelector('#lista').value);
  document.querySelector('#a').value = a;
  lo = LAB * a;
  document.querySelector('#lo').value = lo.toFixed(2);
  e11 = MdzA / Nd;
  document.querySelector('#e11').value = e11.toFixed(2);
  e22 = MdzB / Nd;
  document.querySelector('#e22').value = e22.toFixed(2);
  fyd = fyk / ys;
  document.querySelector('#fyd').value = fyd.toFixed(2);
  fcd = (fck / yc);
  document.querySelector('#fcd').value = fcd.toFixed(2);
  if (a == 0.64) {
    eo = 0.6 * e22 + 0.4 * e11;
    eo1 = 0.4 * e22;
    eo2 = 0;
  } else {
    eo = 0;
    eo1 = 0;
    eo2 = e22;
  }
  document.querySelector('#eo').value = eo.toFixed(2);
  document.querySelector('#eo1').value = eo1.toFixed(2);
  document.querySelector('#eo2').value = eo2.toFixed(2);
  ea = (3 + fyd / 3500) * ((hAB + 20 * Math.max(eo, eo1, eo2)) / (hAB + 10 *
  Math.max(eo, eo1, eo2))) * (Math.pow(lo, 2) / hAB) * Math.pow(10, -4));
  document.querySelector('#ea').value = ea.toFixed(3);
  etot = ea + Math.max(eo, eo1, eo2);
  document.querySelector('#etot').value = etot.toFixed(3);
  Mdz = etot * Nd;
  c = parseFloat(document.querySelector('#c').value);
  document.querySelector('#Mdz').value = Mdz.toFixed(2);
  v = Nd / (fcd * 1000 * bAB * hAB);
  document.querySelector('#v').value = v.toFixed(2);
  ylim = 35 * Math.sqrt((c / v) * (1 + (0.24 / e22 / hAB) + 3.4 * (Math.pow((e11 / e22) - 1,
  2))), 2);
  document.querySelector('#ylim').value = ylim.toFixed(2);
  ymec = a * LAB * 100 / (Math.sqrt(IABz / (bAB * hAB * 10000), 2))
  document.querySelector('#ymec').value = ymec.toFixed(2);
  if (ymec > ylim) {
    document.querySelector('#mensajefinal').innerHTML = 'El soporte pandea';
  } else {

```



```

    document.querySelector('#mensajefinal').innerHTML = 'No pandea';
  }
}
const selecttt = document.querySelector('#lista');
selecttt.addEventListener('change', e => {
  e.preventDefault();
  calculosss();
});
const form = document.querySelector('#formulario1');
form.addEventListener('submit', e => {
  e.preventDefault();
  calculosss();
});
const gradosARadianes = deg => (deg * Math.PI) / 180.0;
function dProceso() {
  h = parseFloat(document.querySelector('#h').value);
  rinf = parseFloat(document.querySelector('#rinf').value);
  d = h - rinf;
  document.querySelector('#d').value = d.toFixed(2);
}
function myFunction() {
  print();
}

```

3.7 Manual de usuario programa de diseño de hormigón armado

Este programa se ha diseñado para su uso como aplicación didáctica, y se ha programado en Java. Por tanto, puede ejecutarse en cualquier sistema operativo.

Para el correcto funcionamiento del programa es necesario leer el documento creado para mostrar el interfaz del programa y sus menus de opciones.



“PROGRAMA DE DISEÑO DE HORMIGON ARMADO”

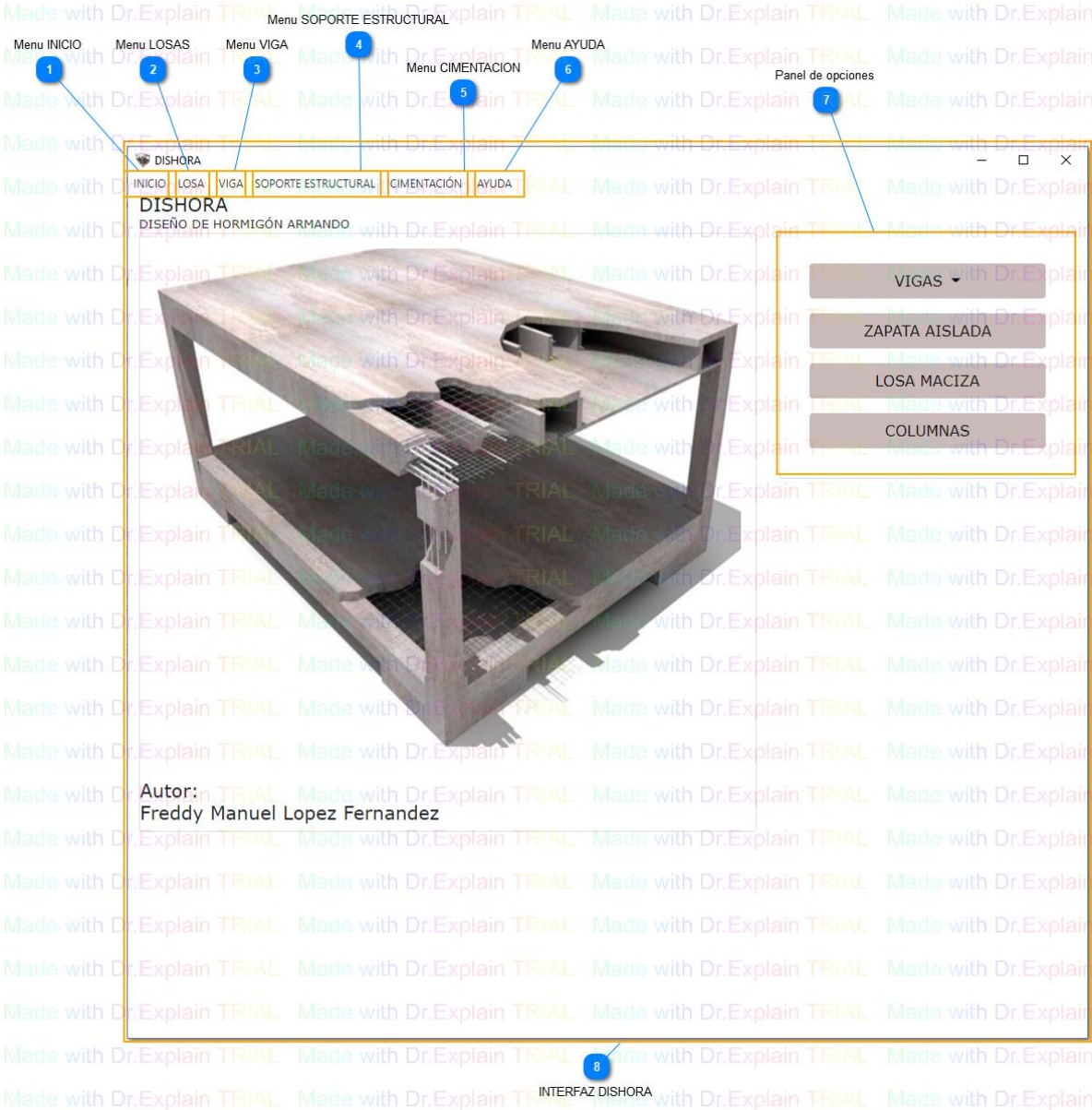
Manual de instrucciones para el usuario

2021

INDICE

1. PROGRAMA DISHORA	236
2. LOSAS.....	240
2.1. DISEÑO DE ARMADURA LOSA MACIZA.....	240
3. VIGAS.....	245
3.1. Dimensionado a flexion simple	246
3.2. Dimensionado a flexion simple	252
3.3. Dimensionado a flexion compuesta	257
3.4. Dimensionado a flexion compuesta	262
3.5. Dimensionado a Cortante.....	267
3.6. Dimensionado a Torsion.....	269
4. SOPORTE ESTRUCTURAL (COLUMNA).....	273
4.1. SOPORTE DE HORMIGON ARMADO	273
5. CIMENTACIONES.....	278
5.1. Diseño de Zapata Aislada.....	279
6. AYUDA	285

1. PROGRAMA DISHORA



1

Menu INICIO

INICIO

Haz clic para volver a interfaz principal del programa

2

Menu LOSAS

LOSA

Haz clic al menu de LOSAS para ejecutar el diseño de armadura a flexión en LOSA MACIZA

3

Menu VIGA

VIGA

Haz clic al menu de VIGAS para diferentes ejemplos de diseño de armadura en secciones de vigas

4

Menu SOPORTE ESTRUCTURAL

SOPORTE ESTRUCTURAL

Haz clic al menu de SOPORTE ESTRUCTURAL para ejecutar la verificación de columna a pandeo

5

Menu CIMENTACION

CIMENTACIÓN

Haz clic al menu de CIMIENTOS para ejecutar el diseño a zapata aislada

6

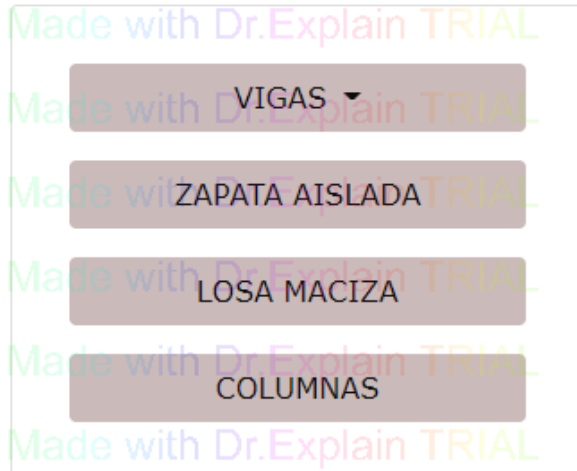
Menu AYUDA

AYUDA

Haz clic al menu AYUDA para revisar las referencias técnicas del cálculo de cada elemento y la guía de usuario del programa

7

Panel de opciones



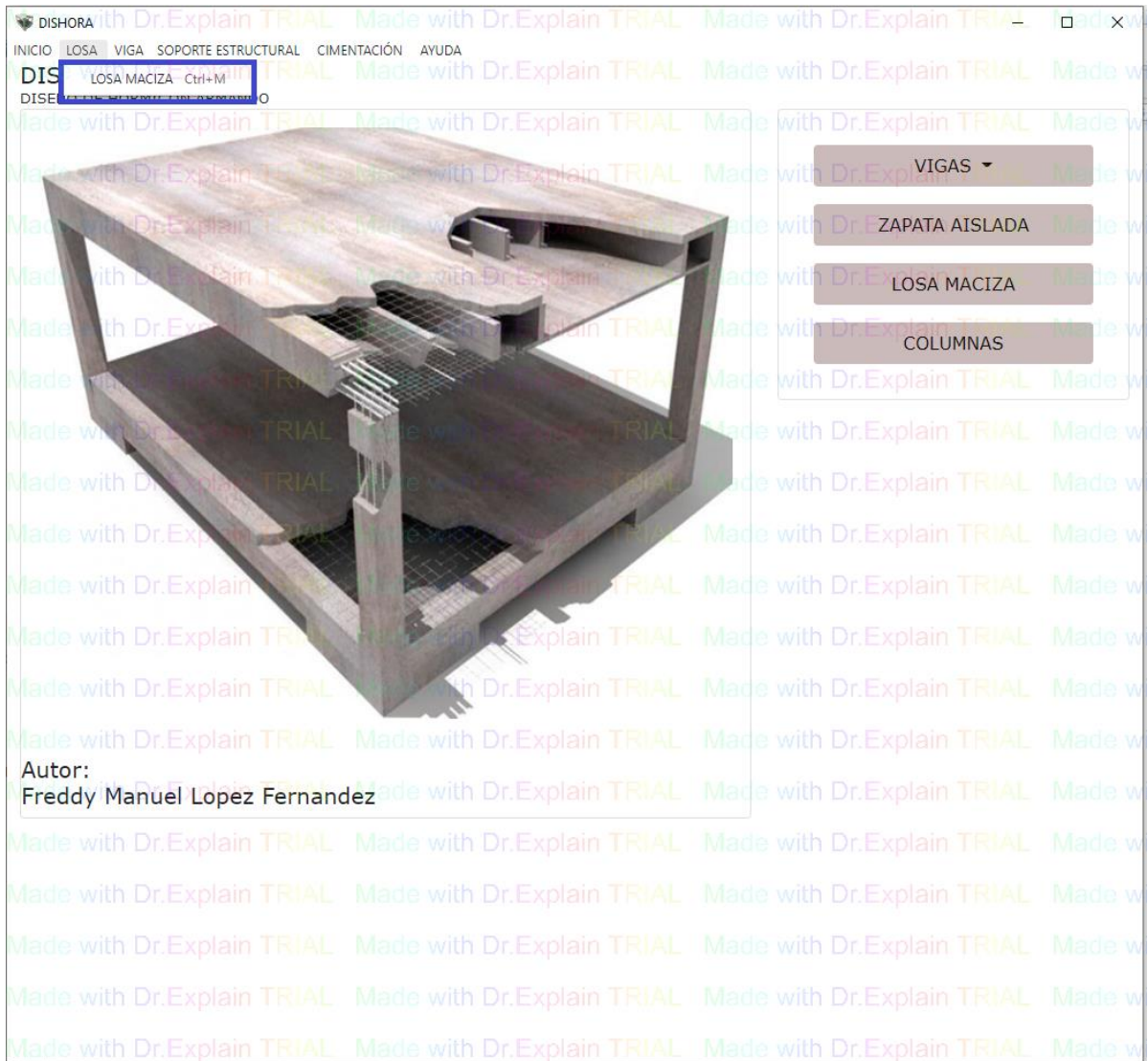
Haz clic en cualquier de los botones de control para ejecutar los diferentes ejemplos de DISEÑO DE HORMIGON ARMADO

8

INTERFAZ DISHORA



2. LOSAS



2.1. DISEÑO DE ARMADURA LOSA MACIZA

ARMADURA DE LOSA MACIZA

INICIO LOSA VIGA SOPORTE ESTRUCTURAL CIMENTACIÓN AYUDA

ARMADURA DE LOSA MACIZA

DATOS GENERALES

Para visualizar la descripción de la variable dar clic con el mouse sobre la misma.

1 Parametros de seccion

Dimensiones de la sección

d_2 5,00 ✓ cm

d_1 5,00 ✓ cm

b 100,00 ✓ cm

Esfuerzos de calculo

M 100,00 ✓ kN*m

2 Parametros de Esfuerzos

Características de los materiales

f_{yk} 42,00 ✓ kN/cm²

f_{ck} 2,10 ✓ kN/cm²

Y_s 1,15 ✓

Y_c 1,50 ✓

Y_r 1,60 ✓

k 2 ✓

4 Boton calcular

CALCULAR

1

Parametros de seccion

Dimensiones de la sección

d_2 5,00 ✓ cm

d_1 5,00 ✓ cm

b 100,00 ✓ cm

d_2 = recubrimiento superior

d_1 = recubrimiento inferior

b = base de la seccion de la losa que tomaremos 1 metro

2

Parametros de Esfuerzos

Esfuerzos de calculo

M 100,00 ✓ kN*m

M = Momento flector que es sometida la seccion de la losa

3

Parametros de características de los materiales

Características de los materiales		
f_{yk}	42,00 ✓	kN/cm ²
f_{ck}	2,10 ✓	kN/cm ²
γ_s	1,15 ✓	
γ_c	1,50 ✓	
γ_f	1,60 ✓	
k	2 ✓	

f_{yk} = limite caracteristico de acero

f_{ck} = limite caracteristico de hormigón

γ_s = coeficiente parcial de seguridad del acero

γ_c = coeficiente parcial de seguridad del hormigón

γ_f = coeficiente de mayoracion

k = coeficiente que varía de $2,2 \leq k \leq 3,3$

4

Boton calcular

CALCULAR

Haz clic para acceder al procedimiento paso a paso del dimensionamiento de
añadir una palabra clave para este tema.

ARMADURA DE LOSA MACIZA

INICIO LOSA VIGA SOPORTE ESTRUCTURAL CIMENTACIÓN AYUDA

$d_{min} = 22,00$ cm

$h = d_{min} + d_1 = 27,00$ cm

Datos extraídos de la tabla 13.5

Momento límite y cuantía límite

$\mu_{lim} = 0,332$

$\omega_{lim} = 0,46$

Datos extraídos de la tabla 10.8

Cuantías geométricas mínimas LOSAS

	22	24	40	42	46	50
f_y (KN/cm ²)	19,1	20,9	34,8	36,5	40	43,5
E_{lim}	0,793	0,779	0,679	0,668	0,648	0,628
μ_{lim}	0,366	0,362	0,335	0,332	0,326	0,319
ω_{lim}	0,546	0,536	0,467	0,46	0,446	0,432

ELEMENTO ESTRUCTURAL	AE-22	AE-42	AE-50	AE-60
SOPORTES:				
Armadura Total	0,008	0,006	0,0050	0,004
con dos armaduras A1 y A2 cada una	0,004	0,003	0,0025	0,002
VIGAS:				
Armadura en Traccion	0,005	0,0033	0,0028	0,0023
LOSAS:				
En cada direccion	0,0020	0,0018	0,0015	0,0014
MUROS:				
Armadura horizontal total	0,0025	0,0020	0,0016	0,0014
Armadura horizontal en una cara	0,0008	0,0007	0,0006	0,0005
Armadura vertical Total	0,0015	0,0012	0,0009	0,0008
Armadura vertical en una cara	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003

Momento reducido

1

Entrada de Datos

$\mu_{lim} = 0,332$

$\omega_{lim} = 0,46$

Datos asignados de tabla referenciados del refuerzo característico de armadura

μ_{lim} = momento reducido límite de tabla 13.5 respecto resistencia característica de la armadura

ω_{lim} = cuantía mecánica de tabla 13.5 respecto resistencia característica de la armadura

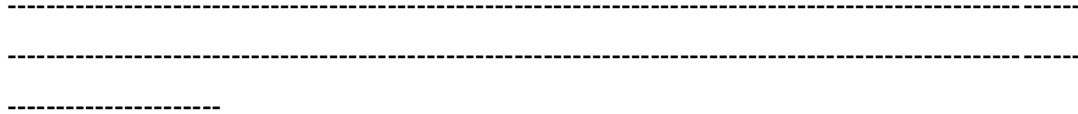
2

Entrada de Datos

Made with Dr.Explain TRIAL

$$\omega_{min} = 0,0018$$

Dato asignado de tabla referenciado de refuerzos característicos de armadura
 ω_{min} = Cuantía geométrica mínima referidas a la seccion total del hormigón



ARMADURA DE LOSA MACIZA

INICIO LOSA VIGA SOPORTE ESTRUCTURAL CIMENTACIÓN AYUDA

$$\mu_d = \frac{M_d}{b * d^2 * f_{cd}} = 0,236127509$$

$\mu_{lim} > \mu_d$
 $0,332 > 0,236127509$ **NO necesita armadura a compresion**

1 Parametros de tabla universal

ξ	μ	ω	$(\omega/f_{cd}) \cdot 10^4$
0,0891	0,03	0,0310	
0,1042	0,04	0,0415	
0,1181	0,05	0,0522	
0,1312	0,06	0,0630	
0,1438	0,07	0,0739	
0,1561	0,08	0,0849	
0,1667	0,0886	0,0945	
0,1684	0,09	0,0960	
0,1810	0,10	0,1074	
0,1937	0,11	0,1189	
0,2066	0,12	0,1306	
0,2198	0,13	0,1426	
0,2330	0,14	0,1546	
0,2466	0,15	0,1669	
0,2590	0,1590	0,1782	
0,2608	0,16	0,1795	
0,2796	0,17	0,1924	
0,2988	0,18	0,2056	
0,3183	0,19	0,2190	
0,3383	0,20	0,2328	
0,3587	0,21	0,2468	
0,3796	0,22	0,2612	

DOMINIO 2

DOMINIO 3

2 RESULTADO DE ARMADURA A_s

De la tabla 13.3 la cuantía mecánica μ_s

Interpolador

$\mu_1 = 0,23$ $\omega_1 = 0,2761$

$\mu_d = 0,236$ $\omega_s = 0,2766$

$\mu_2 = 0,4$ $\omega_2 = 0,2913$

Cuantía geométrica ω_s

$\omega_s = 0,2766$ Dato interpolado

$\omega_s = 0,2913$ Dato asignado

Dato a utilizar interpolado o asignado, seleccione dando clic con el mouse

Calculo del area del acero que trabaja a traccion

$A_{s\text{cal}} = \omega_s * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 23,33 \text{ cm}^2$

$A_{s\text{min}} = \omega_{s\text{min}} * b * d = 3,96 \text{ cm}^2$

1

Parametros de tabla universal

De la tabla 13.3 la cuantía mecánica μ_s

Interpolar

$$\mu_1 = 0,23 \quad \omega_1 = 0,2761$$

$$\mu_d = 0,236 \quad \omega_s = 0,2766$$

$$\mu_2 = 0,4 \quad \omega_2 = 0,2913$$

Asignar datos de momentos reducidos y cuantías para interpolar cuantía mecánica para el cálculo de área de armadura

μ_1 = momento reducido menor extraído de tabla

μ_2 = momento reducido mayor extraído de tabla

μ_d = momento reducido calculado

ω_1 = cuantía mecánica menor extraído de tabla

ω_2 = cuantía mecánica mayor extraído de tabla

ω_s = cuantía mecánica interpolado

2

RESULTADO DE ARMADURA A_s

Calculo del area del acero que trabaja a traccion

$$A_{scal} = \omega_s * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 23,33 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \omega_{smin} * b * d = 3,96 \text{ cm}^2$$

A_{scal} = área de armadura en cm^2

A_{smin} = área mínima de armadura cm^2