



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS DE REHABILITACIÓN SÍSMICA DE
ESTRUCTURAS METÁLICAS CON APLICACIÓN EN UNA EDIFICACIÓN
DE TIPO INDUSTRIAL UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO”**

AUTOR: Guerrero Flores Héctor Octavio

TUTORA: Ing. M.Sc. Suquillo Ronquillo Betzabeth Jessenia

AMBATO – ECUADOR

Septiembre - 2020

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del Trabajo experimental, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS DE REHABILITACIÓN SÍSMICA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS CON APLICACIÓN EN UNA EDIFICACIÓN DE TIPO INDUSTRIAL UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO”** elaborado por el Sr. Héctor Octavio Guerrero Flores, portador de la cédula de ciudadanía: 230062579-1, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Septiembre 2020

A handwritten signature in blue ink, reading "Jessenia Suquillo", written over a horizontal dashed line.

Ing. M.Sc. Suquillo Ronquillo Betzabeth Jessenia
TUTORA

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Héctor Octavio Guerrero Flores, con C.I. 2300625791 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema **“ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS DE REHABILITACIÓN SÍSMICA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS CON APLICACIÓN EN UNA EDIFICACIÓN DE TIPO INDUSTRIAL UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor de la investigación, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Septiembre 2020



Guerrero Flores Héctor Octavio

C.I.: 2300625791

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Septiembre 2020



Guerrero Flores Héctor Octavio

C.I.: 2300625791

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Héctor Octavio Guerrero Flores de la carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: “ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS DE REHABILITACIÓN SÍSMICA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS CON APLICACIÓN EN UNA EDIFICACIÓN DE TIPO INDUSTRIAL UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO”.

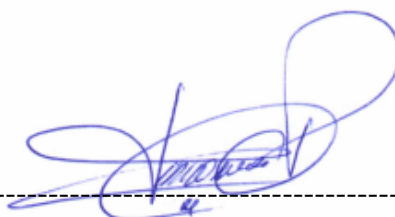
Ambato, Septiembre 2020

Para constancia firman:



Ing. Mg. Aldas Sánchez Milton Rodrigo

Miembro del Tribunal



Ing. Mg. Navarro Peñaherrera Carlos Patricio

Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a **mis Padres**, pilares fundamentales de mi formación tanto académica como personal, quienes a través de sus enseñanzas y ejemplo han forjado un ser humano íntegro en sus ideales, perseverante, honesto, gracias por siempre confiar en mis capacidades, habilidades y haber brindado su ayuda a lo largo de toda mi formación estudiantil y profesional, este logro en especial es gracias a ustedes, nunca habría llegado hasta esta etapa sin su ayuda, siempre estaré orgulloso de ser su hijo.

A todos **mis hermanos** por siempre estar allí brindándome su ayuda y cariño en todo momento y a mis sobrinos a los cuales estimo inmensamente.

A todos mis **tíos y familiares** por su apoyo y confianza brindada a través de los años.

A mis **compañeros y amigos** de la carrera universitaria con quienes se ha compartido buenos y malos momentos a lo largo de esta carrera.

En especial en memoria de **Octavio G., Ángel S., Dayana G., Juana M., Andrés A. y Diego S.**

AGRADECIMIENTOS

En especial a Nuestro **Padre Celestial**, **Virgen María** y su hijo **Jesús**, por brindarme la fortaleza, sabiduría y protección en todo momento de mi existencia.

A mis Padres: **Héctor** y **Piedad** por confiar en mis aptitudes y apoyarme incondicionalmente en cada aspecto de mi formación.

A mis **hermanos** y **familiares** por siempre brindar su mano cuando necesitaba de ayuda, en especial a mi hermana **Patricia** y su esposo **Cesar** por abrirme las puertas de su hogar y tratarme como un miembro más de su familia a lo largo de todos estos años, sin la ayuda de ustedes este logro no sería posible.

Un agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, a su personal docente de la carrera de Ingeniería Civil por todo el conocimiento brindado a lo largo de la formación profesional.

A la Ing. M.Sc. **Betzabeth Suquillo** por todo el tiempo, conocimiento y paciencia brindada para la realización y despejar todas las interrogantes surgidas a lo largo de este trabajo.

A la Ing. **Jacky Sinchiguano** por facilitarme y permitir usar los planos estructurales de las instalaciones de la empresa INCALSID para la elaboración de este proyecto cuya finalidad es de carácter académico.

Al Ing. **Álvaro Fiallos** por la ayuda brindada.

A **Carlos Morales** por su ayuda y apoyo a lo largo de toda la carrera universitaria.

Al Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN) por compartir los datos de su red nacional de acelerógrafos (RENAC) para la realización de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO	xx
ABSTRACT	xxi
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.1.1. Antecedentes.....	1
1.1.2. Justificación.....	2
1.1.3. Fundamentación Teórica	4
1.1.4. Hipótesis	16
1.2. Objetivos	16
1.2.1. Objetivo General	16
1.2.2. Objetivos Específicos	16
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.....	17
2.1. Materiales y equipos.....	17
2.1.1. Materiales	17
2.1.2. Equipos.....	17
2.2. Métodos	18
2.2.1. Plan de recolección de datos.....	18
2.2.2. Plan de procesamiento y análisis de información.....	19
2.2.3. Recolección de datos	19

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
3.1. Análisis y discusión de los resultados	52
3.1.1. Resultados del análisis lineal de la estructura en estado inicial	52
3.1.2. Resultados del análisis no lineal de la estructura en estado inicial	68
3.1.3. Metodologías de rehabilitación sísmica	70
3.1.4. Selección de la metodología de rehabilitación sísmica.....	72
3.1.5. Resultados del análisis de la estructura rehabilitada	96
3.1.6. Comparación Estructura Inicial vs Estructura Rehabilitada.....	97
3.1.7. Costo final de la rehabilitación sísmica.....	111
3.2. Verificación de hipótesis	111
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	112
4.1 . Conclusiones	112
4.2. Recomendaciones.....	113
MATERIALES DE REFERENCIA.....	114
Referencias Bibliográficas.....	114
Anexos.....	117
Anexo A. Cuadros de secciones	117
Anexo B. Cargas actuantes sobre elementos estructurales de la estructura en estado inicial	136
Anexo C. Diseño y selección de propuestas de rehabilitación considerando costo	152
Anexo D. Tablas de referencia del AISC 360	178
Anexo E. Precios unitarios de la rehabilitación sísmica.....	179

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Especificaciones técnicas ETABS v.16.1.0.	17
Tabla 2.- Propiedades acero A36.....	26
Tabla 3.- Resumen de carga muerta.	35
Tabla 4.- Resumen carga viva.	35
Tabla 5.- Factores sísmicos, factores de configuración estructural.....	36
Tabla 6.- Carga de la estructura.....	38
Tabla 7.- Parámetros y criterios de aceptación no lineal para elementos de acero bajo fuerzas axial.....	41
Tabla 8.- % Participación de la masa.	52
Tabla 9.- Relaciones de masa modal participantes.....	53
Tabla 10.- Torsión en planta de la estructura.	53
Tabla 11.- Demanda/capacidad elementos más demandados pórtico B, estructura inicial.....	58
Tabla 12.- Relación demanda/capacidad elementos más solicitados pórtico C, estructura inicial.	60
Tabla 13.- Relación demanda/capacidad elementos más solicitados del pórtico D, estructura inicial.	62
Tabla 14.- Relación demanda/capacidad elementos más solicitados del pórtico E, estructura inicial.	64
Tabla 15.- Relación demanda/capacidad elementos más solicitados pórtico F, estructura inicial.	66
Tabla 16.- Identificación de la metodología a utilizar.....	70
Tabla 17.- Métodos de modificación local de componentes.	71
Tabla 18.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-01;PB-DA-01.....	72
Tabla 19.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-02;PB-DA-02.....	72
Tabla 20.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-04;PB-DA-04.....	72
Tabla 21.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-13; PB-DA-13.....	73
Tabla 22.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-CINT-06.	73
Tabla 23.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-CINF-01.	73
Tabla 24.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-CINF-30.	73
Tabla 25.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-CINT-07.	74

Tabla 26.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-73; PB-DA-73.....	74
Tabla 27.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-82; PB-DA-82.....	74
Tabla 28.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-84; PB-DA-84.....	74
Tabla 29.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-85; PB-DA-85.....	75
Tabla 30.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-01; PC-DA-01.....	75
Tabla 31.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-02; PC-DA-02.....	75
Tabla 32.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-04; PC-DA-04.....	75
Tabla 33.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-13; PC-DA-13.....	76
Tabla 34.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-CINT-06.....	76
Tabla 35.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-CINF-01.....	76
Tabla 36.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-CINF-30.....	76
Tabla 37.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-CINT-07.....	77
Tabla 38.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-73; PC-DA-73.....	77
Tabla 39.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-82; PC-DA-82.....	77
Tabla 40.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-84; PC-DA-84.....	77
Tabla 41.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-85; PC-DA-85.....	78
Tabla 42.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-01; PD-DA-01.....	78
Tabla 43.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-02; PD-DA-02.....	78
Tabla 44.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-04; PD-DA-04.....	78
Tabla 45.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-13; PD-DA-13.....	79
Tabla 46.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-CINT-06.....	79
Tabla 47.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-CINF-01.....	79
Tabla 48.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-CINF-30.....	79
Tabla 49.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-CINT-07.....	80
Tabla 50.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-73; PD-DA-73.....	80
Tabla 51.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-82; PD-DA-82.....	80
Tabla 52.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-84; PD-DA-84.....	80
Tabla 53.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-85; PD-DA-85.....	81
Tabla 54.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-CINF-02.....	81
Tabla 55.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-CINF-29.....	81
Tabla 56.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-03; PD-DA-03.....	81
Tabla 57.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-83; PD-DA-83.....	82

Tabla 58.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-01; PE-DA-01.	82
Tabla 59.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-02; PE-DA-02.	82
Tabla 60.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-04; PE-DA-04.	82
Tabla 61.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-13; PE-DA-13.	83
Tabla 62.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-CINT-06.	83
Tabla 63.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-CINF-01.....	83
Tabla 64.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-CINF-30.....	83
Tabla 65.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-CINT-07.	84
Tabla 66.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-73; PE-DA-73.	84
Tabla 67.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-82; PE-DA-82.	84
Tabla 68.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-84; PE-DA-84.	84
Tabla 69.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-85; PE-DA-85.	85
Tabla 70.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-01; PF-DA-01.....	85
Tabla 71.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-02; PF-DA-02.....	85
Tabla 72.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-04; PF-DA-04.....	85
Tabla 73.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-13; PF-DA-13.....	86
Tabla 74.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-CINT-06.....	86
Tabla 75.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-CINF-01.....	86
Tabla 76.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-CINF-30.....	86
Tabla 77.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-CINT-07.....	87
Tabla 78.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-73; PF-DA-73.....	87
Tabla 79.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-82; PF-DA-82.....	87
Tabla 80.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-84; PF-DA-84.....	87
Tabla 81.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-85; PF-DA-85.....	88
Tabla 82.- Resumen de rehabilitación sísmica.	88
Tabla 83.- Participación de masa de la estructura rehabilitada.	96
Tabla 84.- Modos de vibración de la estructura rehabilitada.	97
Tabla 85.- Comportamiento modal de la estructura rehabilitada.	97
Tabla 86.- Relación demanda capacidad elementos más solicitados del pórtico B estructura rehabilitada.	101
Tabla 87.- Relación demanda/capacidad elementos críticos del pórtico C, estructura rehabilitada.	103

Tabla 88.- Relación demanda/capacidad elementos críticos pórtico D, estructura rehabilitada.	105
Tabla 89.- Relación D/C elementos más solicitados en el pórtico E.....	107
Tabla 90.- Relación D/C elementos críticos pórtico F, estructura rehabilitada.....	109
Tabla 91.- Presupuesto de rehabilitación sísmica.....	111
Tabla 92.- Resumen Cordones externos e interno de las columnas.	118
Tabla 93.- Resumen de cordón inferior y superiores de la cercha.	122
Tabla 94.- Resumen de diagonales, montantes y corta pandeo del pórtico.....	128
Tabla 95.- Resumen de correas de la estructura.	135
Tabla 96.- Resumen de solicitaciones en elementos pórtico A.	136
Tabla 97.- Resumen solicitaciones en elementos del pórtico B.	137
Tabla 98.- Resumen solicitaciones en elementos del pórtico C.	139
Tabla 99.- Resumen solicitaciones en elementos del pórtico D.	141
Tabla 100.- Resumen solicitaciones en elementos del pórtico E.	143
Tabla 101.- Resumen solicitaciones en elementos del pórtico F.....	144
Tabla 102.- Resumen solicitaciones en elementos del pórtico G.	145
Tabla 103.- Cargas en correas PA-PB.	146
Tabla 104.- Solicitaciones en correas PB-PC.....	147
Tabla 105.- Solicitaciones en correas PC-PD.....	148
Tabla 106.- Solicitaciones en correas PD-PE.....	149
Tabla 107.- Solicitaciones en correas PE-PF.....	150
Tabla 108.- Solicitaciones en correas PF-PG.	151
Tabla 109.- Diseño propuesta de rehabilitación.	152
Tabla 110.- Diseño de propuesta de rehabilitación.	152
Tabla 111.- Diseño propuesta de rehabilitación.	152
Tabla 112.- Diseño propuesta de rehabilitación.	153
Tabla 113.- Diseño propuesta de rehabilitación.	153
Tabla 114.- Diseño de rehabilitación.....	153
Tabla 115.- Diseño de propuesta de rehabilitación.	154
Tabla 116.- Diseño de rehabilitación.....	154
Tabla 117.- Diseño de rehabilitación.....	155
Tabla 118.- Diseño de rehabilitación.....	155

Tabla 119.- Diseño de rehabilitación.....	155
Tabla 120.- Diseño de rehabilitación.....	156
Tabla 121.- Diseño de rehabilitación.....	156
Tabla 122.- Diseño de rehabilitación.....	157
Tabla 123.- Diseño de rehabilitación.....	157
Tabla 124.- Diseño de rehabilitación.....	157
Tabla 125.- Diseño de rehabilitación.....	158
Tabla 126.- Diseño de rehabilitación.....	158
Tabla 127.- Diseño de rehabilitación.....	159
Tabla 128.- Diseño de rehabilitación.....	159
Tabla 129.- Diseño de rehabilitación.....	160
Tabla 130.- Diseño de rehabilitación.....	160
Tabla 131.- Diseño de rehabilitación.....	160
Tabla 132.- Diseño de rehabilitación.....	161
Tabla 133.- Diseño de rehabilitación.....	161
Tabla 134.- Diseño de rehabilitación.....	162
Tabla 135.- Diseño de rehabilitación.....	162
Tabla 136.- Diseño de rehabilitación.....	162
Tabla 137.- Diseño de rehabilitación.....	163
Tabla 138.- Diseño de rehabilitación.....	163
Tabla 139.- Diseño de rehabilitación.....	164
Tabla 140.- Diseño de rehabilitación.....	164
Tabla 141.- Diseño de rehabilitación.....	165
Tabla 142.- Diseño de rehabilitación.....	165
Tabla 143.- Diseño de habilitación.....	166
Tabla 144.- Diseño de rehabilitación.....	166
Tabla 145.- Diseño de rehabilitación.....	167
Tabla 146.- Diseño de rehabilitación.....	167
Tabla 147.- Diseño de rehabilitación.....	167
Tabla 148.- Diseño de rehabilitación.....	168
Tabla 149.- Diseño de rehabilitación.....	168
Tabla 150.- Diseño de rehabilitación.....	169

Tabla 151.- Diseño de rehabilitación.....	169
Tabla 152.- Diseño de rehabilitación.....	169
Tabla 153.- Diseño de rehabilitación.....	170
Tabla 154.- Diseño de rehabilitación.....	170
Tabla 155.- Diseño de rehabilitación.....	171
Tabla 156.- Diseño de rehabilitación.....	171
Tabla 157.- Diseño de rehabilitación.....	172
Tabla 158.- Diseño de rehabilitación.....	172
Tabla 159.- Diseño de rehabilitación.....	172
Tabla 160.- Diseño de rehabilitación.....	173
Tabla 161.- Diseño de rehabilitación.....	173
Tabla 162.- Diseño de rehabilitación.....	174
Tabla 163.- Diseño de rehabilitación.....	174
Tabla 164.- Diseño de rehabilitación.....	174
Tabla 165.- Diseño de rehabilitación.....	175
Tabla 166.- Diseño de rehabilitación.....	175
Tabla 167.- Diseño de rehabilitación.....	176
Tabla 168.- Diseño de rehabilitación.....	176
Tabla 169.- Diseño de rehabilitación.....	177
Tabla 170.- Diseño de rehabilitación.....	177
Tabla 171.- Diseño de rehabilitación.....	177
Tabla 172.- Diseño de rehabilitación.....	178
Tabla 173.- Razón ancho - espesor: elementos a compresión axial.	178
Tabla 174.- Esfuerzo crítico para miembros a compresión: elementos no esbeltos.	179
Tabla 175.- Análisis de precios unitarios rubro 01.....	179
Tabla 176.- Análisis de precios unitarios rubro 02.....	180
Tabla 177.- Análisis de precios unitarios rubro 03.....	181

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Curvas características de esfuerzo-deformación.	4
Ilustración 2.- Diagrama típico esfuerzo - deformación de tensión para un acero dulce.	5
Ilustración 3.- Diagrama esfuerzo - deformación de tensión para un acero estructural dulce.....	6
Ilustración 4.- Modelo elástico, perfectamente plástico.	9
Ilustración 5.- Modelo endurecimiento lineal elástico.....	10
Ilustración 6.- Modelo Tri-lineal.....	10
Ilustración 7.- Esquema del proceso de rehabilitación sísmica.	15
Ilustración 8.- Vista en planta de la nave industrial.....	21
Ilustración 9.- Vista en elevación del galpón industrial Pórticos A-B-C-D-E-F-G. 21	
Ilustración 10.- Vista frontal de los pórticos de la estructura.	22
Ilustración 11.- Vista frontal de los cordones superiores e inferior de la cercha.....	22
Ilustración 12.- Vista lateral derecha de la estructura.....	23
Ilustración 13.- Detalle de montantes y diagonales en la base de las columnas.....	23
Ilustración 14.- Detalle diagonales en la unión cercha - columna.	24
Ilustración 15.- Detalle de ubicación de las correas.	24
Ilustración 16.- Render de la estructura modelada.....	25
Ilustración 17.- Propiedades lineales Acero A36.....	26
Ilustración 18.- Modelo elástico, perfectamente plástico del acero A36.	26
Ilustración 19.- Propiedades no lineal del acero A36.	27
Ilustración 20.- Definición de cordón interior y exteriores.....	27
Ilustración 21.- Ubicación de cordones interiores y exteriores.....	28
Ilustración 22.- Definición de cordón inferior y superiores.....	28
Ilustración 23.- Ubicación de los cordones superiores e inferiores.	29
Ilustración 24.- Definición de las montantes y diagonales del pórtico.	30
Ilustración 25.- Ubicación de diagonales en la estructura.	31
Ilustración 26.- Vista superior de la cercha: Elementos corta pandeo.	31
Ilustración 27.- Elementos corta pandeo: vista lateral derecha y vista lateral derecha.....	32
Ilustración 28.- Definición correa G 100x50x20x4 mm.....	32

Ilustración 29.- Definición correa 2 G 100x50x20x4 mm.	33
Ilustración 30.- Vista frontal: Ubicación de correas.	33
Ilustración 31.- Especificación técnica ESTILPANEL AR-2000.	34
Ilustración 32.- Espectros de diseño, $T_r=475$ años.	37
Ilustración 33.- Espectro de diseño $T_r=475$ años.	38
Ilustración 34.- Patrones de carga.	39
Ilustración 35.- Carga sísmica en X (S_x).	39
Ilustración 36.- Carga sísmica en Y (S_y).	39
Ilustración 37.- Datos de fuente de masa.	40
Ilustración 38.- Esquema general de la relación fuerza-deformación para elementos o componentes de acero.	41
Ilustración 39.- Definición de rótulas plásticas.	42
Ilustración 40.- Propiedades de las rótulas plásticas definidas.	42
Ilustración 41.- Asignación de rótulas plásticas.	42
Ilustración 42.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo Cojimies componente E-O.	43
Ilustración 43.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo Cojimies componente N-S.	44
Ilustración 44.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo Cumandá componente E-O.	44
Ilustración 45.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo Cumandá componente N-S.	45
Ilustración 46.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo Muisne componente E-O.	45
Ilustración 47.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo Muisne componente N-S.	46
Ilustración 48.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo Pedernales componente E-O.	46
Ilustración 49.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo Pedernales componente N-S.	47
Ilustración 50.- Esquema de placa metálica sometida a compresión axial en una dirección.	47

Ilustración 51.- Resumen de valores de factor K.	48
Ilustración 52.- Periodo de vibración de la estructura.	52
Ilustración 53.- Cortante estático y dinámico sentido X.	54
Ilustración 54.- Cortante estático y dinámico sentido Y.	54
Ilustración 55.- Derivas elásticas de piso sentido X.	55
Ilustración 56.- Derivas elásticas de piso sentido Y.	55
Ilustración 57.- Elementos más demandados del pórtico A.	56
Ilustración 58.- Elementos más demandados del pórtico B.	57
Ilustración 59.- Elementos más demandados del pórtico C.	59
Ilustración 60.- Elementos más demandados del pórtico D.	61
Ilustración 61.- Elementos más demandados del pórtico E.	63
Ilustración 62.- Elementos más demandados del pórtico F.	65
Ilustración 63.- Elementos más demandados del pórtico G.	67
Ilustración 64.- Articulaciones plásticas, Push-Over X.	68
Ilustración 65.- Push-Over sentido X.	68
Ilustración 66.- Articulaciones plásticas, Push-Over Y.	69
Ilustración 67.- Push-Over sentido Y.	69
Ilustración 68.- Periodo de vibración de la estructura rehabilitada.	96
Ilustración 69.- Periodo de vibración inicial y rehabilitada.	97
Ilustración 70.- Desplazamiento de la estructura inicial vs rehabilitada, sentido X.	98
Ilustración 71.- Desplazamiento de la estructura inicial vs rehabilitada, sentido Y.	98
Ilustración 72.- Deriva inelástica de la estructura inicial vs rehabilitada, sentido X.	99
Ilustración 73.- Deriva inelástica estructura inicial vs rehabilitada., sentido Y	99
Ilustración 74.- Demanda/capacidad pórtico B rehabilitado.	100
Ilustración 75.- Relación D/C pórtico B.	101
Ilustración 76.- Influencia de propuesta de rehabilitación en la razón D/C pórtico B.	102
Ilustración 77.- Demanda/capacidad pórtico C rehabilitado.	103
Ilustración 78.- Relación D/C pórtico C.	104
Ilustración 79.- Influencia propuesta de rehabilitación en la razón D/C pórtico C.	104

Ilustración 80.- Demanda/capacidad pórtico D rehabilitado.	105
Ilustración 81.- Relación D/C pórtico D.	106
Ilustración 82.- Influencia de las propuestas de rehabilitación pórtico D.....	106
Ilustración 83.- Demanda/capacidad pórtico E rehabilitado.....	107
Ilustración 84.- Relación D/C pórtico E.	108
Ilustración 85.- Influencia de las propuestas en elementos del pórtico E.....	108
Ilustración 86.- Demanda/capacidad pórtico F.	109
Ilustración 87.- Relación D/C pórtico F.....	110
Ilustración 88.- Influencia propuestas de rehabilitación en elementos del pórtico F.	110
Ilustración 89.- Cordón exterior: frontal y posterior, vista lateral derecha.....	117
Ilustración 90.- Cordón exterior: frontal y posterior, vista lateral izquierda.	117
Ilustración 91.- Esquema de la localización del cordón interior en la estructura. .	118
Ilustración 92.- Cordón superior e inferior.	120
Ilustración 93.- Vista superior de las cerchas: cordones superiores.	121
Ilustración 94.- Ubicación de los elementos corta pandeo de los cordones.....	125
Ilustración 95.- Vista lateral izquierda: Ubicación de diagonales.	126
Ilustración 96.- Vista lateral derecha: Ubicación de diagonales.....	126
Ilustración 97.- Vista superior: Ubicación de diagonales.	127
Ilustración 98.- Vista superior: Ubicación de correas.....	134

RESUMEN EJECUTIVO

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se obtuvo los planos estructurales de una estructura metálica tipo industrial representativa, donde se extrajo la información de: cargas, propiedades del suelo, material y configuración estructural. Se identificó que la estructura en el análisis lineal cumple con lo establecido en las normas AISC 360-10 y NEC-SE-DS 15, pero la relación demanda/capacidad de los elementos estructurales en las zonas de unión cercha-columna y columna-base están al límite de su resistencia.

El análisis estático no lineal identificó los elementos donde se generarán las articulaciones plásticas, corroborando que los elementos críticos son los mismos que en el análisis lineal poseen una relación demanda/capacidad alta, mediante este análisis se obtuvo que el desplazamiento real que puede alcanzar la estructura en estado inicial es 14,26 centímetros con un cortante basal de 91,17 Toneladas-fuerza en el sentido X y en dirección Y el desplazamiento es 23,12 centímetros con un cortante de 47,46 Toneladas-fuerza.

Las propuestas de rehabilitación sísmica se seleccionan de acuerdo a lo establecido en las normas NEC-SE-RE 2015 y ASCE 41-17, la selección de la metodología de rehabilitación se basa en los parámetros de diagnóstico estructural, costo, tiempo, condiciones arquitectónicas/operacionales, materiales y mano de obra disponible en el sitio, según el comportamiento de cada uno de los elementos.

Las propuestas de rehabilitación aplicadas son: colocación de placas de acero, colocación de diagonales y cambio de sección, las cuales representaron una reducción promedio del 27 por ciento en la relación demanda/capacidad, siendo considerados como las metodologías de rehabilitación sísmica óptimas para este tipo de estructuras. El costo total de rehabilitación es USD 1.751,94 (Mil setecientos cincuenta y uno con 94/100 dólares de Estados Unidos de América).

ABSTRACT

For the development of this research project, the structural plans of a representative industrial type metal structure were obtained, from these plans extracted information about loads, soil properties, material and structural configuration.

The structure in the linear analysis complies with the provisions of the AISC 360-10 and NEC-SE-DS 15 standards, but the demand / capacity ratio of the structural elements in the truss-column and column-base joints are at the limit of their resistance.

The nonlinear static analysis identifies the elements where the plastic hinges will be generated, corroborating that the critical elements are the same as in the linear analysis they have a high demand / capacity ratio, the real displacement that the structure can reach in the initial state is 14, 26 centimeters with a basal shear of 91.17 Tons - force in the X direction and in the Y direction, the displacement is 23.12 centimeters with a shear of 47.46 Tons - force.

Seismic rehabilitation proposals were selected to accordance NEC-SE-RE 2015 and ASCE 41-17 standards, the selection of the rehabilitation methodology is based on the parameters of structural diagnosis, cost, time, architectural conditions / operational, material and labor available on the site, according to the behavior of each of the elements.

The rehabilitation proposals applied are placement of steel plates, placement of diagonals and change of section, which represented an average reduction of 27 percent of the demand / capacity ratio, these rehabilitations are considered as the optimal seismic rehabilitation methodologies for this type of structures

The total cost of the seismic rehabilitation applied is USD 1.751,94 (One thousand seven hundred fifty - one with 94/100 United States dollars).

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

1.1.1. Antecedentes

La implementación, reducción o restitución de elementos en una estructura modifica el comportamiento estructural de la misma[1].

Los métodos de rehabilitación usados en una estructura de acero son [2]: reforzamiento con planchas de acero, arriostramientos metálicos, encamisado metálico, platinas metálicas y adición de perfiles metálicos.

La rehabilitación sísmica de estructuras tipo industrial en Ecuador tiene limitados estudios realizados, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) como ente encargado ha elaborado la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 2015) específicamente NEC-SE-RE: Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras, cuyos criterios tienen origen en lo establecido en la norma ASCE 41, cuyo objetivo es que gran parte de las estructuras rehabilitadas según los parámetros establecidos en las normas antes mencionadas bajo efectos del sismo de diseño se produzca los niveles de desempeño deseados[3], pero la NEC-SE-RE no garantiza que el fiel cumplimiento de la norma logren tales desempeños, sino que enfatiza a realizar investigación del comportamiento de las construcciones mediante un análisis no lineal.

En la actualidad no existe una metodología considerada la más eficiente para todas las estructuras bajo una sollicitación dinámica, como lo sustentan diversas investigaciones científicas referentes a la rehabilitación sísmica[4].

1.1.2. Justificación

La Republica del Ecuador se localiza en el hemisferio sur del planeta, sobre el denominado cinturón de fuego del Pacífico, específicamente sobre la Placa Sudamericana, dicha placa es afectada por el movimiento de convergencia, debido a que la Placa de Nazca subducta bajo la Placa Sudamericana[5], producto de ello se presenta el fenómeno de subducción entre placas, provocando frecuentes movimientos telúricos, por tal razón en el territorio continental ecuatoriano se encuentran zonas de alta peligrosidad sísmica, de acuerdo a la clasificación de zonas sísmicas de la NEC 2015 en su módulo NEC-SE-DS: Peligro Sísmico[3].

En base a datos del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador el último terremoto ocurrido en el País fue del 16 de abril del 2016, con una magnitud de 7,8 Mw (magnitud de momento sísmico), siendo el epicentro frente las costas del cantón Muisne, debido al fenómeno entre las placas antes mencionadas, siendo la ciudad de Pedernales la que sufrió los mayores daños registrando 671 fallecidos y 4859 heridos, siendo la principal causa de estas pérdidas la mala práctica constructiva, uso de materiales no aptos para la construcción, diseños estructurales que no cumplen los requisitos establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015[6].

En el país el sistema estructura más implementado es el aporticado, siendo las construcciones de hormigón las más frecuentes, sin embargo, los avances tecnológicos permiten aprovechar al máximo las propiedades de los materiales y a su vez también generan nuevos tipos de materiales, que pueden representar una gran ganancia económica en el sector de la construcción garantizando seguridad estructural, uno de estos casos es el acero estructural[1], cuya implementación en el país crece a pasos agigantados.

El cantón Ambato de acuerdo al mapa de zonas sísmicas del Ecuador de la NEC 2015 en su módulo Peligro Sísmico, es clasificada como una zona sísmica Categoría V, cuya aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, en términos de la aceleración de la gravedad es $z= 0,40g$, categorizándola con un peligro sísmico Alto[3].

Uno de las principales fuentes de ingreso económico en la ciudad de Ambato se debe a su actividad comercial, siendo reconocida por su alta actividad industrial, como es la industrial textil, metalmecánica, calzado, entre otras[7], por estas razones el cantón cuenta con zonas destinadas a la producción industrial tanto al norte (Parque Industrial de Izamba), así como al sur (Huachi Grande, Santa Rosa)[8], lugares donde se puede observar que la mayoría de sus instalaciones son tipo industrial (Galpones Industriales), cuyos servicios son almacenar y salvaguardar maquinaria, insumos y productos propios de cada industria, así como desempeñar el sitio de trabajo de personas, quienes pasan jornadas enteras manufacturando diversos productos que se distribuyen a todo el país[9].

Toda estructura después de haber sido afectada por un evento sísmico debe ser evaluada para constatar los daños en los elementos estructurales como no estructurales[10], a través de un análisis costo – beneficio, en ciertas ocasiones es factible la rehabilitación de las mismas, representando una ventaja económica para los dueños y garantizando seguridad estructural para los ocupantes, por lo tanto, investigar sobre las distintas metodologías de rehabilitación sísmica para galpones o naves industriales en el cantón Ambato es de suma importancia.

En nuestro país, investigaciones sobre rehabilitación sísmica de estructuras metálicas no se encuentra, teniendo que buscar bibliografías de trabajos realizados en países con mayor avance en este campo de investigación científica[1].

Por todo lo expuesto, el presente documento tiene como finalidad analizar en base a una modelación matemática el comportamiento de una estructura industrial, aplicando una metodología para la rehabilitación de una nave industrial ubicada en el cantón Ambato, en su estado original y después de haber sido reparada producto de una sollicitación sísmica, estableciendo así el método de rehabilitación sísmica más favorable para la estructura.

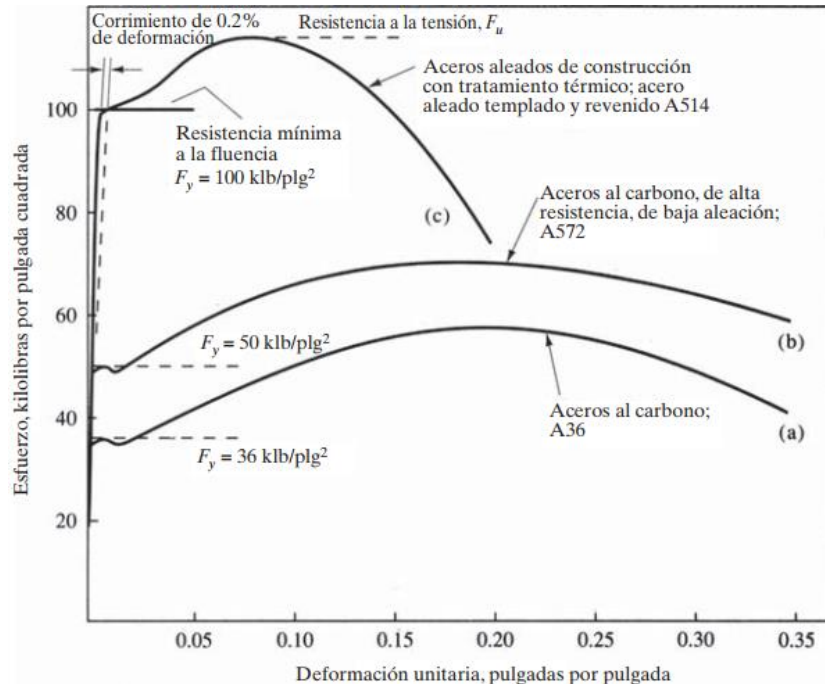
1.1.3. Fundamentación Teórica

1.1.3.1. Acero estructural

El acero estructural es el resultado de la aleación mayormente de hierro con pequeñas cantidades de distintos elementos como carbono, silicio, manganeso, azufre, fosforo, entre otros, siendo la combinación con carbono la de mayor uso, la cantidad de carbono influye principalmente las propiedades del acero, aumentando su resistencia conforme más cantidad de carbono posea, sin embargo, esto se cumple hasta un punto de inflexión donde una alta cantidad de carbono en el acero lo vuelve un material frágil, los aceros con bajo contenido de carbono son más dúctiles, pero a su vez su resistencia no es tan elevada[11], los aceros que posean cantidades considerables de silicio, níquel, manganeso y cobre se les denomina aceros aleado que presentan excelentes propiedades pero su costo de fabricación es elevado.

La ASTM clasifica a los aceros estructurales según su composición siendo: aceros al carbono, aceros de baja aleación – alta resistencia y aceros de baja aleación – alta resistencia y resistentes a la corrosión[11].

Ilustración 1.- Curvas características de esfuerzo-deformación.



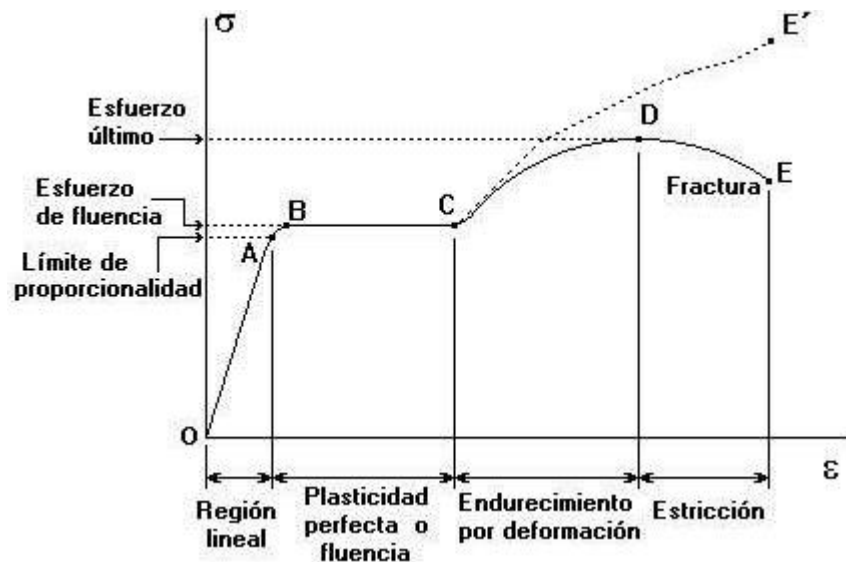
Fuente: Diseño de Estructuras de Acero, McCormac / Csernak.

1.1.3.1.1. Aceros al carbono.

Estos aceros cuya resistencia está determinada por su cantidad significativa de carbono y manganeso, según el porcentaje de carbono se dividen en[11]:

1. – Aceros de bajo contenido de carbono: $< 0,15\%$.
2. – Acero dulce: $0,15\% - 0,29\%$ (aceros estructurales al carbono).
3. – Acero medio al carbono: $0,30\% - 0,59\%$.
4. – Acero con alto contenido de carbono: $0,60 - 1,70\%$.

Ilustración 2.- Diagrama típico esfuerzo-deformación de tensión en un acero dulce.



Fuente: Estructuras de acero: Comportamiento y LRFD, Vinnakota.

1.1.3.1.1.1. Acero estructural A36

Es el acero estructural básico utilizado comúnmente, su contenido de carbono oscila entre $0,25\% - 0,29\%$ dependiendo del espesor del mismo, su esfuerzo de fluencia mínimo es 36 KSI, para espesores mayores a 8 pulgadas el esfuerzo de fluencia es 32 KSI, y el esfuerzo último de tensión varía $58 \text{ KSI} - 80 \text{ KSI}$ [12].

1.1.3.2. Diagrama Esfuerzo – Deformación

Para el diseño de un miembro estructural es importante conocer las características elásticas, inelásticas, fractura y fatiga del mismo, con el ensayo de tracción se puede conocer el comportamiento del material mediante la gráfica esfuerzo vs deformación.

Esfuerzo. - Fuerzas internas que se encuentran dentro de un elemento que se distribuyen en un área, es decir es la fuerza por unidad de área.

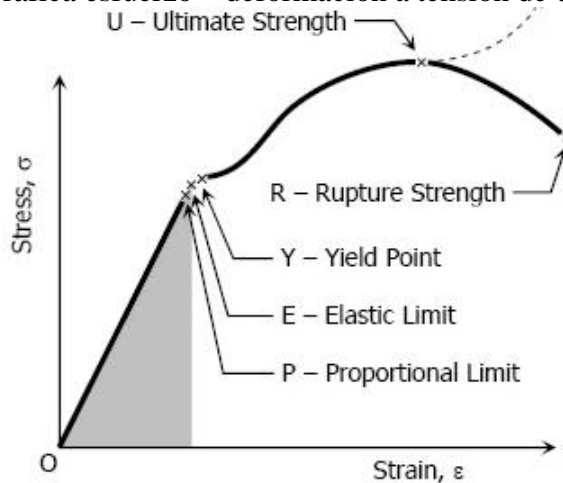
$$\sigma = P/A$$

Deformación. - Es el cociente entre el alargamiento del elemento debido a una fuerza (L_f) y la longitud inicial del mismo (L_o).

$$\varepsilon = L_f / L_o$$

El diagrama se construye mediante la representación de los valores del esfuerzo y la deformación unitaria respectiva, mediante los datos obtenidos de una probeta en un ensayo de tensión o compresión, teniendo en cuenta que es mucho más práctico realizar un ensayo a tracción debido al comportamiento beneficioso del material, mientras que en el de compresión se deben tener en cuenta ciertos tipos de fallas que se pueden presentar como es el pandeo local o pandeo flexural.

Ilustración 3.- Gráfica esfuerzo – deformación a tensión de un acero estructural.



Fuente: Mecánica y resistencia de materiales: Diagrama esfuerzo - deformación, Mathalino.

1.1.3.2.1. Límite proporcional (P)

El límite proporcional o Ley de Hooke, se considera desde el punto de origen O hasta el punto denominado límite proporcional, siendo un tramo recto dentro de la curva esfuerzo – deformación, es decir que la tensión es directamente proporcional a la deformación[13].

$$\sigma \propto \varepsilon$$

$$\sigma = k * \varepsilon$$

Donde la constante de proporcionalidad k es el módulo de elasticidad o módulo de Young “E”, siendo la pendiente del diagrama esfuerzo-deformación comprendido desde el origen “O” al límite proporcional[13].

$$\sigma = E * \varepsilon$$

1.1.3.2.2. Límite Elástico (E)

Límite hasta donde el material es capaz de regresar a su estado inicial después de que es sometido a una carga, es el máximo esfuerzo que puede desarrollarse sin que exista una deformación permanente o residual[13].

1.1.3.2.3. Rango Elástico y Plástico

Se denomina rango elástico a la zona de la curva esfuerzo – deformación donde la tensión es directamente proporcional a la deformación, es decir desde el origen O hasta el límite proporcional, la región desde el punto de límite proporcional hasta la rotura se denomina como rango plástico[13].

1.1.3.2.4. Punto de Fluencia (Y)

Se denomina así al punto en el que el material presenta un considerable alargamiento sin ningún aumento en la carga.

1.1.3.2.5. Resistencia Máxima (U)

Es el punto más alto en las ordenadas de la gráfica esfuerzo – deformación, representando la resistencia a la tracción máxima que puede alcanzar el material.

1.1.3.2.6. Resistencia de Ruptura (R)

Denominada como resistencia de quiebre, es la resistencia del material en la ruptura.

1.1.3.2.7. Módulo de Resiliencia

Es el trabajo realizado en una unidad de volumen de material a medida que la fuerza aumenta proporcionalmente desde el origen hasta el límite de proporcionalidad, es el área bajo la curva de esfuerzo – deformación, desde el origen hasta el límite elástico, la capacidad de absorber energía sin crear una distorsión permanente se le conoce como resiliencia del material[13].

1.1.3.2.8. Módulo de Resistencia

Es el trabajo realizado en unidad de volumen de material conforme la gradualmente aumenta la fuerza desde el origen hasta la ruptura, esta es representada por el área bajo toda la curva esfuerzo – deformación, la capacidad de absorber energía sin hacer que se rompa se le denomina resistencia del material[13].

1.1.3.2.9. Esfuerzo de trabajo

Es el esfuerzo real del material bajo una determinada carga.

1.1.3.2.10. Esfuerzo permitido

Se le denomina así a la máxima tensión segura que puede soportar el material, siendo valores no mayores al límite proporcional, tomándose el punto de fluencia o resistencia máxima dividida por un factor de seguridad como el valor del esfuerzo permitido[13].

1.1.3.2.11. Factor de seguridad

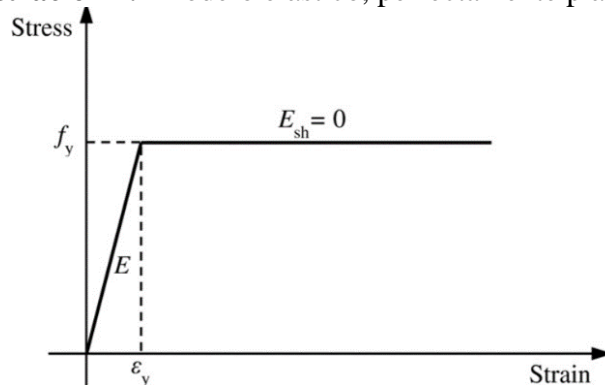
Es la relación del esfuerzo máximo o límite elástico y el esfuerzo permitido.

1.1.3.3. Modelos del material para aceros al carbono conformado en caliente

1.1.3.3.1. Modelo lineal elástico, perfectamente plástico

Este modelo es una idealización de la curva esfuerzo - deformación del material, donde el endurecimiento por deformación no es tomado en cuenta, por lo cual los parámetros del material a considerar son el módulo de elasticidad “E” y el esfuerzo de fluencia “fy”[14].

Ilustración 4.- Modelo elástico, perfectamente plástico.

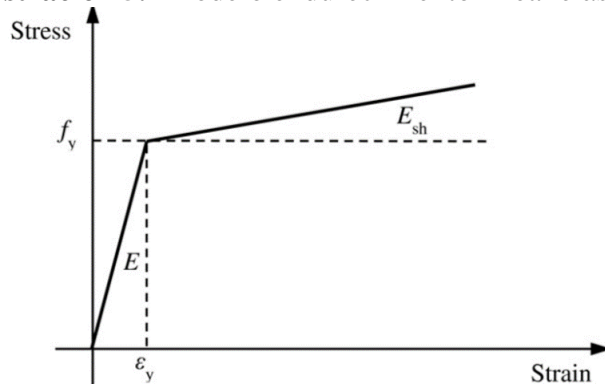


Fuente: Stress – strain curves for hot - rolled steels, Yun / Gardner.

1.1.3.3.2. Modelo endurecimiento lineal elástico

Este modelo considera el endurecimiento por deformación del material de manera simple, en el cual “Esh” es el módulo de endurecimiento por deformación, cuyo valor depende de varios factores como: la composición del material, forma de sección transversal, esfuerzos residuales causados por el proceso de conformación, entre otros, cuyo valor generalmente es $E_{sh} = 2\% * E$ [14].

Ilustración 5.- Modelo endurecimiento lineal elástico.

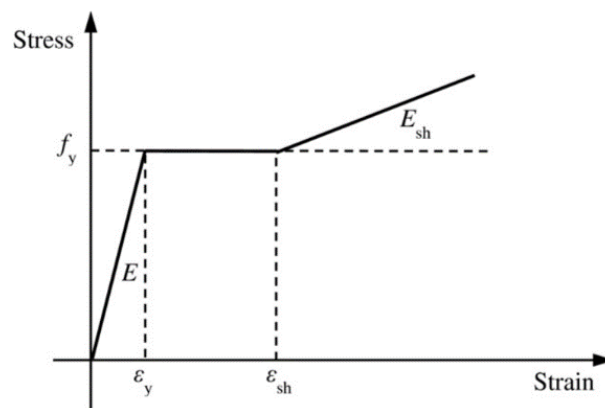


Fuente: Stress – strain curves for hot - rolled steels, Yun / Gardner.

1.1.3.3.3. Modelo tri-lineal

Este modelo considera tanto el endurecimiento por deformación, como la meseta de fluencia, considerando a continuación de la meseta de fluencia un módulo constante de endurecimiento por deformación “Esh” [14].

Ilustración 6.- Modelo Tri-lineal.



Fuente: Stress – strain curves for hot - rolled steels, Yun / Gardner.

1.1.3.4. No linealidad

Se considera un comportamiento no lineal cuando causa - efecto no mantienen una relación lineal, los materiales dejan de cumplir la ley de Hook, desplazamientos considerables en la estructura, entre otros.

1.1.3.4.1. Tipos de no linealidad

1.1.3.4.1.1. No linealidad geométrica

La no linealidad geométrica se debe a la presencia de grandes desplazamientos o deformaciones de los elementos, produciendo grandes cambios en su configuración geométrica durante pruebas de carga, debido a las condiciones geométricas del mismo, como por cargas excesivas, obteniendo no linealidad geométrica por[15]:

- Grandes deformaciones y pequeños desplazamientos.
- Grandes desplazamientos y pequeñas deformaciones.
- Grandes desplazamientos y grandes deformaciones.

1.1.3.4.1.2. No linealidad por contacto o de contorno

Debido a sus condiciones de contorno o rozamiento en las zonas de contacto entre dos cuerpos solidos deformables o rígidos, este presenta cambio de rigidez.

1.1.3.4.1.3. No linealidades del material

Se debe por la constitución del material por lo cual su comportamiento es no lineal. Se trata de una no linealidad del material, cuando la relación entre esfuerzo – deformación no es constante mientras se presenta la deformación, es decir, varia conforme a distintos niveles de carga[15].

1.1.3.5. Rehabilitación sísmica

Se definen como las distintas intervenciones de manera preventiva en estructuras existentes que no cumplen con los criterios de seguridad o desempeño[16].

La rehabilitación sísmica de edificios consiste en la evaluación y diseño de sistemas de rehabilitación, para modificar el desempeño sísmico de edificaciones existentes en base al cumplimiento de un objetivo de desempeño sísmico[17].

El objetivo en común de la rehabilitación sísmica es que la estructura sea habitable y funcione correctamente después de ser afectada por un sismo, mediante el incremento de la capacidad de la estructura para soportar cargas, los factores que se ven inmersos al momento de una rehabilitación son la rigidez, amortiguamiento y ductilidad.

Las estrategias de Rehabilitación se escogen a partir de las deficiencias evidenciadas en la etapa de evaluación[16] para así poder mejorar favorablemente propiedades como resistencia, ductilidad, rigidez, regularidad estructural entre otras, dentro de los factores que condicionan un proceso de rehabilitación también deben considerarse costos de rehabilitación, limitaciones tanto funcionales y estéticas, interrupción de la ocupación del edificio si como las instalaciones propias en los edificios[16].

Los parámetros a considerar para la selección del método de rehabilitación son[17][2]:

- Diagnostico estructural
- Condiciones arquitectónicas y operacionales
- Materiales y mano de obra disponibles en el lugar
- Costos
- Tiempo

Para la rehabilitación la norma NEC-SE-RE 2015 considera los efectos de las cargas gravitacionales y sísmicas, estableciendo 2 tipos de combinaciones, que son:

$$1,1 (D+0,25L) +E$$

$$0,9(D+0,25L) +E$$

Donde:

D = Carga muerta total de la estructura

E = Efectos de las fuerzas sísmicas

L = Carga viva

De las ecuaciones anteriormente enunciadas, se escoge la que produzca el efecto más crítico sobre la estructura.

1.1.3.5.1. Estrategias de rehabilitación

Las estrategias de rehabilitación que permite la Norma NEC-SE-RE como medida para la rehabilitación sísmicas, también son expuestas en FEMA 356[16], clasificando en:

- Modificación local de componentes.
- Remoción o reducción de irregularidades.
- Rigidizamiento global de la estructura.
- Reforzamiento global de la estructura.
- Reducción de masa.

1.1.3.5.1.1. Modificación local de componentes estructurales

Consiste en modificaciones locales en elementos estructurales para mejorar las conexiones o incrementar la resistencia, capacidad de deformación, sin alterar la configuración general de la estructura, entre ellos tenemos:

- Placas de acero para confinamiento de columnas.

1.1.3.5.1.2. Remoción o reducción de irregularidades existentes

Se puede usar esta estrategia cuando los procesos de evaluación y análisis mediante observación de los perfiles de desplazamiento y las demandas de deformación inelástica, indican que irregularidades de masa, rigidez o resistencia afectan la

respuesta de la estructura, la presencia de las mismas suele ocurrir cuando por discontinuidades en la estructura, el método para la rehabilitación es:

- Incorporación de Riostras de acero o tabiques de hormigón armado en lugares adecuados.

1.1.3.5.1.3. Rigidizado global de la estructura

Cuando las deficiencias se deben por desplazamiento lateral excesivo y los componentes críticos no disponen de adecuada ductilidad para resistir las deformaciones, se puede modificar el sistema estructural mediante:

- Incorporación de riostras o tabiques de distintos materiales que incrementen la rigidez lateral.

a) Utilización de Riostras concéntricas para la rehabilitación sísmica:

Se utiliza riostras de acero conectadas en forma concéntrica, en el caso de pórticos de acero u hormigón armado, en el caso de hormigón armado se presentan ciertas consideraciones debido a la elevada rigidez de la riostra, éstas quedan sometidas a fuerzas axiales que deben transmitirse a la estructura en la cual se instalan, los esfuerzos transmitidos en ocasiones son más elevados que los permitidos por la estructura incluso cuando esta última ya sido reforzada.

b) Utilización de Riostras excéntricas para la rehabilitación sísmica:

Se deben tener en cuenta para este tipo de rehabilitaciones que los enlaces son componentes especiales del sistema que deben soportar grandes deformaciones inelásticas, para esta metodología se debe adosar una estructura nueva a la construcción existente.

1.1.3.5.1.4. Reforzamiento global de la estructura

Este tipo de rehabilitación se para incrementar la resistencia de todo el sistema estructural, cuando la respuesta inelástica global de la estructura se inicia a niveles de

resistencia menores que el nivel de diseño adoptado para la rehabilitación, dentro de los métodos está:

- Reforzamiento de elementos existentes: consistiendo en los mismos métodos para el caso de modificación local de componentes estructurales.
- Incorporar nuevos elementos estructurales.

1.1.3.5.1.5. Reducción de masas

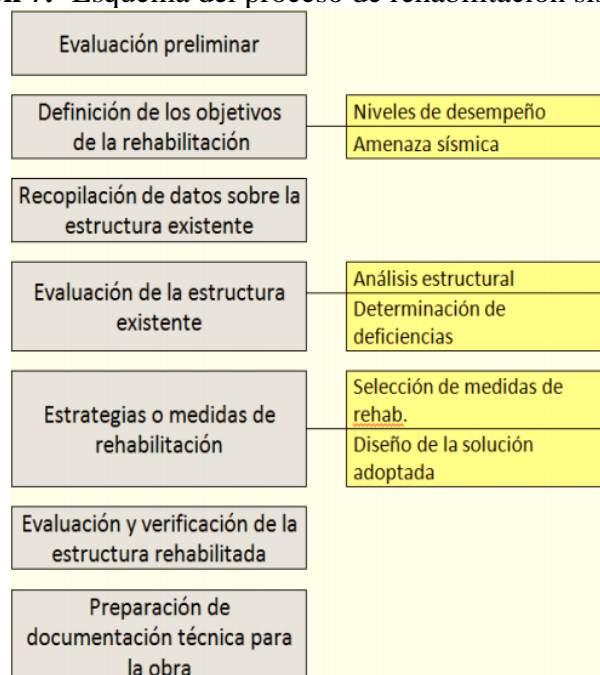
En los casos que sea posible, es una alternativa para disminuir la demanda de resistencia y desplazamientos, es decir, es una forma indirecta de reforzar y rigidizar la estructura, esto es posible mediante:

- Eliminar elementos existentes pesados como: particiones internas, contrapisos, acabados de piedras, equipamiento, entre otros.
- Reemplazo de elementos no estructurales más livianos que los existentes.

1.1.3.5.2. Proceso de rehabilitación sísmica

La NEC-SE-RE 2015 establecen el siguiente esquema para el proceso de rehabilitación sísmica[16].

Ilustración 7.- Esquema del proceso de rehabilitación sísmica.



Fuente: Diseño Sismoresistente de Construcciones de Acero: Rehabilitación sísmica, Francisco Crisafulli.

1.1.4. Hipótesis

La aplicación de metodologías de rehabilitación sísmica en una estructura metálica, tipo industrial provee un comportamiento estructural eficiente.

Variable Independiente:

Metodología de rehabilitación sísmica en una estructura metálica tipo industrial.

Variable Dependiente:

Comportamiento estructural

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Analizar una de las metodologías para rehabilitación de estructuras metálicas debido a daños por solicitaciones sísmicas en base a la modelación matemática de una estructura industrial.

1.2.2. Objetivos Específicos

1.2.2.1.- Investigar el estado del arte de metodologías existentes para rehabilitar estructuras metálicas debido a daños por solicitaciones sísmicas.

1.2.2.2.- Elaborar el modelo matemático para un análisis lineal y no lineal que cumplan con las especificaciones de la NEC 15 y AISC 360-10 en una estructura metálica.

1.2.2.3.- Analizar y aplicar la metodología óptima de rehabilitación de acuerdo con los daños provocados en la estructura modelada.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1. Materiales y equipos

2.1.1. Materiales

Materiales y útiles o suministros de oficina.

2.1.2. Equipos

2.1.2.1. ETABS v.16.1.0

Software integrado para el análisis y diseño estructural de edificios, mediante herramientas de modelado y visualización de objetos 3D, con rápida potencia para análisis lineal y no lineal, permitiendo comprender los resultados de análisis y diseño de ingeniería, permitiendo vincular dibujos CAD de otros software para generar modelados ETABS[18].

Tabla 1.- Especificaciones técnicas ETABS v.16.1.0.

Detalles de Activación			
Contraseña de Activación	7b8217ce-61b7-4823-a9d4-b8c86c9f2707		
Usuario ID:	6863	Nombre de Usuario:	Universidad Técnica de Ambato
Detalles de Producto			
Nombre		Cantidad	Duración de licencia
Etabs Ultimate 2016 – Network (Academic 10 User)		2	1 año

Fuente: CSI Computers and Structures.

2.2. Métodos

La Norma NEC-SE-RE 2015 establece un esquema base para la ejecución de un estudio de rehabilitación que consiste en 5 fases, las cuales son:

- Definición del objetivo de rehabilitación.
- Selección de estrategias de rehabilitación.
- Levantamiento de información y ensayos.
- Modelación, análisis y criterios de aceptación.
- Diseño y Rehabilitación.

2.2.1. Plan de recolección de datos

Para el levantamiento de información se utiliza los procedimientos descritos en la NEC-SE-RE 2015, que direcciona al ASCE 41.

- Obtener los planos arquitectónicos y estructurales de la estructura (Local Industrial “INCALSID”).
- Investigar distintas metodologías existentes para la rehabilitación sísmica de acuerdo a la estructura a rehabilitar.
- Cuantificar las cargas gravitacionales.
- Cuantificar las cargas sísmicas.
- Determinar los valores de configuración estructural de acuerdo a NEC-SE-DS 2015.
- Determinar los modelos matemáticos para un análisis lineal y no lineal que cumplan con las especificaciones de la NEC 15, AISC 360-10 y AISC 341-16 de la estructura metálica.
- Determinar el régimen tectónico de la ciudad de Ambato.
- Seleccionar acelerogramas de eventos sísmicos significativos ocurridos en Ecuador, filtrar y corregir los acelerogramas.

2.2.2. Plan de procesamiento y análisis de información

- Utilizar el software ETABS 2016 v16.1.0. para la modelación de la nave industrial.
- Definir propiedades lineal y no lineal del acero estructural.
- Definir las secciones de los elementos estructurales de la nave industrial.
- Obtener los parámetros estructurales de la estructura en el rango lineal.
- Asignar rótulas plásticas en los elementos estructurales de la nave industrial.
- Definir el desplazamiento objetivo relacionando el periodo de vibración de la estructura con los espectros de respuesta de los sismos seleccionados.
- Determinar el cortante basal de la estructura.
- Repartir el valor del cortante basal para el número de nodos de la cercha.
- Definir y aplicar las fuerzas axiales en cada nodo de la cercha para el análisis estático no lineal de acuerdo al valor del cortante basal de la nave industrial.
- Definir los parámetros para un análisis estático no lineal (Pushover) de acuerdo al comportamiento estructural de una nave industrial.
- Realizar el análisis estático no lineal.
- Analizar y aplicar las metodologías de rehabilitación de acuerdo con los daños identificados en la estructura modelada.
- Comparar los resultados obtenidos entre la estructura en estado original y la estructura reparada.
- Determinar las propuestas óptimas de rehabilitación sísmica en estructuras metálicas tipo industrial.

2.2.3. Recolección de datos

Para la recopilación de información de una estructura existente, se considera distintas fuentes establecidos de acuerdo al ASCE 41 en su capítulo C3 sección C3.2: As-Built Information.

2.2.3.1. Metodología para recolección de datos

2.2.3.1.1. Documentos de construcción, análisis de ingeniería, informes o perforaciones del suelo

De los archivos de la empresa INCALSID, se pudo obtener los planos arquitectónicos y estructurales del Local Industrial “INCALSID”, donde constan datos y detalles de cimentación, suelo, columnas, cerchas, tipo de cubierta, tipo de conexiones estructurales, instalaciones eléctricas y sanitarias, acabados de la obra.

2.2.3.1.2. Normas y códigos de referencia del periodo de construcción

Los planos estructurales del Local Industrial fueron aprobados por el GAD el 11 de septiembre del 2013, cuya norma de diseño era el Código Ecuatoriano de la Construcción CEC vigente en la fecha que tiene como base el Código Estadounidense ACI 318.

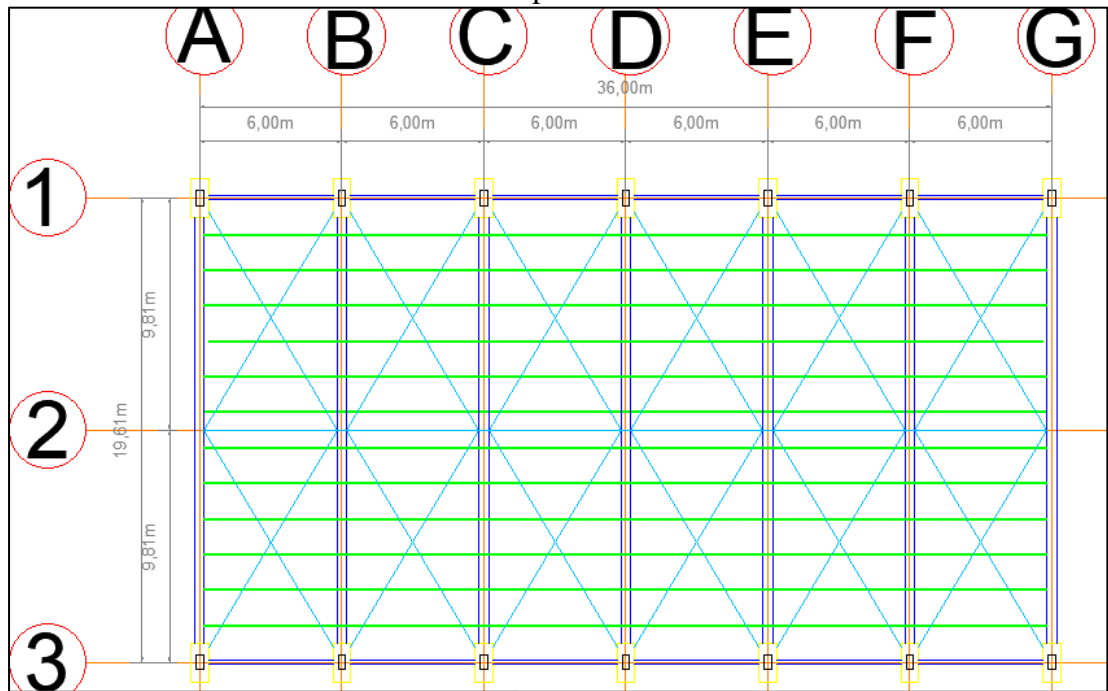
2.2.3.1.3. Entrevistas a propietario, gerentes, arquitecto e ingeniero original, contratistas del edificio

Debido a que no se pudo realizar el ensayo de resistencia a la tracción del acero estructural, se comprobó el valor de las especificaciones técnicas del material empleado en su construcción, mediante el catálogo de materiales y comprobante de venta del proveedor, los mismos que fueron proporcionados por el propietario de la estructura.

2.2.3.2. Estructura en análisis

El sistema estructural de la nave industrial es un sistema aporticado, abarcando un área de 36,00 m de largo y 19,51 m de ancho, posee pórticos tipo cercha circular con una separación de 6,00 m cada uno.

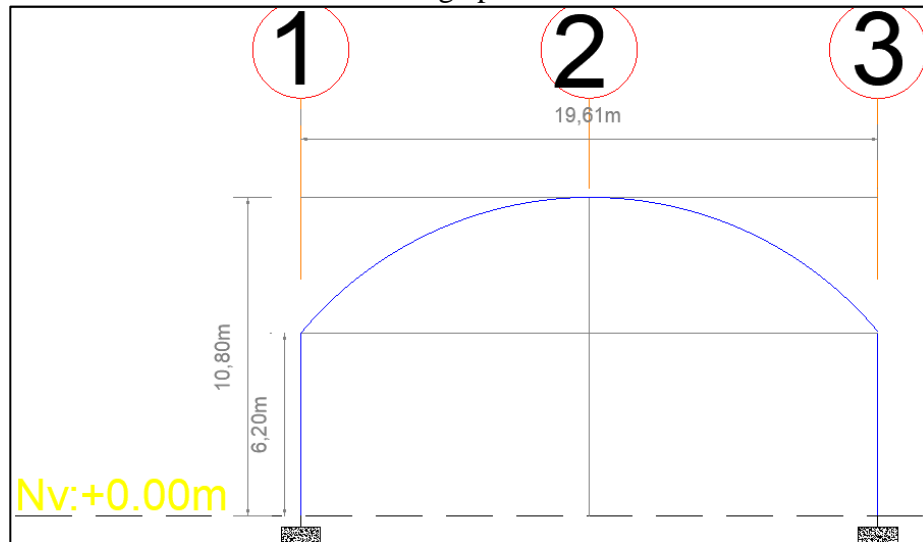
Ilustración 8.- Vista en planta de la nave industrial.



Fuente: Planos Estructurales “INCALSID”.

La estructura metálica tiene una elevación total de 10,80 m, la altura de las columnas es 6,20 m.

Ilustración 9.- Vista en elevación del galpón industrial Pórticos A-B-C-D-E-F-G.

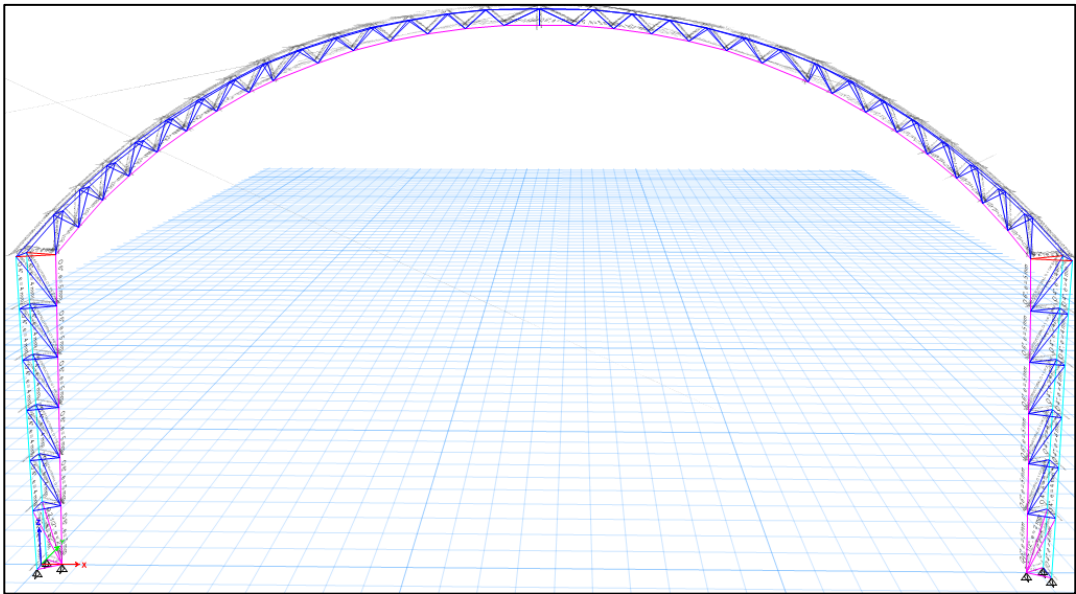


Fuente: Héctor Guerrero F.

El pórtico está conformado por acero estructural tipo tubular, las columnas están conformadas por 1 cordón interior y 2 cordones exteriores, los montantes están

dispuestas cada 1m, con sus respectivas diagonales. La cercha está conformada por 1 cordón inferior y 2 cordones superiores dando la forma de una estéreo celosía, las diagonales están colocadas de tal manera que los nodos en la cercha se forman cada 0,70 m.

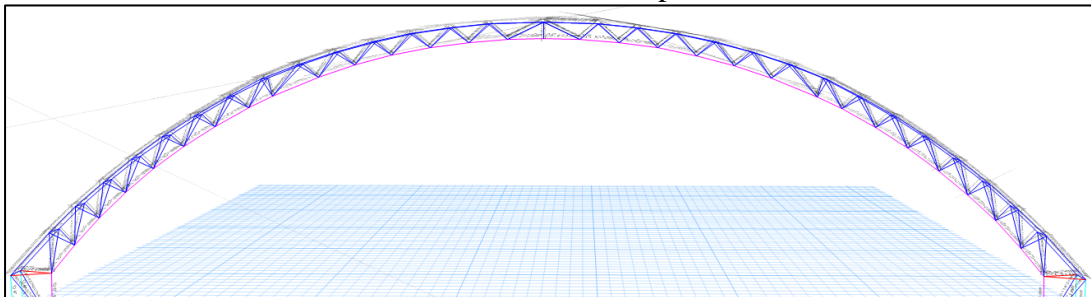
Ilustración 10.- Vista frontal de los pórticos de la estructura.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

El cordón inferior de la cercha es un tubo estructural circular de diámetro exterior = 6" y espesor = 5 mm, los cordones superiores son de tubo circular de diámetro exterior = 3" y espesor = 4 mm.

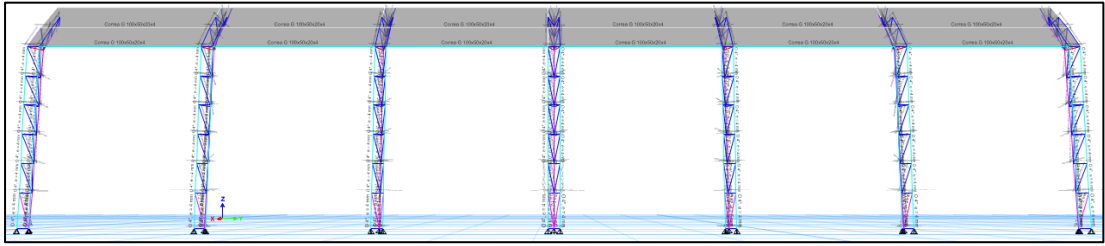
Ilustración 11.- Vista frontal de los cordones superiores e inferior de la cercha.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

El cordón interior de las columnas es de tubo estructural circular de diámetro exterior = 6" y espesor = 5 mm, los cordones exteriores son tubo circular de diámetro exterior = 4" y espesor = 4 mm.

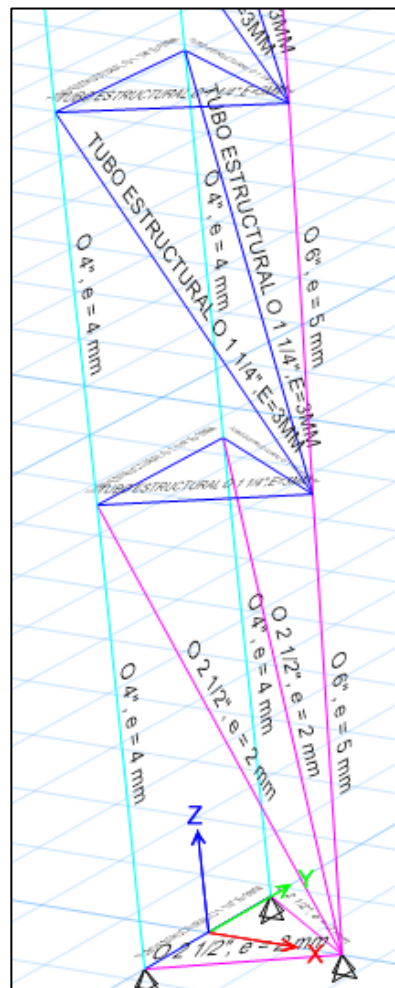
Ilustración 12.- Vista lateral derecha de la estructura.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

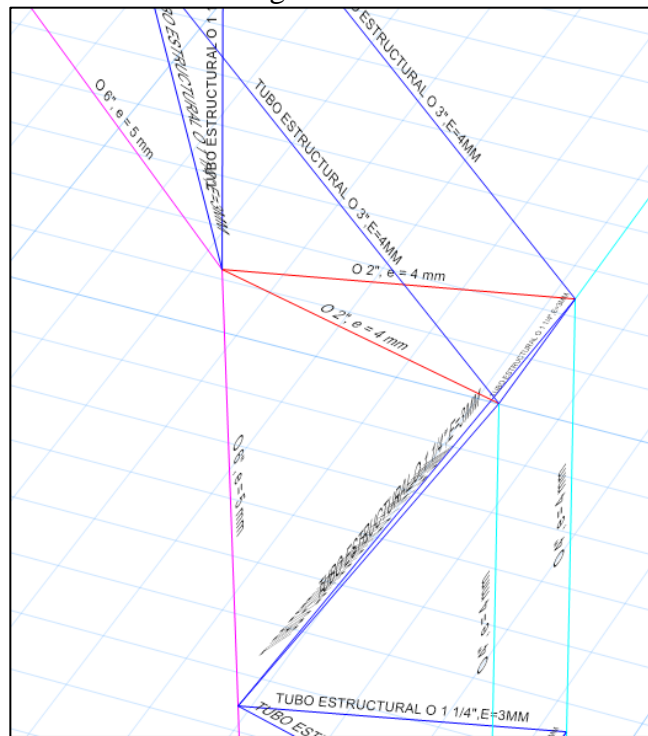
Las montantes y diagonales en todo el pórtico son de tubo estructural circular de diámetro externo = 1 1/4" y espesor = 3 mm, con excepción de las diagonales de la base que son de tubo circular de diámetro exterior = 2 1/2" y espesor = 2 mm, las diagonales que se encuentran en la unión cercha – columna es de tubo circular de diámetro exterior de = 2" y espesor = 4 mm.

Ilustración 13.- Detalle de montantes y diagonales en la base de las columnas.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

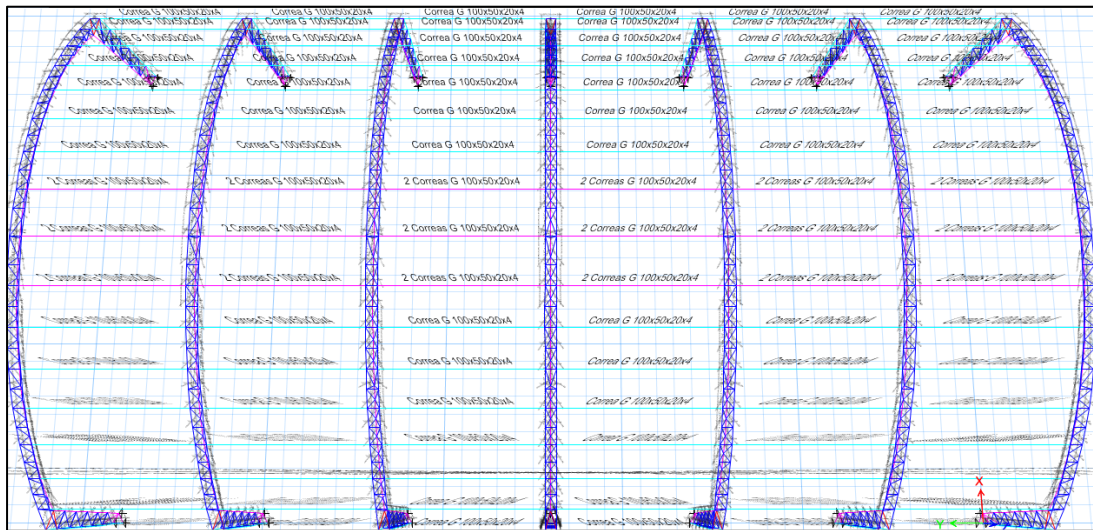
Ilustración 14.- Detalle diagonales en la unión cercha - columna.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

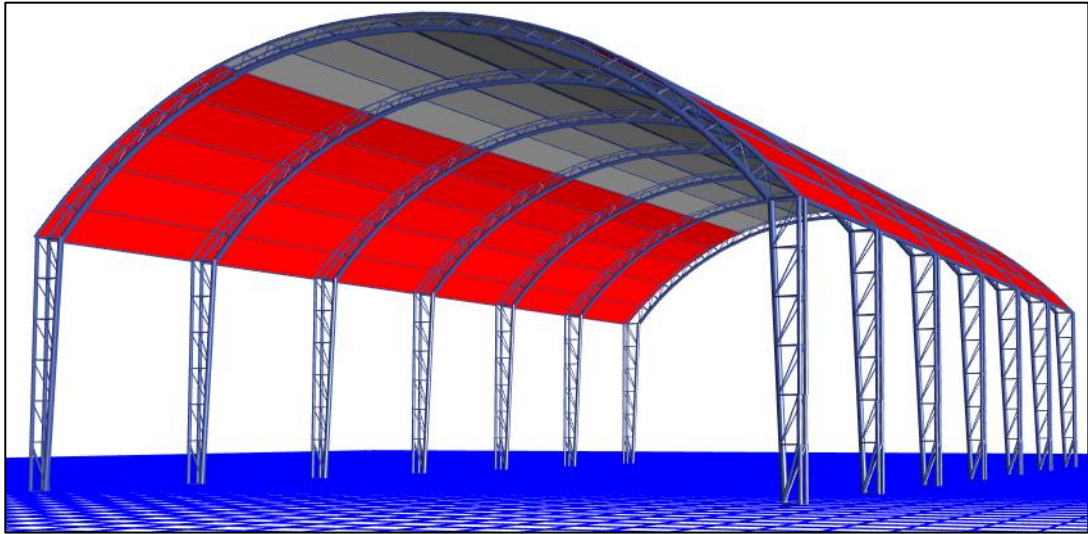
La estructura posee correas tipo G 100x50x20x4 mm, dispuestas a una distancia promedio de 1,40 m a lo de la cercha, y una doble G 100x50x20x4 mm en la parte superior de la cercha, siendo conectadas a corte con los pórticos adyacentes.

Ilustración 15.- Detalle de ubicación de las correas.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Ilustración 16.- Render de la estructura modelada.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

2.2.3.3. Definición del material

2.2.3.3.1. Acero estructural

El acero estructural empleado en la construcción es el acero A36.

Las propiedades mecánicas del material como es la resistencia a la tracción están especificado en los planos estructurales es $f_y = 36$ KSI, las propiedades que no se detallan se tomaron de las especificaciones técnicas del ASTM A36[19]:

Propiedades lineales:

Módulo de elasticidad (E) = 29000 KSI

Módulo de cortante (G) = 11200 KSI

Relación de Poison = 0,30

$F_y = 36$ KLb/pulg² ≈ 250 MPa.

$F_u = 58$ KLb/pulg² ≈ 400 MPa.

$\epsilon_y = 0,0012$

Ilustración 17.- Propiedades lineales Acero A36.

General Data

Material Name: ACERO A36
 Material Type: Steel
 Directional Symmetry Type: Isotropic
 Material Display Color: [Blue] Change...
 Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7,849 tonf/m³
 Mass per Unit Volume: 0,80038 tonf-s²/m

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 21000000 tonf/m²
 Poisson's Ratio, U: 0,3
 Coefficient of Thermal Expansion, A: 0,0000117 1/C
 Shear Modulus, G: 8076923,08 tonf/m²

Minimum Yield Stress, Fy: 25299 tonf/m²
 Minimum Tensile Strength, Fu: 40731,39 tonf/m²
 Effective Yield Stress, Fye: 27828,9 tonf/m²
 Effective Tensile Strength, Fue: 44804,53 tonf/m²

Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Propiedades no lineales.

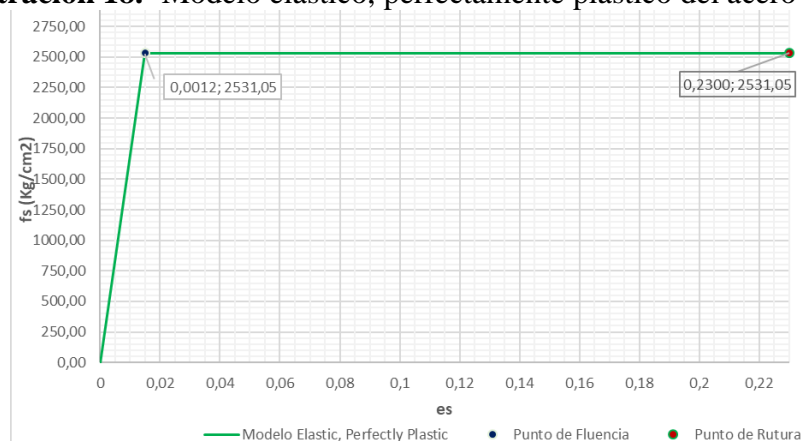
Para las propiedades no lineales del material se utiliza el modelo elástico – plástico perfecto presentado por Xiang Yun y Leroy Gardner en su trabajo titulado “Stress – strain curves for hot-rolled steels”[14].

Tabla 2.- Propiedades acero A36

ACERO NORMALIZADO ASTM A36			
ey =	0,0012	Ley de Hooke	
eu = 0,6*(1-fy/fu)	0,2276	Fórmula de Yun & Gardner	
er =	0,23	ASTM A36	
fy (Klb/in2)	36	2531,05	(Kg/cm2)
E (KLb/ in2)	29000	2100000	(Kg/cm2)

Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 18.- Modelo elástico, perfectamente plástico del acero A36.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 19.- Propiedades no lineal del acero A36.

Material Name: ACERO A36
 Material Type: Steel, Isotropic
 Hysteresis Type: Elastic

Acceptance Criteria Strains

	Tension	Compression	Unit
IO	0,01	0,005	cm/cm
LS	0,02	0,01	cm/cm
CP	0,05	0,02	cm/cm

Stress Strain Curve Definition Options
 Parametric

User Stress-Strain Curve Data
 Number of Points in Stress-Strain Curve: 7

Point Number	Strain	Stress (kgf/cm ²)	Point ID
1	-0,23	-2531,05	-E
2	-0,2276	-2531,05	-C
3	-0,0012	-2531,05	-B
4	0	0	A
5	0,0012	2531,05	B
6	0,2276	2531,05	C
7	0,23	2531,05	E

Buttons: Add Row, Delete Rows, Order Rows

Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

2.2.3.4. Definición de secciones

Columnas

Las columnas son de tubos estructurales circulares y están conformadas por: 1 cordón interior O 6", e=5mm y 2 cordones exteriores O 4", e=4 mm.

Ilustración 20.- Definición de cordón interior y exteriores.

Property Name: O 6", e = 5 mm
 Material: ACERO A36
 Display Color: [Pink]
 Notes: [Modify/Show Notes...]

Shape
 Section Shape: Steel Pipe

Section Property Source
 Source: User Defined

Section Dimensions
 Outside Diameter: 0,1524 m
 Wall Thickness: 0,005 m

Property Modifiers

 Currently Default

Property Name: O 4", e = 4 mm
 Material: ACERO A36
 Display Color: [Cyan]
 Notes: [Modify/Show Notes...]

Shape
 Section Shape: Steel Pipe

Section Property Source
 Source: User Defined

Section Dimensions
 Outside Diameter: 0,1016 m
 Wall Thickness: 0,004 m

Property Modifiers

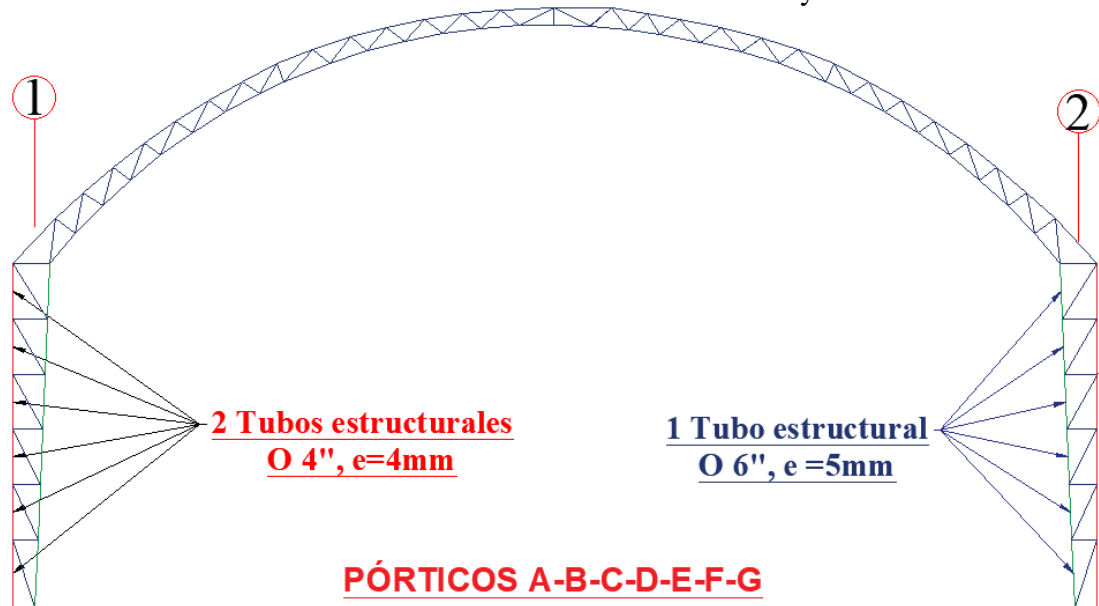
 Currently Default

Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

En anexos A se enlista los elementos que conforman las columnas, su ubicación, sección, material, longitud.

Para su identificación se utilizó los códigos: PA– CEF-01; PA-CEA-01; PA-CINT-01. Donde PA indica el pórtico, siendo PA = pórtico A, PB = pórtico B, sucesivamente, CEF = cordón exterior frente, CEA = cordón exterior atrás, CINT = cordón interior, 01 = numeración del elemento enumerados desde la base hasta su altura máxima desde el eje 1 al eje 2 según planos.

Ilustración 21.- Ubicación de cordones interiores y exteriores.

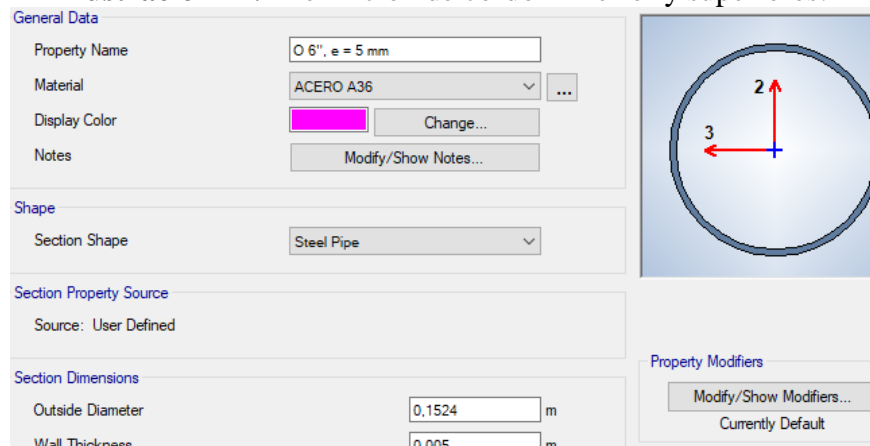


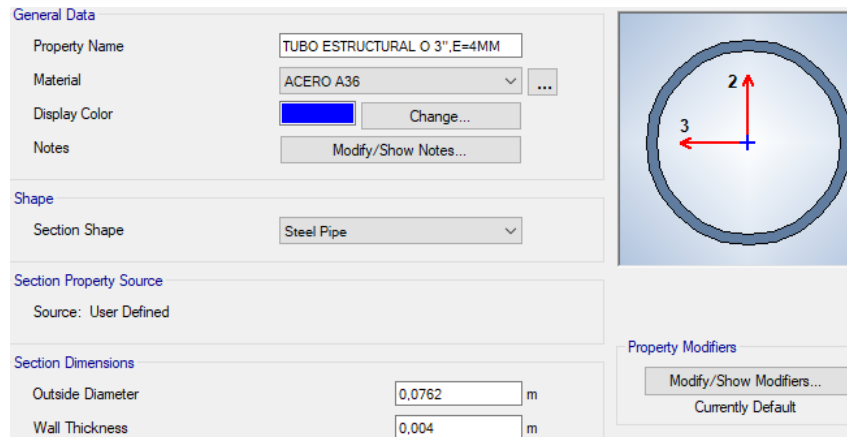
Fuente: Héctor Guerrero F.

Cerchas

La cercha está compuesta por: 1 cordón inferior O 6”, e=5 mm y 2 cordones superiores O 3”, e=4mm.

Ilustración 22.- Definición de cordón inferior y superiores.



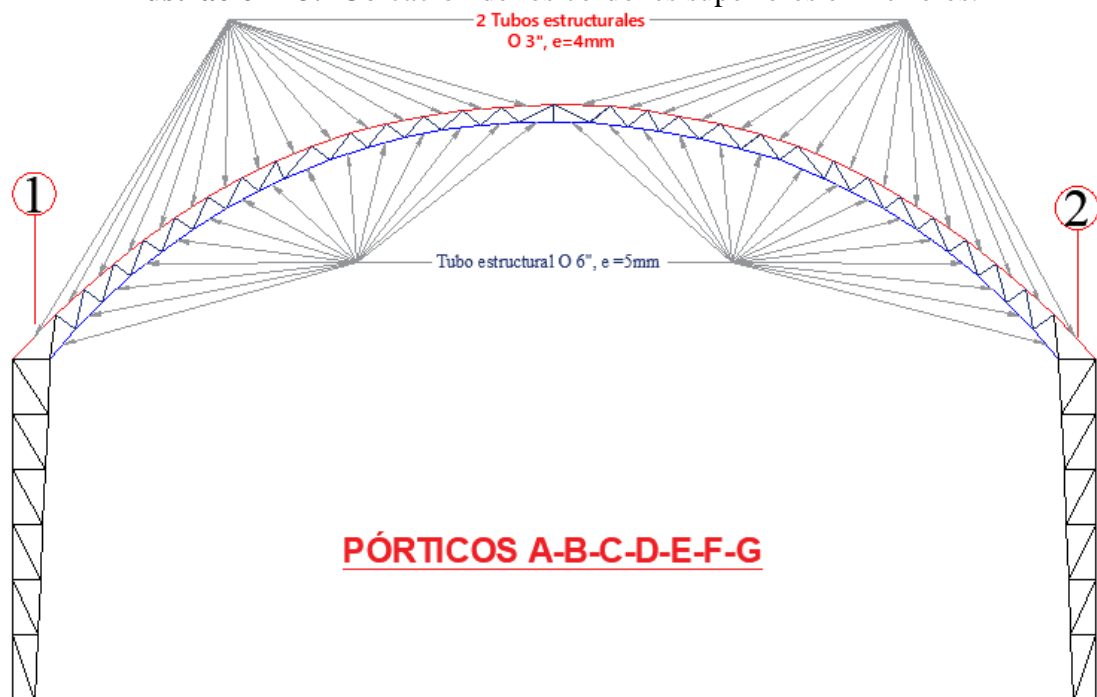


Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

La sección de anexos A enlista los cordones superiores e inferior que conforman la cercha, su ubicación, sección, material, longitud.

Para su identificación se procedió a utilizar los códigos: PA- CINF-01; PA-CSF-01; PA-CSA-01. Donde PA indica el pórtico, siendo PA = pórtico A, PB = pórtico B, sucesivamente, CSF = cordón superior frente, CSA = cordón superior atrás, CINF = cordón inferior, 01 = numeración del elemento enumerados desde el eje 1 al eje 2 según planos.

Ilustración 23.- Ubicación de los cordones superiores e inferiores.

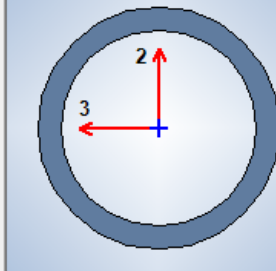
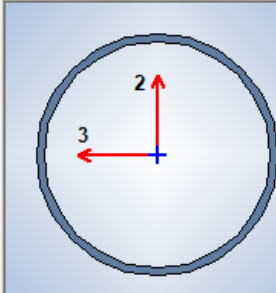
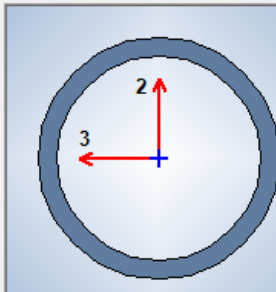


Fuente: Héctor Guerrero F.

Montantes y diagonales

Las diagonales y montantes de la estructura son tubos estructurales O 1 1/4", e=3 mm, con excepción de las diagonales y montantes O 2 1/2", e=2 mm que se ubican en la base de las columnas y las diagonales O 2", e= 4mm ubicadas en la unión cercha – columna.

Ilustración 24.- Definición de las montantes y diagonales del pórtico.

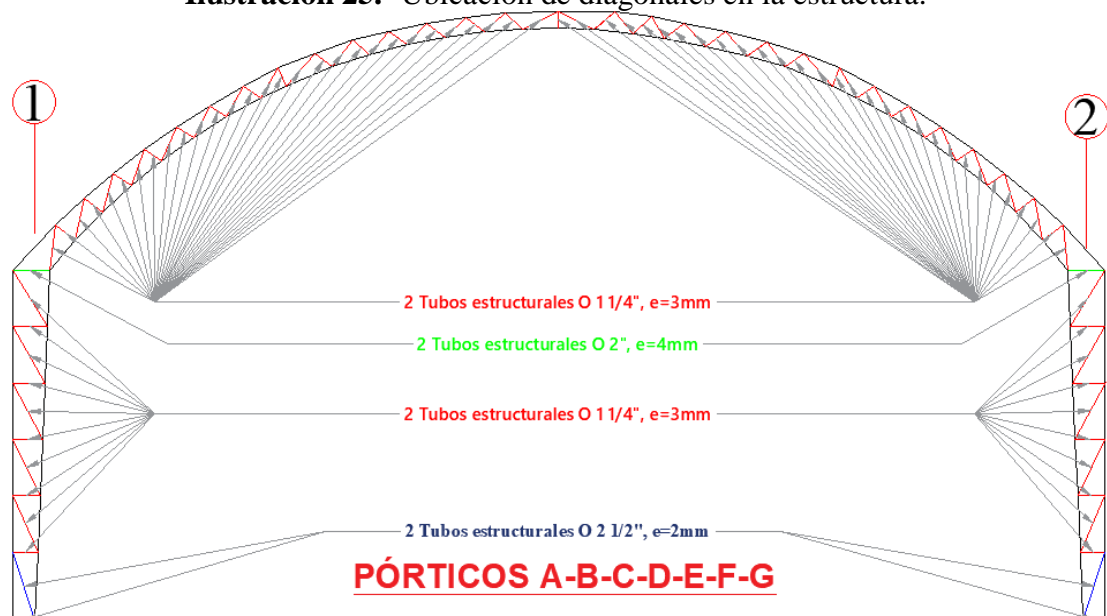
Property Name UBO ESTRUCTURAL O 1 1/4",E=3MM	
Material ACERO A36	
Display Color Change...	
Notes Modify/Show Notes...	
Shape Section Shape: Steel Pipe	
Section Property Source Source: User Defined	
Section Dimensions Outside Diameter: 0,03175 m Wall Thickness: 0,003 m	Property Modifiers Modify/Show Modifiers... Currently Default
General Data Property Name O 2 1/2", e = 2 mm	
Material ACERO A36	
Display Color Change...	
Notes Modify/Show Notes...	
Shape Section Shape: Steel Pipe	
Section Property Source Source: User Defined	
Section Dimensions Outside Diameter: 0,0635 m Wall Thickness: 0,002 m	Property Modifiers Modify/Show Modifiers... Currently Default
General Data Property Name O 2", e = 4 mm	
Material ACERO A36	
Display Color Change...	
Notes Modify/Show Notes...	
Shape Section Shape: Steel Pipe	
Section Property Source Source: User Defined	
Section Dimensions Outside Diameter: 0,0508 m Wall Thickness: 0,004 m	Property Modifiers Modify/Show Modifiers... Currently Default

Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

En la sección de anexos A se enlista las montantes, diagonales y elementos corta pando flexural en todo el pórtico, su ubicación, sección, material, longitud.

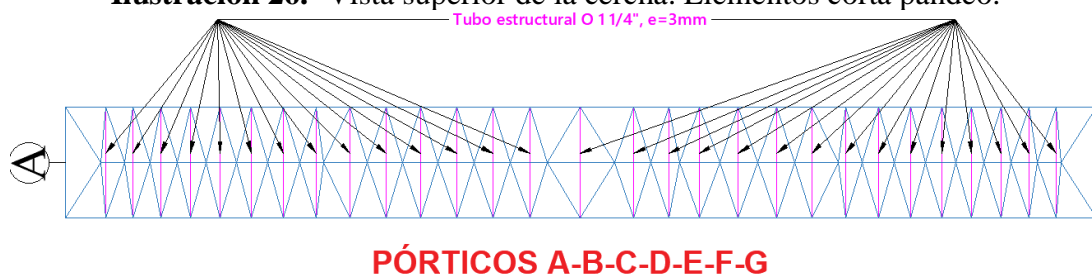
Para la identificación se procedió a utilizar los códigos: PA-DF-01; PA-DA-01; PA-CP-01. Donde PA indica el pórtico, siendo PA = pórtico A, PB = pórtico B, sucesivamente, DF = diagonal frente, DA = diagonal atrás, CP = corta pando, 01 = numeración del elemento enumerados desde la base del eje 1 hacia la base del eje 2 según los planos.

Ilustración 25.- Ubicación de diagonales en la estructura.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 26.- Vista superior de la cercha: Elementos corta pando.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 27.- Elementos corta pandeo: vista lateral derecha y vista lateral izquierda.

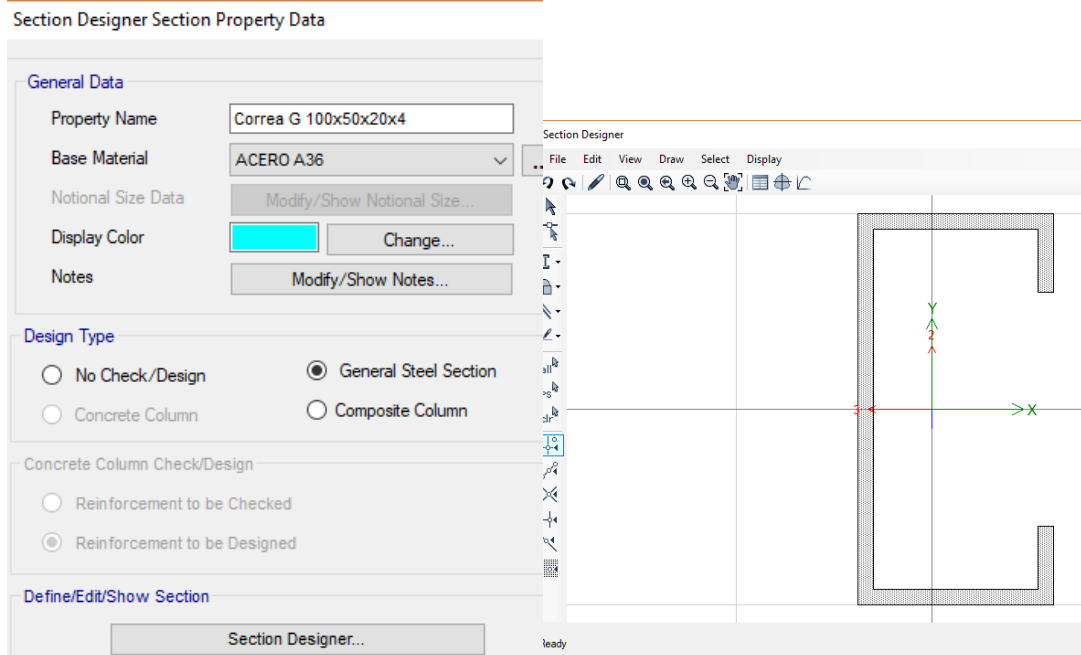


Fuente: Héctor Guerrero F.

Correas

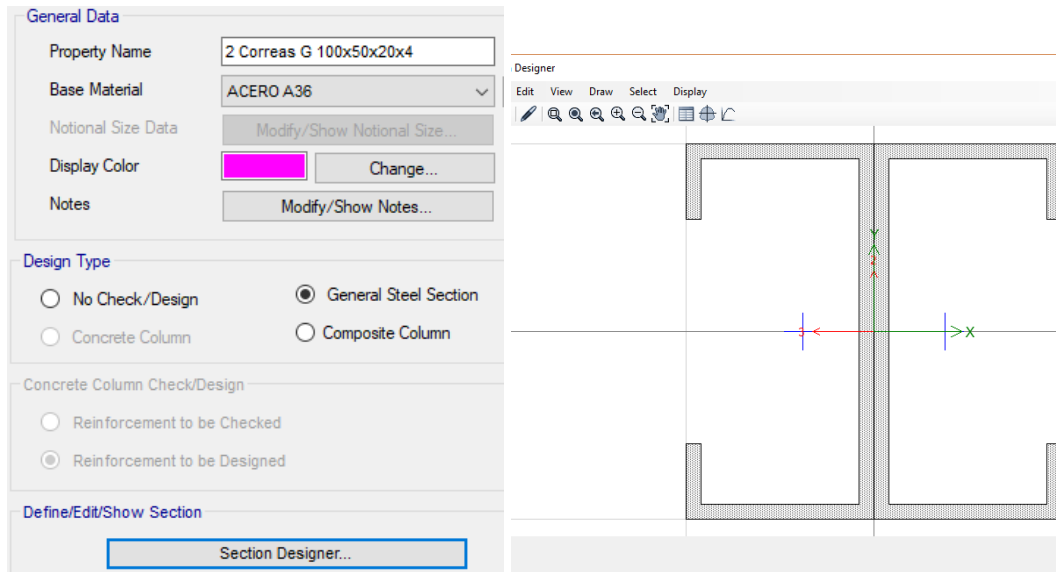
Las correas empleadas son tipo G100x50x20x4mm, y en la parte intermedia de la cercha se colocaron correas tipo 2 G100x50x20x4mm.

Ilustración 28.- Definición correa G 100x50x20x4 mm.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

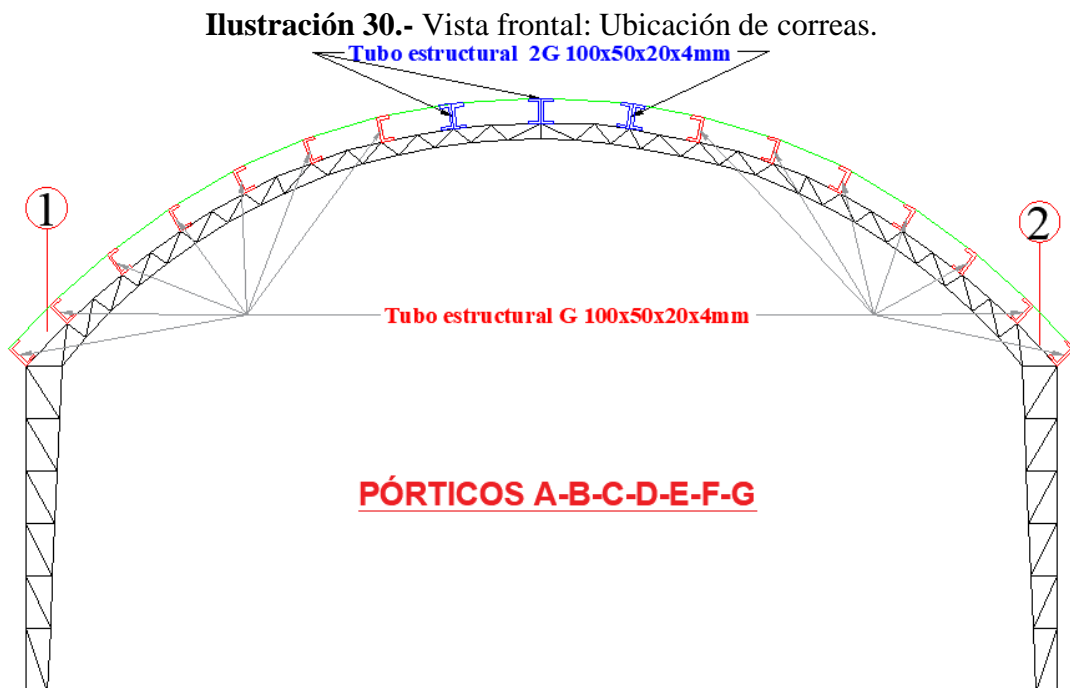
Ilustración 29.- Definición correa 2 G 100x50x20x4 mm.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Las correas se enlistan en la sección de anexos A mediante una tabla donde se detallan su ubicación, sección, material, longitud.

Para su identificación se utiliza el código: PA-PB-C1. Donde PA-PB indica entre que pórticos esta la correa, siendo PA = pórtico A, PB = pórtico B, sucesivamente, C = correa, 01 = numeración del elemento enumerados desde el eje 1 hacia el eje 2 según los planos.



Fuente: Héctor Guerrero F.

2.2.3.5. Cargas gravitacionales

Los datos de las cargas gravitacionales de carga muerta y viva se obtuvieron a partir de los planos arquitectónicos, corroborando la información con la visita de campo.

2.2.3.5.1. Carga muerta

Peso de cubierta

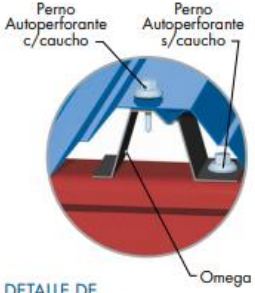
El tipo de cubierta utilizada es Estilpanel AR-2000, cuya separación entre apoyos es 1,40 m, espesor = 0,35 mm, con un peso 3,15 Kg/m².

Ilustración 31.- Especificación técnica ESTILPANEL AR-2000.

PANEL AR - 2000

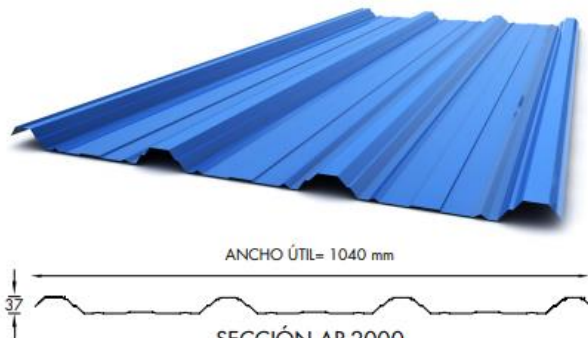
De la moderna línea **Estilpanel**, el Panel **AR - 2000** es el que ha sido diseñado con el mejor desempeño mecánico y estructural.

Su exclusivo sello hidráulico, así como sus rigidizadores longitudinales, desarrollados con la más alta tecnología de Novacero hacen de éste un panel excepcional por sus atributos de hermeticidad, resistencia a cargas, accesibilidad y mayor ancho útil. La utilización del conector omega en la instalación de **Estilpanel**, establece el principio de cubierta flotante; es decir, que se adapta a la contracción y dilatación del acero, por efecto de los cambios de temperatura.



Este sistema está diseñado para soportar cargas de succión de viento y para absorber los desplazamientos producidos por los sismos.

AR - 2000						
Cuadro de espesores, peso y distancia máxima entre apoyos						
Espesor (mm)	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60
Peso (Kg/m ²)	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50	5.40
Distancia (m)	1.20	1.60	1.80	2.10	2.40	2.60



Fuente: Catálogo de productos NOVACERO.

Peso Luminarias e Instalaciones

El peso de instalaciones y luminarias es 5,50 Kg por metro cuadrado.

Peso Estructura Metálica

El peso propio de la estructura metálica es 1 Kg/m², desde el Eje 1 al 3, con una distancia de 19,61 m.

Tabla 3.- Resumen de carga muerta.

TIPO	Peso Propio (Kg/m ²)	Longitud (m)	Espesor (mm)	Peso Total (Kg/m ²)
Estructura Metálica	1	19,61	-	19,61
Techo	3,15	-	0,35	3,15
Luminaria e Instalación	5,5	-	-	5,50
C.M. (Kg/m²) =				28,26

Fuente: Héctor Guerrero F.

2.2.3.5.2. Carga viva

En la ciudad de Ambato por estar cercana a volcanes, la probabilidad de caída de ceniza es frecuente, llegando alcanzar espesores de hasta 6 cm por acumulación en las cubiertas inaccesible, por ello se considera el máximo valor con respecto a la carga viva.

Tabla 4.- Resumen carga viva.

TIPO	Peso Propio	Longitud (m)	Espesor (m)	Peso Total (Kg/m ²)
C.V. Cubierta NEC2015	70 Kg/m ²	-	-	70
C.V. Ceniza	1700 Kg/m ³	-	0,06	102
C.V. (Kg/m²) =				102

Fuente: Héctor Guerrero F.

2.2.3.5.3. Mayorización de cargas

$$U = 1,2 * C.M. + 1,6 * C.V.$$

$$C.M. (Kg/m^2) = 28,26$$

$$C.V. (Kg/m^2) = 102$$

$$U = (1,2 * 28,26 + 1,6 * 102) Kg/m^2$$

$$U = \mathbf{197,112 Kg/m^2}$$

2.2.3.5.4. Carga distribuida por ancho cooperante

$$q_u = U \cdot S$$

Ancho cooperante $S = 6 \text{ m}$.

$$q_u = 197,112 \text{ Kg/m}^2 \cdot 6 \text{ m}$$

$$q_u = 1182,67 \text{ Kg/m}$$

2.2.3.6. Carga sísmica

La estructura se ubica en la ciudad de Ambato, de acuerdo a la clasificación de la NEC-SE-DS 2015, el suelo de cimentación es Tipo C, de acuerdo el mapa de zonificación sísmica está en una zona sísmica IV, dentro de la categoría de “Otras estructuras”, a continuación, se presenta una tabla con los factores de carga sísmica, configuración estructural y periodo de retorno $T_r = 475$ años.

Tabla 5.- Factores sísmicos, factores de configuración estructural.

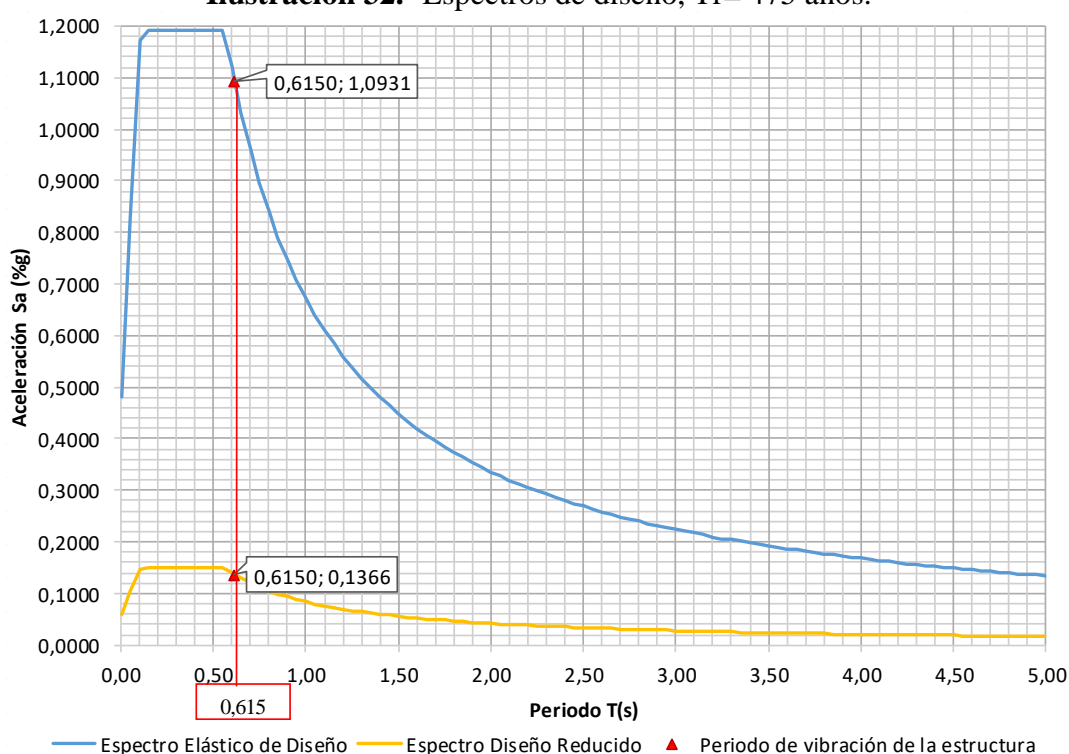
TIPO DE SUELO	C	
UBICACIÓN	Ambato	
ZONA SÍSMICA	V	
TIPO ESTRUCTURA	ACERO SIN ARRIOST.	
IMPORTANCIA	OTRAS ESTRUCTURAS	
DATOS PARA CORTANTE BASAL ESTÁTICO		REFERENCIA NEC-SE-DS
Z	0,4	3.1.1
I	1	4.1
R	8	6.3.4
Φ_p	1	5.2.3
Φ_e	1	5.2.3
Ct	0,072	6.3.3
α	0,80	6.3.3
hn (m)	10,80	PLANOS
η	2,48	3.3.1
Fa	1,20	3.2.2
Fd	1,11	3.2.2
Fs	1,11	3.2.2

r	1	3.3.1
Tc (seg)	0,565	-
To (seg)	0,103	-

Ta (T estimado) (seg)	0,4831	1.3Ta (s)	0,628	Tmodal (s)	0,615
Sa (%g)	1,1904	Sa (Tmax)	1,0703	Sa (Tmodal)	1,0931
V o C (%g)	0,1488	V (Tmax)	0,1338	V (Tmodal)	0,1366
k	1,000	k(max)	1,064	k(modal)	1,058

Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 32.- Espectros de diseño, Tr= 475 años.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Cortante Basal (V)

El cortante basal de la estructura se obtuvo mediante la ecuación descrito en la norma NEC 2015: NEC-SE-DS: Peligro Sísmico[3]:

$$V = \frac{I * Sa(Ta)}{R * \phi_p * \phi_E} * W$$

Donde V representa el cortante basal en porcentaje de la gravedad determinado en la tabla anterior descrita y W es el peso total de la estructura.

Tabla 6.- Carga de la estructura.

Estructura	W _x	W _y
	kgf	Kgf
W Total	19561,73	19561,73

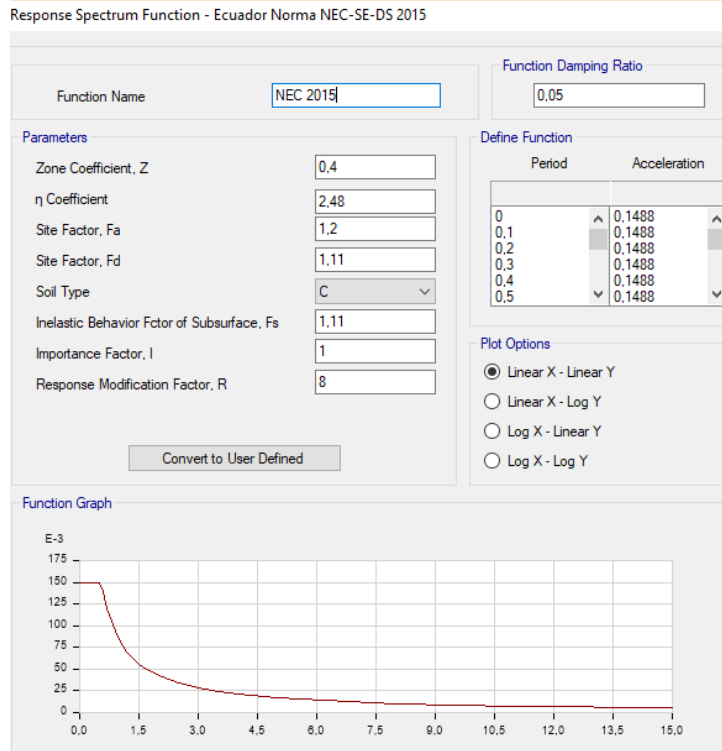
Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

$$V = 0,1366 * 19561,73 \text{ Kg-f.}$$

$$V = 2672,13 \text{ Kg-f.}$$

2.2.3.7. Definición espectro de diseño

Ilustración 33.- Espectro de diseño Tr=475 años.

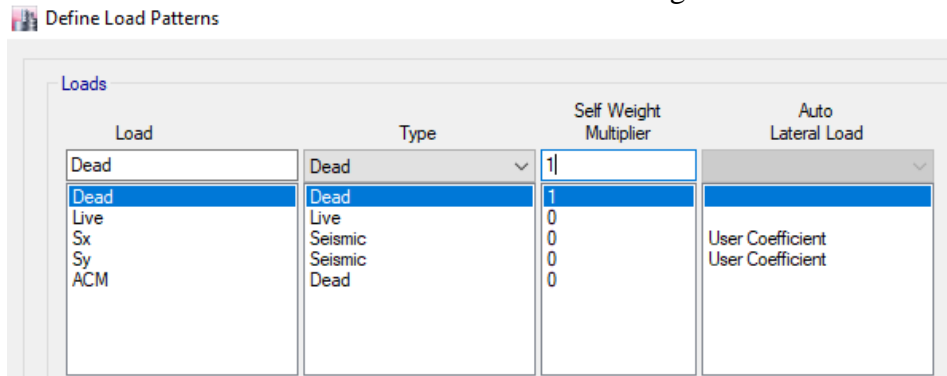


Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

2.2.3.8. Definición de patrones de carga

Los patrones de carga definidos son el peso propio o carga muerta “Dead”, carga viva “Live”, adicional de carga muerta “ACM”, carga sísmica en X “Sx” y carga sísmica en Y “Sy”.

Ilustración 34.- Patrones de carga.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Ilustración 35.- Carga sísmica en X (Sx).



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Ilustración 36.- Carga sísmica en Y (Sy).



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

2.2.3.9. Definición de la fuente de masa

Para cuestiones de análisis se tomarán en cuenta la masa propia de los elementos y los patrones de carga especificados como es el caso del adicional de carga muerta ACM.

Ilustración 37.- Datos de fuente de masa.

Mass Source Data

Mass Source Name: MsSrc1

Mass Source

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
ACM	1
ACM	1

Buttons: Add, Modify, Delete

Mass Options

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

2.2.3.10. Definición de rótulas plásticas

La rótula plástica es la zona de los elementos donde se presentan las máximas demandas cuando entran en el rango inelástico, las rótulas plásticas se forman en un punto dentro de la sección denominada como longitud de plastificación “ L_p ”, la distancia de esta zona depende del tipo de apoyos o conexión, los casos de carga a la cual está siendo sometida el elemento[20], diversos trabajos referentes a estructuras metálicas establece que de acuerdo a la filosofía de diseño de columna fuerte - viga débil y nudo más fuerte, la formación de las rótulas plásticas deben formarse en los extremos de los elementos dentro de la longitud de plastificación y no dentro del nudo o apoyos[16][21], las rótulas plásticas en elementos metálicos sometidos a cargas de compresión como es el caso de columnas, así como los elementos de la cercha se localizan a una distancia de 5% - 95% del elemento[22][23], por lo tanto, para el análisis no lineal de la estructura se utilizaran este parámetro para la asignación de las rótulas plásticas.

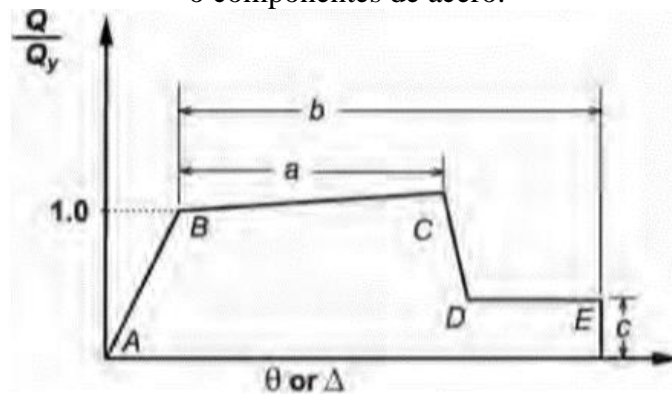
Para la asignación de las rótulas se procede a utilizar los parámetros descritos en ASCE 41-17, tabla 9.8 donde exponen los parámetros de modelo y criterios de aceptación de procedimientos no lineal para elementos de acero estructural sometidos a cargas axiales.

Tabla 7.- Parámetros no lineales para elementos de acero bajo fuerzas axiales.

Component/Action	Modeling Parameters			Acceptance Criteria		
	a	B	c	Residual Strength Ratio		
				IO	LS	CP
Braces in Compression (except EBF braces)^{a,b}						
a. Slender $\frac{KI}{r} \geq 4.2\sqrt{E/F_y}$						
1. W, I, 2L in-plane ^c , 2C in-plane ^c	0.5 Δ_c	10 Δ_c	0.3	0.5 Δ_c	8 Δ_c	10 Δ_c
2. 2L out-of-plane ^c , 2C out-of-plane ^c	0.5 Δ_c	9 Δ_c	0.3	0.5 Δ_c	7 Δ_c	9 Δ_c
3. HSS, pipes, tubes	0.5 Δ_c	9 Δ_c	0.3	0.5 Δ_c	7 Δ_c	9 Δ_c
4. Single angle	0.5 Δ_c	12 Δ_c	0.3	0.5 Δ_c	9 Δ_c	12 Δ_c
b. Stocky ^d $\frac{KI}{r} \leq 2.1\sqrt{E/F_y}$						
1. W, I, 2L in-plane ^c , 2C in-plane ^c	1 Δ_c	8 Δ_c	0.5	0.5 Δ_c	7 Δ_c	8 Δ_c
2. 2L out-of-plane ^c , 2C out-of-plane ^c	1 Δ_c	7 Δ_c	0.5	0.5 Δ_c	6 Δ_c	7 Δ_c
3. HSS, pipes, tubes	1 Δ_c	7 Δ_c	0.5	0.5 Δ_c	6 Δ_c	7 Δ_c
c. Intermediate	Linear interpolation between the values for slender and stocky braces (after application of all applicable modifiers) shall be used.					
Braces in Tension (except EBF braces)^{e-g}						
1. W	10 Δ_T	13 Δ_T	0.6	0.5 Δ_T	10 Δ_T	13 Δ_T
2. 2L	9 Δ_T	12 Δ_T	0.6	0.5 Δ_T	9 Δ_T	12 Δ_T
3. HSS	9 Δ_T	11 Δ_T	0.6	0.5 Δ_T	8 Δ_T	11 Δ_T
4. Pipe	8 Δ_T	9 Δ_T	0.6	0.5 Δ_T	7 Δ_T	9 Δ_T
5. Single angle	10 Δ_T	11 Δ_T	0.6	0.5 Δ_T	8 Δ_T	10 Δ_T
Columns in tension (except EBF Columns)^e	5 Δ_T	7 Δ_T	1.0	0.5 Δ_T	6 Δ_T	7 Δ_T
Buckling-Restrained Braces^{h-j}	13.3 Δ_y	13.3 Δ_y	1.0	3.0 Δ_y	10 Δ_y	13.3 Δ_y

Fuente: Capítulo 9: Acero, tabla 9.8, ASCE 41-17.

Ilustración 38.- Esquema general de la relación fuerza-deformación para elementos o componentes de acero.



Fuente: Capítulo 9: Acero, ilustración 9.2, ASCE 41-17.

Ilustración 39.- Definición de rótulas plásticas en ETABS.

Define Frame/Wall Hinge Properties

Defined Hinge Props

Name	Type	Behavior	Generated	From
D776H1	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
D776H2	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
D777H1	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
D777H2	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
D774H1	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
D774H2	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
D775H1	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
D775H2	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
D765H1	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
D765H2	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
B431H1	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
B431H2	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
B432H1	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
B432H2	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
D696H1	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.
D696H2	Axial P	Deformation Controlled	No	N.A.

Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Ilustración 40.- Propiedades de las rótulas plásticas definidas.

Hinge Property Data for D776H1 - Axial P

Displacement Control Parameters

Point	Force/SF	Disp/SF
E-	-0,6	-1,1194
D-	-0,6	-0,995
C-	-1,24	-0,995
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,24	0,995
D	0,6	0,995
E	0,6	1,1194

Load Carrying Capacity Beyond Point E

Scaling for Force and Disp

Acceptance Criteria (Plastic Disp/SF)

Type

Hysteresis Type and Parameters

OK Cancel

Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Ilustración 41.- Asignación de rótulas plásticas.

Frame Assignment - Hinges

Frame Hinge Assignment Data

Hinge Property	Relative Distance
D776H2	0,95
D776H1	0,05
D776H2	0,95

Add
Modify
Delete

Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

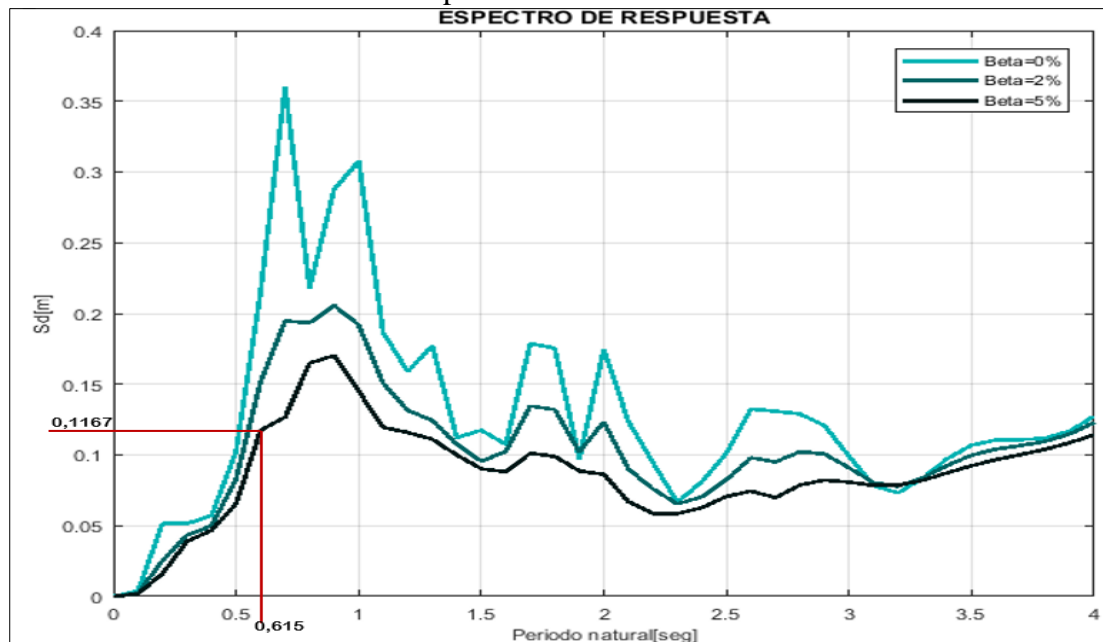
2.2.3.11. Definición de espectros de respuesta

Para definir los espectros de respuesta se utilizó el método de Newmark, los registros de los acelerogramas han sido proporcionados por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, para los mismos se realizó las distintas correcciones como es corrección de línea base y para el filtro de ruido se utilizó la teoría de Butterworth, los registros sísmicos utilizados corresponden a: sismo 6.2 Mw. de Cumandá 07 de septiembre 2018, sismo 7.8 Mw. de Pedernales 16 de abril 2016, sismo 6.6 Mw. de Muisne 18 de mayo 2016 y sismo 6.8 Mw. de Cojimies 18 de mayo 2016. La estructura a rehabilitar posee un periodo de vibración de 0,615 seg.

Espectro de respuesta Sismo de Cojimies

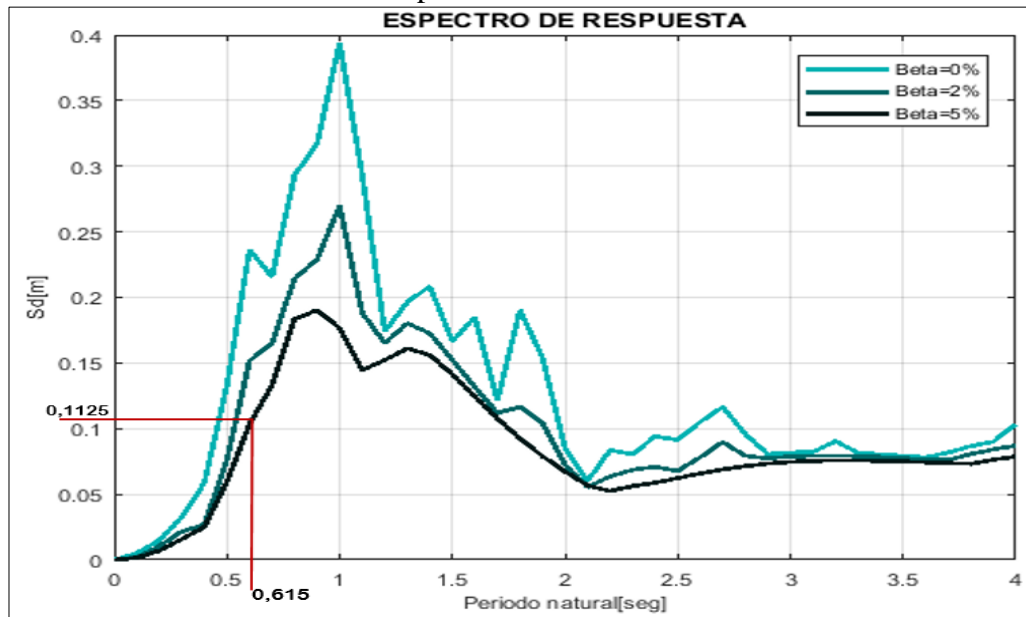
Para el espectro de respuesta de desplazamiento se utilizó los registros en las componentes Norte - Sur y Este - Oeste de la estación APED perteneciente a la red nacional de acelerógrafos (RENAC).

Ilustración 42.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo Cojimies componente Este - Oeste.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 43.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo de Cojimies componente Norte - Sur.

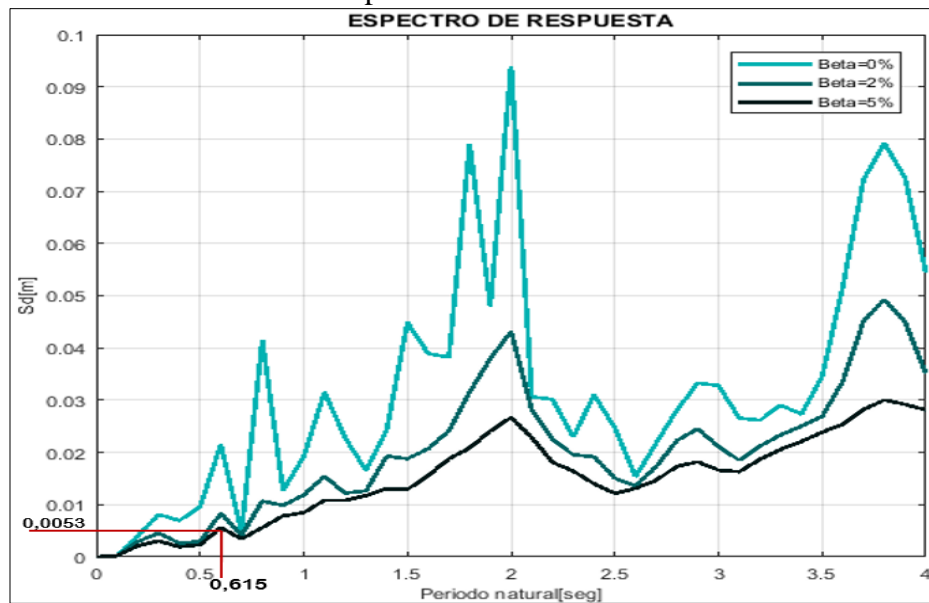


Fuente: Héctor Guerrero F.

Espectro de respuesta Sismo de Cumandá

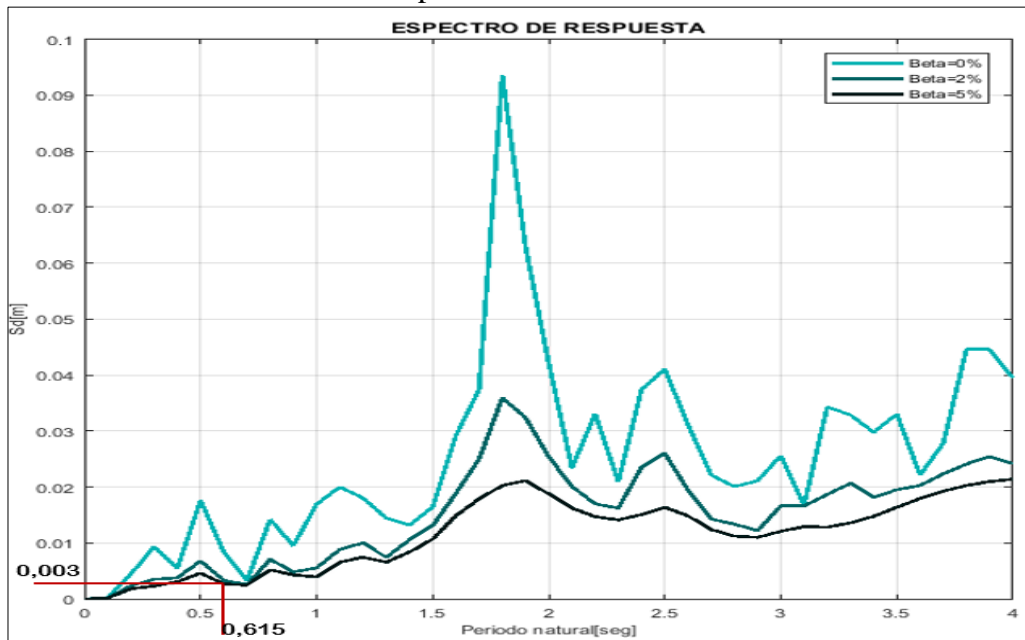
Para el espectro de respuesta de desplazamiento se utilizó los registros en las componentes Norte - Sur y Este - Oeste de la estación AMIL perteneciente a la red nacional de acelerógrafos (RENAC).

Ilustración 44.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo de Cumandá componente Este - Oeste.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 45.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo de Cumandá componente Norte - Sur.

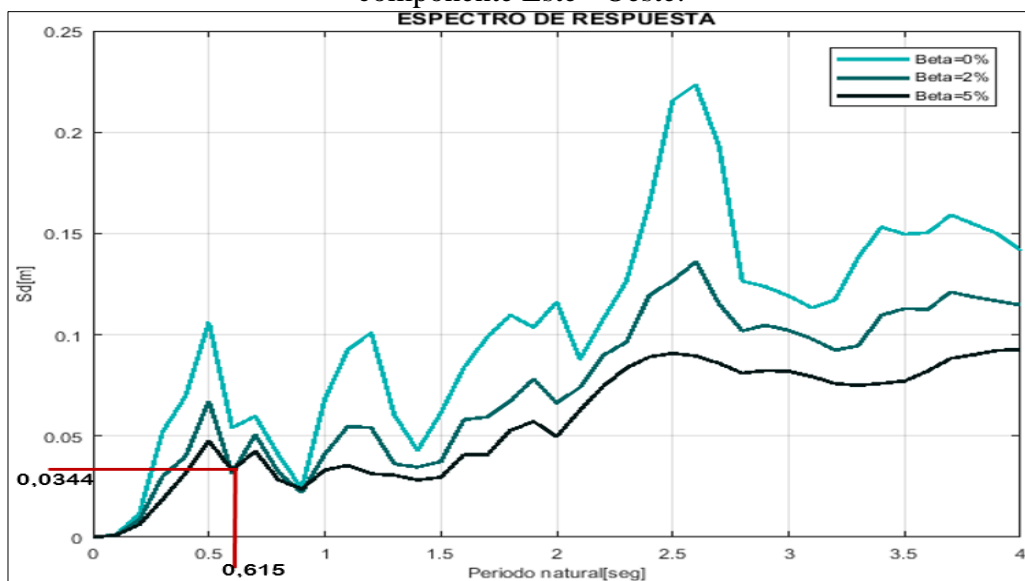


Fuente: Héctor Guerrero F.

Espectro de respuesta Sismo de Muisne

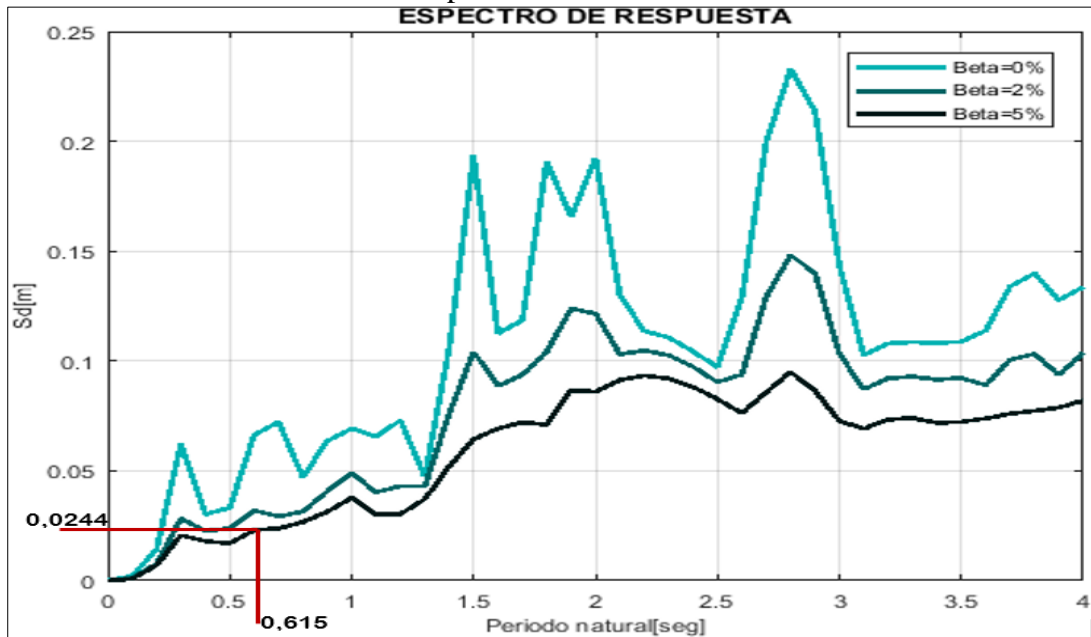
Para el espectro de respuesta de desplazamiento se utilizó los registros en las componentes Norte - Sur y Este - Oeste de la estación AV21 perteneciente a los acelerógrafos de la empresa Oleoductos de Crudo Pesados del Ecuador (OCP).

Ilustración 46.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo de Muisne componente Este - Oeste.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 47.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo de Muisne componente Norte - Sur.

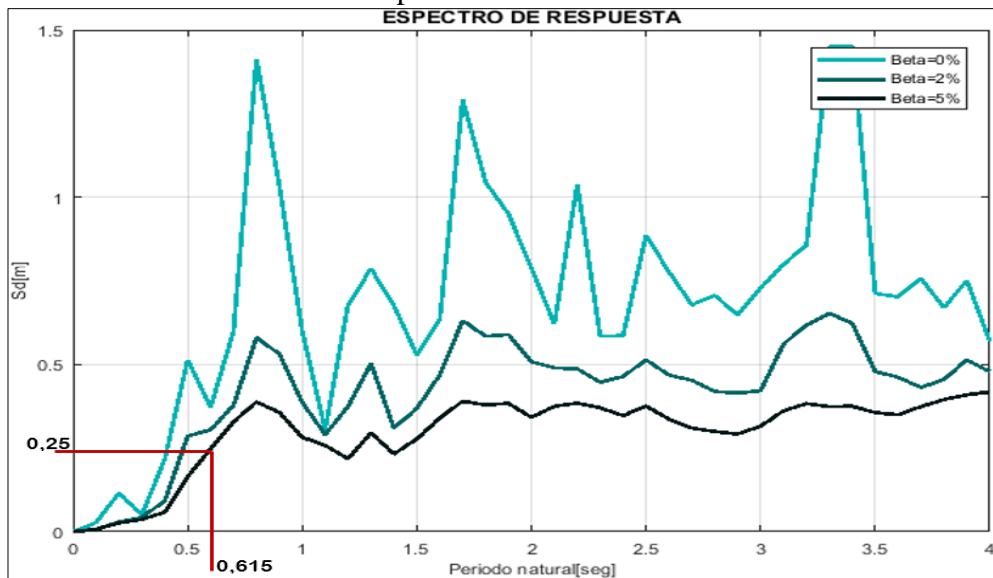


Fuente: Héctor Guerrero F.

Espectro de respuesta Sismo de Pedernales.

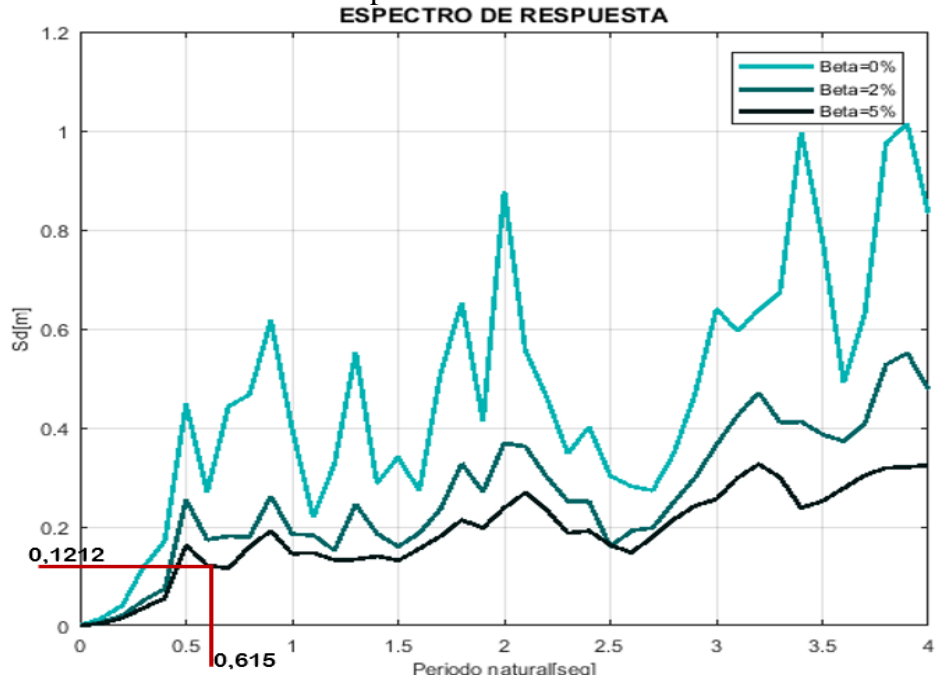
Para el espectro de respuesta de desplazamiento se utilizó los registros en las componentes Norte - Sur y Este - Oeste de la estación APED perteneciente a la red nacional de acelerógrafos (RENAC).

Ilustración 48.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo de Pedernales componente Este - Oeste.



Fuente: Héctor Guerrero F.

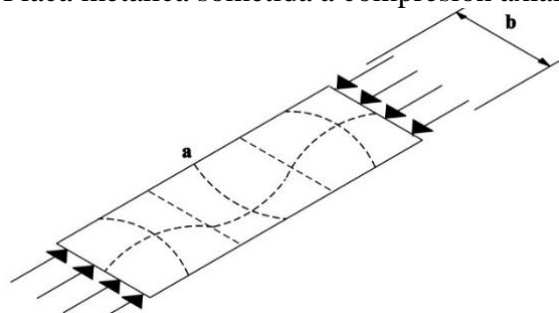
Ilustración 49.- Espectro de respuesta en desplazamiento, sismo de Pedernales componente Norte - Sur.



2.2.3.12. Diseño placas de acero para rehabilitación

Las placas de acero utilizadas, sirven para prevenir el pandeo lateral o flexural que pueden sufrir los elementos sometidos a cargas de compresión axial, para el diseño se considera el esfuerzo crítico de la placa, el mismo que estará en función del tipo de apoyos de la placa y su razón ancho-espesor (b/t), sea en el rango elástico o inelástico[24], dicho esfuerzo se compara con el esfuerzo producido por la fuerza de compresión y el esfuerzo cortante del elemento, considerando aceptable cuando el esfuerzo crítico de la placa sea mayor que los esfuerzos producidos por la fuerza de compresión.

Ilustración 50.- Placa metálica sometida a compresión axial en una dirección.



Fuente: Tomo 10: Placas y láminas, ITEA.

Diseño de la placa a compresión

El esfuerzo crítico de pandeo de la placa, se determina mediante las fórmulas:

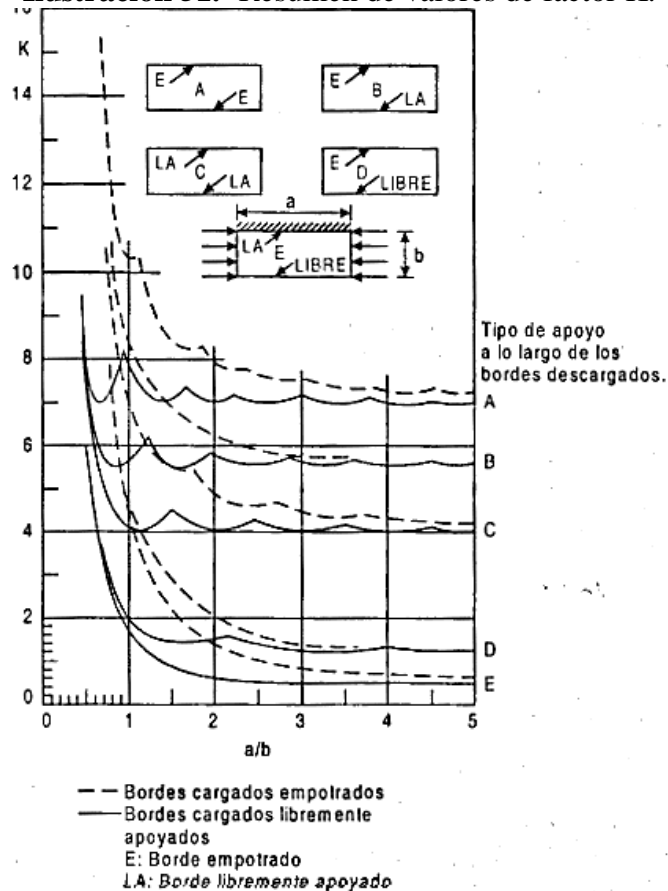
$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{12(1 - \mu^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2 k \rightarrow \text{Pandeo elástico}$$

$$\sigma_{cr} = \sigma_y \left(1 - \frac{\sigma_y}{4\sigma_e}\right) \rightarrow \text{Pandeo inelástico}$$

Dónde: E representa el módulo elástico de la placa, t=espesor, a=borde no cargada, b=borde cargado, μ =módulo de Poisson, k=coeficiente que depende de la relación de aspecto ($\alpha=a/b$) y de los tipos de apoyo, σ_y = esfuerzo de fluencia de la placa, σ_e = esfuerzo crítico en el rango elástico.

Para determinar si el pandeo ocurre en el rango elástico o inelástico se toma como referencia $\sigma_y/2$ [24]. Las placas usadas se consideran soldadas, por tanto, el tipo de apoyo es empotrado.

Ilustración 51.- Resumen de valores de factor K.



Fuente: Diseño de placas, López de Heredia.

Diseño de la placa para esfuerzo cortante

Para el diseño de la placa por los esfuerzos cortantes se calcula el cortante nominal de la placa y éste debe ser menor al cortante último del elemento, para ello, se utiliza las siguientes fórmulas.

$$\tau_{cr} = \frac{\pi^2 E}{12(1 - \mu^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2 k \rightarrow \text{Pandeo elástico}$$

$$\tau_{cr} = \sqrt{\tau_{pr} * \tau_{cre}} \rightarrow \text{Pandeo inelástico}$$

Donde: E representa el módulo elástico de la placa, t=espesor, a=borde no cargada, b=borde cargado, μ =módulo de Poisson, k=coeficiente que depende de la relación de aspecto ($\alpha=a/b$) y de los tipos de apoyo, τ_{pr} = límite proporcional de la placa, τ_{cre} = esfuerzo crítico en el rango elástico.

Para el cálculo de k se utiliza la siguiente fórmula cuando el tipo de unión es empotrado[24].

$$k = 8,98 + 5,6/\alpha^2, \text{ cuando } \alpha \geq 1$$

El límite proporcional se calcula con la siguiente fórmula:

$$\tau_{pr} = 0,80 * \tau_y; \text{ donde } \tau_y = f_y/\sqrt{3}$$

Para determinar el tipo de pandeo de la placa por esfuerzo cortante se utiliza la siguiente relación[24].

$$\tau_{cr} \leq 0,80 * \tau_y \rightarrow P. \text{Elástico}$$

$$\tau_{cr} \geq 0,80 * \tau_y \rightarrow P. \text{Inelástico}$$

El cálculo del cortante nominal de la placa se determina por medio de la siguiente ecuación[24]:

$$V_{crí} = V_p * \left(\frac{\tau_{cr}}{\tau_y} + \frac{\sqrt{3}}{2} * \frac{1 - \frac{\tau_{cr}}{\tau_y}}{\sqrt{1 + \left(\frac{a}{b}\right)^2}} \right)$$

$$V_p = \tau_y * b * t$$

2.2.3.13. Diseño de diagonales de acero para rehabilitación

Para el diseño de este tipo de rehabilitación, se considera el comportamiento de un perfil tubular redondo a compresión

Para determinar si el pandeo de la columna o diagonal horizontal es elástico o inelástico, se toma como referencia el esfuerzo crítico de Euler (F_e), que se establece en la siguiente ecuación:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}$$

Donde, L es la longitud del perfil y r el radio de giro.

Si $F_e \leq f_y \rightarrow$ Pandeo elástico

Si $F_e > f_y \rightarrow$ Pandeo inelástico

Si el pandeo es elástico se aplica Euler, si es inelástico no se aplica Euler y se rige por la AISC 360.

La fórmula de la carga crítica de Euler para la columna o diagonal horizontal de rehabilitación (P_{cr}), se obtiene de la ecuación anterior.

$$P_{cr} = F_e * A$$

Para diseño la carga crítica debe ser mayor que la fuerza de compresión (P_u) del elemento.

Para el diseño basado en las tablas del AISC, se establece si el perfil es esbelto o no esbelto mediante la tabla 5.2 del AISC, una vez establecido si el elemento es no esbelto se supone un $Kl/r = 50$ de la tabla 4-22 del AISC[25], de la cual determinamos el esfuerzo crítico $\Phi_c F_{cr}$ (LRFD), siguiendo el principio del esfuerzo, se despeja el área de la sección necesaria para soportar la carga solicitante, siendo esta el área mínima para la sección que se utilizará.

$$A_{\text{mín}} = \frac{P_u}{\Phi_c F_{cr}}$$

2.2.3.14. Diseño de perfiles tubulares circulares a tracción.

Para el diseño a tracción se utiliza la presente fórmula: $P_u = \text{Área} * \Phi f_y$

Dónde: P_u es la carga última, f_y es la resistencia a la tracción y $\Phi=0,9$ factor a fluencia.

Se despeja el área, siendo esta el área mínima que necesita la sección para soportar la demanda de carga, el perfil seleccionado debe poseer una sección mayor o igual al área mínima calculada.

2.2.3.15. Diseño de perfiles tubulares circulares sometidos a momento

Para diseño, la resistencia del momento nominal “ M_n ”, debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia (Momento plástico) y pandeo local.

- **Fluencia**

Se determina mediante la ecuación: $M_n = M_p = F_y * Z$.

La variable Z representa el módulo plástico y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{2 * A}{\pi * \left(\frac{D-t}{2}\right)} * \left[\left(\frac{D-t}{2}\right)^2 + \frac{t^2}{6} \right]$$

Dónde: “ D ” es el diámetro exterior del perfil y “ t ” es el espesor del mismo.

- **Pandeo local**

Para secciones compactas no se aplica y para secciones no compactas se usa:

$$M_n = \left(\frac{0,021 * E}{\frac{D}{t}} + F_y \right) * S$$

- **Para secciones con paredes esbeltas**

$$M_n = F_{cr} * S$$

$$F_{cr} = \frac{0,33 * E}{\left(\frac{D}{t}\right)}$$

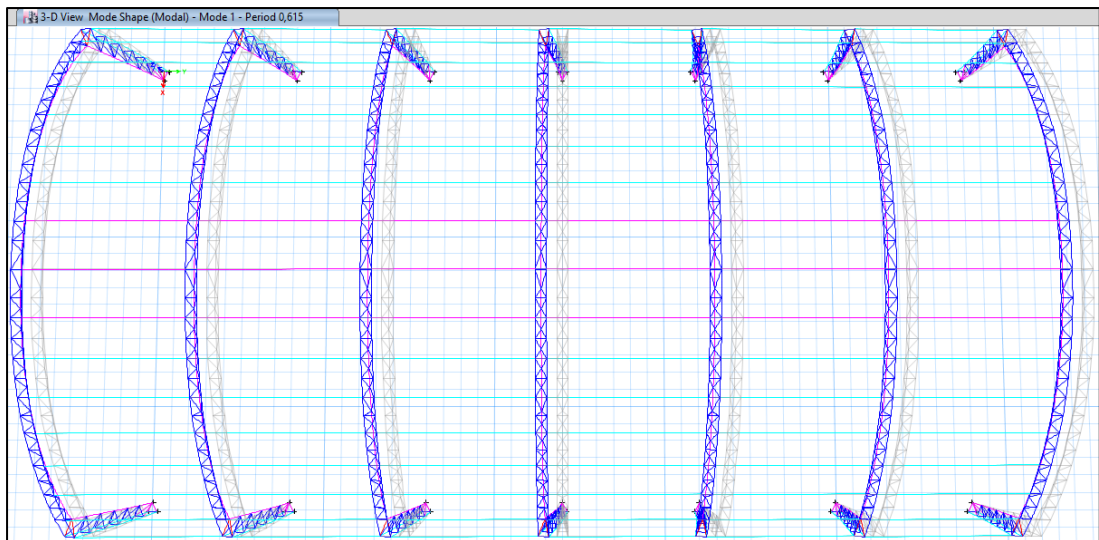
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Resultados del análisis lineal de la estructura en estado inicial

3.1.1.1. Validación del periodo de vibración

Ilustración 52.- Periodo de vibración de la estructura.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

$0,483 \text{ seg} < 0,615 \text{ seg.} < 0,628 \text{ seg.} \therefore \text{Ok.}$

El periodo de vibración de la estructura es 0,615 segundos, siendo mayor al periodo de vibración estimado y menor al 1,3 del periodo de vibración estimado, cumpliendo lo que establece la norma NEC-SE-DS.

3.1.1.2. Porcentaje participación de la masa

Tabla 8.- % Participación de la masa.

CASO	MODO	PERIODO (SEG)	UX	UY	SUM UX	SUM UY
Modal	2	0,354	0,917	0	0,917	0,9353

Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

El porcentaje de participación de la masa de al menos 90% cumple en el modo 2.

3.1.1.3. Chequeo de torsión en planta

Tabla 9.- Relaciones de masa modal participantes.

Modo	Perio do	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
	seg										
1	0,615	0	0,9353	0	0,9353	0,080	0	0	0,0804	0	0
2	0,354	0,917	0	0,917	0,9353	0	0,1093	0,0005	0,0804	0,1093	0,0005
3	0,345	0,0005	0	0,9176	0,9353	0	0,0001	0,8978	0,0804	0,1093	0,8983
4	0,087	0	0,0022	0,9176	0,9375	0,073	0	0	0,1537	0,1093	0,8983
5	0,086	0	0,0001	0,9176	0,9376	0,003	0	0,00E+00	0,1572	0,1093	0,8983
6	0,076	0,0001	0	0,9177	0,9376	0	0,0008	1,49E-06	0,1572	0,1101	0,8983
7	0,07	1,17E-06	0	0,9177	0,9376	0	0,00E+00	0,0107	0,1572	0,1101	0,909
8	0,062	0	0,0000 1685	0,9177	0,9376	0,000	0	0	0,1575	0,1101	0,909
9	0,059	4,136 E-06	5,33E-07	0,9177	0,9376	7,13E-06	2,68E-05	9,489E-06	0,1575	0,1101	0,909

Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Tabla 10.- Torsión en planta de la estructura.

% Torsión		
Modo 1	0,00%	< 30%
Modo 2	0,05%	< 30%
Modo 3	179560,00%	> 30%

Fuente: Héctor Guerrero F.

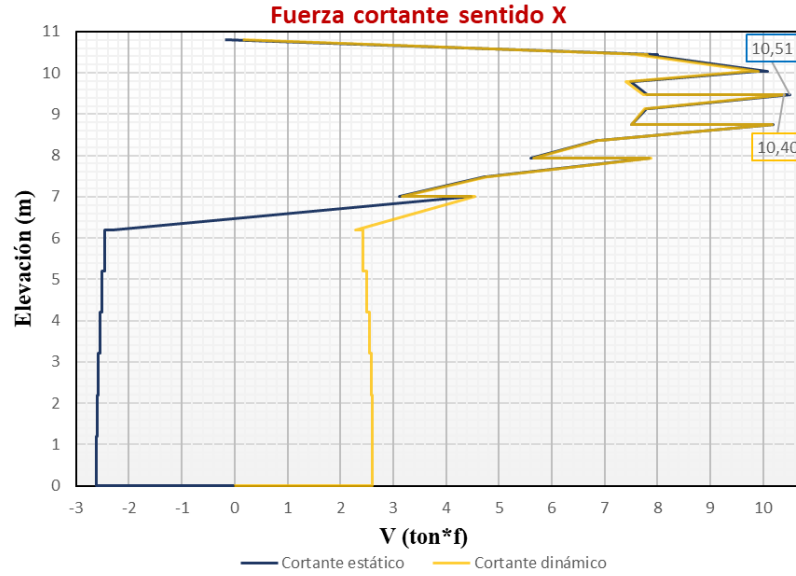
El comportamiento del primer modo de vibración de la estructura es traslacional en Y, el segundo modo es traslacional en X y el tercer modo es torsional, siendo el comportamiento deseado en la estructura.

3.1.1.4. Validación análisis dinámico

Sentido X

El máximo cortante estático en sentido X es 10,51 Ton y el cortante dinámico sentido X es 10,40 Ton, la relación en el cortante dinámico sobre el estático es 98,95%, cumpliendo con lo establecido en la NEC 2015, que expresa que el análisis dinámico es válido cuando su valor es mayor o igual al 80% del cortante estático cuando la estructura es regular.

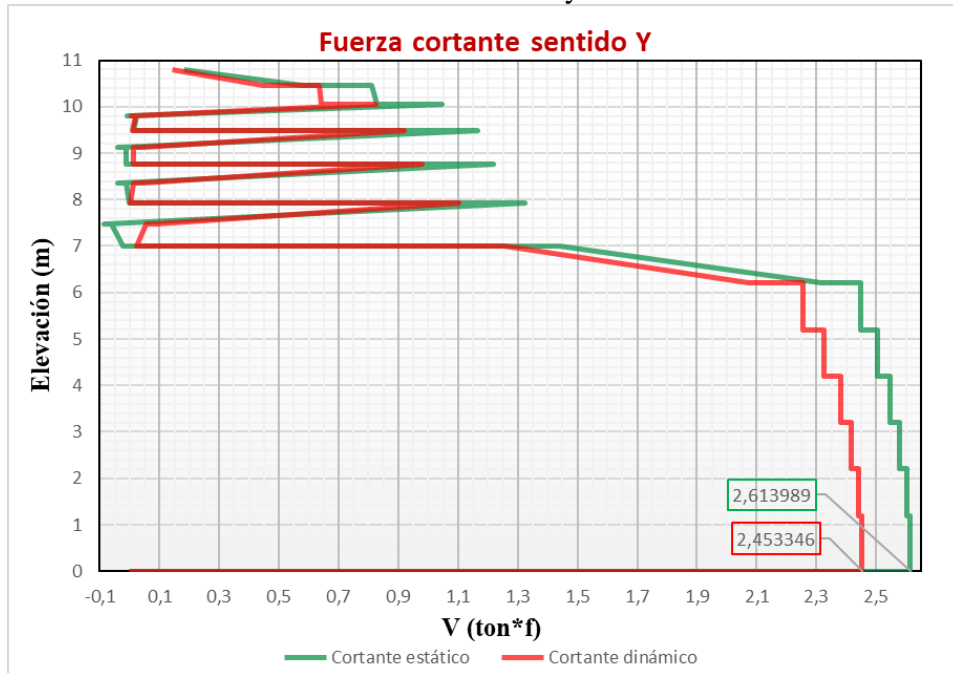
Ilustración 53.- Cortante estático y dinámico sentido X.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Sentido Y

Ilustración 54.- Cortante estático y dinámico sentido Y.



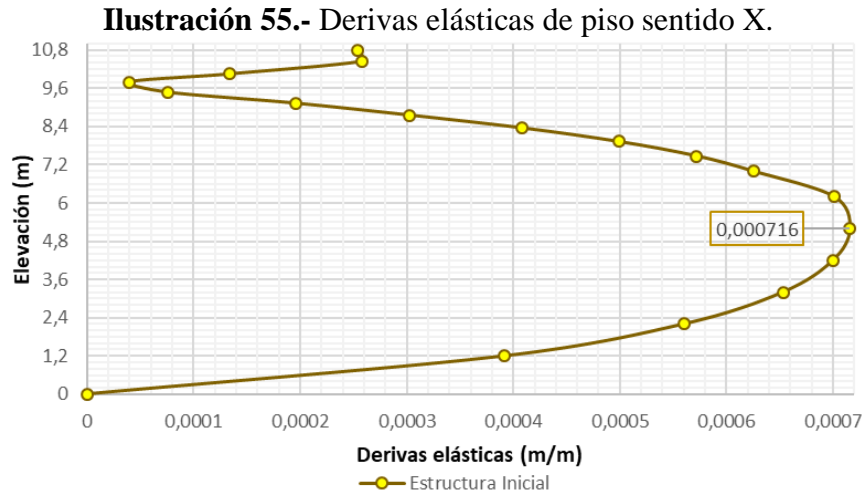
Fuente: Héctor Guerrero F.

El cortante estático máximo en sentido Y es 2,61 Ton y el cortante dinámico Y es 2,45 Ton, en consecuencia, cortante dinámico es igual al 93,87% del cortante estático, entonces el análisis dinámico se considera válido, porque cumple con lo establecido para estructuras regulares en la norma NEC-SE-DS 2015.

3.1.1.5. Derivas inelásticas de piso

$$\Delta M = 0,75 * \Delta E_x * R$$

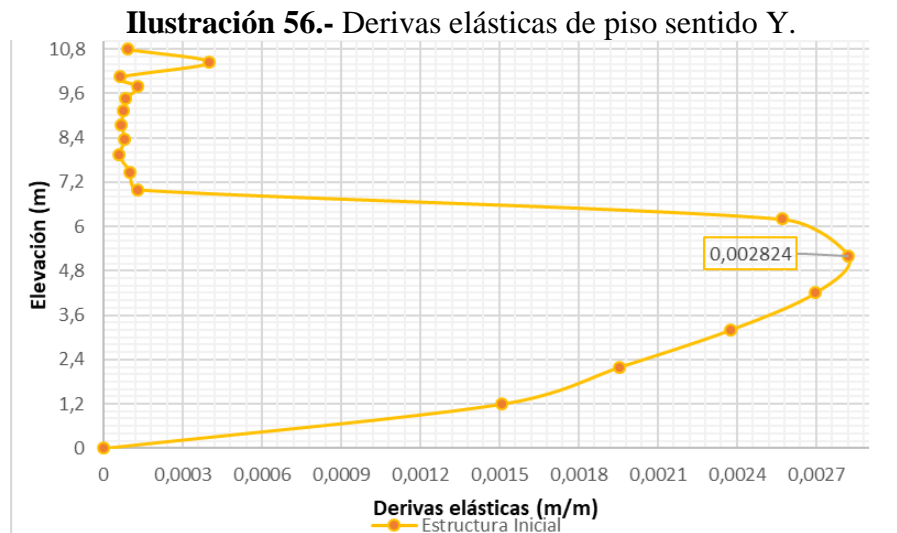
Sentido X



Fuente: Héctor Guerrero F.

La máxima deriva elástica $\Delta E_x = 0,000716 \text{ m/m}$, entonces la máxima deriva inelástica $\Delta M_x = 0,0043 \text{ m/m}$, cumpliendo con lo establecido en la NEC 2015 en sentido X.

Sentido Y



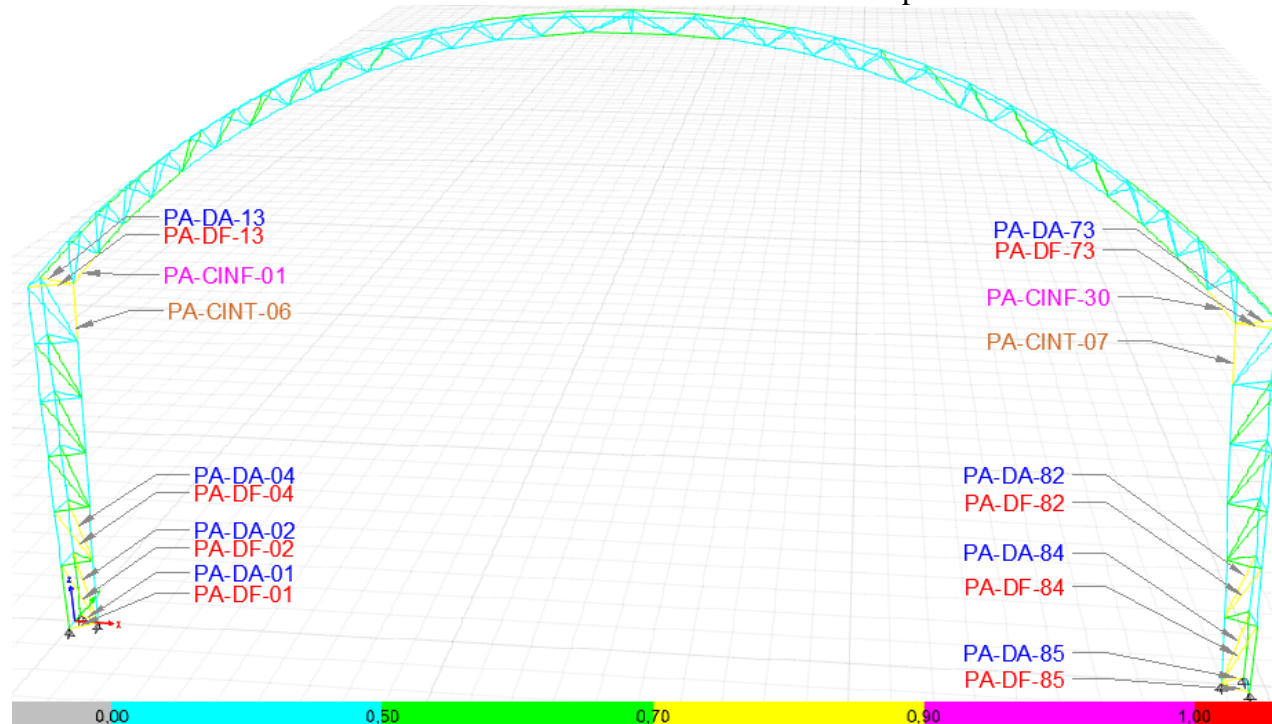
Fuente: Héctor Guerrero F.

La norma NEC-SD-DE 2015 establece que la máxima derivas inelásticas de piso no deben exceder el 0,02, la deriva elástica $\Delta E_y = 0,002824 \text{ m/m}$ en sentido Y, produciendo una deriva inelástica igual a 0,0169, en consecuencia, cumple con lo establecido en la norma.

3.1.1.6. Solicitaciones máximas en los elementos estructurales.

Pórtico A

Ilustración 57.- Elementos más demandados del pórtico A.

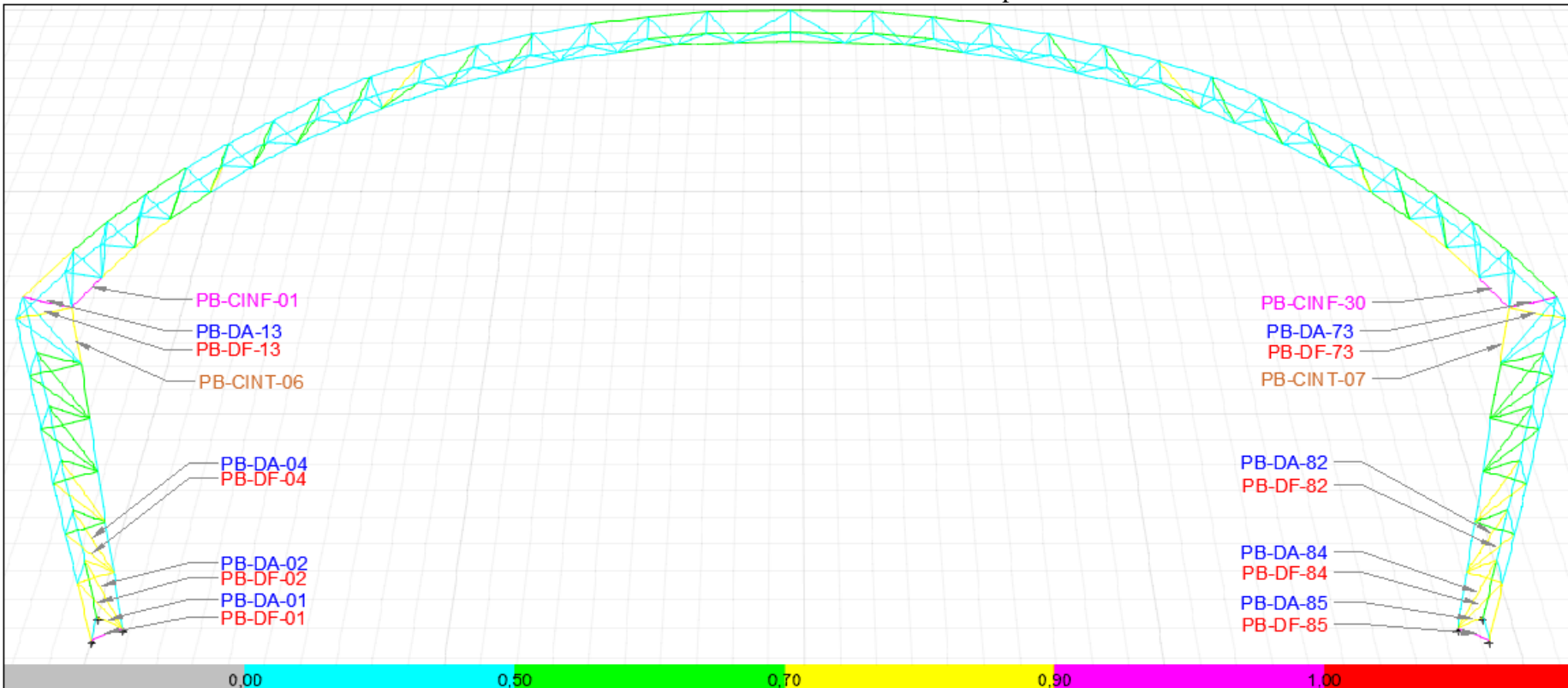


Fuente: ETABS 16 v16.1.0.

Los elementos del pórtico A poseen una relación demanda-capacidad menor a 0,85, por tanto, se evidencia que ninguno de ellos es propenso a fallar y no necesitan rehabilitación, en Anexo B.1. se puede revisar la información referente a las cargas actuantes sobre los elementos.

Pórtico B

Ilustración 58.- Elementos más demandados del pórtico B.



Fuente: ETABS 16 v16.1.0.

Tabla 11.- Demanda/capacidad elementos más demandados pórtico B, estructura inicial.

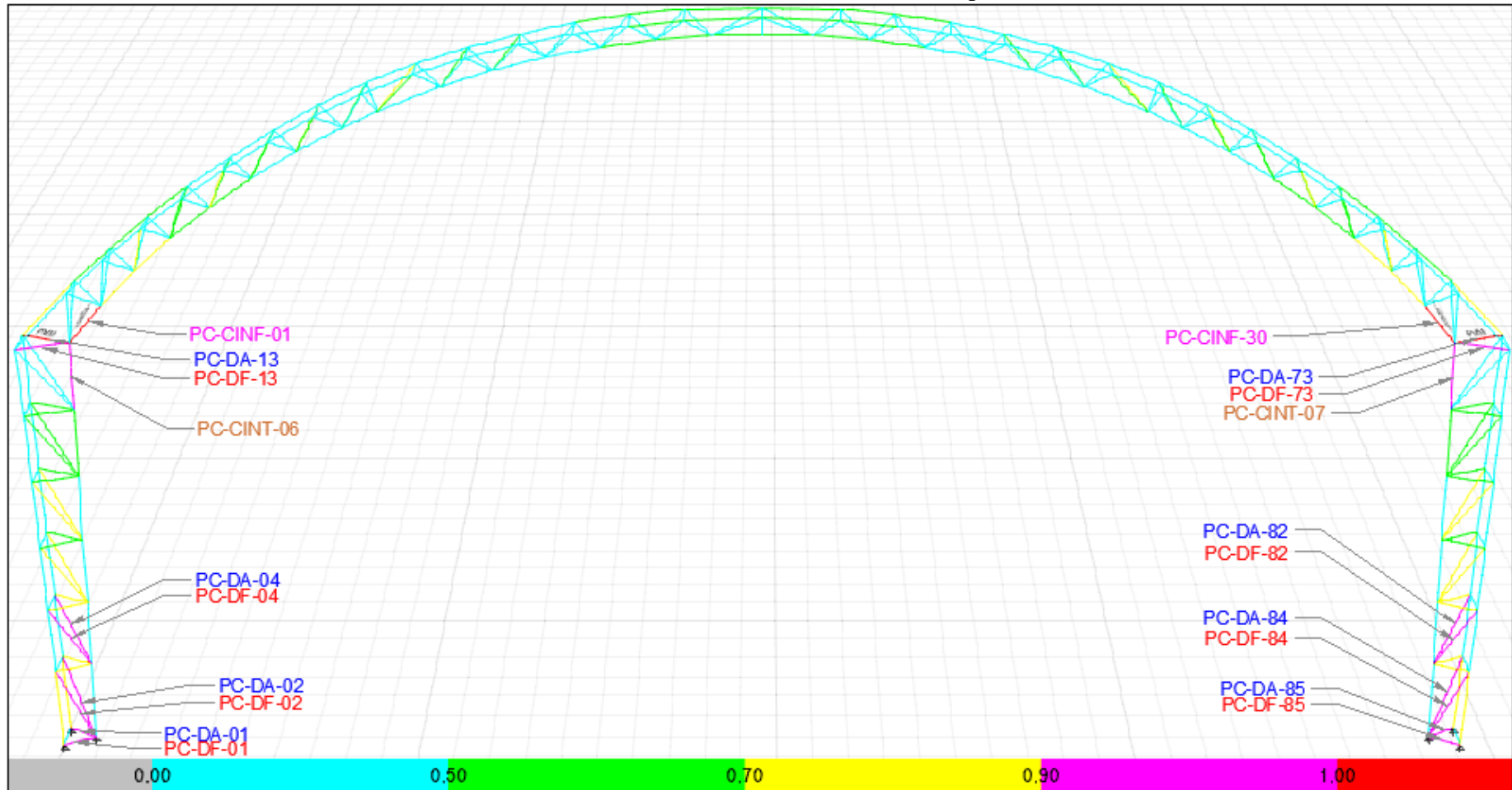
Pórtico B	Estructura Inicial
Elemento	Razón Demanda - Capacidad
PB-DF-01	0,93
PB-DA-01	0,89
PB-DF-02	0,90
PB-DA-02	0,90
PB-DF-04	0,88
PB-DA-04	0,89
PB-CINT-06	0,87
PB-CINF-01	0,99
PB-CINF-30	0,99
PB-DF-13	0,88
PB-DA-13	0,99
PB-DF-73	0,87
PB-DA-73	1,00
PB-CINT-07	0,87
PB-DF-82	0,88
PB-DA-82	0,89
PB-DF-84	0,90
PB-DA-84	0,90
PB-DF-85	0,93
PB-DA-85	0,89

Fuente: Héctor Guerrero F.

Estos elementos del pórtico B son propensos a fallar, debido a que presentan una relación demanda-capacidad mayor a 0,85, entonces son considerados para la rehabilitación sísmica, en Anexo B.2. se puede revisar la información referente a las cargas actuantes sobre los elementos del pórtico B en la estructura inicial.

Pórtico C

Ilustración 59.- Elementos más demandados del pórtico C.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Tabla 12.- Relación demanda/capacidad elementos más solicitados pórtico C, estructura inicial.

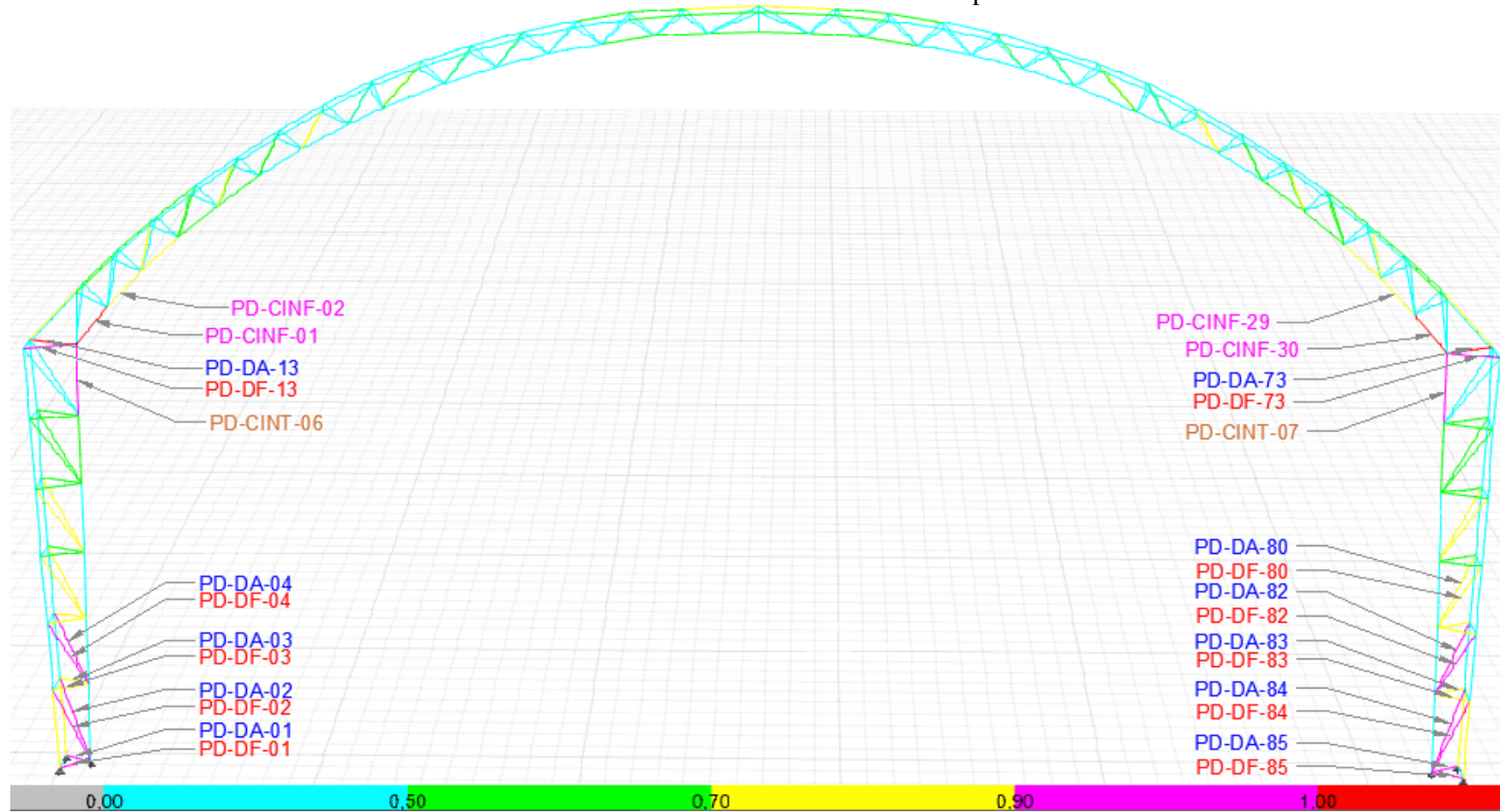
Pórtico C	Estructura Inicial
Elemento	Razón Demanda-Capacidad
PC-DF-01	0,98
PC-DA-01	0,95
PC-DF-02	0,95
PC-DA-02	0,96
PC-DF-04	0,93
PC-DA-04	0,95
PC-CINT-06	0,92
PC-CINF-01	1,05
PC-CINF-30	1,05
PC-DF-13	0,93
PC-DA-13	1,05
PC-DF-73	0,92
PC-DA-73	1,06
PC-CINT-07	0,92
PC-DF-82	0,93
PC-DA-82	0,95
PC-DF-84	0,95
PC-DA-84	0,96
PC-DF-85	0,98
PC-DA-85	0,95

Fuente: Héctor Guerrero F.

Los elementos más demandados del pórtico C según su relación demanda/capacidad son los que indica la tabla anterior cuya razón D/C supera el 85%, los cuales son más propensos a fallar, siendo considerados para la rehabilitación, en el anexo B.4. Pórtico C, se detallan el comportamiento de los elementos más demandados del pórtico.

Pórtico D

Ilustración 60.- Elementos más demandados del pórtico D.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Tabla 13.- Relación demanda/capacidad elementos más solicitados del pórtico D, estructura inicial.

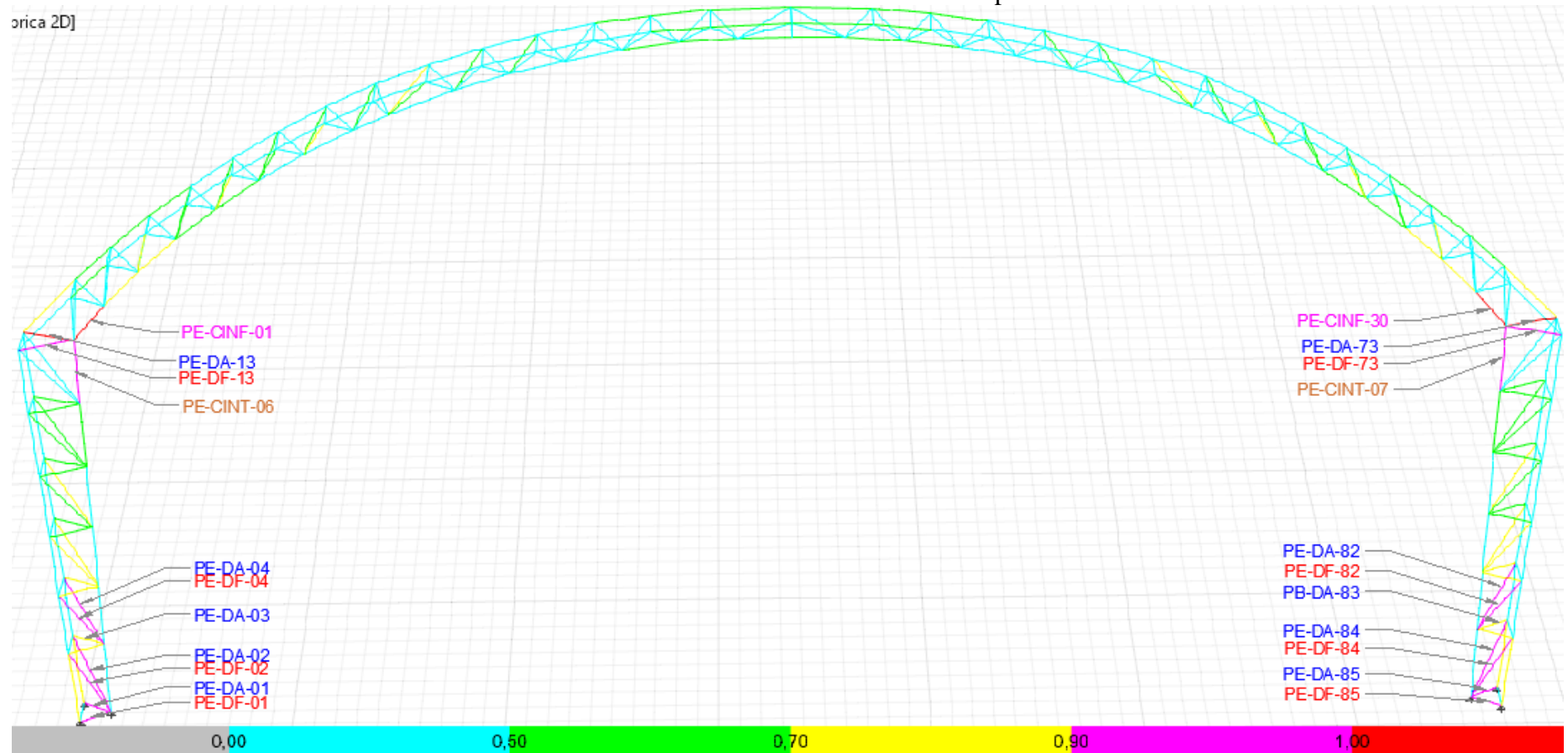
Pórtico D	Estructura Inicial
Elemento	Razón Demanda-Capacidad
PD-DF-01	0,99
PD-DA-01	0,97
PD-DF-02	0,96
PD-DA-02	0,98
PD-DF-03	0,85
PD-DA-03	0,86
PD-DF-04	0,94
PD-DA-04	0,97
PD-CINT-06	0,94
PD-CINF-01	1,07
PD-CINF-02	0,85
PD-CINF-29	0,85
PD-CINF-30	1,07
PD-DF-13	0,94
PD-DA-13	1,08
PD-DF-73	0,94
PD-DA-73	1,08
PD-CINT-07	0,94
PD-DF-82	0,94
PD-DA-82	0,97
PD-DF-83	0,85
PD-DA-83	0,86
PD-DF-84	0,96
PD-DA-84	0,98
PD-DF-85	0,99
PD-DA-85	0,97

Fuente: Héctor Guerrero F.

Los elementos más demandados del pórtico D poseen una razón de demanda/capacidad mayor al 85%, en consecuencia, deberán ser rehabilitados, en Anexo B.4. Pórtico D se detallan las fuerzas que afectan a los elementos más demandados del pórtico.

Pórtico E

Ilustración 61.- Elementos más demandados del pórtico E.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Tabla 14.- Relación demanda/capacidad elementos más solicitados del pórtico E, estructura inicial.

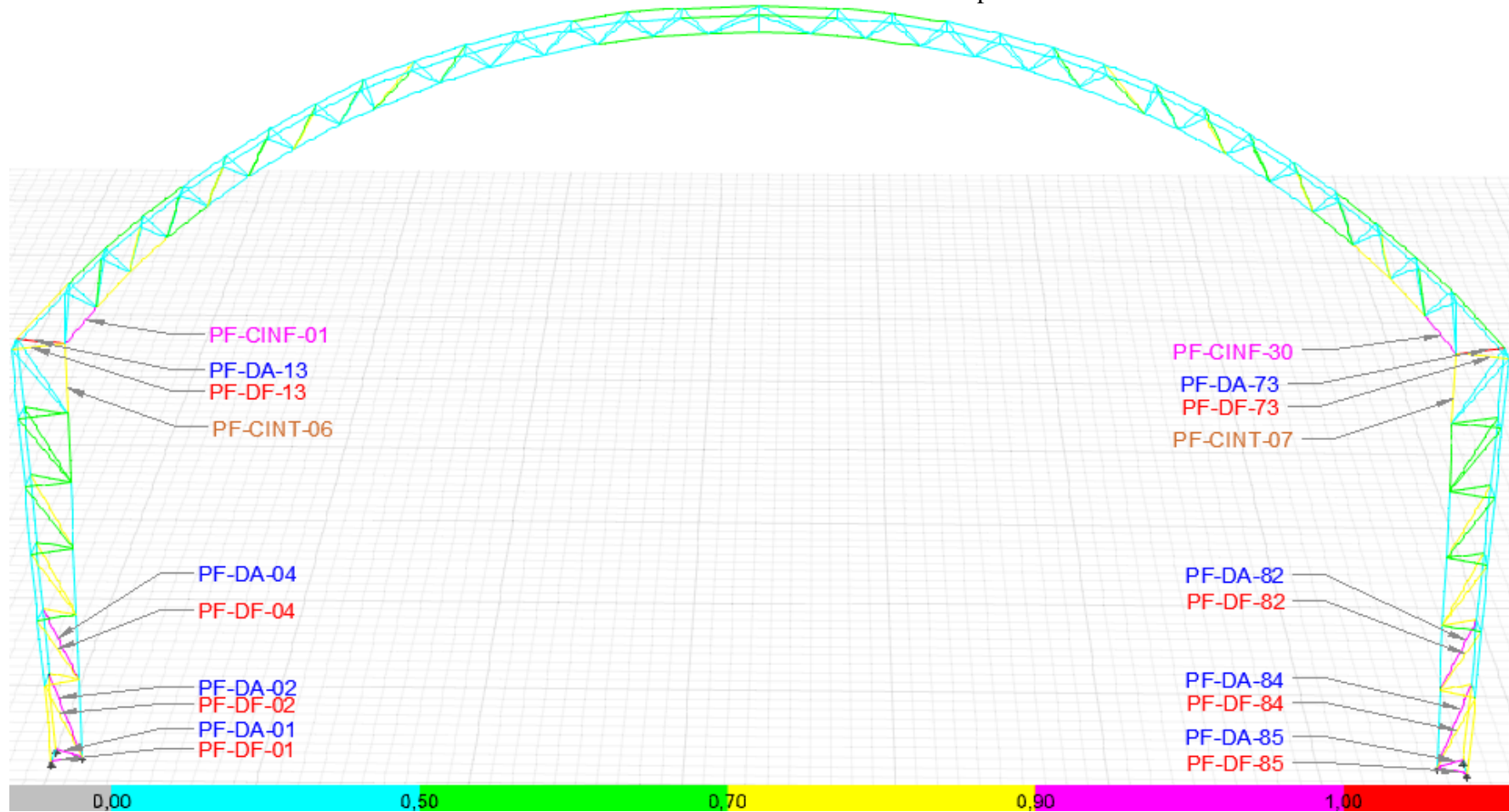
Pórtico E	Estructura Inicial
Elemento	Razón Demanda-Capacidad
PE-DF-01	0,97
PE-DA-01	0,95
PE-DF-02	0,94
PE-DA-02	0,96
PE-DF-04	0,92
PE-DA-04	0,95
PE-CINT-06	0,92
PE-CINF-01	1,05
PE-CINF-30	1,05
PE-DF-13	0,92
PE-DA-13	1,06
PE-DF-73	0,92
PE-DA-73	1,06
PE-CINT-07	0,92
PE-DF-82	0,92
PE-DA-82	0,95
PE-DF-84	0,94
PE-DA-84	0,96
PE-DF-85	0,97
PE-DA-85	0,95

Fuente: Héctor Guerrero F.

La relación demanda/capacidad de los elementos más solicitados del pórtico E superan el 85%, lo que indica que están al límite de sus capacidades, entonces deben ser rehabilitados, en Anexos B.5. Pórtico E se detallan las fuerzas actuantes en los elementos más solicitados del pórtico.

Pórtico F

Ilustración 62.- Elementos más demandados del pórtico F.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Tabla 15.- Relación demanda/capacidad elementos más solicitados pórtico F, estructura inicial.

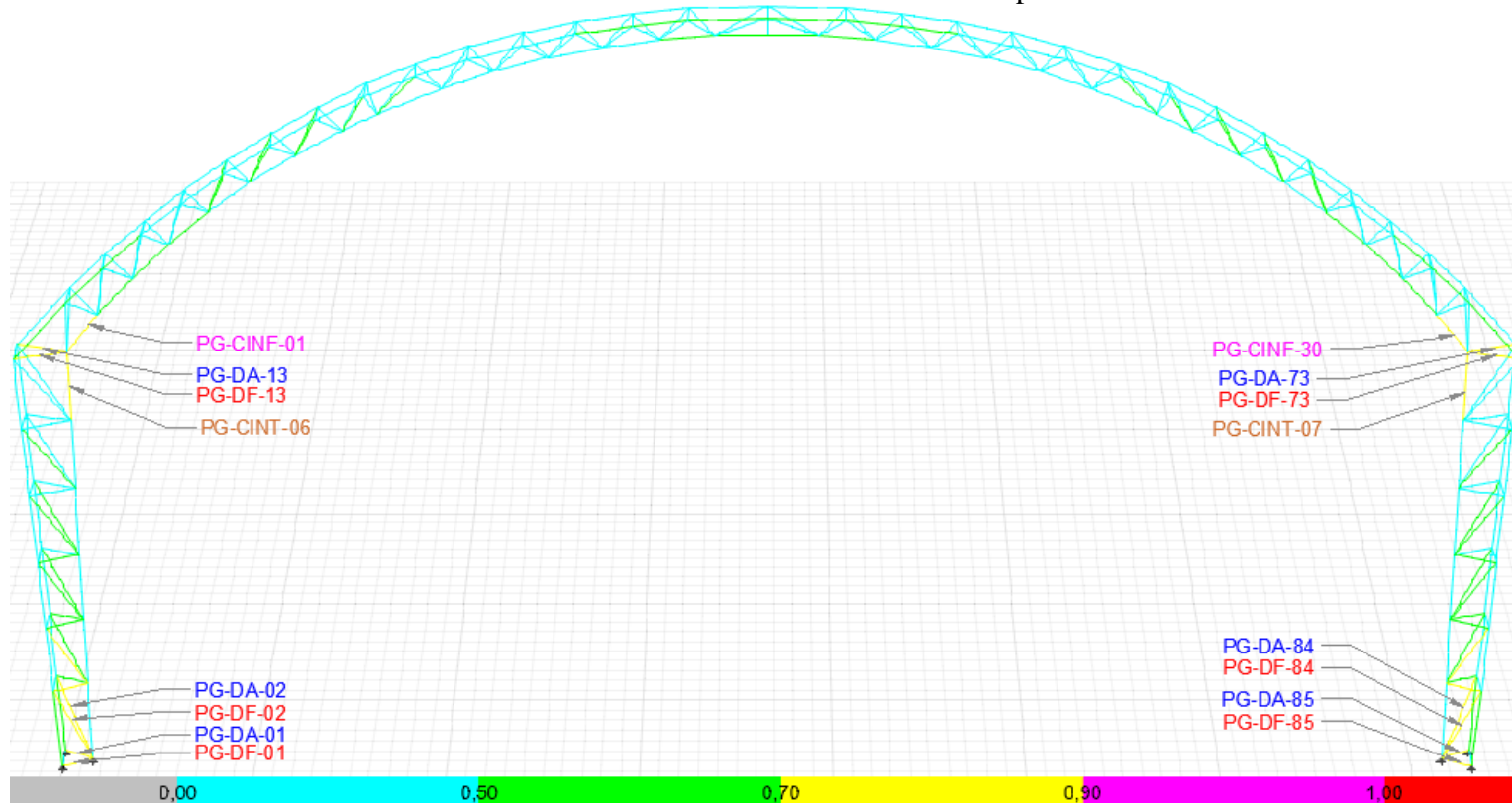
Pórtico F	Estructura Inicial
Elemento	Razón Demanda-Capacidad
PF-DF-01	0,92
PF-DA-01	0,91
PF-DF-02	0,89
PF-DA-02	0,92
PF-DF-04	0,87
PF-DA-04	0,91
PF-CINT-06	0,89
PF-CINF-01	1,00
PF-CINF-30	1,00
PF-DF-13	0,86
PF-DA-13	1,02
PF-DF-73	0,86
PF-DA-73	1,03
PF-CINT-07	0,88
PF-DF-82	0,87
PF-DA-82	0,91
PF-DF-84	0,89
PF-DA-84	0,91
PF-DF-85	0,91
PF-DA-85	0,90

Fuente: Héctor Guerrero F.

La relación demanda/capacidad de los elementos más solicitados del pórtico F son mayores al 0,85, lo que indica que estos elementos son propensos a fallar, entonces deben ser rehabilitados, en Anexo B.6. Pórtico F se detallan las fuerzas actuantes sobre los elementos más demandados del pórtico.

Pórtico G

Ilustración 63.- Elementos más demandados del pórtico G.



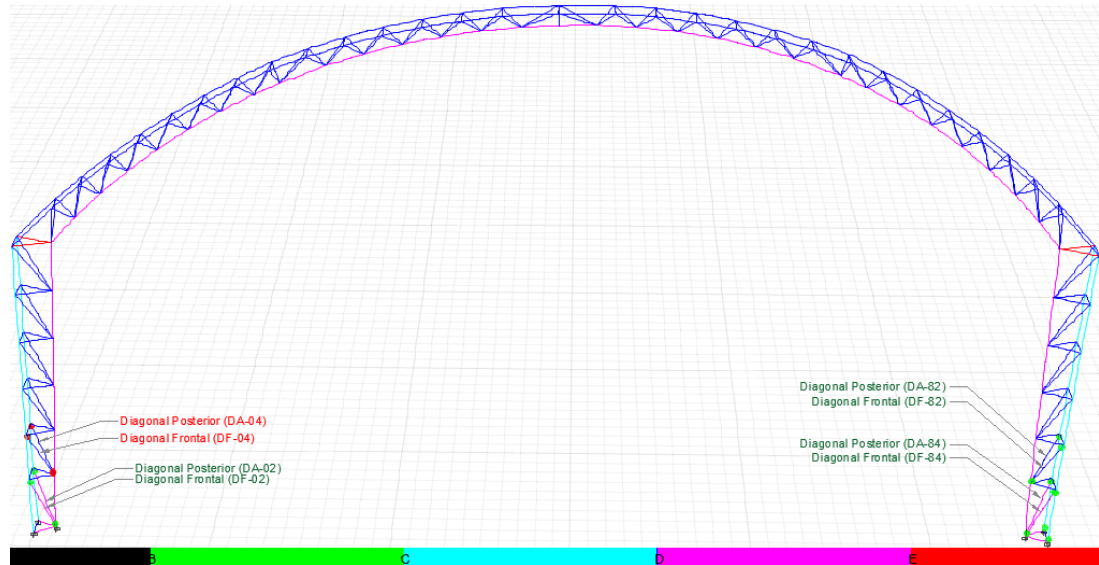
Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

La relación demanda/capacidad de los elementos más solicitados del pórtico G no supera los 0,85, por tanto, no son susceptibles a fallar y no necesitan rehabilitación, las fuerzas que actúan sobre los elementos más solicitados se muestran en Anexos B.7. Pórtico F.

3.1.2. Resultados del análisis no lineal de la estructura en estado inicial

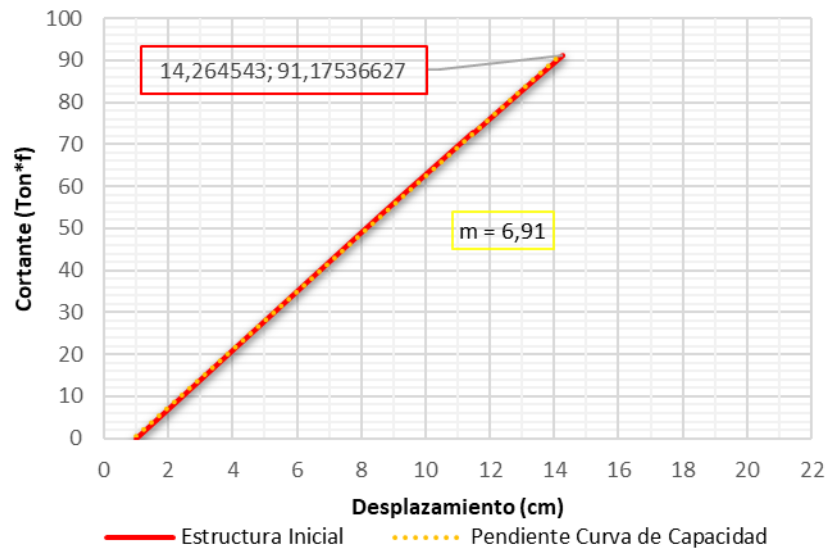
3.1.2.1. Análisis estático no lineal sentido X

Ilustración 64.- Articulaciones plásticas, Push-Over X.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Ilustración 65.- Push-Over sentido X.



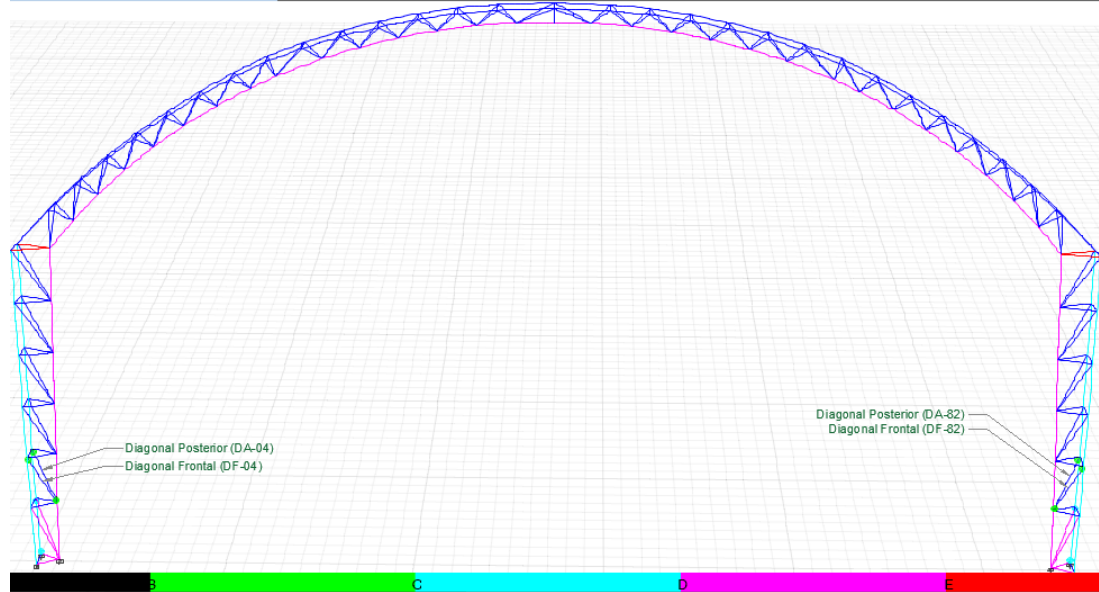
Fuente: Héctor Guerrero F.

Mediante el análisis estático no lineal se puede determinar que la estructura en estado inicial no alcanza el desplazamiento objetivo, obteniendo un desplazamiento máximo de 14,26 cm con un cortante de 91,17 Ton*f, este comportamiento es debido a que un elemento ha fallado y produciendo una inestabilidad en la estructura, el elemento en cuestión se evidencia que es uno de los que en el análisis lineal se determinó que está al límite de su capacidad y debe ser rehabilitado.

La pendiente de la curva de capacidad de la estructura en estado inicial es positiva, lo que indica que mientras el desplazamiento incrementa el valor del cortante crece, en una razón de 6,91 entre el cortante y el desplazamiento.

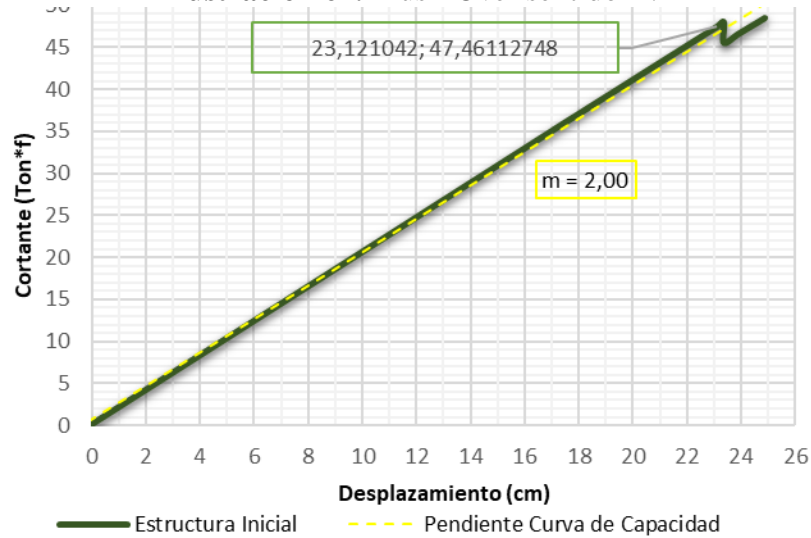
3.1.2.2. Análisis estático no lineal sentido Y

Ilustración 66.- Articulaciones plásticas, Push-Over Y.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Ilustración 67.- Push-Over sentido Y.



Fuente: Héctor Guerrero F.

En el sentido Y la estructura en estado inicial posee un desplazamiento máximo de 23,12 cm y un cortante máximo de 47,46 Ton*f, debido a que en este punto la estructura presenta una inestabilidad por el colapso de uno de sus elementos críticos.

La pendiente de la curva de capacidad ($m=2,00$) es positiva, lo que indica que el desplazamiento es directamente proporcional a la fuerza cortante a una razón de 2,00, esto indica que mientras el desplazamiento crece una unidad el cortante incrementa a una relación de 2 unidades.

La estructura en estado inicial en sentido X soporta un cortante mucho mayor, pero posee un desplazamiento pequeño en comparación al sentido Y que posee un cortante pequeño pero su desplazamiento es mayor, esto se debe a que el sistema sismoresistente principal de la estructura está en el sentido X, esta información se confirma en el análisis de las derivas.

Mediante el análisis estático no lineal en sentido X y Y, se observa que las articulaciones plásticas se forman en los elementos identificados como críticos en el análisis lineal.

3.1.3. Metodologías de rehabilitación sísmica

A continuación, se presenta una tabla comparativa de las distintas metodologías de rehabilitación sísmica con respecto a las deficiencias y sollicitación que presenta la estructura.

Tabla 16.- Identificación de la metodología a utilizar.

Metodología de rehabilitación sísmica	Descripción	Sollicitaciones del Diagnóstico Estructural	
		Necesita	No necesita
Modificación local de componentes	Mejora conexiones, resistencia, capacidad de deformación de los elementos	X	
Remoción o reducción de irregularidades	Reduce discontinuidades en la estructura e irregularidad de masa y rigidez		X
Rigidizado global de la estructura	Reduce desplazamientos laterales de la estructura		X

Reforzamiento global de la estructura	Incrementa resistencia de toda la estructura		X
Reducción de masa	Disminuye demanda de resistencia y desplazamiento		X

Fuente: Héctor Guerrero F.

Por lo tanto, la metodología de rehabilitación sísmica que se implementa es la modificación local de componentes. La metodología “modificación local de componentes” para la rehabilitación sísmica, se logra mediante el uso de:

Tabla 17.- Métodos de modificación local de componentes.

Procedimiento	Comportamiento
Placas de acero	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora la rigidez de diagonales. - Aumenta la capacidad de soportar las fuerzas de tensión provenientes de riostras concéntricas o excéntricas (Chevron o K) en las vigas. - Fortalece los empalmes de columnas u conexiones. - Eliminan las excentricidades de las conexiones si se colocan adecuadamente.
Diagonales de acero	- Soportan los elementos a tensión de las riostras tipo Chevron o K, cuando estos presentan pandeo por compresión.
Cambio de sección	- Mejora la rigidez de diagonales.

Fuente: Héctor Guerrero F.

Por ello, se considera que cuando la falla de los elementos sea por compresión (pandeo flexural) los procedimientos de rehabilitación son: placas de acero, columna/diagonal horizontal de acero o cambio de sección para la rehabilitación, mientras que cuando la falla sea por tensión o por momento se procederá al cambio de sección.

Estos procedimientos serán aplicados en los distintos elementos de la estructura que en el proceso de análisis presenten una relación demanda/capacidad mayor o igual a 0,85.

3.1.4. Selección de la metodología de rehabilitación sísmica

Para la selección de la metodología de rehabilitación sísmica se considera los parámetros expuestos en el apartado 1.1.3.5 del presente trabajo de titulación, expuestos en las tablas que se presentan a continuación.

3.1.4.1. Rehabilitación sísmica de elementos del pórtico B

Tabla 18.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-01;PB-DA-01.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PB-DF-01 PB-DA-01	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	1,91	0,76

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación seleccionada es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 19.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-02;PB-DA-02.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PB-DF-02 PB-DA-02	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	5,43	2,17

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 20.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-04;PB-DA-04.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PB-DF-04 PB-DA-04	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	2,57	1,03

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 1/2", e = 1,5 mm.

Tabla 21.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-13; PB-DA-13.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PB-DF-13 PB-DA-13	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	2,63	0,84
		Diagonal	Libre ocupación	Si	7,40	2,37
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	3,44	1,38

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es la colocación de placa de acero de 5 mm de espesor sobre los elementos.

Tabla 22.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-CINT-06.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PB-CINT-06	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	7,85	2,51
		Diagonal	Libre ocupación	Si	6,63	2,12
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	21,66	8,67

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de diagonales de perfil tubular O 3", e = 1,5 mm de espesor.

Tabla 23.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-CINF-01.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PB-CINF-01	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	8,79	2,81
		Diagonal	Libre ocupación	Si	36,61	11,72
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	15,16	6,07

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación empleada es la colocación de placa de acero de 16cmx70cm y 1cm de espesor, colocada sobre el elemento.

Tabla 24.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-CINF-30.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PB-CINF-30	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	8,79	2,81
		Diagonal	Libre ocupación	Si	36,61	11,72
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	15,16	6,07

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de placa de acero de 16cmx70cm y 1cm de espesor, colocada sobre el elemento.

Tabla 25.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-CINT-07.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PB-CINT-07	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	7,85	2,51
		Diagonal	Libre ocupación	Si	6,63	2,12
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	21,66	8,67

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de un perfil tubular O 3", e = 1,5 mm de espesor.

Tabla 26.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-73; PB-DA-73.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PB-DF-73 PB-DA-73	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	2,63	0,84
		Diagonal	Libre ocupación	Si	7,40	2,37
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	3,44	1,38

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es la colocación de placa de acero de 5 mm de espesor sobre los elementos.

Tabla 27.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-82; PB-DA-82.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PB-DF-82 PB-DA-82	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	2,57	1,03

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 1/2", e = 1,5 mm.

Tabla 28.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-84; PB-DA-84.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PB-DF-84 PB-DA-84	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	5,43	2,17

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 29.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PB-DF-85; PB-DA-85.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PB-DF-85 PB-DA-85	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	5,40	2,16

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación seleccionada es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

3.1.4.2. Rehabilitación sísmica de elementos del pórtico C

Tabla 30.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-01; PC-DA-01.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PC-DF-01 PC-DA-01	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	1,91	0,76

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación seleccionada es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 31.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-02; PC-DA-02.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PC-DF-02 PC-DA-02	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	5,43	2,17

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 32.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-04; PC-DA-04.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PC-DF-04 PC-DA-04	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	2,57	1,03

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 1/2", e = 1,5 mm.

Tabla 33.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-13; PC-DA-13.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PC-DF-13 PC-DA-13	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	2,63	0,84
		Diagonal	Libre ocupación	Si	8,55	2,73
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	3,89	1,56

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es la colocación de placa de acero de 5 mm de espesor sobre los elementos.

Tabla 34.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-CINT-06.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PC-CINT-06	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	7,85	2,51
		Diagonal	Libre ocupación	Si	6,63	2,12
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	21,66	8,67

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de un perfil tubular O 3", e =1,5 mm de espesor.

Tabla 35.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-CINF-01.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PC-CINF-01	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	8,79	2,81
		Diagonal	Libre ocupación	Si	36,61	11,72
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	15,16	6,07

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación empleada es la colocación de placa de acero de 16cmx70cm y 1cm de espesor, colocada sobre el elemento.

Tabla 36.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-CINF-30.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PC-CINF-30	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	8,79	2,81
		Diagonal	Libre ocupación	Si	36,61	11,72
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	15,16	6,07

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de placa de acero de 16cmx70cm y 1cm de espesor, colocada sobre el elemento.

Tabla 37.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-CINT-07.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PC-CINT-07	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	7,85	2,51
		Diagonal	Libre ocupación	Si	6,63	2,12
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	21,66	8,67

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de un perfil tubular O 3", e = 1,5 mm de espesor.

Tabla 38.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-73; PC-DA-73.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PC-DF-73 PC-DA-73	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	2,63	0,84
		Diagonal	Libre ocupación	Si	8,55	2,73
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	3,89	1,56

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es la colocación de placa de acero de 5 mm de espesor sobre los elementos.

Tabla 39.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-82; PC-DA-82.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PC-DF-82 PC-DA-82	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	2,57	1,03

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 1/2", e = 1,5 mm.

Tabla 40.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-84; PC-DA-84.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PC-DF-84 PC-DA-84	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	5,43	2,17

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 41.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PC-DF-85; PC-DA-85.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PC-DF-85 PC-DA-85	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	1,91	0,76

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación seleccionada es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

3.1.4.3. Rehabilitación sísmica de elementos del pórtico D

Tabla 42.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-01; PD-DA-01.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-DF-01 PD-DA-01	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	1,91	0,76

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación seleccionada es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 43.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-02; PD-DA-02.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-DF-02 PD-DA-02	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	5,43	2,17

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 44.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-04; PD-DA-04.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-DF-04 PD-DA-04	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	2,57	1,03

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 1/2", e = 1,5 mm.

Tabla 45.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-13; PD-DA-13.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-DF-13 PD-DA-13	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	2,63	0,84
		Diagonal	Libre ocupación	Si	5,90	1,89
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	3,89	1,56

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es la colocación de placa de acero de 5 mm de espesor sobre los elementos.

Tabla 46.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-CINT-06.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-CINT-06	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	7,85	2,51
		Diagonal	Libre ocupación	Si	6,63	2,12
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	21,66	8,67

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de un perfil tubular O 3", e = 1,5 mm de espesor.

Tabla 47.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-CINF-01.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-CINF-01	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	8,79	2,81
		Diagonal	Libre ocupación	Si	36,61	11,72
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	15,16	6,07

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación empleada es la colocación de placa de acero de 16cmx70cm y 1cm de espesor, colocada sobre el elemento.

Tabla 48.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-CINF-30.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-CINF-30	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	8,79	2,81
		Diagonal	Libre ocupación	Si	36,61	11,72
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	15,16	6,07

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de placa de acero de 16cmx70cm y 1cm de espesor, colocada sobre el elemento.

Tabla 49.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-CINT-07.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-CINT-07	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	7,85	2,51
		Diagonal	Libre ocupación	Si	6,63	2,12
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	21,66	8,67

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de un perfil tubular O 3", e = 1,5 mm de espesor.

Tabla 50.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-73; PD-DA-73.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-DF-73 PD-DA-73	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	2,63	0,84
		Diagonal	Libre ocupación	Si	5,90	1,89
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	3,89	1,56

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es la colocación de placa de acero de 5 mm de espesor sobre los elementos.

Tabla 51.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-82; PD-DA-82.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-DF-82 PD-DA-82	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	2,57	1,03

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 1/2", e = 1,5 mm.

Tabla 52.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-84; PD-DA-84.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-DF-84 PD-DA-84	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	5,43	2,17

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 53.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-85; PD-DA-85.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-DF-85 PD-DA-85	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	1,91	0,76

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación seleccionada es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 54.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-CINF-02.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-CINF-02	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	5,50	1,76
		Diagonal	Libre ocupación	Si	13,97	4,47
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	15,16	6,07

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es la colocación de placa de acero de 10x70 cm y 5 mm de espesor sobre el elemento.

Tabla 55.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-CINF-29.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-CINF-29	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	5,50	1,76
		Diagonal	Libre ocupación	Si	13,97	4,47
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	15,16	6,07

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de placa de acero de 10x70 cm y 5 mm de espesor sobre el elemento.

Tabla 56.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-03; PD-DA-03.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-DF-03 PD-DA-03	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	1,77	0,57
		Diagonal	Libre ocupación	Si	7,89	2,53
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	2,20	0,88

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación empleada es la colocación de placa de acero de 5 mm de espesor sobre los elementos.

Tabla 57.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PD-DF-83; PD-DA-83.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PD-DF-83 PD-DA-83	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	1,77	0,57
		Diagonal	Libre ocupación	Si	7,89	2,53
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	2,20	0,88

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación empleada es la colocación de placa de acero de 5 mm de espesor sobre los elementos.

3.1.4.4. Rehabilitación sísmica de elementos del pórtico E

Tabla 58.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-01; PE-DA-01.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PE-DF-01 PE-DA-01	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	1,91	0,76

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación seleccionada es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 59.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-02; PE-DA-02.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PE-DF-02 PE-DA-02	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	5,43	2,17

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 60.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-04; PE-DA-04.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PE-DF-04 PE-DA-04	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	2,57	1,03

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 1/2", e = 1,5 mm.

Tabla 61.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-13; PE-DA-13.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PE-DF-13 PE-DA-13	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	2,63	0,84
		Diagonal	Libre ocupación	Si	8,55	2,73
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	3,89	1,56

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es la colocación de placa de acero de 5 mm de espesor sobre los elementos.

Tabla 62.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-CINT-06.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PE-CINT-06	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	7,85	2,51
		Diagonal	Libre ocupación	Si	6,63	2,12
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	21,66	8,67

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de un perfil tubular O 3", e =1,5 mm de espesor.

Tabla 63.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-CINF-01.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PE-CINF-01	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	8,79	2,81
		Diagonal	Libre ocupación	Si	36,61	11,72
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	15,16	6,07

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación empleada es la colocación de placa de acero de 16cmx70cm y 1cm de espesor, colocada sobre el elemento.

Tabla 64.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-CINF-30.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PE-CINF-30	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	8,79	2,81
		Diagonal	Libre ocupación	Si	36,61	11,72
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	15,16	6,07

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de placa de acero de 16cmx70cm y 1cm de espesor, colocada sobre el elemento.

Tabla 65.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-CINT-07.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PE-CINT-07	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	12,56	4,02
		Diagonal	Libre ocupación	Si	6,63	2,12
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	21,66	8,67

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de un perfil tubular O 3", e = 1,5 mm de espesor.

Tabla 66.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-73; PE-DA-73.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PE-DF-73 PE-DA-73	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	2,63	0,84
		Diagonal	Libre ocupación	Si	8,55	2,73
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	3,89	1,56

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es la colocación de placa de acero de 5 mm de espesor sobre los elementos.

Tabla 67.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-82; PE-DA-82.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PE-DF-82 PE-DA-82	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	2,57	1,03

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 1/2", e = 1,5 mm.

Tabla 68.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-84; PE-DA-84.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PE-DF-84 PE-DA-84	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	5,43	2,17

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 69.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PE-DF-85; PE-DA-85.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PE-DF-85 PE-DA-85	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	1,91	0,76

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación seleccionada es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

3.1.4.5. Rehabilitación sísmica de elementos del pórtico F

Tabla 70.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-01; PF-DA-01.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PF-DF-01 PF-DA-01	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	1,91	0,76

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación seleccionada es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 71.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-02; PF-DA-02.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PF-DF-02 PF-DA-02	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	5,43	2,17

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 72.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-04; PF-DA-04.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PF-DF-04 PF-DA-04	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	2,57	1,03

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 1/2", e = 1,5 mm.

Tabla 73.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-13; PF-DA-13.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PF-DF-13 PF-DA-13	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	2,63	0,84
		Diagonal	Libre ocupación	Si	7,40	2,37
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	3,44	1,38

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es la colocación de placa de acero de 5 mm de espesor sobre los elementos.

Tabla 74.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-CINT-06.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PF-CINT-06	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	7,85	2,51
		Diagonal	Libre ocupación	Si	6,63	2,12
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	21,66	8,67

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de un perfil tubular O 3", e = 1,5 mm de espesor.

Tabla 75.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-CINF-01.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PF-CINF-01	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	8,79	2,81
		Diagonal	Libre ocupación	Si	36,61	11,72
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	15,16	6,07

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación empleada es la colocación de placa de acero de 16cmx70cm y 1cm de espesor, colocada sobre el elemento.

Tabla 76.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-CINF-30.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PF-CINF-30	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	8,79	2,81
		Diagonal	Libre ocupación	Si	36,61	11,72
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	15,16	6,07

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de placa de acero de 16cmx70cm y 1cm de espesor, colocada sobre el elemento.

Tabla 77.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-CINT-07.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PF-CINT-07	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	7,85	2,51
		Diagonal	Libre ocupación	Si	6,63	2,12
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	21,66	8,67

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación utilizada es la colocación de un perfil tubular O 3", e = 1,5 mm de espesor.

Tabla 78.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-73; PF-DA-73.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PF-DF-73 PF-DA-73	Modificación local de componentes	Placa de acero	Libre ocupación	Si	2,63	0,84
		Diagonal	Libre ocupación	Si	7,40	2,37
		Cambio sección	Restringido el paso	Si	3,44	1,38

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación a emplearse es la colocación de placa de acero de 5 mm de espesor sobre los elementos.

Tabla 79.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-82; PF-DA-82.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PF-DF-82 PF-DA-82	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	2,57	1,03

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 1/2", e = 1,5 mm.

Tabla 80.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-84; PF-DA-84.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PF-DF-84 PF-DA-84	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	5,43	2,17

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación escogida es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

Tabla 81.- Propuesta de rehabilitación sísmica: PF-DF-85; PF-DA-85.

Selección del método de rehabilitación sísmica						
Elemento	Metodología de rehabilitación	Propuesta de rehabilitación	Condición arquitectónica y operacional	Materiales y mano de obra disponibles en el lugar	Costo (Kg)	Tiempo (h)
PF-DF-85 PF-DA-85	Modificación local de componentes	Cambio sección	Restringido el paso	Si	1,91	0,76

Fuente: Héctor Guerrero F.

La propuesta de rehabilitación seleccionada es el cambio de sección por un perfil tubular O 2 3/8", e = 3 mm.

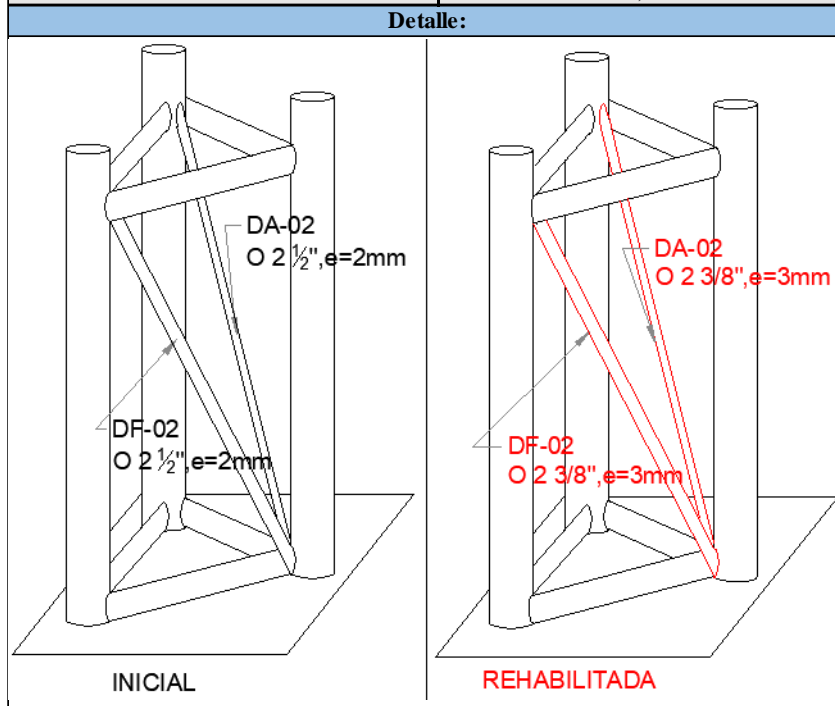
3.1.4.6. Resumen de propuestas de rehabilitación sísmica

Debido a que las propuestas de rehabilitación son las mismas para un determinado grupo de elementos en cada pórtico, se procede a realizar una tabla de resumen para indicar de manera gráfica la rehabilitación sísmica a emplear.

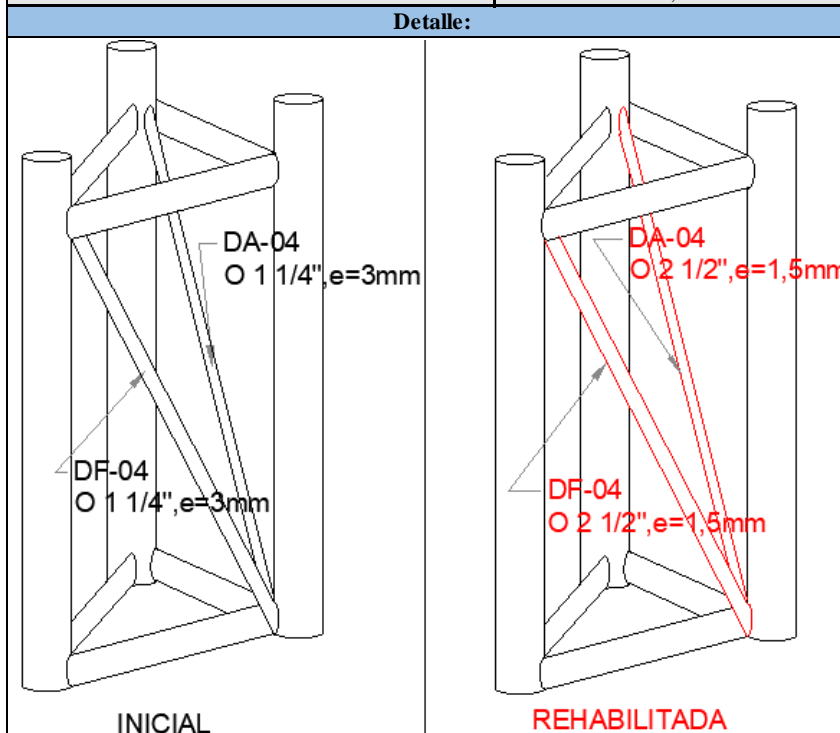
Tabla 82.- Resumen de rehabilitación sísmica.

Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Cambio de sección	PB-DF-01; PB-DA-01
	PC-DF-01; PC-DA-01
Nuevo perfil tubular:	PD-DF-01; PD-DA-01
O 2 3/8", e = 3 mm	PE-DF-01; PE-DA-01
	PF-DF-01; PF-DA-01
Detalle:	

Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Cambio de sección	PB-DF-02; PB-DA-02
	PC-DF-02; PC-DA-02
Nuevo perfil tubular:	PD-DF-02; PD-DA-02
O 2 3/8", e = 3 mm	PE-DF-02; PE-DA-02
	PF-DF-02; PF-DA-02

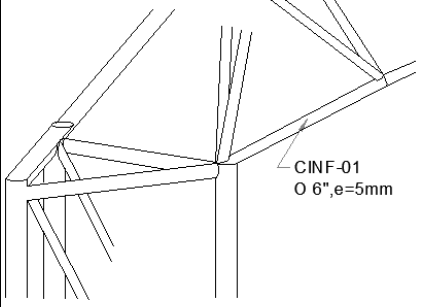
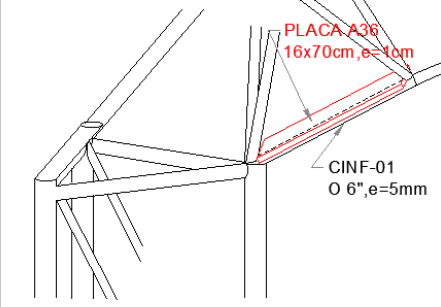


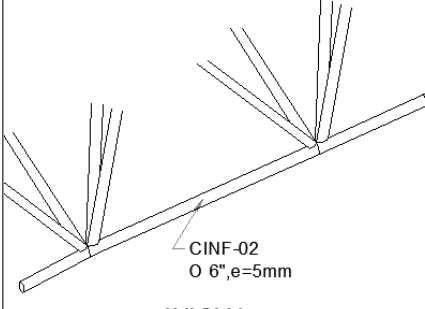
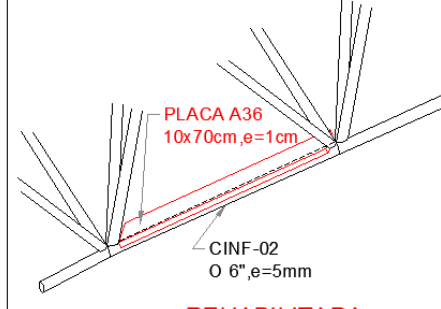
Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Cambio de sección	PB-DF-04; PB-DA-04
	PC-DF-04; PC-DA-04
Nuevo perfil tubular:	PD-DF-04; PD-DA-04
O 2 1/2", e = 1,5 mm	PE-DF-04; PE-DA-04
	PF-DF-04; PF-DA-04

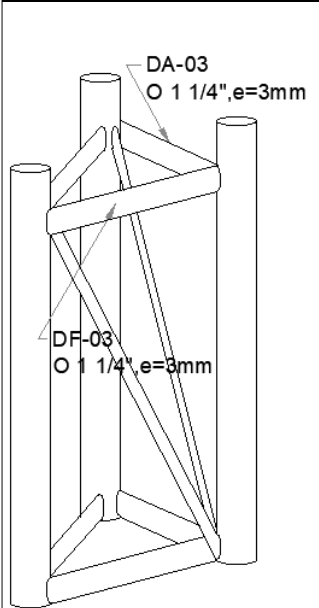
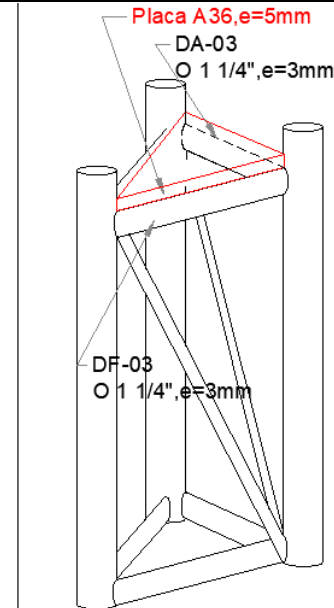


Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Colocación de placa de acero sobre los elementos	PB-DF-13; PB-DA-13
	PC-DF-13; PC-DA-13
Nuevo elemento añadido:	PD-DF-13; PD-DA-13
Placa de acero de 5 mm de espesor	PE-DF-13; PE-DA-13
	PF-DF-13; PF-DA-13
Detalle:	
<p>DA-13 Ø 2", e=3mm</p> <p>DF-13 Ø 2", e=4mm</p> <p>INICIAL</p>	<p>DA-13 Ø 2", e=3mm</p> <p>DF-13 Ø 2", e=4mm</p> <p>Placa A36, e=5mm</p> <p>REHABILITADA</p>

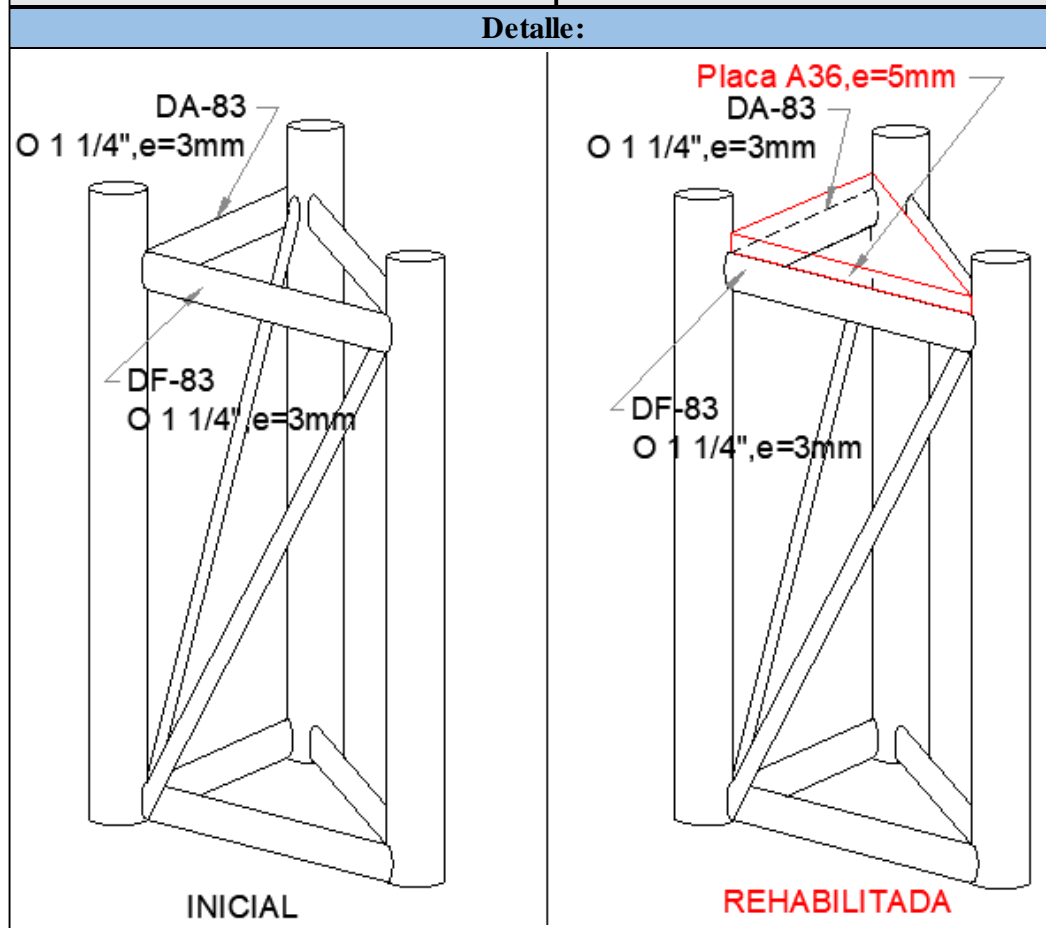
Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Colocación de diagonales de acero	PB-CINT-06
	PC-CINT-06
Nuevo elemento añadido:	PD-CINT-06
Ø 3", e = 1,5 mm	PE-CINT-06
	PF-CINT-06
Detalle:	
<p>CINT-06 Ø 6", e=5mm</p> <p>INICIAL</p>	<p>CINT-06 Ø 6", e=5mm</p> <p>Ø 3", e=1,5mm</p> <p>Ø 3", e=1,5mm</p> <p>REHABILITADA</p>

Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Colocación de placa de acero sobre el elemento	PB-CINF-01
	PC-CINF-01
Nuevo elemento añadido:	PD-CINF-01
Placa de acero 16x70cm, e = 1 cm	PE-CINF-01
	PF-CINF-01
Detalle:	
 <p style="text-align: center;">INICIAL</p>	 <p style="text-align: center;">REHABILITADA</p>

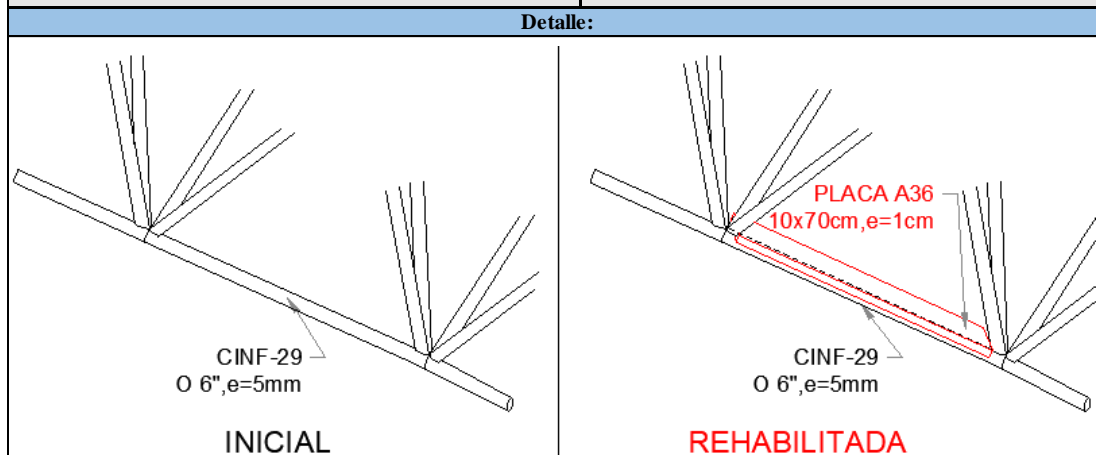
Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Colocación de placa de acero sobre el elemento	PD-CINF-02
Nuevo elemento añadido:	
Placa de acero 10x70cm, e = 1 cm	
Detalle:	
 <p style="text-align: center;">INICIAL</p>	 <p style="text-align: center;">REHABILITADA</p>

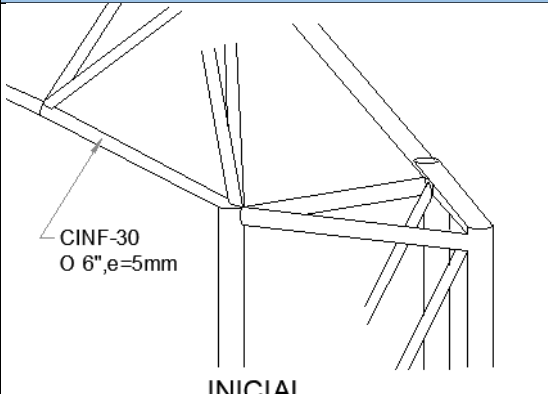
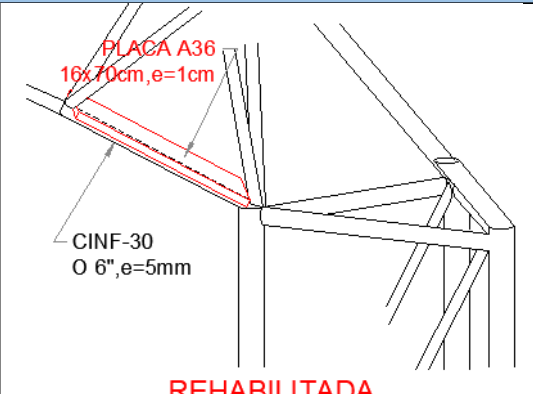
Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Colocación de placa de acero sobre los elementos	PD-DF-03
Nuevo elemento añadido:	PD-DA-03
Placa de acero de 5 mm de espesor	
Detalle:	
 <p style="text-align: center;">INICIAL</p>	 <p style="text-align: center;">REHABILITADA</p>

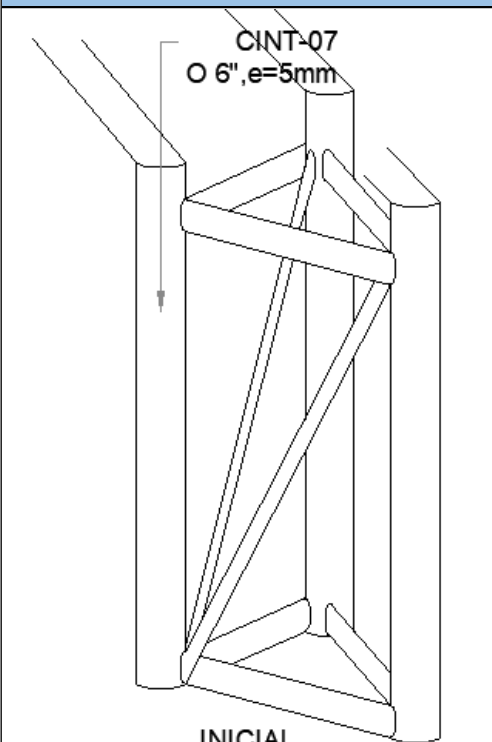
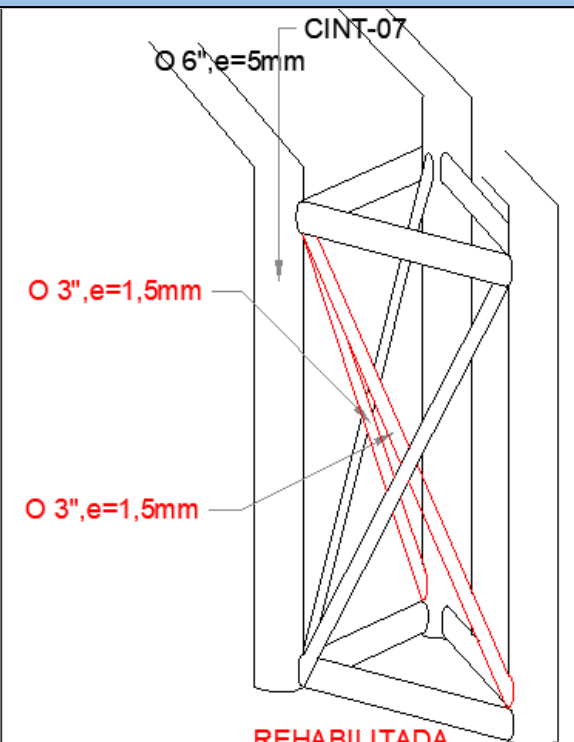
Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Colocación de placa de acero sobre los elementos	PD-DF-83 PD-DA-83
Nuevo elemento añadido:	
Placa de acero de 5 mm de espesor	



Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Colocación de placa de acero sobre el elemento	PD-CINF-29
Nuevo elemento añadido:	
Placa de acero 10x70cm, e = 1 cm	



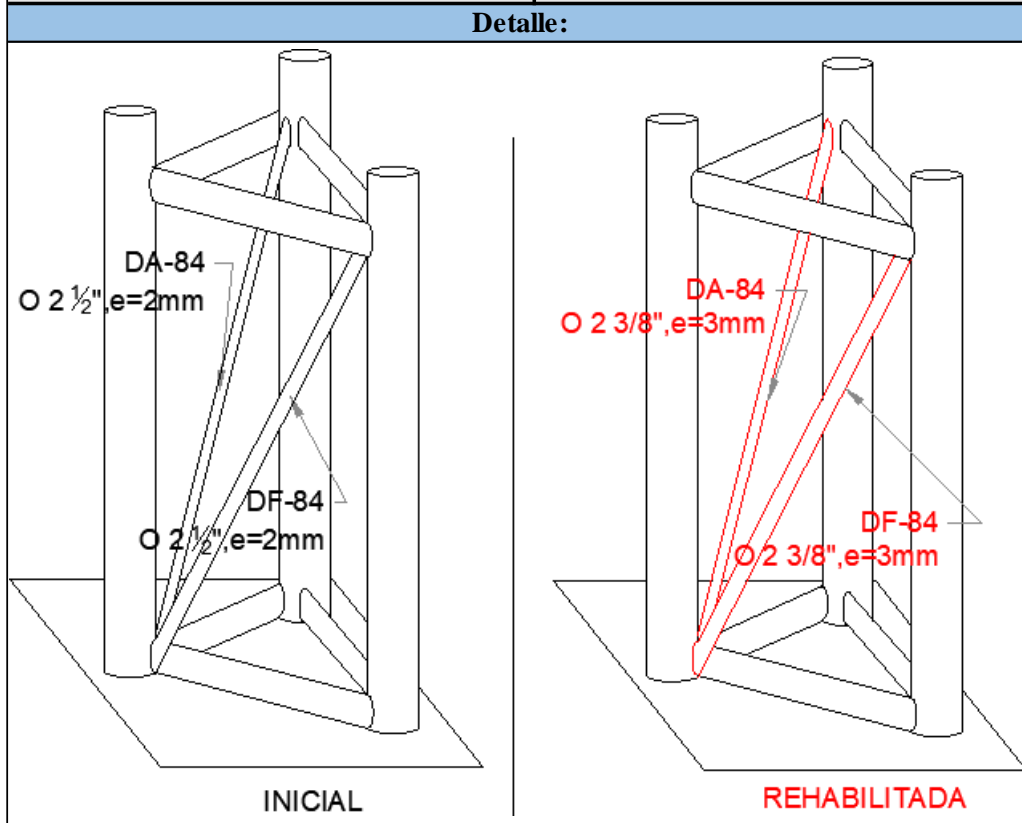
Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Colocación de placa de acero sobre el elemento	PB-CINF-30
	PC-CINF-30
Nuevo elemento añadido:	PD-CINF-30
Placa de acero 16x70cm, e = 1 cm	PE-CINF-30
	PF-CINF-30
Detalle:	
 <p>CINF-30 Ø 6", e=5mm</p> <p>INICIAL</p>	 <p>PLACA A36 16x70cm, e=1cm</p> <p>CINF-30 Ø 6", e=5mm</p> <p>REHABILITADA</p>

Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Colocación de diagonales de acero	PB-CINT-07
	PC-CINT-07
Nuevo elemento añadido:	PD-CINT-07
Ø 3", e = 1,5 mm	PE-CINT-07
	PF-CINT-07
Detalle:	
 <p>CINT-07 Ø 6", e=5mm</p> <p>INICIAL</p>	 <p>CINT-07 Ø 6", e=5mm</p> <p>Ø 3", e=1,5mm</p> <p>Ø 3", e=1,5mm</p> <p>REHABILITADA</p>

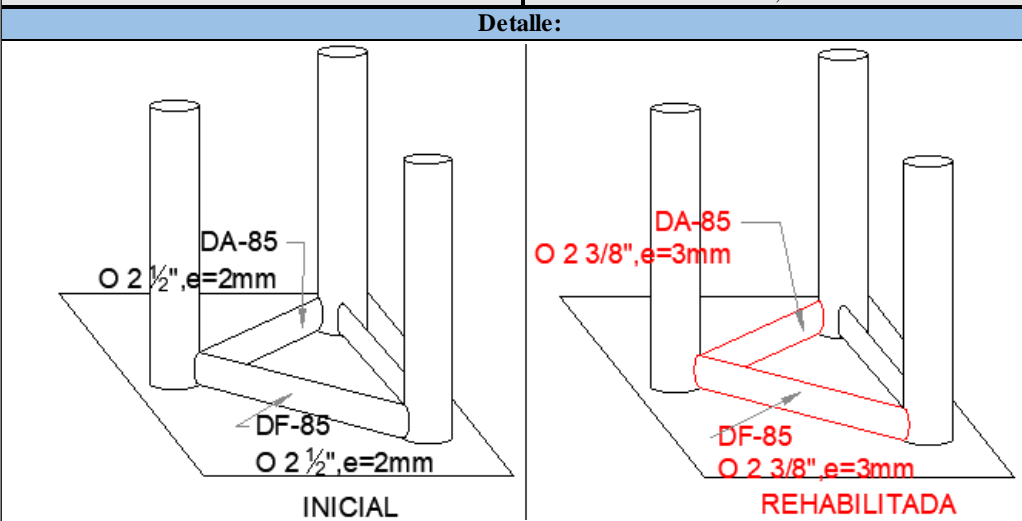
Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Colocación de placa de acero sobre los elementos	PB-DF-73; PB-DA-73
	PC-DF-73; PC-DA-73
Nuevo elemento añadido:	PD-DF-73; PD-DA-73
Placa de acero de 5 mm de espesor	PE-DF-73; PE-DA-73
	PF-DF-73; PF-DA-73
Detalle:	
<p>DA-73 Ø 2", e=3mm</p> <p>DF-73 Ø 2", e=4mm</p> <p>INICIAL</p>	<p>DA-73 Ø 2", e=3mm</p> <p>Placa A36, e=5mm</p> <p>DF-73 Ø 2", e=4mm</p> <p>REHABILITADA</p>

Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Cambio de sección	PB-DF-82; PB-DA-82
	PC-DF-82; PC-DA-82
Nuevo perfil tubular:	PD-DF-82; PD-DA-82
Ø 2 1/2", e = 1,5 mm	PE-DF-82; PE-DA-82
	PF-DF-82; PF-DA-82
Detalle:	
<p>DA-82 Ø 1 1/4" e=3mm</p> <p>DF-82 Ø 1 1/4" e=3mm</p> <p>INICIAL</p>	<p>DA-82 Ø 2 1/2" e=1,5mm</p> <p>DF-82 Ø 2 1/2" e=1,5mm</p> <p>REHABILITADA</p>

Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Cambio de sección	PB-DF-84; PB-DA-84
	PC-DF-84; PC-DA-84
Nuevo perfil tubular:	PD-DF-84; PD-DA-84
O 2 3/8", e = 3 mm	PE-DF-84; PE-DA-84
	PF-DF-84; PF-DA-84



Propuesta de rehabilitación:	Elementos rehabilitados:
Cambio de sección	PB-DF-85; PB-DA-85
	PC-DF-85; PC-DA-85
Nuevo perfil tubular:	PD-DF-85; PD-DA-85
O 2 3/8", e = 3 mm	PE-DF-85; PE-DA-85
	PF-DF-85; PF-DA-85

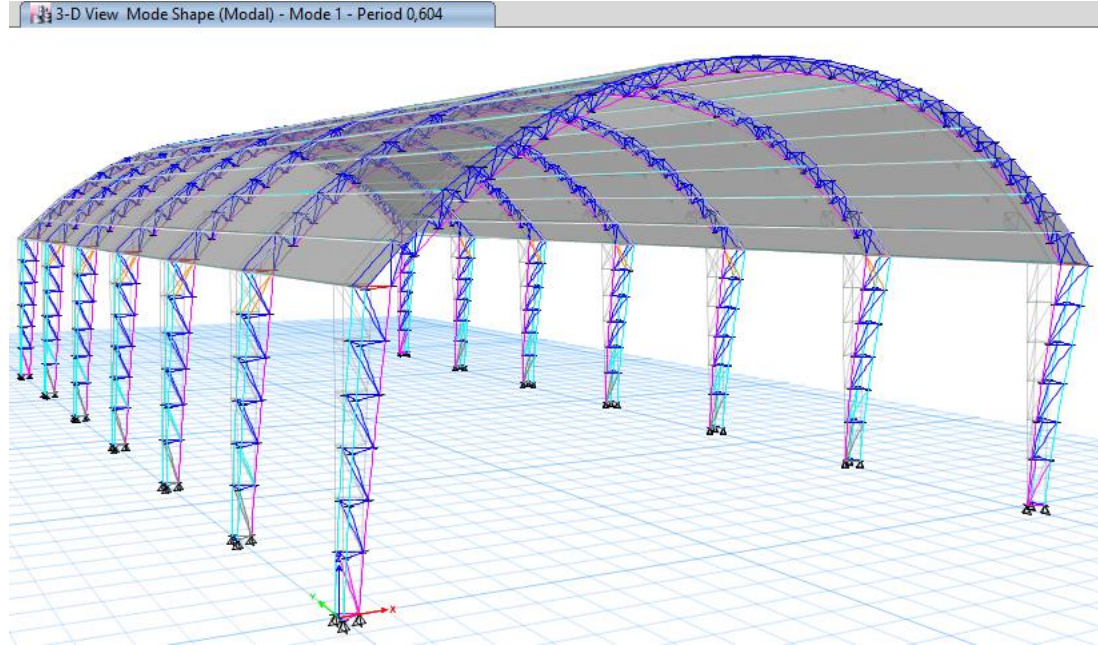


Fuente: Héctor Guerrero F.

3.1.5. Resultados del análisis de la estructura rehabilitada

3.1.5.1. Periodo de vibración

Ilustración 68.- Periodo de vibración de la estructura rehabilitada.



Fuente: ETABS 2016.

La estructura rehabilitada posee un periodo de vibración de 0,604 segundos, cuyo valor esta entre el periodo de vibración estimado y el 1,3 del periodo de vibración estimado, cumpliendo con lo que establece la norma NEC-SE-DS.

3.1.5.2.- Porcentaje de participación de masa

Tabla 83.- Participación de masa de la estructura rehabilitada.

CASO	MODO	PERIODO SEG	UX	UY	SUM UX	SUM UY
Modal	2	0,348	0,9132	0	0,9132	0,934

Fuente: Héctor Guerrero F.

El porcentaje de participación de masa de al menos el 90% se cumple en el segundo modo.

3.1.5.3.- Chequeo torsión en planta

Tabla 84.- Modos de vibración de la estructura rehabilitada.

CHEQUEO DE TORSIÓN EN PLANTA											
Modo	Periodo segundo	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
1	0,604	0	0,934	0	0,934	0,0829	0	0	0,0829	0	0
2	0,348	0,9132	0	0,9132	0,934	0	0,1141	0,0015	0,0829	0,1141	0,0015
3	0,342	0,0016	0	0,9148	0,934	0	0,0002	0,8953	0,0829	0,1143	0,8968
4	0,086	0	0,002	0,9148	0,936	0,0719	0	0	0,1548	0,1143	0,8968
5	0,085	0	0,00003231	0,9148	0,936	0,0011	0	0,00E+00	0,1559	0,1143	0,8968
6	0,076	0,0001	0	0,9149	0,936	0	0,0006	0,00E+00	0,1559	0,1148	0,8968
7	0,07	1,36E-06	0	0,9149	0,936	0	0,00E+00	0,0089	0,1559	0,1148	0,9057
8	0,061	0	0	0,9149	0,936	0,00001685	0	0	0,1559	0,1148	0,9057
9	0,059	1,524E-06	1,81E-06	0,9149	0,936	0,00002314	8,68E-07	0,00E+00	1,56E-01	0,1148	0,9057

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 85.- Comportamiento modal de la estructura rehabilitada.

MODO 1	0,00%	ES < 30%
MODO 2	0,16%	ES < 30%
MODO 3	55956,25%	ES > 30%

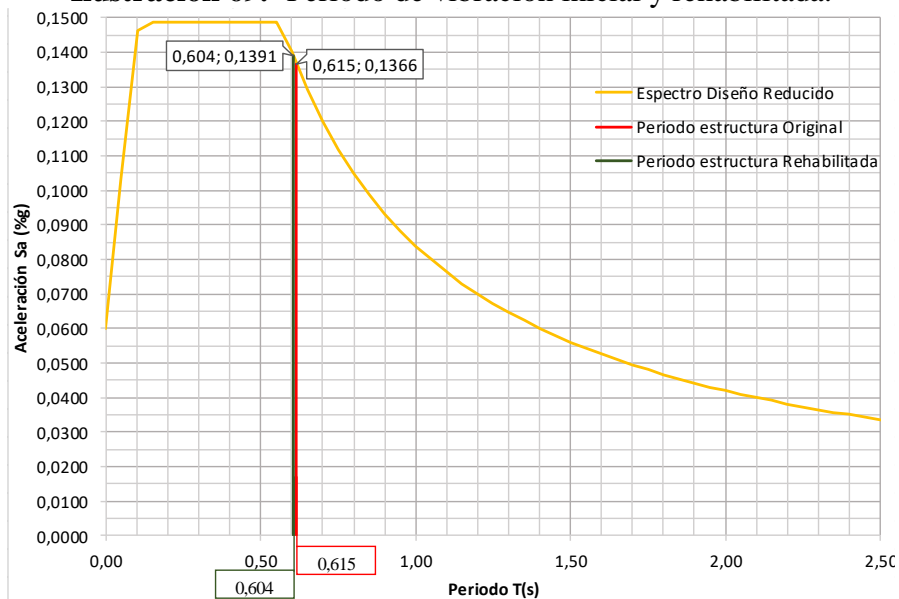
Fuente: Héctor Guerrero F.

El comportamiento de la estructura en el primer modo es traslacional en X, en el segundo modo es traslacional en X y el tercer modo es torsional, cumpliendo con el comportamiento estructural recomendado.

3.1.6. Comparación Estructura Inicial vs Estructura Rehabilitada

3.1.6.1. Periodo de vibración de la estructura

Ilustración 69.- Periodo de vibración inicial y rehabilitada.



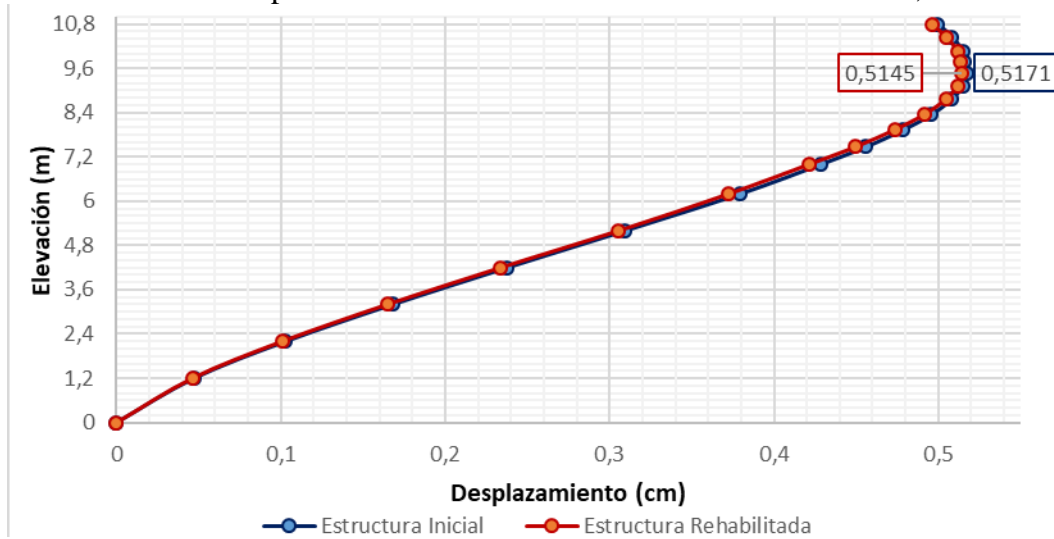
Fuente: Héctor Guerrero F.

El periodo de vibración de la estructura rehabilitada varia en 0,011 segundos en relación con la estructura inicial debido a la modificación local de componentes.

La implementación de nuevos elementos, el cambio de perfiles rigidiza a la estructura, pero una de las características de la modificación local de elementos es que no cambia el comportamiento global de la estructura, sino solo de los elementos intervenidos, esto se evidencia con los resultados obtenidos teniendo un menor periodo de vibración la estructura rehabilitada pero dicha variación es relativamente pequeña.

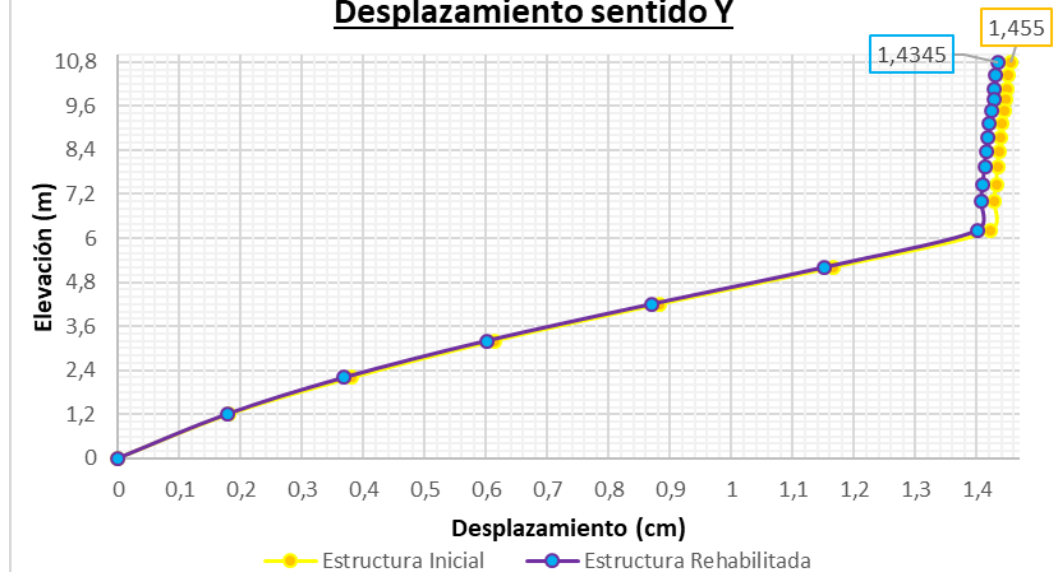
3.1.6.2.- Desplazamiento

Ilustración 70.- Desplazamiento de la estructura inicial vs rehabilitada, sentido X.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 71.- Desplazamiento de la estructura inicial vs rehabilitada, sentido Y.
Desplazamiento sentido Y



Fuente: Héctor Guerrero F.

Se identifica que el máximo desplazamiento de la estructura en el sentido X en estado inicial es 0,5171 cm y cuando se aplica la rehabilitación es 0,5145 cm, obteniendo un menor desplazamiento con la aplicación de la rehabilitación.

En el sentido Y cuando se aplica la metodología de rehabilitación el desplazamiento disminuye, obteniendo un desplazamiento máximo inicial igual a 1,455 cm y rehabilitada igual a 1,435 cm.

3.1.6.3.- Derivas

Ilustración 72.- Deriva inelástica de la estructura inicial vs rehabilitada, sentido X.

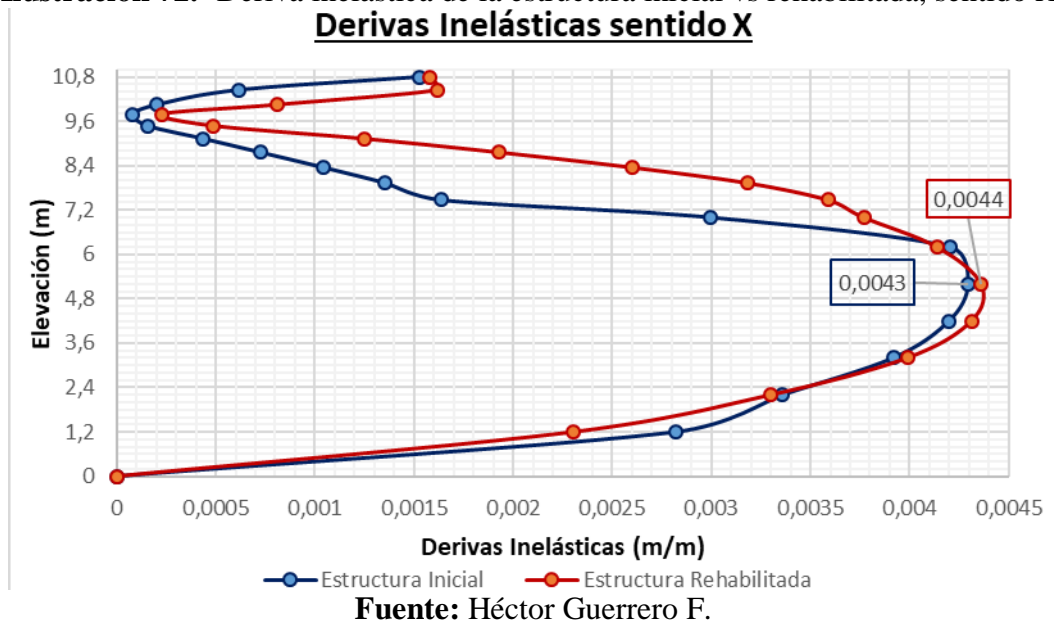
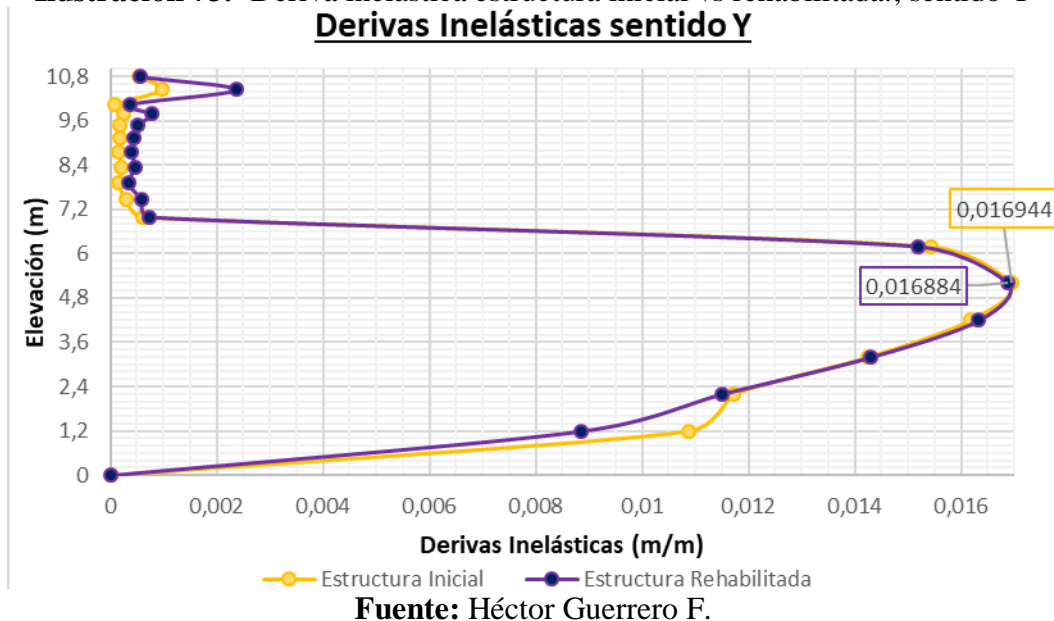


Ilustración 73.- Deriva inelástica estructura inicial vs rehabilitada., sentido Y



La máxima deriva inelástica de la estructura inicial en sentido X es 0,0043 m/m, cuando se aplica la rehabilitación sísmica la deriva es 0,0044 m/m.

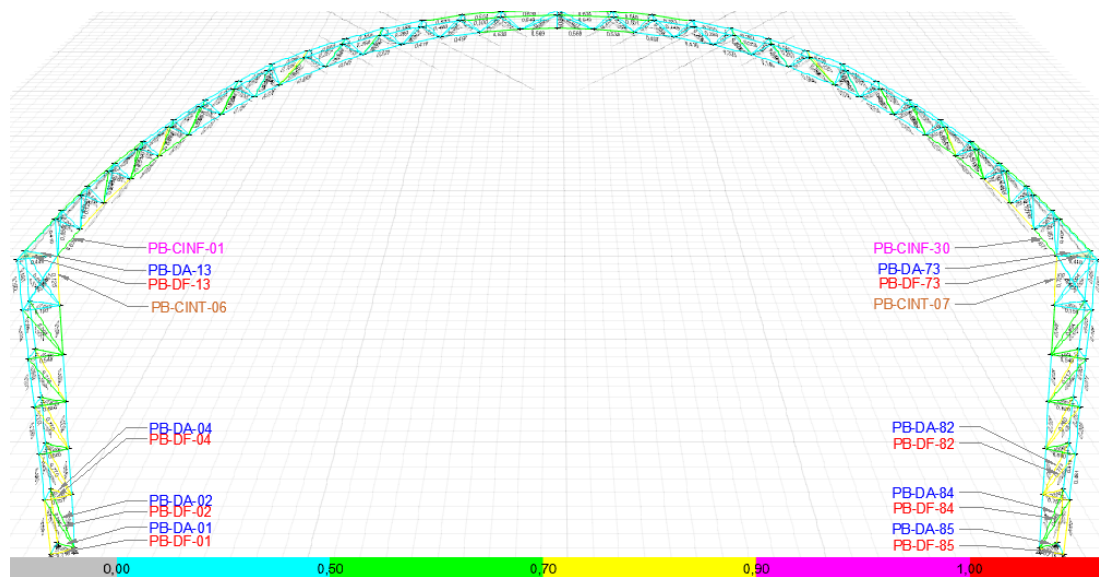
En sentido Y la máxima deriva inelástica máxima de piso es 0,0169 m/m y cuando se aplica la rehabilitación se obtiene un valor de 0,0169 m/m.

Se observa que el sistema sismoresistente principal de la estructura está en el sentido X, obteniendo las derivas más pequeñas en este sentido, mientras que en el sentido Y la máxima deriva obtenida se acerca al 0,02 que indica la norma NEC-SE-DS como la deriva máxima que puede obtener una estructura.

3.1.6.4.- Relación Demanda/Capacidad de los perfiles

3.1.6.4.1.- Razón Demanda/Capacidad pórtico B

Ilustración 74.- Demanda/capacidad pórtico B rehabilitado.



Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Tabla 86.- Relación demanda capacidad elementos más solicitados del pórtico B estructura rehabilitada.

Pórtico B	Estructura Rehabilitada
Elemento	Razón Demanda - Capacidad
PB-DF-01	0,72
PB-DA-01	0,68
PB-DF-02	0,68
PB-DA-02	0,69
PB-DF-04	0,76
PB-DA-04	0,77
PB-CINT-06	0,72
PB-CINF-01	0,67
PB-CINF-30	0,67
PB-DF-13	0,45
PB-DA-13	0,47
PB-DF-73	0,45
PB-DA-73	0,47
PB-CINT-07	0,72
PB-DF-82	0,75
PB-DA-82	0,77
PB-DF-84	0,68
PB-DA-84	0,68
PB-DF-85	0,71
PB-DA-85	0,67

Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 75.- Relación D/C pórtico B.

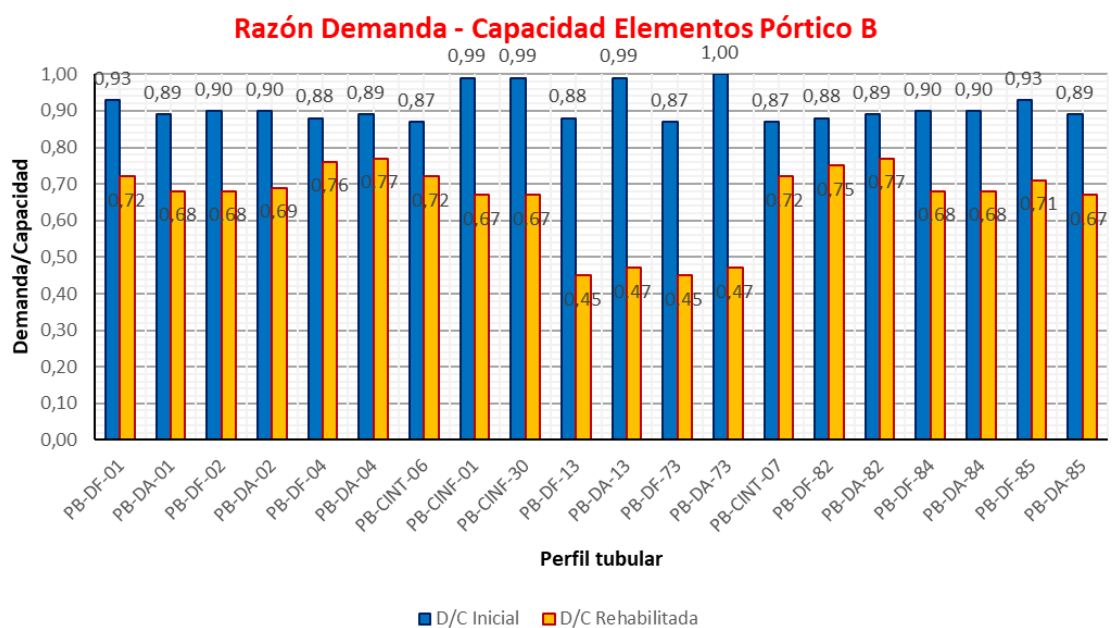
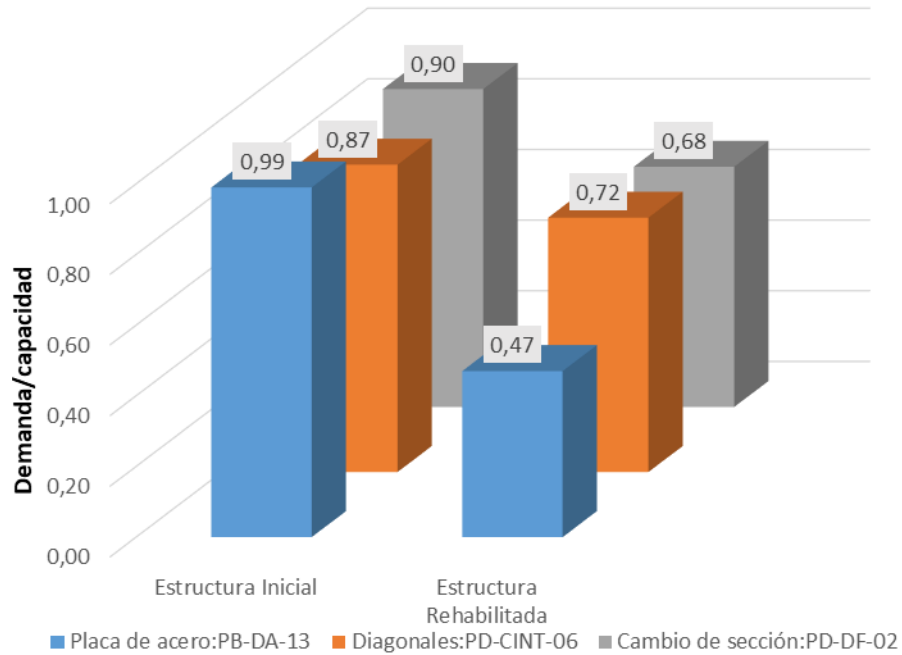


Ilustración 76.- Influencia de propuesta de rehabilitación en la razón D/C pórtico B.
Reducción de demanda/capacidad representativo



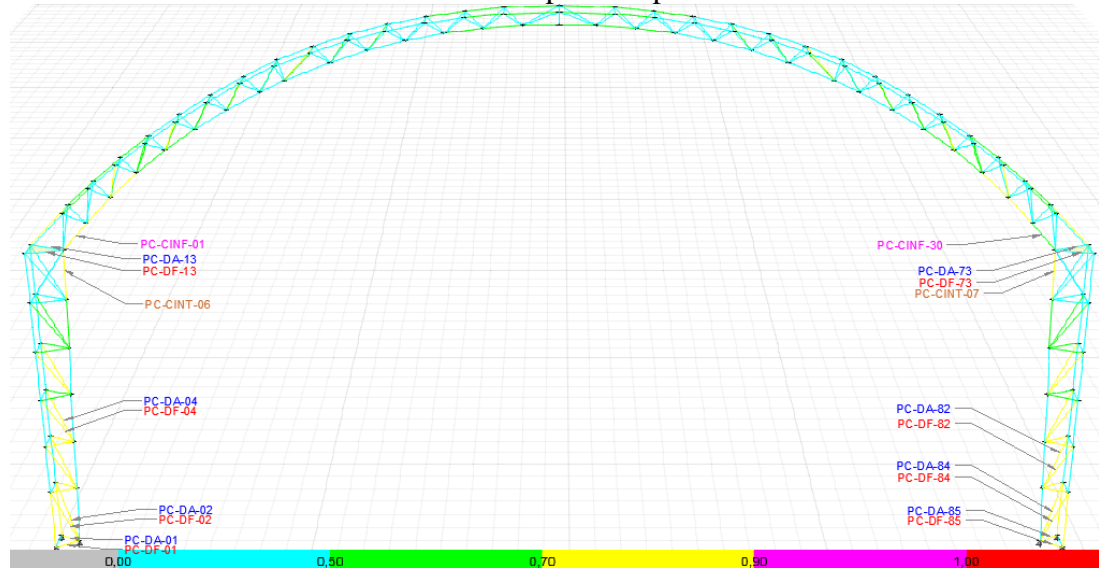
Fuente: Héctor Guerrero F.

La aplicación de los métodos de rehabilitación sísmica en los elementos del pórtico B disminuyó la demanda-capacidad de los elementos críticos identificados.

La adición de placas metálicas disminuye un 52% la demanda/capacidad de los elementos críticos, pero en secciones grandes representan un mayor costo, la adición de diagonales ayuda a reducir un 15% de demanda/capacidad, mientras que el cambio de sección tiene una reducción del 22% en su razón demanda/capacidad.

3.1.6.4.2.- Razón Demanda/Capacidad pórtico C

Ilustración 77.- Demanda/capacidad pórtico C rehabilitado.



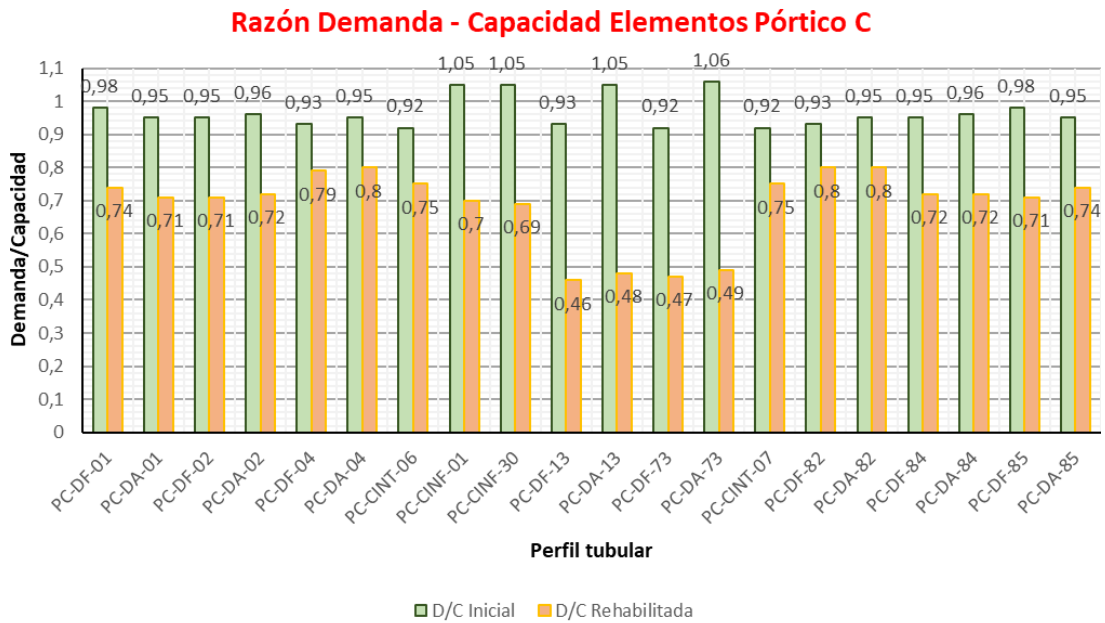
Fuente: ETABS 2016.

Tabla 87.- Relación demanda/capacidad elementos críticos del pórtico C, estructura rehabilitada.

Pórtico C	Estructura Rehabilitada
Elemento	Razón Demanda - Capacidad
PC-DF-01	0,74
PC-DA-01	0,71
PC-DF-02	0,71
PC-DA-02	0,72
PC-DF-04	0,79
PC-DA-04	0,8
PC-CINT-06	0,75
PC-CINF-01	0,7
PC-CINF-30	0,69
PC-DF-13	0,46
PC-DA-13	0,48
PC-DF-73	0,47
PC-DA-73	0,49
PC-CINT-07	0,75
PC-DF-82	0,8
PC-DA-82	0,8
PC-DF-84	0,72
PC-DA-84	0,72
PC-DF-85	0,71
PC-DA-85	0,74

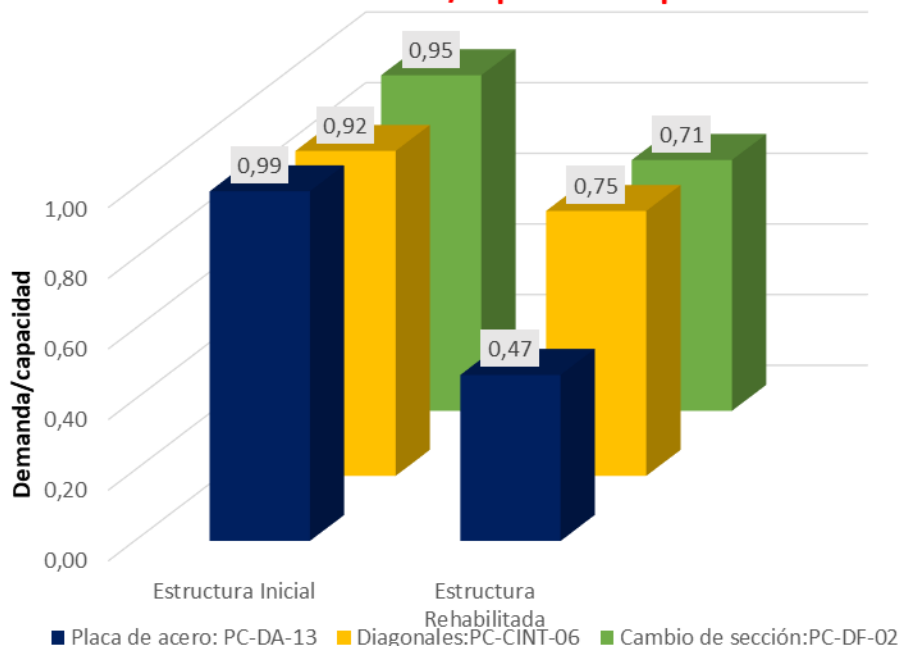
Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 78.- Relación D/C pórtico C.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 79.- Influencia propuesta de rehabilitación en la razón D/C pórtico C.
Reducción de demanda/capacidad representativo

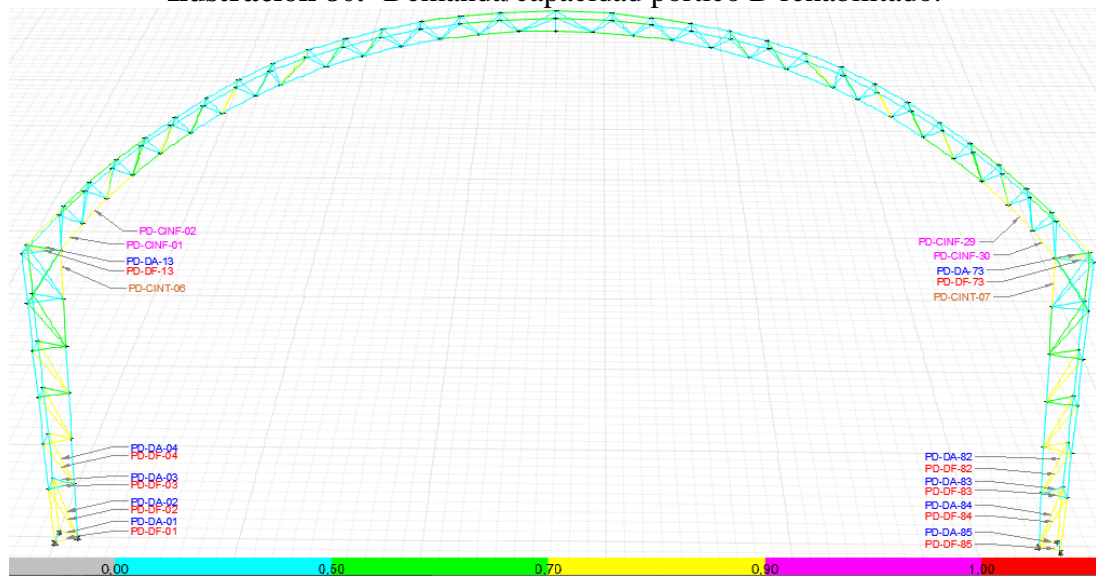


Fuente: Héctor Guerrero F.

La implementación de los métodos de rehabilitación sísmica en los elementos reduce la relación demanda/capacidad, la implementación de placa de acero incrementa un 52% la resistencia del elemento, la colocación de diagonales disminuyó a la demanda/capacidad un 17% y el cambio de sección permitió un 24% la relación demanda/capacidad.

3.1.6.4.3.- Razón Demanda/Capacidad pórtico D

Ilustración 80.- Demanda/capacidad pórtico D rehabilitado.



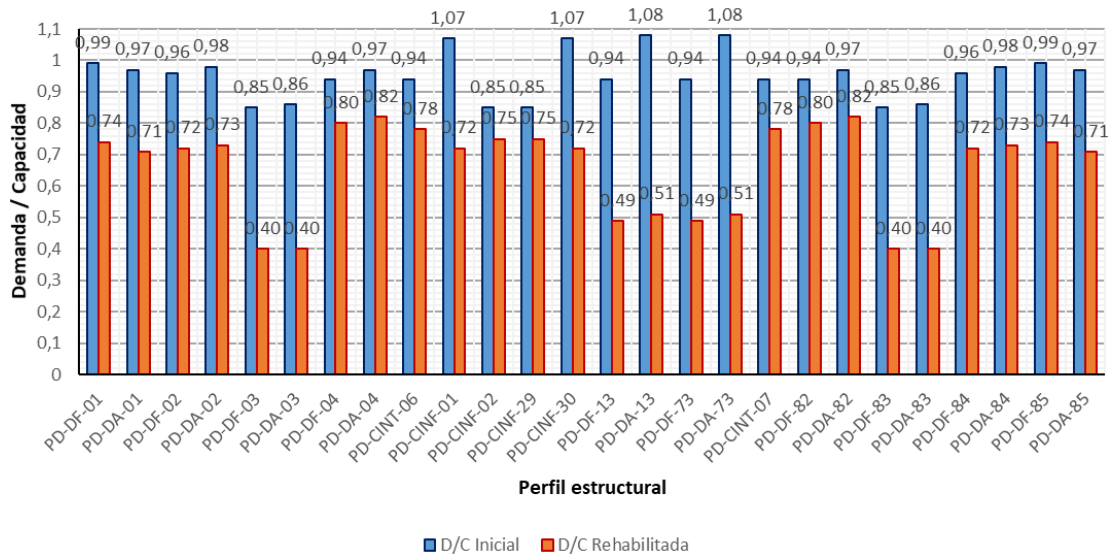
Fuente: ETABS 2016 v26.1.0.

Tabla 88.- Relación demanda/capacidad elementos críticos pórtico D, estructura rehabilitada.

Pórtico D	Estructura Rehabilitada
Elemento	Razón Demanda - Capacidad
PD-DF-01	0,74
PD-DA-01	0,71
PD-DF-02	0,72
PD-DA-02	0,73
PD-DF-03	0,40
PD-DA-03	0,40
PD-DF-04	0,80
PD-DA-04	0,82
PD-CINT-06	0,78
PD-CINF-01	0,72
PD-CINF-02	0,75
PD-CINF-29	0,75
PD-CINF-30	0,72
PD-DF-13	0,49
PD-DA-13	0,51
PD-DF-73	0,49
PD-DA-73	0,51
PD-CINT-07	0,78
PD-DF-82	0,80
PD-DA-82	0,82
PD-DF-83	0,40
PD-DA-83	0,40
PD-DF-84	0,72
PD-DA-84	0,73
PD-DF-85	0,74
PD-DA-85	0,71

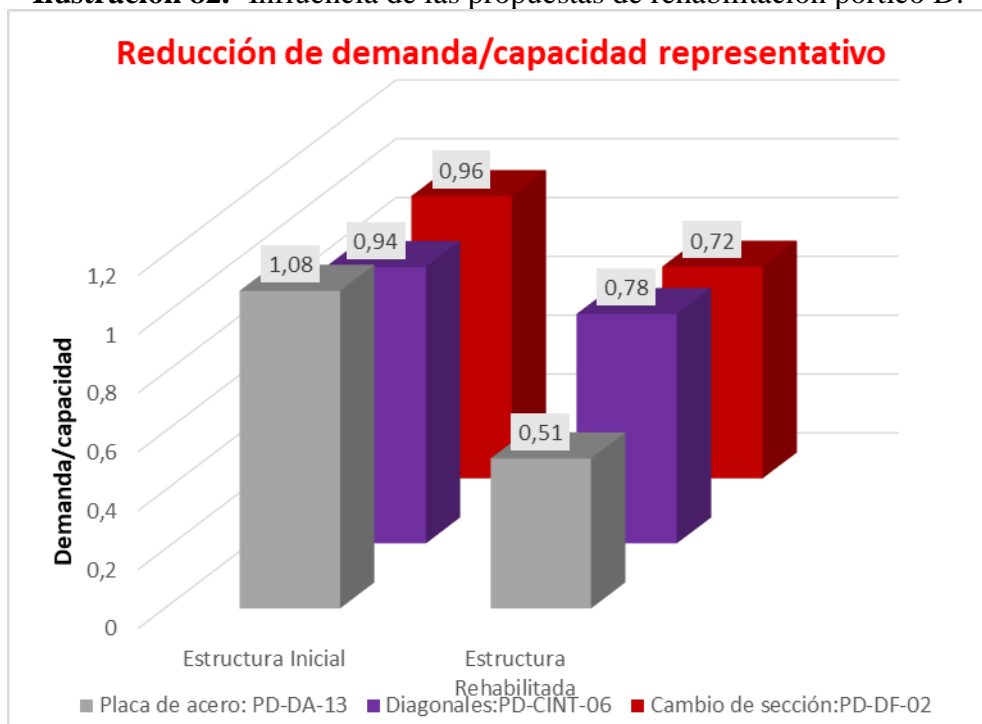
Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 81.- Relación D/C pórtico D.
Razón Demanda - Capacidad Elementos Pórtico D



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 82.- Influencia de las propuestas de rehabilitación pórtico D.

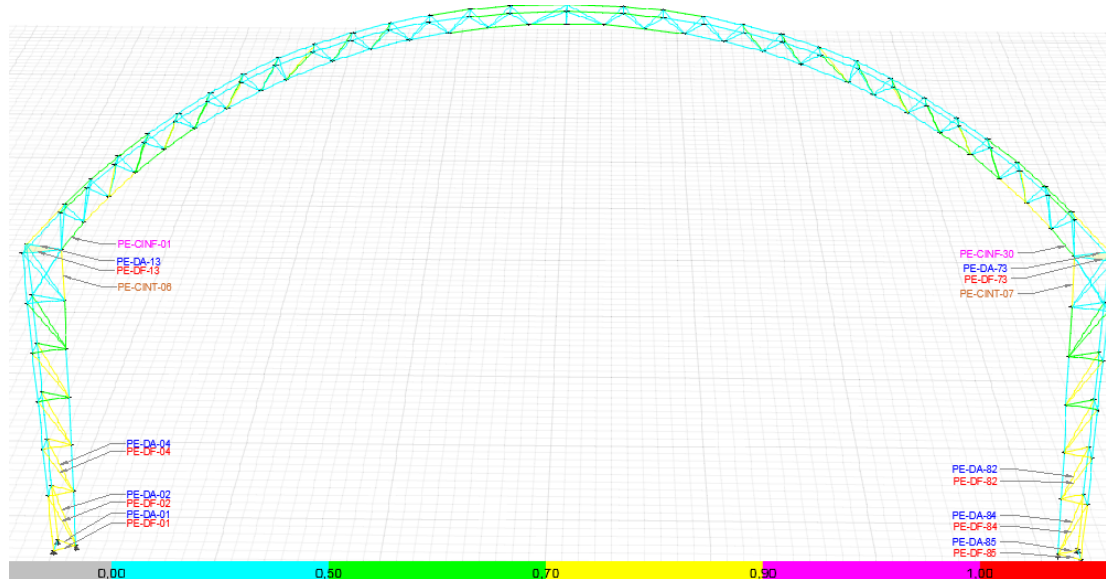


Fuente: Héctor Guerrero F.

La estructura rehabilitada mediante las metodologías descritas presenta una reducción de la demanda/capacidad en los elementos más solicitados, la aplicación de placa de acero redujo un 57% la razón D/C, la adición de diagonales produjo un incremento del 16% en la demanda/capacidad y el cambio de sección incremento 24% la relación D/C.

3.1.6.4.4.- Razón Demanda/Capacidad pórtico E

Ilustración 83.- Demanda/capacidad pórtico E rehabilitado.



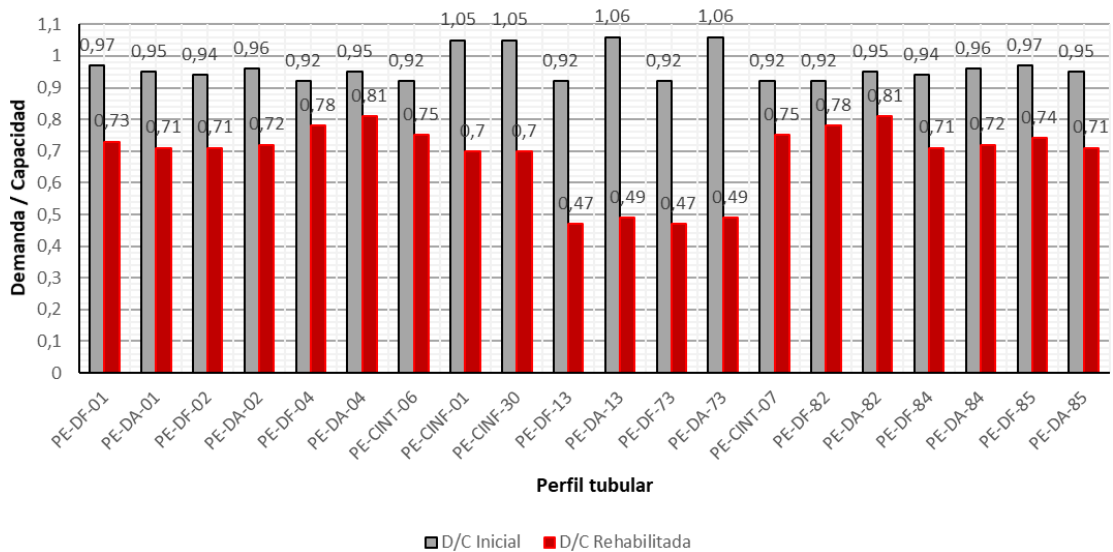
Fuente: ETABS 2016 v16.1.0.

Tabla 89.- Relación D/C elementos más solicitados en el pórtico E.

Pórtico E	Estructura Rehabilitada
Elemento	Razón Demanda-Capacidad
PE-DF-01	0,73
PE-DA-01	0,71
PE-DF-02	0,71
PE-DA-02	0,72
PE-DF-04	0,78
PE-DA-04	0,81
PE-CINT-06	0,75
PE-CINF-01	0,7
PE-CINF-30	0,7
PE-DF-13	0,47
PE-DA-13	0,49
PE-DF-73	0,47
PE-DA-73	0,49
PE-CINT-07	0,75
PE-DF-82	0,78
PE-DA-82	0,81
PE-DF-84	0,71
PE-DA-84	0,72
PE-DF-85	0,74
PE-DA-85	0,71

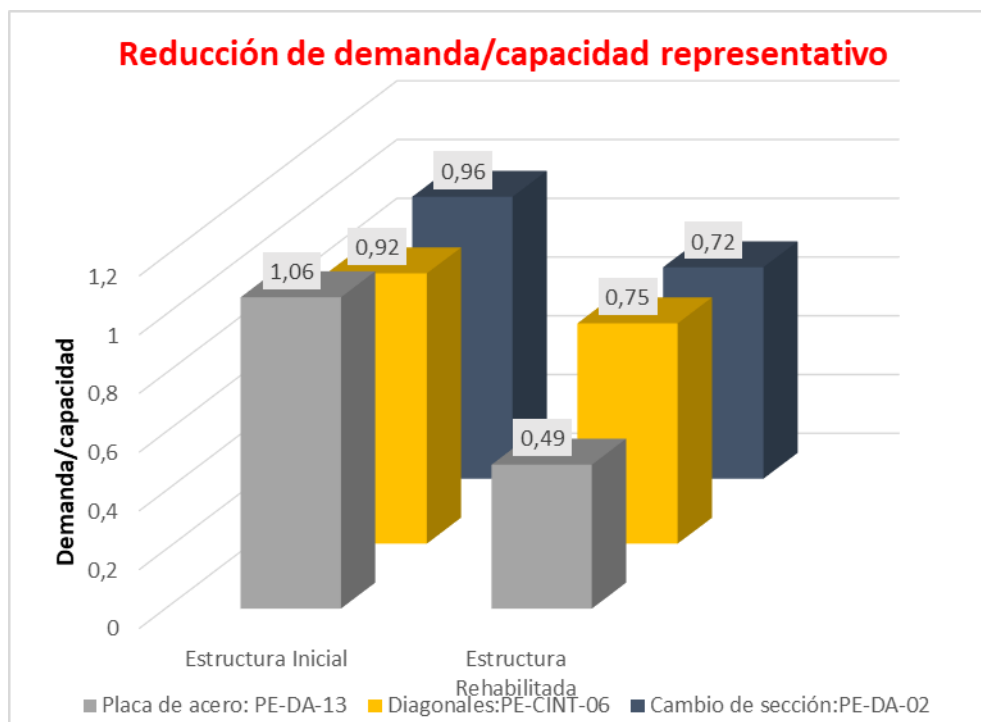
Fuente: Héctor Guerrero F.

**Ilustración 84.- Relación D/C pórtico E.
Razón Demanda - Capacidad Elementos Pórtico E**



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 85.- Influencia de las propuestas en elementos del pórtico E.

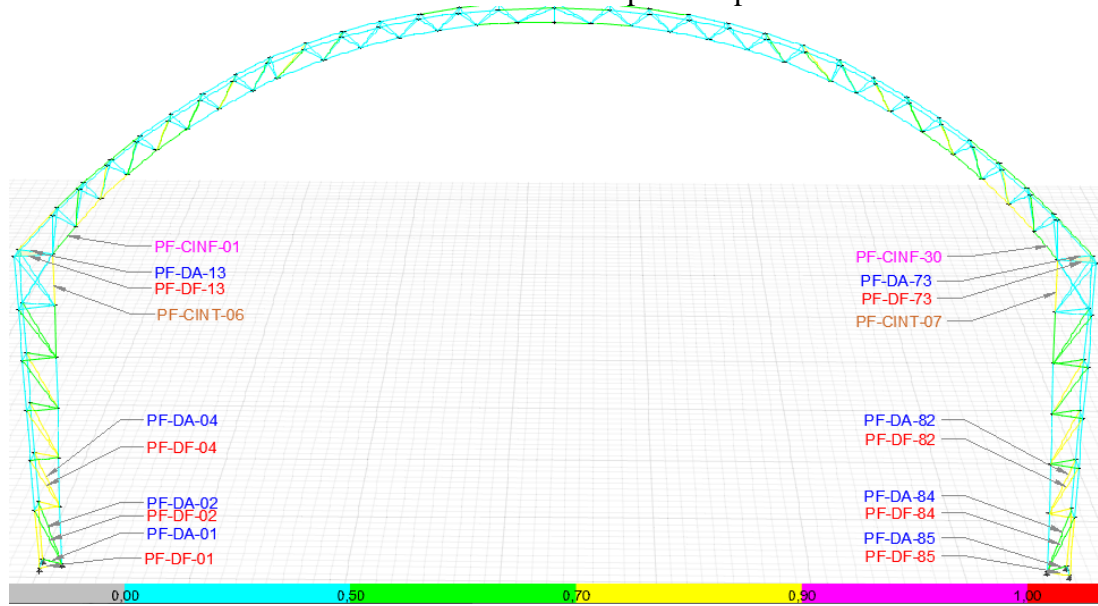


Fuente: Héctor Guerrero F.

La rehabilitación sísmica en la estructura disminuyó la relación demanda-capacidad de los elementos más solicitados, obteniendo que la adición de placa de acero redujo 57% la razón demanda/capacidad, la colocación de diagonales redujo 17% en la relación demanda/capacidad y el cambio de sección disminuyó 24 % la razón D/C.

3.1.6.4.5.- Razón Demanda/Capacidad pórtico F

Ilustración 86.- Demanda/capacidad pórtico F.



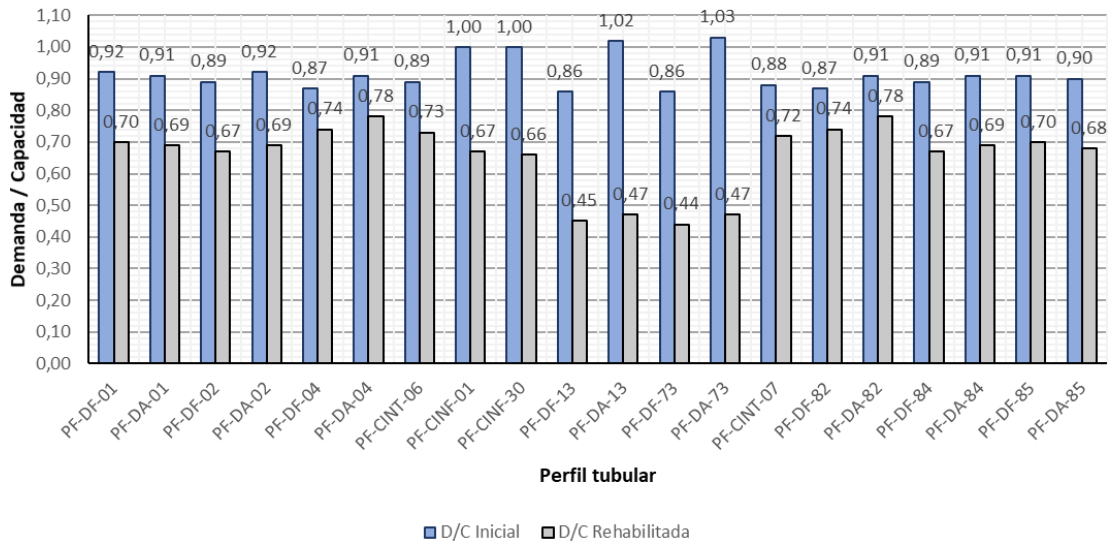
Fuente: ETABS 2016.

Tabla 90.- Relación D/C elementos críticos pórtico F, estructura rehabilitada.

Pórtico F	Estructura Rehabilitada
Elemento	Razón Demanda-Capacidad
PF-DF-01	0,70
PF-DA-01	0,69
PF-DF-02	0,67
PF-DA-02	0,69
PF-DF-04	0,74
PF-DA-04	0,78
PF-CINT-06	0,73
PF-CINF-01	0,67
PF-CINF-30	0,66
PF-DF-13	0,45
PF-DA-13	0,47
PF-DF-73	0,44
PF-DA-73	0,47
PF-CINT-07	0,72
PF-DF-82	0,74
PF-DA-82	0,78
PF-DF-84	0,67
PF-DA-84	0,69
PF-DF-85	0,70
PF-DA-85	0,68

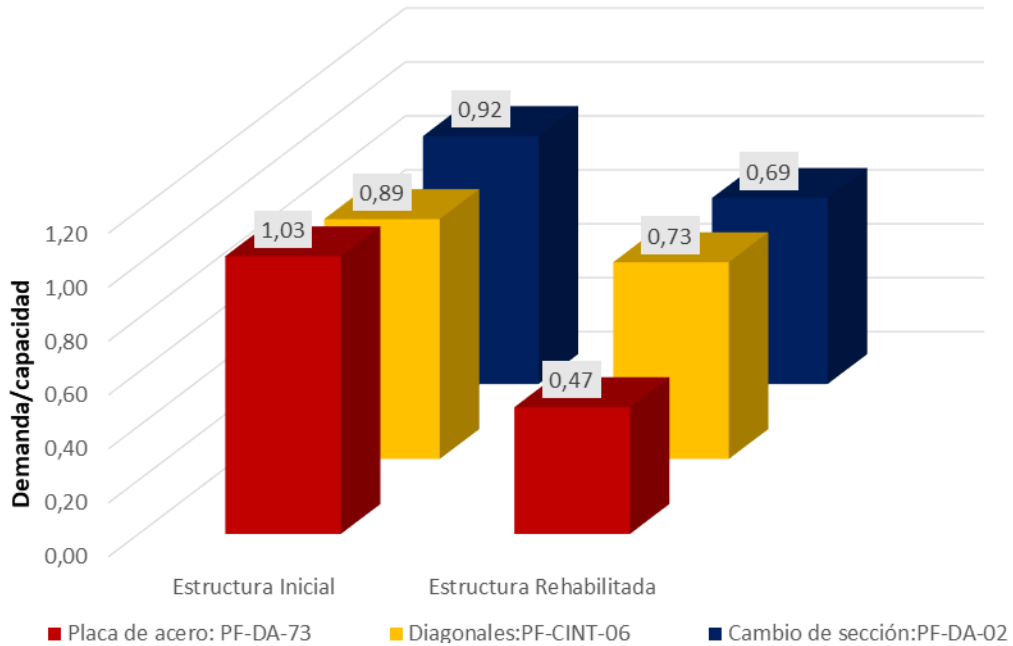
Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 87.- Relación D/C pórtico F.
Razón Demanda - Capacidad Elementos Pórtico F



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 88.- Influencia propuestas de rehabilitación en elementos del pórtico F.
Reducción de demanda/capacidad representativo





Fuente: Héctor Guerrero F.

La implementación de las metodologías de rehabilitación sísmica en los elementos más solicitados reduce la relación demanda/capacidad, la colocación de placas de acero disminuyó un 56% la relación demanda/capacidad, la adición de diagonales represento un 16% en la disminución de la demanda/capacidad y el cambio de sección redujo un 23% la relación demanda/capacidad.

3.1.7. Costo final de la rehabilitación sísmica

Tabla 91.- Presupuesto de rehabilitación sísmica.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO "ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS DE REHABILITACIÓN SÍSMICA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS CON APLICACIÓN EN UNA EDIFICACIÓN DE TIPO INDUSTRIAL UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO" PRESUPUESTO DE LA REHABILITACIÓN SÍSMICA 					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
PERFILES DE ACERO					
01	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN PERFILES DE ACERO	Kg	195,06	5,05	985,76
02	REMOCIÓN Y COLOCACIÓN PERFILES DE ACERO	Kg	99,03	6,73	666,56
03	LIMPIEZA DE LA OBRA	m2	705,96	0,14	99,63
TOTAL:					1.751,94
SON : MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y UNO CON 94/100 DÓLARES DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA					
TIEMPO ESTIMADO: 47 DÍAS					
SR. HÉCTOR GUERRERO			AMBATO, SEPTIEMBRE DEL 2020		
ESTUDIANTE					

Fuente: Héctor Guerrero F.

El costo total de la obra es mil setecientos cincuenta y uno con 94/100 dólares de Estados Unidos de América (\$1751,94), el mayor costo es referente al rubro 01 perteneciente a la colocación de placas de acero y diagonales, el rubro 02 se refiere al cambio de sección.

3.2. Verificación de hipótesis

En el presente estudio, la aplicación de metodologías de rehabilitación sísmica en una estructura metálica tipo industrial demostró distintos valores de demanda/capacidad para cada propuesta analizada, el uso de estas propuestas de rehabilitación influye en la capacidad de soportar cargas de los elementos, en consecuencia, se pudo afirmar la hipótesis planteada al inicio de este proyecto, comprobando que al aplicar metodologías de rehabilitación sísmica en una estructura metálica proporciona un comportamiento estructural eficiente.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se analizó las metodologías de rehabilitación sísmica expuestas en las normas NEC-SE-RE 2015 y ASCE/SEI 41-17 para estructuras metálicas existentes tipo industrial, determinando que en este tipo de estructuras las metodologías aplicables son la modificación local de componentes, remoción o reducción de irregularidades, rigidizamiento global de la estructura, reforzamiento global de la estructura y reducción de masa, cada una aplicable de acuerdo a las deficiencias identificadas en la etapa de evaluación.
- Por medio del análisis estructural lineal pseudo-dinámico se determinó que la estructura cumple con los requerimientos de la Norma NEC-SE-DS como: periodo de vibración, participación de masa acumulada, validación del análisis dinámico y derivas, pero la relación demanda/capacidad de los elementos críticos poseen valores mayores o cercanos a 1,00, lo que indica que dichos elementos están al límite de su capacidad.
- Se determinó que en una estructura metálica tipo industrial los pórticos intermedios son los que mayores solicitaciones soportan, esto es debido a que, por la geometría de la misma, los pórticos internos poseen una mayor área cooperante, incrementando la demanda conforme se aproximan al centro de la estructura.
- Se observó que, en este tipo de estructuras, el principal modo de daño es por la falla local de elementos, identificando que los tipos de fallas más frecuente es debida a la compresión, tracción y momento que experimentan los perfiles, por tanto, la metodología de rehabilitación sísmica óptima es la modificación local de componentes.
- Se identificó que los perfiles más demandados son los que se encuentran en las zonas comprendidas en la unión de la cercha con la columna y los elementos ubicados en la parte inferior de las columnas. En la unión de la cercha y columna

el tipo de falla es debido a la compresión, mientras que en la parte inferior de las columnas el comportamiento predominante de falla es debido al momento y tracción de los elementos.

- Se concluyó que las propuestas de rehabilitación para la metodología de modificación local de componentes son: la implementación de placas de acero o diagonales cuando la falla es por compresión, mientras cuando sea por tracción o momento es preferible hacer el cambio de sección.
- Se aplicó la colocación de placas de acero en los elementos de unión entre la cercha-columna, en las diagonales y montantes de la parte inferior de la columna se realizó el cambio de sección, en el cordón interior superior de la columna se colocó diagonales y en los cordones inferiores ubicados en los extremos de la cercha se colocó una placa de acero.
- Se concluyó que las propuestas de rehabilitación sísmicas aplicadas son las más óptimas de acuerdo a los daños identificados, ya que los perfiles considerados como críticos tuvieron una reducción promedio de 0,27 en la relación demanda /capacidad, siendo la colocación de placa metálica la que mayor beneficio produce, pero en grandes áreas es la más costosa.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda que el personal a cargo de este tipo de análisis realice cursos sobre el comportamiento estructural de una estructura metálica de tipo industrial, en especial para determinar los parámetros del comportamiento no lineal.
- En estructuras metálicas tipo industrial con grandes luces es conveniente hacer un push-over vertical a pandeo o análisis de colapso progresivo.
- Para futuras investigaciones es aconsejable tomar en cuenta los factores ambientales en la resistencia de los elementos y las posibles patologías que pueden afectar las propiedades del acero estructural a lo largo de su vida útil.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] T. Ito and K. Mori, “Repair Method of Damaged Steel Framed Structures and Ultimate Seismic State of Repaired Steel Frames,” *J. Civ. Environ. Eng.*, pp. 1–8, 2016.
- [2] J. R. Loaiza Tacury, “ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE REHABILITACIÓN USADOS EN EDIFICIOS AFECTADOS POR EL SISMO DEL 16 DE ABRIL DE 2016 EN EL ECUADOR,” Universidad Católica De Santiago de Guayaquil, 2018.
- [3] M. de D. U. y V. (MIDUVI) and C. de la I. de la C. (CAMICON), “Peligro Sísmico: Diseño Sismo Resistente,” in *Norma Ecuatoriana de la Construcción*, 2015, p. 27,29,31,32,39,40,48,49,86.
- [4] D. Gómez, J. Marulanda, and P. Thomson, “CONTROL SYSTEMS FOR DYNAMIC LOADING PROTECTION OF CIVIL STRUCTURES,” *DYNA*, vol. 75, pp. 77–89, 2008.
- [5] M. Pardo, T. Monfret, E. Vera, A. Eisenberg, G. Yañez, and E. Triep, “CAMBIO EN LA SUBDUCCION DE LA PLACA DE NAZCA , DE PLANA A INCLINADA , BAJO CHILE CENTRAL Y ARGENTINA : DATOS SISMOLOGICOS PRELIMINARES,” 2003.
- [6] Y. Mieles Bravo and Á. E. Castañeda Hevia, “STRUCTURAL BUILDING REFLECTIONS ON BEAM WITH HYBRID CONNECTION STRUCTURAL BUILDING REFLECTIONS ON BEAM WITH HYBRID CONNECTION AND SLAB STEEL DECK IN THE EARTHQUAKE OF 16 APRIL 2016 .,” *Rev. Cienc.*, pp. 1–12, 2016.
- [7] E. J. Santamaría Freire and F. P. Pico Barrionuevo, “La calidad de vida del propietario de la empresa familiar , caso empresas de Ambato, Tungurahua, Ecuador,” *Sotavento M.B.A*, vol. 25, pp. 66–73, 2015.
- [8] M. (El C. Moreta, “Ambato consolida una nueva zona industrial,” *15 de agosto del 2018*, 2018.

- [9] P. Hollenstein, P. Ospina, P. Hollenstein, and P. Ospina, “Relaciones económicas equilibradas El caso de las redes productivas de Tungurahua,” pp. 0–22, 2013.
- [10] Á. E. Castañeda and Y. M. Bravo, “Overview of the Structural Behavior of Columns , Beams , Floor Slabs and Buildings during the Earthquake of 2016 in Ecuador Una mirada al comportamiento estructural de columnas , vigas , entresijos y edificaciones durante el sismo de Ecuador 2016,” vol. 32, pp. 157–172, 2017.
- [11] J. McCormac and S. Csernak, *Diseño de Estructuras de Acero*, Quinta. México, D.F., 2013.
- [12] S. Vinnakota, *Estructuras de acero: comportamiento y LRFD*, Primera Ed. México, D.F., 2006.
- [13] M. E. MATHalino, “Strength of Materials,” 2019. [Online]. Available: <https://www.mathalino.com/reviewer/mechanics-and-strength-of-materials/stress-strain-diagram>.
- [14] X. Yun and L. Gardner, “Stress-strain curves for hot-rolled steels,” *JCSR*, vol. 133, pp. 36–46, 2017.
- [15] M. Ureña, “No linealidad de materiales,” *Universidad Técnica de Ambato*. pp. 1–28, 2018.
- [16] F. J. Crisafulli, *Diseño sismorresistente de construcciones de acero*, 5°. Mendoza, 2018.
- [17] E. Luis and F. Guevara, *Riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras*. Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015.
- [18] CSI Computers & Structures. Inc, “ETABS 2016,” *CSI America*, 2019. [Online]. Available: <https://www.csiamerica.com/products/etabs>.
- [19] A. International, “Standard Specification for Carbon Structural Steel,” in *Standart ASTM*, 2003, pp. 1–4.
- [20] American Society of Civil Engineers, *ASCE/SEI 41-17: Seismic Evaluation*

and Retrofit of Existing Buildings. 2017.

- [21] Instituto Técnico de la Estructura en Acero, *Sistemas estructurales: Edificios*, vol. 16. 2003.
- [22] D. P. GUERRERO CUASAPAZ, “EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DEL DISEÑO POR DESEMPEÑO DE EDIFICIOS CON ESTRUCTURA DE ACERO UTILIZANDO DIVERSOS TIPOS DE ARRIOSTRAMIENTOS LATERALES,” pp. 17, 81, 82, 2015.
- [23] P. N. Cárdenas Mesías and V. Talmatch González, “COMPARACIÓN TÉCNICA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS, ANALIZADAS MEDIANTE EL MÉTODO LINEAL DE SEGUNDO ORDEN Y ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER),” 2016.
- [24] O. de B. López de Heredia, “Diseño de placas,” in *Diseño de estructuras de acero*, Fundación., 2000, p. 7,9,15,16,17.
- [25] American Institute of Steel Construction, *Especificación ANSI / AISC 360-10 para Construcciones de Acero*, Asociación. Santiago de Chile, 2010.

Anexos

Anexo A. Cuadros de secciones

Ilustración 89.- Cordón exterior: frontal y posterior, vista lateral derecha.

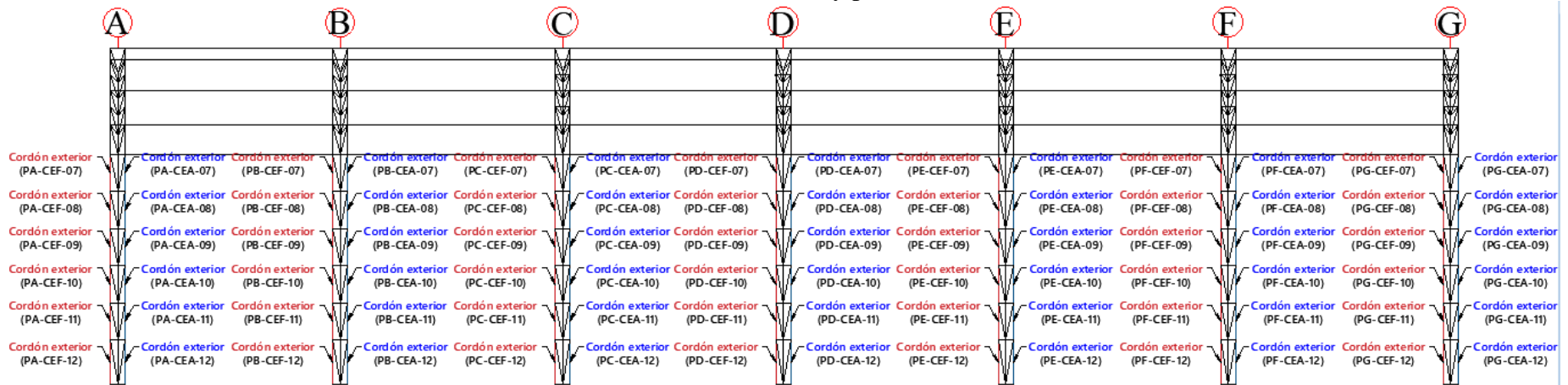
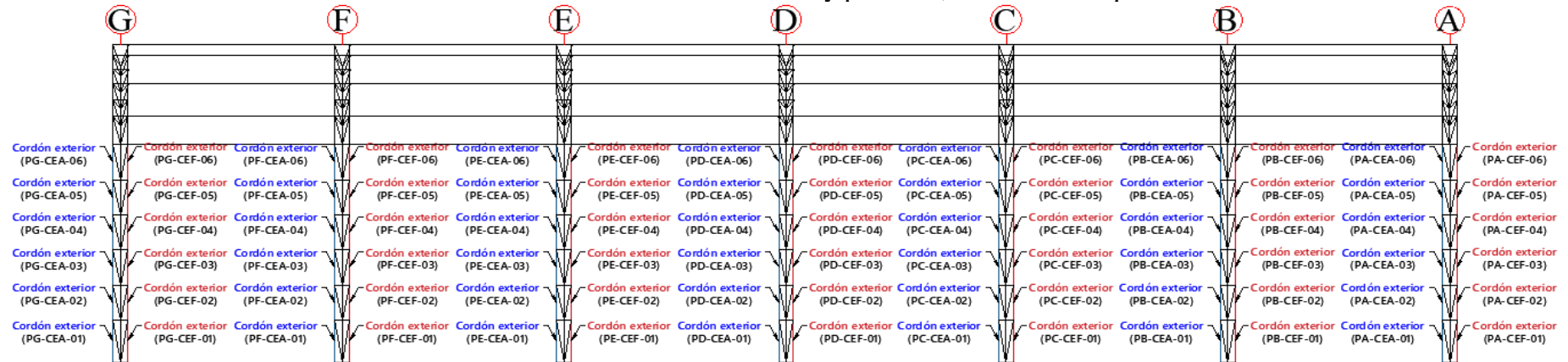
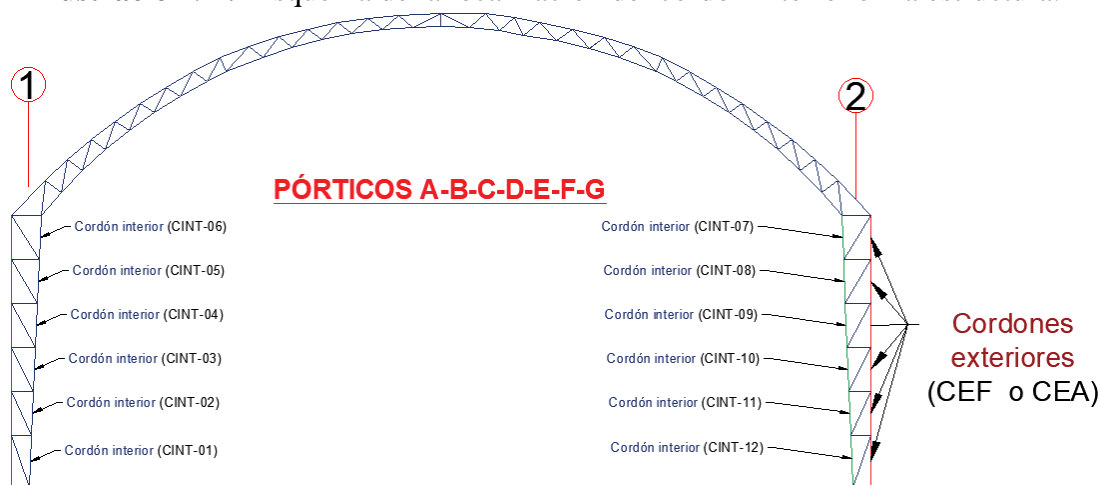


Ilustración 90.- Cordón exterior: frontal y posterior, vista lateral izquierda.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 91.- Esquema de la localización del cordón interior en la estructura.



Fuente: Héctor Guerrero F.

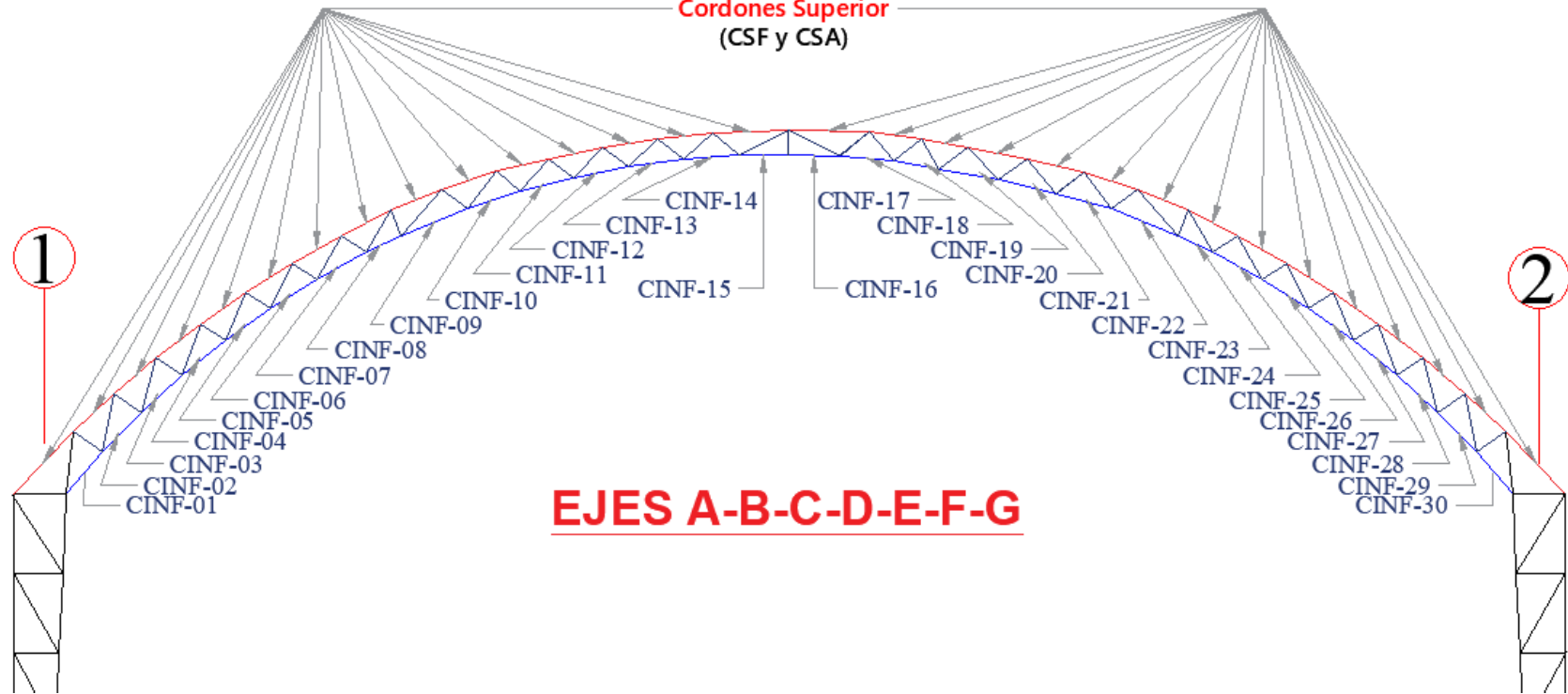
Tabla 92.- Resumen Cordones externos e interno de las columnas.

Pórticos	Elemento	Cantidad	Numeración	Sección	Material	Longitud (m)
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEF	1	01	O 4", e=4mm	Acero A36	1,20
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEA	1	01	O 4", e=4mm	Acero A36	1,20
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEF	1	02	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEA	1	02	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEF	1	03	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEA	1	03	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEF	1	04	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEA	1	04	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEF	1	05	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEA	1	05	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEF	1	06	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00

PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEA	1	06	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEF	1	07	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEA	1	07	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEF	1	08	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEA	1	08	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEF	1	09	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEA	1	09	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEF	1	10	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEA	1	10	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEF	1	11	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEA	1	11	O 4", e=4mm	Acero A36	1,00
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEF	1	12	O 4", e=4mm	Acero A36	1,20
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CEA	1	12	O 4", e=4mm	Acero A36	1,20
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CINT	1	01	O 6", e=5mm	Acero A36	1,201
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CINT	1	02	O 6", e=5mm	Acero A36	1,001
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CINT	1	03	O 6", e=5mm	Acero A36	1,001
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CINT	1	04	O 6", e=5mm	Acero A36	1,001
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CINT	1	05	O 6", e=5mm	Acero A36	1,001
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CINT	1	06	O 6", e=5mm	Acero A36	1,001
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CINT	1	07	O 6", e=5mm	Acero A36	1,001
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CINT	1	08	O 6", e=5mm	Acero A36	1,001
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CINT	1	09	O 6", e=5mm	Acero A36	1,001
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CINT	1	10	O 6", e=5mm	Acero A36	1,001
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CINT	1	11	O 6", e=5mm	Acero A36	1,001
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CINT	1	12	O 6", e=5mm	Acero A36	1,201

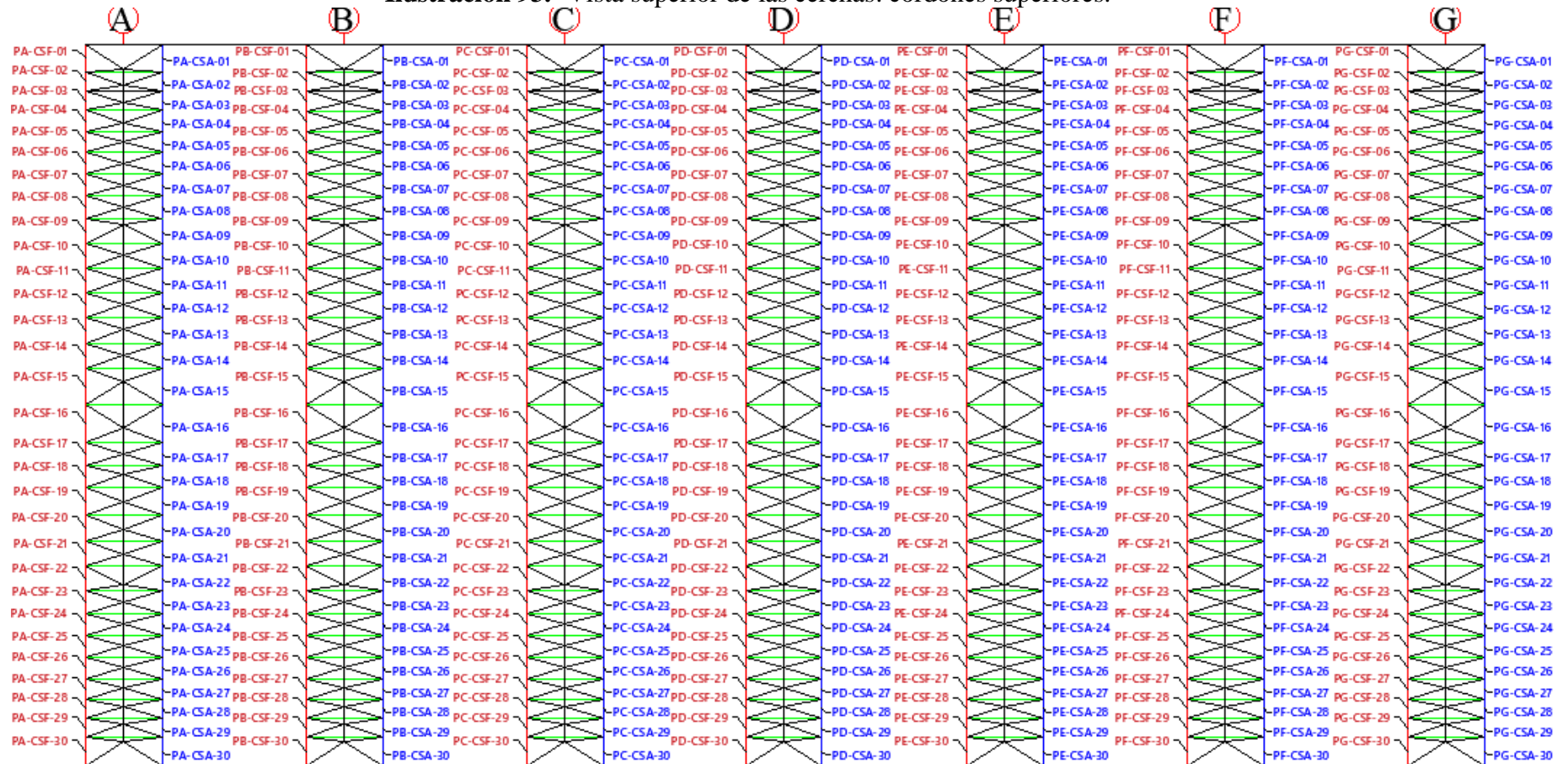
Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 92.- Cordón superior e inferior.
Cordones Superior
(CSF y CSA)



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 93.- Vista superior de las cerchas: cordones superiores.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 93.- Resumen de cordón inferior y superiores de la cercha.

Pórticos	Elemento	Cantidad	Numeración	Sección	Material	Longitud (m)
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	01	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	02	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	03	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	04	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	05	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	06	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	07	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	08	O 6", e=5mm	Acero A36	0,500
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	09	O 6", e=5mm	Acero A36	0,900
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	10	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	11	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	12	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	13	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	14	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	15	O 6", e=5mm	Acero A36	0,647
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	16	O 6", e=5mm	Acero A36	0,647
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	17	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	18	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	19	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	20	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	21	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	22	O 6", e=5mm	Acero A36	0,900
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	23	O 6", e=5mm	Acero A36	0,500
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	24	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	25	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	26	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	27	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700

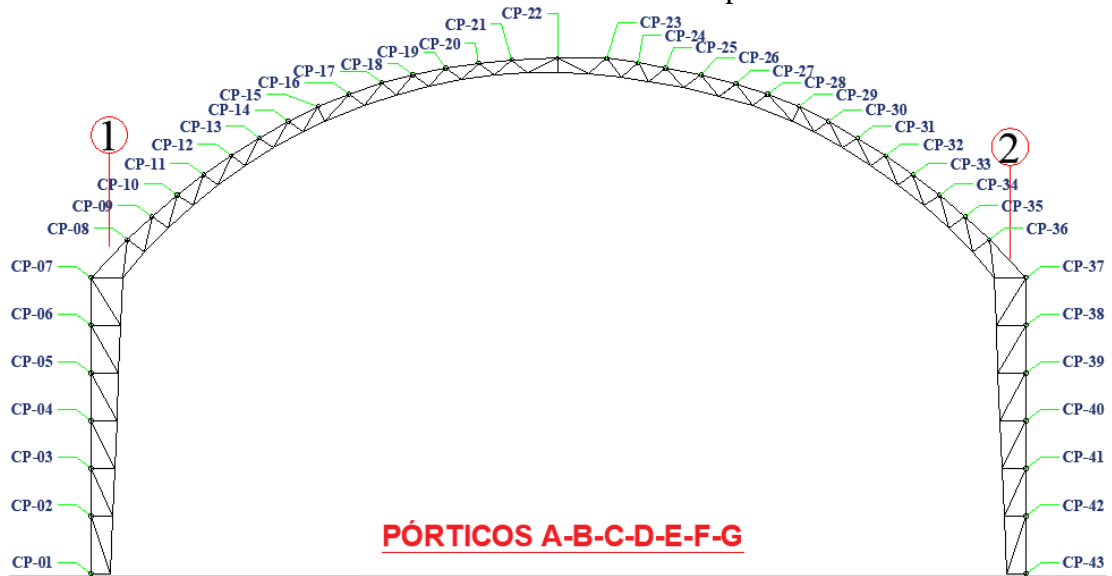
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	28	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	29	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CINF	1	30	O 6", e=5mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	01	O 3", e=4mm	Acero A36	1,105
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	01	O 3", e=4mm	Acero A36	1,105
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	02	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	02	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	03	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	03	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	04	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	04	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	05	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	05	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	06	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	06	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	07	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	07	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	08	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	08	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	09	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	09	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	10	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	10	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	11	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	11	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	12	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	12	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	13	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	13	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700

PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	14	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	14	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	15	O 3", e=4mm	Acero A36	0,976
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	15	O 3", e=4mm	Acero A36	0,976
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	16	O 3", e=4mm	Acero A36	0,976
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	16	O 3", e=4mm	Acero A36	0,976
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	17	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	17	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	18	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	18	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	19	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	19	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	20	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	20	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	21	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	21	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	22	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	22	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	23	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	23	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	24	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	24	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	25	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	25	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	26	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	26	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	27	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	27	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	28	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700

PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	28	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	29	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	29	O 3", e=4mm	Acero A36	0,700
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSF	1	30	O 3", e=4mm	Acero A36	1,105
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	CSA	1	30	O 3", e=4mm	Acero A36	1,105

Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 94.- Ubicación de los elementos corta pandeo de los cordones.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 95.- Vista lateral izquierda: Ubicación de diagonales.

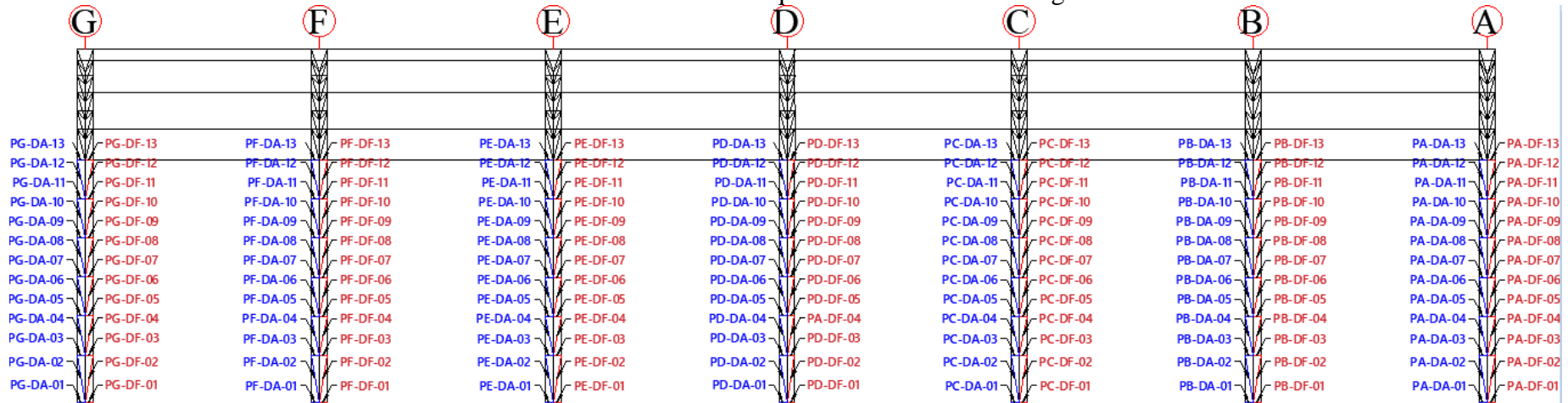
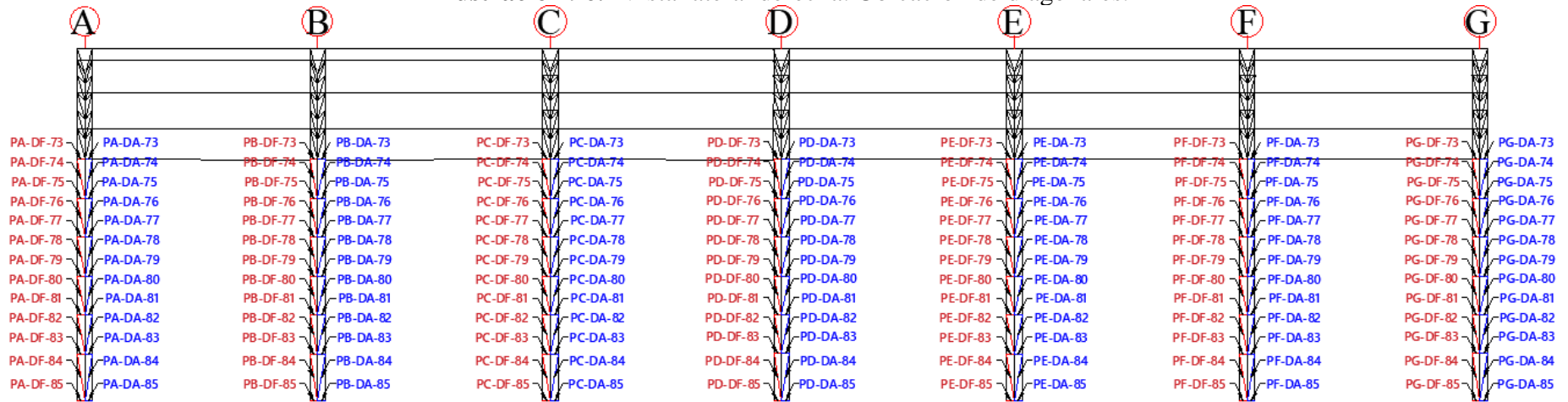
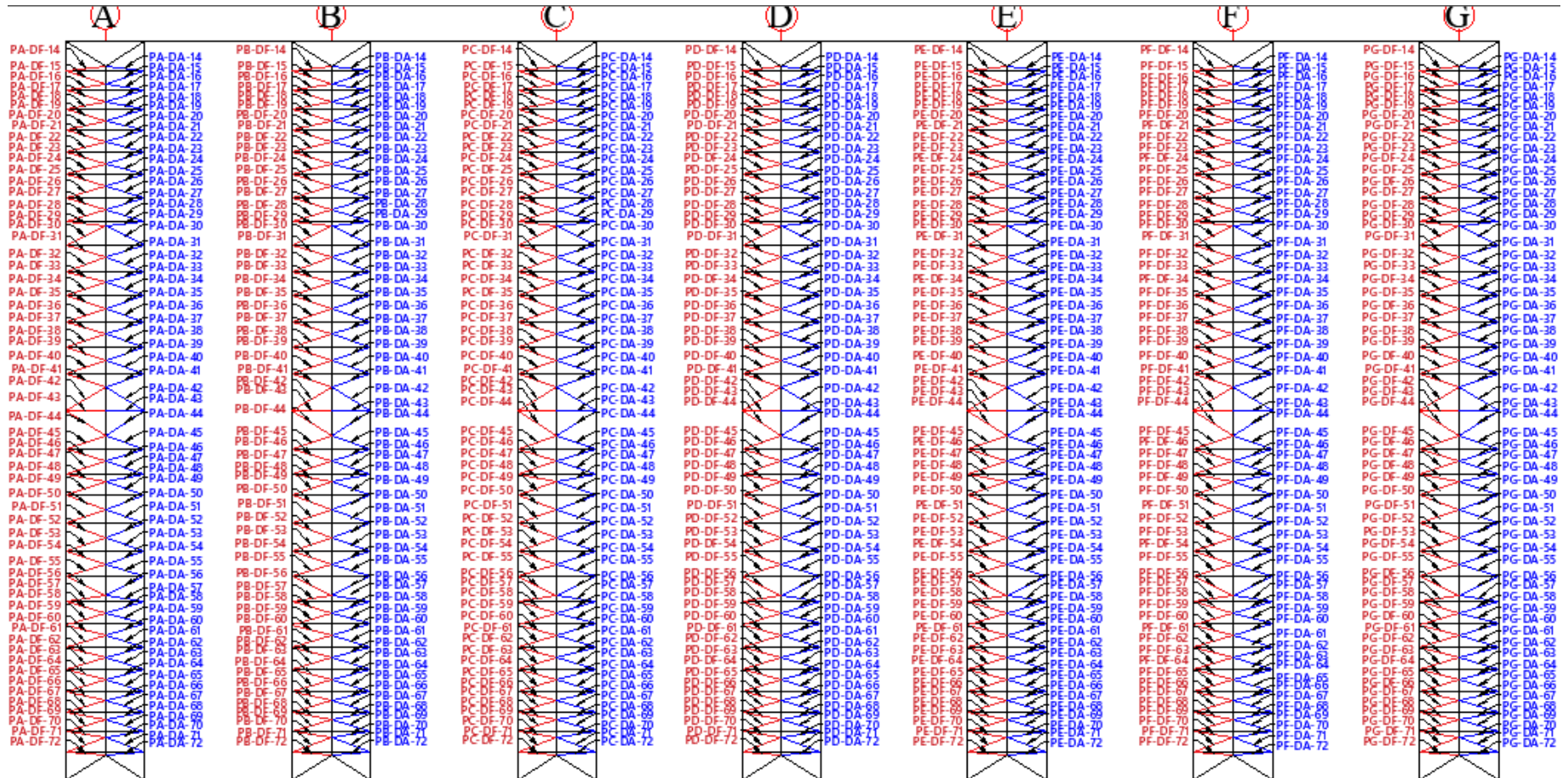


Ilustración 96.- Vista lateral derecha: Ubicación de diagonales.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 97.- Vista superior: Ubicación de diagonales.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 94.- Resumen de diagonales, montantes y corta pandeo del pórtico.

Pórticos	Elemento	Cantidad	Numeración	Sección	Material	Longitud (m)
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	01	O 2 1/2", e=2mm	Acero A36	0,447
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	01	O 2 1/2", e=2mm	Acero A36	0,447
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	02	O 2 1/2", e=2mm	Acero A36	1,281
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	02	O 2 1/2", e=2mm	Acero A36	1,281
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	03	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,495
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	03	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,495
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	04	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,116
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	04	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,116
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	05	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,535
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	05	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,535
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	06	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,134
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	06	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,134
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	07	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,575
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	07	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,575
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	08	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,154
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	08	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,154
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	09	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,616
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	09	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,616
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	10	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,175
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	10	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,175
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	11	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,658
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	11	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,658
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	12	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,197
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	12	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,197
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	13	O 2", e=4mm	Acero A36	0,699
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	13	O 2", e=4mm	Acero A36	0,699
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	14	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,828
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	14	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,828
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	15	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,493
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	15	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,493
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	16	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,784
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	16	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,784
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DF	1	17	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,460
PA;PB;PC;PD;PE;PF;PG	DA	1	17	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,460

PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	18	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,748
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	18	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,748
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	19	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,436
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	19	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,436
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	20	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,718
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	20	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,718
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	21	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,422
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	21	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,422
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	22	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,693
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	22	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,693
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	23	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,417
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	23	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,417
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	24	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,674
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	24	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,674
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	25	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,420
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	25	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,420
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	26	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,660
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	26	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,660
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	27	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,431
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	27	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,431
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	28	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,651
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	28	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,651
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	29	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,403
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	29	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,403
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	30	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,794
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	30	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,794
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	31	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,447
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	31	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,447
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	32	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,602
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	32	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,602
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	33	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,447
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	33	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,447
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	34	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,582
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	34	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,582
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	35	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,450
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	35	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,450

PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	36	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,564
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	36	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,564
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	37	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,455
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	37	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,455
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	38	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,548
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	38	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,548
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	39	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,464
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	39	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,464
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	40	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,534
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	40	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,534
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	41	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,475
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	41	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,475
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	42	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,745
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	42	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,745
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	43	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,361
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	43	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,361
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	44	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,745
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	44	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,745
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	45	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,475
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	45	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,475
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	46	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,534
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	46	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,534
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	47	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,464
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	47	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,464
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	48	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,548
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	48	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,548
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	49	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,455
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	49	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,455
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	50	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,564
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	50	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,564
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	51	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,450
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	52	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,450
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	52	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,582
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	52	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,582
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	53	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,447
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	53	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,447

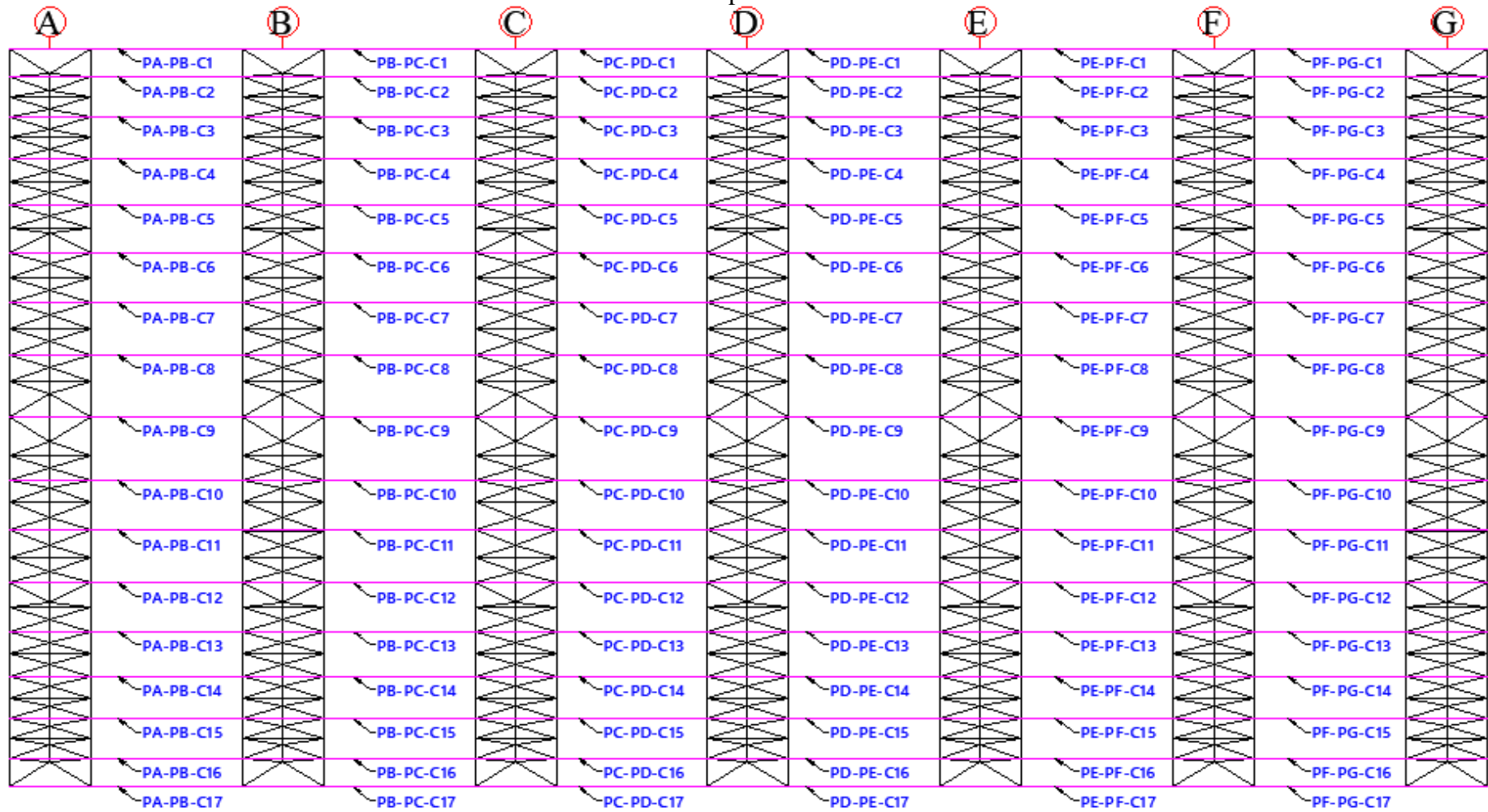
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	54	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,602
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	54	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,602
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	55	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,447
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	55	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,447
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	56	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,794
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	56	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,794
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	57	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,403
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	57	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,403
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	58	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,651
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	58	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,651
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	59	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,431
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	59	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,431
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	60	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,660
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	60	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,660
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	61	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,420
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	61	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,420
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	62	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,674
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	62	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,674
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	63	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,417
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	63	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,417
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	64	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,693
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	64	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,693
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	65	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,422
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	65	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,422
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	66	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,718
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	66	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,718
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	67	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,436
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	67	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,436
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	68	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,748
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	68	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,748
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	69	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,460
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	69	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,460
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	70	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,784
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	70	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,784
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	71	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,493
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	71	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,493

PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	72	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,828
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	72	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,828
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	73	O 2", e=4mm	Acero A36	0,699
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	73	O 2", e=4mm	Acero A36	0,699
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	74	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,197
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	74	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,197
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	75	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,658
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	75	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,658
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	76	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,175
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	76	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,175
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	77	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,616
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	77	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,616
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	78	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,154
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	78	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,154
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	79	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,575
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	79	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,575
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	80	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,134
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	80	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,134
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	81	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,535
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	81	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,535
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	82	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,116
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	82	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	1,116
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	83	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,495
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	83	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,495
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	84	O 2 1/2", e=2mm	Acero A36	1,281
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	84	O 2 1/2", e=2mm	Acero A36	1,281
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DF	1	85	O 2 1/2", e=2mm	Acero A36	0,447
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	DA	1	85	O 2 1/2", e=2mm	Acero A36	0,447
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	1	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	2	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	3	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	4	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	5	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	6	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	7	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	8	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4

PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	9	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	10	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	11	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	12	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	13	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	14	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	15	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	16	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	17	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	18	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	19	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	20	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	21	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	22	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	23	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	24	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	25	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	26	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	27	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	28	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	29	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	30	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	31	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	32	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	33	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	34	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	35	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	36	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	37	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	38	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	39	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	40	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	41	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	42	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4
PA;PB;PC;PD;PE;PF;P G	CP	1	43	O 1 1/4", e=3mm	Acero A36	0,4

Fuente: Héctor Guerrero F.

Ilustración 98.- Vista superior: Ubicación de correas.



Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 95.- Resumen de correas de la estructura.

Ubicación	Elemento	Cantidad	Numera ción	Sección	Materi al	Longitu d (m)
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	01	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	02	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	03	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	04	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	05	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	06	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	07	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	08	2G100x50x2 0x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	09	2G100x50x2 0x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	10	2G100x50x2 0x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	11	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	12	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	13	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	14	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	15	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	16	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00
PA-PB;PB-PC;PC-PD;PD- PE;PE-PF;PF-PG	C	1	17	G100x50x20 x4mm	Acero A36	6,00

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo B. Cargas actuantes sobre elementos estructurales de la estructura en estado inicial

Anexo B.1. Pórtico A

Tabla 96.- Resumen de solicitaciones en elementos pórtico A.

Elementos: IDEM	Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)		Torsión (Tonf-m)		Comportamiento sección
	ΦP_n Compresión	ΦP_n Tensión	Pu Resistido	ΦM_n Nominal	Mu Resistido	ΦV_n Nominal	Vu Resistido	Tn Nominal	Tu Resistido	
PA-DF-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1385	2,6395	0,5809	0,7905	0,0001	MOMENTO
PA-DA-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1243	2,6395	0,5236	0,7905	0,0024	MOMENTO
PA-DF-02	7,3708	8,7983	6,4227	0,1723	0,0108	2,6395	0,011	0,7905	0,0007	TRACCIÓN
PA-DA-02	7,3708	8,7983	6,0321	0,1723	0,0096	2,6395	0,001	0,7905	0,0008	TRACCIÓN
PA-DF-04	3,3564	6,1696	4,5652	0,0567	0,0019	1,8509	0,0034	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PA-DA-04	3,3564	6,1696	4,308	0,0567	0,0017	1,8509	0,0032	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PA-DF-13	12,2311	13,3906	-8,3212	0,2	0,015	4,0172	0,0319	0,4429	0,0001	COMPRESIÓN
PA-DA-13	12,2311	13,3906	-8,7692	0,2	0,0149	4,0172	0,0307	0,4429	0,0016	COMPRESIÓN
PA-DF-73	12,2311	13,3906	-8,3193	0,2	0,0151	4,0172	0,0319	0,4429	0,0001	COMPRESIÓN
PA-DA-73	12,2311	13,3906	-8,7688	0,2	0,015	4,0172	0,0308	0,4429	0,0016	COMPRESIÓN
PA-DF-82	3,3564	6,1696	4,5651	0,0567	0,0019	1,8509	0,0034	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PA-DA-82	3,3564	6,1696	4,3079	0,0567	0,0017	1,8509	0,0032	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PA-DF-84	7,3708	8,7983	6,4227	0,1723	0,0108	2,6395	0,011	0,7905	0,0007	TRACCIÓN
PA-DA-84	7,3708	8,7983	6,032	0,1723	0,0096	2,6395	0,0096	0,7905	0,0008	TRACCIÓN
PA-DF-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1385	2,6395	0,5809	0,7905	0,0001	MOMENTO
PA-DA-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1243	2,6395	0,5236	0,7905	0,0024	MOMENTO

PA-CINT-06	51,7353	52,7185	-22,4188	2,4744	0,7697	15,8156	0,7786	6,0234	0,0232	COMPRESIÓN
PA-CINT-07	51,7353	52,7185	-22,4117	2,4744	0,7692	15,8156	0,7781	6,0234	0,0233	COMPRESIÓN
PA-CINF-01	52,2354	52,7185	-28,5227	2,4744	0,7521	15,8156	0,619	6,0234	0,0061	COMPRESIÓN
PA-CINF-30	52,2354	52,7185	-28,5171	2,4744	0,7516	15,8156	0,6179	6,0234	0,0059	COMPRESIÓN

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo B.2. Pórtico B

Tabla 97.- Resumen solicitaciones en elementos del pórtico B.

Elemento:	Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)		Torsión (Tonf-m)		COMPORTAMIENTO
	ΦPn Compresión	ΦPn Tensión	Pu Resistido	ΦMn Nominal	Mu Resistido	Φ Vn Nominal	Vu Resistido	Tn Nominal	Tu Resistido	
PB-DF-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1586	2,6395	0,6661	0,7905	0,0007	MOMENTO
PB-DA-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1515	2,6395	0,6377	0,7905	0,0036	MOMENTO
PB-DF-02	7,3708	8,7983	7,3533	0,1723	0,0121	2,6395	0,0122	0,7905	0,0007	TRACCIÓN
PB-DA-02	7,3708	8,7983	7,3582	0,1723	0,0113	2,6395	0,0114	0,7905	0,001	TRACCIÓN
PB-DF-03	5,474	6,1696	-2,5524	0,0567	0,0211	1,8509	0,0856	0,109	0,0004	COMPRESIÓN
PB-DA-03	5,474	6,1696	-2,5576	0,0567	0,0207	1,8509	0,084	0,109	0,0002	COMPRESIÓN
PB-DF-04	3,3564	6,1696	5,2265	0,0567	0,0021	1,8509	0,0038	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PB-DA-04	3,3564	6,1696	5,2912	0,0567	0,002	1,8509	0,0038	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PB-DF-06	3,2893	6,1696	4,5294	0,0567	0,0017	1,8509	0,0024	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PB-DA-06	3,2893	6,1696	4,6102	0,0567	0,0019	1,8509	0,0024	0,109	0,0000107 7	TRACCIÓN

PB-DF-13	12,2311	13,3906	-9,6697	0,2	0,0175	4,0172	0,0373	0,4429	0,0002	COMPRESIÓN
PB-DA-13	12,2311	13,3906	-11,1076	0,2	0,0182	4,0172	0,0366	0,4429	0,0018	COMPRESIÓN
PB-DA-30	4,5321	6,1696	-3,3786	0,0567	0,0014	1,8509	0,0037	0,109	0,0000036 01	COMPRESIÓN
PB-DA-56	4,5321	6,1696	-3,3814	0,0567	0,0014	1,8509	0,0037	0,109	0,0000015 64	COMPRESIÓN
PB-DF-22	4,8763	6,1696	-3,1872	0,0567	0,0049	1,8509	0,0086	0,109	0,0016	COMPRESIÓN
PB-DF-64	4,8763	6,1696	-3,1808	0,0567	0,0049	1,8509	0,0086	0,109	0,0017	COMPRESIÓN
PB-DF-73	12,2311	13,3906	-9,6621	0,2	0,0176	4,0172	0,0375	0,4429	0,0003	COMPRESIÓN
PB-DA-73	12,2311	13,3906	-11,1192	0,2	0,0184	4,0172	0,0371	0,4429	0,0018	COMPRESIÓN
PB-DF-80	3,2893	6,1696	4,5285	0,0567	0,0017	1,8509	0,0024	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PB-DA-80	3,2893	6,1696	4,6141	0,0567	0,0019	1,8509	0,0024	0,109	0,0000103	TRACCIÓN
PB-DF-82	3,3564	6,1696	5,2258	0,0567	0,0021	1,8509	0,0038	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PB-DA-82	3,3564	6,1696	5,2954	0,0567	0,002	1,8509	0,0038	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PB-DF-83	5,474	6,1696	-2,5521	0,0567	0,0211	1,8509	0,0855	0,109	0,0004	COMPRESIÓN
PB-DA-83	5,474	6,1696	-2,5596	0,0567	0,0207	1,8509	0,0841	0,109	0,0002	COMPRESIÓN
PB-DF-84	7,3708	8,7983	7,3528	0,1723	0,0121	2,6395	0,0122	0,7905	0,0007	TRACCIÓN
PB-DA-84	7,3708	8,7983	7,3638	0,1723	0,0113	2,6395	0,0114	0,7905	0,001	TRACCIÓN
PB-DF-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1586	2,6395	0,6661	0,7905	0,0007	MOMENTO
PB-DA-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1516	2,6395	0,6382	0,7905	0,0037	MOMENTO
PB-CEF-01	26,2553	27,9258	-16,6704	0,8681	0,1242	8,3777	0,0974	2,4332	0,0157	COMPRESIÓN
PB-CEF-12	26,2553	27,9258	-16,6768	0,8681	0,1241	8,3777	0,0973	2,4332	0,0159	COMPRESIÓN
PB-CINT-06	51,7353	52,7185	-27,8739	2,4744	0,9307	15,8156	0,9385	6,0234	0,0443	COMPRESIÓN
PB-CINT-07	51,7353	52,7185	-27,8798	2,4744	0,9303	15,8156	0,938	6,0234	0,0452	COMPRESIÓN
PB-CINF-01	52,2354	52,7185	-34,669	2,4744	0,9097	15,8156	0,8104	6,0234	0,0712	COMPRESIÓN
PB-CINF-02	52,2354	52,7185	-32,7369	2,4744	0,4441	15,8156	0,1443	6,0234	0,0576	COMPRESIÓN

PB-CINF-03	52,2354	52,7185	-28,8543	2,4744	0,4482	15,8156	0,1517	6,0234	0,0358	COMPRESIÓN
PB-CINF-28	52,2354	52,7185	-28,8476	2,4744	0,4489	15,8156	0,1524	6,0234	0,0359	COMPRESIÓN
PB-CINF-29	52,2354	52,7185	-32,7298	2,4744	0,4448	15,8156	0,1434	6,0234	0,0578	COMPRESIÓN
PB-CINF-30	52,2354	52,7185	-34,67	2,4744	0,9092	15,8156	0,8081	6,0234	0,0712	COMPRESIÓN
PB-CSA-01	18,7789	20,6582	12,1772	0,4753	0,0574	6,1975	0,0532	1,2381	0,015	TRACCIÓN

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo B.3. Pórtico C

Tabla 98.- Resumen solicitaciones en elementos del pórtico C.

Elemento: IDEM	Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)		Torsión (Tonf-m)		Comportamiento
	ΦPn Compresión	ΦPn Tensión	Pu Resistido	ΦMn Nominal	Mu Resistido	Φ Vn Nominal	Vu Resistido	Tn Nominal	Tu Resistido	
PC-DF-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1673	2,6395	0,7028	0,7905	0,0005	MOMENTO
PC-DA-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1615	2,6395	0,6798	0,7905	0,0036	MOMENTO
PC-DF-02	7,3708	8,7983	7,7711	0,1723	0,0128	2,6395	0,0128	0,7905	0,0008	TRACCIÓN
PC-DA-02	7,3708	8,7983	7,8307	0,1723	0,0121	2,6395	0,0121	0,7905	0,001	TRACCIÓN
PC-DF-03	5,474	6,1696	-2,6969	0,0567	0,0222	1,8509	0,0902	0,109	0,0004	COMPRESIÓN
PC-DA-03	5,474	6,1696	-2,7218	0,0567	0,022	1,8509	0,0894	0,109	0,0002	COMPRESIÓN
PC-DF-04	3,3564	6,1696	5,5218	0,0567	0,0022	1,8509	0,0039	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PC-DA-04	3,3564	6,1696	5,6286	0,0567	0,0021	1,8509	0,004	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PC-DF-05	5,3646	6,1696	-2,4213	0,0567	0,0174	1,8509	0,0658	0,109	0,0002	COMPRESIÓN
PC-DA-05	5,3646	6,1696	-2,4751	0,0567	0,0174	1,8509	0,0655	0,109	0,0003	COMPRESIÓN
PC-DF-06	3,2893	6,1696	4,7839	0,0567	0,0018	1,8509	0,0025	0,109	0,00004132	TRACCIÓN
PC-DA-06	3,2893	6,1696	4,9064	0,0567	0,002	1,8509	0,0026	0,109	6,125E-07	TRACCIÓN
PC-DF-08	3,2175	6,1696	4,1528	0,0567	0,0021	1,8509	0,0025	0,109	0,0000403	TRACCIÓN

PC-DA-08	3,2175	6,1696	4,2854	0,0567	0,0022	1,8509	0,0027	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PC-DF-13	12,2311	13,3906	-10,2164	0,2	0,0185	4,0172	0,0392	0,4429	0,0002	COMPRESIÓN
PC-DA-13	12,2311	13,3906	-11,7661	0,2	0,0195	4,0172	0,0393	0,4429	0,0019	COMPRESIÓN
PC-DF-18	4,6928	6,1696	-3,0483	0,0567	0,0053	1,8509	0,0074	0,109	0,0013	COMPRESIÓN
PC-DF-22	4,8763	6,1696	-3,4784	0,0567	0,005	1,8509	0,0088	0,109	0,0015	COMPRESIÓN
PC-DA-30	4,5321	6,1696	-3,5408	0,0567	0,0013	1,8509	0,0037	0,109	0,00002385	COMPRESIÓN
PC-DA-56	4,5321	6,1696	-3,5439	0,0567	0,0013	1,8509	0,0036	0,109	0,0000184	COMPRESIÓN
PC-DA-60	4,9854	6,1696	-3,3447	0,0567	0,0027	1,8509	0,0078	0,109	0,0009	COMPRESIÓN
PC-DF-64	4,8763	6,1696	-3,4703	0,0567	0,005	1,8509	0,0088	0,109	0,0016	COMPRESIÓN
PC-DF-68	4,6928	6,1696	-3,0398	0,0567	0,0053	1,8509	0,0072	0,109	0,014	COMPRESIÓN
PC-DF-73	12,2311	13,3906	-10,2045	0,2	0,0186	4,0172	0,0394	0,4429	0,0004	COMPRESIÓN
PC-DA-73	12,2311	13,3906	-11,7783	0,2	0,0197	4,0172	0,0398	0,4429	0,0019	COMPRESIÓN
PC-DF-78	3,2175	6,1696	4,1504	0,0567	0,0021	1,8509	0,0025	0,109	0,00003996	TRACCIÓN
PC-DA-78	3,2175	6,1696	4,2884	0,0567	0,0022	1,8509	0,0027	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PC-DF-80	3,2893	6,1696	4,7814	0,0567	0,0018	1,8509	0,0025	0,109	0,00004101	TRACCIÓN
PC-DA-80	3,2893	6,1696	4,9096	0,0567	0,002	1,8509	0,0026	0,109	0	TRACCIÓN
PC-DF-81	5,3646	6,1696	-2,4201	0,0567	0,0174	1,8509	0,0657	0,109	0,0002	COMPRESIÓN
PC-DA-81	5,3646	6,1696	-2,4767	0,0567	0,0174	1,8509	0,0655	0,109	0,0003	COMPRESIÓN
PC-DF-82	3,3564	6,1696	5,5193	0,0567	0,0022	1,8509	0,0039	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PC-DA-82	3,3564	6,1696	5,632	0,0567	0,0022	1,8509	0,004	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PC-DF-83	5,474	6,1696	-2,6957	0,0567	0,0222	1,8509	0,0902	0,109	0,0004	COMPRESIÓN
PC-DA-83	5,474	6,1696	-2,7234	0,0567	0,022	1,8509	0,0894	0,109	0,0002	COMPRESIÓN
PC-DF-84	7,3708	8,7983	7,7682	0,1723	0,0128	2,6395	0,0128	0,7905	0,0008	TRACCIÓN
PC-DA-84	7,3708	8,7983	7,835	0,1723	0,0121	2,6395	0,0122	0,7905	0,001	TRACCIÓN
PC-DF-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1673	2,6395	0,7026	0,7905	0,0005	MOMENTO
PC-DA-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1616	2,6395	0,6801	0,7905	0,0037	MOMENTO

PC-CEF-01	26,2553	27,9258	-17,5528	0,8681	0,1312	8,3777	0,1027	2,4332	0,0149	COMPRESIÓN
PC-CEA-01	26,2553	27,9258	-15,6348	0,8681	0,1298	8,3777	0,1041	2,4332	0,0126	COMPRESIÓN
PC-CEF-12	26,2553	27,9258	-17,5544	0,8681	0,1311	8,3777	0,1026	2,4332	0,0151	COMPRESIÓN
PC-CEA-12	26,2553	27,9258	-15,6398	0,8681	0,1299	8,3777	0,1042	2,4332	0,0128	COMPRESIÓN
PC-CINT-06	51,7353	52,7185	-29,4328	2,4744	0,9838	15,8156	0,9921	6,0234	0,0422	COMPRESIÓN
PC-CINT-07	51,7353	52,7185	-29,4326	2,4744	0,983	15,8156	0,9912	6,0234	0,0432	COMPRESIÓN
PC-CINF-01	52,2354	52,7185	-36,676	2,4744	0,9613	15,8156	0,85	6,0234	0,0712	COMPRESIÓN
PC-CINF-02	52,2354	52,7185	-34,6401	2,4744	0,4716	15,8156	0,1493	6,0234	0,0566	COMPRESIÓN
PC-CINF-03	52,2354	52,7185	-30,5363	2,4744	0,4759	15,8156	0,1538	6,0234	0,0341	COMPRESIÓN
PC-CINF-28	52,2354	52,7185	-30,5278	2,4744	0,4765	15,8156	0,1544	6,0234	0,0342	COMPRESIÓN
PC-CINF-29	52,2354	52,7185	-34,6275	2,4744	0,4722	15,8156	0,1485	6,0234	0,0568	COMPRESIÓN
PC-CINF-30	52,2354	52,7185	-36,6697	2,4744	0,9604	15,8156	0,8472	6,0234	0,0713	COMPRESIÓN
PC-CSA-01	18,7789	20,6582	12,8292	0,4753	0,0609	6,1975	0,0522	1,2381	0,0158	TRACCIÓN
PC-CSA-30	18,7789	20,6582	12,6726	0,4753	0,0616	6,1975	0,0552	1,2381	0,0157	TRACCIÓN

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo B.4. Pórtico D

Tabla 99.- Resumen solicitaciones en elementos del pórtico D.

Elemento:	Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)		Torsión (Tonf-m)		COMPORTAMIENTO
	ΦPn Compresión	ΦPn Tensión	Pu Resistido	ΦMn Nominal	Mu Resistido	Φ Vn Nominal	Vu Resistido	Tn Nominal	Tu Resistido	
PD-DF-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1694	2,6395	0,7116	0,7905	0,0004	MOMENTO
PD-DA-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1651	2,6395	0,695	0,7905	0,0036	MOMENTO
PD-DF-02	7,3708	8,7983	7,8768	0,1723	0,013	2,6395	0,0129	0,7905	0,0008	TRACCIÓN
PD-DA-02	7,3708	8,7983	7,9992	0,1723	0,0124	2,6395	0,0124	0,7905	0,0011	TRACCIÓN
PD-DF-03	5,474	6,1696	-2,7329	0,0567	0,0225	1,8509	0,0914	0,109	0,0004	COMPRESIÓN

PD-DA-03	5,474	6,1696	-2,7808	0,0567	0,0225	1,8509	0,0913	0,109	0,0002	COMPRESIÓN
PD-DF-04	3,3564	6,1696	5,5957	0,0567	0,0022	1,8509	0,004	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PD-DA-04	3,3564	6,1696	5,75	0,0567	0,0022	1,8509	0,0041	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PD-DF-13	12,2311	13,3906	-10,3731	0,2	0,0189	4,0172	0,04	0,4429	0,0002	COMPRESIÓN
PD-DA-13	12,2311	13,3906	-11,999	0,2	0,0199	4,0172	0,0401	0,4429	0,0019	COMPRESIÓN
PD-DF-73	12,2311	13,3906	-10,3601	0,2	0,0189	4,0172	0,0402	0,4429	0,0004	COMPRESIÓN
PD-DA-73	12,2311	13,3906	-12,0121	0,2	0,0201	4,0172	0,0407	0,4429	0,0019	COMPRESIÓN
PD-DA-80	3,2893	6,1696	5,0179	0,0567	0,002	1,8509	0,0027	0,109	0,00001013	TRACCIÓN
PD-DF-82	3,3564	6,1696	5,5923	0,0567	0,0022	1,8509	0,004	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PD-DA-82	3,3564	6,1696	5,7533	0,0567	0,0022	1,8509	0,0041	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PD-DF-83	5,474	6,1696	-2,7314	0,0567	0,0225	1,8509	0,0913	0,109	0,0004	COMPRESIÓN
PD-DA-83	5,474	6,1696	-2,7824	0,0567	0,0225	1,8509	0,0913	0,109	0,0002	COMPRESIÓN
PD-DF-84	7,3708	8,7983	7,8727	0,1723	0,013	2,6395	0,0129	0,7905	0,0008	TRACCIÓN
PD-DA-84	7,3708	8,7983	8,0032	0,1723	0,0124	2,6395	0,0124	0,7905	0,0011	TRACCIÓN
PD-DF-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1693	2,6395	0,7114	0,7905	0,0004	MOMENTO
PD-DA-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1652	2,6395	0,6953	0,7905	0,0036	MOMENTO
PD-CINT-06	51,7353	52,7185	-29,925	2,4744	0,9996	15,8156	1,008	6,0234	0,0411	COMPRESIÓN
PD-CINT-07	51,7353	52,7185	-29,9254	2,4744	0,9988	15,8156	1,007	6,0234	0,0422	COMPRESIÓN
PD-CINF-01	52,2354	52,7185	-37,3219	2,4744	0,9766	15,8156	0,8619	6,0234	0,0759	COMPRESIÓN
PD-CINF-02	52,2354	52,7185	-35,2657	2,4744	0,4801	15,8156	0,1517	6,0234	0,061	COMPRESIÓN
PD-CINF-29	52,2354	52,7185	-35,2504	2,4744	0,4808	15,8156	0,1507	6,0234	0,0612	COMPRESIÓN
PD-CINF-30	52,2354	52,7185	-37,3147	2,4744	0,9756	15,8156	0,8588	6,0234	0,076	COMPRESIÓN

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo B.5. Pórtico E

Tabla 100.- Resumen solicitaciones en elementos del pórtico E.

Elemento: IDEM	Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)		Torsión (Tonf-m)		COMPORTAMIENTO
	ΦPn Compresión	ΦPn Tensión	Pu Resistido	ΦMn Nominal	Mu Resistido	Φ Vn Nominal	Vu Resistido	Tn Nominal	Tu Resistido	
PE-DF-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1658	2,6395	0,6967	0,7905	0,0003	MOMENTO
PE-DA-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1628	2,6395	0,6852	0,7905	0,0034	MOMENTO
PE-DF-02	7,3708	8,7983	7,7117	0,1723	0,0127	2,6395	0,0126	0,7905	0,0008	TRACCIÓN
PE-DA-02	7,3708	8,7983	7,8829	0,1723	0,0122	2,6395	0,0123	0,7905	0,0011	TRACCIÓN
PE-DA-03	5,474	6,1696	-2,7409	0,0567	0,0222	1,8509	0,09	0,109	0,0001	COMPRESIÓN
PE-DF-04	3,3564	6,1696	5,4772	0,0567	0,0022	1,8509	0,0039	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PE-DA-04	3,3564	6,1696	5,6681	0,0567	0,0022	1,8509	0,004	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PE-DF-13	12,2311	13,3906	-10,1465	0,2	0,0185	4,0172	0,0391	0,4429	0,0001	COMPRESIÓN
PE-DA-13	12,2311	13,3906	-11,8314	0,2	0,0195	4,0172	0,0394	0,4429	0,0018	COMPRESIÓN
PE-DF-73	12,2311	13,3906	-10,1471	0,2	0,0186	4,0172	0,0394	0,4429	0,0004	COMPRESIÓN
PE-DA-73	12,2311	13,3906	-11,8394	0,2	0,0197	4,0172	0,0399	0,4429	0,0018	COMPRESIÓN
PE-DF-82	3,3564	6,1696	5,476	0,0567	0,0022	1,8509	0,0039	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PE-DA-82	3,3564	6,1696	5,6741	0,0567	0,0022	1,8509	0,004	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PE-DA-83	5,474	6,1696	-2,7438	0,0567	0,0222	1,8509	0,0901	0,109	0,0002	COMPRESIÓN
PE-DF-84	7,3708	8,7983	7,7101	0,1723	0,0127	2,6395	0,0126	0,7905	0,0008	TRACCIÓN
PE-DA-84	7,3708	8,7983	7,8907	0,1723	0,0122	2,6395	0,0123	0,7905	0,0011	TRACCIÓN
PE-DF-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1658	2,6395	0,6965	0,7905	0,0003	MOMENTO
PE-DA-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,163	2,6395	0,6859	0,7905	0,0035	MOMENTO
PE-CINT-06	51,7353	52,7185	-29,4187	2,4744	0,9831	15,8156	0,9913	6,0234	0,0392	COMPRESIÓN
PE-CINT-07	51,7353	52,7185	-29,4462	2,4744	0,9834	15,8156	0,9915	6,0234	0,0404	COMPRESIÓN
PE-CINF-01	52,2354	52,7185	-36,6674	2,4744	0,9606	15,8156	0,8495	6,0234	0,0781	COMPRESIÓN

PE-CINF-30	52,2354	52,7185	-36,676	2,4744	0,9608	15,8156	0,8477	6,0234	0,0789	COMPRESIÓN
------------	---------	---------	---------	--------	--------	---------	--------	--------	--------	------------

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo B.6. Pórtico F

Tabla 101.- Resumen solicitaciones en elementos del pórtico F.

Elemento:	Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)		Torsión (Tonf-m)		Comportamiento
	ΦPn Compresión	ΦPn Tensión	Pu Resistido	ΦMn Nominal	Mu Resistido	Φ Vn Nominal	Vu Resistido	Tn Nominal	Tu Resistido	
PF-DF-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1564	2,6395	0,6572	0,7905	0,0004	MOMENTO
PF-DA-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1553	2,6395	0,6535	0,7905	0,0034	MOMENTO
PF-DF-02	7,3708	8,7983	7,2634	0,1723	0,0119	2,6395	0,0119	0,7905	0,0007	TRACCIÓN
PF-DA-02	7,3708	8,7983	7,5218	0,1723	0,0116	2,6395	0,0117	0,7905	0,001	TRACCIÓN
PF-DF-04	3,3564	6,1696	5,1577	0,0567	0,0021	1,8509	0,0037	0,109	0,00004933	TRACCIÓN
PF-DA-04	3,3564	6,1696	5,4168	0,0567	0,0021	1,8509	0,0039	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PF-DF-13	12,2311	13,3906	-9,5236	0,2	0,0174	4,0172	0,0367	0,4429	0,0002	COMPRESIÓN
PF-DA-13	12,2311	13,3906	-11,3728	0,2	0,0186	4,0172	0,0371	0,4429	0,0018	COMPRESIÓN
PF-DF-73	12,2311	13,3906	-9,4368	0,2	0,0174	4,0172	0,0366	0,4429	0,0004	COMPRESIÓN
PF-DA-73	12,2311	13,3906	-11,4409	0,2	0,019	4,0172	0,0387	0,4429	0,0019	COMPRESIÓN
PF-DF-82	3,3564	6,1696	5,1432	0,0567	0,002	1,8509	0,0037	0,109	0,00002258	TRACCIÓN
PF-DA-82	3,3564	6,1696	5,3997	0,0567	0,0021	1,8509	0,0039	0,109	0,0001	TRACCIÓN
PF-DF-84	7,3708	8,7983	7,2442	0,1723	0,0119	2,6395	0,0119	0,7905	0,0006	TRACCIÓN
PF-DA-84	7,3708	8,7983	7,4962	0,1723	0,0115	2,6395	0,0117	0,7905	0,0011	TRACCIÓN
PF-DF-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,156	2,6395	0,6557	0,7905	0,0003	MOMENTO
PF-DA-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1546	2,6395	0,6506	0,7905	0,0033	MOMENTO
PF-CINT-06	51,7353	52,7185	-28,1716	2,4744	0,9413	15,8156	0,9492	6,0234	0,0411	COMPRESIÓN

PF-CINT-07	51,7353	52,7185	-28,1042	2,4744	0,9343	15,8156	0,9416	6,0234	0,0413	COMPRESIÓN
PF-CINF-01	52,2354	52,7185	-34,8787	2,4744	0,9205	15,8156	0,8261	6,0234	0,0894	COMPRESIÓN
PF-CINF-30	52,2354	52,7185	-34,8337	2,4744	0,9128	15,8156	0,8173	6,0234	0,0838	COMPRESIÓN

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo B.7. Pórtico G

Tabla 102- Resumen solicitaciones en elementos del pórtico G.

Elemento: IDEM	Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)		Torsión (Tonf-m)		Comportamiento
	ΦP_n Compresión	ΦP_n Tensión	P_u Resistido	ΦM_n Nominal	M_u Resistido	ΦV_n Nominal	V_u Resistido	T_n Nominal	T_u Resistido	
PG-DF-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1391	2,6395	0,5835	0,7905	0,0024	MOMENTO
PG-DA-01	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1209	2,6395	0,5092	0,7905	0,00004427	MOMENTO
PG-DF-02	7,3708	8,7983	6,5113	0,1723	0,0107	2,6395	0,011	0,7905	0,0006	TRACCIÓN
PG-DA-02	7,3708	8,7983	5,8098	0,1723	0,0094	2,6395	0,0094	0,7905	0,0009	TRACCIÓN
PG-DF-84	7,3708	8,7983	6,5289	0,1723	0,0108	2,6395	0,011	0,7905	0,0006	TRACCIÓN
PG-DA-84	7,3708	8,7983	5,8183	0,1723	0,0094	2,6395	0,0094	0,7905	0,0008	TRACCIÓN
PG-DF-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1393	2,6395	0,5845	0,7905	0,0023	MOMENTO
PG-DA-85	8,6104	8,7983	0	0,1723	0,1211	2,6395	0,5104	0,7905	0,0002	MOMENTO
PG-DF-13	12,2311	13,3906	-8,7114	0,2	0,0159	4,0172	0,0332	0,4429	0,0012	COMPRESIÓN
PG-DA-13	12,2311	13,3906	-8,2362	0,2	0,0137	4,0172	0,0287	0,4429	0,0004	COMPRESIÓN
PG-DF-73	12,2311	13,3906	-8,8212	0,2	0,0162	4,0172	0,0341	0,4429	0,0014	COMPRESIÓN
PG-DA-73	12,2311	13,3906	-8,1799	0,2	0,0137	4,0172	0,0283	0,4429	0,0002	COMPRESIÓN
PG-CINT-06	51,7353	52,7185	-22,3119	2,4744	0,7646	15,8156	0,7734	6,0234	0,0116	COMPRESIÓN
PG-CINT-07	51,7353	52,7185	-22,3921	2,4744	0,7658	15,8156	0,7744	6,0234	0,0121	COMPRESIÓN
PG-CINF-01	52,2354	52,7185	-28,2909	2,4744	0,7471	15,8156	0,6206	6,0234	0,0435	COMPRESIÓN
PG-CINF-30	52,2354	52,7185	-28,3767	2,4744	0,748	15,8156	0,6212	6,0234	0,0409	COMPRESIÓN

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo B.8. Correas

Tabla 103.- Cargas en correas PA-PB.

Elemento: Correa	Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)	
	Identificación	ΦP_n Compresión	ΦP_n Tensión	P_u Resistido	ΦM_n Nominal	M_u Resistido	ΦV_n Nominal
PA-PB-C1	6,5165	20,4011	-0,0023	0,6235	0,0386	5,2806	0
PA-PB-C2	6,5165	20,4011	-0,0104	0,6235	0,0386	5,2806	0
PA-PB-C3	6,5165	20,4011	-0,0344	0,6235	0,0386	5,2806	0
PA-PB-C4	6,5165	20,4011	-0,0285	0,6235	0,0386	5,2806	0
PA-PB-C5	6,5165	20,4011	-0,1435	0,6235	0,0331	5,2806	0
PA-PB-C6	6,5165	20,4011	0,0048	0,6235	0,0386	5,2806	0
PA-PB-C7	6,5165	20,4011	0,0885	0,6235	0,4825	5,2806	0
PA-PB-C8	14,2857	40,8022	0,0545	1,2471	1,0877	11,6048	0
PA-PB-C9	14,2857	40,8022	0,0985	1,2471	1,1867	11,6048	0
PA-PB-C10	14,2857	40,8022	0,0539	1,2471	1,0877	11,6048	0
PA-PB-C11	6,5165	20,4011	0,0881	0,6235	0,4825	5,2806	0
PA-PB-C12	6,5165	20,4011	0,0048	0,6235	0,0386	5,2806	0
PA-PB-C13	6,5165	20,4011	-0,1432	0,6235	0,0331	5,2806	0
PA-PB-C14	6,5165	20,4011	-0,0283	0,6235	0,0386	5,2806	0
PA-PB-C15	6,5165	20,4011	-0,0327	0,6235	0,0386	5,2806	0
PA-PB-C16	6,5165	20,4011	-0,0105	0,6235	0,0386	5,2806	0
PA-PB-C17	6,5165	20,4011	-0,0036	0,6235	0,0386	5,2806	0

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 104.- Solicitaciones en correas PB-PC.

Elemento: Correa		Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)	
Identificación	Longitud (m)	ΦP_n Compresión	ΦP_n Tensión	P_u Resistido	ΦM_n Nominal	M_u Resistido	ΦV_n Nominal	V_u Resistido
PB-PC-C1	5,6	6,5165	20,4011	0,7732	0,6235	0,0331	5,2806	0
PB-PC-C2	5,6	6,5165	20,4011	0,6707	0,6235	0,0331	5,2806	0
PB-PC-C3	5,6	6,5165	20,4011	0,0194	0,6235	0,0386	5,2806	0
PB-PC-C4	5,6	6,5165	20,4011	-0,0037	0,6235	0,0386	5,2806	0
PB-PC-C5	5,6	6,5165	20,4011	-0,0111	0,6235	0,0386	5,2806	0
PB-PC-C6	5,6	6,5165	20,4011	-0,2297	0,6235	0,0331	5,2806	0
PB-PC-C7	5,6	6,5165	20,4011	-0,2599	0,6235	0,4825	5,2806	0
PB-PC-C8	5,6	14,2857	40,8022	-0,5208	1,2471	1,0877	11,6048	0
PB-PC-C9	5,6	14,2857	40,8022	-0,5351	1,2471	1,1867	11,6048	0
PB-PC-C10	5,6	14,2857	40,8022	-0,522	1,2471	1,0877	11,6048	0
PB-PC-C11	5,6	6,5165	20,4011	-0,2609	0,6235	0,4825	5,2806	0
PB-PC-C12	5,6	6,5165	20,4011	-0,2306	0,6235	0,0331	5,2806	0
PB-PC-C13	5,6	6,5165	20,4011	-0,0111	0,6235	0,0386	5,2806	0
PB-PC-C14	5,6	6,5165	20,4011	-0,0033	0,6235	0,0386	5,2806	0
PB-PC-C15	5,6	6,5165	20,4011	0,0199	0,6235	0,0386	5,2806	0
PB-PC-C16	5,6	6,5165	20,4011	0,6731	0,6235	0,0331	5,2806	0
PB-PC-C17	5,6	6,5165	20,4011	0,7744	0,6235	0,0331	5,2806	0

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 105.- Solicitaciones en correas PC-PD.

Elemento: Correa	Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)	
Identificación	ΦPn Compresión	ΦPn Tensión	Pu Resistido	ΦMn Nominal	Mu Resistido	Φ Vn Nominal	Vu Resistido
PC-PD-C1	6,5165	20,4011	0,9193	0,6235	0,0331	5,2806	0
PC-PD-C2	6,5165	20,4011	0,8851	0,6235	0,0331	5,2806	0
PC-PD-C3	6,5165	20,4011	0,4762	0,6235	0,0331	5,2806	0
PC-PD-C4	6,5165	20,4011	0,0069	0,6235	0,0386	5,2806	0
PC-PD-C5	6,5165	20,4011	-0,0126	0,6235	0,0386	5,2806	0
PC-PD-C6	6,5165	20,4011	-0,3047	0,6235	0,0331	5,2806	0
PC-PD-C7	6,5165	20,4011	-0,3997	0,6235	0,4825	5,2806	0
PC-PD-C8	14,2857	40,8022	-0,8258	1,2471	1,0877	11,6048	0
PC-PD-C9	14,2857	40,8022	-0,8542	1,2471	1,1867	11,6048	0
PC-PD-C10	14,2857	40,8022	-0,8277	1,2471	1,0877	11,6048	0
PC-PD-C11	6,5165	20,4011	-0,4015	0,6235	0,4825	5,2806	0
PC-PD-C12	6,5165	20,4011	-0,3066	0,6235	0,0331	5,2806	0
PC-PD-C13	6,5165	20,4011	-0,0128	0,6235	0,0386	5,2806	0
PC-PD-C14	6,5165	20,4011	0,007	0,6235	0,0386	5,2806	0
PC-PD-C15	6,5165	20,4011	0,4819	0,6235	0,0331	5,2806	0
PC-PD-C16	6,5165	20,4011	0,8897	0,6235	0,0331	5,2806	0
PC-PD-C17	6,5165	20,4011	0,9226	0,6235	0,0331	5,2806	0

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 106.- Solicitaciones en correas PD-PE.

Elemento: Correa	Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)	
IDEM	ΦP_n Compresión	ΦP_n Tensión	P_u Resistido	ΦM_n Nominal	M_u Resistido	ΦV_n Nominal	V_u Resistido
PD-PE-C1	6,5165	20,4011	0,9207	0,6235	0,0331	5,2806	0
PD-PE-C2	6,5165	20,4011	0,8858	0,6235	0,0331	5,2806	0
PD-PE-C3	6,5165	20,4011	0,4893	0,6235	0,0331	5,2806	0
PD-PE-C4	6,5165	20,4011	0,0078	0,6235	0,0386	5,2806	0
PD-PE-C5	6,5165	20,4011	-0,0122	0,6235	0,0386	5,2806	0
PD-PE-C6	6,5165	20,4011	-0,2909	0,6235	0,0331	5,2806	0
PD-PE-C7	6,5165	20,4011	-0,4008	0,6235	0,4825	5,2806	0
PD-PE-C8	14,2857	40,8022	-0,846	1,2471	1,0877	11,6048	0
PD-PE-C9	14,2857	40,8022	-0,8855	1,2471	1,1867	11,6048	0
PD-PE-C10	14,2857	40,8022	-0,8485	1,2471	1,0877	11,6048	0
PD-PE-C11	6,5165	20,4011	-0,4057	0,6235	0,4825	5,2806	0
PD-PE-C12	6,5165	20,4011	-0,2989	0,6235	0,0331	5,2806	0
PD-PE-C13	6,5165	20,4011	-0,013	0,6235	0,0386	5,2806	0
PD-PE-C14	6,5165	20,4011	0,0072	0,6235	0,0386	5,2806	0
PD-PE-C15	6,5165	20,4011	0,4913	0,6235	0,0331	5,2806	0
PD-PE-C16	6,5165	20,4011	0,9053	0,6235	0,0331	5,2806	0
PD-PE-C17	6,5165	20,4011	0,9298	0,6235	0,0331	5,2806	0

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 107.- Solicitaciones en correas PE-PF.

Elemento: Correa	Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)	
	ΦP_n Compresión	ΦP_n Tensión	P_u Resistido	ΦM_n Nominal	M_u Resistido	ΦV_n Nominal	V_u Resistido
PE-PF-C1	6,5165	20,4011	0,7273	0,6235	0,0331	5,2806	0
PE-PF-C2	6,5165	20,4011	0,7533	0,6235	0,0331	5,2806	0
PE-PF-C3	6,5165	20,4011	0,024	0,6235	0,0386	5,2806	0
PE-PF-C4	6,5165	20,4011	-0,001	0,6235	0,0386	5,2806	0
PE-PF-C5	6,5165	20,4011	-0,0101	0,6235	0,0386	5,2806	0
PE-PF-C6	6,5165	20,4011	-0,2014	0,6235	0,0331	5,2806	0
PE-PF-C7	6,5165	20,4011	-0,2544	0,6235	0,4825	5,2806	0
PE-PF-C8	14,2857	40,8022	-0,6121	1,2471	1,0877	11,6048	0
PE-PF-C9	14,2857	40,8022	-0,6583	1,2471	1,1867	11,6048	0
PE-PF-C10	14,2857	40,8022	-0,6109	1,2471	1,0877	11,6048	0
PE-PF-C11	6,5165	20,4011	-0,2466	0,6235	0,4825	5,2806	0
PE-PF-C12	6,5165	20,4011	-0,2146	0,6235	0,0331	5,2806	0
PE-PF-C13	6,5165	20,4011	-0,0108	0,6235	0,0386	5,2806	0
PE-PF-C14	6,5165	20,4011	-0,0044	0,6235	0,0386	5,2806	0
PE-PF-C15	6,5165	20,4011	0,0201	0,6235	0,0386	5,2806	0
PE-PF-C16	6,5165	20,4011	0,7063	0,6235	0,0331	5,2806	0
PE-PF-C17	6,5165	20,4011	0,8311	0,6235	0,0331	5,2806	0

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 108.- Solicitaciones en correas PF-PG.

Elemento: Correa	Carga Axial (Tonf)			Momento (Tonf-m)		Fuerza Corte (Tonf)	
Identificación	Φ Pn Compresión	Φ Pn Tensión	Pu Resistido	Φ Mn Nominal	Mu Resistido	Φ Vn Nominal	Vu Resistido
PF-PG-C1	6,5165	20,4011	0,4098	0,6235	0,0331	5,2806	0
PF-PG-C2	6,5165	20,4011	-0,0368	0,6235	0,0386	5,2806	0
PF-PG-C3	6,5165	20,4011	-0,0439	0,6235	0,0386	5,2806	0
PF-PG-C4	6,5165	20,4011	-0,028	0,6235	0,0386	5,2806	0
PF-PG-C5	6,5165	20,4011	-0,0203	0,6235	0,0386	5,2806	0
PF-PG-C6	6,5165	20,4011	0,0197	0,6235	0,0386	5,2806	0
PF-PG-C7	6,5165	20,4011	0,0683	0,6235	0,4825	5,2806	0
PF-PG-C8	14,2857	40,8022	-0,0688	1,2471	1,0877	11,6048	0
PF-PG-C9	14,2857	40,8022	-0,0241	1,2471	1,1867	11,6048	0
PF-PG-C10	14,2857	40,8022	-0,0727	1,2471	1,0877	11,6048	0
PF-PG-C11	6,5165	20,4011	0,0548	0,6235	0,4825	5,2806	0
PF-PG-C12	6,5165	20,4011	0,0284	0,6235	0,0386	5,2806	0
PF-PG-C13	6,5165	20,4011	-0,033	0,6235	0,0386	5,2806	0
PF-PG-C14	6,5165	20,4011	-0,0249	0,6235	0,0386	5,2806	0
PF-PG-C15	6,5165	20,4011	-0,0363	0,6235	0,0386	5,2806	0
PF-PG-C16	6,5165	20,4011	-0,0252	0,6235	0,0386	5,2806	0
PF-PG-C17	6,5165	20,4011	0,0151	0,6235	0,0386	5,2806	0

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo C. Diseño y selección de propuestas de rehabilitación considerando costo

Anexo C.1. Diseño propuestas de rehabilitación Pórtico B

Tabla 109.- Diseño propuesta de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PB-DF-13; PB-DA-13		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	8250	Vu (Kg)	1510		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	67	20	0,5			
	Fuerza axial	Pandeo	σ_{cr} (Kg/cm2)	Pcr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ_{cr} (Kg/cm2)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	3625,64	30895,02	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8387,05	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	12,7	2	4,42	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Á mín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1202,24898	2,21	6,98	7,85	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	11110	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	10,16	2	3,52	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Á mín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1996,72	1,76	5,56	6,26	Ok	
Wplaca(Kg)	2,63	Wdiagonal(Kg)	7,40	WcambSec(Kg)	3,44	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 110.- Diseño de propuesta de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PB-DF-01; PB-DA-01	
Cambio de sección	Mu (Kg-m)	158,60	L (m)	0,45	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	Compacta
	Z (cm3)	L máx (m)	ΦM_n (Kg-m)	Á (cm2)	Conclusión
	9,87	1,02	224,78	5,40	Ok
WcambSec(Kg)	1,91	Escojo por Costo en Kg		Cambio de Sección	

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 111.- Diseño propuesta de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PB-DF-02; PB-DA-02	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	7358,20	L (m)	1,28	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	No Esbelta
	Φf_y (Kg/cm2)	Á mín (cm2)	Á (cm2)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	3,23	5,40	5,43	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 112.- Diseño propuesta de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PB-DF-04; PB-DA-04	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	5291,20	L (m)	1,12	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,35	1,5	2,19	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	2,32	2,92	2,57	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 113.- Diseño propuesta de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PB-CINT-06		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	1510	Vu (Kg)	8250		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	100	10	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	14159,61	130653,65	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8387,05	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	1,5	2,64	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	1,32	6,98	7,04	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	27873,9	L (m)	1,00		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	13,96	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	7,85	Wdiagonal(Kg)	6,63	WcambSec(Kg)	21,66	
Escojo por Costo en Kg			Diagonal			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 114.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PB-CINF-01		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	34670	Vu (Kg)	2318,44		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	70	16	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	37616,60	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	8964,86	120270,11	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	30430	L (m)	1,69		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,59	25,31	27,60	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	34669	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	17,36	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	8,79	Wdiagonal(Kg)	36,61	WcambSec(Kg)	15,16	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 115.- Diseño de propuesta de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PB-CINF-30		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	34670	Vu (Kg)	2318,44		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	70	16	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ_{cr} (Kg/cm2)	Pcr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	37616,60	Ok	
Cortante	Pandeo	τ_{cr} (Kg/cm2)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	8964,86	120270,11	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	30430	L (m)	1,69		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Á mín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1202,24898	2,59	25,31	27,60	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	34670	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Á mín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1996,72	2,59	17,36	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	8,79	Wdiagonal(Kg)	36,61	WcambSec(Kg)	15,16	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 116.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PB-CINT-07		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	1510	Vu (Kg)	8250		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	100	10	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ_{cr} (Kg/cm2)	Pcr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ_{cr} (Kg/cm2)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	14159,61	130653,65	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8387,05	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	1,5	2,64	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Á mín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1202,24898	1,32	6,98	3,52	Aumente Á	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	27879,8	L (m)	1,00		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Á mín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1996,72	2,59	13,96	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	7,85	Wdiagonal(Kg)	6,63	WcambSec(Kg)	21,66	
Escojo por Costo en Kg			Diagonal			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 117.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PB-DF-82; PB-DA-82	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	5295,40	L (m)	1,12	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,35	1,5	2,19	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	2,32	2,92	2,57	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 118.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PB-DF-84; PB-DA-84	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	7363,80	L (m)	1,28	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	3,23	5,40	5,43	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 119.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PB-DF-85; PB-DA-85	
Cambio de sección	Mu (Kg-m)	158,60	L (m)	0,45	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	Compacta
	Z (cm ³)	L máx (m)	ΦMn (Kg-m)	Á (cm ²)	Conclusión
	9,87	1,02	224,78	5,40	Ok
WcambSec(Kg)	1,91	Escojo por Costo en Kg		Cambio de Sección	

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 120.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PB-DF-73; PB-DA-73		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	8250	Vu (Kg)	1510		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	67	20	0,5			
	Fuerza axial	Pandeo	σ_{cr} (Kg/cm2)	Pcr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ_{cr} (Kg/cm2)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	3625,64	30895,02	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8387,05	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	12,7	2	4,42	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
1202,24898	2,21	6,98	7,85	Ok		
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	11110	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	10,16	2	3,52	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
1996,72	1,76	5,56	6,26	Ok		
Wplaca(Kg)	2,63	Wdiagonal(Kg)	7,40	WcambSec(Kg)	3,44	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo C.2. Diseño propuestas de rehabilitación sísmica Pórtico C

Tabla 121.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PC-DF-13; PC-DA-13		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	10130	Vu (Kg)	2040		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	67	20	0,5			
	Fuerza axial	Pandeo	σ_{cr} (Kg/cm2)	Pcr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ_{cr} (Kg/cm2)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	3625,64	30895,02	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	10230,2	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	4	2,56	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
1202,24898	1,28	8,51	9,07	Ok		
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	13390	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	6,03	4	2	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
1996,72	1	6,71	7,07	Ok		
Wplaca(Kg)	2,63	Wdiagonal(Kg)	8,55	WcambSec(Kg)	3,89	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 122.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PC-DF-01; PC-DA-01	
Cambio de sección	Mu (Kg-m)	167,30	L (m)	0,45	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	Compacta
	Z (cm3)	L máx (m)	ΦMn (Kg-m)	Á (cm2)	Conclusión
	9,87	1,02	224,78	5,40	Ok
WcambSec(Kg)	1,91	Escojo por Costo en Kg		Cambio de Sección	

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 123.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PC-DF-02; PC-DA-02	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	7830,70	L (m)	1,28	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm2)	Á mín (cm2)	Á (cm2)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	3,44	5,40	5,43	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 124.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PC-DF-04; PC-DA-04	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	5628,60	L (m)	1,12	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,35	1,5	2,19	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm2)	Á mín (cm2)	Á (cm2)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	2,47	2,92	2,57	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 125.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PC-CINT-06		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	2040	Vu (Kg)	10130		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
	Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión	
Inelástico		14159,61	130653,65	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8450	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	1,5	2,64	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Á _{mín} (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	1,32	7,03	7,04	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	29432,8	L (m)	1,00		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Á _{mín} (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	14,74	27,60	Ok	
W _{placa} (Kg)	7,85	W _{diagonal} (Kg)	6,63	W _{cambSec} (Kg)	21,66	
Escojo por Costo en Kg			Diagonal			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 126.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PC-CINF-01		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	36670	Vu (Kg)	3132,18		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	37616,60	Ok	
	Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión	
Inelástico		8964,86	120270,11	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	32190	L (m)	1,69		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Á _{mín} (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,59	26,77	27,60	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	36676	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Á _{mín} (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	18,37	27,60	Ok	
W _{placa} (Kg)	8,79	W _{diagonal} (Kg)	36,61	W _{cambSec} (Kg)	15,16	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 127.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PC-CINF-30		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	36670	Vu (Kg)	3132,18		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	70	16	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	37616,60	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	8964,86	120270,11	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	32190	L (m)	1,69		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,59	26,77	27,60	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	36669,7	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	18,36	27,60	Ok	
W _{placa} (Kg)	8,79	W _{diagonal} (Kg)	36,61	W _{cambSec} (Kg)	15,16	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 128.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PC-CINT-07		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	2040	Vu (Kg)	10130		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	100	10	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	14159,61	130653,65	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8450	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	1,5	2,64	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	1,32	7,03	7,04	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	29432,6	L (m)	1,00		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	14,74	27,60	Ok	
W _{placa} (Kg)	7,85	W _{diagonal} (Kg)	6,63	W _{cambSec} (Kg)	21,66	
Escojo por Costo en Kg			Diagonal			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 129.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PC-DF-82; PC-DA-82	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	5632,00	L (m)	1,12	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,35	1,5	2,19	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	2,47	2,92	2,57	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 130.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PC-DF-84; PC-DA-84	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	7835,00	L (m)	1,28	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	3,44	5,40	5,43	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 131.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PC-DF-85; PC-DA-85	
Cambio de sección	Mu (Kg-m)	167,30	L (m)	0,45	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	Compacta
	Z (cm ³)	L máx (m)	ΦMn (Kg-m)	Á (cm ²)	Conclusión
	9,87	1,02	224,78	5,40	Ok
WcambSec(Kg)	1,91	Escojo por Costo en Kg		Cambio de Sección	

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 132.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PC-DF-73; PC-DA-73		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	10130	Vu (Kg)	2040		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	67	20	0,5			
	Fuerza axial	Pandeo	σ_{cr} (Kg/cm2)	Pcr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ_{cr} (Kg/cm2)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	3625,64	30895,02	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	10230,2	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	4	2,56	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1202,24898	1,28	8,51	9,07	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	13390	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	6,03	4	2	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1996,72	1	6,71	7,07	Ok	
Wplaca(Kg)	2,63	Wdiagonal(Kg)	8,55	WcambSec(Kg)	3,89	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo C.3. Diseño propuestas rehabilitación sísmica Pórtico D

Tabla 133.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-DF-13; PD-DA-13		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	8850	Vu (Kg)	1650		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	67	20	0,5			
	Fuerza axial	Pandeo	σ_{cr} (Kg/cm2)	Pcr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ_{cr} (Kg/cm2)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	3625,64	30895,02	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	7394,35	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	10,16	2	3,52	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1202,24898	1,76	6,15	6,26	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	12000	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	6,03	4	2	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1996,72	1	6,01	7,07	Ok	
Wplaca(Kg)	2,63	Wdiagonal(Kg)	5,90	WcambSec(Kg)	3,89	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 134.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-DF-01; PD-DA-01	
Cambio de sección	Mu (Kg-m)	169,40	L (m)	0,45	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	Compacta
	Z (cm ³)	L máx (m)	ΦMn (Kg-m)	Á (cm ²)	Conclusión
	9,87	1,02	224,78	5,40	
WcambSec(Kg)	1,91	Escojo por Costo en Kg		Cambio de Sección	

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 135.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-DF-02; PD-DA-02	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	7999,20	L (m)	1,28	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	3,51	5,40	5,43	
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 136.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-DF-04; PD-DA-04	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	5750,00	L (m)	1,12	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,35	1,5	2,19	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	2,52	2,92	2,57	
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 137.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-CINT-06		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	1650	Vu (Kg)	8850		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	100	10	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	14159,61	130653,65	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	7394,35	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	1,5	2,64	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	1,32	6,15	7,04	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	29925	L (m)	1,00		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	14,99	27,60	Ok	
W _{placa} (Kg)	7,85	W _{diagonal} (Kg)	6,63	W _{cambSec} (Kg)	21,66	
Escojo por Costo en Kg			Diagonal			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 138.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-CINF-01		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	37320	Vu (Kg)	2533,38		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	70	16	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	37616,60	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	8964,86	120270,11	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	32760	L (m)	1,69		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,59	27,25	27,60	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	37321,9	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	18,69	27,60	Ok	
W _{placa} (Kg)	8,79	W _{diagonal} (Kg)	36,61	W _{cambSec} (Kg)	15,16	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 139.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-DF-03; PD-DA-03		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	2590	Vu (Kg)	1530		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
	Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión	
Inelástico		3739,96	29384,94	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8914,21	L (m)	1,28		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	12,7	2	4,42	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,21	7,41	7,85	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	2780,8	L (m)	0,49		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	4,76	2	1,61	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	0,805	1,39	2,87	Ok	
Wplaca(Kg)	1,77	Wdiagonal(Kg)	7,89	WcambSec(Kg)	2,20	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 140.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-CINF-02		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	23265,7	Vu (Kg)	2533,38		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
	Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión	
Inelástico		14205,21	126444,04	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	26658,3	L (m)	0,78		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	12,7	6	4,28	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,14	22,17	22,81	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	35265,7	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	17,66	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	5,50	Wdiagonal(Kg)	13,97	WcambSec(Kg)	15,16	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 141.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-CINF-29		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	23265,7	Vu (Kg)	2533,38		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	70	10	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	14205,21	126444,04	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	26658,3	L (m)	0,78		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	12,7	6	4,28	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,14	22,17	22,81	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	35250,4	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	17,65	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	5,50	Wdiagonal(Kg)	13,97	WcambSec(Kg)	15,16	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 142.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-DF-83; PD-DA-83		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	2590	Vu (Kg)	1530		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	45	20	0,5			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	3739,96	29384,94	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8914,21	L (m)	1,28		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	12,7	2	4,42	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,21	7,41	7,85	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	2780,8	L (m)	0,49		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	4,76	2	1,61	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	0,805	1,39	2,87	Ok	
Wplaca(Kg)	1,77	Wdiagonal(Kg)	7,89	WcambSec(Kg)	2,20	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 143.- Diseño de habilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-CINF-30		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	37320	Vu (Kg)	2533,38		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	70	16	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	37616,60	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	8964,86	120270,11	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	32760	L (m)	1,69		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,59	27,25	27,60	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	37314,7	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	18,69	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	8,79	Wdiagonal(Kg)	36,61	WcambSec(Kg)	15,16	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 144.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-CINT-07		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	1650	Vu (Kg)	8850		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	100	10	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	14159,61	130653,65	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	7394,35	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	1,5	2,64	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	1,32	6,15	7,04	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	29925,4	L (m)	1,00		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	14,99	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	7,85	Wdiagonal(Kg)	6,63	WcambSec(Kg)	21,66	
Escojo por Costo en Kg			Diagonal			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 145.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-DF-82; PD-DA-82	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	5753,30	L (m)	1,12	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,35	1,5	2,19	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	2,53	2,92	2,57	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 146.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-DF-84; PD-DA-84	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	8003,20	L (m)	1,28	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	3,51	5,40	5,43	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 147.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-DF-85; PD-DA-85	
Cambio de sección	Mu (Kg-m)	169,30	L (m)	0,45	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	Compacta
	Z (cm ³)	L máx (m)	ΦMn (Kg-m)	Á (cm ²)	Conclusión
	9,87	1,02	224,78	5,40	Ok
WcambSec(Kg)	1,91	Escojo por Costo en Kg		Cambio de Sección	

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 148.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PD-DF-73; PD-DA-73		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	8850	Vu (Kg)	1650		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	67	20	0,5			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	Pcr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	3625,64	30895,02	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	7394,35	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	10,16	2	3,52	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	1,76	6,15	6,26	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	12000	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	6,03	4	2	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	1	6,01	7,07	Ok	
Wplaca(Kg)	2,63	Wdiagonal(Kg)	5,90	WcambSec(Kg)	3,89	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo C.4. Diseño propuesta de rehabilitación sísmica Pórtico E

Tabla 149.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PE-DF-13; PE-DA-13		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	10130	Vu (Kg)	2040		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	67	20	0,5			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	PEr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	3625,64	30895,02	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	10230,2	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	4	2,56	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	1,28	8,51	9,07	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	13390	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	6,03	4	2	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	1	6,71	7,07	Ok	
Wplaca(Kg)	2,63	Wdiagonal(Kg)	8,55	WcambSec(Kg)	3,89	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 150.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PE-DF-01; PE-DA-01	
Cambio de sección	Mu (Kg-m)	165,80	L (m)	0,45	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	Compacta
	Z (cm ³)	L máx (m)	ΦMn (Kg-m)	Á (cm ²)	Conclusión
	9,87	1,02	224,78	5,40	Ok
WcambSec(Kg)	1,91	Escojo por Costo en Kg		Cambio de Sección	

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 151.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PE-DF-02; PE-DA-02	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	7882,90	L (m)	1,28	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	3,46	5,40	5,43	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 152.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PE-DF-04; PE-DA-04	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	5668,10	L (m)	1,12	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,35	1,5	2,19	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	2,49	2,92	2,57	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 153.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PE-CINT-06		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	2040	Vu (Kg)	10130		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	100	10	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	PEr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	14159,61	130653,65	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8430	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	1,5	2,64	No Esbelto	
	ΦFcr(Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	1,32	7,01	7,04	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	29418,7	L (m)	1,00		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦFcr(Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	14,73	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	7,85	Wdiagonal(Kg)	6,63	WcambSec(Kg)	21,66	
Escojo por Costo en Kg			Diagonal			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 154.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PE-CINF-01		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	36670	Vu (Kg)	3132,18		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	70	16	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	PEr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	37616,60	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	8964,86	120270,11	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	32190	L (m)	1,69		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦFcr(Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,59	26,77	27,60	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	36667,4	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦFcr(Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	18,36	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	8,79	Wdiagonal(Kg)	36,61	WcambSec(Kg)	15,16	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 155.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	f_y (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PE-CINF-30		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	36670	Vu (Kg)	3132,18		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	70	16	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ_{cr} (Kg/cm ²)	PEr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	37616,60	Ok	
Cortante	Pandeo	τ_{cr} (Kg/cm ²)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	8964,86	120270,11	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	32190	L (m)	1,69		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,59	26,77	27,60	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	36676	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	18,37	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	8,79	Wdiagonal(Kg)	36,61	WcambSec(Kg)	15,16	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 156.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	f_y (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PE-CINT-07		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	2040	Vu (Kg)	10130		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	100	16	1			
	Fuerza axial	Pandeo	σ_{cr} (Kg/cm ²)	PEr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	37616,60	Ok	
Cortante	Pandeo	τ_{cr} (Kg/cm ²)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	8892,44	126010,87	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8430	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	1,5	2,64	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	1,32	7,01	7,04	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	29446,2	L (m)	1,00		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	14,75	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	12,56	Wdiagonal(Kg)	6,63	WcambSec(Kg)	21,66	
Escojo por Costo en Kg			Diagonal			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 157.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PE-DF-82; PE-DA-82	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	5674,10	L (m)	1,12	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,35	1,5	2,19	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	2,49	2,92	2,57	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 158.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PE-DF-84; PE-DA-84	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	7890,70	L (m)	1,28	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	3,46	5,40	5,43	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 159.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PE-DF-85; PE-DA-85	
Cambio de sección	Mu (Kg-m)	165,80	L (m)	0,45	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	Compacta
	Z (cm ³)	L máx (m)	ΦMn (Kg-m)	Á (cm ²)	Conclusión
	9,87	1,02	224,78	5,40	Ok
WcambSec(Kg)	1,91	Escojo por Costo en Kg		Cambio de Sección	

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 160.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PE-DF-73; PE-DA-73		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	10130	Vu (Kg)	2040		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	67	20	0,5			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	PEr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	3625,64	30895,02	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	10230,2	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	4	2,56	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	1,28	8,51	9,07	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	13390	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	6,03	4	2	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	1	6,71	7,07	Ok	
Wplaca(Kg)	2,63	Wdiagonal(Kg)	8,55	WcambSec(Kg)	3,89	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo C.5. Diseño de propuestas de rehabilitación Pórtico F

Tabla 161.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PF-DF-13; PF-DA-13		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	8250	Vu (Kg)	1510		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	67	20	0,5			
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	Pcr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	Vcr (Kg)	Conclusión		
	Inelástico	3625,64	30895,02	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8387,05	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	12,7	2	4,42	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,21	6,98	7,85	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	11110	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	10,16	2	3,52	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Ámín (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	1,76	5,56	6,26	Ok	
Wplaca(Kg)	2,63	Wdiagonal(Kg)	7,40	WcambSec(Kg)	3,44	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 162.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PF-DF-01; PF-DA-01	
Cambio de sección	Mu (Kg-m)	156,40	L (m)	0,45	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	Compacta
	Z (cm ³)	L máx (m)	ΦMn (Kg-m)	Á (cm ²)	Conclusión
	9,87	1,02	224,78	5,40	Ok
WcambSec(Kg)	1,91	Escojo por Costo en Kg		Cambio de Sección	

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 163.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PF-DF-02; PF-DA-02	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	7521,80	L (m)	1,28	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	3,30	5,40	5,43	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 164.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PF-DF-04; PF-DA-04	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	5416,80	L (m)	1,12	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,35	1,5	2,19	No Esbelta
	Φfy (Kg/cm ²)	Á mín (cm ²)	Á (cm ²)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	2,38	2,92	2,57	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 165.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PF-CINT-06		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	1510	Vu (Kg)	8250		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
	Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión	
Inelástico		14159,61	130653,65	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8387,05	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	1,5	2,64	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Á _{mín} (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	1,32	6,98	7,04	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	28171,6	L (m)	1,00		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Á _{mín} (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	14,11	27,60	Ok	
W _{placa} (Kg)	7,85	W _{diagonal} (Kg)	6,63	W _{combSec} (Kg)	21,66	
Escojo por Costo en Kg			Diagonal			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 166.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PF-CINF-01		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	34670	Vu (Kg)	2318,44		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	Fuerza axial	Pandeo	σ _{cr} (Kg/cm ²)	P _{cr} (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	37616,60	Ok	
	Cortante	Pandeo	τ _{cr} (Kg/cm ²)	V _{cr} (Kg)	Conclusión	
Inelástico		8964,86	120270,11	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	30430	L (m)	1,69		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Á _{mín} (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1202,24898	2,59	25,31	27,60	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	34878,7	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF _{cr} (Kg/cm ²)	L máx (m)	Á _{mín} (cm ²)	Á (cm ²)	Conclusión	
	1996,72	2,59	17,47	27,60	Ok	
W _{placa} (Kg)	8,79	W _{diagonal} (Kg)	36,61	W _{combSec} (Kg)	15,16	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 167.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PF-CINF-30		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	34670	Vu (Kg)	2318,44		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	Fuerza axial	Pandeo	σ_{cr} (Kg/cm2)	Pcr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	37616,60	Ok	
	Cortante	Pandeo	τ_{cr} (Kg/cm2)	Vcr (Kg)	Conclusión	
Inelástico		8964,86	120270,11	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	30430	L (m)	1,69		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1202,24898	2,59	25,31	27,60	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	34833,7	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1996,72	2,59	17,45	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	8,79	Wdiagonal(Kg)	36,61	WcambSec(Kg)	15,16	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 168.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PF-CINT-07		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	1510	Vu (Kg)	8250		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	Fuerza axial	Pandeo	σ_{cr} (Kg/cm2)	Pcr (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
	Cortante	Pandeo	τ_{cr} (Kg/cm2)	Vcr (Kg)	Conclusión	
Inelástico		14159,61	130653,65	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8387,05	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	7,62	1,5	2,64	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1202,24898	1,32	6,98	7,04	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	28104,2	L (m)	1,00		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	15,24	6	5,18	No Esbelto	
	ΦF_{cr} (Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1996,72	2,59	14,08	27,60	Ok	
Wplaca(Kg)	7,85	Wdiagonal(Kg)	6,63	WcambSec(Kg)	21,66	
Escojo por Costo en Kg			Diagonal			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 169.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PF-DF-82; PF-DA-82	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	5399,70	L (m)	1,12	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,35	1,5	2,19	No Esbelta
	Φ fy (Kg/cm2)	Á mín (cm2)	Á (cm2)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	2,37	2,92	2,57	Ok

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 170.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PF-DF-84; PF-DA-84	
Cambio de sección	Tensión Pu (Kg)	7496,20	L (m)	1,28	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	No Esbelta
	Φ fy (Kg/cm2)	Á mín (cm2)	Á (cm2)	WcambSec(Kg)	Conclusión
	2277,95	3,29	5,40	5,43	Ok
Escojo por Costo en Kg:			Cambio de Sección		

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 171.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material					
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados	
A36	2531,05	2100000	0,3	PF-DF-85; PF-DA-85	
Cambio de sección	Mu (Kg-m)	156,00	L (m)	0,45	Razón D/t
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	
	Tubo Circular	6,03	3	2,03	Compacta
	Z (cm3)	L máx (m)	Φ Mn (Kg-m)	Á (cm2)	Conclusión
	9,87	1,02	224,78	5,40	Ok
WcambSec(Kg)	1,91	Escojo por Costo en Kg		Cambio de Sección	

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 172.- Diseño de rehabilitación.

Datos del material						
Acero	fy (Kg/cm2)	E (Kg/cm2)	μ	Elementos Rehabilitados		
A36	2531,05	2100000	0,3	PF-DF-73; PF-DA-73		
Placa de acero	Compr. Pu (Kg)	8250	Vu (Kg)	1510		
	Dimensiones			Razón ancho - espesor		
	a (cm)	b(cm)	t (cm)	No Esbelto		
	Fuerza axial	Pandeo	σcr (Kg/cm2)	Per (Kg)	Conclusión	
		Inelástico	2351,04	23510,37	Ok	
	Cortante	Pandeo	τcr (Kg/cm2)	Vcr (Kg)	Conclusión	
Inelástico		3625,64	30895,02	Ok		
Columna o diagonal horizontal	Compr. Pu (Kg)	8387,05	L (m)	1,20		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	12,7	2	4,42	No Esbelto	
	ΦFcr(Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1202,24898	2,21	6,98	7,85	Ok	
Cambio de sección	Compr. Pu (Kg)	11110	L (m)	0,70		
	Sección	D ext (cm)	t (mm)	r (cm)	Razón D/t	
	Tubo Circular	10,16	2	3,52	No Esbelto	
	ΦFcr(Kg/cm2)	L máx (m)	Ámín (cm2)	Á (cm2)	Conclusión	
	1996,72	1,76	5,56	6,26	Ok	
Wplaca(Kg)	2,63	Wdiagonal(Kg)	7,40	WcambSec(Kg)	3,44	
Escojo por Costo en Kg			Placa			

Fuente: Héctor Guerrero F.

Anexo D. Tablas de referencia del AISC 360

Tabla 173.- Razón ancho - espesor: elementos a compresión axial.

Caso	Descripción del elemento	Razón Ancho-Espesor	Razón Límite Ancho-Espesor λ _c (Esbelto-No Esbelto)	Ejemplos
Elementos No-Atiesados	1 Alas de perfiles laminados, planchas conectadas a perfiles laminados, alas de pares de ángulos conectados continuamente, alas de canales y alas de secciones T	b/t	$0.56 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	2 Alas de perfiles soldados y planchas o ángulos conectados a secciones soldadas.	b/t	$0.64 \sqrt{\frac{k_c E}{F_y}}$ (N)	
	3 Alas de perfiles ángulo laminados; alas de pares de ángulos con separadores y todo tipo de elementos no atiesados	b/t	$0.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	4 Almas de secciones T	d/t	$0.75 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Elementos Atiesados	5 Almas de secciones I con doble simetría y secciones canal.	h/t _w	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	6 Paredes de secciones HSS rectangulares y cajones de espesor uniforme	b/t	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	7 Alas de sobre planchas y planchas diafragma entre líneas de conectores o soldadura	b/t	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	8 Todo elemento atiesador	b/t	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	9 Tubos circulares.	D/t	$0.11 \frac{E}{F_y}$	

Fuente: Capitulo B:Tabla B4.1a, Especificaciones AISC 360.

Tabla 174.- Esfuerzo crítico para miembros a compresión: elementos no esbeltos.

$F_y = 35\text{ksi}$			$F_y = 36\text{ksi}$			$F_y = 42\text{ksi}$			$F_y = 46\text{ksi}$			$F_y = 50\text{ksi}$		
$\frac{Kl}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{Kl}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{Kl}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{Kl}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{Kl}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$
	ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi
	ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD
41	19.2	28.9	41	19.7	29.7	41	22.7	34.1	41	24.6	37.0	41	26.5	39.8
42	19.2	28.8	42	19.6	29.5	42	22.6	33.9	42	24.5	36.8	42	26.3	39.5
43	19.1	28.7	43	19.6	29.4	43	22.5	33.7	43	24.3	36.6	43	26.2	39.3
44	19.0	28.5	44	19.5	29.3	44	22.3	33.6	44	24.2	36.3	44	26.0	39.1
45	18.9	28.4	45	19.4	29.1	45	22.2	33.4	45	24.0	36.1	45	25.8	38.8
46	18.8	28.3	46	19.3	29.0	46	22.1	33.2	46	23.9	35.9	46	25.6	38.5
47	18.7	28.1	47	19.2	28.9	47	22.0	33.0	47	23.8	35.7	47	25.5	38.3
48	18.6	28.0	48	19.1	28.7	48	21.8	32.8	48	23.6	35.4	48	25.3	38.0
49	18.5	27.9	49	19.0	28.5	49	21.7	32.6	49	23.4	35.2	49	25.1	37.7
50	18.4	27.7	50	18.9	28.4	50	21.6	32.4	50	23.3	35.0	50	24.9	37.5
51	18.3	27.6	51	18.8	28.3	51	21.4	32.2	51	23.1	34.8	51	24.8	37.2
52	18.3	27.4	52	18.7	28.1	52	21.3	32.0	52	23.0	34.5	52	24.6	36.9
53	18.2	27.3	53	18.6	28.0	53	21.2	31.8	53	22.8	34.3	53	24.4	36.7
54	18.1	27.1	54	18.5	27.8	54	21.0	31.6	54	22.6	34.0	54	24.2	36.4
55	18.0	27.0	55	18.4	27.6	55	20.9	31.4	55	22.5	33.8	55	24.0	36.1
56	17.9	26.8	56	18.3	27.5	56	20.7	31.2	56	22.3	33.5	56	23.8	35.8
57	17.7	26.7	57	18.2	27.3	57	20.6	31.0	57	22.1	33.3	57	23.6	35.5

Fuente: Tabla 4-22, Especificaciones AISC 360.

Anexo E. Precios unitarios de la rehabilitación sísmica

Tabla 175.- Análisis de precios unitarios rubro 01.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS DE REHABILITACIÓN SÍSMICA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS CON APLICACIÓN EN UNA EDIFICACIÓN DE TIPO INDUSTRIAL UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
HÉCTOR GUERRERO					
DETALLE:		SUMINISTRO Y COLOCACIÓN PERFILES DE ACERO		RUBRO #	1,00
				UNIDAD	kg
EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.	1,00				0,08
Compresor y soplete	1,00	3,00	3,00	0,140	0,42
Soldadora	1,00	2,50	2,50	0,140	0,35
Soprote y andamio metálico 200 x150 cm de alto y acho	1,00	0,55	0,55	0,140	0,08
Cortadora de perfiles	1,00	1,00	1,00	0,140	0,14
SUBTOTAL M					1,07
MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1,00	3,60	3,60	0,140	0,50
FIERRERO EO D2	1,00	3,65	3,65	0,140	0,51
MAESTRO SOLDADOR EO C1	1,00	4,04	4,04	0,140	0,57
SUBTOTAL N					1,58
MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
PERFILES ESTRUCTURALES	KG	1,000	1,17	1,17	
ELECTRODOS E60-11	KG	0,030	3,22	0,10	
PINTURA ANTICORROSIVA	GLN	0,004	20,81	0,08	
PINTURA INTUMESCENTE	GLN	0,004	62,37	0,25	
THINNER	GLN	0,008	5,75	0,05	
SUBTOTAL O					1,40
TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4,04
INDIRECTOS (%)					1,01
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,05



Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 176.- Análisis de precios unitarios rubro 02.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS DE REHABILITACIÓN SÍSMICA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS CON APLICACIÓN EN UNA EDIFICACIÓN DE TIPO INDUSTRIAL UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
HÉCTOR GUERRERO					
DETALLE:		REMOCIÓN Y COLOCACIÓN PERFILES DE ACERO		RUBRO #	2,00
				UNIDAD	kg
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN TO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.	1,00				0,01
Compresor y soplete	1,00	3,00	3,00	0,024	0,07
Soldadora	1,00	2,50	2,50	0,024	0,06
Cortadora de perfiles	1,00	1,00	1,00	0,024	0,02
SUBTOTAL M					0,17
MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN TO R	COSTO D=CxR
PEON	1,00	3,60	3,58	0,024	0,09
FIERRERO	1,00	3,65	3,62	0,024	0,09
MAESTRO SOLDADOR	1,00	4,04	4,04	0,024	0,10
SUBTOTAL N					0,27
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
PERFILES ESTRUCTURALES	KG	1,000	1,17	1,17	
ELECTRODOS E60-11	KG	0,030	3,22	0,10	
PINTURA ANTICORROSIVA	GLN	0,004	20,81	0,08	
PINTURA INTUMESCENTE	GLN	0,004	62,37	0,25	
SOPORTE Y APUNTALAMIENTO METÁLICO	U	2,000	1,65	3,30	
THINNER	GLN	0,008	5,75	0,05	
SUBTOTAL O					4,95
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5,38
INDIRECTOS (%)					1,35
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6,73
VALOR OFERTADO					6,73

Fuente: Héctor Guerrero F.

Tabla 177.- Análisis de precios unitarios rubro 03.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS DE REHABILITACIÓN SÍSMICA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS CON APLICACIÓN EN UNA EDIFICACIÓN DE TIPO INDUSTRIAL UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS HÉCTOR GUERRERO			
			
DETALLE:	LIMPIEZA DE LA OBRA	RUBRO #	3,00
		UNIDAD	m2

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN TO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.	1,00				0,00
SUBTOTAL M					0,00

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN TO R	COSTO D=CxR
PEÓN	2,00	3,60	2,44	0,040	0,10
SUBTOTAL N					0,10

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
FUNDA PLÁSTICA BASURERA	U	0,010	1,00	0,01
				0,00
				0,00
SUBTOTAL O				0,01

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,11
INDIRECTOS (%)	0,03
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,14
VALOR OFERTADO	0,14

Fuente: Héctor Guerrero F.