

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



“ANÁLISIS SÍSMICO USANDO SAP2000 PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DEL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA I.E 82109, SAN ANTONIO PLAN TUAL – CENTRO POBLADO -HUAMBOCANCHA ALTA, PROV.DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. AMOROS BARRANTES, Cristhian Alberto

ASESOR:

Paico Gasco, Segundo

LINEA DE INVESTIGACION:

Diseño Sísmico y Estructural

Cajamarca, Abril del 2015

“ANÁLISIS SÍSMICO USANDO SAP2000 PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DEL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA I.E 82109, SAN ANTONIO PLAN TUAL – CENTRO POBLADO -HUAMBOCANCHA ALTA, PROV.DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA”

AUTOR:

AMOROS BARRANTES CRISTHIAN ALBERTO.

TESISTA

APROBADO POR:

Ing. MARIANO VILLEGAS GRANADOS

PRESIDENTE.

ING. ROBERTO CACHAY SILVA

SECRETARIO

ING. ARTURO CASAS LOPEZ

VOCAL

ING. SEGUNDO PAICO GASCO

ASESOR

DEDICATORIA

Con todo mi cariño para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis objetivos, por motivarme y apoyarme incondicionalmente, a mis Padres Edita Barrantes Sanchez, Oscar Eduardo Amoros Delgado y mi tío Jaime Amoros Delgado

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros y amigos por guiarme en el buen camino del aprendizaje y así culminar con éxito nuestra carrera profesional afín de contribuir con el desarrollo de nuestro país y especialmente nuestra región.

A mi tío, Ing. Jaime Amorós Delgado, por su asesoría y orientación durante el todo el transcurso de mi preparación académica.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Cristhian Alberto Amorós Barrantes, estudiante de la **Facultad De Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 45361797, con la tesis titulada “ANÁLISIS SÍSMICO USANDO SAP2000 PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DEL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA I.E 82109, SAN ANTONIO PLAN TUAL – CENTRO POBLADO -HUAMBOCANCHA ALTA, PROV.DE CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA”.

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Cajamarca 22 de agosto del 2014

.....
Cristhian Alberto Amorós Barrantes
DNI N° 45361797

PRESENTACIÓN

En la presente Tesis se evalúa la efectividad del comportamiento sísmico de la I.E. 82109 San Antonio Plan Tual del distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, Región Cajamarca. Para ello se realizó el modelamiento de la estructura con la configuración de cargas actuales que presenta y haciendo uso del software SAP2000 v15.

En la recolección de la información para la evaluación del comportamiento sísmico, se tomó los datos del expediente técnico del cual se obtuvo: planos de la estructura, los cuales permitieron ejecutar la configuración para el modelo, de las especificaciones técnicas se definió las secciones y materiales. Las cargas muertas que soporta la estructura fueron calculadas teniendo en cuenta la distribución arquitectónica y los usos de los ambientes.

Para la evaluación del análisis sísmico, se realizó dos tipos de análisis, el análisis lineal, que consiste en verificar el cumplimiento de la Norma E.030 RNE, y el análisis no lineal con la Técnica Pushover, usando las normas FEMA 273 ATC – 40 y comité Visio 2000.

Los resultados obtenidos en ambos análisis muestran que la estructura de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual, no cumple con los requisitos mínimos estipulados en la Norma E. 030 del RNE, y que debe ser reforzada para mejorar su comportamiento en un eventual sismo.

INDICE

CARATULA	01
PAGINAS PRELIMINARES	02
Página del Jurado	02
Dedicatoria	03
Agradecimiento	04
Declaración de autenticidad	05
Presentación	06
Índice.....	07
RESUMEN	09
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Antecedentes.....	12
1.2. Justificación	28
1.3. Fundamentación Científica y Técnica (Marco Teórico).....	30
1.3.1. Análisis Estático Lineal.....	30
Análisis por Carga de Gravedad	30
Pre – Procesamiento	32
Post – Procesamiento	33
1.3.2. Análisis Sísmico No Lineal – Pushover	34
Curva de Capacidad.....	35
Espectro de Capacidad	44
Espectro de Demanda	46
Estimación de Punto de Desempeño	48
Evaluación del desempeño sísmico en edificaciones	57
Memoria Descriptiva y Diagnostico Actual de la I.E	59
Definición de Términos Básicos	62
1.4. Problema	66
1.5. Hipótesis	66
1.6. Objetivos	66
2. MARCO METODOLOGICO	67
2.1. Variables.....	68
2.2. Operalización de Variables	68
2.3. Metodología.....	69
2.4. Tipo de Estudio.....	69
2.5. Diseño.....	71
2.6. Población, Muestra y Muestreo	71
2.7. Técnicas e instrumentos de Recolección de datos	71
2.8. Métodos de Análisis de Datos	72
2.8.1. ANÁLISIS SÍSMICO LINEAL	72
Modelamiento	73
Definimos Materiales.....	76
Definimos Secciones	79
Asignamos Secciones	88
Asignación de Cargas	101
2.8.2. ANALISIS SISMICO NO LINEAL – PUSHOVER	106
Modelamiento Para Análisis Pushover	107
Diagramas Momento Giro	109
Diagramas Momento Giro para Columnas	111
Diagramas Momento Giro Columnas XX.....	114

Diagramas Momento Giro Columnas YY.....	125
Diagramas Momento Giro para Vigas Principales.....	134
Diagramas Momento Giro para Vigas Secundarias	174
3. RESULTADOS	185
3.1. Análisis Sísmico Lineal.....	186
3.2. Análisis Sísmico No Lineal Pushover	195
Curvas de Capacidad.....	195
Curva de Capacidad para el sismo en Dirección X.....	195
Estructura Deflectada y Rótulas Plásticas (Sismo en “X”).	196
Modelo Bilineal y Sectorización de la Curva de Capacidad “X”	196
Curva de Capacidad para el sismo en Dirección Y.....	198
Estructura Deflectada y Rótulas Plásticas (Sismo en “Y”).	199
Modelo Bilineal y Sectorización de la Curva de Capacidad “Y”	200
4. DISCUSIÓN.....	202
5. CONCLUSIONES.....	206
6. RECOMENDACIONES	208
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	210
8. ANEXOS	215
Metrado de Cargas.....	216
Superficies de Interacción.....	224
Reporte Fotográfico de la I.E.	240
Planos.....	243

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha realizado debido a la preocupación que existe sobre la seguridad que ofrecen las edificaciones que están al servicio de la educación, siendo uno de los Colegios propuestos para la investigación la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado -Huambocancha Alta, Prov. de Cajamarca, Región Cajamarca, la cual ha sido diseñada estructuralmente en base a la Norma E030 Sismorresistente Peruana de 2006.

En el caso de la Norma Peruana Vigente el criterio sismorresistente se expresa señalando que las edificaciones se comportan considerando las posibilidades de daños estructurales leves; resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales importantes con una posibilidad remota de ocurrencia del colapso de la edificación, todo esto con la finalidad de reducir el riesgo de pérdidas de vidas humanas y daños materiales.

Es por ello se hace necesario estudiar el desempeño sísmico de las edificaciones peruanas ante diferentes niveles de amenaza sísmica.

La presente evaluación sismorresistente comprende el estudio de la edificación escolar de dos niveles de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado -Huambocancha Alta, Prov. de Cajamarca, Región Cajamarca, utilizando el análisis sísmico lineal y no lineal, automatizado con SAP2000 v15. Aplicando la norma peruana vigente E.030, FEMA 273, ATC – 40 y comité Visio 2000.

Como primer paso, se modelara toda la estructura en el Software SAP2000 v15, utilizando los datos obtenidos del expediente técnico y el metrado de cargas.

Además se han identificado los factores que influyen en su eficiencia y efectividad en el comportamiento sismorresistente.

Luego se ha efectuado el análisis sísmico lineal y no lineal cuyo objetivo es determinar si la estructura cumple con los requisitos mínimos estipulados en la normativa peruana, además verificar su comportamiento sísmico en un eventual sismo mediante un eventual sismo.

Los resultados obtenidos determinaran si la estructura debe ser reforzada y nos dará un panorama del estado actual de las I.E. en Cajamarca.

Palabras clave: Sísmico, evaluación, efectividad, modelación, estructura

ABSTRACT

This research has been conducted due to the concern that exists on the safety afforded by the buildings that are at the service of education, one of the Colleges proposed research EI 82109, San Antonio Plan Tual - Town Centre - Huambocancha Alta, Prov. of Cajamarca, Cajamarca Region, which is designed structurally based on the Peruvian Earthquake Resistant Standard E030 2006.

In the case of the International Standard Vigente the seismic criteria expressed noting that buildings behave considering the possibilities of minor structural damage; withstand moderate earthquakes considering major structural damage with an outside chance of occurrence of the collapse of the building, all with the aim of reducing the risk of loss of life and property damage.

That is why it is necessary to study the seismic performance of Peruvian buildings to different levels of seismic hazard.

This seismic evaluation includes the study of school building two levels of EI 82109, San Antonio Plan Tual. - Town Centre -Huambocancha Alta, Province of Cajamarca, Cajamarca Region, the linear and nonlinear seismic analysis, automated with SAP2000 v15. Applying the Peruvian current standard E.030, FEMA 273, ATC - 40 and Visio 2000 committee.

As a first step, the entire structure is modeled in SAP2000 v15 Software, using data obtained from the technical file and load metrado.

We have also identified the factors that influence their efficiency and effectiveness in the seismic behavior.

Then it occurred linear and nonlinear seismic analysis aimed at determining whether the structure meets the minimum requirements under Peruvian law also verify their seismic behavior in a possible earthquake by a possible earthquake.

The results will determine whether the structure should be strengthened and we give an overview of the current state of IE in Cajamarca.

Keywords: Seismic, evaluation, effectiveness, modeling, structure

1. INTRODUCCION

Actualmente en el Perú existen 106 547 instituciones educativas de las cuales 77 555 son públicas, 896 en la provincia de Cajamarca y 306 en el distrito de Cajamarca. Construidos en diferentes épocas, con diferente arquitectura y materiales.

En su mayoría las edificaciones educativas pueden ser vulnerables a los terremotos debido a que fueron construidas en décadas en que los códigos de construcción no consideraban de manera decidida la protección contra terremotos. Después de cada terremoto los edificios educativos peruanos pueden quedar dañados en la zona epicentral y el estado deba de invertir cuantiosas sumas económicas en recuperar la infraestructura de la zona.

Sin embargo, si se pudieran reforzar los edificios vulnerables con la debida anticipación, los gastos de reparación post sismo, podrían eliminarse o reducirse significativamente.

Por tanto todos los proyectos de Ingeniería deben cumplir con los requisitos mínimos de calidad, así como las normas y reglamentos establecidos tanto en su etapa de diseño como en la de construcción

El presente trabajo de investigación se desarrolló debido a la existente preocupación por saber sobre la seguridad que brindan las instalaciones I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado -Huambocancha Alta, Prov. de Cajamarca, Región Cajamarca, las cuales han sido diseñadas con la Norma de Diseño Sismorresistente E030-2003, que es la actualmente vigente.

Todo estudio ingenieril sobre todo en edificaciones de gran importancia se deberá tener en cuenta estricta y muy incisiva con respecto a la seguridad de la edificación, sobre todo frente a acciones de naturaleza sísmica y ante cualquier evento natural que se pueda presentar.

1.1. ANTECEDENTES

El diseño sismorresistente busca evitar el colapso de las estructuras durante movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio y que además éstas no presenten daños fuera de los límites aceptables, durante sismos moderados, es decir frecuentes, durante la mencionada vida útil (RNE 2006, Viera 2004).

Sin embargo, los resultados de los sismos ocurridos desde 1970 en diversas partes del mundo, sugiere que estos objetivos no se han alcanzado. Sismos moderados han llevado al colapso de estructuras o dañaron a los elementos estructurales tanto que fue necesario reforzar la estructura.

Estos resultados han enfatizado la necesidad de replantear las metodologías de diseño sismorresistente. Es así que, la filosofía de diseño por desempeño se ha constituido como la alternativa más viable para el planteamiento de metodologías de diseño sísmico que satisfagan las necesidades de las sociedades modernas (Viera 2004).

En 1992 se iniciaron esfuerzos para la elaborar códigos basados en el concepto del diseño por desempeño. Con este fin, la Sociedad de Ingenieros Estructurales de California (SEAOC) estableció el Comité VISION 2000, y de manera paralela empezó a plantearse en Japón un marco que permitiera el desarrollo de enfoques de diseño basados en esta filosofía. Es aquí, y a raíz del terremoto de Kobe en 1995 (magnitud: 7,3 Richter), que produjo pérdidas por 3 billones de yenes (2,5% del PBI del país en ese momento), donde se desarrolló una metodología de diseño por desempeño. A partir de entonces el diseño sísmico por desempeño ha sido adoptado por los códigos actuales.

Ejemplos de esto en Estados Unidos son el ATC-40 (1996) y FEMA- 273, FEMA-274 (1997). Estos documentos se basan en el empleo de diagramas de demandas y capacidad. El diagrama de capacidad o “Espectro de Capacidad” se obtiene a partir del análisis estático no lineal del edificio y el diagrama de demanda sísmica o “espectro de respuesta”, se obtiene mediante la evaluación de los desplazamientos máximos de un edificio. El punto de intersección de los espectros se conoce como “Punto de Desempeño” y sus coordenadas son un/a estimación de la respuesta inelástica de la estructura a la demanda sísmica especificada (Merino 2013).

Numerosas investigaciones han empleado esta metodología. Como ejemplos las siguientes:

- España: “Análisis de riesgo sísmico de la Iglesia Santa María del Mar en Barcelona”. Los investigadores, realizaron el análisis de riesgo sísmico usando el Método del Espectro de Capacidad.
- México: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio de seis niveles ubicado en Acapulco”, el cual era de oficinas y fue cambiado a hospital. Se utilizó

un Diseño por Desempeño Sísmico.

- Perú: “Estudio del Desempeño Sismorresistente de los Colegios Modernos”. Se analizaron edificios escolares construidos antes y después de la norma peruana sismorresistente de 1997.

En cuanto a estudios realizados en nuestra ciudad usando este tipo de análisis tenemos:

- Año 2010: “Desempeño Sismorresistente del Edificio „2B” de la Universidad Nacional de Cajamarca”. Los resultados obtenidos muestran que la estructura alcanza el Nivel Operacional para Sismo Frecuente, Nivel Funcional para Sismo Ocasional, Nivel de Resguardo de vida para Sismo Raro y Nivel de Colapso para Sismo Muy Raro (Bardales 2010).
- Año 2013: “Nivel de Desempeño Sísmico del Edificio „A” de la Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca”. Los resultados muestran que el nivel de desempeño para la demanda sísmica calculada según la norma E.030 (espectro de diseño), es excelente; alcanza una deriva de 0.15% ($D_t=2.2\text{cm}$), y permanecería en el rango operacional con un comportamiento elástico. Además su punto de desempeño se encuentra por debajo al de sismos frecuentes (Chunque 2013).
- Año 2013: “Desempeño Sismorresistente del Edificio “4J” de la Universidad Nacional de Cajamarca”. Éste muestra que la estructura alcanza un desempeño excelente para los sismos en la dirección Y y desempeño correcto en la dirección X, según lo indicado por la SEAOC. Las derivas para los sismos según el espectro de respuesta, sismo ocasional y sismo raro (aplicados en la dirección X) fueron menores a la deriva máxima para estructuras de concreto armado que propone la Norma E.030. La deriva alcanzada por la estructura para el sismo muy raro aplicado en la dirección X excede levemente al límite propuesto por la Norma E-030, pero no afecta al desempeño de la estructura. Las derivas alcanzadas para todos los sismos aplicados en la dirección Y fueron menores que la deriva máxima propuesta por la norma E.030 (Merino 2013).

1.1.1. HISTORIA SÍSMICA DE LA ZONA.

Durante el presente año, en el Perú se han registrado 60 sismos, principalmente en la Zona 3 (NTP 2003). La región de Cajamarca, pertenece a esta zona por lo que la I.E 82109 SAN ANTONIO es vulnerable a que allá un sismo en cualquier momento.

Resumen de Sismos por Mes Perú 2014.

Sismos por mes Fuente: IGP 2014

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
17	12	31	23	27	16	22	20	16

Detalle de sismos Fuente: IGP 2014

FECHA	HORA	LAT.	LON	PRO	MAG	INTESIDAD - LOCALIDAD
25/09/2014	06:19:1	-	-	2	3.	II Callao, Lima
19/09/2014	21:44:3	-	-	6	4.	II Chala, Yauca, Acarí, Caraveli
17/09/2014	23:19:5	-	-	129	4.	II Lamas, Moyobamba
17/09/2014	22:42:5	-	-	8	4.	III Tacna
17/09/2014	14:41:5	-	-	3	4.	II Huarmey
13/09/2014	04:28:3	-	-	2	4.	III-IV Punta Bombón, Mollendo, II-III
11/09/2014	00:37:0	-	-	1	4.	III Arequipa, Yura, II Vitor
10/09/2014	06:33:1	-	-	5	4.	III Chimbote, II Salaverry
09/09/2014	02:12:3	-	-	6	5.	III-IV Tumbes, II Piura
08/09/2014	15:53:4	-	-	1	3.	II Oxapampa
08/09/2014	14:28:1	-	-	3	4.	III Oxapampa
07/09/2014	10:11:4	-	-	5	4.	II-III Palpa, Nazca
06/09/2014	19:00:3	-	-	2	4.	II Chala
01/09/2014	17:55:1	-	-	6	5.	III-IV San Juan de Marcona, III
01/09/2014	12:28:4	-	-	1	3.	II Limatambo (Dpto. Cuzco)
01/09/2014	12:28:4	-	-	112	4.	II Huancayo, Lima
29/08/2014	22:07:5	-	-	3	4.	III Huarmey, II Barranca
25/08/2014	09:31:3	-	-	5	5.	IV Ocoña, Atico, Camana
24/08/2014	18:21:4	-	-	108	6.	V-VI Coracora, Puquio; II-III Lima
22/08/2014	23:45:3	-	-	9	5.	II Tacna
21/08/2014	21:02:4	-	-	5	4.	II Pisco
21/08/2014	16:17:1	-	-	2	3.	II Tacna

21/08/2014	11:29:2	-	-	3	4.	II Huacho
15/08/2014	15:16:0	-	-	1	4.	II Villa Rica
14/08/2014	20:25:2	-	-	8	3.	II Cuzco
13/08/2014	13:17:1	-	-	2	4.	III Pisco, II Chinchita Alta
13/08/2014	07:37:1	-	-	7	4.	II Chimbote
12/08/2014	05:12:5	-	-	4	4.	II Lima Ancon Huaral
07/08/2014	06:33:1	-	-	8	4.	II Tarapoto
04/08/2014	20:04:0	-	-	3	4.	II Mancora

04/08/2014	03:24:1	-	-	3	4.	II-III Mancora
03/08/2014	19:20:3	-	-	4	4.	II Mancora
03/08/2014	17:30:0	-	-	3	4.	II-III Mancora
03/08/2014	17:09:3	-	-	4	5.	IV Mancora; III-IV Talara,
03/08/2014	17:04:0	-	-	3	5.	IV Mancora; III_IV Talara;
03/08/2014	16:02:4	-	-	3	5.	V Mancora; IV Talara,
31/07/2014	18:32:1	-	-	11	4.	II-III Rioja; II Lamas
31/07/2014	13:09:1	-	-	11	5.	II-III Arequipa
28/07/2014	19:41:3	-	-	5	4.	II-III Huaral, Lima; II Huacho,
28/07/2014	10:26:3	-	-	9	4.	II-III Huancabamba; II Piura
28/07/2014	04:21:1	-	-	8	4.	II Castrovirreyna
23/07/2014	16:39:0	-	-	11	5.	II Tacna
23/07/2014	04:57:4	-	-	3	5.	II-III Sechura; II Piura
21/07/2014	01:12:4	-	-	4	4.	II Ancon, Callao, Lima
20/07/2014	21:58:4	-	-	2	4.	II Mollendo
17/07/2014	07:13:0	-	-	2	4.	II Moquegua
15/07/2014	04:01:4	-	-	3	4.	II-III Callao, Lima
14/07/2014	12:13:1	-	-	10	4.	II Huancavelica
14/07/2014	12:13:1	-	-	1	3.	II Maca
14/07/2014	06:24:3	-	-	1	5.	II Camana
12/07/2014	09:25:4	-	-	4	5.	III Marcona; II Ica, Chala
09/07/2014	12:19:3	-	-	4	5.	IV Mollendo; IV-III Arequipa;
08/07/2014	12:46:4	-	-	3	4.	III Atico; II-III Ocoña
05/07/2014	22:08:3	-	-	18	4.	II-III Sicuani; II Espinar

05/07/2014	19:10:4	-	-	5	4.	II Callao, Lima
04/07/2014	15:00:0	-	-	13	4.	II-II Aucayacu; II Tingo María
04/07/2014	01:16:1	-	-	10	4.	II Tacna
03/07/2014	08:56:4	-	-	9	4.	II-III Punta de Bombón
27/06/2014	23:45:3	-	-	1	4.	II Atalaya
26/06/2014	22:26:2	-	-	5	4.	III Chala; II-III Yauca
24/06/2014	20:18:3	-	-	12	5.	III-IV Codo de Pozuzo, III
22/06/2014	13:05:5	-	-	8	5.	III-V La Tinguña, Ica
17/06/2014	15:14:5	-	-	6	4.	II Lomas, Yauca
15/06/2014	02:36:3	-	-	5	4.	II-III Chimbote
14/06/2014	08:34:5	-	-	4	4.	II-III Pisco; II Ica
12/06/2014	20:14:3	-	-	2	4.	III Paíta, Piura; II Sechura
12/06/2014	19:48:3	-	-	5	4.	II Sechura
10/06/2014	12:11:1	-	-	2	4.	II-III Lomas, Yauca
09/06/2014	23:03:2	-	-	4	5.	III-IV Ocoña, Camana; II-III
09/06/2014	22:21:5	-	-	9	4.	II-III Acari; II Nazca, Chala
08/06/2014	01:43:1	-	-	4	4.	II Castrovirreyna
07/06/2014	19:54:4	-	-	3	4.	II Sullana
05/06/2014	04:53:0	-	-	2	4.	II Uchiza
03/06/2014	16:34:1	-	-	3	5.	III-IV Callao, Lima, Chilca
28/05/2014	05:55:2	-	-	1	4.	II Jaen
28/05/2014	01:04:4	-	-	1	4.	II Jaen
28/05/2014	00:47:5	-	-	1	4.	II Sechura
27/05/2014	22:40:0	-	-	7	4.	II Quilca
27/05/2014	20:47:0	-	-	3	4.	II Mancora
26/05/2014	06:44:5	-	-	2	4.	II Sechura
24/05/2014	01:47:3	-	-	7	4.	III Chala, Atico, Yauca; II-III
22/05/2014	04:59:5	-	-	3	4.	II Moquegua
21/05/2014	17:30:0	-	-	1	4.	II-III Pucallpa
20/05/2014	01:10:5	-	-	4	4.	II Chala
16/05/2014	01:40:1	-	-	5	4.	III Chala
15/05/2014	20:05:1	-	-	5	5.	III Ilo, Moquegua; II Arequipa
15/05/2014	17:43:1	-	-	5	5.	IV-III San Pedro de Lloc,

15/05/2014	01:41:4	-	-	7	4.	II Huanca Sancos
14/05/2014	23:58:2	-	-	3	4.	II Talara, Sullana
14/05/2014	20:48:5	-	-	4	5.	IV Sechura; III Piura; II Paita
14/05/2014	16:12:4	-	-	2	4.	III Uchiza; II-III Tocache
13/05/2014	00:45:4	-	-	5	4.	III Ocoña, Camaná; II Quilca,
11/05/2014	23:15:2	-	-	3	4.	II-III Mancora, Zorritos; II
11/05/2014	19:40:3	-	-	1	4.	II Codo de Pozuzo; Pozuzo
10/05/2014	12:57:1	-	-	4	4.	III Chilca, Mala; II Calango
10/05/2014	09:37:5	-	-	5	4.	II Chilca
09/05/2014	04:05:5	-	-	4	4.	II Chincha Alta
08/05/2014	13:25:0	-	-	4	4.	II Pisco
08/05/2014	02:15:0	-	-	4	4.	II-III Chimbote; II Trujillo
04/05/2014	14:41:1	-	-	1	4.	II Recuay, Ayra
02/05/2014	01:21:0	-	-	1	4.	II Pucallpa, Puerto Inca
28/04/2014	04:21:5	-	-	5	3.	II Mala, Lima
27/04/2014	11:28:2	-	-	3	4.	II San Vicente de Cañete
26/04/2014	23:12:5	-	-	3	4.	II Lima, Callao
26/04/2014	09:46:3	-	-	1	4.	II Arequipa
24/04/2014	12:06:4	-	-	5	4.	II Chimbote
22/04/2014	20:42:4	-	-	2	4.	II Lomas
22/04/2014	13:23:3	-	-	1	4.	II Caraz, Yungay
20/04/2014	21:36:0	-	-	3	4.	II Ancon
20/04/2014	20:05:3	-	-	6	4.	II-III Lunahuana, San
20/04/2014	04:10:1	-	-	6	4.	III Huancavelica; II Pampas,
19/04/2014	05:40:3	-	-	3	4.	II Chimbote
18/04/2014	15:28:1	-	-	2	4.	III Junin, Tarma; II La
17/04/2014	11:10:1	-	-	4	3.	II Lima
15/04/2014	08:04:4	-	-	2	3.	II Cajamarca
14/04/2014	18:40:3	-	-	8	4.	III Huasicancha, Pampas; II
14/04/2014	17:23:2	-	-	3	4.	II Chimbote
14/04/2014	17:20:3	-	-	3	4.	II Tacna
10/04/2014	00:40:5	-	-	1	4.	II Maca (Arequipa)
07/04/2014	13:37:5	-	-	4	4.	II-III Atico, Caraveli

07/04/2014	08:09:1	-	-	4	4.	II Mancora
04/04/2014	15:32:4	-	-	2	4.	II Atico, Chala
01/04/2014	18:46:4	-	-	2	8.	V Tacna; IV Moquegua,
01/04/2014	11:09:5	-	-	9	3.	II Arequipa
30/03/2014	16:48:5	-	-	3	4.	II Acarí
29/03/2014	20:11:1	-	-	3	5.	IV Tambo de Mora; III-II
29/03/2014	18:26:0	-	-	3	4.	II La Oroya
28/03/2014	05:39:1	-	-	7	4.	III Ayacucho; II Acobamba
28/03/2014	00:28:3	-	-	7	4.	II Huambo
27/03/2014	20:53:0	-	-	1	4.	II Pucallpa
25/03/2014	09:38:2	-	-	6	4.	III Tacna; II Moquegua,
25/03/2014	02:21:2	-	-	3	4.	II Sechura
25/03/2014	01:52:1	-	-	4	4.	II-III Moquegua, Arequipa
24/03/2014	16:38:3	-	-	1	4.	II La Tinguíña, Pisco
22/03/2014	00:56:0	-	-	7	4.	II Tacna
21/03/2014	19:38:4	-	-	3	4.	IV Sechura; III Paita; II Piura
20/03/2014	16:16:0	-	-	5	4.	II Trujillo, Nuevo Chimnote,
20/03/2014	07:05:1	-	-	8	4.	II Matucana, Chosica
20/03/2014	02:07:5	-	-	1	4.	III Lomas, Acarí; II Chala
18/03/2014	07:51:2	-	-	3	3.	II Lima
16/03/2014	23:14:5	-	-	6	4.	III Tacna; II-III Locumba; II
16/03/2014	10:25:1	-	-	2	4.	II Sechura
15/03/2014	18:51:2	-	-	3	6.	VI Sechura; V Piura, Paita;
15/03/2014	03:59:1	-	-	3	6.	V Pisco; IV Ica; III Chilca; II
15/03/2014	01:05:4	-	-	4	4.	II Pisco, Ica
13/03/2014	16:18:4	-	-	3	4.	II Ica
13/03/2014	04:26:3	-	-	2	4.	II Jaen
13/03/2014	00:06:0	-	-	3	3.	II Lima
10/03/2014	19:58:0	-	-	7	4.	II Caravelí
09/03/2014	13:26:1	-	-	3	4.	II Cavareli
09/03/2014	10:58:0	-	-	4	4.	II Mollendo
05/03/2014	21:31:2	-	-	9	4.	II Ayabaca
02/03/2014	14:22:2	-	-	5	4.	II Ica

01/03/2014	23:57:4	-	-	5	4.	II Ica
01/03/2014	05:52:2	-	-	4	4.	III Pisco; II Tambo de Mora
26/02/2014	02:52:0	-	-	4	4.	II-III Chimbote
24/02/2014	22:05:2	-	-	7	4.	II Huaral, Huacho
22/02/2014	12:26:4	-	-	4	4.	III Ancon II Lima
20/02/2014	15:15:3	-	-	3	4.	II Chilca, Lima
19/02/2014	22:45:1	-	-	4	4.	II Ica
18/02/2014	18:35:5	-	-	4	5.	IV Ica, La Tinguña, Pisco, III
14/02/2014	04:34:3	-	-	5	4.	II Tacna
12/02/2014	22:45:3	-	-	5	4.	II Lima
12/02/2014	16:44:2	-	-	6	3.	II-III Lima
11/02/2014	18:51:1	-	-	3	4.	II Oxapampa
02/02/2014	03:57:0	-	-	5	5.	III-IV Chala; III Yauca; II-III
01/02/2014	20:24:5	-	-	4	4.	II Pisco
31/01/2014	23:12:3	-	-	5	4.	II Pampacolca
29/01/2014	05:01:5	-	-	1	5.	III-IV Tacna; III Moquegua; II
26/01/2014	00:10:2	-	-	3	5.	III Mancora, Talara; II
22/01/2014	13:36:4	-	-	3	4.	II Camaná
20/01/2014	00:27:0	-	-	9	4.	II Chilca
19/01/2014	23:59:5	-	-	3	4.	II Cabanaconde, Madrigal
18/01/2014	00:54:2	-	-	1	4.	III Cabanaconde, II Huambo
17/01/2014	12:11:0	-	-	3	4.	III Pisco; II Chincha Alta
14/01/2014	21:09:1	-	-	2	4.	II Jaen
13/01/2014	15:45:2	-	-	3	4.	III Piura; II Sullana
13/01/2014	04:17:3	-	-	2	4.	II Jaen
08/01/2014	10:39:1	-	-	6	4.	IV Chulucanas; III Piura
06/01/2014	15:05:4	-	-	3	4.	III Piura, Sullana; II Paita,
05/01/2014	21:52:3	-	-	8	4.	II-III Huarmey; II Barranca
04/01/2014	09:27:4	-	-	1	3.	II Cusco
03/01/2014	05:09:3	-	-	2	4.	II-III Oxapampa
02/01/2014	17:27:4	-	-	2	4.	II Huacho

1.1.2. Terremoto de Pisco 2007

El Terremoto de Pisco de 2007 fue un sismo registrado el 15 de agosto de 2007 a las 23:40:57 UTC (18:40:57 hora local) con una duración cerca de 175 segundos (2 min 55 s). Su epicentro se localizó en las costas del centro del Perú a 40 kilómetros al oeste de Chincha Alta y a 150 km al suroeste de Lima, y su hipocentro se ubicó a 39 kilómetros de profundidad. Fue uno de los terremotos más violentos ocurridos en el Perú en los últimos años; el más poderoso (en cuanto a intensidad y a duración), pero no el más catastrófico, desde ese punto de vista el terremoto de 1970 produjo miles de muertos.

El siniestro, que tuvo una magnitud de 8.0 grados en la escala sismológica de magnitud de momento y IX en la escala de Mercalli, dejó 595 muertos, casi 2,291 heridos, 76.000 viviendas totalmente destruidas e inhabitables y 431 mil personas resultaron afectadas.

Las zonas más afectadas fueron las provincias de Pisco, Ica, Chincha, Cañete, Yauyos, Huaytará y Castrovirreyna. La magnitud destructiva del terremoto también causó grandes daños a la infraestructura que proporciona los servicios básicos a la población, tales como agua y saneamiento, educación, salud y comunicaciones.

Las zonas más afectadas por el movimiento telúrico corresponden a las ciudades del departamento de Ica y de la provincia de Cañete, especialmente Pisco, Chincha Alta, Chincha Baja, Tambo de Mora, Ica y San Luis de Cañete. Durante las primeras horas, las informaciones daban cuenta de 16 muertos y más de 200 heridos, pero con el paso de las horas y días, la cifra llegó a un saldo de 510 muertos, 1.500 heridos, 17.000 viviendas destruidas y 85.000 damnificados. También fueron afectados varios pequeños poblados de la sierra sur del departamento de Lima así como del occidente del Huancavelica.

En el distrito chinchano de Tambo de Mora, el violento sismo destruyó las casas de adobe, mientras que las de material noble fueron destruidas por una aparente licuefacción del suelo, ya que se hundieron 2,1 metros sobre el nivel del suelo. La Reserva Nacional de Paracas fue seriamente afectada, pereciendo numerosos lobos marinos y la formación rocosa conocida como "la Catedral" quedó completamente demolida.

En Ica, parte de la iglesia del Señor de Luren colapsó tras el movimiento sísmico al igual que el coliseo deportivo de dicha ciudad. Lo mismo ocurrió en la iglesia de San Clemente de Pisco, que se derrumbó mientras se realizaba una misa. Siendo el piano principal el que obstruyó la salida principal al colapsar la base que lo sostenía en la parte superior de la puerta.

En el mismo Pisco, el movimiento sísmico destruyó la Iglesia de la Compañía, antigua iglesia jesuita, ubicada a una cuadra de la Plaza de Armas y la Iglesia de la Agonía en la plazuela Belén; los equipos de rescate lograron encontrar a dos personas con vida, pero se cree que la mayoría de los feligreses murió aplastada por los escombros. Cerca del 80% de esa ciudad fue arrasada por la catástrofe natural e incluso imágenes de la televisión mostraron decenas de cadáveres en las calles y plazas.

A esto se sumaron los derrumbes de la cárcel Tambo de Mora, en Chincha, que permitió la fuga de 600 reos.



Soldado camina por las ruinas de Pisco.

En el distrito de San Luis de Cañete, el sismo destruyó la mayoría de las casas, lo mismo ocurrió con su templo colonial, una de las edificaciones más antiguas del valle.

El suministro eléctrico se cortó de inmediato en toda la zona del llamado localmente Sur Chico, al igual que en zonas de parte de la capital como Los Olivos y Villa María del Triunfo.

Las redes de telefonía fija y móvil colapsaron, mientras que la Carretera Panamericana sufrió el colapso de los terraplenes entre la zona denominada "Cabeza de toro" y la entrada a Pisco por el distrito de San Clemente, lo que ocasionó la fractura y desmoronamiento de la carpeta asfáltica y el agrietamiento de la zona que no se deslizó, con desniveles de hasta medio metro, quedando dañada y dificultando la movilización de vehículos hacia la zona. El puente Huamaní, sobre el río Pisco, sufrió varios daños de consideración, imposibilitando la entrada a la ciudad, obligando a los vehículos y personas a cruzar el río Pisco como medida alternativa.

Al norte de Chincha, la misma carretera en la zona denominada Jahuay, sufrió también el deslizamiento de los terraplenes con fractura y desmoronamiento de la carpeta asfáltica y agrietamiento en la carpeta asfáltica, que no se desmoronó. Caso similar ocurrió en la carretera que comunica San Vicente de Cañete con el distrito de Lunahuaná, en la provincia de Cañete.

La cifra oficial de fallecidos asciende a 595 personas y 318 desaparecidos. 319.886 personas fueron afectadas y 76 mil viviendas habrán de ser reconstruidas.

En la ciudad de Lima, algunos edificios de entidades públicas como el Ministerio de Trabajo, el Edificio Alzamora Valdez (sede de la Corte Superior de Justicia de Lima) y el Palacio Legislativo sufrieron daños estructurales que motivaron estudios relativos a su traslado.

La región afectada por este terremoto contribuye con el 3% del Producto Bruto Interno del país, dado por el crecimiento del sector de la agroexportación y de la confección de textiles. En el ámbito de la agroindustria, fueron afectados principalmente la producción de mangos, páprika, espárragos y el sector vitivinícola de la zona. Sin embargo, la más afectada fue la industria textil

que quedó completamente paralizada dejando a más de cinco mil personas sin empleo.



Institución educativa colapsada en el sismo de Pisco

Muchas de las instituciones educativas de pisco colapsaron, o quedaron en muy malas condiciones, por lo que es importante que la difusión de los métodos de las construcciones antisísmicas sean más efectivos y con mayores alcances.

Que se materialicen los estudios de la avanzada técnica de la Ingeniería Antisísmica, o por lo menos, en una primera etapa, las grandes obras y las importantes sean diseñadas, calculadas y supervisadas por expertos en la materia. Que se capaciten los profesionales de los organismos técnicos que extienden los respectivos permisos o licencias de construcción, así como de préstamos para las viviendas y construcciones en general y paralelamente, es impresionante la necesidad de familiarizar cada vez más a la población con permanentes programas de prevención sísmica.

Es necesario recordar a las autoridades políticas y a la comunidad internacional que una sostenida inversión en la reducción de desastres salvará en una forma poco visible pero efectiva, una gran cantidad de vidas, evitando tragedias que de otro modo consumirían mayores recursos en términos de asistencia humanitaria.

Los desastres seguirán afectando infraestructuras esenciales como hospitales y colegios, edificios públicos y viviendas. No obstante, podemos reducir la vulnerabilidad de nuestras comunidades ante las amenazas naturales y disminuir enormemente las pérdidas potenciales mediante la ubicación de las obras en zonas de trabajo de bajo riesgo sísmico, mejorando diseño y técnicas de

construcción, principalmente, asegurando que la planificación para el desarrollo no propicie incremento de la vulnerabilidad. El conocimiento técnico necesario para llevar a la práctica estas medidas está disponible desde hace algún tiempo.



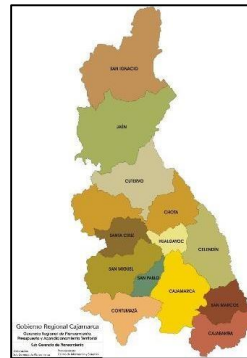
Institución educativa colapsada en el sismo de Pisco

1.1.3. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se desarrolló los materiales y el método empleado para la evaluación del comportamiento sísmico de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado -Huambocancha Alta. Se realizó el modelamiento de la estructura ingresando su configuración y cargas actuales que presenta de acuerdo lo indicado en el Expediente Técnico

I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado -Huambocancha Alta surge con la necesidad de dotar a la población una nueva infraestructura para reemplazar a la actual.

Acceso al proyecto: Al proyecto se accede desde la ciudad de Cajamarca, siguiendo la carretera Cajamarca Bambamarca hasta el Km 7; luego se sigue la trocha carrozable que conduce hasta el centro poblado San Antonio Plan de Tual hasta el Km 1.016, lugar desde donde parte un camino de herradura hasta la IE 82109. No existe una trocha carrozable que permita acceder hasta la IE 82109 con vehículos motorizados



Mapa de Perú y del Departamento de Cajamarca.



Mapa de la Provincia de Cajamarca.



Ubicación de la I.E. San Antonio Plan Tua.

La evaluación del comportamiento sísmico de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado -Huambocancha Alta, se realizó mediante el análisis sísmico estructural, teniendo en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones y generando el modelo en el software SAP2000.

Para la descripción, el análisis y la valoración crítica en la evaluación del comportamiento sísmico se realizó un conjunto de procedimientos a través del cual se planteó el problema científico y se puso en prueba la hipótesis y los instrumentos presentados en el trabajo de investigación.

La metodología empleada fue el método descriptivo, en ella se describe el conjunto de procedimientos y la estrategia seguida para evaluar el comportamiento sísmico I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado -Huambocancha Alta ante la ocurrencia de un sismo severo. Para ello se generó el modelo, se asignó las cargas que soporta la estructura y se elaboró el diseño. Luego se realizó la simulación sísmica de la Edificación para finalmente obtener y analizar los resultados. Todo este procedimiento se realizó haciendo uso del software SAP2000. A continuación se describe las normas empleadas, procedimiento para la generación del modelo, procedimiento para la asignación de cargas y elaboración del diseño.

1.2. JUSTIFICACION

En caso de sismo, es fundamental que prevalezcan los edificios esenciales como Instituciones Educativas, Hospitales, etc. Este es el caso de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado -Huambocancha Alta, Prov. de Cajamarca, Región Cajamarca, siendo de gran importancia analizar el comportamiento de estas edificaciones en un eventual sismo para determinar si cumplen con los requisitos mínimos.

NORMAS NACIONALES EMPLEADAS

Las normas nacionales empleadas en la presente investigación fueron tomadas del Reglamento Nacional de edificaciones (RNE). Las cuales son:

- NORMA E020 CARGAS
- NORMA E030 DISEÑO SISMORESISTENTE

OTRAS NORMAS EMPLEADAS

Para analizar el comportamiento y desempeño de una edificación, se utilizara las siguientes normas:

- FEMA 273
- FEMA 356
- ATC – 40
- COMITÉ VISIO 2000 - SEAOC
- TÉCNICA PUSHOVER

1.3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA y TÉCNICA (MARCO TEÓRICO)

1.3.1. ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL

Conocidos los métodos de análisis lineales se realizará la evaluación del desplazamiento máximo y el punto de desempeño. Los valores que se obtendrán nos servirán para compararlos al procedimiento estático no lineal y posteriormente a los procedimientos tiempo-historia.

Se usará una carga pseudo-lateral para calcular las fuerzas y desplazamientos en el edificio y posteriormente deberá verificarse usando los criterios de aceptación. La carga pseudo-lateral aplicada al modelo elástico lineal, nos dará resultados de los desplazamientos de diseño aproximados al desplazamiento máximo esperado. En el modelo pseudo-tridimensional se supone a la estructura como un ensamble de pórticos planos. Las rigideces de cada pórtico en su plano son mucho mayores que aquellas en la dirección transversal, que se consideran despreciables. Igualmente se desprecian las rigideces torsionales de todos los elementos. Los pórticos se suponen interconectados solamente por las losas de entrepiso, que actúan como diafragmas infinitamente rígidos en su plano. Como consecuencia, no se consideran deformaciones axiales en las vigas, es decir se supone que en cada pórtico todos los mides de un piso tienen el mismo desplazamiento horizontal.

Es también habitual despreciar las deformaciones de corte en las vigas, en contraste con los elementos verticales (columnas o placas), para los que se consideran deformaciones de flexión, axiales y de corte. Las fuerzas de inercia se consideran concentradas en los niveles que corresponden a las losas de entrepiso. Con estas hipótesis puede plantearse un modelo numérico con tres grados de libertad por piso

A. Análisis por Carga de Gravedad

Las cargas por gravedad que soporta la estructura están dadas por la carga muerta y la carga viva.

Carga Muerta

Es una carga gravitacional que actúa permanentemente durante la vida útil de la estructura, como por ejemplo: el peso propio de la estructura y el peso de los elementos fijos añadidos a la estructura. (Obregón 2007).

El RNE E020, considera para calcular la carga muerta mediante los pesos unitarios de materiales la Tabla.

Pesos Unitarios
Fuente: RNE 2006

MATERIALES	PESO Kn/m3	(kgf/m3)
Albañilería de:		
Adobe	16,0	1600
Unidades de Arcilla Cocida Sólida	18,0	1800
Unidades de Arcilla Cocida Huecas	13,5	1350
Concreto Simple de:		
Cascote de Ladrillo	18,0	1800
Grava	23,0	2300
Pómez	16,0	1600
Concreto Armado de:	Añadir 1 (100) al peso concreto simple	
Otros		
Concreto Asfáltico	24,0	2400
Ladrillo pastelero	16,0	1600
Losetas	24,0	2400
Teja Artesanal	16,0	1600
Teja Industrial	18,0	1800
Vidrios	25,0	2500

Pesos Unitarios para Losas Aligeradas
Fuente: RNE 2006

Espesor del Aligerado (m)	Espesor losa superior (m)	Peso Propio kPa	Peso Propio kgf/m2
0,17	0,05	2,8	280
0,20	0,05	3,0	300
0,25	0,05	3,5	350
0,30	0,05	4,2	420

Carga Viva

Es una carga gravitacional de carácter movable, que podría actuar de forma esporádica sobre el edificio, como por ejemplo: el peso de los ocupantes, muebles, agua y los equipos removibles. Las magnitudes de estas cargas dependen del uso de los ambientes. (Obregón 2007).

Carga Muerta Fuente: RNE 2006

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS	
	kPa	kgf/m2
Hospitales		
Sala de operaciones, laboratorios y zonas de servicios	3,0	300
Cuartos	2,0	200
Corredores y escaleras	4,0	400

B. Pre – Procesamiento

La etapa de pre-procesamiento se refiere al ingreso de datos para el modelamiento de la estructura.

Módulo de Elasticidad y Módulo de corte El RNE E060, indica utilizar para concretos de peso unitario W_c comprendido entre 1450 y 2500 kg/m³, el módulo de elasticidad, E_c , calculado de la siguiente forma:

$$E_c = (w_c)^{1.5} 0.136 \sqrt{f'_c} \quad \dots (2.3)$$

Donde:

W_c : Peso Unitario del Concreto

F'_c : Resistencia del Concreto

De igual forma específica que para concretos de peso unitario normal (w_c 2300 kg/m³), el módulo de elasticidad se puede tomar como:

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c} \quad \dots (2.4)$$

Donde:

F'c: Resistencia del Concreto

En ausencia de resultados experimentales confiables, el módulo de rigidez al esfuerzo cortante del concreto se podrá suponer igual a:

$$G = \frac{Ec}{2.3} \quad \dots (2.5)$$

Donde:

Ec: Módulo de Elasticidad del Concreto.

G: Módulo de Corte.

C. Post – Procesamiento

En el post – procesamiento se realiza el análisis de resultados, tomando en consideración los desplazamientos laterales, fuerzas internas y modos de vibración de la estructura.

El RNE E030 indica que para el cálculo de los desplazamientos laterales se multiplicará por 0.75R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. El máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la Tabla.

Límites para Desplazamientos Lateral de entrepiso

Fuente: RNE 2006

Límites para Desplazamientos lateral de entrepiso	
Material Predominante	(Δ/h_e)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010

Donde:

❖ Desplazamiento elástico lateral del nivel “i”, relativo al suelo e
excentricidad accidental

h_i : Altura del entrepiso i.

1.3.2. ANÁLISIS SISMICO NO LINEAL - PUSHOVER

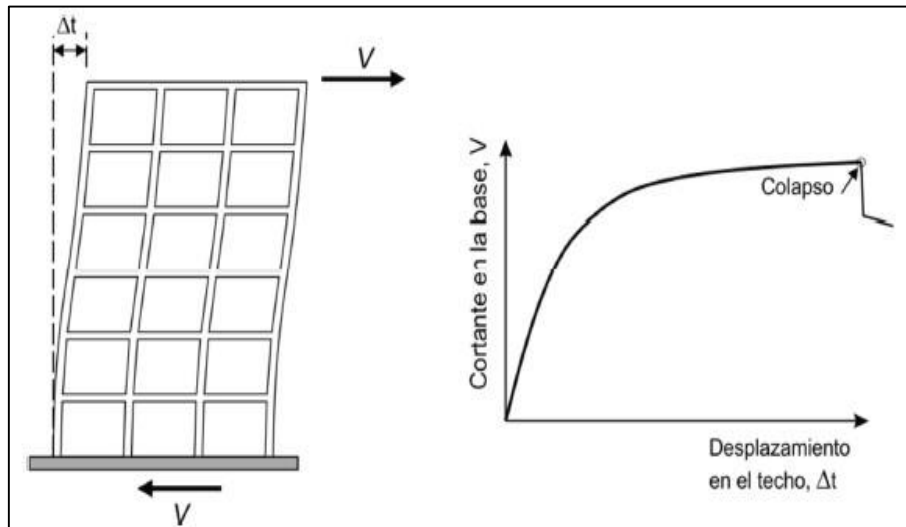
El Análisis Estático No Lineal es una alternativa muy práctica para encontrar la respuesta sísmica de una estructura considerando la respuesta no lineal de los materiales, es decir, más allá del límite elástico (Aguiar 2002).

Existen muchos métodos para efectuar este tipo de análisis como por ejemplo los propuestos por el ATC 40 y FEMA 356. Estos métodos se avocan a encontrar la curva de capacidad resistente de las estructuras ante acciones sísmicas, la cual relaciona el cortante basal con el desplazamiento lateral máximo en el tope. El máximo desplazamiento que probablemente puede ser experimentado durante un sismo dado, es determinado usando espectros de respuesta inelásticos.

Este método tiene una gran ventaja respecto al análisis lineal y es que directamente tiene en cuenta los efectos de la respuesta no lineal del material, mientras que en el análisis lineal esto se debe tener en cuenta en forma aproximada y, por lo tanto, el cálculo de las fuerzas internas y desplazamientos serán más representativos de los esperados durante un sismo.

El procedimiento del análisis estático no lineal consiste en usar una serie de análisis elásticos secuenciales, que se superponen para aproximarse al diagrama de curva de capacidad. El modelo matemático de la estructura se modifica para tener en cuenta la reducción de resistencia de los elementos que ceden. De esta forma, se aplican una serie de fuerzas horizontales, las cuales se incrementan de manera monótonica hasta que la estructura alcanza su capacidad máxima.

En otras palabras, este análisis se realiza sometiendo a una estructura ya diseñada, en la cual se conoce el armado de sus elementos, a un patrón de cargas laterales que se aplican en la misma dirección y se van incrementando monótonicamente hasta que la estructura llegue al colapso.



Ensayo Monotónico y Curva de Capacidad.

Fuente: Fernández 2006

Utilizando este procedimiento, es posible identificar la secuencia del agrietamiento, fluencia y fallo de los componentes, los estados límites de servicio y la historia de deformaciones y cortes en la estructura que corresponde a la curva de capacidad.

A. CURVA DE CAPACIDAD

Representa el comportamiento de una estructura ante acciones laterales, las cuales son impuestas por los sismos.

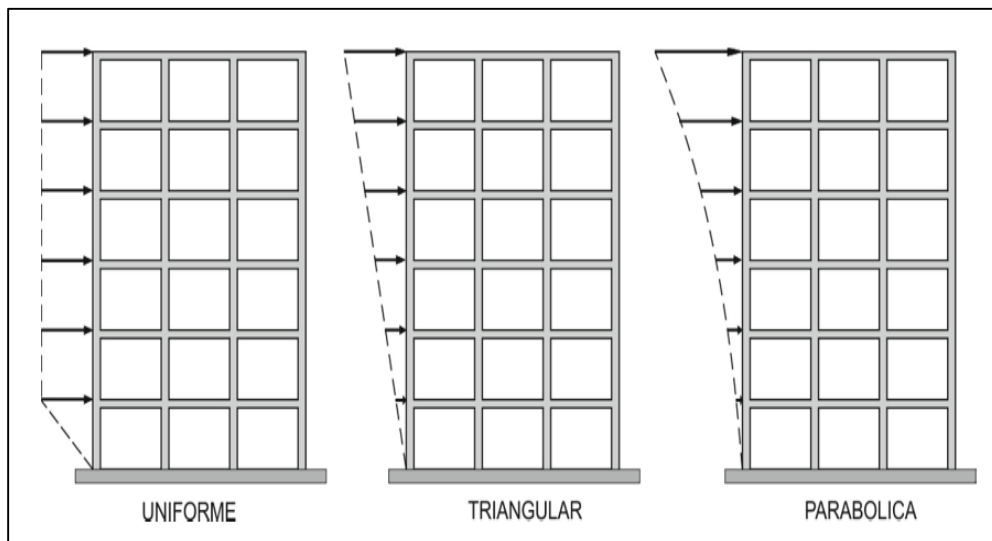
En el Análisis Estático No Lineal, existen dos formas de encontrar la Curva de Capacidad Resistente de las estructuras ante acciones sísmicas. En una se aplican las cargas incrementales monotónicas en una dirección hasta que la estructura alcance el colapso (Técnica del Pushover). En la segunda, se la somete a un acelerograma, el mismo que se va incrementando paulatinamente hasta que la estructura colapse. Lo que más se utiliza es la Técnica del Pushover o también conocida con el nombre de Análisis Incremental del Colapso (Viera 2004). Esta curva es la base para el Análisis Sísmico por Desempeño.

Para determinar la Curva de Capacidad Resistente, es necesario tener completamente definida la estructura y además se debe conocer la calidad de los materiales.

Durante el Análisis Incremental del Colapso, se somete a la estructura a un

patrón de acciones laterales que se incrementan de manera monotónica hasta alcanzar la capacidad máxima de desplazamientos de la estructura. Este patrón de acciones laterales puede ser un sistema de cargas o uno de desplazamientos (Chunque 2013).

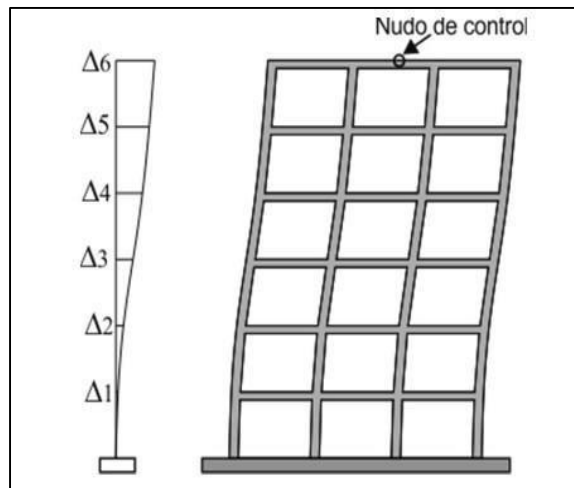
Para el patrón de cargas laterales la distribución de cargas puede ser uniforme, triangular, parabólica u otra. No existe un patrón que sea universalmente aceptado. Lo que se practica es utilizar al menos dos distribuciones diferentes y definir la Curva de Capacidad mediante la envolvente de los resultados obtenidos (Moreno 2006).



*Patrones de Distribución de Cargas Laterales.
Fuente: Bonnet 2003*

Cuando se trata de un patrón de desplazamientos, éstos corresponden a un juego de desplazamientos predeterminados que se van incrementando paulatinamente. Generalmente se usan los desplazamientos provenientes de los modos significativos de vibración (Bonnet 2003).

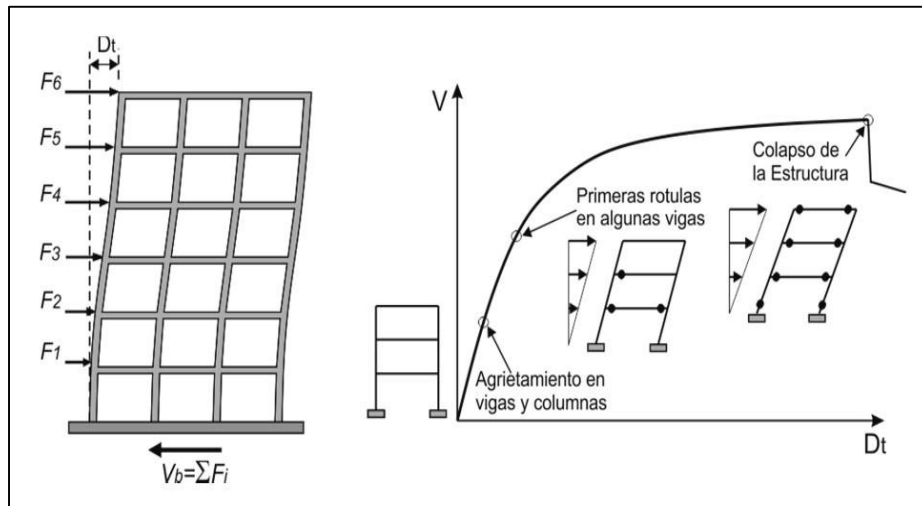
El proceso de Análisis Incremental se controla por un nudo determinado, que generalmente es el centro de masa del techo. Se debe indicar un valor de desplazamiento máximo hasta el cual incrementar el desplazamiento y comenzar dicho análisis partiendo del estado de esfuerzos y deformaciones provenientes de las cargas de gravedad (cargas muertas y cargas vivas).



*Patrones de Desplazamientos y Nudo de Control en un Edificio.
Fuente: Bonnet 2003*

Durante el proceso de acciones incrementales, el desplazamiento en el techo (D_t) va creciendo y se van registrando los valores de la fuerza cortante (V) en la base de la edificación hasta alcanzar el desplazamiento lateral máximo especificado (Chunque 2013).

Como resultado del análisis incremental se obtiene la Curva de Capacidad con algunos puntos relevantes de la misma, tal como lo muestra la Figura.

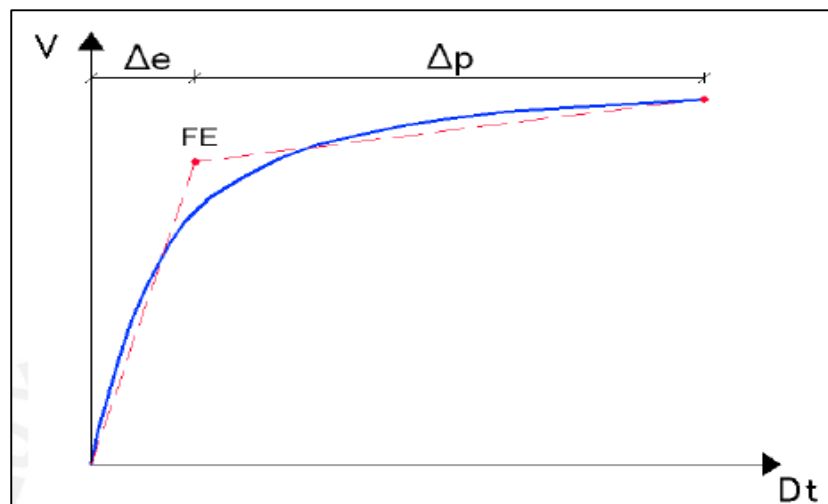


*Representación del Análisis Pushover y Curva de Capacidad.
Fuente: Fernández 2006*

Fluencia Efectiva

En un análisis de desplazamiento incremental la formación de la primera rótula se reconoce como el inicio del comportamiento no lineal, pero generalmente este evento no está asociado a un cambio significativo e inmediato en la rigidez y resistencia lateral, es decir, no se genera un cambio importante en la pendiente de la curva de capacidad. Es necesario entonces hallar un punto de fluencia en el cual se haya producido un cambio importante en el comportamiento del edificio y por lo tanto en la pendiente de la curva de capacidad; dicho punto se denomina “Fluencia Efectiva” (Chunque 2013).

Entonces, diremos que la Fluencia Efectiva es el punto en el que se genera un cambio importante de la rigidez de la estructura. El punto de fluencia efectiva representa el límite entre el rango elástico de la estructura y la incursión en el rango plástico de la misma. El rango elástico está a la izquierda del punto de fluencia efectiva, el rango plástico a la derecha.



*Punto de Fluencia Efectiva.
Fuente: Fernández 2006*

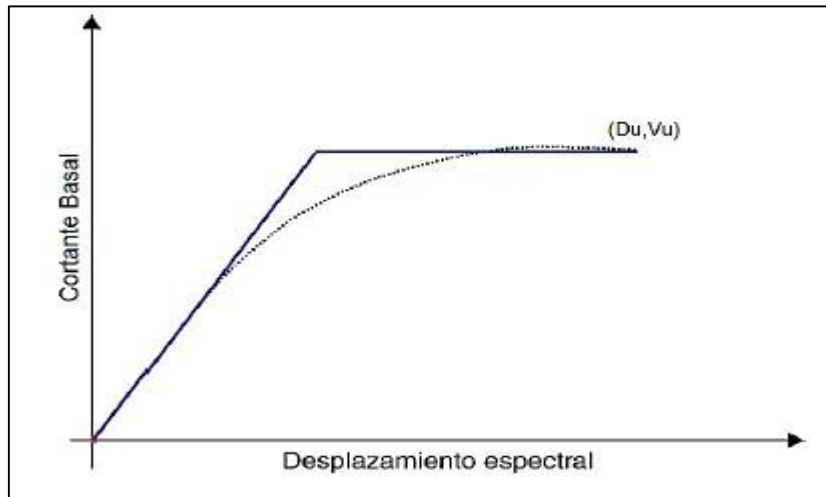
Modelo Bilineal de la Curva de Capacidad

Para definir el Punto de Fluencia Efectiva, que está asociado al cortante basal de fluencia V_f y al desplazamiento lateral de fluencia $D_{t,f}$, se determina un modelo bilineal para la relación $V - D_t$.

A continuación, se describen cuatro criterios usados para la determinación del punto de fluencia en una estructura (Aguar 2003).

Criterio de la Rigidez Tangente Horizontal

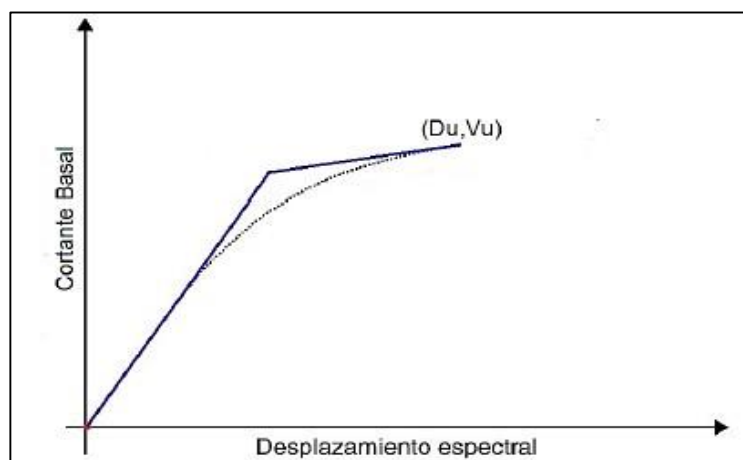
En este criterio se traza la tangente a la Curva de Capacidad en el rango elástico, luego se traza una horizontal en el punto de cortante basal. La intersección de estas dos rectas define el punto. Finalmente al ingresar con el valor a la curva de capacidad se determina el punto.



Rigidez Tangencial Horizontal para determinar el Punto de fluencia de una estructura. Fuente: Aguiar 2003

Criterio de las Rigideces Tangentes

En este criterio se trazan dos tangentes a la Curva de Capacidad, una en el rango elástico y la otra en el punto de corte. El punto de intersección de las dos tangentes determina el punto de fluencia de la estructura.



Rigideces Tangentes para determinar el punto de fluencia de una estructura.

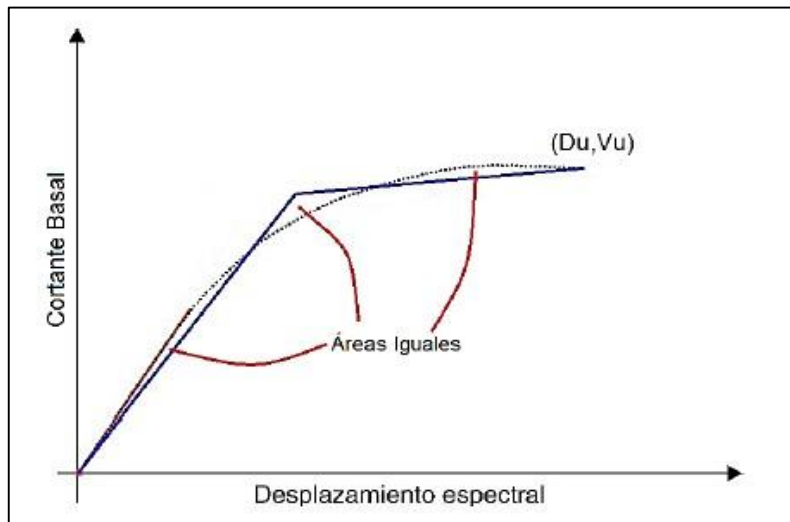
Fuente: Aguiar 2003

Criterio de las Áreas Iguales

Este criterio corresponde al que se obtiene al igualar las áreas externa e interna de la Curva de Capacidad como se indica en la Figura.

Este criterio es más elaborado con relación a los dos anteriores en el sentido en que se debe realizar más operaciones. El punto de fluencia se determina en forma iterativa hasta que el área exterior se considere aproximadamente igual al área interior.

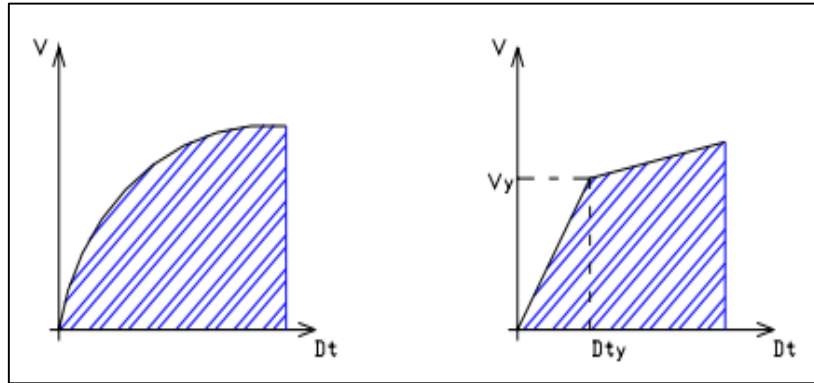
Se destaca que la recta que corresponde al rango elástico pasa por la Curva de Capacidad que está asociada a un cortante igual a, en consecuencia se trabaja con una rigidez secante.



Áreas Iguales para determinar el punto de fluencia de una estructura.

Fuente: Aguiar 2003

Existe otra alternativa de encontrar el modelo bilineal con este mismo criterio y consiste en igualar el área bajo la Curva de Capacidad con el área bajo la curva del modelo bilineal, tal como se muestra en la Figura.



Alternativa para determinar el Modelo Bilineal empleando Áreas Iguales.
Fuente: Aguiar 2003

Ajuste por Mínimos Cuadrados

La ecuación de la recta que une el origen de coordenadas con el punto de fluencia viene definido por la ecuación:

$$V = b_1 * Dt$$

Y la ecuación de la recta para el rango no lineal es:

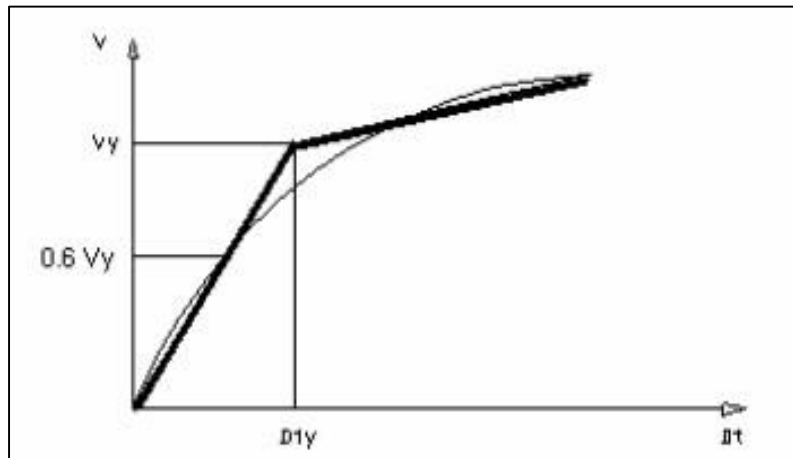
$$V = a_2 + b_2 * Dt$$

Los valores b_1 , b_2 y a_2 , se obtienen del ajuste por el método de los mínimos cuadrados. El punto de fluencia Dt_y satisface estas dos ecuaciones ya que es el punto común de las dos rectas. Por lo tanto al igualar estas ecuaciones se determina Dt_y

$$Dt_y = \frac{a_2}{b_1 - b_2}$$

El cálculo se realiza en forma iterativa, asumiendo primeramente el punto Dt_y , de tal manera que los puntos de la Curva de Capacidad se dividen en dos partes, los que se encuentran bajo Dt_y y los que están sobre este valor. Con los datos del primer grupo se determina la pendiente b_1 y con los datos del

segundo grupo se obtienen a_2 y b_2 . Posteriormente, con la última ecuación, se recalcula el valor Δt_y y se continúa con el cálculo hasta que el valor asumido del desplazamiento de fluencia sea próximo al valor calculado.



Ajuste con Mínimos Cuadrados para determinar el punto de fluencia de una estructura.

Fuente: Aguiar 2003

Ductilidad

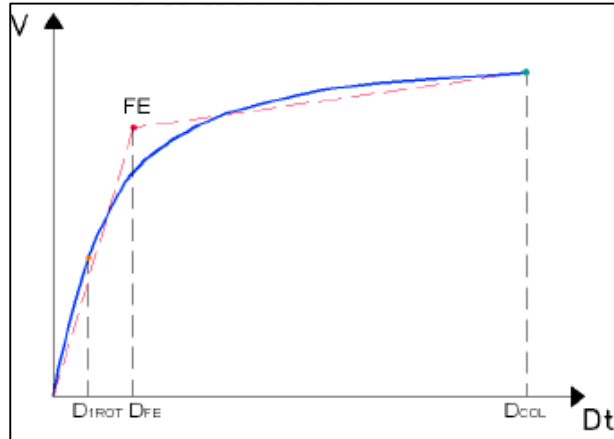
La ductilidad se define como la capacidad de una estructura o componente estructural a deformarse más allá de su límite elástico.

Ductilidad Global o Disponible

La ductilidad disponible de la estructura puede estimarse comparando el desplazamiento de colapso ($\Delta t_{m\acute{a}x}$) respecto al desplazamiento asociado a la formación de la primera rótula ($\Delta t_{1r\acute{o}t}$) o a la fluencia efectiva (Δt_{fe}). Por tanto, para determinar la ductilidad disponible puede usarse las siguientes ecuaciones:

$$\mu_{m\acute{a}x/1r\acute{o}t} = \frac{\Delta t_{m\acute{a}x}}{\Delta t_{1r\acute{o}t}}$$

$$\mu_{m\acute{a}x/fe} = \frac{\Delta t_{m\acute{a}x}}{\Delta t_{fe}}$$

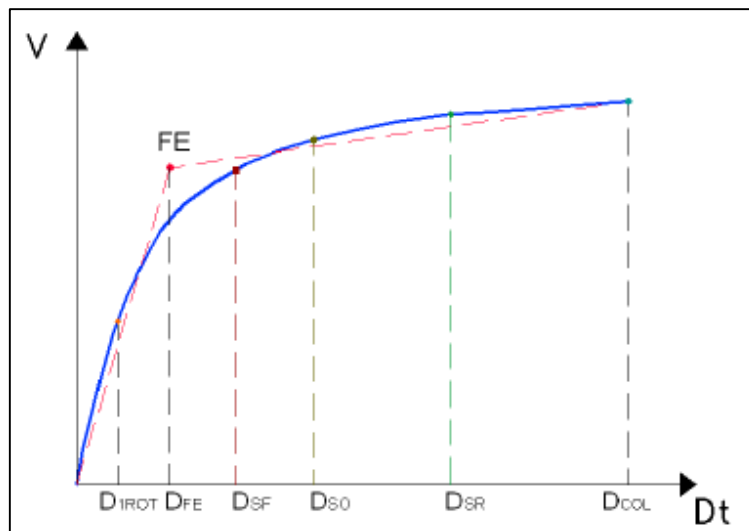


*Puntos notables en el cálculo de la ductilidad estructural.
Fuente: Fernández 2006*

Ductilidad Demandada

En la curva de capacidad existen algunos puntos que representan la respuesta de la edificación a un determinado terremoto.

Consideraremos estos puntos de interés a los de los Sismo Frecuente, Sismo Ocasional, Sismo Raro y Sismo Muy Raro. Para cada uno de estos puntos es posible estimar la ductilidad demandada como el cociente de desplazamientos de la curva de capacidad, pudiendo considerar como divisor el desplazamiento asociado a la primera rótula o al del punto de fluencia efectiva. Así:



*Desplazamientos de demanda del Sismo Frecuente, Ocasional y Raro.
Fuente: Fernández 2006*

Sobrerresistencia

La sobrerresistencia estructural puede cuantificarse como el cociente de la fuerza asociada a los puntos de interés (Sismo Frecuente, Ocasional, Raro y Muy Raro) y un divisor que puede ser la cortante asociada a la primera rótula ($V_{1rót}$) o la cortante de la fluencia efectiva (V_{fe}), como sigue:

$$SR_{(SISMO)/1rót} = \frac{V_{(SISMO)}}{V_{1rót}}$$

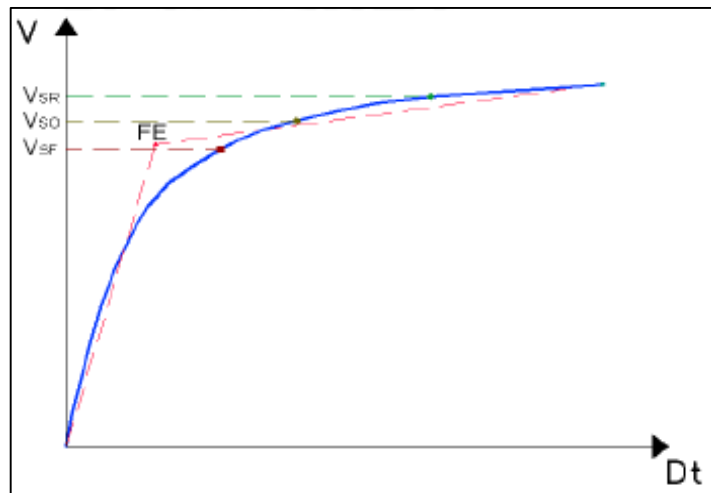
$$SR_{(SISMO)/fe} = \frac{V_{(SISMO)}}{V_{fe}}$$

$$SR_{fe/1rót} = \frac{V_{fe}}{V_{1rót}}$$

$$SR_{1rót/fe} = \frac{V_{1rót}}{V_{fe}}$$

$$SR_{máx/1rót} = \frac{V_{máx}}{V_{1rót}}$$

$$SR_{máx/fe} = \frac{V_{máx}}{V_{fe}}$$



Cortantes asociadas a los sismos de demanda.

Fuente: Fernández 2006

B. ESPECTRO DE CAPACIDAD

Para usar el “Método del Espectro de Capacidad” propuesto por ATC- 40 es necesario convertir la Curva de Capacidad, dado en términos del Cortante Basal (V) y Desplazamiento del Techo (D_t), a un Espectro de Capacidad, que es una representación de la Curva de Capacidad en un formato de Espectro de

Respuesta Aceleración-Desplazamiento (ADRS) donde se representa la Aceleración Espectral (S_A) respecto del Desplazamiento Espectral (S_D), denominado Espectro de Capacidad.

Para esta conversión, cada punto (V, D_i) de la Curva de Capacidad, se corresponde a un punto (S_{Ai}, S_{Di}) del Espectro de Capacidad, según las siguientes ecuaciones (Moreno 2006):

$$S_{Di} = \frac{\Delta n_i}{(\beta_1 \times \varphi_{1,n})}$$

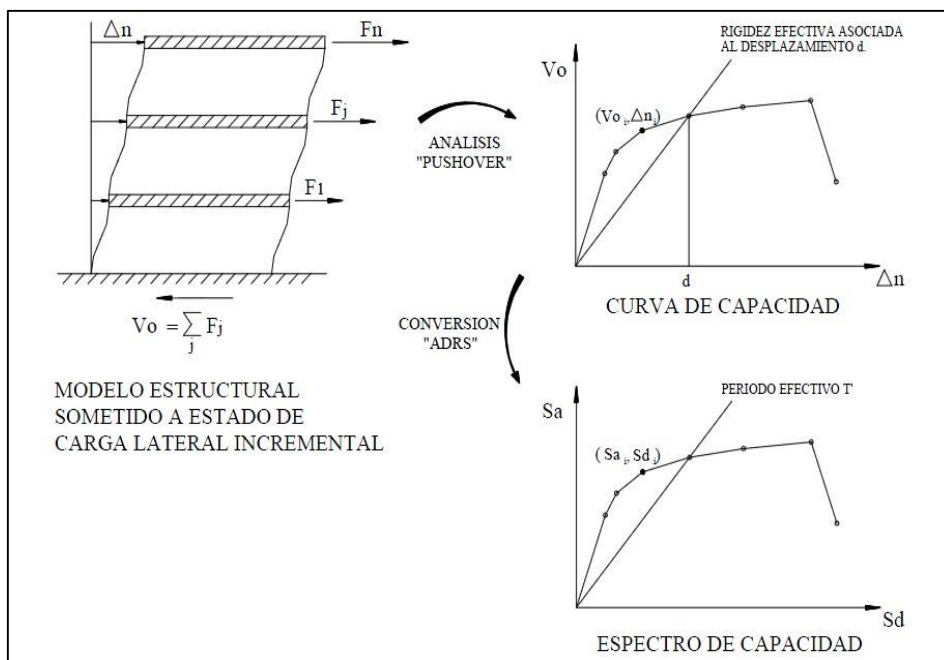
$$S_{Ai} = \frac{V_i}{\alpha_1}$$

Donde:

α_1 : Masa modal asociada al modo fundamental o primer modo de vibración.

β_1 : Factor de participación asociado al modo fundamental.

$\varphi_{1,n}$: Amplitud en el nivel "n", de la forma de vibración del modo fundamental.



Espectro de Capacidad.

Fuente: Moreno 2006

En la Figura, en el Espectro de Capacidad, cada línea trazada desde el punto origen hasta la curva, tiene una pendiente w^2 , siendo w la frecuencia circular asociada a la respuesta efectiva de la estructura cuando la misma es deformada hasta dicho desplazamiento espectral. De manera que el periodo efectivo de la estructura T asociado a dicho desplazamiento espectral puede determinarse como:

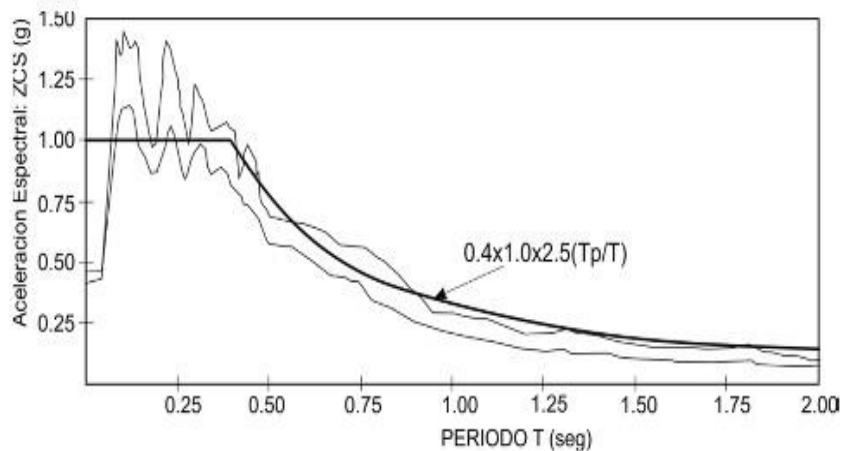
$$T = \frac{2\pi}{w}$$

C. ESPECTRO DE DEMANDA

Los espectros de demanda muestran simultáneamente los espectros clásicos de Aceleración y Desplazamiento en un solo gráfico, donde los ejes horizontal y vertical corresponden a valores del Desplazamiento Espectral (S_A) y de la Aceleración Espectral (S_A) respectivamente. Los periodos corresponden a rectas inclinadas (Chunque 2013).

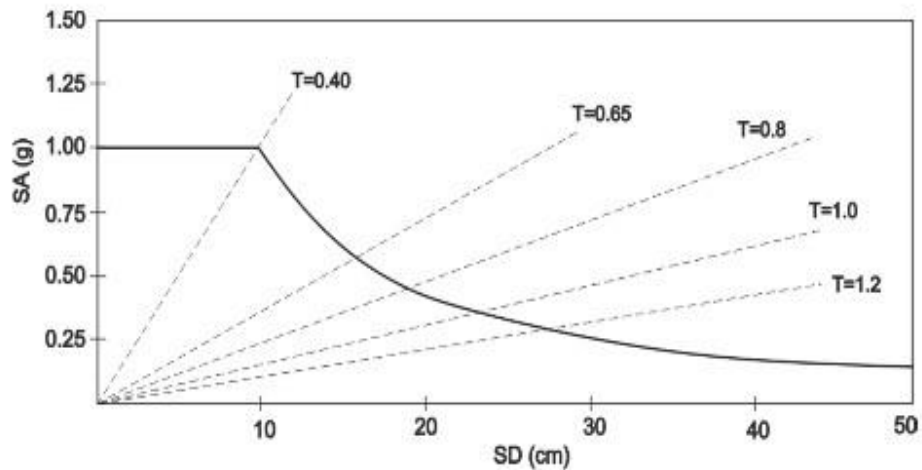
Para propósitos de análisis y diseño se usan espectros suavizados envolventes. La Figura siguiente muestra el espectro elástico de pseudo-aceleración de la Norma Peruana, para suelo duro correspondiente a eventos con periodo de retorno de 475 años, y la Figura muestra el mismo espectro en su forma de Espectro de Demanda, donde:

$$S_D = \frac{S_A}{w^2}$$



Espectro de Aceleración Elástico de la Norma Peruana.

Fuente: Fernández 200



Espectro de Demanda de la Norma Peruana.

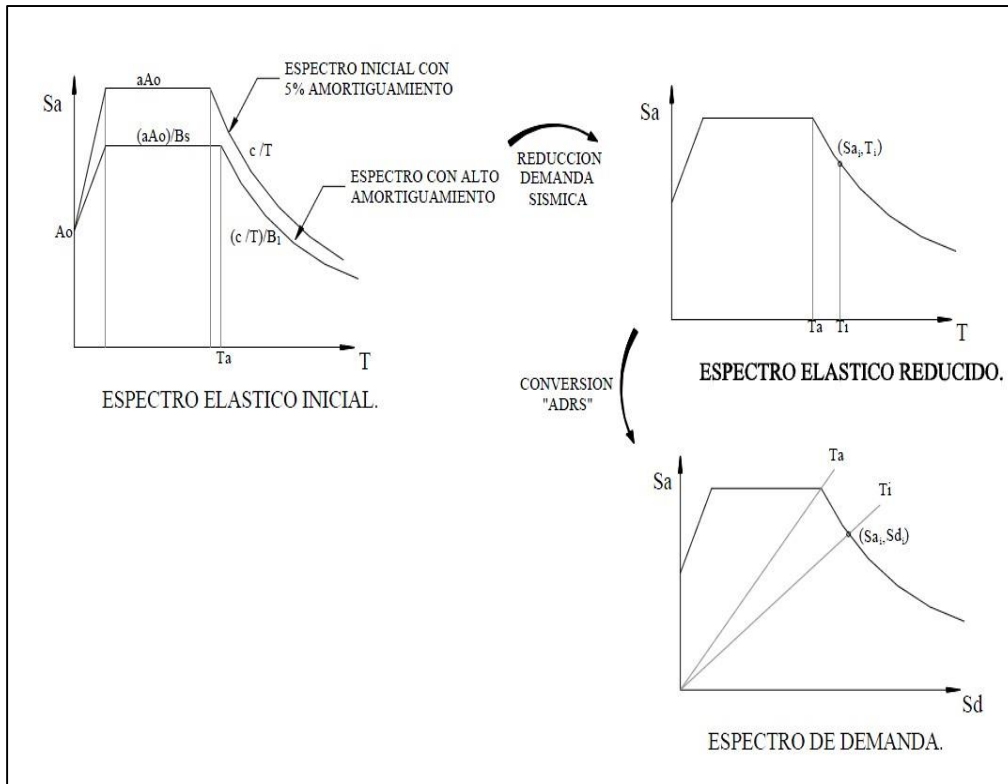
Fuente: Fernández 2006

El Espectro de Demanda es la base con la cual el ATC-40 o cualquier otro modelo de reducción del espectro elástico, obtiene el desplazamiento lateral máximo de una estructura trabajando con el Espectro de Capacidad y con el Espectro de Demanda (Viera 2004).

La demanda sísmica inicialmente se caracteriza usando un espectro de respuesta elástico de aceleración típicamente definido para un amortiguamiento del 5% el cual debe ser transformado a un formato ADRS, es decir, de Aceleración Espectral (S_A como una fracción de la aceleración de la gravedad g) respecto al Desplazamiento Espectral (S_D). Para dicha conversión cada punto (S_{Ai} , T_i) del espectro de respuesta, donde T_i es el periodo en segundos, corresponde a un punto (S_{Ai} , S_{Di}) del espectro de demanda, según la siguiente ecuación:

$$S_{Di} = \frac{T_i^2}{4\pi^2} S_{Ai} \times g$$

De manera que el Espectro de Demanda es una representación gráfica de la aceleración máxima de respuesta respecto del correspondiente desplazamiento máximo para un periodo y nivel de amortiguamiento dado. Estos valores máximos se corresponden con los valores pseudo-espectrales siempre que se trate de pequeños valores del amortiguamiento (Moreno 2006).



*Espectro de Demanda Sísmica.
Fuente: Moreno 2006.*

D. ESTIMACIÓN DEL PUNTO DE DESEMPEÑO

Para poder estimar el Punto de Desempeño, es necesario contar con el Espectro de Capacidad de la estructura en el formato Desplazamiento- Aceleración y el Espectro de Demanda del sismo en el mismo formato. De esta manera poder colocar ambos espectros en un mismo gráfico y visualizar lo que va a suceder con la estructura ante un sismo determinado. Podremos visualizar en un solo gráfico el probable comportamiento de una estructura ante una excitación sísmica y determinar el máximo desplazamiento lateral de un sistema de un grado de libertad (Punto de Desempeño) ante una acción sísmica determinada (Viera 2004).

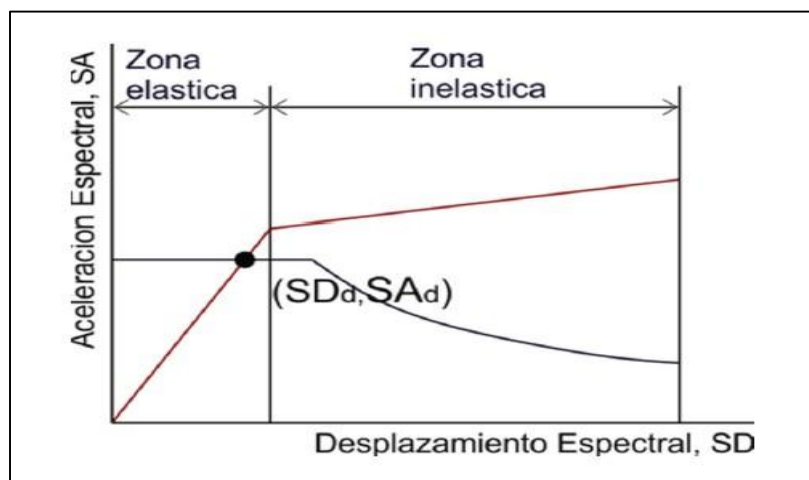
Respuesta Elástica de Estructuras

Los Espectros de Demanda contienen la respuesta máxima de diferentes estructuras elásticas para un cierto valor del amortiguamiento, mientras que el Espectro de Capacidad, muestra todas las combinaciones posibles de desplazamiento y aceleración a las que puede llegar una estructura en particular

tanto en régimen elástico como inelástico.

Cuando se espera que la respuesta estructural se produzca dentro del rango elástico, el punto de desempeño (S_{Dd}, S_{iAd}) puede obtenerse interceptando directamente los Espectros de Demanda y Capacidad como se muestra en la Figura.

Esta condición se da para sismos pequeños y edificios con una resistencia lateral tal que la estructura puede permanecer en el rango elástico (Chunque 2013).

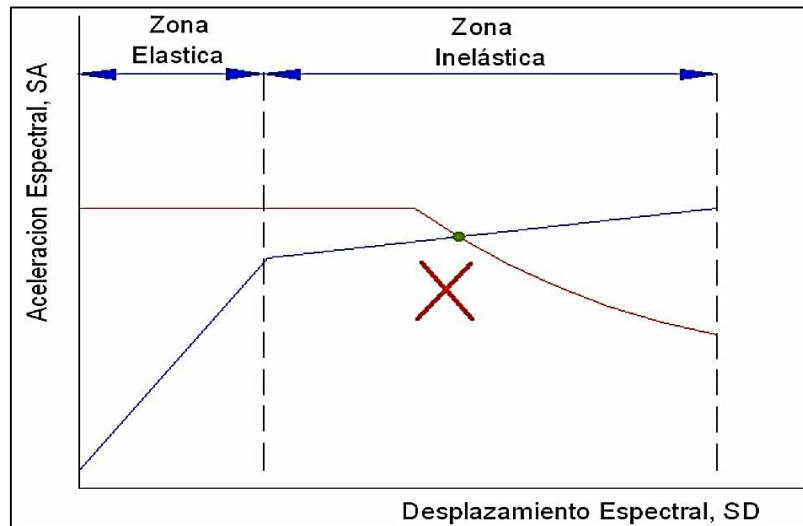


Intersección del espectro de capacidad y espectro de demanda sísmica en el rango elástico.

Fuente: Fernández 2006

Respuesta Inelástica de Estructuras

Si la intersección de los Espectros de Demanda y Capacidad ocurre en la zona inelástica del Espectro de Capacidad, este punto de Intersección no corresponde al punto de desempeño porque el espectro es elástico y el comportamiento supuesto es no lineal.



*Estimación Incorrecta del Punto de Desempeño en el Rango Inelástico.
Fuente: Fernández 2006*

El procedimiento que se emplea para estimar el Punto de Desempeño, consiste en ir reduciendo el espectro de demanda elástico según el valor del amortiguamiento inelástico equivalente, el cual depende del Punto de Desempeño que se quiere estimar, generándose de este modo un procedimiento iterativo.

Reducción del Espectro de Demanda

Para obtener el espectro reducido se debe estimar el amortiguamiento equivalente en base al modelo bilineal del espectro de capacidad y a partir de este parámetro estimar los factores de reducción.

El amortiguamiento efectivo (β_{EF}) permite estimar mediante un modelo elástico, la respuesta inelástica de una estructura.

La parte del amortiguamiento efectivo asociado al desplazamiento inelástico es el amortiguamiento equivalente (β_{EQ}), el cual a su vez, se suele interpretar como la suma de un amortiguamiento histerético (β_0) que representa las incursiones inelásticas y un amortiguamiento viscoso inherente a la estructura, generalmente se asume 5%.

$$\beta_{EQ} = \beta_0 + 0,05$$

El amortiguamiento histerético (β_0), según Chopra (Chopra 1995), se estima

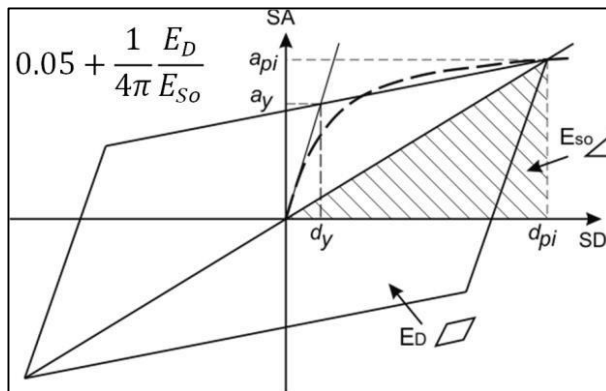
como:

$$\beta_0 = \frac{1}{4\pi} * \frac{E_D}{E_{So}}$$

Donde:

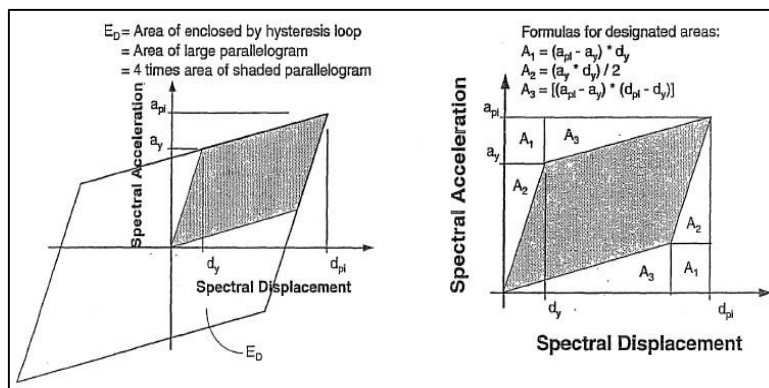
E_D : Es la energía disipada por el amortiguamiento. Es representada por el área encerrada por el lazo histerético o el área del paralelogramo.

E_{So} : Es la máxima energía de deformación. Es representada por el área del triángulo achurado.



*Derivación del Amortiguamiento Equivalente.
Fuente: ATC-40 1996*

Para hallar el área E_D se divide el paralelogramo en cuatro paralelogramos iguales y se halla el área de uno de éstos. El área E_D será cuatro veces el área hallada. Así:



*Derivación de la Energía Disipada por Amortiguamiento.
Fuente: ATC-40 1996*

$$E_D = 4 * (S_{Ai}S_{Di} - 2A_1 - 2A_2 - 2A_3)$$

$$E_D = 4 * \left[S_{Ai}S_{Di} - 2(S_{Ai} - S_{Ay})S_{Dy} - 2\left(\frac{S_{Ay}S_{Dy}}{2}\right) - 2\frac{(S_{Ai} - S_{Ay})(S_{Di} - S_{Dy})}{2} \right]$$

$$E_D = 4 * (S_{Ay}S_{Di} - S_{Ai}S_{Dy})$$

El área E_D es el área del triángulo achurado de la Figura, es decir:

Reemplazamos las expresiones obtenidas para hallar el amortiguamiento histerético (β_0) en términos del amortiguamiento crítico:

$$\beta_0 = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{4 * (S_{Ay}S_{Di} - S_{Ai}S_{Dy})}{\frac{S_{Ai}S_{Di}}{2}} \right]$$

$$\beta_0 = \frac{0,637 (S_{Ay}S_{Di} - S_{Dy}S_{Ai})}{S_{Ai} \times S_{Di}}$$

Por tanto, el amortiguamiento equivalente β_{E0} será (Chopra 1995):

$$\beta_{EQ} = \beta_0 + 0,05 = \frac{0,637 (S_{Ay}S_{Di} - S_{Dy}S_{Ai})}{S_{Ai} \times S_{Di}} + 0,05$$

Con el fin de tener en cuenta las características del sistema estructural y la duración del sismo, se incluye un factor de modificación k , que afecta al amortiguamiento histerético (ATC-40, 1996). De este modo se obtiene el amortiguamiento efectivo β_{EFF} :

$$\beta_{EFF} : k\beta_0 + \beta_{ELÁSTICO}$$

Donde:

S_A, S_{Di} : Coordenadas del punto escogido del Espectro de Capacidad.

S_{Ay}, S_{Dy} : Coordenadas del punto de fluencia efectiva.

k : Factor de reducción del amortiguamiento.

$\beta_{ELÁSTICO}$: Amortiguamiento elástico (normalmente se asume 5%).

El valor del factor de reducción k depende del amortiguamiento histerético (β) y del tipo estructural. Se lo puede obtener de la tabla.

El tipo de comportamiento depende del comportamiento histerético y de la sismicidad, como se muestra en la Tabla.

Valores para el Factor de Modificación del Amortiguamiento

Fuente: ATC-40 1996

Tipo de Comportamiento Estructural	β_0 (%)	k
Tipo A	$\leq 16,25$	1,00
	$> 16,25$	$1,13 - \frac{0,51 (S_{Ay}S_{Di} - S_{Dy}S_{Ai})}{S_{Ai} \times S_{Di}}$
Tipo B	$\leq 25,00$	0,67
	$> 25,00$	$0,845 - \frac{0,466 (S_{Ay}S_{Di} - S_{Dy}S_{Ai})}{S_{Ai} \times S_{Di}}$
Tipo C	Cualquier Valor	0,33

Tipos de Comportamiento Estructural.

Fuente: ATC-40 1996

Comportamiento	Características
Tipo A	Comportamiento estructural estable; estructuras cuyo comportamiento histerético puede representarse mediante un paralelogramo. A este grupo pertenecen las estructuras con un adecuado sistema sismorresistente, sometidas a sismos de corta duración.
Tipo B	Comportamiento estructural promedio; estructuras cuyo comportamiento histerético muestra una reducción del lazo histerético respecto del modelo tipo paralelogramo. A este grupo pertenecen las estructuras con un adecuado sistema sismorresistente, sometidas a sismos de larga duración o estructuras con un sistema intermedio sometidas a sismos de corta duración.

Tipo C	Comportamiento estructural pobre; estructuras cuyo comportamiento muestra una gran reducción del lazo histerético respecto del modelo tipo paralelogramo debido a la degradación. A este grupo pertenecen las estructuras con un sistema sismorresistente intermedio sometidas a sismos de larga duración o estructuras con un sistema pobre sometidas a sismos de corta o larga duración.
--------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

El nuevo Espectro de Demanda se reduce debido a que el amortiguamiento equivalente es mayor que el originalmente empleado. Para obtener el espectro reducido se usan factores de reducción para las zonas de aceleraciones y velocidades del espectro (SR_A y SR_V respectivamente) cuyos valores dependen directamente del nivel de amortiguamiento efectivo (ATC-40 1996).

$$SR_A = \frac{3,21 - 0,68 \times \ln(\beta_{EFF})}{2,12}$$

$$SR_V = \frac{3,21 - 0,68 \times \ln(\beta_{EFF})}{2,12}$$

Los valores SR_A y SR_V obtenidos con estas ecuaciones, deberán ser mayores o iguales a los dados en la Tabla.

Valores mínimos admisibles para SR_A y SR_V

Fuente: ATC-40 1996

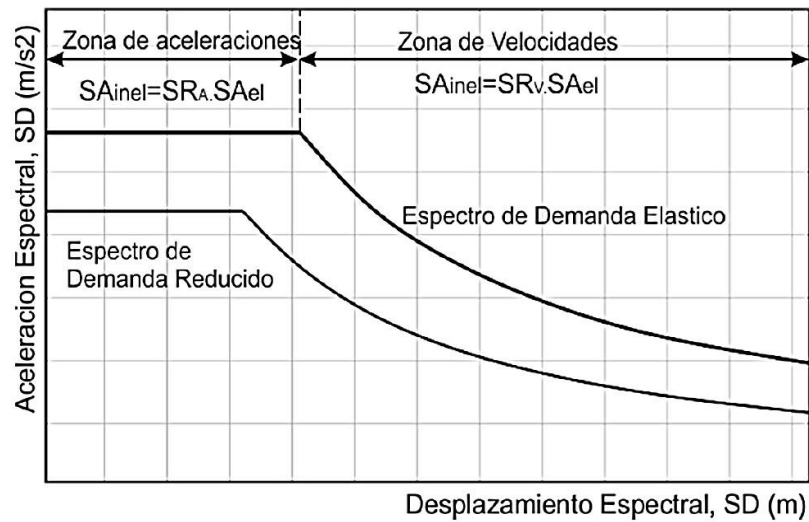
Tipo de Comportamiento Estructural	SR_A	SR_V
Tipo A	0,33	0,50
Tipo B	0,44	0,56
Tipo C	0,56	0,67

El factor SR_A corresponde a la zona de aceleraciones (parte plana del espectro de demanda) y el factor SR_V a la zona de velocidades. Estos factores se multiplican a las aceleraciones espectrales del espectro elástico original, a fin

de obtener las aceleraciones espectrales inelásticas.

Para graficar el espectro reducido se debe considerar que el periodo que marca el fin de la plataforma de aceleración constante, denominado T'_p no corresponde al período T_p del espectro original y debe calcularse mediante la expresión:

$$T'_p = T_p \left(\frac{SR_V}{SR_A} \right)$$



Reducción del Espectro de Demanda Elástico.

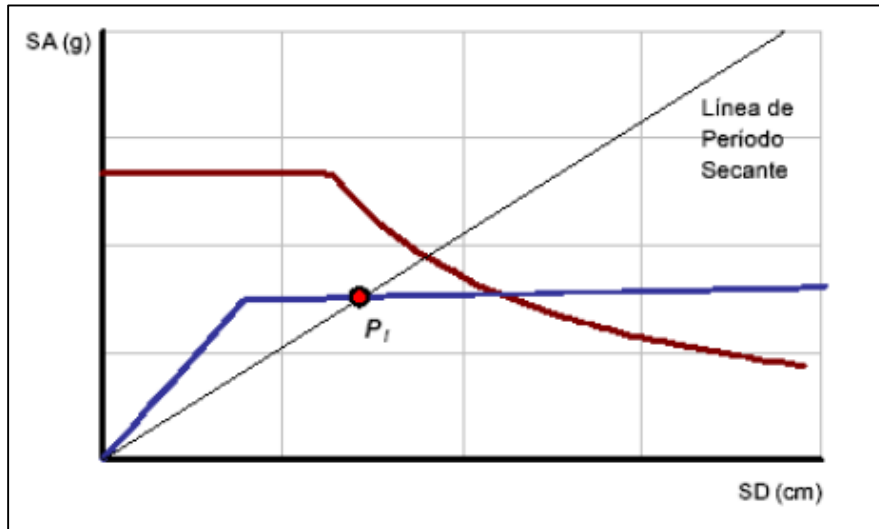
Fuente: Fernández 2006

Procedimiento para Determinar el Punto de Desempeño

El ATC-40 (ATC-40 1996) sugiere tres procedimientos de análisis espectral inelástico para estimar el Punto de Desempeño: Procedimientos A, B y C. El programa SAP2000 v15 Educational utiliza una variante del procedimiento B para calcular el punto de desempeño (Chunque 2013).

Para determinar el Punto de Desempeño, debe obtenerse primero un Espectro de Demanda para Amortiguamiento Variable (EDAV). Luego el Punto buscado se obtiene como la intersección del EDAV y el Espectro de Capacidad. Para obtener un punto del EDAV (T'_p) se identifica primero un punto del tramo inelástico en el Espectro de Capacidad $P_i (S_{Di}, S_{Ai})$ y se sigue el siguiente procedimiento:

Se traza una línea radial de periodo secante que pase por el punto P_i

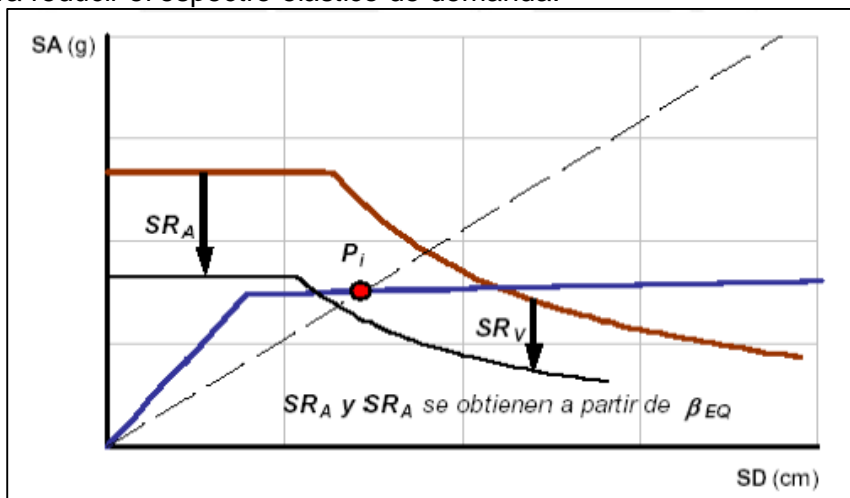


Procedimiento para hallar el EDAV.

Fuente: Fernández 2006

Con las coordenadas del punto $P_i (S_{Di}, S_{Ai})$, las Tablas y la ecuación correspondiente, se calcula el amortiguamiento equivalente (β_{EQ}).

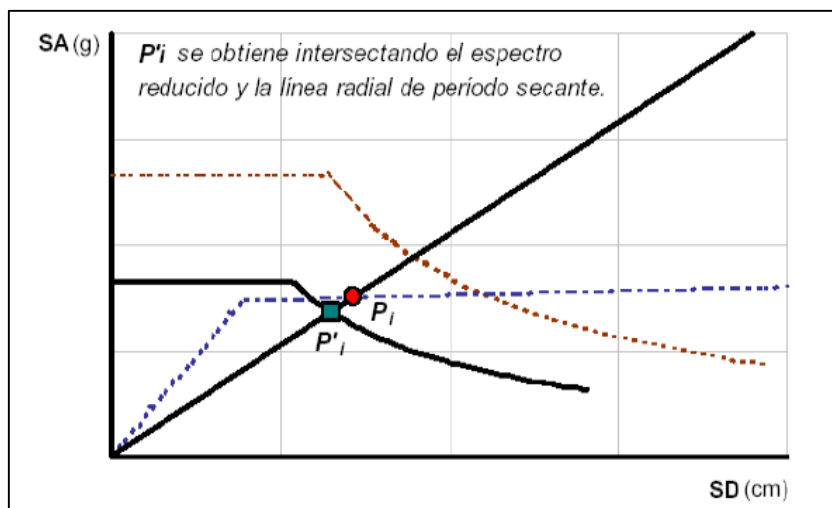
Con el amortiguamiento equivalente (β_{EQ}) se calculan los factores SR_A y SR_V para reducir el espectro elástico de demanda.



Reducción del espectro elástico de demanda.

Fuente: Fernández 2006

El Espectro de Demanda Reducido se intercepta con la línea de periodo secante y se obtiene un punto P'_i

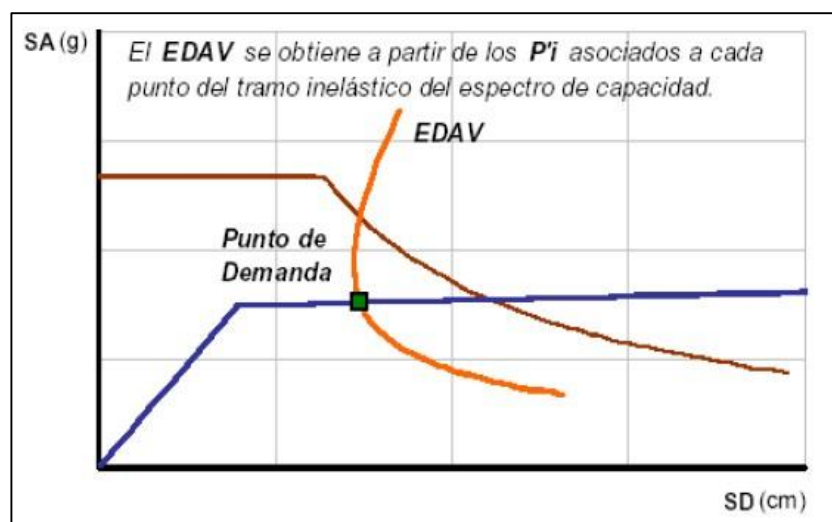


Intersección del espectro de demanda reducido y la línea radial de período secante.

Fuente: Fernández 2006

Siguiendo el mismo procedimiento para cada punto del Espectro de Capacidad, se obtienen otros puntos que en su conjunto forman el EDAV.

Finalmente, el Punto de Desempeño se obtiene por intersección del EDAV con el Espectro de Capacidad.



Intersección del Espectro de Capacidad y el EDAV.

Fuente: Fernández 2006

E. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICACIONES

El Comité VISION 2000 del SEAOC propone cinco niveles de desempeño, que se describen en función del comportamiento del sistema estructural y de las instalaciones y elementos no estructurales en general. La Tabla resume la propuesta del Comité VISION 2000 (SEAOC, 1995).

Descripción de los Daños Asociados a cada Nivel de Desempeño.

Fuente: SEAOC 1995

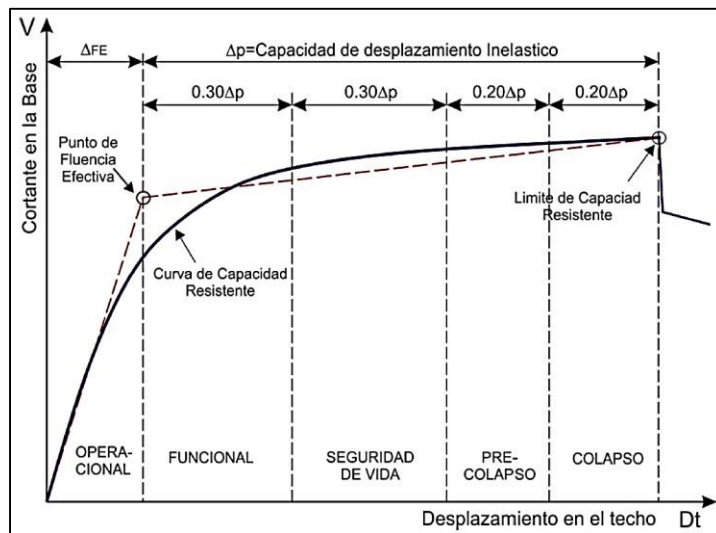
Nivel de Desempeño	Descripción
Operacional(O)	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Los sistemas de evacuación y todas las instalaciones continúan prestando servicio.
Funcional(F)	Agrietamiento en elementos estructurales. Daño leve y moderado en elementos arquitectónicos. Los sistemas de evacuación y seguridad funcionan con normalidad
Resguardo de Vida(RV)	Daño moderado en algunos elementos. Pérdida de resistencia y rigidez del sistema resistente de cargas laterales. El sistema permanece funcional. Algunos elementos no estructurales pueden dañarse.
Cerca al Colapso(CC)	Daños severos en elementos estructurales. Fallo de elementos secundarios, no estructurales y contenidos.
Colapso(C)	Pérdida parcial o total de soporte. Colapso parcial o total. No es posible la reparación.

Desde el punto de vista estructural, los niveles de desempeño corresponden a sectores definidos de la Curva de Capacidad de la estructura. Para sectorizar la Curva de Capacidad debe encontrarse la Fluencia Efectiva para definir el tramo elástico e inelástico de la estructura. El tramo inelástico de la Curva de Capacidad se divide en cuatro sectores definidos por fracciones de Δ_p a las cuales se asocia un Nivel de Desempeño. Este criterio de evaluación, propuesto por el Comité VISION 2000 del SEAOC, propone que para cada Nivel de Desempeño le corresponde un rango de desplazamiento en el techo de la estructura. Estos se detallan en la Tabla.

Rango de Desplazamiento Asociado a cada Nivel de Desempeño.
Fuente: SEAOC 1995

Nivel de Desempeño	Rango de Desplazamiento
Operacional	0 – (ΔFE)
Funcional	(ΔFE) – ($\Delta FE + 0.30\Delta p$)
Seguridad de Vida	($\Delta FE + 0.30\Delta p$) – ($\Delta FE + 0.60\Delta p$)
Cerca al Colapso	($\Delta FE + 0.60\Delta p$) – ($\Delta FE + 0.80\Delta p$)
Colapso	($\Delta FE + 0.80\Delta p$) – ($\Delta FE + \Delta p$)

ΔFE : Desplazamiento correspondiente al Punto de Fluencia Efectiva. Es el desplazamiento en el rango elástico de la estructura.
 Δp : Rango Plástico.



Sectorización de la Curva de Capacidad.
Fuente: SEAOC 1995

MEMORIA DESCRIPTIVA Y DIAGNOSTICO ACTUAL DE LA I.E.

Datos de la I.E

Primaria
Pública - Sector Educación
Área geográfica: Rural

Código modular: 0443101
Código de local: 094334
Estado: Activo

La Institución Educativa San Antonio no contaba con Infraestructura Educativa adecuada, La IE 82109 cuenta con un terreno de 1717.64m². En el terreno en mención, en el año 2010 tenía construido una edificación de material noble y edificaciones de adobe.

La edificación de material noble se ubicaba a la derecha entrando por el Ingreso No 02. Consta de 02 pisos con 04 aulas (02 aulas por piso), una escalera de acceso al segundo piso y un ambiente de coordinación debajo de ésta. El techo de este edificio es inclinado, de viguería de madera con cobertura de teja andina. Esta edificación fue construida por una empresa minera de la zona en el año 2004 y se encuentra en buen estado de conservación.

Las edificaciones de adobe eran las siguientes:

- 04 aulas distribuidas en 02 pisos; ubicadas a la izquierda entrando por el Ingreso No 1. Estos ambientes no eran ocupados por el mal estado en que se encuentran.
- 02 ambientes en una edificación de 01 piso; utilizados para la Dirección y 01 cocina, ubicados a la derecha entrando por el Ingreso No 01. El estado de conservación de estos ambientes era malo; debido a la presencia de grietas en algunas partes.
- 03 aulas ubicadas a la izquierda entrando por el Ingreso No 02. Estos ambientes eran de 01 piso y se encuentran en regular estado de conservación.
- Letrinas ubicadas en la parte baja del terreno (hacia el sur), se encontraban en mal estado de conservación.
- Muro perimetral en los linderos oeste y sur; estos se encontraban en mal estado de conservación, debido a que el empuje del material de relleno del interior de la Institución Educativa, ha dañado este muro cortándolo horizontalmente; constituyéndose en un peligro para los alumnos, profesores y moradores de la zona.

Por tal razón es que se decidió realizar el mejoramiento de estas estructuras de adobe, construyéndolas de material noble en el año 2010. Estas estructuras fueron construidas con el Reglamento Nacional de Edificaciones 2009 - normas E-020 cargas, E- 030 Sismorresistente ya en vigencia.

Ubicación:

Distrito : Cajamarca Provincia
 : Cajamarca
 Departamento: Cajamarca

Datos Históricos De Diseño

- El modulo que se analizara fue construido en el año 2010, con la siguiente metas:

Primer Piso:

- 01 ambiente para Dirección.
- 01 ambiente para Sala de Profesores.
- 01 ambiente para Departamento de Educación Física.
- Servicios higiénicos para niñas.
- Servicios higiénicos para niños.

Segundo Piso:

- 01 ambiente para almacén.
- 02 aulas.

Datos Poblacionales

Estudiantes por grado y sexo

Nivel	Total		1° Grado		2° Grado		3° Grado		4° Grado		5° Grado		6° Grado	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Primaria	32	28	8	1	2	7	7	8	9	5	4	2	2	5

Estudiantes por grado 2004 – 2014

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total	101	102	103	99	89	76	77	79		63	60
1º Grado	14	15	22	18	8	13	13	15		9	9
2º Grado	25	17	15	21	17	9	12	14		15	9
3º Grado	15	21	16	11	22	14	10	12		14	15
4º Grado	19	14	22	17	10	21	12	13		10	14
5º Grado	19	20	12	24	12	10	19	12		8	6
6º Grado	9	15	16	8	20	9	11	13		7	7

Docentes, 2004 – 2014

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total	6	6	6	6	6	6	6	5		5	5

Total: 65 personas.

F. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

i. Capacidad

Representación de la habilidad de la estructura para resistir la demanda sísmica. Ésta depende de la capacidad de resistencia y deformación de los componentes individuales de la estructura (ATC-40 1996).

ii. Curva de Capacidad

Representación de la habilidad de la estructura para resistir la demanda sísmica. Ésta depende de la capacidad de resistencia y deformación de los componentes individuales de la estructura (ATC-40 1996).

iii. Espectro de Capacidad

Es la representación de la Curva de Capacidad al transformar la fuerza cortante

y desplazamiento del techo D_t a coordenadas de aceleración espectral S_A y desplazamiento espectral S_D respectivamente (ATC-40 1996).

iv. **Demanda**

O desplazamiento. Es la representación del movimiento del suelo debido a un sismo (ATC-40 1996).

v. **Espectro de Demanda**

Espectro de Respuesta Reducido utilizado para representar el movimiento del suelo en un sismo mediante el método de Espectro – Capacidad (ATC-40 1996).

vi. **Desempeño Estructural**

Es una expresión del comportamiento deseado o del desempeño objetivo que debe ser capaz de alcanzar un edificio sujeto a un determinado nivel de movimiento sísmico. Pueden definirse múltiples niveles de desempeño de la edificación para cada uno de los niveles de movimientos especificados. Su selección debe estar basada en las características de ocupación de la edificación, la importancia de la función de sus instalaciones, las consideraciones económicas relacionadas con los costos de reparación de daño y de interrupción de servicios, la importancia de la edificación en el ámbito histórico y cultural (SEAOC 1995).

El desempeño depende de la manera en que la capacidad pueda manejar la demanda (ATC-40 1996).

vii. **Método del Espectro de Capacidad**

Procedimiento de Análisis Estático No Lineal que proporciona una representación gráfica del comportamiento sísmico esperado de la estructura existente por la intersección del espectro de la capacidad de la estructura con un espectro de respuesta (espectro de la demanda), representación de la demanda de desplazamiento del terremoto en la estructura. La intersección es el Punto de Desempeño, y la coordenada de desplazamiento de éste es el desplazamiento de la demanda estimada de la estructura para el nivel especificado de riesgo sísmico (ATC-40 1996).

viii. **Amenaza Sísmica**

Fenómeno físico asociado a un sismo, tal como el movimiento fuerte del terreno o falla del mismo, que tiene el potencial de producir una pérdida. Para evaluar la amenaza sísmica de una zona hay que conocer previamente la sismicidad de la misma y esta última está definida por parámetros que

caracterizan los fenómenos sísmicos, tales como: magnitud, momento, intensidad, aceleración, velocidad y desplazamiento del suelo (Garzón 2011).

ix. **Edificaciones Esenciales**

Son aquellas edificaciones cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de ocurrido un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua, centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos (RNE E-030).

x. **Nivel de Desempeño**

Estado límite de daño o condición descrita por el daño físico dentro del edificio, la amenaza a la seguridad de vida de los ocupantes debido a los daños del edificio, y del servicio post-terremoto del edificio.

El nivel de desempeño de un edificio es la combinación del nivel de desempeño estructural y el nivel de desempeño no estructural. (ATC-40 1996).

xi. **Punto de Desempeño**

Es la intersección del Espectro de Capacidad con el apropiado Espectro de Demanda en el Método del Espectro de Capacidad. Representa el máximo desplazamiento estructural esperado por el movimiento sísmico demandado (ATC-40 1996).

xii. **Nudo de Control de Desplazamiento**

Es el nudo ubicado en el centro de masa del techo de una edificación usado en el Análisis Estático No Lineal para medir los efectos originados por los movimientos sísmicos en la estructura. (FEMA-356 2000).

xiii. **Diagrama Momento-Giro**

Es una representación de los valores obtenidos de la relación Momento

Curvatura de un elemento, en la que el giro está representado por la multiplicación del valor de la curvatura por la longitud de la rótula plástica (L_p).

xiv. **Rótula Plástica**

Una rótula plástica es la zona de daño equivalente en la cual se concentra toda la deformación inelástica y el daño y la curvatura son constantes. A la rótula plástica le corresponde una longitud L_p correspondiente a una aproximación de 0,4 a 0,5 veces el peralte del elemento (Paulay y Priestley 1992).

Punto en el cual la sección no es capaz de absorber mayor momento flector y empieza únicamente a rotar (Aguilar 2003).

xv. **Relación Momento-Curvatura**

La relación momento-curvatura nos permite, en forma rápida, visualizar que tan dúctil y resistente es un miembro. Además, el área bajo la curva representa la energía interna, la parte bajo la región elástica es la energía de deformación acumulada en el miembro, mientras que el área bajo la región de post fluencia corresponde a la energía disipada en las deformaciones plásticas del mismo. De la relación momento-curvatura se obtiene la máxima capacidad a flexión del elemento (M_u), la curvatura última (ϕ_u), así como también sus respectivos momento y curvatura de fluencia, de tal forma que estas cantidades pueden compararse con las demandas que se tienen en el diseño.

xvi. **Ensayo Monotónico**

Es un ensayo de Carga o Desplazamiento Incremental. Consiste en imponer a la estructura un juego de cargas o desplazamientos laterales crecientes en un solo sentido, que varían lentamente durante el ensayo evitando así la aparición de las fuerzas de inercia y así es posible estudiar directamente las relaciones fuerza restitutiva versus desplazamiento lateral.

Durante el proceso se van registrando los desplazamientos y las fuerzas aplicadas, y como resultado se obtiene una curva fuerza cortante en la base versus desplazamiento del techo o Curva de Capacidad.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo Evaluar la Efectividad del comportamiento sismorresistente de la estructura Educativa de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov. de Cajamarca, Región Cajamarca?

1.5. HIPÓTESIS

La ejecución del análisis Estático Lineal y del diseño basado en el desempeño sísmico usando SAP2000 v.15, determinara la efectividad del Comportamiento Sismoresistente de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov. de Cajamarca.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo General

- ✓ Efectuar el análisis Sísmico Lineal y diseño basado en desempeño sísmico usando SAP 2000 v.15 para analizar la Efectividad del comportamiento sismorresistente de la estructura Educativa de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov. De Cajamarca, Región Cajamarca”

1.6.2. Objetivos Específicos

- ✓ Efectuar el análisis Estático Lineal usando SAP2000 v.15 de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov. De Cajamarca, Región Cajamarca”
- ✓ Obtener resultados del análisis Sísmico Lineal usando SAP2000 v.15 para verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el reglamento Nacional de edificaciones, Normal E -030 de Diseño Sismorresistente Peruana.
- ✓ Efectuar el análisis no lineal Pushover usando SAP2000 v.15 de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov. De Cajamarca, Región Cajamarca”
- ✓ Obtener resultados del análisis no lineal Pushover usando SAP2000 v.15 para determinar el nivel Desempeño sismoresistente de la estructura Educativa De La I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov. De Cajamarca, Región Cajamarca”

2. MARCO METODOLOGICO

2.1. VARIABLES

2.1.1. VARIABLE DEPENDIENTE

- ✓ Análisis Estático Lineal usando SAP2000 v.15.
- ✓ Diseño basado en el desempeño sísmico usando SAP2000 v15.

2.1.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Efectividad del comportamiento sismorresistente de la estructura Educativa de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta

2.1.3. INDICADORES.

- ✓ Ubicación de la estructura materia de investigación
- ✓ Toma de medidas y datos específicos de elementos estructurales
- ✓ Digitalización de planos mediante software Auto Cad
- ✓ Metrados de cargas de la edificación
- ✓ Análisis de cargas estáticas según norma E-030 Diseño Sismoresistente
- ✓ Diagramas Momento Giro de Columnas y Vigas.
- ✓ Curvas de Capacidad de la Estructura.
- ✓ Espectros de Respuesta.
- ✓ Verificación de Resultados mediante Software SAP-2000 v.15

2.2. OPERALIZACION DE VARIABLES

2.2.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL

2.2.1.1. Análisis Estático Lineal

Conocidos los métodos de análisis lineales se realizará la evaluación del desplazamiento máximo y el punto de desempeño. Los valores que se obtendrán nos servirán para compararlos al procedimiento estático no lineal y posteriormente a los procedimientos tiempo-historia.

Se usará una carga pseudo-lateral para calcular las fuerzas y desplazamientos en el edificio y posteriormente deberá verificarse usando los criterios de aceptación. La carga pseudo-lateral aplicada al modelo elástico lineal, nos dará resultados de los desplazamientos de diseño aproximados al desplazamiento máximo esperado. En el modelo pseudo-tridimensional se supone a la estructura como un ensamble de pórticos planos. Las rigideces de cada pórtico en su plano son mucho mayores que aquellas en la dirección transversal, que se consideran despreciables. Igualmente se desprecian las rigideces torsionales de todos los elementos. Los pórticos se suponen interconectados solamente por las losas de

entrepiso, que actúan como diafragmas infinitamente rígidos en su plano. Como consecuencia, no se consideran deformaciones axiales en las vigas, es decir se supone que en cada pórtico todos los mides de un piso tienen el mismo desplazamiento horizontal.

Es también habitual despreciar las deformaciones de corte en las vigas, en contraste con los elementos verticales (columnas o placas), para los que se consideran deformaciones de flexión, axiales y de corte. Las fuerzas de inercia se consideran concentradas en los niveles que corresponden a las losas de entrepiso. Con estas hipótesis puede plantearse un modelo numérico con tres grados de libertad por piso

2.2.1.2. Diseño Basado En El Desempeño Sísmico

El diseño sísmico basado en el desempeño de las estructuras ha llegado a ser considerado como la manera más racional para plantear el problema del diseño sísmico. Esto se debe a que desde un inicio del proceso de diseño, el Ingeniero considera de manera explícita los niveles de daños esperados durante la vida útil de la estructura (Viera 2004).

El Comité VISION 2000 (SEAOC 1995), ha propuesto un proceso global de diseño que consta de tres fases:

2.2.2. OPERALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTOS
Análisis Lineal	Estudio	Ubicación Tipo de edificación Uso de la edificación	Método Matricial Análisis Computarizado (SAP 2000 v.15)

Análisis No Lineal Pushover	Estudio	Diagramas de Momento Giro, Curvas de Capacidad Espectro de Respuesta	Análisis Computarizado (SAP 2000 v.15)
comportamiento sismorresistente de la estructura	Aplicación de la Normatividad del Diseño Sismoresistente	Forma de Aplicación	E-030 ATC -40 FEMA 273 Pushover.

2.3. METODOLOGIA

Toda investigación está orientada a cumplir el objetivo general, esto es conocer y verificar el comportamiento sísmico de la edificación materia del estudio.

Para lograr dicho propósito se obtuvo información del diseño y construcción de la estructura de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Huambocancha Alta, Cajamarca; y con la misma se inicia el análisis.

El análisis Sísmico de la estructura se realiza efectuando el análisis estático, este análisis es efectuado utilizando el Programa de Análisis Estructural SAP-2000, el cual utiliza para sus cálculos el método de Elementos finitos.

Para el Análisis Sísmico estático, es necesario realizar el metrado de cargas, elaborar cuadros resumen de los pesos, masas, alturas de entrepiso, esto es basado en los requisitos generales de diseño especificado en las normas, y calcular las fuerzas que son asignadas como carga horizontal aplicadas en el centro de masa de cada nivel. Las fuerzas Sísmicas obtenidas se incluyen en el modelo actuando independientemente en cada dirección de análisis.

El programa permite obtener los resultados así como visualizar las deformadas de la estructura y generar una animación de la misma bajo cargas para asegurar que el comportamiento sea el esperado. A la vez que brinda los valores de los desplazamientos y rotaciones de cualquier punto o nudo de la estructura.

2.4. TIPO DE ESTUDIO

Según el grado de control de las variables, la presente investigación es de tipo no experimental descriptivo. Este tipo de metodología a aplicar se enfoca a la evaluación sísmica de la edificación partiendo desde un marco teórico y normativo con aplicación de la norma E030 – Diseño Sismoresistente. Los estudios descriptivos se centran en recolectar datos que describan la condición funcional y estructural de la edificación analizada

2.5. DISEÑO

El diseño es un plan o estrategia concebido para responder a las preguntas materia de investigación. Así mismo es usado para controlar variables, es un instrumento de dirección para la investigación.

2.6. POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO

2.6.1. Población; instituciones educativas del Departamento de Cajamarca.

2.6.2. Muestreo: IE provincia de Cajamarca

La muestra corresponde a la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Huambocancha Alta, Cajamarca. Esta edificación, es una estructura de concreto armado, con combinación de pórticos y albañilería confinada, de dos niveles.

2.7. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

La obtención de información es la etapa más importante para la realización de la investigación, ya que con ella se pudo obtener la definición del problema, el planteamiento y la comprobación de las hipótesis, como la elaboración del marco teórico y del informe de resultados.

Una de las principales fuentes de obtención de datos es el expediente técnico de la estructura.

Además, Dentro de la presente investigación, la técnica de recolección usada fue mediante observación directa mediante la elaboración de hojas de cálculo, donde se registra las características de la estructura de acuerdo al expediente técnico. Observar nos dio a conocer cuál es el comportamiento de la estructura frente a la ocurrencia de un sismo, con la observación nos permitió seleccionar, organizar y relacionar los datos referentes a nuestro problema.

Los datos obtenidos fueron ingresados al software SAP 2000 v.15, para realizar el modelamiento de la estructura y proceder con la evaluación frente a la ocurrencia de un sismo.

2.8. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

2.8.1. Análisis Estático Lineal

En base a la información recopilada sobre la edificación (planos de construcción, especificaciones técnicas, metrado de cargas y resultados del ensayo de esclerometría) se procede a elaborar el modelo idealizado de la edificación, empleando el software SAP2000 V15 Educational.

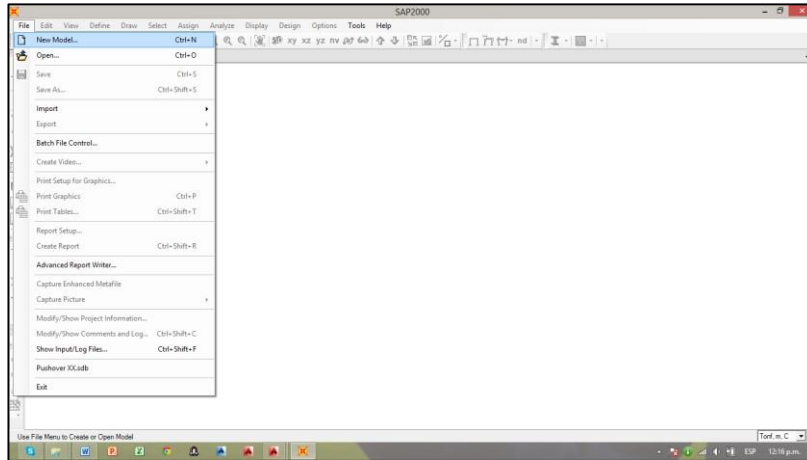
Para el efecto, se tuvo en cuenta los criterios de modelamiento y otros requerimientos establecidos en ASCE7-10 (ASCE 7-10), SEAOC – Libro Azul (SEAOC 1999), ATC-40 (ATC-40 1996) y la NTP E.030 (RNE 2006). Estas recomendaciones ayudaron a establecer un modelo matemático adecuado para el análisis y son las siguientes:

- a. Para determinar las cargas sísmicas, se permite considerar que la estructura está fija en la base (ASCE 7-10/12.7.1).
- b. El peso de la edificación se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación, un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que depende de la categoría de la edificación; en nuestro caso, el 50% de la carga viva y el 25% de la carga viva de techo (E.030/16.3).

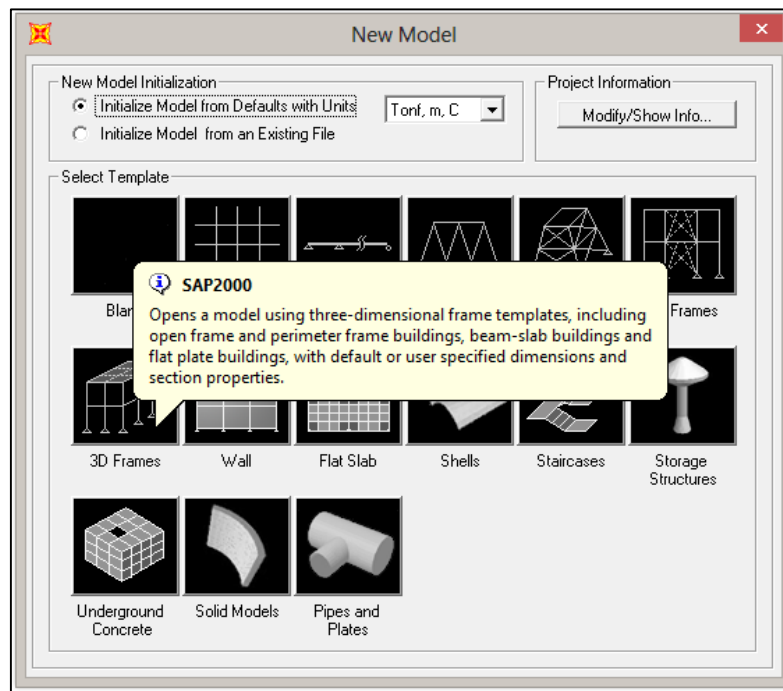
$$P = PP + CM + 0.50 CV + 0.25 CVT$$

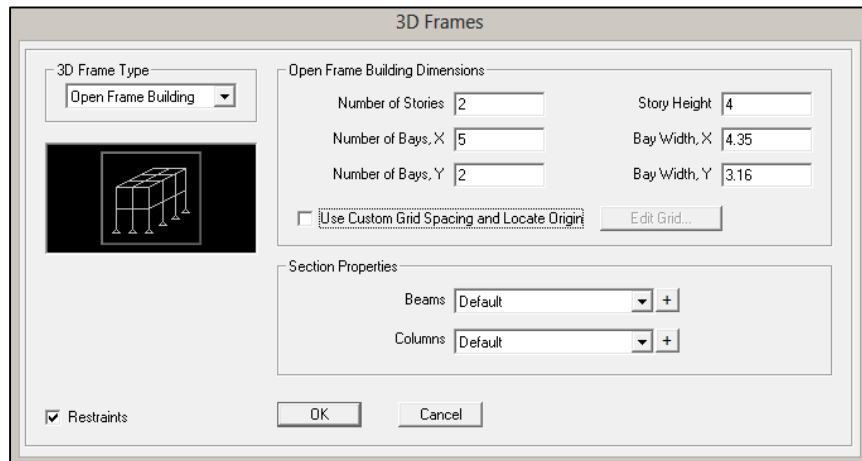
A. MODELAMIENTO

Luego de ingresar al SAP2000 v.15, ingresamos a “File -> New Model” para crear un nuevo modelamiento.

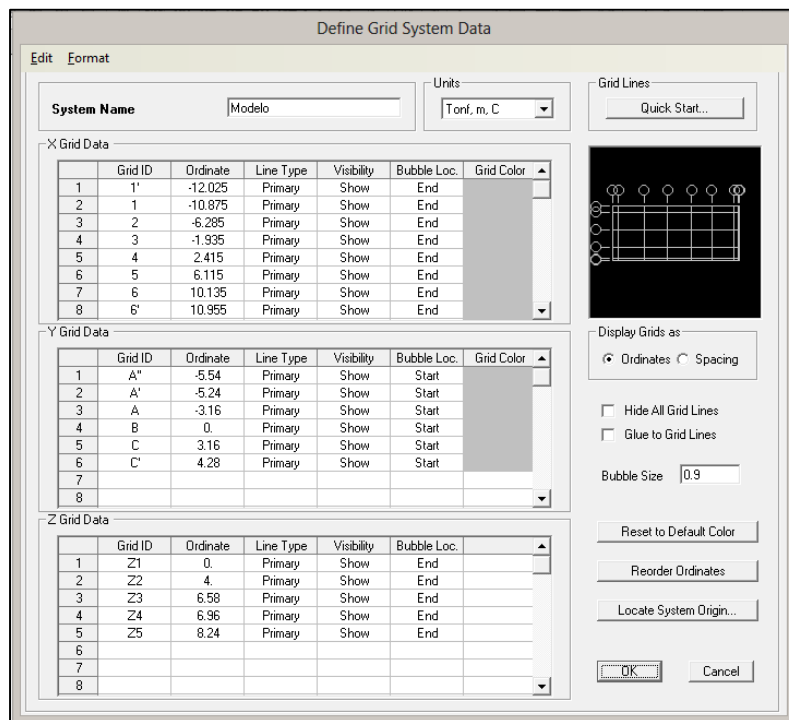


- a) GRILLA – 3D Frame, definimos las unidades con las que vamos a trabajar, en este caso: Tonf, m, C

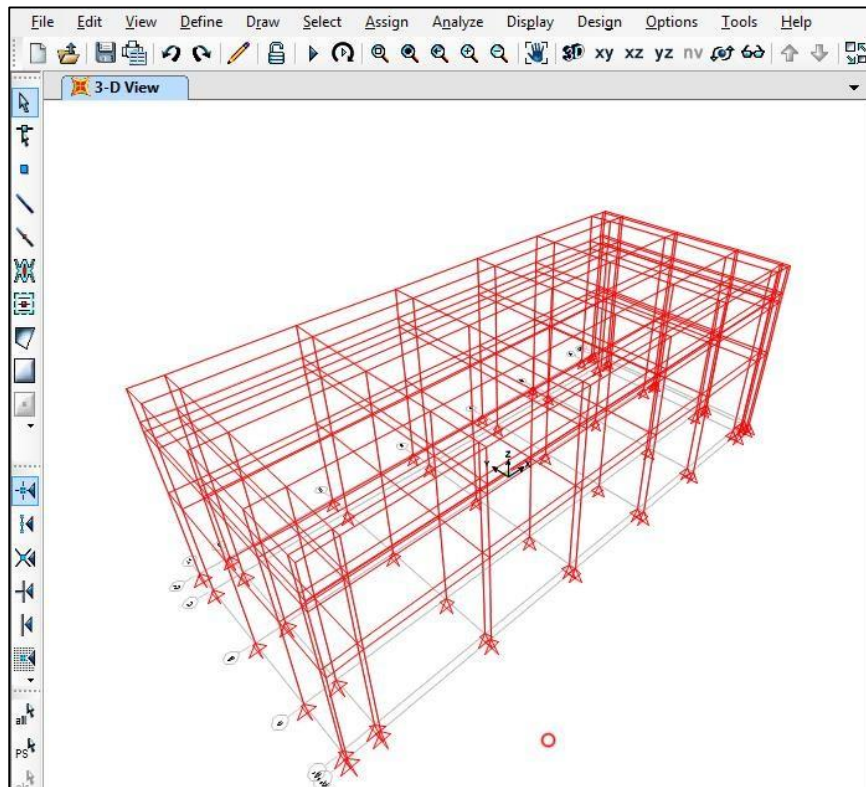




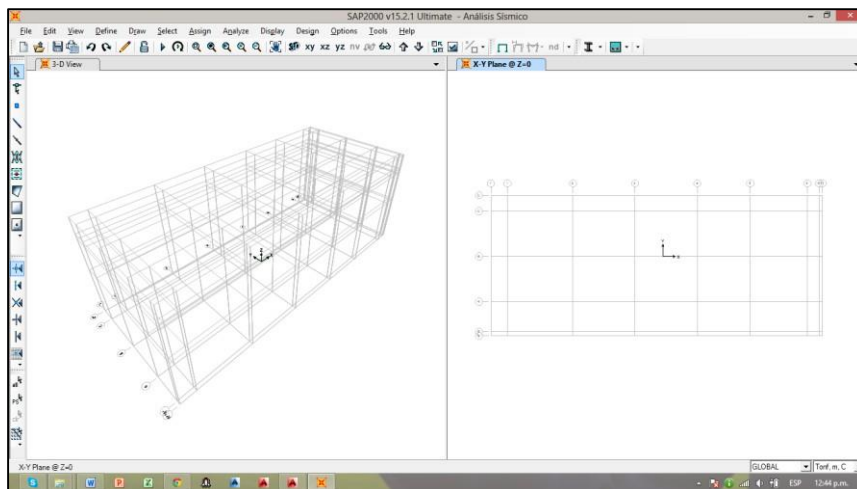
- b) Definimos los ejes tomando como referencia los planos de la I.E. San Antonio, los puntos serán definidos en el Eje de las estructuras.



- c) El programa SAP2000 v.15 nos muestra todas las líneas referenciales que hemos definido.

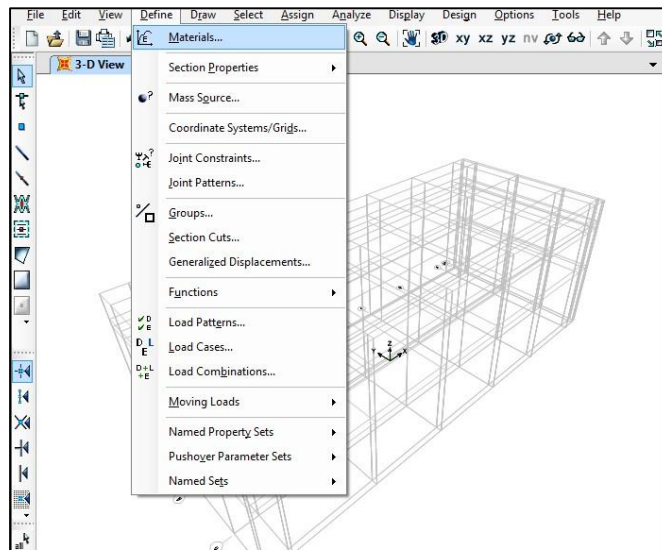


d) Borrarnos todo, ya que por arquitectura es mejor dibujar los elementos manualmente.

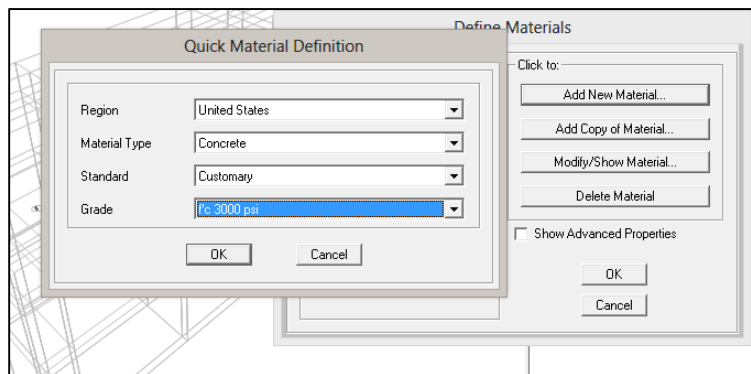


B. DEFINIMOS MATERIALES

Definimos materiales: CONCRETO $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ($E=15100 \cdot \text{SQR}(210)$)



a) Seleccionamos Material Type (tipo de material) Concreto.



b) Definimos el concreto de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con las especificaciones que indica la figura siguiente. En el Peso colocaremos Cero, ya que las cargas serán asignadas posteriormente.

General Data	
Material Name and Display Color	f'c = 210 Kg/cm2 ■
Material Type	Concrete
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	2.4
Mass per Unit Volume	0.24
Units: Tonf, m, C	
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2188197.9
Poisson's Ratio, U	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	9.900E-06
Shear Modulus, G	911749.1
Other Properties for Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, f'c	2100.
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	
<input type="checkbox"/> Switch To Advanced Property Display	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

c) Definimos materiales: ACERO $F_y=4200$ Kg/cm² ($E=2000000$ Kg/cm²)

Define Materials	
Quick Material Definition	
Region	United States
Material Type	Rebar
Standard	ASTM A615
Grade	Grade 60
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	
<input type="checkbox"/> Show Advanced Properties	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

General Data

Material Name and Display Color:

Material Type:

Material Notes:

Weight and Mass

Weight per Unit Volume:

Mass per Unit Volume:

Units:

Uniaxial Property Data

Modulus of Elasticity, E:

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A:

Shear Modulus, G:

Other Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Stress, Fy:

Minimum Tensile Stress, Fu:

Expected Yield Stress, Fye:

Expected Tensile Stress, Fue:

Switch To Advanced Property Display

d) Modificamos las propiedades del material en función al expediente técnico y los planos de la I.E.

Material Property Data

Material Name:

Material Type:

Symmetry Type:

Modulus of Elasticity: E1

Poisson's Ratio: U12

Coeff of Thermal Expansion: A1

Shear Modulus: G12

Weight and Mass

Weight per Unit Volume:

Mass per Unit Volume:

Units:

Other Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Stress, Fy:

Minimum Tensile Stress, Fu:

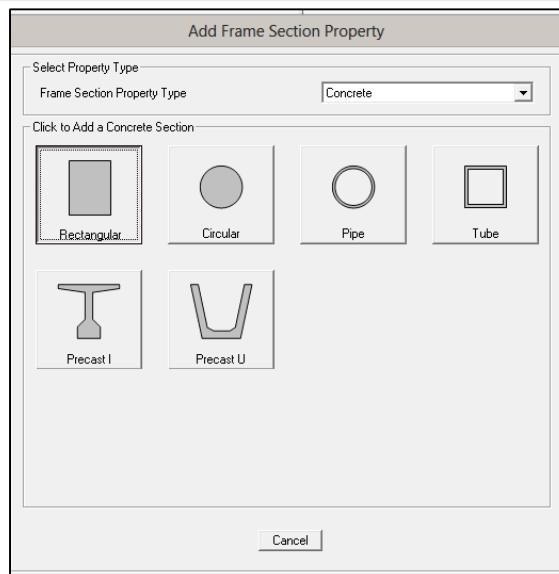
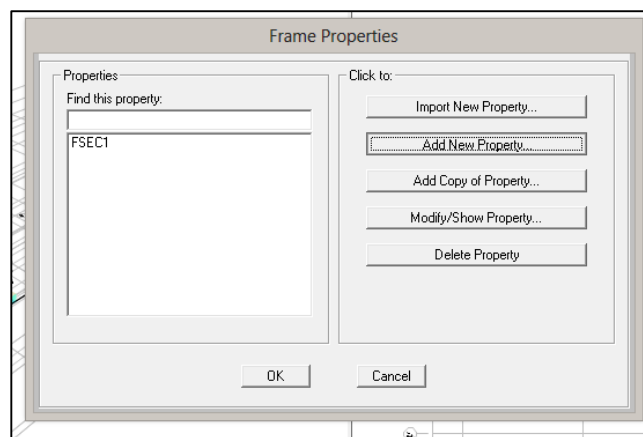
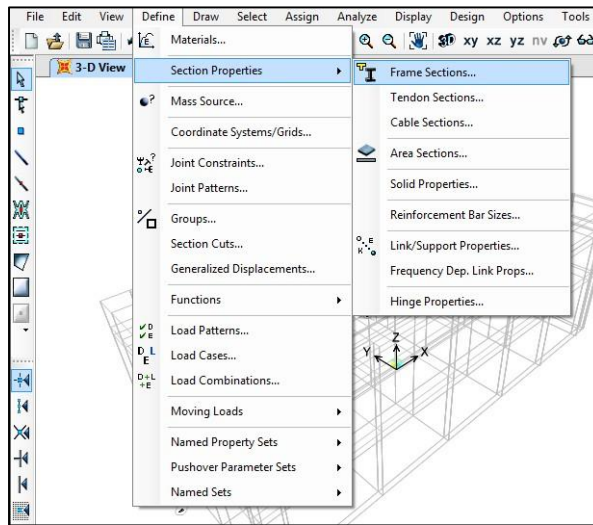
Expected Yield Stress, Fye:

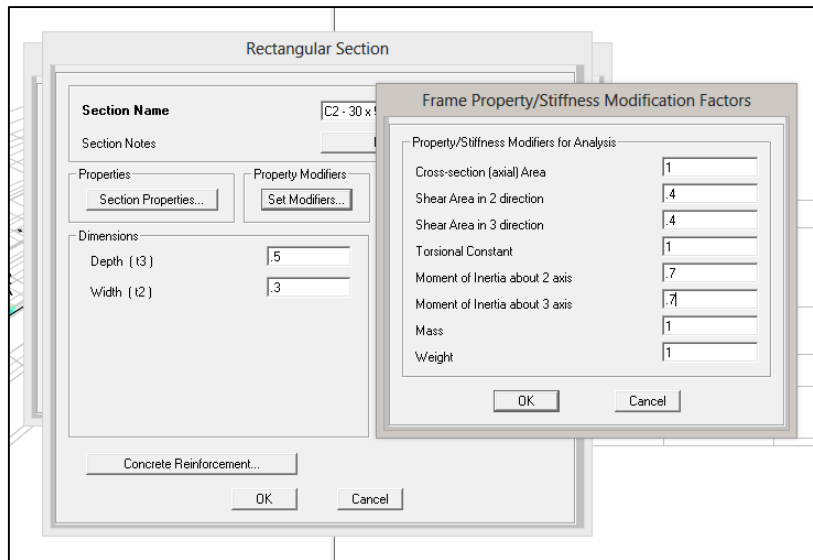
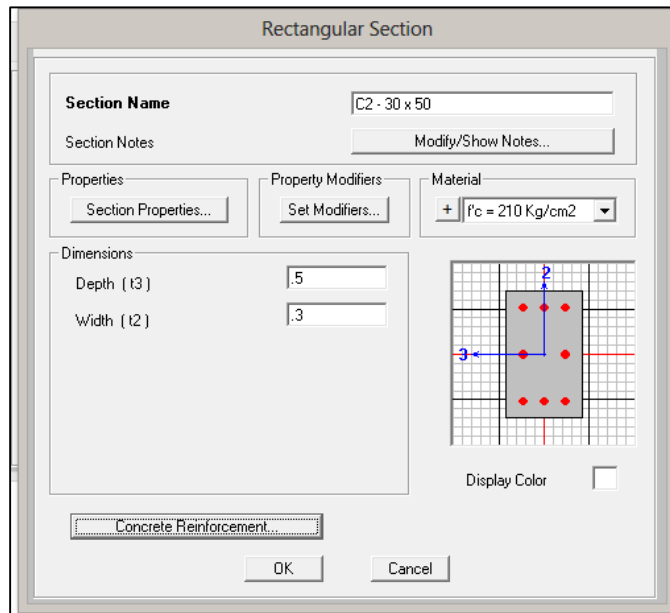
Expected Tensile Stress, Fue:

Advanced Material Property Data

C. DEFINICIONES DE SECCIONES

a) COLUMNA C2 (Rectangular):

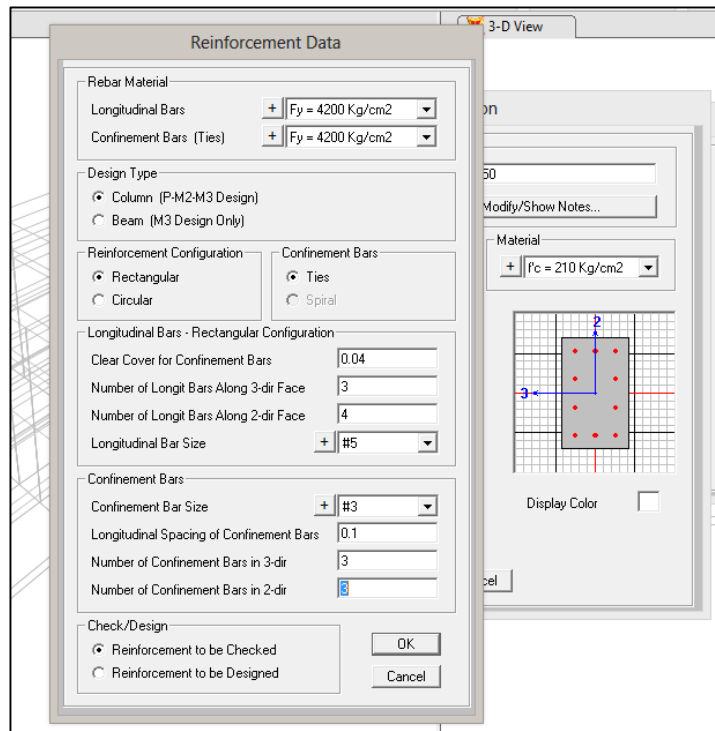




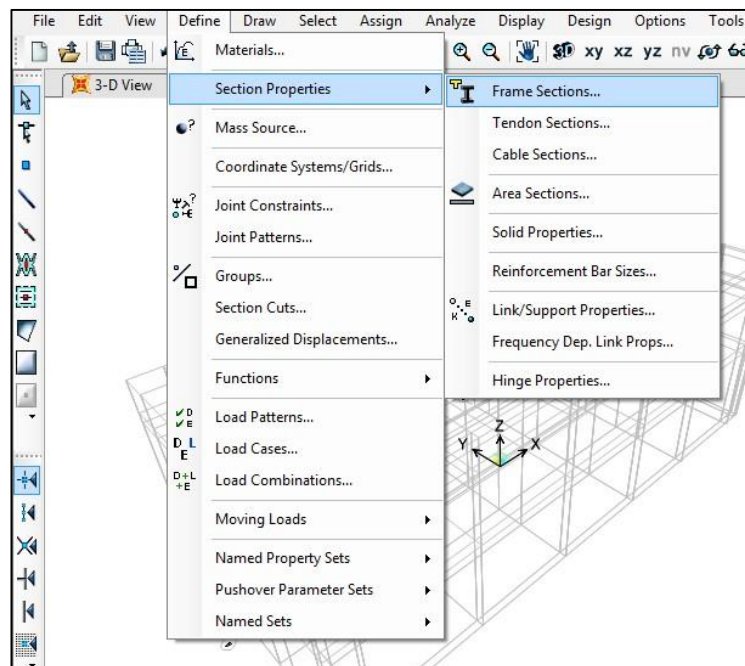
Valores de rigidez efectiva empleados en el Modelo.

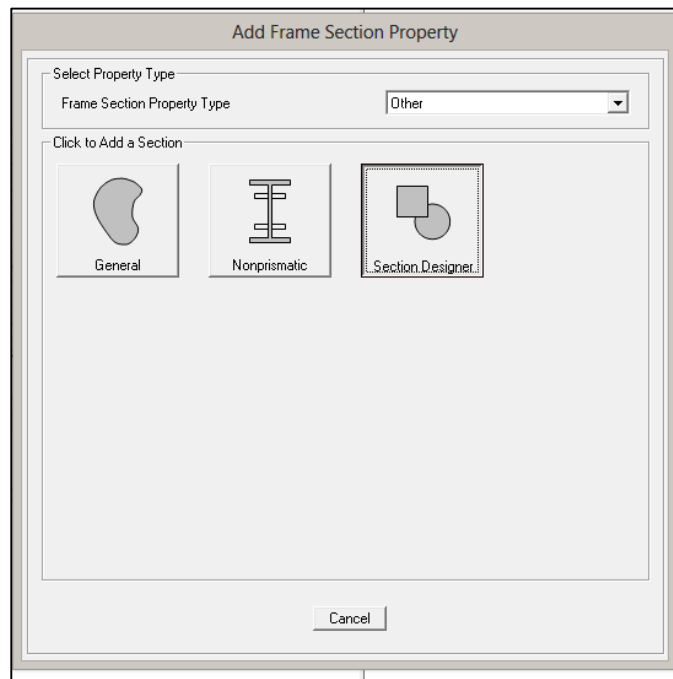
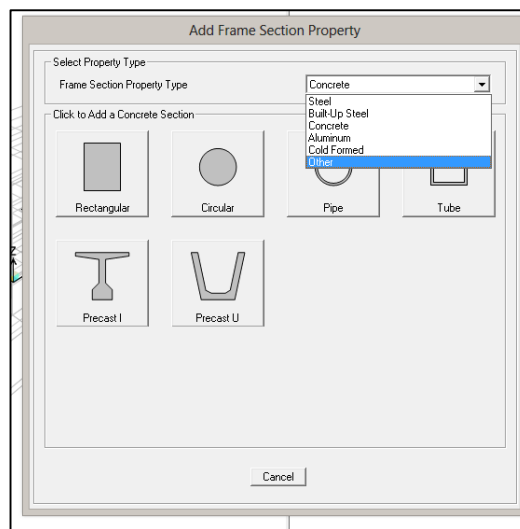
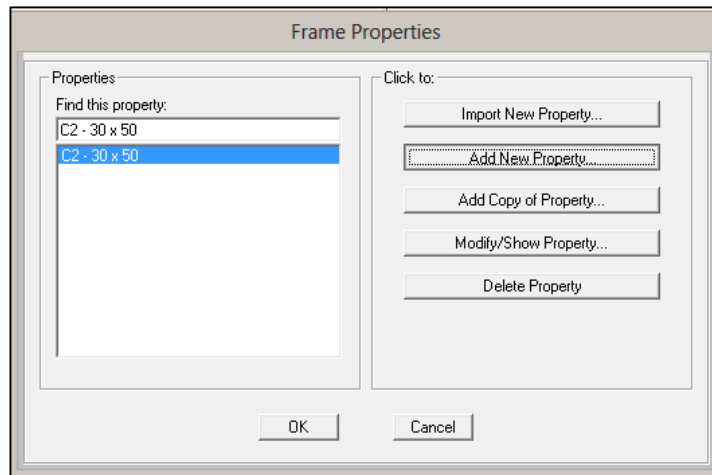
Fuente: ATC-40 1996

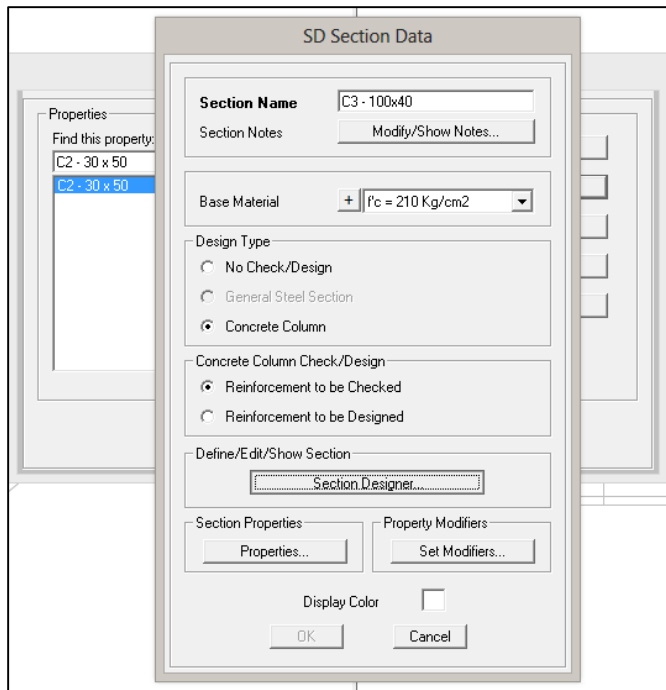
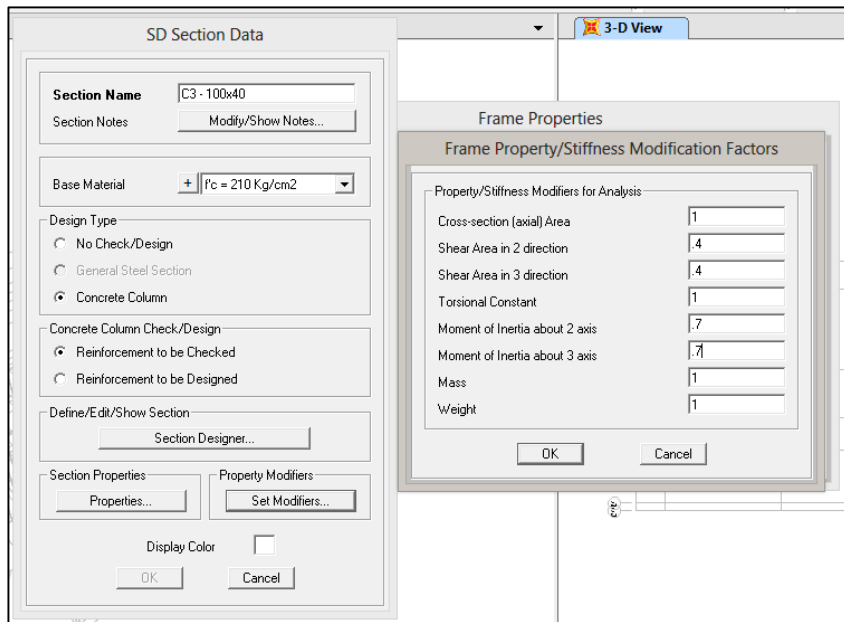
Componente	Rigidez Flexión	a	Rigidez Corte	a	Rigidez Axial
Vigas	0.50 $\alpha_c \alpha_g$		0.40 $\alpha_c \alpha_w$		α_c
Columnas	0.70 $\alpha_c \alpha_g$		0.40 $\alpha_c \alpha_w$		α_c

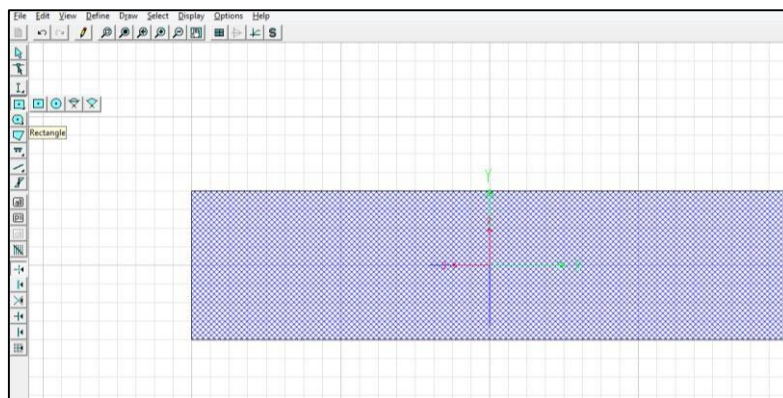
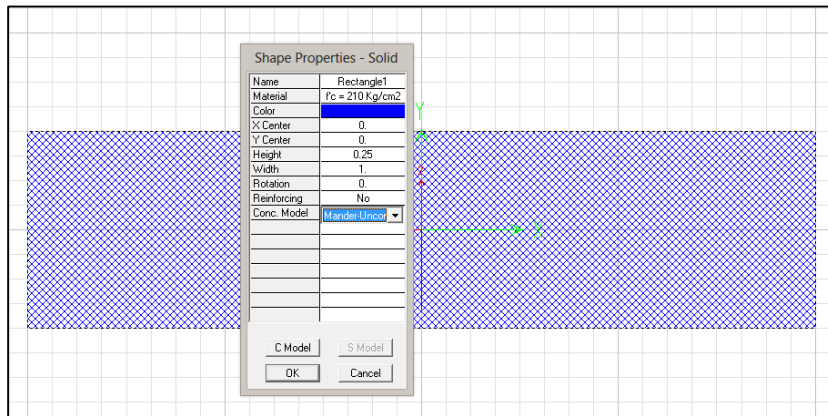
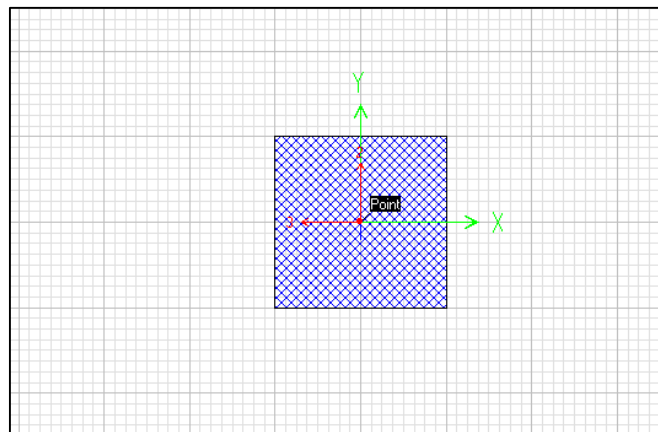
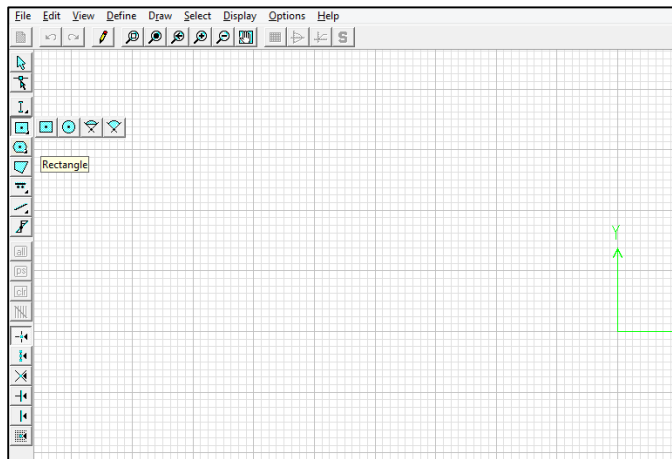


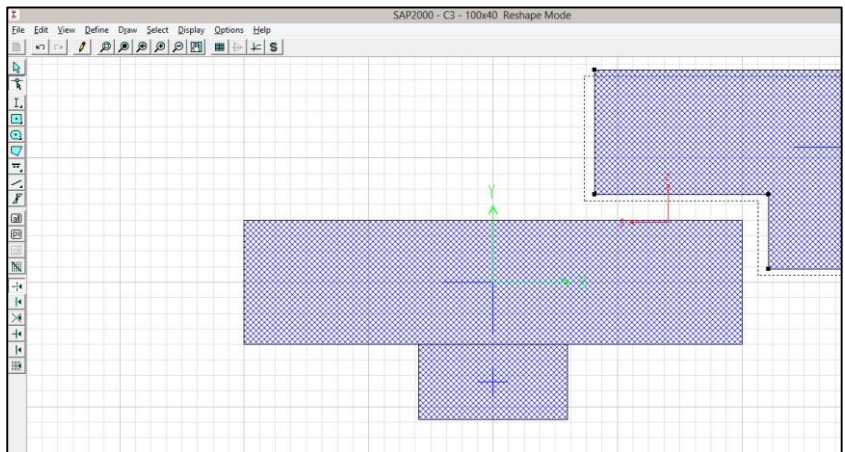
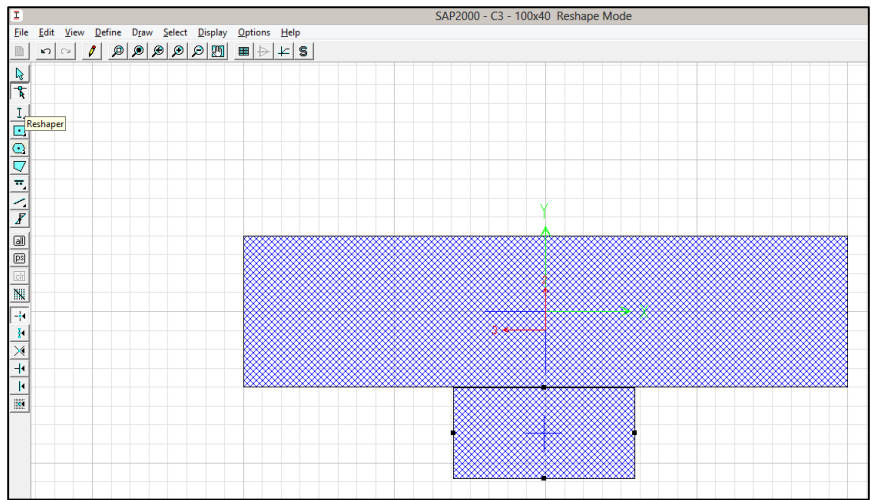
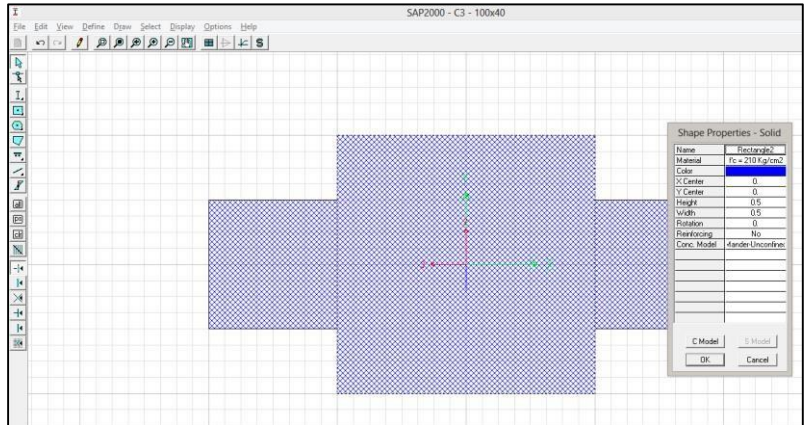
b) Column C3 (Column T):

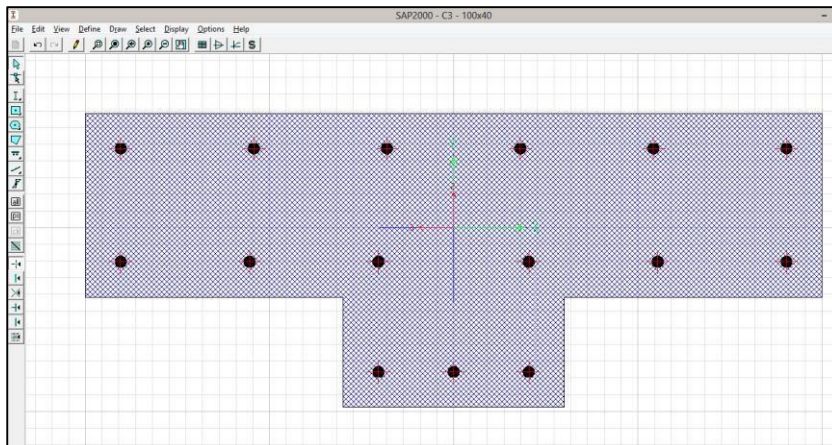
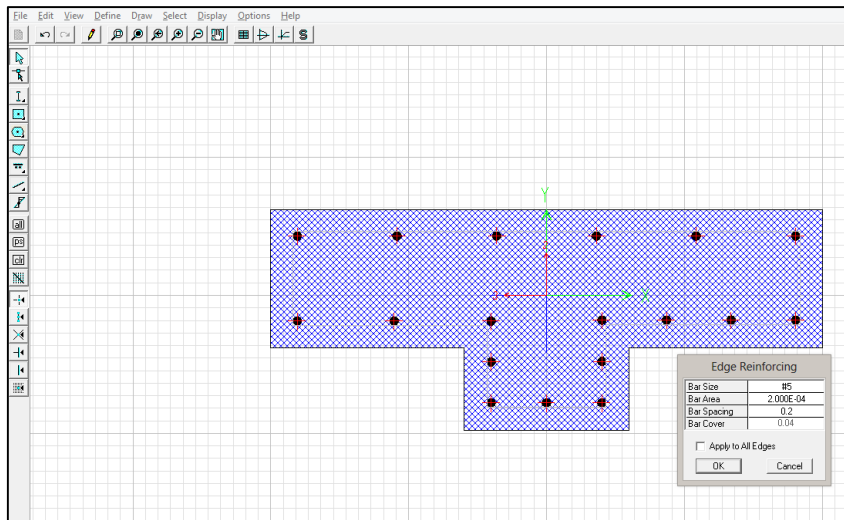
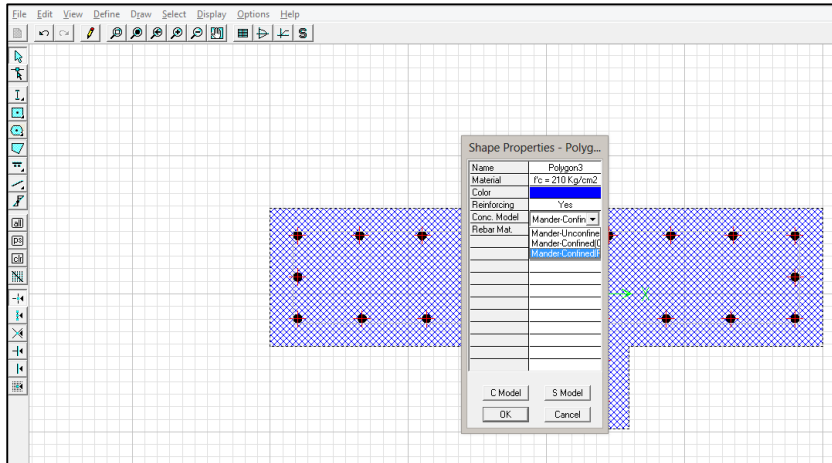


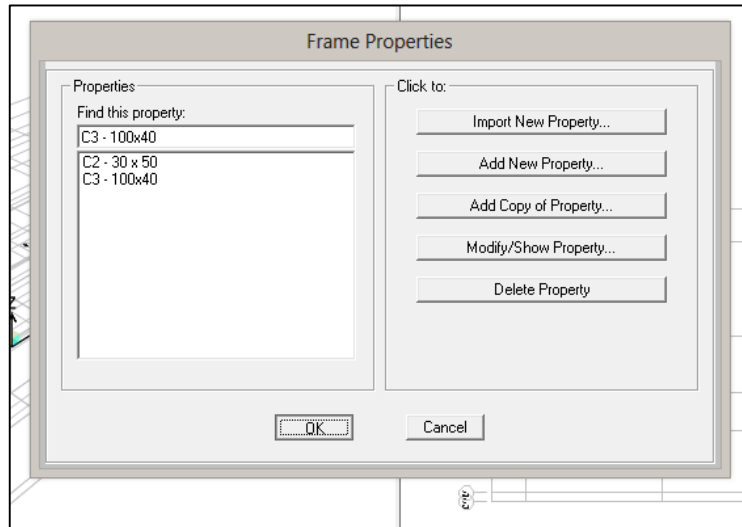




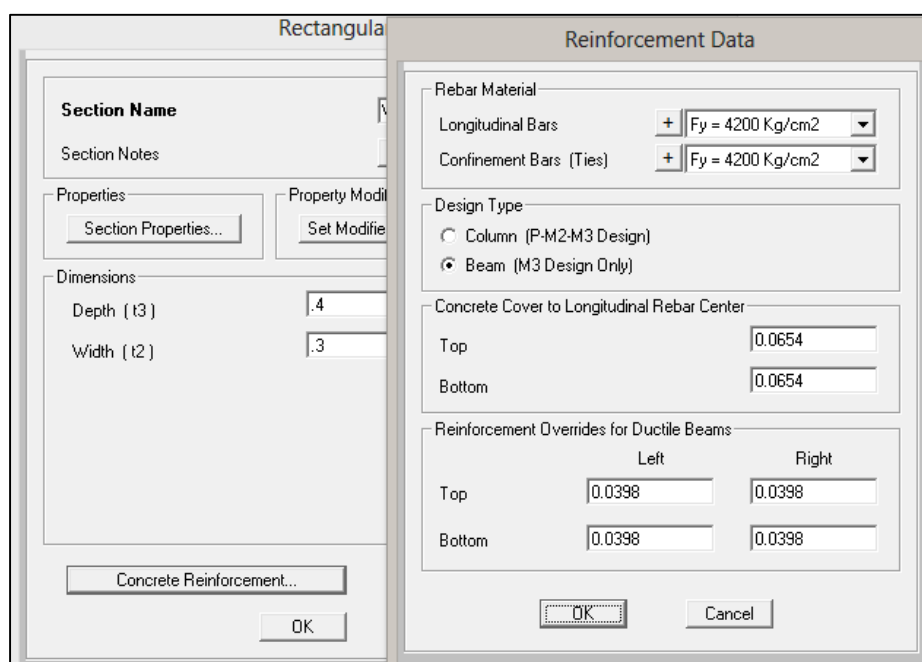
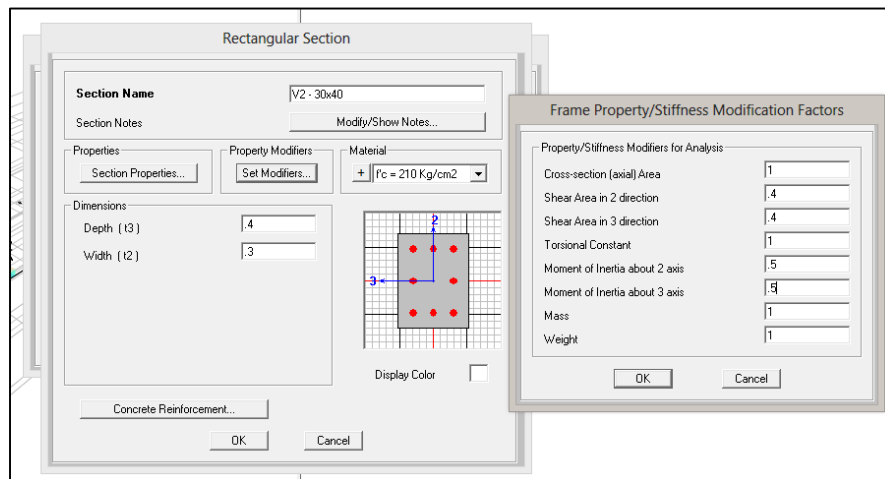


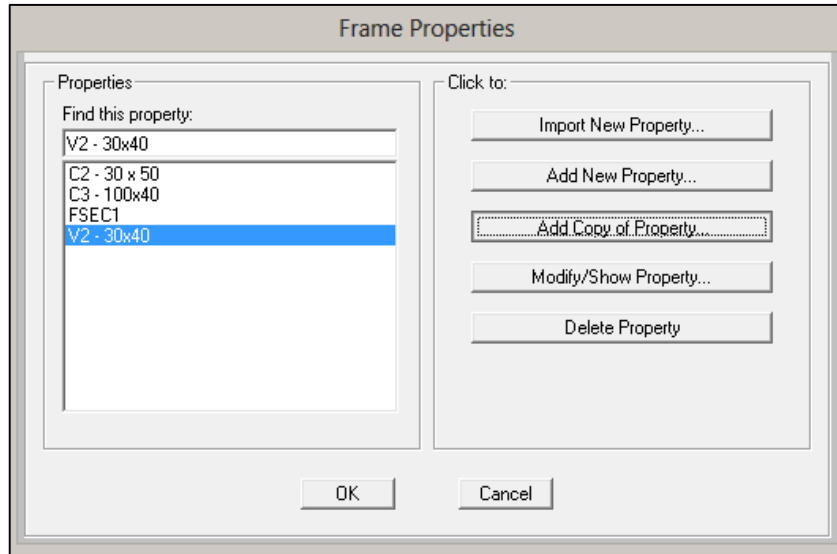






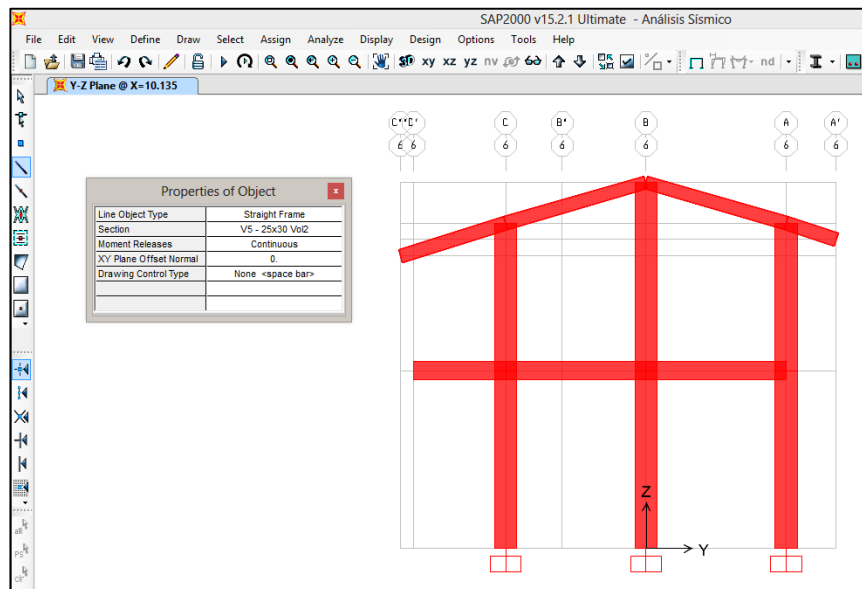
c) Vigas



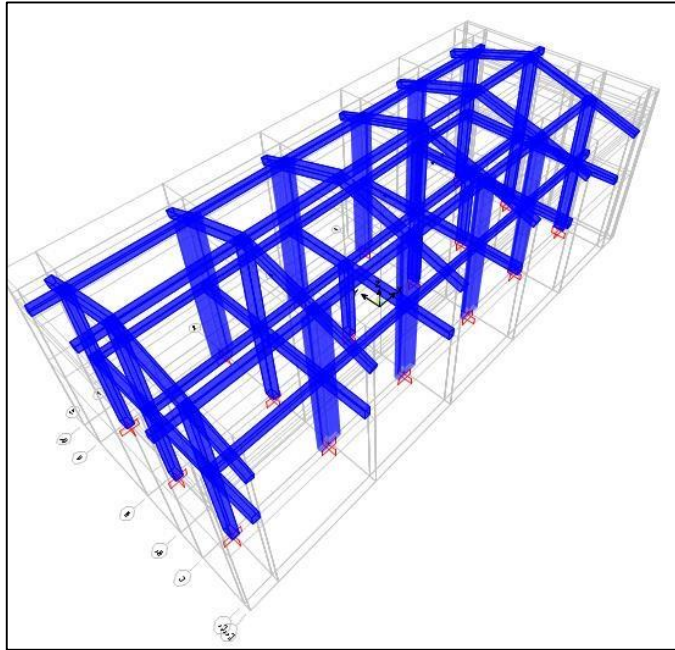


D. ASIGNAMOS SECCIONES

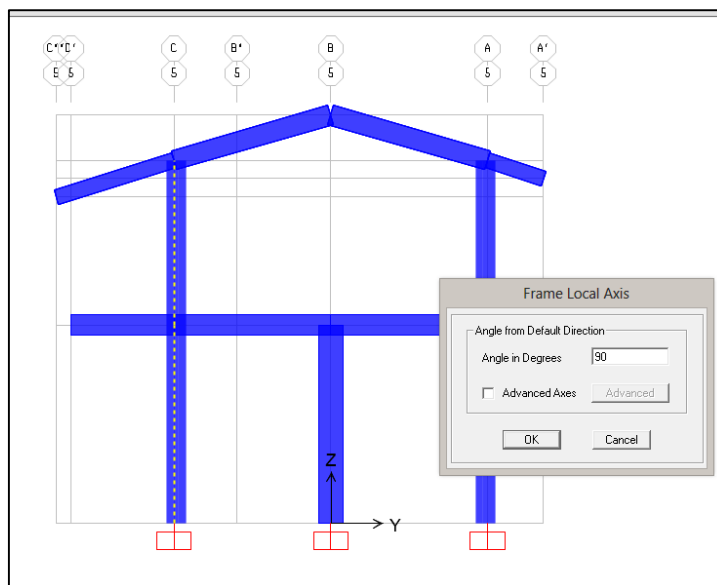
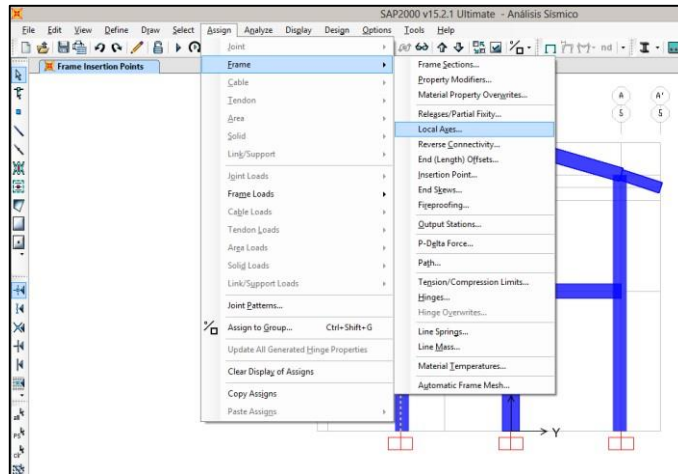
- a) Asignamos secciones de acuerdo al dibujo de los planos, las columnas empotradas dibujarlas de abajo a arriba y las vigas de izquierda a derecha.



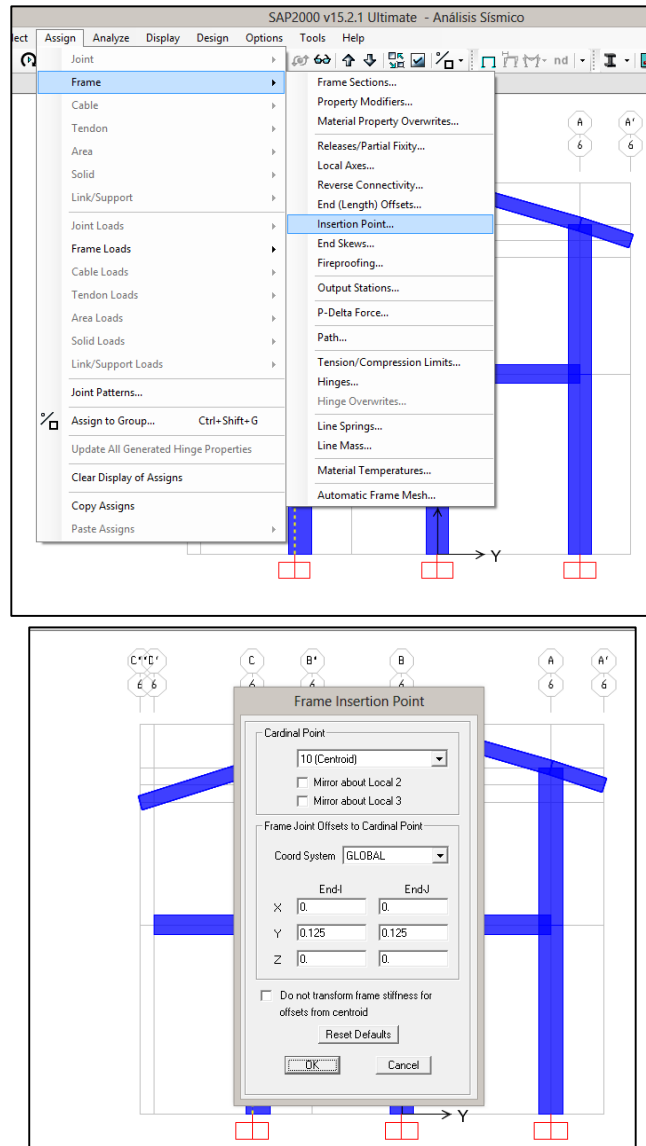
- a) Una vez terminado el modelo, tenemos:



b) Rotamos algunos elementos según los planos.

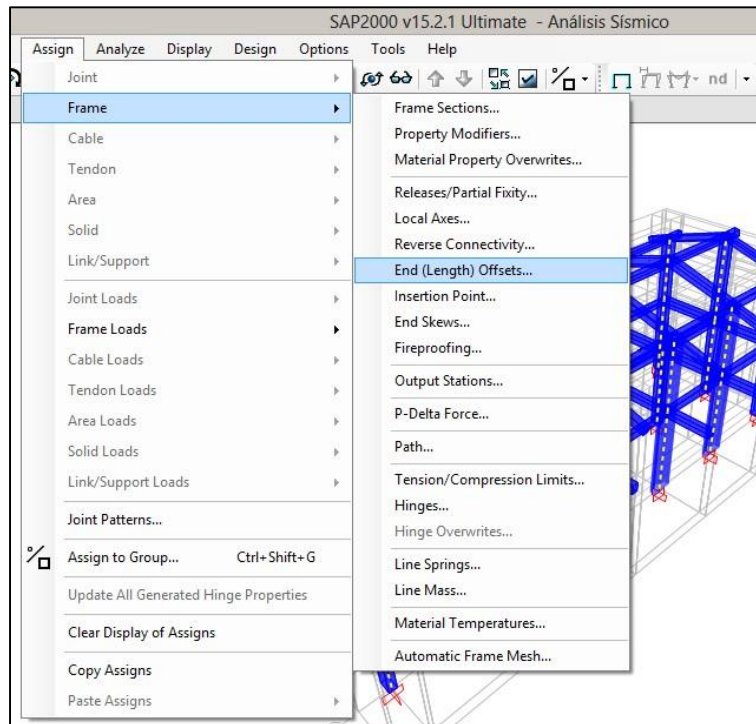
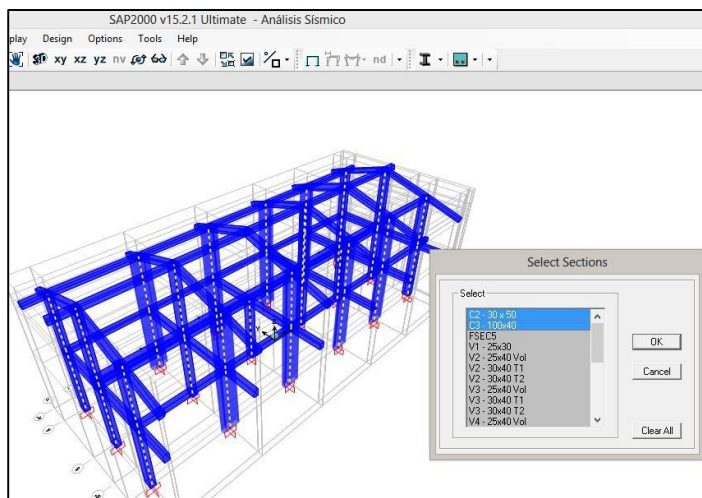
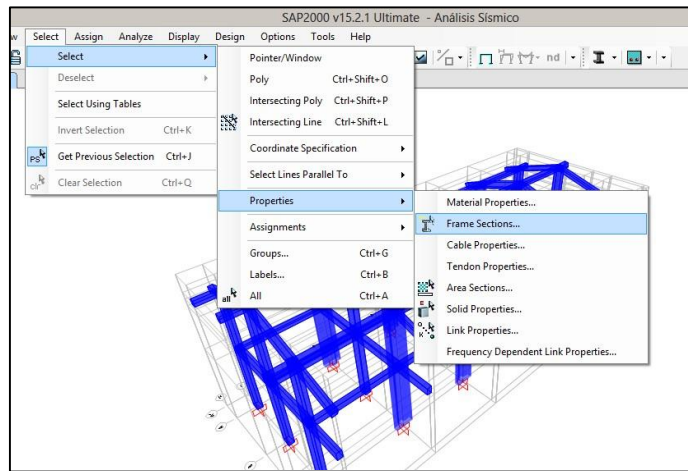


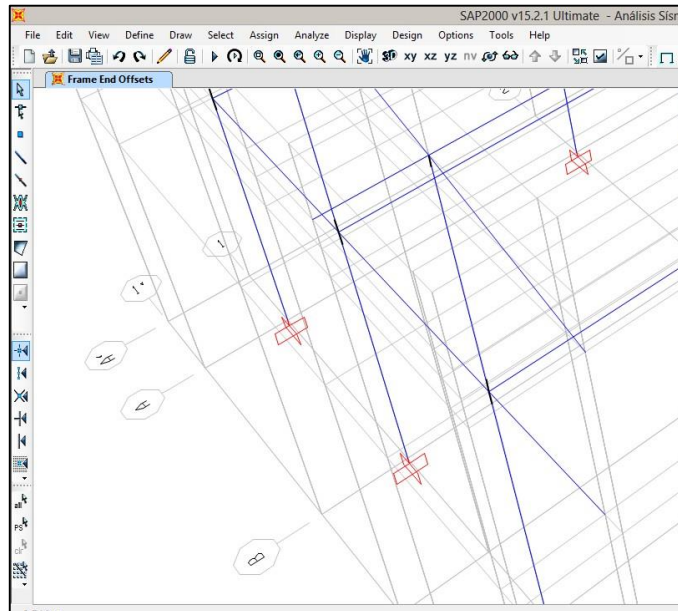
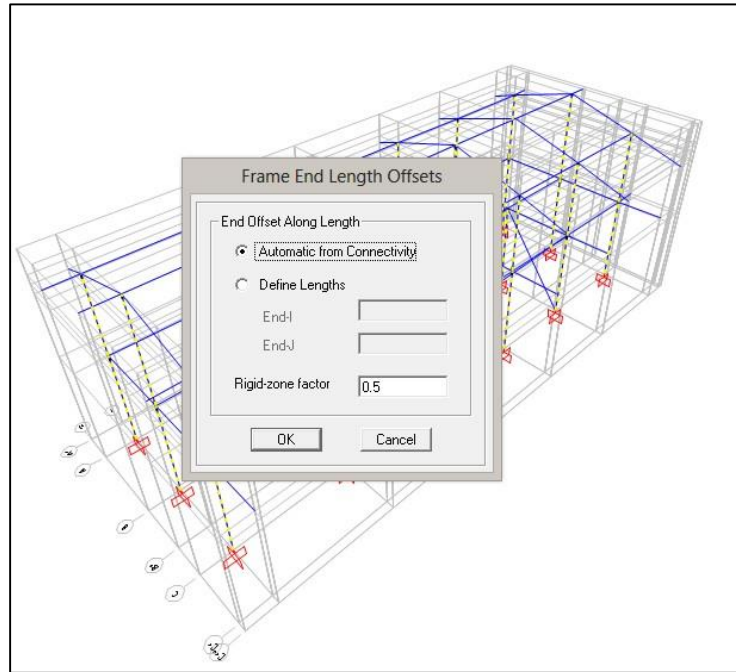
- c) **Puntos De Inserción** para ubicar correctamente las columnas (moverlas según plano).



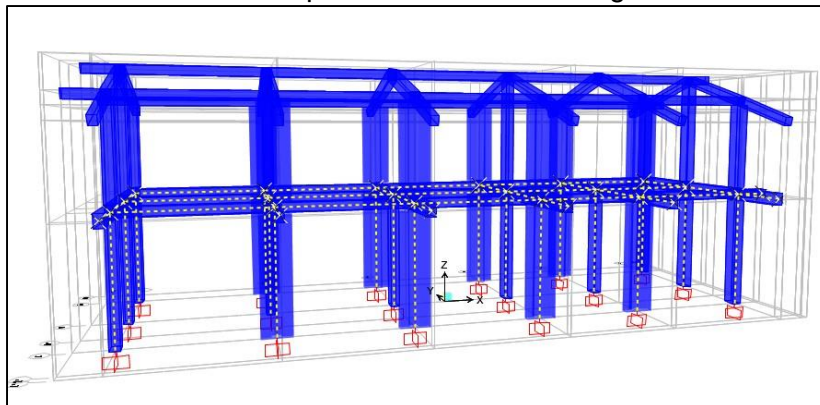
- d) Asignamos condiciones de **Nudo Rígido**. Seleccionamos todas las columnas:

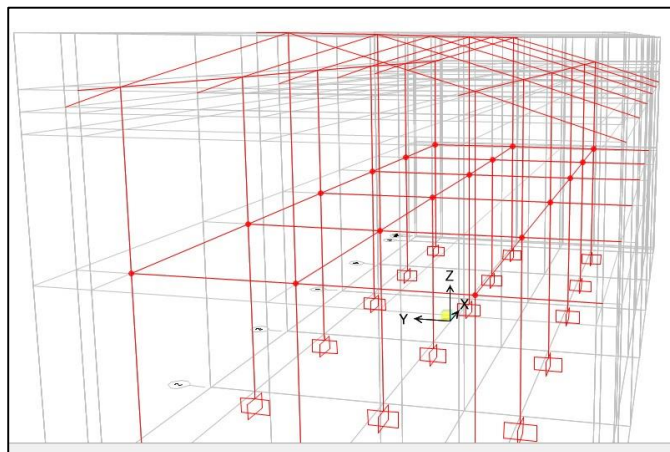
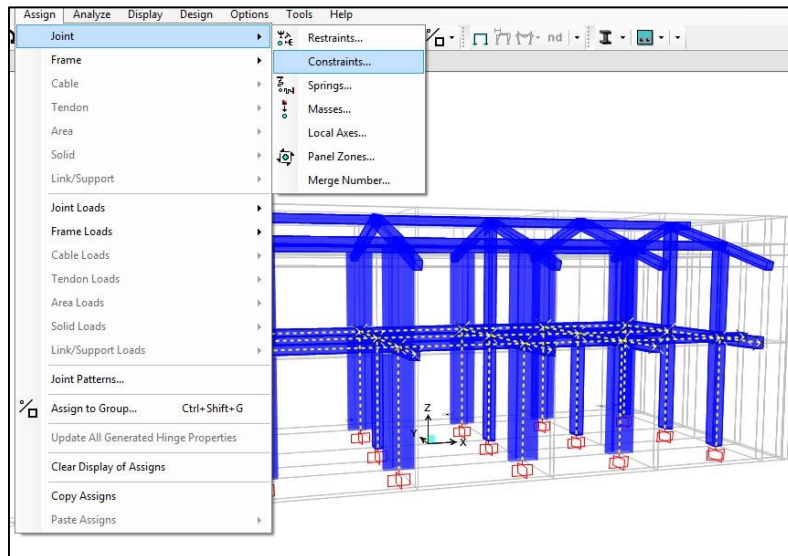
Con esto aseguramos el comportamiento Columna fuerte – Viga débil.



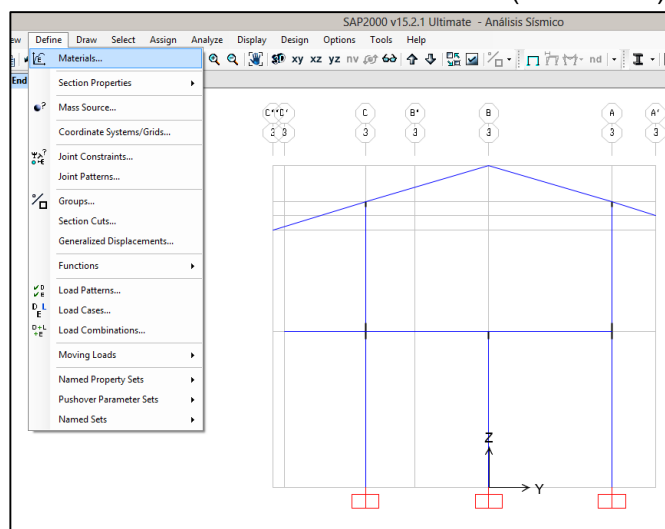


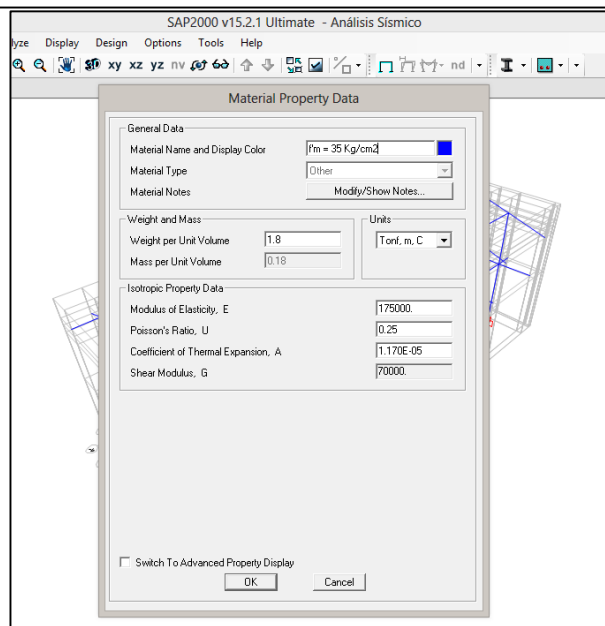
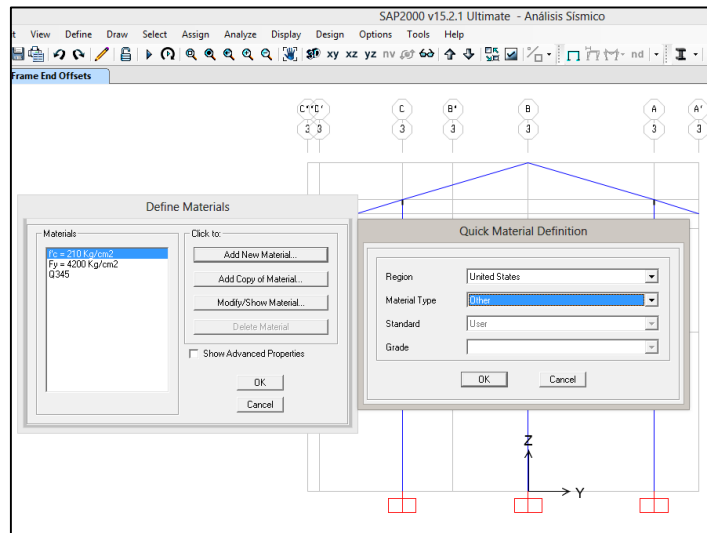
Asignamos **DIAFRAGMA** tanto al primer nivel como al segundo.





e) Definimos el MATERIAL DE ALBAÑILERÍA ($E=500 \cdot f' m$).



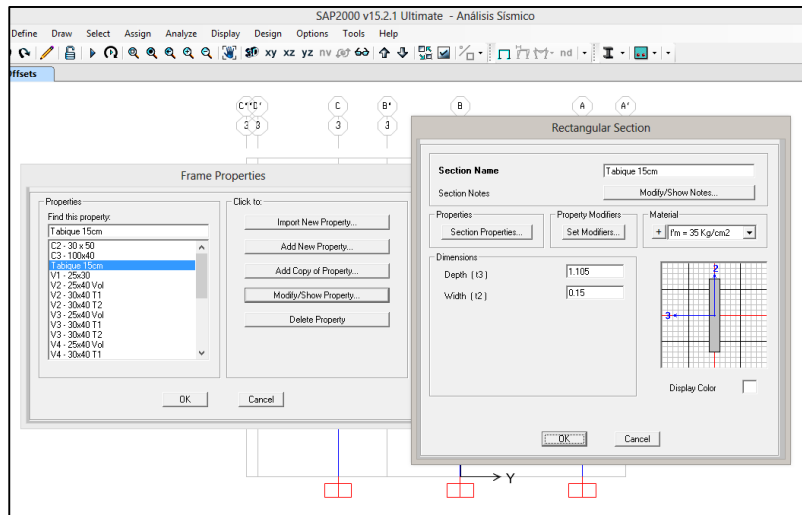
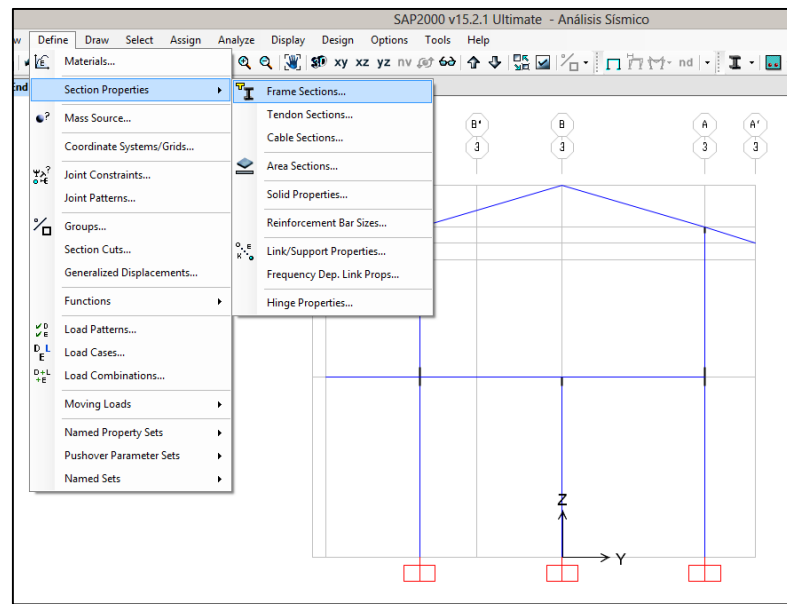


- f) Modelamos la INTERACCIÓN TABIQUE-PÓRTICO según E.070 Capítulo 10.

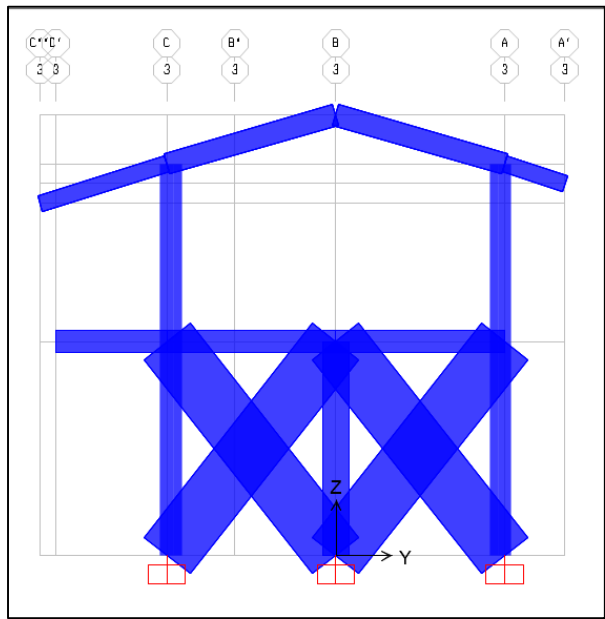
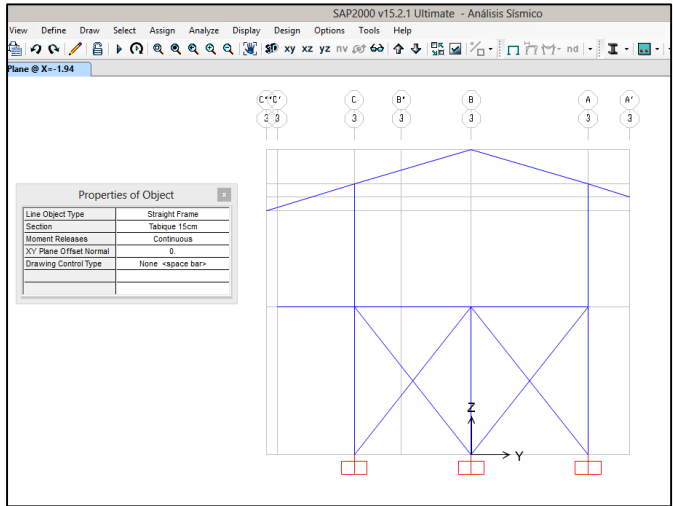
Ejes 3 y 5, Tramos A-B y B-C

$$\begin{aligned} \diamond &= \sqrt{2.635^2 + 3.55^2} = 4.421 \diamond \\ \diamond &= \frac{4.421}{4} = 1.105 \diamond \\ \diamond &= 15 \diamond \diamond \end{aligned}$$

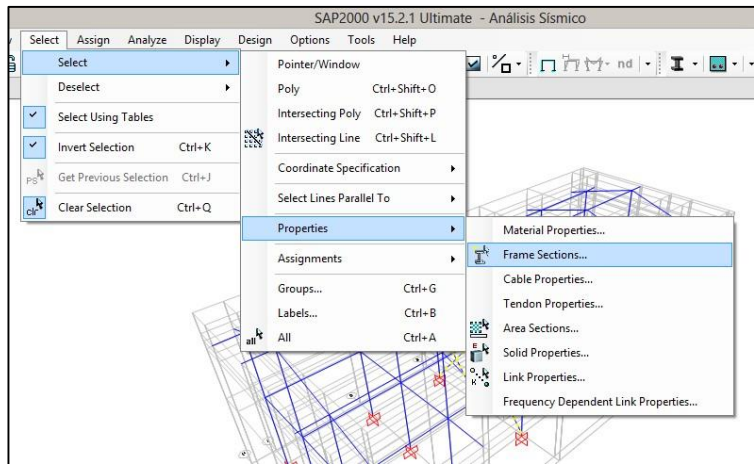
g) Definimos la sección del PUNTAL DIAGONAL.

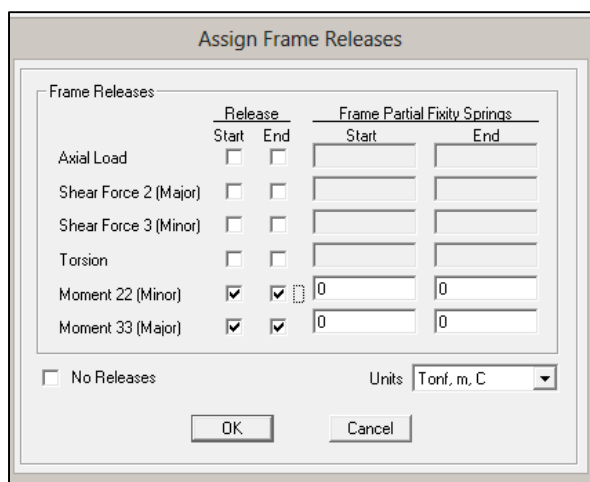
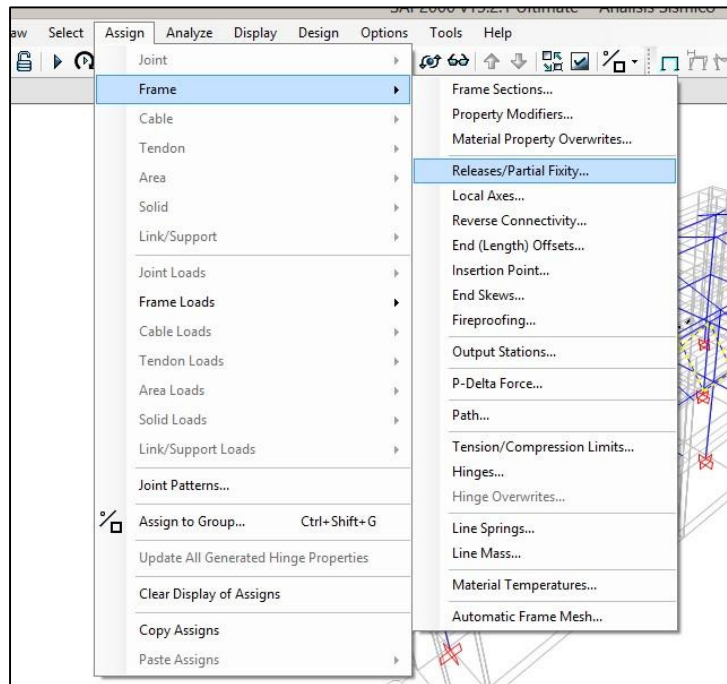
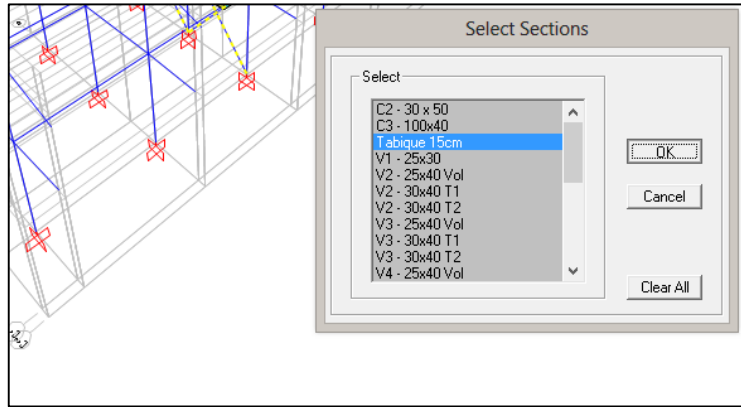


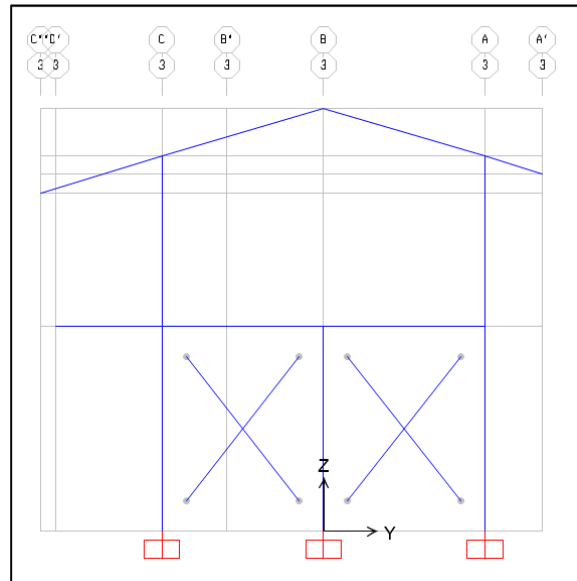
h) Dibujamos los puntales en ambas direcciones para considerar la entrada de la fuerza de derecha a izquierda o viceversa.



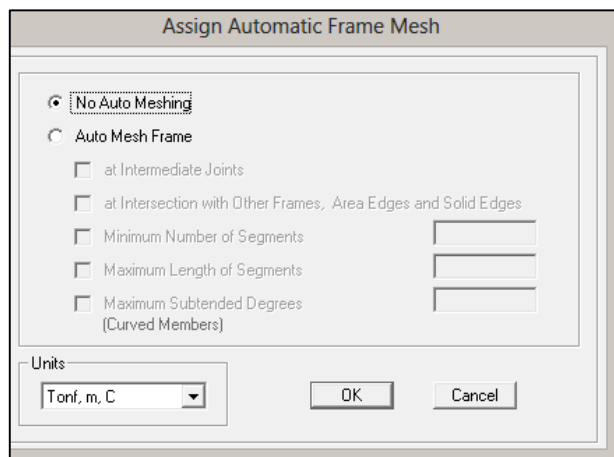
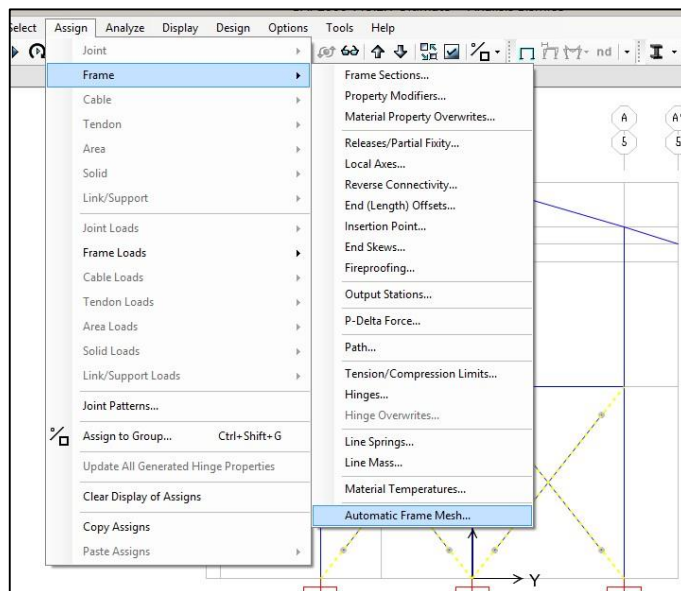
i) Damos condiciones al Tabique, o sea, que trabaje solo a compresión.

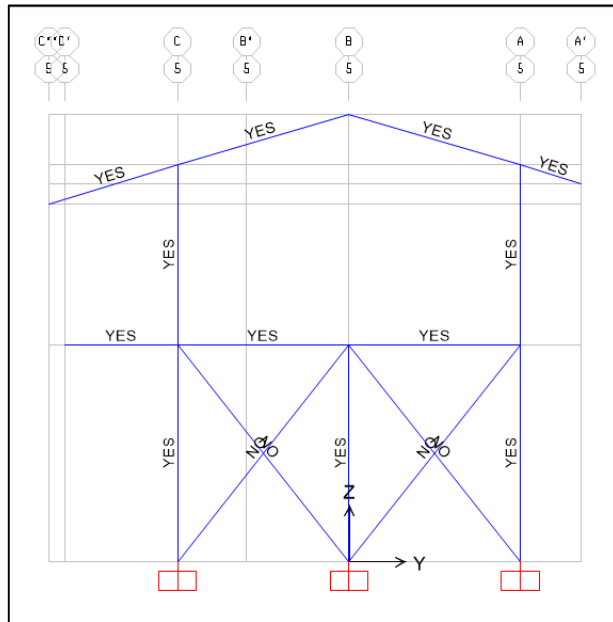




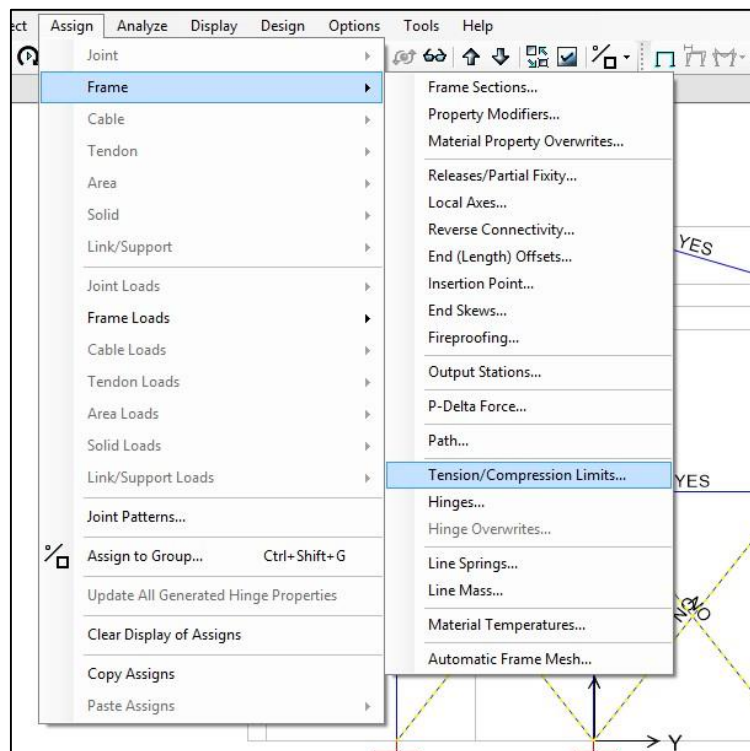


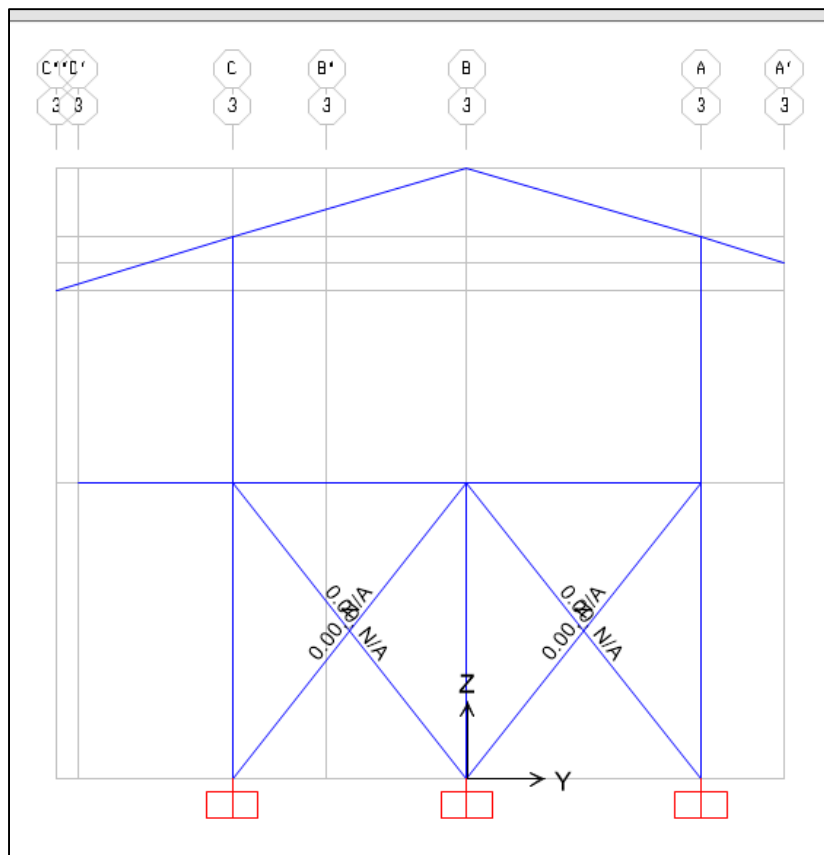
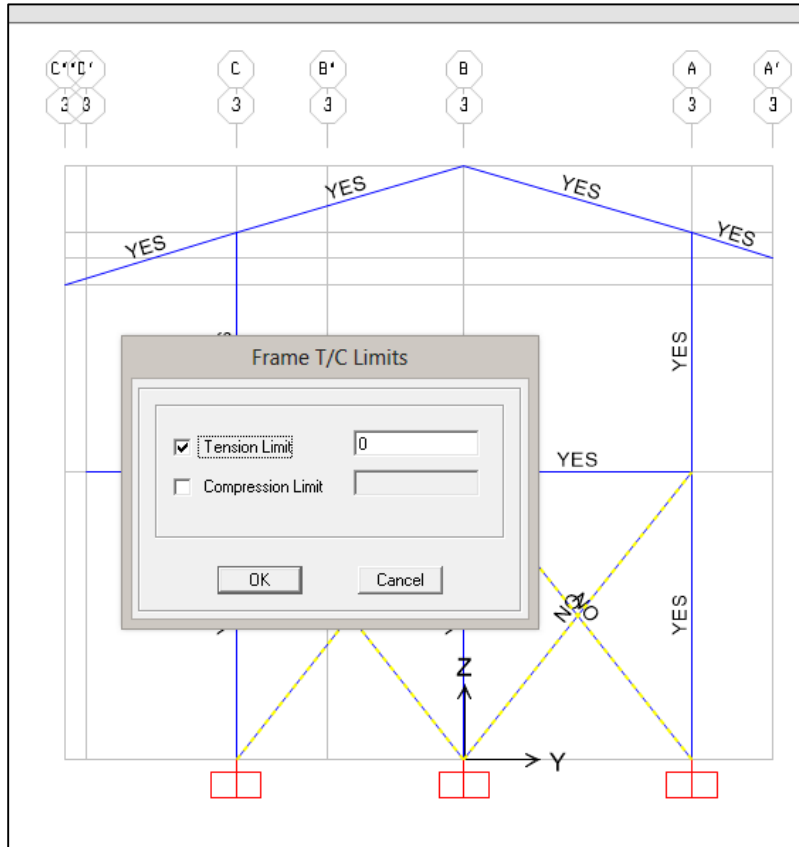
j) Desconectamos los puntales entre sí (al centro).





- k) Damos condiciones para que el puntal trabaje solo a compresión, no a tensión.

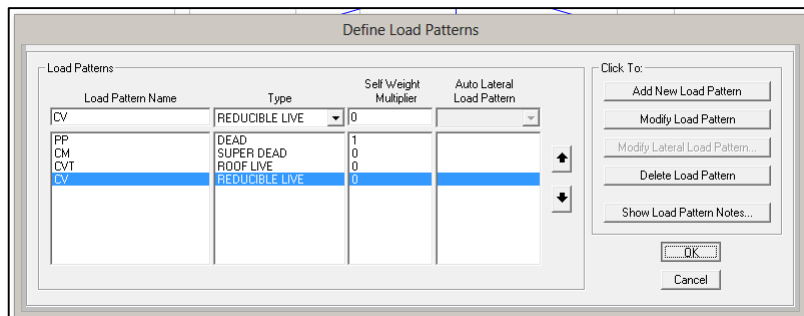
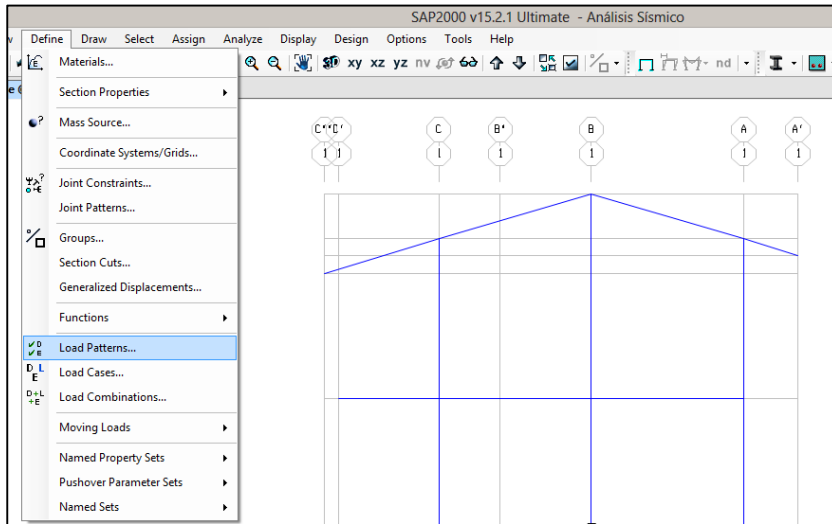




De esta manera queda totalmente definido el modelo.

E. ASIGNACIÓN DE CARGAS

a) Definición de los patrones de cargas.



b) Luego asignamos a cada elemento la carga que le corresponde según el metrado de cargas elaborado (Hoja Excel).

RESUMEN VIGAS PRINCIPALES

CARGA MUERTA DISTRIBUIDA			CARGA MUERTA PUNTUAL		CARGA VIVA DISTRIBUIDA		
EJE	TRAMO	Carga (Tn/m)	PUNTO DE APLICACIÓN	Carga (Tn)	EJE	TRAMO	Total (Tn/m)
1	A - C	2.439	1 - C'	0.825	1	A - C	1.095
	C - C'	1.156	2 - C'	1.607		C - C'	0.916
2	A - C	3.249	3 - C'	1.593	2	A - C	1.620
	C - C'	1.696	4 - C'	1.444		C - C'	1.816
3	A - C	1.650	5 - C'	1.384	3	A - C	1.056
	C - C'	3.073	6 - C'	1.091		C - C'	1.690
4	A - C	1.520			4	A - C	0.975
	C - C'	1.454				C - C'	1.680
5	A - C	2.327			5	A - C	0.934
	C - C'	1.170				C - C'	1.494
6	A - C				6	A - C	0.490
	C - C'					C - C'	1.244

Frame Distributed Loads

Load Pattern Name: Units:

Load Type and Direction: Forces Moments

Coord Sys: Direction:

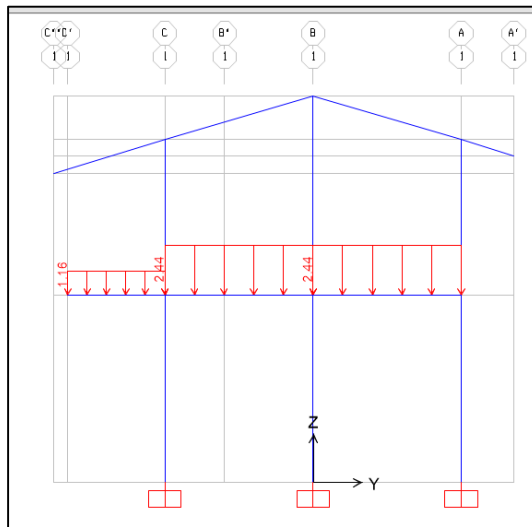
Options: Add to Existing Loads Replace Existing Loads Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	0.25	0.75	1.
Load	0.	0.	0.	0.

Relative Distance from End-I Absolute Distance from End-I

Uniform Load: Load



c) Ahora las cargas puntuales (a 10cm adentro del borde del aligerado).

Software interface showing load tables and a context menu.

PUNTO DE APLICACIÓN	Carga (Tn)
1 - C'	0.825
2 - C'	1.607
3 - C'	1.583
4 - C'	1.444
5 - C'	1.384
6 - C'	1.091

EJE	TRAMO	Total (Tn/m)
1	A - C	1.095
	C - C'	0.916
2	A - C	1.620
	C - C'	1.816
3	A - C	1.055
	C - C'	1.690
4	A - C	0.975
	C - C'	1.680
5	A - C	0.934
	C - C'	1.484
6	A - C	0.490
	C - C'	1.244

Context menu options: Gravity..., Point..., Distributed..., Temperature..., Strain..., Deformation..., Target Force..., Auto Wave Loading Parameters..., Open Structure Wind Parameters...

Right sidebar: Frame, Cable, Tendon, Area, Solid, Link/Support, Joint Loads, **Frame Loads**, Cable Loads, Tendon Loads, Area Loads, Solid Loads, Link/Support Loads, Joint Patterns..., Assign to Group... (Ctrl+Shift+G), Update All Generated Hinge Properties, Clear Display of Assigns, Copy Assigns, Paste Assigns.

Frame Point Loads

Load Pattern Name: Units:

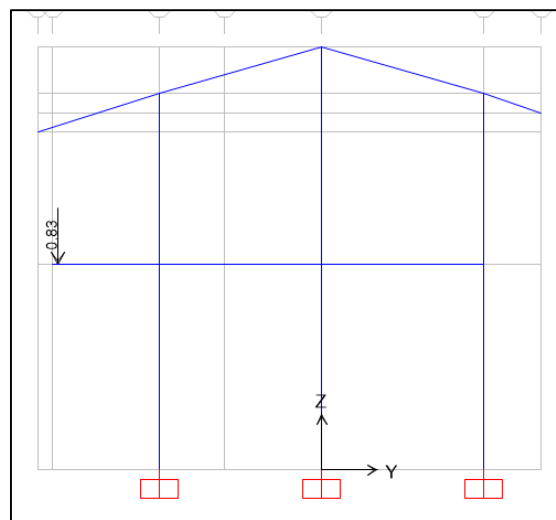
Load Type and Direction: Forces Moments
 Coord Sys:
 Direction:

Options: Add to Existing Loads
 Replace Existing Loads
 Delete Existing Loads

Point Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	<input type="text" value="0.1"/>	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>
Load	<input type="text" value="0.825"/>	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>

Relative Distance from End-I Absolute Distance from End-I



d) Cargas vivas distribuidas (debido a cargas de entropiso).

Frame Distributed Loads

Load Pattern Name: Units:

Load Type and Direction: Forces Moments
 Coord Sys:
 Direction:

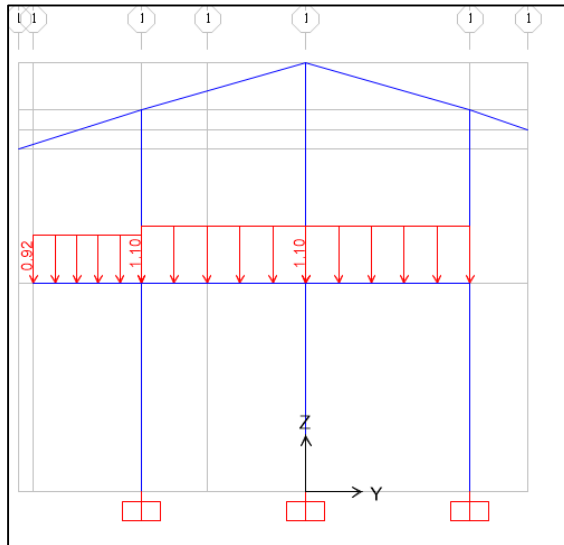
Options: Add to Existing Loads
 Replace Existing Loads
 Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads:

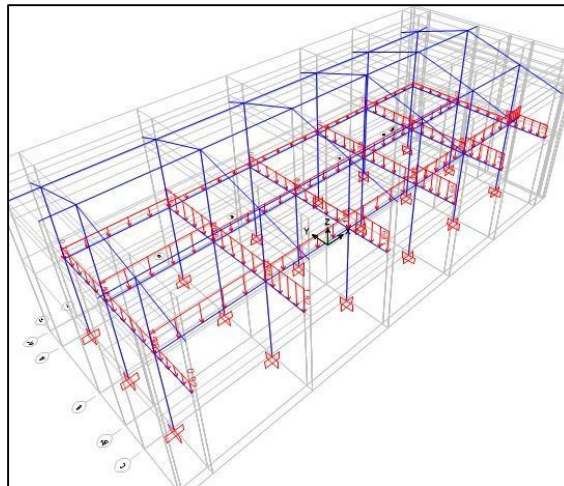
	1.	2.	3.	4.
Distance	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0.25"/>	<input type="text" value="0.75"/>	<input type="text" value="1."/>
Load	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>

Relative Distance from End-I Absolute Distance from End-I

Uniform Load:
 Load:



e) Tenemos el primer nivel cargado. De igual manera procedemos para el segundo nivel.



f) Cálculo del PESO SÍSMICO EFECTIVO (E.030/16.3) de acuerdo con la categoría de la edificación:

$$P = A \cdot (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11} + P_{12} + P_{13} + P_{14} + P_{15} + P_{16} + P_{17} + P_{18} + P_{19} + P_{20} + P_{21} + P_{22} + P_{23} + P_{24} + P_{25} + P_{26} + P_{27} + P_{28} + P_{29} + P_{30} + P_{31} + P_{32} + P_{33} + P_{34} + P_{35} + P_{36} + P_{37} + P_{38} + P_{39} + P_{40} + P_{41} + P_{42} + P_{43} + P_{44} + P_{45} + P_{46} + P_{47} + P_{48} + P_{49} + P_{50} + P_{51} + P_{52} + P_{53} + P_{54} + P_{55} + P_{56} + P_{57} + P_{58} + P_{59} + P_{60} + P_{61} + P_{62} + P_{63} + P_{64} + P_{65} + P_{66} + P_{67} + P_{68} + P_{69} + P_{70} + P_{71} + P_{72} + P_{73} + P_{74} + P_{75} + P_{76} + P_{77} + P_{78} + P_{79} + P_{80} + P_{81} + P_{82} + P_{83} + P_{84} + P_{85} + P_{86} + P_{87} + P_{88} + P_{89} + P_{90} + P_{91} + P_{92} + P_{93} + P_{94} + P_{95} + P_{96} + P_{97} + P_{98} + P_{99} + P_{100})$$

$$P = (P_1 + P_2) + 0.50 P_3 + 0.25 P_4$$

Define Mass Source

Mass Definition

From Element and Additional Masses

From Loads

From Element and Additional Masses and Loads

Define Mass Multiplier for Loads

Load	Multiplier
CVT	25
CM	1
CV	5
CVT	25

Add

Modify

Delete

OK Cancel

2.8.2. Análisis Estático No Lineal - Pushover

Para el efecto, se tuvo en cuenta los criterios de modelamiento y otros requerimientos establecidos en ASCE7-10 (ASCE 7-10), SEAOC – Libro Azul (SEAOC 1999), ATC-40 (ATC-40 1996) y la NTP E.030 (RNE 2006). Estas recomendaciones ayudaron a establecer un modelo matemático adecuado para el análisis y son las siguientes:

Para determinar las cargas sísmicas, se permite considerar que la estructura está fija en la base (ASCE 7-10/12.7.1).

El peso de la edificación se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación, un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que depende de la categoría de la edificación; en nuestro caso, el 50% de la carga viva y el 25% de la carga viva de techo (E.030/16.3).

$$P = PP + CM + 0.50 CV + 0.25 CVT$$

Para los edificios de concreto armado y mampostería, las propiedades de rigidez de los elementos deben considerar los efectos de las secciones agrietadas (SEAOC Blue Book/C105.1.2).

Empleamos las rigideces efectivas recomendadas por ATC-40 (ATC-40 1996). La Tabla muestra las rigideces efectivas utilizadas en el Modelo.

Valores de rigidez efectiva empleados en el Modelo.

Fuente: ATC-40 1996

Componente	Rigidez a Flexión	Rigidez a Corte	Rigidez Axial
Vigas	$0.50E_cI_g$	$0.40E_cI_w$	E_cA_g
Columnas	$0.70E_cI_g$	$0.40E_cI_w$	E_cA_g

Cuando se emplea un modelo 3-D, un mínimo de tres grados de libertad dinámicos consistentes en dos traslaciones ortogonales en planta y una rotación alrededor del eje vertical deberán incluirse en cada nivel de la estructura (ASCE 7-10/12.7.3).

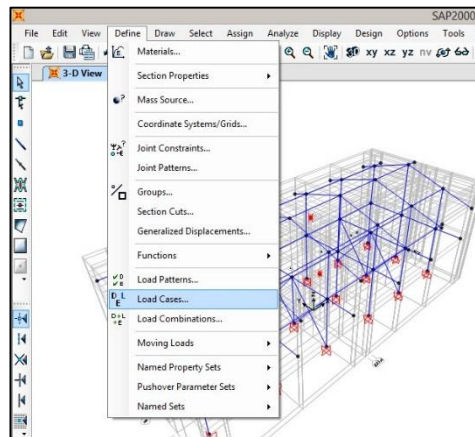
Los diafragmas losas de concreto de forma regular, pueden ser idealizarlos como rígidos; esto es, como infinitamente rígidos en su plano (ASCE 7-10/12.3.1.2, citado en: Palomino 2014).

Para lograr el comportamiento de Columna-Fuerte/Viga-Débil (SEAOC Blue Book/C402.5), las vigas y las columnas serán modeladas de la siguiente manera: la viga con 0% de rigidez en la intersección y la columna con 100% de rigidez (Palomino 2014).

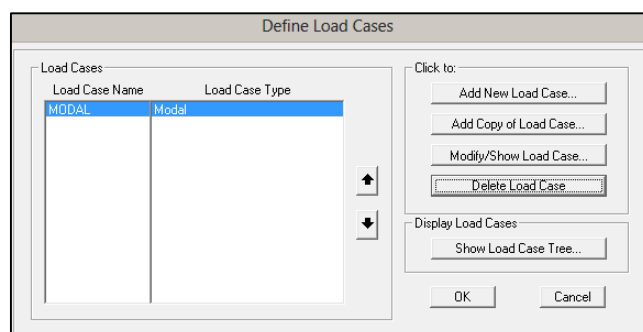
A. MODELAMIENTO PARA ANÁLISIS PUSHOVER

Continuamos trabajando con el modelo ya establecido en el Análisis Sísmico Lineal. Desbloqueamos el modelo y realizamos las configuraciones descritas en este documento.

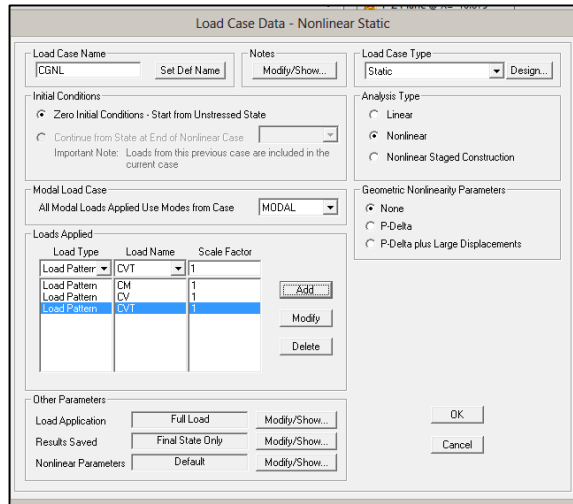
El análisis Pushover tendrá como fin determinar el punto máximo de demanda sísmica filtrando el sismo de sitio, determinado por el Espectro de Respuesta. Se definen los CASOS DE CARGA a partir de los patrones de carga. Dos casos: carga gravitacional no lineal (CGNL) y análisis estático no lineal (AENL).



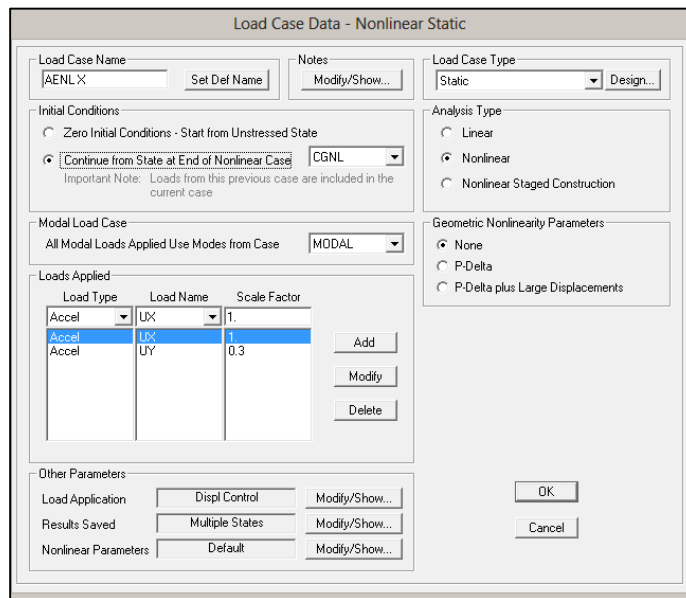
Nos quedamos con el caso Modal únicamente y eliminamos los demás.



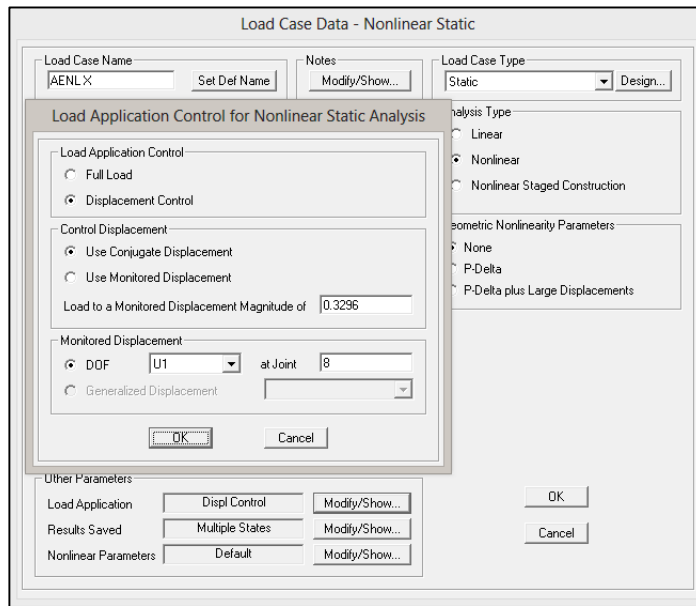
Asignamos el caso CGNL:



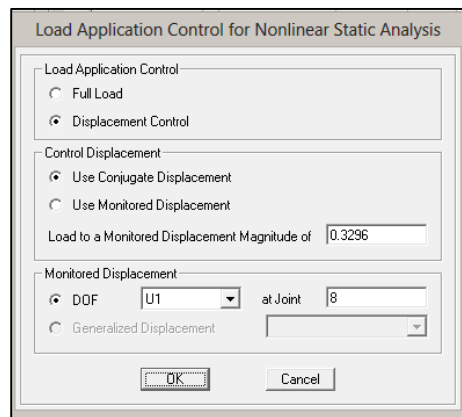
Continuamos con el AENL como se muestra. Se debe generar para las dos direcciones de análisis, así:



Seleccionamos como punto de control de desplazamiento un punto en el techo.



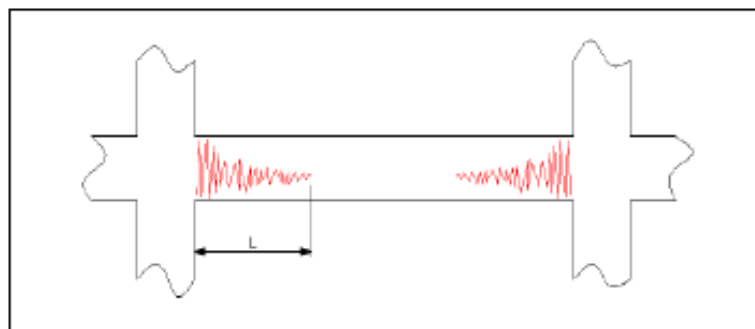
Hacemos lo mismo para la otra dirección.



Finalmente hemos definido los casos de cargas:

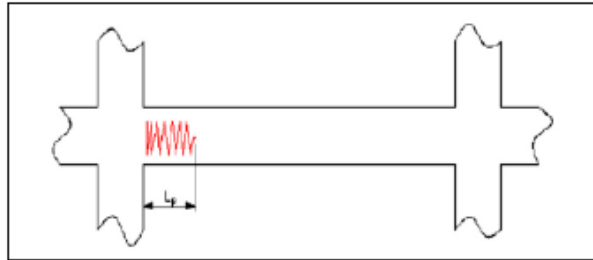
B. DIAGRAMAS MOMENTO-GIRO

Durante los sismos, las vigas y columnas sufren daño en la zona adyacente a los nudos en una longitud determinada. El daño no es uniforme, sino más concentrado hacia los nudos como se muestra en la figura.



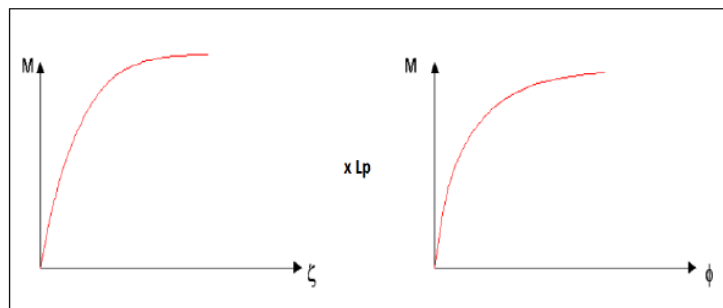
*Idealización del daño en vigas.
Fuente: Fernández 2006.*

Para propósitos del modelo analítico se suele considerar una zona de daño equivalente en la cual se concentre toda la deformación inelástica, esta zona se denomina rótula plástica y le corresponde una longitud L_p como se muestra en la Figura



Longitud plástica.
Fuente: Fernández 2006.

Una aproximación para la longitud plástica L_p es de 0.4 a 0.5 veces el peralte del elemento: $L_p = 0.4 h$ o $0.5 h$ y se asume además que en esta longitud la curvatura es constante (Paulay y Priestley 1992). Estas suposiciones permiten pasar de la relación Momento-Curvatura a la relación Momento-Giro multiplicando cada valor de curvatura por la longitud de rótula efectiva, como lo muestra la Figura.



Obtención del Diagrama Momento - Giro.
Fuente: Fernández 2006.

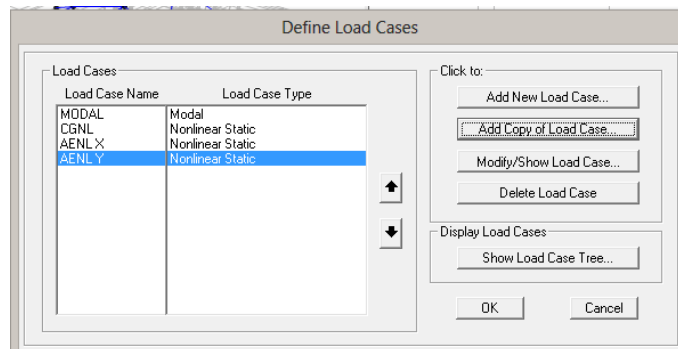
En el trabajo, asumimos que la longitud de las rótulas plásticas (L_p), está dada por:

$$L_p = 0,50 \times h$$

Donde:

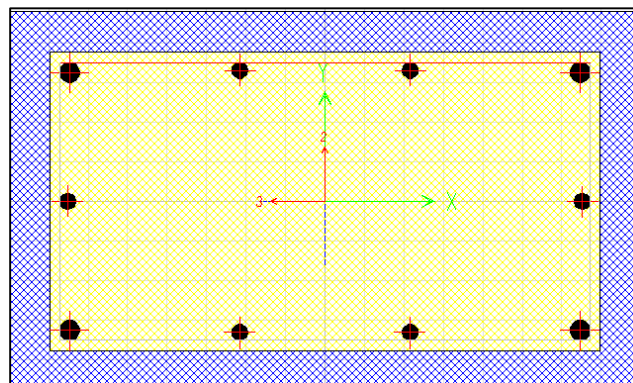
- L_p : Longitud de rótula plástica
- h : Peralte del elemento.

Para determinar los Diagramas Momento-Giro de las secciones de columnas y vigas en análisis, se emplearon los Diagramas Momento-Curvatura, los cuales son generados en SAP2000 con la aplicación de la función "Section Designer".



C. DIAGRAMA MOMENTO GIRO PARA COLUMNAS

El Diagramas Momento-Giro se obtiene multiplicando a la curvatura por la longitud de rótula plástica L_p de cada sección de análisis. Este diagrama representa la capacidad de rotación inelástica de los elementos.



Sección de análisis C-1 dibujada en el Section Designer del SAP2000

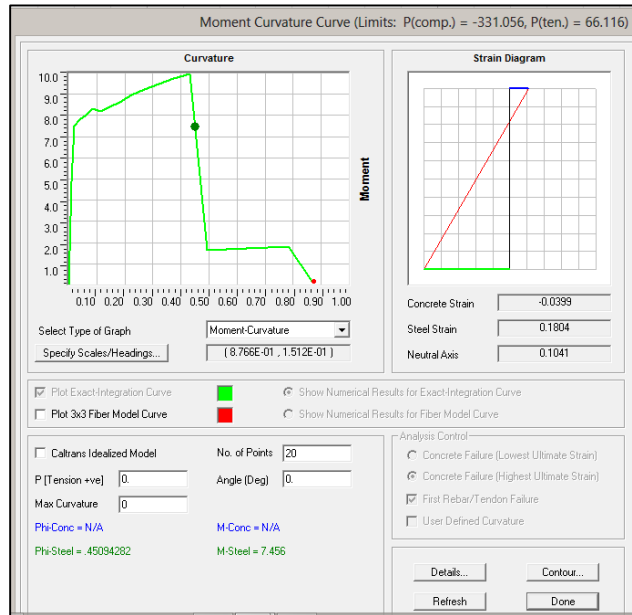


Diagrama Momento – Curvatura para C-1 generado por SAP2000

El código FEMA 356 (FEMA 2000) plantea un Diagrama Momento-Giro Simplificado con trazos rectos definidos por los puntos notables A, B, C, D, y E como se muestra en la

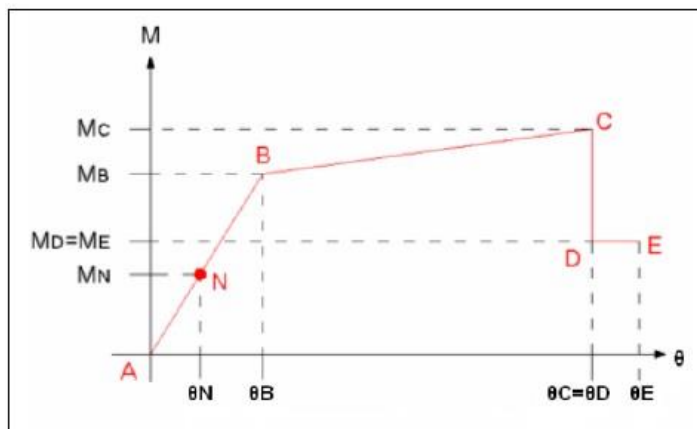
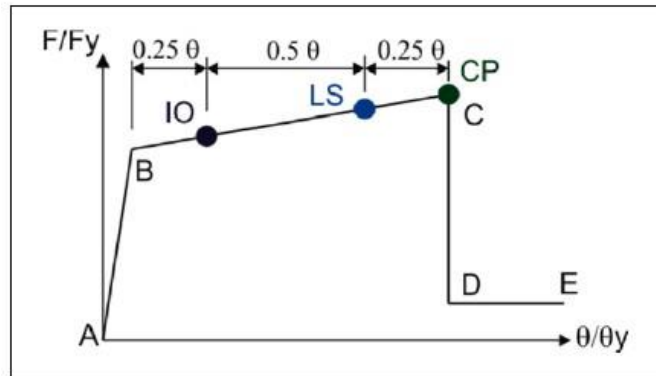


Diagrama Momento-Giro Simplificado.

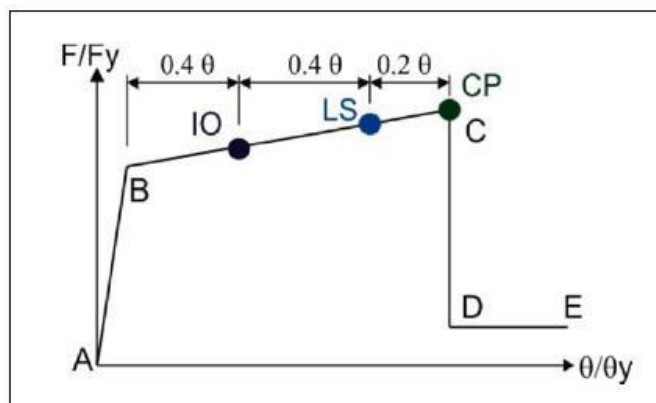
Fuente: Fernández 2006.

El punto N corresponde al momento último obtenido con las combinaciones de carga establecidas en la Norma Peruana; el punto B representa la Fluencia Efectiva; el punto C corresponde a la capacidad máxima resistente de la rótula. Se asume que luego de alcanzar la capacidad máxima se produce una reducción súbita de momento (hasta el 40%), conformando el punto D. Luego, el momento se mantiene constante por un tramo muy corto de deformación (10% del obtenido en el punto C) hasta que sobreviene la rotura, punto E (Fernández 2006).

Además, el FEMA 356 (FEMA 2000) define tres puntos IO (Ocupación Inmediata), LS (Seguridad de Vida) y CP (Prevención del Colapso) que son usados para definir los criterios de aceptación para la articulación. Los valores de deformación que pertenecen a cada uno de estos puntos varían dependiendo del tipo de elemento estructural, tal como lo muestran las Figuras.



*Identificación de respuestas límite en una Columna.
Fuente: FEMA 2000.*



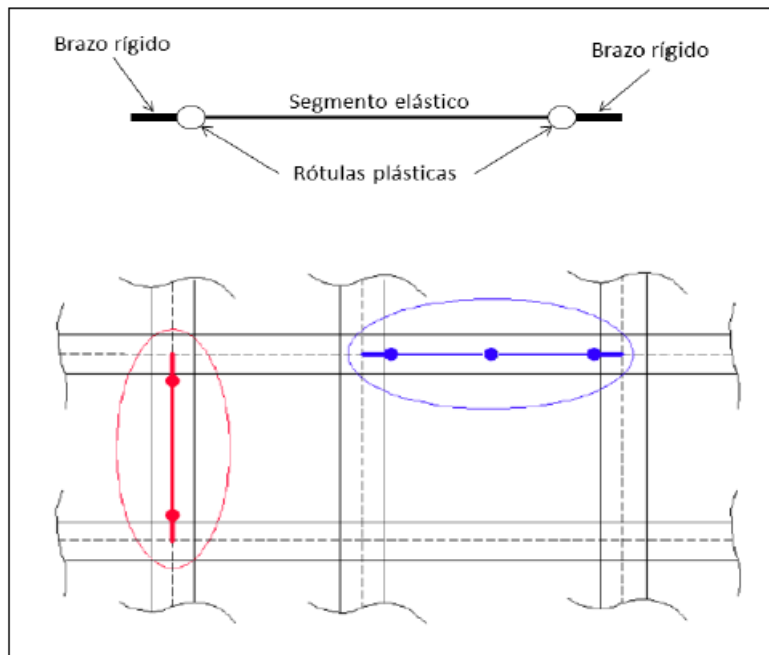
*Identificación de respuestas límite en una Viga.
Fuente: FEMA 2000.*

Siguiendo las consideraciones anteriores, concentramos el comportamiento inelástico del modelo en las zonas de alta demanda sísmica, representadas por las rótulas plásticas, en las ubicaciones indicadas:

- ✓ Columnas : En los extremos de los elementos.
- ✓ Vigas : En los extremos y en la zona central de las mismas.

Para nuestro modelo se definieron 6 tipos de rótulas plásticas para columnas, 13 para vigas principales y 2 para vigas secundarias. En total se emplearon 21 rótulas plásticas.

Los nudos de unión entre vigas y columnas se consideran como zonas infinitamente rígidas.

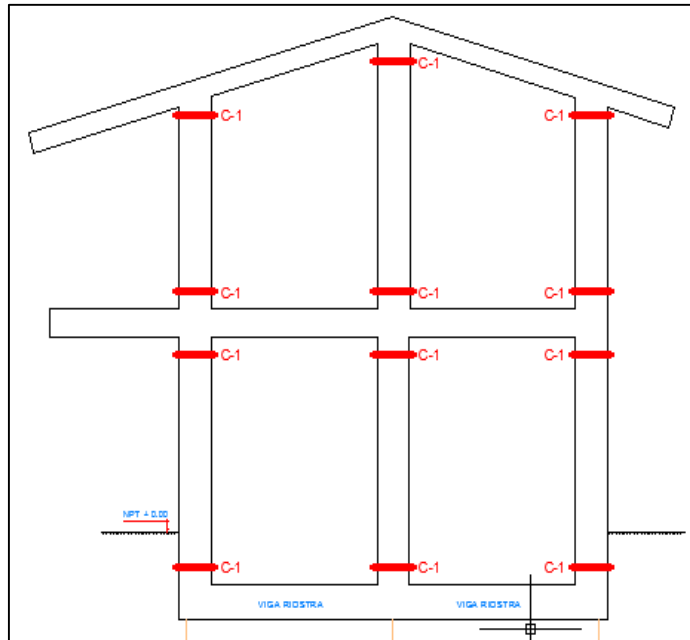


*Modelado de rótulas plásticas en vigas y columnas.
Fuente: Fernández 2006.*

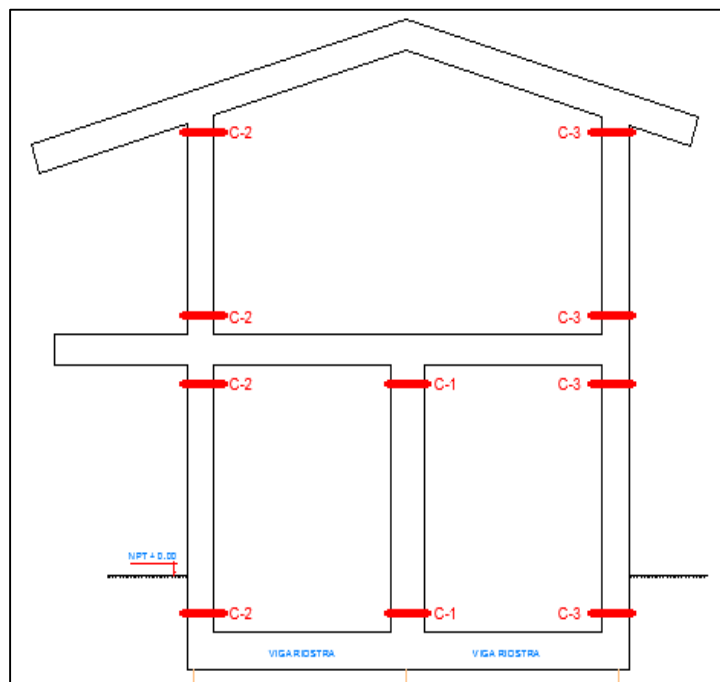
a. Diagramas Momento-Giro para Columnas XX

Se definieron tres tipos de articulaciones plásticas para columnas. En ellas predomina la flexo compresión, es decir que los esfuerzos (carga axial y momentos) que actúan en las columnas están relacionados mediante sus correspondientes superficies de interacción.

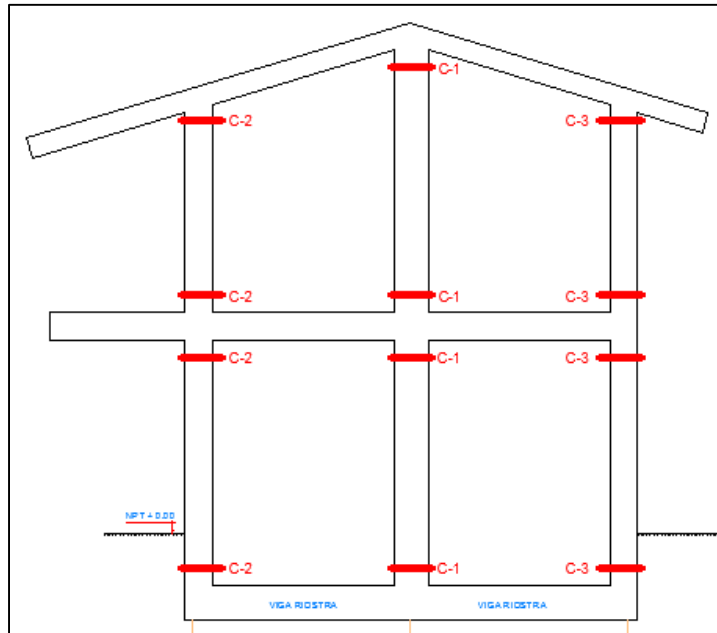
Las Figuras presentan las denominaciones usadas para agrupar las secciones de columna de iguales características y a la vez la ubicación de las rótulas en las columnas.



Denominación de las secciones transversales y ubicación de las rótulas plásticas en las Columnas de los pórticos 1 y 6.



Denominación de las secciones transversales y ubicación de las rótulas plásticas en las Columnas de los pórticos 3 y 5



Denominación de las secciones transversales y ubicación de las rótulas plásticas en las Columnas de los pórticos 2 y 4

Columna C-1 XX.

b= 0.50 m
h= 0.30 m
Lp= 0.15 m

Sección Transversal Columna C-1 XX

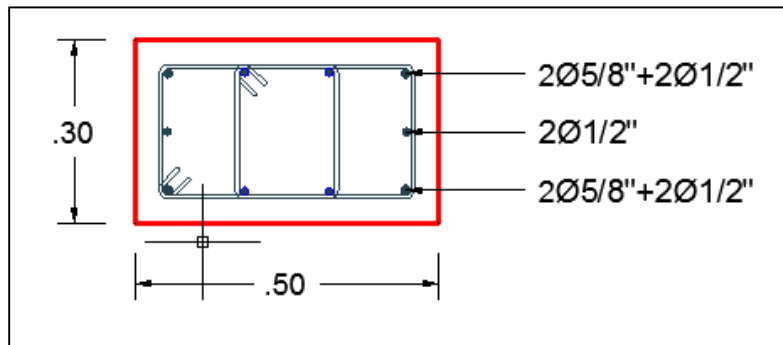


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Columna C -1 XX

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00062	0.07560	0.00149	0.00000	-19.78640	-2.96030	22.74160	0.00000	-0.00511	0.00831	4.85160
-0.00132	0.08630	0.00395	0.00000	-32.41500	-4.48010	36.89110	0.00000	-0.00394	0.02080	7.51830
-0.00200	0.09650	0.00749	0.00000	-35.45390	-3.02700	38.47730	0.00000	-0.00348	0.03740	7.81590
-0.00290	0.10020	0.01190	0.00000	-37.27670	-1.89980	39.17290	0.00000	-0.00356	0.05820	7.99330
-0.00419	0.09960	0.01690	0.00000	-37.68950	-3.39950	41.10630	0.00000	0.01730	0.08310	8.31150
-0.00632	0.09370	0.02210	0.00000	-29.92180	-13.27570	43.20070	0.00000	0.00317	0.11220	8.17880
-0.00841	0.09210	0.02850	0.00000	-25.36360	-20.16740	45.54530	0.00000	0.01440	0.14540	8.38990
-0.01050	0.09270	0.03590	0.00000	-23.24180	-24.04430	47.26370	0.00000	-0.02240	0.18280	8.62940
-0.01260	0.09360	0.04430	0.00000	-23.19110	-25.94960	49.13610	0.00000	-0.00456	0.22430	8.94550
-0.01500	0.09430	0.05350	0.00000	-23.36460	-27.54680	50.93660	0.00000	0.02520	0.27000	9.24270
-0.01800	0.09380	0.06320	0.00000	-24.72180	-27.63870	52.35880	0.00000	-0.00158	0.31990	9.49750
-0.02120	0.09320	0.07360	0.00000	-26.11180	-27.63870	53.73820	0.00000	-0.01220	0.37390	9.74250
-0.02490	0.09250	0.08470	0.00000	-27.45020	-27.63870	55.07720	0.00000	-0.01160	0.43210	9.97300
-0.02330	0.10290	0.10210	0.00000	-16.25390	-1.85180	18.10250	0.00000	-0.00317	0.49440	1.65870
-0.02640	0.10290	0.11580	0.00000	-16.64000	-2.15790	18.80100	0.00000	0.00301	0.56090	1.69350
-0.02980	0.10290	0.13040	0.00000	-16.94390	-2.50900	19.45030	0.00000	-0.00264	0.63150	1.72570
-0.03330	0.10280	0.14580	0.00000	-17.18120	-2.91700	20.07900	0.00000	-0.01930	0.70630	1.76000
-0.03700	0.10280	0.16210	0.00000	-17.35210	-3.35100	20.70500	0.00000	0.00198	0.78520	1.78850
-0.03990	0.10410	0.18040	0.00000	-16.06740	0.00000	16.06450	0.00000	-0.00291	0.86830	0.15120

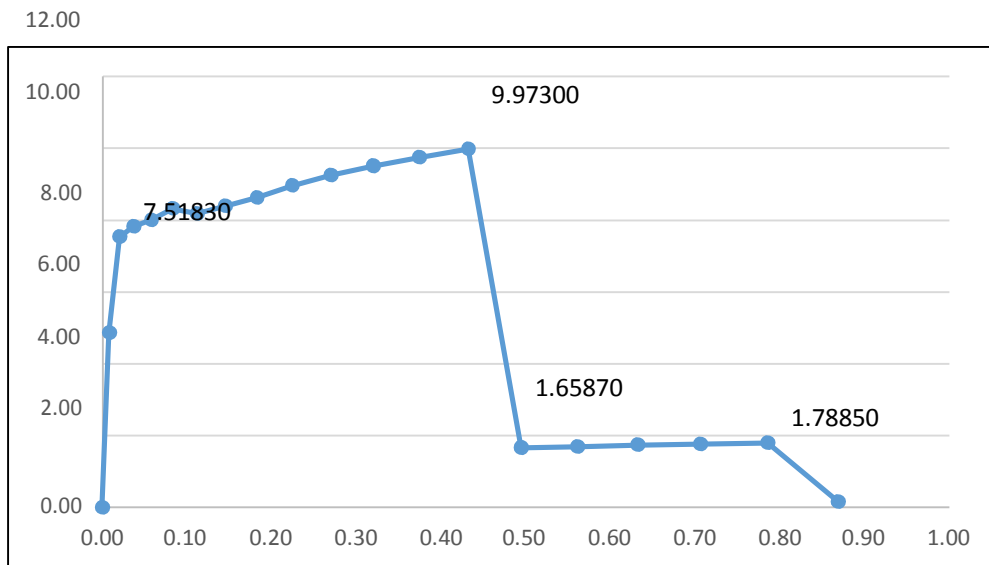


Diagrama Momento Curvatura Columna C -1 XX

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Columna C-1 XX.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.7852	-1.7885	0.1500	-0.1178	-0.2379	-37.7500
-D	-0.4944	-1.6587	0.1500	-0.0742	-0.2206	-23.7692
-C	-0.4321	-9.9730	0.1500	-0.0648	-1.3265	-20.7740
-B	-0.0208	-7.5183	0.1500	-0.0031	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.1500	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0208	7.5183	0.1500	0.0031	1.0000	1.0000
C	0.4321	9.9730	0.1500	0.0648	1.3265	20.7740
D	0.4944	1.6587	0.1500	0.0742	0.2206	23.7692
E	0.7852	1.7885	0.1500	0.1178	0.2379	37.7500

Crterios de Aceptación para la Articulación Columna C-1 XX.

θ	IO	LS	CP
0.0617	0.0185	0.0494	0.0648

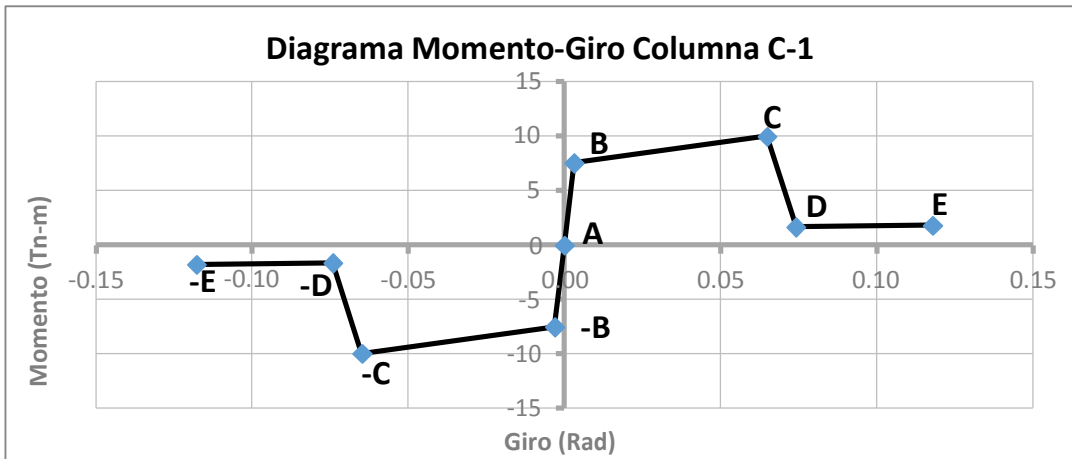


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Columna C-1 XX

Columna C -2 XX

b= 0.40 m
h= 1.00 m
Lp= 0.50 m

Sección Transversal Columna C-2XX

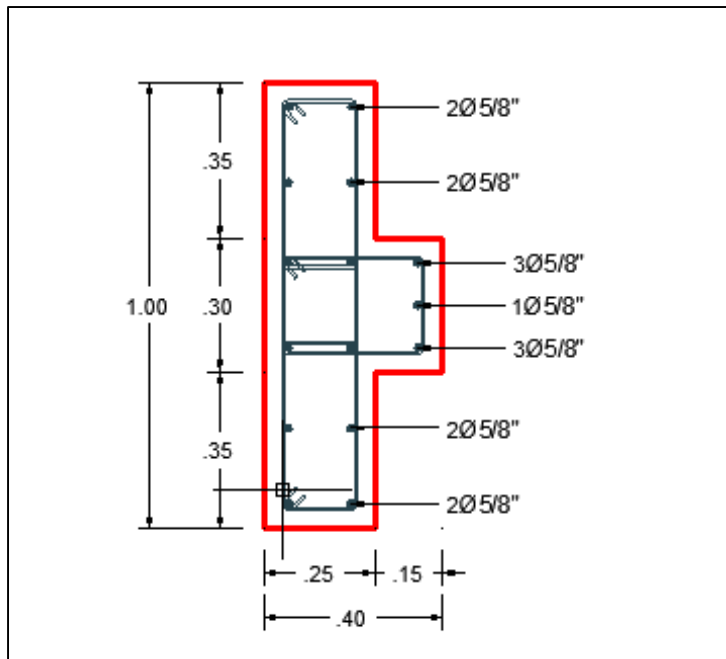


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Columna C -2 XX

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00055	0.21110	0.00126	0.00000	-24.14580	-4.63320	28.76470	0.00000	-0.01430	0.00191	18.70720
-0.00130	0.22770	0.00324	0.00000	-53.63280	-10.31960	63.96450	0.00000	0.01210	0.00476	39.59640
-0.00201	0.26620	0.00616	0.00000	-71.21130	-13.29770	84.48160	0.00000	-0.02740	0.00857	48.93180
-0.00268	0.29940	0.01000	0.00000	-78.83700	-16.29070	95.09520	0.00000	-0.03250	0.01330	52.81720
-0.00344	0.31930	0.01470	0.00000	-83.93400	-16.80000	100.69630	0.00000	-0.03770	0.01910	54.99940
-0.00439	0.32930	0.02010	0.00000	-90.96400	-16.80000	107.76090	0.00000	-0.00309	0.02570	57.80940
-0.00557	0.33300	0.02620	0.00000	-99.14970	-16.80000	115.94730	0.00000	-0.00239	0.03330	61.12450
-0.00681	0.33750	0.03310	0.00000	-103.95950	-16.80000	120.75320	0.00000	-0.00625	0.04190	63.65480
-0.00822	0.34020	0.04080	0.00000	-108.03240	-16.80000	124.85640	0.00000	0.02410	0.05140	65.91490
-0.00984	0.34110	0.04910	0.00000	-112.11680	-16.80000	128.86680	0.00000	-0.05000	0.06190	68.04060
-0.01160	0.34130	0.05820	0.00000	-115.53650	-16.80000	132.33300	0.00000	-0.00346	0.07330	69.78870
-0.01370	0.34040	0.06790	0.00000	-118.83620	-16.80000	135.59620	0.00000	-0.04000	0.08570	71.39150
-0.01590	0.33900	0.07840	0.00000	-121.82290	-17.08180	138.87760	0.00000	-0.02720	0.09910	72.95730
-0.01840	0.33730	0.08950	0.00000	-124.37520	-17.50670	141.85140	0.00000	-0.03050	0.11340	74.38240
-0.01750	0.36420	0.10500	0.00000	-103.20300	-17.10370	120.30230	0.00000	-0.00448	0.12860	55.27470
-0.01590	0.39030	0.12200	0.00000	-82.56660	-16.80000	99.35210	0.00000	-0.01450	0.14480	40.01710
-0.01800	0.38890	0.13620	0.00000	-84.38090	-16.85470	101.23500	0.00000	-0.00064	0.16190	40.64350
-0.02030	0.38740	0.15110	0.00000	-85.96720	-17.18390	103.14660	0.00000	-0.00456	0.18000	41.28320
-0.01410	0.42900	0.17540	0.00000	-52.40510	-16.80000	69.19940	0.00000	-0.00569	0.19910	22.88760

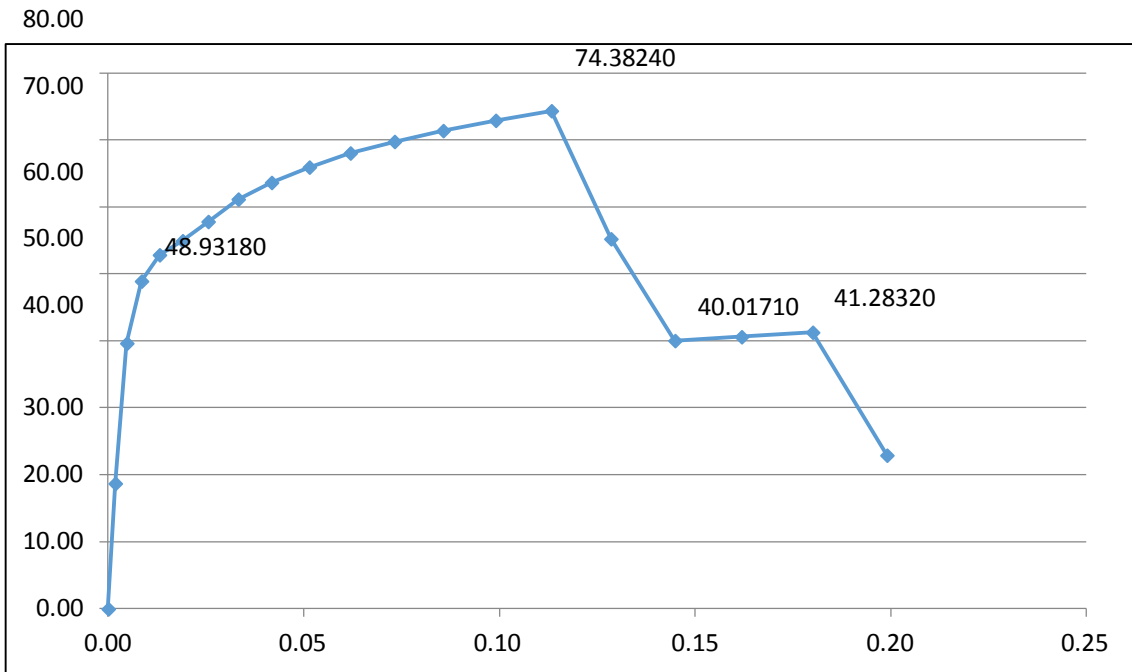


Diagrama Momento Curvatura Columna C-2 XX

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Columna C-2 XX.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.1800	-41.2832	0.5000	-0.0900	-0.8437	-20.9962
-D	-0.1448	-40.0171	0.5000	-0.0724	-0.8178	-16.8902
-C	-0.1134	-74.3824	0.5000	-0.0567	-1.5201	-13.2276
-B	-0.0086	-48.9318	0.5000	-0.0043	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0086	48.9318	0.5000	0.0043	1.0000	1.0000
C	0.1134	74.3824	0.5000	0.0567	1.5201	13.2276
D	0.1448	40.0171	0.5000	0.0724	0.8178	16.8902
E	0.1800	41.2832	0.5000	0.0900	0.8437	20.9962

Criterios de Aceptación para la Articulación Columna C-2 XX.

θ	IO	LS	CP
0.0524	0.0174	0.0436	0.0567

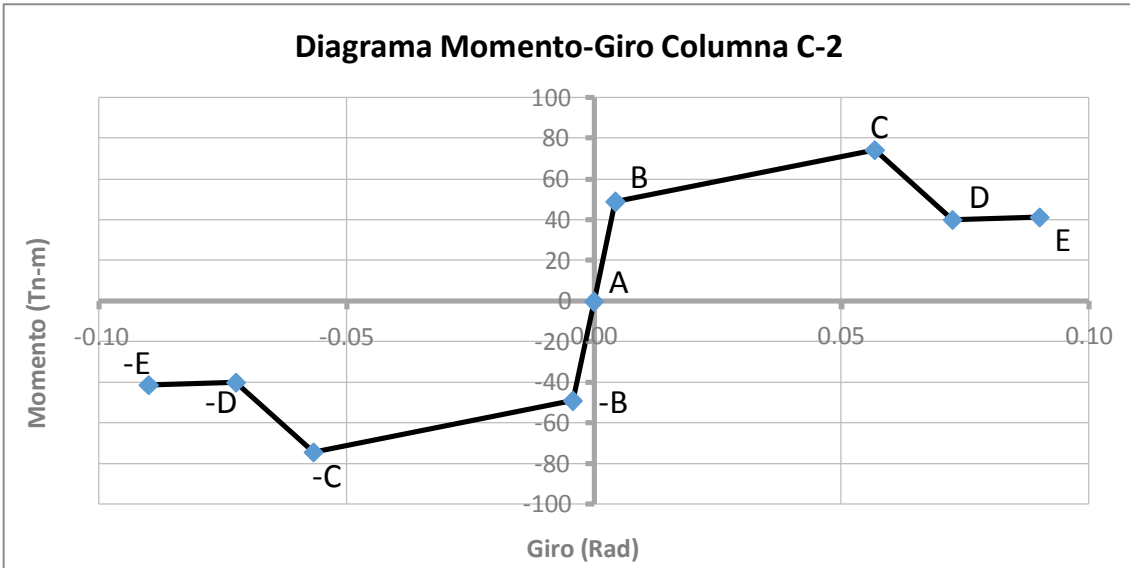


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Columna C-2 XX

Columna C – 3 XX

$b = 0.40 \text{ m}$
 $h = 1.00 \text{ m}$
 $L_p = 0.50 \text{ m}$

Sección Transversal Columna C-3 XX

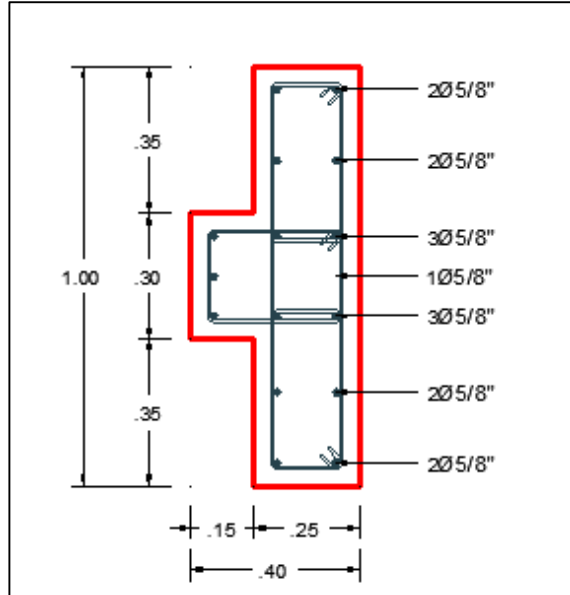


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Columna C -3 XX

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00055	0.21110	0.00126	0.00000	-24.14580	-4.63320	28.76470	0.00000	-0.01430	0.00191	18.70720
-0.00130	0.22770	0.00324	0.00000	-53.63280	-10.31960	63.96450	0.00000	0.01210	0.00476	39.59640
-0.00201	0.26620	0.00616	0.00000	-71.21130	-13.29770	84.48160	0.00000	-0.02740	0.00857	48.93180
-0.00268	0.29940	0.01000	0.00000	-78.83700	-16.29070	95.09520	0.00000	-0.03250	0.01330	52.81720
-0.00344	0.31930	0.01470	0.00000	-83.93400	-16.80000	100.69630	0.00000	-0.03770	0.01910	54.99940
-0.00439	0.32930	0.02010	0.00000	-90.96400	-16.80000	107.76090	0.00000	-0.00309	0.02570	57.80940
-0.00557	0.33300	0.02620	0.00000	-99.14970	-16.80000	115.94730	0.00000	-0.00239	0.03330	61.12450
-0.00681	0.33750	0.03310	0.00000	-103.95950	-16.80000	120.75320	0.00000	-0.00625	0.04190	63.65480
-0.00822	0.34020	0.04080	0.00000	-108.03240	-16.80000	124.85640	0.00000	0.02410	0.05140	65.91490
-0.00984	0.34110	0.04910	0.00000	-112.11680	-16.80000	128.86680	0.00000	-0.05000	0.06190	68.04060
-0.01160	0.34130	0.05820	0.00000	-115.53650	-16.80000	132.33300	0.00000	-0.00346	0.07330	69.78870
-0.01370	0.34040	0.06790	0.00000	-118.83620	-16.80000	135.59620	0.00000	-0.04000	0.08570	71.39150
-0.01590	0.33900	0.07840	0.00000	-121.82290	-17.08180	138.87760	0.00000	-0.02720	0.09910	72.95730
-0.01840	0.33730	0.08950	0.00000	-124.37520	-17.50670	141.85140	0.00000	-0.03050	0.11340	74.38240
-0.01750	0.36420	0.10500	0.00000	-103.20300	-17.10370	120.30230	0.00000	-0.00448	0.12860	55.27470
-0.01590	0.39030	0.12200	0.00000	-82.56660	-16.80000	99.35210	0.00000	-0.01450	0.14480	40.01710
-0.01800	0.38890	0.13620	0.00000	-84.38090	-16.85470	101.23500	0.00000	-0.00064	0.16190	40.64350
-0.02030	0.38740	0.15110	0.00000	-85.96720	-17.18390	103.14660	0.00000	-0.00456	0.18000	41.28320
-0.01410	0.42900	0.17540	0.00000	-52.40510	-16.80000	69.19940	0.00000	-0.00569	0.19910	22.88760

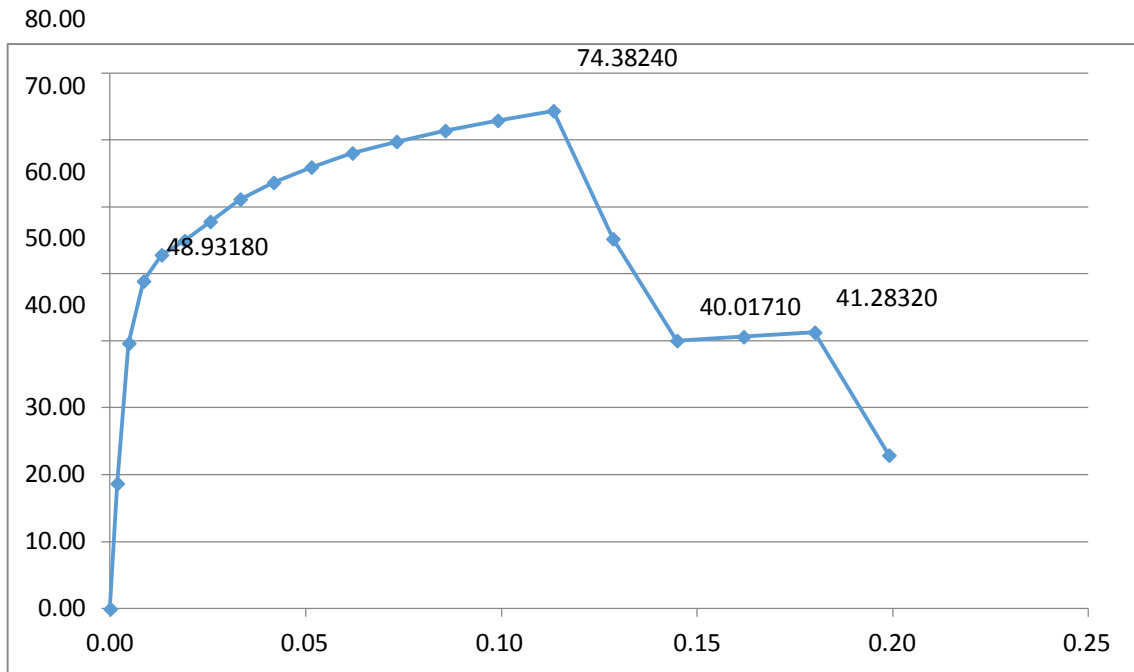


Diagrama Momento Curvatura Columna C-3 XX

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Columna C-3 XX.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.1800	-41.2832	0.5000	-0.0900	-0.8437	-20.9962
-D	-0.1448	-40.0171	0.5000	-0.0724	-0.8178	-16.8902
-C	-0.1134	-74.3824	0.5000	-0.0567	-1.5201	-13.2276
-B	-0.0086	-48.9318	0.5000	-0.0043	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0086	48.9318	0.5000	0.0043	1.0000	1.0000
C	0.1134	74.3824	0.5000	0.0567	1.5201	13.2276
D	0.1448	40.0171	0.5000	0.0724	0.8178	16.8902
E	0.1800	41.2832	0.5000	0.0900	0.8437	20.9962

Criterios de Aceptación para la Articulación Columna C-1 XX.

θ	IO	LS	CP
0.0524	0.0174	0.0436	0.0567

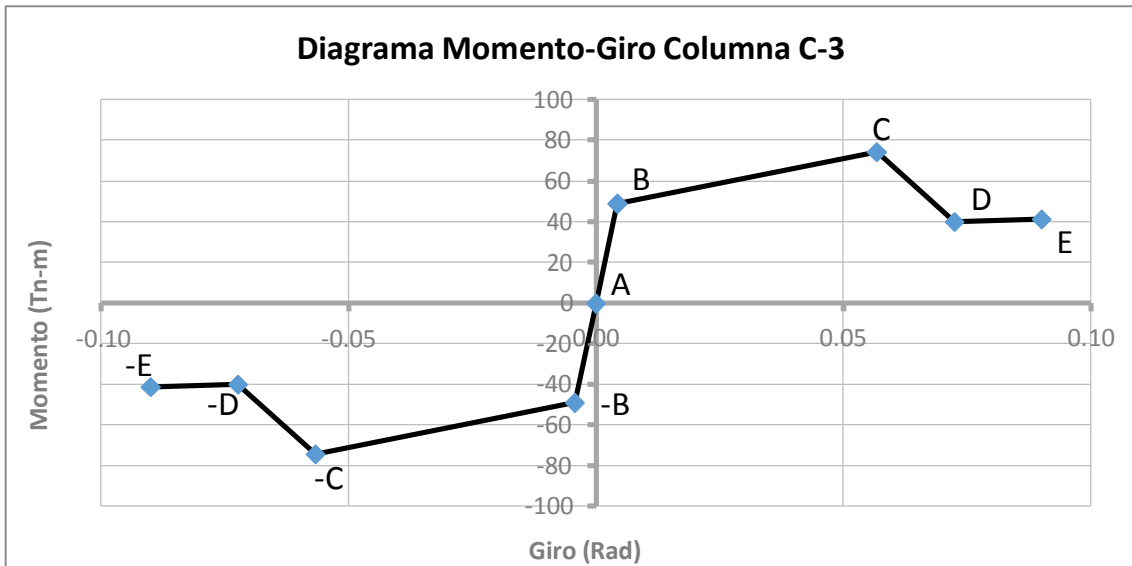


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Columna C-1 XX

b. Diagramas Momento-Giro para Columnas YY

Se definieron tres tipos de articulaciones plásticas para columnas. En ellas predomina la flexo compresión, es decir que los esfuerzos (carga axial y momentos) que actúan en las columnas están relacionados mediante sus correspondientes superficies de interacción.

Las Figuras presentan las denominaciones usadas para agrupar las secciones de columna de iguales características y a la vez la ubicación de las rótulas en las columnas.

Columna C – 1 YY

b= 0.30 m
h= 0.50 m
Lp= 0.25 m

Sección Transversal Columna C-1 YY

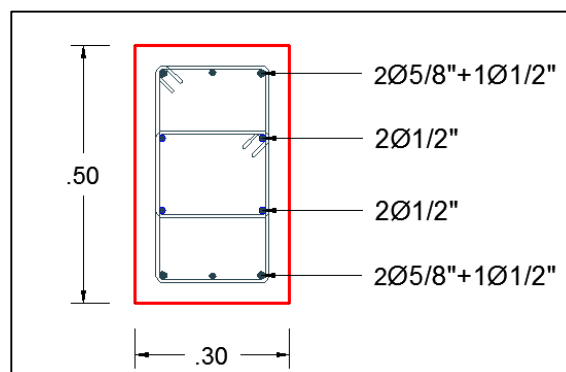


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Columna C -1 YY

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00054	0.12220	0.00138	0.00000	-16.27270	-3.59190	19.85920	0.00000	-0.00535	0.00423	7.33690
-0.00121	0.13570	0.00359	0.00000	-29.32450	-7.46770	36.78710	0.00000	-0.00510	0.01060	12.79960
-0.00181	0.15520	0.00683	0.00000	-32.18360	-9.51980	41.68360	0.00000	-0.01970	0.01900	13.62620
-0.00247	0.16650	0.01100	0.00000	-32.93430	-11.25070	44.18330	0.00000	-0.00168	0.02960	14.10050
-0.00324	0.17330	0.01590	0.00000	-32.72590	-13.02920	45.75330	0.00000	-0.00183	0.04230	14.73360
-0.00421	0.17640	0.02170	0.00000	-32.35450	-15.76600	48.09980	0.00000	-0.02060	0.05710	15.54980
-0.00562	0.17400	0.02800	0.00000	-28.28260	-22.02560	50.29560	0.00000	-0.01270	0.07400	16.00570
-0.00798	0.16430	0.03420	0.00000	-29.43780	-22.21930	51.65890	0.00000	0.00180	0.09300	16.10740
-0.00989	0.16340	0.04190	0.00000	-31.27690	-22.21930	53.48700	0.00000	-0.00921	0.11420	16.65560
-0.01200	0.16260	0.05030	0.00000	-32.76880	-22.21930	54.97320	0.00000	-0.01490	0.13740	17.07470
-0.01440	0.16130	0.05940	0.00000	-34.33380	-22.21930	56.53690	0.00000	-0.01630	0.16280	17.51190
-0.01720	0.15980	0.06920	0.00000	-35.84410	-22.21930	58.04870	0.00000	-0.01470	0.19030	17.91770
-0.02020	0.15800	0.07950	0.00000	-37.30090	-22.22250	59.51470	0.00000	-0.00873	0.21990	18.30300
-0.01360	0.19610	0.10060	0.00000	-12.00330	-17.01030	29.03560	0.00000	0.02210	0.25160	6.07410
-0.01530	0.19660	0.11420	0.00000	-11.91800	-17.77480	29.67900	0.00000	-0.01380	0.28550	6.21680
-0.01700	0.19700	0.12880	0.00000	-11.84220	-18.50640	30.32260	0.00000	-0.02600	0.32140	6.35240
-0.01750	0.20120	0.14550	0.00000	-9.78030	-4.80830	14.56030	0.00000	-0.02830	0.35950	2.05950
-0.01950	0.20130	0.16180	0.00000	-9.88630	-4.92070	14.82110	0.00000	0.01400	0.39960	2.08630
-0.02150	0.20140	0.17900	0.00000	-9.98120	-5.10620	15.08600	0.00000	-0.00137	0.44190	2.12540

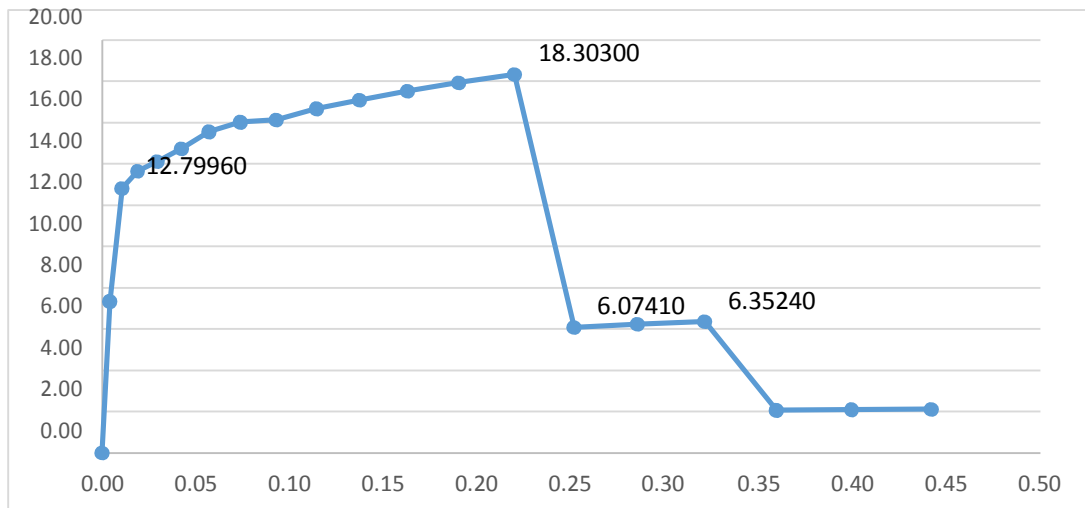


Diagrama Momento Curvatura Columna C-1 YY

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Columna C-1 YY.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.3214	-6.3524	0.2500	-0.0804	-0.4963	-30.3208
-D	-0.2516	-6.0741	0.2500	-0.0629	-0.4746	-23.7358
-C	-0.2199	-18.3030	0.2500	-0.0550	-1.4300	-20.7453
-B	-0.0106	-12.7996	0.2500	-0.0027	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.2500	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0106	12.7996	0.2500	0.0027	1.0000	1.0000
C	0.2199	18.3030	0.2500	0.0550	1.4300	20.7453
D	0.2516	6.0741	0.2500	0.0629	0.4746	23.7358
E	0.3214	6.3524	0.2500	0.0804	0.4963	30.3208

Criterios de Aceptación para la Articulación Columna C-1 YY

θ	IO	LS	CP
0.0523	0.0157	0.0419	0.0550

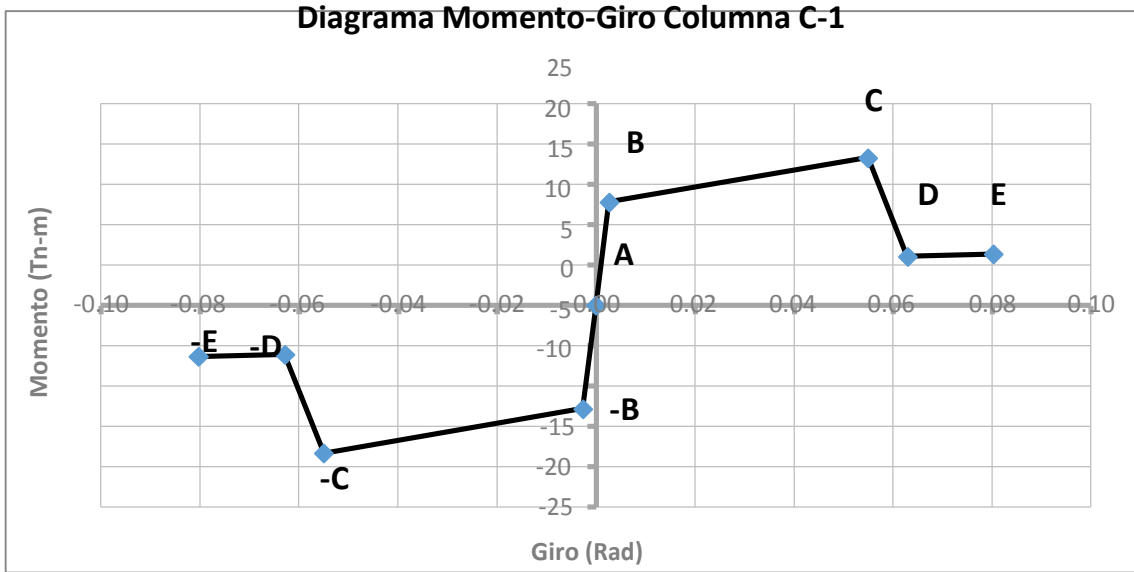


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Columna C-1 YY

Columna C – 2 YY

$b = 1.00 \text{ m}$
 $h = 0.40 \text{ m}$
 $L_p = 0.20 \text{ m}$

Sección Transversal Columna C-2 YY

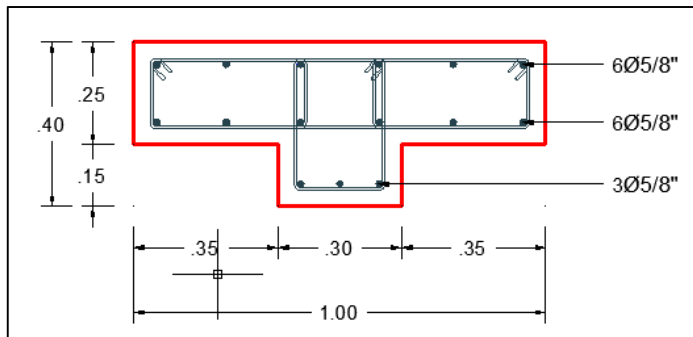


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Columna C -2 YY

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00039	0.06600	0.00115	0.00000	-21.28660	-4.36710	25.64840	0.00000	-0.00529	0.00438	6.41520
-0.00092	0.07160	0.00294	0.00000	-46.80260	-9.45270	56.26710	0.00000	0.01190	0.01100	13.39730
-0.00144	0.08260	0.00550	0.00000	-63.77570	-11.83960	75.59980	0.00000	-0.01550	0.01970	16.95700
-0.00183	0.09570	0.00896	0.00000	-66.87380	-8.73150	75.59980	0.00000	-0.00546	0.03070	17.32020
-0.00228	0.10350	0.01310	0.00000	-72.39830	-4.31240	76.70790	0.00000	-0.00283	0.04380	17.98770
-0.00282	0.10780	0.01800	0.00000	-78.81010	0.00000	78.80810	0.00000	-0.00206	0.05920	18.77010
-0.00349	0.11000	0.02350	0.00000	-86.31470	0.00000	86.28200	0.00000	-0.03270	0.07670	19.82580
-0.00426	0.11130	0.02970	0.00000	-94.03400	0.00000	94.01000	0.00000	-0.02400	0.09640	20.83780
-0.00515	0.11200	0.03650	0.00000	-101.41430	0.00000	101.39140	0.00000	-0.02300	0.11830	21.73050
-0.00617	0.11220	0.04400	0.00000	-108.42900	0.00000	108.41760	0.00000	-0.01140	0.14240	22.63130
-0.00731	0.11220	0.05210	0.00000	-114.81760	0.00000	114.80920	0.00000	-0.00840	0.16870	23.45340
-0.00855	0.11210	0.06090	0.00000	-120.02190	0.00000	120.02170	0.00000	-0.00018	0.19720	24.04340
-0.00993	0.11190	0.07030	0.00000	-124.68370	0.00000	124.68140	0.00000	-0.00224	0.22780	24.61070
-0.01140	0.11170	0.08040	0.00000	-128.79570	0.00000	128.78080	0.00000	-0.01490	0.26070	25.16760
-0.01180	0.11560	0.09230	0.00000	-118.03190	0.00000	118.06860	0.00000	0.03670	0.29580	14.02680
-0.01320	0.11570	0.10400	0.00000	-119.39900	0.00000	119.43390	0.00000	0.03490	0.33300	14.25680
-0.01480	0.11580	0.11630	0.00000	-120.75440	0.00000	120.78430	0.00000	0.02990	0.37240	14.47880
-0.01650	0.11570	0.12930	0.00000	-122.02400	0.00000	122.05640	0.00000	0.03240	0.41410	14.68150
-0.01830	0.11560	0.14290	0.00000	-123.34260	0.00000	123.37950	0.00000	0.03690	0.45790	14.88750

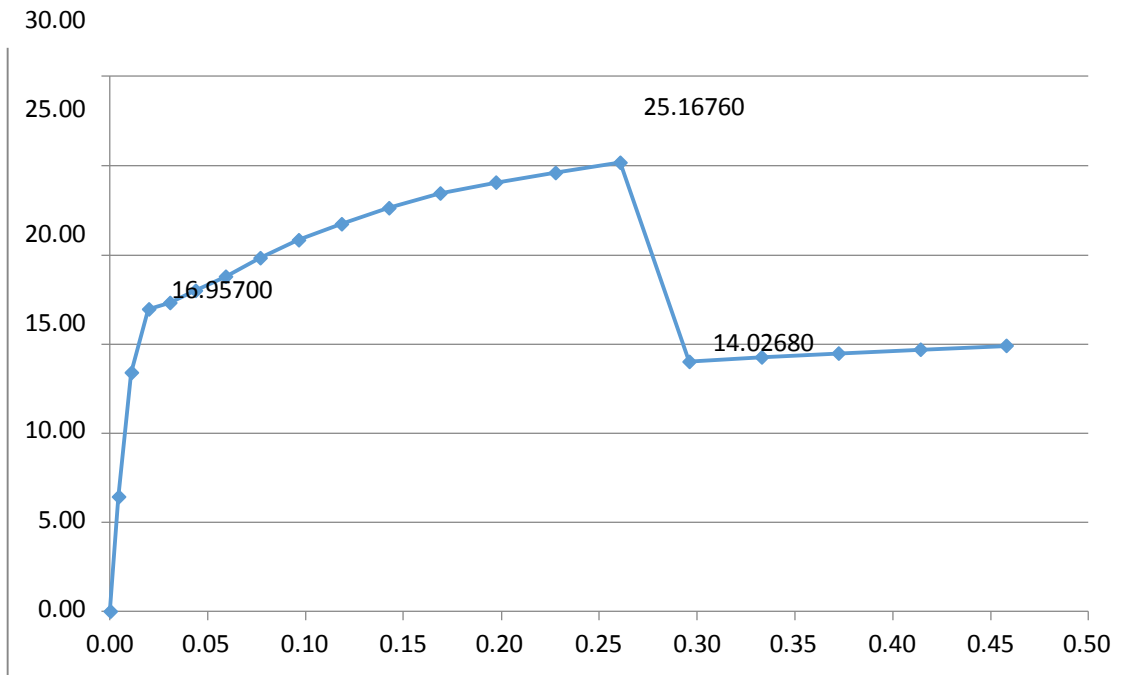


Diagrama Momento Curvatura Columna C-2 YY

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Columna C-2 YY.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.4579	-14.8875	0.2000	-0.0916	-0.8780	-23.2437
-D	-0.2958	-14.0268	0.2000	-0.0592	-0.8272	-15.0152
-C	-0.2607	-25.1676	0.2000	-0.0521	-1.4842	-13.2335
-B	-0.0197	-16.9570	0.2000	-0.0039	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0197	16.9570	0.2000	0.0039	1.0000	1.0000
C	0.2607	25.1676	0.2000	0.0521	1.4842	13.2335
D	0.2958	14.0268	0.2000	0.0592	0.8272	15.0152
E	0.4579	14.8875	0.2000	0.0916	0.8780	23.2437

Criterios de Aceptación para la Articulación Columna C-2 YY.

θ	IO	LS	CP
0.0482	0.0160	0.0401	0.0521

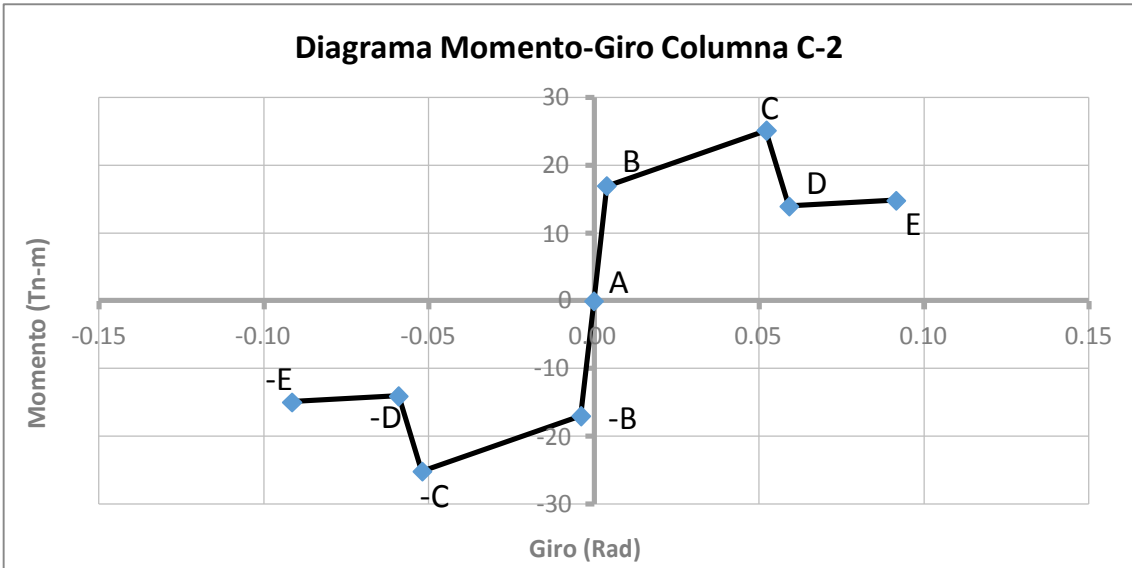


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Columna C-2 YY

Columna C – 3 YY

$b = 1.00 \text{ m}$
 $h = 0.40 \text{ m}$
 $L_p = 0.20 \text{ m}$

Sección Transversal Columna C-3 YY

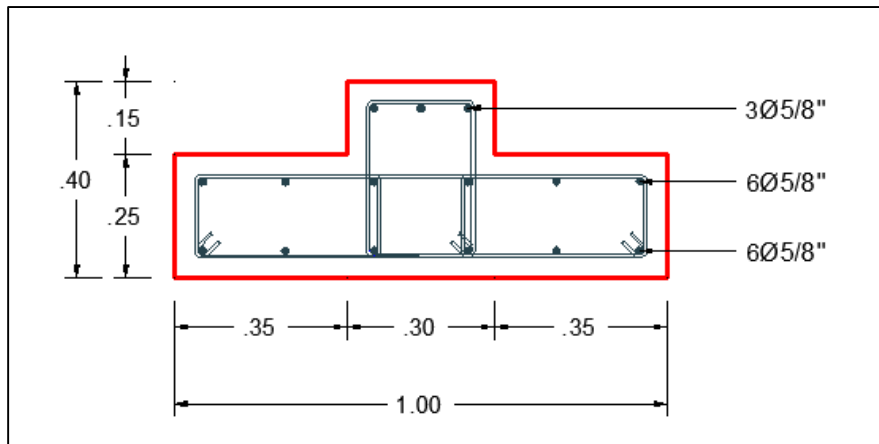


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Columna C -3 YY

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00068	0.08850	0.00086	0.00000	-19.38520	-5.68300	25.02430	0.00000	-0.04390	0.00438	6.85260
-0.00170	0.08970	0.00216	0.00000	-47.65330	-14.04880	61.73760	0.00000	0.03550	0.01100	16.83270
-0.00262	0.11170	0.00432	0.00000	-61.15660	-20.07970	81.22420	0.00000	-0.01210	0.01970	20.12100
-0.00390	0.11730	0.00690	0.00000	-75.62150	-25.19990	100.79980	0.00000	-0.02160	0.03070	22.99190
-0.00496	0.13140	0.01050	0.00000	-75.94980	-25.19990	101.13170	0.00000	-0.01800	0.04380	23.36700
-0.00630	0.13790	0.01450	0.00000	-78.79270	-25.19990	103.98580	0.00000	-0.00685	0.05920	24.31380
-0.00792	0.14130	0.01910	0.00000	-81.99860	-25.19990	107.19550	0.00000	-0.00313	0.07670	25.29240
-0.00985	0.14230	0.02410	0.00000	-85.57380	-25.19990	110.72450	0.00000	-0.04920	0.09640	26.31140
-0.01210	0.14230	0.02960	0.00000	-88.85660	-25.19990	114.03850	0.00000	-0.01800	0.11830	27.06600
-0.01470	0.14120	0.03540	0.00000	-92.09190	-25.19990	117.26600	0.00000	-0.02580	0.14240	27.67060
-0.01780	0.13910	0.04160	0.00000	-95.40770	-25.19990	120.58580	0.00000	-0.02190	0.16870	28.25570
-0.02110	0.13730	0.04830	0.00000	-97.90840	-25.79540	123.69720	0.00000	-0.00665	0.19720	28.76770
-0.02490	0.13500	0.05530	0.00000	-100.24650	-26.61820	126.85730	0.00000	-0.00739	0.22780	29.27690
-0.02920	0.13250	0.06260	0.00000	-102.36690	-27.56080	129.92140	0.00000	-0.00632	0.26070	29.74430
-0.03390	0.12980	0.07020	0.00000	-104.29430	-28.63150	132.92180	0.00000	-0.00395	0.29580	30.18500
-0.03900	0.12730	0.07820	0.00000	-105.78220	-29.80190	135.56710	0.00000	-0.01700	0.33300	30.58400
-0.05490	0.09710	0.07620	0.00000	-97.47530	-32.44360	129.93790	0.00000	0.01900	0.37240	26.31580
-0.06470	0.08820	0.08110	0.00000	-96.10440	-33.48970	129.61630	0.00000	0.02220	0.41410	24.83890
-0.07340	0.08430	0.08780	0.00000	-96.60650	-34.22180	130.76750	0.00000	-0.06090	0.45790	24.04680

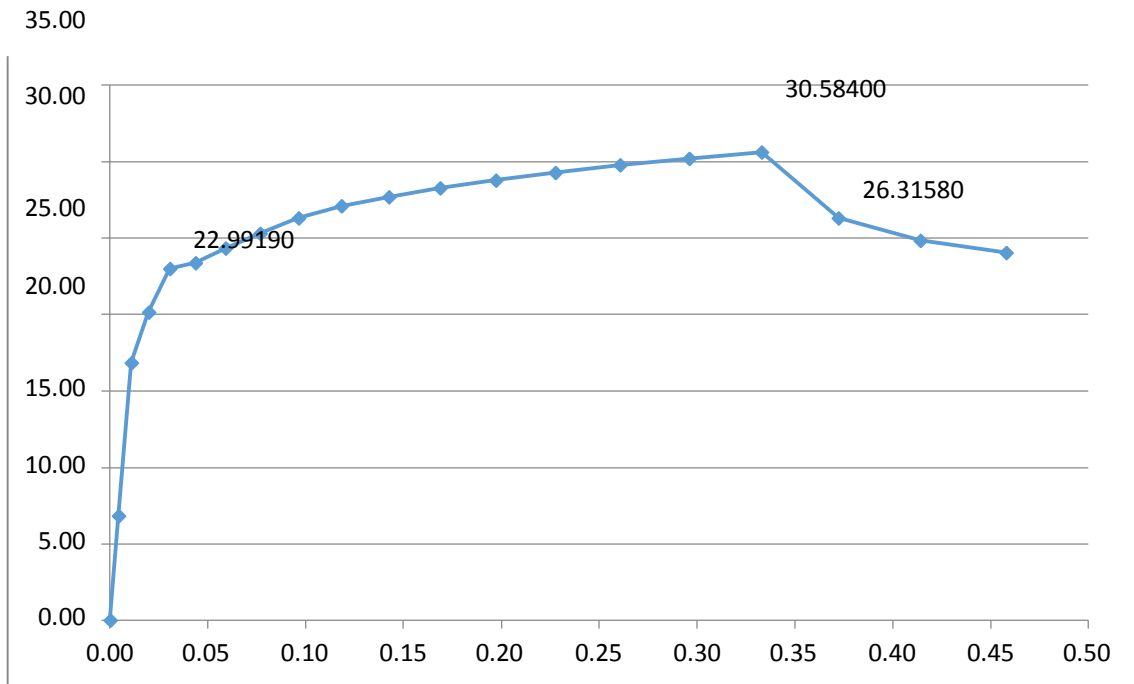


Diagrama Momento Curvatura Columna C-3 YY

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Columna C-3 YY.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.4579	-24.0468	0.2000	-0.0916	-1.0459	-14.9153
-D	-0.3724	-24.0468	0.2000	-0.0745	-1.0459	-12.1303
-C	-0.3330	-30.5840	0.2000	-0.0666	-1.3302	-10.8469
-B	-0.0307	-22.9919	0.2000	-0.0061	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0307	22.9919	0.2000	0.0061	1.0000	1.0000
C	0.3330	30.5840	0.2000	0.0666	1.3302	10.8469
D	0.3724	24.0468	0.2000	0.0745	1.0459	12.1303
E	0.4579	24.0468	0.2000	0.0916	1.0459	14.9153

Crterios de Aceptación para la Articulación Columna C-3 YY.

θ	IO	LS	CP
0.0605	0.0213	0.0515	0.0666

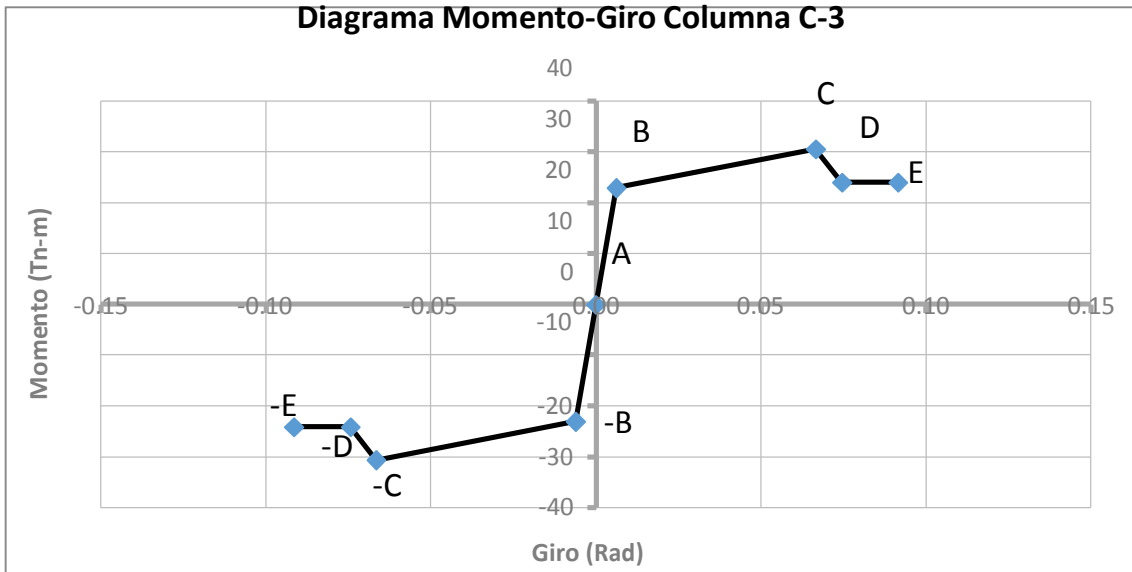
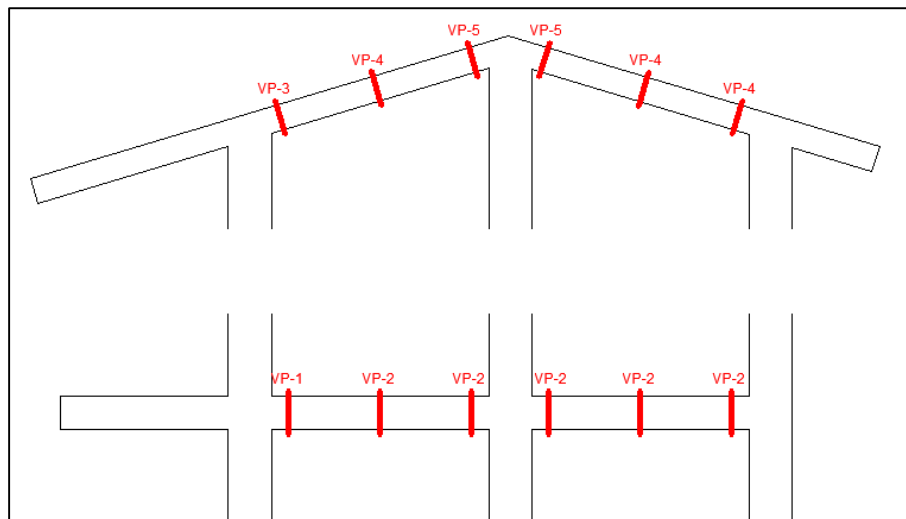


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Columna C-3 YY

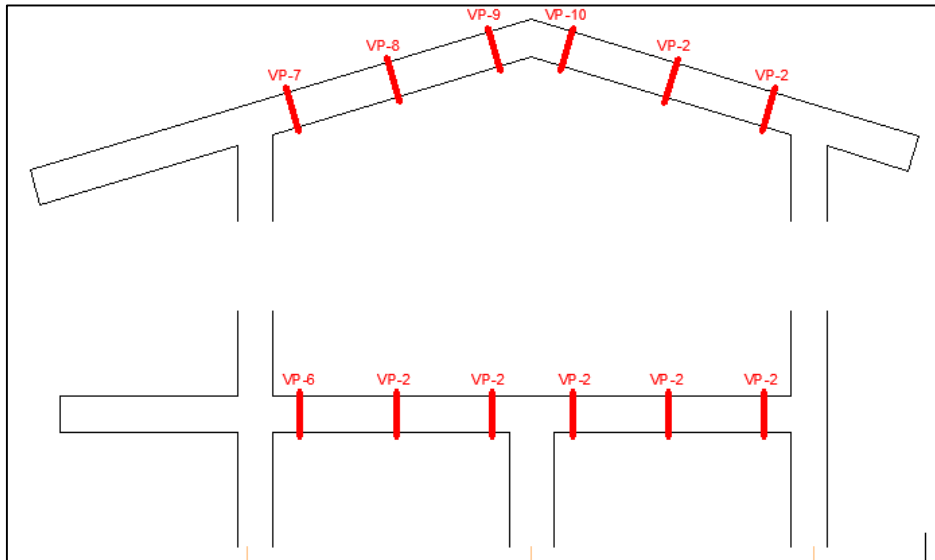
c. Diagrama Momento Giro para Vigas Principales

Se definieron trece tipos de articulaciones plásticas para vigas principales. En ellas predomina la flexión (M3). Estas rótulas son asignadas al principio, al final y al centro de la luz de cada viga.

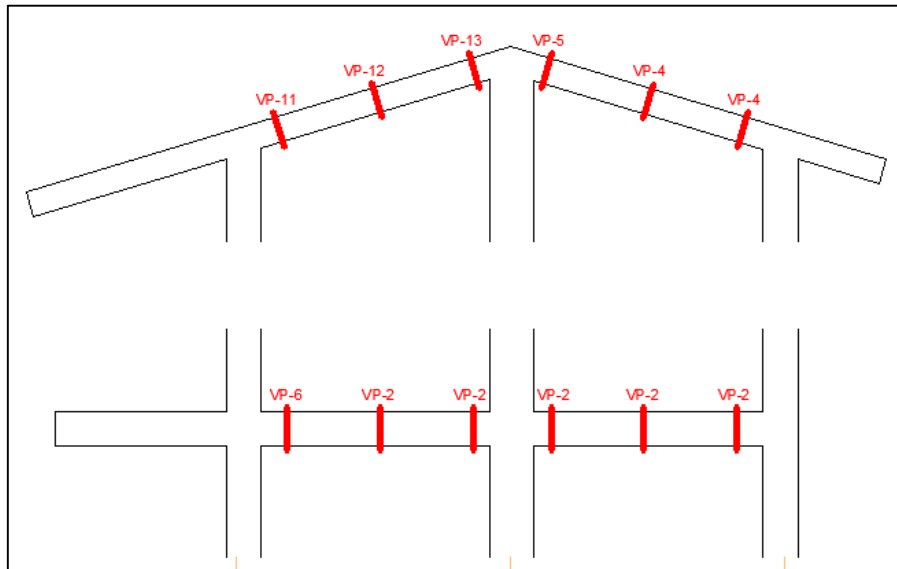
Las Figuras presentan las denominaciones usadas para agrupar las secciones de las vigas principales de iguales características, y a la vez indican la ubicación de las rótulas en las mismas.



Denominación de las secciones transversales y ubicación de las rótulas plásticas en las Vigas de los pórticos 1 y 6.



Denominación de las secciones transversales y ubicación de las rótulas plásticas en las Vigas de los pórticos 3 y 5.



Denominación de las secciones transversales y ubicación de las rótulas plásticas en las Vigas de los pórticos 2 y 4.

Viga principal VP – 1

Sección Transversal Viga Principal VP - 1

$b = 0.3 \text{ m}$
 $h = 0.40 \text{ m}$
 $L_p = 0.200 \text{ m}$

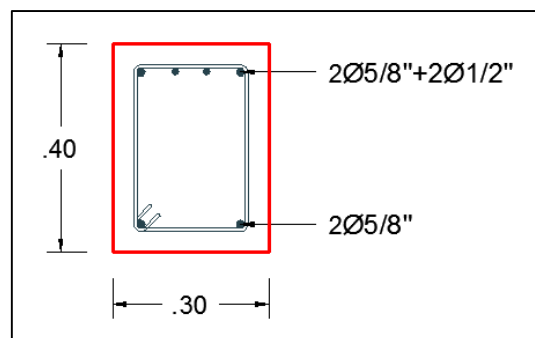


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -1

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00045	0.11930	0.00152	0.00000	-9.71560	-2.46420	12.16760	0.00000	-0.01210	0.00561	3.94450
-0.00087	0.13810	0.00407	0.00000	-14.11690	-2.68650	16.80000	0.00000	-0.00344	0.01400	5.52240
-0.00126	0.15000	0.00762	0.00000	-15.92800	-0.87750	16.80000	0.00000	-0.00557	0.02520	5.61200
-0.00179	0.15450	0.01200	0.00000	-18.18990	0.00000	18.18960	0.00000	-0.00032	0.03920	5.83180
-0.00251	0.15520	0.01720	0.00000	-20.34180	0.00000	20.35810	0.00000	0.01630	0.05610	6.25070
-0.00345	0.15440	0.02320	0.00000	-21.58400	0.00000	21.59320	0.00000	0.00921	0.07570	6.68210
-0.00465	0.15250	0.02990	0.00000	-20.76330	-0.55710	21.31620	0.00000	-0.00414	0.09810	6.90930
-0.00623	0.14940	0.03720	0.00000	-16.37850	-5.25390	21.64390	0.00000	0.01150	0.12330	6.88460
-0.00781	0.14840	0.04550	0.00000	-13.87300	-8.51070	22.37180	0.00000	-0.01190	0.15130	7.00070
-0.00944	0.14820	0.05470	0.00000	-12.22980	-10.82880	23.05980	0.00000	0.00112	0.18220	7.15360
-0.01120	0.14830	0.06480	0.00000	-11.20820	-12.52850	23.73520	0.00000	-0.00144	0.21580	7.33250
-0.01300	0.14860	0.07580	0.00000	-10.91350	-13.49840	24.41530	0.00000	0.00336	0.25220	7.53090
-0.01490	0.14900	0.08780	0.00000	-10.99470	-14.06070	25.07560	0.00000	0.02020	0.29150	7.72980
-0.01520	0.15450	0.10220	0.00000	-8.04050	0.00000	8.04660	0.00000	0.00605	0.33350	0.08380
-0.01730	0.15440	0.11590	0.00000	-8.28450	0.00000	8.29740	0.00000	0.01290	0.37840	0.08250
-0.01950	0.15420	0.13050	0.00000	-8.62840	0.00000	8.63670	0.00000	0.00824	0.42600	0.08510
-0.02190	0.15410	0.14590	0.00000	-8.93100	0.00000	8.94000	0.00000	0.00896	0.47640	0.08670
-0.02440	0.15400	0.16210	0.00000	-9.19970	0.00000	9.20760	0.00000	0.00788	0.52970	0.08840
-0.027	0.1539	0.1792	0	-9.4398	0	9.4423	0	2.56E-03	0.5857	0.0907

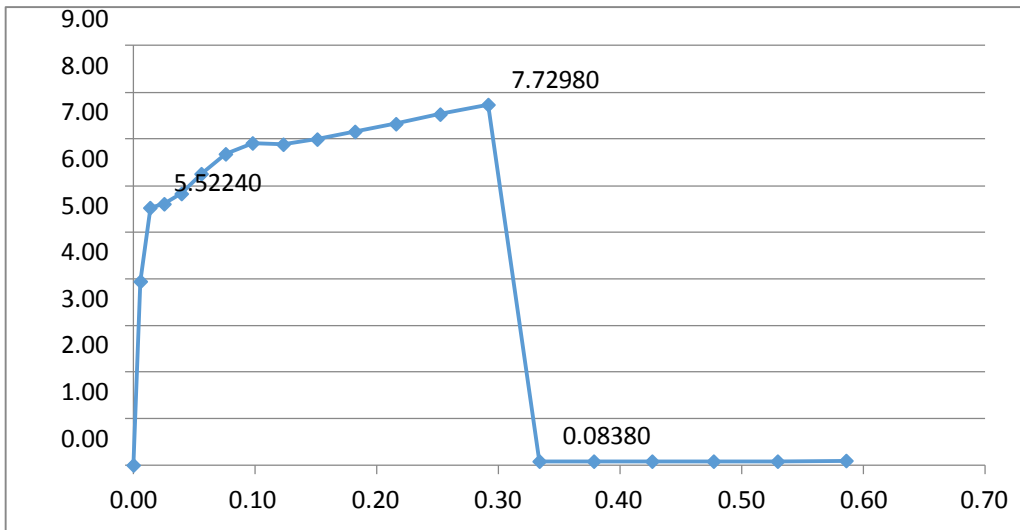


Diagrama Momento Curvatura Viga VP - 1

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 1.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.5857	-0.0907	0.2000	-0.1171	-0.0164	-41.8357
-D	-0.3335	-0.0838	0.2000	-0.0667	-0.0152	-23.8214
-C	-0.2915	-7.7298	0.2000	-0.0583	-1.3997	-20.8214
-B	-0.0140	-5.5224	0.2000	-0.0028	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0140	5.5224	0.2000	0.0028	1.0000	1.0000
C	0.2915	7.7298	0.2000	0.0583	1.3997	20.8214
D	0.3335	0.0838	0.2000	0.0667	0.0152	23.8214
E	0.5857	0.0907	0.2000	0.1171	0.0164	41.8357

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP - 1.

θ	IO	LS	CP
0.0555	0.0250	0.0472	0.0583

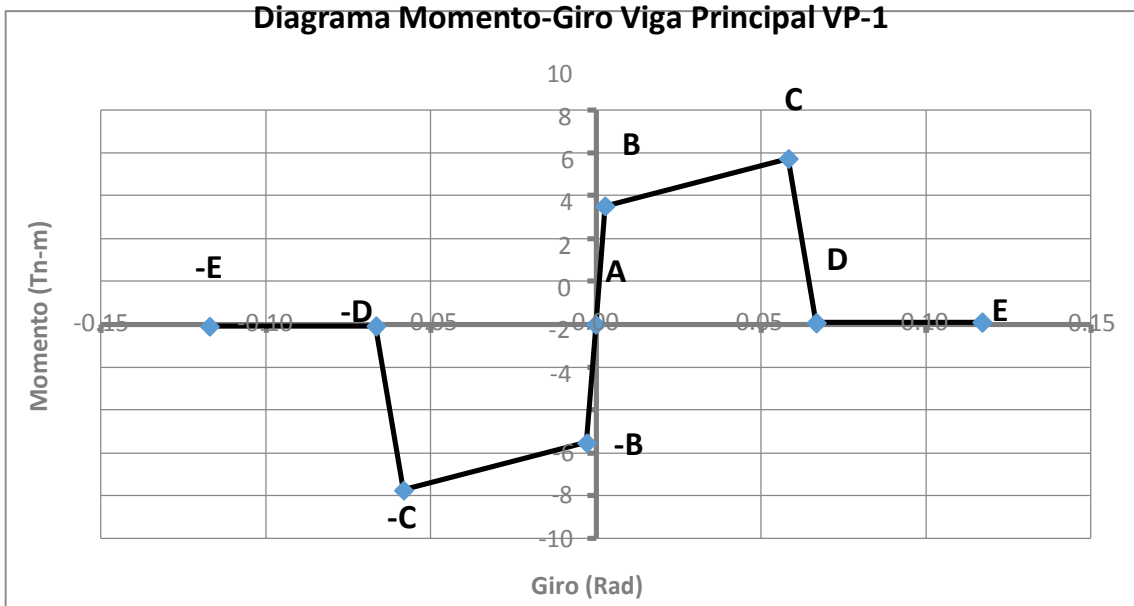


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP - 1

Viga Principal VP – 2

$b = 0.3 \text{ m}$
 $h = 0.40 \text{ m}$
 $L_p = 0.200 \text{ m}$

Sección Transversal Viga Principal VP – 2

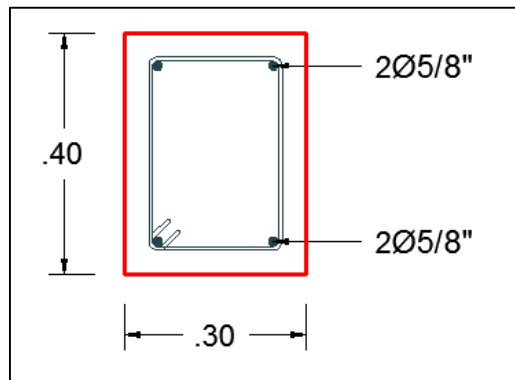


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -2

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00048	0.11610	0.00152	0.00000	-10.53670	-1.62990	12.15000	0.00000	-0.01650	0.00566	3.94760
-0.00090	0.13620	0.00408	0.00000	-15.00580	-1.79990	16.80000	0.00000	-0.00573	0.01420	5.53670
-0.00129	0.14950	0.00769	0.00000	-16.29540	-0.51500	16.80000	0.00000	-0.01040	0.02550	5.62010
-0.00180	0.15470	0.01220	0.00000	-18.14890	0.00000	18.14750	0.00000	-0.00140	0.03960	5.84170
-0.00251	0.15570	0.01740	0.00000	-20.18350	0.00000	20.17340	0.00000	-0.01000	0.05660	6.26790
-0.00347	0.15460	0.02340	0.00000	-21.50120	0.00000	21.52270	0.00000	0.02150	0.07650	6.69800
-0.00479	0.15160	0.03010	0.00000	-20.62760	-0.34510	20.95530	0.00000	-0.01740	0.09910	6.89340
-0.00661	0.14700	0.03730	0.00000	-16.56650	-5.08300	21.65150	0.00000	0.00208	0.12460	6.84200
-0.00832	0.14560	0.04550	0.00000	-14.48580	-7.89070	22.37530	0.00000	-0.00114	0.15290	6.96050
-0.01010	0.14530	0.05470	0.00000	-13.17800	-9.89320	23.06360	0.00000	-0.00756	0.18410	7.12430
-0.01180	0.14580	0.06490	0.00000	-12.74580	-11.01070	23.74310	0.00000	-0.01340	0.21810	7.31860
-0.01370	0.14630	0.07610	0.00000	-12.76460	-11.65770	24.42700	0.00000	0.00474	0.25490	7.52340
-0.01570	0.14680	0.08800	0.00000	-12.79070	-12.29470	25.09090	0.00000	0.00550	0.29450	7.72550
-0.01520	0.15500	0.10350	0.00000	-7.79190	0.00000	7.79360	0.00000	0.00169	0.33700	0.08610
-0.01730	0.15470	0.11730	0.00000	-8.03860	0.00000	8.04330	0.00000	0.00472	0.38230	0.08460
-0.01960	0.15450	0.13200	0.00000	-8.42530	0.00000	8.40760	0.00000	-0.01770	0.43040	0.09010
-0.02200	0.15430	0.14750	0.00000	-8.76540	0.00000	8.75710	0.00000	-0.00829	0.48140	0.09040
-0.02450	0.15420	0.16390	0.00000	-9.06960	0.00000	9.07380	0.00000	0.00414	0.53520	0.09000
-0.0272	0.154	0.1812	0	-9.344	0	9.3558	0	1.18E-02	0.5919	0.0901

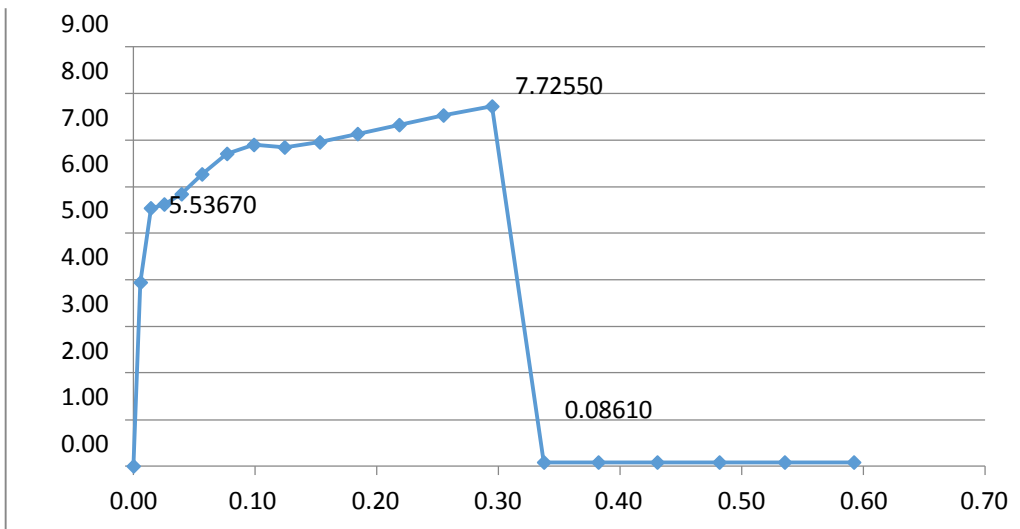


Diagrama Momento Curvatura Viga VP – 2

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 2.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.5919	-0.0901	0.2000	-0.1184	-0.0163	-42.2786
-D	-0.3370	-0.0861	0.2000	-0.0674	-0.0156	-24.0714
-C	-0.2945	-7.7255	0.2000	-0.0589	-1.3953	-21.0357
-B	-0.0142	-5.5367	0.2000	-0.0028	-1.0000	-1.0143
A	0.0000	0.0000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0142	5.5367	0.2000	0.0028	1.0000	1.0143
C	0.2945	7.7255	0.2000	0.0589	1.3953	21.0357
D	0.3370	0.0861	0.2000	0.0674	0.0156	24.0714
E	0.5919	0.0901	0.2000	0.1184	0.0163	42.2786

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP - 2.

θ	IO	LS	CP
0.0561	0.0253	0.0477	0.0589

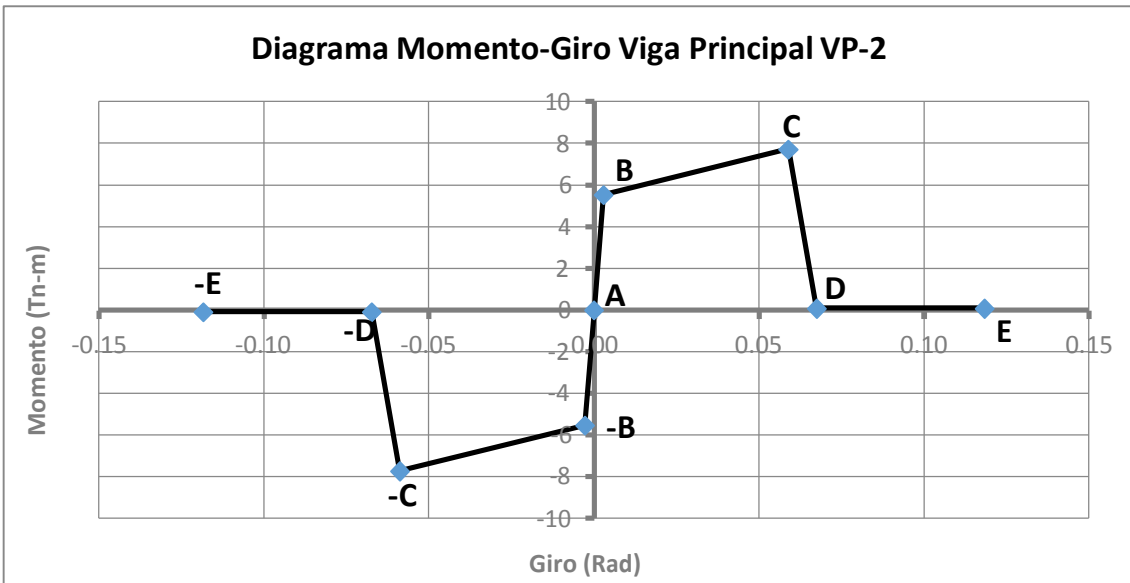


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP - 2

Viga principal VP – 3

$b = 0.30 \text{ m}$
 $h = 0.30 \text{ m}$
 $L_p = 0.150 \text{ m}$

Sección Transversal Viga Principal – 3

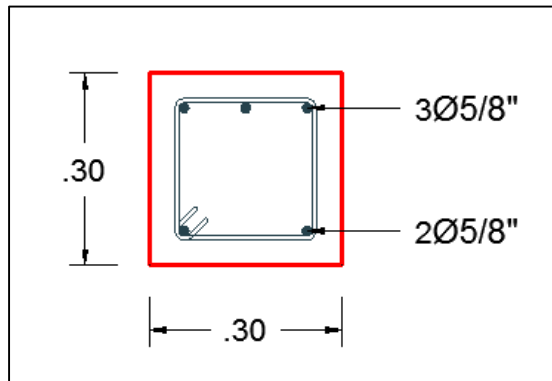


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -3

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00057	0.08260	0.00156	0.00000	-10.49180	-1.97510	12.46320	0.00000	-0.00373	0.00844	2.83700
-0.00112	0.09670	0.00419	0.00000	-15.45400	-1.34840	16.80000	0.00000	-0.00242	0.02110	3.90510
-0.00173	0.10450	0.00784	0.00000	-17.91050	0.00000	17.90780	0.00000	-0.00267	0.03800	3.99990
-0.00259	0.10610	0.01230	0.00000	-20.21050	0.00000	20.20970	0.00000	-0.00087	0.05910	4.16670
-0.00380	0.10490	0.01750	0.00000	-21.46300	0.00000	21.45920	0.00000	-0.00380	0.08440	4.41010
-0.00562	0.10070	0.02310	0.00000	-17.95640	-1.92020	19.87420	0.00000	-0.00239	0.11390	4.43360
-0.00762	0.09840	0.02960	0.00000	-14.45640	-6.43680	20.90740	0.00000	0.01420	0.14770	4.46680
-0.00966	0.09800	0.03710	0.00000	-12.54450	-9.10310	21.63960	0.00000	-0.00800	0.18560	4.54820
-0.01180	0.09810	0.04560	0.00000	-11.64750	-10.73250	22.38220	0.00000	0.00216	0.22780	4.67160
-0.01410	0.09860	0.05500	0.00000	-11.69550	-11.39640	23.08500	0.00000	-0.00691	0.27420	4.81330
-0.01660	0.09900	0.06530	0.00000	-11.88140	-11.88340	23.76740	0.00000	0.00260	0.32490	4.95260
-0.01920	0.09930	0.07650	0.00000	-12.03880	-12.40210	24.45050	0.00000	0.00960	0.37970	5.09220
-0.02210	0.09960	0.08850	0.00000	-12.17520	-12.94180	25.11630	0.00000	-0.00063	0.43880	5.23010
-0.02330	0.10370	0.10330	0.00000	-9.77580	0.00000	9.78510	0.00000	0.00931	0.50210	0.09540
-0.02650	0.10350	0.11710	0.00000	-10.15030	0.00000	10.16440	0.00000	0.01410	0.56960	0.09690
-0.02990	0.10340	0.13180	0.00000	-10.47360	0.00000	10.48830	0.00000	0.01470	0.64130	0.09830
-0.03350	0.10330	0.14730	0.00000	-10.75050	0.00000	10.76010	0.00000	0.00959	0.71730	0.10000
-0.03730	0.10320	0.16370	0.00000	-10.98510	0.00000	10.99530	0.00000	0.01030	0.79740	0.10070
-0.0413	0.1031	0.1809	0	-11.1815	0	11.1908	0	9.30E-03	0.8818	0.1013

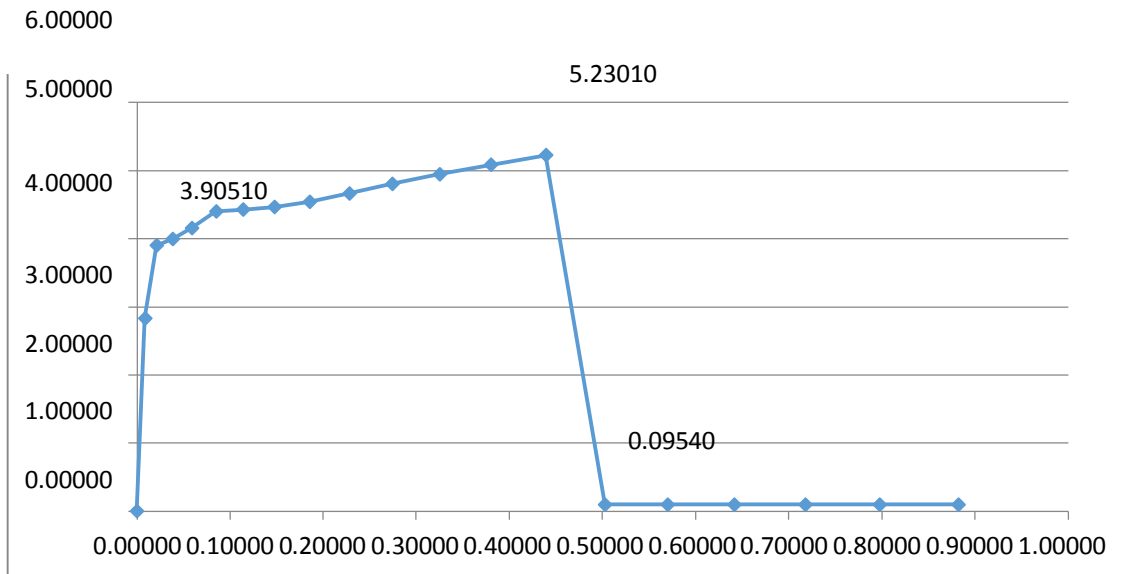


Diagrama Momento Curvatura Viga VP – 3

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 3.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.8818	-0.1013	0.1500	-0.1323	-0.0259	-41.7915
-D	-0.5021	-0.0954	0.1500	-0.0753	-0.0244	-23.7962
-C	-0.4388	-5.2301	0.1500	-0.0658	-1.3393	-20.7962
-B	-0.0211	-3.9051	0.1500	-0.0032	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.1500	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0211	3.9051	0.1500	0.0032	1.0000	1.0000
C	0.4388	5.2301	0.1500	0.0658	1.3393	20.7962
D	0.5021	0.0954	0.1500	0.0753	0.0244	23.7962
E	0.8818	0.1013	0.1500	0.1323	0.0259	41.7915

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP - 3.

θ	IO	LS	CP
0.0627	0.0282	0.0533	0.0658

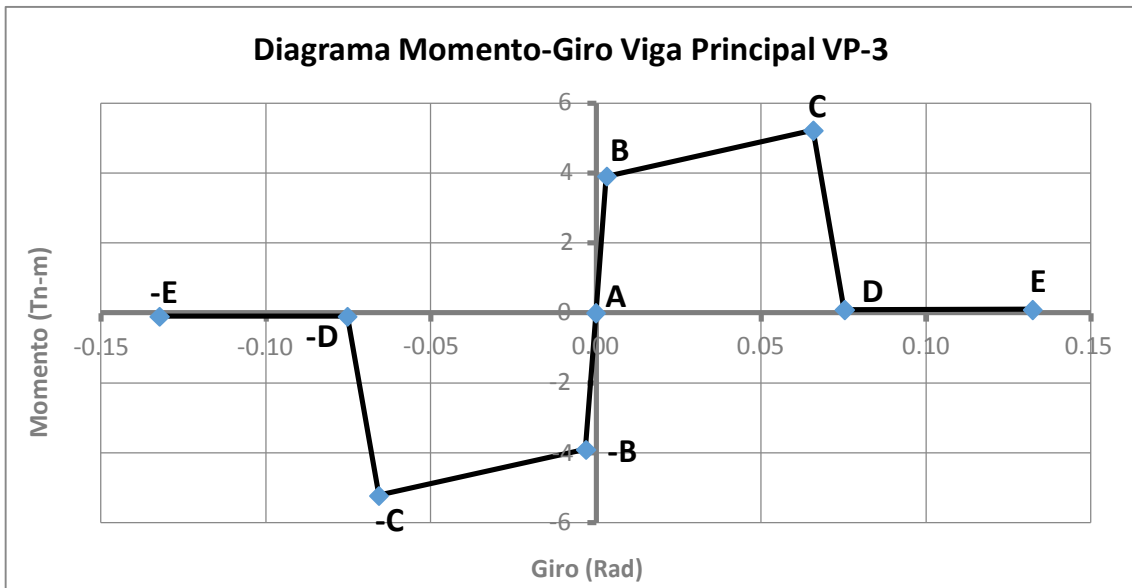


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP – 3

Viga principal VP -4

$b= 0.30 \text{ m}$
 $h= 0.30 \text{ m}$
 $L_p= 0.150 \text{ m}$

Sección Transversal Viga Principal – 4

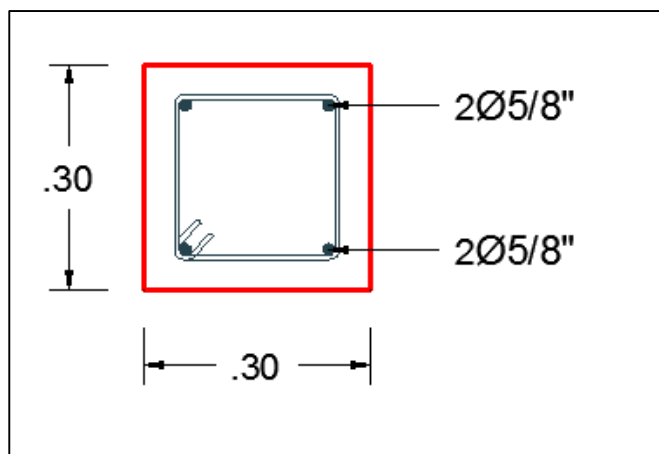


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -4

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00058	0.08100	0.00155	0.00000	-10.93930	-1.42290	12.35700	0.00000	-0.00517	0.00844	2.82220
-0.00114	0.09600	0.00418	0.00000	-15.78630	-1.01740	16.80000	0.00000	-0.00369	0.02110	3.91160
-0.00171	0.10490	0.00786	0.00000	-17.67980	0.00000	17.67420	0.00000	-0.00556	0.03800	3.99560
-0.00253	0.10710	0.01240	0.00000	-19.73790	0.00000	19.73660	0.00000	-0.00131	0.05910	4.16270
-0.00373	0.10580	0.01750	0.00000	-21.12510	0.00000	21.12040	0.00000	-0.00462	0.08440	4.41290
-0.00570	0.10000	0.02300	0.00000	-17.97250	-1.89480	19.85610	0.00000	-0.01120	0.11390	4.41890
-0.00783	0.09690	0.02940	0.00000	-14.84240	-6.04100	20.88610	0.00000	0.00264	0.14770	4.44720
-0.00996	0.09640	0.03680	0.00000	-13.15300	-8.46070	21.61050	0.00000	-0.00318	0.18560	4.52950
-0.01210	0.09670	0.04530	0.00000	-12.64420	-9.72740	22.35820	0.00000	-0.01340	0.22780	4.66540
-0.01440	0.09740	0.05470	0.00000	-12.75460	-10.30440	23.05980	0.00000	0.00074	0.27420	4.80750
-0.01690	0.09790	0.06500	0.00000	-12.86460	-10.87500	23.74420	0.00000	0.00459	0.32490	4.94770
-0.01960	0.09830	0.07610	0.00000	-12.95670	-11.46160	24.42840	0.00000	0.01010	0.37970	5.08760
-0.02250	0.09860	0.08810	0.00000	-13.03230	-12.05550	25.09260	0.00000	0.00481	0.43880	5.22460
-0.02290	0.10440	0.10360	0.00000	-9.20810	0.00000	9.21940	0.00000	0.01120	0.50210	0.09260
-0.02610	0.10420	0.11750	0.00000	-9.61350	0.00000	9.62970	0.00000	0.01620	0.56960	0.09440
-0.02950	0.10400	0.13220	0.00000	-9.97430	0.00000	9.97300	0.00000	-0.00135	0.64130	0.09800
-0.03310	0.10390	0.14770	0.00000	-10.28150	0.00000	10.29780	0.00000	0.01630	0.71730	0.09760
-0.03690	0.10370	0.16410	0.00000	-10.54890	0.00000	10.56460	0.00000	0.01570	0.79740	0.09880
-0.0409	1.04E-01	0.1813	0	-10.7772	0	10.7833	0	6.11E-03	0.8818	0.1005

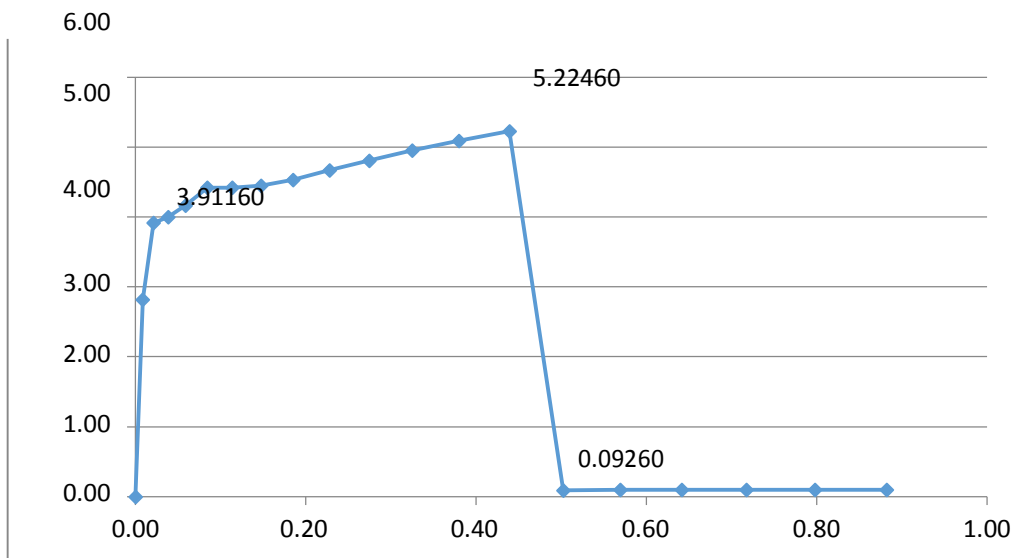


Diagrama Momento Curvatura Viga VP - 4

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 4.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _p (m)	GIRO (Rad)	M/M _γ	θ/θ _γ
-E	-0.8818	-0.1005	0.1500	-0.1323	-0.0257	-41.7915
-D	-0.5021	-0.0926	0.1500	-0.0753	-0.0237	-23.7962
-C	-0.4388	-5.2246	0.1500	-0.0658	-1.3357	-20.7962
-B	-0.0211	-3.9116	0.1500	-0.0032	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.1500	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0211	3.9116	0.1500	0.0032	1.0000	1.0000
C	0.4388	5.2246	0.1500	0.0658	1.3357	20.7962
D	0.5021	0.0926	0.1500	0.0753	0.0237	23.7962
E	0.8818	0.1005	0.1500	0.1323	0.0257	41.7915

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP - 1.

θ	IO	LS	CP
0.0627	0.0282	0.0533	0.0658

Diagrama Momento-Giro Viga Principal VP-4

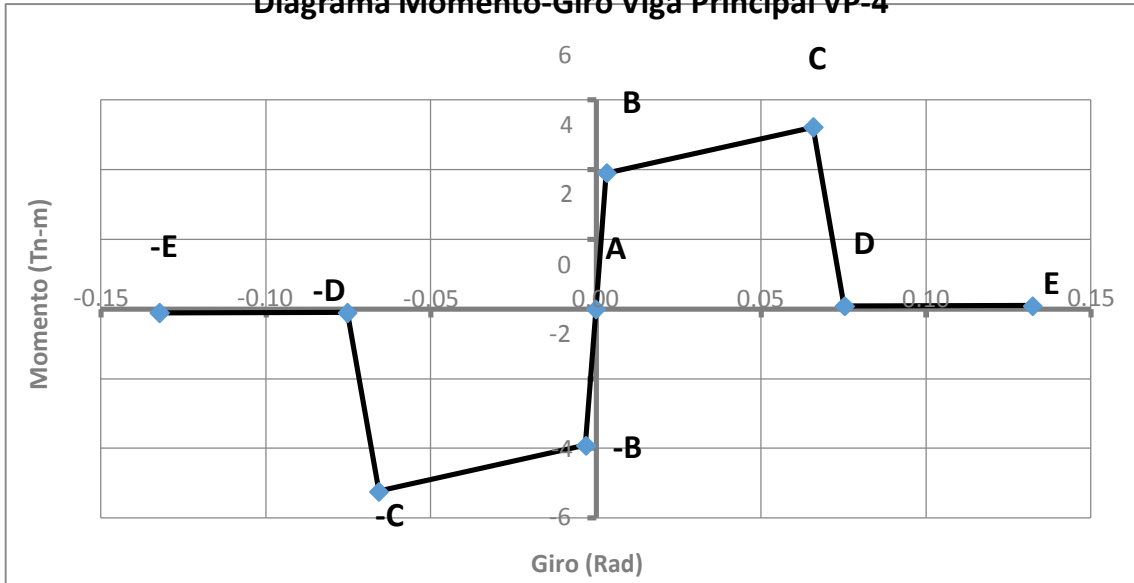


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP – 4.

Viga Principal VP – 5

b= 0.30 m
 h= 0.30 m
 Lp= 0.150 m

Sección Transversal Viga Principal – 5

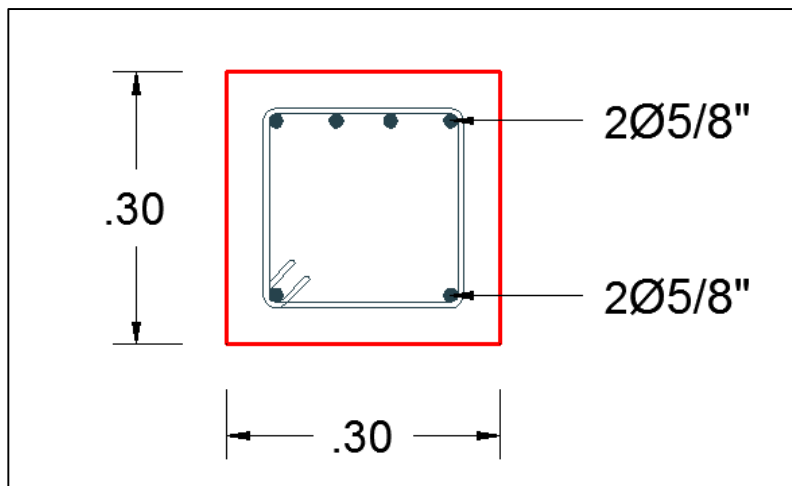


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -5

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00056	0.08390	0.00157	0.00000	-10.10840	-2.44940	12.55520	0.00000	-0.00267	0.00844	2.84970
-0.00111	0.09730	0.00421	0.00000	-15.19190	-1.60970	16.80000	0.00000	-0.00163	0.02110	3.89990
-0.00174	0.10420	0.00783	0.00000	-18.07940	0.00000	18.07810	0.00000	-0.00130	0.03800	4.00310
-0.00263	0.10540	0.01230	0.00000	-20.52350	0.00000	20.52290	0.00000	-0.00052	0.05910	4.16900
-0.00385	0.10440	0.01740	0.00000	-21.66870	0.00000	21.66570	0.00000	-0.00306	0.08440	4.40800
-0.00558	0.10100	0.02310	0.00000	-17.95580	-1.92150	19.88350	0.00000	0.00629	0.11390	4.44090
-0.00750	0.09920	0.02970	0.00000	-14.26080	-6.65930	20.91900	0.00000	-0.00104	0.14770	4.47980
-0.00949	0.09890	0.03730	0.00000	-12.23930	-9.43200	21.65600	0.00000	-0.01530	0.18560	4.55940
-0.01160	0.09900	0.04580	0.00000	-11.14560	-11.24760	22.39650	0.00000	0.00317	0.22780	4.67700
-0.01390	0.09930	0.05520	0.00000	-11.08110	-12.01660	23.09980	0.00000	0.00208	0.27420	4.81490
-0.01640	0.09970	0.06550	0.00000	-11.32280	-12.45660	23.78070	0.00000	0.00131	0.32490	4.95500
-0.01900	0.09990	0.07670	0.00000	-11.52650	-12.93060	24.46300	0.00000	0.00582	0.37970	5.09480
-0.02190	0.10010	0.08870	0.00000	-11.70160	-13.42880	25.12960	0.00000	-0.00087	0.43880	5.23260
-0.02340	0.10330	0.10310	0.00000	-10.09170	0.00000	10.10600	0.00000	0.01430	0.50210	0.09620
-0.02670	0.10320	0.11690	0.00000	-10.44730	0.00000	10.45830	0.00000	0.01100	0.56960	0.09830
-0.03010	0.10310	0.13160	0.00000	-10.74990	0.00000	10.76270	0.00000	0.01280	0.64130	0.09950
-0.03370	0.10300	0.14710	0.00000	-11.00720	0.00000	11.01980	0.00000	0.01260	0.71730	0.10050
-0.03750	0.10290	0.16350	0.00000	-11.22360	0.00000	11.23090	0.00000	0.00730	0.79740	0.10170
-0.0416	1.03E-01	0.1807	0	-11.4036	0	11.3958	0	-7.81E-03	0.8818	0.1037

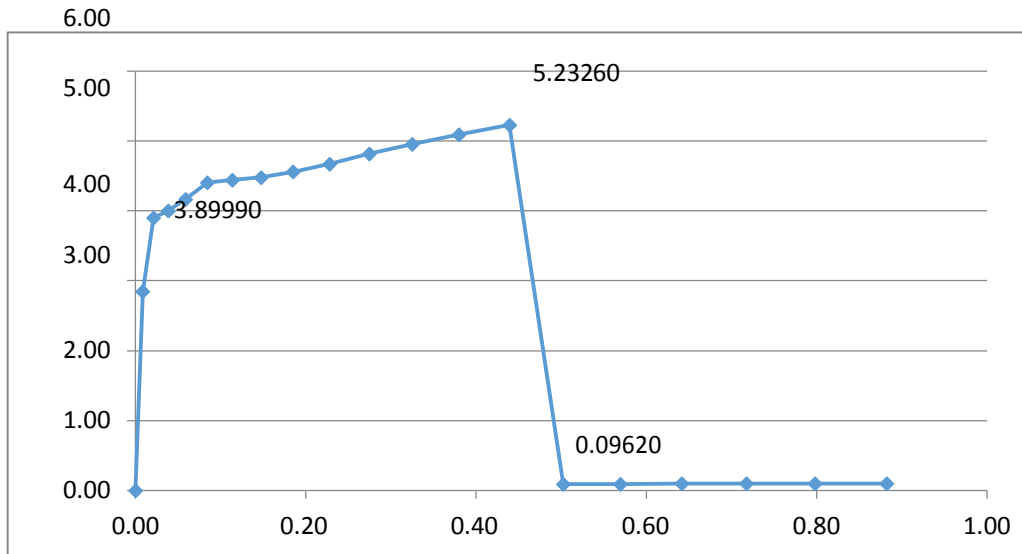


Diagrama Momento Curvatura Viga VP – 5

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 5

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.8818	-0.1037	0.1500	-0.1323	-0.0266	-41.7915
-D	-0.5021	-0.0962	0.1500	-0.0753	-0.0247	-23.7962
-C	-0.4388	-5.2326	0.1500	-0.0658	-1.3417	-20.7962
-B	-0.0211	-3.8999	0.1500	-0.0032	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.1500	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0211	3.8999	0.1500	0.0032	1.0000	1.0000
C	0.4388	5.2326	0.1500	0.0658	1.3417	20.7962
D	0.5021	0.0962	0.1500	0.0753	0.0247	23.7962
E	0.8818	0.1037	0.1500	0.1323	0.0266	41.7915

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP - 5.

θ	IO	LS	CP
0.0627	0.0282	0.0533	0.0658

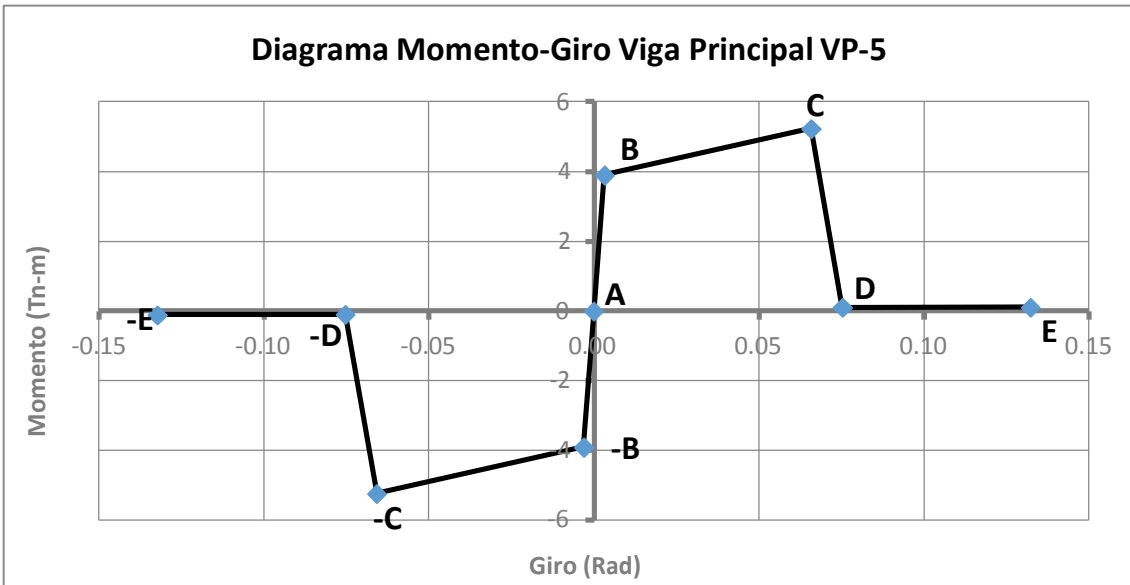


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP – 5

Viga Principal VP – 6

$b = 0.30 \text{ m}$
 $h = 0.40 \text{ m}$
 $L_p = 0.200 \text{ m}$

Sección Transversal Viga Principal – 6

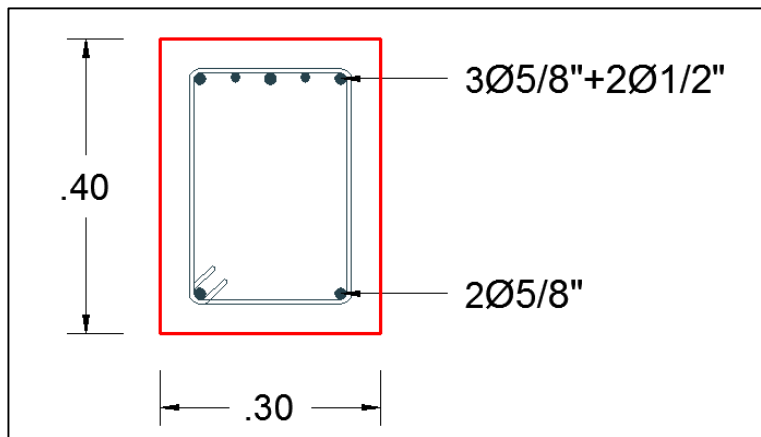


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -6

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00044	0.12130	0.00153	0.00000	-9.26440	-3.00380	12.25870	0.00000	-0.00953	0.00561	3.96670
-0.00085	0.13940	0.00408	0.00000	-13.63500	-3.16740	16.80000	0.00000	-0.00240	0.01400	5.51390
-0.00126	0.15030	0.00763	0.00000	-15.81850	-0.98510	16.80000	0.00000	-0.00369	0.02520	5.60950
-0.00180	0.15410	0.01200	0.00000	-18.36080	0.00000	18.33640	0.00000	-0.02440	0.03920	5.83790
-0.00254	0.15470	0.01720	0.00000	-20.56880	0.00000	20.58660	0.00000	0.01780	0.05610	6.25180
-0.00348	0.15400	0.02320	0.00000	-21.74240	0.00000	21.76010	0.00000	0.01770	0.07570	6.67950
-0.00467	0.15240	0.02990	0.00000	-20.76670	-0.61110	21.38060	0.00000	0.00281	0.09810	6.90640
-0.00616	0.15000	0.03730	0.00000	-16.33400	-5.31780	21.65090	0.00000	-0.00101	0.12330	6.89700
-0.00769	0.14920	0.04560	0.00000	-13.69780	-8.68220	22.38070	0.00000	0.00067	0.15130	7.00910
-0.00929	0.14900	0.05480	0.00000	-11.98710	-11.08180	23.07100	0.00000	0.00221	0.18220	7.16250
-0.01100	0.14910	0.06500	0.00000	-10.85040	-12.89360	23.74580	0.00000	0.00190	0.21580	7.33770
-0.01280	0.14930	0.07600	0.00000	-10.42530	-13.99820	24.42490	0.00000	0.00130	0.25220	7.53330
-0.01470	0.14960	0.08790	0.00000	-10.50310	-14.56850	25.08550	0.00000	0.01380	0.29150	7.73200
-0.01530	0.15400	0.10210	0.00000	-8.34990	0.00000	8.36010	0.00000	0.01020	0.33350	0.08530
-0.01750	0.15390	0.11580	0.00000	-8.65500	0.00000	8.66840	0.00000	0.01340	0.37840	0.08570
-0.01970	0.15380	0.13030	0.00000	-8.98520	0.00000	8.99740	0.00000	0.01220	0.42600	0.08780
-0.02210	0.15370	0.14570	0.00000	-9.27490	0.00000	9.28450	0.00000	0.00968	0.47640	0.08980
-0.02460	0.15360	0.16190	0.00000	-9.52290	-0.16830	9.69930	0.00000	0.00813	0.52970	0.09150
-0.0272	1.54E-01	0.179	0	-9.7365	-0.4238	10.1731	0	1.27E-02	0.5857	0.0922

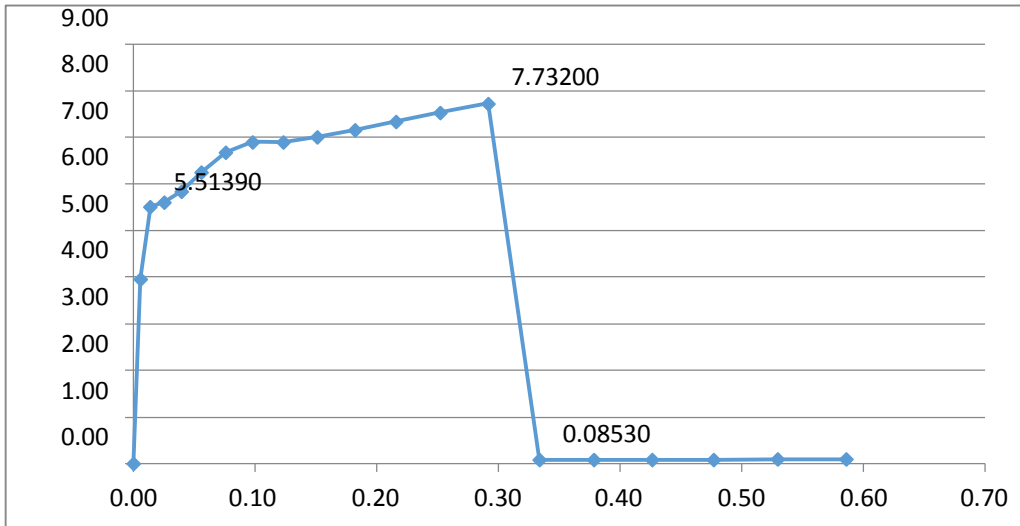


Diagrama Momento Curvatura Viga VP – 6

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 6.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.5857	-0.0922	0.2000	-0.1171	-0.0167	-41.8357
-D	-0.3335	-0.0853	0.2000	-0.0667	-0.0155	-23.8214
-C	-0.2915	-7.7320	0.2000	-0.0583	-1.4023	-20.8214
-B	-0.0140	-5.5139	0.2000	-0.0028	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0140	5.5139	0.2000	0.0028	1.0000	1.0000
C	0.2915	7.7320	0.2000	0.0583	1.4023	20.8214
D	0.3335	0.0853	0.2000	0.0667	0.0155	23.8214
E	0.5857	0.0922	0.2000	0.1171	0.0167	41.8357

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP - 6.

θ	IO	LS	CP
0.0555	0.0250	0.0472	0.0583

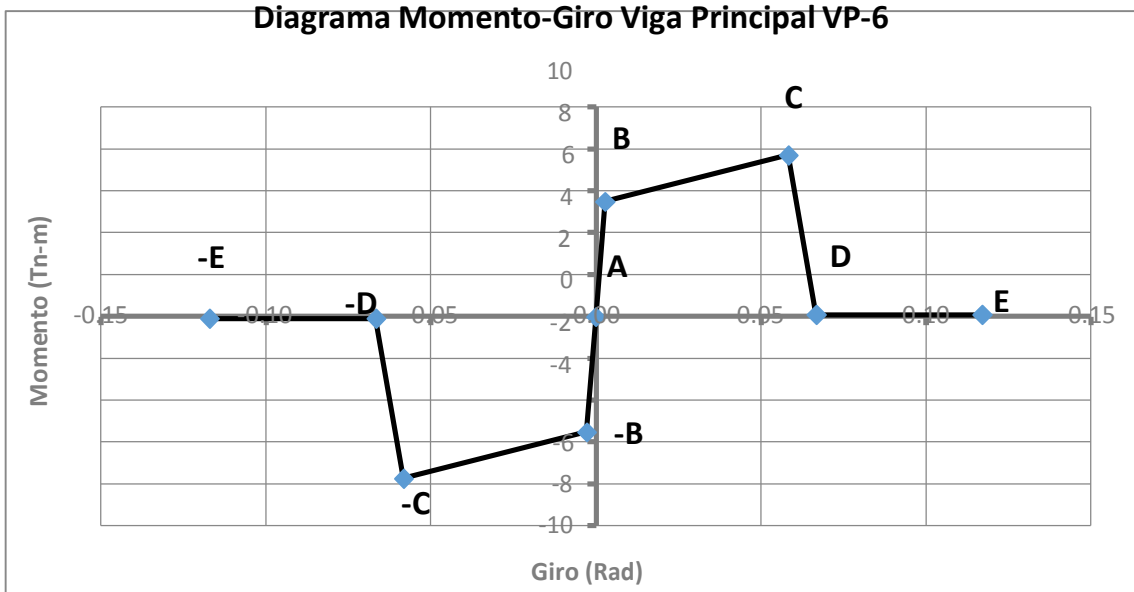


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP – 6

Viga Principal VP – 7

$b = 0.30 \text{ m}$
 $h = 0.40 \text{ m}$
 $L_p = 0.200 \text{ m}$

Sección Transversal Viga Principal – 7

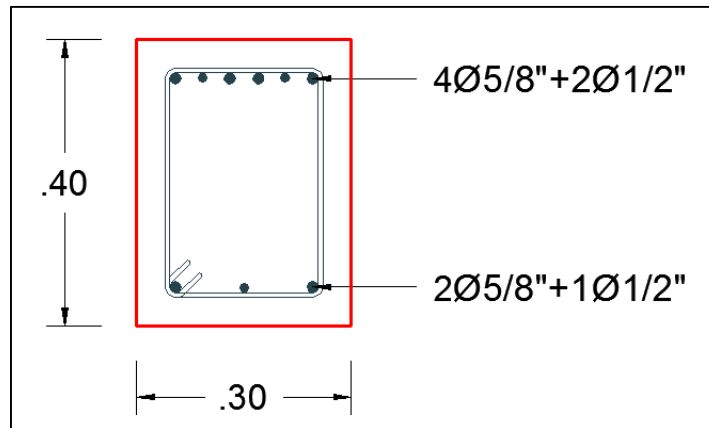


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -7

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00049	0.11270	0.00149	0.00000	-11.01240	-4.71630	15.72450	0.00000	-0.00421	0.00561	5.04480
-0.00095	0.13210	0.00400	0.00000	-16.18960	-6.03220	22.21930	0.00000	-0.00254	0.01400	7.21540
-0.00139	0.14490	0.00753	0.00000	-18.18320	-4.04070	22.21930	0.00000	-0.00458	0.02520	7.31570
-0.00198	0.14960	0.01190	0.00000	-20.46890	-2.32690	22.79480	0.00000	-0.00097	0.03920	7.56230
-0.00277	0.15070	0.01710	0.00000	-22.27940	-2.11040	24.39010	0.00000	0.00031	0.05610	8.07980
-0.00375	0.15040	0.02300	0.00000	-22.93960	-3.29210	26.23020	0.00000	-0.00146	0.07570	8.62460
-0.00500	0.14900	0.02970	0.00000	-20.44770	-7.19410	27.64660	0.00000	0.00488	0.09810	8.89760
-0.00645	0.14770	0.03720	0.00000	-16.20800	-12.42080	28.60410	0.00000	-0.02470	0.12330	8.99350
-0.00795	0.14750	0.04560	0.00000	-13.70000	-15.87780	29.58060	0.00000	0.00284	0.15130	9.19360
-0.00954	0.14760	0.05490	0.00000	-11.98470	-18.50680	30.49610	0.00000	0.00460	0.18220	9.42300
-0.01120	0.14800	0.06510	0.00000	-10.94430	-20.44740	31.39320	0.00000	0.00159	0.21580	9.67250
-0.01300	0.14840	0.07620	0.00000	-10.65540	-21.64000	32.29420	0.00000	-0.00130	0.25220	9.94090
-0.01490	0.14880	0.08820	0.00000	-10.72560	-22.44660	33.16830	0.00000	-0.00381	0.29150	10.20820
-0.01550	0.15370	0.10250	0.00000	-8.57360	0.00000	8.58000	0.00000	0.00639	0.33350	0.08750
-0.01760	0.15360	0.11620	0.00000	-8.89530	-0.17090	9.08020	0.00000	0.01400	0.37840	0.08770
-0.01980	0.15350	0.13080	0.00000	-9.20520	-0.39100	9.60830	0.00000	0.01220	0.42600	0.08980
-0.02220	0.15340	0.14630	0.00000	-9.47380	-0.63980	10.11830	0.00000	0.00478	0.47640	0.09260
-0.02470	0.15330	0.16260	0.00000	-9.70910	-0.91760	10.60970	0.00000	-0.01710	0.52970	0.09740
-0.0274	1.53E-01	0.1798	0	-9.9107	-1.211	11.1238	0	2.13E-03	0.5857	0.0958

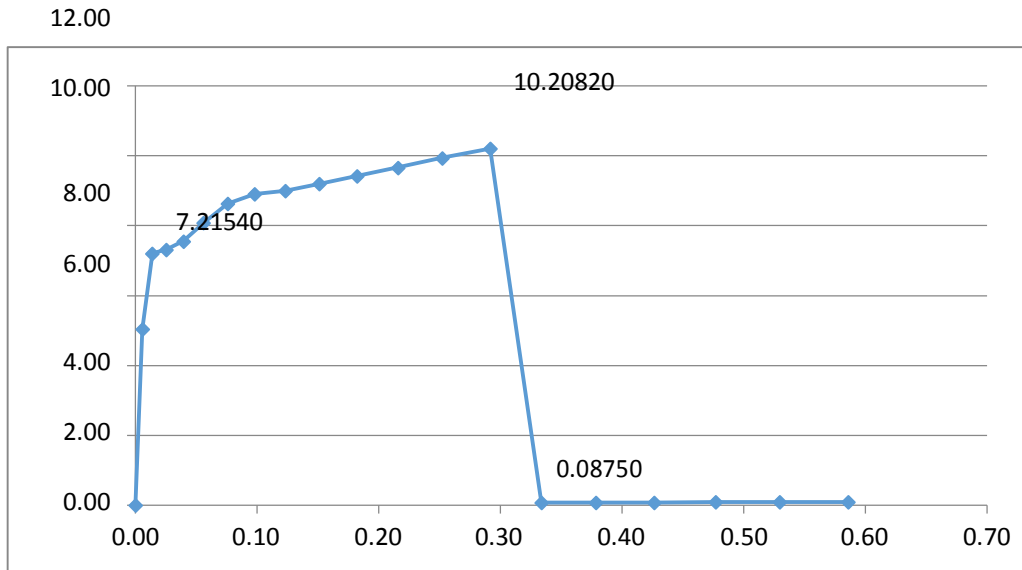


Diagrama Momento Curvatura Viga VP - 7

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 7.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _p (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.5857	-0.0958	0.2000	-0.1171	-0.0133	-41.8357
-D	-0.3335	-0.0875	0.2000	-0.0667	-0.0121	-23.8214
-C	-0.2915	-10.2082	0.2000	-0.0583	-1.4148	-20.8214
-B	-0.0140	-7.2154	0.2000	-0.0028	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0140	7.2154	0.2000	0.0028	1.0000	1.0000
C	0.2915	10.2082	0.2000	0.0583	1.4148	20.8214
D	0.3335	0.0875	0.2000	0.0667	0.0121	23.8214
E	0.5857	0.0958	0.2000	0.1171	0.0133	41.8357

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP - 7.

θ	IO	LS	CP
0.0555	0.0250	0.0472	0.0583

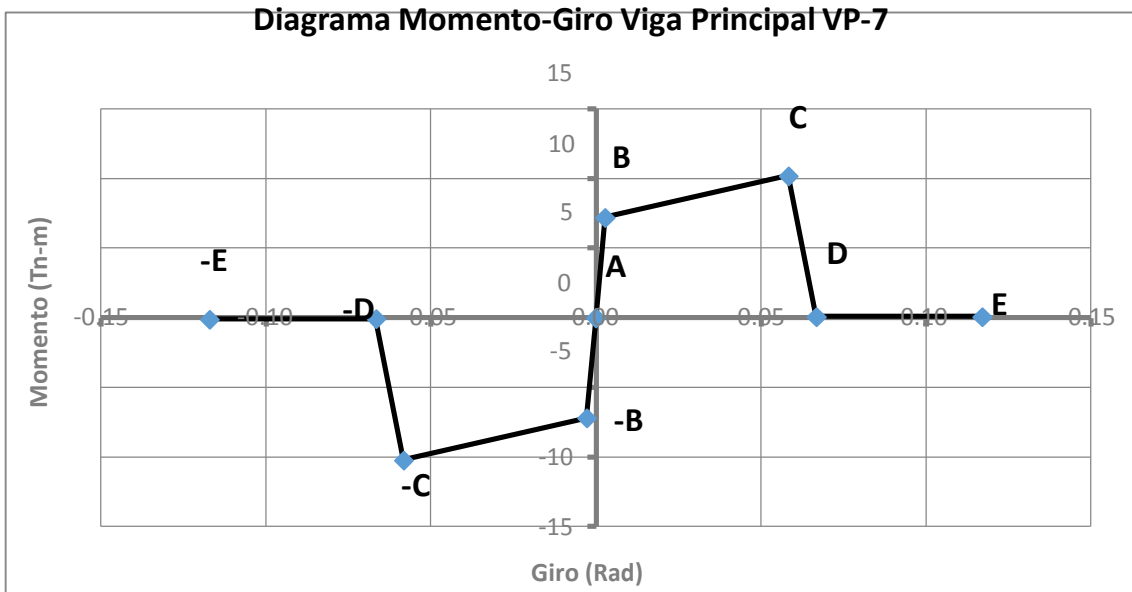


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP – 7

Viga Principal VP – 8

$b = 0.30 \text{ m}$
 $h = 0.40 \text{ m}$
 $L_p = 0.200 \text{ m}$

Sección Transversal Viga Principal – 8

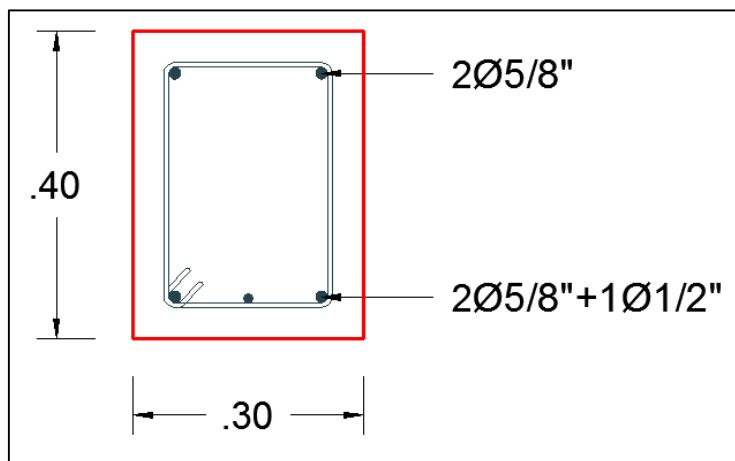


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -8

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00054	0.10410	0.00145	0.00000	-13.07520	-2.14980	15.21640	0.00000	-0.00862	0.00561	4.89940
-0.00105	0.12490	0.00390	0.00000	-19.17540	-3.05060	22.21930	0.00000	-0.00665	0.01400	7.24690
-0.00149	0.14110	0.00744	0.00000	-20.03520	-2.20350	22.21930	0.00000	-0.01940	0.02520	7.34390
-0.00205	0.14780	0.01180	0.00000	-21.42750	-1.35170	22.77180	0.00000	-0.00748	0.03920	7.56770
-0.00286	0.14910	0.01700	0.00000	-23.02010	-1.34350	24.36210	0.00000	-0.00150	0.05610	8.07520
-0.00392	0.14820	0.02280	0.00000	-23.83360	-2.34640	26.17830	0.00000	-0.00173	0.07570	8.60370
-0.00556	0.14330	0.02910	0.00000	-20.71560	-6.85830	27.57520	0.00000	0.00132	0.09810	8.75870
-0.00726	0.14110	0.03630	0.00000	-17.68960	-10.81110	28.49960	0.00000	-0.00109	0.12330	8.85930
-0.00896	0.14080	0.04460	0.00000	-15.81270	-13.67010	29.48020	0.00000	-0.00258	0.15130	9.08450
-0.01060	0.14150	0.05380	0.00000	-15.03710	-15.33360	30.38620	0.00000	0.01550	0.18220	9.33860
-0.01240	0.14250	0.06390	0.00000	-14.86250	-16.44590	31.29560	0.00000	-0.01270	0.21580	9.61970
-0.01450	0.14240	0.07470	0.00000	-15.40000	-16.80000	32.18260	0.00000	-0.01740	0.25220	9.88760
-0.01700	0.14180	0.08610	0.00000	-16.21960	-16.80000	33.01820	0.00000	-0.00140	0.29150	10.13500
-0.01500	0.15500	0.10290	0.00000	-7.79280	0.00000	7.78880	0.00000	-0.00401	0.33350	0.08750
-0.01710	0.15470	0.11670	0.00000	-8.00810	0.00000	8.01040	0.00000	0.00227	0.37840	0.08480
-0.01940	0.15450	0.13130	0.00000	-8.39700	0.00000	8.37300	0.00000	-0.02400	0.42600	0.09090
-0.02170	0.15440	0.14670	0.00000	-8.73920	0.00000	8.72500	0.00000	-0.01420	0.47640	0.09120
-0.02430	0.15420	0.16310	0.00000	-9.04260	0.00000	9.05910	0.00000	0.01650	0.52970	0.08800
-0.0269	1.54E-01	0.1802	0	-9.3231	0	9.3214	0	-1.73E-03	0.5857	0.0921

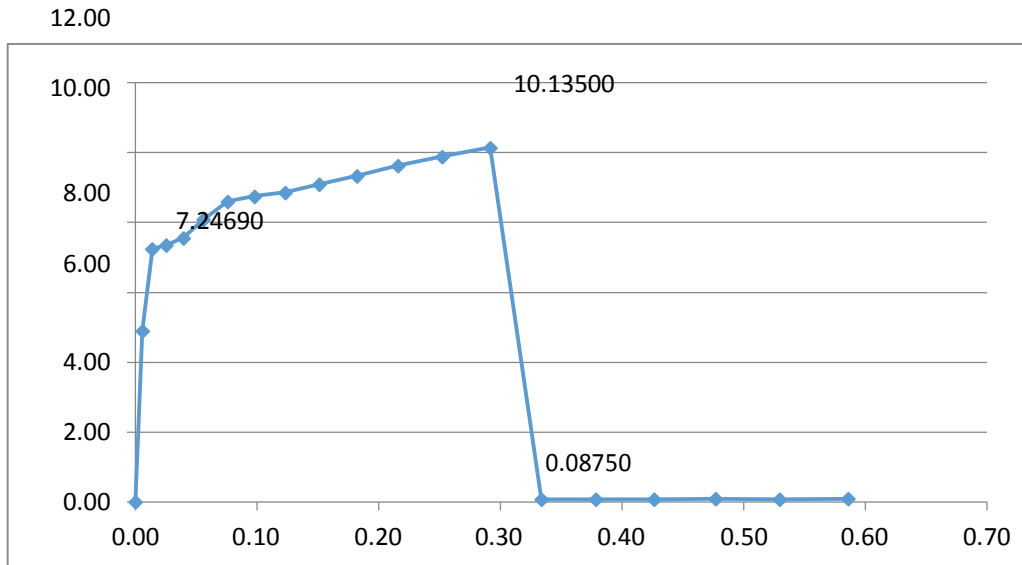


Diagrama Momento Curvatura Viga VP – 8

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 8.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.5857	-0.0921	0.2000	-0.1171	-0.0127	-41.8357
-D	-0.3335	-0.0875	0.2000	-0.0667	-0.0121	-23.8214
-C	-0.2915	-10.1350	0.2000	-0.0583	-1.3985	-20.8214
-B	-0.0140	-7.2469	0.2000	-0.0028	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0140	7.2469	0.2000	0.0028	1.0000	1.0000
C	0.2915	10.1350	0.2000	0.0583	1.3985	20.8214
D	0.3335	0.0875	0.2000	0.0667	0.0121	23.8214
E	0.5857	0.0921	0.2000	0.1171	0.0127	41.8357

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP - 8.

θ	IO	LS	CP
0.0555	0.0250	0.0472	0.0583

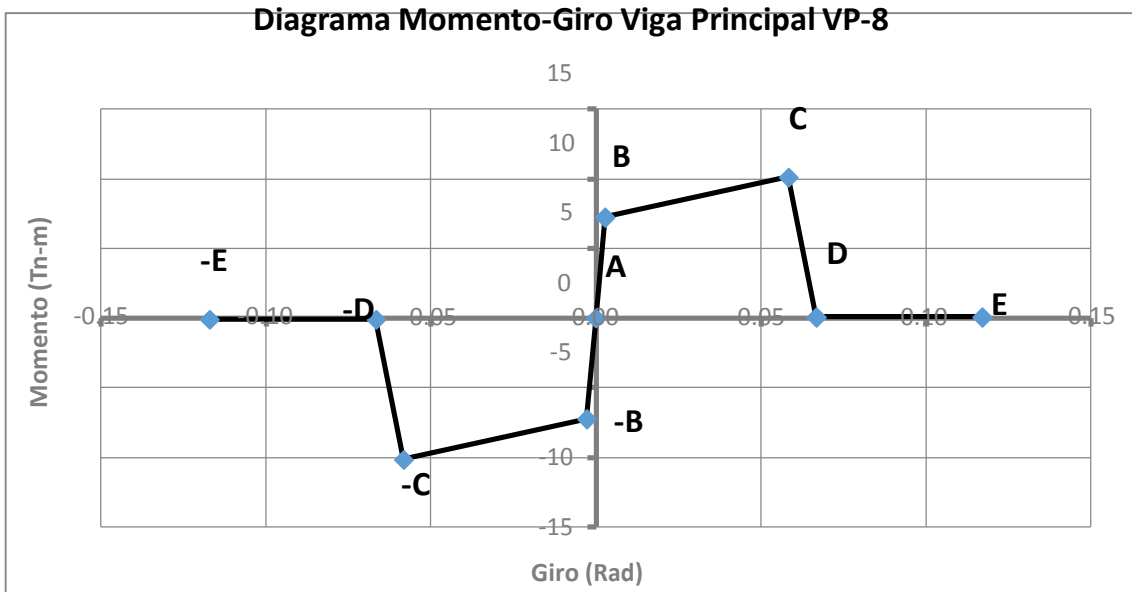


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP - 8

Viga Principal VP – 9

$b = 0.30 \text{ m}$
 $h = 0.40 \text{ m}$
 $L_p = 0.200 \text{ m}$

Sección Transversal Viga Principal – 9

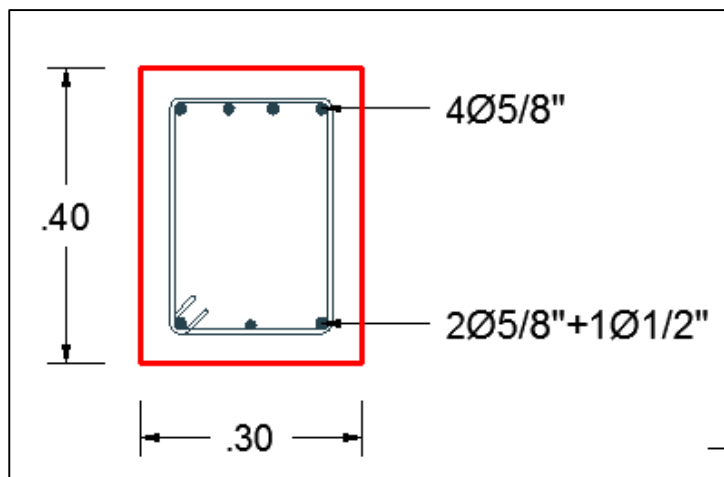


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -9

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00051	0.10960	0.00148	0.00000	-11.74040	-3.80720	15.54200	0.00000	-0.00562	0.00561	4.99230
-0.00099	0.12960	0.00397	0.00000	-17.19350	-5.02950	22.21930	0.00000	-0.00366	0.01400	7.22580
-0.00142	0.14360	0.00750	0.00000	-18.81400	-3.41290	22.21930	0.00000	-0.00766	0.02520	7.32440
-0.00200	0.14890	0.01190	0.00000	-20.82910	-1.95930	22.78620	0.00000	-0.00217	0.03920	7.56360
-0.00280	0.15000	0.01700	0.00000	-22.57180	-1.81490	24.37910	0.00000	-0.00759	0.05610	8.07850
-0.00381	0.14960	0.02290	0.00000	-23.25560	-2.95750	26.21200	0.00000	-0.00113	0.07570	8.61640
-0.00515	0.14750	0.02950	0.00000	-20.43030	-7.19180	27.62770	0.00000	0.00551	0.09810	8.85660
-0.00667	0.14590	0.03690	0.00000	-16.53120	-12.06070	28.57650	0.00000	-0.01540	0.12330	8.95320
-0.00822	0.14570	0.04530	0.00000	-14.16620	-15.38650	29.55400	0.00000	0.00118	0.15130	9.15920
-0.00985	0.14590	0.05460	0.00000	-12.57720	-17.89560	30.46500	0.00000	-0.00779	0.18220	9.39310
-0.01160	0.14640	0.06480	0.00000	-11.85720	-19.50020	31.36530	0.00000	0.00791	0.21580	9.64790
-0.01340	0.14700	0.07580	0.00000	-11.78280	-20.48620	32.26810	0.00000	-0.00093	0.25220	9.92220
-0.01530	0.14750	0.08780	0.00000	-11.80010	-21.34160	33.14010	0.00000	-0.00159	0.29150	10.18810
-0.01550	0.15370	0.10250	0.00000	-8.56460	0.00000	8.57020	0.00000	0.00563	0.33350	0.08750
-0.01760	0.15350	0.11620	0.00000	-8.91600	0.00000	8.92630	0.00000	0.01030	0.37840	0.08800
-0.01980	0.15340	0.13080	0.00000	-9.25590	0.00000	9.26620	0.00000	0.01030	0.42600	0.08960
-0.02220	0.15330	0.14630	0.00000	-9.55450	0.00000	9.56450	0.00000	0.00997	0.47640	0.09090
-0.02480	0.15320	0.16250	0.00000	-9.81960	0.00000	9.82470	0.00000	0.00512	0.52970	0.09280
-0.0275	1.53E-01	0.1797	0	-10.0532	0	10.0447	0	-8.53E-03	0.5857	0.0958

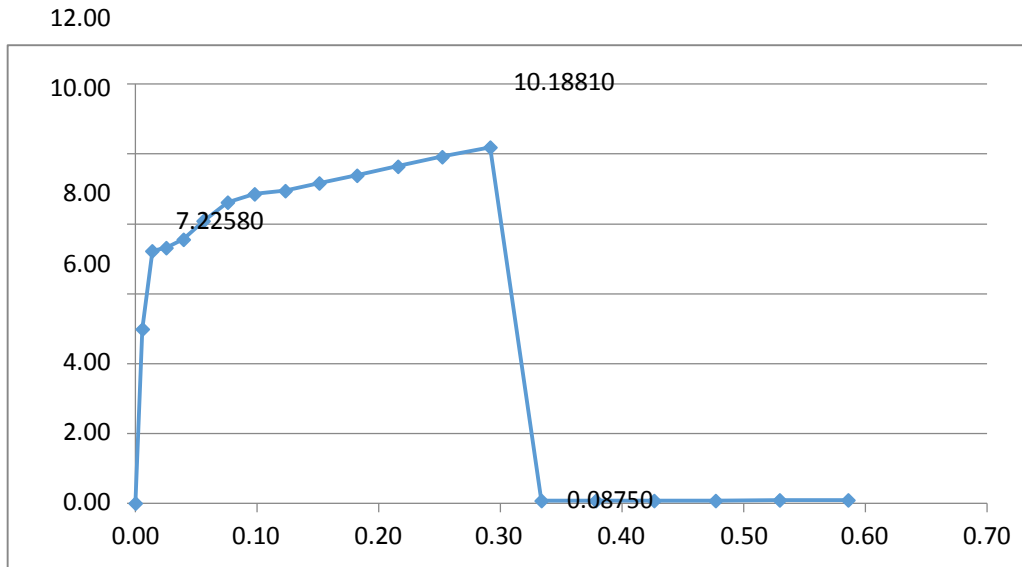


Diagrama Momento Curvatura Viga VP – 9

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 9.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _p (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.5857	-0.0958	0.2000	-0.1171	-0.0133	-41.8357
-D	-0.3335	-0.0875	0.2000	-0.0667	-0.0121	-23.8214
-C	-0.2915	-10.1881	0.2000	-0.0583	-1.4100	-20.8214
-B	-0.0140	-7.2258	0.2000	-0.0028	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0140	7.2258	0.2000	0.0028	1.0000	1.0000
C	0.2915	10.1881	0.2000	0.0583	1.4100	20.8214
D	0.3335	0.0875	0.2000	0.0667	0.0121	23.8214
E	0.5857	0.0958	0.2000	0.1171	0.0133	41.8357

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP – 9

θ	IO	LS	CP
0.0555	0.0250	0.0472	0.0583

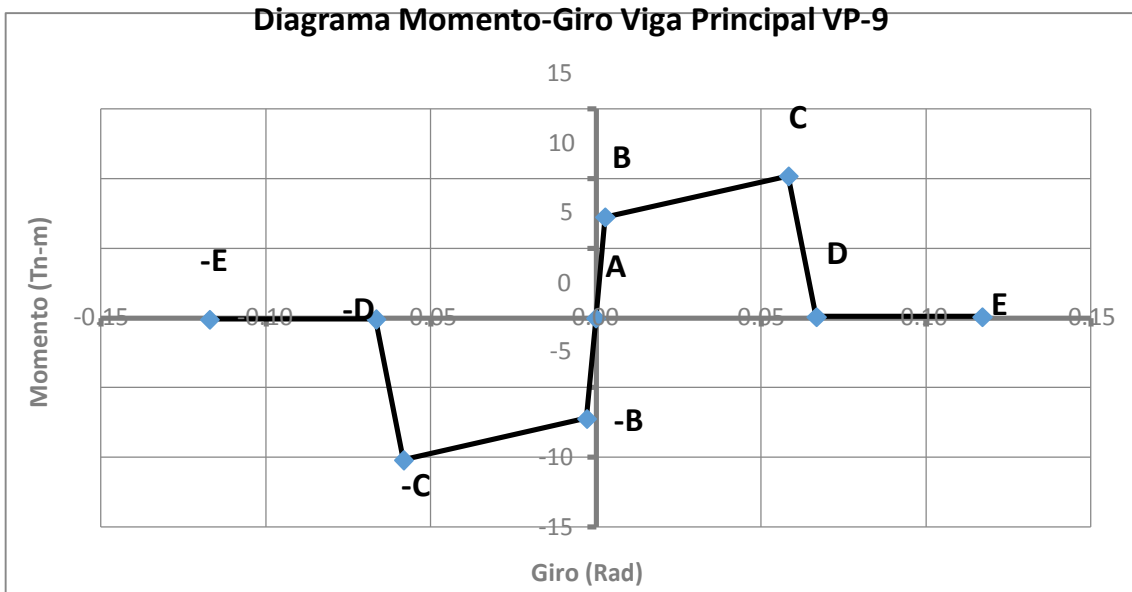


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP – 9

Viga Principal VP – 10

$b = 0.30 \text{ m}$
 $h = 0.40 \text{ m}$
 $L_p = 0.200 \text{ m}$

Sección Transversal Viga Principal – 10

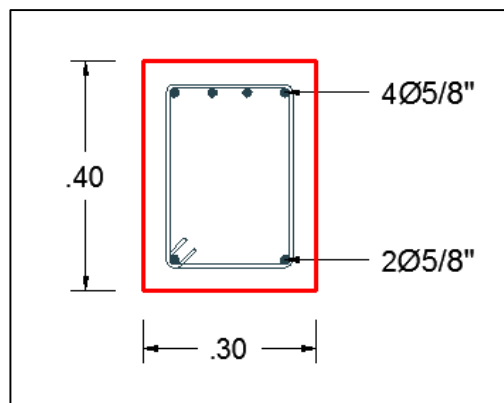


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -10

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00045	0.12060	0.00154	0.00000	-9.51370	-2.85100	12.35440	0.00000	-0.01030	0.00566	3.99860
-0.00086	0.13910	0.00412	0.00000	-13.86500	-2.93770	16.80000	0.00000	-0.00275	0.01420	5.51750
-0.00127	0.15010	0.00770	0.00000	-16.00990	-0.79430	16.80000	0.00000	-0.00424	0.02550	5.61350
-0.00183	0.15400	0.01210	0.00000	-18.52980	0.00000	18.50660	0.00000	-0.02310	0.03960	5.85020
-0.00258	0.15450	0.01740	0.00000	-20.72000	0.00000	20.73590	0.00000	0.01590	0.05660	6.26660
-0.00354	0.15370	0.02340	0.00000	-21.87300	0.00000	21.88770	0.00000	0.01480	0.07650	6.69520
-0.00477	0.15190	0.03010	0.00000	-20.62840	-0.33070	20.95750	0.00000	-0.00154	0.09910	6.89560
-0.00631	0.14930	0.03760	0.00000	-16.22370	-5.45760	21.68020	0.00000	-0.00112	0.12460	6.88530
-0.00787	0.14850	0.04600	0.00000	-13.73850	-8.69210	22.40840	0.00000	-0.02210	0.15290	7.00460
-0.00951	0.14830	0.05530	0.00000	-12.10160	-11.00100	23.10460	0.00000	0.00204	0.18410	7.15830
-0.01120	0.14840	0.06550	0.00000	-11.10200	-12.69860	23.77980	0.00000	-0.02090	0.21810	7.33950
-0.01310	0.14870	0.07670	0.00000	-10.85380	-13.60540	24.46070	0.00000	0.00150	0.25490	7.53510
-0.01500	0.14910	0.08870	0.00000	-10.98740	-14.13740	25.12710	0.00000	0.00228	0.29450	7.73770
-0.01560	0.15370	0.10300	0.00000	-8.58120	0.00000	8.59060	0.00000	0.00935	0.33700	0.08690
-0.01780	0.15350	0.11680	0.00000	-8.94320	0.00000	8.95340	0.00000	0.01010	0.38230	0.08820
-0.02010	0.15340	0.13150	0.00000	-9.28030	0.00000	9.29070	0.00000	0.01030	0.43040	0.08960
-0.02250	0.15330	0.14700	0.00000	-9.57660	0.00000	9.58600	0.00000	0.00941	0.48140	0.09110
-0.02500	0.15320	0.16340	0.00000	-9.83960	0.00000	9.84280	0.00000	0.00319	0.53520	0.09310
-0.0277	1.53E-01	0.1806	0	-10.0705	0	10.0574	0	-1.31E-02	0.5919	0.0965

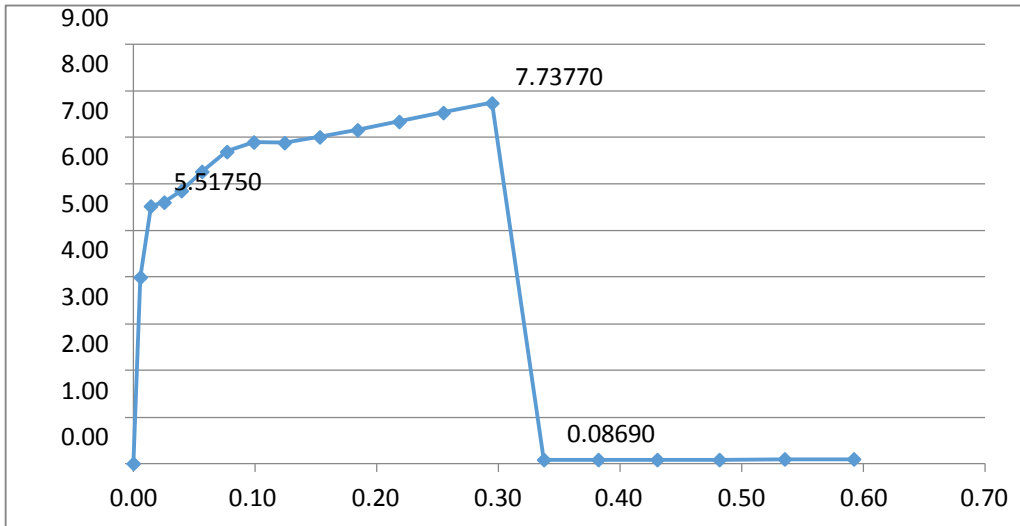


Diagrama Momento Curvatura Viga VP – 10

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 10

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.5919	-0.0965	0.2000	-0.1184	-0.0175	-41.6831
-D	-0.3370	-0.0869	0.2000	-0.0674	-0.0157	-23.7324
-C	-0.2945	-7.7377	0.2000	-0.0589	-1.4024	-20.7394
-B	-0.0142	-5.5175	0.2000	-0.0028	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0142	5.5175	0.2000	0.0028	1.0000	1.0000
C	0.2945	7.7377	0.2000	0.0589	1.4024	20.7394
D	0.3370	0.0869	0.2000	0.0674	0.0157	23.7324
E	0.5919	0.0965	0.2000	0.1184	0.0175	41.6831

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP - 1.

θ	IO	LS	CP
0.0561	0.0253	0.0477	0.0589

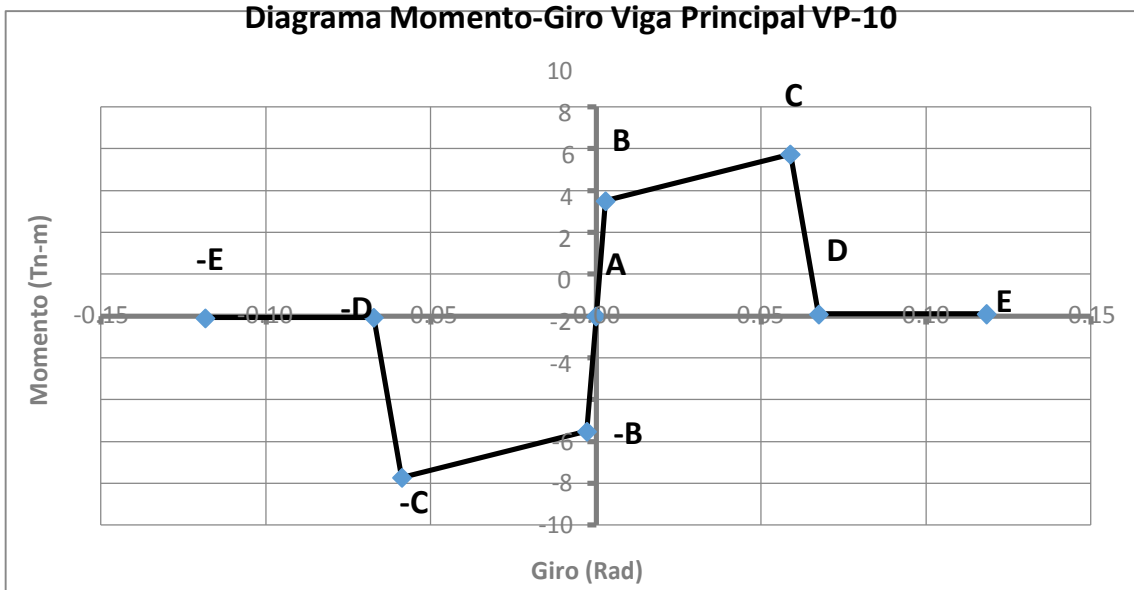


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP – 10

Viga Principal VP – 11

$b = 0.30 \text{ m}$
 $h = 0.30 \text{ m}$
 $L_p = 0.150 \text{ m}$

Sección Transversal Viga Principal – 11

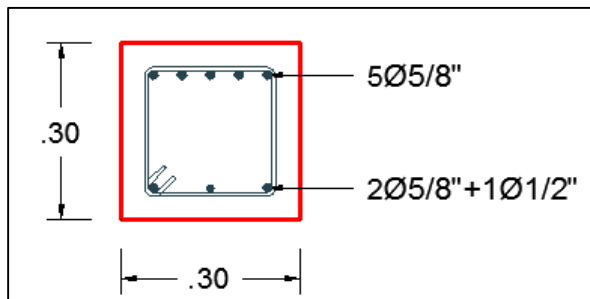


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -11

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00061	0.07710	0.00150	0.00000	-11.63580	-4.14970	15.78460	0.00000	-0.00096	0.00831	3.53890
-0.00123	0.09100	0.00404	0.00000	-17.62540	-4.59570	22.21930	0.00000	-0.00180	0.02080	5.06230
-0.00189	0.09940	0.00759	0.00000	-20.20360	-2.02050	22.21930	0.00000	-0.00481	0.03740	5.15690
-0.00282	0.10150	0.01190	0.00000	-22.14000	-0.65820	22.79760	0.00000	-0.00059	0.05820	5.31170
-0.00407	0.10100	0.01700	0.00000	-22.63310	-1.72930	24.36400	0.00000	0.00166	0.08310	5.59980
-0.00579	0.09840	0.02270	0.00000	-17.82100	-8.28470	26.10910	0.00000	0.00342	0.11220	5.68590
-0.00764	0.09750	0.02920	0.00000	-14.23780	-13.35780	27.58260	0.00000	-0.01300	0.14540	5.83570
-0.00959	0.09760	0.03680	0.00000	-12.09290	-16.45100	28.54630	0.00000	0.00238	0.18280	5.96520
-0.01170	0.09790	0.04520	0.00000	-11.00730	-18.52670	29.53740	0.00000	0.00337	0.22430	6.14060
-0.01390	0.09840	0.05460	0.00000	-10.92850	-19.52360	30.45490	0.00000	0.00282	0.27000	6.32450
-0.01640	0.09890	0.06480	0.00000	-11.03440	-20.32440	31.35800	0.00000	-0.00080	0.31990	6.50990
-0.01900	0.09920	0.07590	0.00000	-11.11330	-21.15000	32.25960	0.00000	-0.00369	0.37390	6.69500
-0.02180	0.09950	0.08780	0.00000	-11.17230	-21.96650	33.12860	0.00000	-0.01020	0.43210	6.87380
-0.02320	0.10310	0.10220	0.00000	-9.83050	0.00000	9.84530	0.00000	0.01470	0.49440	0.09200
-0.02640	0.10300	0.11590	0.00000	-10.12230	0.00000	10.13970	0.00000	0.01740	0.56090	0.09290
-0.02980	0.10290	0.13040	0.00000	-10.36470	0.00000	10.38070	0.00000	0.01600	0.63150	0.09380
-0.03330	0.10280	0.14580	0.00000	-10.56500	0.00000	10.57390	0.00000	0.00897	0.70630	0.09500
-0.03710	0.10270	0.16210	0.00000	-10.72800	0.00000	10.71610	0.00000	-0.01200	0.78520	0.09740
-0.0411	1.03E-01	0.1792	0	-10.8563	0	10.8584	0	2.07E-03	0.8683	0.096

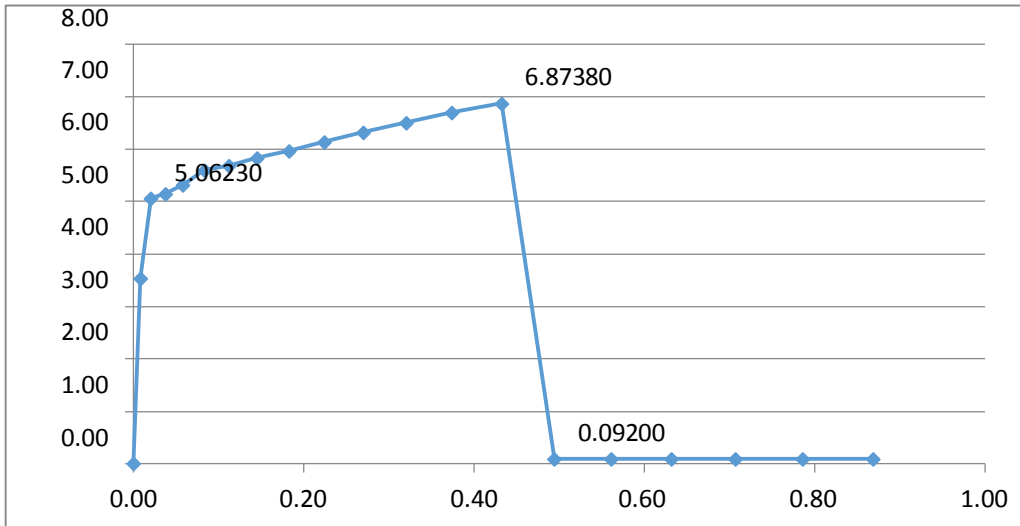


Diagrama Momento Curvatura Viga Principal VP – 11

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 11.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.8683	-0.0960	0.1500	-0.1302	-0.0190	-41.7452
-D	-0.4944	-0.0920	0.1500	-0.0742	-0.0182	-23.7692
-C	-0.4321	-6.8738	0.1500	-0.0648	-1.3578	-20.7740
-B	-0.0208	-5.0623	0.1500	-0.0031	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.1500	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0208	5.0623	0.1500	0.0031	1.0000	1.0000
C	0.4321	6.8738	0.1500	0.0648	1.3578	20.7740
D	0.4944	0.0920	0.1500	0.0742	0.0182	23.7692
E	0.8683	0.0960	0.1500	0.1302	0.0190	41.7452

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP - 11.

θ	IO	LS	CP
0.0617	0.0278	0.0525	0.0648

Diagrama Momento-Giro Viga Principal VP-11

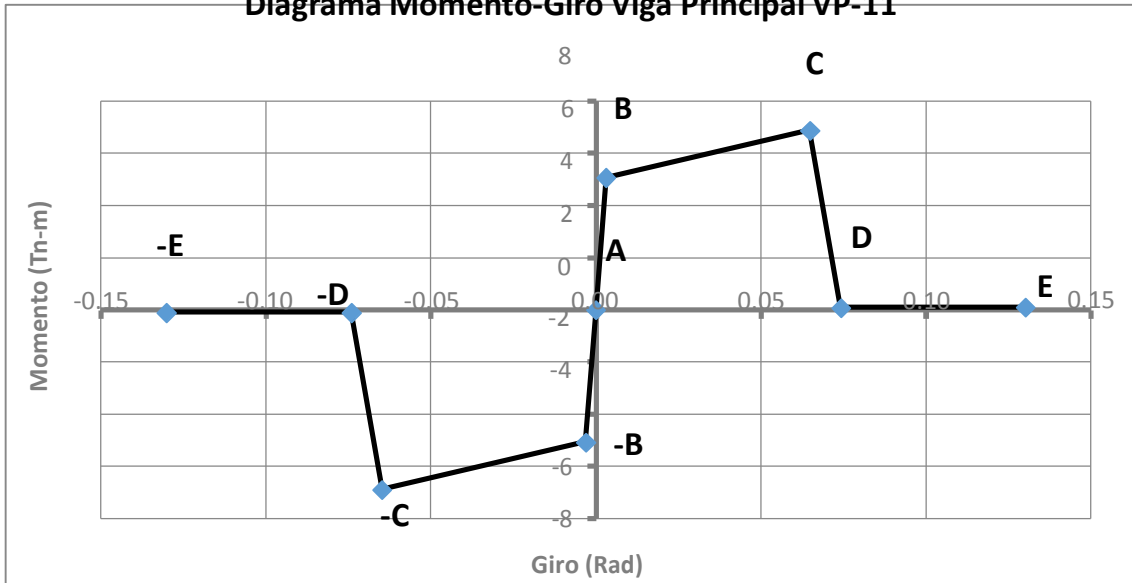


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP – 11

Viga Principal VP – 12

b= 0.30 m
 h= 0.30 m
 Lp= 0.150 m

Sección Transversal Viga Principal – 12

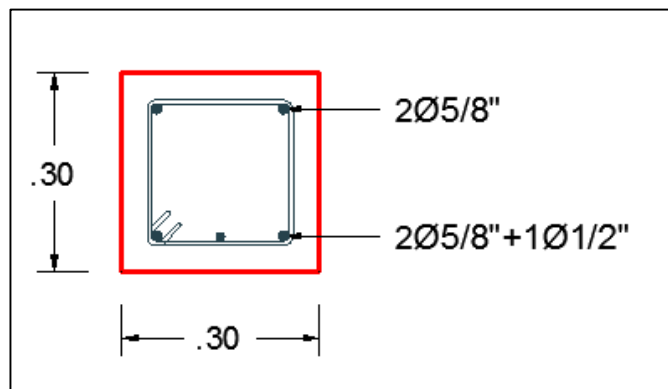


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -12

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00065	0.07170	0.00146	0.00000	-13.29880	-2.01650	15.31290	0.00000	-0.00242	0.00831	3.46130
-0.00131	0.08680	0.00396	0.00000	-19.69180	-2.53440	22.21930	0.00000	-0.00692	0.02080	5.09130
-0.00195	0.09800	0.00754	0.00000	-20.99090	-1.22910	22.21930	0.00000	-0.00065	0.03740	5.16720
-0.00284	0.10120	0.01190	0.00000	-22.37020	-0.42390	22.79140	0.00000	-0.00275	0.05820	5.31250
-0.00415	0.10010	0.01690	0.00000	-23.02460	-1.31620	24.33980	0.00000	-0.00104	0.08310	5.59060
-0.00629	0.09400	0.02220	0.00000	-18.70890	-7.26250	25.95590	0.00000	-0.01560	0.11220	5.58640
-0.00840	0.09230	0.02850	0.00000	-16.09020	-11.39620	27.48530	0.00000	-0.00118	0.14540	5.75810
-0.01050	0.09280	0.03590	0.00000	-14.82230	-13.61550	28.43320	0.00000	-0.00464	0.18280	5.91320
-0.01260	0.09380	0.04430	0.00000	-14.64430	-14.80340	29.44620	0.00000	-0.00156	0.22430	6.11800
-0.01490	0.09480	0.05360	0.00000	-14.55840	-15.79330	30.35640	0.00000	0.00471	0.27000	6.30490
-0.01740	0.09550	0.06370	0.00000	-14.48040	-16.79910	31.26780	0.00000	-0.01170	0.31990	6.49430
-0.02070	0.09480	0.07420	0.00000	-15.34860	-16.80000	32.13430	0.00000	-0.01430	0.37390	6.66970
-0.02410	0.09420	0.08550	0.00000	-16.16950	-16.80000	32.96010	0.00000	-0.00939	0.43210	6.83520
-0.02260	0.10440	0.10290	0.00000	-9.16390	0.00000	9.17570	0.00000	0.01190	0.49440	0.09230
-0.02570	0.10420	0.11660	0.00000	-9.57410	0.00000	9.58090	0.00000	0.00675	0.56090	0.09520
-0.02900	0.10400	0.13110	0.00000	-9.93850	0.00000	9.93700	0.00000	-0.00152	0.63150	0.09790
-0.03260	0.10390	0.14660	0.00000	-10.25270	0.00000	10.25190	0.00000	-0.00074	0.70630	0.09930
-0.03630	0.10370	0.16280	0.00000	-10.52330	0.00000	10.53520	0.00000	0.01190	0.78520	0.09910
-0.0403	1.04E-01	0.18	0	-10.7557	0	10.7654	0	9.70E-03	0.8683	0.1001

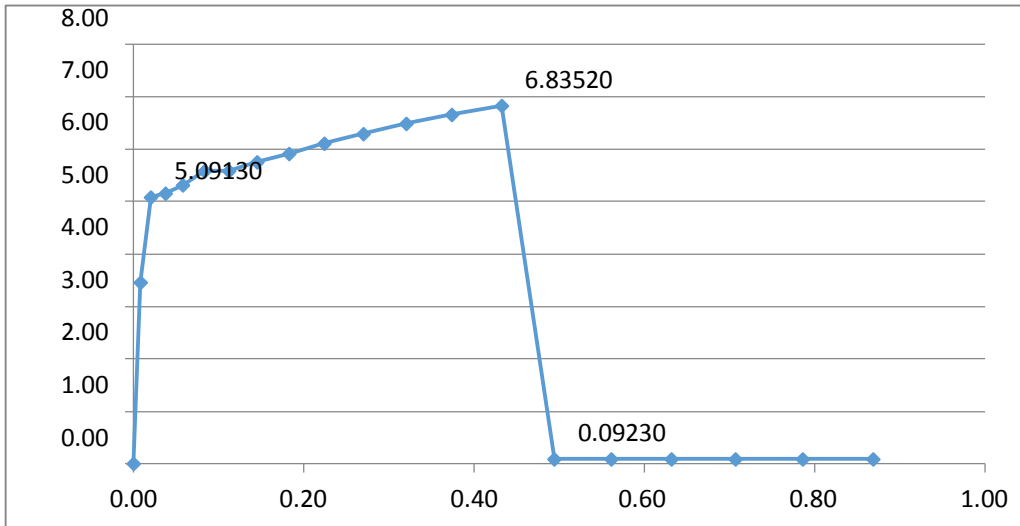


Diagrama Momento Curvatura Viga Principal VP – 12

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 12

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _p (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.8683	-0.1001	0.1500	-0.1302	-0.0197	-41.7452
-D	-0.4944	-0.0923	0.1500	-0.0742	-0.0181	-23.7692
-C	-0.4321	-6.8352	0.1500	-0.0648	-1.3425	-20.7740
-B	-0.0208	-5.0913	0.1500	-0.0031	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.1500	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0208	5.0913	0.1500	0.0031	1.0000	1.0000
C	0.4321	6.8352	0.1500	0.0648	1.3425	20.7740
D	0.4944	0.0923	0.1500	0.0742	0.0181	23.7692
E	0.8683	0.1001	0.1500	0.1302	0.0197	41.7452

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP - 12.

θ	IO	LS	CP
0.0617	0.0278	0.0525	0.0648

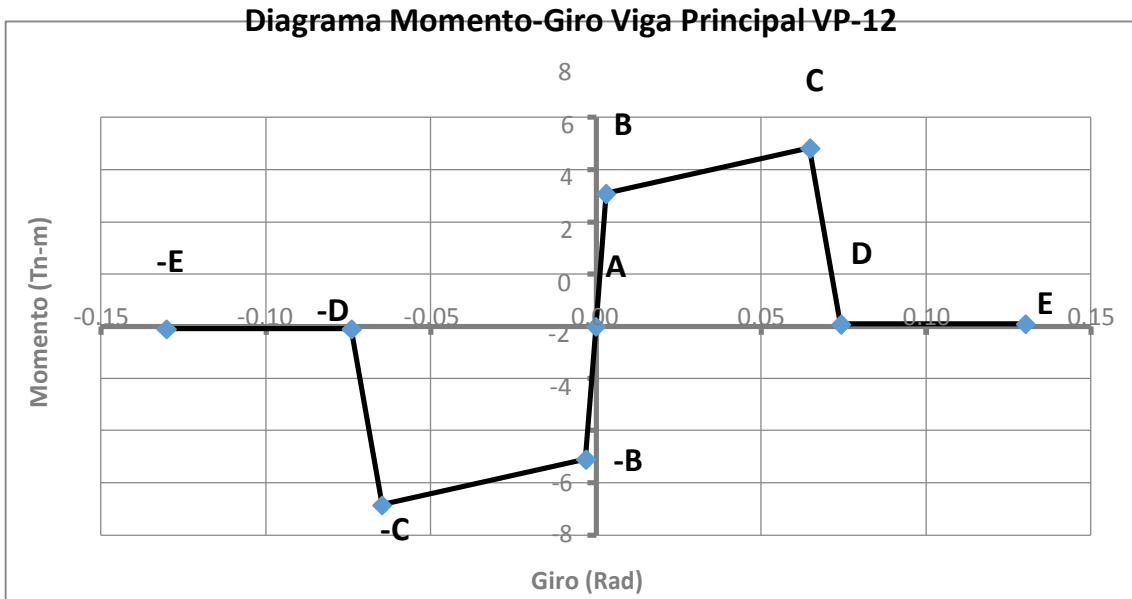


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP – 12

Viga Principal VP – 13

$b = 0.30 \text{ m}$
 $h = 0.30 \text{ m}$
 $L_p = 0.150 \text{ m}$

Sección Transversal Viga Principal – 13

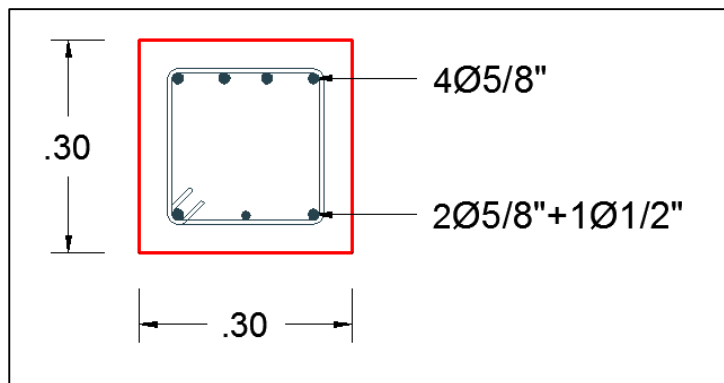


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Principal VP -13

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00062	0.07560	0.00149	0.00000	-12.13490	-3.51920	15.65270	0.00000	-0.00132	0.00831	3.51760
-0.00125	0.08990	0.00402	0.00000	-18.19330	-4.02880	22.21930	0.00000	-0.00282	0.02080	5.07050
-0.00191	0.09900	0.00758	0.00000	-20.42300	-1.80380	22.21930	0.00000	-0.00753	0.03740	5.16010
-0.00282	0.10150	0.01190	0.00000	-22.23110	-0.56680	22.79680	0.00000	-0.00112	0.05820	5.31240
-0.00408	0.10090	0.01700	0.00000	-22.78490	-1.57600	24.36030	0.00000	-0.00062	0.08310	5.59950
-0.00588	0.09760	0.02260	0.00000	-18.07800	-8.00370	26.08240	0.00000	0.00071	0.11220	5.66940
-0.00777	0.09650	0.02910	0.00000	-14.74280	-12.83010	27.56540	0.00000	-0.00754	0.14540	5.82370
-0.00975	0.09670	0.03660	0.00000	-12.73860	-15.78520	28.52520	0.00000	0.00142	0.18280	5.95680
-0.01190	0.09720	0.04510	0.00000	-11.90840	-17.61570	29.52010	0.00000	-0.00397	0.22430	6.13940
-0.01410	0.09780	0.05440	0.00000	-11.93880	-18.49160	30.43720	0.00000	0.00676	0.27000	6.32480
-0.01650	0.09830	0.06460	0.00000	-12.04450	-19.29830	31.34220	0.00000	-0.00059	0.31990	6.51160
-0.01920	0.09870	0.07570	0.00000	-12.13070	-20.11580	32.24500	0.00000	-0.00152	0.37390	6.69720
-0.02200	0.09900	0.08760	0.00000	-12.20200	-20.91370	33.11330	0.00000	-0.00235	0.43210	6.87580
-0.02310	0.10330	0.10230	0.00000	-10.05630	0.00000	10.06690	0.00000	0.01060	0.49440	0.09650
-0.02620	0.10320	0.11600	0.00000	-10.41600	0.00000	10.42660	0.00000	0.01060	0.56090	0.09830
-0.02960	0.10310	0.13060	0.00000	-10.72390	0.00000	10.73640	0.00000	0.01250	0.63150	0.09950
-0.03320	0.10300	0.14600	0.00000	-10.98610	0.00000	10.99920	0.00000	0.01320	0.70630	0.10050
-0.03690	0.10300	0.16220	0.00000	-11.20750	0.00000	11.21730	0.00000	0.00977	0.78520	0.10150
-0.0409	1.03E-01	0.1793	0	-11.3922	0	11.3907	0	-1.54E-03	0.8683	0.1031

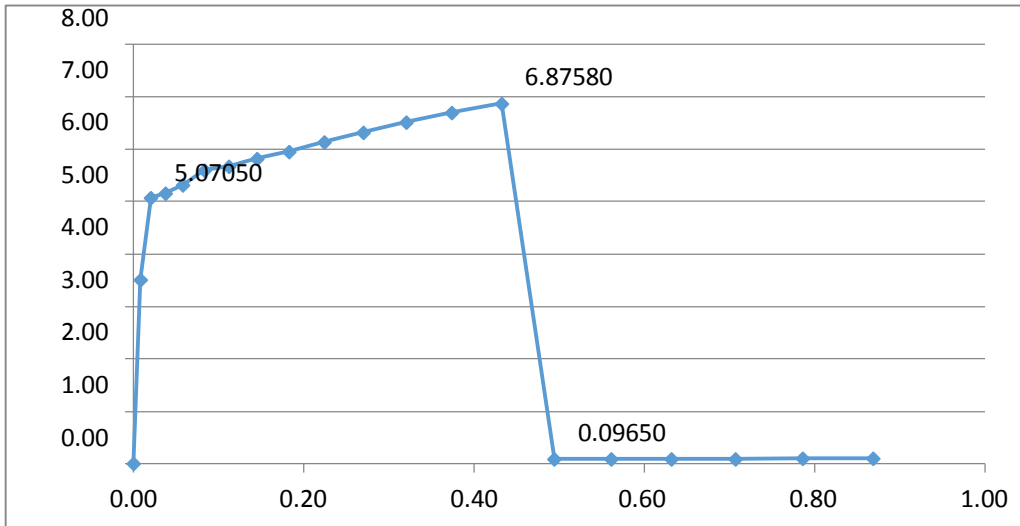


Diagrama Momento Curvatura Viga Principal VP – 13

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Principal VP - 13.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.8683	-0.1031	0.1500	-0.1302	-0.0203	-41.7452
-D	-0.4944	-0.0965	0.1500	-0.0742	-0.0190	-23.7692
-C	-0.4321	-6.8758	0.1500	-0.0648	-1.3560	-20.7740
-B	-0.0208	-5.0705	0.1500	-0.0031	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.1500	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0208	5.0705	0.1500	0.0031	1.0000	1.0000
C	0.4321	6.8758	0.1500	0.0648	1.3560	20.7740
D	0.4944	0.0965	0.1500	0.0742	0.0190	23.7692
E	0.8683	0.1031	0.1500	0.1302	0.0203	41.7452

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Principal VP - 13.

θ	IO	LS	CP
0.0617	0.0278	0.0525	0.0648

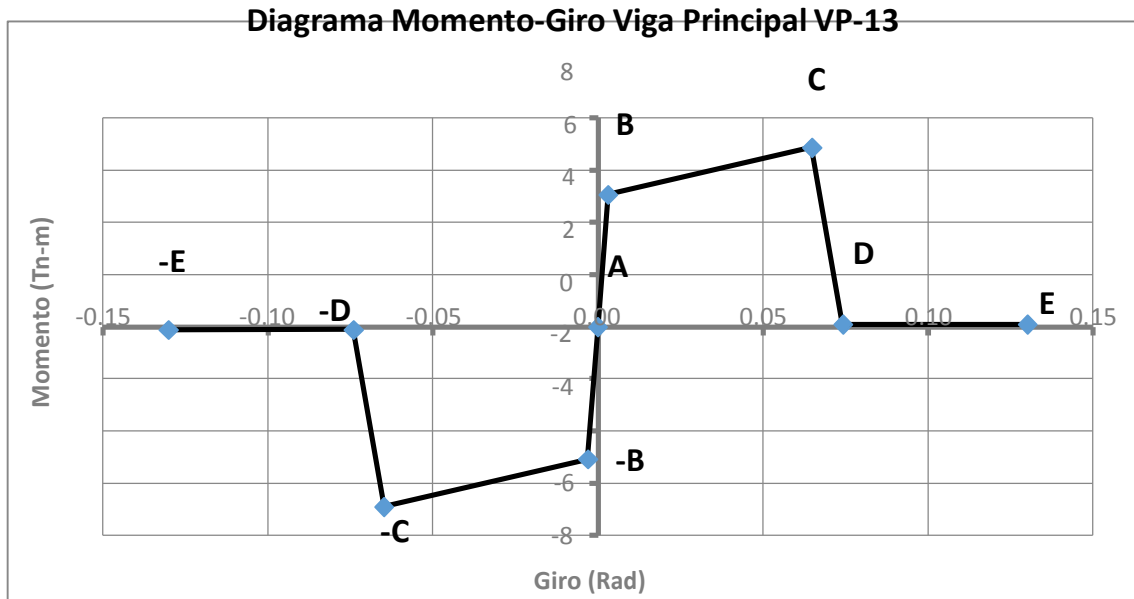
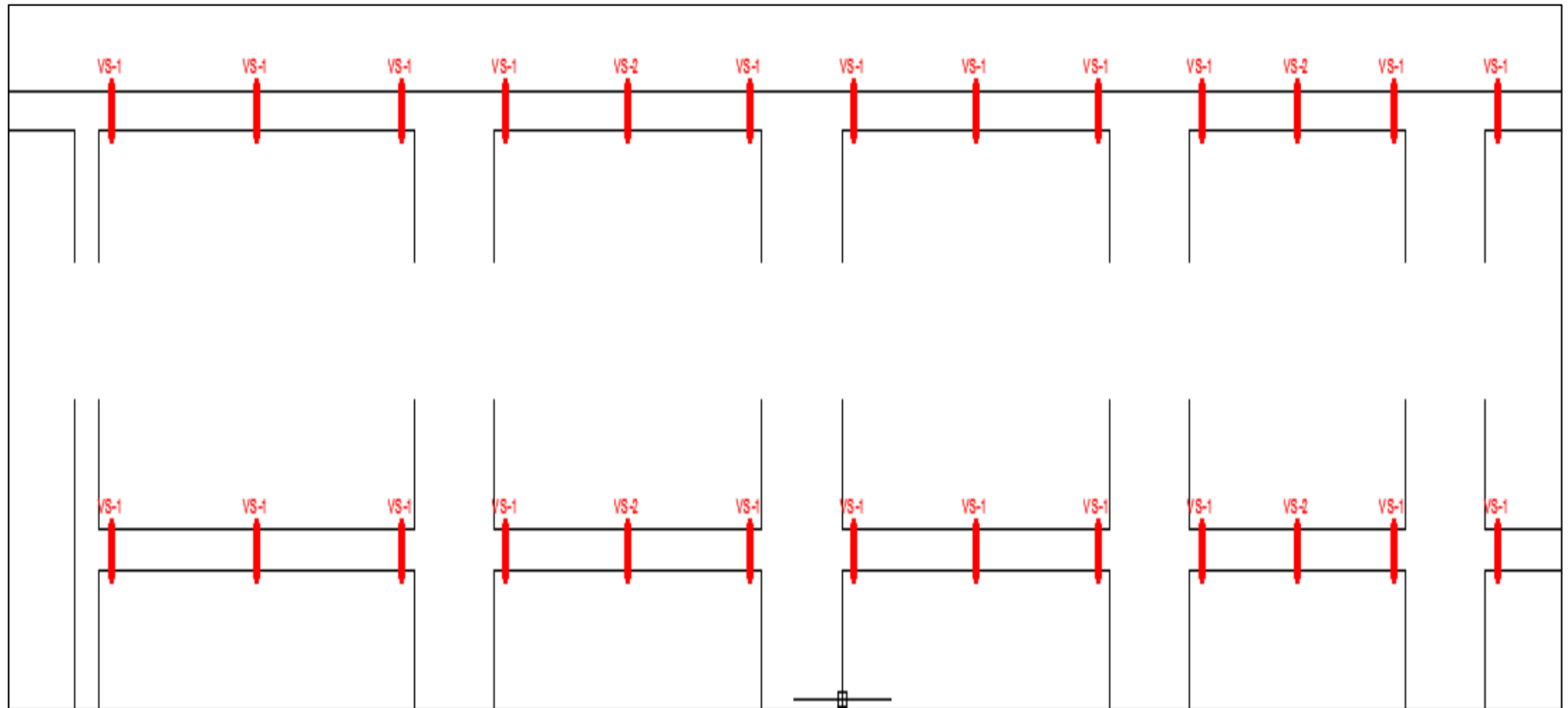


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Principal VP – 13

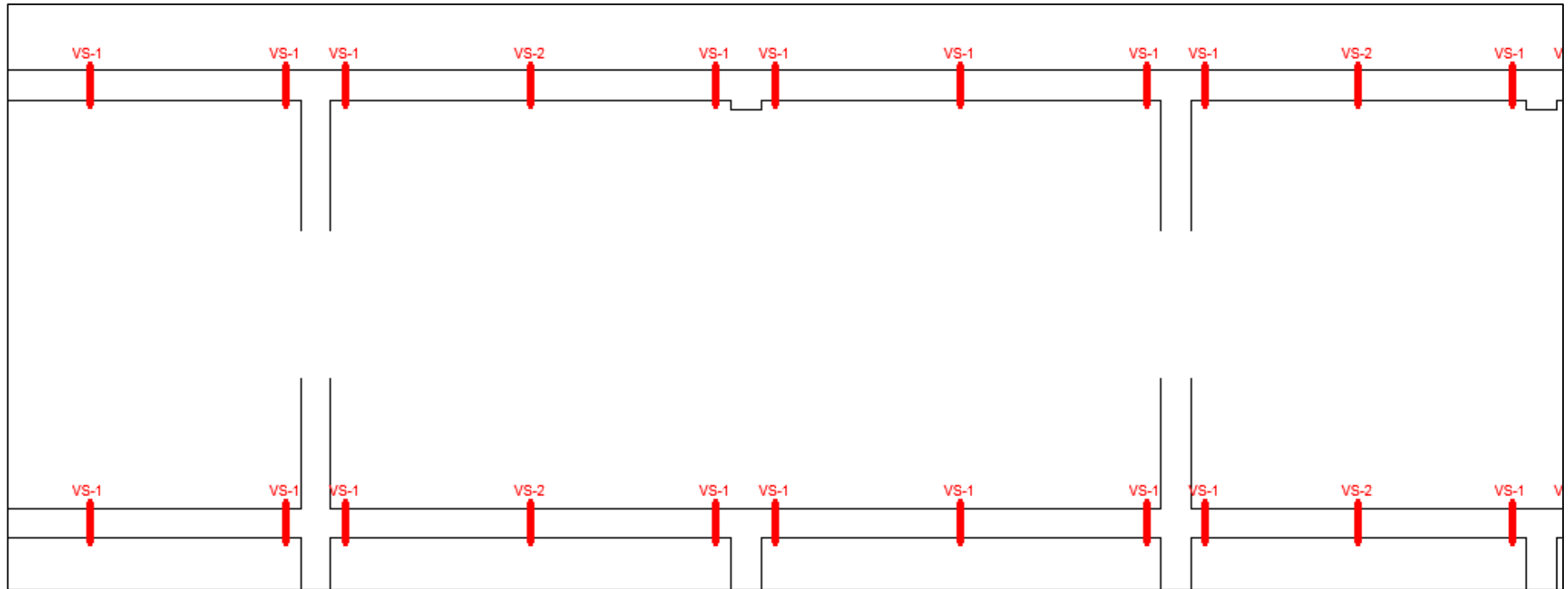
D. Diagrama Momento Giro para Vigas Secundarias

Se definieron dos tipos de articulaciones plásticas para vigas principales. En ellas predomina la flexión (M3). Estas rótulas son asignadas al principio, al final y al centro de la luz de cada viga.

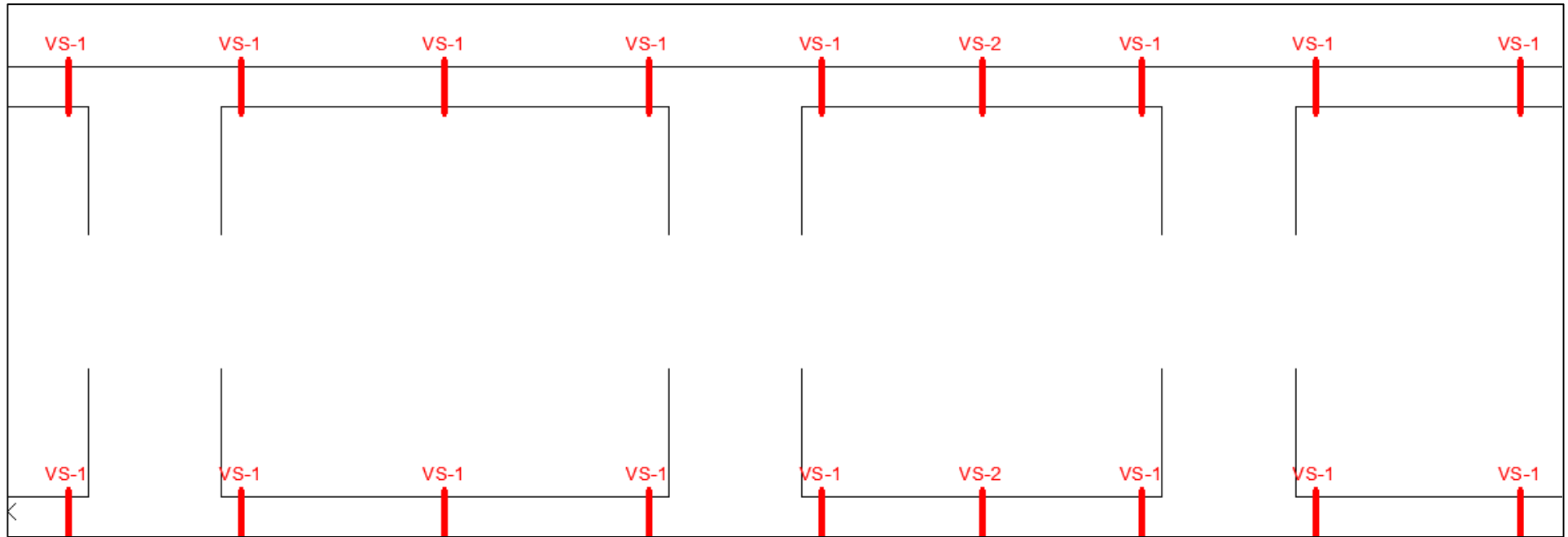
Las Figuras presentan las denominaciones usadas para agrupar las secciones de las vigas principales de iguales características, y a la vez indican la ubicación de las rótulas en las mismas.



Denominación de las secciones transversales y ubicación de las rótulas plásticas en las Vigas de los pórticos A.



Denominación de las secciones transversales y ubicación de las rótulas plásticas en las Vigas de los pórticos 3 y 5.



Denominación de las secciones transversales y ubicación de las rótulas plásticas en las Vigas de los pórticos 3 y 5.

Viga Secundara VS -1

b= 0.25 m
h= 0.30 m
Lp= 0.15 m

Sección Transversal Viga Secundaria – 1

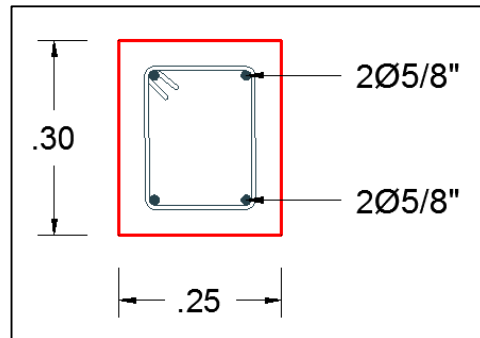


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Secundaria VS -1

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00062	0.07600	0.00150	0.00000	-10.25980	-1.76120	12.01870	0.00000	-0.00233	0.00844	2.71950
-0.00124	0.09120	0.00408	0.00000	-14.96620	-1.83750	16.80000	0.00000	-0.00376	0.02110	3.86480
-0.00187	0.10090	0.00771	0.00000	-16.45150	-0.35800	16.80000	0.00000	-0.00946	0.03800	3.93360
-0.00276	0.10330	0.01210	0.00000	-17.90910	0.00000	17.90870	0.00000	-0.00046	0.05910	4.06720
-0.00403	0.10230	0.01720	0.00000	-18.64850	0.00000	18.64390	0.00000	-0.00458	0.08440	4.29260
-0.00606	0.09680	0.02270	0.00000	-14.93260	-4.82250	19.77020	0.00000	0.01510	0.11390	4.29150
-0.00814	0.09490	0.02910	0.00000	-12.38560	-8.47270	20.85650	0.00000	-0.00176	0.14770	4.38890
-0.01020	0.09490	0.03660	0.00000	-10.92570	-10.66560	21.58370	0.00000	-0.00758	0.18560	4.49220
-0.01240	0.09560	0.04500	0.00000	-10.52770	-11.80870	22.33880	0.00000	0.00238	0.22780	4.63620
-0.01470	0.09630	0.05440	0.00000	-10.44680	-12.58410	23.03850	0.00000	0.00763	0.27420	4.77800
-0.01720	0.09690	0.06460	0.00000	-10.36890	-13.35460	23.72470	0.00000	0.00113	0.32490	4.91870
-0.02000	0.09740	0.07570	0.00000	-10.29310	-14.10710	24.41010	0.00000	0.00987	0.37970	5.05780
-0.02290	0.09780	0.08770	0.00000	-10.21780	-14.86630	25.07310	0.00000	-0.01100	0.43880	5.19540
-0.02310	0.10390	0.10340	0.00000	-7.43040	0.00000	7.43790	0.00000	0.00754	0.50210	0.07230
-0.02630	0.10370	0.11720	0.00000	-7.67830	0.00000	7.67180	0.00000	-0.00650	0.56960	0.07460
-0.02980	0.10360	0.13190	0.00000	-7.88680	0.00000	7.89030	0.00000	0.00357	0.64130	0.07430
-0.03340	0.10350	0.14740	0.00000	-8.06140	0.00000	8.07620	0.00000	0.01480	0.71730	0.07360
-0.03720	0.10340	0.16380	0.00000	-8.20760	0.00000	8.21920	0.00000	0.01150	0.79740	0.07420
-0.0412	0.1032	0.181	0	-8.3266	0	8.3341	0	7.55E-03	0.8818	0.0747

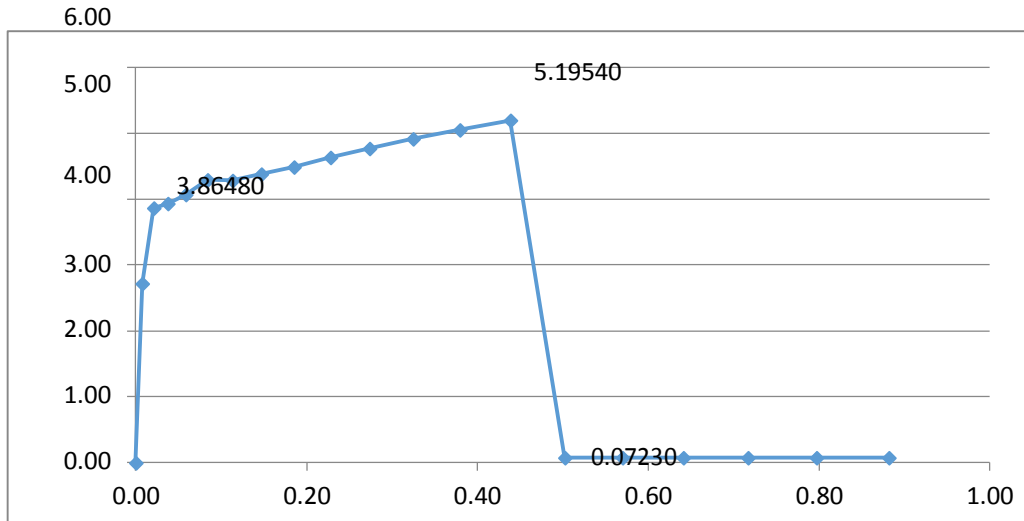


Diagrama Momento Curvatura Viga Secundaria VS – 1

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Secundaria VS - 1

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.8818	-0.0747	0.1500	-0.1323	-0.0193	-41.7915
-D	-0.5021	-0.0723	0.1500	-0.0753	-0.0187	-23.7962
-C	-0.4388	-5.1954	0.1500	-0.0658	-1.3443	-20.7962
-B	-0.0211	-3.8648	0.1500	-0.0032	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.1500	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0211	3.8648	0.1500	0.0032	1.0000	1.0000
C	0.4388	5.1954	0.1500	0.0658	1.3443	20.7962
D	0.5021	0.0723	0.1500	0.0753	0.0187	23.7962
E	0.8818	0.0747	0.1500	0.1323	0.0193	41.7915

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Secundaria VS - 1.

θ	IO	LS	CP
0.0627	0.0282	0.0533	0.0658

Diagrama Momento-Giro Viga Secundaria VS-1

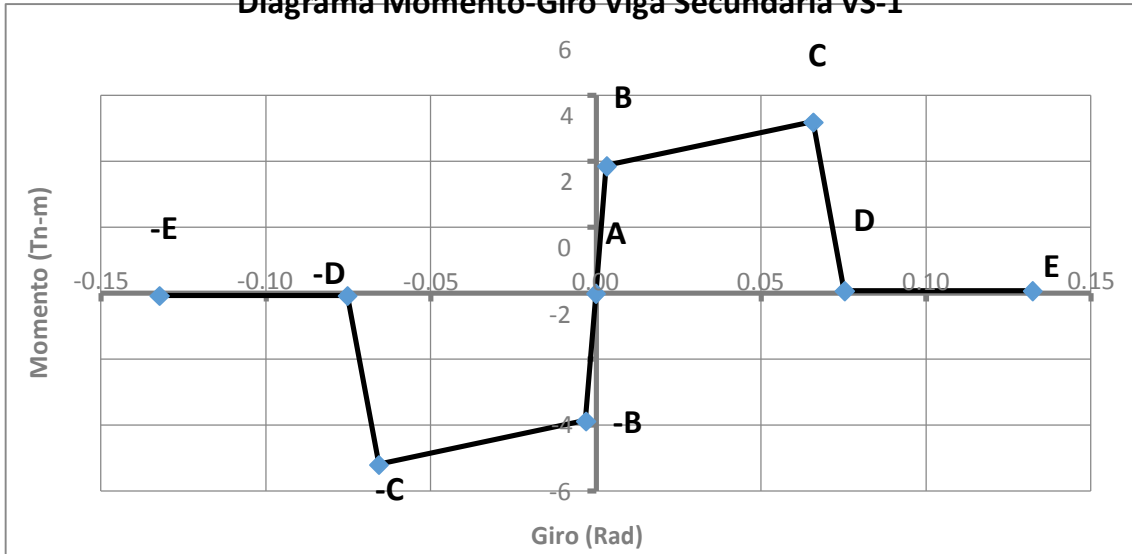


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Secundaria VS - 1

Viga Secundaria VS -2

b= 0.25 m
 h= 0.30 m
 Lp= 0.150 m

Sección Transversal Viga Secundaria – 2

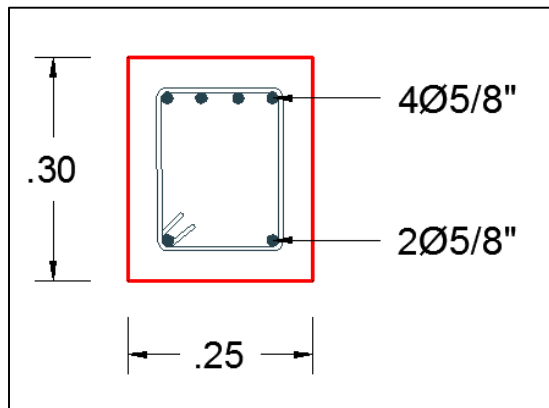


Diagrama Momento Curvatura Datos SAP2000 Viga Secundaria VS -2

Concrete Strain	Neutral Axis	Steel Strain	Tendon Strain	Concrete Compression	Steel Compression	Steel Tension	Prestress Force	Net Force	Curvature	Moment
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.00059	0.08000	0.00154	0.00000	-9.31890	-2.97470	12.29250	0.00000	-0.00110	0.00844	2.76230
-0.00119	0.09370	0.00413	0.00000	-13.99560	-2.80580	16.80000	0.00000	-0.00143	0.02110	3.84820
-0.00185	0.10130	0.00772	0.00000	-16.33200	-0.47200	16.80000	0.00000	-0.00402	0.03800	3.93080
-0.00278	0.10290	0.01210	0.00000	-18.13150	0.00000	18.12960	0.00000	-0.00189	0.05910	4.06850
-0.00403	0.10230	0.01720	0.00000	-18.76450	0.00000	18.76220	0.00000	-0.00236	0.08440	4.29340
-0.00577	0.09940	0.02290	0.00000	-14.96210	-4.88540	19.84000	0.00000	-0.00739	0.11390	4.34690
-0.00764	0.09830	0.02960	0.00000	-11.99620	-8.91460	20.90530	0.00000	-0.00548	0.14770	4.43430
-0.00961	0.09820	0.03720	0.00000	-10.26430	-11.37860	21.64420	0.00000	0.00127	0.18560	4.52850
-0.01170	0.09850	0.04570	0.00000	-9.36360	-13.02040	22.38820	0.00000	0.00417	0.22780	4.65630
-0.01400	0.09890	0.05510	0.00000	-9.29800	-13.79300	23.09160	0.00000	0.00056	0.27420	4.79640
-0.01650	0.09930	0.06540	0.00000	-9.42060	-14.34670	23.77330	0.00000	0.00598	0.32490	4.93540
-0.01910	0.09960	0.07660	0.00000	-9.52750	-14.92980	24.45610	0.00000	-0.00120	0.37970	5.07610
-0.02200	0.09990	0.08860	0.00000	-9.62250	-15.50800	25.12240	0.00000	-0.00812	0.43880	5.21350
-0.02350	0.10310	0.10300	0.00000	-8.48890	0.00000	8.50260	0.00000	0.01370	0.50210	0.07940
-0.02680	0.10300	0.11680	0.00000	-8.75980	0.00000	8.77320	0.00000	0.01330	0.56960	0.08080
-0.03020	0.10290	0.13150	0.00000	-8.99160	0.00000	9.00430	0.00000	0.01270	0.64130	0.08180
-0.03380	0.10290	0.14700	0.00000	-9.19040	0.00000	9.19780	0.00000	0.00747	0.71730	0.08310
-0.03760	0.10280	0.16340	0.00000	-9.35850	0.00000	9.35010	0.00000	-0.00840	0.79740	0.08530
-0.0417	0.1027	1.81E-01	0	-9.4977	0	9.4992	0	1.53E-03	0.8818	0.0846

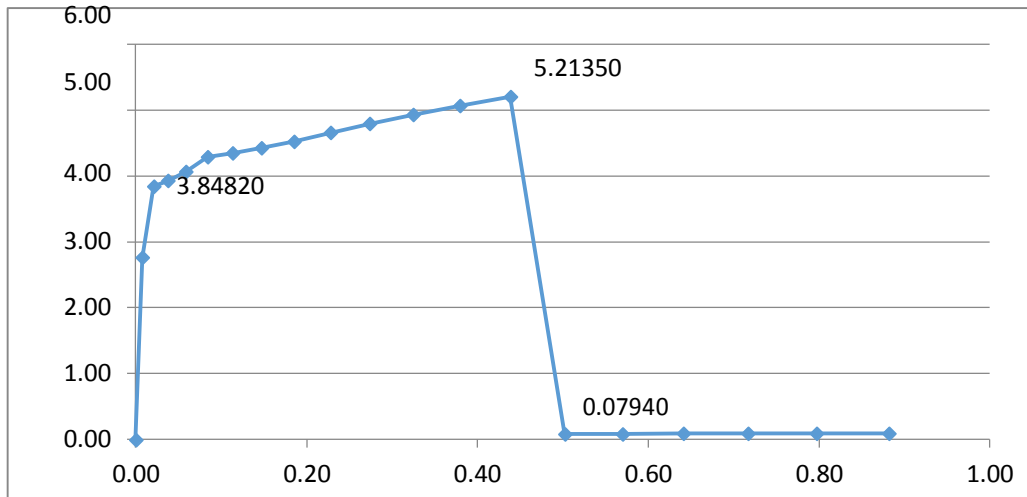


Diagrama Momento Curvatura Viga Secundaria VS - 2

Datos de la Relación Momento-Curvatura y obtención del Giro de Viga Secundaria VS - 2.

PUNTO	CURVATURA (1/m)	MOMENTO (Tn-m)	L _P (m)	GIRO (Rad)	M/M _Y	θ/θ _Y
-E	-0.8818	-0.0846	0.1500	-0.1323	-0.0220	-41.7915
-D	-0.5021	-0.0794	0.1500	-0.0753	-0.0206	-23.7962
-C	-0.4388	-5.2135	0.1500	-0.0658	-1.3548	-20.7962
-B	-0.0211	-3.8482	0.1500	-0.0032	-1.0000	-1.0000
A	0.0000	0.0000	0.1500	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.0211	3.8482	0.1500	0.0032	1.0000	1.0000
C	0.4388	5.2135	0.1500	0.0658	1.3548	20.7962
D	0.5021	0.0794	0.1500	0.0753	0.0206	23.7962
E	0.8818	0.0846	0.1500	0.1323	0.0220	41.7915

Criterios de Aceptación para la Articulación Viga Secundaria VS - 2.

θ	IO	LS	CP
0.0627	0.0282	0.0533	0.0658

Diagrama Momento-Giro Viga Secundaria VS-2

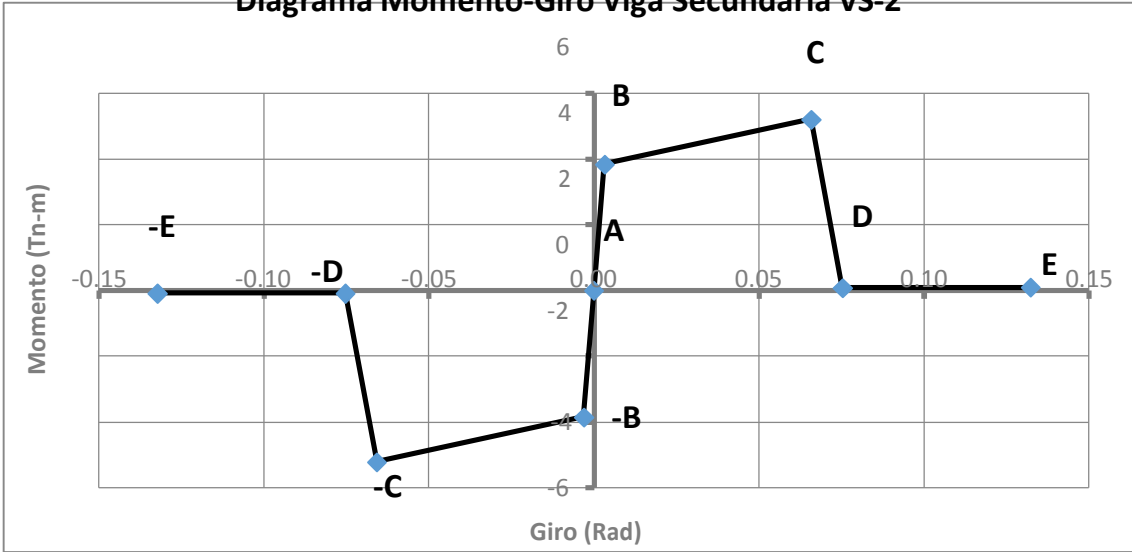
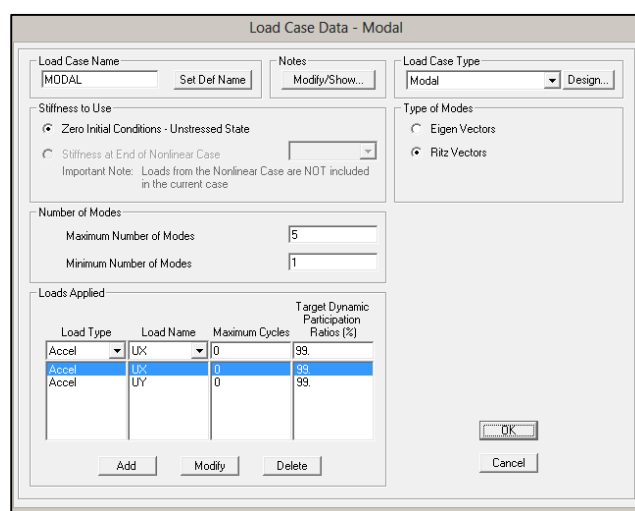
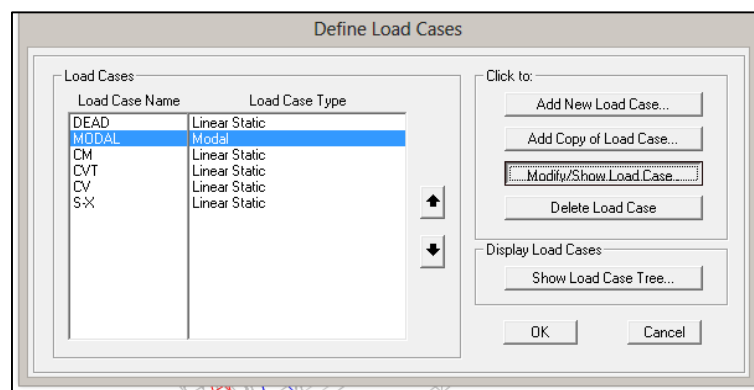
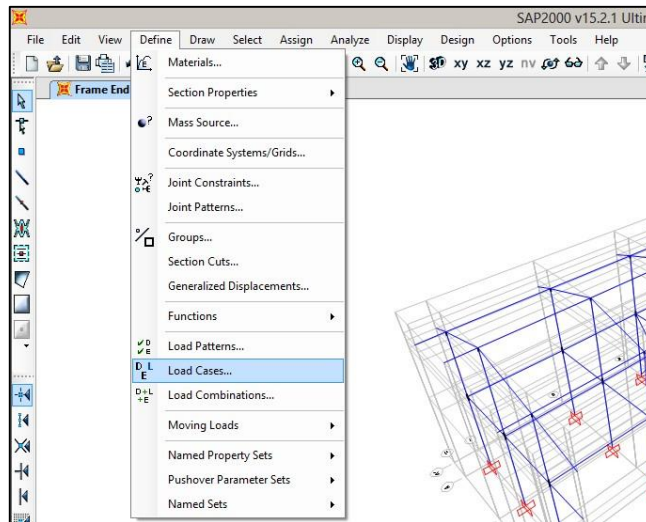


Diagrama Momento-Giro de la rótula en Viga Secundaria VS - 2

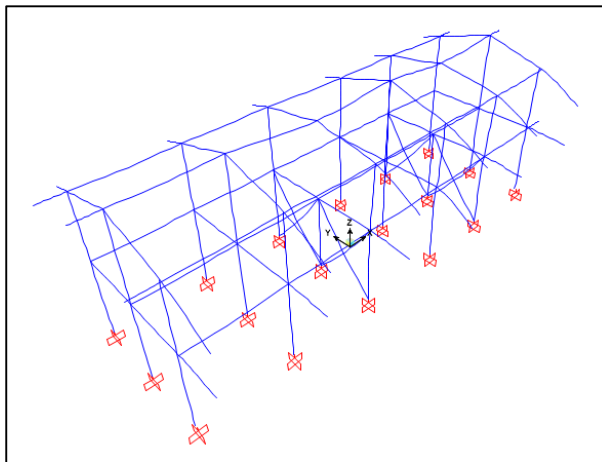
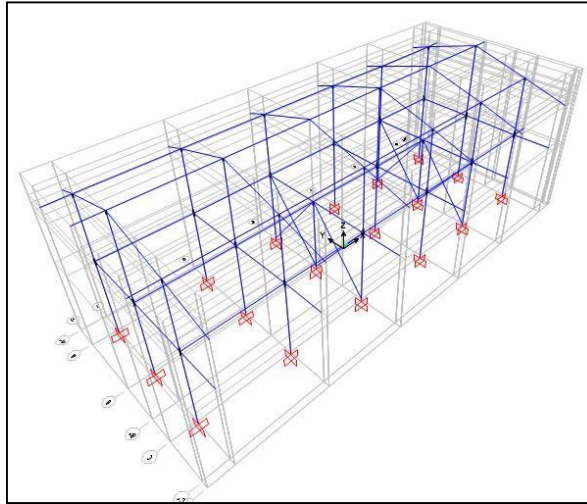
3. RESULTADOS

3.1. ANÁLISIS SISMICO LINEAL

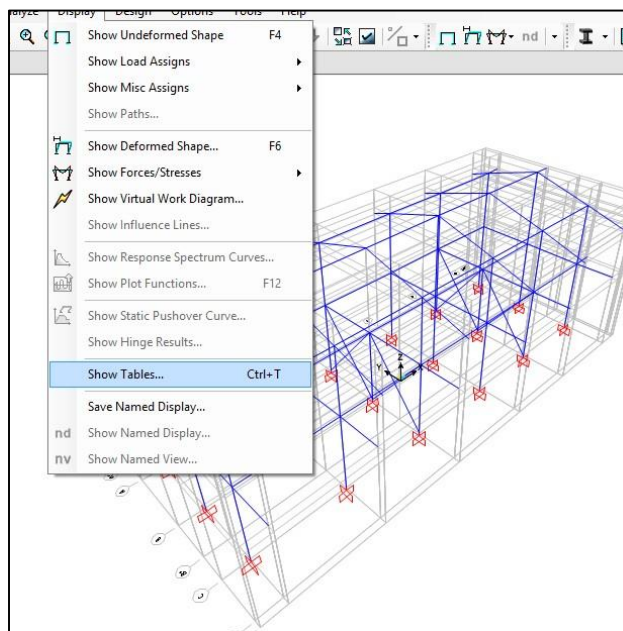
- a) Configuramos el análisis modal que va a realizar el programa (por vectores Ritz):

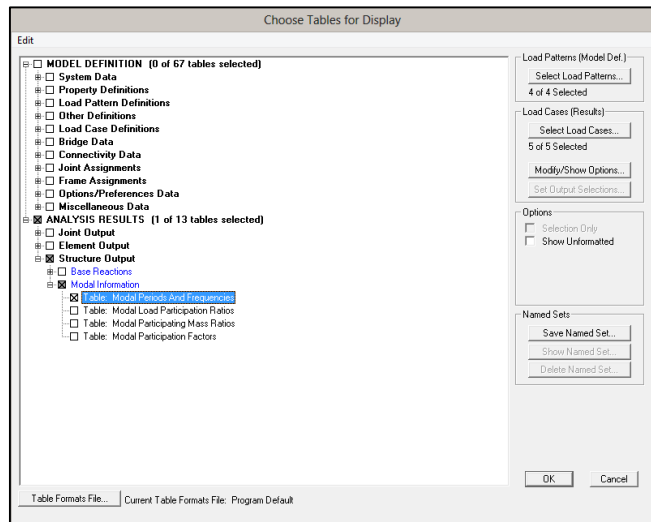


- b) Corremos el modelo con lo que asignado hasta el momento:



- c) Visualizamos los resultados del análisis modal, especialmente los periodos y frecuencias de los modos fundamentales resumidos en la tabla:





Modal Periods And Frequencies

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

OutputCase Text	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad ² /sec ²
MODAL	Mode	1	0.49678	2.013	12.648	153.97
MODAL	Mode	2	0.460137	2.1733	13.655	186.46
MODAL	Mode	3	0.373891	2.6739	16.8	262.25
MODAL	Mode	4	0.168935	5.9194	37.193	1383.3
MODAL	Mode	5	0.116616	8.5751	53.879	2903

Record: 1 of 5

Dirección	Modo	Periodo
X	1	0.493576
Y	2	0.461593

d) **Periodo Fundamental Aproximado (E.030/17.2)**

Para cada dirección se estima así:

$$h_n$$

$$T = \frac{1}{C_T}$$

$$C_T$$

$$h_n = 8.241m \text{ (Altura del edificio)}$$

$$C_T = 35 \text{ (Elementos resistente pórticos)}$$

Dirección	Modo	Periodo
X	1	0.235457
Y	2	0.235457

Esta gran diferencia se debe a que el factor C_t no considera la interacción tabique-pórtico existente en la edificación. Además no se considera la forma y las dimensiones de las columnas en T, cuyas dimensiones son considerables.

e) **Factor De Amplificación Sísmica (E.030/Art. 7)**

Z	0.4
U	1.5
Perfil	S ₃
T _P	0.9
S	1.4
R	8

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right); C \leq 2.5$$

Dirección	T	C
X	0.493576	1.8234274
Y	0.461593	1.9497696

f) **Fuerza Cortante En La Base (E.030/Art. 17.3)**

$$V = \left(\frac{ZUCS}{R}\right) * P = C_s * P$$

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

Dirección	C/R	C _s
X	0.2279284	0.1914599
Y	0.2437212	0.2047258

El peso de la edificación fue definido como:

$$P = (PP + CM) + 0.50CV + 0.25CVT$$

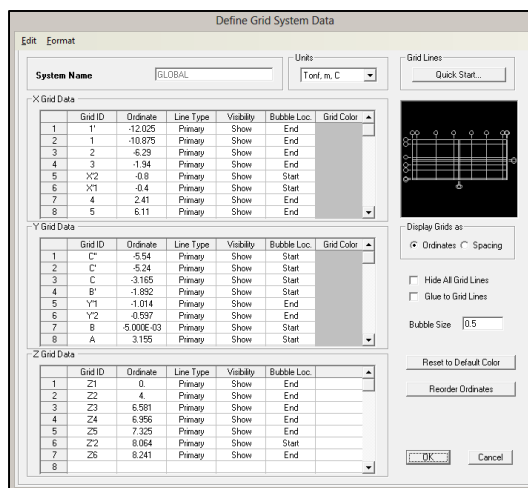
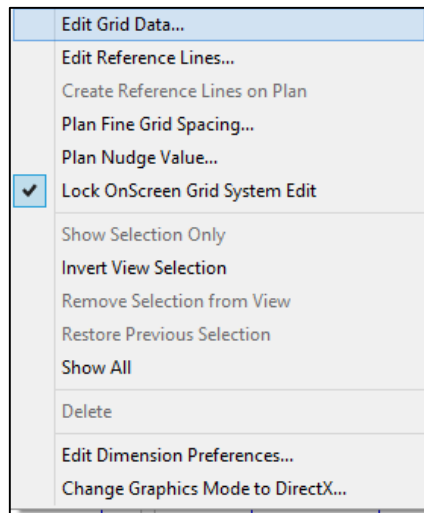
El peso de la edificación fue definido como:

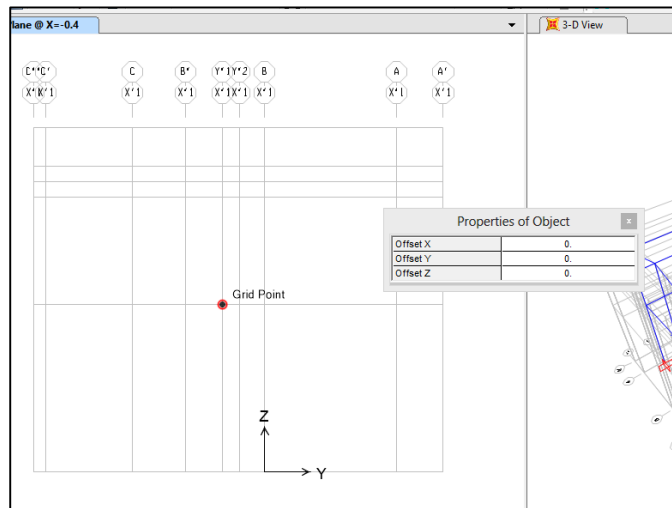
$$P = (PP + C??) + 0.50C? + 0.25C??$$

Por tanto, el cortante en la base es:

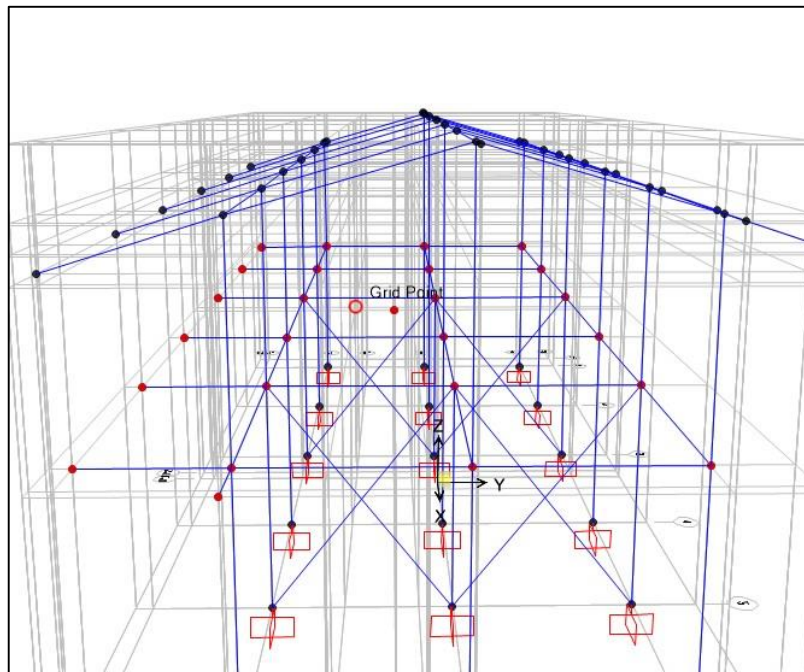
Dirección	Cs	P	V
X	0.191	370.450	70.926
Y	0.205	370.450	75.841

- g) **Centro De Gravedad.** Donde se concentran las fuerzas sísmicas. Agregamos nuevos ejes para ubicar el punto.



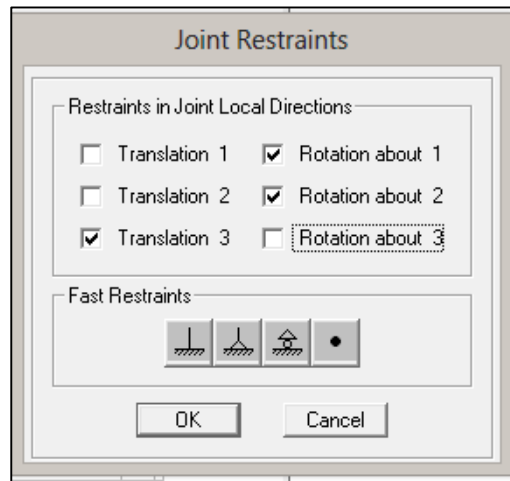
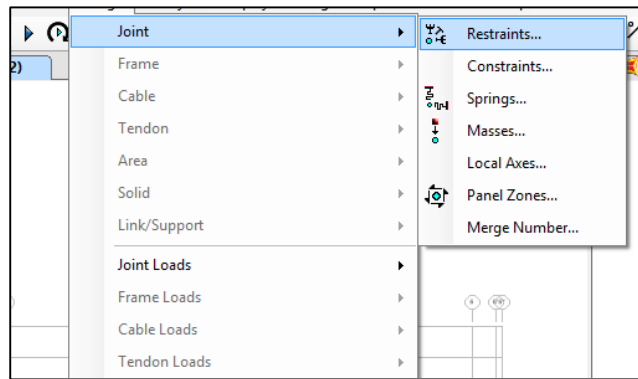


Lo asignamos al diafragma según el nivel:

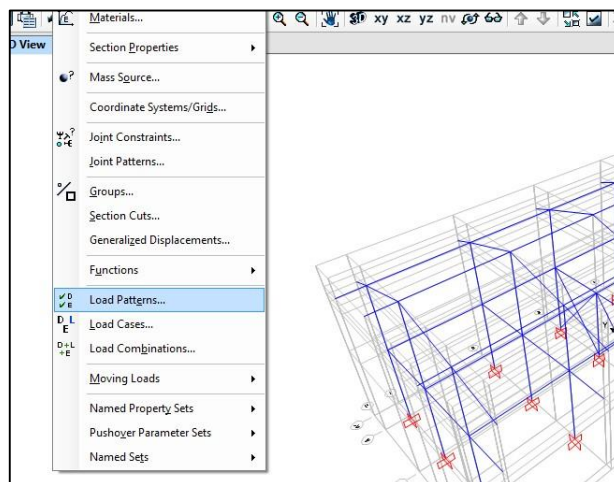


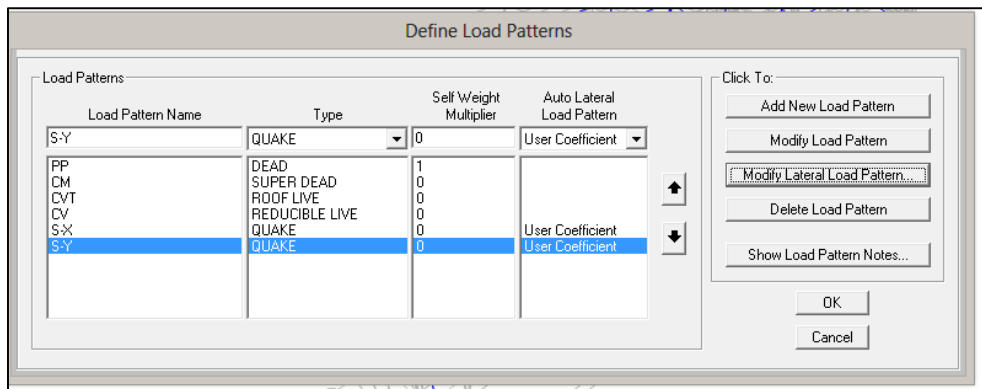
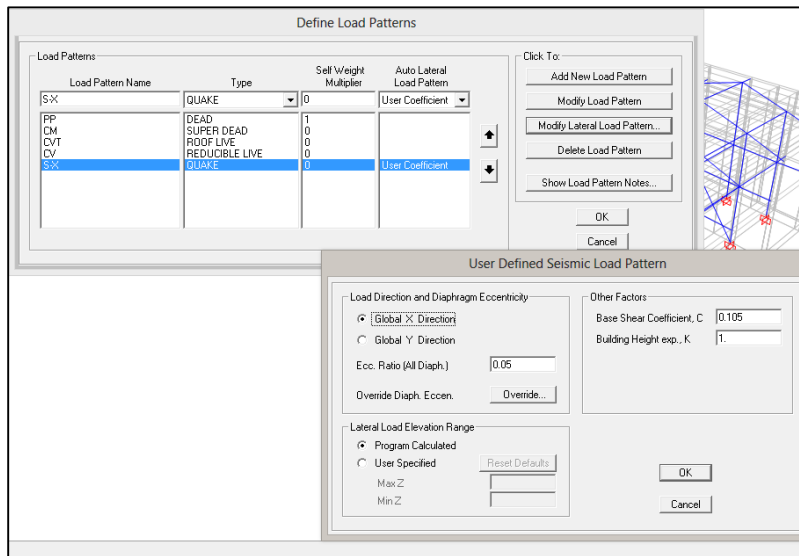
Estos puntos tienen algunas restricciones, las cuales son:

- No se puede desplazar en la vertical.
- No puede rotar en X ni en Y.

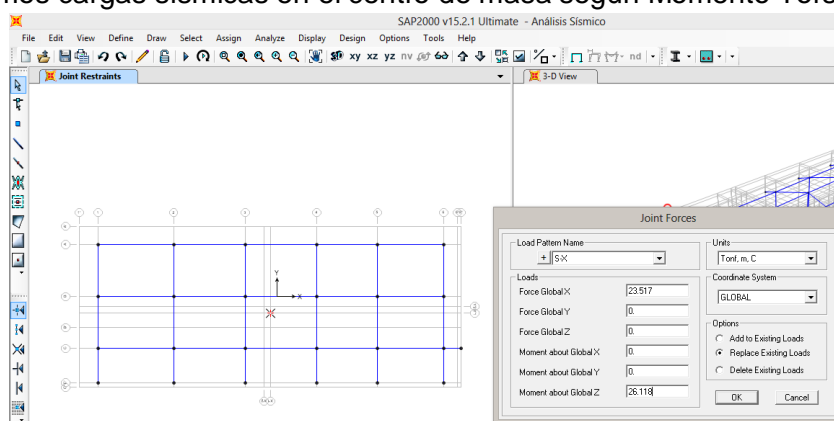


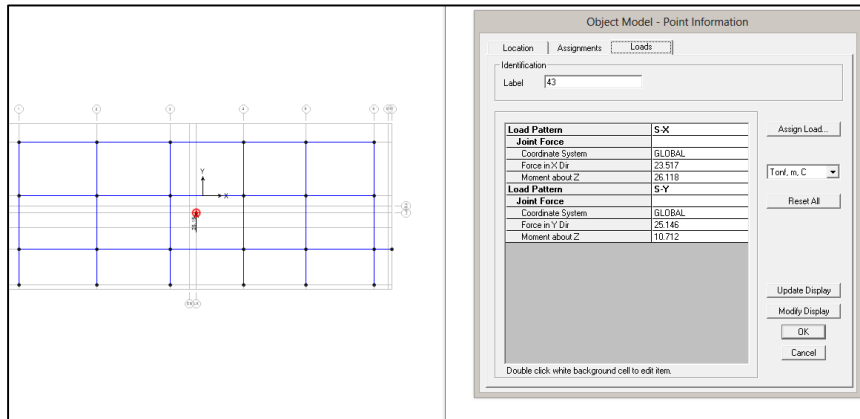
h) Asignamos los sismos en x e y:



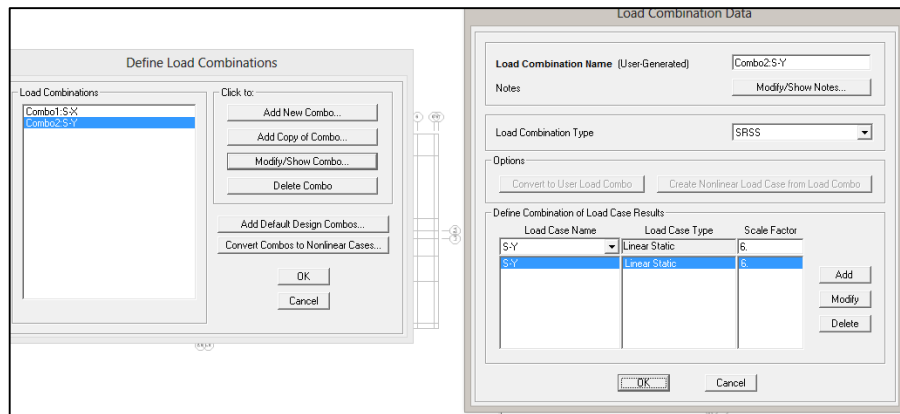


1. Asignamos cargas sísmicas en el centro de masa según Momento Torsor.





- i) Multiplicamos los desplazamientos laterales por 0.75R (E.030 – 16.4).
 Esto lo hacemos en las combinaciones de carga, así.



3.2. ANALISIS SISMICO NO LINEAL - PUSHOVER

3.2.1. Curvas De Capacidad

Los desplazamientos incrementales aplicados a la estructura, hacen que ésta se defleccione de tal modo que a partir de cierto nivel de fuerza comienza a producirse fallas locales producto de la formación de rótulas plásticas. Las Curvas de Capacidad grafican dicha deformación lateral.

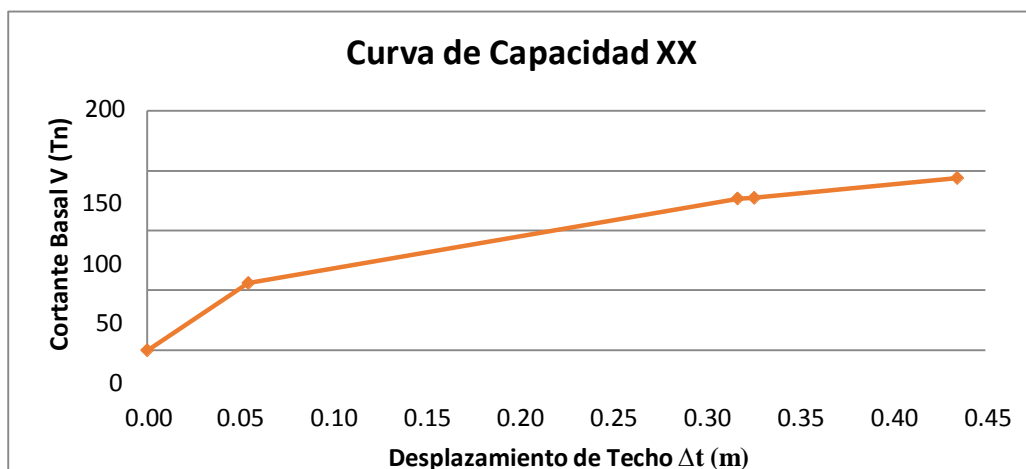
La forma de la curva está definida por la naturaleza del desplazamiento incremental, la capacidad resistente de los componentes individuales, la configuración estructural que permite la distribución de esfuerzos y la posibilidad de la estructura para redistribuirlos y de esta manera agotar la capacidad de todos los elementos resistentes de ser posible.

3.2.2. Curva de Capacidad para el Sismo en Dirección "X"

Del programa SAP2000 v15 obtenemos los valores del desplazamiento en el Nudo de Control (el punto más alto del techo) generados por los correspondientes valores de cortante basal. La siguiente Tabla contiene dichos valores.

Valores representativos de la Curva de Capacidad (Dirección "X").

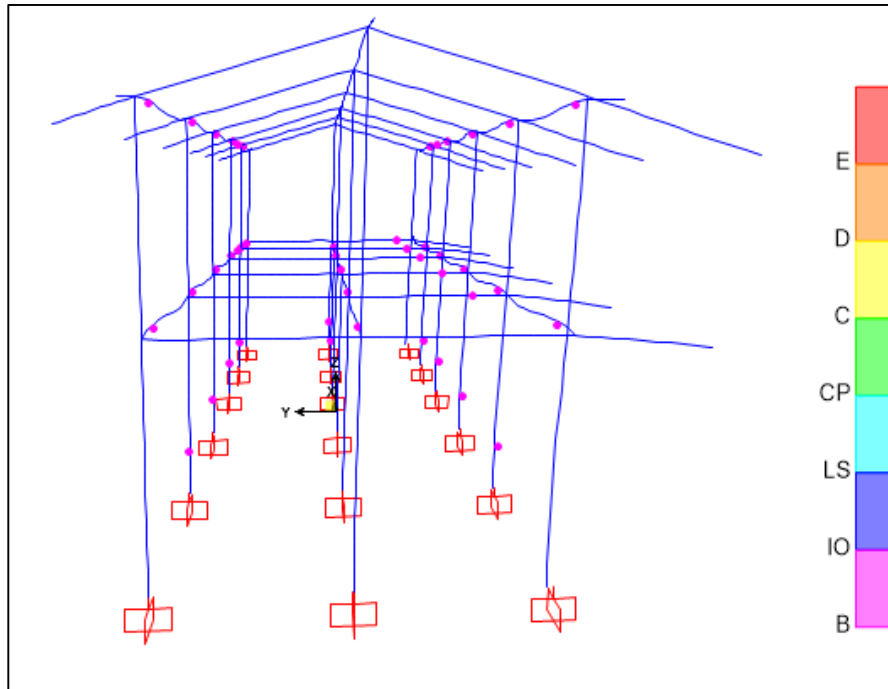
Paso	D (m)	$\Delta t = D \cdot 0.75R$ (m)	V (Tn)
0	0.000	0.000	0.000
1	0.009	0.054	56.292
2	0.053	0.317	126.677
3	0.054	0.326	127.319
4	0.072	0.435	143.693



Curva de Capacidad (Sismo en "X").

3.2.3. Estructura Deflectada y Rótulas Plásticas (Sismo en "X").

El programa SAP2000 relaciona el giro de las rótulas con los diferentes niveles de desempeño dados por el ATC-40, asignándole a cada uno un color diferente que cambia a medida que crece el giro de la rótula plástica, como se muestra en la siguiente figura y tabla.



*Estructura Deflectada, Nudo de Control y Rótulas Plásticas (Sismo en "X").
Colores designados por el SAP2000 para los Niveles de Desempeño*

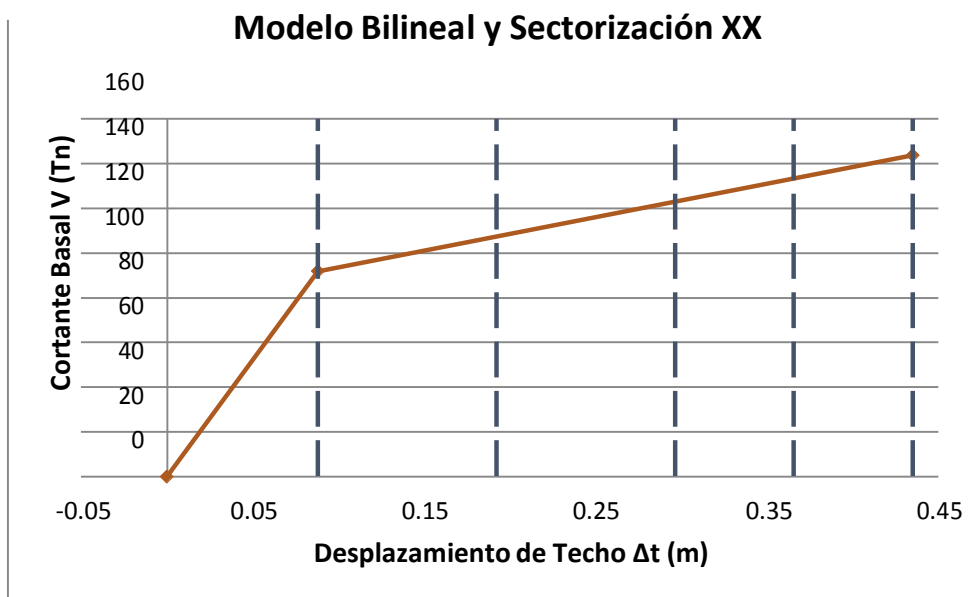
Colores designados por el SAP2000 para los Niveles de Desempeño.

ATC-40	Fluencia	Ocupación Inmediata	Resguardo de Vida	Prevención del Colapso	Seguridad Limitada	Estabilidad Estructural	Colapso
NIVEL DE DESEMPEÑO	B	IO	LS	CP	C	D	E
VISION 2000	Operacional	Funcional	Resguardo de Vida	Cerca al Colapso	Colapso	Posterior al Colapso	

3.2.4. Modelo Bilineal y Sectorización de la Curva de Capacidad "X"

Utilizando el Criterio de las Áreas Iguales, obtuvimos el Punto de Fluencia Efectiva que separa el rango elástico del rango plástico de la Curva de

Capacidad y en base a este punto se realizó la sectorización de la misma, tal como se muestra en la Figura siguiente.



Representación Bilineal y Sectorización de la Curva de Capacidad (Sismo en “X”).

De la Curva de Capacidad y su Modelo Bilineal se obtienen algunos puntos relevantes, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Puntos Relevantes de la Curva de Capacidad (Dirección “X”).

Punto	Δt (m)	V (Tn)
1	0.000	0.000
2	0.088	91.738
3	0.435	143.693

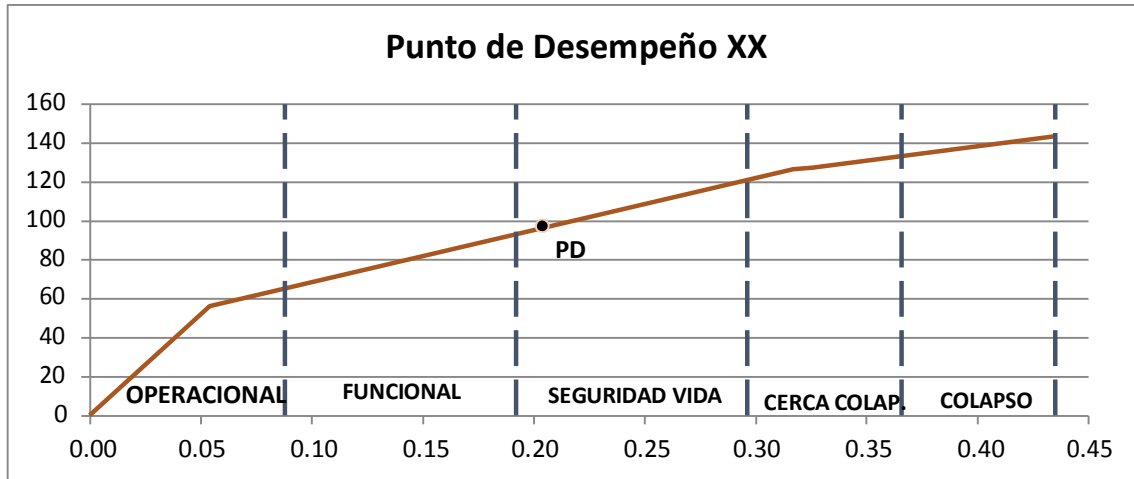
$$\Delta FE = 0.088$$

$$\Delta p = 0.347$$

Rangos de Desplazamiento por Nivel de Desempeño

Nivel de Desempeño	Rango de Desplazamientos	
	Lím. Inferior (m)	Lím. Superior (m)
Operacional	0.000	0.088
Funcional	0.088	0.192
Seguridad de Vida	0.192	0.296

Cerca al Colapso	0.296	0.366
Colapso	0.366	0.435



Punto de Desempeño XX

Demanda según E030 en XX

Demanda	D (m)	Δt (m)	V (Tn)
E.030	0.034	0.204	97.141

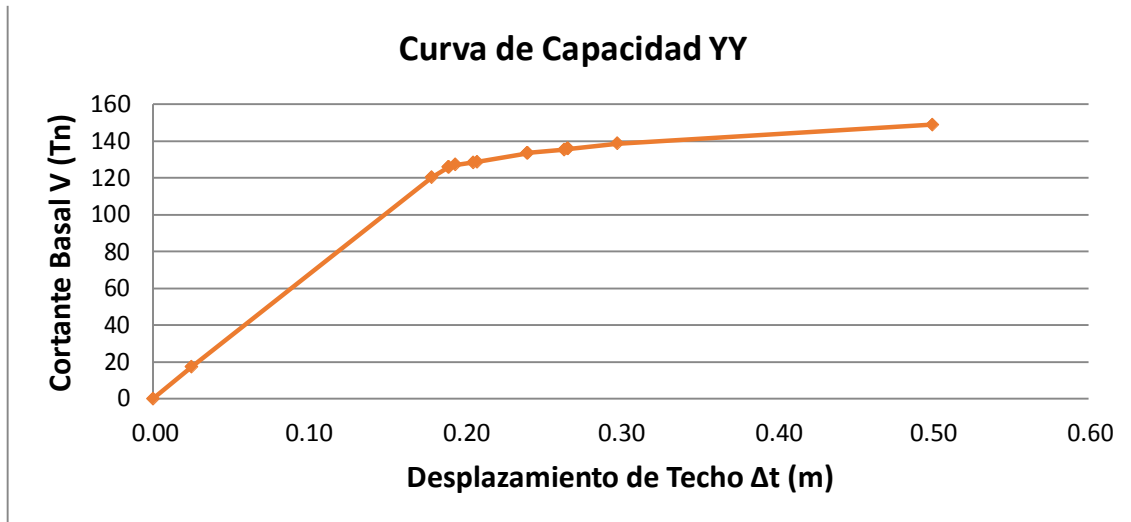
3.2.5. Curva de Capacidad para el Sismo en Dirección “Y”

Siguiendo la metodología empleada para el ítem anterior, procedemos a presentar los resultados del Análisis Estático No Lineal de la estructura cuando el sismo es aplicado en Dirección “Y”.

Valores representativos de la Curva de Capacidad (Dirección “Y”).

Paso	D (m)	$\Delta t = D \cdot 0.75R$ (m)	V (Tn)
0	0.000	0.000	0.000
1	0.004	0.025	17.436
2	0.030	0.179	120.458
3	0.032	0.189	125.961
4	0.032	0.190	126.048
5	0.032	0.194	127.180
6	0.034	0.205	128.441
7	0.035	0.208	128.800
8	0.040	0.240	133.583
9	0.040	0.240	133.687

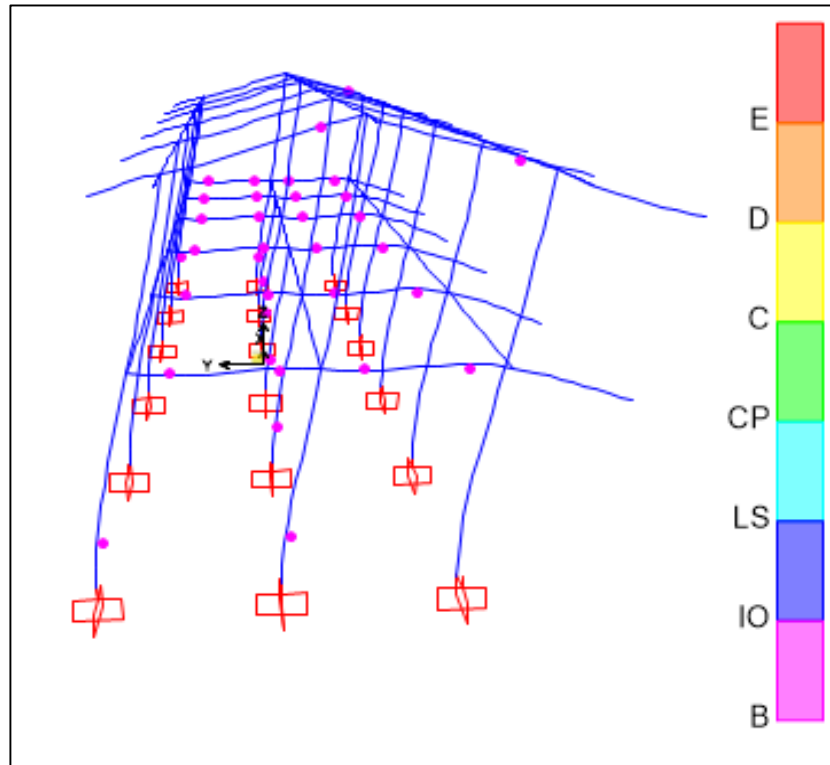
10	0.044	0.264	135.433
11	0.044	0.266	135.837
12	0.044	0.266	135.912
13	0.050	0.298	138.729
14	0.083	0.500	149.060



Curva de Capacidad (Sismo en "Y").

3.2.6. Estructura Deflectada y Rótulas Plásticas (Sismo en "Y").

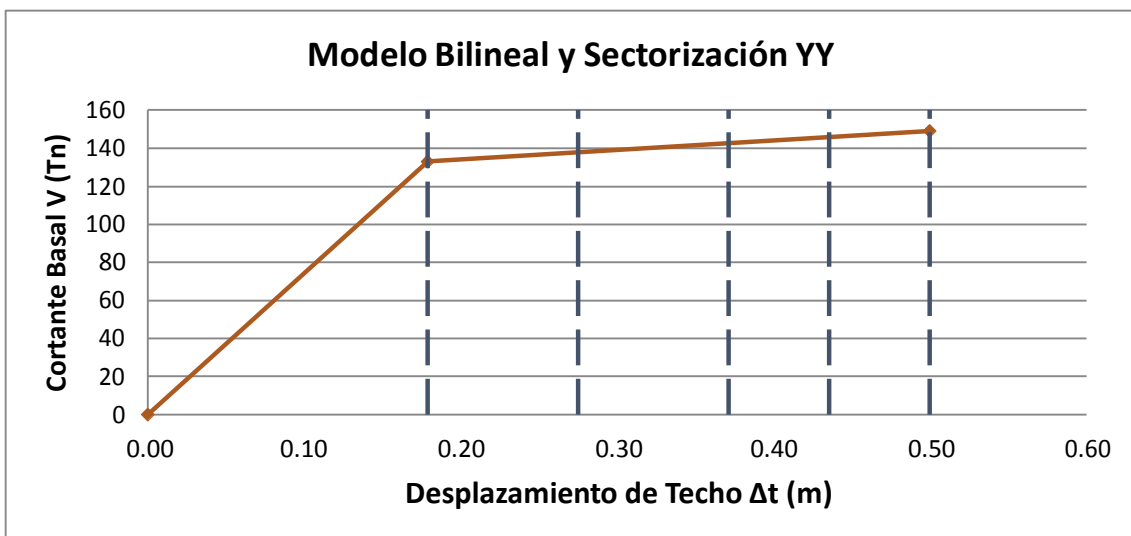
El programa SAP2000 relaciona el giro de las rótulas con los diferentes niveles de desempeño dados por el ATC-40, asignándole a cada uno un color diferente que cambia a medida que crece el giro de la rótula plástica, como se muestra en la siguiente figura y tabla.



Estructura Deflectada, Nudo de Control y Rótulas Plásticas (Sismo en "X").

3.2.7. Modelo Bilineal y Sectorización de la Curva de Capacidad "Y"

Utilizando el Criterio de las Áreas Iguales, obtuvimos el Punto de Fluencia Efectiva que separa el rango elástico del rango plástico de la Curva de Capacidad y en base a este punto se realizó la sectorización de la misma, tal como se muestra en la Figura siguiente.



Representación Bilineal y Sectorización de la Curva de Capacidad (Sismo en "Y").

Puntos Relevantes de la Curva de Capacidad (Dirección "Y").

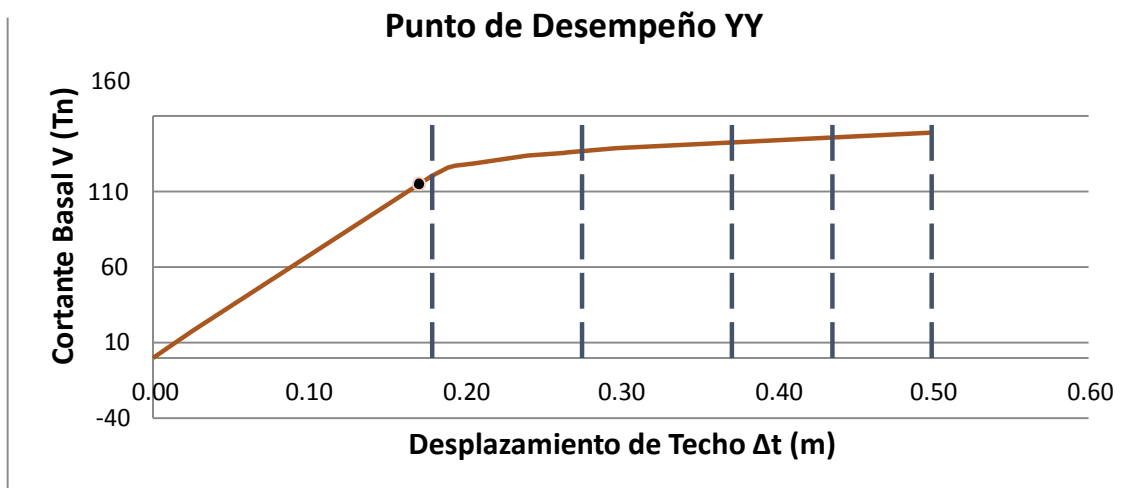
Punto	Δt (m)	V (Tn)
1	0.000	0.000
2	0.179	133.163
3	0.500	149.060

$$\Delta FE = 0.179$$

$$\Delta p = 0.321$$

Rangos de Desplazamiento por Nivel de Desempeño

Nivel de Desempeño	Rango de Desplazamientos	
	Lím. Inferior (m)	Lím. Superior (m)
Operacional	0.000	0.179
Funcional	0.179	0.275
Seguridad de Vida	0.275	0.371
Cerca al Colapso	0.371	0.435
Colapso	0.435	0.500



Punto de Desempeño YY

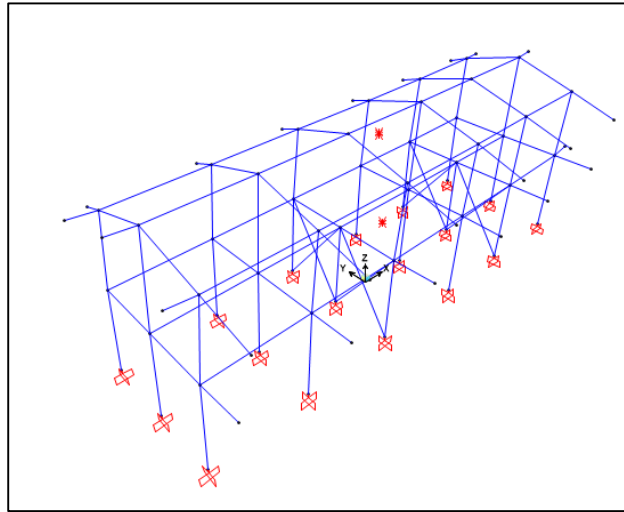
Demanda según E030 en XX

Demanda	D (m)	Δt (m)	V (Tn)
E.030	0.028	0.171	115.020

4. DISCUSIÓN

4.1. DISCUSIÓN ANALISIS SISMICO LINEAL

Corremos el modelo (F5):



Comparamos los desplazamientos obtenidos, con los máximos permitidos por la norma E.030 (15.1). Para nuestro edificio la deriva límite es $0.007 = 0.7\%$

Consideramos los desplazamientos en el Centro de Masa considerado.

Dirección	Nivel	h (m)	D (m)	Deriva	Deriva %
X	1	4.000	0.090	0.022	2.248
	2	8.064	0.209	0.026	2.594

Dirección	Nivel	h (m)	D (m)	Deriva	Deriva %
Y	1	4.000	0.053	0.013	1.314
	2	8.064	0.159	0.020	1.968

En todos los casos se supera el límite permisible, lo cual es algo muy común en estructuras aporticadas.

Tratando de explicar esto podemos decir que es el factor $0.75R$ el responsable, porque el factor R no está considerando los muros portantes ni la geometría de las columnas T. R debe ser menor.

Otra apreciación es que la geometría de la cobertura permite que los desplazamientos sean mayores, comparado con un piso horizontal.

La recomendación es que se refuerce la estructura con el empleo de los muros estructurales en ambas direcciones.

6.1.1.REGULARIDAD DE LA ESTRUCTURA, según la Norma E.030.

A continuación se describen los criterios tomados:

Irregularidades Estructurales En Altura:

a) Irregularidades de rigidez (piso blando)

Se comparan la suma de las áreas de las secciones transversales de un piso con el otro, las que para nuestro caso serán semejantes, dado que tenemos plantas similares

b) Irregularidades de masa

Al igual que el anterior criterio, los pisos son similares y por lo tanto tendrá masa semejantes los dos pisos, excepto en la Techo.

c) Irregularidad geométrica vertical

Esto se refiere a la continuidad vertical de muros en una dirección entre un piso y otro adyacente debe ser la misma, lo cual para nuestro edificio se cumple.

d) Discontinuidad en los sistemas resistentes

No existe ninguna discontinuidad en los elementos verticales puesto que la distribución de todos ellos para un piso es la misma para todos los demás.

Irregularidades estructurales en planta:

a) Esquinas entrantes

No existen esquinas entrantes pronunciadas en el edificio.

b) Discontinuidad de diafragma

El edificio no presenta este tipo de discontinuidad ya que el diafragma rígido se mantiene a lo largo de toda la losa sin ser interrumpido seriamente por algún ducto.

Por tanto, concluimos que la estructura del edificio es REGULAR en ambas direcciones principales debido a la torsión que se genera al aplicar cargas de sismo.

6.1.2.DISCUSION RESULTADOS ANALISIS SISMICO NO LINAL PUSHOVER

A. Sismo XX

- Capacidad máxima $(\Delta t, V) = (0.435, 143.693)$.
- Fluencia efectiva $(\Delta t, V) = (0.088, 91.738)$
- El punto de desempeño se halla en el rango Seguridad de Vida.
- Es decir su comportamiento es inelástico.

- Indica también que habrá daños moderados en elementos estructurales y daños severos en los elementos no estructurales y el contenido.
- Se prevé interrupción de los servicios eléctricos, mecánicos e interrupción de las vías de escape.
- Las instalaciones quedan fuera de servicio.
- El edificio requerirá de reparaciones importantes antes de volver a estar disponible para su uso.

B. Sismo YY

- Capacidad máxima $(\Delta t, V) = (0.500, 14.060)$.
- Fluencia efectiva $(\Delta t, V) = (0.179, 133.163)$
- El punto de desempeño se halla en el rango Operacional.
- Es decir su comportamiento es aún elástico.
- Indica también que no habrá daños o éstos serán despreciables tanto en elementos estructurales, elementos no estructurales y el contenido.
- La edificación permanece totalmente Segura para sus ocupantes.
- Todo el contenido y los servicios de la edificación permanecen funcionales y disponibles para su uso.
- El edificio no requerirá de reparaciones para volver a estar disponible para su uso.

Como era de esperarse, en la dirección resistente de los pórticos (YY), la capacidad estructural es mayor en relación a la dirección XX.

El edificio debe cumplir con los requerimientos de una Edificación Esencial, es decir, no debe colapsar ante sismos severos para servir de refugio. Podemos decir que la edificación cumple, aunque se esperan sufra daños importantes si el sismo viene en dirección XX.

5. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- ✓ El análisis Estático Lineal y diseño basado en desempeño sísmico usando SAP 2000 v.15 permitió analizar la Efectividad del comportamiento sismorresistente de la estructura Educativa de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov .de Cajamarca, Región Cajamarca”
- ✓ El análisis Sísmico Lineal usando SAP2000 v.15 de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov. De Cajamarca, Región Cajamarca, permitió determinar los desplazamientos laterales o derivas de la estructura.
- ✓ Los resultados del análisis Estático Lineal usando SAP2000 v.15 permitieron verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el reglamento Nacional de edificaciones, Normal E -030 de Diseño Sismorresistente Peruana. Comprobándose que las derivas exceden el mínimo aceptable por lo que se recomienda reforzar la estructura.
- ✓ El análisis sísmico no lineal Pushover usando SAP2000 v.15 de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov. de Cajamarca, Región Cajamarca permite determinar el diagrama momento giro de columnas y vigas.
- ✓ Los resultados del análisis sísmico no Lineal Pushover usando SAP2000 v.15 determinan el nivel desempeño sismoresistente de la estructura Educativa De La I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov. De Cajamarca, Región Cajamarca”, clasificándola la estructura en el nivel de Seguridad Vida.

RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar este tipo de análisis para verificar el diseño de una estructura de gran interés, por ejemplo instituciones educativas, hospitales ya que por su carácter de edificios esenciales es fundamental evaluar su comportamiento sismorresistente.
- ✓ Reforzar la estructura mediante el uso de placas en ambas direcciones a la I.E. 82109 San Antonio Plan Tual. Así podrán satisfacer las recomendaciones de la Norma E.030.
- ✓ Continuar realizando este análisis a otras Instituciones .Educativas de la zona para verificar si su comportamiento sísmico es apropiado ante cualquier eventualidad sísmica o necesita reforzamiento.
- ✓ Se recomienda dotar a las edificaciones futuras, principalmente Instituciones Educativas, un sistema estructural con muros estructurales en ambas direcciones.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Aguiar Falconí, Roberto (2003), “Análisis Sísmico por Desempeño”, Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército, Valle de los Chillos, Ecuador.
2. Aguiar Falconí, Roberto (2002), “Sistema de computación CEINCI3 para evaluar daño sísmico en los Países Bolivarianos”, Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército, Valle de los Chillos, Ecuador.
3. ASCE/SEI 7-10 (2010). “Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures”. ASCE Standard. American Society of Civil Engineers/Structural Engineering Institute, Reston, Virginia, United State.
4. ATC (1996). “Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings”. Technical report, ATC-40. Applied Technology Council, Redwood City, California.
5. Bardales Chuquilín, William (2010). Tesis: “Desempeño Sismorresistente del Edificio 2B de la Universidad Nacional de Cajamarca”. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
6. Bonett, R. (2003). “Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada”. Universidad politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
7. Chopra, A. K. (1995). “Dynamics of Structures – Theory and Applications to Earthquake Engineering”. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, EUA.

8. Chunque Pajares, Juan (2013). Tesis: “Nivel de Desempeño Sísmico del Edificio „A” de la Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca”. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
9. Del Re, Gianina (2006). Trabajo Especial de Grado: “Evaluación de los Métodos de Análisis Estático No-Lineal para Determinar el Desempeño Sísmico en Estructuras Aporticadas de Concreto Armado”. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
10. FEMA 274 (1997). “NEHRP Guidelines for the seismic rehabilitation of buildings”. Federal Emergency Management Agency (FEMA), Washington, D.C.
11. FEMA 356 (2000). “Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings”. Federal Emergency Management Agency (FEMA), Washington, D.C.
12. Fernández Villegas, Jhonny Ángel (2006). Tesis “Desempeño sísmico de un edificio aporticado de seis pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones”. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
13. Garzón Casares, Pablo Antonio (2011). “Evaluación de la Amenaza Sísmica de Colombia mediante análisis de valores extremos históricos”. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
14. HAZUS–MH 2.1 (2003). Technical Manual “Multi–hazard Loss Estimation Methodology. Earthquake Model”. Department of Homeland Security. FEMA. Mitigation Division. Washington, D.C.
15. Merino Zelada, Emilio (2013). Tesis “Desempeño Sismorresistente del

- Edificio 4J de la Universidad Nacional de Cajamarca”. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
16. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Decreto Supremo N°011–2006–Vivienda (2006). RNE–“Reglamento Nacional de Edificaciones”. Lima, Perú.
 17. Moreno González, Rosangel (2006). “Estudio de la Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de los Edificios de la Ciudad de Barcelona”. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
 18. Mosqueira Moreno, Miguel Ángel (2013). “Riesgo sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú”. Revista “Ciencia y Tecnología”, Escuela de Postgrado – Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
 19. Muñoz Peláez, Juan Alejandro (1999). “Ingeniería Antisísmica”. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
 20. Palomino Encinas, Alex Henry (2014). Apuntes de Clase: “Diseño de Edificios de Concreto Armado con ETABS 2013”. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
 21. Park Robert, Paulay Thomas y Priestley M. J. Nigel (1992). “Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings”. United State.
 22. Safina Melone, Salvador (2003). Tesis Doctoral: “Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico”. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
 23. SEAOC (1995). “A Framework for Performance Based Design”. Vision

2000 Committee. Structural Engineers Association of California, Sacramento California, United Sate.

24. SEAOC Blue Book (1999). "Recommended Lateral Force Requirements and Commentary". Seismology Committee. Structural Engineers Association of California, Sacramento California, United Sate.

25. Viera Arroba, Luisa (2004). Tesis: "Diseño Sísmico Basado en Desempeño de Edificios de Hormigón Armado". Universidad Técnica de Ambato, Tungurahua, Ecuador.

ANEXOS

A. METRADOS DE CARGA

a. PRIMER NIVEL

CARGA MUERTA VIGAS PRINCIPALES

LOSA ALIGERADA

EJE	TRAMO	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1	A - C'	300	2.14	642.00	0.642
2	A - C'	300	4.17	1249.50	1.250
3	A - C'	300	4.05	1215.00	1.215
4	A - C'	300	3.73	1117.50	1.118
5	A - C'	300	3.56	1068.00	1.068
6	A - C	300	1.86	558.00	0.558
	C - C'	300	2.56	768.00	0.768

VIGAS DE BORDE

Carga Distribuida

EJE	TRAMO	W (Kg/m ³)	Base (m)	Peralte (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
6	C - C'	2400	0.20	0.20	96.00	0.096

Carga Puntual

PUNTO DE APLICACIÓN	W (Kg/m ³)	Ancho de Influencia (m)	Base (m)	Peralte (m)	Carga (Kg)	Carga (Tn)
1 - C'	2400	2.14	0.20	0.20	205.44	0.205
2 - C'	2400	4.17	0.20	0.20	399.84	0.400
3 - C'	2400	4.05	0.20	0.20	388.80	0.389
4 - C'	2400	3.73	0.20	0.20	357.60	0.358
5 - C'	2400	3.56	0.20	0.20	341.76	0.342
6 - C'	2400	2.76	0.20	0.20	264.96	0.265

PISO TERMINADO

EJE	TRAMO	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1	A - C'	100	2.44	244.00	0.244
2	A - C'	100	4.47	446.50	0.447
3	A - C'	100	4.35	435.00	0.435

4	A - C'	100	4.03	402.50	0.403
5	A - C'	100	3.86	386.00	0.386
6	A - C	100	2.16	216.00	0.216
	C - C'	100	3.06	306.00	0.306

MUROS

Carga Distribuida

EJE	TRAMO	W (Kg/m3)	Espesor (m)	Altura media de muro (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1	A - C	1800	0.25	3.45	1552.50	1.553
	C - C'	1800	0.15	1.00	270.00	0.270
2	A - C	1800	0.25	3.45	1552.50	1.553
4	A - C	1800	0.25	3.45	1552.50	1.553
6	A - C	1800	0.25	3.45	1552.50	1.553

Carga Puntual

PUNTO DE APLICACIÓN	W (Kg/m3)	Ancho de influencia (m)	Espesor (m)	Altura media de muro (m)	Carga (Kg)	Carga (Tn)
1 - C'	1800	2.30	0.15	1.00	619.65	0.620
2 - C'	1800	4.47	0.15	1.00	1206.90	1.207
3 - C'	1800	4.35	0.15	1.00	1174.50	1.175
4 - C'	1800	4.03	0.15	1.00	1086.75	1.087
5 - C'	1800	3.86	0.15	1.00	1042.20	1.042
6 - C'	1800	3.06	0.15	1.00	826.20	0.826

10.A.1.1. CARGA VIVA VIGAS PRINCIPALES

EJE	TRAMO	Ambiente	Descripción Según E-020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
1	A - C	Almacén	Almacenaje	500	2.19	1095.00	1.10	1.10
	C - C'	Balcón	Corredores	400	2.29	916.00	0.92	0.92
2	A - C	Almacén	Almacenaje	500	2.19	1095.00	1.10	1.62
		Aula	Aulas	250	2.10	525.00	0.53	
	C - C'	Balcón	Corredores	400	4.54	1816.00	1.82	1.82
3	A - C	Aula	Aulas	250	4.23	1056.25	1.06	1.06

	C - C'	Balcón	Corredores	400	4.23	1690.0 0	1.69	1.69
4	A - C	Aula	Aulas	250	3.90	975.00	0.98	0.98
	C - C'	Balcón	Corredores	400	4.20	1680.0 0	1.68	1.68
5	A - C	Aula	Aulas	250	3.74	933.75	0.93	0.93
	C - C'	Balcón	Corredores	400	3.74	1494.0 0	1.49	1.49
6	A - C	Aula	Aulas	250	1.96	490.00	0.49	0.49
	C - C'	Balcón	Corredores	400	3.11	1244.0 0	1.24	1.24

b. RESUMEN DE VIGAS

Carga Muerta Distribuida

EJE	TRAMO	Carga (Tn/m)
1	A - C	2.439
	C - C'	1.156
2	A - C	3.249
	C - C'	1.696
3	A - C'	1.650
4	A - C	3.073
	C - C'	1.520
5	A - C'	1.454
6	A - C	2.327
	C - C'	1.170

Carga Muerta Puntual

PUNTO DE APLICACIÓN	Carga (Tn)
1 - C'	0.825
2 - C'	1.607
3 - C'	1.563
4 - C'	1.444
5 - C'	1.384
6 - C'	1.091

Carga Viva distribuida

EJE	TRAMO	Total (Tn/m)
1	A - C	1.095
	C - C'	0.916
2	A - C	1.620
	C - C'	1.816
3	A - C	1.056
	C - C'	1.690
4	A - C	0.975
	C - C'	1.680
5	A - C	0.934
	C - C'	1.494
6	A - C	0.490
	C - C'	1.244

c. CARGA MUERTA VIGAS SECUNDARIAS

Losa Aligerada

EJE	TRAMO	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	1 - 6	300	1.00	300.00	0.300
B	1 - 6	300	1.00	300.00	0.300
C	1 - 6'	300	1.00	300.00	0.300

Piso Terminado

EJE	TRAMO	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	1 - 6	100	1.00	100.00	0.100
B	1 - 6	100	1.00	100.00	0.100
C	1 - 6'	100	1.00	100.00	0.100

Muros

EJE	TRAMO	W (Kg/m3)	Espesor (m)	Altura de muro (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	1 - 6	1800	0.15	2.95	796.50	0.797
B	1 - 6	1800	0.15	2.95	796.50	0.797
C	1 - 6'	1800	0.15	2.95	796.50	0.797

d. CARGA VIVA VIGAS SECUNDARIAS

EJE	TRAMO	Ambiente	Descripción Según E-020	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
A	1 - 2	Almacén	Almacenaje	500	1.57	785.00	0.79	0.79
	2 - 6	Aula	Aulas	250	1.57	392.50	0.39	0.39
B	1 - 2	Almacén	Almacenaje	500	3.14	1567.50	1.57	1.57
	2 - 6	Aula	Aulas	250	3.14	783.75	0.78	0.78
C	1 - 2	Almacén	Almacenaje	500	1.57	782.50	0.78	1.50
		Balcón	Corredores	400	1.79	716.00	0.72	
	2 - 6	Aula	Aulas	250	1.57	391.25	0.39	1.11
		Balcón	Corredores	400	1.79	716.00	0.72	

e. RESUMEN VIGAS SECUNDARIAS

Carga Muerta Distribuida

EJE	TRAMO	Carga (Tn/m)
A	1 - 6	1.197
B	1 - 6	1.197
C	1 - 6'	1.197

Carga Viva Distribuida

EJE	TRAMO	Total (Tn/m)
A	1 - 2	0.785
	2 - 6	0.393
B	1 - 2	1.568
	2 - 6	0.784
C	1 - 2	1.499
	2 - 6'	1.107

SEGUNDO NIVEL

a. CARGA MUERTA VIGAS PRINCIPALES

LOSA ALIGERADA

EJE	TRAMO	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1	A' - C''	280	2.94	823.20	0.823
2	A' - C''	280	4.17	1166.20	1.166
3	A' - C''	280	4.05	1134.00	1.134
4	A' - C''	280	3.73	1043.00	1.043
5	A' - C''	280	3.56	996.80	0.997
6	A' - B'	280	2.48	694.40	0.694
	B' - C''	280	1.86	520.80	0.521

VIGAS DE BORDE

Carga Distribuida

EJE	TRAMO	W (Kg/m ³)	Base (m)	Peralte (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1	A' - C''	2400	0.20	0.17	81.60	0.082
6	A' - B'	2400	0.20	0.17	81.60	0.082

Carga Puntual

PUNTO DE APLICACIÓN	W (Kg/m ³)	Ancho de Influencia (m)	Base (m)	Peralte (m)	Carga (Kg)	Carga (Tn)
1-A' y 1-C''	2400	2.94	0.20	0.17	239.90	0.240
2-A' y 2-C''	2400	4.17	0.20	0.17	339.86	0.340
3-A' y 3-C''	2400	4.05	0.20	0.17	330.48	0.330
4-A' y 4-C''	2400	3.73	0.20	0.17	303.96	0.304
5-A' y 5-C''	2400	3.56	0.20	0.17	290.50	0.290
6-A'	2400	2.68	0.20	0.17	218.69	0.219
6-B'	2400	0.82	0.20	0.17	66.91	0.067
6-C''	2400	1.86	0.20	0.17	151.78	0.152

COBERTURA DE TEJA ANDINA

EJE	TRAMO	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1	A' - C''	10.24	3.14	32.15	0.032
2	A' - C''	10.24	4.17	42.65	0.043
3	A' - C''	10.24	4.05	41.47	0.041
4	A' - C''	10.24	3.73	38.14	0.038
5	A' - C''	10.24	3.56	36.45	0.036
6	A' - B'	10.24	2.53	25.91	0.026
	B' - C''	10.24	1.86	19.05	0.019

b. CARGA VIVA DEL TECHO

EJE	TRAMO	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg)	Carga (Tn)
1	A' - C''	50	3.14	157.00	0.157
2	A' - C''	50	4.17	208.25	0.208
3	A' - C''	50	4.05	202.50	0.203
4	A' - C''	50	3.73	186.25	0.186
5	A' - C''	50	3.56	178.00	0.178
6	A' - B'	50	2.53	126.50	0.127
	B' - C''	50	1.86	93.00	0.093

c. RESUMEN VIGAS PRINCIPALES

CARGA MUERTA DISTRIBUIDA

EJE	TRAMO	Carga (Tn/m)
1	A' - C''	0.937
2	A' - C''	1.209
3	A' - C''	1.175
4	A' - C''	1.081
5	A' - C''	1.033
6	A' - B'	0.802
	B' - C''	0.540

CARGA MUERTA PUNTUAL

PUNTO DE APLICACIÓN	Carga (Tn)
1-A' y 1-C''	0.240
2-A' y 2-C''	0.340
3-A' y 3-C''	0.330
4-A' y 4-C''	0.304
5-A' y 5-C''	0.290
6-A'	0.219
6-B'	0.067
6-C''	0.152

CARGA VIVA TECHO DISTRIBUIDA

EJE	TRAMO	Total (Tn/m)
1	A' - C''	0.157
2	A' - C''	0.208
3	A' - C''	0.203
4	A' - C''	0.186
5	A' - C''	0.178
6	A' - B'	0.127
	B' - C''	0.093

d. CARGA MUERTA VIGAS SECUNDARIAS

LOSA ALIGERADA

EJE	TRAMO	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	1' - 6''	280	1.00	280.00	0.280
B	1' - 6''	280	1.00	280.00	0.280
C	1' - 6	280	1.00	280.00	0.280

COBERTURA DE TEJA ANDINA

EJE	TRAMO	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	1' - 6''	350	1.00	350.00	0.350
B	1' - 6''	350	1.00	350.00	0.350
C	1' - 6	350	1.00	350.00	0.350

CARGA VIVA DE TECHO

EJE	TRAMO	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	1' - 6"	50	1.00	50.00	0.050
B	1' - 6"	50	1.00	50.00	0.050
C	1' - 6	50	1.00	50.00	0.050

RESUMEN VIGAS SECUNDARIAS

CARGA MUERTA TECHO DISTRIBUIDA

EJE	TRAMO	Carga (Tn/m)
A	1' - 6"	0.680
B	1' - 6"	0.680
C	1' - 6	0.680

CARGA VIVA TECHO DISTRIBUIDA

EJE	TRAMO	Total (Tn/m)
A	1' - 6"	0.050
B	1' - 6"	0.050
C	1' - 6	0.050

B. SUPERFICIES DE INTERACCIÓN

a. Columnas

Columna C – 1 XX

Curve 1	0. degrees		Curve 2	15. degrees		Curve 3	30. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-263.845	0	6.1285	-264.845	2.6909	2.6249	-264.845	3.5053	1.9509
-242.213	0	9.5284	-264.845	5.4905	5.6089	-264.845	7.1731	4.1597
-203.408	0	12.1651	-226.283	6.7881	9.4648	-237.907	11.2364	6.694
-161.177	0	14.0289	-170.823	7.3829	11.9912	-178.833	14.3377	8.676
-113.08	0	15.337	-108.053	8.2254	12.6678	-104.625	15.4363	9.2205
-82.9831	0	14.2491	-59.0623	7.9915	11.379	-51.1815	14.0187	8.1703
-48.3288	0	12.3265	-12.6015	7.4671	8.1193	-3.75	10.7877	6.043
-14.5748	0	9.2787	28.9803	5.5648	4.2313	31.5948	6.3169	3.563
38.7282	0	3.6011	57.5728	1.7316	1.0388	56.5533	2.007	1.1029
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 4	45. degrees		Curve 5	60. degrees		Curve 6	75. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-263.845	4.2625	1.5856	-264.845	5.0822	1.3898	-264.845	6.5125	1.1818
-262.845	8.6203	3.4608	-264.845	10.6445	2.7136	-258.222	13.5762	1.3748
-234.981	14.1766	4.9752	-225.441	17.1763	3.0078	-216.399	19.0779	1.4237
-176.684	19.037	5.4559	-174.204	21.4077	3.2266	-172.02	22.7803	1.4917
-111.528	20.4638	5.9213	-117.311	23.1658	3.5534	-121.209	24.8893	1.6696
-58.0445	18.0981	5.886	-69.8014	21.7465	3.4467	-81.683	23.7729	1.6148
-10.7601	13.2927	5.0023	-25.0096	16.7638	3.4907	-42.3635	20.1085	1.6914
28.3619	7.3111	3.457	18.4421	9.5948	2.9776	-0.2196	13.7029	1.6787
55.0347	2.3483	1.2401	52.9283	2.821	1.4198	46.189	4.3085	1.6493
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 7	90. degrees		Curve 8	105. degrees		Curve 9	120. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-263.845	10.159	0	-264.845	6.5125	-1.1818	-264.845	5.0822	-1.3898
-244.974	15.8806	0	-258.222	13.5762	-1.3748	-264.845	10.6445	-2.7136
-208.033	20.2891	0	-216.399	19.0779	-1.4237	-225.441	17.1763	-3.0078
-168.53	23.5058	0	-172.02	22.7803	-1.4917	-174.204	21.4077	-3.2266
-123.392	25.8897	0	-121.209	24.8893	-1.6696	-117.311	23.1658	-3.5534
-91.4265	24.9687	0	-81.683	23.7729	-1.6148	-69.8014	21.7465	-3.4467
-59.5929	22.7213	0	-42.3635	20.1085	-1.6914	-25.0096	16.7638	-3.4907
-22.187	17.9665	0	-0.2196	13.7029	-1.6787	18.4421	9.5948	-2.9776
15.6559	10.8204	0	46.189	4.3085	-1.6493	52.9283	2.821	-1.4198
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 10	135. degrees		Curve 11	150. degrees		Curve 12	165. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-264.845	4.2625	-1.5856	-264.845	3.5053	-1.9509	-264.845	2.6909	-2.6249
-264.845	8.6203	-3.4608	-264.845	7.1731	-4.1597	-264.845	5.4905	-5.6089
-234.981	14.1766	-4.9752	-237.907	11.2364	-6.694	-226.283	6.7881	-9.4648
-176.684	19.037	-5.4559	-178.833	14.3377	-8.676	-170.823	7.3829	-11.9912
-111.528	20.4638	-5.9213	-104.625	15.4363	-9.2205	-108.053	8.2254	-12.6678
-58.0445	18.0981	-5.886	-51.1815	14.0187	-8.1703	-59.0623	7.9915	-11.379
-10.7601	13.2927	-5.0023	-3.75	10.7877	-6.043	-12.6015	7.4671	-8.1193
28.3619	7.3111	-3.457	31.5948	6.3169	-3.563	28.9803	5.5648	-4.2313
55.0347	2.3483	-1.2401	56.5533	2.007	-1.1029	57.5728	1.7316	-1.0388
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 13	180. degrees		Curve 14	195. degrees		Curve 15	210. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-264.845	0	-6.1285	-264.845	-2.6909	-2.6249	-264.845	-3.5053	-1.9509
-242.213	0	-9.5284	-264.845	-5.4905	-5.6089	-264.845	-7.1731	-4.1597
-203.408	0	-12.1651	-226.283	-6.7881	-9.4648	-237.907	-11.2364	-6.694
-161.177	0	-14.0289	-170.823	-7.3829	-11.9912	-178.833	-14.3377	-8.676

-113.08	0	-15.337	-108.053	-8.2254	-12.6678	-104.625	-15.4363	-9.2205
-82.9831	0	-14.2491	-59.0623	-7.9915	-11.379	-51.1815	-14.0187	-8.1703
-48.3288	0	-12.3265	-12.6015	-7.4671	-8.1193	-3.75	-10.7877	-6.043
-14.5748	0	-9.2787	28.9803	-5.5648	-4.2313	31.5948	-6.3169	-3.563
38.7282	0	-3.6011	57.5728	-1.7316	-1.0388	56.5533	-2.007	-1.1029
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 16	225. degrees		Curve 17	240. degrees		Curve 18	255. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-264.845	-4.2625	-1.5856	-264.845	-5.0822	-1.3898	-264.845	-6.5125	-1.1818
-264.845	-8.6203	-3.4608	-264.845	-10.6445	-2.7136	-258.222	-13.5762	-1.3748
-234.981	-14.1766	-4.9752	-225.441	-17.1763	-3.0078	-216.399	-19.0779	-1.4237
-176.684	-19.037	-5.4559	-174.204	-21.4077	-3.2266	-172.02	-22.7803	-1.4917
-111.528	-20.4638	-5.9213	-117.311	-23.1658	-3.5534	-121.209	-24.8893	-1.6696
-58.0445	-18.0981	-5.886	-69.8014	-21.7465	-3.4467	-81.683	-23.7729	-1.6148
-10.7601	-13.2927	-5.0023	-25.0096	-16.7638	-3.4907	-42.3635	-20.1085	-1.6914
28.3619	-7.3111	-3.457	18.4421	-9.5948	-2.9776	-0.2196	-13.7029	-1.6787
55.0347	-2.3483	-1.2401	52.9283	-2.821	-1.4198	46.189	-4.3085	-1.6493
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 19	270. degrees		Curve 20	285. degrees		Curve 21	300. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-264.845	-10.159	0	-264.845	-6.5125	1.1818	-264.845	-5.0822	1.3898
-244.974	-15.8806	0	-258.222	-13.5762	1.3748	-264.845	-10.6445	2.7136
-208.033	-20.2891	0	-216.399	-19.0779	1.4237	-225.441	-17.1763	3.0078
-168.53	-23.5058	0	-172.02	-22.7803	1.4917	-174.204	-21.4077	3.2266
-123.392	-25.8897	0	-121.209	-24.8893	1.6696	-117.311	-23.1658	3.5534
-91.4265	-24.9687	0	-81.683	-23.7729	1.6148	-69.8014	-21.7465	3.4467
-59.5929	-22.7213	0	-42.3635	-20.1085	1.6914	-25.0096	-16.7638	3.4907
-22.187	-17.9665	0	-0.2196	-13.7029	1.6787	18.4421	-9.5948	2.9776
15.6559	-10.8204	0	46.189	-4.3085	1.6493	52.9283	-2.821	1.4198
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 22	315. degrees		Curve 23	330. degrees		Curve 24	345. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-264.845	-4.2625	1.5856	-264.845	-3.5053	1.9509	-264.845	-2.6909	2.6249
-264.845	-8.6203	3.4608	-264.845	-7.1731	4.1597	-264.845	-5.4905	5.6089
-234.981	-14.1766	4.9752	-237.907	-11.2364	6.694	-226.283	-6.7881	9.4648
-176.684	-19.037	5.4559	-178.833	-14.3377	8.676	-170.823	-7.3829	11.9912
-111.528	-20.4638	5.9213	-104.625	-15.4363	9.2205	-108.053	-8.2254	12.6678
-58.0445	-18.0981	5.886	-51.1815	-14.0187	8.1703	-59.0623	-7.9915	11.379
-10.7601	-13.2927	5.0023	-3.75	-10.7877	6.043	-12.6015	-7.4671	8.1193
28.3619	-7.3111	3.457	31.5948	-6.3169	3.563	28.9803	-5.5648	4.2313
55.0347	-2.3483	1.2401	56.5533	-2.007	1.1029	57.5728	-1.7316	1.0388
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

COLUMNA C -2 XX

Curve 1	0. degrees		Curve 2	15. degrees		Curve 3	30. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	0	-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0
-516.776	0	30.4982	-517.776	-1.4877	25.3209	-517.776	0.0456	19.4182
-505.956	0	48.5147	-512.554	-2.7388	45.5999	-517.776	-1.0905	41.8977
-446.435	0	62.1247	-446.738	-3.397	60.9956	-436.92	0.5676	60.4108
-364.258	0	73.9135	-347.913	0.4953	73.8558	-330.191	4.978	72.6986
-261.736	0	80.9869	-238.918	4.6738	79.2176	-216.207	9.0598	76.3022
-165.169	0	78.1779	-144.793	7.3589	75.7305	-132.626	9.2166	73.9445
-80.5213	0	69.0592	-66.0621	7.5952	66.5693	-51.8279	8.8931	62.7878
-9.3239	0	54.0751	4.2691	6.4625	49.5542	20.7933	7.0556	43.4222
53.0139	0	32.9923	71.4775	4.4629	24.9877	90.3414	4.7268	16.3356
126	0	0	126	1.8779	0	126	1.8779	0

Curve 4	45. degrees		Curve 5	60. degrees		Curve 6	75. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0
-516.776	0.9558	15.7072	-517.776	2.4256	13.3951	-517.776	5.0839	5.7335
-515.776	1.956	36.6604	-516.752	8.4313	30.7342	-517.776	13.0987	13.499
-422.546	5.9233	58.3857	-401.407	14.3497	50.8502	-446.429	19.8385	27.3021
-307.467	10.7052	69.4728	-291.975	15.6197	63.879	-348.7	22.6952	41.7617
-203.585	11.6619	73.7173	-187.148	15.1749	68.7753	-219.174	22.981	51.3094
-115.965	11.4164	70.3744	-93.7789	14.2228	63.2475	-108.297	20.2481	48.4917
-34.5916	10.1446	57.0917	-9.3308	11.6688	46.7756	-13.5758	15.1479	38.3226
42.1514	7.7565	34.626	61.1463	8.0124	26.0123	61.7092	9.2732	22.7022
102.217	4.5469	10.8622	107.226	4.0987	8.5242	108.662	4.0166	7.691
126	1.8779	0	126	1.8779	0	126	1.8779	0

Curve 7	90. degrees		Curve 8	105. degrees		Curve 9	120. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0
-516.776	7.8918	0	-517.776	5.0839	-5.7335	-517.776	2.4256	-13.3951
-515.776	13.0233	0	-517.776	13.0987	-13.499	-516.752	8.4313	-30.7342
-514.776	17.6736	0	-446.429	19.8385	-27.3021	-401.407	14.3497	-50.8502
-446.092	24.6755	0	-348.7	22.6952	-41.7617	-291.975	15.6197	-63.879
-342.108	31.1896	0	-219.174	22.981	-51.3094	-187.148	15.1749	-68.7753
-261.004	32.2809	0	-108.297	20.2481	-48.4917	-93.7789	14.2228	-63.2475
-162.963	31.1279	0	-13.5758	15.1479	-38.3226	-9.3308	11.6688	-46.7756
-80.1979	25.6363	0	61.7092	9.2732	-22.7022	61.1463	8.0124	-26.0123
23.1431	14.8549	0	108.662	4.0166	-7.691	107.226	4.0987	-8.5242
126	1.8779	0	126	1.8779	0	126	1.8779	0

Curve 10	135. degrees		Curve 11	150. degrees		Curve 12	165. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0
-517.776	0.9558	-15.7072	-517.776	0.0456	-19.4182	-517.776	-1.4877	-25.3209

-517.776	1.956	-36.6604	-517.776	-1.0905	-41.8977	-512.554	-2.7388	-45.5999
-422.546	5.9233	-58.3857	-436.92	0.5676	-60.4108	-446.738	-3.397	-60.9956
-307.467	10.7052	-69.4728	-330.191	4.978	-72.6986	-347.913	0.4953	-73.8558
-203.585	11.6619	-73.7173	-216.207	9.0598	-76.3022	-238.918	4.6738	-79.2176
-115.965	11.4164	-70.3744	-132.626	9.2166	-73.9445	-144.793	7.3589	-75.7305
-34.5916	10.1446	-57.0917	-51.8279	8.8931	-62.7878	-66.0621	7.5952	-66.5693
42.1514	7.7565	-34.626	20.7933	7.0556	-43.4222	4.2691	6.4625	-49.5542
102.217	4.5469	-10.8622	90.3414	4.7268	-16.3356	71.4775	4.4629	-24.9877
126	1.8779	0	126	1.8779	0	126	1.8779	0

Curve 13	180. degrees		Curve 14	195. degrees		Curve 15	210. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0
-517.776	-3.0212	-30.4982	-517.776	-3.7918	-25.3183	-517.776	-4.4501	-19.3734
-505.956	-4.241	-48.5147	-517.057	-5.1834	-45.5969	-517.776	-6.2087	-41.874
-446.435	-5.3796	-62.1247	-454.122	-6.533	-60.649	-462.153	-7.8148	-58.6589
-364.258	-3.5142	-73.9135	-382.1	-7.4313	-71.4843	-389.507	-9.391	-69.9148
-261.736	0.1636	-80.9869	-274.744	-3.7586	-79.9754	-289.741	-8.2425	-77.8869
-165.169	4.1083	-78.1779	-173.93	0.2065	-77.9949	-184.002	-4.2529	-76.7544
-80.5213	6.1243	-69.0592	-75.355	4.0832	-66.9186	-75.0072	0.3551	-64.1223
-9.3239	5.9821	-54.0751	2.6342	4.3536	-49.7334	16.4323	2.2326	-43.8924
53.0139	4.1046	-32.9923	71.4775	2.6197	-24.9877	90.3414	1.2047	-16.3356
126	1.8779	0	126	1.8779	0	126	1.8779	0

Curve 16	225. degrees		Curve 17	240. degrees		Curve 18	255. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0
-517.776	-4.7229	-15.5749	-517.776	-4.9307	-12.9241	-517.776	-5.8459	-10.93
-517.776	-7.4013	-36.05	-517.776	-8.5185	-28.75	-517.776	-10.6131	-24.6044
-471.979	-9.3724	-55.6963	-486.736	-11.623	-49.1379	-472.122	-16.318	-39.3335
-394.659	-11.3341	-68.1531	-400.045	-14.3158	-63.7222	-360.641	-21.4313	-49.0178
-303.023	-12.855	-74.2438	-303.467	-17.1517	-68.7376	-233.957	-24.8582	-46.1135
-195.832	-10.2392	-72.9904	-206.879	-18.082	-64.4995	-140.017	-25.0022	-36.2708
-80.0249	-5.6183	-59.7585	-91.0767	-15.4515	-49.5943	-45.2214	-21.1696	-23.5327
30.4223	-1.1873	-35.61	22.0328	-8.1096	-28.3893	36.996	-13.1906	-10.052
102.217	0.66	-10.8622	103.248	-0.014	-8.9599	105.739	-2.3781	-1.6229
126	1.8779	0	126	1.8779	0	126	1.8779	0

Curve 19	270. degrees		Curve 20	285. degrees		Curve 21	300. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0
-517.232	-16.0122	0	-517.776	-5.8459	10.93	-517.776	-4.9307	12.9241
-426.097	-23.5526	0	-517.776	-10.6131	24.6044	-517.776	-8.5185	28.75
-328.203	-28.0269	0	-472.122	-16.318	39.3335	-486.736	-11.623	49.1379
-222.914	-29.3494	0	-360.641	-21.4313	49.0178	-400.045	-14.3158	63.7222
-106.805	-27.9098	0	-233.957	-24.8582	46.1135	-303.467	-17.1517	68.7376

-36.1342	-22.7201	0	-140.017	-25.0022	36.2708	-206.879	-18.082	64.4995
14.4166	-18.5834	0	-45.2214	-21.1696	23.5327	-91.0767	-15.4515	49.5943
48.2373	-13.8799	0	36.996	-13.1906	10.052	22.0328	-8.1096	28.3893
87.2396	-6.3143	0	105.739	-2.3781	1.6229	103.248	-0.014	8.9599
126	1.8779	0	126	1.8779	0	126	1.8779	0

Curve 22	315. degrees		Curve 23	330. degrees		Curve 24	345. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0	-517.776	-1.7981	0
-517.776	-4.7229	15.5749	-517.776	-4.4501	19.3734	-517.776	-3.7918	25.3183
-517.776	-7.4013	36.05	-517.776	-6.2087	41.874	-517.057	-5.1834	45.5969
-471.979	-9.3724	55.6963	-462.153	-7.8148	58.6589	-454.122	-6.533	60.649
-394.659	-11.3341	68.1531	-389.507	-9.391	69.9148	-382.1	-7.4313	71.4843
-303.023	-12.855	74.2438	-289.741	-8.2425	77.8869	-274.744	-3.7586	79.9754
-195.832	-10.2392	72.9904	-184.002	-4.2529	76.7544	-173.93	0.2065	77.9949
-80.0249	-5.6183	59.7585	-75.0072	0.3551	64.1223	-75.355	4.0832	66.9186
30.4223	-1.1873	35.61	16.4323	2.2326	43.8924	2.6342	4.3536	49.7334
102.217	0.66	10.8622	90.3414	1.2047	16.3356	71.4775	2.6197	24.9877
126	1.8779	0	126	1.8779	0	126	1.8779	0

COLUMN C – 3 XX

Curve 1	0. degrees		Curve 2	15. degrees		Curve 3	30. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	0	-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0
-516.776	0	30.4982	-517.776	3.7918	25.3183	-517.776	4.4501	19.3734
-505.956	0	48.5147	-517.057	5.1834	45.5969	-517.776	6.2087	41.874
-446.435	0	62.1247	-454.122	6.533	60.649	-462.153	7.8148	58.6589
-364.258	0	73.9135	-382.1	7.4313	71.4843	-389.507	9.391	69.9148
-261.736	0	80.9869	-274.744	3.7586	79.9754	-289.741	8.2425	77.8869
-165.169	0	78.1779	-173.93	-0.2065	77.9949	-184.002	4.2529	76.7544
-80.5213	0	69.0592	-75.355	-4.0832	66.9186	-75.0072	-0.3551	64.1223
-9.3239	0	54.0751	2.6342	-4.3536	49.7334	16.4323	-2.2326	43.8924
53.0139	0	32.9923	71.4775	-2.6197	24.9877	90.3414	-1.2047	16.3356
126	0	0	126	-1.8779	0	126	-1.8779	0

Curve 4	45. degrees		Curve 5	60. degrees		Curve 6	75. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0
-516.776	4.7229	15.5749	-517.776	4.9307	12.9241	-517.776	5.8459	10.93
-515.776	7.4013	36.05	-517.776	8.5185	28.75	-517.776	10.6131	24.6044
-471.979	9.3724	55.6963	-486.736	11.623	49.1379	-472.122	16.318	39.3335
-394.659	11.3341	68.1531	-400.045	14.3158	63.7222	-360.641	21.4313	49.0178
-303.023	12.855	74.2438	-303.467	17.1517	68.7376	-233.957	24.8582	46.1135
-195.832	10.2392	72.9904	-206.879	18.082	64.4995	-140.017	25.0022	36.2708
-80.0249	5.6183	59.7585	-91.0767	15.4515	49.5943	-45.2214	21.1696	23.5327
30.4223	1.1873	35.61	22.0328	8.1096	28.3893	36.996	13.1906	10.052

102.217	0.66	10.8622	103.248	0.014	8.9599	105.739	2.3781	1.6229
126	-1.8779	0	126	-1.8779	0	126	-1.8779	0

Curve 7	90. degrees		Curve 8	105. degrees		Curve 9	120. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0
-516.232	16.0122	0	-517.776	5.8459	-10.93	-517.776	4.9307	-12.9241
-426.097	23.5526	0	-517.776	10.6131	-24.6044	-517.776	8.5185	-28.75
-328.203	28.0269	0	-472.122	16.318	-39.3335	-486.736	11.623	-49.1379
-222.914	29.3494	0	-360.641	21.4313	-49.0178	-400.045	14.3158	-63.7222
-106.805	27.9098	0	-233.957	24.8582	-46.1135	-303.467	17.1517	-68.7376
-36.1342	22.7201	0	-140.017	25.0022	-36.2708	-206.879	18.082	-64.4995
14.4166	18.5834	0	-45.2214	21.1696	-23.5327	-91.0767	15.4515	-49.5943
48.2373	13.8799	0	36.996	13.1906	-10.052	22.0328	8.1096	-28.3893
87.2396	6.3143	0	105.739	2.3781	-1.6229	103.248	0.014	-8.9599
126	-1.8779	0	126	-1.8779	0	126	-1.8779	0

Curve 10	135. degrees		Curve 11	150. degrees		Curve 12	165. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0
-517.776	4.7229	-15.5749	-517.776	4.4501	-19.3734	-517.776	3.7918	-25.3183
-517.776	7.4013	-36.05	-517.776	6.2087	-41.874	-517.057	5.1834	-45.5969
-471.979	9.3724	-55.6963	-462.153	7.8148	-58.6589	-454.122	6.533	-60.649
-394.659	11.3341	-68.1531	-389.507	9.391	-69.9148	-382.1	7.4313	-71.4843
-303.023	12.855	-74.2438	-289.741	8.2425	-77.8869	-274.744	3.7586	-79.9754
-195.832	10.2392	-72.9904	-184.002	4.2529	-76.7544	-173.93	-0.2065	-77.9949
-80.0249	5.6183	-59.7585	-75.0072	-0.3551	-64.1223	-75.355	-4.0832	-66.9186
30.4223	1.1873	-35.61	16.4323	-2.2326	-43.8924	2.6342	-4.3536	-49.7334
102.217	-0.66	-10.8622	90.3414	-1.2047	-16.3356	71.4775	-2.6197	-24.9877
126	-1.8779	0	126	-1.8779	0	126	-1.8779	0

Curve 13	180. degrees		Curve 14	195. degrees		Curve 15	210. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0
-517.776	3.0212	-30.4982	-517.776	1.4877	-25.3209	-517.776	-0.0456	-19.4182
-505.956	4.241	-48.5147	-512.554	2.7388	-45.5999	-517.776	1.0905	-41.8977
-446.435	5.3796	-62.1247	-446.738	3.397	-60.9956	-436.92	-0.5676	-60.4108
-364.258	3.5142	-73.9135	-347.913	-0.4953	-73.8558	-330.191	-4.978	-72.6986
-261.736	-0.1636	-80.9869	-238.918	-4.6738	-79.2176	-216.207	-9.0598	-76.3022
-165.169	-4.1083	-78.1779	-144.793	-7.3589	-75.7305	-132.626	-9.2166	-73.9445
-80.5213	-6.1243	-69.0592	-66.0621	-7.5952	-66.5693	-51.8279	-8.8931	-62.7878
-9.3239	-5.9821	-54.0751	4.2691	-6.4625	-49.5542	20.7933	-7.0556	-43.4222
53.0139	-4.1046	-32.9923	71.4775	-4.4629	-24.9877	90.3414	-4.7268	-16.3356
126	-1.8779	0	126	-1.8779	0	126	-1.8779	0

Curve 16	225. degrees		Curve 17	240. degrees		Curve 18	255. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0
-517.776	-0.9558	-15.7072	-517.776	-2.4256	-13.3951	-517.776	-5.0839	-5.7335
-517.776	-1.956	-36.6604	-516.752	-8.4313	-30.7342	-517.776	-13.0987	-13.499
-422.546	-5.9233	-58.3857	-401.407	-14.3497	-50.8502	-446.429	-19.8385	-27.3021
-307.467	-10.7052	-69.4728	-291.975	-15.6197	-63.879	-348.7	-22.6952	-41.7617
-203.585	-11.6619	-73.7173	-187.148	-15.1749	-68.7753	-219.174	-22.981	-51.3094
-115.965	-11.4164	-70.3744	-93.7789	-14.2228	-63.2475	-108.297	-20.2481	-48.4917
-34.5916	-10.1446	-57.0917	-9.3308	-11.6688	-46.7756	-13.5758	-15.1479	-38.3226
42.1514	-7.7565	-34.626	61.1463	-8.0124	-26.0123	61.7092	-9.2732	-22.7022
102.217	-4.5469	-10.8622	107.226	-4.0987	-8.5242	108.662	-4.0166	-7.691
126	-1.8779	0	126	-1.8779	0	126	-1.8779	0

Curve 19	270. degrees		Curve 20	285. degrees		Curve 21	300. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0
-517.776	-7.8918	0	-517.776	-5.0839	5.7335	-517.776	-2.4256	13.3951
-517.776	-13.0233	0	-517.776	-13.0987	13.499	-516.752	-8.4313	30.7342
-517.776	-17.6736	0	-446.429	-19.8385	27.3021	-401.407	-14.3497	50.8502
-446.092	-24.6755	0	-348.7	-22.6952	41.7617	-291.975	-15.6197	63.879
-342.108	-31.1896	0	-219.174	-22.981	51.3094	-187.148	-15.1749	68.7753
-261.004	-32.2809	0	-108.297	-20.2481	48.4917	-93.7789	-14.2228	63.2475
-162.963	-31.1279	0	-13.5758	-15.1479	38.3226	-9.3308	-11.6688	46.7756
-80.1979	-25.6363	0	61.7092	-9.2732	22.7022	61.1463	-8.0124	26.0123
23.1431	-14.8549	0	108.662	-4.0166	7.691	107.226	-4.0987	8.5242
126	-1.8779	0	126	-1.8779	0	126	-1.8779	0

Curve 22	315. degrees		Curve 23	330. degrees		Curve 24	345. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0	-517.776	1.7981	0
-517.776	-0.9558	15.7072	-517.776	-0.0456	19.4182	-517.776	1.4877	25.3209
-517.776	-1.956	36.6604	-517.776	1.0905	41.8977	-512.554	2.7388	45.5999
-422.546	-5.9233	58.3857	-436.92	-0.5676	60.4108	-446.738	3.397	60.9956
-307.467	-10.7052	69.4728	-330.191	-4.978	72.6986	-347.913	-0.4953	73.8558
-203.585	-11.6619	73.7173	-216.207	-9.0598	76.3022	-238.918	-4.6738	79.2176
-115.965	-11.4164	70.3744	-132.626	-9.2166	73.9445	-144.793	-7.3589	75.7305
-34.5916	-10.1446	57.0917	-51.8279	-8.8931	62.7878	-66.0621	-7.5952	66.5693
42.1514	-7.7565	34.626	20.7933	-7.0556	43.4222	4.2691	-6.4625	49.5542
102.217	-4.5469	10.8622	90.3414	-4.7268	16.3356	71.4775	-4.4629	24.9877
126	-1.8779	0	126	-1.8779	0	126	-1.8779	0

COLUMN C – 1 YY

Curve 1	0. degrees		Curve 2	15. degrees		Curve 3	30. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3

-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-263.845	0	10.159	-264.845	1.1818	6.5125	-264.845	1.3898	5.0822
-244.974	0	15.8806	-258.222	1.3748	13.5762	-264.845	2.7136	10.6445
-208.033	0	20.2891	-216.399	1.4237	19.0779	-225.441	3.0078	17.1763
-168.53	0	23.5058	-172.02	1.4917	22.7803	-174.204	3.2266	21.4077
-123.392	0	25.8897	-121.209	1.6696	24.8893	-117.311	3.5534	23.1658
-91.4265	0	24.9687	-81.683	1.6148	23.7729	-69.8014	3.4467	21.7465
-59.5929	0	22.7213	-42.3635	1.6914	20.1085	-25.0096	3.4907	16.7638
-22.187	0	17.9665	-0.2196	1.6787	13.7029	18.4421	2.9776	9.5948
15.6559	0	10.8204	46.189	1.6493	4.3085	52.9283	1.4198	2.821
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 4	45. degrees		Curve 5	60. degrees		Curve 6	75. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-263.845	1.5856	4.2625	-264.845	1.9509	3.5053	-264.845	2.6249	2.6909
-262.845	3.4608	8.6203	-264.845	4.1597	7.1731	-264.845	5.6089	5.4905
-234.981	4.9752	14.1766	-237.907	6.694	11.2364	-226.283	9.4648	6.7881
-176.684	5.4559	19.037	-178.833	8.676	14.3377	-170.823	11.9912	7.3829
-111.528	5.9213	20.4638	-104.625	9.2205	15.4363	-108.053	12.6678	8.2254
-58.0445	5.886	18.0981	-51.1815	8.1703	14.0187	-59.0623	11.379	7.9915
-10.7601	5.0023	13.2927	-3.75	6.043	10.7877	-12.6015	8.1193	7.4671
28.3619	3.457	7.3111	31.5948	3.563	6.3169	28.9803	4.2313	5.5648
55.0347	1.2401	2.3483	56.5533	1.1029	2.007	57.5728	1.0388	1.7316
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 7	90. degrees		Curve 8	105. degrees		Curve 9	120. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-263.845	6.1285	0	-264.845	2.6249	-2.6909	-264.845	1.9509	-3.5053
-242.213	9.5284	0	-264.845	5.6089	-5.4905	-264.845	4.1597	-7.1731
-203.408	12.1651	0	-226.283	9.4648	-6.7881	-237.907	6.694	-11.2364
-161.177	14.0289	0	-170.823	11.9912	-7.3829	-178.833	8.676	-14.3377
-113.08	15.337	0	-108.053	12.6678	-8.2254	-104.625	9.2205	-15.4363
-82.9831	14.2491	0	-59.0623	11.379	-7.9915	-51.1815	8.1703	-14.0187
-48.3288	12.3265	0	-12.6015	8.1193	-7.4671	-3.75	6.043	-10.7877
-14.5748	9.2787	0	28.9803	4.2313	-5.5648	31.5948	3.563	-6.3169
38.7282	3.6011	0	57.5728	1.0388	-1.7316	56.5533	1.1029	-2.007
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 10	135. degrees		Curve 11	150. degrees		Curve 12	165. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-264.845	1.5856	-4.2625	-264.845	1.3898	-5.0822	-264.845	1.1818	-6.5125
-264.845	3.4608	-8.6203	-264.845	2.7136	-10.6445	-258.222	1.3748	-13.5762
-234.981	4.9752	-14.1766	-225.441	3.0078	-17.1763	-216.399	1.4237	-19.0779

-176.684	5.4559	-19.037	-174.204	3.2266	-21.4077	-172.02	1.4917	-22.7803
-111.528	5.9213	-20.4638	-117.311	3.5534	-23.1658	-121.209	1.6696	-24.8893
-58.0445	5.886	-18.0981	-69.8014	3.4467	-21.7465	-81.683	1.6148	-23.7729
-10.7601	5.0023	-13.2927	-25.0096	3.4907	-16.7638	-42.3635	1.6914	-20.1085
28.3619	3.457	-7.3111	18.4421	2.9776	-9.5948	-0.2196	1.6787	-13.7029
55.0347	1.2401	-2.3483	52.9283	1.4198	-2.821	46.189	1.6493	-4.3085
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 13	180. degrees		Curve 14	195. degrees		Curve 15	210. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-264.845	0	-10.159	-264.845	-1.1818	-6.5125	-264.845	-1.3898	-5.0822
-244.974	0	-15.8806	-258.222	-1.3748	-13.5762	-264.845	-2.7136	-10.6445
-208.033	0	-20.2891	-216.399	-1.4237	-19.0779	-225.441	-3.0078	-17.1763
-168.53	0	-23.5058	-172.02	-1.4917	-22.7803	-174.204	-3.2266	-21.4077
-123.392	0	-25.8897	-121.209	-1.6696	-24.8893	-117.311	-3.5534	-23.1658
-91.4265	0	-24.9687	-81.683	-1.6148	-23.7729	-69.8014	-3.4467	-21.7465
-59.5929	0	-22.7213	-42.3635	-1.6914	-20.1085	-25.0096	-3.4907	-16.7638
-22.187	0	-17.9665	-0.2196	-1.6787	-13.7029	18.4421	-2.9776	-9.5948
15.6559	0	-10.8204	46.189	-1.6493	-4.3085	52.9283	-1.4198	-2.821
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 16	225. degrees		Curve 17	240. degrees		Curve 18	255. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-264.845	-1.5856	-4.2625	-264.845	-1.9509	-3.5053	-264.845	-2.6249	-2.6909
-264.845	-3.4608	-8.6203	-264.845	-4.1597	-7.1731	-264.845	-5.6089	-5.4905
-234.981	-4.9752	-14.1766	-237.907	-6.694	-11.2364	-226.283	-9.4648	-6.7881
-176.684	-5.4559	-19.037	-178.833	-8.676	-14.3377	-170.823	-11.9912	-7.3829
-111.528	-5.9213	-20.4638	-104.625	-9.2205	-15.4363	-108.053	-12.6678	-8.2254
-58.0445	-5.886	-18.0981	-51.1815	-8.1703	-14.0187	-59.0623	-11.379	-7.9915
-10.7601	-5.0023	-13.2927	-3.75	-6.043	-10.7877	-12.6015	-8.1193	-7.4671
28.3619	-3.457	-7.3111	31.5948	-3.563	-6.3169	28.9803	-4.2313	-5.5648
55.0347	-1.2401	-2.3483	56.5533	-1.1029	-2.007	57.5728	-1.0388	-1.7316
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 19	270. degrees		Curve 20	285. degrees		Curve 21	300. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-264.845	-6.1285	0	-264.845	-2.6249	2.6909	-264.845	-1.9509	3.5053
-242.213	-9.5284	0	-264.845	-5.6089	5.4905	-264.845	-4.1597	7.1731
-203.408	-12.1651	0	-226.283	-9.4648	6.7881	-237.907	-6.694	11.2364
-161.177	-14.0289	0	-170.823	-11.9912	7.3829	-178.833	-8.676	14.3377
-113.08	-15.337	0	-108.053	-12.6678	8.2254	-104.625	-9.2205	15.4363
-82.9831	-14.2491	0	-59.0623	-11.379	7.9915	-51.1815	-8.1703	14.0187
-48.3288	-12.3265	0	-12.6015	-8.1193	7.4671	-3.75	-6.043	10.7877

-14.5748	-9.2787	0	28.9803	-4.2313	5.5648	31.5948	-3.563	6.3169
38.7282	-3.6011	0	57.5728	-1.0388	1.7316	56.5533	-1.1029	2.007
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

Curve 22	315. degrees		Curve 23	330. degrees		Curve 24	345. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-264.845	0	0	-264.845	0	0	-264.845	0	0
-264.845	-1.5856	4.2625	-264.845	-1.3898	5.0822	-264.845	-1.1818	6.5125
-264.845	-3.4608	8.6203	-264.845	-2.7136	10.6445	-258.222	-1.3748	13.5762
-234.981	-4.9752	14.1766	-225.441	-3.0078	17.1763	-216.399	-1.4237	19.0779
-176.684	-5.4559	19.037	-174.204	-3.2266	21.4077	-172.02	-1.4917	22.7803
-111.528	-5.9213	20.4638	-117.311	-3.5534	23.1658	-121.209	-1.6696	24.8893
-58.0445	-5.886	18.0981	-69.8014	-3.4467	21.7465	-81.683	-1.6148	23.7729
-10.7601	-5.0023	13.2927	-25.0096	-3.4907	16.7638	-42.3635	-1.6914	20.1085
28.3619	-3.457	7.3111	18.4421	-2.9776	9.5948	-0.2196	-1.6787	13.7029
55.0347	-1.2401	2.3483	52.9283	-1.4198	2.821	46.189	-1.6493	4.3085
66.116	0	0	66.116	0	0	66.116	0	0

COLUMNA C -2 YY

Curve 1	0. degrees		Curve 2	15. degrees		Curve 3	30. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981
-516.776	0	7.8918	-517.776	5.7335	5.0839	-517.776	13.3951	2.4256
-515.776	0	13.0233	-517.776	13.499	13.0987	-516.752	30.7342	8.4313
-514.776	0	17.6736	-446.429	27.3021	19.8385	-401.407	50.8502	14.3497
-446.092	0	24.6755	-348.7	41.7617	22.6952	-291.975	63.879	15.6197
-342.108	0	31.1896	-219.174	51.3094	22.981	-187.148	68.7753	15.1749
-261.004	0	32.2809	-108.297	48.4917	20.2481	-93.7789	63.2475	14.2228
-162.963	0	31.1279	-13.5758	38.3226	15.1479	-9.3308	46.7756	11.6688
-80.1979	0	25.6363	61.7092	22.7022	9.2732	61.1463	26.0123	8.0124
23.1431	0	14.8549	108.662	7.691	4.0166	107.226	8.5242	4.0987
126	0	1.8779	126	0	1.8779	126	0	1.8779

Curve 4	45. degrees		Curve 5	60. degrees		Curve 6	75. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981
-516.776	15.7072	0.9558	-517.776	19.4182	0.0456	-517.776	25.3209	-1.4877
-515.776	36.6604	1.956	-517.776	41.8977	-1.0905	-512.554	45.5999	-2.7388
-422.546	58.3857	5.9233	-436.92	60.4108	0.5676	-446.738	60.9956	-3.397
-307.467	69.4728	10.7052	-330.191	72.6986	4.978	-347.913	73.8558	0.4953
-203.585	73.7173	11.6619	-216.207	76.3022	9.0598	-238.918	79.2176	4.6738
-115.965	70.3744	11.4164	-132.626	73.9445	9.2166	-144.793	75.7305	7.3589
-34.5916	57.0917	10.1446	-51.8279	62.7878	8.8931	-66.0621	66.5693	7.5952
42.1514	34.626	7.7565	20.7933	43.4222	7.0556	4.2691	49.5542	6.4625
102.217	10.8622	4.5469	90.3414	16.3356	4.7268	71.4775	24.9877	4.4629
126	0	1.8779	126	0	1.8779	126	0	1.8779

Curve 7	90. degrees		Curve 8	105. degrees		Curve 9	120. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	0	-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981
-516.776	30.4982	0	-517.776	25.3183	-3.7918	-517.776	19.3734	-4.4501
-505.956	48.5147	0	-517.057	45.5969	-5.1834	-517.776	41.874	-6.2087
-446.435	62.1247	0	-454.122	60.649	-6.533	-462.153	58.6589	-7.8148
-364.258	73.9135	0	-382.1	71.4843	-7.4313	-389.507	69.9148	-9.391
-261.736	80.9869	0	-274.744	79.9754	-3.7586	-289.741	77.8869	-8.2425
-165.169	78.1779	0	-173.93	77.9949	0.2065	-184.002	76.7544	-4.2529
-80.5213	69.0592	0	-75.355	66.9186	4.0832	-75.0072	64.1223	0.3551
-9.3239	54.0751	0	2.6342	49.7334	4.3536	16.4323	43.8924	2.2326
53.0139	32.9923	0	71.4775	24.9877	2.6197	90.3414	16.3356	1.2047
126	0	0	126	0	1.8779	126	0	1.8779

Curve 10	135. degrees		Curve 11	150. degrees		Curve 12	165. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981
-517.776	15.5749	-4.7229	-517.776	12.9241	-4.9307	-517.776	10.93	-5.8459
-517.776	36.05	-7.4013	-517.776	28.75	-8.5185	-517.776	24.6044	-10.6131
-471.979	55.6963	-9.3724	-486.736	49.1379	-11.623	-472.122	39.3335	-16.318
-394.659	68.1531	-11.3341	-400.045	63.7222	-14.3158	-360.641	49.0178	-21.4313
-303.023	74.2438	-12.855	-303.467	68.7376	-17.1517	-233.957	46.1135	-24.8582
-195.832	72.9904	-10.2392	-206.879	64.4995	-18.082	-140.017	36.2708	-25.0022
-80.0249	59.7585	-5.6183	-91.0767	49.5943	-15.4515	-45.2214	23.5327	-21.1696
30.4223	35.61	-1.1873	22.0328	28.3893	-8.1096	36.996	10.052	-13.1906
102.217	10.8622	0.66	103.248	8.9599	-0.014	105.739	1.6229	-2.3781
126	0	1.8779	126	0	1.8779	126	0	1.8779

Curve 13	180. degrees		Curve 14	195. degrees		Curve 15	210. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981
-517.232	0	-16.0122	-517.776	-10.93	-5.8459	-517.776	-12.9241	-4.9307
-426.097	0	-23.5526	-517.776	-24.6044	-10.6131	-517.776	-28.75	-8.5185
-328.203	0	-28.0269	-472.122	-39.3335	-16.318	-486.736	-49.1379	-11.623
-222.914	0	-29.3494	-360.641	-49.0178	-21.4313	-400.045	-63.7222	-14.3158
-106.805	0	-27.9098	-233.957	-46.1135	-24.8582	-303.467	-68.7376	-17.1517
-36.1342	0	-22.7201	-140.017	-36.2708	-25.0022	-206.879	-64.4995	-18.082
14.4166	0	-18.5834	-45.2214	-23.5327	-21.1696	-91.0767	-49.5943	-15.4515
48.2373	0	-13.8799	36.996	-10.052	-13.1906	22.0328	-28.3893	-8.1096
87.2396	0	-6.3143	105.739	-1.6229	-2.3781	103.248	-8.9599	-0.014
126	0	1.8779	126	0	1.8779	126	0	1.8779

Curve 16	225. degrees		Curve 17	240. degrees		Curve 18	255. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981
-517.776	-15.5749	-4.7229	-517.776	-19.3734	-4.4501	-517.776	-25.3183	-3.7918
-517.776	-36.05	-7.4013	-517.776	-41.874	-6.2087	-517.057	-45.5969	-5.1834
-471.979	-55.6963	-9.3724	-462.153	-58.6589	-7.8148	-454.122	-60.649	-6.533
-394.659	-68.1531	-11.3341	-389.507	-69.9148	-9.391	-382.1	-71.4843	-7.4313
-303.023	-74.2438	-12.855	-289.741	-77.8869	-8.2425	-274.744	-79.9754	-3.7586
-195.832	-72.9904	-10.2392	-184.002	-76.7544	-4.2529	-173.93	-77.9949	0.2065
-80.0249	-59.7585	-5.6183	-75.0072	-64.1223	0.3551	-75.355	-66.9186	4.0832
30.4223	-35.61	-1.1873	16.4323	-43.8924	2.2326	2.6342	-49.7334	4.3536
102.217	-10.8622	0.66	90.3414	-16.3356	1.2047	71.4775	-24.9877	2.6197
126	0	1.8779	126	0	1.8779	126	0	1.8779

Curve 19	270. degrees		Curve 20	285. degrees		Curve 21	300. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981
-517.776	-30.4982	-3.0212	-517.776	-25.3209	-1.4877	-517.776	-19.4182	0.0456
-505.956	-48.5147	-4.241	-512.554	-45.5999	-2.7388	-517.776	-41.8977	-1.0905
-446.435	-62.1247	-5.3796	-446.738	-60.9956	-3.397	-436.92	-60.4108	0.5676
-364.258	-73.9135	-3.5142	-347.913	-73.8558	0.4953	-330.191	-72.6986	4.978
-261.736	-80.9869	0.1636	-238.918	-79.2176	4.6738	-216.207	-76.3022	9.0598
-165.169	-78.1779	4.1083	-144.793	-75.7305	7.3589	-132.626	-73.9445	9.2166
-80.5213	-69.0592	6.1243	-66.0621	-66.5693	7.5952	-51.8279	-62.7878	8.8931
-9.3239	-54.0751	5.9821	4.2691	-49.5542	6.4625	20.7933	-43.4222	7.0556
53.0139	-32.9923	4.1046	71.4775	-24.9877	4.4629	90.3414	-16.3356	4.7268
126	0	1.8779	126	0	1.8779	126	0	1.8779

Curve 22	315. degrees		Curve 23	330. degrees		Curve 24	345. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981	-517.776	0	-1.7981
-517.776	-15.7072	0.9558	-517.776	-13.3951	2.4256	-517.776	-5.7335	5.0839
-517.776	-36.6604	1.956	-516.752	-30.7342	8.4313	-517.776	-13.499	13.0987
-422.546	-58.3857	5.9233	-401.407	-50.8502	14.3497	-446.429	-27.3021	19.8385
-307.467	-69.4728	10.7052	-291.975	-63.879	15.6197	-348.7	-41.7617	22.6952
-203.585	-73.7173	11.6619	-187.148	-68.7753	15.1749	-219.174	-51.3094	22.981
-115.965	-70.3744	11.4164	-93.7789	-63.2475	14.2228	-108.297	-48.4917	20.2481
-34.5916	-57.0917	10.1446	-9.3308	-46.7756	11.6688	-13.5758	-38.3226	15.1479
42.1514	-34.626	7.7565	61.1463	-26.0123	8.0124	61.7092	-22.7022	9.2732
102.217	-10.8622	4.5469	107.226	-8.5242	4.0987	108.662	-7.691	4.0166
126	0	1.8779	126	0	1.8779	126	0	1.8779

COLUMNA C -3 YY

Curve 1	0. degrees		Curve 2	15. degrees		Curve 3	30. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981
-516.232	0	16.0122	-517.776	10.93	5.8459	-517.776	12.9241	4.9307
-426.097	0	23.5526	-517.776	24.6044	10.6131	-517.776	28.75	8.5185
-328.203	0	28.0269	-472.122	39.3335	16.318	-486.736	49.1379	11.623
-222.914	0	29.3494	-360.641	49.0178	21.4313	-400.045	63.7222	14.3158
-106.805	0	27.9098	-233.957	46.1135	24.8582	-303.467	68.7376	17.1517
-36.1342	0	22.7201	-140.017	36.2708	25.0022	-206.879	64.4995	18.082
14.4166	0	18.5834	-45.2214	23.5327	21.1696	-91.0767	49.5943	15.4515
48.2373	0	13.8799	36.996	10.052	13.1906	22.0328	28.3893	8.1096
87.2396	0	6.3143	105.739	1.6229	2.3781	103.248	8.9599	0.014
126	0	-1.8779	126	0	-1.8779	126	0	-1.8779

Curve 4	45. degrees		Curve 5	60. degrees		Curve 6	75. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981
-516.776	15.5749	4.7229	-517.776	19.3734	4.4501	-517.776	25.3183	3.7918
-515.776	36.05	7.4013	-517.776	41.874	6.2087	-517.057	45.5969	5.1834
-471.979	55.6963	9.3724	-462.153	58.6589	7.8148	-454.122	60.649	6.533
-394.659	68.1531	11.3341	-389.507	69.9148	9.391	-382.1	71.4843	7.4313
-303.023	74.2438	12.855	-289.741	77.8869	8.2425	-274.744	79.9754	3.7586
-195.832	72.9904	10.2392	-184.002	76.7544	4.2529	-173.93	77.9949	-0.2065
-80.0249	59.7585	5.6183	-75.0072	64.1223	-0.3551	-75.355	66.9186	-4.0832
30.4223	35.61	1.1873	16.4323	43.8924	-2.2326	2.6342	49.7334	-4.3536
102.217	10.8622	0.66	90.3414	16.3356	-1.2047	71.4775	24.9877	-2.6197
126	0	-1.8779	126	0	-1.8779	126	0	-1.8779

Curve 7	90. degrees		Curve 8	105. degrees		Curve 9	120. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	0	-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981
-516.776	30.4982	0	-517.776	25.3209	1.4877	-517.776	19.4182	-0.0456
-505.956	48.5147	0	-512.554	45.5999	2.7388	-517.776	41.8977	1.0905
-446.435	62.1247	0	-446.738	60.9956	3.397	-436.92	60.4108	-0.5676
-364.258	73.9135	0	-347.913	73.8558	-0.4953	-330.191	72.6986	-4.978
-261.736	80.9869	0	-238.918	79.2176	-4.6738	-216.207	76.3022	-9.0598
-165.169	78.1779	0	-144.793	75.7305	-7.3589	-132.626	73.9445	-9.2166
-80.5213	69.0592	0	-66.0621	66.5693	-7.5952	-51.8279	62.7878	-8.8931
-9.3239	54.0751	0	4.2691	49.5542	-6.4625	20.7933	43.4222	-7.0556
53.0139	32.9923	0	71.4775	24.9877	-4.4629	90.3414	16.3356	-4.7268
126	0	0	126	0	-1.8779	126	0	-1.8779

Curve 10	135. degrees		Curve 11	150. degrees		Curve 12	165. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3

-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981
-517.776	15.7072	-0.9558	-517.776	13.3951	-2.4256	-517.776	5.7335	-5.0839
-517.776	36.6604	-1.956	-516.752	30.7342	-8.4313	-517.776	13.499	-13.0987
-422.546	58.3857	-5.9233	-401.407	50.8502	-14.3497	-446.429	27.3021	-19.8385
-307.467	69.4728	-10.7052	-291.975	63.879	-15.6197	-348.7	41.7617	-22.6952
-203.585	73.7173	-11.6619	-187.148	68.7753	-15.1749	-219.174	51.3094	-22.981
-115.965	70.3744	-11.4164	-93.7789	63.2475	-14.2228	-108.297	48.4917	-20.2481
-34.5916	57.0917	-10.1446	-9.3308	46.7756	-11.6688	-13.5758	38.3226	-15.1479
42.1514	34.626	-7.7565	61.1463	26.0123	-8.0124	61.7092	22.7022	-9.2732
102.217	10.8622	-4.5469	107.226	8.5242	-4.0987	108.662	7.691	-4.0166
126	0	-1.8779	126	0	-1.8779	126	0	-1.8779

Curve 13	180. degrees		Curve 14	195. degrees		Curve 15	210. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981
-517.776	0	-7.8918	-517.776	-5.7335	-5.0839	-517.776	-13.3951	-2.4256
-517.776	0	-13.0233	-517.776	-13.499	-13.0987	-516.752	-30.7342	-8.4313
-517.776	0	-17.6736	-446.429	-27.3021	-19.8385	-401.407	-50.8502	-14.3497
-446.092	0	-24.6755	-348.7	-41.7617	-22.6952	-291.975	-63.879	-15.6197
-342.108	0	-31.1896	-219.174	-51.3094	-22.981	-187.148	-68.7753	-15.1749
-261.004	0	-32.2809	-108.297	-48.4917	-20.2481	-93.7789	-63.2475	-14.2228
-162.963	0	-31.1279	-13.5758	-38.3226	-15.1479	-9.3308	-46.7756	-11.6688
-80.1979	0	-25.6363	61.7092	-22.7022	-9.2732	61.1463	-26.0123	-8.0124
23.1431	0	-14.8549	108.662	-7.691	-4.0166	107.226	-8.5242	-4.0987
126	0	-1.8779	126	0	-1.8779	126	0	-1.8779

Curve 16	225. degrees		Curve 17	240. degrees		Curve 18	255. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981
-517.776	-15.7072	-0.9558	-517.776	-19.4182	-0.0456	-517.776	-25.3209	1.4877
-517.776	-36.6604	-1.956	-517.776	-41.8977	1.0905	-512.554	-45.5999	2.7388
-422.546	-58.3857	-5.9233	-436.92	-60.4108	-0.5676	-446.738	-60.9956	3.397
-307.467	-69.4728	-10.7052	-330.191	-72.6986	-4.978	-347.913	-73.8558	-0.4953
-203.585	-73.7173	-11.6619	-216.207	-76.3022	-9.0598	-238.918	-79.2176	-4.6738
-115.965	-70.3744	-11.4164	-132.626	-73.9445	-9.2166	-144.793	-75.7305	-7.3589
-34.5916	-57.0917	-10.1446	-51.8279	-62.7878	-8.8931	-66.0621	-66.5693	-7.5952
42.1514	-34.626	-7.7565	20.7933	-43.4222	-7.0556	4.2691	-49.5542	-6.4625
102.217	-10.8622	-4.5469	90.3414	-16.3356	-4.7268	71.4775	-24.9877	-4.4629
126	0	-1.8779	126	0	-1.8779	126	0	-1.8779

Curve 19	270. degrees		Curve 20	285. degrees		Curve 21	300. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981
-517.776	-30.4982	3.0212	-517.776	-25.3183	3.7918	-517.776	-19.3734	4.4501
-505.956	-48.5147	4.241	-517.057	-45.5969	5.1834	-517.776	-41.874	6.2087
-446.435	-62.1247	5.3796	-454.122	-60.649	6.533	-462.153	-58.6589	7.8148

-364.258	-73.9135	3.5142	-382.1	-71.4843	7.4313	-389.507	-69.9148	9.391
-261.736	-80.9869	-0.1636	-274.744	-79.9754	3.7586	-289.741	-77.8869	8.2425
-165.169	-78.1779	-4.1083	-173.93	-77.9949	-0.2065	-184.002	-76.7544	4.2529
-80.5213	-69.0592	-6.1243	-75.355	-66.9186	-4.0832	-75.0072	-64.1223	-0.3551
-9.3239	-54.0751	-5.9821	2.6342	-49.7334	-4.3536	16.4323	-43.8924	-2.2326
53.0139	-32.9923	-4.1046	71.4775	-24.9877	-2.6197	90.3414	-16.3356	-1.2047
126	0	-1.8779	126	0	-1.8779	126	0	-1.8779

Curve 22	315. degrees		Curve 23	330. degrees		Curve 24	345. degrees	
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981	-517.776	0	1.7981
-517.776	-15.5749	4.7229	-517.776	-12.9241	4.9307	-517.776	-10.93	5.8459
-517.776	-36.05	7.4013	-517.776	-28.75	8.5185	-517.776	-24.6044	10.6131
-471.979	-55.6963	9.3724	-486.736	-49.1379	11.623	-472.122	-39.3335	16.318
-394.659	-68.1531	11.3341	-400.045	-63.7222	14.3158	-360.641	-49.0178	21.4313
-303.023	-74.2438	12.855	-303.467	-68.7376	17.1517	-233.957	-46.1135	24.8582
-195.832	-72.9904	10.2392	-206.879	-64.4995	18.082	-140.017	-36.2708	25.0022
-80.0249	-59.7585	5.6183	-91.0767	-49.5943	15.4515	-45.2214	-23.5327	21.1696
30.4223	-35.61	1.1873	22.0328	-28.3893	8.1096	36.996	-10.052	13.1906
102.217	-10.8622	-0.66	103.248	-8.9599	0.014	105.739	-1.6229	2.3781
126	0	-1.8779	126	0	-1.8779	126	0	-1.8779

C. REPORTE FOTOGRAFICO – CENTRO EDUCATIVO EVALUADO



VISTA N° 01; Vista Frontal de la I.E 82109 San Antonio Plan Tual



VISTA N° 02; Vista posterior de la estructura de la I.E 82109 San Antonio Plan Tual



VISTA N° 03; Vista pasadizo del segundo nivel la estructura de la I.E 82109 San Antonio Plan Tual



VISTA N° 04; Vista interior de aula del segundo nivel de la principal a la I.E 82109 San Antonio Plan Tual



VISTA N° 05; Vista interior de los SSHH del primer nivel la estructura de la I.E 82109
San Antonio Plan Tual



VISTA N° 05; Vista frontal de unión de módulos de la I.E 82109 San Antonio Plan
Tual

D. PLANOS