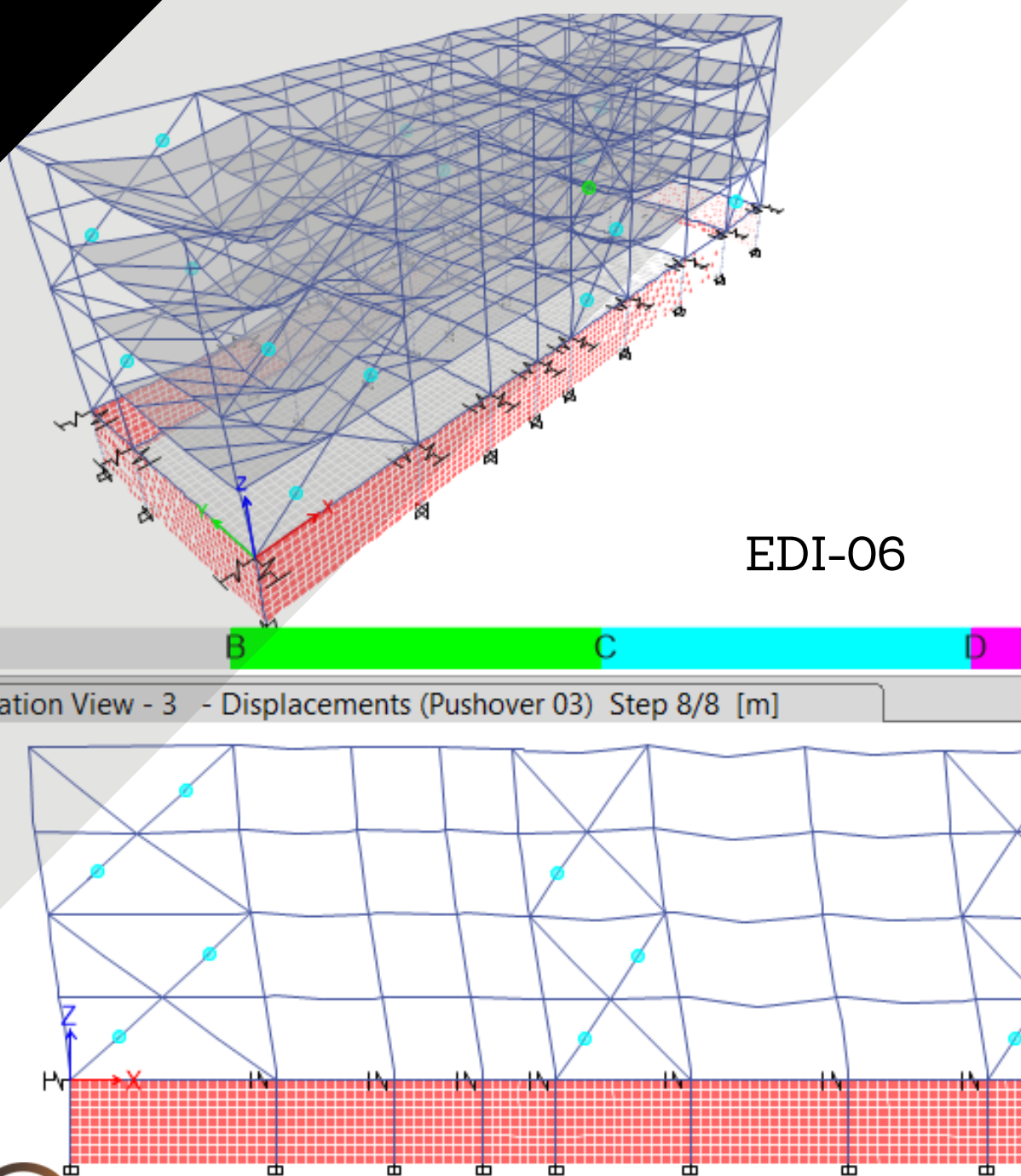


Programa de Formación
Avanzada de Evaluación
No Lineal
y Diseño Sismorresistente
en Acero – AISC 360-22
| AISC 341-22
AISC 358-22 | FEMA 440 |
ASCE 41-23 | Normas
Latinoamericanas.

Para cada sollicitación en
MIEMBROS, CONEXIONES y
ROTULAS PLASTICAS hay un
capítulo específico.

un **RATIO** en **ETABS**, un
espectro de capacidad y el
Performance Point, oculta
una serie de cálculos y
supuestos detrás.

Descubrirás que hace el
software
INTERNAMENTE



A NIVEL DE ANÁLISIS Y DISEÑO

1.- Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings, Standard ASCE/SEI 41-23

2.- ANSI/AISC 341-22: Seismic Provisions for Structural Steel Buildings

3.- Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts

4.- ANSI/AISC 358-22: Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic

5.- ANSI/AISC 360-22: Specification for Structural Steel Buildings

Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures

FEMA 440

June 2005



ANSI/AISC 340-22
An American National Standard

Specification for Structural Steel Buildings

August 1, 2022

Supersedes the Specification for Structural Steel Buildings dated June 7, 2016, and all previous versions

Approved by the Committee on Specifications



Smarter.
Stronger.
Steel.

ANSI/AISC 358-22
An American National Standard

Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications

August 18, 2022

Supersedes Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications, dated May 12, 2016, including Supplements No. 1 (2018) and No. 2 (2020), and all previous versions

Approved by the Connection Prequalification Review Panel



Smarter.
Stronger.
Steel.

ASCE STANDARD

ASCE/SEI
41-23

Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings

ASCE



ANSI/AISC 341-22
An American National Standard

Seismic Provisions for Structural Steel Buildings

September 26, 2022

Supersedes the Seismic Provisions for Structural Steel Buildings, dated July 12, 2016, and all previous versions

Approved by the Committee on Specifications



Smarter.
Stronger.
Steel.

Specification for Structural Joints Using High- Strength Bolts

June 11, 2020

Supersedes the August 1, 2014 Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts

Prepared by RCSC Committee A.1—Specifications and approved by the Research Council on Structural Connections

boltcouncil
RESEARCH COUNCIL ON STRUCTURAL CONNECTIONS
rcsc

6.- **FEMA 440:** Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures

A NIVEL DE ANALISIS NO LINEAL

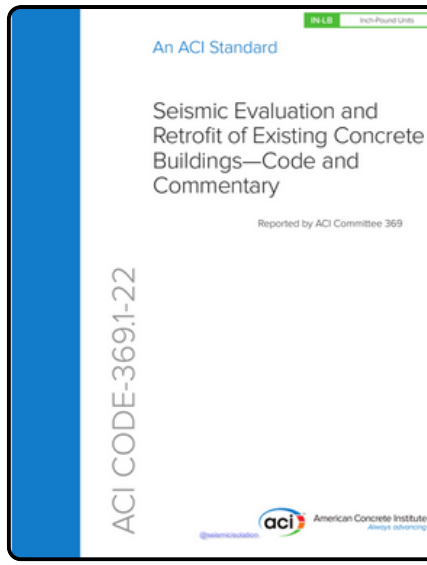
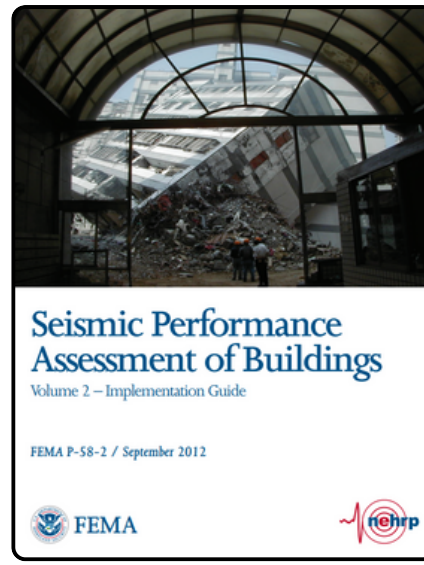
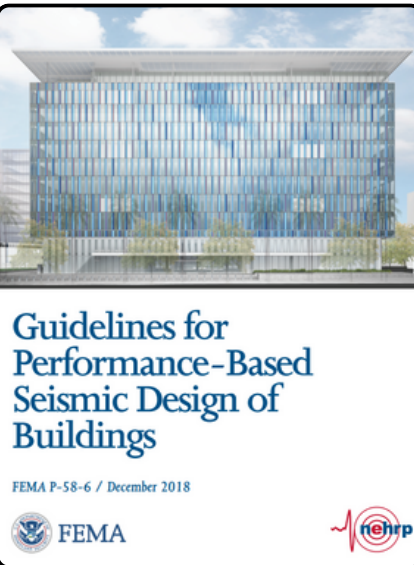
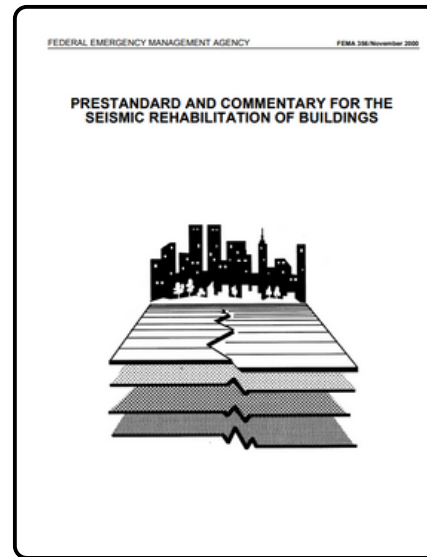
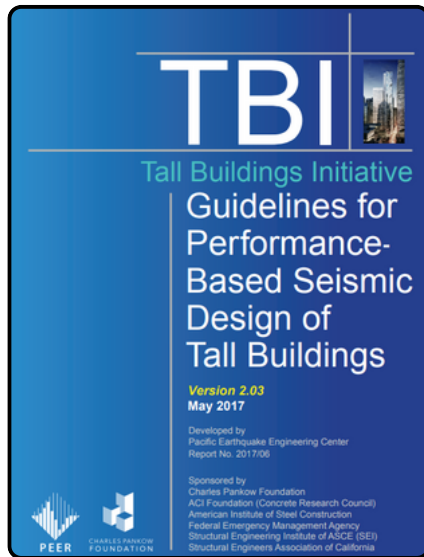
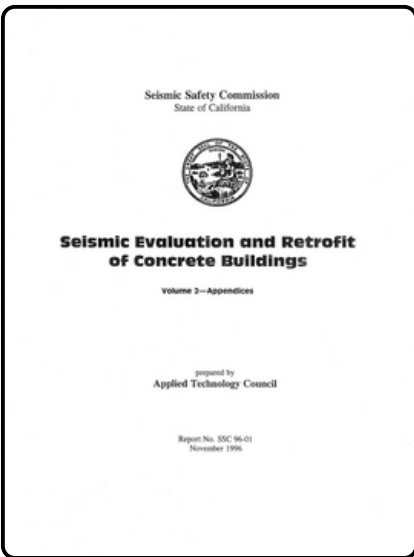
1.- **FEMA 440**: Improvement of Nonlinear **Static Seismic Analysis Procedures**

2.- **Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings - FEMA 356**

3.- **Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings - ATC 40**

4.- **Standard Requirements for Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Concrete Buildings - ACI 369.1**

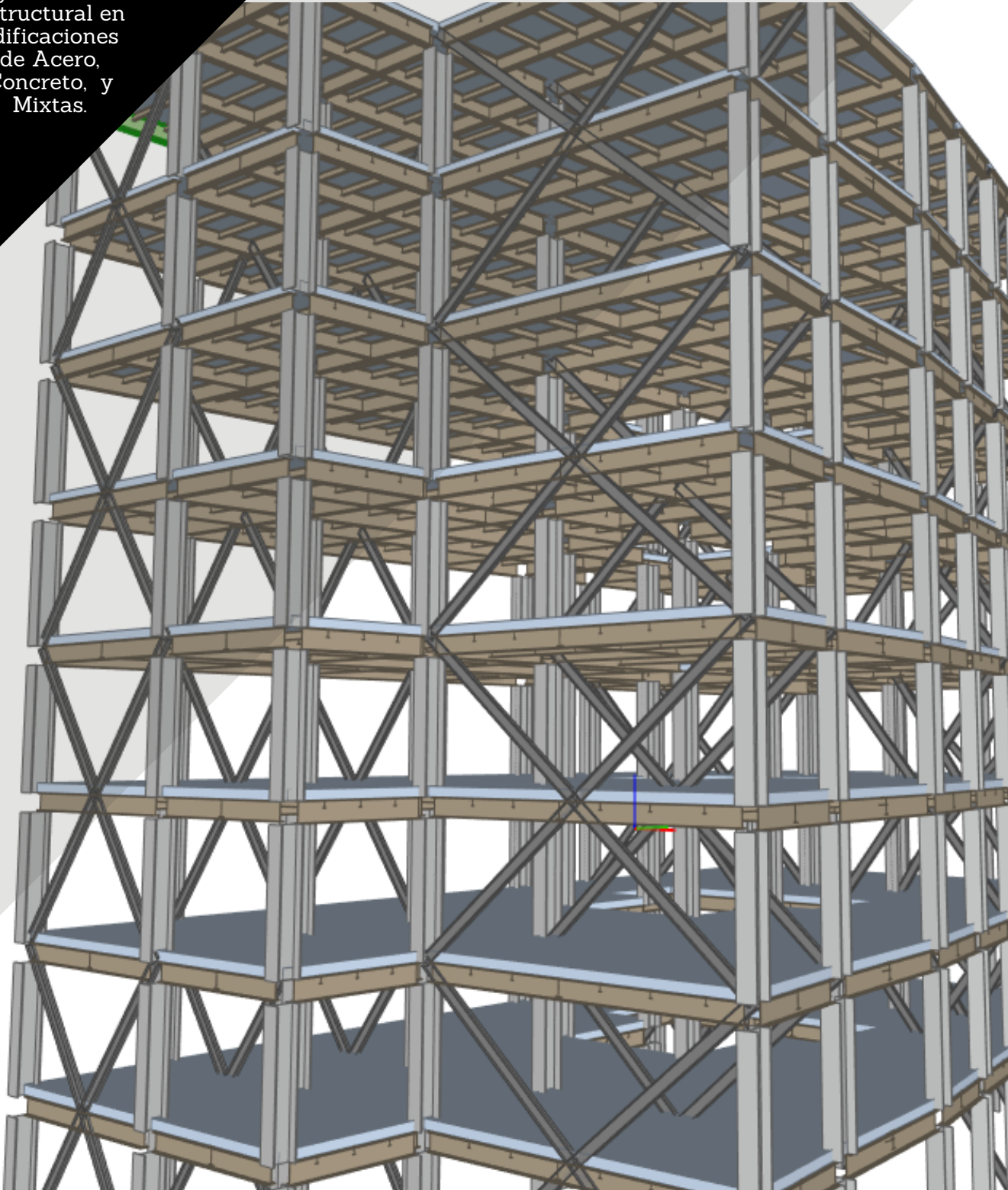
5.- **PEER** Report Pacific Earthquake Engineering University of California, Berkeley



6.- **ASCE/SEI 41-23** – Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings

7.- Seismic Performance Assessment of Buildings - **FEMA P58**

8.- **NEC 2024** - Norma Ecuatoriana de la Construcción, ETC.



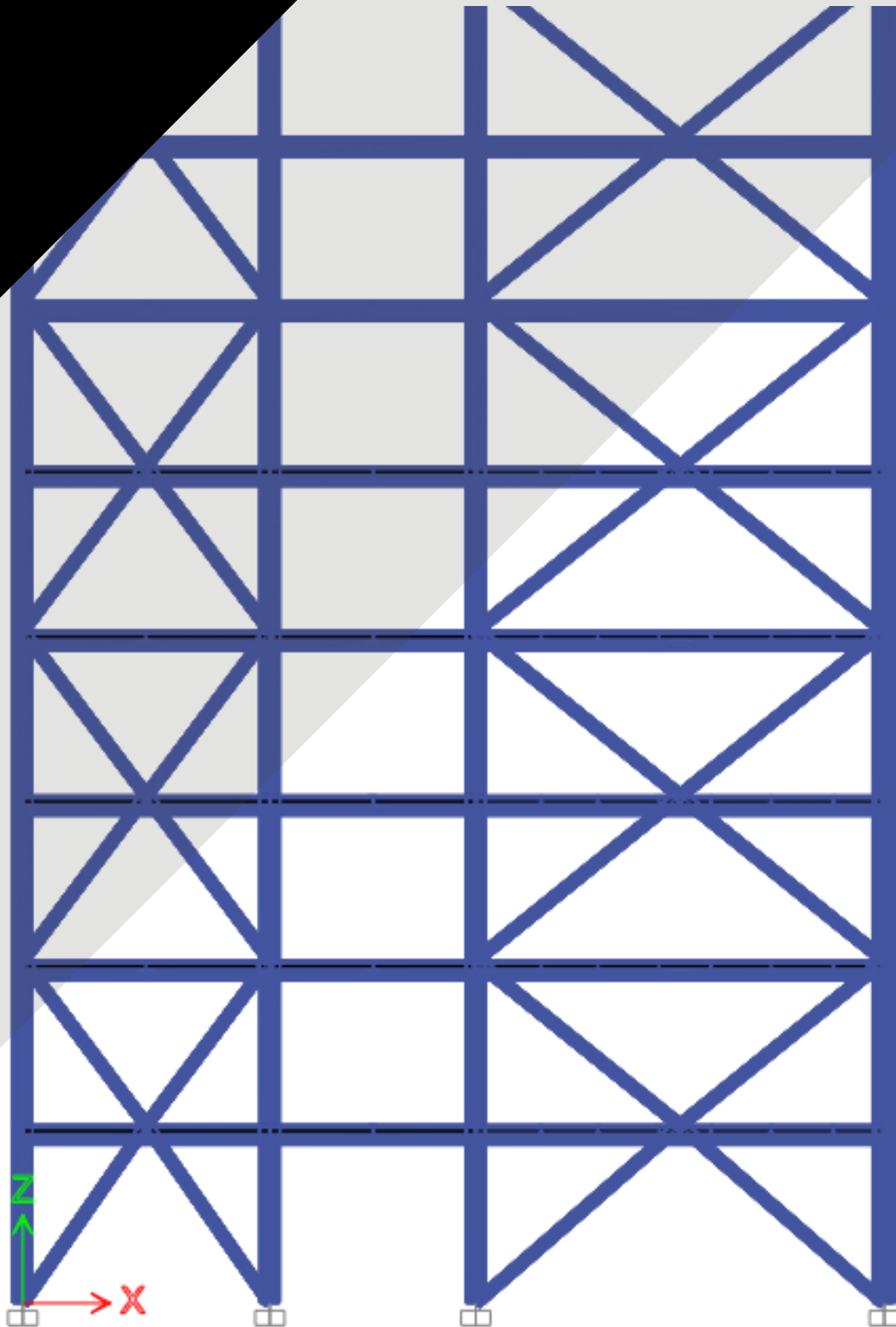
MÓDULO 1

¿QUE APRENDO EN ESTE MÓDULO?

Al terminar este apartado estarás en la capacidad de modelar todo tipo de estructuras de acero, concreto y mixtas.

Tendrás ya bases sólidas de tipo de Mesh, (Interno, externo) Edge - condiciones de contorno, etc.

Aplicación de sismos estáticos y dinámicos con las norma, Peruana, Colombiana, Mexicana y de República Dominicana.



TEMAS

T1 – Introducción, ejemplos en MathCad.

2 Hojas de cálculo en MathCad

T2 - Creación de modelos, Configuración de unidades y herramientas de dibujo.

3 Modelos en Etabs

T3- Definición de materiales y secciones en vigas, columnas, muros y cerchas y aplicación del seccion designer.

4 Modelos en Etabs

T4- Definición de casos, combinaciones y patrones de carga; definición del mesh y modelado

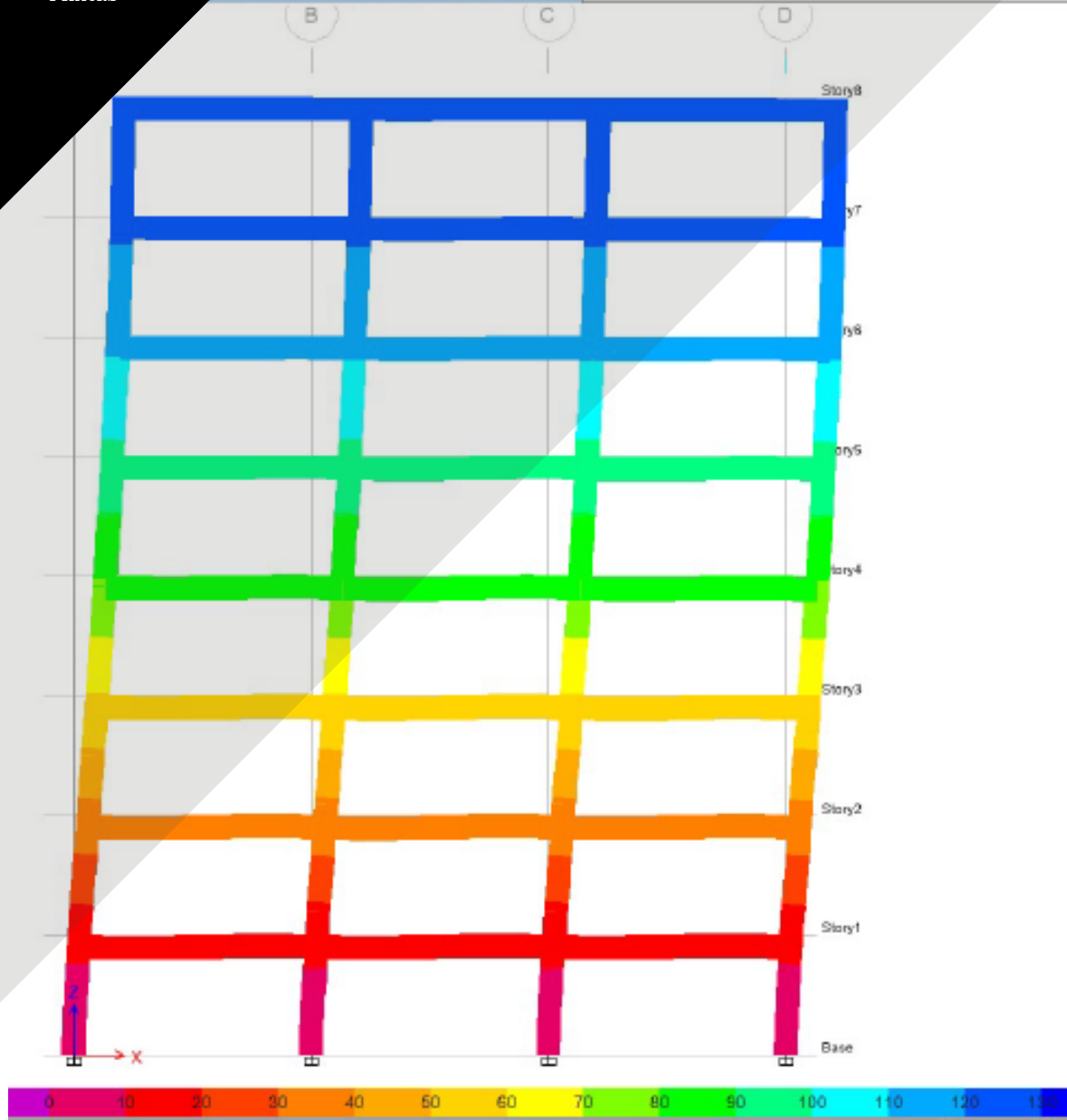
4 Modelos en Etabs

T5- Análisis estructural en edificios de acero, concreto y mixtas.

3 Modelos en Etabs

length onsets = 0.50

(Model) - Mode 1 - Period 0.410775433109273



.- Modelo de area - Piers - Spandrel

MÓDULO 1

¿LA IMAGEN DEL LADO?

Estas viendo el sustento
del valor de BRAZOS
RÍGIDOS.

$$T_{factor_0.50} = 0.4107$$

¿Qué incidencias tiene a
nivel de derivas, que
diferencias encontramos
en un modelo áreas
comparado con un
modelo frame....?

Descubrirás que hace el
software
INTERNAMENTE

Connection Location

☒ Both Ends ☐ I-End Only

☐ J-End Only

Connection Options

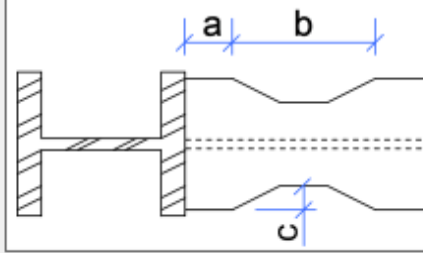
Defaults: $a = 0.625 b_f$ $b = 0.75 d_b$ $c = 0.20 b_f$

For x1, x2 and x3 where: $a = x1 * b_f$ $b = x2 * d_b$ $c = x3 * b_f$

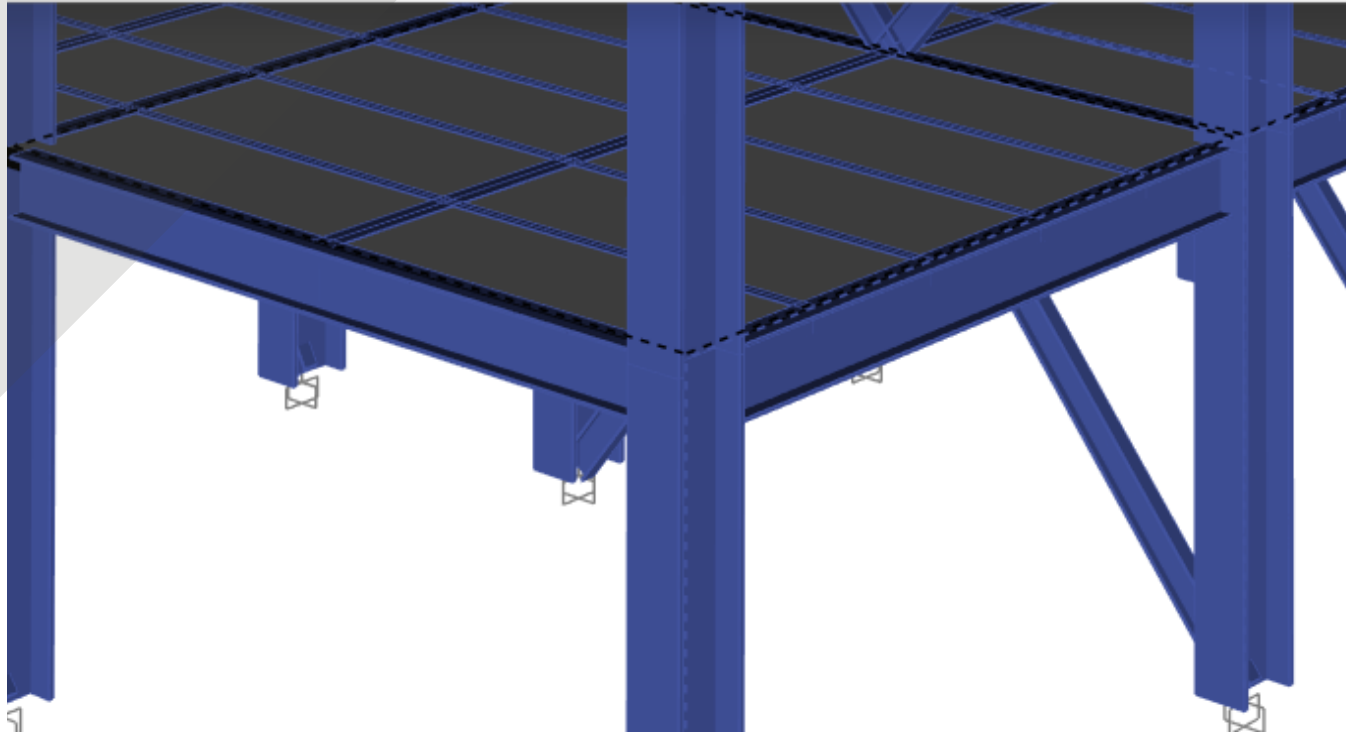
For x1, x2 and x3 where: $a = x1$ $b = x2$ $c = x3$

x1 x2 x3

OK Close Apply



The diagram illustrates a beam-column connection. It shows a horizontal beam with a wavy profile (representing a reduced beam section) connected to a vertical column. Dimension 'a' is the distance from the column face to the start of the reduced section. Dimension 'b' is the length of the reduced section. Dimension 'c' is the distance from the centerline of the beam to the centerline of the column.



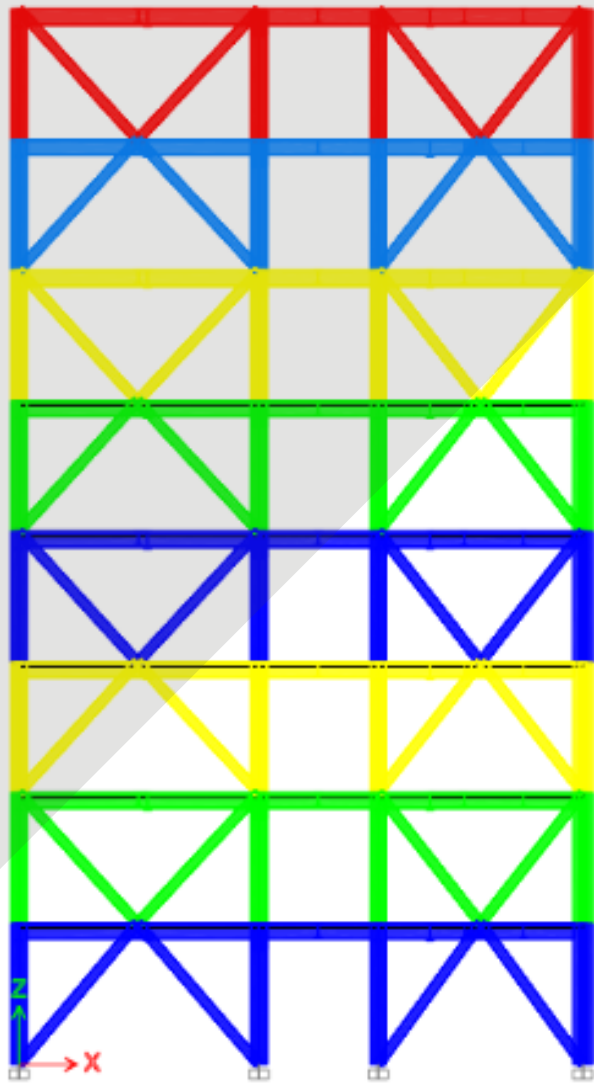
MÓDULO 1

¿LA IMAGEN DEL LADO?

El ajuste de rigidez-resistencia de la viga debido **AL CORTE** del **ALA**, se esta utilizando la Conexión - Precalificada **RBS**.

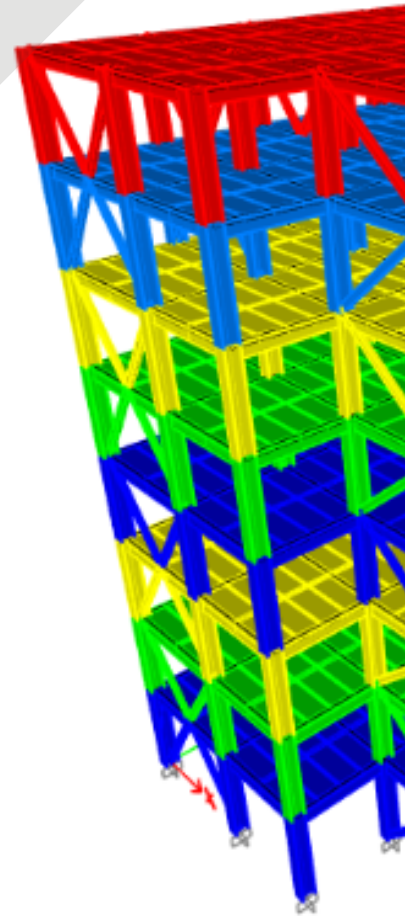
¿Cómo implementamos en nuestro modelo?

Descubrirás que hace el software
INTERNAMENTE



$H := 2.7 \text{ m}$ Altura de piso

$N_{pisos} := 8$ Numero de pisos



$L := 4.63 \text{ m}$ Longitud de cada tramo

$N_{tramos} := 1$ Numero de INTERNAMENTE

MÓDULO 2

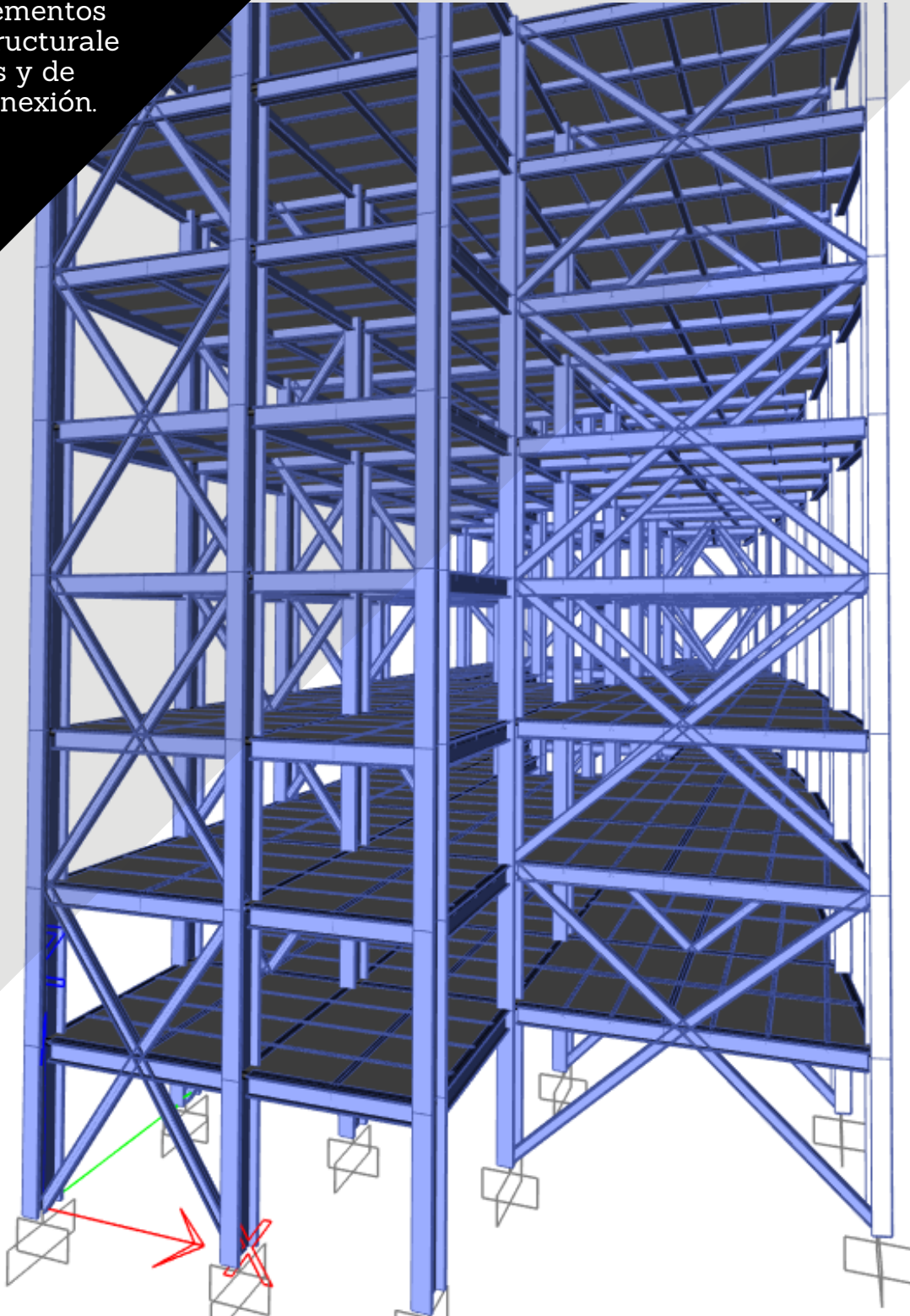
¿QUE APRENDO EN ESTE MÓDULO?

Terminado este apartado, entenderas la norma **360-22** desde el **CHAPTER A-J** y ya podrás realizar el diseño sismorresistente de cualquier estructura de Acero.

(SMF,SCBF,EBF,BRBF)

Diseñarás por capacidad todos los elementos estructurales, con sus comprobaciones manuales, **ETABS no asume de forma correcta el Sh.**

Descubrirás que hace el software **INTERNAMENTE**



TEMAS

T1 – Interpretación de la
Norma ANSI/AISC 360-22.
(CHAPTER A-J)

T2 – Diseño de miembros de
acero.

3 Modelo en Etabs

3 Hojas de cálculo en MathCad

T3 - Chapter E - Moment
Frame Systems (SMF).

1 Modelo en Etabs

1 Hoja de cálculo en MathCad

T4- Chapter F2. Special
Concentrically Braced
Frames (SCBF).

1 Modelo en Etabs

1 Hoja de cálculo en MathCad

T5- Chapter F3. Eccentrically
Braced Frames (EBF).

1 Modelo en Etabs

1 Hoja de cálculo en MathCad

T6- Chapter F4. Buckling-
Restrained Braced Frames
(BRBF)

1 Modelo en Etabs

1 Hoja de cálculo en MathCad

$$0.7 \cdot S_{xa1} \cdot F_{ya} = 25.603 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento resistente correspondiente al pandeo lateral torsional inelástico.

MÓDULO 2

¿LA IMAGEN DEL LADO?

El calculo de la tensión crítica de pandeo.

Para cada solicitación aplicable es diferente la expresión para llegar a este valor, la intención es que el elemento alcance su momento plástico.

$$L_b = 3.023 \text{ m}$$

$$C_b := 1.27 \quad \text{Coeficiente de Flexión}$$

$$F_{cr} := \pi^2 \cdot C_b \cdot \frac{E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J_{a1} \cdot c}{S_{xa1} \cdot h_{oa1}} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} = 282.265 \text{ MPa}$$

Luego, en función a la longitud no arriostrada se define el comportamiento y capacidad de viga a flexión.

$$\text{si } L_b \leq L_p \quad M_{n1} := M_p = 41.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{si } L_p < L_b < L_r \quad M_{n2} := \min \left(C_b \cdot \left(M_p - (M_p - 0.7 \cdot S_{xa1} \cdot F_{ya}) \cdot \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right), M_p \right)$$

$$\text{si } L_b > L_r \quad M_{n3} := \min (S_{xc} \cdot F_{cr}, M_p) = 41.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Descubrirás que hace el software

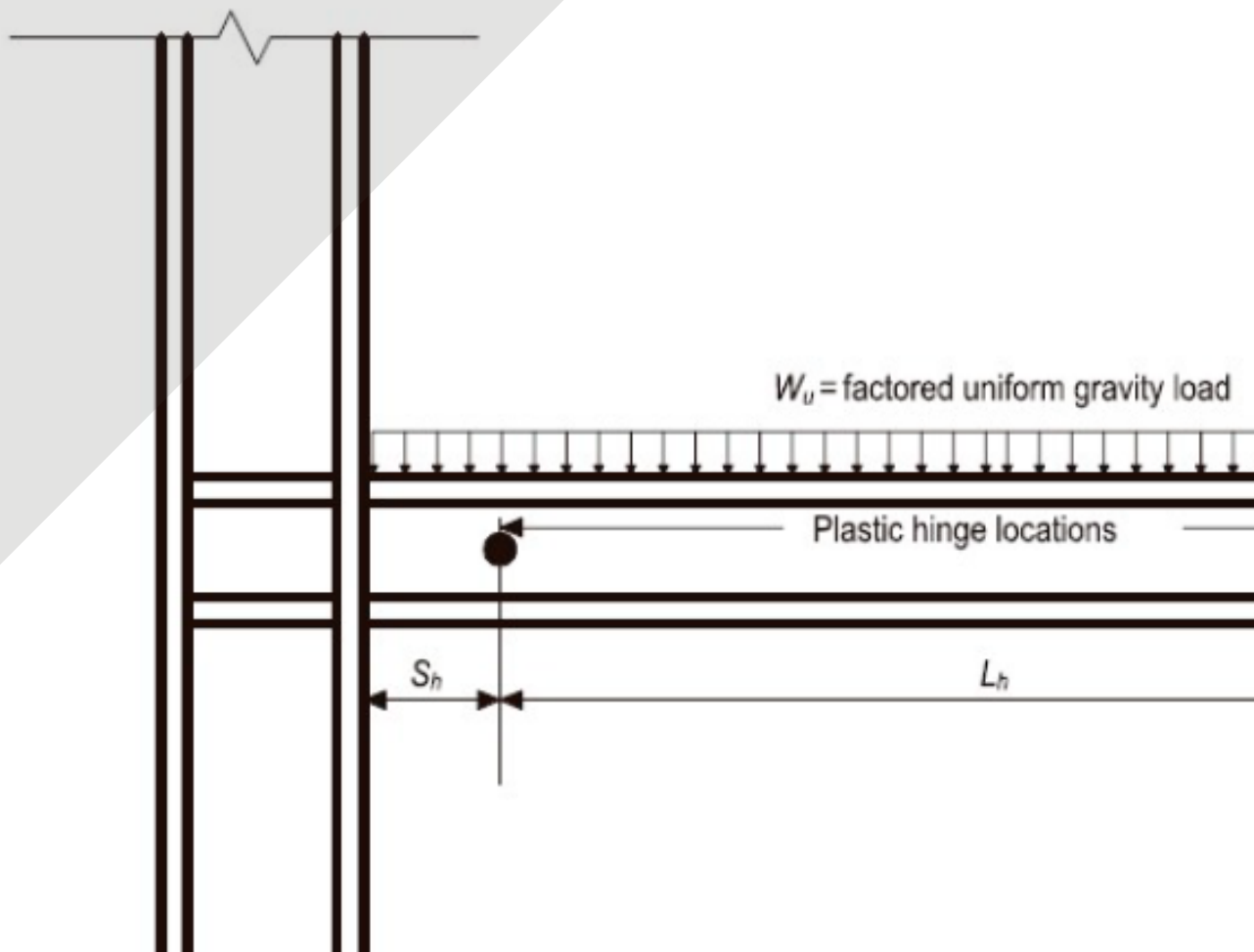
INTERNAMENTE

Compute the distance of the plastic hinge from the face of the column, S_h

$$x_p = a + \frac{b}{2} = 0.225 \text{ m}$$

Distancia desde la cara de la columna hasta la

Step 5. Compute the shear force at the plastic hinge
2.4.4.



MÓDULO 2

¿LA IMAGEN DEL
LADO?

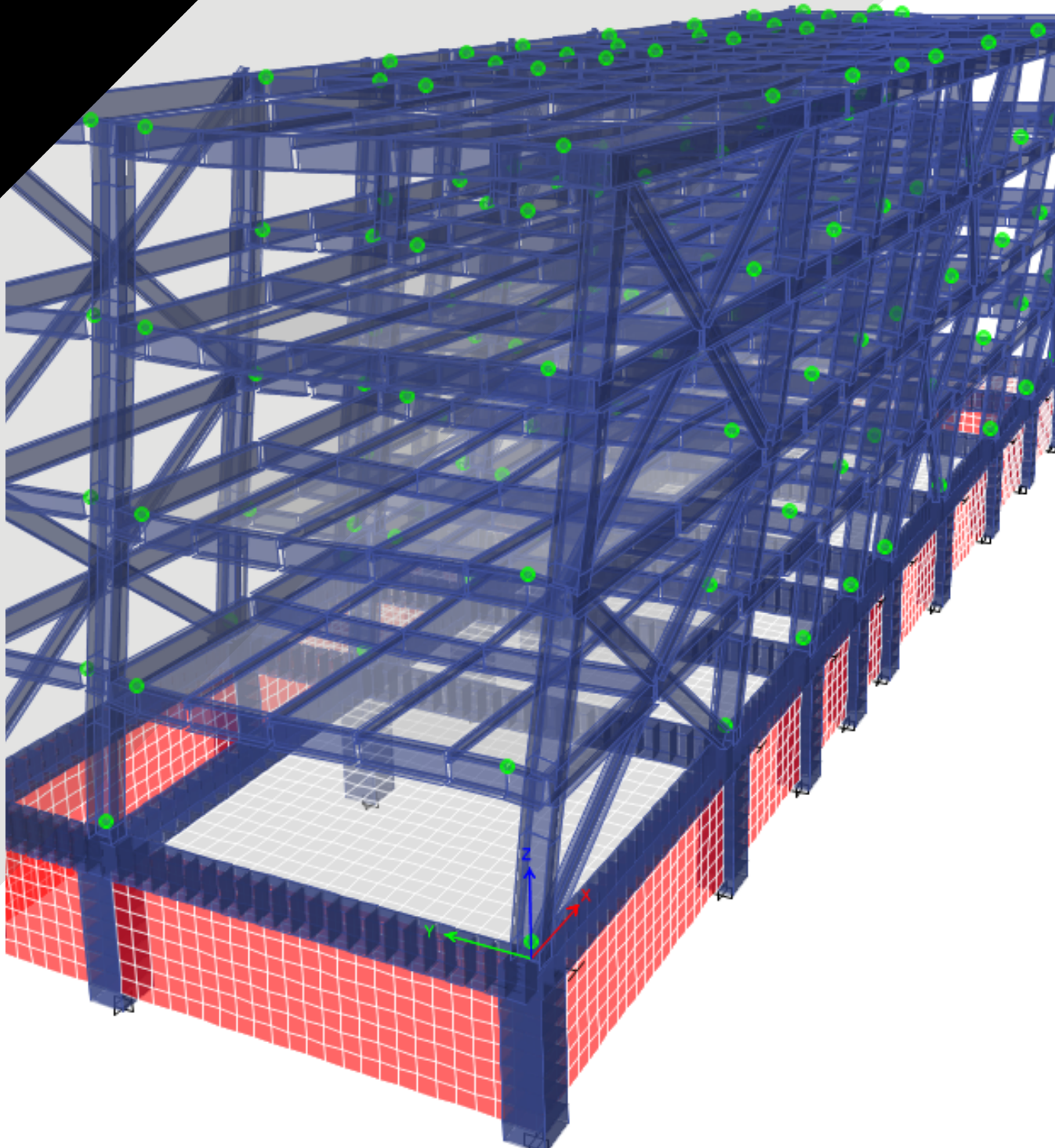
Calculo del S_h , ETABS te

V_h , te pedira asi: (S_h/L_h) , with S_h

Para cada tipo de
conexion el valor varia,
este nos sirve para
verificar Columna Fuerte
-Viga Debil.

ETABS no lo toma de
forma corecta, asume
que es 0, eso seria
correcto solo si se
empleara la conexion
(WUF-W)

Descubrirás que hace el
software
INTERNAMENTE



MÓDULO 3

¿QUE APRENDO EN ESTE MÓDULO?

Terminado este apartado podrás aplicar el análisis no lineal a cualquier estructura. Encontraras el valor real de tu (R o Q) - **Factor básico de reducción de fuerzas.**

Aprendes a calcular manualmente rotulas plásticas, llegar al mismo valor del punto de desempeño y compararlo con ETABS

Descubrirás que hace el
software
INTERNAMENTE

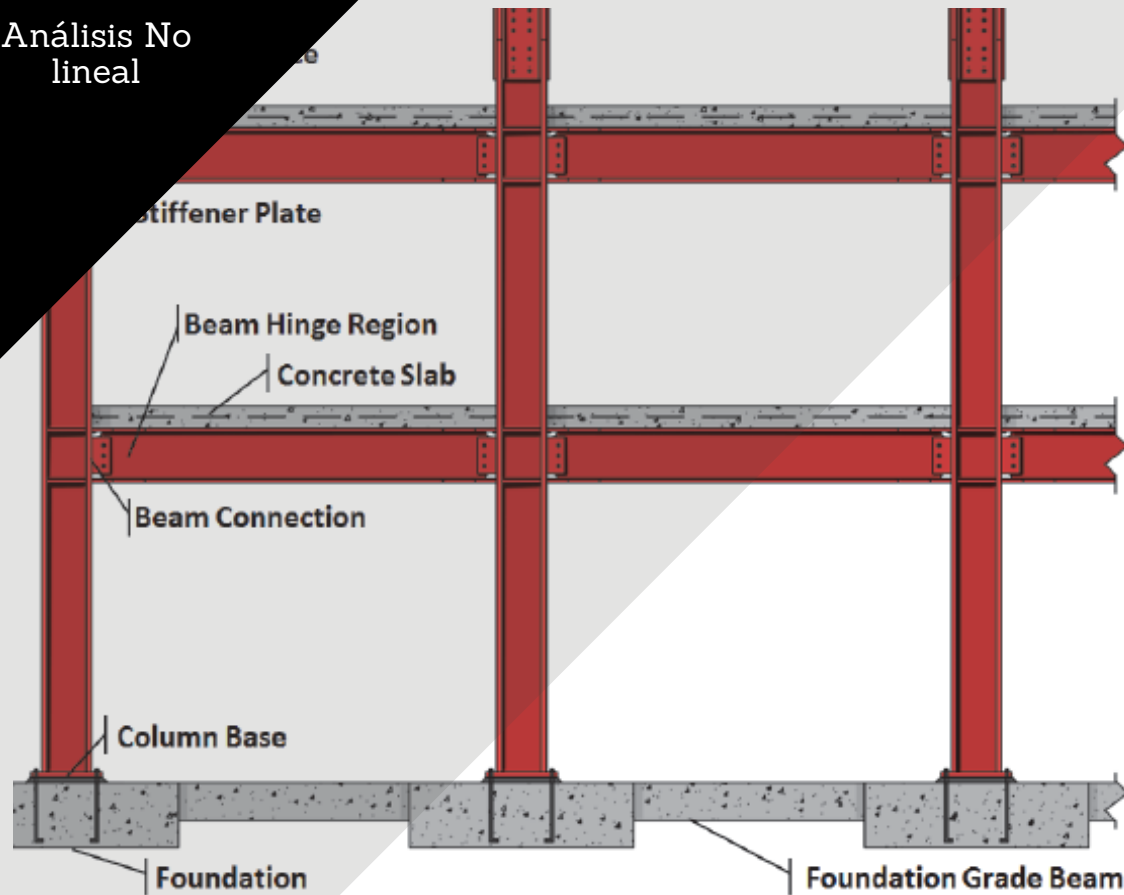
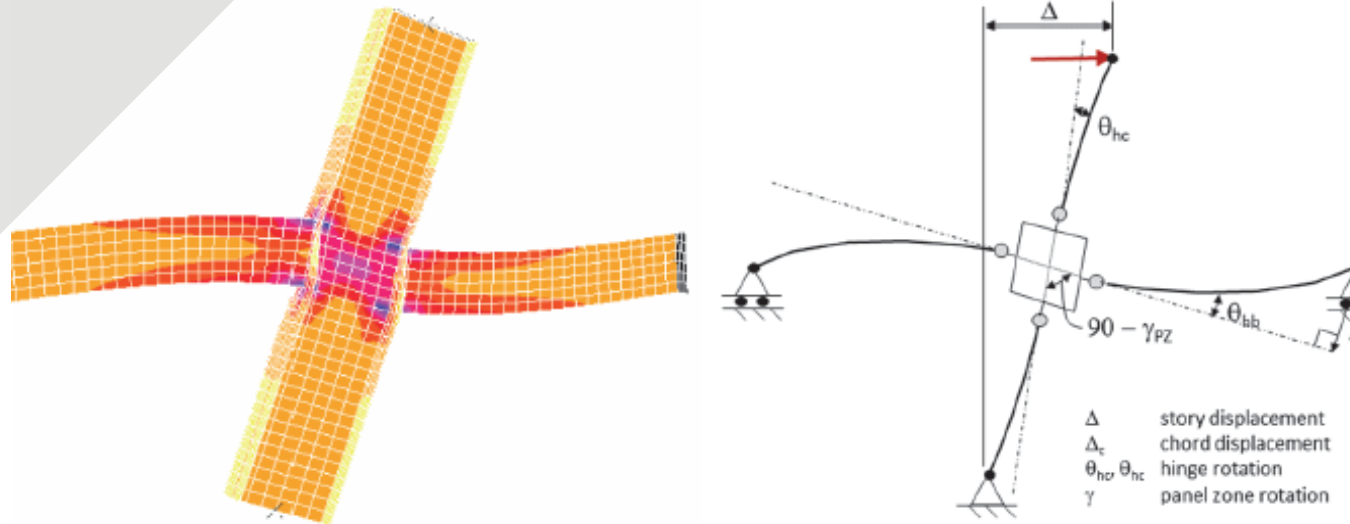


Figure 2-1 Overview of typical steel moment frame system.



TEMAS

T-01.- Structural Modeling, Options for Inelastic Analysis,

T02 - Evaluation of Capacity-Spectrum Method of ATC-40 - FEMA 440 CON ETABS Y MATHCAD.

02 hojas de calculo en mathcad

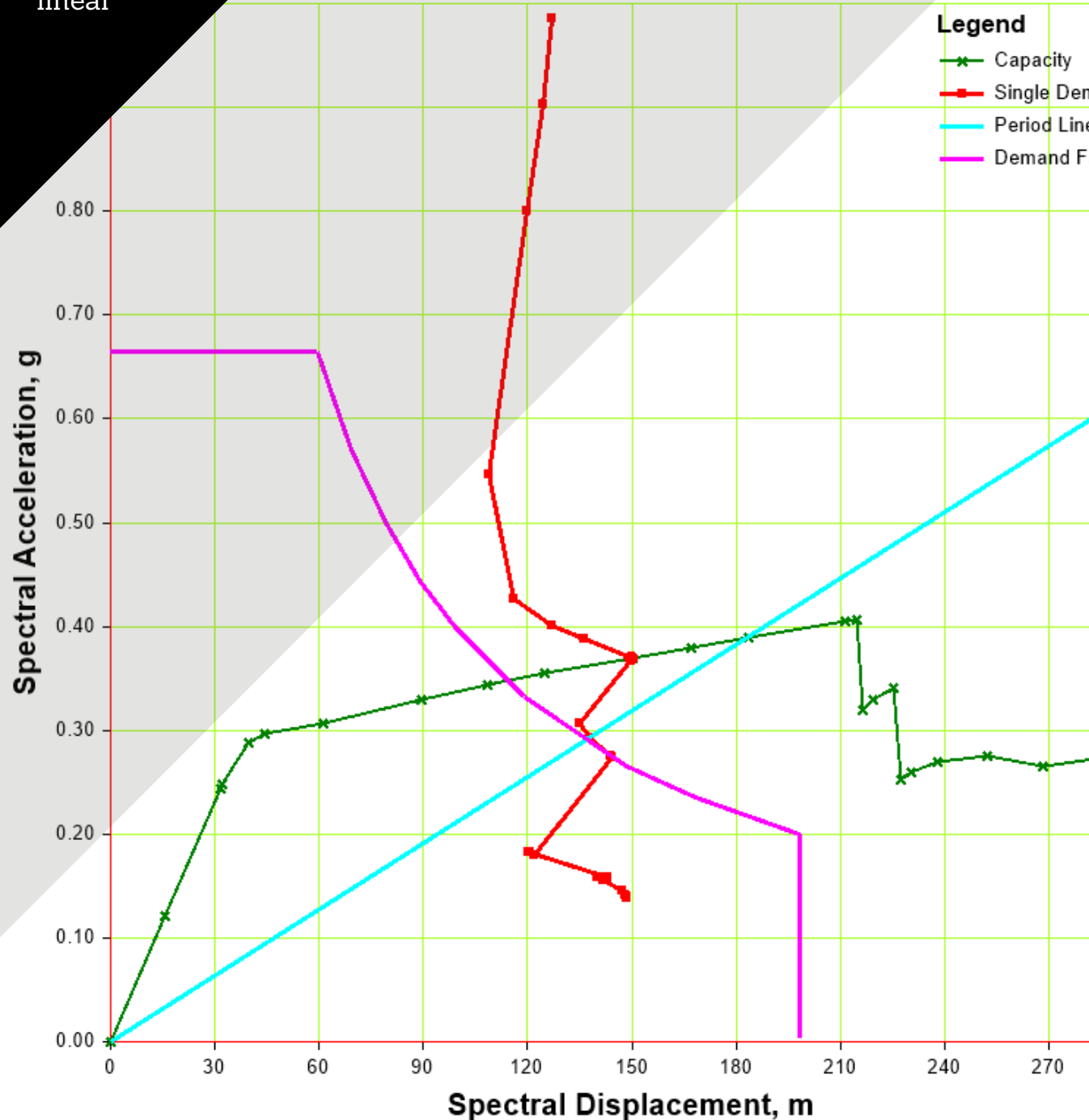
T03- Evaluation of Coefficient Method (FEMA 356)-FEMA 440

T04- Strength Degradation, Procedures for Displacement Modification, Procedures for Equivalent Linearization-FEMA 440

T05- Multiple-Degree-of-Freedom Effects-FEMA 440

Análisis No
lineal

FEMA 440 Equivalent Linearization



T secant = 1.378 sec; T effective = 1.28 sec; Ductility ratio = 4.809104; Damping ratio, B_{eff} = 0.202189

TEMAS

T-06.- Ductilidad de secciones de Acero a Flexion y Flexocompresion.

5 Hojas de cálculo en MathCad
1 Modelo de Etabs

T07 - Objetivos de desempeño según FEMA 440 y ASCE 41-23.

T08- Análisis No-Lineal Pushover en SMF.

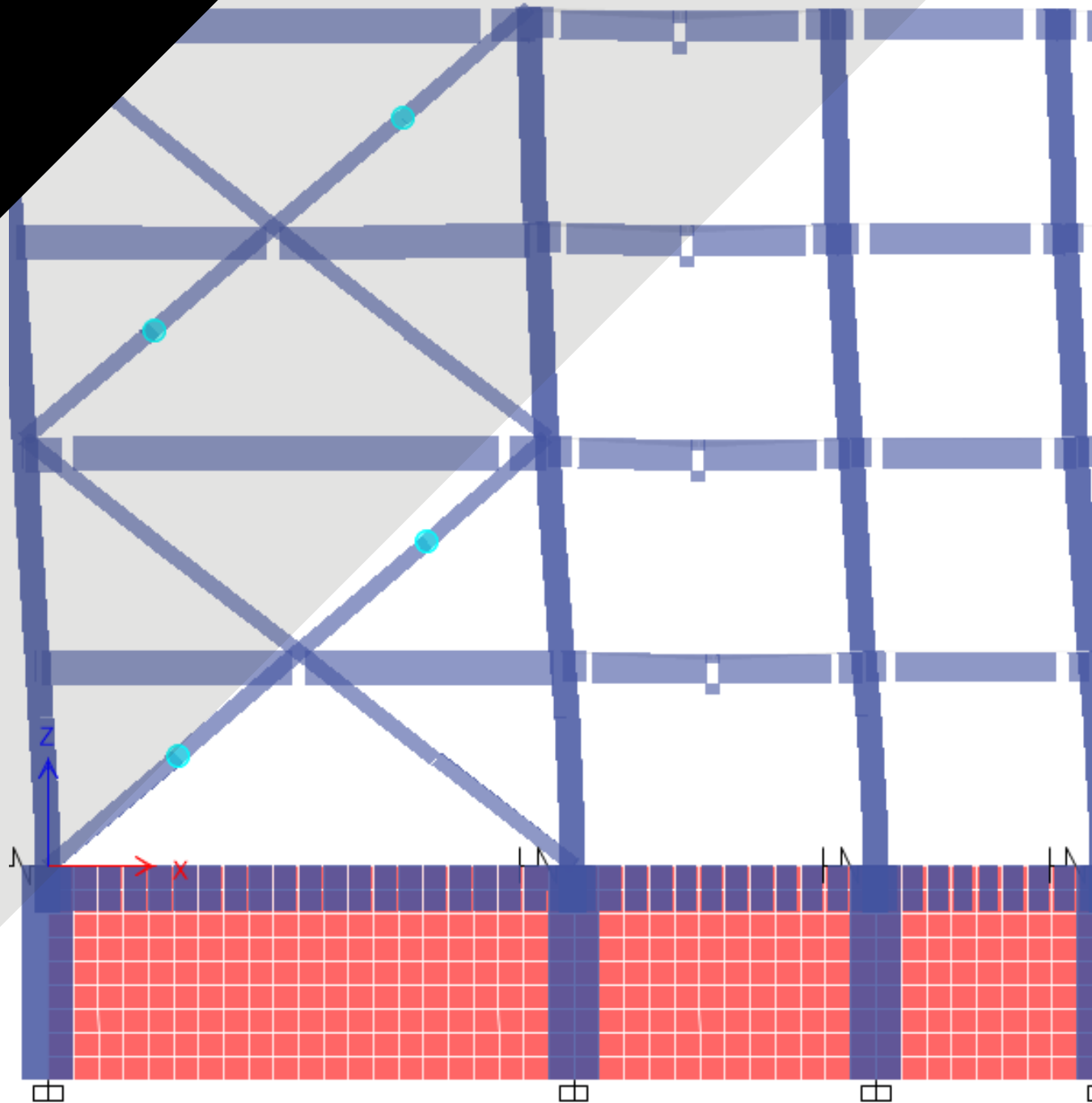
1 Modelo en Etabs

T09- Análisis No-Lineal Pushover en SCBF Y EBF.

1 Modelo en Etabs

T10- Calculo de la demanda por segun FEMA 440 y ASCE 41-23.

1 Modelo en Etabs
1 Hoja de cálculo en MathCad



MÓDULO 3

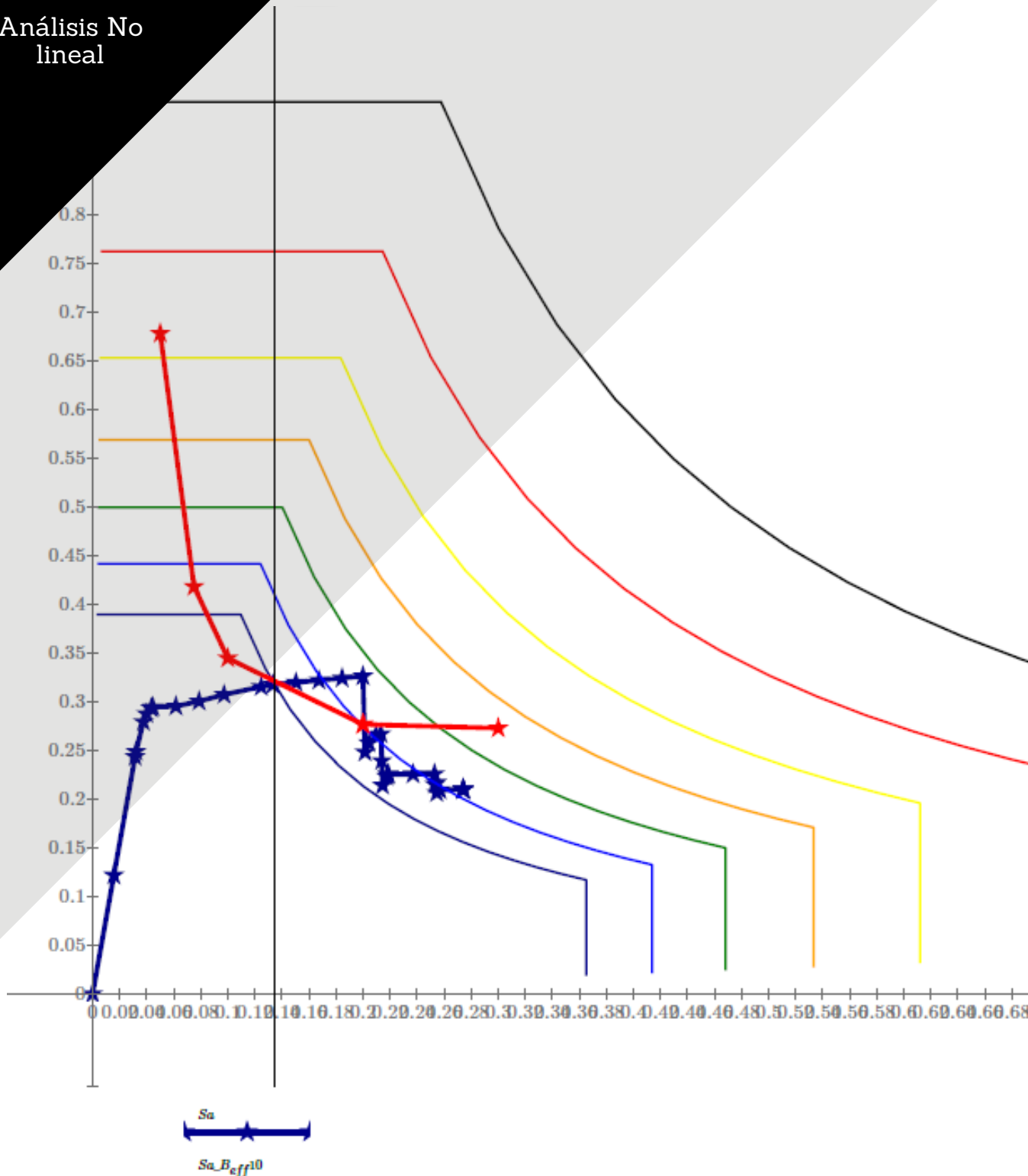
¿LA IMAGEN DEL LADO?

Podemos observar la
falla **progresiva** de la
estructura.

Para cada sistema
estructural se elige
donde se producirá la
incursión inelástica, por
ejemplo en **SMF** será en
las vigas, en **SCBF** será
en la viga enlace, en los
EBF sera en las riostras,
etc.

Sin un ANL **no se puede
verificar** este
comportamiento.

Descubrirás que hace el
software
INTERNAMENTE



MÓDULO 3

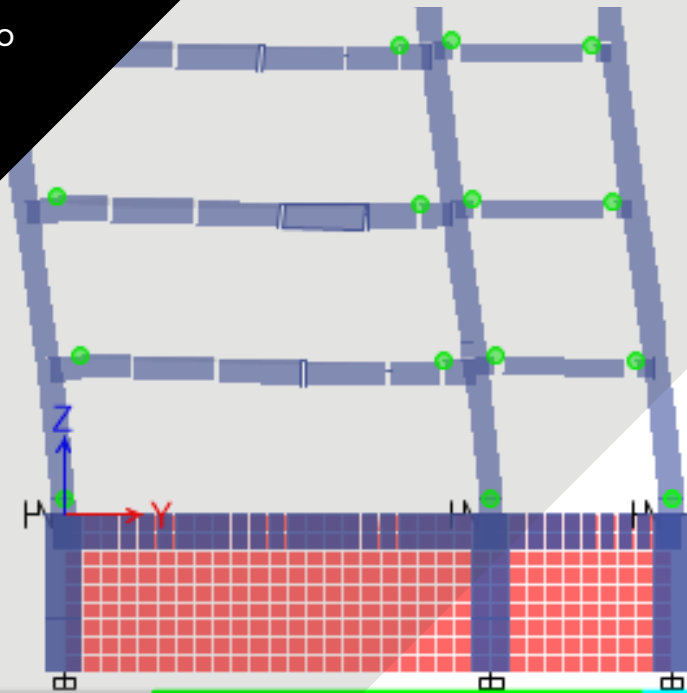
¿LA IMAGEN DEL LADO?

El ATC-40 nos brinda 3 procedimientos para calcular el punto de desempeño de la estructura, en la imagen vemos el procedimiento B, el cual también lo usa ETABS,

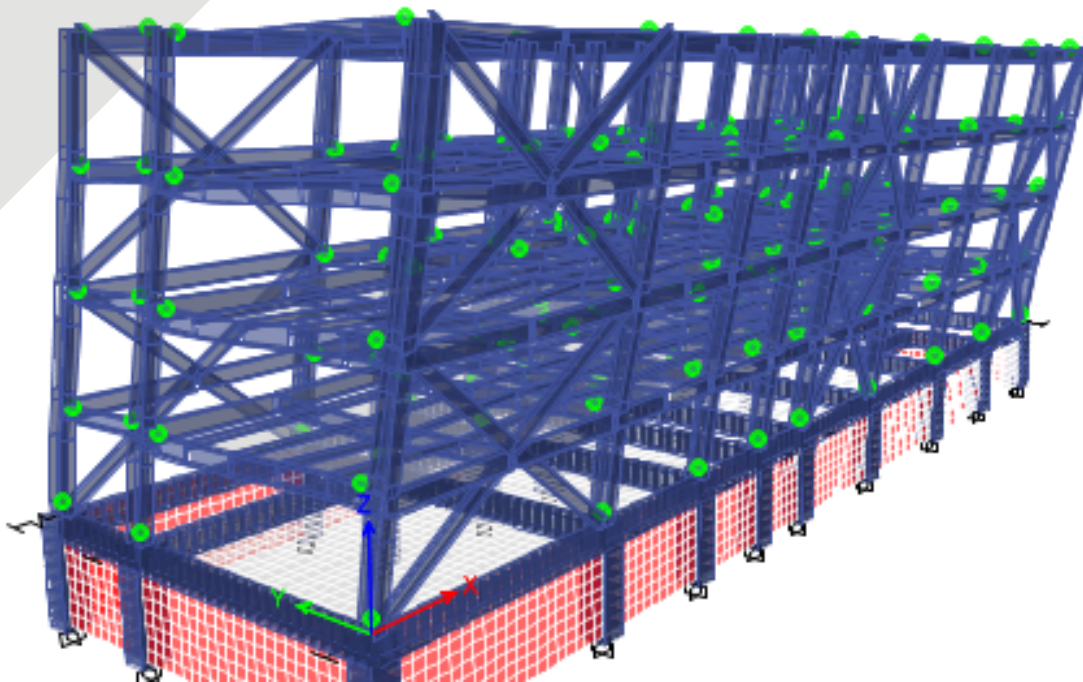
Una cosa es manipular software otra es poder llegar a los mismos resultados en análisis No LINEAL.

Descubrirás que hace el software INTERNAMENTE

Análisis No
lineal



View - Displacements (Pushover 01) Step 11/11 [m]



MÓDULO 3

¿LA IMAGEN DEL LADO?

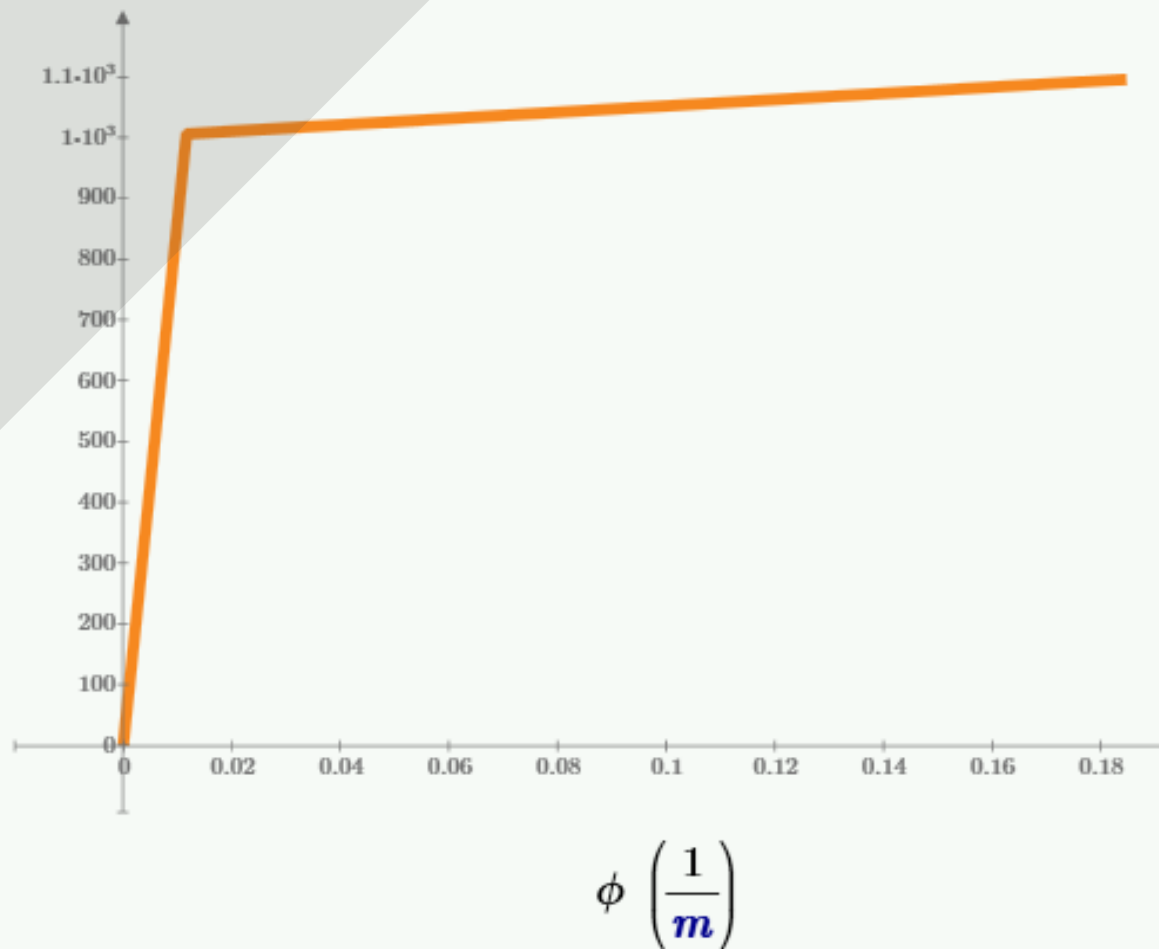
Se realizó el análisis no lineal que consiste es un sistema estructural en la dirección X de SCBF y en la dirección Y de SMF.

De aquí se pudo observar que los SCBF son muy rígidos pero frágiles en comparación con los SMF son menos rígidos pero más dúctiles.

Descubrirás que hace el software
INTERNAMENTE

M	ϕ
0	0
M_y	ϕ_y
M_u	ϕ_u

$$\mu := \frac{\phi_u}{\phi_y} = 15.862$$



MÓDULO 3

¿LA IMAGEN DEL LADO?

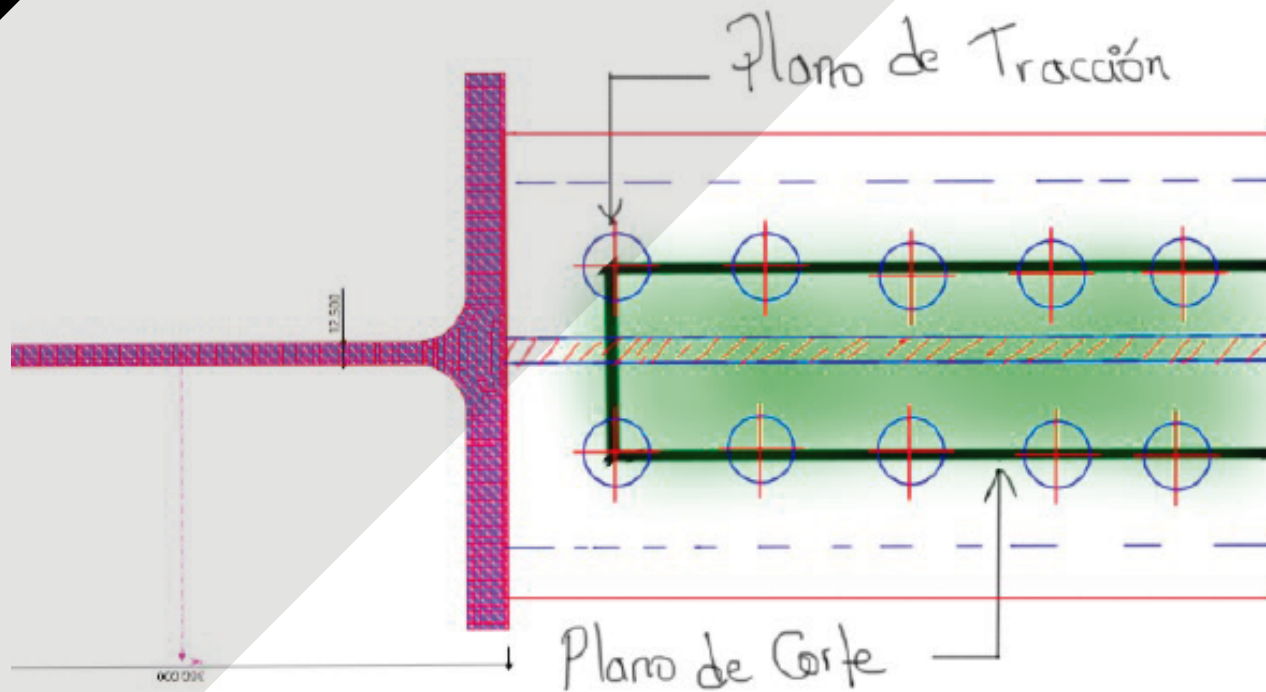
Calculo manual de la ductilidad del elemento individual.

Al cuantificar la ductilidad del elemento nos será mas fácil entender que sucede a nivel global.

El software te da valores, pero necesitas saber de **donde viene** y como se calcula.

Descubrirás que hace el software
INTERNAMENTE

Area interna del flange plate.



$$2 \cdot \left(S_2 + s \cdot \left(\frac{\#_{\text{pernos}}}{2} - 1 \right) \right) = 53.2 \text{ cm}$$

$$= t_{p_prop} \cdot L_{\text{corte}} = 159.6 \text{ cm}^2$$

MÓDULO 4

¿QUE APRENDO EN ESTE MÓDULO?

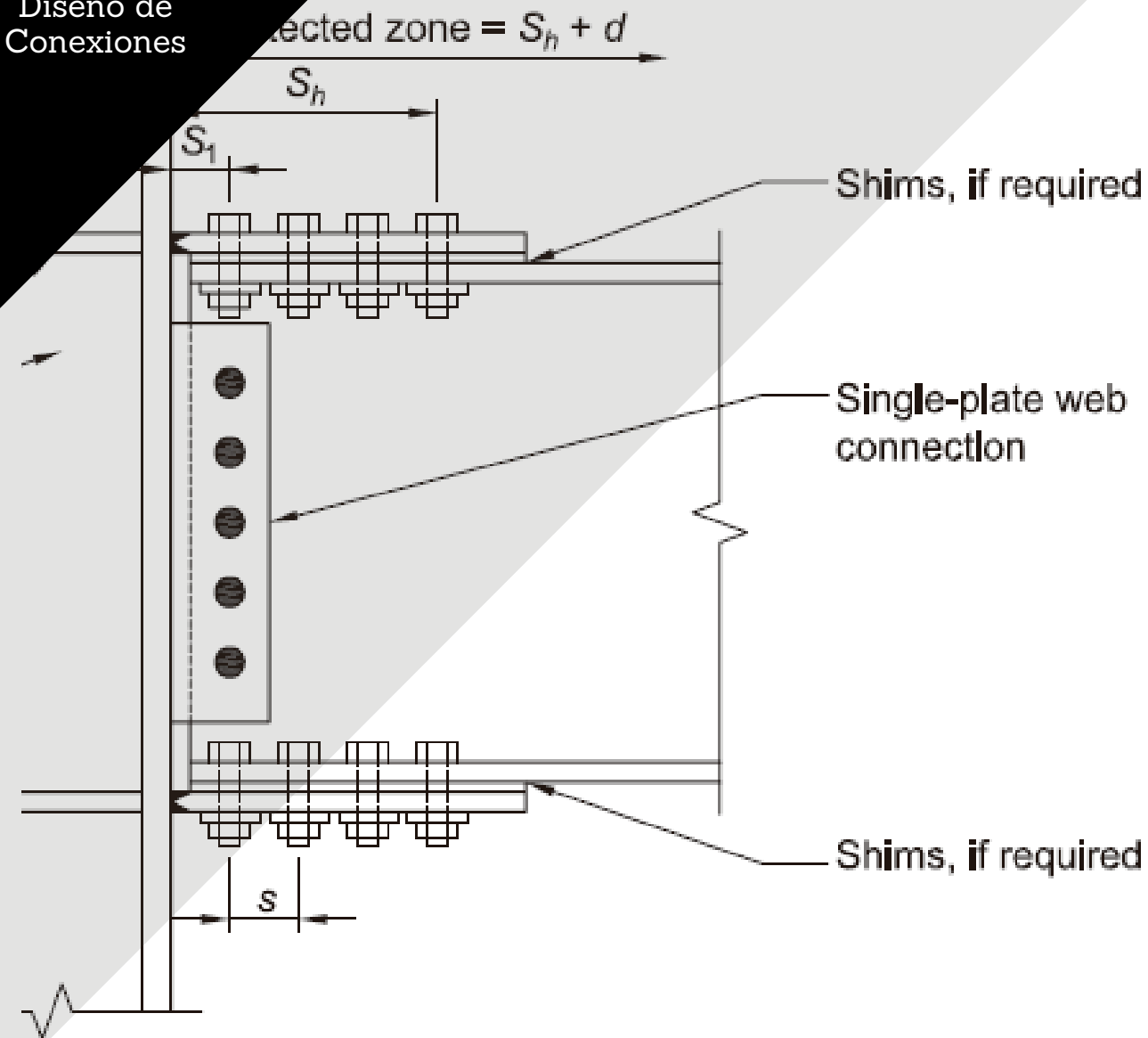
Aquí aprendes a dimensionar conexiones Precalificadas (**RBS, 4E, 4ES, BFP, WUF-W**) con criterio, entendiendo distancias mínimas entre pernos, al borde, gramil, pfi, pfo, etc.

Además el calculo manual en Mathcad para luego pasar el RAM CONNECTION.

Longitud a corte

Descubrirás que hace el software INTERNAMENTE

Area gruesa en



Bolted flange plate moment connection.

*Connections for Special and Intermediate Steel
Frames for Seismic Applications, August 18, 2022*

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

T1 – Chapter 1, 2,3 y Chapter 4 Bolting Requirements.

T2 - Chapter 5 Reduced Beam Section (RBS) Moment Connection.

1 Hoja de Calculo en Mathcad

1 Modelo en RAM.

T3- Chapter 6 Bolted Unstiffened (BUEEP) and Stiffened Extended End-Plate (BSEEP) Moment Connection. (4E, 4ES y 8ES)

1 Hoja de Calculo en Mathcad

1 Modelo en RAM

T4- Chapter 7 Bolted Flange Plate (BFP) Moment Connection.

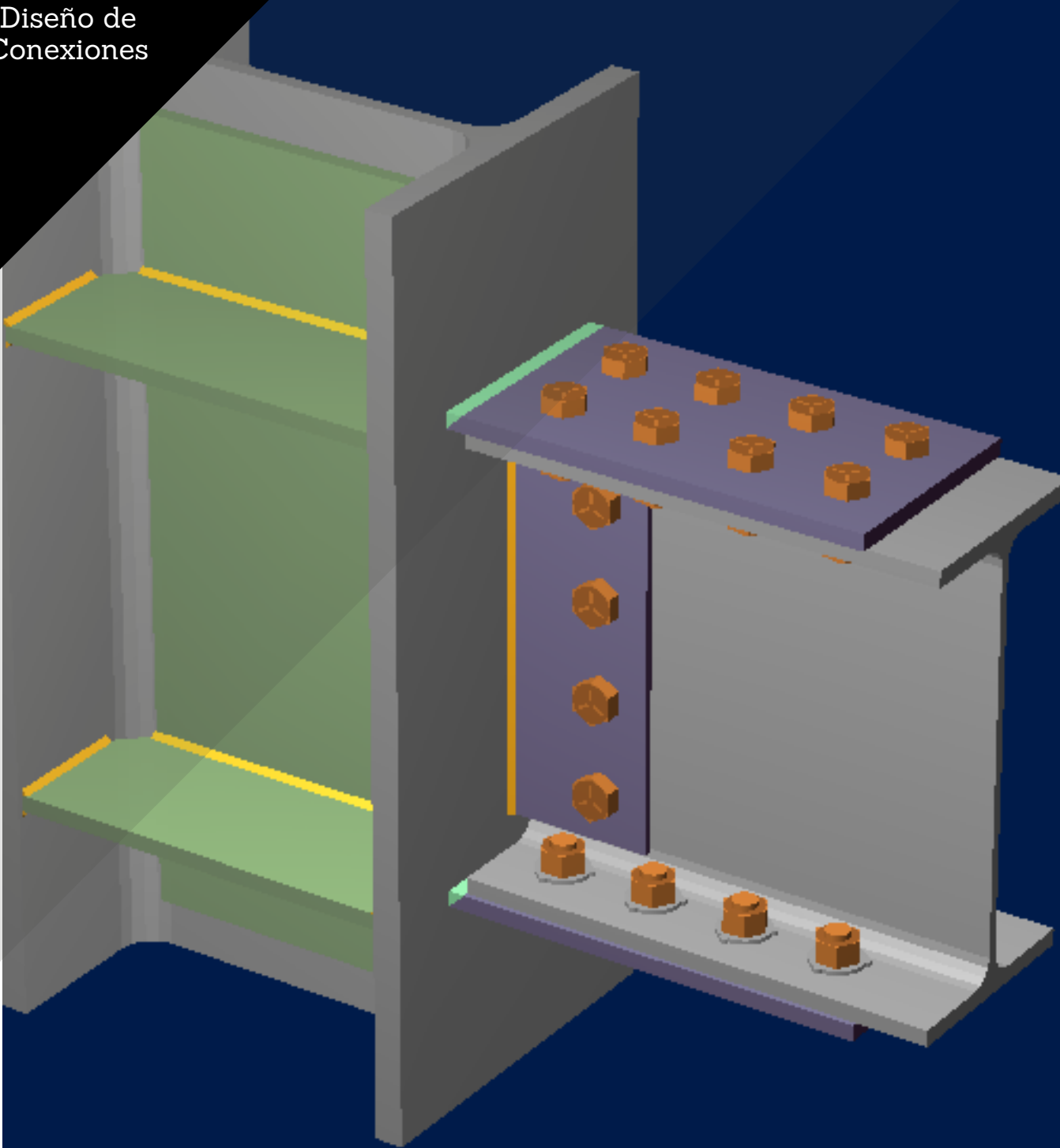
1 Hoja de Calculo en Mathcad

1 Modelo en RAM

T5.- Chapter 8 Welded Unreinforced Flange-Welded Web (WUF-W) Moment Connection.

1 Hoja de Calculo en Mathcad

1 Modelo en RAM



MÓDULO 4

¿LA IMAGEN DEL LADO?

Se evaluará el efecto de las cargas concentradas al alma y ala de la columna, según la norma **ANSI/AISC 360-22**, con ellos evaluamos el requerimiento de **planchas** de continuidad y **doble plancha** de refuerzo en el alma de la columna.

Descubrirás que hace el software
INTERNAMENTE

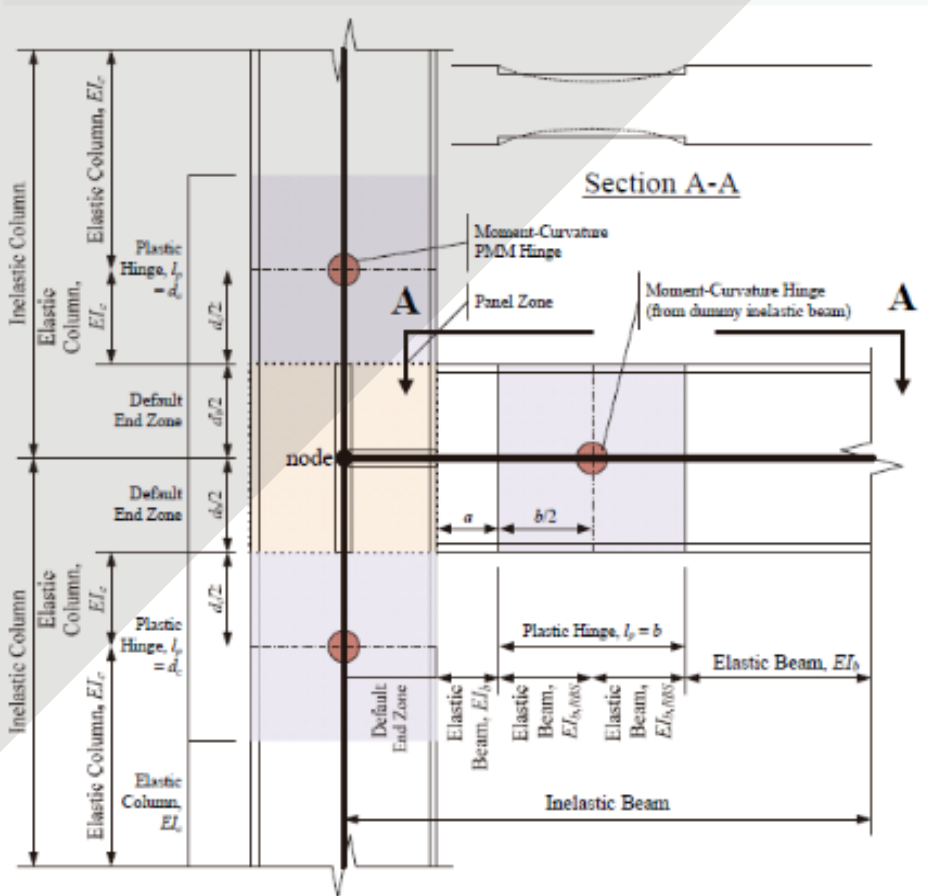
¿LA IMAGEN DEL LADO?

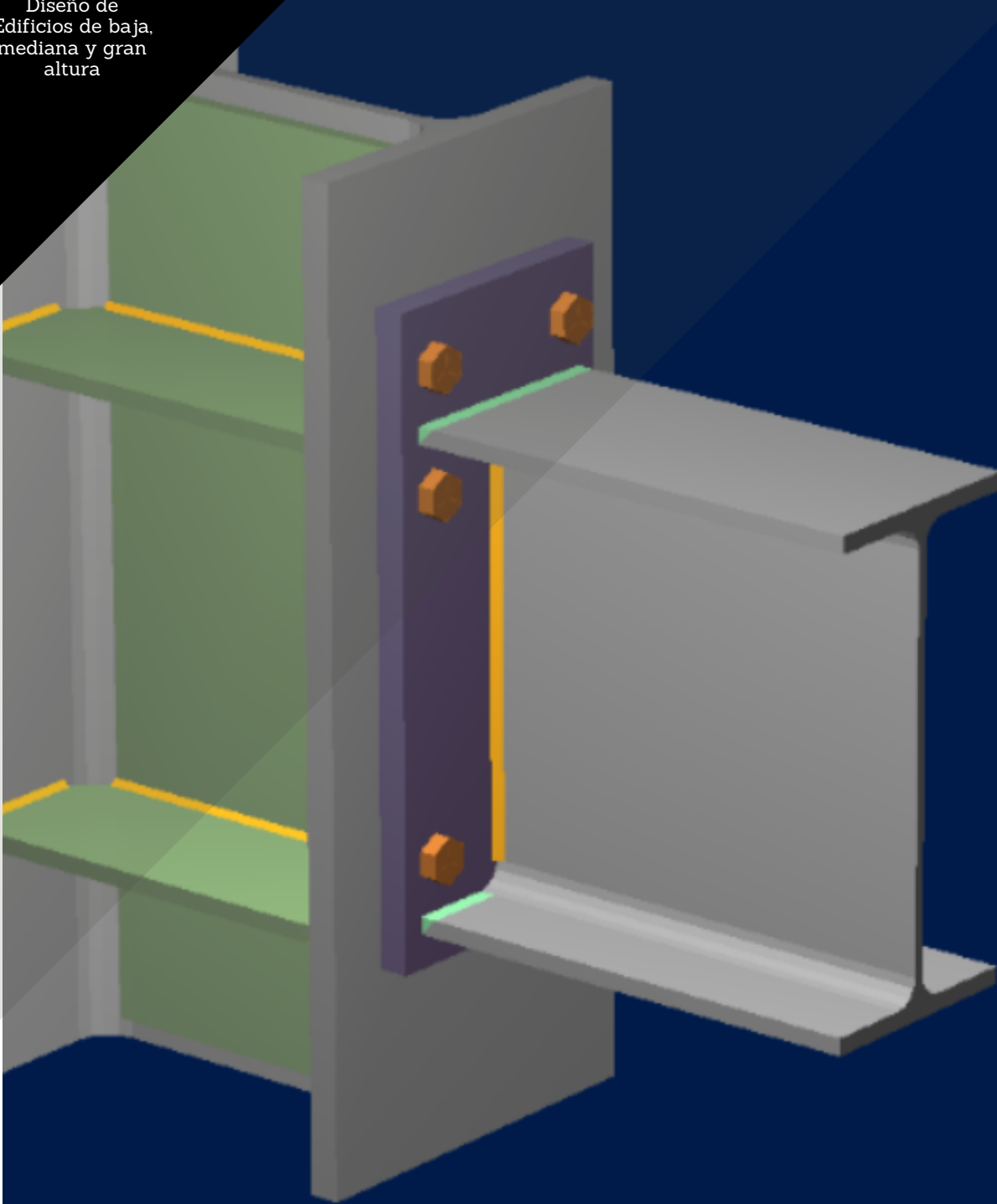
Conexión Precalificada a Momento de Viga Reducida (RBS)

En este tipo de conexión de **RBS** se tiene límites máximos y mínimos para todos los parámetros que se visualiza aquí,

Las incursiones inelásticas se concentraran en el centro de la viga reducida, por lo cual debe permanecer libre para su rotación.

Descubrirás que hace el
software
INTERNAMENTE





MÓDULO 4

¿LA IMAGEN DEL LADO?

En este tipo de conexión de **END-PLATE** se tiene límites máximos y mínimos para todos los parámetros que se visualiza aquí,

Cuando se tenga una losa de concreto este debe estar debidamente aislado del ala de la columna para que pueda ser Precalificada.

Descubrirás que hace el software
INTERNAMENTE