



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DE ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA CON
PERFILES DE ACERO EN CHILE**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

CRISTIAN ANDRÉS AGUILAR CORVALÁN

PROFESOR GUÍA:
THOMAS STURM MOREIRA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
RICARDO HERRERA MARDONES
FRANCISCO HERNÁNDEZ PRADO

SANTIAGO DE CHILE
2018

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

POR: CRISTIAN ANDRES AGUILAR CORVALÁN

FECHA: 22-06-2018

PROFESOR GUÍA: THOMAS STURM MOREIRA

**ESTUDIO DE ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA CON
PERFILES DE ACERO EN CHILE**

El objetivo de esta memoria es estudiar el diseño de dos estructuras de albañilería confinada con perfiles de acero ya construidas en Chile. Para ello es necesario considerar particularidades como la conexión entre el marco de acero y la albañilería y el refuerzo horizontal dentro del muro de albañilería. Además, estudiar la influencia de la no linealidad de los materiales tanto albañilería como acero en el comportamiento global y la metodología de análisis no lineal que mejor representa el comportamiento real de la estructura. La práctica usual para el diseño de estas estructuras es considerar solo el marco de acero como elemento resistente obviando por completo la influencia del relleno de albañilería lo cual a partir de la evidencia internacional puede provocar efectos no deseados en el desempeño de la estructura además de una estructura sobredimensionada. Se realizaron modelos en elementos finitos de un muro de albañilería confinada con perfiles de acero en el software DIANA emulando la geometría y propiedades iniciales de un ensayo experimental realizado por la Universidad de Osijek el año 2012 para posteriormente calibrar el modelo con los resultados de este ensayo. Una vez calibrado se incluye el refuerzo horizontal y los conectores entre el muro y el marco para conocer la influencia de estos. Se realizan modelos simplificados en el software ETABS ya que éste es el software más usado en Chile para el diseño estructural. A partir de los modelos en DIANA se concluye que la inclusión de conectores y de refuerzo horizontal genera un aumento similar en la carga máxima. El marco a tope no es un buen sistema debido a su baja carga máxima comparada con los modelos con inclusiones. No fue posible obtener el comportamiento post peak en los modelos con inclusiones realizados en DIANA debido a limitaciones en el código del material para representar la albañilería lo que se ve reflejado en una baja ductilidad que con la presencia del marco de acero no debiese ocurrir. Al comparar la rigidez obtenida entre el modelo en ETABS considerando la albañilería como material no lineal y el ensayo experimentan se observa una diferencia de un 7%. En las estructuras analizadas, al considerar los muros los elementos estructurales cumplen con los requisitos normativos de Chile.

A mis padres, a mi hermano y a Daniela

Agradecimientos

Quiero agradecer el apoyo de mi familia, el cual me ha permitido vencer los obstáculos que se han interpuesto en mi trayecto universitario. Por preocuparse y apoyarme todo este tiempo, sin ellos no habría podido llegar hasta aquí.

Agradecer a mi familia y Daniela, que han debido soportar el mal genio debido al estrés y cansancio tan característico de esta Facultad.

Darle las gracias a mi polola, Daniela, por aquel cariño que ha cambiado mi vida todos estos años. Por ser una amiga, una compañera de viaje y una polola excepcional.

También quiero agradecer el apoyo académico de mi profesor guía, Thomas Sturm, primero por aceptarme como su tesista, por orientar el camino y hacer posible que este trabajo llegara a buen término. Asimismo, agradecer a los profesores Ricardo Herrera y Francisco Hernández por su ayuda.

A mis amigos de siempre y de la universidad, a quienes conocí y compartí a lo largo de estos años, gracias por todos los momentos de relajo y conversación más allá de la sala de clases, y por hacer este camino mucho más fácil.

Y a Eduardo Bedecarratz, Cesar Martínez y Daniel Ceroni, amigos de la carrera, quienes me acompañaron e hicieron los días de clases y controles más agradables.

Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Motivación y Antecedentes	1
1.2.	Objetivos.....	3
1.2.1.	Objetivo general	3
1.2.2.	Objetivos específicos.....	3
1.3.	Metodología.....	4
1.4.	Análisis por capítulo.....	5
2.	ESTADO DEL ARTE DE ALBAÑILERÍA CONFINADA CON PERFILES DE ACERO .	6
2.1.	Comportamiento global de la estructura.....	6
2.2.	Consideraciones del tipo de conexión	13
2.3.	Consideraciones del marco de acero	18
2.4.	Consideraciones de la modelación de esta tipología	21
2.5.	Comentarios de la Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures (TMS 602-13).....	22
2.6.	Comentarios de NCh2123	24
2.7.	Comentarios de NCh1928	25
2.8.	Resumen del capítulo	28
3.	MODELACIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA CON MARCOS DE ACERO	30
3.1.	Ensayo de referencia para la calibración del modelo de elementos finitos	30
3.2.	Propiedades de las unidades de albañilería.....	31
3.3.	Propiedades geométricas y mecánicas del marco de acero	31
3.4.	Propiedades obtenidas de ensayo de murete.....	32
3.5.	Resistencia al corte de la unidad de albañilería.....	33
3.6.	Resistencia a la tracción y corte del murete	33
3.7.	Aplicación de la carga	33
3.8.	Resultados experimentales de ensayo.....	34
4.	CASOS PARA EL DISEÑO DE UN MODELO SIMPLIFICADO.....	38
4.1.	Modelo de marco sin relleno	38
4.2.	Marco con albañilería	41
4.2.1.	Con Rotulas Plásticas	43
4.3.	Modelación de marco con albañilería con elementos finitos sofisticados.....	45
4.3.1.	Descripción del modelo.....	45
4.3.2.	Protocolo de carga	48

4.3.3. Marco de acero	48
4.3.4. Estudios exploratorios de modelo de material de la albañilería	49
4.3.5. Consideraciones del material de la albañilería	50
4.3.6. Modelo marco solo	54
4.3.7. Calibración del modelo.....	54
4.3.8. Modelo con conectores de corte entre columnas de acero y muro de albañilería	59
4.3.9. Modelo con refuerzo horizontal en las juntas de mortero	61
4.4. Discusión del capítulo	63
5. CASO DE ESTUDIO DE ESTRUCTURA CONSTRUIDA EN PROVIDENCIA	79
5.1. Descripción de la estructura en Providencia.....	79
5.2. Modelación estructura en Providencia	82
5.3. Resultados de los elementos estructurales de la albañilería y acero al considerar los muros en estructura en Providencia.....	85
5.3.1. Resultados globales estructura en Providencia considerando los muros.....	85
5.3.2. Resultado de los muros en estructura en Providencia	87
5.3.3. Resultados del marco de acero al considerar los muros	90
5.4. Resultados estructura en Providencia sin considerar los muros	91
5.4.1. Resultados globales estructura en Providencia sin considerar los muros.....	91
5.4.2. Resultados marco.....	92
5.5. Verificación de desplazamientos para estructura en Providencia	93
6. CASO DE ESTUDIO DE ESTRUCTURA CONSTRUIDA EN SAN BERNARDO	94
6.1. Descripción de estructura en San Bernardo.....	94
6.1.1. Consideraciones del tipo de conexión marco-panel de albañilería.....	97
6.2. Modelación de la estructura de San Bernardo	100
6.3. Estructura de San Bernardo considerando los muros	102
6.3.1. Resultado global de la estructura.....	102
6.3.2. Solicitación de los muros.....	103
6.3.3. Resultado del marco de acero al considerar los muros.....	105
6.4. Resultado sin muros	106
6.4.1. Resultados globales	106
6.4.2. Solicitación de los marcos de acero cuando no se consideran los muros.....	108
6.4.3. Verificación de los marcos de acero cuando no se consideran los muros y existe arriostramiento.....	109
6.5. Verificación de desplazamientos	110
7. DISCUSIÓN Y RESULTADOS CASOS DE ESTUDIO.....	111

7.1.1. Comparación de la sollicitación en columnas estructura en Providencia.....	113
7.1.2. Comparación sollicitación en vigas estructura en Providencia	114
7.1.3. Comparación sollicitación en columnas estructura en San Bernardo.....	114
8. CONCLUSIONES.....	118
BIBLIOGRAFIA	123
ANEXO A: ESTRUCTURA UBICADA EN MALLINKRODT 170	125
A.1 Base de cálculo	125
A.2 Definición de cargas y sobrecarga.....	125
A.3 Combinaciones de carga.....	127
A.4 Modelo estructural.....	128
A.5 Análisis modal espectral.....	128
*Coeficiente sísmicos mayores al Cmax de acuerdo con NCh433.Of1996.....	129
ANEXO B: ESTRUCTURA UBICADA EN JORGE ALESSANDRI 10000	130
B.1 Base de cálculo	130
B.2 Definición de cargas y sobrecarga	130
B.3: Combinaciones de carga	132
B.4 Modelo estructural	133
B.5 Análisis modal espectral	134
ANEXO C: Tablas de tensiones en marco de acero para modelos en DIANA.....	135
C.1 Tensiones de marco a tope.....	135
C.2 Tensiones conector cada 4 hiladas.....	140
C.4 Tensiones conector cada 2 hiladas.....	149
C.5 Refuerzo horizontal cada 4 hiladas	159
C.6 Refuerzo horizontal cada 2 hiladas	171
ANEXO D: IMÁGENES DE LOS MODELOS EN DIANA	186
D.1 Marco a tope	186
D.2 Marco con conectores cada 2 hiladas	191
D.3 Marco con conectores cada 4 hiladas	195
D.4 Marco con refuerzo horizontal cada 2 hiladas.....	201
D.5 Marco con refuerzo horizontal cada 4 hiladas.....	205
ANEXO E: RESULTADOS DE LA ESTRUCTURA UBICADA EN PROVIDENCIA	211
ANEXO F: RESULTADOS DE LA ESTRUCTURA UBICADA EN SAN BERNARDO	233
ANEXO G: PLANOS DE ESTRUCTURAS Y MEMORIA DE CÁLCULO	238

Índice de tablas

Tabla 1:Amortiguamiento para estructuras de acero y de concreto reforzado.	7
Tabla 2:Tensiones admisibles en elementos de albañilería armada(NCh1928,2009)	27
Tabla 3:Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (Markulak et al. [1]).....	31
Tabla 4:Propiedades mecánicas del acero a utilizar en los ensayos (Markulak et al. [1]).	32
Tabla 5:Resistencia a la compresión vertical y carga ultima de murete (Markulak et al. [1]).	32
Tabla 6:Resistencia a la compresión horizontal y carga ultima de murete (Markulak et al. [1])..	32
Tabla 7:Resistencia a la tracción y corte de albañilería de bloques perforados (Markulak et al. [1]).	33
Tabla 8:: Resultados experimentales de los especímenes (Markulak et al. [1]).....	35
Tabla 9:Fuerzas medidas para distintos drift (Markulak et al. [1]).	36
Tabla 10: Rigidez de modelos realizados en ETABS.....	44
Tabla 11:Propiedades de los materiales utilizados	45
Tabla 12:Valores de referencia proporcionados por DIANA para la albañilería	52
Tabla 13:Parámetros Rankine-Hill calibrados de la albañilería.	55
Tabla 14:Espaciamiento estribos para muros en ensayo de Galleguillos,Valenzuela y Diaz(2010)	64
Tabla 15: Valores máximos para el refuerzo horizontal y conectores.	67
Tabla 16:Rigidez elástica de los modelos en DIANA.	67
Tabla 17:Valores del factor de reducción de respuesta en funcion de la ductilidad propuesto por Newmark y Veletsos 1960.....	68
Tabla 18: Ductilidad de los casos analizados en DIANA.	68
Tabla 19: Carga a la que falla el centro del muro según el caso analizado.	68
Tabla 20:Reacciones en la base.	85
Tabla 21:Periodos Estructura Providencia con muros.....	85
Tabla 22:Fuerzas por piso.....	86
Tabla 23:Fuerzas en los muros.	87
Tabla 24:Largo de muros.....	88
Tabla 25:Secciones transversales brutas de columnas de acero y secciones de corte según AISC360-10 para estructura de Providencia.	89
Tabla 26:Secciones transversales brutas de vigas de acero estructura de Providencia.	89
Tabla 27:Fuerzas en las columnas por piso, al considerar muros.	90
Tabla 28:Solicitaciones que generan el mayor factor de utilización para cada tipo de columna. .90	90
Tabla 29:Solicitaciones que generan el mayor factor de utilización para cada tipo de viga.	90
Tabla 30:Periodos Estructura Providencia sin muros.....	91
Tabla 31:Fuerzas por piso sin muros.	91
Tabla 32:Reacciones en la base sin muros.	91
Tabla 33:Fuerzas en las columnas por piso, sin considerar muros.....	92
Tabla 34:Solicitaciones que generan el mayor factor de utilización para cada tipo de columna. .92	92
Tabla 35:Solicitaciones que generan el mayor factor de utilización para cada tipo de viga.	92
Tabla 36:Desplazamientos relativos máximos para estructura en Providencia.....	93
Tabla 37:Cuantía de los refuerzos incluidos en estructura en San Bernardo.	98
Tabla 38:Cuantías mínimas norma NCh1928	98
Tabla 39:Periodos fundamentales estructura en San Bernardo con muros.	102
Tabla 40:Reacciones en la base.	102

Tabla 41:Fuerzas y momentos por piso al considerar la albañilería.....	103
Tabla 42:Máxima sollicitación por muro	103
Tabla 43:Sección transversal de columnas de acero.	105
Tabla 44:Resumen de fuerzas en las columnas considerando muros.....	105
Tabla 45:Sollicitaciones máximas de las columnas al considerar los muros.	105
Tabla 46:Sollicitación de la viga al considerar los muros.	106
Tabla 47:Periodos fundamentales estructura en San Bernardo sin muros.....	106
Tabla 48:Reacciones en la base, sin muros.	107
Tabla 49:Fuerzas por piso, sin considerar muros de albañilería.....	108
Tabla 50:Fuerzas en las columnas sin considerar los muros.	108
Tabla 51:Sollicitación de las columnas sin considerar los muros.	109
Tabla 52:Sollicitación en las vigas sin considera los muros.	109
Tabla 53:Sollicitaciones de las columnas sin considerar los muros con la presencia de arriostramiento.....	109
Tabla 54:Sollicitaciones de las vigas sin considerar los muros con la presencia de arriostramiento.	109
Tabla 55:Desplazamiento de la estructura de San Bernardo para los casos analizados.	110
Tabla 56:Proporcion de Fuerza de corte entre muros y columnas por piso en estructura en Providencia.	111
Tabla 57:Proporcion de Fuerza de corte entre muros y columnas por piso en estructura en San Bernardo.	111
Tabla 58:Factores de utilización vigas y columnas según el caso analizado.	115
Tabla 59:Factores de utilización de vigas y columnas según el caso analizado.....	116
Tabla 60:Propiedades mecánicas de albañilería y acero.	125
Tabla 61:Tipos de carga.	125
Tabla 62:Cargas permanentes adicionales[kg/m ²].....	126
Tabla 63:Sobrecargas de uso[kg/m ²]	126
Tabla 64:Parametros sísmicos usados en el análisis modal espectral.	127
Tabla 65:Factores de combinación de carga.....	127
Tabla 66:Resultados del análisis modal espectral.	129
Tabla 67:Propiedades mecánicas del acero y albañilería.	130
Tabla 68:Tipos de carga.	130
Tabla 69:Cargas permanentes adicionales[kg/m ²]	131
Tabla 70:Sobrecargas de uso[kg/m ²]	131
Tabla 71:Parametros sísmicos usados en el análisis modal espectral.	132
Tabla 72:Factores de combinación de carga.....	132
Tabla 73:Resultados del análisis modal espectral.	134
Tabla 74:Tensiones en acero pasos 40,50 y 52.	135
Tabla 75:Tensiones en acero pasos 53,54 y 70.	137
Tabla 76:Tensiones en acero paso 93.	138
Tabla 77:Tensiones en acero pasos 1,5 y 11.	140
Tabla 78:Tensiones en acero pasos 12,50 y 75.	142
Tabla 79:Tensiones en acero pasos 76,90 y 92.	143
Tabla 80:Tensiones en acero pasos 93,120 y 150.	145
Tabla 81:Tensiones en acero pasos 300,500 y 700.	146
Tabla 82:Tensiones en acero pasos 900 y 1091.	148
Tabla 83:Tensiones en acero pasos 1,13 y 40.	149

Tabla 84:Tensiones en acero pasos 80,152 y 170.	151
Tabla 85:Tensiones en acero pasos 206,220 y 279.	153
Tabla 86:Tensiones en acero pasos 280,281 y 350.	154
Tabla 87:Tensiones en acero pasos 374,450 y 550.	156
Tabla 88:Tensiones en acero pasos 650 y 780.	157
Tabla 89:Tensiones en acero pasos 1,20 y 40.	159
Tabla 90:Tensiones en acero pasos 150,450 y 536.	161
Tabla 91:Tensiones en acero pasos 554,600 y 616.	164
Tabla 92:Tensiones en acero pasos 670,710 y 715.	166
Tabla 93:Tensiones en acero pasos 850 y 1013.	169
Tabla 94:Tensiones en acero pasos 1,20 y 40.	171
Tabla 95:Tensiones en acero pasos 60,74 y 75.	175
Tabla 96:Tensiones en acero pasos 102,103 y 110.	178
Tabla 97:Tensiones en acero pasos 111 y 147.	182
Tabla 98:Comparación solicitaciones en columnas con y sin muros en Providencia.	211
Tabla 99:Comparación solicitaciones en vigas en estructura Providencia con y sin muros.	220
Tabla 100:Comparación solicitaciones estructura San Bernardo con y sin muros.....	223
Tabla 101:Solicitud muros piso 4, estructura en San Bernardo.....	233
Tabla 102:Solicitud muros piso 3, estructura en San Bernardo.....	233
Tabla 103:Solicitud muros piso 2, estructura en San Bernardo.....	234
Tabla 104:Solicitud muros piso 1, estructura en San Bernardo.....	236

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Estructura ubicada en región de Temuco construida con esta tipología.	2
Ilustración 2: Estructura ubicada en comuna de Santiago con esta tipología.	2
Ilustración 3: Mecanismos de falla en marcos rellenos. (Shing, y Mehrabi [8]).	8
Ilustración 4: Efecto de la carga axial v/s desplazamiento lateral (Manesh [10]).	10
Ilustración 5: Efectos de la conexión entre el marco y el relleno (Dawe et al [4]).	14
Ilustración 6: Configuración de espécimen con conector de corte para ensayo (Tasnimia y Mohebkah [6]).	15
Ilustración 7: Configuraciones de especímenes con aberturas (Tasnimia y Mohebkah [6]).	15
Ilustración 8: Ejemplo para prevenir falla fuera del plano (Radic et al. [14]).	15
Ilustración 9: Tipo de conexiones marco-muro (Acosta [15]).	16
Ilustración 10: Tipo de unión machón-muro (Acosta [15]).	17
Ilustración 11: Vista en planta de conexión marco-muro para bloque de concreto. (Acosta [15])	17
Ilustración 12: Ejemplo de conexión marco-muro para distintos perfiles y conectores de corte. (Acosta [15]).	18
Ilustración 13: Efectos de gap entre la viga del marco y el relleno. (Dawe et al [4]).	19
Ilustración 14: Efecto de una abertura de puerta o ventana (Manesh [10]).	20
Ilustración 15: Resultados de modelo experimental para carga puntual y distribuida (Sarhosis et al [16]).	22
Ilustración 16: Conexión muro de albañilería con marco no estructurales (TMS 602-13 [8]).	23
Ilustración 17: Resumen de consideraciones geométricas y secciones mínimas (Curso CI5223 de la FCFM)	25
Ilustración 18: Resumen de consideraciones geométricas y secciones mínimas. (Curso CI5223 de la FCFM)	28
Ilustración 19: Descripción del marco a ser ensayado con dimensiones, localización de sensores y aplicación de la carga. (Markulak et al. [1]).	30
Ilustración 20: Protocolo de aplicación de la carga. (Markulak et al. [1]).	34
Ilustración 21: Curva de histéresis espécimen con albañilería de arcilla. (Markulak et al. [1]).	34
Ilustración 22: Curva fuerza v/s desplazamiento para todos los especímenes (Markulak et al. [1]).	35
Ilustración 23: Curva envolvente de fuerza v/s desplazamiento de resultados de [1].	37
Ilustración 24: Curva tensión deformación de acero del marco de acero.	39
Ilustración 25: marco sin relleno considerando rotulas plásticas en ETABS.	40
Ilustración 26: Comparación ensayo experimental con modelos ETABS	40
Ilustración 27: Curva esfuerzo-deformación de la albañilería.	42
Ilustración 28: Modelo de ETABS considerando rotulas plásticas tipo M3	43
Ilustración 29: Resultado de push-over para marco considerando rotulas plásticas tipo M3.	44
Ilustración 30: Modelo generado en software DIANA.	46
Ilustración 31: Curva de comportamiento de conexión marco-muro.	47
Ilustración 32: Modelo en DIANA, nodo de aplicación de la carga.	48
Ilustración 33: Calibración de ensayo experimental usando material Mohr-Coulomb para albañilería.	49
Ilustración 34: Modelo de falla para material Rankine-Hill.	50
Ilustración 35: Criterio de endurecimiento y ablandamiento modelo Rankine-Hill.	51

Ilustración 36: Curva fuerza v/s desplazamiento marco solo en DIANA.	54
Ilustración 37: Comparación de ensayo experimental con modelo en DIANA.	55
Ilustración 38: Envoltorio del módulo de Young para albañilería. Obtenida de [29]	56
Ilustración 39: Envoltorio de módulo de corte (G) de la albañilería. Obtenido de [29]	57
Ilustración 40: Sensibilidad variables lineal nodo 32 del modelo en DIANA (esquina superior izquierda del muro)	58
Ilustración 41: Sensibilidad variables lineal nodo 11 del modelo en DIANA (aplicación de la carga)	58
Ilustración 42: Sensibilidad variables lineal nodo 143 del modelo en DIANA (esquina derecha del marco)	59
Ilustración 43: Comparación albañilería a tope v/s la inclusión de conectores de corte	60
Ilustración 44: Curva esfuerzo-deformación de acero de refuerzo	61
Ilustración 45: Comparación entre marco a tope v/s marco con refuerzo horizontal cada 2 y 4 hiladas	62
Ilustración 46: Galleguillos et al, 2010, ensayo push-over a muro de albañilería confinada obtenida de Barraza [30].	64
Ilustración 47: Galleguillos et al, 2010, ensayo push-over a muro de albañilería confinada obtenida de Barraza [30].	65
Ilustración 48: Galleguillos et al, 2010, Ensayo push-over a muro de albañilería confinada obtenida de Barraza [30].	65
Ilustración 49: Curva típica tensión-deformación para acero AT56-50H (Nazar [19]).	66
Ilustración 50: Genna y Gelfi [18].	66
Ilustración 51: Curva fuerza v/s desplazamiento de marco de acero modelado en DIANA.	69
Ilustración 52: Curva de fuerza v/s deformación para marco a tope señalando puntos clave.	70
Ilustración 53: Curva de deformación unitaria en la base de la columna para el ensayo experimental de Markulak et al [1].	71
Ilustración 54: Curva de fuerza v/s deformación para marco con conectores cada 4 hiladas señalando puntos clave.	72
Ilustración 55: Curva de fuerza v/s deformación para marco con conectores cada 2 hiladas señalando puntos clave.	73
Ilustración 56: Curva de fuerza v/s deformación para marco con refuerzo horizontal cada 2 hiladas señalando puntos clave.	75
Ilustración 57: Curva de fuerza v/s deformación para marco con refuerzo horizontal cada 4 hiladas señalando puntos clave	76
Ilustración 58: Pub "Bare Nostrum", vista fachada oriente, calle Mallinkrodt (Google Street view, 01/12/2016)	79
Ilustración 59: Pub "Bare Nostrum", vista entrada lateral sur (Google Street view, 01/12/2016).	80
Ilustración 60: Interior de Pub-Restaurant "Bare Nostrum"	81
Ilustración 61: Modelo realizado en ETABS.	82
Ilustración 62: Planta primer piso, se observan los muros de albañilería (color rojo).	83
Ilustración 63: Planta segundo piso, se observan los muros de albañilería.	84
Ilustración 64: Edificio bodega de empresa ESSAAR, vista frontal de fachada	95
Ilustración 65: Edificio bodega de empresa ESSAR, vista entrada principal (Google Street view, 01/01/2014)	95
Ilustración 66: Edificio bodega de empresa ESSAR, vista entrada principal (Google Street view, 01/01/2014)	96

Ilustración 67:Edificio bodega de empresa ESSAR, vista sur poniente (Google Street view, 01/01/2014).....	96
Ilustración 68:Refuerzo vertical y horizontal en muros de estructura en San Bernardo.	97
Ilustración 69:Detalle de refuerzo vertical soldado al perfil.	98
Ilustración 70:Modelo en ETABS.	100
Ilustración 71:Planta del modelo.	101
Ilustración 72:Curva de desplazamiento vs fuerza de modelo de marco a tope realizado en software DIANA.	120
Ilustración 73:Vista isométrica del modelo.	128
Ilustración 74:Vista isométrica del modelo generado.	133
Ilustración 75:Numeración de los segmentos del marco y su refuerzo en el caso en que exista.	135
Ilustración 76:Tensiones Sxx paso n°1.....	186
Ilustración 77:Tensiones Sxx paso n°52.....	187
Ilustración 78:Tensiones Sxx paso n°53.....	187
Ilustración 79:Tensiones Sxx paso n°93.....	188
Ilustración 80:Desplazamiento en dirección X paso n°1.....	188
Ilustración 81:Desplazamiento en dirección X paso n°10.....	189
Ilustración 82:Desplazamiento en dirección X paso n°52.....	189
Ilustración 83:Desplazamiento en dirección X paso n°53.....	190
Ilustración 84:Desplazamiento en dirección X paso n°54.....	190
Ilustración 85:Desplazamiento en dirección X paso n°83.....	191
Ilustración 86:Tensiones Sxx paso n°1.....	191
Ilustración 87:Tensiones Sxx paso n°152.....	192
Ilustración 88:Tensiones Sxx paso n°281.....	192
Ilustración 89:Tensiones Sxx paso n°780.....	193
Ilustración 90:Desplazamiento en dirección X paso n°10.....	193
Ilustración 91:Desplazamiento en dirección X paso n°110.....	194
Ilustración 92:Desplazamiento en dirección X paso n°400.....	194
Ilustración 93:Desplazamiento en dirección X paso n°780.....	195
Ilustración 94:Tensiones Sxx paso n°1.....	195
Ilustración 95:Tensiones Sxx paso n°12.....	196
Ilustración 96:Tensiones Sxx paso n°42.....	196
Ilustración 97:Tensiones Sxx paso n°92.....	197
Ilustración 98:Tensiones Sxx paso n°500.....	197
Ilustración 99:Tensiones Sxx paso n°1091.....	198
Ilustración 100:Desplazamiento en dirección X paso n°10.....	198
Ilustración 101:Desplazamiento en dirección X paso n°92.....	199
Ilustración 102:Desplazamiento en dirección X paso n°93.....	199
Ilustración 103:Desplazamiento en dirección X paso n°519.....	200
Ilustración 104:Desplazamiento en dirección X paso n°1091.....	200
Ilustración 105:Tensiones Sxx paso n°1.....	201
Ilustración 106:Tensiones Sxx paso n°20.....	201
Ilustración 107:Tensiones Sxx paso n°74.....	202
Ilustración 108:Tensiones Sxx paso n°75.....	202
Ilustración 109:Tensiones Sxx paso n°147.....	203
Ilustración 110:Desplazamiento en dirección X paso n°1.....	203
Ilustración 111:Desplazamiento en dirección X paso n°74.....	204

Ilustración 112:Desplazamiento en dirección X paso n°75.....	204
Ilustración 113:Desplazamiento en dirección X paso n°146.....	205
Ilustración 114:Tensiones Sxx paso n°1.....	205
Ilustración 115:Tensiones Sxx paso n°40.....	206
Ilustración 116:Tensiones Sxx paso n°554.....	206
Ilustración 117:Tensiones Sxx paso n°565.....	207
Ilustración 118:Tensiones Sxx paso n°660.....	207
Ilustración 119:Tensiones Sxx paso n°1013.....	208
Ilustración 120:Desplazamiento en dirección X paso n°1.....	208
Ilustración 121:Desplazamiento en dirección X paso n°300.....	209
Ilustración 122:Desplazamiento en dirección X paso n°554.....	209
Ilustración 123:Desplazamiento en dirección X paso n°617.....	210
Ilustración 124:Desplazamiento en dirección X paso n°1013.....	210

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Motivación y Antecedentes

La albañilería es uno de los materiales más utilizados en Latinoamérica y en Chile, en particular en la construcción de viviendas. Existen dos normas que regulan el uso de la albañilería en Chile, estas son la norma de albañilería armada NCh1928.Of.1993 modificada en 2009 y la norma de albañilería confinada NCh2123.Of.1997 modificada en 2003. En Chile existen estructuras de uso industrial como también de uso habitacional basadas en albañilería confinada con perfiles de acero, pero como esta modalidad constructiva es reciente y el stock existente de este tipo de estructuras es bajo, esta modalidad no se ha validado de manera experimental o empírica en Chile.

La normativa internacional solo menciona la albañilería confinada con perfiles de acero de forma tangencial, sin existir una normativa específica para su diseño y construcción. Marcos de madera, acero o concreto son usados para confinar albañilería, dado que la albañilería es por lo general más rígida que estos marcos la carga será resistida inicialmente por la albañilería.

Por lo general, en la albañilería confinada con perfiles de acero el paño de albañilería es considerado un elemento no estructural y su aporte a la resistencia lateral es comúnmente ignorada, sin embargo, despreciar la interacción entre el paño y el marco no resulta siempre en un diseño seguro e incluso puede ser perjudicial para la estructura [3].

Por lo anterior, resulta necesario conocer el comportamiento de estas edificaciones ante las sollicitaciones sísmicas que se producen en nuestro país y conocer los criterios necesarios para que esta forma constructiva pueda ser incluida en una futura revisión de la norma de albañilería confinada, NCh2123.v.1997.mod.2003.



Ilustración 1: Estructura ubicada en región de Temuco construida con esta tipología.



Ilustración 2: Estructura ubicada en comuna de Santiago con esta tipología.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Estudiar el diseño de las estructuras construidas en Chile con albañilería de ladrillo cerámico confinada con perfiles de acero, considerando la norma de albañilería chilena, las solicitaciones de carga de diseño nacionales y además el material constructivo utilizado.

Estudiar la influencia de la inclusión de conectores entre el marco de acero y el muro de albañilería y también la inclusión de refuerzo horizontal en las juntas de hormigón del muro mediante un software de elementos finitos.

1.2.2. Objetivos específicos

- En el caso que las estructuras presenten deficiencias de diseño, es decir muestren una baja resistencia, deformaciones excesivas, entre otros, analizar cambios en el diseño que pudiesen ser necesarios para que la estructura cumpla con los requisitos de la normativa sísmica.
- Esbozar criterios de diseño y de buenas prácticas para este sistema constructivo que se puedan integrar en una siguiente revisión de la norma de albañilería confinada.
- Dar pie a posteriores estudios sobre un correcto diseño y metodologías constructivas de este tipo de estructuras.
- Estudiar la influencia de la no linealidad de la albañilería como del acero en el comportamiento de un muro de albañilería confinada con perfiles de acero mediante un software de elementos finitos.

1.3. Metodología

Se hará una revisión bibliográfica de ensayos y estudios para la determinación de parámetros sísmicos de albañilería de ladrillos cerámico confinada con perfiles de acero a nivel internacional para posteriormente realizar una comparación con los parámetros de la normativa vigente en Chile.

- A partir de ensayos internacionales, se calibrarán los parámetros relevantes y métodos de análisis en el programa de elementos finitos DIANA para el modelo de un marco de acero con un paño de albañilería en su interior para obtener un comportamiento lo más preciso posible. Posteriormente se incluirán al modelo elementos de refuerzo horizontal que han sido utilizados en Chile o en otros países para conocer como éstos modifican la resistencia de la albañilería confinada. Posteriormente estas propiedades serán consideradas para los modelos de las estructuras en el programa ETABS a analizar.
- Obtención de planos y especificaciones técnicas de dos estructuras a analizar para aplicar la información antes obtenida con el programa DIANA.
- Modelación de dos estructuras en un software de elementos finitos ETABS de acuerdo con los planos obtenidos, teniendo en cuenta el tipo de conexión entre el paño de albañilería y el marco de acero además de la metodología de análisis que mejor represente el comportamiento global de la estructura.
- Aplicación de la normativa sísmica vigente en Chile al modelo de estructura según corresponda.
- Verificación de los elementos de albañilería de acuerdo con la normativa de albañilería confinada (NCh2123.v.1997.mod.2003) y los elementos de acero de acuerdo con la norma AISC360-15.
- Proposición de eventuales modificaciones a la norma NCh2123.v.1997.mod.2003 y consideraciones a las metodologías de construcción de este tipo de estructuras.

1.4. Análisis por capítulo

En el capítulo 2 se realiza un resumen de la bibliografía existente sobre la albañilería confinada con perfiles de acero enfocada principalmente al comportamiento global, la conexión del muro con el marco.

El capítulo 3 presenta la descripción del ensayo de un muro de albañilería confinado con perfiles de acero que será modelado y calibrado en el software de elemento finitos DIANA y la mayoría de sus resultados .

El capítulo 4 consiste en la modelación de un ensayo push over en el software ETABS de un marco con y sin albañilería incluyendo rotulas plásticas y también consta en la modelación del mismo marco realizado en el software DIANA.

El capítulo 5 consiste en la descripción, modelación y resultados de la estructura en Providencia.

El capítulo 6 consiste en la descripción, modelación y resultados de la estructura en San Bernardo.

El capítulo 7 son la discusiones y resultados de los casos de estudio.

El capítulo 8 se presentan las conclusiones.

Finalmente se encuentran los anexos donde se exhiben las bases de cálculo de las estructuras, los resultados de las estructuras analizadas y los planos de las estructuras y la memoria de cálculo.

2. ESTADO DEL ARTE DE ALBAÑILERÍA CONFINADA CON PERFILES DE ACERO

2.1. Comportamiento global de la estructura

Radic, Markulak y Sigmund [1] reconocen que no existen reglas específicas para el diseño de las estructuras de albañilería confinada con perfiles de acero. Las principales fuentes de incertidumbre que afectan el comportamiento de marcos rellenos son: propiedades de los materiales; procedimientos constructivos que pueden influir en las condiciones de borde, *gaps* iniciales entre el marco y el muro, encogimiento del relleno de albañilería (principalmente de las juntas de hormigón); propiedades geométricas del muro de albañilería como son relación de aspecto (largo v/s ancho), espesor del relleno y la presencia de aberturas; además de los métodos de diseño como pueden ser modelo de biela diagonal, marco equivalente o métodos de elementos finitos, consideran que los elementos finitos son una herramienta útil para simular efectos complejos como lo son la interfaz entre el relleno y el marco.

Kodur, Erki, y Quenneville [2] sostienen que cuando el muro de albañilería está conectado al marco, el sistema actúa como un solo sistema estructural por lo que se transforma en un sistema distinto al marco de acero y al muro de albañilería. Sin embargo, se tiende a tratar este muro de relleno como elemento no estructural y se trata el marco como un marco convencional, una práctica que, de acuerdo con lo expuesto está lejos de representar el verdadero comportamiento del sistema estructural.

Los marcos son flexibles por sí solos y tienen poca resistencia a fuerzas laterales, resultando a menudo en grandes deflexiones y rotaciones en sus uniones. De forma similar, paneles o muros sujetos a cargas laterales fallan principalmente por corte a cargas relativamente bajas y con bajos desplazamientos. Sin embargo, cuando los marcos y paneles actúan juntos la acción combinada difiere completamente del marco o el panel actuando por separado modificando el periodo natural de la estructura, la forma modal y el corte basal. Ellos infieren de esto que la consideración del panel es importante a la hora del diseño de estas estructuras y el solo considerar el marco de acero como elementos resistentes llevaría a escoger perfiles de acero sobredimensionados de acuerdo con Kodur et al. [2].

Por otro lado, Kodur et al. [2]. sostienen que las propiedades dinámicas son significativamente influenciadas por la presencia del muro. Relaciones empíricas como las propuestas en códigos de práctica no consideran apropiadamente el efecto del muro lo que ha producido errores cercanos al 50% cuando las frecuencias naturales fueron calculadas usando formulas empíricas y las medidas. El no considerar el relleno en el diseño sísmico puede ser atribuido a una simplificación, pero el relleno de albañilería solo puede aumentar la capacidad de carga lateral, por lo tanto, siempre será beneficioso para el comportamiento sísmico.

En la Tabla 1, nombrada por Kodur et al. a partir de Cook [3] se observa el efecto del relleno en el factor de amortiguamiento(β) de marcos tanto de acero como de hormigón.

Tabla 1: Amortiguamiento para estructuras de acero y de concreto reforzado.

Form of construction	Damping ratio, β (%)	
	Service	Ultimate
Reinforced concrete core, cantilever floor, lightweight cladding	1.6	2.2
Reinforced concrete columns, slab floors, few internal walls	3	7
Reinforced concrete frame, few internal walls	3	7
Reinforced concrete frame, shear walls	3	8
Reinforced concrete shear core and columns, some internal walls	4	12
Reinforced concrete frame, some internal walls	4	12
Reinforced concrete all forms, many internal walls	5	16
Steel frame, no internal walls	0.5	0.7
Steel frame, few internal walls	2.5	6
Steel frame, many internal walls	4	15

Dawe, Liu, y Seah [4] a través de un método analítico mediante elementos finitos realizan un análisis en profundidad en los efectos de un gran número de variables y sostienen que existe una interacción compleja entre el marco y el relleno.

Además, Dawe et al. sostienen que ciertos parámetros se deben incluir en el desarrollo de una guía general de diseño de estructuras albañilería confinada con perfiles de acero. Estos parámetros incluyen las dimensiones del muro, la relación de aspecto del marco, la resistencia del mortero de junta y fricción de éste, la rigidez de la albañilería, la rigidez del marco, el tipo de conexión entre la columna y la viga, la existencia de cargas sobre la viga y la presencia de un *gap* entre la viga superior y el muro de albañilería.

Shing y Mehrabi [8] hacen un resumen de los mecanismos de falla que se pueden generar ante una carga lateral en un marco relleno en la Ilustración 3.

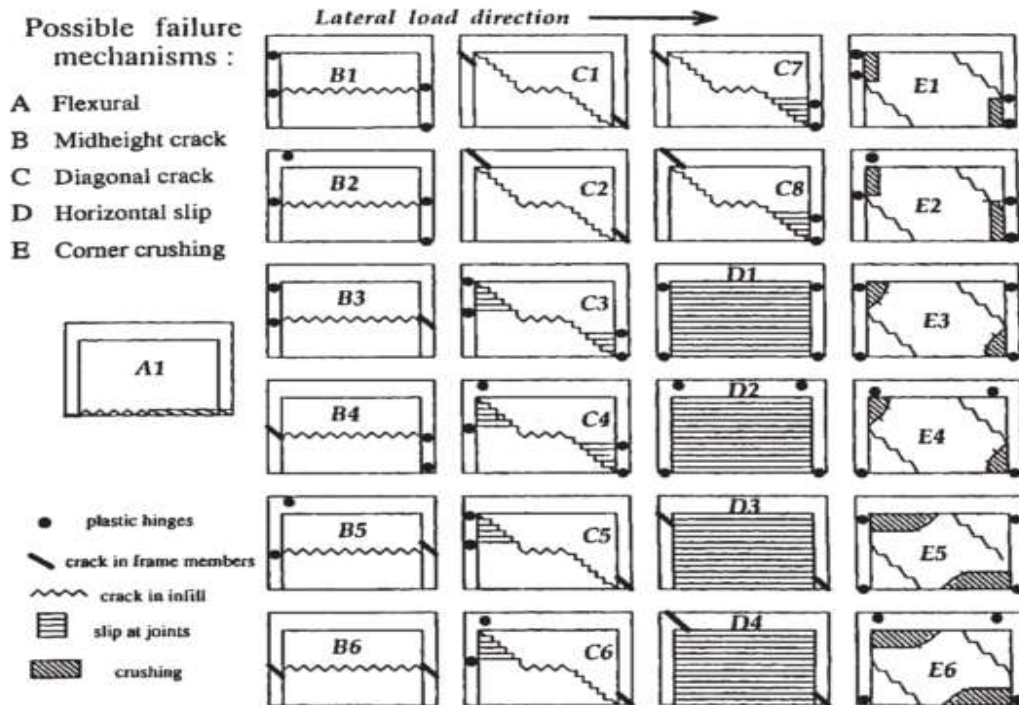


Ilustración 3: Mecanismos de falla en marcos rellenos. (Shing, y Mehrabi [8])

A partir de la ilustración 3 se destacan mecanismos de falla como es el agrietamiento diagonal, aplastamiento de las esquinas y deslizamiento horizontal.

Los métodos de elementos finitos son una poderosa aproximación para replicar el comportamiento de marcos rellenos, pero hay que tener gran cuidado con las consideraciones hechas en los modelos y elementos representativos. Un modelo inapropiado puede generar resultados no conservadores de acuerdo con lo concluido por Shing y Mehrabi.

Tasnimia y Mohebkhah [6] a partir de un programa experimental para determinar el comportamiento sísmico en el plano de marcos de acero con muro de albañilería teniendo aberturas tanto de ventana como de puerta se ensayan seis especímenes a gran escala bajo carga cíclica en el plano aplicada a nivel de viga. Se varían las dimensiones de las aberturas y se realizan comparaciones del comportamiento con el marco de acero solo y con el marco con muro de albañilería. Los resultados indican que el panel con y sin aberturas pueden mejorar el comportamiento sísmico de los marcos de acero y la cantidad de energía acumulada disipada del relleno con aberturas es casi idéntica a aquella sin aberturas.

Las investigaciones experimentales muestran que marcos con muros de albañilería con aberturas experimentan tensiones diagonales o aplastamientos en la base y tienen menos ductilidad que aquellos marcos con relleno completo.

A partir del análisis de un edificio de 4 pisos de marcos de acero, en el cual se modela el relleno de albañilería como dos bielas diagonales que trabajan a compresión Ravichandran y Klingner [7] plantean que cuando la razón entre fuerza de corte que resiste el relleno de albañilería versus la que resiste el marco de acero es menor 0.35 la presencia del relleno no modifica el mecanismo de falla el cual consiste en rotulas plásticas en las vigas y en las bases de las columnas. En cambio, si la razón entre la fuerza de corte que resiste el relleno de albañilería versus la que resiste el marco de acero es mayor a 0.35 y menor al 1 se modifica el mecanismo de falla anteriormente descrito a uno que involucra rotulas plásticas en las columnas en múltiples lugares en los pisos inferiores. Cuando la razón entre fuerza de corte que resiste el relleno de albañilería versus la que resiste el marco de acero es mayor a 1 el mecanismo de falla involucra rotulas en la mitad superior de las columnas del marco.

Éste documento es citado por la TMS-602[8] ya que es parte de los estudios a ser considerados para posteriores versiones de esta norma ya que la albañilería confinada con perfiles de acero requiere de estudios acabados para poder establecer su metodología de diseño.

Ravichandran y Klingner [9] plantean que además de la influencia que tiene la razón entre fuerza de corte del marco de acero y el relleno de albañilería en el mecanismo de falla influye también en el factor de reducción de la respuesta R . Ellos afirman que el valor de R para el marco de momento de acero es aplicable al marco de momento de acero con muro de albañilería cuando la razón de fuerzas de corte entre el marco y el muro es menor a 0.35. A pesar de que este valor no es una demarcación estricta entre rellenos favorables y desfavorables para el marco de acero este valor es considerado razonable. Finalmente, Ravichandran y Klingner reiteran que el parámetro más importante que afecta la respuesta sísmica del marco relleno es la razón de fuerza de corte del relleno versus el marco de acero. Un punto importante para considerar es que lo anterior es aplicable a marcos con relleno completo dentro de éste, las configuraciones donde existan aberturas deberán ser estudiadas posteriormente.

Manesh [10] indaga el comportamiento en el plano de marcos de acero rellenos de albañilería de bloques de concreto ante variaciones de los parámetros como carga axial, aberturas (puerta y ventana) entre otros.

En su trabajo de tesis resume la bibliografía existente sobre marcos de acero rellenos con albañilería hasta el año 2013.

1. Manesh sostiene que un incremento en la carga axial (vertical) hasta cierto punto mejora el comportamiento lateral del marco relleno como se puede observar en la Ilustración 4.

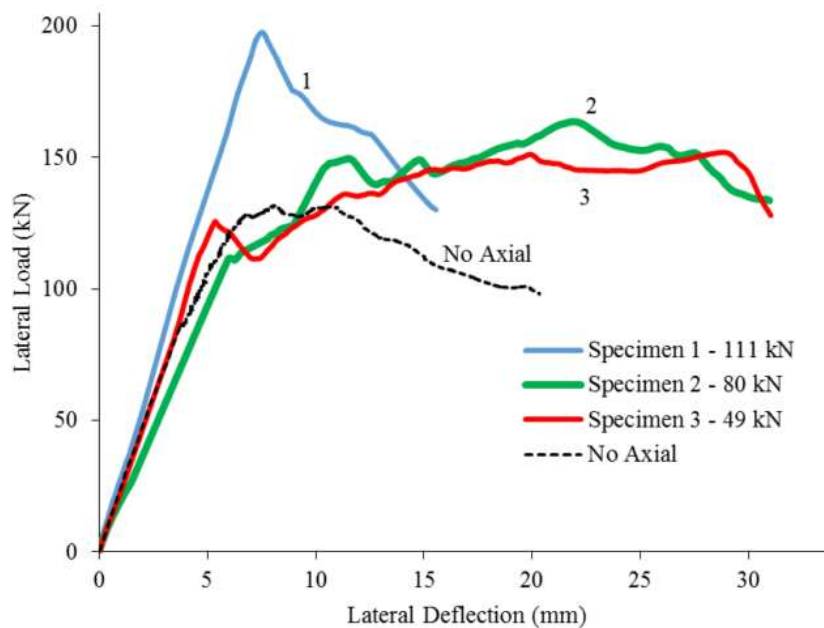


Ilustración 4: Efecto de la carga axial v/s desplazamiento lateral (Manesh [10]).

A partir de la revisión bibliográfica realizada por Manesh [10] se infiere que marcos con muros de albañilería pueden mejorar el comportamiento respecto del marco sin relleno si es diseñado correctamente (Dawe & Seah 1989, Shing & Mehrabi 2002 y Tucker 2007). La contribución del muro de albañilería a la resistencia lateral es ignorada. Sin embargo, ignorar la interacción entre el muro de albañilería y el marco no necesariamente resulta en un diseño seguro, de hecho, puede tener un efecto negativo en el marco (Drysdale & Hamid, 2005). El relleno rigidiza significativamente el marco mientras reduce la ductilidad. Un aumento de rigidez debido al muro de albañilería genera fuerzas sísmicas mayores, por lo tanto, despreciar la albañilería como sistema resistente hace que el marco deba resistir estas fuerzas y el diseño debe hacerse considerando aquello.

Una idea de Mosalan [11] citada en Manesh es que " la resistencia de los bloques de concreto afecta significativamente el modo de falla: bloques de concreto débil ($f_m' < 14$ MPa) causan grietas en las esquinas mientras que los bloques de concreto fuerte ($f_m' < 19$ MPa) producen grietas diagonales. La investigación de Manesh [10] se enfoca en un escenario donde el marco está sujeto a una combinación de carga lateral y axial. Esta es una ocurrencia común en la práctica donde el marco es usado para resistir cargas gravitacionales. Se ratifica a partir de la evidencia a la fecha que la falla más común en los marcos con muros de albañilería es el aplastamiento de las esquinas. De acuerdo con Masonry Standards Joint Committee (MSJC), citada por Manesh [10], la existencia de un gap de 9,5 mm en la parte superior es aceptable y se considera el muro de albañilería como participante del sistema estructural ante cargas gravitacionales. Sin embargo, la MSJC recomienda la reducción de la rigidez y fuerza del relleno por un factor de 0.5, lo cual es cuestionable ya que es contrario a la evidencia experimental desarrollada en [10] por lo que la información sobre este aspecto no es concluyente.

En el trabajo de Markulak et al. [1] se exponen motivos por los cuales se usa la albañilería confinada con perfiles de acero, dentro de las cuales se pueden destacar: disponibilidad de los materiales, durabilidad, sus propiedades acústicas y térmicas, resistencia al fuego y fácil mantenimiento y significativamente más económicos que el hormigón armado. Existen tres situaciones diferentes reconocidas en las distintas normas de acuerdo con Markulak et al. [1]: (i) relleno del panel está conectado al marco de acero; (ii) relleno del panel está desconectado del marco de acero, y (iii) el relleno está en contacto con el marco de acero, pero no está conectado a él.

Markulak et al. [1] ensayan nueve marcos con muros de albañilería y un marco sin muro de albañilería sin elementos de contacto. Los ensayos se realizan bajo series de ciclos de carga cuasi estáticos incrementando los ciclos hasta la falla del relleno o del marco en concordancia con *Interim Testing Protocols for Determining the Seismic Performance Characteristics of Structural and Nonstructural Components* (FEMA 461). De los ensayos realizados en [1] se desprende que la energía disipada por el marco con muro de albañilería es 6.7 veces mayor a la del marco solo. La carga última y el desplazamiento máximo para el marco con el muro de albañilería es de 139 kN y 21.33 mm respectivamente mientras que para el marco sin muro son 70 kN y 36.16 mm respectivamente.

De acuerdo con Markulak et al. [1], en los ensayos realizados por ellos la falla que se produce es por deslizamiento de las juntas horizontales, tensión diagonal en el relleno o una combinación de ambas.

Con el fin de controlar los parámetros claves y mejorar el comportamiento general de los marcos de acero con muros de albañilería ellos plantean las siguientes opciones:

- Fortalecimiento del muro: hormigonar las esquinas del muro que están en contacto con el marco de acero, adicionar conectores de corte a lo largo de la interfaz del marco-relleno, reforzar(armar) la albañilería, atiesadores en la unión viga-columna.
- Limitar la interacción entre el marco y el muro: separar los marcos del muro mediante bloques débiles en el contorno de éste para retrasar o evitar los efectos de la interacción entre el marco y el muro.

Liu y Soon [12] ensayaron diez marcos de acero con muro de albañilería de bloques de concreto que fueron construidos para estudiar la capacidad bajo carga lateral en el plano. Dentro de los parámetros considerados en su trabajo son la relación de aspecto del muro, el mortero de junta, las aberturas en el muro y la relación de rigidez entre marco y muro de albañilería.

Drysdale y Hamid 2005 sostienen en la publicación de Liu y Soon [12] es que, debido a la falta de información en cuantificar la acción conjunta entre el muro y el marco, el diseño práctico común es considerar la albañilería como elemento no estructural y diseñar el marco para cargas gravitacionales y carga lateral. En estos casos el muro se debe aislar del marco.

Por otro lado, si el muro de albañilería es construido para resistir cargas junto con el marco, ignorar la contribución del muro a la rigidez y fuerza del marco puede resultar en un diseño inseguro. El relleno rigidiza el sistema, lo cual puede afectar la estabilidad lateral del marco al recibir fuerzas externas mayores.

A partir de los ensayos Liu y Soon [12] afirman que el aplastamiento de la esquina es la falla predominante cuando el muro es completo mientras que en los casos con aberturas es el agrietamiento diagonal.

Al comparar los resultados experimentales de los ensayos de Liu y Soon [12] con los valores de diseño sugeridos por Canadian Masonry Design Standard (CSA S304) ellos afirman que los valores de diseño de esta norma sobreestiman la rigidez en 2.7 veces y subestima la fuerza en 2.3 veces, lo que lleva a un diseño conservador del muro. El diseño de rigidez y fuerza sugeridos por el MSJC en general coincide con los resultados obtenidos por la CSA S304.

2.2. Consideraciones del tipo de conexión

Dawe y Seah [13] Ensayan marcos de acero con muros de albañilería de concreto variando un gran número de parámetros tanto del muro como del marco para estudiar los efectos de estos. Se estudian los efectos del refuerzo en las uniones viga-columna del marco, la resistencia del mortero, condiciones de interfaz marco-muro, aberturas en el muro de albañilería, etc.

Basado en experimentos Dawe y Seah [13] destacan a partir de los ensayos que una lámina plana de acero en forma de L soldada a las columnas a ciertas alturas y unida a las unidades de albañilería no tenía efectos beneficiosos en el comportamiento del sistema cuando se aplican esfuerzos de corte en el plano ya que producía agrietamientos en el panel sin aumentar la rigidez inicial y reduciendo la carga última en un 20%.

Por lo tanto, según Dawe y Seah [13] la inclusión de conectores entre las columnas de acero y la albañilería no presentan beneficios, es más, tiene efectos negativos al concentrar tensiones donde se encuentran los conectores produciéndose grietas en la albañilería.

Kodur et al. [2] afirman que el uso de pasadores(conectores) verticales de acero desde la viga hacia el relleno de albañilería mejora la acción del sistema.

Dawe et al. [4] mediante modelos de elementos finitos realizados con un software realizado por ellos en donde el muro es reemplazado por una biela diagonal equivalente analizan un gran número de parámetros por separado para cuantificar la importancia de cada uno de estos. Un punto clave de este trabajo radica principalmente en el comportamiento del muro al existir una conexión del muro de albañilería con el marco de acero. El modelo realizado considera la interacción entre el marco y el relleno (separación, fricción y re-contacto), comportamiento no lineal del relleno y comportamiento no lineal del marco.

Ellos sostienen que la conexión entre el panel y el marco es sensible al encogimiento del mortero de junta. Lo cual concuerda con lo descrito por Dawe y Seah [4].

La inclusión de conectores para transferir la tensión y corte entre el relleno y el marco no mejora significativamente el comportamiento del sistema de acuerdo con Dawe et al. [4].

La Ilustración 5 muestra la curva carga deformación para albañilería de bloque de concreto confinada con marcos de acero para 3 condiciones de unión: i) conexión mecánica de tracción; ii) conexión mecánica de tracción y corte; iii) sin conexión mecánica. En todos los casos no hay *gap* y tampoco se consideró fricción del material entre el panel y el marco. Como se aprecia en la Ilustración 5 la conexión de tensión mecánica por sí sola no tiene efecto en el comportamiento

global del sistema. La presencia adicional de conexión de corte incrementa el peak de carga solo marginalmente.

Dawe et al. [4] concluyen que las inclusiones de estas conexiones mecánicas de corte en puntos discretos tienden a producir grietas considerables antes del peak de carga. Esto ocurrió en el nivel de carga indicado en el punto A de la Ilustración 5 y resultó en una reducción de la rigidez del sistema más allá de ese nivel de carga.

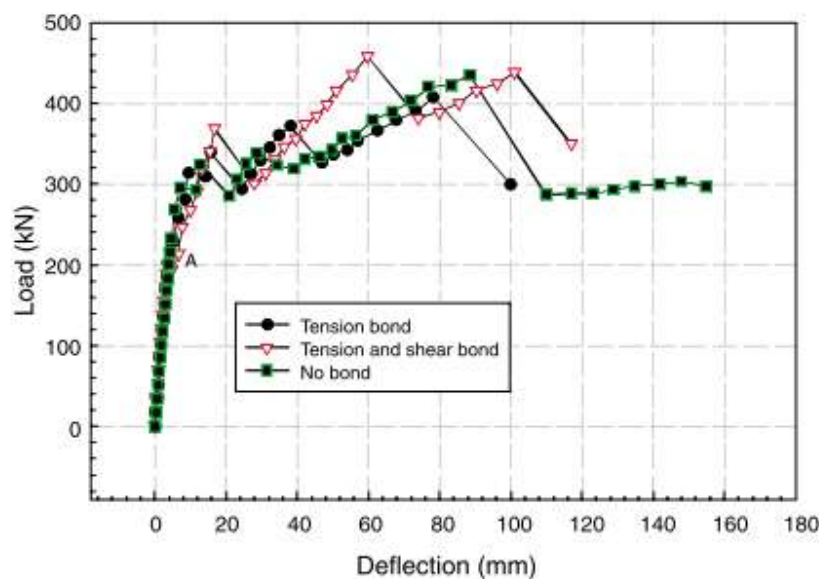


Ilustración 5: Efectos de la conexión entre el marco y el relleno (Dawe et al [4]).

Tasnimia et al. [6] ensayan un marco de acero relleno con albañilería con aberturas de puerta donde se utilizan dos conectores de corte.

Sus resultados indican que los marcos rellenos con aberturas no son siempre más dúctiles que aquellos con el relleno completo. Al parecer la ductilidad de aquellos marcos depende del mecanismo de falla del relleno.

Uno de los especímenes ensayados cuenta con 4 conectores soldados al ala de los perfiles tipo I que conforman las columnas izquierda y derecha como se ve en la Ilustración 6, cuya función es prevenir la falla fuera del plano. A pesar de no haber realizado un ensayo del mismo espécimen sin los conectores, hubo una mejora en el comportamiento con los conectores en cuanto a la ductilidad del sistema al compararlo con los especímenes con aberturas de ventanas de la Ilustración 7, lo cual se podría deber a los conectores, pero esto contradice los estudios hasta la fecha de [21] y [5].

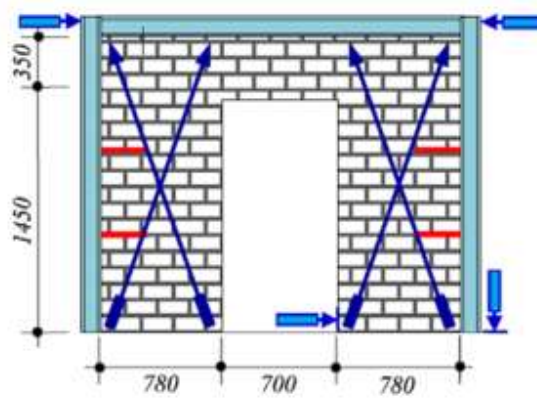


Ilustración 6: Configuración de espécimen con conector de corte para ensayo (Tasnimia y Mohebkhah [6]).

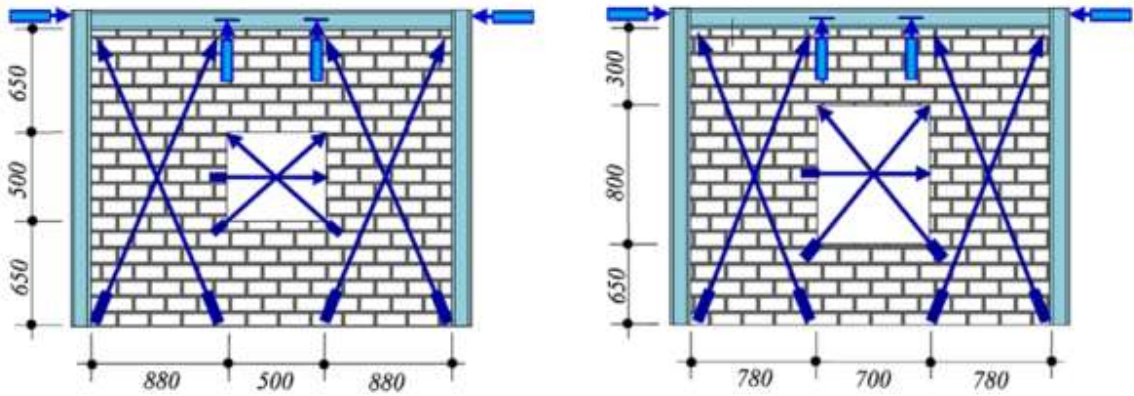


Ilustración 7: Configuraciones de especímenes con aberturas (Tasninia y Mohebkhah [6]).

Radic, Markulak y Sigmund [14] hacen una consideración importante para evitar fallas fuera del plano, con la colocación de cables verticales unidos a la viga como se aprecia en la Ilustración 8.

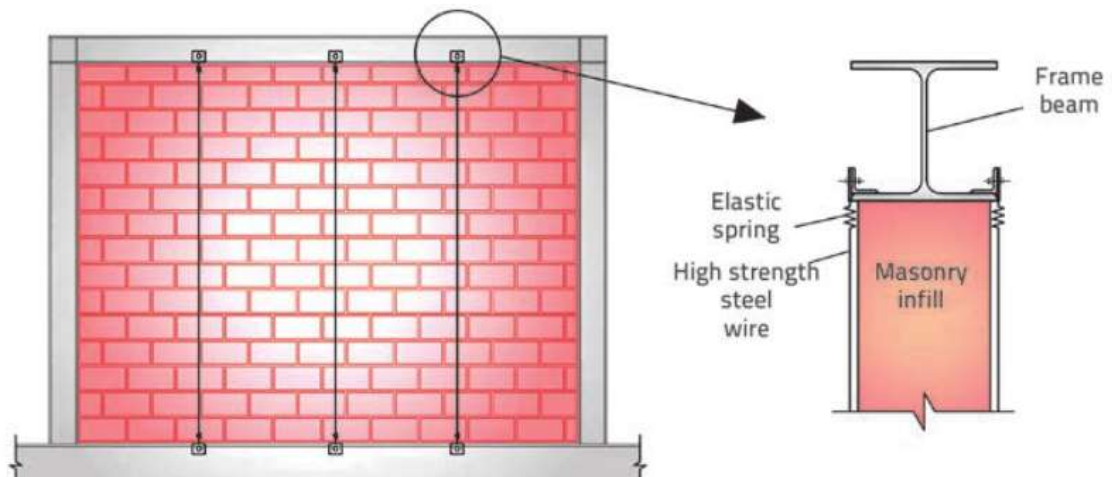


Ilustración 8: Ejemplo para prevenir falla fuera del plano (Radic et al. [14]).

Acosta [16] Publica una guía para la construcción de una vivienda de mampostería confinada con perfiles de acero para Venezuela.

En esta guía de construcción se exponen los pasos constructivos y los materiales de acuerdo con la disponibilidad en Venezuela para construir una vivienda habitacional de albañilería confinada con perfiles de acero de hasta 2 pisos. Se proponen opciones de perfiles de acero para las columnas y también para las conexiones de corte usadas para conectar el muro con el marco como se puede observar en las Ilustraciones [9-12].

En la Ilustración 9 se muestran las opciones que considera esta guía para el perfil de acero a utilizar como columna y también las opciones de conexión entre la columna y el muro de albañilería.

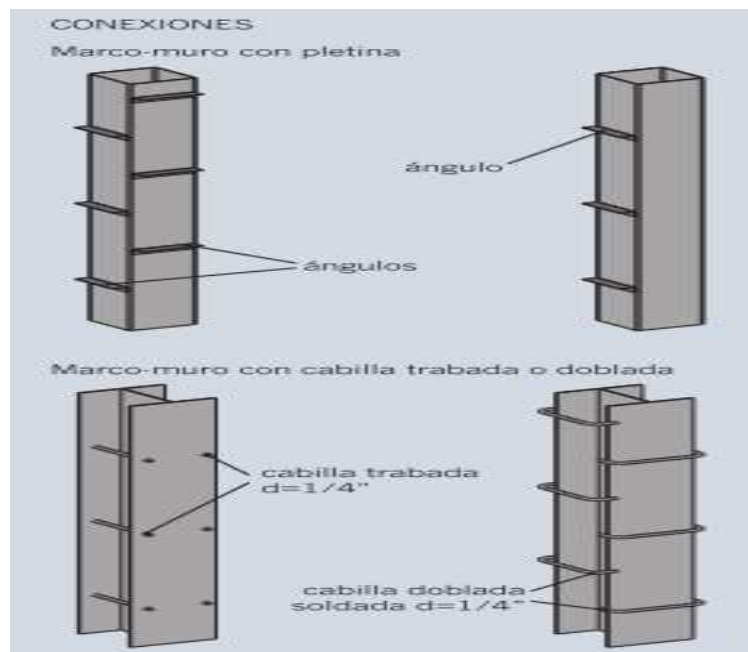


Ilustración 9: Tipo de conexiones marco-muro (Acosta [15]).

La Ilustración 10 ejemplifica unión entre el muro y la columna de acero para un perfil I donde la albañilería es inserta entre las alas del perfil.

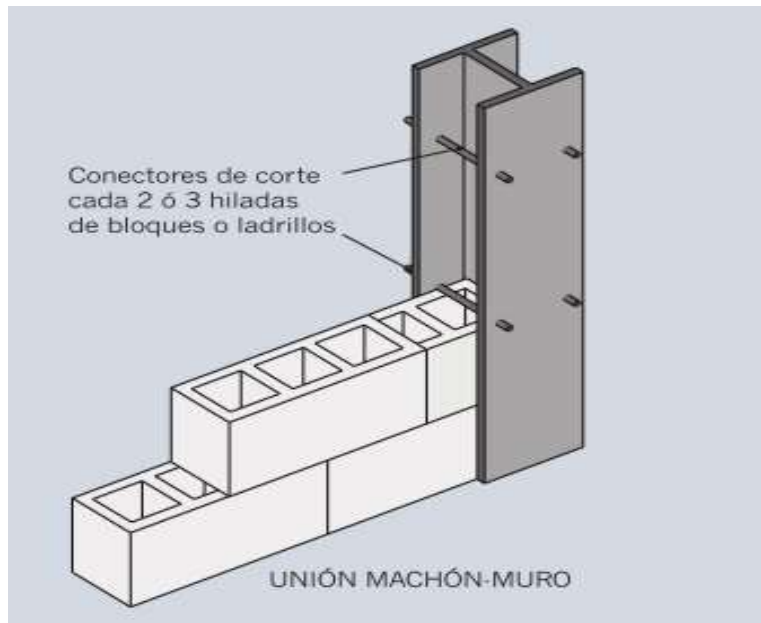


Ilustración 10: Tipo de unión machón-muro (Acosta [15]).

La Ilustración 11 muestra la construcción de los muros en ambas direcciones principales junto con la columna esquina considerando un perfil I que une ambos muros además de los conectores de corte en una las direcciones.

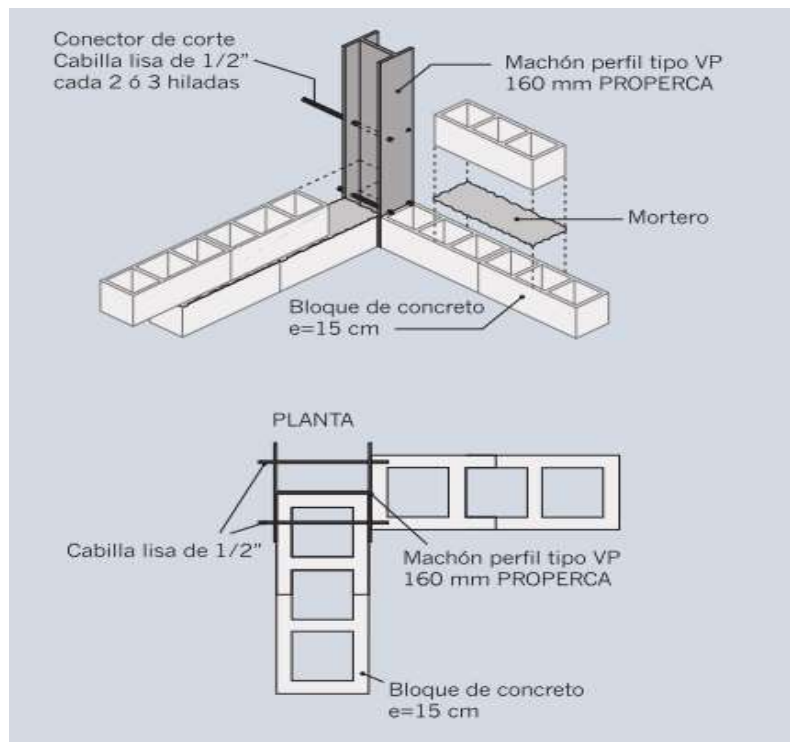


Ilustración 11: Vista en planta de conexión marco-muro para bloque de concreto. (Acosta [15])

La Ilustración 12 muestra la construcción de muros utilizando perfiles de acero tanto con sección transversal cuadrada como en forma de “C”.

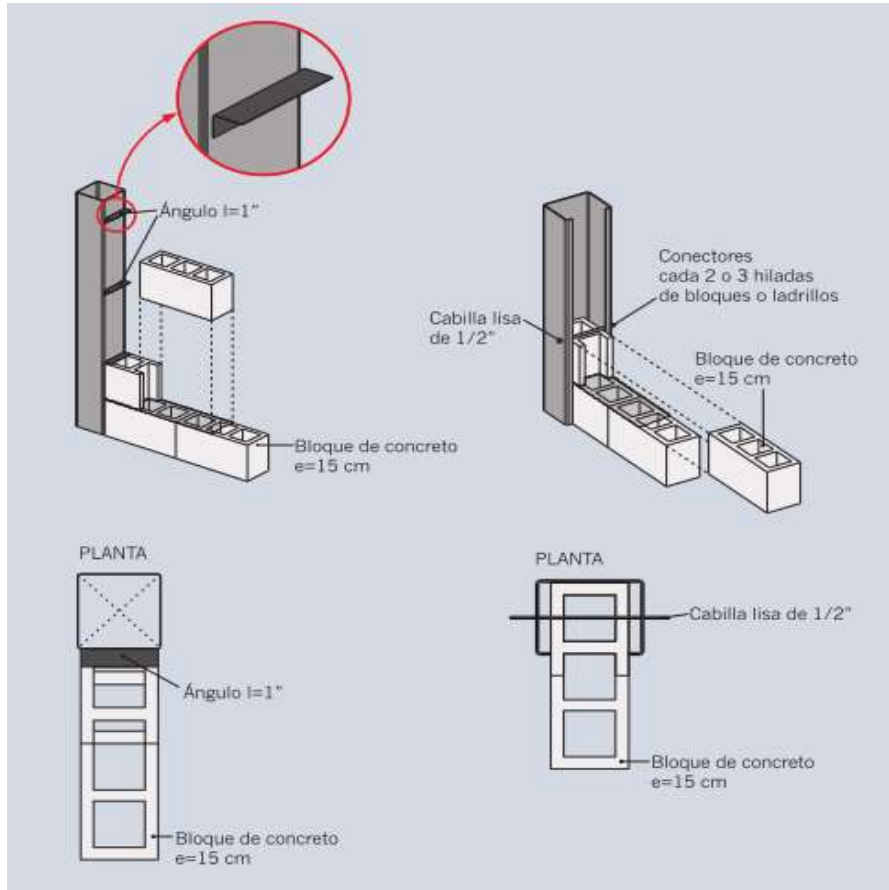


Ilustración 12: Ejemplo de conexión marco-muro para distintos perfiles y conectores de corte. (Acosta [15]).

2.3. Consideraciones del marco de acero

Dawe et al. [13] afirman a partir de ensayos experimentales que un *gap* de 20 mm entre el muro de albañilería y la viga es altamente perjudicial para la capacidad última del sistema ya que produce una reducción en un 50% la carga última y la carga de agrietamiento inicial, por lo que es recomendable la inclusión de mortero para evitar la existencia de este *gap* o bien el uso de bloques del tamaño adecuado para la no existencia de este *gap*. En modelos computacionales se incluye de un *gap* de 20[mm] entre el muro y la viga lo que impide el traspaso de fuerza vertical al muro y tiene efectos negativos que se pueden apreciar en la Ilustración 13 de acuerdo con Dawe et al. [4]. De acuerdo con Dawe et al. [4] cuando no hay conexión entre el muro y el marco el *peak* de carga inicial es reducido. La conexión entre el muro y la columna produce agrietamiento severo en el

muro donde se encuentran las conexiones lo que produce una disminución del *peak* de carga inicial. Cuando el marco rota lo suficiente y se cierra el *gap* se incrementa la rigidez. Por lo tanto, la consideración de este *gap* entre el muro y la viga a la hora de modelar la estructura como también a la hora de la construcción es un punto clave a considerar.

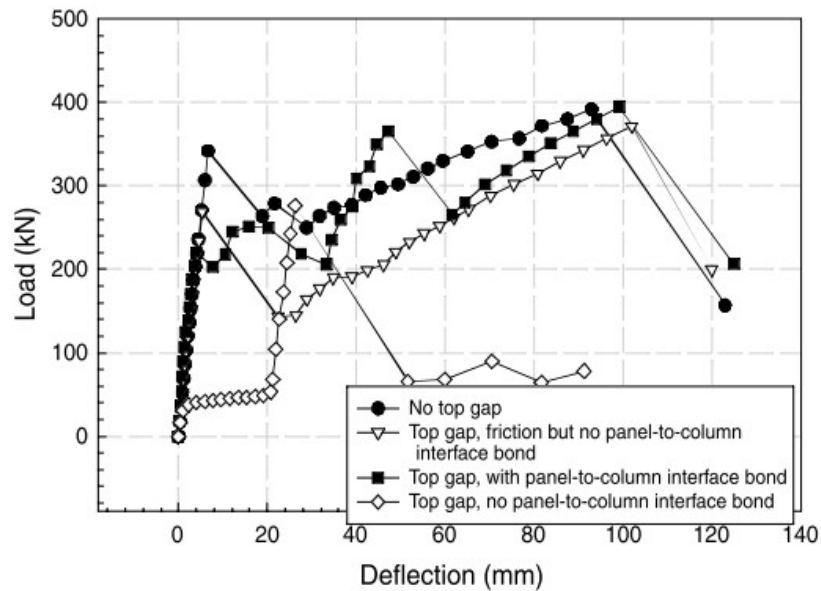


Ilustración 13: Efectos de *gap* entre la viga del marco y el relleno. (Dawe et al [4]).

En el trabajo de Manesh [10] se hace visible el efecto de las aberturas de puertas y ventanas en el modelo en la Ilustración 14. Cabe destacar que en los ensayos realizados por Manesh primero se fabricó el marco de acero y luego se construyó el relleno por lo que no existe la presencia de *gap* entre el marco y el muro.

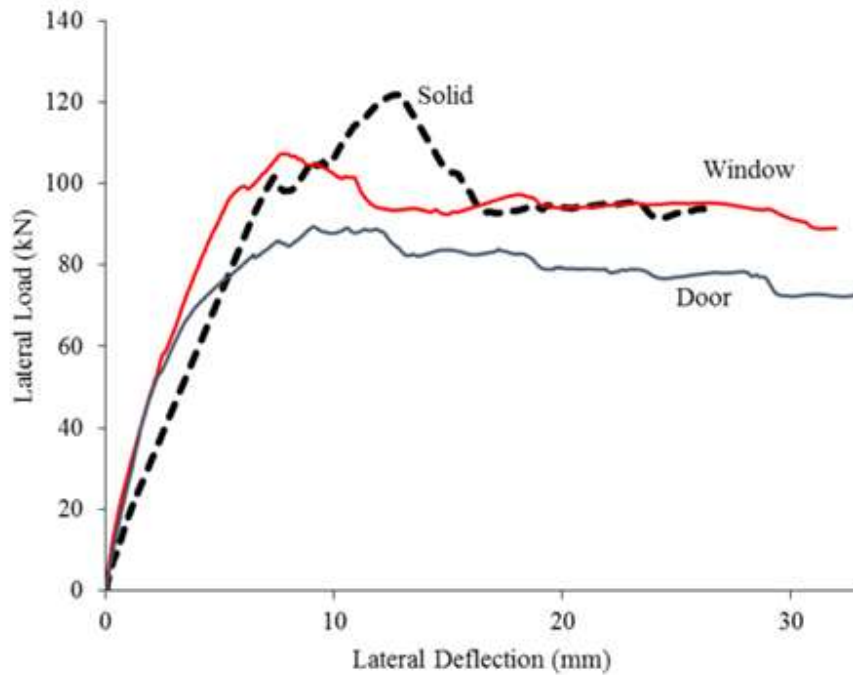


Ilustración 14: Efecto de una abertura de puerta o ventana (Manesh [10]).

De la Ilustración 14 se observan la curva punteada que representa el muro sin abertura, la curva de color rojo que representa el muro con una ventana (10% del área total del muro) y la curva azul que representa el muro con una puerta (18% del área total del muro). Al comparar las curvas se observa que el muro solido tiene un mayor peak de carga seguido por el muro con la ventana y finalmente el muro con la puerta. Se observa que la rigidez inicial disminuye al aumentar el tamaño de la abertura y que a medida que aumenta el tamaño de la abertura aumenta también la deflexión lateral.

Liu y Soon [12] luego de realizar ensayos experimentales a albañilería de concreto confinada con perfiles de acero afirman que durante la fase inicial de carga los marcos rellenos se comportan linealmente, cuando la carga alcanza cerca del 50% de la carga ultima el espécimen empieza a comportarse de manera no lineal y la primera grieta visible o aplastamiento de la esquina se observa en esta fase hasta alcanzar la carga última.

El espécimen con una puerta, la que representa un 18% del área total del muro tiene una reducción de un 20,2% en la carga última al compararlo con el paño de albañilería completo. De la misma forma, el espécimen con la ventana que representa un 10.5% del área total del panel mostró una reducción de un 5.4% de la carga última del panel completo.

2.4. Consideraciones de la modelación de esta tipología

En cuanto a la modelación de esta tipología Sarhosis, Tsavdaridis y Giannopoulos [16] usando el método de elementos discretos (DEM) y el software UDEC (*Universal Distinct Element Code*) generan un modelo computacional en elementos finitos donde los bloques de albañilería de concreto son considerados de forma discreta y como un material inelástico deformable mientras que el marco de acero como un material isotrópico elástico. Basado en el criterio de falla de Mohr-Coulomb la interacción mecánica entre los bloques es simulada con rigidez normal, rigidez al corte y fricción. Hacen modelos considerando aberturas de ventana y se obtienen los mecanismos de falla de estos modelos. La evidencia experimental confirma que el muro se puede representar como una biela diagonal que conecta las dos esquinas opuestas bajo la acción de una carga lateral, pero esto es válido cuando no existen aberturas en el panel. La finalidad de este trabajo es el considerar los efectos de las aberturas (como puertas y ventanas). Los bloques son modelados como inelásticos, comportándose de acuerdo con el modelo de plasticidad Mohr-Coulomb. El coeficiente de fricción entre el acero y la albañilería es considerado igual a 0.25 de acuerdo con [11]. Luego de los modelos realizados se puede concluir que la posición de las aberturas es clave para la resistencia del muro, ya que en el caso en que la diagonal de compresión este presente, es decir, la abertura no pase por donde está ubicada la diagonal mayor que será la resistencia del panel. Además, la presencia de la abertura puede generar el conocido efecto de columna corta. En la Ilustración 15 se observa la influencia de la carga que actúa sobre el marco en las zonas de compresión que actúan para resistir aquella carga.

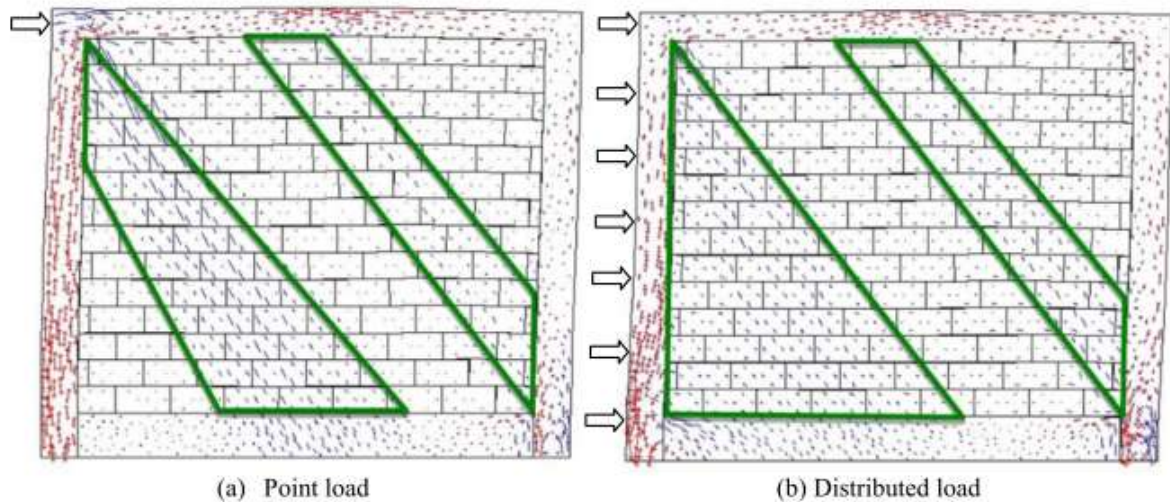


Ilustración 15: Resultados de modelo experimental para carga puntual y distribuida (Sarhosis et al[16]).

2.5. Comentarios de la Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures (TMS 602-13)

Este documento fue creado por la Sociedad de albañilería (TMS), en Instituto Americano de Concreto (ACI) y el Instituto de Ingeniería Estructural de la Sociedad Civil de Ingenieros (SEI/ASCE). Este código cubre el diseño y construcción de estructuras de albañilería mientras que la especificación se refiere a los requisitos mínimos de construcción para albañilería en estructuras. La importancia para este trabajo radica en que es la única norma que hace referencia a albañilería confinada con perfiles de acero.

Dado que la albañilería es por lo general más rígida que las columnas que la confinan la carga será resistida inicialmente por la albañilería. Estas cargas no deben exceder los esfuerzos de servicio de la albañilería. El Anexo B de la TMS 602-13 según numeración de la norma se detallan los requisitos mínimos para el diseño de albañilería estructural de ladrillos de arcilla o bloques de concreto tanto participante o no participante del sistema para resistir las solicitaciones.

En el acápite 2 de la TMS 602-13 según numeración de la norma se enuncian los valores y fórmulas para el módulo de elasticidad, corte, rigidez de los elementos y el coeficiente termal. También se enuncian las consideraciones para la intersección de los muros, además de la armadura de refuerzo y la utilización de pilares de albañilería. Se explicitan los requerimientos sísmicos, desplazamientos permitidos, refuerzos sísmicos y consideraciones de resistencia.

Para desconectar el marco del muro y generar un muro no estructural, en la Ilustración 16 se muestra un anclaje de pared que permite el movimiento en el plano del muro. Mientras la transferencia de carga involucra unir elementos estructurales como vigas o columnas con la albañilería, la conexión de elementos no estructurales con albañilería como son marcos de puertas o ventanas debe no transmitir esfuerzos a estos elementos no estructurales.

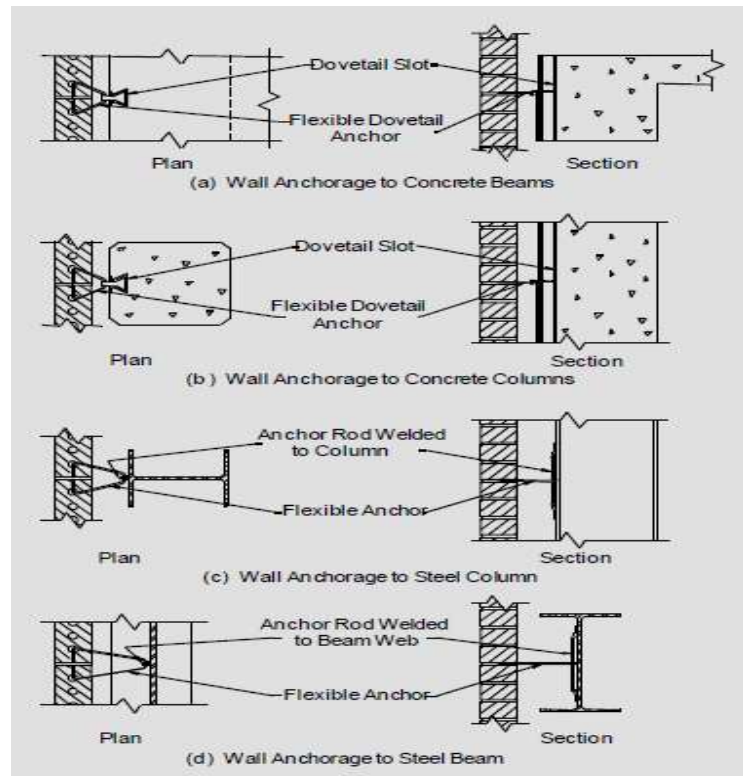


Ilustración 16: Conexión muro de albañilería con marco no estructurales (TMS 602-13 [8]).

El acápite 4.1.4 de la TMS 602-13 según la numeración de la norma señala que muros de albañilería y columnas pueden estar conectadas y que tiene influencia en la estabilidad lateral. El mecanismo en el cual las fuerzas interconectadas son transmitidas involucra unión mecánica, fricción o una combinación de estas.

Se deberá asegurar que las fuerzas son transmitidas por elementos capaces de resistir aquellas fuerzas.

El Anexo B de la TMS 602-13 señala que cuando el relleno es parte del sistema para resistir cargas en el plano junto con el marco de acero se crea un sistema híbrido, el cual no está definido en la tabla 12.2-1 de la ASCE 7-05 para establecer el factor de modificación de la respuesta R.

En el caso de la normativa chilena, la NCh433 indica que si se usan dos sistemas estructurales distintos se debe considerar el menor R de estos dos sistemas.

Hasta estudios posteriores, la TMS señala que se debe usar el menor R para la combinación del marco de acero y la albañilería usada para diseñar al sistema.

Se debe considerar la expansión y contracción de la albañilería debido a fluctuaciones de temperatura y humedad, ya que se abrirán y cerrarán los *gaps* entre el marco y el panel lo que puede generar esfuerzos en el relleno de la albañilería. Ante la presencia de un *gap* se aplicará un factor de reducción de 0.6 para la capacidad al corte, flexión y axial del paño de albañilería. Relleno parcial del panel o paneles con aberturas no serán considerados como parte del sistema resistente de fuerzas, pero su efecto sobre el marco de acero deberá ser considerado de todas formas.

Se establecen reglas para el diseño paneles que no resistan cargas en el plano (dilatados):

- Se diseñarán uniones que no transmitan cargas entre el muro y el marco que lo rodea
- Las uniones de aislación se deben diseñar para tener al menos 9,5mm de ancho en el plano del relleno.

Se establecen reglas para el diseño de paneles que resistan cargas fuera del plano:

- Los conectores deben estar unidos al marco
- Los conectores no deben transferir cargas en el plano
- Los conectores deben estar separados por un máximo de 1,22m a lo largo del perímetro del relleno.

2.6. Comentarios de NCh2123

El método de diseño de la norma NCh2123of1997 modificada en 2003 de los muros de albañilería es por tensiones admisibles. Se considera la albañilería como un material homogéneo, su módulo de elasticidad constante y su módulo de corte linealmente dependiente del módulo de elasticidad. Otra consideración es que albañilería no tiene resistencia a la tensión. El cálculo del módulo de elasticidad, la resistencia a la compresión y corte son obtenidos de expresiones calibradas a partir de ensayos con materiales usados en Chile.

Existen diferencias en la metodología de construcción, si el muro de albañilería es construido antes que el refuerzo el sistema se llama “albañilería confinada” en cambio si el muro es construido después que el marco el sistema es llamado “marco relleno”. En Chile solo está permitido el

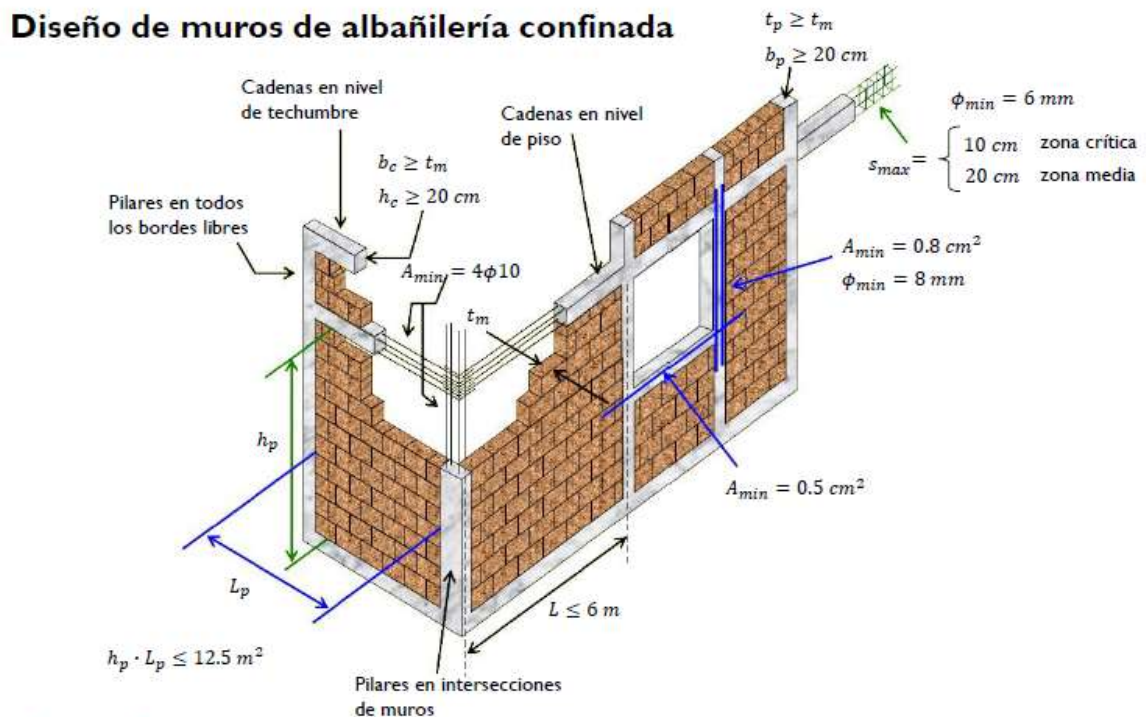
sistema de albañilería confinada, o sea primero se construye el paño de albañilería dejando un endentado en los bordes verticales o con conectores que se anclan en la albañilería para asegurar una trabazón entre el muro y los pilares.

El punto 1.1 de la norma establece que “los muros deben estar totalmente enmarcados por elementos de hormigón armado” lo cual excluiría el uso de perfiles de acero.

Se considera que los elementos de confinamiento no aportan en resistencia, sino que su función principal es darle capacidad de deformación inelástica al sistema(ductilidad).

Para el diseño a flexo compresión se permite disminuir las sollicitaciones sísmicas en un 50%.

En la Ilustración 17 se resumen las consideraciones geométricas y secciones mínimas especificadas para cumplir la norma NCh2123.



DISEÑO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

fcfm FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

idiem

Ilustración 17: Resumen de consideraciones geométricas y secciones mínimas (Curso CI5223 de la FCFM)

2.7. Comentarios de NCh1928

Debido a que existen muros de albañilería confinados con perfiles de acero en los cuales se incluye dentro del muro armadura horizontal es necesario comparar la cuantía y las tensiones de estos elementos con la norma que considera estos refuerzos horizontales.

Las consideraciones básicas de la norma NCh1928of1993 modificada en 2009 son las mismas que las de la NCh2123.

La norma obliga a colocar armadura horizontal en el interior del muro para resistir la tracción axial que sufrirá la albañilería. Además se debe incluir armadura vertical de repartición.

La armadura de corte debe ser diseñada para resistir el 80% del esfuerzo de corte originado por fuerzas sísmicas.

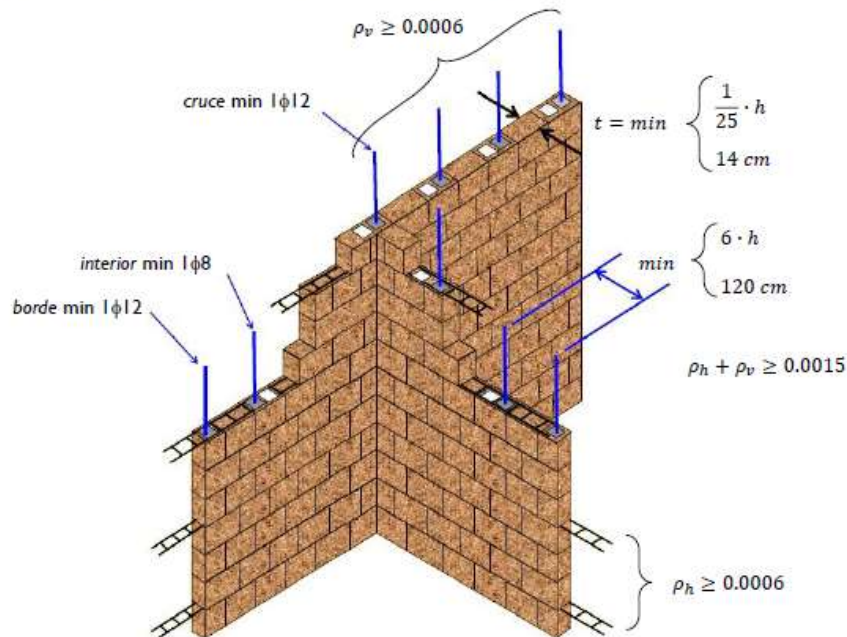
La Tabla 2 establece las tensiones admisibles para los elementos que conforman la albañilería armada.

Tabla 2: Tensiones admisibles en elementos de albañilería armada (NCh1928,2009)

Tipo de esfuerzo	Con inspección especializada	Sin inspección especializada
I. Albañilería		
A. Tensiones admisibles		
1) Compresión axial en muros	Ver 5.2.3.1	Ver 5.2.3.1
2) Compresión axial en columnas	Ver 5.2.3.2	Ver 5.2.3.2
3) Compresión-flexión	$0,33 f_m'$ pero $\leq 6,3$	$0,166 f_m'$ pero $\leq 3,2$
4) Esfuerzo de corte ¹⁾		
a) Sin considerar armadura de corte		
- Elementos en flexión	$0,09 \sqrt{f_m'}$ pero $\leq 0,35$	0,175
- Muros		
M/Vd ≥ 1	$0,06 \sqrt{f_m'}$ pero $\leq 0,19$	0,10
M/Vd = 0	$0,13 \sqrt{f_m'}$ pero $\leq 0,28$	0,14
b) Con armadura diseñada para resistir todo el corte		
- Elementos en flexión	$0,25 \sqrt{f_m'}$ pero $\leq 1,05$	0,525
- Muros		
M/Vd ≥ 1	$0,13 \sqrt{f_m'}$ pero $\leq 0,52$	0,26
M/Vd = 0	$0,17 \sqrt{f_m'}$ pero $\leq 0,84$	0,42
5) Aplastamiento	$0,25 f_m'$ pero $\leq 6,3$	$0,125 f_m'$ pero $\leq 3,15$
B. Módulo de elasticidad	Ver A.6.2	Ver A.6.2
II. Armadura		
A. Tensiones admisibles		
1) Acero A44-28H		
- Estático	140	140
- Sísmico	185	185
2) Acero A63-42H		
- Estático	170	no usar
- Sísmico	220	no usar
3) Acero AT56-50 ²⁾		
- Estático	170	170
- Sísmico	220	220

En la Ilustración 18 se resumen las consideraciones geométricas y secciones mínimas especificadas para cumplir la norma NCh1928.

Diseño de muros de albañilería armada



DISEÑO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

fcfm FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

idiem

Ilustración 18: Resumen de consideraciones geométricas y secciones mínimas. (Curso CI5223 de la FCFM)

2.8. Resumen del capítulo

Existen múltiples opciones a la hora de representar la albañilería con perfiles de acero, desde modelos simplificados que consideran el muro como una biela diagonal, a modelos de elementos finitos no lineales. Se puede concluir que todo esto influye de manera significativa en el sistema estructural, es por eso que a la hora de generar un modelo en elementos finitos es necesario comparar esto con ensayos experimentales.

Sin embargo, recomendaciones cualitativas sobre el comportamiento sísmico de marcos rellenos es inconsistente e inconclusa.

Por lo general, y al contrario de la filosofía de diseño de albañilería confinada chilena el relleno de albañilería es tratado como un elemento no estructural y el marco exterior es diseñado como el único elemento que tomará carga y resistirá las sollicitaciones.

El relleno rigidiza el marco mientras reduce la ductilidad del sistema marco-muro. Un aumento de la rigidez aumenta las fuerzas sísmicas sobre la estructura, pero estas son inicialmente resistidas por el muro al ser el elemento más rígido.

De acuerdo con Markulak [1] la evaluación cuantitativa exacta del mecanismo de falla y su comportamiento no lineal es muy complejo y requiere programas sofisticados incluso para los sistemas estructurales más simples, aun con resultados cuestionables.

En documento de Acosta [15] se disponen columnas verticales en las aberturas de puertas al igual que la normativa chilena, se utilizan conectores de corte entre las columnas de acero y el muro de albañilería. La importancia de la conexión radica en asegurar un comportamiento conjunto de albañilería con los perfiles de acero, pero esto se contradice con Dawe et al. [4] que manifiestan que el efecto de las conexiones puede ser perjudicial al producir una concentración de tensiones donde se encuentran estas conexiones de corte.

Un punto importante de la TMS 602-13[8] es que permite la conexión entre el muro y el marco siempre que esta conexión no transfiera fuerzas en el plano entre el relleno y el marco, esto porque se considera que las fuerzas en el plano son resistidas por el muro y si la conexión transfiriere fuerzas se podría producir un daño prematuro en los bordes del muro.

Otro punto relevante es que no queda clara la ductilidad del sistema de albañilería confinada con perfiles de acero.

No se establece un método de análisis para el diseño de este sistema estructural.

Además, las consideraciones descritas en la TMS 602-13[8] en cuanto a la resistencia del panel son reemplazadas por la normativa vigente en Chile para la albañilería (NCh2123.Of97. Modificada en 2003[22]).

3. MODELACIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA CON MARCOS DE ACERO

El objetivo de este capítulo es dar a conocer la metodología, el ensayo experimental y los resultados de Markulak et al. [1] para posteriormente calibrar el modelo de elementos finitos a realizar con los datos obtenidos de este ensayo. Se considera este ensayo debido a ser el que se focaliza en la metodología a analizar y ser el más actual a la hora de la realización de este trabajo.

3.1. Ensayo de referencia para la calibración del modelo de elementos finitos

Para realizar el modelo de un marco de albañilería confinada con perfiles de acero en elementos finitos al cual se le incluirán tanto refuerzo horizontal como conectores es necesario tener un ensayo experimental para que los resultados obtenidos tengan coherencia.

En el estudio realizado por Markulak et al. [1] en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Osijek de Croacia se ensayaron nueve marcos de acero de un piso rellenos con albañilería además de un marco de acero sin relleno como referencia. Se ensayaron aplicando ciclos de incrementos de carga hasta la falla del relleno o el marco según la FEMA 461. En la Ilustración 19 se muestran las dimensiones del ensayo experimental, donde fue aplicada la carga y los sensores que registran los desplazamientos.

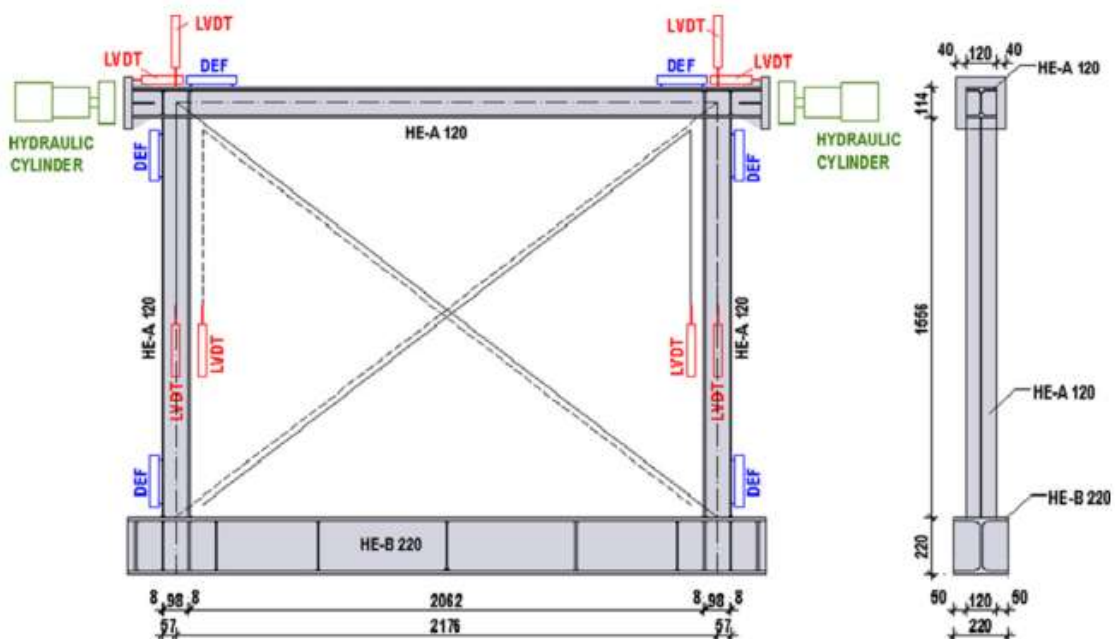


Ilustración 19: Descripción del marco a ser ensayado con dimensiones, localización de sensores y aplicación de la carga. (Markulak et al. [1])

3.2. Propiedades de las unidades de albañilería

La resistencia a la compresión de las unidades de albañilería fue obtenida de acuerdo con códigos europeos (European Committee for Standardization. EN 1052-1, EN 1052-3/A1 y EN 772-1 respectivamente) y los resultados son presentados en la Tabla 3. Los bloques fueron cortados para asegurar un número realista de juntas de mortero en comparación con una estructura real preservando el mismo porcentaje de vacíos. Estas dimensiones son largo/alto/espesor = 190 x 90 x 125 [mm] para la categoría de especímenes C-i según la notación usada en el ensayo.

Especímenes 1 al 3 de la categoría C consisten en tres marcos de acero rellenos con bloques de arcilla con perforaciones con $f_b = 13.05 \text{ MPa}$ siendo f_b la resistencia vertical media a la compresión de la unidad, $f_m = 5.0 \text{ MPa}$ f_m la resistencia a la compresión media del mortero y $f_k = 1.9 \text{ MPa}$ f_k la resistencia vertical a la compresión característica de la albañilería respectivamente.

Tabla 3: Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (Markulak et al. [1]).

Compressive strength of masonry units.		
Sample	Clay blocks	
	$f_{m,v}$ (N/mm ²)	$f_{m,h}$ (N/mm ²)
1	13.3	2.3
2	13.3	2.0
3	13.3	2.1
4	12.6	2.0
5	13.0	2.0
6	12.8	1.9

$f_{m,v}$ – Vertical compression strength.

$f_{m,h}$ – Horizontal compression strength.

3.3. Propiedades geométricas y mecánicas del marco de acero

Las propiedades mecánicas del marco de acero fueron obtenidas a partir de ensayos de tracción uniaxiales. La tensión de fluencia(f_y) y la tensión última(f_u) se muestran en la Tabla 4 para cada una de las muestras. El parámetro a_0 representa el diámetro nominal del elemento y b_0 representa el largo del elemento. Las columnas y vigas del marco fueron construidas con secciones HEA120.

Tabla 4: Propiedades mecánicas del acero a utilizar en los ensayos (Markulak et al. [1]).

Geometrical and mechanical properties of tested samples.

Sample	a_0 (mm)	b_0 (mm)	S_0 (mm ²)	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)
1	7.8	24.8	193	332	477
2	8.0	24.5	195	320	481
3	8.0	24.5	196	333	486
4	8.0	24.6	197	332	483
5	7.5	24.5	184	345	492
6	7.7	24.5	189	358	484

3.4. Propiedades obtenidas de ensayo de murete.

Se ensayaron muretes de 7 hiladas de 4 bloques a compresión vertical de albañilería 28 días después de la construcción de los especímenes. La carga es aplicada de forma perpendicular a los bloques y por lo tanto paralela a la dirección principal de los huecos de los bloques. Los resultados se pueden observar en la Tabla 5.

Tabla 5: Resistencia a la compresión vertical y carga ultima de murete (Markulak et al. [1]).

Ultimate load and compressive strength of masonry wallets in vertical direction.

Sample no. (i)	Perforated clay blocks		
	Ultimate load, $F_{i,max}$ (kN)	Area, A_i (mm ²)	Compressive strength, f_i (N/ mm ²)
1	91.0	48,750	1.9
2	96.0	48,750	2.0
3	95.0	48,750	1.9

El ensayo a compresión horizontal fue desarrollado de la misma forma que el ensayo a compresión vertical 28 días después de la construcción del murete, pero la carga se aplica en dirección perpendicular a la dirección principal de los huecos de los bloques y sus resultados se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6: Resistencia a la compresión horizontal y carga ultima de murete (Markulak et al. [1]).

Ultimate load and compressive strength of masonry wallets in the horizontal direction.

Sample no. (i)	Ultimate load, $F_{h,i,max}$ (kN)	Area, $A_{h,i}$ (mm ²)	Compressive strength, $f_{h,i}$ (N/mm ²)
1	73.2	66,875	1.1
2	71.0	66,875	1.1
3	74.4	66,875	1.1

3.5. Resistencia al corte de la unidad de albañilería

Se realizaron ensayos de tripletas a los bloques de arcilla para obtener la resistencia al corte inicial y el ángulo de fricción. Se ensayaron doce especímenes en grupos de 4 aplicando un esfuerzo axial de 0.2, 0.6 y 1 N/mm². El valor obtenido como resistencia de corte inicial fue 0.63 N/mm² y un ángulo de fricción $\tan\phi$ igual a 0.34 usando una interpolación lineal.

3.6. Resistencia a la tracción y corte del murete

La resistencia a la tracción y corte de la albañilería se obtuvo ensayando muretes cuadrados aplicando una carga en la dirección diagonal del murete de acuerdo con European Committee for Standardization. EN 1052-3/A1. Los resultados se exponen en la Tabla 7.

Tabla 7: Resistencia a la tracción y corte de albañilería de bloques perforados (Markulak et al. [1]).

Tensile and shear strength of Perforated clay block and AAC block wallet specimens.

Sample no. (i)	Perforated clay blocks		
	Ultimate load, $F_{i,max}$ (kN)	Tensile strength, $f_{t,i}$ (N/mm ²)	Shear strength, $f_{v,i}$ (N/mm ²)
1	49	0.24	0.38
2	42	0.21	0.32
3	32	0.16	0.25
4	35	0.17	0.27

3.7. Aplicación de la carga

Se aplicó una carga cíclica cuasi estática en la etapa inicial hasta la fluencia y luego se aplicó un desplazamiento cíclico cuasi estático de acuerdo con FEMA 461. En la etapa inicial la carga fue incrementada en series de 10 kN hasta que el acero comienza a fluir, luego los desplazamientos fueron incrementados en 1mm hasta alcanzar un drift de 1.32% para el espécimen C-1 ensayado.

3.8. Resultados experimentales de ensayo

Los resultados del ensayo experimental de Markulak et al [1] se exhiben en la Ilustraciones 20 a 22 y en las Tablas 8 a 9.

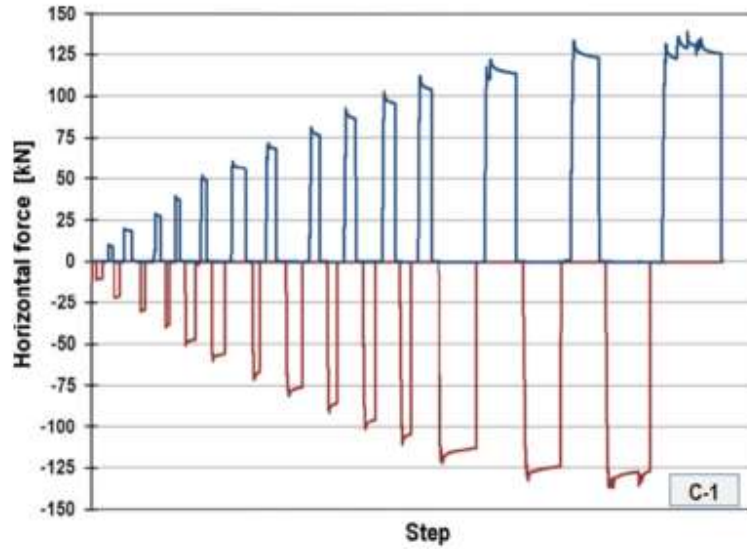


Ilustración 20: Protocolo de aplicación de la carga. (Markulak et al. [1]).

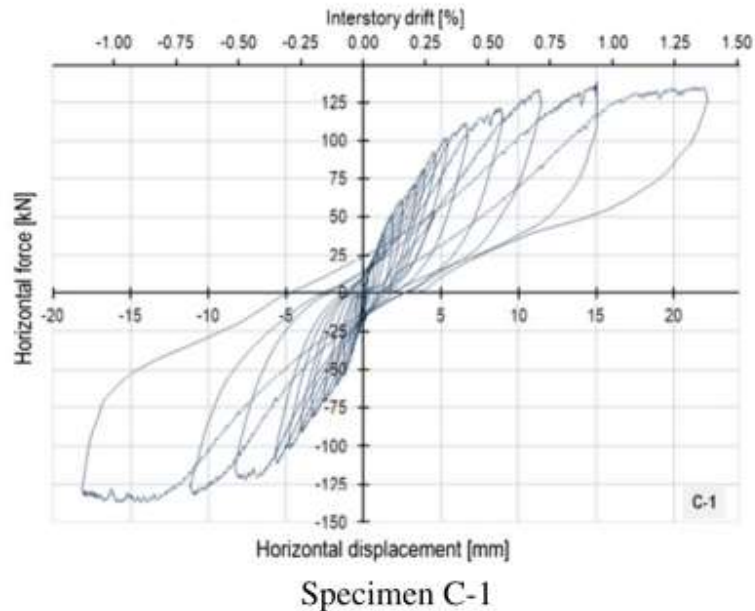


Ilustración 21: Curva de histéresis espécimen con albañilería de arcilla. (Markulak et al. [1]).

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observan las curvas fuerzas v/s desplazamiento para los especímenes ensayados. Según la nomenclatura ocupada por Markulak et al. Los especímenes C-1, C-2 y C-3 son los muros con bloques de arcilla. Los especímenes CA-1, CA-2 y CA-3 son los muros de bloques de concreto. Los especímenes A-1, A-2 y A-3 son muros de arcilla que en su contorno en contacto con el marco presenta bloques de concreto y finalmente el espécimen BF corresponde al marco de acero sin muro.

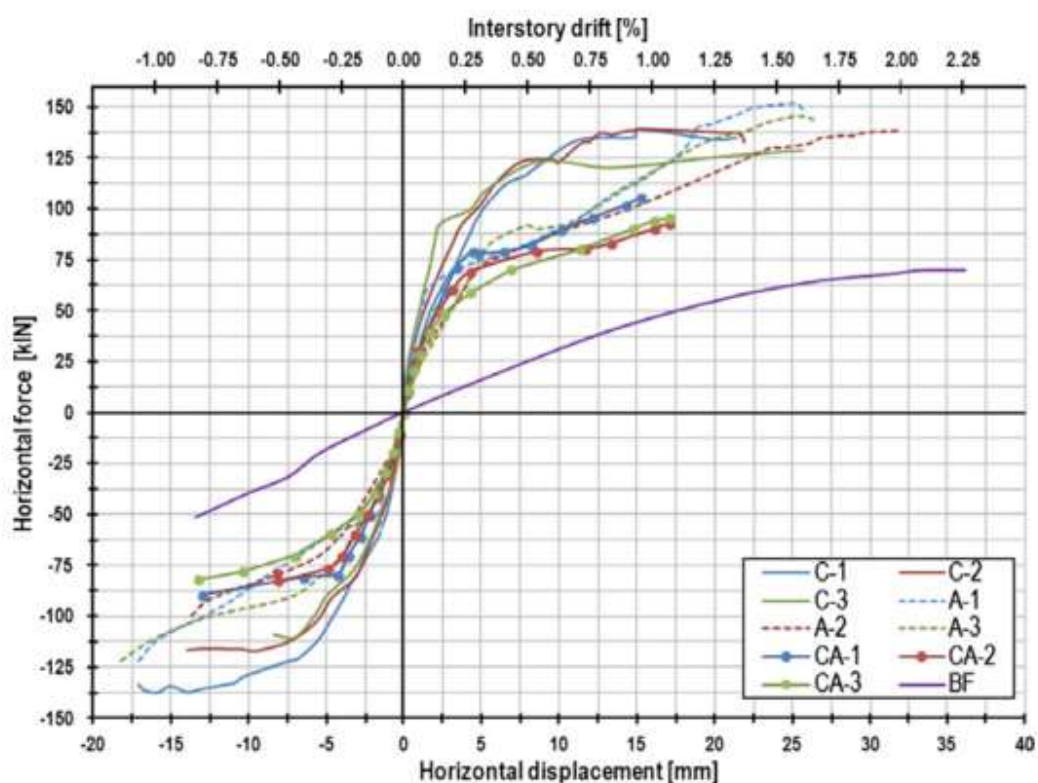


Ilustración 22: Curva fuerza v/s desplazamiento para todos los especímenes (Markulak et al. [1]).

En la Tabla 8 se muestra la carga y desplazamiento a la cual se producen las primeras grietas importantes, la carga ultima y finalmente el máximo nivel de *drift*.

Tabla 8:: Resultados experimentales de los especímenes (Markulak et al. [1]).

Test sample	Initial stiffness (kN/mm)	Onset of the first significant crack			Ultimate load			Maximum drift		
		F_{cr} (kN)	d_{cr} (mm)	DR_{cr} (%)	F_u (kN)	d_u (mm)	DR_u (%)	F_{dmax} (kN)	d_{max} (mm)	DR_{max} (%)
C-1	32.07	59	1.84	0.11	139	15.07	0.93	135	21.33	1.32
C-2	27.89	70	2.51	0.16	139	15.12	0.94	132	21.87	1.36
C-3	34.00	51	1.50	0.09	128	23.80	1.48	124	24.20	1.50
Avg	31.3	60	1.95	0.12	135	18.0	1.16	130	22.46	1.39

En la Tabla 9 se exhibe la fuerza lateral aplicada a distintos niveles de *drift* para los tres especímenes de tipo C y el promedio de la fuerza para cada nivel de *drift*.

Tabla 9: Fuerzas medidas para distintos drift (Markulak et al. [1]).

DR (%)	C-1 (kN)	C-2 (kN)	C-3 (kN)	C-i (kN)
0.10	47.8	55.4	68.1	57.1
0.25	84.3	94.3	98.5	92.4
0.50	117	123	120	120
0.75	134	135	121	130
1.00	138	139	122	133
1.25	134	138	125	132
1.50	-	-	-	-

En la Ilustración 23 se exhibe la envolvente de la curva de histéresis del ensayo. A partir de la curva de la envolvente se calibró el modelo de elementos finitos del muro de albañilería confinada con perfiles de acero en el software DIANA V10.1 a ser verificado en este estudio.

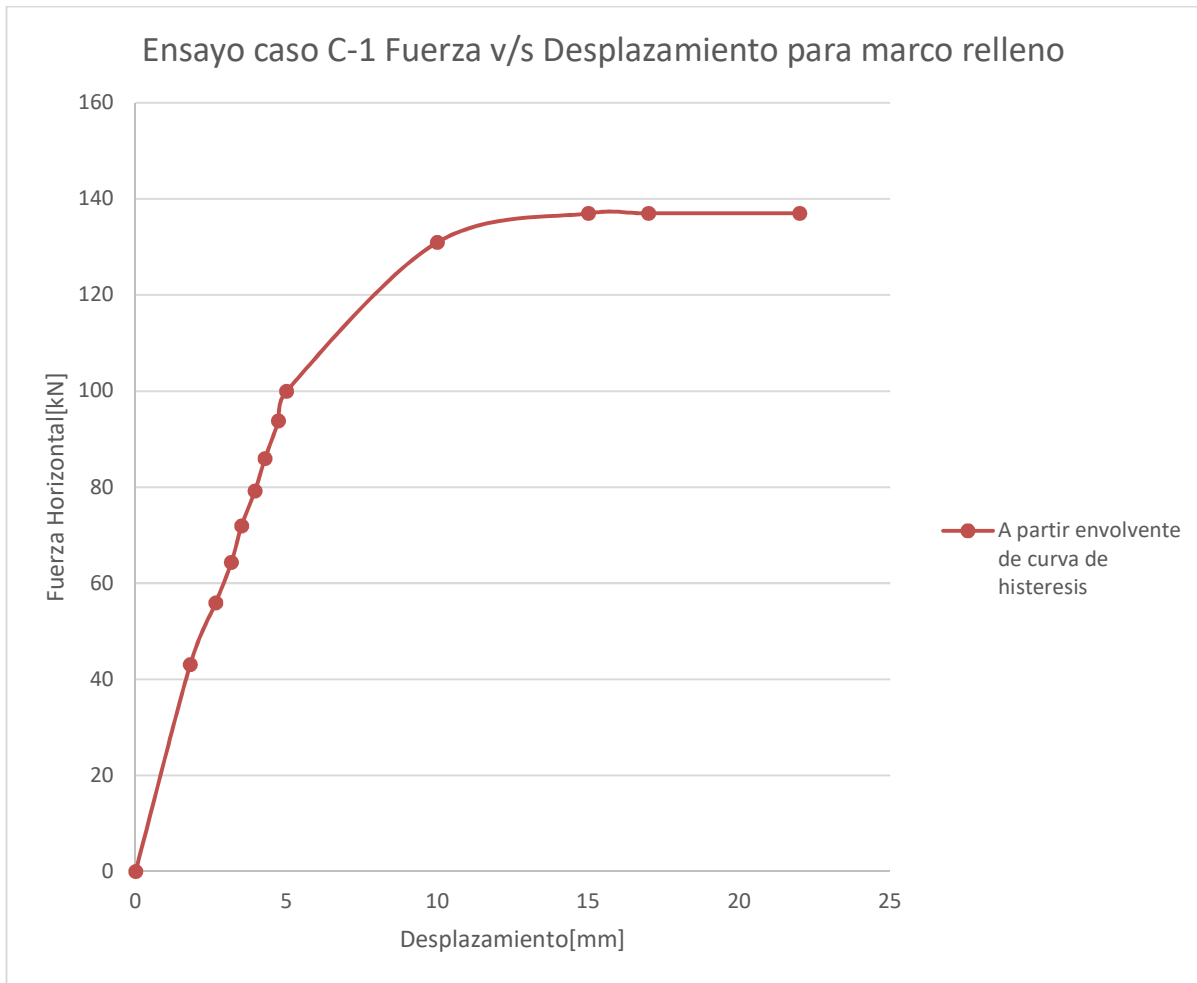


Ilustración 23: Curva envolvente de fuerza v/s desplazamiento de resultados de [1].

Se observa a partir de la Ilustración 23 que el muro alcanza un máximo de carga alrededor de los 15 mm llegando hasta un desplazamiento ultimo cercano a los 23 mm aproximadamente. Los autores no especifican si el ensayo fue detenido en ese punto por alguna razón de protocolo de ensayo, o por un deterioro avanzado del sistema, por lo cual no queda claro cuál es la capacidad de deformación inelástica del sistema. Tampoco especifican que sucede con el muro a medida que aumenta la carga lateral.

4. CASOS PARA EL DISEÑO DE UN MODELO SIMPLIFICADO

ETABS es uno de los softwares de diseño más usados en nuestro país, por lo tanto es necesario conocer la capacidad de este software a la hora de diseñar los muros de albañilería confinada con perfiles de acero. Es por esto que se generan modelos de marcos de acero con y sin relleno de albañilería en el software de análisis estructural ETABS 2016 para averiguar si es posible generar un modelo en ETABS a ser usado como herramienta de diseño, comparándolo con un modelo en elementos finitos más sofisticado en DIANA ya que estos últimos no son prácticos como herramienta de diseño.

La geometría del modelo generado en ETABS 2016 fue la misma que la de Markulak et al. [1].

El marco de acero tiene la misma sección transversal y propiedades mecánicas que la del ensayo realizado por Markulak et al. [1].

4.1. Modelo de marco sin relleno

Se hacen distintas consideraciones con respecto a las rotulas plásticas que se pueden formar en las vigas y columnas del marco de acero de modo de generar un modelo que tome en cuenta la fluencia del acero. Se genera un modelo con las dimensiones geométricas y características de los modelos del ensayo realizado por Markulak et al. [1].

Se genera un marco con rotulas plásticas para considerar los modos de falla del marco. En ETABS es posible acoplar las rotulas plásticas producto de solicitaciones combinadas como momento, torsión fuerza axial y de corte. Se utilizan la geometría como también las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en el ensayo realizado por Markulak et al. [1].

Se encuentran definidas en ETABS las rotulas que acoplan el efecto de la fuerza axial y flexión biaxial(P-M2-M3). La rotula plástica producida por el momento en el eje débil del elemento es llamada M3 en ETABS. Dado que el ensayo realizado es en el plano, bastaría con rotulas del tipo P-M3, pero esta disposición no está, sino que se debe considerar la flexión en el eje débil junto con la flexión en el eje fuerte.

La tensión de rotura del acero es de 483 MPa mientras que la tensión de fluencia considerada es de 337 MPa. En la Ilustración 24 se exhibe la curva tensión-deformación del acero utilizado. No se incluyeron “cachos” rígidos en los modelos realizados en ETABS. Las propiedades mecánicas

que fueron incluidas en el material de acero son el módulo de Young, módulo de corte, Poisson, la tensión de rotura y la tensión de fluencia.

Para más información consultar en la página de DIANA.

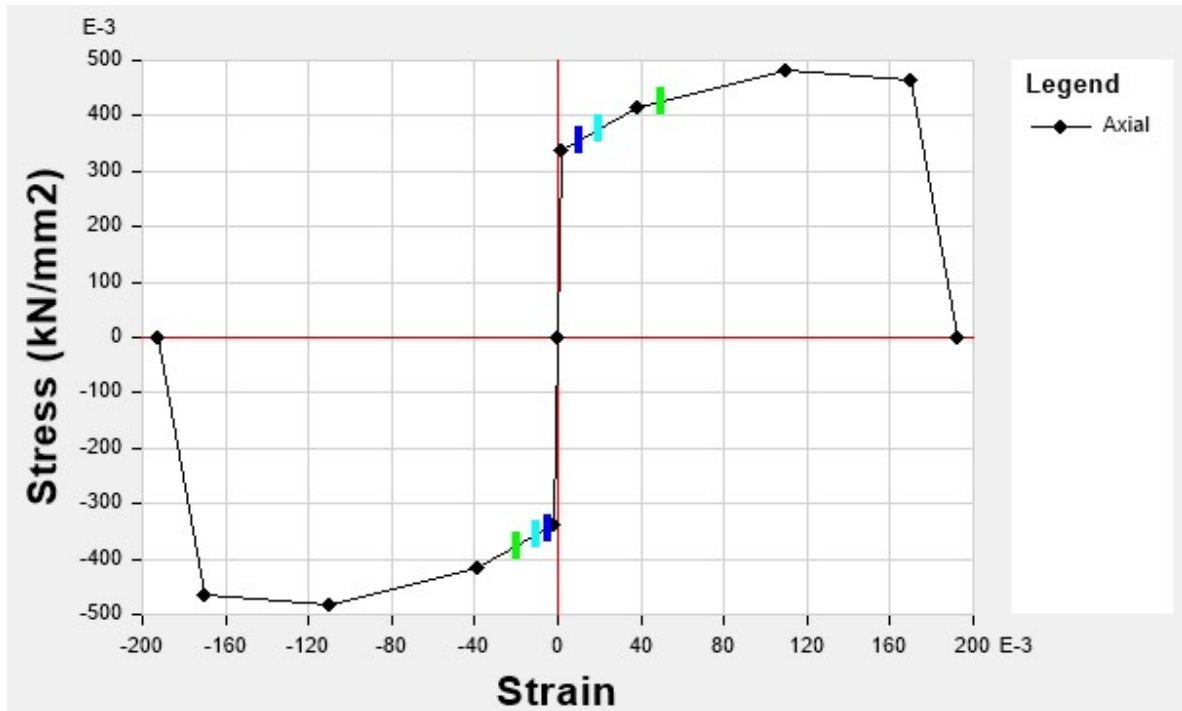


Ilustración 24: Curva tensión deformación de acero del marco de acero.

En la Ilustración 25 se presenta el modelo de un marco de acero con rotulas plásticas del software ETABS.



Ilustración 25: marco sin relleno considerando rotulas plásticas en ETABS.

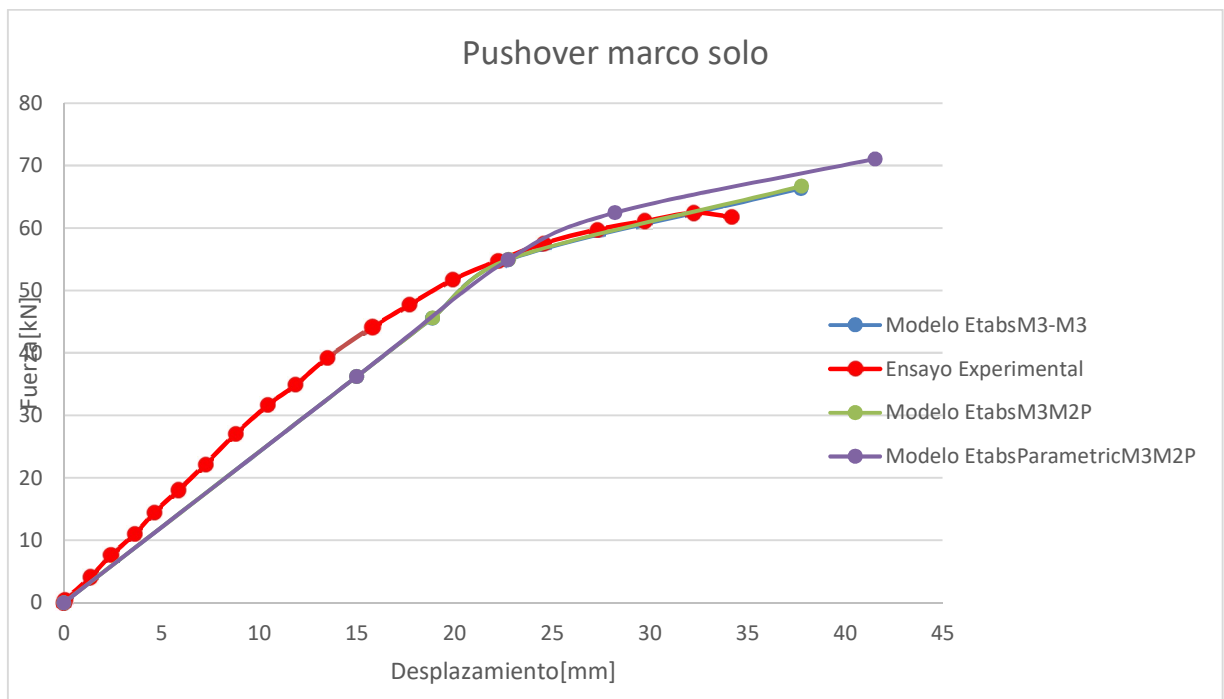


Ilustración 26: Comparación ensayo experimental con modelos ETABS

En la Ilustración 26 se observa que el modelo en ETABS considerando rotulas plásticas es capaz de simular de manera aproximada el comportamiento del marco sin relleno hasta un desplazamiento aproximado de 30 mm, pero los modelos independiente del tipo de rotula

considerada tienen un desplazamiento último mucho mayor que el ensayo experimental. El motivo podría ser que el ensayo fue detenido a un cierto nivel de carga, pero la razón no es clara. Se consideran rotulas plásticas generadas por flexión en el eje fuerte, eje débil y el efecto de la compresión del elemento de forma combinada de manera de representar de distintas formas la falla de los elementos. Además, se considera para el caso de rotulas M2-M3-P (que consideran la flexión en ambos ejes además de la compresión axial) dos opciones, una donde la curva de histéresis se mantiene constante para cada ciclo y otra en la cual se considera el efecto de la degradación del material (el caso paramétrico según la notación de ETABS).

4.2. Marco con albañilería

Se genera un modelo con las dimensiones geométricas y características de los modelos del ensayo realizado por Markulak et al. [1].

La albañilería fue considerada como un material ortotrópico con módulo de Young y módulo de corte cuyos valores fueron obtenidos a partir del valor de la compresión vertical del ensayo del murete (f_m') del ensayo experimental en conjunto con las fórmulas de la NCh2123. Además, se considera el criterio de fluencia Drucker-Prager para la albañilería a partir del ángulo de fricción interna igual a 18.7° obtenido del ensayo experimental realizado por Markulak et al. [1].

El muro fue considerado de tipo *shell thick* de acuerdo con ETABS, ósea considerando 3 grados de libertad de desplazamiento y 3 grados de libertad de giro. El *mesh* del muro fue de 10 divisiones tanto en la dirección vertical como horizontal del muro. No se incluyó ningún elemento entre el muro y el marco de acero.

El marco fue considerado empotrado en su base y el muro fue considerado simplemente apoyado. En la Ilustración 27 se exhibe la curva esfuerzo-deformación para la albañilería considerada en el modelo generado por el software ETABS a partir de los valores incluidos en el material como son en ángulo de fricción, el módulo de Young, el módulo de Poisson y el valor de la compresión obtenida del ensayo del murete.

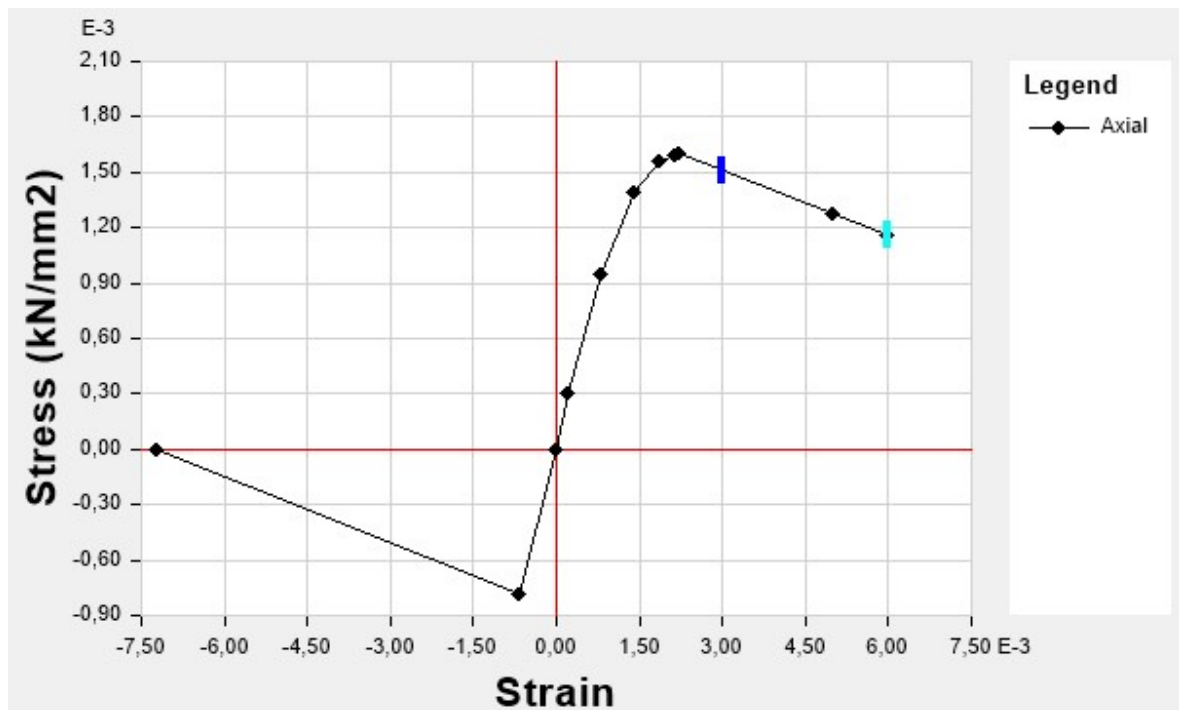


Ilustración 27: Curva esfuerzo-deformación de la albañilería.

4.2.1. Con Rotulas Plásticas

Se incluyen las diferentes opciones de rotulas plásticas en el modelo con el muro de albañilería para comparar los resultados con el ensayo experimental de Markulak et al. [1].

4.2.2.1 Con rotulas tipo M3

En la Ilustración 28 se observa el marco relleno con albañilería y se aprecian las rotulas plásticas tipo M3 (rotulas plásticas producidas por flexión en el eje fuerte).

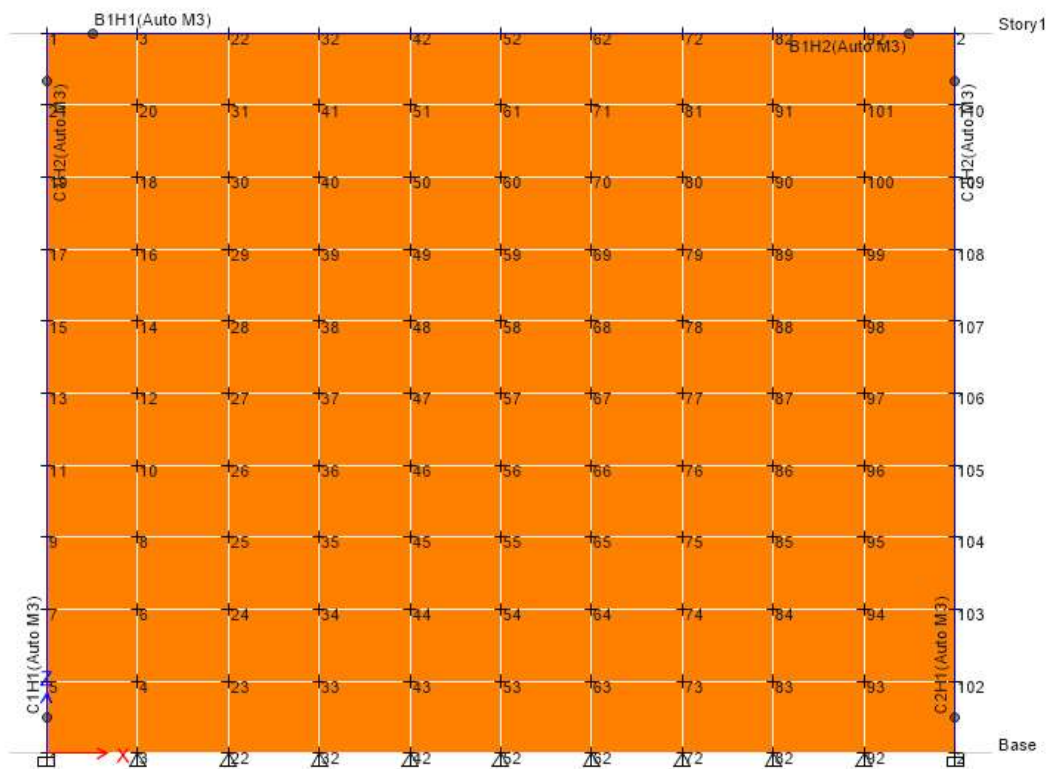


Ilustración 28: Modelo de ETABS considerando rotulas plásticas tipo M3

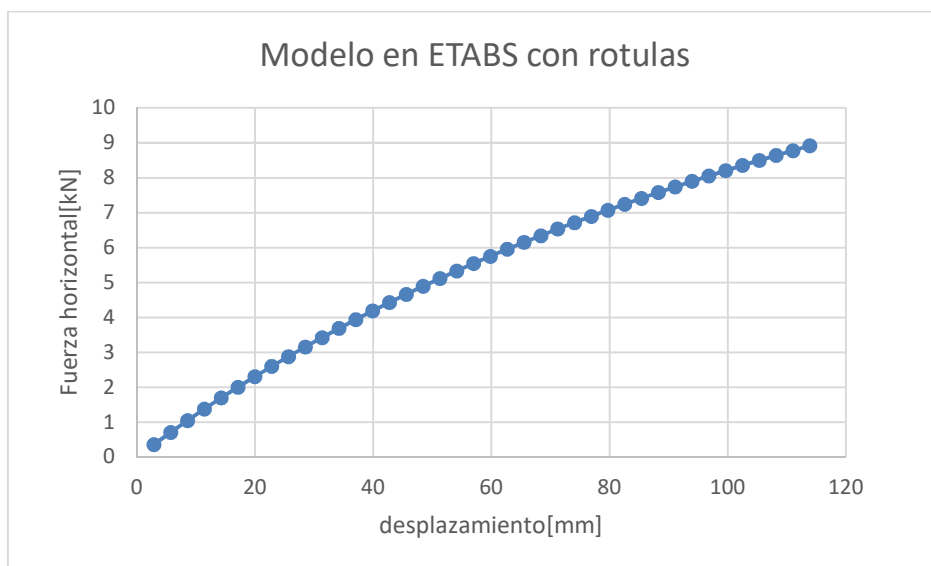


Ilustración 29: Resultado de push-over para marco considerando rotulas plásticas tipo M3.

Con otro tipo de rotula plástica distinta a la de tipo M3, ETABS no fue capaz de computar y entregar un resultado.

A partir de la Ilustración 29, al igual que para el caso sin rotulas plásticas se observa que el modelo no es capaz de considerar la no linealidad del muro de albañilería(Drucker-Prager) a pesar de haber incluida esta no linealidad en el material del muro. En la Tabla 10 se muestra la rigidez obtenida a partir del modelo realizado en ETABS.

Tabla 10: Rigidez de modelos realizados en ETABS.

Rigidez marco relleno con albañilería	[kN/mm]
Con rotulas plásticas tipo M3	23.36

4.3. Modelación de marco con albañilería con elementos finitos sofisticados

El modelo se generó en el código DIANA V10.1 y representa al muro construido y ensayado por Markulak et al. [1].

4.3.1. Descripción del modelo

El modelo tiene una separación de 10 mm entre marco y muro para que los nodos del muro y los del marco no coincidan y así asignar las distintas propiedades de interface o conexión que se busca representar. Por lo tanto, para cada nodo de la hilada de albañilería existe un nodo a la misma altura en la columna del marco. La conexión entre el marco y la albañilería fue mediante un elemento de interface que une estos dos en la horizontal el cual transmite solo fuerza de compresión.

Las dimensiones del *mesh* del muro fueron escogidas para que coincidieran con los modelos realizados en ETABS y además existiera una relación entre la cantidad de bloques en el ensayo experimental con los modelos realizados en DIANA. El marco y el muro se conectan con elementos de interface con una alta rigidez a compresión ($3E+9$ MPa) y cercana a cero a tracción (30MPa) para así generar un marco a “tope” con la albañilería (Ilustración 30). Las columnas se encuentran empotradas en su base y el muro simplemente apoyado. La conexión entre las columnas y la viga es de momento.

En la Tabla 11 se presentan las propiedades del acero y la albañilería utilizadas en el modelo. Estas propiedades fueron obtenidas a partir de Markulak et al. [1] y consideraciones realizadas a partir de la normativa chilena para la albañilería.

Tabla 11: Propiedades de los materiales utilizados

Propiedades principales de materiales utilizados	MPa	Consideraciones
Compresión máxima del murete de albañilería (f_m')	1.6	
Módulo de elasticidad de la albañilería (E_m)	1600	$1000 * f_m'$, de acuerdo con NCh2123
Módulo de corte de la albañilería (G_m)	480	$0.3 * E$, de acuerdo con NCh2123
Módulo de elasticidad del acero (E_s)	210.000	
Tensión de fluencia del acero (f_y)	337	
Tensión última del acero S275 (f_u)	484	

En la Ilustración 30 se presenta la geometría del modelo además del *mesh* que fue generado, se aprecia la nomenclatura para los elementos de línea y elementos de área del modelo.

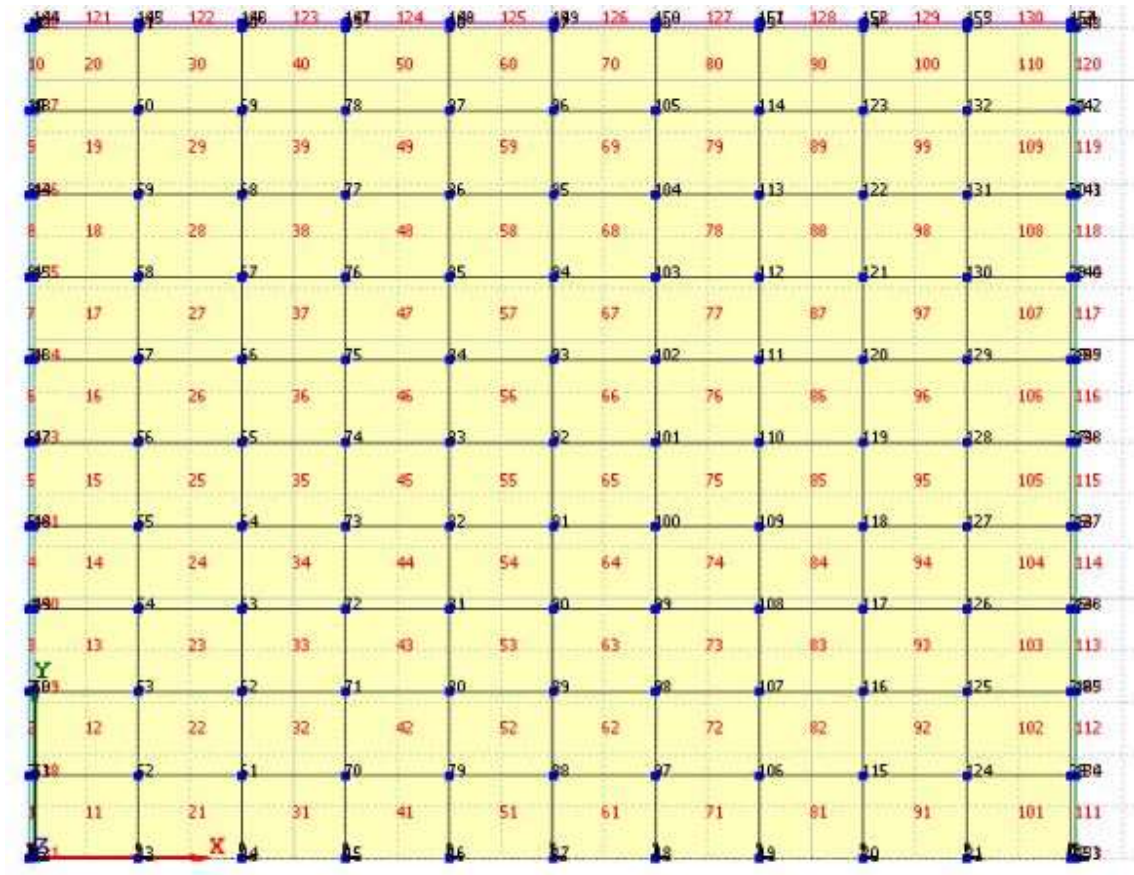


Ilustración 30: Modelo generado en software DIANA.

La viga y la columna de acero son elementos tipo *frame* de dos nodos con tres grados de libertad (desplazamiento en dos direcciones y rotación).

Se genera un elemento de interface entre la viga y la columna que es de tipo rígida que no permite rotación entre la viga y la columna (“cacho rígido”).

En la Ilustración 31 se muestran el diagrama que define el elemento de interface en la dirección axial (N4IF en DIANA) entre el muro y el marco.

Para los elementos de interface se genera una curva bilineal para representar la tracción y compresión normal y el desplazamiento relativo producido de tal forma que un pequeño esfuerzo de tracción genere un gran desplazamiento y un gran esfuerzo de compresión genere un pequeño desplazamiento. Para el esfuerzo de corte del elemento de interface se considera una rigidez lineal de 30 MPa luego de la calibración realizada al comparar la curva fuerza v/s desplazamiento

experimental con la del modelo. El dominio del diagrama debe cubrir los dominios del desplazamiento relativo usados en el cálculo. Esto se aprecia en la Ilustración 31.

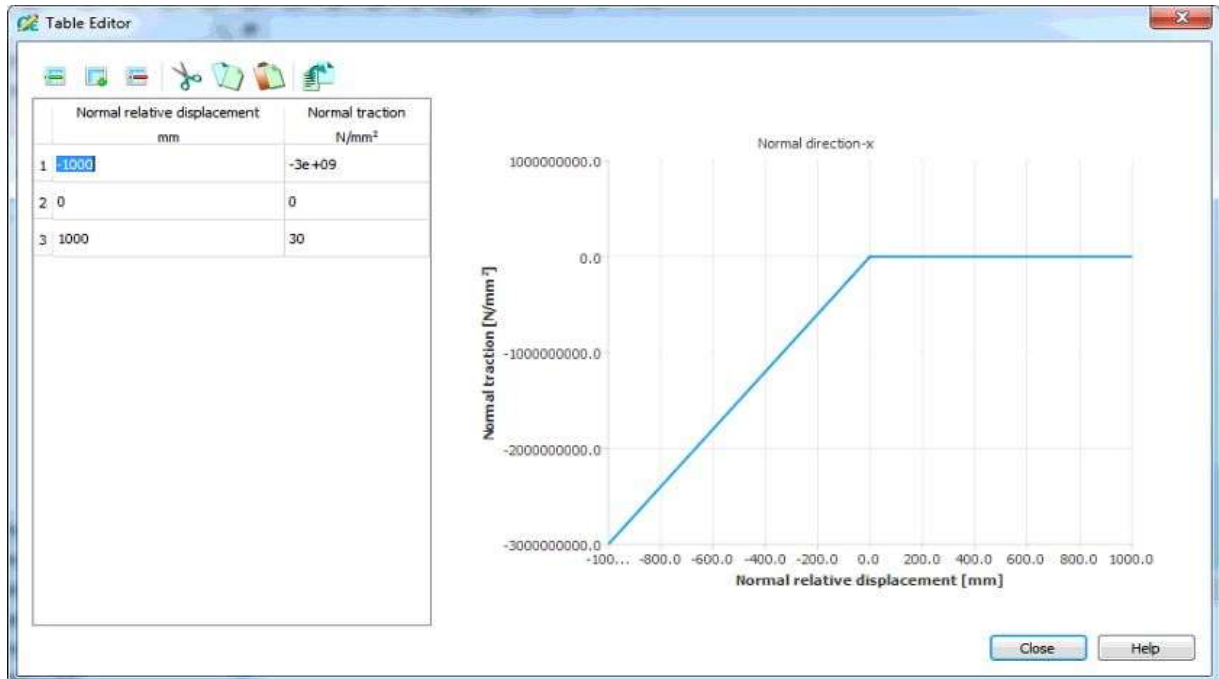


Ilustración 31: Curva de comportamiento de conexión marco-muro.

Para la conexión entre el marco y la albañilería, se considera la compatibilización de deformaciones entre nodos adyacentes, compatibilizando los desplazamientos en ambas direcciones (X e Y) y la rotación ya que las albañilerías con el marco están en contacto.

La albañilería se modela con elementos *plain stress*(2D) de 4 nodos isoparametricos (2 grados de libertad de desplazamiento) y 4 puntos de integración de Gauss (elementos Q8MEN de DIANA).

Para almacenamiento de los resultados se usó un análisis de fases o por etapas, el cual permite escoger que elementos están presentes en cada fase, guardando las deformaciones y esfuerzos internos cuando se avanza a la siguiente fase. En este caso, la primera fase se activó únicamente el muro y se aplicó el peso propio, sin la consideración del marco de acero, para de esta forma tomar en cuenta la metodología constructiva en la cual el peso propio del muro no genera esfuerzos sobre el marco de acero. Posteriormente en la segunda fase se activan los elementos del marco de acero y la carga lateral es aplicada en el nodo superior del marco, ver Ilustración 32.

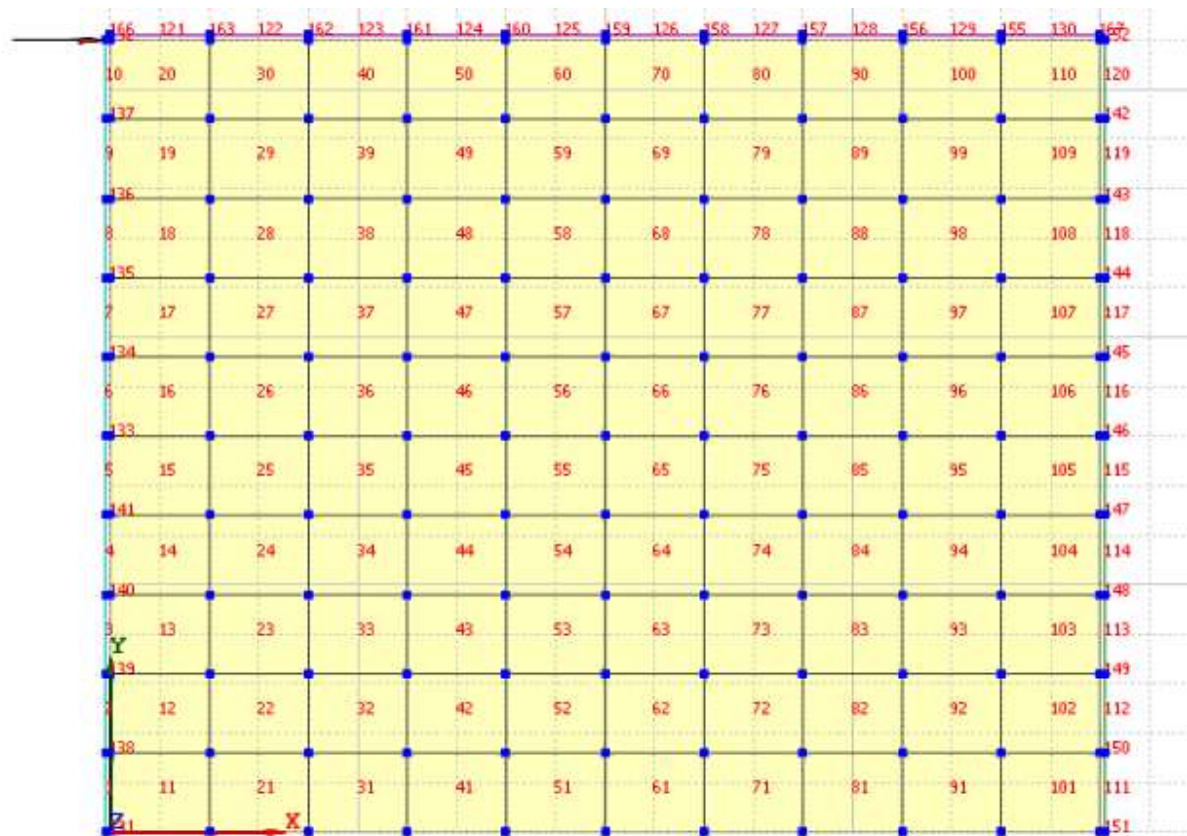


Ilustración 32: Modelo en DIANA, nodo de aplicación de la carga.

4.3.2. Protocolo de carga

En cuanto a la aplicación de la carga, inicialmente se aplica el peso propio del muro solo sobre los elementos del muro, sin la consideración del marco de acero (fase 1). Posteriormente la carga lateral fue aplicada al conjunto del marco y el muro (fase 2).

El protocolo de carga fue una aplicación directa, en una dirección, en el nodo superior del marco de forma incremental hasta alcanzar un valor de 150[kN] (valor mayor que el máximo que alcanza el muro en el ensayo experimental realizado por Markulak et al. [1]).

4.3.3. Marco de acero

El material del marco de acero fue modelado como plasticidad y endurecimiento de Von Mises el cual es capaz de representar a materiales dúctiles como el acero y es parte de los criterios de falla ya definidos en DIANA. Este criterio dice que un punto del material fluirá cuando la energía por unidad de volumen de ese punto supere un cierto umbral.

Los valores requeridos para definir las propiedades mecánicas del acero son los valores de fluencia (f_y) y esfuerzo ultimo (f_u) especificados en la Tabla 11 además del módulo de Poisson. Estos valores son usados para el diseño estructural y para la definición de rotulas plásticas.

4.3.4. Estudios exploratorios de modelo de material de la albañilería

En un inicio a parte del modelo Rankine-Hill para la albañilería se considera el modelo Mohr-Coulomb modificado como opción debido a que éste considera el confinamiento al que está sujeto el material, pero los resultados no fueron satisfactorios. Los parámetros necesarios para este modelo son el ángulo de fricción y la cohesión, para el ángulo de fricción se considera el valor obtenido en el ensayo realizado por Markulak et al. [1]. El modelo no capturaba la falla ni tampoco era capaz de representar el comportamiento no lineal del modelo a pesar de variar los valores para la cohesión en repetidas ocasiones. En la Ilustración 33 se observa la infructuosa calibración para el modelo utilizando el material Mohr-Coulomb para la albañilería. Para el análisis 1 fue considerado un valor de cohesión de 0.16, un ángulo de fricción interna de 0.314 rad y un módulo de Young de 2800 MPa. Para el análisis 2 fue considerado un valor de cohesión de 0.84, un ángulo de fricción interna de 0.7 rad y un módulo de Young de 1600 MPa.

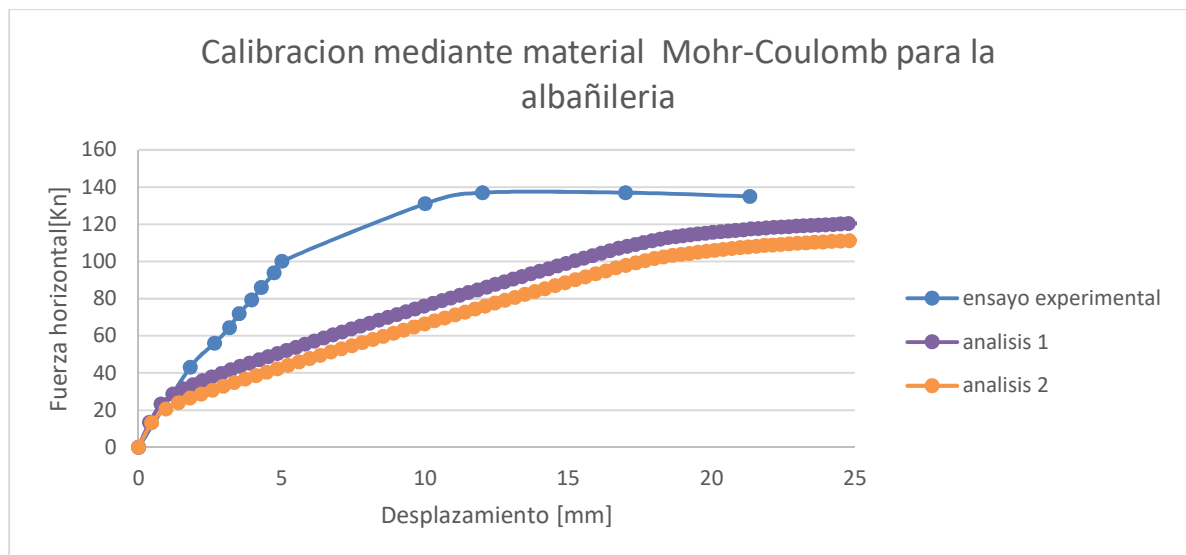


Ilustración 33: Calibración de ensayo experimental usando material Mohr-Coulomb para albañilería.

4.3.5. Consideraciones del material de la albañilería

Se escoge el modelo de material Rankine-Hill-anisotrópico, ya que se hicieron estudios previos usando otros materiales y este era la ley constitutiva con los parámetros de entrada con que se contaba y además se ajustaba de mejor manera a la curva experimental del ensayo descrito por Markulak et al. [1].

Este es un material enfocado a análisis de esfuerzos planos, el cual puede capturar fuerzas y tensiones en las diferentes direcciones ortogonales y está basado en la plasticidad de superficies múltiples.

El modelo considera un criterio de fluencia anisotrópica de Rankine combinado con un criterio de compresión anisotrópica de Hill.

Estas superficies se derivan de los criterios de fluencia de Rankine (para tracción) y Hill (para compresión), tal como se puede ver en la Ilustración 34. En la Ilustración 34 se observan las superficies de fluencia que definen el material tanto para tracción como para compresión y cómo se comportan a medida que varía el esfuerzo de corte. A medida que aumenta el esfuerzo de corte la superficie que define la fluencia disminuye.

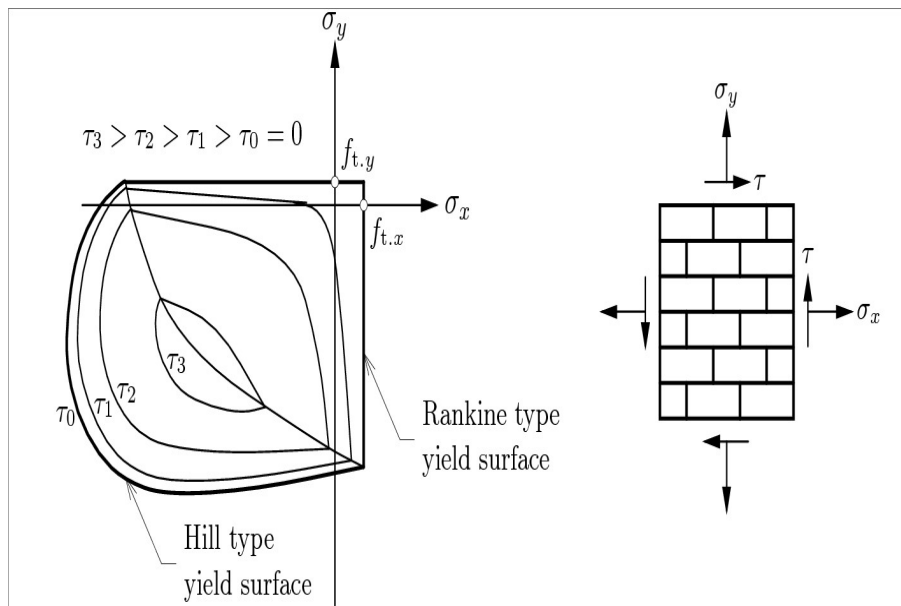


Ilustración 34: Modelo de falla para material Rankine-Hill.

La curva tensión deformación(*stress-strain*) es considerada de la forma que se exhibe en la Ilustración 35. Se observa que el *hardening*(endurecimiento) es considerado de forma parabólica y el *softening*(ablandamiento) se modela siguiendo un comportamiento parabólico y luego forma exponencial, esto se aprecia en la Ilustración 35. Los parámetros que aparecen en la Ilustración 35 son requeridos como *input* a la hora de definir el material siendo los más relevantes $f_{c,i}, \kappa_p, \sigma_p, G_{f,i}$.

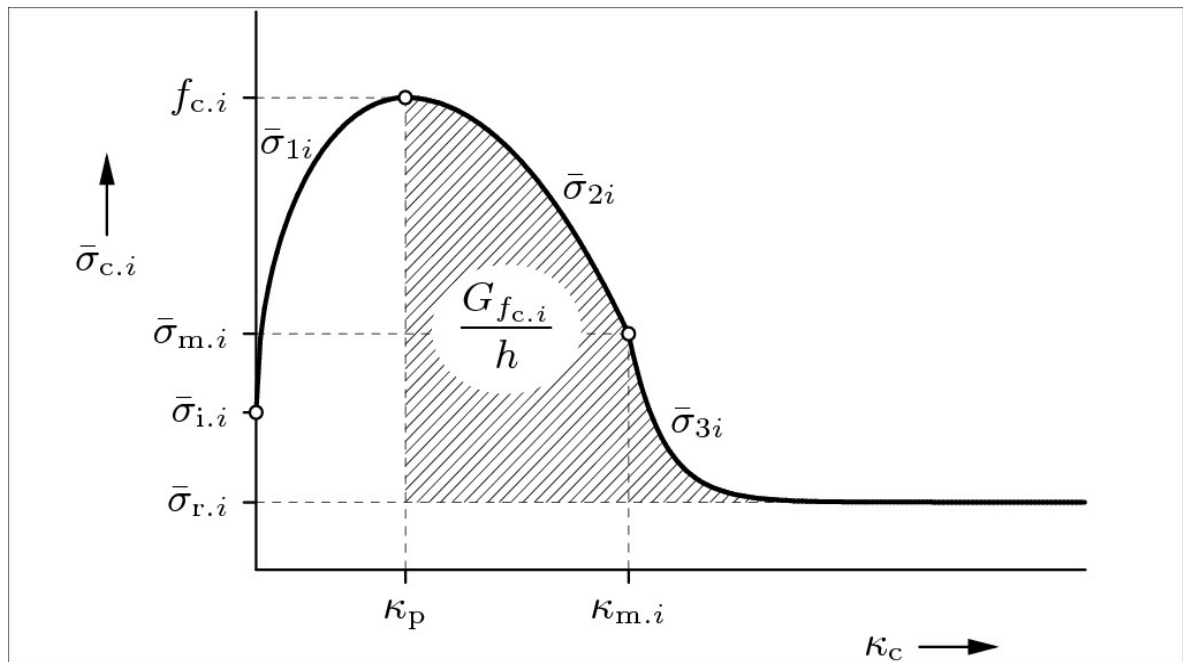


Ilustración 35: Criterio de endurecimiento y ablandamiento modelo Rankine-Hill.

La Tabla 12 muestra los parámetros de referencia empleados para la albañilería de acuerdo con DIANA. Estos valores son usados inicialmente a la hora de realizar la calibración del ensayo experimental con el modelo.

Tabla 12: Valores de referencia proporcionados por DIANA para la albañilería

Young's modulus	E	8000	N/mm ²
Poisson's ratio	ν	0.15	
Tensile strength in x -direction	$f_{t,x}$	0.25	N/mm ²
Tensile strength in y -direction	$f_{t,y}$	0.35	N/mm ²
Compressive strength in x -direction	$f_{c,x}$	8.5	N/mm ²
Compressive strength in y -direction	$f_{c,y}$	8.5	N/mm ²
Rankine fracture energy in x -direction	$G_{f_{t,x}}$	0.018	N/mm
Rankine fracture energy in y -direction	$G_{f_{t,y}}$	0.054	N/mm
Hill fracture energy in x -direction	$G_{f_{c,x}}$	15.0	N/mm
Hill fracture energy in y -direction	$G_{f_{c,y}}$	20.0	N/mm
Equivalent plastic strain	κ_p	0.0012	

Donde los parámetros representan:

- f_{tx_r} y f_{ty_r} representan la resistencia a la tracción en la dirección x e y respectivamente.
- f_{cx_r} y f_{cy_r} representan la resistencia a la compresión en la dirección x e y respectivamente.
- G_{ftx_r} y G_{fty_r} representan las energías de fractura para el modelo Rankine en las direcciones x e y respectivamente.
- G_{fcx_r} y G_{fcy_r} representan las energías de fractura para el modelo Hill en las direcciones x e y respectivamente.
- κ_p representa la deformación residual relativa del material. Su rango es desde el 1% al 20%.
- SHEXPM(m): Es el parámetro m de la super-hipérbola de Rankine-Hill. Su valor varía entre 2 y 32.
- SHEXPN(n): Es el parámetro n de la super-hipérbola de Rankine. Su valor varía entre 2 y 32.

De acuerdo con DIANA, la energía disipada debe ser normalizada, para eso se asume que el trabajo inelástico se distribuye uniformemente sobre un largo h como sigue:

$$g_f = \frac{G_f}{h}$$

donde h está relacionado al área de un elemento finito A_e (en este caso las dimensiones del bloque de albañilería):

$$h = \alpha_h \sqrt{A_e}$$

y α_h tiene un valor de 1 para elementos cuadráticos (bloque cuadrado) y $\sqrt{2}$ para elementos rectangulares .

En la etapa de calibración, los parámetros iniciales para la albañilería fueron los mismos que los informados por la Tabla 12, excepto por el valor del módulo de Young, el que fue reemplazado por el obtenido a partir del f_m' de los ensayos a los muretes en Markulak et al. [1] junto con la normativa chilena para la albañilería obteniéndose un valor de 1600 [MPa] para el módulo de Young de la albañilería .

A veces el modelo Rankine-Hill no logra la convergencia local para incrementos elevados de tensión. La solución para esto es disminuir el paso de carga global o bien generar una rutina de sub pasos aplicados en los puntos con problemas de convergencia. Se opta por la segunda opción de forma de no tener un número de pasos demasiado elevados.

4.3.6. Modelo marco solo

Se genera el modelo en DIANA del marco solo para conocer su capacidad y la ductilidad de este.

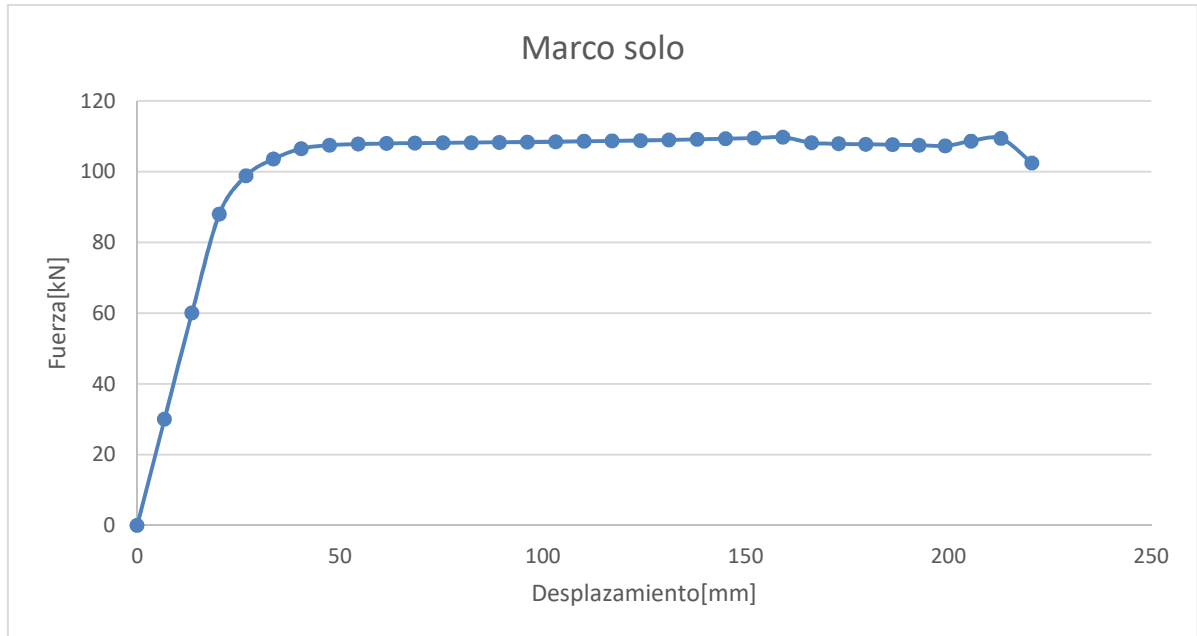


Ilustración 36: Curva fuerza v/s desplazamiento marco solo en DIANA.

En la Tabla 11 se presentan las propiedades mecánicas del acero incorporadas al modelo.

En el punto 4.3.3 se exhiben la forma en que fue modelado el material del acero.

Se observa una capacidad máxima de 110 kN y un desplazamiento ultimo de 22 cm.

4.3.7. Calibración del modelo

Luego de calibrar los distintos parámetros del modelo para ajustarlos a la curva de la Ilustración 23 obtenida de Markulak et al. [1] se obtienen los parámetros de la Tabla 13. Se disminuye en un 25% para el módulo de Young(E_m) y en un 46% el módulo de corte (G_m) en comparación con la Tabla 12. Esto significa que $E_m=750 \cdot f_m'$ y $G_m=0.183 \cdot f_m'$ ambos factores menores que los recomendados por la norma NCh2123. Para la obtención de los valores para el módulo de Young(E_m) y módulo de corte(G_m) se calibra el rango lineal de la curva fuerza v/s desplazamiento entre el modelo y el ensayo experimental.

Tabla 13: Parámetros Rankine-Hill calibrados de la albañilería.

Young's modulus	E	1200	N/mm ²
Poisson's ratio	ν	0,15	
Tensile strength in x -direction	$f_{t,x}$	0,14	N/mm ²
Tensile strength in y -direction	$f_{t,y}$	0,2	N/mm ²
Compressive strength in x -direction	$f_{c,x}$	1,8	N/mm ²
Compressive strength in y -direction	$f_{c,y}$	2	N/mm ²
Rankine fracture energy in x -direction	$G_{ft,x}$	0,05	N/mm
Rankine fracture energy in y -direction	$G_{ft,y}$	0,081	N/mm
Hill fracture energy in x -direction	$G_{fc,x}$	2	N/mm
Hill fracture energy in y -direction	$G_{fc,y}$	2	N/mm
Equivalent plastic strain	κ_p	0,008	
Shear modulus	G	220	N/mm ²

En la Ilustración 37 se muestra la curva que se obtiene del modelo luego de la calibración junto con la del ensayo experimental realizado por Markulak et al. [1]. Se observa que tanto la curva experimental como el modelo presentan idéntico comportamiento en el rango elástico, carga máxima y desplazamiento último.

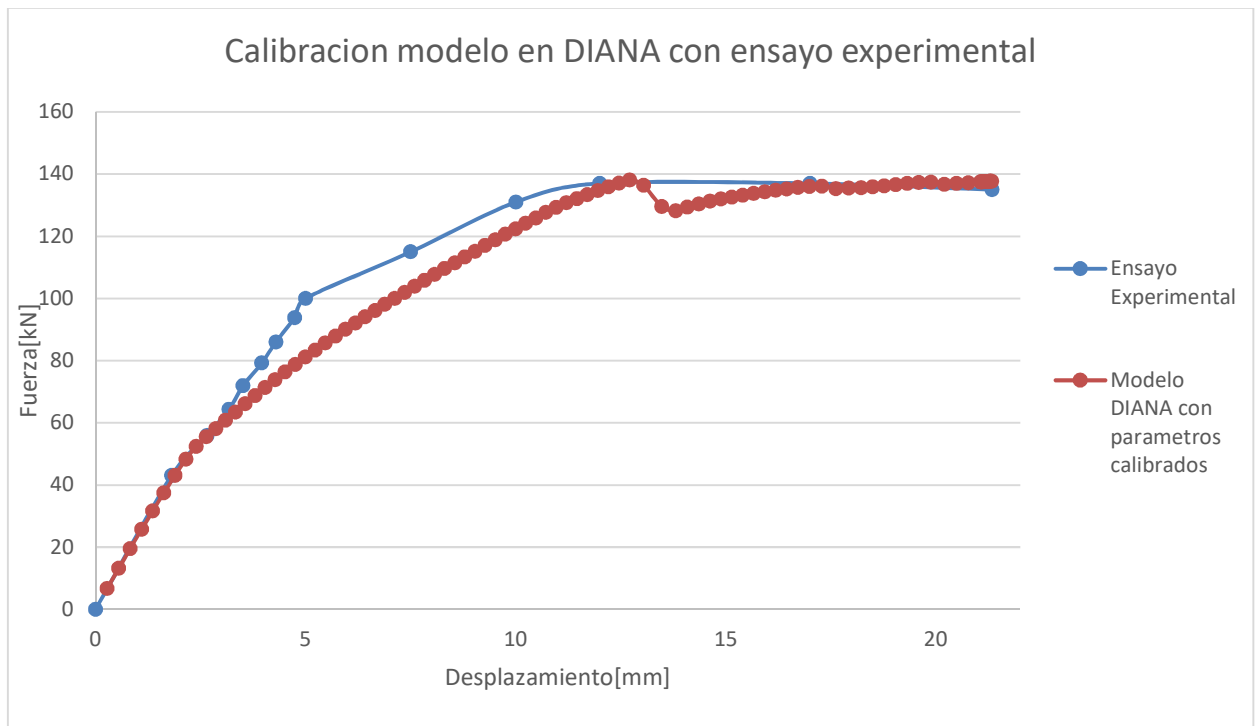


Ilustración 37: Comparación de ensayo experimental con modelo en DIANA.

En la Ilustración 38 se presentan las rectas que definen los mínimos y máximos valores del módulo de Young (E_m) a partir de la resistencia prismática a la compresión del ensayo del murete ($f_{m'}$). Por lo tanto, con el valor de $f_{m'}$ obtenido de Markulak et al. [1] junto con el factor numérico que define cada una de las rectas se obtuvieron los valores máximos y mínimos con los cuales se analiza la influencia en la variación del desplazamiento lateral del muro del módulo de Young.

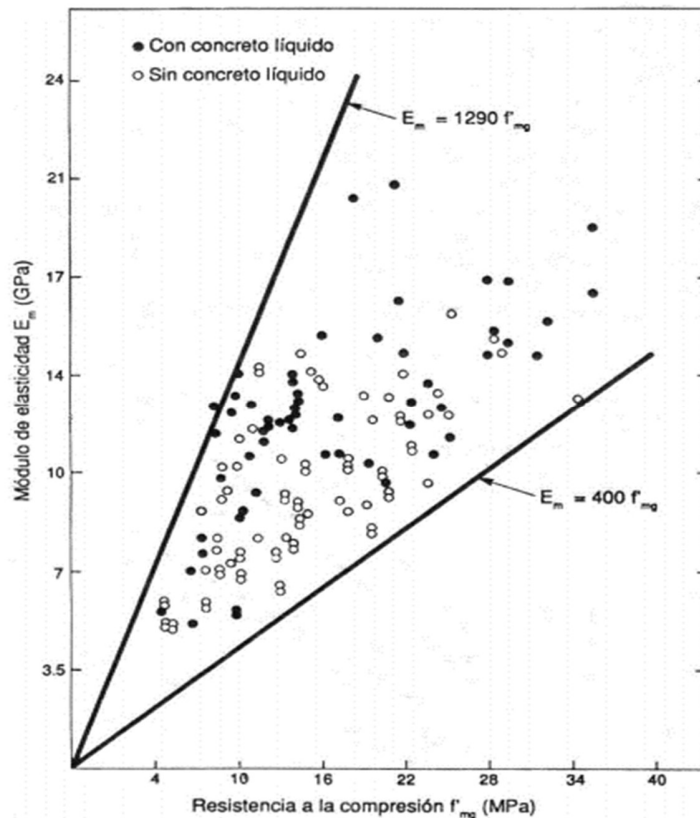


Ilustración 38: Envoltorio del módulo de Young para albañilería. Obtenida de [29]

En la Ilustración 38 se observan las rectas que definen los mínimos y máximos valores del módulo de corte (G_m) a partir de la resistencia básica al corte del ensayo del murete ($\tau_{m'}$). Por lo tanto, con los 3 valores de $\tau_{m'}$ obtenidos de Markulak et al. [1] junto con el factor numérico que define la recta se obtuvieron los valores máximos y mínimos con los cuales se analiza la influencia en la variación del desplazamiento del módulo de corte. Se calcula el promedio simple entre el máximo y mínimo valor del módulo de corte para con este valor promedio observar la influencia del parámetro analizado.

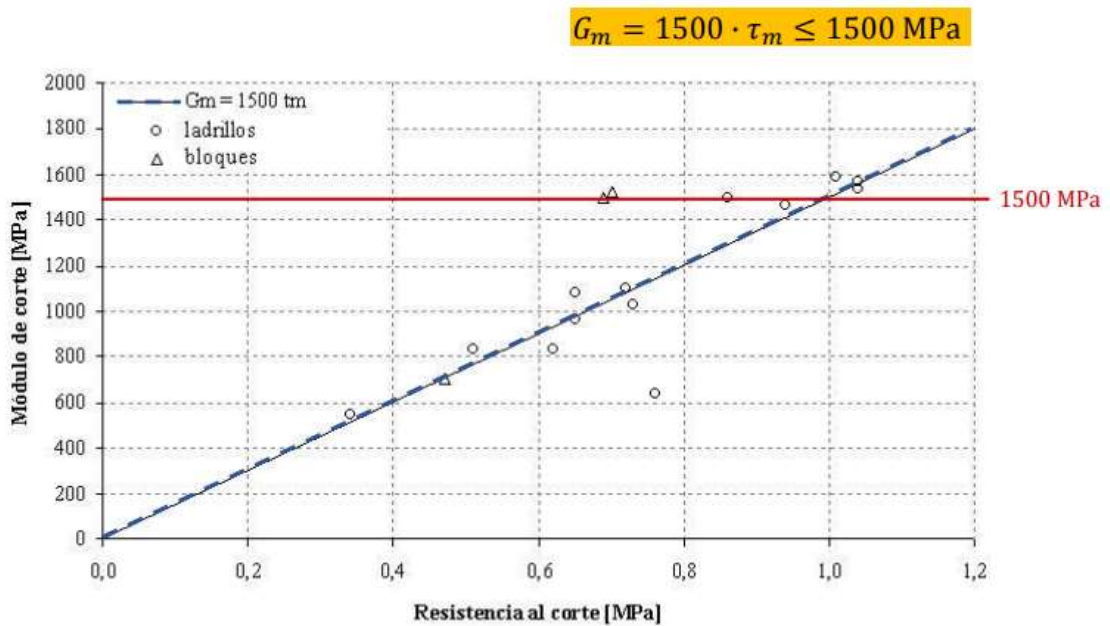


Ilustración 39: Envolvente de módulo de corte (G) de la albañilería. Obtenido de [29].

En la Ilustración 40, Ilustración 41 e Ilustración 42 se muestra un análisis de sensibilidad de los parámetros E_m , G_m y ν para la esquina superior izquierda del muro, nodo de aplicación de la carga y esquina derecha del marco respectivamente. Se consideran los valores mínimos, máximos y el promedio simple para cada una de estas variables de acuerdo con ensayos experimentales realizados en Chile, según la Ilustración 38 y la Ilustración 39. Los valores máximo, mínimo y promedio para el módulo de Poisson son 0.3; 0.15 y 0.2 respectivamente.

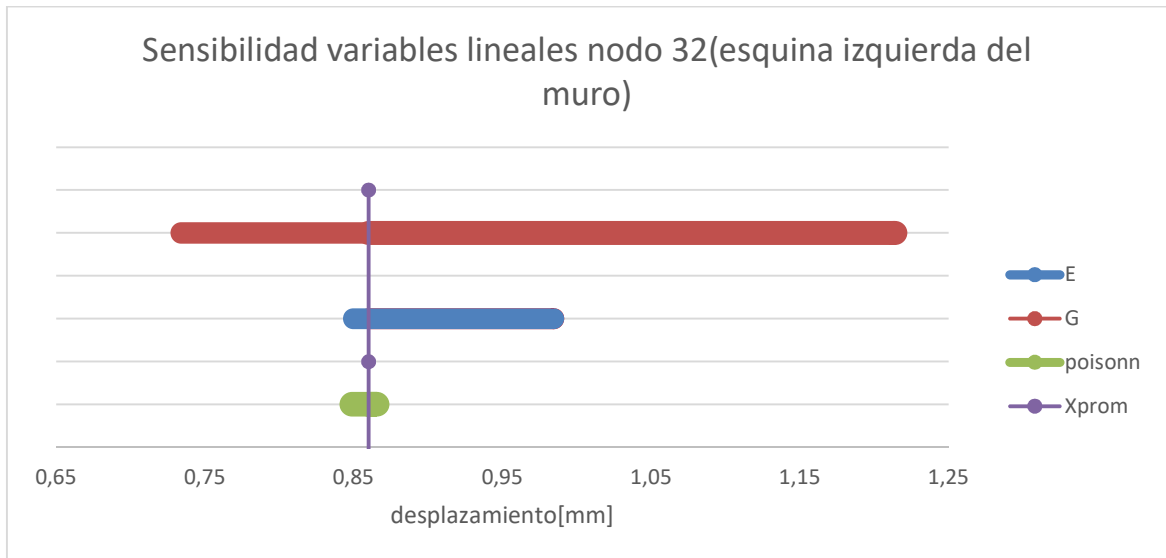


Ilustración 40: Sensibilidad variables lineal nodo 32 del modelo en DIANA (esquina superior izquierda del muro).

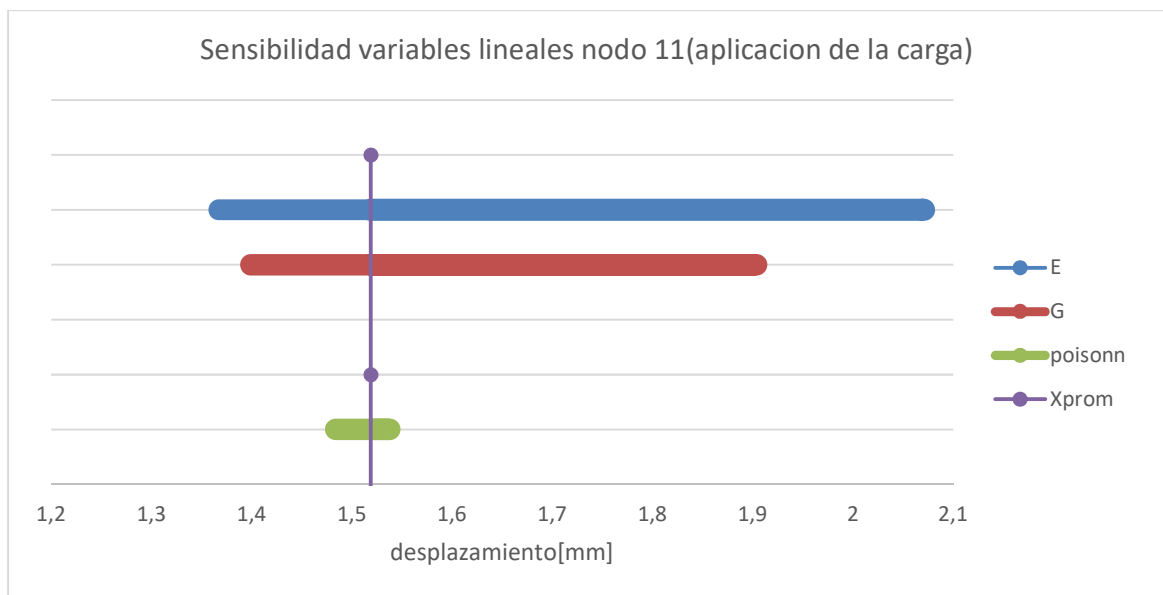


Ilustración 41: Sensibilidad variables lineal nodo 11 del modelo en DIANA (aplicación de la carga).

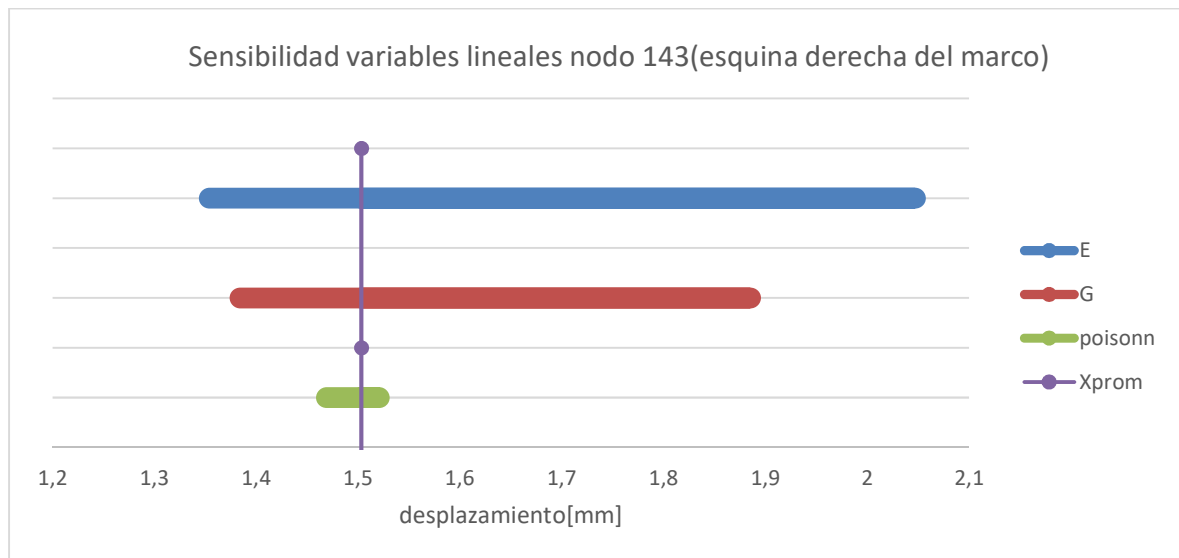


Ilustración 42: Sensibilidad variables lineal nodo 143 del modelo en DIANA (esquina derecha del marco).

En el anexo C se encuentran las ilustraciones de los esfuerzos en dirección X y los desplazamientos en la dirección X de la albañilería para los distintos pasos de los modelos realizados en DIANA.

4.3.8. Modelo con conectores de corte entre columnas de acero y muro de albañilería

Para representar los conectores entre el muro y las columnas se utiliza la propiedad *Rigid Link* que es parte del software DIANA en la cual se puede elegir qué grados de libertad se desean compatibilizar (3 desplazamientos y 3 rotaciones). En el modelo se compatibilizan los desplazamientos en el plano (ejes X e Y) entre el muro y el marco en los nodos donde se ubican los conectores. Se consideraron conectores cada 2 y cada 4 hiladas, los cuales conectaban la albañilería con el marco de acero por medio de compatibilización de los desplazamientos en el plano. Para aquellos nodos a los que se les aplicó el conector (*Rigid Link*) se les reemplazó la propiedad de conexión de interface previamente definida para el tipo de conexión a “tope” entre el muro y el marco.

En la Ilustración 43 se muestra la curva obtenida de los modelos en DIANA para el marco a tope, el marco con conectores cada 2 y cada 4 hiladas.

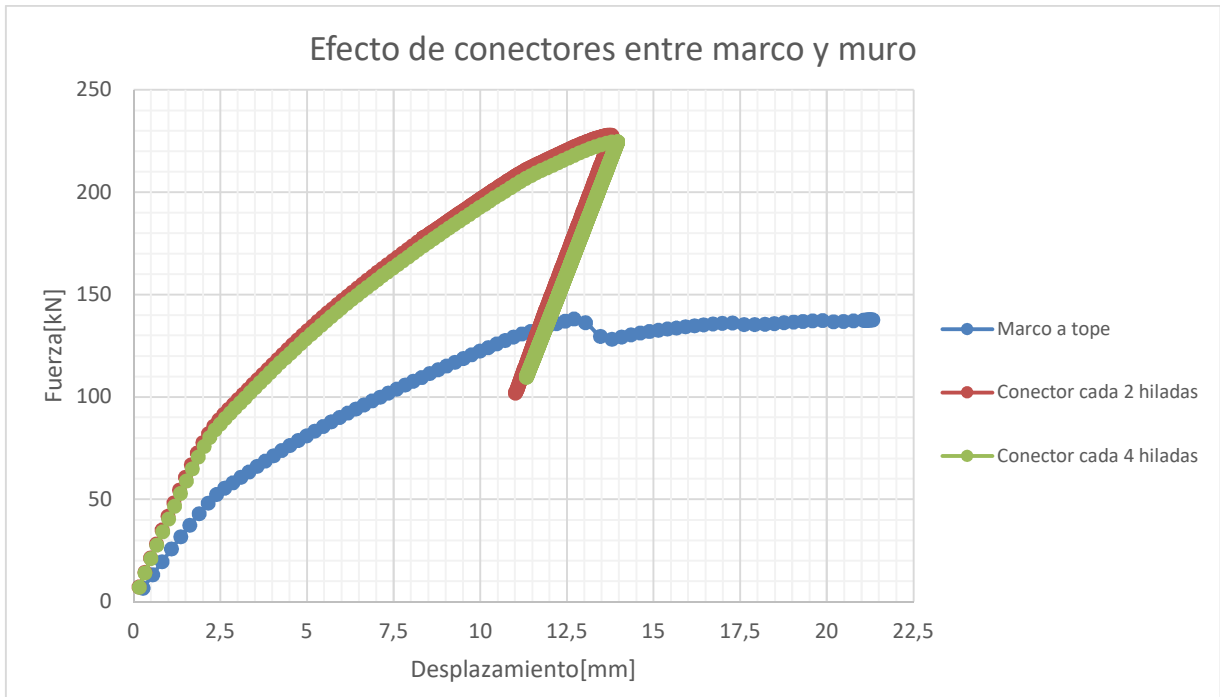


Ilustración 43: Comparación albañilería a tope v/s la inclusión de conectores de corte

4.3.4.1 Conector cada 2 hiladas

En el anexo C.4 se encuentran las ilustraciones de los esfuerzos en dirección x y los desplazamientos en la dirección x de la albañilería para los distintos pasos del modelo realizado en DIANA.

4.3.4.2 Conector cada 4 hiladas

En el anexo C.2 se encuentran las ilustraciones de los esfuerzos en dirección x y los desplazamientos en la dirección x de la albañilería para los distintos pasos del modelo realizado en DIANA.

4.3.9. Modelo con refuerzo horizontal en las juntas de mortero

Para la modelación de los refuerzos horizontales se usaron elementos tipo barra predefinidos en DIANA (L2TRU) los cuales son elementos uniaxiales que tienen una fluencia constante a un valor de deformación dado, se considera el acero como material de comportamiento bilineal como se puede observar en la Ilustración 44. Este elemento es seccionado para mejorar la interpolación de las tensiones.

En la Ilustración 45 se presenta la curva obtenida de los modelos en DIANA para el marco a tope, el marco con refuerzo horizontal cada 2 y cada 4 hiladas respectivamente.

El refuerzo considerado representa una escalerilla de tipo $\phi 4.2$ fabricado con acero AT56-50H de alta resistencia la cual tiene una sección transversal 0.279 cm^2 . Los refuerzos se conectan con ambas columnas del marco de forma horizontal.

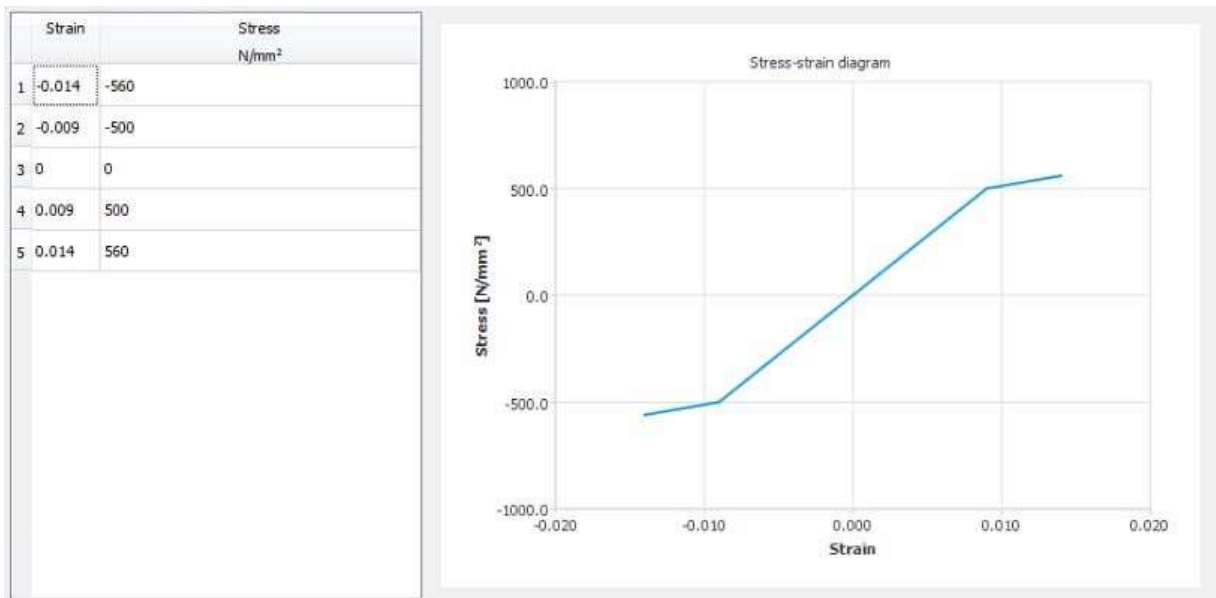


Ilustración 44: Curva esfuerzo-deformación de acero de refuerzo

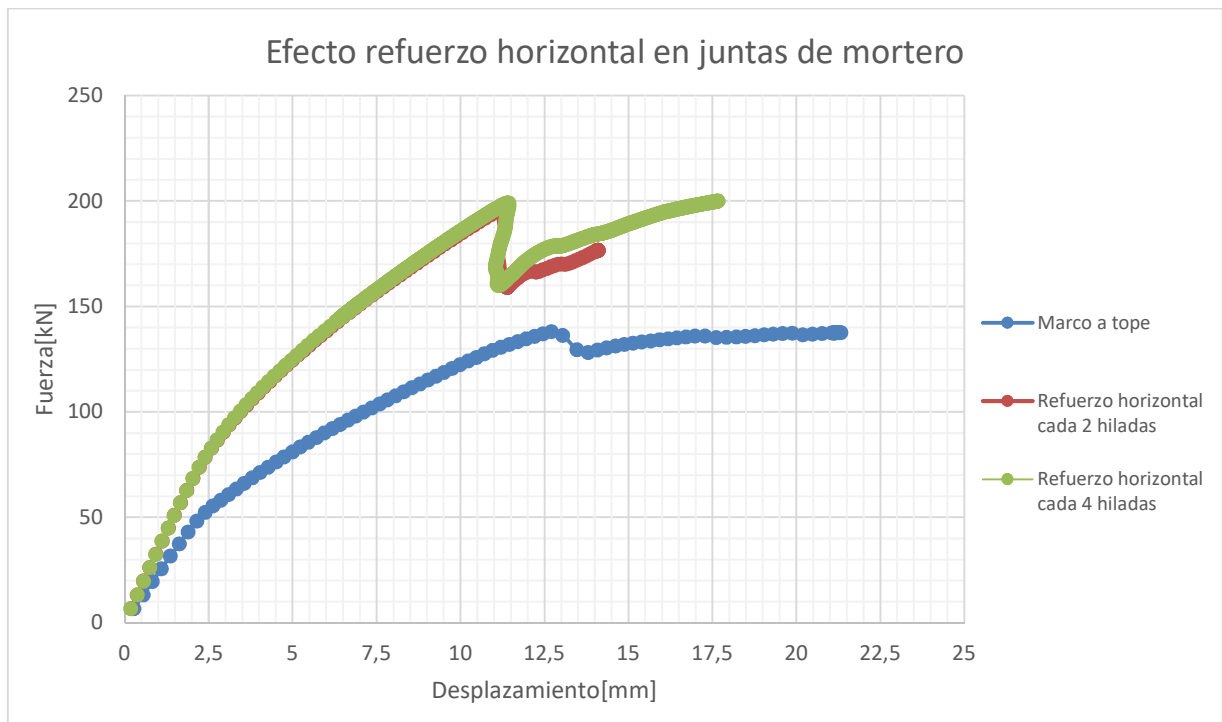


Ilustración 45: Comparación entre marco a tope v/s marco con refuerzo horizontal cada 2 y 4 hiladas.

4.3.5.1 Refuerzo horizontal cada 2 hiladas

En el anexo C.6 se encuentran las ilustraciones de los esfuerzos en dirección x y los desplazamientos en la dirección x de la albañilería para los distintos pasos del modelo realizado en DIANA.

4.3.5.2 Refuerzo horizontal cada 4 hiladas

En el anexo C.5 se encuentran las ilustraciones de los esfuerzos en dirección x y los desplazamientos en la dirección x de la albañilería para los distintos pasos del modelo realizado en DIANA.

4.4. Discusión del capítulo

A partir de la Ilustración 37 se puede concluir que el desplazamiento último y la carga máxima entre el modelo y el ensayo experimental coinciden, teniendo en cuenta que no se sabe con certeza si en el ensayo experimental el desplazamiento último es el reportado o se detuvo el ensayo antes de producirse la falla. En el rango lineal, hasta los 60 kN aproximadamente también existe un comportamiento similar. De acuerdo con el ensayo experimental, a los 60 kN se produce la primera grieta considerable diagonal por efecto del esfuerzo de corte, posteriormente se produjo un deslizamiento por falla del mortero y finalmente un aplastamiento de la albañilería en las esquinas comprimidas.

De la Ilustración 40 se puede concluir que el parámetro más relevante para el desplazamiento en el rango lineal del muro es el módulo de corte (G_m) para el muro de albañilería ya que es el parámetro que produce la mayor variación de desplazamiento.

De la Ilustración 41 e Ilustración 42 se observa que, para los nodos superiores del marco de acero, el parámetro lineal que tiene mayor influencia en el desplazamiento horizontal es el módulo de Young de la albañilería (E_m), esto difiere con lo observado en la Ilustración 40 donde el módulo de corte es más relevante. El valor del módulo de corte (G_m) también es, de todas formas, muy relevante en el rango lineal siendo levemente menor que el mismo módulo de Young (E_m), por lo tanto, para la calibración se deben considerar ambos valores.

Desde la Ilustración 46 a la Ilustración 48 expuestas por Barraza [17] a partir de ensayos de tipo “push over” realizados por Galleguillos, Valenzuela y Diaz (2010) muestran la curva fuerza v/s desplazamiento para tres tipos de muros de albañilería confinada con pilares y cadenas de hormigón. El muro construido es de 2.2 metros de ancho, 2 metros de alto y una cadena de 25 cm de espesor. La resistencia a la compresión de la unidad de albañilería, del mortero y del hormigón usado en las cadenas y pilares son 20 MPa, 27 MPa y 28 MPa respectivamente. En cada ilustración del ensayo se exhiben las curvas en ambos sentidos de éste (positivo y negativo según la nomenclatura ocupada). La diferencia entre los 3 muros ensayados son los espesores de los pilares, 20 cm para MV1, 14 cm para MV2 y 30 cm para MV3 y el espaciamiento de los estribos en las zonas críticas y zona central del pilar.

Tabla 14:Espaciamiento estribos para muros en ensayo de Galleguillos,Valenzuela y Diaz(2010)

Wall	Zona normal	Zona critica
MV1	$\phi 6@20$	$\phi 6@10$
MV2	$\phi 6@15$	$\phi 6@15$
MV3	$\phi 6@15$	$\phi 6@15$

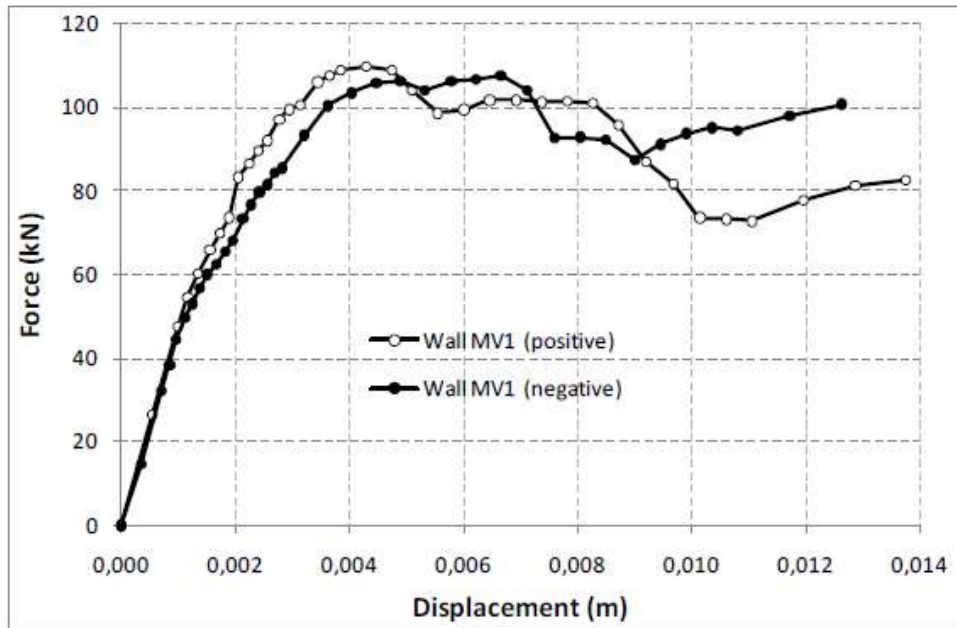


Ilustración 46:Galleguillos et al,2010, ensayo push-over a muro de albañilería confinada obtenida de Barraza [30].

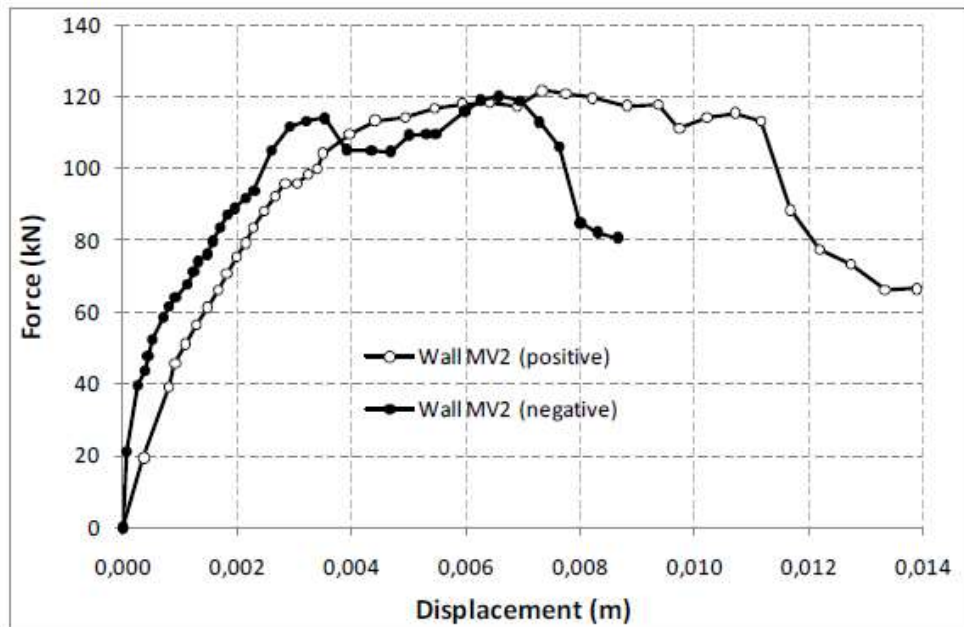


Ilustración 47: Galleguillos et al, 2010, ensayo push-over a muro de albañilería confinada obtenida de Barraza [30].

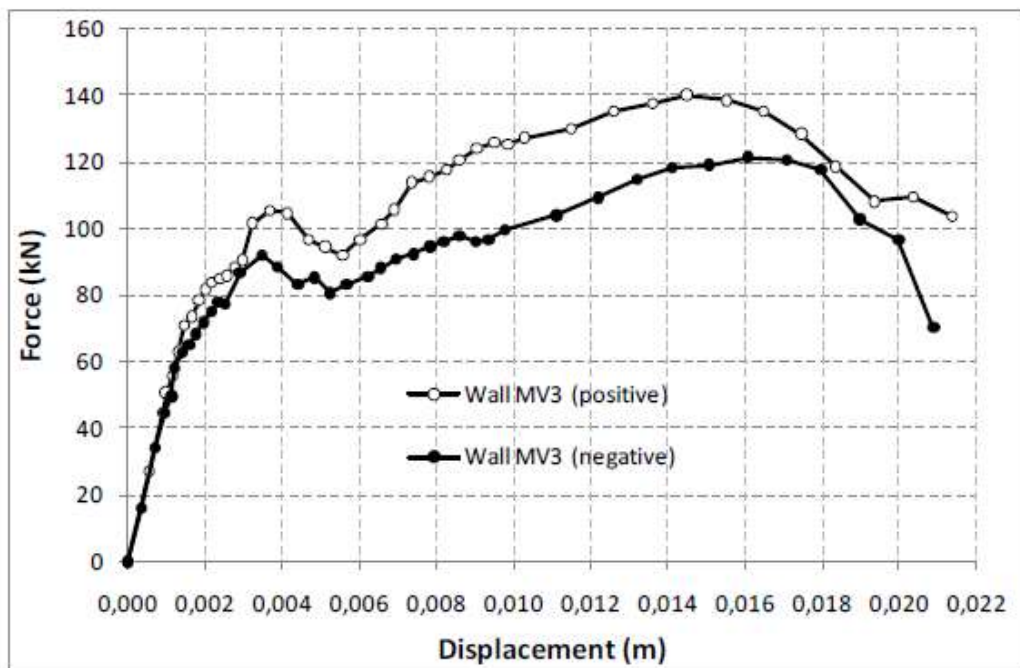


Ilustración 48: Galleguillos et al, 2010, Ensayo push-over a muro de albañilería confinada obtenida de Barraza [30].

Si se compara la curva del modelo en DIANA de la Ilustración 40 con las Ilustración 46 a la Ilustración 48 se observa un comportamiento similar ya que a un determinado desplazamiento existe una caída en la fuerza para posteriormente tener nuevamente un aumento en la resistencia (“endurecimiento”).

Esto se supone es producido por la transferencia de carga desde el muro (ya agrietado) al marco de acero. En el caso de los pilares de acero del caso de estudio, éstos tienen una sobre-resistencia importante dada por el tipo de acero.

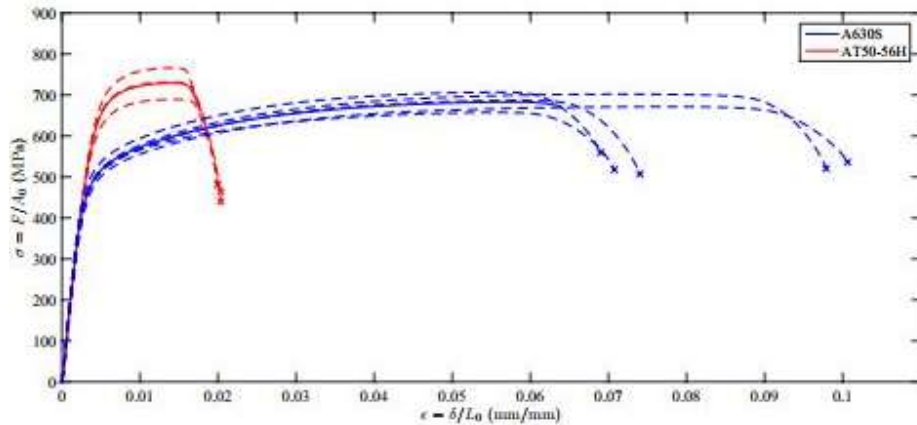


Ilustración 49: Curva típica tensión-deformación para acero AT56-50H (Nazar [19]).

En la Ilustración 49 se observa la curva tensión deformación para el acero utilizado de forma usual como refuerzo horizontal(AT50-56H) en muros de albañilería armada.

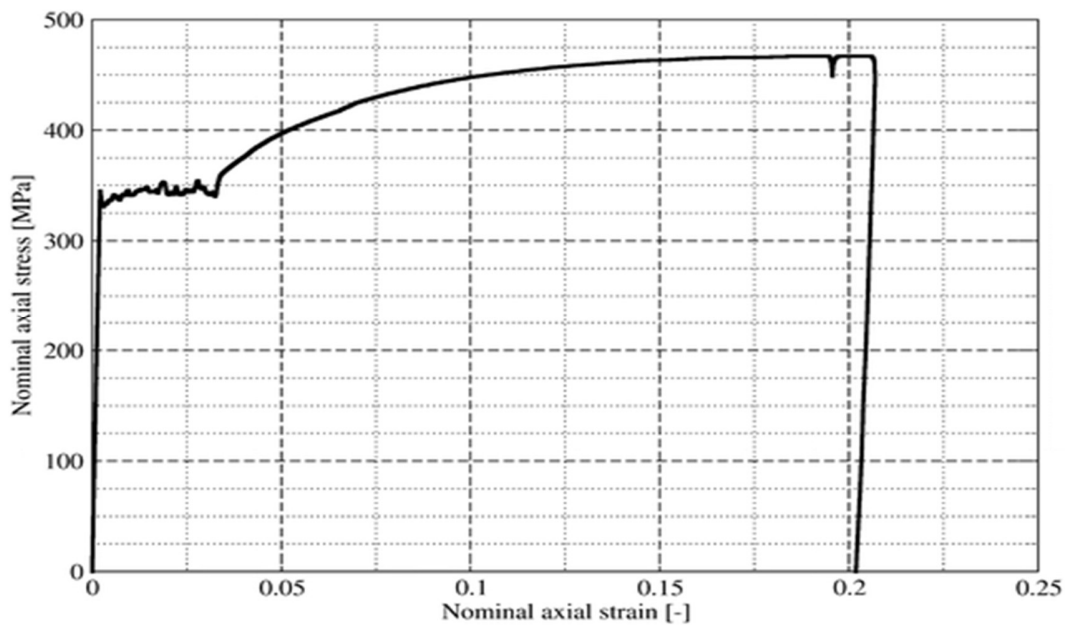


Ilustración 50: Genna y Gelfi [18].

En la Ilustración 50 se observa la curva tensión-deformación para el acero S275, el cual es utilizado en el ensayo experimental realizado por Markulak [1] como material del marco de acero.

Tabla 15: Valores máximos para el refuerzo horizontal y conectores.

Caso analizado	Carga máxima[kN]	Desplazamiento máximo[mm]
Escalerilla cada 2 hiladas	195.3	14.1
Escalerilla cada 4 hiladas	200.05	17.7
Conector cada 2 Hiladas	227.9	13.8
Conector cada 4 Hiladas	224.7	14
Marco a tope	138.1	21.3
Marco solo	110	220,56

A partir de la Tabla 15 se puede concluir que la inclusión de los conectores genera un aumento en la carga máxima de un 62 % para el caso con conectores cada 4 hiladas y de un 65 % para el caso con conectores cada 2 hiladas. De manera opuesta la inclusión de los conectores produce una disminución del desplazamiento máximo en un 52% para el caso con conectores cada 4 hiladas y de un 54% para el caso con conectores cada 2 hiladas.

De la misma forma la inclusión de las escalerillas genera un aumento en la carga máxima de un 44.8% para el caso con escalerilla cada 4 hiladas y de un 41.4% para el caso con escalerilla cada 2 hiladas. De manera opuesta las inclusiones de las escalerillas producen una disminución del desplazamiento máximo en un 52% para el caso con escalerilla cada 4 hiladas y de un 20% para el caso con escalerilla cada 2 hiladas.

El marco solo presenta una disminución en un 25% de la carga máxima y un aumento de un 1035% del desplazamiento máximo comparado con el marco a tope.

En la Tabla 16 se presentan la rigidez de los modelos realizados en DIANA a partir de la división de la fuerza por el desplazamiento mientras se observa un comportamiento lineal en las curvas de la Ilustración 45 .

Tabla 16: Rigidez elástica de los modelos en DIANA.

Caso analizado	Rigidez[kN/mm]
Escalerilla cada 2 hiladas	34,7
Escalerilla cada 4 hiladas	34,7
Conector cada 2 Hiladas	40
Conector cada 4 Hiladas	40
Marco a tope	22,7
Marco solo	4,3

A partir de la Tabla 16 se puede concluir que con conectores la rigidez aumenta en un 76% y para el caso con escalerilla la rigidez aumenta en un 53%. El marco solo presenta una disminución en un 527% de la rigidez respecto del marco a tope.

Tabla 17: Valores del factor de reducción de respuesta en función de la ductilidad propuesto por Newmark y Veletsos 1960.

$R = 1$	Para $T = 0$
$R = \mu$	Para el rango de los períodos cortos.
$R = \sqrt{2\mu - 1}$	Para el rango de los períodos moderados.
$R = \mu$	Para el rango de los períodos intermedios y largos.

Al considerar la ductilidad como la razón entre el desplazamiento último y el límite del desplazamiento elástico se obtiene la Tabla 18.

Tabla 18: Ductilidad de los casos analizados en DIANA.

Caso analizado	ductilidad [mm/mm]
Escalerilla cada 2 hiladas	2,56
Escalerilla cada 4 hiladas	2,8
Conector cada 2 Hiladas	2,3
Conector cada 4 Hiladas	2,14
Marco a tope	3,43
Marco solo	8,8

A partir de lo anterior, los conectores y en menor medida los refuerzos horizontales aumentan considerablemente la rigidez del muro, pero producen una disminución de la ductilidad del sistema.

El marco a tope presenta una ductilidad mucho mayor que los demás casos analizados ya que el acero es un material de gran ductilidad.

La Tabla 19 presenta los valores de la carga lateral aplicada en la cual se produce la falla del centro del muro para los casos analizados.

Tabla 19: Carga a la que falla el centro del muro según el caso analizado.

Caso analizado	Carga a la que falla el muro [kN]
Escalerilla cada 2 hiladas	151.3(todo el muro)
Escalerilla cada 4 hiladas	144(todo el muro)
Conector cada 2 Hiladas	141 (mitad del muro) y 178.5 (todo el muro)
Conector cada 4 Hiladas	123 (mitad del muro) y 205.5 (todo el muro)

Las inclusiones de los conectores generan una mayor carga máxima al compararla con el marco sin refuerzo y con el refuerzo horizontal, específicamente la inclusión de conectores cada 2 hiladas es el que genera una mayor carga máxima. Esta inclusión genera una falla del centro del muro a una menor carga lateral aplicada que el resto de los casos analizados.

El caso de los refuerzos horizontales presenta una ductilidad mayor el caso de los conectores.

De acuerdo con la NCh1928 y en particular la Tabla 2 se concluye que el refuerzo horizontal dispuesto presenta tensiones mayores a las admisibles por norma por lo que habría que aumentar la cuantía del refuerzo.

En la Ilustración 51 se presenta la curva del modelo en DIANA del marco solo con los pasos de carga.

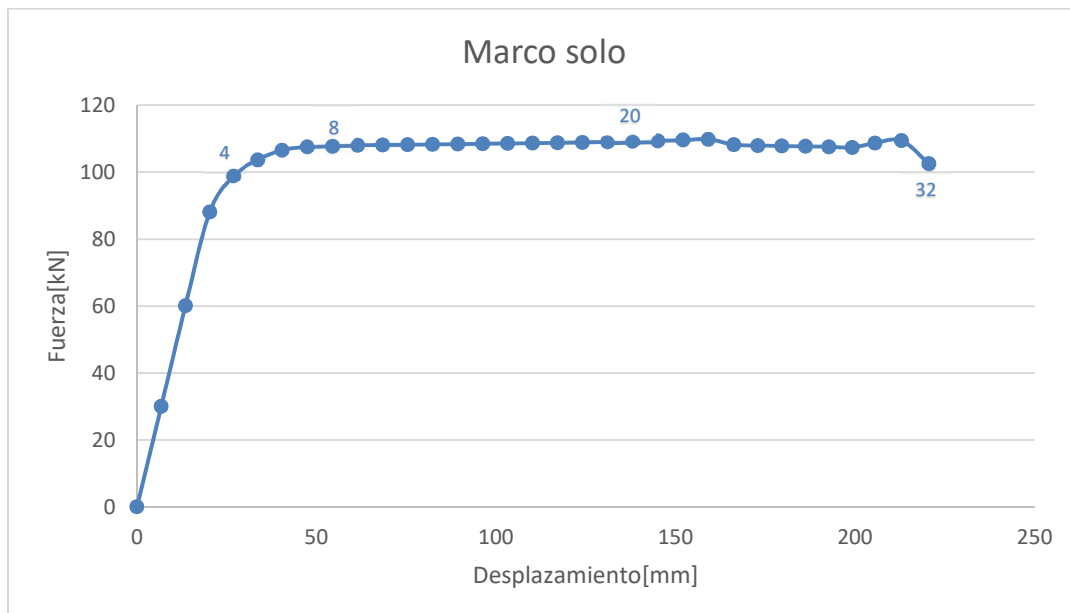


Ilustración 51: Curva fuerza v/s desplazamiento de marco de acero modelado en DIANA.

Con respecto al marco solo, se produce una rotula en la zona superior de la columna izquierda y en la zona superior de la columna derecha en el paso 4 una carga de 99 kN.

Se produce una rotula en el extremo derecho de la viga en el paso 5 a una carga de 103 kN.

La rotula plástica de la columna derecha aumenta en el paso 6.

Se producen rotulas plásticas en la zona inferior de la columna derecha y aumenta la zona en fluencia en la zona superior de la columna izquierda en el paso 32.

En la Ilustración 52 se muestran los pasos más importantes del modelo de marco a tope.

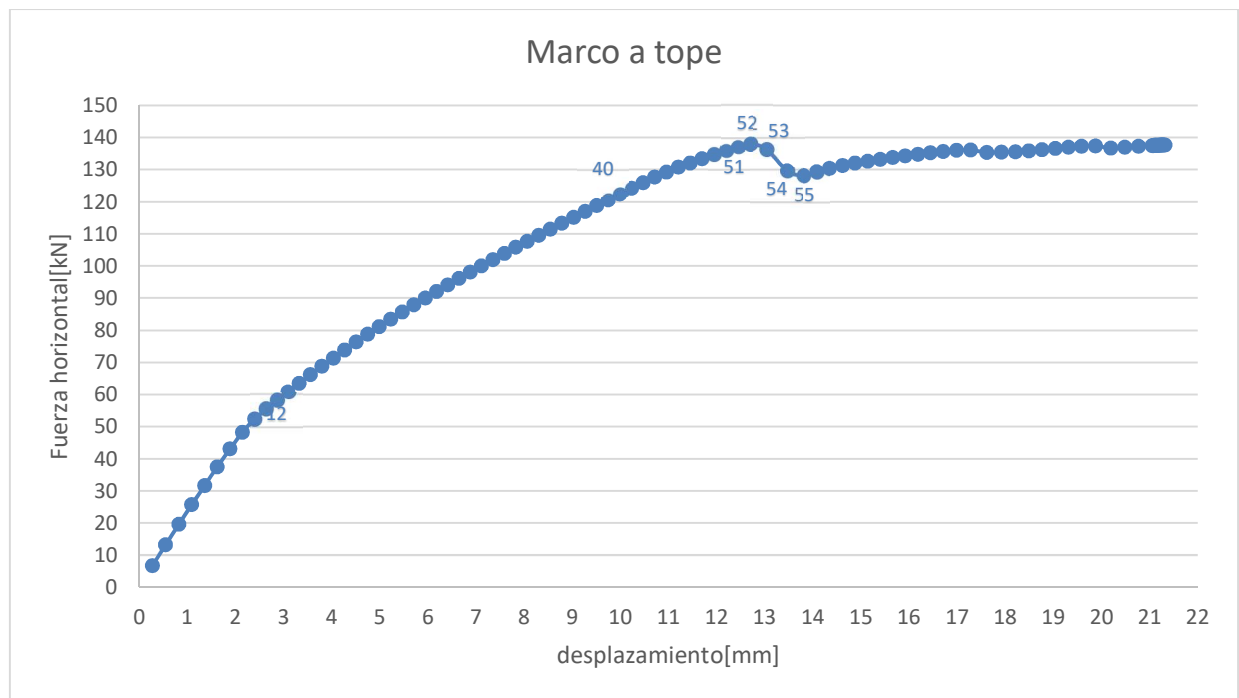


Ilustración 52: Curva de fuerza v/s deformación para marco a tope señalando puntos clave.

En cuanto al marco de acero, en el paso 40 se produce una rotula plástica en la viga en su lado izquierdo (donde es aplicada la carga). En el paso 51 produce una rotula plástica en la zona superior de la columna izquierda, la viga en su lado izquierdo y además la zona inferior de la columna derecha. En el paso 52 aumentan los esfuerzos en la zona superior de la columna derecha y en la viga mientras que disminuye la tensión en la zona inferior de la columna derecha.

En el paso 53 se produce un gran aumento en los esfuerzos de la columna derecha en la zona superior mientras que aumenta la tensión en la viga y disminuye la tensión en la zona inferior de la columna izquierda. En los pasos 54 y 55 disminuyen los esfuerzos tanto en las columnas como en la viga, tendencia que en los pasos posteriores se mantienen constantes.

En cuanto a la albañilería, analizando los esfuerzos en la dirección X (dirección longitudinal del muro) en general se observa una diagonal de compresión desde la esquina superior izquierda (donde se encuentra aplicada la carga) a la esquina inferior derecha y zonas traccionadas en la esquina inferior izquierda y esquina superior derecha. En los pasos 52, 53, 54, 60 se observa que el esfuerzo de tracción aumenta (el muro aún no ha fallado) para luego comenzar a disminuir progresivamente en los pasos 70, 80 y 93 (debido al agrietamiento presente del muro).

Para la región comprimida del muro, entre los pasos 52 y 54 se produce un aumento (aunque por temas gráficos pareciera que no es así) del esfuerzo de compresión, pero posteriormente, entre el paso 60 y 70 se produce una disminución del esfuerzo de compresión para posteriormente aumentar en el paso 80 y finalmente disminuir en el paso último.

En el último paso, al analizar los esfuerzos en la dirección Y se observa que recién en aquel paso se supera la tensión de compresión máxima de la albañilería en la dirección Y de acuerdo con la Tabla 13 en la zona inferior derecha del muro.

En el paso 30 a una carga de 102 kN se supera el esfuerzo de compresión de la albañilería en la dirección X en la esquina superior izquierda del muro lo que indica una falla local del muro, luego entre los pasos 52 y 53 este esfuerzo presenta una baja y la zona de compresión máxima crece hacia la base del muro por lo que se puede inferir que se produce un aumento de la zona de agrietamiento, la cual continúa aumentando hasta el paso último.

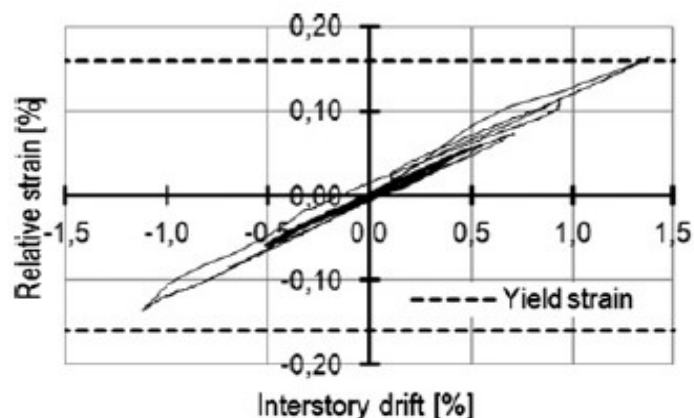


Ilustración 53: Curva de deformación unitaria en la base de la columna para el ensayo experimental de Markulak et al [1].

A partir de la Ilustración 53 que da cuenta de la deformación que sufre el marco de acero de acuerdo con el ensayo experimental son menores que para la fluencia en la base de la columna, o sea el marco no falla en la base de la columna.

En la Ilustración 54 se muestran los pasos más importantes del modelo con conectores cada 4 hiladas.

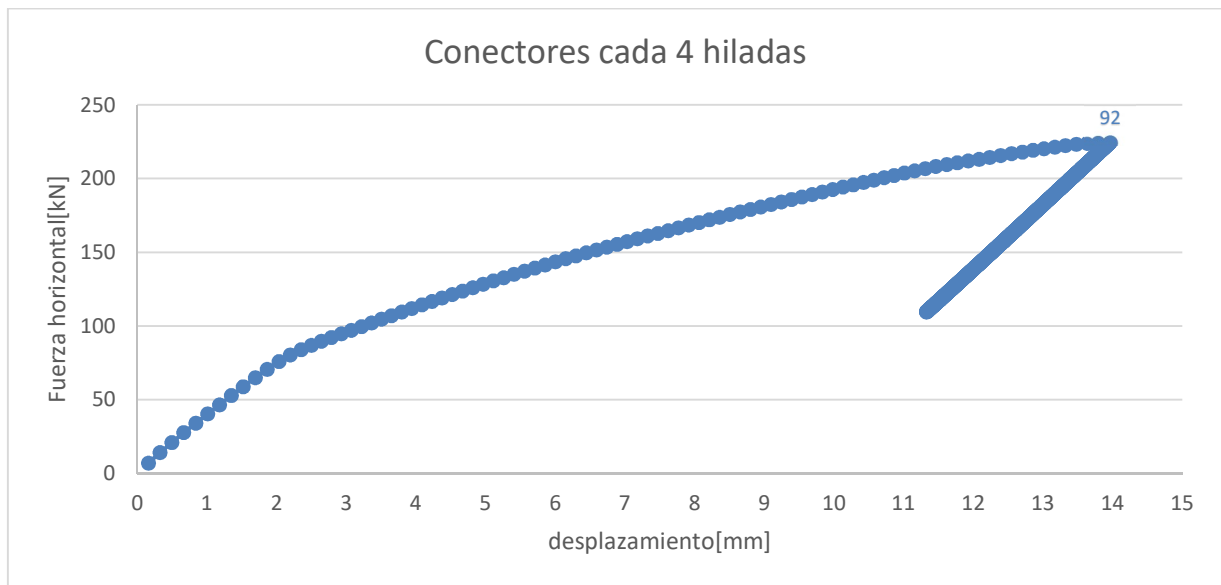


Ilustración 54: Curva de fuerza v/s deformación para marco con conectores cada 4 hiladas señalando puntos clave.

En cuanto al marco de acero, para el paso 75 en la zona izquierda de la viga (aplicación de la carga) se produce una rotula plástica al igual que en la zona inferior de la columna derecha. En paso 91 han aumentado los esfuerzos sobre la viga y la columna, pero son menores al esfuerzo último del acero. Para el paso 92 disminuyen los esfuerzos en la viga y la columna en las zonas que están fluyendo y aumentan en las zonas donde no lo están.

En el paso 300 siguen disminuyendo los esfuerzos en la viga y columna tanto para las zonas que están sometidas a tracción como compresión. Esta disminución continua hasta el paso último.

En cuanto a la albañilería, analizando los esfuerzos en la dirección X para el paso 1 se observa que la zona que rodea el conector superior del costado derecho se encuentra con esfuerzos bajos pero levemente superiores que el resto del muro. En el paso 12 ésta zona con esfuerzos ha aumentado mientras que los esfuerzos en el resto del muro ha disminuido, además se ha generado una concentración de esfuerzos en los dos conectores inferiores de la columna izquierda y la zona cerca de ellos.

En el paso 42 existe una concentración de tensiones en la base del muro especialmente en la zona inferior izquierda e inferior derecha, además se observa un aumento en los esfuerzos en la zona superior derecha del muro. En el paso 92 aumentan los esfuerzos en las zonas superior derecha e inferiores izquierda y derecha además de aumentar la extensión de las zonas con esfuerzo cero en la zona central del muro. En el paso 120 disminuyen los esfuerzos en las esquinas inferiores y esquina superior derecha del muro. Después del paso 120 el área del muro que ya no está con

esfuerzos continúa aumentando hasta el último paso y las zonas con esfuerzos disminuyen su valor. En el último paso se observa que la esquina superior izquierda del muro presenta un esfuerzo mucho mayor al resto del muro, el cual está en su mayoría sin esfuerzo ya que ya ha fallado. En la Ilustración 55 se muestran los pasos más importantes del modelo con conectores cada 2 hiladas.

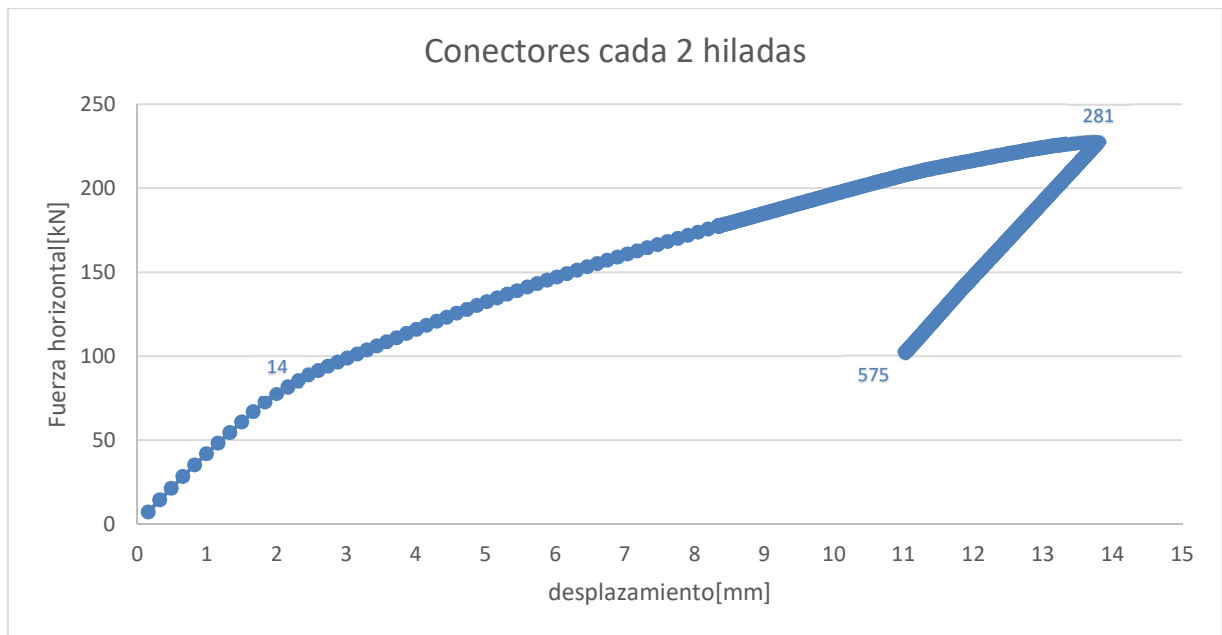


Ilustración 55: Curva de fuerza v/s deformación para marco con conectores cada 2 hiladas señalando puntos clave.

En cuanto a la albañilería, en el paso 1 se observa que la zona con mayor esfuerzo es la que rodea el conector superior derecho. En el paso 8 se observa que la gran mayoría del muro se encuentra “trabajando” a compresión concentrándose en los dos conectores inferiores del lado izquierdo del muro y el en conector medio del lado derecho, además la esquina inferior derecha del muro se encuentra con esfuerzo cero. En el paso 20 aumenta el área del muro que está resistiendo la carga y se observa una concentración de tensiones en las zonas aledañas a los conectores que en el paso 8 se encontraban concentrando los esfuerzos, además se observa una concentración de esfuerzos en la esquina inferior izquierda. En el paso 37 se ve que la zona central del muro ha dejado de resistir para una carga externa aplicada de 141 kN, pero ambas esquinas inferiores y la parte inferior de la zona central todavía se encuentra con esfuerzos, además se observa una concentración de esfuerzos en la esquina inferior izquierda y en la zona izquierda de la viga donde en esta última se producen grietas dado que se supera la resistencia a tracción de la albañilería.

En el paso 152 casi la totalidad del muro ya no está resistiendo carga excepto las esquinas inferiores, la zona izquierda de la viga y la zona entre el tercer y cuarto conector de la columna derecha. En el paso 281 se mantienen resistiendo las mismas zonas que en el paso 152 pero a un menor esfuerzo y ha aumentado levemente las zonas con esfuerzo cero en el muro. Estas zonas que están resistiendo esfuerzo se mantienen presentes con esfuerzos cada vez menores hasta el paso 550 donde la esquina inferior izquierda deja de resistir esfuerzos y las zonas que siguen con esfuerzos son las zonas entremedio de los dos conectores superiores de la columna derecha, la esquina superior izquierda y la zona central de la viga. En el paso ultimo la zona cercana a la viga que esta con esfuerzos se desplaza a la izquierda y aumenta su valor hasta producir una falla en la albañilería, además la esquina superior izquierda del muro deja de resistir esfuerzos.

En cuanto al marco de acero en el paso 152 se genera la primera rótula en la zona izquierda de la viga. En el paso 206 además de la rótula en la zona izquierda de la viga se genera una rotula en la zona superior de la columna izquierda y una rótula en la zona inferior de la columna derecha. Los esfuerzos en el marco siguen aumentando hasta el paso 281 y luego los esfuerzos tanto para las columnas como la viga comienzan a disminuir. En el paso 350 el esfuerzo en la base de la columna derecha es menor que el de fluencia. En el paso 550 el esfuerzo en las tres rotulas es menor que el de fluencia. Por lo tanto, desde el paso 281 los esfuerzos en el marco disminuyen hasta el paso ultimo 780.

En la Ilustración 56 se muestran los pasos más importantes del modelo con refuerzo horizontal cada 2 hiladas.

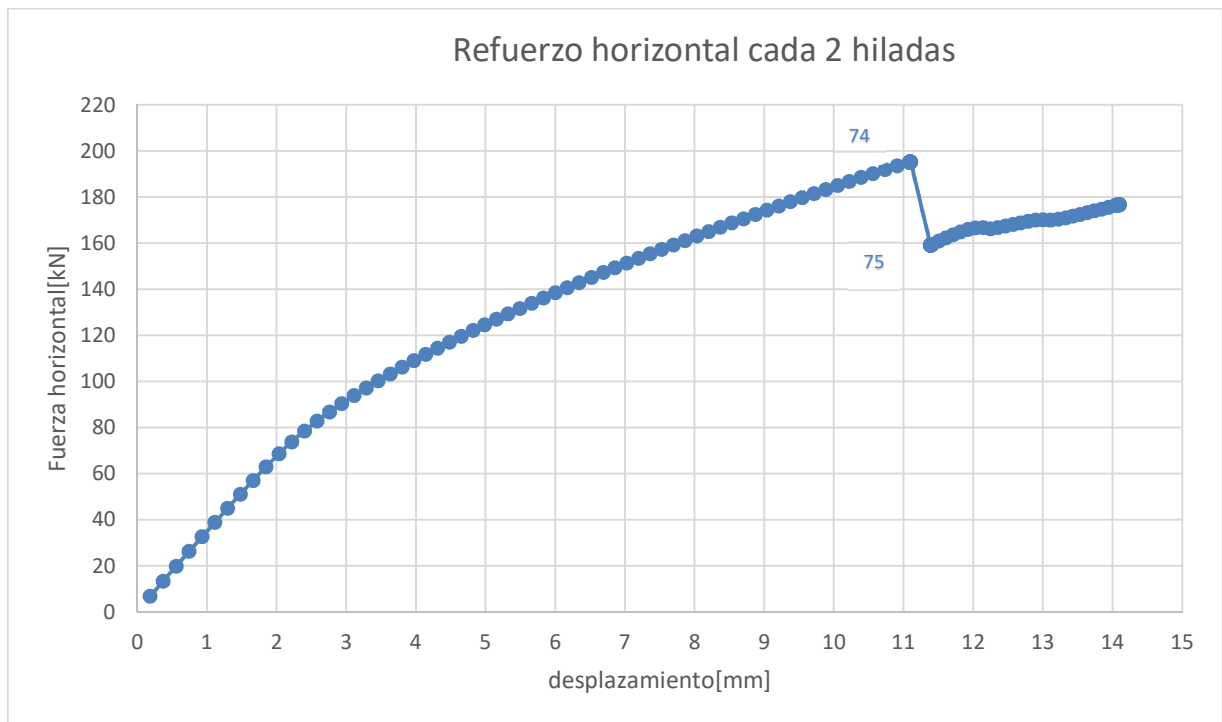


Ilustración 56: Curva de fuerza v/s deformación para marco con refuerzo horizontal cada 2 hiladas señalando puntos clave.

En cuanto al marco de acero, recién en el paso 75 se genera una rotula plástica en la viga en su costado izquierdo, posteriormente aumentan los esfuerzos hasta el paso último. Por otro lado, en el paso 110 se genera una segunda rotula plástica en la zona superior de la columna izquierda en la zona superior y posteriormente continuar aumentando los esfuerzos hasta el paso último.

En cuanto al refuerzo, el esfuerzo va aumentando con los pasos de carga hasta el paso último. La zona con mayor esfuerzo es la contigua a la columna izquierda del refuerzo superior. Entre los pasos 74 y 75 se produce un aumento considerable del esfuerzo en los refuerzos, de hecho, en el paso 74 la zona izquierda del refuerzo superior tiene una tensión e 177 MPa y en paso 75 una tensión de 266.3 MPa.

En cuanto a la albañilería, en el paso 1 se observa una leve concentración de esfuerzos en la esquina inferior izquierda del muro. En el paso 10 se produce una falla local por tracción en la esquina inferior izquierda del muro, el centro del muro sigue resistiendo esfuerzos, además se aprecia una concentración de esfuerzos desde la esquina inferior izquierda hacia el centro del muro y también concentraciones en la esquina superior izquierda adyacente al refuerzo horizontal. En el paso 20 el centro del muro todavía no ha fallado, aumentan las magnitudes de los esfuerzos en la esquina izquierda alrededor del refuerzo superior y además se produce un aumento en los esfuerzos en las cercanías de la columna izquierda donde se encuentran los refuerzos inferior y medio. En el paso

40 el centro del muro ya no se encuentra resistiendo esfuerzos, además se observa una concentración de tensiones en la conexión entre las columnas con sus respectivos refuerzos horizontales en mayor medida en el lado izquierdo y también en los refuerzos superiores del lado derecho del muro. Se observa una concentración de esfuerzos en la zona del muro que está en contacto con la viga en el lado derecho de ésta. En el paso 74 la zona central del muro que ya no resiste esfuerzos aumenta. En el paso 75 las zonas del lado derecho del muro que presentaban concentración de esfuerzos ya no resisten esfuerzos exceptuando una pequeña zona entre el los refuerzos medios cercana a la columna derecha. En los pasos posteriores sigue expandiéndose la zona central que no resiste esfuerzos. En el paso 147 se observa que la zona que une la columna izquierda con el refuerzo superior deja de resistir esfuerzos.

En la Ilustración 57 se muestran los pasos más importantes del modelo con refuerzo horizontal cada 4 hiladas.

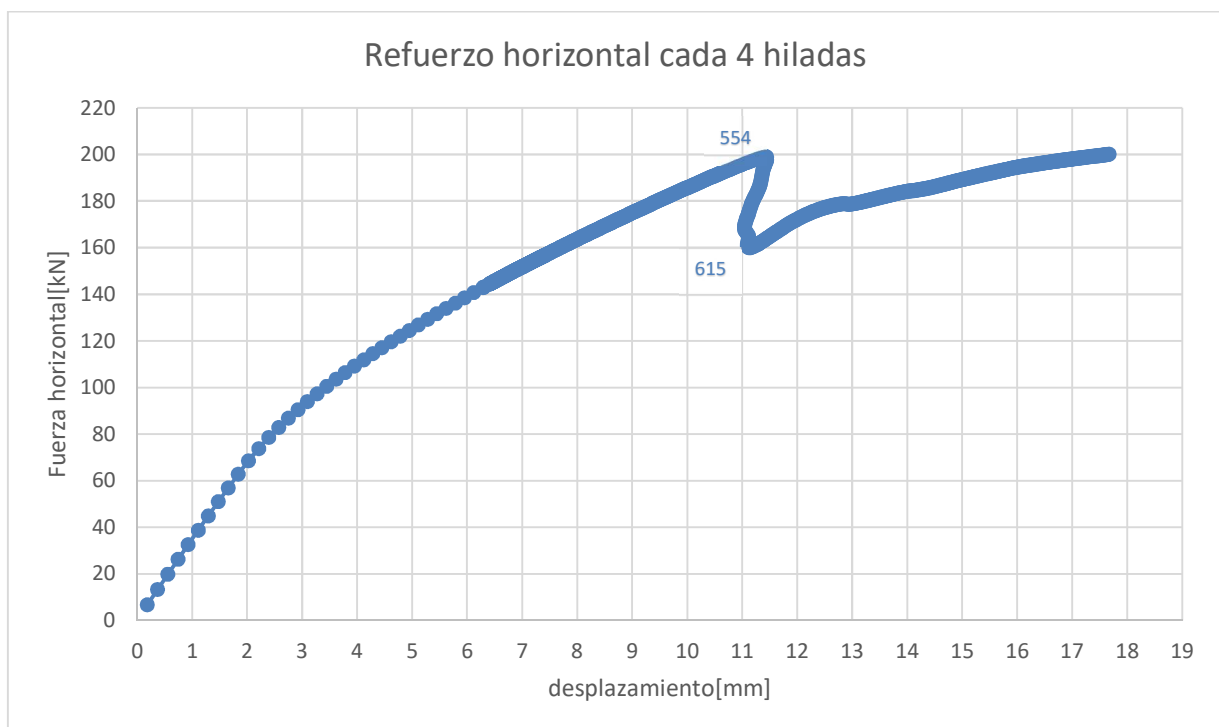


Ilustración 57: Curva de fuerza v/s deformación para marco con refuerzo horizontal cada 4 hiladas señalando puntos clave

En cuanto al marco de acero en el paso 536 se genera una rótula plástica en el costado izquierdo de la viga. El esfuerzo en la rótula del costado izquierdo de la viga aumenta en el paso 554, en el paso 600 disminuye y luego aumenta hasta un máximo de tensión en el paso 670 para finalmente disminuir su tensión hasta el paso último. En el paso 600 aumentan los esfuerzos de compresión

en la zona del extremo izquierdo de la viga y también aumentan los esfuerzos de compresión en la zona del extremo derecho de la viga, pero en las zonas intermedias estos esfuerzos disminuyen, además los esfuerzos en la base de la columna derecha disminuyen por debajo del esfuerzo de fluencia. En cuando a las columnas, entre el paso 554 y 600 disminuyen los esfuerzos en estas.

En el paso 670 se observa una rotula en la zona superior de la columna derecha, una rotula en la zona izquierda de la viga. Se aprecia un aumento de los esfuerzos de las columnas. En el paso 850 se mantienen las rotulas que se describen en el paso 670 aumentando los esfuerzos en ellas y además se genera una rotula plástica en la base de la columna derecha.

En cuanto al refuerzo la tensión aumenta hasta llegar a un máximo de 428 MPa en el paso último, tensión mayor que para el caso con refuerzo cada dos hiladas donde el máximo de tensión es 397 MPa.

En cuanto a la albañilería, en el paso 1 se observan esfuerzos de tracción en la esquina inferior izquierda del muro además de leves esfuerzos en el centro del muro desde la esquina antes mencionada. En el paso 10 aumentan los esfuerzos de tracción en el centro del muro y la esquina inferior izquierda además se observan esfuerzos en la conexión entre la columna izquierda y el refuerzo superior, el resto del muro no está con esfuerzos. En el paso 20 se observa un aumento de los esfuerzos en comparación con el paso 10, se aprecian esfuerzos en la conexión de la columna con el refuerzo superior derecha y además en la zona superior derecha del muro que se encuentra en contacto con la viga. En el paso 40 para una carga aplicada de 144 kN el centro del muro deja de resistir esfuerzos, se observan esfuerzos en la esquina inferior izquierda del muro, en la mitad derecha del muro que está en contacto con la viga, en la columna derecha entre los dos refuerzos horizontales y además se aprecia que en donde se une la columna izquierda con el refuerzo el esfuerzo disminuye a cero.

En el paso 300 la zona central del mundo que ya no resiste esfuerzos se expande. En el paso 450 sigue aumentando la zona del muro que no resiste esfuerzos y además aumentan el esfuerzo en la zona cercana entre el refuerzo superior y la columna derecha. El paso 554 es similar al paso 450 pero con leves aumentos en los esfuerzos y una leve expansión de la zona central del muro que no resiste esfuerzos. En el paso 564 además de las zonas anteriormente mencionadas se observan esfuerzos en el costado izquierdo del refuerzo superior y además en el extremo superior izquierdo del muro. En el paso 615 disminuye el porcentaje del muro que esta sin esfuerzos, concentrándose los esfuerzos en el costado inferior derecho y superior derecho del muro. En el paso 660 disminuye

nuevamente el porcentaje del muro sin esfuerzos y además se observa una disminución del esfuerzo en las cercanías del refuerzo superior en su costado izquierdo y un aumento de los esfuerzos en el costado inferior el muro y entre los refuerzos en su costado derecho. En el paso 710 se observa un aumento en un 12% del área del muro que se encuentra sin esfuerzos concentrándose estos en la esquina inferior izquierda, en el costado izquierdo del refuerzo superior y en el costado derecho entre los dos refuerzos. En el paso 850 disminuyen los esfuerzos en el costado inferior izquierdo, costado superior izquierdo del refuerzo, costado superior derecho del muro y en el costado derecho entre los dos refuerzos. En el paso ultimo disminuyen levemente los esfuerzos en las zonas descritas del paso 850.

Se puede concluir que tanto con la presencia de conectores como del refuerzo horizontal el muro presenta esfuerzos de tracción para la dirección x en el centro del muro a diferencia del caso con el marco a tope donde el centro del muro presenta esfuerzos a compresión.

A partir de las deformaciones unitarias en x se puede concluir que el centro del muro falla primero para el caso con 2 conectores bajo una carga aplicada de 123 kN fallando la mitad superior que une la esquina superior izquierda con la esquina inferior derecha, luego para el con 4 conectores bajo una carga de 141 kN fallando la mitad superior que une la esquina superior izquierda con la esquina inferior derecha , luego para el caso con refuerzo horizontal cada 4 hiladas para una carga de 144 kN y finalmente para el caso con refuerzo horizontal cada 2 hiladas para una carga de 151 kN.

5. CASO DE ESTUDIO DE ESTRUCTURA CONSTRUIDA EN PROVIDENCIA

El estudio de esta estructura surge debido a la inquietud de conocer la metodología de diseño ocupada en el diseño de estas y generar criterios de diseño que aseguren un buen desempeño y un diseño lo más óptimo posible. Se escogió una estructura de uso público para poder hacer una revisión de la normativa que es utilizada en el diseño de esta estructura en Chile.

El objetivo de este análisis es verificar todos los elementos estructurales con la finalidad de conocer si el diseño con el que se diseñaron es conservador o presenta deficiencias.

5.1. Descripción de la estructura en Providencia

La estructura escogida para el primer caso de estudio es el bar “Bare Nostrum”, estructura construida el año 1997. Posteriormente fue modificada el año 1998 ampliando su primer piso. Desde la fecha ha presentado varias modificaciones.

En las Ilustración 58 , Ilustración 59 e Ilustración 60 se exhiben fotos de la estructura que será analizada.

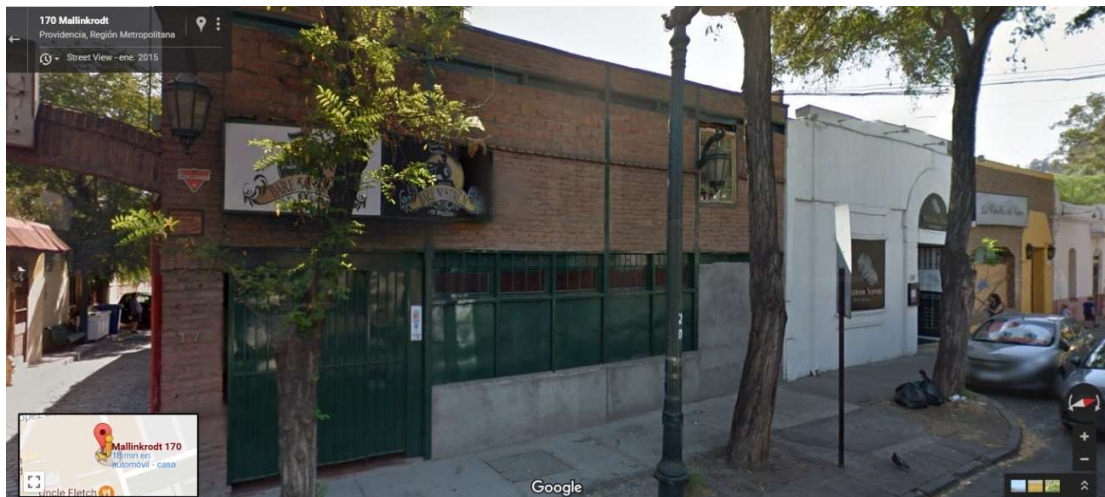


Ilustración 58: Pub “Bare Nostrum”, vista fachada oriente, calle Mallinkrodt (Google Street view, 01/12/2016).



Ilustración 59: Pub "Bare Nostrum", vista entrada lateral sur (Google Street view, 01/12/2016).

Consideraciones para el diseño de las estructuras:

Solo los muros de fachada son de albañilería confinada en acero ya que en el interior de la estructura solo hay marcos de acero no arriostrados.

Los planos de arquitectura e ingeniería de la estructura fueron obtenidos en la municipalidad de Providencia. No contaban con información de las bases de cálculo o consideraciones de diseño.



Ilustración 60: Interior de Pub-Restaurant "Bare Nostrum"

5.2. Modelación estructura en Providencia

Se modela la estructura según cotas indicadas en los planos estructurales. En la Ilustración 61 se muestra el modelo de la estructura realizado en ETABS.

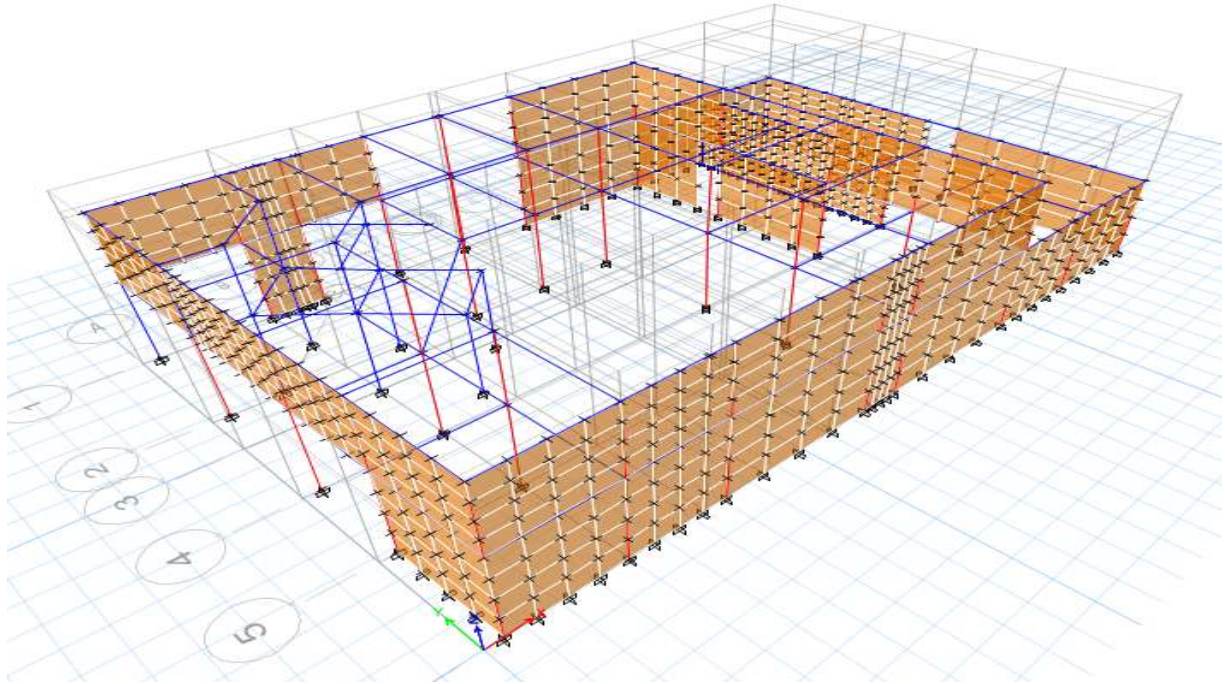


Ilustración 61: Modelo realizado en ETABS.

El segundo piso no se considera como diafragma rígido ya que consiste en un entramado de madera con un envigado de madera, su peso y el de la carga que debe resistir es tributado a las vigas y posteriormente a las columnas que sostienen el piso. El peso del techo es tributado de igual forma sobre las vigas que lo sostienen, suponiendo una carga de 200 [kgf/m²] más el peso propio de las vigas de acero que conforman el techo.

Los machones de muro bajo las ventanas no son considerados como parte del sistema resistente debido a que su área es menor que la de la ventana por lo que son reemplazados por su peso. Las columnas son consideradas empotradas en su base y los muros simplemente apoyados. La conexión viga-columna es de tipo rígida (conexiones de momento).

En la Ilustración 59 se observan dos tipos distintos de albañilería, dado que no existe información de ninguna de las dos se considera solo un tipo y se utilizan los valores mínimos de resistencia considerados por la norma de albañilería confinada.

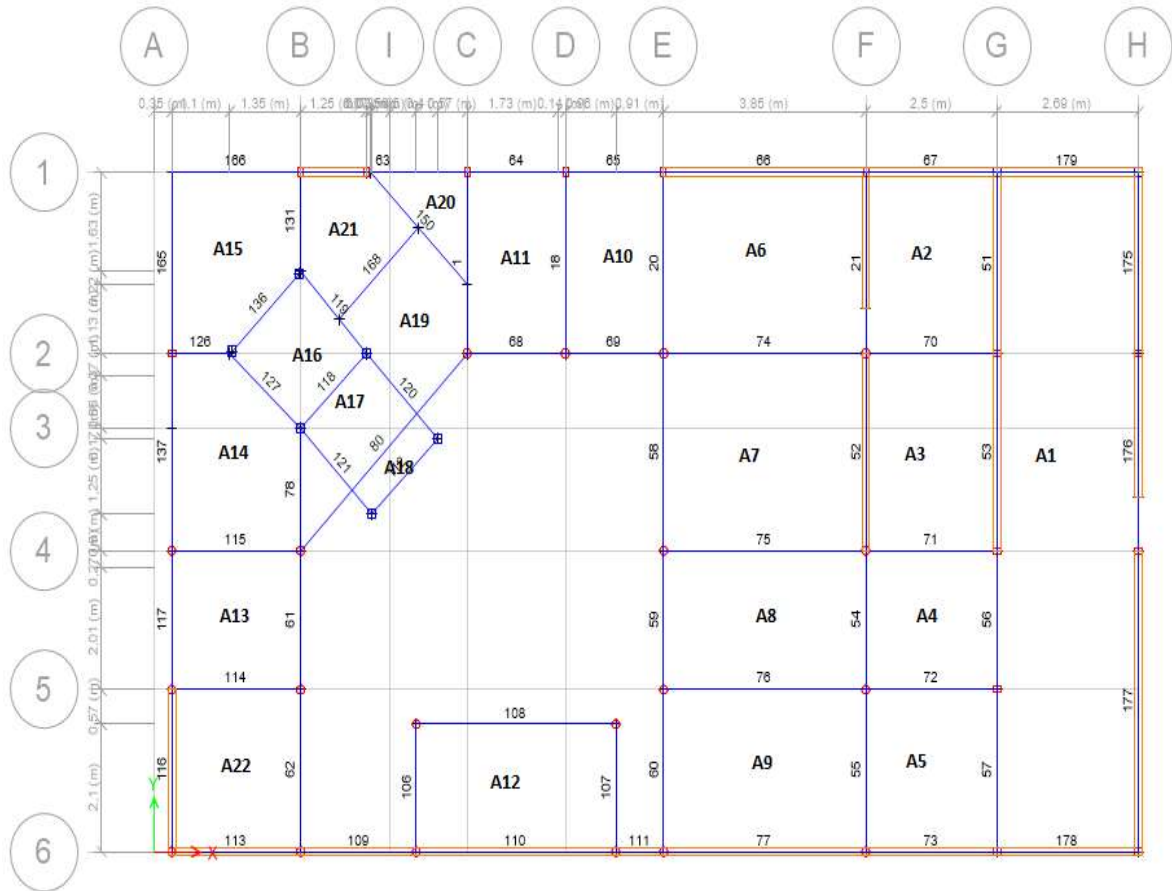


Ilustración 62: Planta primer piso, se observan los muros de albañilería (color rojo).

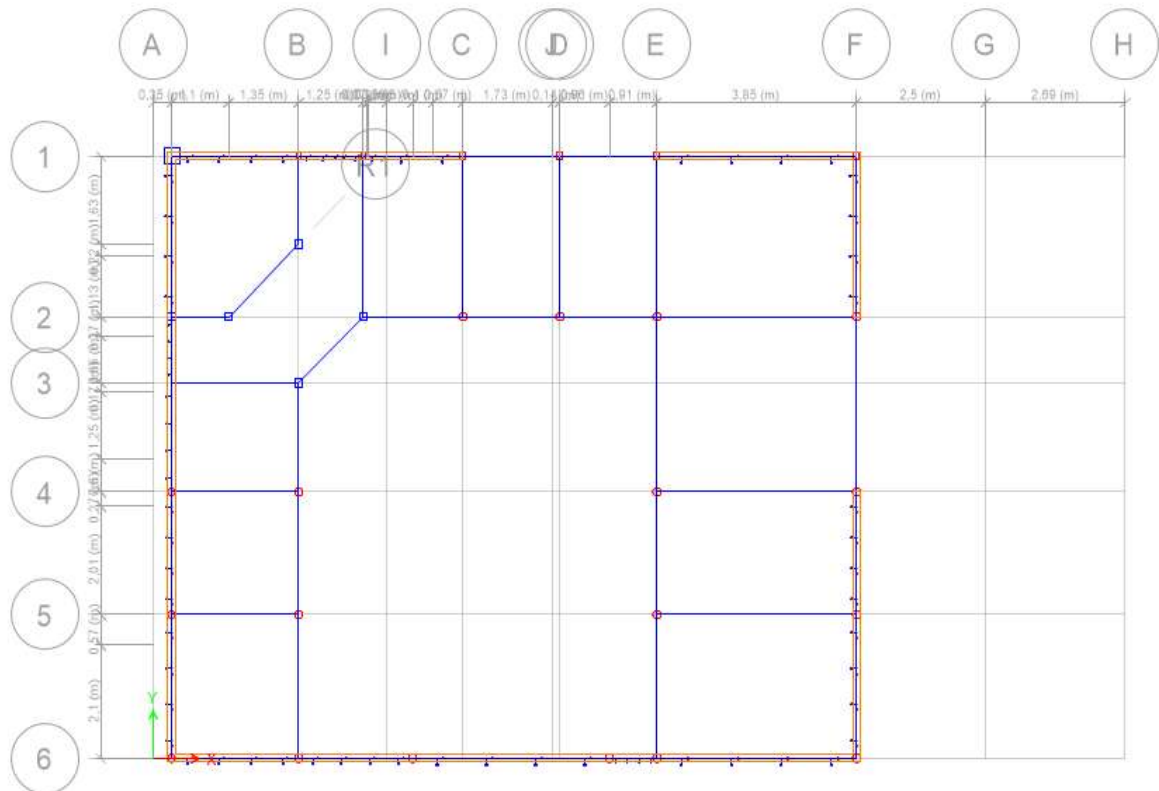


Ilustración 63: Planta segundo piso, se observan los muros de albañilería.

En la Ilustración 62, específicamente en el eje F y H se observan muros de albañilería que no se encuentran totalmente confinados, esto producto de modificaciones que se realizaron en la estructura. La albañilería parcialmente confinada no está normada y por lo tanto estos no se toman en cuenta en este análisis.

El detalle de la modelación se encuentra en el anexo A y los resultados principales se encuentran en el anexo E.

5.3. Resultados de los elementos estructurales de la albañilería y acero al considerar los muros en estructura en Providencia

En el presente capítulo se exhiben las reacciones en la base de la estructura, las fuerzas en los elementos resistentes. Los parámetros utilizados en los modelos se encuentran en el punto 0 para la estructura de Providencia.

5.3.1. Resultados globales estructura en Providencia considerando los muros

En la Tabla 20 se exponen las reacciones en la base de la estructura tanto fuerzas como momentos.

Tabla 20: Reacciones en la base.

Load Case/Combo	FX[tonf]	FY[tonf]	FZ[tonf]	MX[tonf-m]	MY[tonf-m]	MZ[tonf-m]
Dead	0	0	31,05	179,62	-301,91	0
Live	0	0	60,95	356,30	-638,17	0
Sismo X Max	9,30	2,77	0	8,00	27,06	58,18
Sismo Y Max	3,21	9,30	0	27,21	9,327	106,52
C1	0	0	92,00	535,93	-940,09	0
C2 Max	9,30	2,77	31,05	187,62	-274,84	58,18
C3 Max	3,21	9,30	31,05	206,83	-292,58	106,52
C4 Max	6,97	2,0	76,77	452,85	-760,24	43,64
C5 Max	2,41	6,97	76,77	467,26	-773,55	79,89
C6 Max	9,30	2,77	18,63	115,77	-154,08	58,18
C7 Max	3,21	9,30	18,63	134,98	-171,82	106,52

*Combinaciones definidas en la Tabla 65 a partir de NCh3171.Of2010

Tabla 21: Periodos Estructura Providencia con muros.

Periodo[s]	
x	y
0,15	0,13

De la Tabla 20 se puede concluir que el eje Y es el que se encuentra más solicitado a momento dado que es la dirección de mayor longitud de la estructura, por lo tanto, la distancia entre el centro de masa y centro de rigidez es mayor en el eje Y.

En la Tabla 22 se exponen las fuerzas por piso de la estructura en las direcciones principales.

Tabla 22: Fuerzas por piso.

Piso	P[tonf]	VX[tonf]	VY[tonf]	T[tonf-m]	MX[tonf-m]	MY[tonf-m]
Piso 2	4,295	0,59	0,76	5,39	26,02	26,40
Piso 1	91,3181	9,30	9,30	106,51	528,19	939,85

Se observa que las mayores fuerzas se encuentran en el piso 1, que es lo esperado. En el primer piso existe una elevada fuerza de torsión debido a que, en el primer piso, los muros en la dirección Y se concentran en el lado derecho de la estructura según la Ilustración 62.

5.3.2. Resultado de los muros en estructura en Providencia

En la Tabla 23 se presentan las solicitaciones de cada uno de los muros que forman parte de la estructura.

Tabla 23: Fuerzas en los muros.

	Nºmuro	P max[tonf]	V2 max[tonf]	V3 max[tonf]	T max[tonf-m]	M2 max[tonf-m]	M3 max[tonf-m]	Dirección
PISO 2	3	0,337	0,683	0,426	0,527	0,835	0,425	X
	5	1,269	1,903	0,498	0,858	0,884	5,905	X
	6	0,734	2,301	0,482	0,264	0,277	2,179	X
	9	2,402	0,747	0,411	0,531	0,348	3,193	X
	10	0,134	0,098	0,120	0,106	0,241	0,041	X
	11	0,415	0,764	0,228	0,096	0,151	0,296	X
	12	0,209	0,554	0,175	0,372	0,313	0,314	X
	13	1,998	0,781	0,354	0,270	0,438	0,537	X
	14	3,363	2,624	0,420	1,319	0,386	4,473	Y
	15	0,251	2,463	0,550	0,448	0,555	2,494	Y
	16	1,150	0,479	0,751	0,462	0,267	0,315	Y
	17	0,378	0,114	0,521	0,198	0,116	0,043	Y
	18	3,048	1,201	0,779	18,259	10,070	4,228	Y
	19	0,484	2,650	0,394	1,421	0,689	5,431	Y
22	0,254	0,393	0,578	0,787	0,630	0,468	Y	
PISO 1	1	3,488	0,864	0,178	0,138	0,025	0,623	X
	2	1,225	0,785	0,131	0,215	0,123	0,685	X
	3	4,285	1,181	1,269	3,106	1,711	3,090	X
	4	5,853	1,863	1,223	1,504	2,264	3,739	X
	7	3,791	0,887	0,273	0,377	0,212	0,549	X
	8	3,431	0,729	0,205	0,450	0,255	0,770	X
	9	5,964	0,912	0,407	1,356	2,807	0,711	X
	10	0,768	0,195	0,407	0,108	0,819	0,100	X
	11	2,005	0,868	0,797	0,600	1,440	0,452	X
	12	0,517	0,587	0,507	0,253	0,974	0,193	X
	13	3,468	0,768	0,459	0,702	0,490	1,587	X
	14	8,664	2,537	0,999	2,938	1,387	9,001	Y
	20	12,097	3,302	1,718	2,333	3,501	6,903	Y
	23	3,974	0,991	1,091	1,039	1,884	1,704	Y
24	2,127	1,096	0,299	0,940	0,648	0,613	Y	
25	2,871	0,891	0,301	0,944	0,531	1,700	Y	
26	1,054	0,353	0,032	0,016	0,026	0,158	X	
28	1,861	0,500	0,298	0,081	0,402	0,442	Y	
21	3,0746	1,609	0,344	1,848	0,158	1,860	Y	

En la Tabla 24 se exhiben las dimensiones longitudinales de cada muro.

Tabla 24: Largo de muros

N° de muro	Largo[cm]
1	315,72
2	292,72
3	423,72
4	163,72
5	168,72
6	283,72
7	308,72
8	278,81
9	403,9
10	108,9
11	398,9
12	238,9
13	263,9
14	285,9
15	246,9
16	164,81
17	225,81
18	344,72
19	246,9
20	343,9
21	242,36
22	328,81
23	363,72
24	342,72
25	533,72
26	340,72
28	256,36

La verificación de los muros realiza de acuerdo con la NCh2123of 97 Modificada 2003. Los datos para la verificación se encuentran en la Tabla 60.

Para la verificación de los muros se considera como área de la sección transversal bruta el área del muro incluido el área de los pilares al igual que la norma para la verificación a compresión axial como también para el corte.

Para la verificación a flexión pura se considera como armadura a flexión del pilar la sección bruta del perfil de acero a pesar de ser excesivo pero debido a la falta de una normativa para esta metodología constructiva se conserva el criterio descrito en la NCh2123of 97 Modificada 2003. Para la verificación a corte se considera el área del alma del perfil de acuerdo con la AISC360-10.

Tabla 25: Secciones transversales brutas de columnas de acero y secciones de corte según AISC360-10 para estructura de Providencia.

	Sección	Área Bruta[cm ²]	Área Corte[cm ²]
Providencia	Rectangular 150x100x4(P2X)	19,36	12
	Rectangular 100x150x4(P2Y)	19,36	12
	Cuadrada 150x150x4(P3)	23,36	12
	Tubular 150x4(P4)	9,45	4,72

Tabla 26: Secciones transversales brutas de vigas de acero estructura de Providencia.

	Sección	Área Bruta[cm ²]
Providencia	H 200x100x5(V1)	19
	C 200x50x5(V2)	14
	C 200x50x3(V3)	12,4

De acuerdo con la NCh2123of 97 Modificada 2003 la armadura longitudinal mínima de un pilar y cadena de hormigón es 4 barras de 10 mm de diámetro, es decir, una sección transversal de 3.14cm²).

Luego de verificar los muros con la información obtenida y aplicando la normativa respectiva se concluye que todos los muros cumplen con las solicitaciones a las que está sujeta la estructura.

5.3.3. Resultados del marco de acero al considerar los muros

La capacidad a tracción, compresión, flexión, corte y solicitaciones combinadas fueron calculadas de acuerdo con la AISC360-10 de los elementos del marco de acero.

En la Tabla 27 se presentan las sumas de las fuerzas y momentos por piso que están siendo resistidas por las columnas.

Tabla 27: Fuerzas en las columnas por piso, al considerar muros.

Suma por piso	P max[tonf]	V2 max[tonf]	V3 max[tonf]	T max[tonf-m]	M2 max[tonf-m]	M3 max[tonf-m]
Suma piso 2	1,62	0,66	0,61	0,11	1,04	1,06
Suma piso 1	27,85	1,01	1,54	0,25	2,47	1,56

Las solicitaciones de diseño para los distintos perfiles que son parte de las columnas se exhiben en la Tabla 28.

Tabla 28: Solicitaciones que generan el mayor factor de utilización para cada tipo de columna.

Perfil	Piso	Combinación	P[tonf]	V2[tonf]	V3[tonf]	M2[tonf-m]	M3[tonf-m]
P4	Piso 1	Comb7 Max	0,031	0,009	0,459	0,727	0,012
P3	Piso 2	Comb3 Max	-0,027	0,059	0,056	0,074	0,072
P2	Piso 1	Comb3 Max	-0,170	-0,001	0,570	0,889	0,000

Estas solicitaciones fueron usadas para verificar los perfiles de acero de acuerdo con la AISC360-10 [20].

Las solicitaciones para el diseño de las vigas son se indican en la Tabla 29.

Tabla 29: Solicitaciones que generan el mayor factor de utilización para cada tipo de viga.

Perfil	Piso	Combinación	P[tonf]	V2[tonf]	V3[tonf]	M2[tonf-m]	M3[tonf-m]	Largo[m]
V1	Piso 1	Comb1	0,02	1,75	0,00	0,00	1,13	3,85
v2	Piso 1	Comb5 Max	0,51	0,44	0,08	0,06	0,28	1,90
v3	Piso 2	Comb3 Max	0,03	0,01	0,09	0,08	0,00	1,60

5.4. Resultados estructura en Providencia sin considerar los muros

Para este modelo se eliminan los muros de albañilería y son reemplazados por el peso propio de los mismos para que la masa sísmica se mantenga. Se mantiene la consideración de que la estructura es de albañilería confinada para el cálculo de los parámetros sísmicos.

5.4.1. Resultados globales estructura en Providencia sin considerar los muros

Tabla 30: Periodos Estructura Providencia sin muros.

Periodo[s]	
x	y
0,447	0,382

Tabla 31: Fuerzas por piso sin muros.

Piso	P[tonf]	VX[tonf]	VY[tonf]	T[tonf-m]	MX[tonf-m]	MY[tonf-m]
Piso 2	1,79	0,5803	0,4334	5,4902	11,0589	11,3427
Piso 1	86,6106	8,6508	8,4414	103,2503	497,9708	891,8809

Al comparar los resultados de la Tabla 22 con la Tabla 31 se notan leves diferencias al reemplazar los muros por su peso propio, probablemente por la aproximación del peso.

Tabla 32: Reacciones en la base sin muros.

Load Case/Combo	FX[tonf]	FY[tonf]	FZ[tonf]	MX[tonf-m]	MY[tonf-m]	MZ[tonf-m]
Dead	0,00	0,00	27,40	161,17	-254,21	0,00
Live	0,00	0,00	60,95	356,31	-638,18	0,00
Elástico X Max*	223,74	11,75	0,00	35,29	658,27	1207,55
Elástico Y Max*	11,75	194,50	0,00	576,83	34,85	2330,12
Sismo X Max	9,24	0,49	0,00	1,46	27,19	49,88
Sismo Y Max	0,52	8,53	0,00	25,29	1,53	102,17
C1	0,00	0,00	88,35	517,47	-892,38	0,00
C2 Max	9,24	0,49	27,40	162,63	-227,01	49,88
C3 Max	0,52	8,53	27,40	186,46	-252,68	102,17
C4 Max	6,93	0,36	73,12	429,49	-712,44	37,41
C5 Max	0,39	6,40	73,12	447,36	-731,69	76,63
C6 Max	9,24	0,49	16,44	98,16	-125,33	49,88
C7 Max	0,52	8,53	16,44	121,99	-150,99	102,17

*elástico X e Y corresponde a la sollicitación que genera el espectro de diseño sin considerar el factor R

Al comparar la Tabla 20 con la Tabla 32 se aprecian similitudes en las reacciones en la base al considerar o no la albañilería a pesar de que los periodos fundamentales varían en forma sustancial lo cual genera cambios en las solicitaciones sísmicas.

5.4.2. Resultados marco

La capacidad a tracción, compresión, flexión, corte y solicitaciones combinadas de los elementos del marco de acero fueron calculadas de acuerdo con la AISC360-10.

Tabla 33: Fuerzas en las columnas por piso, sin considerar muros.

Suma por piso	P max[tonf]	V2 max[tonf]	V3 max[tonf]	T max[tonf-m]	M2 max[tonf-m]	M3 max[tonf-m]
Suma piso 2	2,20	2,57	2,06	0,50	3,88	3,85
Suma piso 1	86,61	11,84	12,55	1,34	19,89	18,3

Al comparar la Tabla 27 con la Tabla 33 se observa que la suma de la compresión en las columnas del primer piso aumenta al triple y el corte aumenta 8 veces.

Las solicitaciones de diseño para los perfiles que son parte de las columnas se encuentran en la Tabla 34.

Tabla 34: Solicitaciones que generan el mayor factor de utilización para cada tipo de columna.

Perfil	Piso	Combinación	P[tonf]	V2[tonf]	V3[tonf]	M2[tonf-m]	M3[tonf-m]
P4	Piso 1	Comb3 Max	-1,3852	0,0442	0,8163	1,2713	0,0558
P3	Piso 1	Comb3 Max	-0,4734	-0,0074	0,4945	0,8993	0,0113
P2	Piso 2	Comb5 Max	-0,0465	0,0594	0,209	0,4689	0,099

Las solicitaciones de diseño para los perfiles que son parte de las vigas se presentan en la Tabla 35.

Tabla 35: Solicitaciones que generan el mayor factor de utilización para cada tipo de viga.

Perfil	Piso	Combinación	P[tonf]	V2[tonf]	V3[tonf]	M2[tonf-m]	M3[tonf-m]	Largo[m]
v1	Piso 1	Comb5 Max	-0,0027	1,3581	0,037	0,07	0,6805	3,85
v2	Piso 1	Comb1	-0,2346	-0,1122	-0,0016	0,0001	0,6785	1,90
v3	Piso 1	Comb5 Max	-0,0216	1,2801	0,0353	0,0685	0,6806	2,70

La capacidad a tracción, compresión, flexión, corte y solicitaciones combinadas de los elementos del marco de acero fueron calculadas de acuerdo con la AISC360-10.

5.5. Verificación de desplazamientos para estructura en Providencia

Los desplazamientos máximos de la estructura de Providencia en cada dirección principal considerando y no considerando los muros de albañilería se exhiben en la Tabla 36.

Tabla 36: Desplazamientos relativos máximos para estructura en Providencia.

Deformación de acuerdo NCh433.Of96 Mod.2009 en modelo con albañilería	
Desplazamiento relativo máximo	
X[m]	Y[m]
0,001	0,017
Deformación de acuerdo NCh433.Of96 Mod.2009 en modelo sin albañilería	
Desplazamiento relativo máximo	
X[m]	Y[m]
0,018	0,027

La verificación de los desplazamientos máximos fue realizada según lo dispuesto en el acápite 5.9 de la NCh433.Of96 Mod.2009.

6. CASO DE ESTUDIO DE ESTRUCTURA CONSTRUIDA EN SAN BERNARDO

El estudio de esta estructura surge debido a la inquietud de conocer la metodología de diseño ocupada en el diseño de estas y generar criterios de diseño que aseguren un buen desempeño y un diseño lo más óptimo posible. Se escogió una estructura de uso industrial para poder hacer una revisión de la normativa que es utilizada en el diseño de esta estructura en Chile.

El objetivo de este análisis es verificar todos los elementos estructurales con la finalidad de conocer si el diseño con el que se diseñaron es conservador o presenta deficiencias.

6.1. Descripción de estructura en San Bernardo

La segunda estructura escogida es la industria ESSAAR cuyo rubro es el reciclaje de fierro para uso industrial construida el año 2008. Tanto los planos como la memoria de cálculo fueron obtenidos en la municipalidad de San Bernardo. En la memoria de cálculo de la estructura no fue considerado desde un inicio el efecto producido por el sismo. La albañilería no es considerada en la memoria de cálculo, pero es detallada en los planos de ingeniería solo mediante el espesor del ladrillo. Existen discordancias entre las secciones transversales que se encuentran en la memoria de cálculo y en los planos de ingeniería, fueron considerados las secciones transversales que se encuentran en los planos ya que es con estos con los que se construyó la estructura. En la Ilustración 64 , Ilustración 65, Ilustración 66 e Ilustración 67 se presenta la estructura construida. Lo primero a recalcar es la presencia de arriostamiento diagonal (aquellos paralelos al eje central del plano) en las dos direcciones principales de la estructura.



Ilustración 64:Edificio bodega de empresa ESSAAR, vista frontal de fachada.

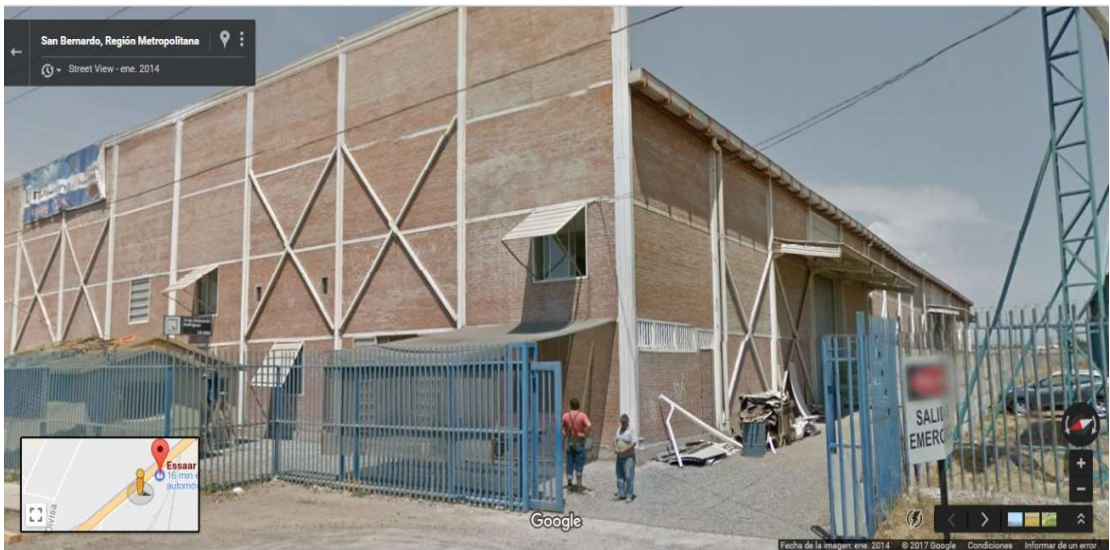


Ilustración 65:Edificio bodega de empresa ESSAR, vista entrada principal (Google Street view, 01/01/2014).

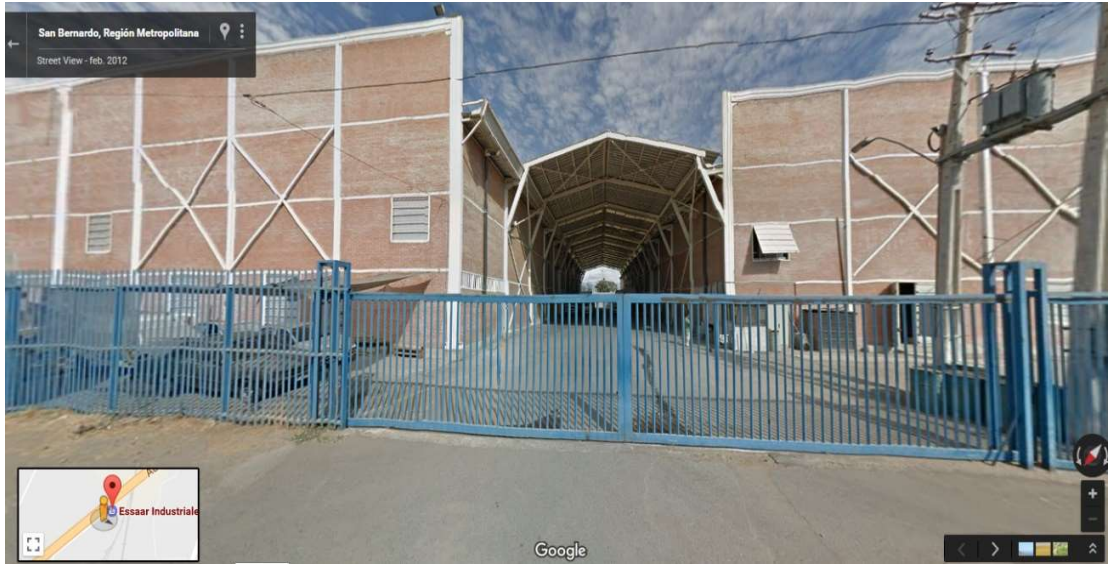


Ilustración 66: Edificio bodega de empresa ESSAR, vista entrada principal (Google Street view, 01/01/2014).



Ilustración 67: Edificio bodega de empresa ESSAR, vista sur poniente (Google Street view, 01/01/2014).

6.1.1. Consideraciones del tipo de conexión marco-panel de albañilería

En la Ilustración 68 e Ilustración 69 se muestran los refuerzos tanto horizontal como vertical para los muros de albañilería según planos de estructura.

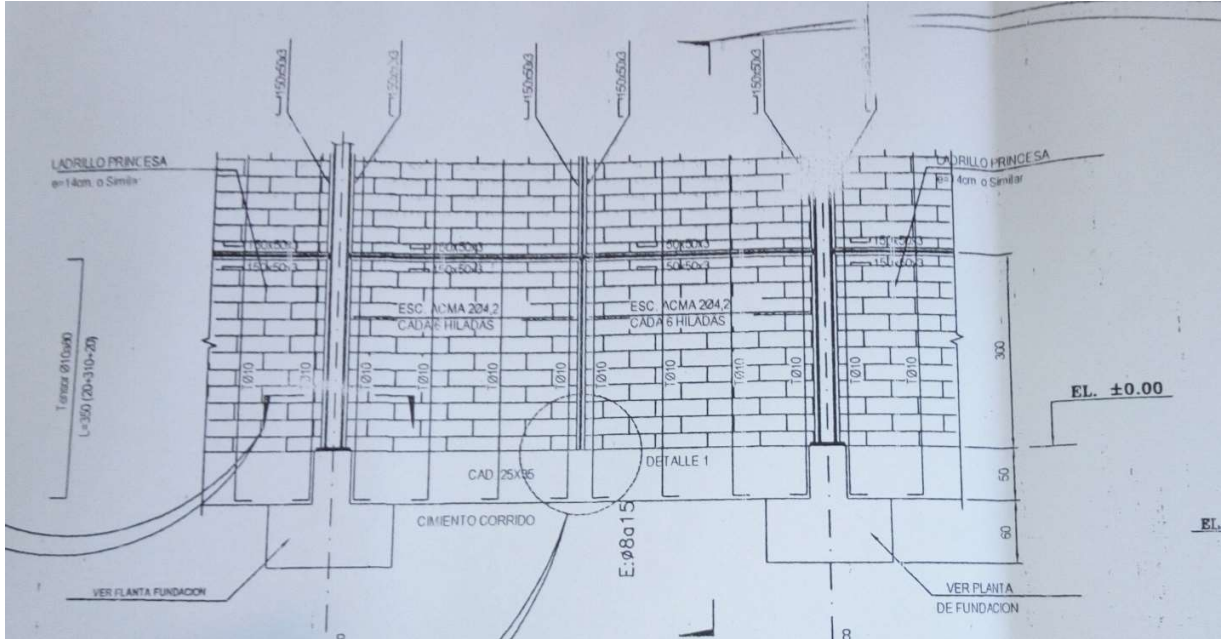


Ilustración 68: Refuerzo vertical y horizontal en muros de estructura en San Bernardo.

En la Ilustración 69 además se detalla la metodología para el refuerzo vertical en el interior del muro, el cual consiste en perforar la albañilería, insertar el refuerzo y soldarlo al alma de la viga.

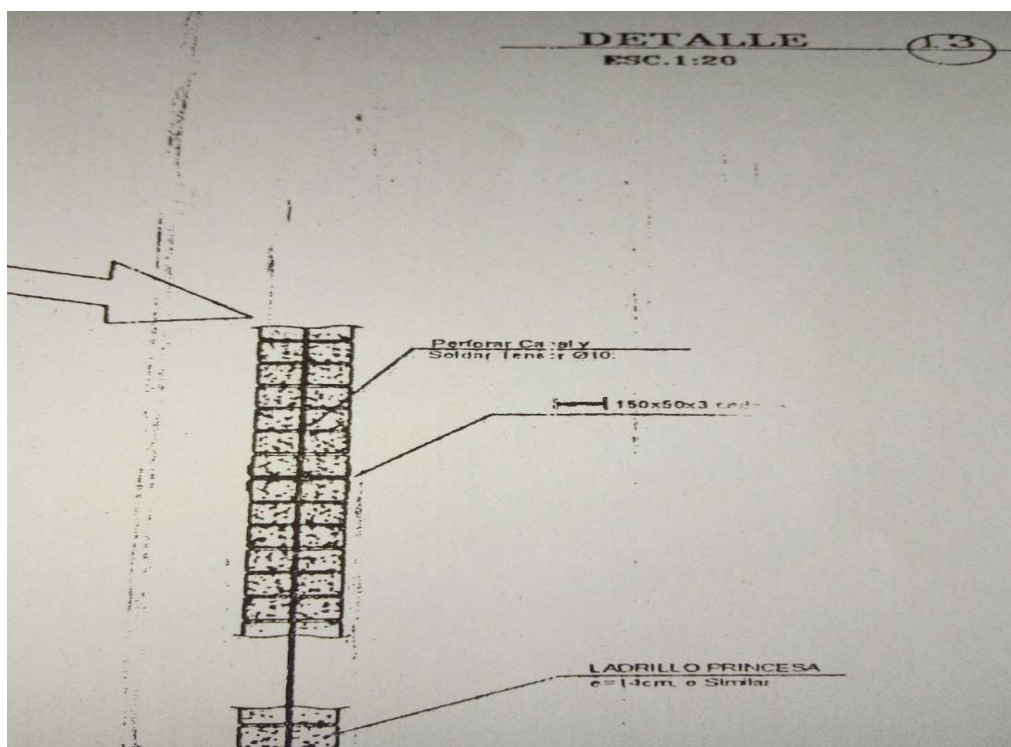


Ilustración 69:Detalle de refuerzo vertical soldado al perfil.

Propiedades de muro tipo:

- Refuerzo Horizontal: malla Acma $2\phi 4,2$ cada 6 hiladas. Sección transversal de $27,9 \text{ mm}^2$.
- Refuerzo Vertical: $\phi 10@80\text{cm}$. Sección transversal de $78,53 \text{ mm}^2$.
- Dimensiones del muro: 6[m] de largo y 3[m] de alto.
- Espesor de albañilería: 14[cm].
- Numero de hiladas por muro: 33.

En la Tabla 37 se presentan las cuantías de los refuerzos incluidos en la estructura en San Bernardo.

En la Tabla 38 se presentan las cuantías de la norma chilena de albañilería armada.

Tabla 37: Cuantía de los refuerzos incluidos en estructura en San Bernardo.

Refuerzo	cm ²	N.º de elementos	Área elementos[cm ²]	Área muro[cm ²]	Cuantía
Área 1 Acma	0,279	5	1,395	4200	0.33/1000
Área 1 tensor	0,7853	3	2,3559	8400	0.28/1000
				Suma	0.61/1000

Tabla 38: Cuantías mínimas norma NCh1928

Cuantía vertical	0.6/1000
Cuantía horizontal	0.6/1000
Suma	1.5/1000

A partir de la Tabla 37, comparando las cuantías del muro con las cuantías mínimas de la albañilería armada de la Tabla 38 se concluye que no se cumple con las cuantías mínimas que tiene como requisito la norma. Esto se verifica con objetivo de saber si la cuantía del refuerzo fue considerada a partir de la normativa vigente que considera los refuerzos dentro del muro de albañilería (NCh1928) pero dado que la tipología es albañilería confinada la inclusión de refuerzo (y el cumplimiento de la norma que lo rige) en el muro no es obligatoria.

6.2. Modelación de la estructura de San Bernardo

La estructura es simétrica y consiste en dos naves industriales conectadas por un techo. Se diseña solo una, asumiendo que el techo no compatibiliza deformaciones ni transfiere esfuerzos entre ellas. Las planchas de techo son consideradas livianas, el techo es solo transitado para mantención por lo que no cuenta con cargas de uso sísmicas sobre él.

El detalle de la modelación se encuentra en el anexo B y los resultados principales se encuentran en el anexo F.

En un primer análisis el arriostramiento no es considerado para saber la influencia de este en el control de las deformaciones de la estructura. Estos arriostramientos se incluyen al realizar el análisis sin considerar los muros de albañilería ya que, si bien en los planos de la estructura presentados en la municipalidad es considerada la albañilería como parte de la estructura, esta no es utilizada como elemento resistente en la memoria de cálculo presentada en la municipalidad.

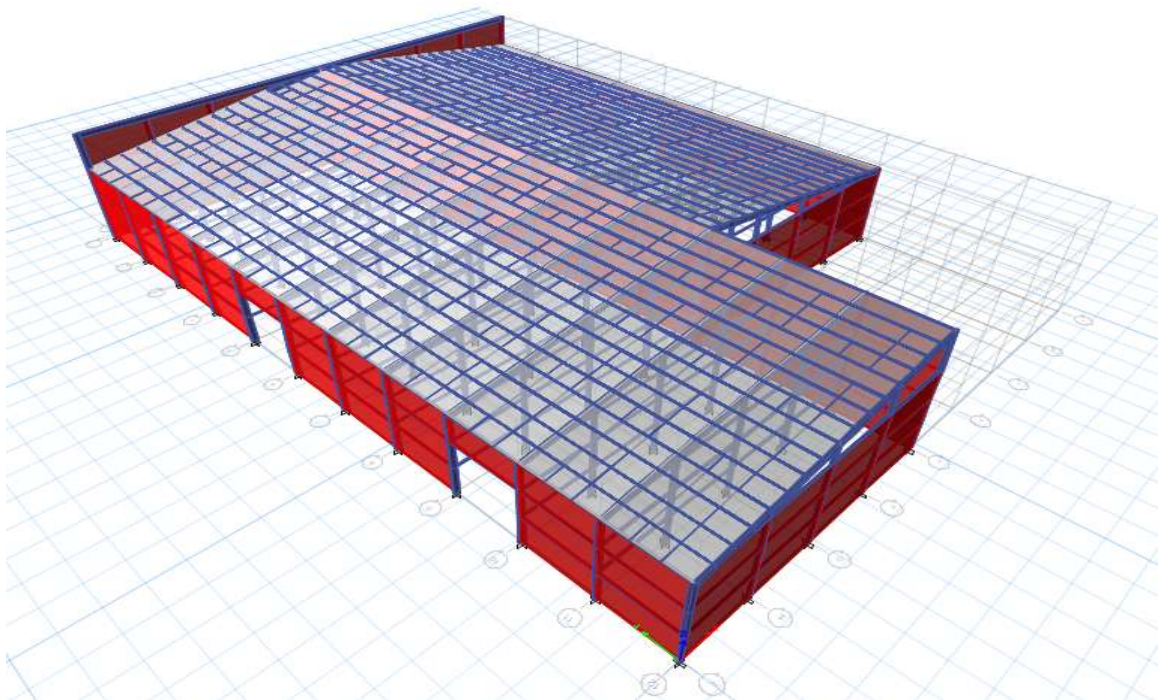


Ilustración 70: Modelo en ETABS.

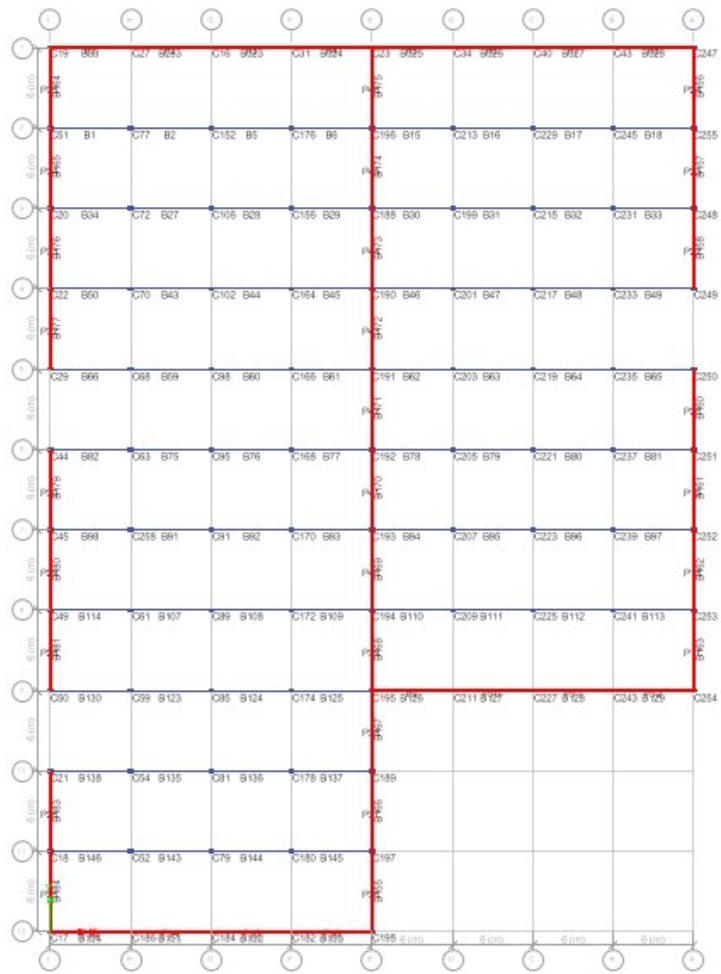


Ilustración 71: Planta del modelo.

6.3. Estructura de San Bernardo considerando los muros

En el presente capítulo se exhiben las reacciones en la base de la estructura, las fuerzas en los elementos resistentes. Los parámetros utilizados en los modelos se encuentran en el punto 0 para la estructura en San Bernardo.

6.3.1. Resultado global de la estructura

En la Tabla 39 se presentan los periodos fundamentales de la estructura de San Bernardo considerando los muros.

Tabla 39: Periodos fundamentales estructura en San Bernardo con muros.

Periodo[s]	
x	y
0,402	0,672

En la Tabla 40 se pueden observar las reacciones en la base de la estructura ubicada en San Bernardo.

Tabla 40: Reacciones en la base.

Load Case/Combo	FX[tonf]	FY[tonf]	FZ[tonf]	MX[tonf-m]	MY[tonf-m]	MZ[tonf-m]
Dead	0,00	0,00	300,81	11234,41	-6726,12	0,00
Live	0,00	0,00	83,33	3065,57	-1841,97	0,00
Sismo X Max	45,12	1,86	0,00	14,21	399,29	1653,78
Sismo Y Max	2,06	38,57	0,00	316,97	15,32	827,13
Viento X	-32,69	0,00	-161,98	-6342,53	3480,37	1102,90
Viento Y	31,14	36,12	-156,28	-5859,67	3512,07	-67,65
C(D+L)	0,00	0,00	384,14	14299,98	-8568,09	0,00
CEA2 Max	2,06	38,57	300,81	11551,38	-6710,80	827,13
CEA3 Max	33,84	1,40	363,31	13544,24	-7808,13	1240,33
CEA4 Max	1,55	28,93	363,31	13771,31	-8096,11	620,34
CWA1	-32,69	0,00	138,83	4891,88	-3245,75	1102,90
CWA2	31,14	36,12	144,54	5374,75	-3214,05	-67,65
CWA3	-24,52	0,00	241,82	8776,69	-5497,32	827,17
CWA4	23,35	27,09	246,10	9138,84	-5473,55	-50,74
CEA1 Max	45,12	1,86	300,81	11248,62	-6326,83	1653,78
C(1,2D+1,6L)	0,00	0,00	494,30	18386,21	-11018,50	0,00
CES1 Max	45,12	1,86	504,46	18807,95	-10859,25	1653,78
CES2 Max	2,06	38,57	504,46	19110,71	-11243,22	827,13
CWS1	-26,15	0,00	364,72	13312,18	-8234,21	882,32
CWS2	24,91	28,89	309,11	11451,59	-6863,62	-54,12
CWS3	-52,30	0,00	11,57	-37,08	-484,92	1764,63
CWS4	49,82	57,78	20,69	735,51	-434,19	-108,25

De la Tabla 40 se observa que la sollicitación que genera el mayor momento en el eje Z, el mayor momento en el eje Y además del mayor momento en el eje X en la base. Además, el viento genera la mayor fuerza en X, la mayor fuerza en Y, pero no la mayor fuerza en Z.

En la Tabla 41 se presentan las fuerzas y momentos por piso de la estructura.

Tabla 41: Fuerzas y momentos por piso al considerar la albañilería.

Piso	P[tonf]	VX[tonf]	VY[tonf]	T[tonf-m]	MX[tonf-m]	MY[tonf-m]
Piso 4	351,42	49,82	13,55	1169,93	13259,86	7819,53
Piso 3	402,96	49,82	28,29	1455,02	15205,00	8965,17
Piso 2	453,78	49,82	43,04	1565,31	17150,38	10105,71
Piso 1	504,46	52,30	57,78	1764,63	19110,71	11243,22

De la Tabla 41 se observa un aumento de las fuerzas y momentos a medida que se disminuye la altura de la estructura.

6.3.2. Sollicitación de los muros

Las sollicitaciones máximas de los muros son las que se exhiben en la Tabla 42.

Tabla 42: Máxima sollicitación por muro

Nºmuro	P max[tonf]	V2 max[tonf]	V3 max[tonf]	M2 max[tonf-m]	M3 max[tonf-m]
1	5,8	1,8	2,1	3,2	5,3
2	4,4	2,5	0,9	3,0	4,2
3	4,5	2,5	0,7	2,5	3,9
4	4,5	2,5	0,5	0,7	4,8
5	4,3	2,6	0,5	0,7	5,2
6	4,3	2,7	0,7	2,3	4,4
7	4,3	2,8	1,2	2,4	4,7
8	3,9	3,0	1,3	1,0	7,1
9	3,8	2,5	0,1	0,7	5,3
10	3,5	2,9	0,3	1,8	5,5
11	3,4	3,3	0,3	1,6	6,1
12	3,2	4,2	0,1	0,5	8,7
13	4,7	3,3	0,1	0,5	8,0
14	3,4	2,5	0,3	1,7	6,0
15	3,3	2,0	0,3	1,9	3,9
16	3,6	1,7	0,1	0,8	4,4

17	3,2	1,3	0,1	0,5	5,8
18	3,3	1,3	0,2	1,3	1,9
19	3,7	1,1	0,3	1,7	2,0
20	4,3	1,2	0,3	1,7	3,5
21	2,0	1,2	0,0	0,4	2,0
22	5,7	2,0	0,3	1,3	3,3
23	3,6	2,1	0,1	0,7	4,4
24	3,2	1,8	0,1	0,3	6,3
25	5,7	1,4	1,2	1,0	5,8
26	4,3	1,2	1,1	2,2	4,2
27	2,0	0,8	0,9	1,0	1,4
28	4,4	1,5	1,0	1,9	2,0
29	3,6	1,3	1,2	2,0	2,1
30	4,2	1,2	1,0	2,3	3,7
31	2,0	0,8	0,9	1,0	1,3
32	4,1	1,4	1,0	2,1	2,2
33	3,5	1,7	1,2	1,8	2,5
34	3,2	2,1	1,2	1,9	3,3
35	4,6	1,7	1,2	1,0	6,0
36	4,0	0,7	0,6	2,5	2,0
37	3,9	1,0	0,3	1,4	2,6
38	4,3	1,2	0,6	2,5	2,5
39	4,9	1,3	0,6	2,4	3,1
40	5,5	1,4	0,8	3,0	2,7
41	5,8	1,6	1,0	4,2	2,6
42	5,8	1,7	1,0	4,3	2,7
43	5,8	1,9	0,9	3,9	2,9
44	5,8	2,0	0,8	3,3	3,4
45	5,5	2,2	0,6	2,2	3,5
46	4,8	2,6	0,2	0,8	5,0

Las solicitaciones máximas por piso se encuentran en las Tabla 101 , Tabla 102 ,Tabla 103 y Tabla 104 del anexo F. Estas solicitaciones son las que se usan para verificar que los muros cumplan con los requisitos de la NCh2123of 97 Modificada 2003.

En la Tabla 43 se presenta el área bruta y el área de corte de las columnas de acero de acuerdo con la AISC360-10 [20].

Tabla 43: Sección transversal de columnas de acero.

	Sección	Área Bruta[cm ²]	Área Corte[cm ²]
San Bernardo	450*200	36,96	36
	300*200	24,96	24

6.3.3. Resultado del marco de acero al considerar los muros

La verificación a tracción, compresión, flexión, corte y combinación de estas fueron calculadas de acuerdo con la AISC360-10 [20].

Tabla 44: Resumen de fuerzas en las columnas considerando muros.

	P max[tonf]	V2 max[tonf]	V3 max[tonf]	T max[tonf-m]	M2 max[tonf-m]	M3 max[tonf-m]
Suma Piso 1	252,00	0,60	6,48	1,72	21,90	1,75
Suma Piso 2	240,79	1,18	5,81	1,20	14,36	3,81
Suma Piso 3	229,10	4,64	4,67	1,29	27,20	11,07
Suma Piso 4	231,59	16,72	25,83	2,61	28,20	12,93

Las solicitaciones que generan el máximo factor de utilización de las columnas al considerar los muros en la estructura de San Bernardo se encuentran en la Tabla 45.

Tabla 45: Solicitaciones máximas de las columnas al considerar los muros.

Perfil	Piso	Combinación	P[tonf]	V2[tonf]	V3[tonf]	M2[tonf-m]	M3[tonf-m]
TB450X200	Piso 4	CWS4	-0,074	-0,022	0,000	0,000	0,091
TB300X200	Piso 4	CES2 Max	-4,196	0,043	0,562	0,923	0,033

*La descripción de la solicitación se encuentra en el anexo B

La sollicitación que genera el máximo factor de utilización de la viga al considerar los muros se expone en la Tabla 46.

Tabla 46: Sollicitación de la viga al considerar los muros.

Perfil	Piso	Combinación	P[tonf]	V2[tonf]	V3[tonf]	M2[tonf-m]	M3[tonf-m]
H150X100	Piso 4	CES2 Max	0,0199	0,3204	0,0003	0,0011	0,5061

*La descripción de la sollicitación se encuentra en el anexo B

6.4. Resultado sin muros

Para este modelo se eliminaron los muros de albañilería siendo reemplazados por el peso propio de los mismos para que la masa sísmica se mantenga. Se mantuvo la consideración de que la estructura es de albañilería confinada para la consideración de los parámetros sísmicos.

6.4.1. Resultados globales

Tabla 47: Periodos fundamentales estructura en San Bernardo sin muros.

Periodo[s]	
x	y
0,652	1,293

Al comparar la Tabla 39 y la Tabla 47 se observa que al no considerar los muros como parte del sistema resistente los periodos aumentan en un 62% y un 92% en la dirección X e Y respectivamente.

En la Tabla 48 se exponen las reacciones en la base de la estructura cuando no son considerados los muros en el sistema resistente.

Tabla 48: Reacciones en la base, sin muros.

Load Case/Combo	FX[tonf]	FY[tonf]	FZ[tonf]	MX[tonf-m]	MY[tonf-m]	MZ[tonf-m]
Dead	0,00	0,00	280,86	10509,20	-6269,61	0,00
Live	0,00	0,00	83,33	3065,57	-1841,97	0,00
Sismo X Max	67,74	0,03	0,00	0,28	617,70	2567,14
Sismo Y Max	0,03	65,68	0,00	609,00	0,16	1472,61
Viento X	-29,23	0,00	-161,98	-6342,53	3495,92	988,85
Viento Y	31,14	35,48	-156,28	-5875,44	3512,07	-176,00
C(D+L)	0,00	0,00	364,19	13574,77	-8111,58	0,00
CEA2 Max	0,03	65,68	280,86	11118,20	-6269,45	1472,61
CEA2 Min	-0,03	-65,68	280,86	9900,19	-6269,77	-1472,61
CEA3 Max	50,81	0,02	343,36	12808,58	-7187,81	1925,36
CEA3 Min	-50,81	-0,02	343,36	12808,16	-8114,37	-1925,36
CEA4 Max	0,02	49,26	343,36	13265,13	-7650,97	1104,46
CEA4 Min	-0,02	-49,26	343,36	12351,62	-7651,21	-1104,46
CWA1	-29,23	0,00	118,89	4166,67	-2773,69	988,85
CWA2	31,14	35,48	124,59	4633,75	-2757,54	-176,00
CWA3	-21,92	0,00	221,88	8051,48	-5029,15	741,64
CWA4	23,35	26,61	226,15	8401,79	-5017,03	-132,00
CEA1 Max	67,74	0,03	280,86	10509,47	-5651,91	2567,14
CEA1 Min	-67,74	-0,03	280,86	10508,92	-6887,31	-2567,14
C(1,2D+1,6L)	0,00	0,00	470,36	17515,95	-10470,69	0,00
CES1 Max	67,74	0,03	476,53	17778,72	-10001,73	2567,14
CES1 Min	-67,74	-0,03	476,53	17778,17	-11237,13	-2567,14
CES2 Max	0,03	65,68	476,53	18387,45	-10619,27	1472,61
CES2 Min	-0,03	-65,68	476,53	17169,44	-10619,59	-1472,61
CWS1	-23,39	0,00	340,78	12441,92	-7673,95	791,08
CWS2	24,91	28,39	289,17	10713,75	-6407,11	-140,80
CWS3	-46,77	0,00	-6,39	-689,77	-49,18	1582,16
CWS4	49,82	56,77	2,74	57,57	-23,33	-281,60

De la Tabla 48 se observa que la combinación que más fuerzas producen en la base es la que incluye el sismo, por sobre las que consideran el viento.

En la Tabla 49 se exponen las fuerzas por piso de la estructura sin considerar los muros de albañilería como parte del sistema resistente.

Tabla 49:Fuerzas por piso, sin considerar muros de albañilería.

Piso	P[tonf]	VX[tonf]	VY[tonf]	T[tonf-m]	MX[tonf-m]	MY[tonf-m]
Piso 4	348,3	49,8	18,1	1210,6	12922,1	7716,8
Piso 3	381,7	58,9	58,2	2245,1	14294,9	8518,3
Piso 2	426,9	65,5	63,9	2486,2	16345,5	9890,7
Piso 1	476,5	67,7	65,7	2567,1	18387,4	11237,1

Al comparar la Tabla 41 con Tabla 49 se puede concluir que para la compresión existen leves diferencias posiblemente debido a aproximaciones del peso de la albañilería. El momento tanto en la dirección X como en la dirección Y presentan leves diferencias por lo que la inclusión de los muros en los modelos no genera grandes diferencias en los resultados tanto de los momentos como de la compresión.

Por otra parte, el corte tanto en la dirección X como en la dirección Y cuando no se consideran los muros aumenta, pero el parámetro que más aumenta es la torsión lo cual tiene sentido ya que al no considerar los muros la rigidez de la estructura disminuye.

6.4.2. Solicitación de los marcos de acero cuando no se consideran los muros

La verificación a tracción, compresión, flexión, corte y combinación de estas fueron calculadas de acuerdo con la AISC360-10 [20].

Tabla 50:Fuerzas en las columnas sin considerar los muros.

	P max[tonf]	V2 max[tonf]	V3 max[tonf]	T max[tonf-m]	M2 max[tonf-m]	M3 max[tonf-m]
Suma Piso 1	469,49	68,71	78,78	6,87	404,41	324,14
Suma Piso 2	421,25	67,40	67,40	8,52	193,52	131,26
Suma Piso 3	367,98	62,62	59,35	10,95	174,22	226,00
Suma Piso 4	291,88	43,81	41,46	8,36	158,00	148,43

Al comparar Tabla 44 con la Tabla 50 se observa aumento para las fuerzas de compresión, corte y momento. El mayor aumento se observa para el momento seguido por el corte.

Las solicitaciones que generan el máximo factor de utilización de las columnas al considerar los muros en la estructura de San Bernardo se encuentran en la Tabla 51.

Tabla 51: Solicitación de las columnas sin considerar los muros.

Perfil	Piso	Combinación	P[tonf]	V2[tonf]	V3[tonf]	M2[tonf-m]	M3[tonf-m]
TB450X200	Piso 1	CWS4	-0,2723	-0,5366	-2,3973	0,1066	0,7257
TB300X200	Piso 1	CWS4	-1,8294	-0,5482	-2,977	9,298	2,246

La solicitación que genera el máximo factor de utilización de la viga al considerar los muros se expone en la Tabla 52.

Tabla 52: Solicitación en las vigas sin considera los muros.

Perfil	Piso	Combinación	P[tonf]	V2[tonf]	V3[tonf]	M2[tonf-m]	M3[tonf-m]
H150X100	Piso 3	CWS1	-0,067	-0,0005	0,4048	0,378	0,0014

6.4.3. Verificación de los marcos de acero cuando no se consideran los muros y existe arriostramiento

Las solicitaciones que generan el máximo factor de utilización de las columnas al considerar los muros en la estructura de San Bernardo se encuentran en la Tabla 53.

Tabla 53: Solicitaciones de las columnas sin considerar los muros con la presencia de arriostramiento.

Perfil	Piso	Combinación	P[tonf]	V2[tonf]	V3[tonf]	M2[tonf-m]	M3[tonf-m]
TB450X200	Piso 1	CES1 Max	-3,5527	3,2691	-0,0832	0,0825	6,835
TB300X200	Piso 1	CES1 Max	-5,3186	2,7812	0,0383	0,1175	5,9107

La solicitación que genera el máximo factor de utilización de la viga al considerar los muros se expone en la Tabla 54.

Tabla 54: Solicitaciones de las vigas sin considerar los muros con la presencia de arriostramiento.

Perfil	Piso	Combinación	P[tonf]	V2[tonf]	V3[tonf]	M2[tonf-m]	M3[tonf-m]
H150X100	Piso 3	CWS1	-0,0671	-0,0002	0,4047	0,3778	0,0006

6.5. Verificación de desplazamientos

Los desplazamientos máximos para cada modelo de la estructura de San Bernardo se exponen en la Tabla 55.

Tabla 55: Desplazamiento de la estructura de San Bernardo para los casos analizados.

	Verificación en dirección X		Verificación en dirección Y	
	Desp X[m]	Desp Y[m]	Desp X[m]	Desp Y[m]
Con muros	0,0008	0,0001	0,0005	0,0104
Sin muros	0,0796	0,0080	0,0197	0,3830
Sin muros y con arriostramiento	0,0283	0,0189	0,0062	0,0888

La verificación de los desplazamientos considerando los muros, no considerando los muros y sin arriostramiento y no considerando los muros incluyendo arriostramiento fueron calculados de acuerdo con lo dispuesto por la NCh2369.Of2003.

7. DISCUSIÓN Y RESULTADOS CASOS DE ESTUDIO

La Tabla 56 y la Tabla 57 muestran de proporción de corte que resisten los muros en relación con el que resisten las columnas por piso para estructura de Providencia y San Bernardo respectivamente.

Tabla 56: Proporción de Fuerza de corte entre muros y columnas por piso en estructura en Providencia.

Proporción corte(V2) columnas vs muros [%] dirección X		Proporción corte(V2) columnas vs muros [%] dirección X	
Piso 1	10,06	Piso 2	8,55
Proporción corte(V2) columnas vs muros [%] dirección Y		Proporción corte(V2) columnas vs muros [%] dirección Y	
Piso 1	9,20	Piso 2	6,75

Tabla 57: Proporción de Fuerza de corte entre muros y columnas por piso en estructura en San Bernardo.

Proporción corte(V2) columnas vs muros [%] dirección X	
Piso 1	2,72
Proporción corte(V2) columnas vs muros [%] dirección Y	
Piso 1	1,31
Proporción corte(V2) columnas vs muros [%] dirección X	
Piso 2	6,43
Proporción corte(V2) columnas vs muros [%] dirección Y	
Piso 2	1,98
Proporción corte(V2) columnas vs muros [%] dirección X	
Piso 3	14,68
Proporción corte(V2) columnas vs muros [%] dirección Y	
Piso 3	9,65

De la Tabla 56 para la estructura en Providencia una proporción de corte menor a 10% para todos los pisos en ambas direcciones, por lo tanto, de acuerdo con Ravichandran [7] el muro de albañilería no modificaría el mecanismo de falla de la estructura y se podría considerar como factor de modificación de la respuesta(R) el del marco de momento y no el factor de modificación de la respuesta de la albañilería confinada, lo cual disminuiría las solicitaciones sísmicas sobre la estructura al considerar un sistema más dúctil.

De la misma forma, para la estructura de San Bernardo la mayor proporción de corte es de un 14.68% por lo cual según Ravichandran [7] para el factor de modificación de la respuesta(R) se podría considerar el valor de R del marco de momento. Dependiendo si es un marco ordinario, intermedio o especial los valores del factor de modificación de la respuesta R para estos casos son 5 ,6 y 11 respectivamente mientras que para la albañilería confinada el valor del R es 4.

DESPLAZAMIENTO

Al verificar los desplazamientos de la estructura en Providencia considerando los muros de albañilería existen 3 puntos que no cumplen los desplazamientos máximos, estos puntos son parte de un marco de acero que abarca los dos pisos sin entramado de piso y donde los muros no están presentes en el modelo, pero es donde se encuentra ubicada la escalera que lleva al segundo piso y hay machones bajo las ventanas los cuales no fueron considerados en el modelo y pueden contribuir a disminuir los desplazamientos relativos máximos en esta zona por lo cual para confirmar que en esta zona en específico se sobrepasan los desplazamientos máximos se requiere un modelo más preciso lo cual no fue realizado.

En cuanto al desplazamiento en la estructura en San Bernardo, a partir de la Tabla 55 se concluye que los desplazamientos máximos son mayores que los máximos de la norma en las columnas interiores laterales al eje principal longitudinal cuando se consideran los muros como parte del sistema resistente, cuando no se consideran los muros los puntos que superan el desplazamiento de la norma aumentan notablemente. La inclusión de los arriostramientos disminuye estos desplazamientos, pero aun así una gran cantidad de puntos de la estructura sobrepasa la normativa en cuanto a desplazamiento máximo.

El valor del desplazamiento para cada punto de la estructura viene dado por el punto 6.1 de la NCh2369 y es producido principalmente por la sollicitación sísmica por lo que la no consideración del sismo como se ve reflejado en la memoria de cálculo con la cual se diseña la estructura influye en el desplazamiento final. Las cargas de viento no generan desplazamientos que sobrepasen la normativa vigente.

A considerar es que el desplazamiento máximo considera la albañilería para dos sistemas según el punto 6.3:

- Estructuras de muros de albañilería con particiones rígidamente unidas a la estructura: $0.003 * \text{altura de piso}$.
- Marcos no arriostrados con rellenos de albañilería dilatados: $0.0075 * \text{altura de piso}$.

De acuerdo con lo anterior se consideró la opción más conservadora de los desplazamientos máximos a pesar de que la metodología constructiva de la estructura no se condice de forma precisa con el primer punto.

Cabe destacar que para ambas estructuras no existía una losa como diafragma rígido que compatibilizara los desplazamientos en los pisos.

MUROS

Se verifica que para la estructura en Providencia todos los muros cumplen con las solicitaciones y cuantía de armadura de los pilares y se puede concluir que el máximo factor de utilización para corte en los muros de 0.5 y de 0.44 para compresión. Se debe tener en cuenta que se considera la sección transversal de los pilares expuesta en la Tabla 25 de acuerdo con las consideraciones de AISC360-10 lo cual no es correcto, pero es lo que se indica en la NCh2123of 97 Modificada 2003, se debiese realizar una suposición sobre el porcentaje de la sección de acero a considerar a como armadura de los pilares.

Para la estructura en San Bernardo, la máxima sección transversal de acero requerida a flexión para los pilares es de 13.2 cm² para el muro numero 13(muro en dirección X ,en la esquina de la estructura) según nomenclatura de ETABS del piso 3 para la combinación que incluye viento y la sección transversal de los pilares de acero dispuesta es de 24,96 cm² como se puede apreciar en la Tabla 43.

Con las solicitaciones presentes en la estructura, si la metodología constructiva fuese albañilería confinada con perfiles de hormigón armado cumpliendo las indicaciones mínimas de la NCh2123of 97 Modificada 2003 (pilares con espesor de 20 cm en la dirección del muro, 14 cm de ancho de la albañilería y armadura mínima en los pilares de 3,14 cm²) tanto para las cargas de viento como sísmicas sería necesario aumentar la armadura a flexión de los pilares por sobre la cuantía mínima(la armadura máxima requerida es de 13,2 cm²).

7.1.1. Comparación de la solicitación en columnas estructura en Providencia

La comparación de las columnas al considerar o no los muros como elementos resistentes y reemplazarlos por su peso propio en se encuentra en la Tabla 98.

De la comparación se desprende que el momento en ambas direcciones sobre todas las columnas aumenta desde un 159% si no se consideran los muros comparado con el caso con muros. El corte en ambas direcciones aumenta para todas las columnas del primer piso. En cuanto a la compresión es variable si aumenta o disminuye ya que no todas las columnas se encontraban confinando a los muros.

7.1.2. Comparación solicitación en vigas estructura en Providencia

La comparación de las vigas al considerar o no los muros como elemento resistente se encuentra en la Tabla 99.

Al eliminar los muros del modelo y reemplazarlos por su peso propio se producen aumentos para la solicitación de corte, momento y compresión respectivamente. Existen vigas que no se ven afectadas por el efecto de eliminar el muro debido a que inicialmente no se encontraban en contacto con ellos.

7.1.3. Comparación solicitación en columnas estructura en San Bernardo

Las comparaciones en las solicitaciones de las columnas al considerar o no los muros se encuentra en Tabla 100.

De la comparación se puede concluir que, para los tres pisos inferiores, al no considerar los muros como elemento resistente y considerarlo como peso distribuido de forma lineal sobre las vigas donde se encontraban apoyados las solicitaciones se mantienen o aumentan considerablemente. En el cuarto piso (muro de la fachada) las solicitaciones de compresión y momento en ambas direcciones se ven aumentadas pero las solicitaciones de corte aumentan para algunos elementos y disminuye para otros elementos.

COLUMNNAS y VIGAS SAN PROVIDENCIA

En la Tabla 58 se presentan los factores de utilización de las vigas y columnas de la estructura ubicada en Providencia junto con el piso donde se encuentra el elemento más solicitado y la sollicitación que produce el mayor factor de utilización.

Tabla 58: Factores de utilización vigas y columnas según el caso analizado.

Estructura situada en Providencia				
Columnas	Perfil	Factor de utilización	Piso	Tipo de sollicitación presente en la combinación
Con muros	Tubular D=150	0,684	1	Sismo
	Cuadrado 150x150	0,177	1	Estática gravitacional
	Rectangular 150x100	0,64	1	Sismo
Sin muros	Tubular D=150	1,255	1	Sismo
	Cuadrado 150x150	0,55	1	Sismo
	Rectangular 150x100	1,04	1	Sismo
Vigas	Perfil	Factor de utilización	Piso	Tipo de sollicitación presente en la combinación
Con muros	H200X100	0,54	1	Estática gravitacional
	C 200X50X5	1,27	1	Sismo
	C 200X50X3	0,79	2	Sismo
Sin muros	H200X100	0,51	1	Sismo
	C 200X50X5	2,896	1	Estática gravitacional y Sismo
	C 200X50X3	1,28	1	Sismo

Con la presencia de muros en el modelo las columnas presentan un factor de utilización menor a 0.7 por lo que cuentan con resistencia extra ante cualquier eventualidad no considerada. En cuanto a las vigas, existen solo tres vigas que fallarían de acuerdo con los modelos realizados ya que presentan un FU mayor que 1 para las combinaciones de sismo en la dirección Y. Dos de estas vigas se encuentran en el primer piso, en el perímetro de la estructura. Bajo y sobre estas vigas existen machones de albañilería en dirección X que no fueron considerados en el modelo debido a su poca influencia para la estructura global, pero podrían tener gran influencia local para la viga ya que restringe su pandeo y rotación por lo que de cierto modo de explicaría el elevado factor de utilización de estas vigas de acuerdo con el modelo realizado.

La otra viga con un FU mayor que 1 para las combinaciones con el sismo en Y es parte de un marco no arriostrado sin muro en su interior ubicada al interior de la estructura. Esta viga encuentra paralela a las otras dos vigas mencionadas anteriormente que fallarían y se encuentra conectada a

estas por el entramado de piso de madera del segundo piso. Se puede aseverar que es una única zona en la que estas vigas presentan problemas por lo que es necesario generar un modelo más realista de esta zona para poder conocer efectivamente si estos elementos fallarían. Dicho modelo más preciso no fue realizado.

Para las columnas el no considerar los muros genera un aumento de entre 62 a un 200% en el factor de utilización.

Para las vigas el no considerar los muros genera un aumento de entre un 62 y un 128%.

La sollicitación sísmica es la que controla los factores de utilización dado que la estructura está ubicada en medio de la ciudad las cargas de viento no fueron consideradas para el modelo.

COLUMNAS Y VIGAS SAN BERNARDO

Tabla 59: Factores de utilización de vigas y columnas según el caso analizado.

Estructura situada en San Bernardo				
COLUMNAS	Perfil	Factor de utilización	Piso	Tipo de sollicitación presente en la combinación
Con muros	Tubest 450X200	0,056	4	Sismo
	Tubest 300X200	0,07	4	Sismo
Sin muros	Tubest 450X200	0,49	1	Viento
	Tubest 300X200	0,61	1	Viento
Con arriostramiento	Tubest 450X200	0,416	1	Sismo
	Tubest 300X200	0,3743	1	Sismo
	Cuadrado 100x100	0,045	3	Sismo
Viga	Perfil	Factor de utilización	Piso	Tipo de sollicitación presente en la combinación
Con muros	H150x100	0,725	4	Sismo
Sin muros	H150x100	1,007	3	Viento
Con arriostramiento	H150x100	1,0056	3	Viento

Para esta estructura ubicada en San Bernardo se puede concluir que para las columnas al considerar los muros los factores de utilización son menores del 10% de la capacidad del elemento por lo que para este caso las columnas estarían sobredimensionadas.

Al no considerar los muros en los modelos el factor de utilización para las columnas aumenta 9 veces llegando a un máximo de 60% de la capacidad del elemento. Aun sin considerar los muros en el modelo el diseño de las columnas es conservador.

En cuanto a las vigas, el no incluir los muros en el modelo el factor de utilización aumenta 1.4 veces llegando a un valor levemente mayor a 1. De acuerdo con la ANSI/AISC 360-10Vol22 se puede aumentar el factor de utilización en un 5% con lo cual las vigas estarían en el límite de su capacidad.

A considerar es que cuando son considerados los muros en el modelo la sollicitación que controla es la sísmica tanto para vigas como columnas, cuando no se consideran los muros la sollicitación que controla tanto las vigas como columnas es el viento y con la presencia del arriostramiento sin los muros la sollicitación que controla las vigas es el viento y las columnas es el sismo.

8. CONCLUSIONES

A partir de los modelos realizados en el software DIANA se aprecia que para el caso del marco a tope se genera una diagonal de compresión entre la esquina superior izquierda y la esquina inferior derecha junto con zonas en tracción en la esquina inferior izquierda y esquina superior derecha, lo cual se condice con lo expuesto por Dawe et al [4], Sarhosis et al [16] y Tasnimia & Mohebkhah [6] entre otros.

Tanto la inclusión de los conectores como del refuerzo horizontal provocan un cambio en la forma que “trabaja” el muro ya que cambia de la diagonal de compresión antes descrita a un muro que resiste en su totalidad esfuerzos de tracción.

Todas estas inclusiones (conectores y refuerzo horizontal) presentan una carga máxima y un desplazamiento último del mismo orden de magnitud.

Se sabe que los sistemas con las inclusiones presentan mayor ductilidad que la que se podría obtener a partir de la Ilustración 43 e Ilustración 45 ya que luego que falla el muro es el marco de acero quien continua resistiendo la carga lateral y este debiese entregarle cierta ductilidad al sistema de acuerdo con la Ilustración 51.

No se pudo evaluar si las inclusiones mejoran la ductilidad *post peak* debido a una limitación de la metodología en la formulación del problema, principalmente en el código del material de la albañilería el cual generaría problemas en la convergencia de las iteraciones.

El marco a tope se descarta como opción al tener una baja carga máxima. De las inclusiones (conectores y refuerzo horizontal) la mejor opción desde punto de vista económico sería la inclusión de los conectores al mejorar la carga máxima y requerir menos materiales que los casos con refuerzo horizontal.

El centro del muro en los casos donde se incluyen conectores falla por completo a una carga mayor que los casos con refuerzo horizontal y además resisten una mayor carga máxima.

La metodología propuesta por Acosta [15] en Venezuela considera la inclusión de conectores para viviendas de dos pisos dado que la inclusión de conectores aumenta la rigidez y carga máxima.

CONCLUSIÓN PROVIDENCIA

Al considerar la albañilería como elemento resistente aumentan las solicitaciones sísmicas sobre la estructura, pero este aumento es resistido por los muros. Los muros son capaces de resistir las solicitaciones a las que se ven sometidos. Al considerar los muros los desplazamientos son menores que los máximos dispuestos por la norma por el contrario al no considerar los muros como elemento resistente los desplazamientos relativos superan los valores máximos de la norma.

Al considerar los muros en el modelo todas las columnas cumplen la normativa vigente para elementos de acero [20], para las vigas en cambio existen 3 elementos conectados entre sí que no cumplirían la normativa para el acero [20] por lo cual sería necesario un modelo más preciso de esta zona para verificar si efectivamente estas vigas podrían fallar y si sus desplazamientos relativos son efectivamente mayores que los máximos dispuestos por la norma NCh433.of96. Modificada en 2009.

CONCLUSIÓN SAN BERNARDO

Al considerar la albañilería como elemento resistente las solicitaciones sísmicas son resistidas por los muros. Las cargas producidas por el sismo predominan sobre las de viento. Tanto las columnas como las vigas cumplen la normativa para acero [20] al considerar la presencia de los muros.

Al considerar los muros como elemento resistente los desplazamientos son menores que los dispuestos por la norma, pero no así para el modelo sin muros y sin muros, pero con arriostamiento. Esto considerando la estructura como de “muros de albañilería con particiones rígidamente unidas a la estructura” (6-5) de acuerdo con la NCh2369.of.2003.

Para el caso sin considerar los muros como elemento resistente y al incluir el arriostamiento a la estructura las columnas cumplen la normativa sísmica para acero [20] pero existen vigas que no cumplen esta normativa [20] en cuanto a los esfuerzos combinados.

De la Tabla 40 se puede inferir que la acción sísmica debiese ser considerada al menos para el diseño de las fundaciones.

Para la estructura de San Bernardo la solicitación máxima de los muros es producida por efecto del viento por lo que en este caso el no haber considerado el sismo por parte de la empresa que diseño la estructura parece correcto para el caso de los muros.

CONCLUSIONES MUROS Y NORMA

Dado que por lo general a la hora de escoger los perfiles de las columnas se utiliza uno de sección transversal “H” o “C” y cuya dimensión del alma sean mayor o igual que el bloque de albañilería de tal forma que este quede inserto en el marco para generar una trabazón entre ambos en el eje. Para las columnas en la esquina eso solo sucede en una de las direcciones.

DUCTILIDAD Y R CONSIDERADO POR LA NORMA

De acuerdo con la Ilustración 72, si se analiza la ductilidad del sistema (deformación última y deformación de fluencia) se obtiene un valor de $\mu=3.43$. Para el ensayo experimental expuesto en la Ilustración 46 el cual es un muro de albañilería confinada con columnas de hormigón con los requisitos geométricos mínimos y con el refuerzo en las zonas críticas de acuerdo con la NCh2123 se obtiene un valor de $\mu=5.2$. Por lo tanto, se infiere que el marco de acero a tope con las condiciones descritas en Markulak [1] es un 50% menos dúctil que un muro de albañilería confinado con pilares de hormigón armado. Esto supeditado a que efectivamente el desplazamiento último del ensayo realizado por Markulak [1] sea cuando el marco colapsa y no un punto donde simplemente se detuvo el ensayo.

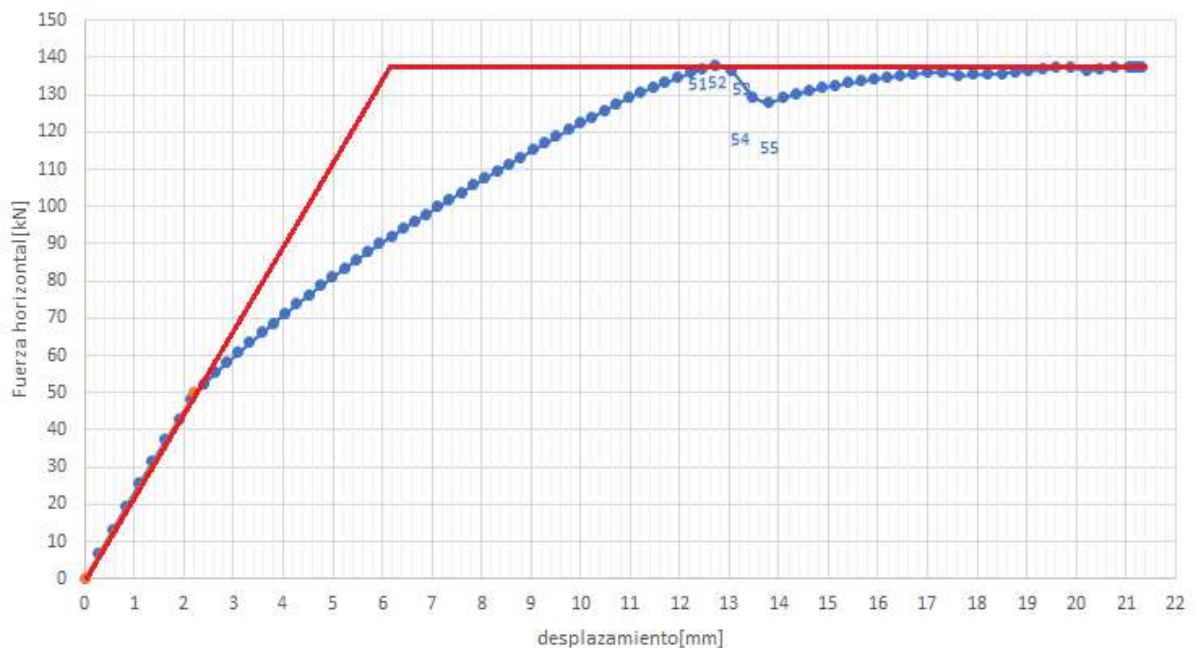


Ilustración 72: Curva de desplazamiento vs fuerza de modelo de marco a tope realizado en software DIANA.

CONCLUSIONES DE MODELOS ETABS

En ETABS a pesar de considerar la albañilería como un material no lineal (criterio Drucker-Prager) el modelo de la albañilería confinada por marco de acero incluyendo o no rotulas plásticas en el marco el comportamiento es lineal variando solamente su desplazamiento y carga ultima.

Al incluir rotulas plásticas en el modelo la carga es levemente inferior que la alcanzada por el ensayo experimental pero el desplazamiento es menos de la mitad del alcanzado en el ensayo y el comportamiento es lineal como se observa en la Ilustración 29.

Al comparar la rigidez del modelo realizado en ETABS con la rigidez a partir del ensayo experimental en la Tabla 10 y Tabla 16 se puede apreciar que la diferencia entre ambos es cercana al 7% siendo mayor la del modelo en ETABS por lo tanto se puede inferir que ETABS estima la rigidez de forma correcta siendo levemente poco conservador.

Para el diseño de los elementos de acero se puede utilizar un modelo reemplazando los muros por su peso propio ya que, una vez que el muro haya fallado las solicitaciones deben ser resistidas por los elementos de acero.

VERIFICACION DE LOS ELEMENTOS

A la hora de verificar los muros, se considera que la sección bruta de las columnas resiste los esfuerzos de compresión y la flexión, contrario al caso de la NCh2123of 97 Modificada 2003 donde el hormigón de los pilares resiste la compresión y la armadura longitudinal de éstos se diseña para resistir la flexión. Esto debiese influir a la hora del diseño de la albañilería confinada con perfiles de acero por lo tanto además de una normativa en cuanto a la sección transversal mínima de las columnas se debiese considerar el largo de pandeo global y local (el que depende a su vez de la esbeltez del elemento).

ESTUDIOS POSTERIORES

- En cuanto a estudios posteriores de tipo experimental se considera relevante ensayar un marco con esta tipología usando los materiales que se utilizan en Chile tanto para las columnas y vigas de acero como también para la albañilería. Además, es importante es estudiar la influencia del tipo de perfil que se ocupara ya que los perfiles abiertos (secciones “H” o “C”) donde entre las alas se puede insertar la albañilería tendería a producir cierta “trabazón” entre el marco y la albañilería, lo cual no sucede en perfiles cerrados (como son secciones cuadradas).
- Modelos no fueron generados a partir de cargas cíclicas lo cual genera diferencias en los resultados obtenidos ya que las curvas de histéresis principalmente de la albañilería no son simétricas lo cual debiese ser considerado en los modelos.
- De acuerdo con Kodur et al. [2] la inclusión de conectores verticales entre la albañilería y la viga mejora el comportamiento del sistema, algo que no fue verificado en este trabajo pero que puede ser relevante tanto para el comportamiento en el plano del muro como fuera de este.
- En los modelos realizados se consideró que las columnas estaban empotradas en su base y se asumió una conexión rígida entre la columna y la viga. Esta consideración puede ser difícil de materializar en la práctica por lo cual estudiar la influencia de estas conexiones entre los elementos de acero resulta relevante.
- En cuanto a la verificación de los muros en general, la albañilería genera restricciones de borde de manera que aumenta la capacidad a compresión de los elementos de acero (vigas y columnas) en el plano del muro además de confinar el alma de la sección para los perfiles usados. La influencia de esto no es parte del alcance y que se debe estudiar en el futuro.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Markulak, D., Radic, I. & Sigmund, V., (2013). Cyclic testing of single bay steel frames with various types of masonry infill. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, **Vol.42**, pp.1131-1149. Doi: 10.1002/eqe.2263
- [2] Kodur, V.K.R., Erki, M.A., & Quenneville, J.H.P. (1994). Seismic design and analysis of masonry infilled frames. *Canadian Journal of Civil Engineering*, **Vol.22**, pp.576-587.
- [3] Cook, N.J. (1985). The designer's guide to wind loading of structures. In *Building research establishment Part1*. Butterworths, London.
- [4] Dawe, J.L., Liu, Y., & Seah, C.K. (2001). A parametric study of masonry infilled steel frames. *Canadian Journal of Civil Engineering*, Ottawa, **Vol. 28**, pp.149-157. Doi: 10.1139/cjce-28-1-149
- [5] Shing, P.B. & Mehrabi, A.B., (2002). Behaviour and analysis of masonry infilled frames. *Progress in Structural Engineering and Materials*, **Vol.4**, pp.320-331. Doi: 10.1002/pse.122
- [6] Tasnimia, A.A., & Mohebkah, A., (2011). Investigation on the behavior of brick-infilled steel frames with openings, experimental and analytical approaches. *Engineering Structures*, **Vol.33**, pp.968-980. Doi: 10.1016/j.engstruct.2010.12.018
- [7] Ravichandran, S. S. & Klingner, R.E., (June,2011). Seismic Design Factors for Steel Moment Frames with Masonry Infills: Part 1, *Proceedings of the 11th North American Masonry Conference*, Masonry Society, Longmont, CO.
- [8] **TMS 602-13/ACI-530.1-13/ASCE 6-13**. Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures.
- [9] Ravichandran, S. S. & Klingner, R.E., (June,2011). Seismic Design Factors for Steel Moment Frames with Masonry Infills: Part 2, *Proceedings of the 11th North American Masonry Conference*, The Masonry Society, Longmont, CO.
- [10] Manesh, P.B. (2013). *Experimental study of masonry-infilled steel frames subjected to combined axial and in plane lateral loading* (Thesis of Master). Dalhousie University. Halifax, Nova Scotia.
- [11] Mosalam, K.M., White, R.N. & Gergely, P. (1997). Static response of infilled frames using quasi-static experimentation. *Journal of Structural Engineering*. pp.1462- 1469.
- [12] Liu, Y. & Soon, S. (2014). Experimental study of concrete masonry infills bounded by steel frames. *Canadian Journal of Civil Engineering*, Oregon, **Vol. 39**, pp.180-190. Doi: 10.1139/l11-122
- [13] Dawe, J.L. & Seah, C.K. (1989). Behavior of masonry infilled steel frames. *Canadian Journal of Civil Engineering*, Ottawa, **Vol. 16**, pp.865-876. Doi: 10.1139/l89-129
- [14] Radic, I., Markulak, D & Sigmund, V., (2013). Controlled seismic behaviour of masonry infilled frames. *Journal of the Croatian Association of Civil Engineers*, **Vol.68**, pp.883-893. Doi: 10.14256/JCE.1673.2016

- [15] Acosta, D. (2014). Vivienda de mampostería confinada con perfiles de acero. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, **Vol.1**, pp.1-15.
- [16] Sarhosis, V., Tsavdaridis, K.D. & Giannopoulos, I., (2014). Discrete element modelling of masonry infilled steel frames with multiple window openings subjected to lateral load variations. The Open Construction and Building Technology Journal, **Vol.8**, pp.93-103. Doi: 10.2174/1874836801408010093
- [17] Barraza, Jaime. Numerical Model for Nonlinear Analysis of Masonry Walls. Tesis Doctorado. Serena, Chile. Universidad de la Serena, Facultad de Ingeniería, 2012.
- [18] Genna y Gelfi,,(2012). Analysis of the Lateral Thrust in Bolted Steel Buckling-Restrained Braces. I: Experimental and Numerical Results, Journal of Structural Engineering, volume 138.
- [19] Nazar, F. Evaluación analítico experimental del uso de fibras de polipropileno y acero como refuerzo en sostenimiento de hormigón proyectado para túneles Inter estación del metro de Santiago. Tesis Ingeniería Civil. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2016.
- [20] ANSI/AISC 360-10. Specification for Structural Steel Buildings. (2010). Vol22.
- [21] **CSI Analysis Reference Manual** for SAP 2000, ETABS and SAFE, Computers and Structures Inc., Berkeley CA., 2016. <http://docs.csiamerica.com/manuals/etabs/Analysis Reference.pdf>
- [22] **NCh2123.Of97. Modificada en 2003.** "Albañilería confinada – Requisitos de diseño y cálculo". Norma Chilena Oficial, Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.
- [23] **NCh433.Of96. Modificada en 2009.** "Diseño Sísmico de Edificios", Norma Chilena Oficial, Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.
- [24] **NCh432.Of71.** "Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones", Norma Chilena Oficial, Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.
- [25] **NCh2369.Of2003.** "Diseño Sísmico de Estructuras e instalaciones industriales", Norma Chilena Oficial, Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.
- [26] **NCh1537.Of86. Modificada en 2009.** "Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso", Norma Chilena Oficial, Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.
- [27] **NCh3171.Of10.** "Diseño estructural-Disposiciones generales y combinaciones de carga ", Norma Chilena Oficial, Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.
- [28] **FEMA 461.** Federal Emergency Management Agency (FEMA). interim testing protocols for determining the seismic performance characteristics of structural and nonstructural components. Washington, DC: Federal Emergency Management Agency; 2007.
- [29] Sturm, T. "Apuntes de diseño de albañilería estructural " Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, 2016.

ANEXO A: ESTRUCTURA UBICADA EN MALLINKRODT 170

A.1 Base de cálculo

Las normas utilizadas son las de los Antecedentes NCh2123.Of97. Modificada2003, NCh433.Of96, Modificada2009, NCh1537.Of86. Modificada2009, NCh3171Of2010, ANSI/AISC 360-10Vol22.

De acuerdo con la memoria de cálculo y los planos estructurales, las calidades de los materiales usados son los indicados en la Tabla 60.

Tabla 60: Propiedades mecánicas de albañilería y acero.

Elemento	Grado	Propiedad	Símbolo	Valor	Unidad
Albañilería de bloques de arcilla hecho a máquina perforados	-	Resistencia básica a la compresión sin ensayo	f'_m	1,5	MPa
		Resistencia básica de corte	τ_c	0,5	MPa
		Módulo de elasticidad	E_c	1500	MPa
		Coefficiente de Poisson	ν_c	0,25	--
		Peso específico	γ_c	0,184	tonf/m ³
Acero estructural	A36	Tensión de Fluencia	f_y	240	MPa
		Tensión de rotura	f_u	400	MPa
		Peso específico	γ_s	0,785	tonf/m ³
		Módulo de elasticidad	E_s	21000	MPa
		Coefficiente de Poisson	ν_s	0,3	--

A.2 Definición de cargas y sobrecarga

Los tipos de carga que se consideraron en la revisión estructural son los indicados en la Tabla 61.

Tabla 61: Tipos de carga.

Tipo de carga	Sigla
Cargas permanentes	D
Carga de uso	L
Cargas de viento	W
Carga de nieve	S
Cargas sísmicas	E

Cargas permanentes (D):

Consiste en las cargas de peso propio presentes en el edificio más las cargas permanentes adicionales estacionarias. El valor de la carga del peso propio se estableció mediante una cubicación de los elementos estructurales en el software ETABS.

Para las cargas permanentes adicionales se consideraron los valores referenciales de la Tabla 62.

Tabla 62: Cargas permanentes adicionales [kg/m²]

Tipo de carga	Valor
Piso	100
Techo	200

Carga de uso (L):

Consiste en las cargas de ocupación del edificio, sin la inclusión de cargas de construcción o ambientales. Las sobrecargas de uso uniformemente distribuidas presentadas en el Antecedente NCh1537.Of86. Modificada2009 se indican en la Tabla 63 también se indican las sobrecargas que no fueron consideradas en el Antecedente NCh1537.Of86. Modificada2009, pero que sin embargo estipula la Tabla 63 de la norma NCh1537.Of2009.

Tabla 63: Sobrecargas de uso [kg/m²]

Tipo de carga	Valor
Piso	400
Techo	100

Cargas sísmicas (E):

Consiste en las cargas eventuales inerciales que se generan en la estructura producto de un sismo. Para efectos de diseño, se considera el método de análisis modal espectral y el respectivo espectro de aceleraciones de diseño dispuesto por la norma NCh433.Of1996 (modificada en 2009 y el D.S. N° 61). La Tabla 64 muestra los parámetros sísmicos usados en el análisis modal espectral. Para el cálculo del peso sísmico del edificio se considera el 100% de las cargas permanentes más un 50% de las cargas de uso según el punto 5.5.1 de la norma NCh433.Of96 Mod.2009.

Tabla 64: Parámetros sísmicos usados en el análisis modal espectral.

Parámetro	Categoría	Sigla	Valor
Zona sísmica	2	A_0/g	0,3
		S	1,05
Tipo de suelo	C	T_0 [s]	0,4
		T' [s]	0,45
		n	1,4
		p	1,6
Categoría del edificio	III	I	1,2
Factores de modificación de respuesta		R	4
		R_0	4

A.3 Combinaciones de carga

Para el análisis y verificación de los elementos estructurales, se utilizó el método de diseño por tensiones admisibles *Allowable Stress Design* (ASD). Los elementos deben ser diseñados de manera que su resistencia admisible sea mayor a los efectos de las cargas en las combinaciones indicadas en el punto 9.2.1 de la norma NCh3171.Of2010 y se muestran en la Tabla 65.

Tabla 65: Factores de combinación de carga.

Combinación	D	L	$E_X^{(1)}$	$E_Y^{(2)}$
C1	1	1	--	--
C2	1	--	1	--
C3	1	--	--	1
C4	1	0,75	0,75	--
C5	1	0,75	--	0,75
C6	0.6	--	1	--
C7	0.6	--	--	1

⁽¹⁾ Espectro en dirección principal X

⁽²⁾ Espectro en dirección principal Y

A.4 Modelo estructural

Para la revisión estructural del edificio, se generó un modelo computacional 3D mediante el software de análisis estructural ETABS. El edificio fue modelado utilizando elementos *frame* para columnas y vigas y elementos tipo *shell* para muros, rampas y losas. Los apoyos a nivel basal se consideraron como empotrados. La Ilustración 73 muestra el modelo computacional generado.

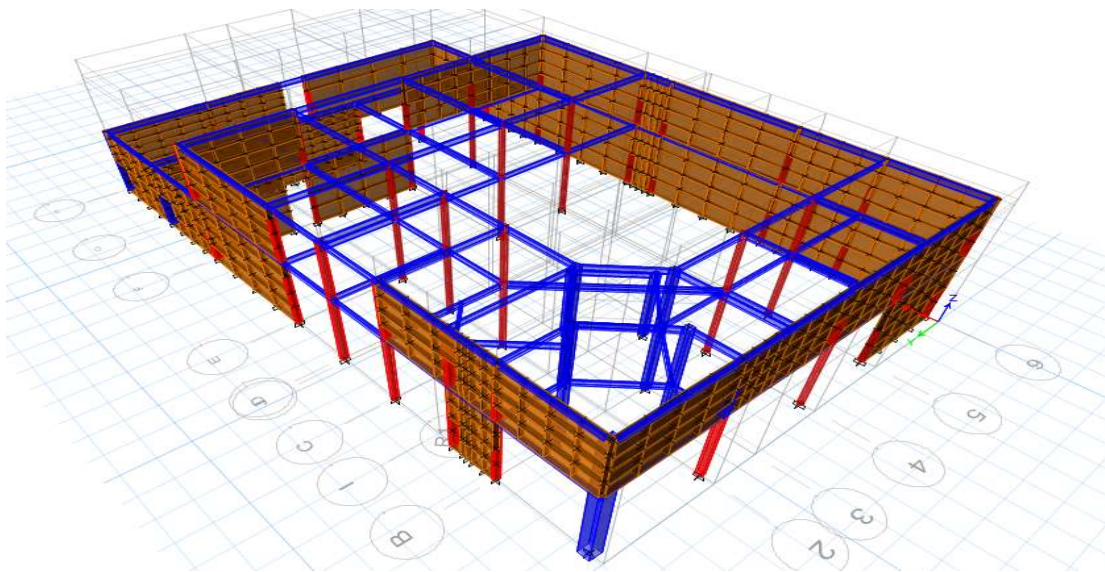


Ilustración 73: Vista isométrica del modelo.

A partir del modelo estructural se determinaron las combinaciones que producen las solicitaciones máximas en los elementos estructurales resistentes.

A.5 Análisis modal espectral

Se realizó el análisis modal espectral conforme a la NCh433.Of1996 modificada en 2009 y al D.S N° 61. Los principales resultados de este análisis se resumen en la Tabla 66.

Tabla 66: Resultados del análisis modal espectral.

Parámetro	Valor	Unidad
Período fundamental en la dirección longitudinal	0,1514	s
Período fundamental en la dirección transversal	0,1313	s
Peso sísmico:	61,53	Tonf
Corte basal en dirección longitudinal	19,49	Tonf
Corte basal en dirección transversal	17,69	Tonf
Corte basal mínimo	3,87	Tonf
Corte basal máximo	9,3	Tonf
Coeficiente sísmico en la dirección longitudinal(X)*	0,99	-
Coeficiente sísmico en la dirección transversal(Y)*	1,21	-

*Coeficiente sísmicos mayores al Cmax de acuerdo con NCh433.Of1996

ANEXO B: ESTRUCTURA UBICADA EN JORGE ALESSANDRI 10000

B.1 Base de cálculo

Normas

Las normas utilizadas son las de los Antecedentes NCh2123.Of97. Modificada2003, NCh2369.Of2003, NCh1537.Of86. Modificada2009, NCh3171Of2010, ANSI/AISC 360-10Vol22.

Materiales

De acuerdo con la memoria de cálculo y los planos estructurales, las calidades de los materiales usados son los indicados en la Tabla 67.

Tabla 67: Propiedades mecánicas del acero y albañilería.

Elemento	Grado	Propiedad	Símbolo	Valor	Unidad
Albañilería de bloques de arcilla hecho a máquina perforados	-	Resistencia básica a la compresión sin ensayo	f'_m	1,5	MPa
		Resistencia básica de corte	τ_c	0,5	MPa
		Módulo de elasticidad	E_c	1500	MPa
		Coefficiente de Poisson	ν_c	0,25	--
		Peso específico	γ_c	0,184	tonf/m ³
Acero estructural	A42-27ES	Tensión de Fluencia	f_y	270	MPa
		Tensión de rotura	f_u	420	MPa
		Peso específico	γ_s	0,785	tonf/m ³
		Módulo de elasticidad	E_s	21000	MPa
		Coefficiente de Poisson	ν_s	0,3	--

B.2 Definición de cargas y sobrecarga

Los tipos de carga que se consideraron en la revisión estructural son los indicados en la Tabla 68.

Tabla 68: Tipos de carga.

Tipo de carga	Sigla
Cargas permanentes	<i>D</i>
Carga de uso	<i>L</i>
Cargas de viento	<i>W</i>
Carga de nieve	<i>S</i>
Cargas sísmicas	<i>E</i>

Cargas permanentes (D):

Consiste en las cargas de peso propio presentes en el edificio más las cargas permanentes adicionales estacionarias. El valor de la carga del peso propio se estableció mediante una cubicación de los elementos estructurales en el software ETABS.

Para las cargas permanentes adicionales se consideraron los valores referenciales de la Tabla 69, dado que la estructura no cuenta con losas en sus pisos y que el techo no cuenta con estructuras ajenas a sí mismo.

Tabla 69: Cargas permanentes adicionales [kg/m²]

Tipo de carga	Valor
Techo	0

Carga de uso (L):

Consiste en las cargas de ocupación del edificio, sin la inclusión de cargas de construcción o ambientales. Las sobrecargas de uso uniformemente distribuidas presentadas en el Antecedente NCh1537.Of86. Modificada 2009 se indican en la Tabla 70. La sobrecarga fue calculada de acuerdo con el punto 6.2 de la NCh1537 y reducida de acuerdo con el punto 7.2 de la misma.

Tabla 70: Sobrecargas de uso [kg/m²]

Tipo de carga	Valor
Techo	30

Cargas sísmicas (E):

Consiste en las cargas eventuales inerciales que se generan en la estructura producto de un sismo. Para efectos de diseño, se considera el método de análisis modal espectral y el respectivo espectro de aceleraciones de diseño dispuesto por la norma NCh2369.Of2003. La Tabla 71 muestra los parámetros sísmicos usados en el análisis modal espectral. Para el cálculo del peso sísmico del edificio se considera el 100% de las cargas permanentes más un 50% de las cargas de uso según el punto 5.5.1 de la norma NCh2369.Of2003.

Tabla 71: Parámetros sísmicos usados en el análisis modal espectral.

Parámetro	Categoría	Sigla	Valor
Zona sísmica	2	A_0/g	0,3
Tipo de suelo	II	ξ	0,05
		T_0 [s]	0,4
		T' [s]	0,35
		n	1,33
Categoría del edificio	II	I	1
Factores de modificación de respuesta		R	4
		R_0	4

B.3: Combinaciones de carga

Para el análisis y verificación de los elementos estructurales, se utilizó el método de diseño por tensiones admisibles *Allowable Stress Design* (ASD) para la albañilería y *load and resistance factor design* (LRFD) para los elementos de acero. Los elementos deben ser diseñados de manera que su resistencia admisible sea mayor a los efectos de las cargas en las combinaciones indicadas en el punto 9.2.1 de la norma NCh3171.Of2010 y se muestran en la Tabla 72.

Tabla 72: Factores de combinación de carga.

Combinación	D	L	$E_x^{(1)}$	$E_y^{(2)}$	$W_x^{(3)}$	$W_y^{(4)}$
CEA1	1	--	1	--	--	--
CEA2	1	--	--	1	--	--
CEA3	1	0,75	0,75	--	--	--
CEA4	1	0,75	--	0,75	--	--
CES1	1,4	1	1	--	--	--
CES2	1,4	1	--	1	--	--
CWA1	1	--	--	--	1	--
CWA2	1	--	--	--	--	1
CWA3	1	0,75	--	--	0,75	--
CWA4	1	0,75	--	--	--	0,75
CWS1	1,2	1,6	--	--	0,8	--
CWS2	1,2	1,6	--	--	--	0,8
CWS3	0,9	1,6	--	--	1,6	--
CWS4	0,9	1,6	--	--	--	1,6

⁽¹⁾ Espectro en dirección principal X ⁽²⁾ Espectro en dirección principal Y ⁽³⁾ Viento en dirección principal X ⁽⁴⁾ Viento en dirección principal Y

B.4 Modelo estructural

Para la revisión estructural del edificio, se generó un modelo computacional 3D mediante el software de análisis estructural ETABS. El edificio fue modelado utilizando elementos *frame* para columnas y vigas y elementos tipo *shell* para muros. Los apoyos a nivel basal se consideraron como empotrados para los pilares y apoyado para los muros. La Ilustración 74 muestra el modelo computacional generado.

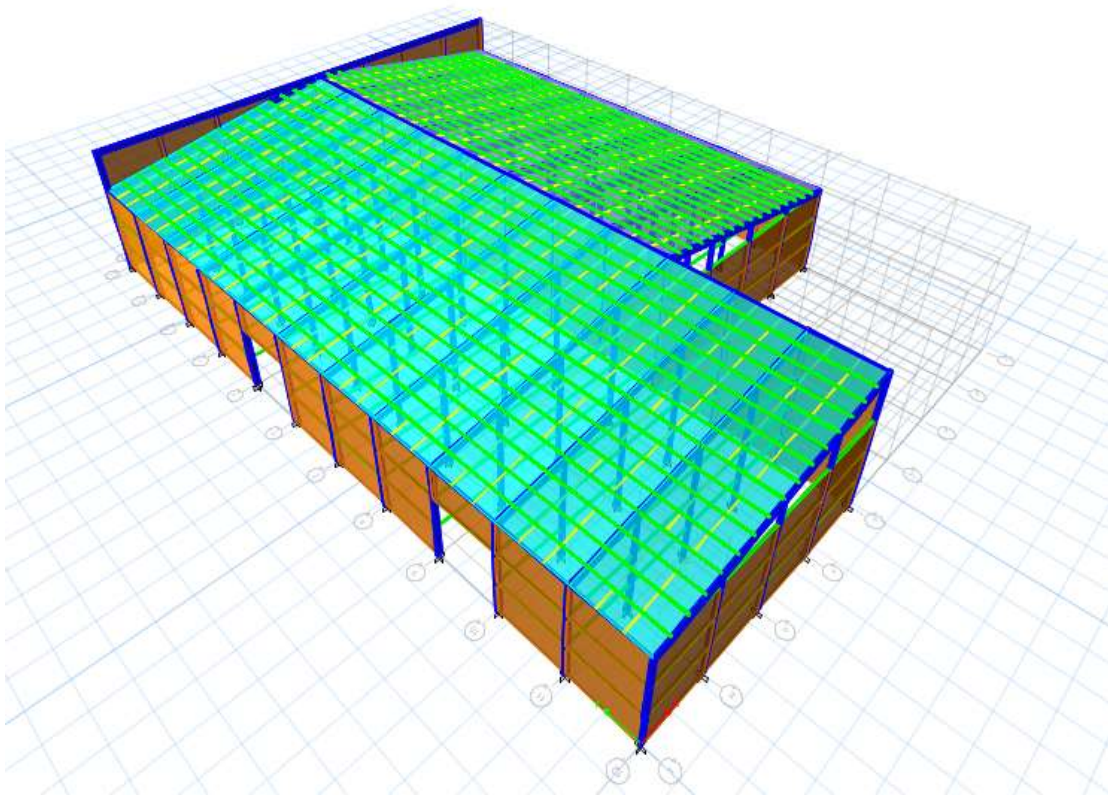


Ilustración 74: Vista isométrica del modelo generado.

A partir del modelo estructural se determinaron las combinaciones que producen las solicitaciones máximas en los elementos estructurales resistentes.

B.5 Análisis modal espectral

Se realizó el análisis modal espectral conforme a la NCh2369.Of2003. Los principales resultados de este análisis se resumen en la Tabla 73.

Tabla 73: Resultados del análisis modal espectral.

Parámetro	Valor	Unidad
Período fundamental en la dirección longitudinal	0,078	s
Período fundamental en la dirección transversal	0,002	s
Peso sísmico:	385,4	Tonf
Corte basal en dirección longitudinal	53,24	Tonf
Corte basal en dirección transversal	58,84	Tonf
Corte basal mínimo	28,9	Tonf
Coeficiente sísmico en la dirección longitudinal(Y)	0,086	-
Coeficiente sísmico en la dirección transversal(X)	0,171	-

ANEXO C: Tablas de tensiones en marco de acero para modelos en DIANA

El color oro como fondo de la tabla representa el marco de acero, el color verde como fondo de la tabla representa el refuerzo horizontal si es que si es que es el caso y el color amarillo como fondo de la tabla representa los elementos que han sobrepasado la tensión de fluencia del acero.

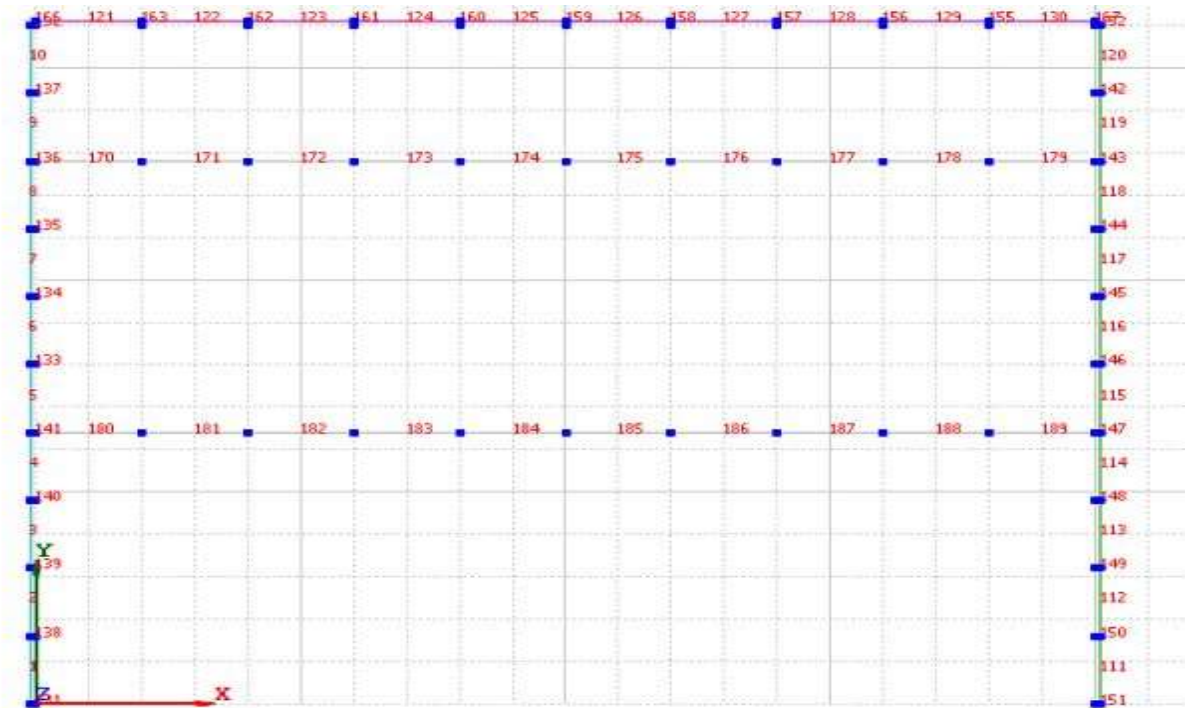


Ilustración 75: Numeración de los segmentos del marco y su refuerzo en el caso en que exista.

C.1 Tensiones de marco a tope

Tabla 74: Tensiones en acero pasos 40, 50 y 52.

paso 40				paso 50				paso 52			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY
1	0 L(01)	0	179	1	0 L(01)	0	-316,9	1	0 L(01)	0	221,7
1	1 L(02)	0	170,3	1	1 L(02)	0	-154,4	1	1 L(02)	0	214,1
2	0 L(01)	0	170,3	2	0 L(01)	0	-154,4	2	0 L(01)	0	214,1
2	1 L(02)	0	161,7	2	1 L(02)	0	-56,92	2	1 L(02)	0	203,7
3	0 L(01)	0	161,7	3	0 L(01)	0	-56,92	3	0 L(01)	0	203,7
3	1 L(02)	0	153,1	3	1 L(02)	0	5,048	3	1 L(02)	0	193,3
4	0 L(01)	0	153,1	4	0 L(01)	0	5,048	4	0 L(01)	0	193,3
4	1 L(02)	0	143,8	4	1 L(02)	0	41,1	4	1 L(02)	0	178,1
5	0 L(01)	0	143,8	5	0 L(01)	0	41,1	5	0 L(01)	0	178,1

5	1 L(02)	0	124	5	1 L(02)	0	58,66	5	1 L(02)	0	149,9
6	0 L(01)	0	124	6	0 L(01)	0	58,66	6	0 L(01)	0	149,9
6	1 L(02)	0	91,03	6	1 L(02)	0	66,27	6	1 L(02)	0	107,9
7	0 L(01)	0	91,03	7	0 L(01)	0	66,27	7	0 L(01)	0	107,9
7	1 L(02)	0	42,77	7	1 L(02)	0	65,71	7	1 L(02)	0	48,86
8	0 L(01)	0	42,77	8	0 L(01)	0	65,71	8	0 L(01)	0	48,86
8	1 L(02)	0	-24,34	8	1 L(02)	0	65,28	8	1 L(02)	0	-31,62
9	0 L(01)	0	-24,34	9	0 L(01)	0	65,28	9	0 L(01)	0	-31,62
9	1 L(02)	0	-121,9	9	1 L(02)	0	65,29	9	1 L(02)	0	-149
10	0 L(01)	0	-121,9	10	0 L(01)	0	65,29	10	0 L(01)	0	-137
10	1 L(02)	0	-270	10	1 L(02)	0	65,92	10	1 L(02)	0	-366
111	0 L(01)	0	297,3	111	0 L(01)	0	-316,9	111	0 L(01)	0	357,7
111	1 L(02)	0	201,8	111	1 L(02)	0	-154,4	111	1 L(02)	0	259,6
112	0 L(01)	0	201,8	112	0 L(01)	0	-154,4	112	0 L(01)	0	256
112	1 L(02)	0	123,6	112	1 L(02)	0	-56,92	112	1 L(02)	0	161,2
113	0 L(01)	0	123,6	113	0 L(01)	0	-56,92	113	0 L(01)	0	161,2
113	1 L(02)	0	60,59	113	1 L(02)	0	5,048	113	1 L(02)	0	84,31
114	0 L(01)	0	60,59	114	0 L(01)	0	5,048	114	0 L(01)	0	84,31
114	1 L(02)	0	14,96	114	1 L(02)	0	41,1	114	1 L(02)	0	27,6
115	0 L(01)	0	14,96	115	0 L(01)	0	41,1	115	0 L(01)	0	27,6
115	1 L(02)	0	-12,62	115	1 L(02)	0	58,66	115	1 L(02)	0	-9,722
116	0 L(01)	0	-12,62	116	0 L(01)	0	58,66	116	0 L(01)	0	-9,722
116	1 L(02)	0	-26,16	116	1 L(02)	0	66,27	116	1 L(02)	0	-31,37
117	0 L(01)	0	-26,16	117	0 L(01)	0	66,27	117	0 L(01)	0	-31,37
117	1 L(02)	0	-36,5	117	1 L(02)	0	65,71	117	1 L(02)	0	-45,84
118	0 L(01)	0	-36,5	118	0 L(01)	0	65,71	118	0 L(01)	0	-45,84
118	1 L(02)	0	-47	118	1 L(02)	0	65,28	118	1 L(02)	0	-60,46
119	0 L(01)	0	-47	119	0 L(01)	0	65,28	119	0 L(01)	0	-60,46
119	1 L(02)	0	-57,91	119	1 L(02)	0	65,29	119	1 L(02)	0	-75,56
120	0 L(01)	0	-57,91	120	0 L(01)	0	65,29	120	0 L(01)	0	-75,56
120	1 L(02)	0	-69,4	120	1 L(02)	0	65,92	120	1 L(02)	0	-91,35
121	0 L(01)	-316,9	0	121	0 L(01)	-367	0	121	0 L(01)	-374,4	0
121	1 L(02)	-154,4	0	121	1 L(02)	-183,7	0	121	1 L(02)	-187,3	0
122	0 L(01)	-154,4	0	122	0 L(01)	-183,7	0	122	0 L(01)	-187,3	0
122	1 L(02)	-56,92	0	122	1 L(02)	-70,37	0	122	1 L(02)	-71,65	0
123	0 L(01)	-56,92	0	123	0 L(01)	-70,37	0	123	0 L(01)	-71,65	0
123	1 L(02)	5,048	0	123	1 L(02)	3,431	0	123	1 L(02)	3,392	0
124	0 L(01)	5,048	0	124	0 L(01)	3,431	0	124	0 L(01)	3,392	0
124	1 L(02)	41,1	0	124	1 L(02)	48,29	0	124	1 L(02)	49,41	0
125	0 L(01)	41,1	0	125	0 L(01)	48,29	0	125	0 L(01)	49,41	0
125	1 L(02)	58,66	0	125	1 L(02)	73,14	0	125	1 L(02)	75,44	0
126	0 L(01)	58,66	0	126	0 L(01)	73,14	0	126	0 L(01)	75,44	0
126	1 L(02)	66,27	0	126	1 L(02)	86,21	0	126	1 L(02)	89,59	0

127	0 L(01)	66,27	0	127	0 L(01)	86,21	0	127	0 L(01)	89,59	0
127	1 L(02)	65,71	0	127	1 L(02)	84,89	0	127	1 L(02)	88,44	0
128	0 L(01)	65,71	0	128	0 L(01)	84,89	0	128	0 L(01)	88,44	0
128	1 L(02)	65,28	0	128	1 L(02)	83,62	0	128	1 L(02)	87,31	0
129	0 L(01)	65,28	0	129	0 L(01)	83,62	0	129	0 L(01)	87,31	0
129	1 L(02)	65,29	0	129	1 L(02)	82,83	0	129	1 L(02)	86,68	0
130	0 L(01)	65,29	0	130	0 L(01)	82,83	0	130	0 L(01)	86,68	0
130	1 L(02)	65,92	0	130	1 L(02)	82,76	0	130	1 L(02)	86,79	0

Tabla 75: Tensiones en acero pasos 53,54 y 70.

paso 53				paso 54				paso 70			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX
1	0 L(01)	0	220,7	1	0 L(01)	0	212,2	1	0 L(01)	0	270,4
1	1 L(02)	0	214,3	1	1 L(02)	0	209,4	1	1 L(02)	0	262,7
2	0 L(01)	0	214,3	2	0 L(01)	0	209,4	2	0 L(01)	0	262,7
2	1 L(02)	0	204,5	2	1 L(02)	0	202,2	2	1 L(02)	0	249,6
3	0 L(01)	0	204,5	3	0 L(01)	0	202,2	3	0 L(01)	0	249,6
3	1 L(02)	0	194,9	3	1 L(02)	0	195,1	3	1 L(02)	0	236,6
4	0 L(01)	0	194,9	4	0 L(01)	0	195,1	4	0 L(01)	0	236,6
4	1 L(02)	0	180	4	1 L(02)	0	182,4	4	1 L(02)	0	219,2
5	0 L(01)	0	180	5	0 L(01)	0	182,4	5	0 L(01)	0	219,2
5	1 L(02)	0	152,2	5	1 L(02)	0	156,9	5	1 L(02)	0	189,4
6	0 L(01)	0	152,2	6	0 L(01)	0	156,9	6	0 L(01)	0	189,4
6	1 L(02)	0	111,3	6	1 L(02)	0	119,3	6	1 L(02)	0	151,9
7	0 L(01)	0	111,3	7	0 L(01)	0	119,3	7	0 L(01)	0	151,9
7	1 L(02)	0	53,65	7	1 L(02)	0	63,44	7	1 L(02)	0	91,78
8	0 L(01)	0	53,65	8	0 L(01)	0	63,44	8	0 L(01)	0	91,78
8	1 L(02)	0	-27,82	8	1 L(02)	0	-27,29	8	1 L(02)	0	-20,36
9	0 L(01)	0	-27,82	9	0 L(01)	0	-27,29	9	0 L(01)	0	-20,36
9	1 L(02)	0	-154,6	9	1 L(02)	0	-172,1	9	1 L(02)	0	-183,8
10	0 L(01)	0	-139,4	10	0 L(01)	0	-162,7	10	0 L(01)	0	-178,1
10	1 L(02)	0	-390	10	1 L(02)	0	-383,7	10	1 L(02)	0	-379,6
111	0 L(01)	0	356,5	111	0 L(01)	0	355,7	111	0 L(01)	0	350,9
111	1 L(02)	0	264	111	1 L(02)	0	265,7	111	1 L(02)	0	285
112	0 L(01)	0	259,3	112	0 L(01)	0	260,9	112	0 L(01)	0	275,6
112	1 L(02)	0	164,6	112	1 L(02)	0	168,1	112	1 L(02)	0	183,3
113	0 L(01)	0	164,6	113	0 L(01)	0	168,1	113	0 L(01)	0	183,3
113	1 L(02)	0	87,59	113	1 L(02)	0	92,43	113	1 L(02)	0	107,6
114	0 L(01)	0	87,59	114	0 L(01)	0	92,43	114	0 L(01)	0	107,6
114	1 L(02)	0	30,68	114	1 L(02)	0	36,53	114	1 L(02)	0	51,83
115	0 L(01)	0	30,68	115	0 L(01)	0	36,53	115	0 L(01)	0	51,83

115	1 L(02)	0	-6,902	115	1 L(02)	0	-0,11	115	1 L(02)	0	14,39
116	0 L(01)	0	-6,902	116	0 L(01)	0	-0,11	116	0 L(01)	0	14,39
116	1 L(02)	0	-29,06	116	1 L(02)	0	-22,34	116	1 L(02)	0	-16,26
117	0 L(01)	0	-29,06	117	0 L(01)	0	-22,34	117	0 L(01)	0	-16,26
117	1 L(02)	0	-45,28	117	1 L(02)	0	-42,32	117	1 L(02)	0	-46,96
118	0 L(01)	0	-45,28	118	0 L(01)	0	-42,32	118	0 L(01)	0	-46,96
118	1 L(02)	0	-61,69	118	1 L(02)	0	-62,55	118	1 L(02)	0	-78,2
119	0 L(01)	0	-61,69	119	0 L(01)	0	-62,55	119	0 L(01)	0	-78,2
119	1 L(02)	0	-78,62	119	1 L(02)	0	-83,4	119	1 L(02)	0	-110,5
120	0 L(01)	0	-78,62	120	0 L(01)	0	-83,4	120	0 L(01)	0	-110,5
120	1 L(02)	0	-96,3	120	1 L(02)	0	-105,2	120	1 L(02)	0	-144,4
121	0 L(01)	-375,7	0	121	0 L(01)	-371	0	121	0 L(01)	-366,6	0
121	1 L(02)	-192,6	0	121	1 L(02)	-210	0	121	1 L(02)	-226,5	0
122	0 L(01)	-190,2	0	122	0 L(01)	-202,9	0	122	0 L(01)	-214,9	0
122	1 L(02)	-68,81	0	122	1 L(02)	-64,84	0	122	1 L(02)	-60,91	0
123	0 L(01)	-68,81	0	123	0 L(01)	-64,84	0	123	0 L(01)	-60,91	0
123	1 L(02)	5,317	0	123	1 L(02)	9,554	0	123	1 L(02)	18,27	0
124	0 L(01)	5,317	0	124	0 L(01)	9,554	0	124	0 L(01)	18,27	0
124	1 L(02)	50,1	0	124	1 L(02)	51,71	0	124	1 L(02)	61,08	0
125	0 L(01)	50,1	0	125	0 L(01)	51,71	0	125	0 L(01)	61,08	0
125	1 L(02)	75,78	0	125	1 L(02)	75,95	0	125	1 L(02)	90,28	0
126	0 L(01)	75,78	0	126	0 L(01)	75,95	0	126	0 L(01)	90,28	0
126	1 L(02)	90,39	0	126	1 L(02)	90,97	0	126	1 L(02)	112,8	0
127	0 L(01)	90,39	0	127	0 L(01)	90,97	0	127	0 L(01)	112,8	0
127	1 L(02)	90,1	0	127	1 L(02)	92,38	0	127	1 L(02)	120,9	0
128	0 L(01)	90,1	0	128	0 L(01)	92,38	0	128	0 L(01)	120,9	0
128	1 L(02)	89,83	0	128	1 L(02)	93,81	0	128	1 L(02)	124,6	0
129	0 L(01)	89,83	0	129	0 L(01)	93,81	0	129	0 L(01)	124,6	0
129	1 L(02)	90,06	0	129	1 L(02)	95,74	0	129	1 L(02)	128,8	0
130	0 L(01)	90,06	0	130	0 L(01)	95,74	0	130	0 L(01)	128,8	0
130	1 L(02)	91,04	0	130	1 L(02)	98,42	0	130	1 L(02)	133,8	0

Tabla 76: Tensiones en acero paso 93.

paso 93			
No	Posicion	(N/mm ²)	
		Nodos SXX	Nodos SYX
1	0 L(01)	0	312
1	1 L(02)	0	302
2	0 L(01)	0	302
2	1 L(02)	0	286,6
3	0 L(01)	0	286,6
3	1 L(02)	0	271,3
4	0 L(01)	0	271,3

4	1 L(02)	0	250,7
5	0 L(01)	0	250,7
5	1 L(02)	0	217,8
6	0 L(01)	0	217,8
6	1 L(02)	0	178,6
7	0 L(01)	0	178,6
7	1 L(02)	0	105,1
8	0 L(01)	0	105,1
8	1 L(02)	0	-24,88
9	0 L(01)	0	-24,88
9	1 L(02)	0	-188,4
10	0 L(01)	0	-182,9
10	1 L(02)	0	-378,3
111	0 L(01)	0	350,5
111	1 L(02)	0	286,6
112	0 L(01)	0	277,3
112	1 L(02)	0	187,1
113	0 L(01)	0	187,1
113	1 L(02)	0	114,2
114	0 L(01)	0	114,2
114	1 L(02)	0	61,45
115	0 L(01)	0	61,45
115	1 L(02)	0	23,89
116	0 L(01)	0	23,89
116	1 L(02)	0	-13,7
117	0 L(01)	0	-13,7
117	1 L(02)	0	-51,53
118	0 L(01)	0	-51,53
118	1 L(02)	0	-90,2
119	0 L(01)	0	-90,2
119	1 L(02)	0	-130,4
120	0 L(01)	0	-130,4
120	1 L(02)	0	-172,7
121	0 L(01)	-365,8	0
121	1 L(02)	-229,6	0
122	0 L(01)	-217,4	0
122	1 L(02)	-62,15	0
123	0 L(01)	-62,15	0
123	1 L(02)	22,3	0
124	0 L(01)	22,3	0
124	1 L(02)	67,72	0
125	0 L(01)	67,72	0
125	1 L(02)	101	0

126	0 L(01)	101	0
126	1 L(02)	129,2	0
127	0 L(01)	129,2	0
127	1 L(02)	143	0
128	0 L(01)	143	0
128	1 L(02)	147,8	0
129	0 L(01)	147,8	0
129	1 L(02)	153,2	0
130	0 L(01)	153,2	0
130	1 L(02)	159,4	0

C.2 Tensiones conector cada 4 hiladas

Tabla 77: Tensiones en acero pasos 1,5 y 11.

paso 1				paso 5				paso 11			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX
1	0 L(01)	0,00	4,96	1	0 L(01)	0	21,48	1	0 L(01)	0	41,72
1	1 L(02)	0,00	4,25	1	1 L(02)	0	18,76	1	1 L(02)	0	38,08
2	0 L(01)	0,00	4,25	2	0 L(01)	0	18,76	2	0 L(01)	0	38,08
2	1 L(02)	0,00	3,56	2	1 L(02)	0	16,06	2	1 L(02)	0	34,49
3	0 L(01)	0,00	3,56	3	0 L(01)	0	16,06	3	0 L(01)	0	34,49
3	1 L(02)	0,00	2,87	3	1 L(02)	0	13,4	3	1 L(02)	0	30,98
4	0 L(01)	0,00	2,87	4	0 L(01)	0	13,4	4	0 L(01)	0	30,98
4	1 L(02)	0,00	2,19	4	1 L(02)	0	10,76	4	1 L(02)	0	27,56
5	0 L(01)	0,00	1,70	5	0 L(01)	0	9,16	5	0 L(01)	0	25,16
5	1 L(02)	0,00	1,72	5	1 L(02)	0	9,201	5	1 L(02)	0	23,72
6	0 L(01)	0,00	1,72	6	0 L(01)	0	9,201	6	0 L(01)	0	23,72
6	1 L(02)	0,00	1,75	6	1 L(02)	0	9,247	6	1 L(02)	0	22,33
7	0 L(01)	0,00	1,75	7	0 L(01)	0	9,247	7	0 L(01)	0	22,33
7	1 L(02)	0,00	1,71	7	1 L(02)	0	9,271	7	1 L(02)	0	20,95
8	0 L(01)	0,00	1,71	8	0 L(01)	0	9,271	8	0 L(01)	0	20,95
8	1 L(02)	0,00	1,30	8	1 L(02)	0	7,326	8	1 L(02)	0	16,67
9	0 L(01)	0,00	0,91	9	0 L(01)	0	5,65	9	0 L(01)	0	12,97
9	1 L(02)	0,00	-0,62	9	1 L(02)	0	-2,243	9	1 L(02)	0	-4,81
10	0 L(01)	0,00	-0,62	10	0 L(01)	0	-2,243	10	0 L(01)	0	-4,81
10	1 L(02)	0,00	-4,49	10	1 L(02)	0	-22,51	10	1 L(02)	0	-51,3
111	0 L(01)	0,00	3,64	111	0 L(01)	0	18,87	111	0 L(01)	0	45,84
111	1 L(02)	0,00	2,02	111	1 L(02)	0	10,38	111	1 L(02)	0	27,3
112	0 L(01)	0,00	2,02	112	0 L(01)	0	10,38	112	0 L(01)	0	27,3
112	1 L(02)	0,00	0,84	112	1 L(02)	0	4,581	112	1 L(02)	0	14,83

113	0 L(01)	0,00	0,84	113	0 L(01)	0	4,581	113	0 L(01)	0	14,83
113	1 L(02)	0,00	0,18	113	1 L(02)	0	1,634	113	1 L(02)	0	7,664
114	0 L(01)	0,00	0,18	114	0 L(01)	0	1,634	114	0 L(01)	0	7,664
114	1 L(02)	0,00	-0,03	114	1 L(02)	0	0,7576	114	1 L(02)	0	2,983
115	0 L(01)	0,00	0,30	115	0 L(01)	0	3,058	115	0 L(01)	0	7,1
115	1 L(02)	0,00	0,37	115	1 L(02)	0	1,802	115	1 L(02)	0	2,777
116	0 L(01)	0,00	0,37	116	0 L(01)	0	1,802	116	0 L(01)	0	2,777
116	1 L(02)	0,00	0,43	116	1 L(02)	0	0,5246	116	1 L(02)	0	-1,629
117	0 L(01)	0,00	0,43	117	0 L(01)	0	0,5246	117	0 L(01)	0	-1,629
117	1 L(02)	0,00	0,50	117	1 L(02)	0	-0,7914	117	1 L(02)	0	-6,178
118	0 L(01)	0,00	0,50	118	0 L(01)	0	-0,7914	118	0 L(01)	0	-6,178
118	1 L(02)	0,00	0,56	118	1 L(02)	0	-2,168	118	1 L(02)	0	-10,92
119	0 L(01)	0,00	0,70	119	0 L(01)	0	-1,583	119	0 L(01)	0	-10,47
119	1 L(02)	0,00	-1,11	119	1 L(02)	0	-7,716	119	1 L(02)	0	-18,66
120	0 L(01)	0,00	-1,11	120	0 L(01)	0	-7,716	120	0 L(01)	0	-18,66
120	1 L(02)	0,00	-2,94	120	1 L(02)	0	-13,99	120	1 L(02)	0	-27,18
121	0 L(01)	-5,72	0,00	121	0 L(01)	-27,53	0	121	0 L(01)	-61,6	0
121	1 L(02)	-3,05	0,00	121	1 L(02)	-15,54	0	121	1 L(02)	-33,03	0
122	0 L(01)	-3,05	0,00	122	0 L(01)	-15,54	0	122	0 L(01)	-33,03	0
122	1 L(02)	-1,56	0,00	122	1 L(02)	-8,767	0	122	1 L(02)	-17,39	0
123	0 L(01)	-1,56	0,00	123	0 L(01)	-8,767	0	123	0 L(01)	-17,39	0
123	1 L(02)	-0,90	0,00	123	1 L(02)	-5,486	0	123	1 L(02)	-10,1	0
124	0 L(01)	-0,90	0,00	124	0 L(01)	-5,486	0	124	0 L(01)	-10,1	0
124	1 L(02)	-0,62	0,00	124	1 L(02)	-3,153	0	124	1 L(02)	-5,53	0
125	0 L(01)	-0,62	0,00	125	0 L(01)	-3,153	0	125	0 L(01)	-5,53	0
125	1 L(02)	-0,14	0,00	125	1 L(02)	-0,8075	0	125	1 L(02)	-0,9355	0
126	0 L(01)	-0,14	0,00	126	0 L(01)	-0,8075	0	126	0 L(01)	-0,9355	0
126	1 L(02)	0,34	0,00	126	1 L(02)	1,571	0	126	1 L(02)	3,724	0
127	0 L(01)	0,34	0,00	127	0 L(01)	1,571	0	127	0 L(01)	3,724	0
127	1 L(02)	0,83	0,00	127	1 L(02)	4,004	0	127	1 L(02)	8,493	0
128	0 L(01)	0,83	0,00	128	0 L(01)	4,004	0	128	0 L(01)	8,493	0
128	1 L(02)	1,33	0,00	128	1 L(02)	6,506	0	128	1 L(02)	13,41	0
129	0 L(01)	1,33	0,00	129	0 L(01)	6,506	0	129	0 L(01)	13,41	0
129	1 L(02)	1,84	0,00	129	1 L(02)	9,086	0	129	1 L(02)	18,49	0
130	0 L(01)	1,84	0,00	130	0 L(01)	9,086	0	130	0 L(01)	18,49	0
130	1 L(02)	2,36	0,00	130	1 L(02)	11,73	0	130	1 L(02)	23,71	0

Tabla 78: Tensiones en acero pasos 12,50 y 75.

paso 12				paso 50				paso 75			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SY Y	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SY Y	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SY Y
1	0 L(01)	0	44,66	1	0 L(01)	0	120,8	1	0 L(01)	0	177,3
1	1 L(02)	0	41,06	1	1 L(02)	0	125,3	1	1 L(02)	0	183,4
2	0 L(01)	0	41,06	2	0 L(01)	0	125,3	2	0 L(01)	0	183,4
2	1 L(02)	0	37,52	2	1 L(02)	0	129,9	2	1 L(02)	0	189,6
3	0 L(01)	0	37,52	3	0 L(01)	0	129,9	3	0 L(01)	0	189,6
3	1 L(02)	0	34,07	3	1 L(02)	0	134,6	3	1 L(02)	0	195,9
4	0 L(01)	0	34,07	4	0 L(01)	0	134,6	4	0 L(01)	0	195,9
4	1 L(02)	0	30,7	4	1 L(02)	0	138,8	4	1 L(02)	0	191,9
5	0 L(01)	0	28,15	5	0 L(01)	0	133,5	5	0 L(01)	0	185
5	1 L(02)	0	26,31	5	1 L(02)	0	118,4	5	1 L(02)	0	157,4
6	0 L(01)	0	26,31	6	0 L(01)	0	118,4	6	0 L(01)	0	157,4
6	1 L(02)	0	24,52	6	1 L(02)	0	89,56	6	1 L(02)	0	113,5
7	0 L(01)	0	24,52	7	0 L(01)	0	89,56	7	0 L(01)	0	113,5
7	1 L(02)	0	22,74	7	1 L(02)	0	49,94	7	1 L(02)	0	53,6
8	0 L(01)	0	22,74	8	0 L(01)	0	49,94	8	0 L(01)	0	53,6
8	1 L(02)	0	18,03	8	1 L(02)	0	-5,109	8	1 L(02)	0	-26,7
9	0 L(01)	0	14,11	9	0 L(01)	0	-11,99	9	0 L(01)	0	-34,06
9	1 L(02)	0	-5,491	9	1 L(02)	0	-90,5	9	1 L(02)	0	-144,1
10	0 L(01)	0	-5,491	10	0 L(01)	0	-90,5	10	0 L(01)	0	-143,4
10	1 L(02)	0	-56,15	10	1 L(02)	0	-221,6	10	1 L(02)	0	-315,9
111	0 L(01)	0	50,89	111	0 L(01)	0	237,7	111	0 L(01)	0	337
111	1 L(02)	0	30,47	111	1 L(02)	0	157,5	111	1 L(02)	0	227,7
112	0 L(01)	0	30,47	112	0 L(01)	0	157,5	112	0 L(01)	0	227,7
112	1 L(02)	0	16,68	112	1 L(02)	0	92,1	112	1 L(02)	0	138,6
113	0 L(01)	0	16,68	113	0 L(01)	0	92,1	113	0 L(01)	0	138,6
113	1 L(02)	0	8,542	113	1 L(02)	0	40,1	113	1 L(02)	0	68,59
114	0 L(01)	0	8,542	114	0 L(01)	0	40,1	114	0 L(01)	0	68,59
114	1 L(02)	0	2,926	114	1 L(02)	0	-0,7965	114	1 L(02)	0	12,78
115	0 L(01)	0	7,278	115	0 L(01)	0	4,799	115	0 L(01)	0	18,75
115	1 L(02)	0	2,607	115	1 L(02)	0	-15,4	115	1 L(02)	0	-13,87
116	0 L(01)	0	2,607	116	0 L(01)	0	-15,4	116	0 L(01)	0	-13,87
116	1 L(02)	0	-2,156	116	1 L(02)	0	-22,28	116	1 L(02)	0	-26,88
117	0 L(01)	0	-2,156	117	0 L(01)	0	-22,28	117	0 L(01)	0	-26,88
117	1 L(02)	0	-7,075	117	1 L(02)	0	-29,27	117	1 L(02)	0	-39,67
118	0 L(01)	0	-7,075	118	0 L(01)	0	-29,27	118	0 L(01)	0	-39,67
118	1 L(02)	0	-12,21	118	1 L(02)	0	-36,56	118	1 L(02)	0	-52,71
119	0 L(01)	0	-11,77	119	0 L(01)	0	-36,07	119	0 L(01)	0	-52,6
119	1 L(02)	0	-20,25	119	1 L(02)	0	-45,61	119	1 L(02)	0	-65,69

120	0 L(01)	0	-20,25	120	0 L(01)	0	-45,61	120	0 L(01)	0	-65,69
120	1 L(02)	0	-29,1	120	1 L(02)	0	-55,8	120	1 L(02)	0	-79,38
121	0 L(01)	-67,41	0	121	0 L(01)	-255,9	0	121	0 L(01)	-358,4	0
121	1 L(02)	-35,88	0	121	1 L(02)	-134,5	0	121	1 L(02)	-194,9	0
122	0 L(01)	-35,88	0	122	0 L(01)	-134,5	0	122	0 L(01)	-194,9	0
122	1 L(02)	-18,74	0	122	1 L(02)	-53,54	0	122	1 L(02)	-81,45	0
123	0 L(01)	-18,74	0	123	0 L(01)	-53,54	0	123	0 L(01)	-81,45	0
123	1 L(02)	-10,62	0	123	1 L(02)	-0,9122	0	123	1 L(02)	-4,615	0
124	0 L(01)	-10,62	0	124	0 L(01)	-0,9122	0	124	0 L(01)	-4,615	0
124	1 L(02)	-5,731	0	124	1 L(02)	28,86	0	124	1 L(02)	41,71	0
125	0 L(01)	-5,731	0	125	0 L(01)	28,86	0	125	0 L(01)	41,71	0
125	1 L(02)	-0,8257	0	125	1 L(02)	42,1	0	125	1 L(02)	66,77	0
126	0 L(01)	-0,8257	0	126	0 L(01)	42,1	0	126	0 L(01)	66,77	0
126	1 L(02)	4,146	0	126	1 L(02)	47,02	0	126	1 L(02)	80,19	0
127	0 L(01)	4,146	0	127	0 L(01)	47,02	0	127	0 L(01)	80,19	0
127	1 L(02)	9,233	0	127	1 L(02)	48,53	0	127	1 L(02)	81,97	0
128	0 L(01)	9,233	0	128	0 L(01)	48,53	0	128	0 L(01)	81,97	0
128	1 L(02)	14,47	0	128	1 L(02)	50,09	0	128	1 L(02)	80,28	0
129	0 L(01)	14,47	0	129	0 L(01)	50,09	0	129	0 L(01)	80,28	0
129	1 L(02)	19,89	0	129	1 L(02)	51,76	0	129	1 L(02)	78,44	0
130	0 L(01)	19,89	0	130	0 L(01)	51,76	0	130	0 L(01)	78,44	0
130	1 L(02)	25,47	0	130	1 L(02)	53,55	0	130	1 L(02)	76,62	0

Tabla 79: Tensiones en acero pasos 76,90 y 92.

paso 76				paso 91				paso 92			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY
1	0 L(01)	0	179,5	1	0 L(01)	0	212,1	1	0 L(01)	0	213,8
1	1 L(02)	0	185,7	1	1 L(02)	0	217,1	1	1 L(02)	0	218,8
2	0 L(01)	0	185,7	2	0 L(01)	0	217,1	2	0 L(01)	0	218,8
2	1 L(02)	0	191,8	2	1 L(02)	0	222,2	2	1 L(02)	0	223,8
3	0 L(01)	0	191,8	3	0 L(01)	0	222,2	3	0 L(01)	0	223,8
3	1 L(02)	0	198,1	3	1 L(02)	0	227,3	3	1 L(02)	0	228,9
4	0 L(01)	0	198,1	4	0 L(01)	0	227,3	4	0 L(01)	0	228,9
4	1 L(02)	0	193,7	4	1 L(02)	0	218,4	4	1 L(02)	0	219,9
5	0 L(01)	0	186,8	5	0 L(01)	0	210,9	5	0 L(01)	0	212,4
5	1 L(02)	0	158,7	5	1 L(02)	0	177,7	5	1 L(02)	0	179,1
6	0 L(01)	0	158,7	6	0 L(01)	0	177,7	6	0 L(01)	0	179,1
6	1 L(02)	0	114,4	6	1 L(02)	0	128,8	6	1 L(02)	0	130,2
7	0 L(01)	0	114,4	7	0 L(01)	0	128,8	7	0 L(01)	0	130,2
7	1 L(02)	0	53,96	7	1 L(02)	0	62,66	7	1 L(02)	0	64,2

8	0 L(01)	0	53,96	8	0 L(01)	0	62,66	8	0 L(01)	0	64,2
8	1 L(02)	0	-27,09	8	1 L(02)	0	-25,86	8	1 L(02)	0	-24,42
9	0 L(01)	0	-34,49	9	0 L(01)	0	-33,71	9	0 L(01)	0	-32,2
9	1 L(02)	0	-145,5	9	1 L(02)	0	-157,2	9	1 L(02)	0	-157,7
10	0 L(01)	0	-144,3	10	0 L(01)	0	-145	10	0 L(01)	0	-146,5
10	1 L(02)	0	-320,6	10	1 L(02)	0	-388,4	10	1 L(02)	0	-388,1
111	0 L(01)	0	340,8	111	0 L(01)	0	355	111	0 L(01)	0	354,8
111	1 L(02)	0	230,5	111	1 L(02)	0	269,8	111	1 L(02)	0	270,7
112	0 L(01)	0	230,5	112	0 L(01)	0	262,4	112	0 L(01)	0	263,1
112	1 L(02)	0	140,5	112	1 L(02)	0	163,7	112	1 L(02)	0	164,4
113	0 L(01)	0	140,5	113	0 L(01)	0	163,7	113	0 L(01)	0	164,4
113	1 L(02)	0	69,83	113	1 L(02)	0	85,87	113	1 L(02)	0	86,68
114	0 L(01)	0	69,83	114	0 L(01)	0	85,87	114	0 L(01)	0	86,68
114	1 L(02)	0	13,42	114	1 L(02)	0	23,02	114	1 L(02)	0	23,78
115	0 L(01)	0	19,41	115	0 L(01)	0	29,33	115	0 L(01)	0	30,09
115	1 L(02)	0	-13,71	115	1 L(02)	0	-9,448	115	1 L(02)	0	-8,759
116	0 L(01)	0	-13,71	116	0 L(01)	0	-9,448	116	0 L(01)	0	-8,759
116	1 L(02)	0	-27,21	116	1 L(02)	0	-28,94	116	1 L(02)	0	-28,46
117	0 L(01)	0	-27,21	117	0 L(01)	0	-28,94	117	0 L(01)	0	-28,46
117	1 L(02)	0	-40,12	117	1 L(02)	0	-45,27	117	1 L(02)	0	-45,29
118	0 L(01)	0	-40,12	118	0 L(01)	0	-45,27	118	0 L(01)	0	-45,29
118	1 L(02)	0	-53,27	118	1 L(02)	0	-61,86	118	1 L(02)	0	-62,39
119	0 L(01)	0	-53,14	119	0 L(01)	0	-61,32	119	0 L(01)	0	-61,85
119	1 L(02)	0	-66,43	119	1 L(02)	0	-78,61	119	1 L(02)	0	-79,69
120	0 L(01)	0	-66,43	120	0 L(01)	0	-78,61	120	0 L(01)	0	-79,69
120	1 L(02)	0	-80,33	120	1 L(02)	0	-96,53	120	1 L(02)	0	-98,17
121	0 L(01)	-361,4	0	121	0 L(01)	-367,4	0	121	0 L(01)	-366,6	0
121	1 L(02)	-196,8	0	121	1 L(02)	-223,7	0	121	1 L(02)	-226,6	0
122	0 L(01)	-196,8	0	122	0 L(01)	-217,2	0	122	0 L(01)	-219	0
122	1 L(02)	-82,44	0	122	1 L(02)	-92,6	0	122	1 L(02)	-93,01	0
123	0 L(01)	-82,44	0	123	0 L(01)	-92,6	0	123	0 L(01)	-93,01	0
123	1 L(02)	-4,849	0	123	1 L(02)	-6,998	0	123	1 L(02)	-6,934	0
124	0 L(01)	-4,849	0	124	0 L(01)	-6,998	0	124	0 L(01)	-6,934	0
124	1 L(02)	42,05	0	124	1 L(02)	46,43	0	124	1 L(02)	46,67	0
125	0 L(01)	42,05	0	125	0 L(01)	46,43	0	125	0 L(01)	46,67	0
125	1 L(02)	67,55	0	125	1 L(02)	77,61	0	125	1 L(02)	78,06	0
126	0 L(01)	67,55	0	126	0 L(01)	77,61	0	126	0 L(01)	78,06	0
126	1 L(02)	81,35	0	126	1 L(02)	96,67	0	126	1 L(02)	97,5	0
127	0 L(01)	81,35	0	127	0 L(01)	96,67	0	127	0 L(01)	97,5	0
127	1 L(02)	83,36	0	127	1 L(02)	102,1	0	127	1 L(02)	103,3	0
128	0 L(01)	83,36	0	128	0 L(01)	102,1	0	128	0 L(01)	103,3	0
128	1 L(02)	81,74	0	128	1 L(02)	102,2	0	128	1 L(02)	103,7	0
129	0 L(01)	81,74	0	129	0 L(01)	102,2	0	129	0 L(01)	103,7	0

129	1 L(02)	79,64	0	129	1 L(02)	98,56	0	129	1 L(02)	100,1	0
130	0 L(01)	79,64	0	130	0 L(01)	98,56	0	130	0 L(01)	100,1	0
130	1 L(02)	77,56	0	130	1 L(02)	93,3	0	130	1 L(02)	94,78	0

Tabla 80: Tensiones en acero pasos 93,120 y 150.

paso 93				paso 120				paso 150			
No	Posicion	(N/mm ²)	(N/mm ²)	No	Posicion	(N/mm ²)	(N/mm ²)	No	Posicion	(N/mm ²)	(N/mm ²)
		Nodos SXX	Nodos SYY			Nodos SXX	Nodos SYY			Nodos SXX	Nodos SYY
1	0 L(01)	0	213,8	1	0 L(01)	0	211,6	1	0 L(01)	0	209,3
1	1 L(02)	0	218,7	1	1 L(02)	0	217	1	1 L(02)	0	215,1
2	0 L(01)	0	218,7	2	0 L(01)	0	217	2	0 L(01)	0	215,1
2	1 L(02)	0	223,8	2	1 L(02)	0	222,5	2	1 L(02)	0	221
3	0 L(01)	0	223,8	3	0 L(01)	0	222,5	3	0 L(01)	0	221
3	1 L(02)	0	228,9	3	1 L(02)	0	228	3	1 L(02)	0	227
4	0 L(01)	0	228,9	4	0 L(01)	0	228	4	0 L(01)	0	227
4	1 L(02)	0	219,8	4	1 L(02)	0	219,1	4	1 L(02)	0	218,2
5	0 L(01)	0	212,4	5	0 L(01)	0	211,7	5	0 L(01)	0	211,1
5	1 L(02)	0	179,1	5	1 L(02)	0	178,4	5	1 L(02)	0	177,7
6	0 L(01)	0	179,1	6	0 L(01)	0	178,4	6	0 L(01)	0	177,7
6	1 L(02)	0	130,2	6	1 L(02)	0	129,5	6	1 L(02)	0	128,7
7	0 L(01)	0	130,2	7	0 L(01)	0	129,5	7	0 L(01)	0	128,7
7	1 L(02)	0	64,17	7	1 L(02)	0	63,47	7	1 L(02)	0	62,69
8	0 L(01)	0	64,17	8	0 L(01)	0	63,47	8	0 L(01)	0	62,69
8	1 L(02)	0	-24,44	8	1 L(02)	0	-24,99	8	1 L(02)	0	-25,59
9	0 L(01)	0	-32,22	9	0 L(01)	0	-32,65	9	0 L(01)	0	-33,12
9	1 L(02)	0	-157,7	9	1 L(02)	0	-157,5	9	1 L(02)	0	-157,3
10	0 L(01)	0	-146,5	10	0 L(01)	0	-146,3	10	0 L(01)	0	-146,1
10	1 L(02)	0	-388	10	1 L(02)	0	-386,3	10	1 L(02)	0	-384,4
111	0 L(01)	0	354,7	111	0 L(01)	0	353,2	111	0 L(01)	0	351,6
111	1 L(02)	0	270,7	111	1 L(02)	0	270	111	1 L(02)	0	269,2
112	0 L(01)	0	263,1	112	0 L(01)	0	262,4	112	0 L(01)	0	261,6
112	1 L(02)	0	164,4	112	1 L(02)	0	164,3	112	1 L(02)	0	164,1
113	0 L(01)	0	164,4	113	0 L(01)	0	164,3	113	0 L(01)	0	164,1
113	1 L(02)	0	86,69	113	1 L(02)	0	86,82	113	1 L(02)	0	86,96
114	0 L(01)	0	86,69	114	0 L(01)	0	86,82	114	0 L(01)	0	86,96
114	1 L(02)	0	23,79	114	1 L(02)	0	24	114	1 L(02)	0	24,22
115	0 L(01)	0	30,09	115	0 L(01)	0	30,11	115	0 L(01)	0	30,14
115	1 L(02)	0	-8,76	115	1 L(02)	0	-8,778	115	1 L(02)	0	-8,798
116	0 L(01)	0	-8,76	116	0 L(01)	0	-8,778	116	0 L(01)	0	-8,798
116	1 L(02)	0	-28,46	116	1 L(02)	0	-28,51	116	1 L(02)	0	-28,57
117	0 L(01)	0	-28,46	117	0 L(01)	0	-28,51	117	0 L(01)	0	-28,57

117	1 L(02)	0	-45,28	117	1 L(02)	0	-45,26	117	1 L(02)	0	-45,23
118	0 L(01)	0	-45,28	118	0 L(01)	0	-45,26	118	0 L(01)	0	-45,23
118	1 L(02)	0	-62,39	118	1 L(02)	0	-62,28	118	1 L(02)	0	-62,17
119	0 L(01)	0	-61,85	119	0 L(01)	0	-61,81	119	0 L(01)	0	-61,76
119	1 L(02)	0	-79,65	119	1 L(02)	0	-78,6	119	1 L(02)	0	-77,43
120	0 L(01)	0	-79,65	120	0 L(01)	0	-78,6	120	0 L(01)	0	-77,43
120	1 L(02)	0	-98,08	120	1 L(02)	0	-96,01	120	1 L(02)	0	-93,71
121	0 L(01)	-366,5	0	121	0 L(01)	-364,3	0	121	0 L(01)	-361,8	0
121	1 L(02)	-226,5	0	121	1 L(02)	-225,2	0	121	1 L(02)	-223,7	0
122	0 L(01)	-219	0	122	0 L(01)	-217,7	0	122	0 L(01)	-216,2	0
122	1 L(02)	-92,98	0	122	1 L(02)	-92,22	0	122	1 L(02)	-91,37	0
123	0 L(01)	-92,98	0	123	0 L(01)	-92,22	0	123	0 L(01)	-91,37	0
123	1 L(02)	-6,915	0	123	1 L(02)	-6,444	0	123	1 L(02)	-5,922	0
124	0 L(01)	-6,915	0	124	0 L(01)	-6,444	0	124	0 L(01)	-5,922	0
124	1 L(02)	46,69	0	124	1 L(02)	47,03	0	124	1 L(02)	47,4	0
125	0 L(01)	46,69	0	125	0 L(01)	47,03	0	125	0 L(01)	47,4	0
125	1 L(02)	78,07	0	125	1 L(02)	78,36	0	125	1 L(02)	78,68	0
126	0 L(01)	78,07	0	126	0 L(01)	78,36	0	126	0 L(01)	78,68	0
126	1 L(02)	97,51	0	126	1 L(02)	97,76	0	126	1 L(02)	98,04	0
127	0 L(01)	97,51	0	127	0 L(01)	97,76	0	127	0 L(01)	98,04	0
127	1 L(02)	103,3	0	127	1 L(02)	103,4	0	127	1 L(02)	103,6	0
128	0 L(01)	103,3	0	128	0 L(01)	103,4	0	128	0 L(01)	103,6	0
128	1 L(02)	103,7	0	128	1 L(02)	103,6	0	128	1 L(02)	103,5	0
129	0 L(01)	103,7	0	129	0 L(01)	103,6	0	129	0 L(01)	103,5	0
129	1 L(02)	100,1	0	129	1 L(02)	99,41	0	129	1 L(02)	98,69	0
130	0 L(01)	100,1	0	130	0 L(01)	99,41	0	130	0 L(01)	98,69	0
130	1 L(02)	94,72	0	130	1 L(02)	93,12	0	130	1 L(02)	91,34	0

Tabla 81: Tensiones en acero pasos 300,500 y 700.

paso 300				paso 500				paso 700			
		(N/mm ²)	(N/mm ²)			(N/mm ²)	(N/mm ²)			(N/mm ²)	(N/mm ²)
No	Posicion	Nodos SXX	Nodos SYY	No	Posicion	Nodos SXX	Nodos SYY	No	Posicion	Nodos SXX	Nodos SYY
1	0 L(01)	0	197,5	1	0 L(01)	0	181,4	1	0 L(01)	0	164,4
1	1 L(02)	0	205,6	1	1 L(02)	0	192,9	1	1 L(02)	0	180,1
2	0 L(01)	0	205,6	2	0 L(01)	0	192,9	2	0 L(01)	0	180,1
2	1 L(02)	0	213,8	2	1 L(02)	0	204,4	2	1 L(02)	0	195,7
3	0 L(01)	0	213,8	3	0 L(01)	0	204,4	3	0 L(01)	0	195,7
3	1 L(02)	0	222	3	1 L(02)	0	215,4	3	1 L(02)	0	208,8
4	0 L(01)	0	222	4	0 L(01)	0	215,4	4	0 L(01)	0	208,8

4	1 L(02)	0	213,8	4	1 L(02)	0	208	4	1 L(02)	0	201,9
5	0 L(01)	0	207,6	5	0 L(01)	0	203	5	0 L(01)	0	198,2
5	1 L(02)	0	174,1	5	1 L(02)	0	169,2	5	1 L(02)	0	164,1
6	0 L(01)	0	174,1	6	0 L(01)	0	169,2	6	0 L(01)	0	164,1
6	1 L(02)	0	124,9	6	1 L(02)	0	119,7	6	1 L(02)	0	114,3
7	0 L(01)	0	124,9	7	0 L(01)	0	119,7	7	0 L(01)	0	114,3
7	1 L(02)	0	58,81	7	1 L(02)	0	53,6	7	1 L(02)	0	48,29
8	0 L(01)	0	58,81	8	0 L(01)	0	53,6	8	0 L(01)	0	48,29
8	1 L(02)	0	-28,63	8	1 L(02)	0	-32,69	8	1 L(02)	0	-36,78
9	0 L(01)	0	-35,47	9	0 L(01)	0	-38,63	9	0 L(01)	0	-41,81
9	1 L(02)	0	-156,3	9	1 L(02)	0	-155	9	1 L(02)	0	-153,7
10	0 L(01)	0	-145,1	10	0 L(01)	0	-143,8	10	0 L(01)	0	-142,4
10	1 L(02)	0	-374,8	10	1 L(02)	0	-362,1	10	1 L(02)	0	-349,3
111	0 L(01)	0	343,5	111	0 L(01)	0	332,6	111	0 L(01)	0	321,9
111	1 L(02)	0	265,3	111	1 L(02)	0	260,1	111	1 L(02)	0	254,9
112	0 L(01)	0	257,7	112	0 L(01)	0	252,5	112	0 L(01)	0	247,3
112	1 L(02)	0	163,2	112	1 L(02)	0	162	112	1 L(02)	0	160,7
113	0 L(01)	0	163,2	113	0 L(01)	0	162	113	0 L(01)	0	160,7
113	1 L(02)	0	87,68	113	1 L(02)	0	88,61	113	1 L(02)	0	89,5
114	0 L(01)	0	87,68	114	0 L(01)	0	88,61	114	0 L(01)	0	89,5
114	1 L(02)	0	25,35	114	1 L(02)	0	26,81	114	1 L(02)	0	28,2
115	0 L(01)	0	30,29	115	0 L(01)	0	30,45	115	0 L(01)	0	30,55
115	1 L(02)	0	-8,948	115	1 L(02)	0	-9,201	115	1 L(02)	0	-9,545
116	0 L(01)	0	-8,948	116	0 L(01)	0	-9,201	116	0 L(01)	0	-9,545
116	1 L(02)	0	-28,97	116	1 L(02)	0	-29,55	116	1 L(02)	0	-30,25
117	0 L(01)	0	-28,97	117	0 L(01)	0	-29,55	117	0 L(01)	0	-30,25
117	1 L(02)	0	-45,12	117	1 L(02)	0	-44,96	117	1 L(02)	0	-44,85
118	0 L(01)	0	-45,12	118	0 L(01)	0	-44,96	118	0 L(01)	0	-44,85
118	1 L(02)	0	-61,52	118	1 L(02)	0	-60,58	118	1 L(02)	0	-59,64
119	0 L(01)	0	-61,43	119	0 L(01)	0	-60,88	119	0 L(01)	0	-60,29
119	1 L(02)	0	-71,51	119	1 L(02)	0	-63,53	119	1 L(02)	0	-55,45
120	0 L(01)	0	-71,51	120	0 L(01)	0	-63,53	120	0 L(01)	0	-55,45
120	1 L(02)	0	-82,15	120	1 L(02)	0	-66,66	120	1 L(02)	0	-51,01
121	0 L(01)	-349,3	0	121	0 L(01)	-332,7	0	121	0 L(01)	-316	0
121	1 L(02)	-216,4	0	121	1 L(02)	-206,7	0	121	1 L(02)	-196,9	0
122	0 L(01)	-208,9	0	122	0 L(01)	-199,1	0	122	0 L(01)	-189,4	0
122	1 L(02)	-87,15	0	122	1 L(02)	-81,52	0	122	1 L(02)	-75,91	0
123	0 L(01)	-87,15	0	123	0 L(01)	-81,52	0	123	0 L(01)	-75,91	0
123	1 L(02)	-3,318	0	123	1 L(02)	0,1476	0	123	1 L(02)	3,604	0
124	0 L(01)	-3,318	0	124	0 L(01)	0,1476	0	124	0 L(01)	3,604	0
124	1 L(02)	49,27	0	124	1 L(02)	51,76	0	124	1 L(02)	54,36	0
125	0 L(01)	49,27	0	125	0 L(01)	51,76	0	125	0 L(01)	54,36	0
125	1 L(02)	80,26	0	125	1 L(02)	82,37	0	125	1 L(02)	84,73	0

126	0 L(01)	80,26	0	126	0 L(01)	82,37	0	126	0 L(01)	84,73	0
126	1 L(02)	99,44	0	126	1 L(02)	101,3	0	126	1 L(02)	103,2	0
127	0 L(01)	99,44	0	127	0 L(01)	101,3	0	127	0 L(01)	103,2	0
127	1 L(02)	104,6	0	127	1 L(02)	105,8	0	127	1 L(02)	107,1	0
128	0 L(01)	104,6	0	128	0 L(01)	105,8	0	128	0 L(01)	107,1	0
128	1 L(02)	103,1	0	128	1 L(02)	102,6	0	128	1 L(02)	102,1	0
129	0 L(01)	103,1	0	129	0 L(01)	102,6	0	129	0 L(01)	102,1	0
129	1 L(02)	95,08	0	129	1 L(02)	90,23	0	129	1 L(02)	85,33	0
130	0 L(01)	95,08	0	130	0 L(01)	90,23	0	130	0 L(01)	85,33	0
130	1 L(02)	82,4	0	130	1 L(02)	70,44	0	130	1 L(02)	58,36	0

Tabla 82: Tensiones en acero pasos 900 y 1091.

paso 900				paso 1091			
No	Posicion	(N/mm ²)		No	Posicion	(N/mm ²)	
		Nodos SXX	Nodos SYY			Nodos SXX	Nodos SYY
1	0 L(01)	0	147,5	1	0 L(01)	0	131,4
1	1 L(02)	0	167,2	1	1 L(02)	0	155
2	0 L(01)	0	167,2	2	0 L(01)	0	155
2	1 L(02)	0	186,9	2	1 L(02)	0	178,6
3	0 L(01)	0	186,9	3	0 L(01)	0	178,6
3	1 L(02)	0	202,2	3	1 L(02)	0	195,8
4	0 L(01)	0	202,2	4	0 L(01)	0	195,8
4	1 L(02)	0	195,8	4	1 L(02)	0	189,9
5	0 L(01)	0	193,3	5	0 L(01)	0	188,6
5	1 L(02)	0	159	5	1 L(02)	0	154
6	0 L(01)	0	159	6	0 L(01)	0	154
6	1 L(02)	0	108,9	6	1 L(02)	0	103,6
7	0 L(01)	0	108,9	7	0 L(01)	0	103,6
7	1 L(02)	0	42,93	7	1 L(02)	0	37,64
8	0 L(01)	0	42,93	8	0 L(01)	0	37,64
8	1 L(02)	0	-40,91	8	1 L(02)	0	-45
9	0 L(01)	0	-45,03	9	0 L(01)	0	-48,24
9	1 L(02)	0	-152,3	9	1 L(02)	0	-151,1
10	0 L(01)	0	-141,1	10	0 L(01)	0	-139,9
10	1 L(02)	0	-336,4	10	1 L(02)	0	-324
111	0 L(01)	0	311,1	111	0 L(01)	0	300,9
111	1 L(02)	0	249,7	111	1 L(02)	0	244,7
112	0 L(01)	0	242,1	112	0 L(01)	0	237,1
112	1 L(02)	0	159,4	112	1 L(02)	0	158,1
113	0 L(01)	0	159,4	113	0 L(01)	0	158,1
113	1 L(02)	0	90,3	113	1 L(02)	0	90,9

114	0 L(01)	0	90,3	114	0 L(01)	0	90,9
114	1 L(02)	0	29,45	114	1 L(02)	0	30,39
115	0 L(01)	0	30,54	115	0 L(01)	0	30,32
115	1 L(02)	0	-10,08	115	1 L(02)	0	-10,91
116	0 L(01)	0	-10,08	116	0 L(01)	0	-10,91
116	1 L(02)	0	-31,17	116	1 L(02)	0	-32,34
117	0 L(01)	0	-31,17	117	0 L(01)	0	-32,34
117	1 L(02)	0	-44,66	117	1 L(02)	0	-44,3
118	0 L(01)	0	-44,66	118	0 L(01)	0	-44,3
118	1 L(02)	0	-58,3	118	1 L(02)	0	-56,35
119	0 L(01)	0	-59,18	119	0 L(01)	0	-57,3
119	1 L(02)	0	-46,98	119	1 L(02)	0	-38,44
120	0 L(01)	0	-46,98	120	0 L(01)	0	-38,44
120	1 L(02)	0	-35,1	120	1 L(02)	0	-19,81
121	0 L(01)	-299,3	0	121	0 L(01)	-283,1	0
121	1 L(02)	-187,2	0	121	1 L(02)	-177,8	0
122	0 L(01)	-179,6	0	122	0 L(01)	-170,3	0
122	1 L(02)	-70,37	0	122	1 L(02)	-65,16	0
123	0 L(01)	-70,37	0	123	0 L(01)	-65,16	0
123	1 L(02)	6,985	0	123	1 L(02)	10,11	0
124	0 L(01)	6,985	0	124	0 L(01)	10,11	0
124	1 L(02)	56,99	0	124	1 L(02)	59,44	0
125	0 L(01)	56,99	0	125	0 L(01)	59,44	0
125	1 L(02)	87,17	0	125	1 L(02)	89,39	0
126	0 L(01)	87,17	0	126	0 L(01)	89,39	0
126	1 L(02)	105,1	0	126	1 L(02)	106,7	0
127	0 L(01)	105,1	0	127	0 L(01)	106,7	0
127	1 L(02)	108,3	0	127	1 L(02)	109,4	0
128	0 L(01)	108,3	0	128	0 L(01)	109,4	0
128	1 L(02)	101,7	0	128	1 L(02)	101,4	0
129	0 L(01)	101,7	0	129	0 L(01)	101,4	0
129	1 L(02)	80,57	0	129	1 L(02)	76,13	0
130	0 L(01)	80,57	0	130	0 L(01)	76,13	0
130	1 L(02)	46,11	0	130	1 L(02)	34,34	0

C.4 Tensiones conector cada 2 hiladas

Tabla 83: Tensiones en acero pasos 1,13 y 40.

paso 1				paso 13				paso 40			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX
1	0 L(01)	0	5,743	1	0 L(01)	0	50,41	1	0 L(01)	0	98,44

1	1 L(02)	0	4,481	1	1 L(02)	0	44,83	1	1 L(02)	0	101,8
2	0 L(01)	0	4,481	2	0 L(01)	0	44,83	2	0 L(01)	0	101,8
2	1 L(02)	0	3,222	2	1 L(02)	0	39,28	2	1 L(02)	0	105,3
3	0 L(01)	0	2,977	3	0 L(01)	0	38,14	3	0 L(01)	0	103,8
3	1 L(02)	0	2,571	3	1 L(02)	0	35,27	3	1 L(02)	0	107,7
4	0 L(01)	0	2,571	4	0 L(01)	0	35,27	4	0 L(01)	0	107,7
4	1 L(02)	0	2,169	4	1 L(02)	0	32,47	4	1 L(02)	0	111,6
5	0 L(01)	0	1,866	5	0 L(01)	0	30,51	5	0 L(01)	0	107,9
5	1 L(02)	0	1,941	5	1 L(02)	0	29,64	5	1 L(02)	0	102,6
6	0 L(01)	0	1,941	6	0 L(01)	0	29,64	6	0 L(01)	0	102,6
6	1 L(02)	0	2,018	6	1 L(02)	0	28,8	6	1 L(02)	0	86,09
7	0 L(01)	0	1,698	7	0 L(01)	0	25,95	7	0 L(01)	0	80,76
7	1 L(02)	0	1,728	7	1 L(02)	0	24,73	7	1 L(02)	0	48,17
8	0 L(01)	0	1,728	8	0 L(01)	0	24,73	8	0 L(01)	0	48,17
8	1 L(02)	0	1,293	8	1 L(02)	0	18,94	8	1 L(02)	0	4,158
9	0 L(01)	0	1,028	9	0 L(01)	0	16,28	9	0 L(01)	0	-0,2097
9	1 L(02)	0	-0,5555	9	1 L(02)	0	-5,824	9	1 L(02)	0	-66,06
10	0 L(01)	0	-0,5555	10	0 L(01)	0	-5,824	10	0 L(01)	0	-66,06
10	1 L(02)	0	-4,473	10	1 L(02)	0	-60,48	10	1 L(02)	0	-181
111	0 L(01)	0	3,314	111	0 L(01)	0	48,36	111	0 L(01)	0	181,5
111	1 L(02)	0	1,77	111	1 L(02)	0	26,53	111	1 L(02)	0	120,4
112	0 L(01)	0	1,77	112	0 L(01)	0	26,53	112	0 L(01)	0	120,4
112	1 L(02)	0	0,689	112	1 L(02)	0	12,58	112	1 L(02)	0	67,26
113	0 L(01)	0	0,842	113	0 L(01)	0	16,3	113	0 L(01)	0	72,11
113	1 L(02)	0	0,2361	113	1 L(02)	0	8,845	113	1 L(02)	0	28,56
114	0 L(01)	0	0,2361	114	0 L(01)	0	8,845	114	0 L(01)	0	28,56
114	1 L(02)	0	0,01316	114	1 L(02)	0	4,149	114	1 L(02)	0	-3,445
115	0 L(01)	0	0,21	115	0 L(01)	0	7,571	115	0 L(01)	0	1,154
115	1 L(02)	0	0,2647	115	1 L(02)	0	3,845	115	1 L(02)	0	-11,66
116	0 L(01)	0	0,2647	116	0 L(01)	0	3,845	116	0 L(01)	0	-11,66
116	1 L(02)	0	0,439	116	1 L(02)	0	0,06582	116	1 L(02)	0	-16,81
117	0 L(01)	0	0,6312	117	0 L(01)	0	1,899	117	0 L(01)	0	-15,15
117	1 L(02)	0	0,6759	117	1 L(02)	0	-4,512	117	1 L(02)	0	-21,24
118	0 L(01)	0	0,6759	118	0 L(01)	0	-4,512	118	0 L(01)	0	-21,24
118	1 L(02)	0	0,717	118	1 L(02)	0	-11,09	118	1 L(02)	0	-27,58
119	0 L(01)	0	0,7742	119	0 L(01)	0	-11,32	119	0 L(01)	0	-28,02
119	1 L(02)	0	-1,089	119	1 L(02)	0	-21,82	119	1 L(02)	0	-37,59
120	0 L(01)	0	-1,089	120	0 L(01)	0	-21,82	120	0 L(01)	0	-37,59
120	1 L(02)	0	-2,97	120	1 L(02)	0	-32,71	120	1 L(02)	0	-47,77
121	0 L(01)	-5,662	0	121	0 L(01)	-72,49	0	121	0 L(01)	-209,5	0
121	1 L(02)	-3,161	0	121	1 L(02)	-40,22	0	121	1 L(02)	-111,2	0
122	0 L(01)	-3,161	0	122	0 L(01)	-40,22	0	122	0 L(01)	-111,2	0
122	1 L(02)	-1,688	0	122	1 L(02)	-21,89	0	122	1 L(02)	-45,4	0

123	0 L(01)	-1,688	0	123	0 L(01)	-21,89	0	123	0 L(01)	-45,4	0
123	1 L(02)	-0,9764	0	123	1 L(02)	-12,21	0	123	1 L(02)	-3,277	0
124	0 L(01)	-0,9764	0	124	0 L(01)	-12,21	0	124	0 L(01)	-3,277	0
124	1 L(02)	-0,6478	0	124	1 L(02)	-6,659	0	124	1 L(02)	20,2	0
125	0 L(01)	-0,6478	0	125	0 L(01)	-6,659	0	125	0 L(01)	20,2	0
125	1 L(02)	-0,1615	0	125	1 L(02)	-1,098	0	125	1 L(02)	30,18	0
126	0 L(01)	-0,1615	0	126	0 L(01)	-1,098	0	126	0 L(01)	30,18	0
126	1 L(02)	0,329	0	126	1 L(02)	4,522	0	126	1 L(02)	33,21	0
127	0 L(01)	0,329	0	127	0 L(01)	4,522	0	127	0 L(01)	33,21	0
127	1 L(02)	0,8275	0	127	1 L(02)	10,25	0	127	1 L(02)	36,23	0
128	0 L(01)	0,8275	0	128	0 L(01)	10,25	0	128	0 L(01)	36,23	0
128	1 L(02)	1,336	0	128	1 L(02)	16,14	0	128	1 L(02)	39,27	0
129	0 L(01)	1,336	0	129	0 L(01)	16,14	0	129	0 L(01)	39,27	0
129	1 L(02)	1,857	0	129	1 L(02)	22,2	0	129	1 L(02)	42,37	0
130	0 L(01)	1,857	0	130	0 L(01)	22,2	0	130	0 L(01)	42,37	0
130	1 L(02)	2,384	0	130	1 L(02)	28,4	0	130	1 L(02)	45,55	0

Tabla 84: Tensiones en acero pasos 80,152 y 170.

paso 80				paso 152				paso 170			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX
1	0 L(01)	0	130,2	1	0 L(01)	0	155,7	1	0 L(01)	0	162,5
1	1 L(02)	0	138,7	1	1 L(02)	0	167,3	1	1 L(02)	0	174,6
2	0 L(01)	0	138,7	2	0 L(01)	0	167,3	2	0 L(01)	0	174,6
2	1 L(02)	0	147,2	2	1 L(02)	0	178,8	2	1 L(02)	0	186,7
3	0 L(01)	0	145,2	3	0 L(01)	0	176,4	3	0 L(01)	0	184,1
3	1 L(02)	0	150,6	3	1 L(02)	0	182,1	3	1 L(02)	0	189,7
4	0 L(01)	0	150,6	4	0 L(01)	0	182,1	4	0 L(01)	0	189,7
4	1 L(02)	0	152,7	4	1 L(02)	0	180,3	4	1 L(02)	0	186,7
5	0 L(01)	0	148,2	5	0 L(01)	0	175,2	5	0 L(01)	0	181,5
5	1 L(02)	0	135	5	1 L(02)	0	155,8	5	1 L(02)	0	160,5
6	0 L(01)	0	135	6	0 L(01)	0	155,8	6	0 L(01)	0	160,5
6	1 L(02)	0	107,2	6	1 L(02)	0	120,2	6	1 L(02)	0	123,1
7	0 L(01)	0	101,1	7	0 L(01)	0	113,7	7	0 L(01)	0	116,4
7	1 L(02)	0	54,43	7	1 L(02)	0	57,46	7	1 L(02)	0	57,85
8	0 L(01)	0	54,43	8	0 L(01)	0	57,46	8	0 L(01)	0	57,85
8	1 L(02)	0	-7,934	8	1 L(02)	0	-17,4	8	1 L(02)	0	-19,97
9	0 L(01)	0	-12,57	9	0 L(01)	0	-22,09	9	0 L(01)	0	-24,67
9	1 L(02)	0	-102,9	9	1 L(02)	0	-129,7	9	1 L(02)	0	-136,3
10	0 L(01)	0	-102,9	10	0 L(01)	0	-129,7	10	0 L(01)	0	-136,2
10	1 L(02)	0	-248,1	10	1 L(02)	0	-295,9	10	1 L(02)	0	-307,7
111	0 L(01)	0	251,7	111	0 L(01)	0	302,2	111	0 L(01)	0	314,7

111	1 L(02)	0	170	111	1 L(02)	0	205,7	111	1 L(02)	0	214,5
112	0 L(01)	0	170	112	0 L(01)	0	205,7	112	0 L(01)	0	214,5
112	1 L(02)	0	99,06	112	1 L(02)	0	122,6	112	1 L(02)	0	128,5
113	0 L(01)	0	104,3	113	0 L(01)	0	128,2	113	0 L(01)	0	134,1
113	1 L(02)	0	46,54	113	1 L(02)	0	61,08	113	1 L(02)	0	64,71
114	0 L(01)	0	46,54	114	0 L(01)	0	61,08	114	0 L(01)	0	64,71
114	1 L(02)	0	2,968	114	1 L(02)	0	10,26	114	1 L(02)	0	12,09
115	0 L(01)	0	7,823	115	0 L(01)	0	15,23	115	0 L(01)	0	17,15
115	1 L(02)	0	-15,12	115	1 L(02)	0	-14,07	115	1 L(02)	0	-13,66
116	0 L(01)	0	-15,12	116	0 L(01)	0	-14,07	116	0 L(01)	0	-13,66
116	1 L(02)	0	-24,43	116	1 L(02)	0	-27,68	116	1 L(02)	0	-28,39
117	0 L(01)	0	-22,5	117	0 L(01)	0	-26,16	117	0 L(01)	0	-26,9
117	1 L(02)	0	-29,43	117	1 L(02)	0	-35,62	117	1 L(02)	0	-36,93
118	0 L(01)	0	-29,43	118	0 L(01)	0	-35,62	118	0 L(01)	0	-36,93
118	1 L(02)	0	-36,63	118	1 L(02)	0	-45,38	118	1 L(02)	0	-47,26
119	0 L(01)	0	-36,92	119	0 L(01)	0	-45,49	119	0 L(01)	0	-47,35
119	1 L(02)	0	-46,86	119	1 L(02)	0	-56,33	119	1 L(02)	0	-58,73
120	0 L(01)	0	-46,86	120	0 L(01)	0	-56,33	120	0 L(01)	0	-58,73
120	1 L(02)	0	-57,47	120	1 L(02)	0	-67,69	120	1 L(02)	0	-70,64
121	0 L(01)	-284,5	0	121	0 L(01)	-337,4	0	121	0 L(01)	-349,9	0
121	1 L(02)	-153,9	0	121	1 L(02)	-185,2	0	121	1 L(02)	-192,8	0
122	0 L(01)	-153,9	0	122	0 L(01)	-185,2	0	122	0 L(01)	-192,8	0
122	1 L(02)	-63,92	0	122	1 L(02)	-78,39	0	122	1 L(02)	-82,09	0
123	0 L(01)	-63,92	0	123	0 L(01)	-78,39	0	123	0 L(01)	-82,09	0
123	1 L(02)	-4,241	0	123	1 L(02)	-6,088	0	123	1 L(02)	-6,757	0
124	0 L(01)	-4,241	0	124	0 L(01)	-6,088	0	124	0 L(01)	-6,757	0
124	1 L(02)	30,67	0	124	1 L(02)	37,36	0	124	1 L(02)	38,81	0
125	0 L(01)	30,67	0	125	0 L(01)	37,36	0	125	0 L(01)	38,81	0
125	1 L(02)	48,08	0	125	1 L(02)	60,44	0	125	1 L(02)	63,33	0
126	0 L(01)	48,08	0	126	0 L(01)	60,44	0	126	0 L(01)	63,33	0
126	1 L(02)	56,18	0	126	1 L(02)	71,35	0	126	1 L(02)	75,08	0
127	0 L(01)	56,18	0	127	0 L(01)	71,35	0	127	0 L(01)	75,08	0
127	1 L(02)	61,5	0	127	1 L(02)	77,87	0	127	1 L(02)	81,82	0
128	0 L(01)	61,5	0	128	0 L(01)	77,87	0	128	0 L(01)	81,82	0
128	1 L(02)	60,94	0	128	1 L(02)	78,37	0	128	1 L(02)	82,3	0
129	0 L(01)	60,94	0	129	0 L(01)	78,37	0	129	0 L(01)	82,3	0
129	1 L(02)	58,52	0	129	1 L(02)	73,98	0	129	1 L(02)	77,88	0
130	0 L(01)	58,52	0	130	0 L(01)	73,98	0	130	0 L(01)	77,88	0
130	1 L(02)	56,15	0	130	1 L(02)	66,68	0	130	1 L(02)	69,69	0

Tabla 85: Tensiones en acero pasos 206, 220 y 279.

paso 206				paso 220				paso 279			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX
1	0 L(01)	0	175,1	1	0 L(01)	0	179,6	1	0 L(01)	0	199,4
1	1 L(02)	0	188,2	1	1 L(02)	0	193,2	1	1 L(02)	0	213,9
2	0 L(01)	0	188,2	2	0 L(01)	0	193,2	2	0 L(01)	0	213,9
2	1 L(02)	0	201,4	2	1 L(02)	0	206,8	2	1 L(02)	0	228,5
3	0 L(01)	0	198,6	3	0 L(01)	0	203,9	3	0 L(01)	0	225,3
3	1 L(02)	0	203,8	3	1 L(02)	0	208,9	3	1 L(02)	0	229,1
4	0 L(01)	0	203,8	4	0 L(01)	0	208,9	4	0 L(01)	0	229,1
4	1 L(02)	0	198,9	4	1 L(02)	0	203,4	4	1 L(02)	0	220,7
5	0 L(01)	0	193,4	5	0 L(01)	0	197,8	5	0 L(01)	0	214,8
5	1 L(02)	0	169,8	5	1 L(02)	0	173,4	5	1 L(02)	0	187,2
6	0 L(01)	0	169,8	6	0 L(01)	0	173,4	6	0 L(01)	0	187,2
6	1 L(02)	0	129,1	6	1 L(02)	0	131,7	6	1 L(02)	0	142,2
7	0 L(01)	0	122,4	7	0 L(01)	0	124,8	7	0 L(01)	0	135,1
7	1 L(02)	0	60,05	7	1 L(02)	0	61,39	7	1 L(02)	0	68,08
8	0 L(01)	0	60,05	8	0 L(01)	0	61,39	8	0 L(01)	0	68,08
8	1 L(02)	0	-22,36	8	1 L(02)	0	-22,39	8	1 L(02)	0	-20,38
9	0 L(01)	0	-27,29	9	0 L(01)	0	-27,44	9	0 L(01)	0	-25,37
9	1 L(02)	0	-145,1	9	1 L(02)	0	-147,1	9	1 L(02)	0	-154,5
10	0 L(01)	0	-141,4	10	0 L(01)	0	-141	10	0 L(01)	0	-143,3
10	1 L(02)	0	-337,3	10	1 L(02)	0	-350,6	10	1 L(02)	0	-388,9
111	0 L(01)	0	338,3	111	0 L(01)	0	347,1	111	0 L(01)	0	357,2
111	1 L(02)	0	231,6	111	1 L(02)	0	237,9	111	1 L(02)	0	261,6
112	0 L(01)	0	231,6	112	0 L(01)	0	238	112	0 L(01)	0	257,5
112	1 L(02)	0	140,3	112	1 L(02)	0	144,8	112	1 L(02)	0	159,3
113	0 L(01)	0	146,1	113	0 L(01)	0	150,7	113	0 L(01)	0	165,4
113	1 L(02)	0	72,47	113	1 L(02)	0	75,58	113	1 L(02)	0	86,18
114	0 L(01)	0	72,47	114	0 L(01)	0	75,58	114	0 L(01)	0	86,18
114	1 L(02)	0	16,5	114	1 L(02)	0	18,39	114	1 L(02)	0	25,46
115	0 L(01)	0	21,75	115	0 L(01)	0	23,71	115	0 L(01)	0	31,01
115	1 L(02)	0	-12,01	115	1 L(02)	0	-11,15	115	1 L(02)	0	-7,245
116	0 L(01)	0	-12,01	116	0 L(01)	0	-11,15	116	0 L(01)	0	-7,245
116	1 L(02)	0	-29,06	116	1 L(02)	0	-29,13	116	1 L(02)	0	-28,24
117	0 L(01)	0	-27,63	117	0 L(01)	0	-27,72	117	0 L(01)	0	-27
117	1 L(02)	0	-39,3	117	1 L(02)	0	-40,15	117	1 L(02)	0	-42,99
118	0 L(01)	0	-39,3	118	0 L(01)	0	-40,15	118	0 L(01)	0	-42,99
118	1 L(02)	0	-51,28	118	1 L(02)	0	-52,9	118	1 L(02)	0	-59,31
119	0 L(01)	0	-51,36	119	0 L(01)	0	-52,99	119	0 L(01)	0	-59,46
119	1 L(02)	0	-64,34	119	1 L(02)	0	-66,72	119	1 L(02)	0	-76,6
120	0 L(01)	0	-64,34	120	0 L(01)	0	-66,72	120	0 L(01)	0	-76,6

120	1 L(02)	0	-77,82	120	1 L(02)	0	-80,93	120	1 L(02)	0	-94,22
121	0 L(01)	-368	0	121	0 L(01)	-371,4	0	121	0 L(01)	-365,7	0
121	1 L(02)	-204,7	0	121	1 L(02)	-208,7	0	121	1 L(02)	-230	0
122	0 L(01)	-204,7	0	122	0 L(01)	-208,3	0	122	0 L(01)	-222,3	0
122	1 L(02)	-88,38	0	122	1 L(02)	-90,38	0	122	1 L(02)	-97,25	0
123	0 L(01)	-88,38	0	123	0 L(01)	-90,38	0	123	0 L(01)	-97,25	0
123	1 L(02)	-8,259	0	123	1 L(02)	-8,816	0	123	1 L(02)	-10,29	0
124	0 L(01)	-8,259	0	124	0 L(01)	-8,816	0	124	0 L(01)	-10,29	0
124	1 L(02)	40,98	0	124	1 L(02)	41,64	0	124	1 L(02)	44,51	0
125	0 L(01)	40,98	0	125	0 L(01)	41,64	0	125	0 L(01)	44,51	0
125	1 L(02)	68,29	0	125	1 L(02)	69,96	0	125	1 L(02)	76,62	0
126	0 L(01)	68,29	0	126	0 L(01)	69,96	0	126	0 L(01)	76,62	0
126	1 L(02)	81,81	0	126	1 L(02)	84,21	0	126	1 L(02)	93,87	0
127	0 L(01)	81,81	0	127	0 L(01)	84,21	0	127	0 L(01)	93,87	0
127	1 L(02)	89,62	0	127	1 L(02)	92,63	0	127	1 L(02)	104,7	0
128	0 L(01)	89,62	0	128	0 L(01)	92,63	0	128	0 L(01)	104,7	0
128	1 L(02)	90,31	0	128	1 L(02)	93,44	0	128	1 L(02)	106,3	0
129	0 L(01)	90,31	0	129	0 L(01)	93,44	0	129	0 L(01)	106,3	0
129	1 L(02)	85,94	0	129	1 L(02)	89,12	0	129	1 L(02)	102,2	0
130	0 L(01)	85,94	0	130	0 L(01)	89,12	0	130	0 L(01)	102,2	0
130	1 L(02)	76,71	0	130	1 L(02)	79,67	0	130	1 L(02)	92,2	0

Tabla 86: Tensiones en acero pasos 280,281 y 350.

paso 280				paso 281				paso 350			
		(N/mm ²)	(N/mm ²)			(N/mm ²)	(N/mm ²)			(N/mm ²)	(N/mm ²)
No	Posicion	Nodos SXX	Nodos SYX	No	Posicion	Nodos SXX	Nodos SYX	No	Posicion	Nodos SXX	Nodos SYX
1	0 L(01)	0	199,6	1	0 L(01)	0	199,6	1	0 L(01)	0	177,9
1	1 L(02)	0	214,2	1	1 L(02)	0	214,2	1	1 L(02)	0	197,6
2	0 L(01)	0	214,2	2	0 L(01)	0	214,2	2	0 L(01)	0	197,6
2	1 L(02)	0	228,8	2	1 L(02)	0	228,9	2	1 L(02)	0	217,4
3	0 L(01)	0	225,5	3	0 L(01)	0	225,7	3	0 L(01)	0	214,8
3	1 L(02)	0	229,4	3	1 L(02)	0	229,6	3	1 L(02)	0	221,4
4	0 L(01)	0	229,4	4	0 L(01)	0	229,6	4	0 L(01)	0	221,4
4	1 L(02)	0	221	4	1 L(02)	0	221,3	4	1 L(02)	0	213,9
5	0 L(01)	0	215,1	5	0 L(01)	0	215,4	5	0 L(01)	0	208,9
5	1 L(02)	0	187,5	5	1 L(02)	0	187,9	5	1 L(02)	0	181,3
6	0 L(01)	0	187,5	6	0 L(01)	0	187,9	6	0 L(01)	0	181,3
6	1 L(02)	0	142,5	6	1 L(02)	0	143,1	6	1 L(02)	0	135,8
7	0 L(01)	0	135,5	7	0 L(01)	0	136	7	0 L(01)	0	129,7
7	1 L(02)	0	68,5	7	1 L(02)	0	69,22	7	1 L(02)	0	62,59
8	0 L(01)	0	68,5	8	0 L(01)	0	69,22	8	0 L(01)	0	62,59
8	1 L(02)	0	-19,98	8	1 L(02)	0	-19,28	8	1 L(02)	0	-24,39
9	0 L(01)	0	-24,95	9	0 L(01)	0	-24,21	9	0 L(01)	0	-28,54

9	1 L(02)	0	-154,6	9	1 L(02)	0	-154,6	9	1 L(02)	0	-153,1
10	0 L(01)	0	-143,5	10	0 L(01)	0	-143,7	10	0 L(01)	0	-142,2
10	1 L(02)	0	-388,9	10	1 L(02)	0	-388,8	10	1 L(02)	0	-372,6
111	0 L(01)	0	357,1	111	0 L(01)	0	357,1	111	0 L(01)	0	344,4
111	1 L(02)	0	261,9	111	1 L(02)	0	262,1	111	1 L(02)	0	256,5
112	0 L(01)	0	257,7	112	0 L(01)	0	257,9	112	0 L(01)	0	252,3
112	1 L(02)	0	159,5	112	1 L(02)	0	159,8	112	1 L(02)	0	158,9
113	0 L(01)	0	165,6	113	0 L(01)	0	165,8	113	0 L(01)	0	164,2
113	1 L(02)	0	86,39	113	1 L(02)	0	86,7	113	1 L(02)	0	87,55
114	0 L(01)	0	86,39	114	0 L(01)	0	86,7	114	0 L(01)	0	87,55
114	1 L(02)	0	25,68	114	1 L(02)	0	26,02	114	1 L(02)	0	27,68
115	0 L(01)	0	31,23	115	0 L(01)	0	31,57	115	0 L(01)	0	32,17
115	1 L(02)	0	-7,041	115	1 L(02)	0	-6,688	115	1 L(02)	0	-6,419
116	0 L(01)	0	-7,041	116	0 L(01)	0	-6,688	116	0 L(01)	0	-6,419
116	1 L(02)	0	-28,06	116	1 L(02)	0	-27,73	116	1 L(02)	0	-28,03
117	0 L(01)	0	-26,83	117	0 L(01)	0	-26,51	117	0 L(01)	0	-27,73
117	1 L(02)	0	-42,96	117	1 L(02)	0	-42,88	117	1 L(02)	0	-43,5
118	0 L(01)	0	-42,96	118	0 L(01)	0	-42,88	118	0 L(01)	0	-43,5
118	1 L(02)	0	-59,43	118	1 L(02)	0	-59,58	118	1 L(02)	0	-59,57
119	0 L(01)	0	-59,59	119	0 L(01)	0	-59,74	119	0 L(01)	0	-59,92
119	1 L(02)	0	-76,87	119	1 L(02)	0	-77,25	119	1 L(02)	0	-67,73
120	0 L(01)	0	-76,87	120	0 L(01)	0	-77,25	120	0 L(01)	0	-67,73
120	1 L(02)	0	-94,63	120	1 L(02)	0	-95,22	120	1 L(02)	0	-75,93
121	0 L(01)	-365,5	0	121	0 L(01)	-365,3	0	121	0 L(01)	-344,3	0
121	1 L(02)	-230,5	0	121	1 L(02)	-231,2	0	121	1 L(02)	-218,4	0
122	0 L(01)	-222,6	0	122	0 L(01)	-223,1	0	122	0 L(01)	-210,3	0
122	1 L(02)	-97,31	0	122	1 L(02)	-97,37	0	122	1 L(02)	-89,83	0
123	0 L(01)	-97,31	0	123	0 L(01)	-97,37	0	123	0 L(01)	-89,83	0
123	1 L(02)	-10,27	0	123	1 L(02)	-10,24	0	123	1 L(02)	-5,608	0
124	0 L(01)	-10,27	0	124	0 L(01)	-10,24	0	124	0 L(01)	-5,608	0
124	1 L(02)	44,54	0	124	1 L(02)	44,57	0	124	1 L(02)	47,88	0
125	0 L(01)	44,54	0	125	0 L(01)	44,57	0	125	0 L(01)	47,88	0
125	1 L(02)	76,69	0	125	1 L(02)	76,73	0	125	1 L(02)	79,68	0
126	0 L(01)	76,69	0	126	0 L(01)	76,73	0	126	0 L(01)	79,68	0
126	1 L(02)	94	0	126	1 L(02)	94,1	0	126	1 L(02)	96,69	0
127	0 L(01)	94	0	127	0 L(01)	94,1	0	127	0 L(01)	96,69	0
127	1 L(02)	105	0	127	1 L(02)	105,1	0	127	1 L(02)	106,5	0
128	0 L(01)	105	0	128	0 L(01)	105,1	0	128	0 L(01)	106,5	0
128	1 L(02)	106,5	0	128	1 L(02)	106,8	0	128	1 L(02)	105,7	0
129	0 L(01)	106,5	0	129	0 L(01)	106,8	0	129	0 L(01)	105,7	0
129	1 L(02)	102,5	0	129	1 L(02)	102,9	0	129	1 L(02)	96,39	0
130	0 L(01)	102,5	0	130	0 L(01)	102,9	0	130	0 L(01)	96,39	0
130	1 L(02)	92,55	0	130	1 L(02)	93,06	0	130	1 L(02)	78,1	0

Tabla 87: Tensiones en acero pasos 374,450 y 550.

paso 374				paso 450				paso 550			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX
1	0 L(01)	0	170,4	1	0 L(01)	0	146,8	1	0 L(01)	0	114,8
1	1 L(02)	0	191,9	1	1 L(02)	0	173,7	1	1 L(02)	0	150,3
2	0 L(01)	0	191,9	2	0 L(01)	0	173,7	2	0 L(01)	0	150,3
2	1 L(02)	0	213,4	2	1 L(02)	0	200,7	2	1 L(02)	0	184,2
3	0 L(01)	0	211,1	3	0 L(01)	0	199,2	3	0 L(01)	0	183,8
3	1 L(02)	0	218,5	3	1 L(02)	0	209,5	3	1 L(02)	0	197,7
4	0 L(01)	0	218,5	4	0 L(01)	0	209,5	4	0 L(01)	0	197,7
4	1 L(02)	0	211,3	4	1 L(02)	0	203,2	4	1 L(02)	0	192,7
5	0 L(01)	0	206,7	5	0 L(01)	0	199,6	5	0 L(01)	0	190,6
5	1 L(02)	0	179	5	1 L(02)	0	171,6	5	1 L(02)	0	162,5
6	0 L(01)	0	179	6	0 L(01)	0	171,6	6	0 L(01)	0	162,5
6	1 L(02)	0	133,2	6	1 L(02)	0	125,2	6	1 L(02)	0	115,3
7	0 L(01)	0	127,5	7	0 L(01)	0	120,5	7	0 L(01)	0	112,1
7	1 L(02)	0	60,3	7	1 L(02)	0	53,02	7	1 L(02)	0	44,31
8	0 L(01)	0	60,3	8	0 L(01)	0	53,02	8	0 L(01)	0	44,31
8	1 L(02)	0	-26,16	8	1 L(02)	0	-31,76	8	1 L(02)	0	-38,34
9	0 L(01)	0	-30,03	9	0 L(01)	0	-34,76	9	0 L(01)	0	-40,23
9	1 L(02)	0	-152,6	9	1 L(02)	0	-150,9	9	1 L(02)	0	-148,4
10	0 L(01)	0	-141,7	10	0 L(01)	0	-140	10	0 L(01)	0	-137,5
10	1 L(02)	0	-367	10	1 L(02)	0	-349,3	10	1 L(02)	0	-326,9
111	0 L(01)	0	340,1	111	0 L(01)	0	326,3	111	0 L(01)	0	308,1
111	1 L(02)	0	254,6	111	1 L(02)	0	248,4	111	1 L(02)	0	240,3
112	0 L(01)	0	250,4	112	0 L(01)	0	244,2	112	0 L(01)	0	236,1
112	1 L(02)	0	158,6	112	1 L(02)	0	157,7	112	1 L(02)	0	156,4
113	0 L(01)	0	163,6	113	0 L(01)	0	161,7	113	0 L(01)	0	159,2
113	1 L(02)	0	87,82	113	1 L(02)	0	88,64	113	1 L(02)	0	89,74
114	0 L(01)	0	87,82	114	0 L(01)	0	88,64	114	0 L(01)	0	89,74
114	1 L(02)	0	28,23	114	1 L(02)	0	29,87	114	1 L(02)	0	32,12
115	0 L(01)	0	32,35	115	0 L(01)	0	32,8	115	0 L(01)	0	33,5
115	1 L(02)	0	-6,384	115	1 L(02)	0	-6,428	115	1 L(02)	0	-6,189
116	0 L(01)	0	-6,384	116	0 L(01)	0	-6,428	116	0 L(01)	0	-6,189
116	1 L(02)	0	-28,2	116	1 L(02)	0	-28,91	116	1 L(02)	0	-28,99
117	0 L(01)	0	-28,18	117	0 L(01)	0	-29,7	117	0 L(01)	0	-30,42
117	1 L(02)	0	-43,7	117	1 L(02)	0	-44,27	117	1 L(02)	0	-42,5
118	0 L(01)	0	-43,7	118	0 L(01)	0	-44,27	118	0 L(01)	0	-42,5
118	1 L(02)	0	-59,5	118	1 L(02)	0	-59,07	118	1 L(02)	0	-54,72
119	0 L(01)	0	-59,92	119	0 L(01)	0	-59,67	119	0 L(01)	0	-55,76

119	1 L(02)	0	-64,4	119	1 L(02)	0	-53,64	119	1 L(02)	0	-39,35
120	0 L(01)	0	-64,4	120	0 L(01)	0	-53,64	120	0 L(01)	0	-39,35
120	1 L(02)	0	-69,22	120	1 L(02)	0	-47,85	120	1 L(02)	0	-23,04
121	0 L(01)	-337	0	121	0 L(01)	-314	0	121	0 L(01)	-284,1	0
121	1 L(02)	-214	0	121	1 L(02)	-200,1	0	121	1 L(02)	-181,7	0
122	0 L(01)	-205,9	0	122	0 L(01)	-192	0	122	0 L(01)	-173,6	0
122	1 L(02)	-87,23	0	122	1 L(02)	-79,04	0	122	1 L(02)	-67,94	0
123	0 L(01)	-87,23	0	123	0 L(01)	-79,04	0	123	0 L(01)	-67,94	0
123	1 L(02)	-4,014	0	123	1 L(02)	0,9942	0	123	1 L(02)	8,067	0
124	0 L(01)	-4,014	0	124	0 L(01)	0,9942	0	124	0 L(01)	8,067	0
124	1 L(02)	49,02	0	124	1 L(02)	52,61	0	124	1 L(02)	57,82	0
125	0 L(01)	49,02	0	125	0 L(01)	52,61	0	125	0 L(01)	57,82	0
125	1 L(02)	80,71	0	125	1 L(02)	83,99	0	125	1 L(02)	88,59	0
126	0 L(01)	80,71	0	126	0 L(01)	83,99	0	126	0 L(01)	88,59	0
126	1 L(02)	97,58	0	126	1 L(02)	100,5	0	126	1 L(02)	104,5	0
127	0 L(01)	97,58	0	127	0 L(01)	100,5	0	127	0 L(01)	104,5	0
127	1 L(02)	107	0	127	1 L(02)	108,5	0	127	1 L(02)	111,1	0
128	0 L(01)	107	0	128	0 L(01)	108,5	0	128	0 L(01)	111,1	0
128	1 L(02)	105,3	0	128	1 L(02)	104,2	0	128	1 L(02)	103,8	0
129	0 L(01)	105,3	0	129	0 L(01)	104,2	0	129	0 L(01)	103,8	0
129	1 L(02)	94,12	0	129	1 L(02)	86,95	0	129	1 L(02)	79,9	0
130	0 L(01)	94,12	0	130	0 L(01)	86,95	0	130	0 L(01)	79,9	0
130	1 L(02)	72,91	0	130	1 L(02)	56,38	0	130	1 L(02)	38,96	0

Tabla 88: Tensiones en acero pasos 650 y 780.

paso 650				paso 780			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY
1	0 L(01)	0	82,38	1	0 L(01)	0	40,73
1	1 L(02)	0	127,5	1	1 L(02)	0	98,45
2	0 L(01)	0	127,5	2	0 L(01)	0	98,45
2	1 L(02)	0	168	2	1 L(02)	0	147,5
3	0 L(01)	0	168,7	3	0 L(01)	0	149,6
3	1 L(02)	0	186,3	3	1 L(02)	0	171,8
4	0 L(01)	0	186,3	4	0 L(01)	0	171,8

4	1 L(02)	0	182,6	4	1 L(02)	0	169,7
5	0 L(01)	0	181,8	5	0 L(01)	0	170,8
5	1 L(02)	0	153,6	5	1 L(02)	0	142,1
6	0 L(01)	0	153,6	6	0 L(01)	0	142,1
6	1 L(02)	0	105,5	6	1 L(02)	0	92,44
7	0 L(01)	0	103,6	7	0 L(01)	0	92,4
7	1 L(02)	0	35,21	7	1 L(02)	0	22,86
8	0 L(01)	0	35,21	8	0 L(01)	0	22,86
8	1 L(02)	0	-45,71	8	1 L(02)	0	-55,71
9	0 L(01)	0	-46,77	9	0 L(01)	0	-55,92
9	1 L(02)	0	-146,8	9	1 L(02)	0	-142,4
10	0 L(01)	0	-135,9	10	0 L(01)	0	-131,5
10	1 L(02)	0	-302,4	10	1 L(02)	0	-269,5
111	0 L(01)	0	290,4	111	0 L(01)	0	268
111	1 L(02)	0	232,5	111	1 L(02)	0	222,8
112	0 L(01)	0	228,3	112	0 L(01)	0	218,6
112	1 L(02)	0	155,1	112	1 L(02)	0	154,3
113	0 L(01)	0	156,7	113	0 L(01)	0	154,4
113	1 L(02)	0	90,83	113	1 L(02)	0	93,24
114	0 L(01)	0	90,83	114	0 L(01)	0	93,24
114	1 L(02)	0	34,35	114	1 L(02)	0	38,48
115	0 L(01)	0	34,17	115	0 L(01)	0	36,47
115	1 L(02)	0	-5,873	115	1 L(02)	0	-3,901
116	0 L(01)	0	-5,873	116	0 L(01)	0	-3,901
116	1 L(02)	0	-28,62	116	1 L(02)	0	-27,68
117	0 L(01)	0	-30,54	117	0 L(01)	0	-30,77
117	1 L(02)	0	-39,25	117	1 L(02)	0	-38,42
118	0 L(01)	0	-39,25	118	0 L(01)	0	-38,42
118	1 L(02)	0	-48,01	118	1 L(02)	0	-42,38
119	0 L(01)	0	-49,51	119	0 L(01)	0	-44,65
119	1 L(02)	0	-25,81	119	1 L(02)	0	-13,17
120	0 L(01)	0	-25,81	120	0 L(01)	0	-13,17
120	1 L(02)	0	0,4812	120	1 L(02)	0	36,47
121	0 L(01)	-251,3	0	121	0 L(01)	-206,6	0
121	1 L(02)	-161,9	0	121	1 L(02)	-134,7	0
122	0 L(01)	-153,8	0	122	0 L(01)	-126,6	0
122	1 L(02)	-56,29	0	122	1 L(02)	-40,41	0
123	0 L(01)	-56,29	0	123	0 L(01)	-40,41	0
123	1 L(02)	15,56	0	123	1 L(02)	25,94	0
124	0 L(01)	15,56	0	124	0 L(01)	25,94	0
124	1 L(02)	63,56	0	124	1 L(02)	71,72	0
125	0 L(01)	63,56	0	125	0 L(01)	71,72	0
125	1 L(02)	93,53	0	125	1 L(02)	100,8	0

126	0 L(01)	93,53	0	126	0 L(01)	100,8	0
126	1 L(02)	108,7	0	126	1 L(02)	115,3	0
127	0 L(01)	108,7	0	127	0 L(01)	115,3	0
127	1 L(02)	114,1	0	127	1 L(02)	119,4	0
128	0 L(01)	114,1	0	128	0 L(01)	119,4	0
128	1 L(02)	104,3	0	128	1 L(02)	105,7	0
129	0 L(01)	104,3	0	129	0 L(01)	105,7	0
129	1 L(02)	74,43	0	129	1 L(02)	66,67	0
130	0 L(01)	74,43	0	130	0 L(01)	66,67	0
130	1 L(02)	23,96	0	130	1 L(02)	-0,03167	0

C.5 Refuerzo horizontal cada 4 hiladas

Tabla 89: Tensiones en acero pasos 1,20 y 40.

paso 1				paso 20				paso 40			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY
1	0 L(01)	0	4,125	1	0 L(01)	0	72,4	1	0 L(01)	0	119,6
1	1 L(02)	0	3,782	1	1 L(02)	0	67,04	1	1 L(02)	0	112,5
2	0 L(01)	0	3,782	2	0 L(01)	0	67,04	2	0 L(01)	0	112,5
2	1 L(02)	0	3,444	2	1 L(02)	0	61,77	2	1 L(02)	0	105,4
3	0 L(01)	0	3,444	3	0 L(01)	0	61,77	3	0 L(01)	0	105,4
3	1 L(02)	0	3,115	3	1 L(02)	0	56,6	3	1 L(02)	0	98,46
4	0 L(01)	0	3,115	4	0 L(01)	0	56,6	4	0 L(01)	0	98,46
4	1 L(02)	0	2,794	4	1 L(02)	0	51,54	4	1 L(02)	0	91,52
5	0 L(01)	0	2,794	5	0 L(01)	0	51,54	5	0 L(01)	0	91,52
5	1 L(02)	0	2,473	5	1 L(02)	0	46,48	5	1 L(02)	0	84,59
6	0 L(01)	0	2,473	6	0 L(01)	0	46,48	6	0 L(01)	0	84,59
6	1 L(02)	0	2,156	6	1 L(02)	0	41,44	6	1 L(02)	0	71,03
7	0 L(01)	0	2,156	7	0 L(01)	0	41,44	7	0 L(01)	0	71,03
7	1 L(02)	0	1,831	7	1 L(02)	0	32,05	7	1 L(02)	0	44,87
8	0 L(01)	0	1,831	8	0 L(01)	0	32,05	8	0 L(01)	0	44,87
8	1 L(02)	0	0,563	8	1 L(02)	0	4,65	8	1 L(02)	0	-9,528
9	0 L(01)	0	0,563	9	0 L(01)	0	4,65	9	0 L(01)	0	-9,528
9	1 L(02)	0	-0,705	9	1 L(02)	0	-22,75	9	1 L(02)	0	-63,93
10	0 L(01)	0	-0,705	10	0 L(01)	0	-22,75	10	0 L(01)	0	-63,93
10	1 L(02)	0	-5,048	10	1 L(02)	0	-94,71	10	1 L(02)	0	-170,6
111	0 L(01)	0	4,701	111	0 L(01)	0	103,6	111	0 L(01)	0	190,5
111	1 L(02)	0	3,118	111	1 L(02)	0	65,5	111	1 L(02)	0	123,9
112	0 L(01)	0	3,118	112	0 L(01)	0	65,5	112	0 L(01)	0	123,9
112	1 L(02)	0	2,051	112	1 L(02)	0	38,97	112	1 L(02)	0	72,7
113	0 L(01)	0	2,051	113	0 L(01)	0	38,97	113	0 L(01)	0	72,7

113	1 L(02)	0	1,438	113	1 L(02)	0	22,71	113	1 L(02)	0	36,47
114	0 L(01)	0	1,438	114	0 L(01)	0	22,71	114	0 L(01)	0	36,47
114	1 L(02)	0	0,9258	114	1 L(02)	0	13,52	114	1 L(02)	0	18,97
115	0 L(01)	0	0,9258	115	0 L(01)	0	13,52	115	0 L(01)	0	18,97
115	1 L(02)	0	0,4135	115	1 L(02)	0	4,32	115	1 L(02)	0	1,474
116	0 L(01)	0	0,4135	116	0 L(01)	0	4,32	116	0 L(01)	0	1,474
116	1 L(02)	0	-0,1062	116	1 L(02)	0	-4,956	116	1 L(02)	0	-11,64
117	0 L(01)	0	-0,1062	117	0 L(01)	0	-4,956	117	0 L(01)	0	-11,64
117	1 L(02)	0	-0,6392	117	1 L(02)	0	-14,42	117	1 L(02)	0	-24,91
118	0 L(01)	0	-0,6392	118	0 L(01)	0	-14,42	118	0 L(01)	0	-24,91
118	1 L(02)	0	-1,192	118	1 L(02)	0	-24,2	118	1 L(02)	0	-38,55
119	0 L(01)	0	-1,192	119	0 L(01)	0	-24,2	119	0 L(01)	0	-38,55
119	1 L(02)	0	-1,745	119	1 L(02)	0	-33,99	119	1 L(02)	0	-52,19
120	0 L(01)	0	-1,745	120	0 L(01)	0	-33,99	120	0 L(01)	0	-52,19
120	1 L(02)	0	-2,332	120	1 L(02)	0	-44,35	120	1 L(02)	0	-66,63
121	0 L(01)	-6,475	0	121	0 L(01)	-117,8	0	121	0 L(01)	-205,6	0
121	1 L(02)	-2,613	0	121	1 L(02)	-52,08	0	121	1 L(02)	-97,35	0
122	0 L(01)	-2,613	0	122	0 L(01)	-52,08	0	122	0 L(01)	-97,35	0
122	1 L(02)	-1,052	0	122	1 L(02)	-23,25	0	122	1 L(02)	-40,18	0
123	0 L(01)	-1,052	0	123	0 L(01)	-23,25	0	123	0 L(01)	-40,18	0
123	1 L(02)	-0,4506	0	123	1 L(02)	-9,261	0	123	1 L(02)	-6,281	0
124	0 L(01)	-0,4506	0	124	0 L(01)	-9,261	0	124	0 L(01)	-6,281	0
124	1 L(02)	-0,1113	0	124	1 L(02)	-2,704	0	124	1 L(02)	10,71	0
125	0 L(01)	-0,1113	0	125	0 L(01)	-2,704	0	125	0 L(01)	10,71	0
125	1 L(02)	0,2301	0	125	1 L(02)	3,856	0	125	1 L(02)	18,44	0
126	0 L(01)	0,2301	0	126	0 L(01)	3,856	0	126	0 L(01)	18,44	0
126	1 L(02)	0,577	0	126	1 L(02)	10,5	0	126	1 L(02)	26,22	0
127	0 L(01)	0,577	0	127	0 L(01)	10,5	0	127	0 L(01)	26,22	0
127	1 L(02)	0,9331	0	127	1 L(02)	17,31	0	127	1 L(02)	34,17	0
128	0 L(01)	0,9331	0	128	0 L(01)	17,31	0	128	0 L(01)	34,17	0
128	1 L(02)	1,301	0	128	1 L(02)	24,4	0	128	1 L(02)	42,45	0
129	0 L(01)	1,301	0	129	0 L(01)	24,4	0	129	0 L(01)	42,45	0
129	1 L(02)	1,684	0	129	1 L(02)	31,85	0	129	1 L(02)	51,19	0
130	0 L(01)	1,684	0	130	0 L(01)	31,85	0	130	0 L(01)	51,19	0
130	1 L(02)	2,081	0	130	1 L(02)	39,71	0	130	1 L(02)	60,5	0
170	0 L(01)	0,6857	0	170	0 L(01)	27,15	0	170	0 L(01)	77,03	0
170	1 L(02)	0,6857	0	170	1 L(02)	27,15	0	170	1 L(02)	77,03	0
171	0 L(01)	-1,026	0	171	0 L(01)	-11,91	0	171	0 L(01)	-4,574	0
171	1 L(02)	-1,026	0	171	1 L(02)	-11,91	0	171	1 L(02)	-4,574	0
172	0 L(01)	-1,393	0	172	0 L(01)	-16,42	0	172	0 L(01)	-10,86	0
172	1 L(02)	-1,393	0	172	1 L(02)	-16,42	0	172	1 L(02)	-10,86	0
173	0 L(01)	-1,342	0	173	0 L(01)	-18,52	0	173	0 L(01)	-20,96	0
173	1 L(02)	-1,342	0	173	1 L(02)	-18,52	0	173	1 L(02)	-20,96	0

174	0 L(01)	-1,137	0	174	0 L(01)	-16,04	0	174	0 L(01)	-22,43	0
174	1 L(02)	-1,137	0	174	1 L(02)	-16,04	0	174	1 L(02)	-22,43	0
175	0 L(01)	-0,8756	0	175	0 L(01)	-11,79	0	175	0 L(01)	-17,79	0
175	1 L(02)	-0,8756	0	175	1 L(02)	-11,79	0	175	1 L(02)	-17,79	0
176	0 L(01)	-0,6205	0	176	0 L(01)	-8,269	0	176	0 L(01)	-10,98	0
176	1 L(02)	-0,6205	0	176	1 L(02)	-8,269	0	176	1 L(02)	-10,98	0
177	0 L(01)	-0,3883	0	177	0 L(01)	-4,743	0	177	0 L(01)	-6,04	0
177	1 L(02)	-0,3883	0	177	1 L(02)	-4,743	0	177	1 L(02)	-6,04	0
178	0 L(01)	-0,1908	0	178	0 L(01)	-2,082	0	178	0 L(01)	-1,865	0
178	1 L(02)	-0,1908	0	178	1 L(02)	-2,082	0	178	1 L(02)	-1,865	0
179	0 L(01)	-0,08559	0	179	0 L(01)	-0,9349	0	179	0 L(01)	-0,8401	0
179	1 L(02)	-0,08559	0	179	1 L(02)	-0,9349	0	179	1 L(02)	-0,8401	0
180	0 L(01)	-0,08437	0	180	0 L(01)	-1,459	0	180	0 L(01)	-2,254	0
180	1 L(02)	-0,08437	0	180	1 L(02)	-1,459	0	180	1 L(02)	-2,254	0
181	0 L(01)	-0,05202	0	181	0 L(01)	-3,217	0	181	0 L(01)	-3,166	0
181	1 L(02)	-0,05202	0	181	1 L(02)	-3,217	0	181	1 L(02)	-3,166	0
182	0 L(01)	-0,06583	0	182	0 L(01)	-2,423	0	182	0 L(01)	20,87	0
182	1 L(02)	-0,06583	0	182	1 L(02)	-2,423	0	182	1 L(02)	20,87	0
183	0 L(01)	-0,1416	0	183	0 L(01)	16,19	0	183	0 L(01)	47,27	0
183	1 L(02)	-0,1416	0	183	1 L(02)	16,19	0	183	1 L(02)	47,27	0
184	0 L(01)	-0,212	0	184	0 L(01)	25,04	0	184	0 L(01)	55,67	0
184	1 L(02)	-0,212	0	184	1 L(02)	25,04	0	184	1 L(02)	55,67	0
185	0 L(01)	-0,2547	0	185	0 L(01)	19,43	0	185	0 L(01)	53,29	0
185	1 L(02)	-0,2547	0	185	1 L(02)	19,43	0	185	1 L(02)	53,29	0
186	0 L(01)	-0,257	0	186	0 L(01)	7,63	0	186	0 L(01)	41,43	0
186	1 L(02)	-0,257	0	186	1 L(02)	7,63	0	186	1 L(02)	41,43	0
187	0 L(01)	-0,2056	0	187	0 L(01)	-2,999	0	187	0 L(01)	22,6	0
187	1 L(02)	-0,2056	0	187	1 L(02)	-2,999	0	187	1 L(02)	22,6	0
188	0 L(01)	-0,08484	0	188	0 L(01)	-4,305	0	188	0 L(01)	4,879	0
188	1 L(02)	-0,08484	0	188	1 L(02)	-4,305	0	188	1 L(02)	4,879	0
189	0 L(01)	0,02957	0	189	0 L(01)	1,099	0	189	0 L(01)	5,401	0
189	1 L(02)	0,02957	0	189	1 L(02)	1,099	0	189	1 L(02)	5,401	0

Tabla 90: Tensiones en acero pasos 150,450 y 536.

paso 150				paso 450				paso 536			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX
1	0 L(01)	0	129,3	1	0 L(01)	0	179	1	0 L(01)	0	197,3
1	1 L(02)	0	121,7	1	1 L(02)	0	170,8	1	1 L(02)	0	188,2
2	0 L(01)	0	121,7	2	0 L(01)	0	170,8	2	0 L(01)	0	188,2
2	1 L(02)	0	114,1	2	1 L(02)	0	162,5	2	1 L(02)	0	179,1
3	0 L(01)	0	114,1	3	0 L(01)	0	162,5	3	0 L(01)	0	179,1
3	1 L(02)	0	106,6	3	1 L(02)	0	154,4	3	1 L(02)	0	170,1

4	0 L(01)	0	106,6	4	0 L(01)	0	154,4	4	0 L(01)	0	170,1
4	1 L(02)	0	99,15	4	1 L(02)	0	139,6	4	1 L(02)	0	152,5
5	0 L(01)	0	99,15	5	0 L(01)	0	139,6	5	0 L(01)	0	152,5
5	1 L(02)	0	91,68	5	1 L(02)	0	124,8	5	1 L(02)	0	135
6	0 L(01)	0	91,68	6	0 L(01)	0	124,8	6	0 L(01)	0	135
6	1 L(02)	0	75,86	6	1 L(02)	0	97,19	6	1 L(02)	0	103,6
7	0 L(01)	0	75,86	7	0 L(01)	0	97,19	7	0 L(01)	0	103,6
7	1 L(02)	0	46,37	7	1 L(02)	0	50,41	7	1 L(02)	0	51,24
8	0 L(01)	0	46,37	8	0 L(01)	0	50,41	8	0 L(01)	0	51,24
8	1 L(02)	0	-12,93	8	1 L(02)	0	-33,44	8	1 L(02)	0	-40,95
9	0 L(01)	0	-12,93	9	0 L(01)	0	-33,44	9	0 L(01)	0	-40,95
9	1 L(02)	0	-72,23	9	1 L(02)	0	-117,3	9	1 L(02)	0	-133,1
10	0 L(01)	0	-72,23	10	0 L(01)	0	-117,3	10	0 L(01)	0	-133,1
10	1 L(02)	0	-185,1	10	1 L(02)	0	-261,2	10	1 L(02)	0	-287,9
111	0 L(01)	0	207,3	111	0 L(01)	0	295,1	111	0 L(01)	0	323,6
111	1 L(02)	0	135,7	111	1 L(02)	0	197,9	111	1 L(02)	0	218,6
112	0 L(01)	0	135,7	112	0 L(01)	0	197,9	112	0 L(01)	0	218,6
112	1 L(02)	0	80,14	112	1 L(02)	0	120,5	112	1 L(02)	0	134,6
113	0 L(01)	0	80,14	113	0 L(01)	0	120,5	113	0 L(01)	0	134,6
113	1 L(02)	0	40,33	113	1 L(02)	0	62,87	113	1 L(02)	0	71,39
114	0 L(01)	0	40,33	114	0 L(01)	0	62,87	114	0 L(01)	0	71,39
114	1 L(02)	0	20,21	114	1 L(02)	0	29,06	114	1 L(02)	0	33,11
115	0 L(01)	0	20,21	115	0 L(01)	0	29,06	115	0 L(01)	0	33,11
115	1 L(02)	0	0,08301	115	1 L(02)	0	-4,753	115	1 L(02)	0	-5,182
116	0 L(01)	0	0,08301	116	0 L(01)	0	-4,753	116	0 L(01)	0	-5,182
116	1 L(02)	0	-13,62	116	1 L(02)	0	-22,44	116	1 L(02)	0	-24,73
117	0 L(01)	0	-13,62	117	0 L(01)	0	-22,44	117	0 L(01)	0	-24,73
117	1 L(02)	0	-27,47	117	1 L(02)	0	-40,27	117	1 L(02)	0	-44,41
118	0 L(01)	0	-27,47	118	0 L(01)	0	-40,27	118	0 L(01)	0	-44,41
118	1 L(02)	0	-41,71	118	1 L(02)	0	-58,52	118	1 L(02)	0	-64,53
119	0 L(01)	0	-41,71	119	0 L(01)	0	-58,52	119	0 L(01)	0	-64,53
119	1 L(02)	0	-55,95	119	1 L(02)	0	-76,76	119	1 L(02)	0	-84,65
120	0 L(01)	0	-55,95	120	0 L(01)	0	-76,76	120	0 L(01)	0	-84,65
120	1 L(02)	0	-71,03	120	1 L(02)	0	-95,89	120	1 L(02)	0	-105,7
121	0 L(01)	-222,1	0	121	0 L(01)	-307,8	0	121	0 L(01)	-337,3	0
121	1 L(02)	-106,2	0	121	1 L(02)	-154,2	0	121	1 L(02)	-170,7	0
122	0 L(01)	-106,2	0	122	0 L(01)	-154,2	0	122	0 L(01)	-170,7	0
122	1 L(02)	-43,73	0	122	1 L(02)	-64,79	0	122	1 L(02)	-72,1	0
123	0 L(01)	-43,73	0	123	0 L(01)	-64,79	0	123	0 L(01)	-72,1	0
123	1 L(02)	-6,046	0	123	1 L(02)	-8,131	0	123	1 L(02)	-9,556	0
124	0 L(01)	-6,046	0	124	0 L(01)	-8,131	0	124	0 L(01)	-9,556	0
124	1 L(02)	13,31	0	124	1 L(02)	24,11	0	124	1 L(02)	26,85	0
125	0 L(01)	13,31	0	125	0 L(01)	24,11	0	125	0 L(01)	26,85	0

125	1 L(02)	21,32	0	125	1 L(02)	39,18	0	125	1 L(02)	44,92	0
126	0 L(01)	21,32	0	126	0 L(01)	39,18	0	126	0 L(01)	44,92	0
126	1 L(02)	29,36	0	126	1 L(02)	48,43	0	126	1 L(02)	54,9	0
127	0 L(01)	29,36	0	127	0 L(01)	48,43	0	127	0 L(01)	54,9	0
127	1 L(02)	37,56	0	127	1 L(02)	57,77	0	127	1 L(02)	64,94	0
128	0 L(01)	37,56	0	128	0 L(01)	57,77	0	128	0 L(01)	64,94	0
128	1 L(02)	46,08	0	128	1 L(02)	67,32	0	128	1 L(02)	75,12	0
129	0 L(01)	46,08	0	129	0 L(01)	67,32	0	129	0 L(01)	75,12	0
129	1 L(02)	55,07	0	129	1 L(02)	77,35	0	129	1 L(02)	85,78	0
130	0 L(01)	55,07	0	130	0 L(01)	77,35	0	130	0 L(01)	85,78	0
130	1 L(02)	64,66	0	130	1 L(02)	88,14	0	130	1 L(02)	97,25	0
170	0 L(01)	87,05	0	170	0 L(01)	142,2	0	170	0 L(01)	163,2	0
170	1 L(02)	87,05	0	170	1 L(02)	142,2	0	170	1 L(02)	163,2	0
171	0 L(01)	-3,028	0	171	0 L(01)	3,631	0	171	0 L(01)	4,829	0
171	1 L(02)	-3,028	0	171	1 L(02)	3,631	0	171	1 L(02)	4,829	0
172	0 L(01)	-9,475	0	172	0 L(01)	-2,649	0	172	0 L(01)	-0,4659	0
172	1 L(02)	-9,475	0	172	1 L(02)	-2,649	0	172	1 L(02)	-0,4659	0
173	0 L(01)	-20,98	0	173	0 L(01)	-20,17	0	173	0 L(01)	-19,17	0
173	1 L(02)	-20,98	0	173	1 L(02)	-20,17	0	173	1 L(02)	-19,17	0
174	0 L(01)	-23,41	0	174	0 L(01)	-25,11	0	174	0 L(01)	-24,45	0
174	1 L(02)	-23,41	0	174	1 L(02)	-25,11	0	174	1 L(02)	-24,45	0
175	0 L(01)	-18,68	0	175	0 L(01)	-20,41	0	175	0 L(01)	-20,25	0
175	1 L(02)	-18,68	0	175	1 L(02)	-20,41	0	175	1 L(02)	-20,25	0
176	0 L(01)	-11,34	0	176	0 L(01)	-4,312	0	176	0 L(01)	-1,905	0
176	1 L(02)	-11,34	0	176	1 L(02)	-4,312	0	176	1 L(02)	-1,905	0
177	0 L(01)	-6,072	0	177	0 L(01)	13,79	0	177	0 L(01)	27,76	0
177	1 L(02)	-6,072	0	177	1 L(02)	13,79	0	177	1 L(02)	27,76	0
178	0 L(01)	-1,229	0	178	0 L(01)	7,138	0	178	0 L(01)	8,213	0
178	1 L(02)	-1,229	0	178	1 L(02)	7,138	0	178	1 L(02)	8,213	0
179	0 L(01)	-0,6297	0	179	0 L(01)	1,631	0	179	0 L(01)	1,786	0
179	1 L(02)	-0,6297	0	179	1 L(02)	1,631	0	179	1 L(02)	1,786	0
180	0 L(01)	-2,503	0	180	0 L(01)	-0,4592	0	180	0 L(01)	1,155	0
180	1 L(02)	-2,503	0	180	1 L(02)	-0,4592	0	180	1 L(02)	1,155	0
181	0 L(01)	-1,244	0	181	0 L(01)	12,22	0	181	0 L(01)	16,94	0
181	1 L(02)	-1,244	0	181	1 L(02)	12,22	0	181	1 L(02)	16,94	0
182	0 L(01)	27,6	0	182	0 L(01)	54,22	0	182	0 L(01)	61,7	0
182	1 L(02)	27,6	0	182	1 L(02)	54,22	0	182	1 L(02)	61,7	0
183	0 L(01)	52,81	0	183	0 L(01)	74,68	0	183	0 L(01)	80,62	0
183	1 L(02)	52,81	0	183	1 L(02)	74,68	0	183	1 L(02)	80,62	0
184	0 L(01)	60,21	0	184	0 L(01)	77,58	0	184	0 L(01)	82,15	0
184	1 L(02)	60,21	0	184	1 L(02)	77,58	0	184	1 L(02)	82,15	0
185	0 L(01)	57,77	0	185	0 L(01)	73,82	0	185	0 L(01)	77,73	0
185	1 L(02)	57,77	0	185	1 L(02)	73,82	0	185	1 L(02)	77,73	0

186	0 L(01)	45,98	0	186	0 L(01)	63,37	0	186	0 L(01)	67,52	0
186	1 L(02)	45,98	0	186	1 L(02)	63,37	0	186	1 L(02)	67,52	0
187	0 L(01)	26,59	0	187	0 L(01)	43,14	0	187	0 L(01)	47,44	0
187	1 L(02)	26,59	0	187	1 L(02)	43,14	0	187	1 L(02)	47,44	0
188	0 L(01)	7,211	0	188	0 L(01)	16,56	0	188	0 L(01)	19,12	0
188	1 L(02)	7,211	0	188	1 L(02)	16,56	0	188	1 L(02)	19,12	0
189	0 L(01)	7,662	0	189	0 L(01)	17,99	0	189	0 L(01)	21,28	0
189	1 L(02)	7,662	0	189	1 L(02)	17,99	0	189	1 L(02)	21,28	0

Tabla 91: Tensiones en acero pasos 554,600 y 616.

paso 554				paso 600				paso 616			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SY	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SY	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SY
1	0 L(01)	0	200,7	1	0 L(01)	0	176,6	1	0 L(01)	0	168,7
1	1 L(02)	0	191,6	1	1 L(02)	0	172,7	1	1 L(02)	0	167,3
2	0 L(01)	0	191,6	2	0 L(01)	0	172,7	2	0 L(01)	0	167,3
2	1 L(02)	0	182,4	2	1 L(02)	0	168,9	2	1 L(02)	0	165,8
3	0 L(01)	0	182,4	3	0 L(01)	0	168,9	3	0 L(01)	0	165,8
3	1 L(02)	0	173,3	3	1 L(02)	0	165	3	1 L(02)	0	164,4
4	0 L(01)	0	173,3	4	0 L(01)	0	165	4	0 L(01)	0	164,4
4	1 L(02)	0	155,3	4	1 L(02)	0	150,5	4	1 L(02)	0	152,5
5	0 L(01)	0	155,3	5	0 L(01)	0	150,5	5	0 L(01)	0	152,5
5	1 L(02)	0	137,4	5	1 L(02)	0	136	5	1 L(02)	0	140,5
6	0 L(01)	0	137,4	6	0 L(01)	0	136	6	0 L(01)	0	140,5
6	1 L(02)	0	105,7	6	1 L(02)	0	106,7	6	1 L(02)	0	112,4
7	0 L(01)	0	105,7	7	0 L(01)	0	106,7	7	0 L(01)	0	112,4
7	1 L(02)	0	52,25	7	1 L(02)	0	51,4	7	1 L(02)	0	53,13
8	0 L(01)	0	52,25	8	0 L(01)	0	51,4	8	0 L(01)	0	53,13
8	1 L(02)	0	-42,6	8	1 L(02)	0	-50,7	8	1 L(02)	0	-55,41
9	0 L(01)	0	-42,6	9	0 L(01)	0	-50,7	9	0 L(01)	0	-55,41
9	1 L(02)	0	-137,5	9	1 L(02)	0	-152,8	9	1 L(02)	0	-164
10	0 L(01)	0	-137,3	10	0 L(01)	0	-152,7	10	0 L(01)	0	-163,8
10	1 L(02)	0	-295,9	10	1 L(02)	0	-300,1	10	1 L(02)	0	-304,3
111	0 L(01)	0	329,2	111	0 L(01)	0	310,9	111	0 L(01)	0	305,4
111	1 L(02)	0	222,9	111	1 L(02)	0	212,7	111	1 L(02)	0	210,2
112	0 L(01)	0	222,9	112	0 L(01)	0	212,7	112	0 L(01)	0	210,2
112	1 L(02)	0	137,7	112	1 L(02)	0	133,4	112	1 L(02)	0	133,3
113	0 L(01)	0	137,7	113	0 L(01)	0	133,4	113	0 L(01)	0	133,3
113	1 L(02)	0	73,57	113	1 L(02)	0	72,93	113	1 L(02)	0	74,93
114	0 L(01)	0	73,57	114	0 L(01)	0	72,93	114	0 L(01)	0	74,93
114	1 L(02)	0	34,49	114	1 L(02)	0	35,88	114	1 L(02)	0	39,48
115	0 L(01)	0	34,49	115	0 L(01)	0	35,88	115	0 L(01)	0	39,48

115	1 L(02)	0	-4,59	115	1 L(02)	0	-1,166	115	1 L(02)	0	4,028
116	0 L(01)	0	-4,59	116	0 L(01)	0	-1,166	116	0 L(01)	0	4,028
116	1 L(02)	0	-24,81	116	1 L(02)	0	-21,08	116	1 L(02)	0	-17,47
117	0 L(01)	0	-24,81	117	0 L(01)	0	-21,08	117	0 L(01)	0	-17,47
117	1 L(02)	0	-45,17	117	1 L(02)	0	-41,14	117	1 L(02)	0	-39,15
118	0 L(01)	0	-45,17	118	0 L(01)	0	-41,14	118	0 L(01)	0	-39,15
118	1 L(02)	0	-65,97	118	1 L(02)	0	-61,66	118	1 L(02)	0	-61,34
119	0 L(01)	0	-65,97	119	0 L(01)	0	-61,66	119	0 L(01)	0	-61,34
119	1 L(02)	0	-86,78	119	1 L(02)	0	-82,18	119	1 L(02)	0	-83,53
120	0 L(01)	0	-86,78	120	0 L(01)	0	-82,18	120	0 L(01)	0	-83,53
120	1 L(02)	0	-108,5	120	1 L(02)	0	-103,6	120	1 L(02)	0	-106,7
121	0 L(01)	-345,4	0	121	0 L(01)	-342,6	0	121	0 L(01)	-345	0
121	1 L(02)	-174,9	0	121	1 L(02)	-176,5	0	121	1 L(02)	-184,9	0
122	0 L(01)	-174,9	0	122	0 L(01)	-176,5	0	122	0 L(01)	-184,9	0
122	1 L(02)	-73,33	0	122	1 L(02)	-67,66	0	122	1 L(02)	-68,72	0
123	0 L(01)	-73,33	0	123	0 L(01)	-67,66	0	123	0 L(01)	-68,72	0
123	1 L(02)	-9,743	0	123	1 L(02)	-4,846	0	123	1 L(02)	-4,42	0
124	0 L(01)	-9,743	0	124	0 L(01)	-4,846	0	124	0 L(01)	-4,42	0
124	1 L(02)	27,24	0	124	1 L(02)	30,37	0	124	1 L(02)	30,79	0
125	0 L(01)	27,24	0	125	0 L(01)	30,37	0	125	0 L(01)	30,79	0
125	1 L(02)	45,8	0	125	1 L(02)	48,08	0	125	1 L(02)	48,63	0
126	0 L(01)	45,8	0	126	0 L(01)	48,08	0	126	0 L(01)	48,63	0
126	1 L(02)	56,12	0	126	1 L(02)	57,12	0	126	1 L(02)	58,07	0
127	0 L(01)	56,12	0	127	0 L(01)	57,12	0	127	0 L(01)	58,07	0
127	1 L(02)	66,5	0	127	1 L(02)	66,2	0	127	1 L(02)	67,54	0
128	0 L(01)	66,5	0	128	0 L(01)	66,2	0	128	0 L(01)	67,54	0
128	1 L(02)	77,02	0	128	1 L(02)	75,39	0	128	1 L(02)	77,12	0
129	0 L(01)	77,02	0	129	0 L(01)	75,39	0	129	0 L(01)	77,12	0
129	1 L(02)	88,01	0	129	1 L(02)	84,98	0	129	1 L(02)	87,12	0
130	0 L(01)	88,01	0	130	0 L(01)	84,98	0	130	0 L(01)	87,12	0
130	1 L(02)	99,82	0	130	1 L(02)	95,34	0	130	1 L(02)	97,88	0
170	0 L(01)	170,1	0	170	0 L(01)	197,2	0	170	0 L(01)	224,9	0
170	1 L(02)	170,1	0	170	1 L(02)	197,2	0	170	1 L(02)	224,9	0
171	0 L(01)	4,279	0	171	0 L(01)	7,328	0	171	0 L(01)	10,09	0
171	1 L(02)	4,279	0	171	1 L(02)	7,328	0	171	1 L(02)	10,09	0
172	0 L(01)	-0,5951	0	172	0 L(01)	2,835	0	172	0 L(01)	6,036	0
172	1 L(02)	-0,5951	0	172	1 L(02)	2,835	0	172	1 L(02)	6,036	0
173	0 L(01)	-19,08	0	173	0 L(01)	-14,32	0	173	0 L(01)	-11,34	0
173	1 L(02)	-19,08	0	173	1 L(02)	-14,32	0	173	1 L(02)	-11,34	0
174	0 L(01)	-24,29	0	174	0 L(01)	-19,74	0	174	0 L(01)	-17,01	0
174	1 L(02)	-24,29	0	174	1 L(02)	-19,74	0	174	1 L(02)	-17,01	0
175	0 L(01)	-20,01	0	175	0 L(01)	-15,71	0	175	0 L(01)	-13,82	0
175	1 L(02)	-20,01	0	175	1 L(02)	-15,71	0	175	1 L(02)	-13,82	0

176	0 L(01)	-1,166	0	176	0 L(01)	2,289	0	176	0 L(01)	4,084	0
176	1 L(02)	-1,166	0	176	1 L(02)	2,289	0	176	1 L(02)	4,084	0
177	0 L(01)	31,98	0	177	0 L(01)	51,92	0	177	0 L(01)	64,11	0
177	1 L(02)	31,98	0	177	1 L(02)	51,92	0	177	1 L(02)	64,11	0
178	0 L(01)	8,534	0	178	0 L(01)	9,197	0	178	0 L(01)	9,157	0
178	1 L(02)	8,534	0	178	1 L(02)	9,197	0	178	1 L(02)	9,157	0
179	0 L(01)	1,816	0	179	0 L(01)	1,823	0	179	0 L(01)	1,787	0
179	1 L(02)	1,816	0	179	1 L(02)	1,823	0	179	1 L(02)	1,787	0
180	0 L(01)	1,508	0	180	0 L(01)	3,399	0	180	0 L(01)	4,126	0
180	1 L(02)	1,508	0	180	1 L(02)	3,399	0	180	1 L(02)	4,126	0
181	0 L(01)	17,76	0	181	0 L(01)	18,22	0	181	0 L(01)	18,52	0
181	1 L(02)	17,76	0	181	1 L(02)	18,22	0	181	1 L(02)	18,52	0
182	0 L(01)	63,17	0	182	0 L(01)	63,62	0	182	0 L(01)	63,62	0
182	1 L(02)	63,17	0	182	1 L(02)	63,62	0	182	1 L(02)	63,62	0
183	0 L(01)	81,93	0	183	0 L(01)	82,37	0	183	0 L(01)	82,28	0
183	1 L(02)	81,93	0	183	1 L(02)	82,37	0	183	1 L(02)	82,28	0
184	0 L(01)	83,19	0	184	0 L(01)	83,81	0	184	0 L(01)	83,82	0
184	1 L(02)	83,19	0	184	1 L(02)	83,81	0	184	1 L(02)	83,82	0
185	0 L(01)	78,64	0	185	0 L(01)	79,44	0	185	0 L(01)	79,61	0
185	1 L(02)	78,64	0	185	1 L(02)	79,44	0	185	1 L(02)	79,61	0
186	0 L(01)	68,45	0	186	0 L(01)	69,33	0	186	0 L(01)	69,7	0
186	1 L(02)	68,45	0	186	1 L(02)	69,33	0	186	1 L(02)	69,7	0
187	0 L(01)	48,41	0	187	0 L(01)	49,28	0	187	0 L(01)	49,89	0
187	1 L(02)	48,41	0	187	1 L(02)	49,28	0	187	1 L(02)	49,89	0
188	0 L(01)	19,78	0	188	0 L(01)	20,33	0	188	0 L(01)	20,96	0
188	1 L(02)	19,78	0	188	1 L(02)	20,33	0	188	1 L(02)	20,96	0
189	0 L(01)	22,22	0	189	0 L(01)	21,39	0	189	0 L(01)	21,01	0
189	1 L(02)	22,22	0	189	1 L(02)	21,39	0	189	1 L(02)	21,01	0

Tabla 92: Tensiones en acero pasos 670,710 y 715.

paso 670				paso 710				paso 715			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX
1	0 L(01)	0	177,1	1	0 L(01)	0	184,6	1	0 L(01)	0	184,8
1	1 L(02)	0	176,2	1	1 L(02)	0	183,6	1	1 L(02)	0	184,1
2	0 L(01)	0	176,2	2	0 L(01)	0	183,6	2	0 L(01)	0	184,1
2	1 L(02)	0	175,4	2	1 L(02)	0	182,6	2	1 L(02)	0	183,3
3	0 L(01)	0	175,4	3	0 L(01)	0	182,6	3	0 L(01)	0	183,3
3	1 L(02)	0	174,6	3	1 L(02)	0	181,7	3	1 L(02)	0	182,7
4	0 L(01)	0	174,6	4	0 L(01)	0	181,7	4	0 L(01)	0	182,7
4	1 L(02)	0	166,3	4	1 L(02)	0	174,1	4	1 L(02)	0	175,4
5	0 L(01)	0	166,3	5	0 L(01)	0	174,1	5	0 L(01)	0	175,4

5	1 L(02)	0	158,1	5	1 L(02)	0	166,6	5	1 L(02)	0	168,1
6	0 L(01)	0	158,1	6	0 L(01)	0	166,6	6	0 L(01)	0	168,1
6	1 L(02)	0	130,8	6	1 L(02)	0	139,1	6	1 L(02)	0	140,5
7	0 L(01)	0	130,8	7	0 L(01)	0	139,1	7	0 L(01)	0	140,5
7	1 L(02)	0	63,96	7	1 L(02)	0	68,93	7	1 L(02)	0	69,52
8	0 L(01)	0	63,96	8	0 L(01)	0	68,93	8	0 L(01)	0	69,52
8	1 L(02)	0	-57,04	8	1 L(02)	0	-57,65	8	1 L(02)	0	-58,3
9	0 L(01)	0	-57,04	9	0 L(01)	0	-57,65	9	0 L(01)	0	-58,3
9	1 L(02)	0	-178	9	1 L(02)	0	-184,2	9	1 L(02)	0	-186,1
10	0 L(01)	0	-174,9	10	0 L(01)	0	-176,6	10	0 L(01)	0	-178
10	1 L(02)	0	-337,8	10	1 L(02)	0	-361,9	10	1 L(02)	0	-364,8
111	0 L(01)	0	316,5	111	0 L(01)	0	327	111	0 L(01)	0	327,9
111	1 L(02)	0	219,2	111	1 L(02)	0	228	111	1 L(02)	0	228,9
112	0 L(01)	0	219,2	112	0 L(01)	0	228	112	0 L(01)	0	228,9
112	1 L(02)	0	141,7	112	1 L(02)	0	149,2	112	1 L(02)	0	150,1
113	0 L(01)	0	141,7	113	0 L(01)	0	149,2	113	0 L(01)	0	150,1
113	1 L(02)	0	84,37	113	1 L(02)	0	91,1	113	1 L(02)	0	92,14
114	0 L(01)	0	84,37	114	0 L(01)	0	91,1	114	0 L(01)	0	92,14
114	1 L(02)	0	50,96	114	1 L(02)	0	56,82	114	1 L(02)	0	57,89
115	0 L(01)	0	50,96	115	0 L(01)	0	56,82	115	0 L(01)	0	57,89
115	1 L(02)	0	17,55	115	1 L(02)	0	22,53	115	1 L(02)	0	23,65
116	0 L(01)	0	17,55	116	0 L(01)	0	22,53	116	0 L(01)	0	23,65
116	1 L(02)	0	-10,52	116	1 L(02)	0	-8,521	116	1 L(02)	0	-7,927
117	0 L(01)	0	-10,52	117	0 L(01)	0	-8,521	117	0 L(01)	0	-7,927
117	1 L(02)	0	-38,89	117	1 L(02)	0	-39,93	117	1 L(02)	0	-39,87
118	0 L(01)	0	-38,89	118	0 L(01)	0	-39,93	118	0 L(01)	0	-39,87
118	1 L(02)	0	-67,96	118	1 L(02)	0	-72,16	118	1 L(02)	0	-72,66
119	0 L(01)	0	-67,96	119	0 L(01)	0	-72,16	119	0 L(01)	0	-72,66
119	1 L(02)	0	-97,03	119	1 L(02)	0	-104,4	119	1 L(02)	0	-105,4
120	0 L(01)	0	-97,03	120	0 L(01)	0	-104,4	120	0 L(01)	0	-105,4
120	1 L(02)	0	-127,5	120	1 L(02)	0	-138,2	120	1 L(02)	0	-139,8
121	0 L(01)	-370,5	0	121	0 L(01)	-370,3	0	121	0 L(01)	-369,8	0
121	1 L(02)	-203,5	0	121	1 L(02)	-212,7	0	121	1 L(02)	-214,6	0
122	0 L(01)	-203,5	0	122	0 L(01)	-210,2	0	122	0 L(01)	-211,7	0
122	1 L(02)	-76,45	0	122	1 L(02)	-79,78	0	122	1 L(02)	-80,74	0
123	0 L(01)	-76,45	0	123	0 L(01)	-79,78	0	123	0 L(01)	-80,74	0
123	1 L(02)	-8,247	0	123	1 L(02)	-9,845	0	123	1 L(02)	-10,16	0
124	0 L(01)	-8,247	0	124	0 L(01)	-9,845	0	124	0 L(01)	-10,16	0
124	1 L(02)	27,13	0	124	1 L(02)	25,97	0	124	1 L(02)	25,85	0
125	0 L(01)	27,13	0	125	0 L(01)	25,97	0	125	0 L(01)	25,85	0
125	1 L(02)	45,31	0	125	1 L(02)	45	0	125	1 L(02)	45,1	0
126	0 L(01)	45,31	0	126	0 L(01)	45	0	126	0 L(01)	45,1	0
126	1 L(02)	58,83	0	126	1 L(02)	60,44	0	126	1 L(02)	60,8	0

127	0 L(01)	58,83	0	127	0 L(01)	60,44	0	127	0 L(01)	60,8	0
127	1 L(02)	72,45	0	127	1 L(02)	75,98	0	127	1 L(02)	76,6	0
128	0 L(01)	72,45	0	128	0 L(01)	75,98	0	128	0 L(01)	76,6	0
128	1 L(02)	86,24	0	128	1 L(02)	91,7	0	128	1 L(02)	92,59	0
129	0 L(01)	86,24	0	129	0 L(01)	91,7	0	129	0 L(01)	92,59	0
129	1 L(02)	100,5	0	129	1 L(02)	107,9	0	129	1 L(02)	109,1	0
130	0 L(01)	100,5	0	130	0 L(01)	107,9	0	130	0 L(01)	109,1	0
130	1 L(02)	115,7	0	130	1 L(02)	125	0	130	1 L(02)	126,4	0
170	0 L(01)	268,3	0	170	0 L(01)	292,6	0	170	0 L(01)	297,3	0
170	1 L(02)	268,3	0	170	1 L(02)	292,6	0	170	1 L(02)	297,3	0
171	0 L(01)	12,25	0	171	0 L(01)	13,46	0	171	0 L(01)	13,67	0
171	1 L(02)	12,25	0	171	1 L(02)	13,46	0	171	1 L(02)	13,67	0
172	0 L(01)	5,476	0	172	0 L(01)	4,823	0	172	0 L(01)	4,889	0
172	1 L(02)	5,476	0	172	1 L(02)	4,823	0	172	1 L(02)	4,889	0
173	0 L(01)	-11,76	0	173	0 L(01)	-11,83	0	173	0 L(01)	-11,52	0
173	1 L(02)	-11,76	0	173	1 L(02)	-11,83	0	173	1 L(02)	-11,52	0
174	0 L(01)	-17,45	0	174	0 L(01)	-17,16	0	174	0 L(01)	-16,83	0
174	1 L(02)	-17,45	0	174	1 L(02)	-17,16	0	174	1 L(02)	-16,83	0
175	0 L(01)	-14,1	0	175	0 L(01)	-13,53	0	175	0 L(01)	-13,3	0
175	1 L(02)	-14,1	0	175	1 L(02)	-13,53	0	175	1 L(02)	-13,3	0
176	0 L(01)	4,948	0	176	0 L(01)	6,447	0	176	0 L(01)	7,138	0
176	1 L(02)	4,948	0	176	1 L(02)	6,447	0	176	1 L(02)	7,138	0
177	0 L(01)	70,91	0	177	0 L(01)	80,89	0	177	0 L(01)	83,4	0
177	1 L(02)	70,91	0	177	1 L(02)	80,89	0	177	1 L(02)	83,4	0
178	0 L(01)	10,7	0	178	0 L(01)	12,8	0	178	0 L(01)	13,1	0
178	1 L(02)	10,7	0	178	1 L(02)	12,8	0	178	1 L(02)	13,1	0
179	0 L(01)	1,569	0	179	0 L(01)	1,462	0	179	0 L(01)	1,441	0
179	1 L(02)	1,569	0	179	1 L(02)	1,462	0	179	1 L(02)	1,441	0
180	0 L(01)	4,839	0	180	0 L(01)	4,352	0	180	0 L(01)	4,411	0
180	1 L(02)	4,839	0	180	1 L(02)	4,352	0	180	1 L(02)	4,411	0
181	0 L(01)	19,87	0	181	0 L(01)	21,31	0	181	0 L(01)	21,72	0
181	1 L(02)	19,87	0	181	1 L(02)	21,31	0	181	1 L(02)	21,72	0
182	0 L(01)	64,22	0	182	0 L(01)	67,37	0	182	0 L(01)	67,78	0
182	1 L(02)	64,22	0	182	1 L(02)	67,37	0	182	1 L(02)	67,78	0
183	0 L(01)	82,71	0	183	0 L(01)	86,51	0	183	0 L(01)	86,87	0
183	1 L(02)	82,71	0	183	1 L(02)	86,51	0	183	1 L(02)	86,87	0
184	0 L(01)	84,59	0	184	0 L(01)	87,81	0	184	0 L(01)	88,11	0
184	1 L(02)	84,59	0	184	1 L(02)	87,81	0	184	1 L(02)	88,11	0
185	0 L(01)	80,88	0	185	0 L(01)	83,52	0	185	0 L(01)	83,81	0
185	1 L(02)	80,88	0	185	1 L(02)	83,52	0	185	1 L(02)	83,81	0
186	0 L(01)	71,13	0	186	0 L(01)	73,56	0	186	0 L(01)	73,82	0
186	1 L(02)	71,13	0	186	1 L(02)	73,56	0	186	1 L(02)	73,82	0
187	0 L(01)	51,38	0	187	0 L(01)	53,05	0	187	0 L(01)	53,26	0

187	1 L(02)	51,38	0	187	1 L(02)	53,05	0	187	1 L(02)	53,26	0
188	0 L(01)	22,41	0	188	0 L(01)	23,74	0	188	0 L(01)	23,94	0
188	1 L(02)	22,41	0	188	1 L(02)	23,74	0	188	1 L(02)	23,94	0
189	0 L(01)	23,07	0	189	0 L(01)	27,03	0	189	0 L(01)	27,53	0
189	1 L(02)	23,07	0	189	1 L(02)	27,03	0	189	1 L(02)	27,53	0

Tabla 93: Tensiones en acero pasos 850 y 1013.

paso 850				paso 1013			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX
1	0 L(01)	0	210,5	1	0 L(01)	0	247,5
1	1 L(02)	0	210,7	1	1 L(02)	0	244,3
2	0 L(01)	0	210,7	2	0 L(01)	0	244,3
2	1 L(02)	0	210	2	1 L(02)	0	239,1
3	0 L(01)	0	210	3	0 L(01)	0	239,1
3	1 L(02)	0	209,2	3	1 L(02)	0	233,8
4	0 L(01)	0	209,2	4	0 L(01)	0	233,8
4	1 L(02)	0	199,4	4	1 L(02)	0	219,7
5	0 L(01)	0	199,4	5	0 L(01)	0	219,7
5	1 L(02)	0	189,6	5	1 L(02)	0	205,6
6	0 L(01)	0	189,6	6	0 L(01)	0	205,6
6	1 L(02)	0	158,9	6	1 L(02)	0	173
7	0 L(01)	0	158,9	7	0 L(01)	0	173
7	1 L(02)	0	77,67	7	1 L(02)	0	87,35
8	0 L(01)	0	77,67	8	0 L(01)	0	87,35
8	1 L(02)	0	-62,6	8	1 L(02)	0	-57,37
9	0 L(01)	0	-62,6	9	0 L(01)	0	-57,37
9	1 L(02)	0	-202,9	9	1 L(02)	0	-202,1
10	0 L(01)	0	-197,4	10	0 L(01)	0	-197,7
10	1 L(02)	0	-374,4	10	1 L(02)	0	-374,3
111	0 L(01)	0	356,7	111	0 L(01)	0	351,9
111	1 L(02)	0	263,4	111	1 L(02)	0	281,5
112	0 L(01)	0	260,5	112	0 L(01)	0	273,6
112	1 L(02)	0	175,7	112	1 L(02)	0	187,9
113	0 L(01)	0	175,7	113	0 L(01)	0	187,9
113	1 L(02)	0	113,2	113	1 L(02)	0	123,9
114	0 L(01)	0	113,2	114	0 L(01)	0	123,9
114	1 L(02)	0	73,94	114	1 L(02)	0	80,23
115	0 L(01)	0	73,94	115	0 L(01)	0	80,23
115	1 L(02)	0	34,68	115	1 L(02)	0	36,61
116	0 L(01)	0	34,68	116	0 L(01)	0	36,61
116	1 L(02)	0	-4,599	116	1 L(02)	0	-7,114

117	0 L(01)	0	-4,599	117	0 L(01)	0	-7,114
117	1 L(02)	0	-44,41	117	1 L(02)	0	-51,56
118	0 L(01)	0	-44,41	118	0 L(01)	0	-51,56
118	1 L(02)	0	-85,37	118	1 L(02)	0	-97,4
119	0 L(01)	0	-85,37	119	0 L(01)	0	-97,4
119	1 L(02)	0	-126,3	119	1 L(02)	0	-143,2
120	0 L(01)	0	-126,3	120	0 L(01)	0	-143,2
120	1 L(02)	0	-169,4	120	1 L(02)	0	-191,6
121	0 L(01)	-363	0	121	0 L(01)	-362,2	0
121	1 L(02)	-240	0	121	1 L(02)	-243,1	0
122	0 L(01)	-229,1	0	122	0 L(01)	-230,3	0
122	1 L(02)	-90,41	0	122	1 L(02)	-88,93	0
123	0 L(01)	-90,41	0	123	0 L(01)	-88,93	0
123	1 L(02)	-13,59	0	123	1 L(02)	-11,06	0
124	0 L(01)	-13,59	0	124	0 L(01)	-11,06	0
124	1 L(02)	25,39	0	124	1 L(02)	28,99	0
125	0 L(01)	25,39	0	125	0 L(01)	28,99	0
125	1 L(02)	48,3	0	125	1 L(02)	54,8	0
126	0 L(01)	48,3	0	126	0 L(01)	54,8	0
126	1 L(02)	68,58	0	126	1 L(02)	77,84	0
127	0 L(01)	68,58	0	127	0 L(01)	77,84	0
127	1 L(02)	88,97	0	127	1 L(02)	101	0
128	0 L(01)	88,97	0	128	0 L(01)	101	0
128	1 L(02)	109,5	0	128	1 L(02)	124,2	0
129	0 L(01)	109,5	0	129	0 L(01)	124,2	0
129	1 L(02)	130,6	0	129	1 L(02)	148	0
130	0 L(01)	130,6	0	130	0 L(01)	148	0
130	1 L(02)	152,6	0	130	1 L(02)	172,7	0
170	0 L(01)	370,5	0	170	0 L(01)	428,5	0
170	1 L(02)	370,5	0	170	1 L(02)	428,5	0
171	0 L(01)	10,58	0	171	0 L(01)	9,184	0
171	1 L(02)	10,58	0	171	1 L(02)	9,184	0
172	0 L(01)	3,589	0	172	0 L(01)	2,277	0
172	1 L(02)	3,589	0	172	1 L(02)	2,277	0
173	0 L(01)	-10,98	0	173	0 L(01)	-11,45	0
173	1 L(02)	-10,98	0	173	1 L(02)	-11,45	0
174	0 L(01)	-15,08	0	174	0 L(01)	-14,19	0
174	1 L(02)	-15,08	0	174	1 L(02)	-14,19	0
175	0 L(01)	-11,01	0	175	0 L(01)	-8,101	0
175	1 L(02)	-11,01	0	175	1 L(02)	-8,101	0
176	0 L(01)	16,93	0	176	0 L(01)	37,62	0
176	1 L(02)	16,93	0	176	1 L(02)	37,62	0
177	0 L(01)	120,5	0	177	0 L(01)	148,4	0

177	1 L(02)	120,5	0	177	1 L(02)	148,4	0
178	0 L(01)	31,66	0	178	0 L(01)	77,93	0
178	1 L(02)	31,66	0	178	1 L(02)	77,93	0
179	0 L(01)	1,342	0	179	0 L(01)	2,513	0
179	1 L(02)	1,342	0	179	1 L(02)	2,513	0
180	0 L(01)	7,307	0	180	0 L(01)	10,11	0
180	1 L(02)	7,307	0	180	1 L(02)	10,11	0
181	0 L(01)	34,88	0	181	0 L(01)	49,66	0
181	1 L(02)	34,88	0	181	1 L(02)	49,66	0
182	0 L(01)	81,66	0	182	0 L(01)	95,77	0
182	1 L(02)	81,66	0	182	1 L(02)	95,77	0
183	0 L(01)	98,31	0	183	0 L(01)	109,1	0
183	1 L(02)	98,31	0	183	1 L(02)	109,1	0
184	0 L(01)	97,62	0	184	0 L(01)	106,9	0
184	1 L(02)	97,62	0	184	1 L(02)	106,9	0
185	0 L(01)	92,38	0	185	0 L(01)	100,9	0
185	1 L(02)	92,38	0	185	1 L(02)	100,9	0
186	0 L(01)	82,02	0	186	0 L(01)	90,6	0
186	1 L(02)	82,02	0	186	1 L(02)	90,6	0
187	0 L(01)	59,97	0	187	0 L(01)	67,96	0
187	1 L(02)	59,97	0	187	1 L(02)	67,96	0
188	0 L(01)	28,32	0	188	0 L(01)	31,73	0
188	1 L(02)	28,32	0	188	1 L(02)	31,73	0
189	0 L(01)	35,91	0	189	0 L(01)	36,69	0
189	1 L(02)	35,91	0	189	1 L(02)	36,69	0

C.6 Refuerzo horizontal cada 2 hiladas

Tabla 94: Tensiones en acero pasos 1, 20 y 40.

paso 1				paso 20				paso 40			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY
1	0 L(01)	0	4,141	1	0 L(01)	0	75,21	1	0 L(01)	0	132,1
1	1 L(02)	0	3,8	1	1 L(02)	0	68,91	1	1 L(02)	0	124
2	0 L(01)	0	3,8	2	0 L(01)	0	68,91	2	0 L(01)	0	124
2	1 L(02)	0	3,465	2	1 L(02)	0	62,7	2	1 L(02)	0	115,9
3	0 L(01)	0	3,465	3	0 L(01)	0	62,7	3	0 L(01)	0	115,9
3	1 L(02)	0	3,13	3	1 L(02)	0	56,48	3	1 L(02)	0	107,8
4	0 L(01)	0	3,13	4	0 L(01)	0	56,48	4	0 L(01)	0	107,8
4	1 L(02)	0	2,803	4	1 L(02)	0	50,35	4	1 L(02)	0	99,81
5	0 L(01)	0	2,803	5	0 L(01)	0	50,35	5	0 L(01)	0	99,81
5	1 L(02)	0	2,477	5	1 L(02)	0	44,22	5	1 L(02)	0	91,77

6	0 L(01)	0	2,477	6	0 L(01)	0	44,22	6	0 L(01)	0	91,77
6	1 L(02)	0	2,154	6	1 L(02)	0	37,97	6	1 L(02)	0	67,71
7	0 L(01)	0	2,154	7	0 L(01)	0	37,97	7	0 L(01)	0	67,71
7	1 L(02)	0	1,832	7	1 L(02)	0	31,73	7	1 L(02)	0	43,66
8	0 L(01)	0	1,832	8	0 L(01)	0	31,73	8	0 L(01)	0	43,66
8	1 L(02)	0	0,5616	8	1 L(02)	0	4,687	8	1 L(02)	0	-14,19
9	0 L(01)	0	0,5616	9	0 L(01)	0	4,687	9	0 L(01)	0	-14,19
9	1 L(02)	0	-0,7089	9	1 L(02)	0	-22,35	9	1 L(02)	0	-72,04
10	0 L(01)	0	-0,7089	10	0 L(01)	0	-22,35	10	0 L(01)	0	-72,04
10	1 L(02)	0	-5,064	10	1 L(02)	0	-94,06	10	1 L(02)	0	-184
111	0 L(01)	0	4,492	111	0 L(01)	0	99,44	111	0 L(01)	0	201,4
111	1 L(02)	0	3,064	111	1 L(02)	0	64,33	111	1 L(02)	0	133,5
112	0 L(01)	0	3,064	112	0 L(01)	0	64,33	112	0 L(01)	0	133,5
112	1 L(02)	0	2,266	112	1 L(02)	0	43,67	112	1 L(02)	0	86,95
113	0 L(01)	0	2,266	113	0 L(01)	0	43,67	113	0 L(01)	0	86,95
113	1 L(02)	0	1,468	113	1 L(02)	0	23	113	1 L(02)	0	40,4
114	0 L(01)	0	1,468	114	0 L(01)	0	23	114	0 L(01)	0	40,4
114	1 L(02)	0	0,9411	114	1 L(02)	0	13,63	114	1 L(02)	0	20,96
115	0 L(01)	0	0,9411	115	0 L(01)	0	13,63	115	0 L(01)	0	20,96
115	1 L(02)	0	0,4139	115	1 L(02)	0	4,26	115	1 L(02)	0	1,513
116	0 L(01)	0	0,4139	116	0 L(01)	0	4,26	116	0 L(01)	0	1,513
116	1 L(02)	0	-0,1203	116	1 L(02)	0	-5,186	116	1 L(02)	0	-12,89
117	0 L(01)	0	-0,1203	117	0 L(01)	0	-5,186	117	0 L(01)	0	-12,89
117	1 L(02)	0	-0,6544	117	1 L(02)	0	-14,63	117	1 L(02)	0	-27,29
118	0 L(01)	0	-0,6544	118	0 L(01)	0	-14,63	118	0 L(01)	0	-27,29
118	1 L(02)	0	-1,209	118	1 L(02)	0	-24,4	118	1 L(02)	0	-42,09
119	0 L(01)	0	-1,209	119	0 L(01)	0	-24,4	119	0 L(01)	0	-42,09
119	1 L(02)	0	-1,763	119	1 L(02)	0	-34,16	119	1 L(02)	0	-56,89
120	0 L(01)	0	-1,763	120	0 L(01)	0	-34,16	120	0 L(01)	0	-56,89
120	1 L(02)	0	-2,35	120	1 L(02)	0	-44,5	120	1 L(02)	0	-72,55
121	0 L(01)	-6,494	0	121	0 L(01)	-117	0	121	0 L(01)	-221,1	0
121	1 L(02)	-2,622	0	121	1 L(02)	-51,65	0	121	1 L(02)	-105,5	0
122	0 L(01)	-2,622	0	122	0 L(01)	-51,65	0	122	0 L(01)	-105,5	0
122	1 L(02)	-1,059	0	122	1 L(02)	-22,96	0	122	1 L(02)	-43,39	0
123	0 L(01)	-1,059	0	123	0 L(01)	-22,96	0	123	0 L(01)	-43,39	0
123	1 L(02)	-0,4576	0	123	1 L(02)	-9,074	0	123	1 L(02)	-6,148	0
124	0 L(01)	-0,4576	0	124	0 L(01)	-9,074	0	124	0 L(01)	-6,148	0
124	1 L(02)	-0,115	0	124	1 L(02)	-2,534	0	124	1 L(02)	12,91	0
125	0 L(01)	-0,115	0	125	0 L(01)	-2,534	0	125	0 L(01)	12,91	0
125	1 L(02)	0,2296	0	125	1 L(02)	4,011	0	125	1 L(02)	21,15	0
126	0 L(01)	0,2296	0	126	0 L(01)	4,011	0	126	0 L(01)	21,15	0
126	1 L(02)	0,5799	0	126	1 L(02)	10,64	0	126	1 L(02)	29,42	0
127	0 L(01)	0,5799	0	127	0 L(01)	10,64	0	127	0 L(01)	29,42	0

127	1 L(02)	0,9394	0	127	1 L(02)	17,45	0	127	1 L(02)	37,88	0
128	0 L(01)	0,9394	0	128	0 L(01)	17,45	0	128	0 L(01)	37,88	0
128	1 L(02)	1,311	0	128	1 L(02)	24,54	0	128	1 L(02)	46,68	0
129	0 L(01)	1,311	0	129	0 L(01)	24,54	0	129	0 L(01)	46,68	0
129	1 L(02)	1,697	0	129	1 L(02)	31,99	0	129	1 L(02)	56	0
130	0 L(01)	1,697	0	130	0 L(01)	31,99	0	130	0 L(01)	56	0
130	1 L(02)	2,098	0	130	1 L(02)	39,86	0	130	1 L(02)	65,94	0
172	0 L(01)	0,6878	0	172	0 L(01)	27,59	0	172	0 L(01)	95,54	0
172	1 L(02)	0,6878	0	172	1 L(02)	27,59	0	172	1 L(02)	95,54	0
173	0 L(01)	-1,028	0	173	0 L(01)	-12,79	0	173	0 L(01)	-4,358	0
173	1 L(02)	-1,028	0	173	1 L(02)	-12,79	0	173	1 L(02)	-4,358	0
174	0 L(01)	-1,396	0	174	0 L(01)	-16,76	0	174	0 L(01)	-10,45	0
174	1 L(02)	-1,396	0	174	1 L(02)	-16,76	0	174	1 L(02)	-10,45	0
175	0 L(01)	-1,345	0	175	0 L(01)	-18,82	0	175	0 L(01)	-21,9	0
175	1 L(02)	-1,345	0	175	1 L(02)	-18,82	0	175	1 L(02)	-21,9	0
176	0 L(01)	-1,139	0	176	0 L(01)	-16,25	0	176	0 L(01)	-24,52	0
176	1 L(02)	-1,139	0	176	1 L(02)	-16,25	0	176	1 L(02)	-24,52	0
177	0 L(01)	-0,8771	0	177	0 L(01)	-11,88	0	177	0 L(01)	-19,69	0
177	1 L(02)	-0,8771	0	177	1 L(02)	-11,88	0	177	1 L(02)	-19,69	0
178	0 L(01)	-0,6221	0	178	0 L(01)	-8,387	0	178	0 L(01)	-12,4	0
178	1 L(02)	-0,6221	0	178	1 L(02)	-8,387	0	178	1 L(02)	-12,4	0
179	0 L(01)	-0,3897	0	179	0 L(01)	-4,822	0	179	0 L(01)	-6,764	0
179	1 L(02)	-0,3897	0	179	1 L(02)	-4,822	0	179	1 L(02)	-6,764	0
180	0 L(01)	-0,1914	0	180	0 L(01)	-2,123	0	180	0 L(01)	-2,039	0
180	1 L(02)	-0,1914	0	180	1 L(02)	-2,123	0	180	1 L(02)	-2,039	0
181	0 L(01)	-0,0861	0	181	0 L(01)	-0,9391	0	181	0 L(01)	-0,8314	0
181	1 L(02)	-0,0861	0	181	1 L(02)	-0,9391	0	181	1 L(02)	-0,8314	0
182	0 L(01)	0,2265	0	182	0 L(01)	5,071	0	182	0 L(01)	37,09	0
182	1 L(02)	0,2265	0	182	1 L(02)	5,071	0	182	1 L(02)	37,09	0
183	0 L(01)	-0,275	0	183	0 L(01)	-1,555	0	183	0 L(01)	18,79	0
183	1 L(02)	-0,275	0	183	1 L(02)	-1,555	0	183	1 L(02)	18,79	0
184	0 L(01)	-0,3872	0	184	0 L(01)	18,36	0	184	0 L(01)	60,1	0
184	1 L(02)	-0,3872	0	184	1 L(02)	18,36	0	184	1 L(02)	60,1	0
185	0 L(01)	-0,4659	0	185	0 L(01)	21,53	0	185	0 L(01)	61,62	0
185	1 L(02)	-0,4659	0	185	1 L(02)	21,53	0	185	1 L(02)	61,62	0
186	0 L(01)	-0,4842	0	186	0 L(01)	4,007	0	186	0 L(01)	36,79	0
186	1 L(02)	-0,4842	0	186	1 L(02)	4,007	0	186	1 L(02)	36,79	0
187	0 L(01)	-0,4457	0	187	0 L(01)	-8,324	0	187	0 L(01)	8,327	0
187	1 L(02)	-0,4457	0	187	1 L(02)	-8,324	0	187	1 L(02)	8,327	0
188	0 L(01)	-0,3617	0	188	0 L(01)	-8,736	0	188	0 L(01)	-11,26	0
188	1 L(02)	-0,3617	0	188	1 L(02)	-8,736	0	188	1 L(02)	-11,26	0
189	0 L(01)	-0,2401	0	189	0 L(01)	-5,081	0	189	0 L(01)	-12,49	0
189	1 L(02)	-0,2401	0	189	1 L(02)	-5,081	0	189	1 L(02)	-12,49	0

190	0	L(01)	-0,1077	0	190	0	L(01)	-2,285	0	190	0	L(01)	-6,608	0
190	1	L(02)	-0,1077	0	190	1	L(02)	-2,285	0	190	1	L(02)	-6,608	0
191	0	L(01)	-0,03587	0	191	0	L(01)	-0,4299	0	191	0	L(01)	-0,268	0
191	1	L(02)	-0,03587	0	191	1	L(02)	-0,4299	0	191	1	L(02)	-0,268	0
192	0	L(01)	-0,08358	0	192	0	L(01)	-0,9889	0	192	0	L(01)	1,24	0
192	1	L(02)	-0,08358	0	192	1	L(02)	-0,9889	0	192	1	L(02)	1,24	0
193	0	L(01)	-0,04765	0	193	0	L(01)	-3,087	0	193	0	L(01)	-7,56	0
193	1	L(02)	-0,04765	0	193	1	L(02)	-3,087	0	193	1	L(02)	-7,56	0
194	0	L(01)	-0,05885	0	194	0	L(01)	-0,8676	0	194	0	L(01)	24,68	0
194	1	L(02)	-0,05885	0	194	1	L(02)	-0,8676	0	194	1	L(02)	24,68	0
195	0	L(01)	-0,1315	0	195	0	L(01)	20,1	0	195	0	L(01)	56,19	0
195	1	L(02)	-0,1315	0	195	1	L(02)	20,1	0	195	1	L(02)	56,19	0
196	0	L(01)	-0,2	0	196	0	L(01)	28,2	0	196	0	L(01)	63,8	0
196	1	L(02)	-0,2	0	196	1	L(02)	28,2	0	196	1	L(02)	63,8	0
197	0	L(01)	-0,2424	0	197	0	L(01)	19,85	0	197	0	L(01)	58,24	0
197	1	L(02)	-0,2424	0	197	1	L(02)	19,85	0	197	1	L(02)	58,24	0
198	0	L(01)	-0,2487	0	198	0	L(01)	5,943	0	198	0	L(01)	42,32	0
198	1	L(02)	-0,2487	0	198	1	L(02)	5,943	0	198	1	L(02)	42,32	0
199	0	L(01)	-0,2104	0	199	0	L(01)	-4,926	0	199	0	L(01)	19,14	0
199	1	L(02)	-0,2104	0	199	1	L(02)	-4,926	0	199	1	L(02)	19,14	0
200	0	L(01)	-0,1217	0	200	0	L(01)	-5,475	0	200	0	L(01)	0,1194	0
200	1	L(02)	-0,1217	0	200	1	L(02)	-5,475	0	200	1	L(02)	0,1194	0
201	0	L(01)	0,09063	0	201	0	L(01)	2,981	0	201	0	L(01)	16,03	0
201	1	L(02)	0,09063	0	201	1	L(02)	2,981	0	201	1	L(02)	16,03	0
202	0	L(01)	-0,1898	0	202	0	L(01)	-1,691	0	202	0	L(01)	-2,754	0
202	1	L(02)	-0,1898	0	202	1	L(02)	-1,691	0	202	1	L(02)	-2,754	0
203	0	L(01)	-0,03063	0	203	0	L(01)	-2,211	0	203	0	L(01)	-3,622	0
203	1	L(02)	-0,03063	0	203	1	L(02)	-2,211	0	203	1	L(02)	-3,622	0
204	0	L(01)	0,03592	0	204	0	L(01)	-1,867	0	204	0	L(01)	-2,031	0
204	1	L(02)	0,03592	0	204	1	L(02)	-1,867	0	204	1	L(02)	-2,031	0
205	0	L(01)	-0,01843	0	205	0	L(01)	-0,5947	0	205	0	L(01)	11,51	0
205	1	L(02)	-0,01843	0	205	1	L(02)	-0,5947	0	205	1	L(02)	11,51	0
206	0	L(01)	-0,1053	0	206	0	L(01)	5,38	0	206	0	L(01)	15,07	0
206	1	L(02)	-0,1053	0	206	1	L(02)	5,38	0	206	1	L(02)	15,07	0
207	0	L(01)	-0,1969	0	207	0	L(01)	8,656	0	207	0	L(01)	19,66	0
207	1	L(02)	-0,1969	0	207	1	L(02)	8,656	0	207	1	L(02)	19,66	0
208	0	L(01)	-0,2786	0	208	0	L(01)	7,199	0	208	0	L(01)	23	0
208	1	L(02)	-0,2786	0	208	1	L(02)	7,199	0	208	1	L(02)	23	0
209	0	L(01)	-0,3353	0	209	0	L(01)	2,002	0	209	0	L(01)	22,01	0
209	1	L(02)	-0,3353	0	209	1	L(02)	2,002	0	209	1	L(02)	22,01	0
210	0	L(01)	-0,268	0	210	0	L(01)	-4,492	0	210	0	L(01)	11,06	0
210	1	L(02)	-0,268	0	210	1	L(02)	-4,492	0	210	1	L(02)	11,06	0
211	0	L(01)	0,2565	0	211	0	L(01)	12,97	0	211	0	L(01)	50,36	0

211	1 L(02)	0,2565	0	211	1 L(02)	12,97	0	211	1 L(02)	50,36	0
-----	---------	--------	---	-----	---------	-------	---	-----	---------	-------	---

Tabla 95: Tensiones en acero pasos 60,74 y 75.

paso 60				paso 74				paso 75			
No	Posicion	(N/mm ²)	(N/mm ²)	No	Posicion	(N/mm ²)	(N/mm ²)	No	Posicion	(N/mm ²)	(N/mm ²)
		Nodos SXX	Nodos SYX			Nodos SXX	Nodos SYX			Nodos SXX	Nodos SYX
1	0 L(01)	0	189,6	1	0 L(01)	0	201,6	1	0 L(01)	0	174,1
1	1 L(02)	0	179	1	1 L(02)	0	190,4	1	1 L(02)	0	172,2
2	0 L(01)	0	179	2	0 L(01)	0	190,4	2	0 L(01)	0	172,2
2	1 L(02)	0	168,4	2	1 L(02)	0	179,2	2	1 L(02)	0	170,4
3	0 L(01)	0	168,4	3	0 L(01)	0	179,2	3	0 L(01)	0	170,4
3	1 L(02)	0	157,9	3	1 L(02)	0	168	3	1 L(02)	0	168,6
4	0 L(01)	0	157,9	4	0 L(01)	0	168	4	0 L(01)	0	168,6
4	1 L(02)	0	142,3	4	1 L(02)	0	150,6	4	1 L(02)	0	156,4
5	0 L(01)	0	142,3	5	0 L(01)	0	150,6	5	0 L(01)	0	156,4
5	1 L(02)	0	126,8	5	1 L(02)	0	133,3	5	1 L(02)	0	144,3
6	0 L(01)	0	126,8	6	0 L(01)	0	133,3	6	0 L(01)	0	144,3
6	1 L(02)	0	86,25	6	1 L(02)	0	89,64	6	1 L(02)	0	94,74
7	0 L(01)	0	86,25	7	0 L(01)	0	89,64	7	0 L(01)	0	94,74
7	1 L(02)	0	45,72	7	1 L(02)	0	46	7	1 L(02)	0	45,2
8	0 L(01)	0	45,72	8	0 L(01)	0	46	8	0 L(01)	0	45,2
8	1 L(02)	0	-37,19	8	1 L(02)	0	-42,24	8	1 L(02)	0	-61,12
9	0 L(01)	0	-37,19	9	0 L(01)	0	-42,24	9	0 L(01)	0	-61,12
9	1 L(02)	0	-120,1	9	1 L(02)	0	-130,5	9	1 L(02)	0	-167,4
10	0 L(01)	0	-120,1	10	0 L(01)	0	-130,5	10	0 L(01)	0	-167,4
10	1 L(02)	0	-264,3	10	1 L(02)	0	-281,8	10	1 L(02)	0	-301,8
111	0 L(01)	0	292,8	111	0 L(01)	0	310,4	111	0 L(01)	0	288,7
111	1 L(02)	0	199,1	111	1 L(02)	0	212,1	111	1 L(02)	0	201,9
112	0 L(01)	0	199,1	112	0 L(01)	0	212,1	112	0 L(01)	0	201,9
112	1 L(02)	0	132,2	112	1 L(02)	0	141,5	112	1 L(02)	0	140,1
113	0 L(01)	0	132,2	113	0 L(01)	0	141,5	113	0 L(01)	0	140,1
113	1 L(02)	0	65,16	113	1 L(02)	0	70,81	113	1 L(02)	0	78,23
114	0 L(01)	0	65,16	114	0 L(01)	0	70,81	114	0 L(01)	0	78,23
114	1 L(02)	0	31,38	114	1 L(02)	0	34,3	114	1 L(02)	0	48,01
115	0 L(01)	0	31,38	115	0 L(01)	0	34,3	115	0 L(01)	0	48,01
115	1 L(02)	0	-2,409	115	1 L(02)	0	-2,201	115	1 L(02)	0	17,79
116	0 L(01)	0	-2,409	116	0 L(01)	0	-2,201	116	0 L(01)	0	17,79
116	1 L(02)	0	-21,62	116	1 L(02)	0	-22,8	116	1 L(02)	0	-8,935
117	0 L(01)	0	-21,62	117	0 L(01)	0	-22,8	117	0 L(01)	0	-8,935
117	1 L(02)	0	-40,83	117	1 L(02)	0	-43,39	117	1 L(02)	0	-35,66
118	0 L(01)	0	-40,83	118	0 L(01)	0	-43,39	118	0 L(01)	0	-35,66
118	1 L(02)	0	-60,51	118	1 L(02)	0	-64,47	118	1 L(02)	0	-63,08

119	0 L(01)	0	-60,51	119	0 L(01)	0	-64,47	119	0 L(01)	0	-63,08
119	1 L(02)	0	-80,19	119	1 L(02)	0	-85,55	119	1 L(02)	0	-90,5
120	0 L(01)	0	-80,19	120	0 L(01)	0	-85,55	120	0 L(01)	0	-90,5
120	1 L(02)	0	-100,8	120	1 L(02)	0	-107,6	120	1 L(02)	0	-119,2
121	0 L(01)	-311,7	0	121	0 L(01)	-331	0	121	0 L(01)	-343,6	0
121	1 L(02)	-156,3	0	121	1 L(02)	-166,9	0	121	1 L(02)	-186,7	0
122	0 L(01)	-156,3	0	122	0 L(01)	-166,9	0	122	0 L(01)	-186,7	0
122	1 L(02)	-65,73	0	122	1 L(02)	-70,2	0	122	1 L(02)	-69,91	0
123	0 L(01)	-65,73	0	123	0 L(01)	-70,2	0	123	0 L(01)	-69,91	0
123	1 L(02)	-8,487	0	123	1 L(02)	-9,411	0	123	1 L(02)	-6,874	0
124	0 L(01)	-8,487	0	124	0 L(01)	-9,411	0	124	0 L(01)	-6,874	0
124	1 L(02)	24,06	0	124	1 L(02)	25,62	0	124	1 L(02)	26,42	0
125	0 L(01)	24,06	0	125	0 L(01)	25,62	0	125	0 L(01)	26,42	0
125	1 L(02)	39,37	0	125	1 L(02)	42,75	0	125	1 L(02)	43,58	0
126	0 L(01)	39,37	0	126	0 L(01)	42,75	0	126	0 L(01)	43,58	0
126	1 L(02)	49,37	0	126	1 L(02)	53,35	0	126	1 L(02)	55,87	0
127	0 L(01)	49,37	0	127	0 L(01)	53,35	0	127	0 L(01)	55,87	0
127	1 L(02)	59,47	0	127	1 L(02)	64,04	0	127	1 L(02)	68,28	0
128	0 L(01)	59,47	0	128	0 L(01)	64,04	0	128	0 L(01)	68,28	0
128	1 L(02)	69,82	0	128	1 L(02)	74,94	0	128	1 L(02)	80,92	0
129	0 L(01)	69,82	0	129	0 L(01)	74,94	0	129	0 L(01)	80,92	0
129	1 L(02)	80,72	0	129	1 L(02)	86,39	0	129	1 L(02)	94,1	0
130	0 L(01)	80,72	0	130	0 L(01)	86,39	0	130	0 L(01)	94,1	0
130	1 L(02)	92,44	0	130	1 L(02)	98,71	0	130	1 L(02)	108,1	0
172	0 L(01)	161,2	0	172	0 L(01)	177	0	172	0 L(01)	266,3	0
172	1 L(02)	161,2	0	172	1 L(02)	177	0	172	1 L(02)	266,3	0
173	0 L(01)	2,528	0	173	0 L(01)	3,034	0	173	0 L(01)	11,34	0
173	1 L(02)	2,528	0	173	1 L(02)	3,034	0	173	1 L(02)	11,34	0
174	0 L(01)	-3,347	0	174	0 L(01)	-2,193	0	174	0 L(01)	6,22	0
174	1 L(02)	-3,347	0	174	1 L(02)	-2,193	0	174	1 L(02)	6,22	0
175	0 L(01)	-21,15	0	175	0 L(01)	-20,56	0	175	0 L(01)	-10,88	0
175	1 L(02)	-21,15	0	175	1 L(02)	-20,56	0	175	1 L(02)	-10,88	0
176	0 L(01)	-26,55	0	176	0 L(01)	-26,16	0	176	0 L(01)	-17,07	0
176	1 L(02)	-26,55	0	176	1 L(02)	-26,16	0	176	1 L(02)	-17,07	0
177	0 L(01)	-22,07	0	177	0 L(01)	-21,98	0	177	0 L(01)	-14,76	0
177	1 L(02)	-22,07	0	177	1 L(02)	-21,98	0	177	1 L(02)	-14,76	0
178	0 L(01)	-5,589	0	178	0 L(01)	-4,086	0	178	0 L(01)	2,853	0
178	1 L(02)	-5,589	0	178	1 L(02)	-4,086	0	178	1 L(02)	2,853	0
179	0 L(01)	10,36	0	179	0 L(01)	18,74	0	179	0 L(01)	59,19	0
179	1 L(02)	10,36	0	179	1 L(02)	18,74	0	179	1 L(02)	59,19	0
180	0 L(01)	6,936	0	180	0 L(01)	7,558	0	180	0 L(01)	8,551	0
180	1 L(02)	6,936	0	180	1 L(02)	7,558	0	180	1 L(02)	8,551	0
181	0 L(01)	1,482	0	181	0 L(01)	1,594	0	181	0 L(01)	1,626	0

181	1 L(02)	1,482	0	181	1 L(02)	1,594	0	181	1 L(02)	1,626	0
182	0 L(01)	79,69	0	182	0 L(01)	90,03	0	182	0 L(01)	131,5	0
182	1 L(02)	79,69	0	182	1 L(02)	90,03	0	182	1 L(02)	131,5	0
183	0 L(01)	33,04	0	183	0 L(01)	35,08	0	183	0 L(01)	28,96	0
183	1 L(02)	33,04	0	183	1 L(02)	35,08	0	183	1 L(02)	28,96	0
184	0 L(01)	83	0	184	0 L(01)	86,41	0	184	0 L(01)	84,22	0
184	1 L(02)	83	0	184	1 L(02)	86,41	0	184	1 L(02)	84,22	0
185	0 L(01)	81,43	0	185	0 L(01)	84,32	0	185	0 L(01)	84,85	0
185	1 L(02)	81,43	0	185	1 L(02)	84,32	0	185	1 L(02)	84,85	0
186	0 L(01)	56,97	0	186	0 L(01)	59,81	0	186	0 L(01)	61,98	0
186	1 L(02)	56,97	0	186	1 L(02)	59,81	0	186	1 L(02)	61,98	0
187	0 L(01)	28,26	0	187	0 L(01)	31,25	0	187	0 L(01)	34,79	0
187	1 L(02)	28,26	0	187	1 L(02)	31,25	0	187	1 L(02)	34,79	0
188	0 L(01)	0,5504	0	188	0 L(01)	3,164	0	188	0 L(01)	7,103	0
188	1 L(02)	0,5504	0	188	1 L(02)	3,164	0	188	1 L(02)	7,103	0
189	0 L(01)	-16,8	0	189	0 L(01)	-16,92	0	189	0 L(01)	-12,08	0
189	1 L(02)	-16,8	0	189	1 L(02)	-16,92	0	189	1 L(02)	-12,08	0
190	0 L(01)	-14,02	0	190	0 L(01)	-14,75	0	190	0 L(01)	-10,9	0
190	1 L(02)	-14,02	0	190	1 L(02)	-14,75	0	190	1 L(02)	-10,9	0
191	0 L(01)	1,078	0	191	0 L(01)	1,497	0	191	0 L(01)	-0,3688	0
191	1 L(02)	1,078	0	191	1 L(02)	1,497	0	191	1 L(02)	-0,3688	0
192	0 L(01)	9,273	0	192	0 L(01)	11,69	0	192	0 L(01)	27,93	0
192	1 L(02)	9,273	0	192	1 L(02)	11,69	0	192	1 L(02)	27,93	0
193	0 L(01)	3,276	0	193	0 L(01)	5,544	0	193	0 L(01)	3,497	0
193	1 L(02)	3,276	0	193	1 L(02)	5,544	0	193	1 L(02)	3,497	0
194	0 L(01)	52,87	0	194	0 L(01)	57,58	0	194	0 L(01)	56,72	0
194	1 L(02)	52,87	0	194	1 L(02)	57,58	0	194	1 L(02)	56,72	0
195	0 L(01)	80,13	0	195	0 L(01)	84,11	0	195	0 L(01)	83,82	0
195	1 L(02)	80,13	0	195	1 L(02)	84,11	0	195	1 L(02)	83,82	0
196	0 L(01)	83,3	0	196	0 L(01)	86,47	0	196	0 L(01)	86,89	0
196	1 L(02)	83,3	0	196	1 L(02)	86,47	0	196	1 L(02)	86,89	0
197	0 L(01)	76,55	0	197	0 L(01)	79,34	0	197	0 L(01)	80,52	0
197	1 L(02)	76,55	0	197	1 L(02)	79,34	0	197	1 L(02)	80,52	0
198	0 L(01)	62,31	0	198	0 L(01)	65,39	0	198	0 L(01)	67,32	0
198	1 L(02)	62,31	0	198	1 L(02)	65,39	0	198	1 L(02)	67,32	0
199	0 L(01)	36,27	0	199	0 L(01)	39,3	0	199	0 L(01)	42,01	0
199	1 L(02)	36,27	0	199	1 L(02)	39,3	0	199	1 L(02)	42,01	0
200	0 L(01)	7,325	0	200	0 L(01)	8,741	0	200	0 L(01)	11,39	0
200	1 L(02)	7,325	0	200	1 L(02)	8,741	0	200	1 L(02)	11,39	0
201	0 L(01)	35,33	0	201	0 L(01)	38,98	0	201	0 L(01)	38,14	0
201	1 L(02)	35,33	0	201	1 L(02)	38,98	0	201	1 L(02)	38,14	0
202	0 L(01)	-1,36	0	202	0 L(01)	-1,175	0	202	0 L(01)	0,2302	0
202	1 L(02)	-1,36	0	202	1 L(02)	-1,175	0	202	1 L(02)	0,2302	0

203	0 L(01)	-8,014	0	203	0 L(01)	-9,01	0	203	0 L(01)	-10,82	0
203	1 L(02)	-8,014	0	203	1 L(02)	-9,01	0	203	1 L(02)	-10,82	0
204	0 L(01)	7,023	0	204	0 L(01)	8,697	0	204	0 L(01)	7,474	0
204	1 L(02)	7,023	0	204	1 L(02)	8,697	0	204	1 L(02)	7,474	0
205	0 L(01)	24,12	0	205	0 L(01)	26,47	0	205	0 L(01)	25,79	0
205	1 L(02)	24,12	0	205	1 L(02)	26,47	0	205	1 L(02)	25,79	0
206	0 L(01)	25,6	0	206	0 L(01)	27,66	0	206	0 L(01)	27,51	0
206	1 L(02)	25,6	0	206	1 L(02)	27,66	0	206	1 L(02)	27,51	0
207	0 L(01)	29,85	0	207	0 L(01)	31,64	0	207	0 L(01)	31,88	0
207	1 L(02)	29,85	0	207	1 L(02)	31,64	0	207	1 L(02)	31,88	0
208	0 L(01)	34,15	0	208	0 L(01)	35,77	0	208	0 L(01)	36,39	0
208	1 L(02)	34,15	0	208	1 L(02)	35,77	0	208	1 L(02)	36,39	0
209	0 L(01)	34,18	0	209	0 L(01)	35,73	0	209	0 L(01)	36,61	0
209	1 L(02)	34,18	0	209	1 L(02)	35,73	0	209	1 L(02)	36,61	0
210	0 L(01)	20,67	0	210	0 L(01)	22,02	0	210	0 L(01)	22,78	0
210	1 L(02)	20,67	0	210	1 L(02)	22,02	0	210	1 L(02)	22,78	0
211	0 L(01)	81,94	0	211	0 L(01)	87,14	0	211	0 L(01)	85,17	0
211	1 L(02)	81,94	0	211	1 L(02)	87,14	0	211	1 L(02)	85,17	0

Tabla 96: Tensiones en acero pasos 102, 103 y 110.

paso 102				paso 103				paso 110			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYX
1	0 L(01)	0	181	1	0 L(01)	0	180,9	1	0 L(01)	0	186,2
1	1 L(02)	0	180,4	1	1 L(02)	0	180,8	1	1 L(02)	0	187,6
2	0 L(01)	0	180,4	2	0 L(01)	0	180,8	2	0 L(01)	0	187,6
2	1 L(02)	0	179,7	2	1 L(02)	0	180,7	2	1 L(02)	0	189,1
3	0 L(01)	0	179,7	3	0 L(01)	0	180,7	3	0 L(01)	0	189,1
3	1 L(02)	0	179,1	3	1 L(02)	0	180,6	3	1 L(02)	0	190,5
4	0 L(01)	0	179,1	4	0 L(01)	0	180,6	4	0 L(01)	0	190,5
4	1 L(02)	0	167,3	4	1 L(02)	0	169	4	1 L(02)	0	179,1
5	0 L(01)	0	167,3	5	0 L(01)	0	169	5	0 L(01)	0	179,1
5	1 L(02)	0	155,6	5	1 L(02)	0	157,4	5	1 L(02)	0	167,6
6	0 L(01)	0	155,6	6	0 L(01)	0	157,4	6	0 L(01)	0	167,6
6	1 L(02)	0	102	6	1 L(02)	0	103	6	1 L(02)	0	109,6

7	0 L(01)	0	102	7	0 L(01)	0	103	7	0 L(01)	0	109,6
7	1 L(02)	0	48,36	7	1 L(02)	0	48,55	7	1 L(02)	0	51,57
8	0 L(01)	0	48,36	8	0 L(01)	0	48,55	8	0 L(01)	0	51,57
8	1 L(02)	0	-66,06	8	1 L(02)	0	-67,32	8	1 L(02)	0	-69,99
9	0 L(01)	0	-66,06	9	0 L(01)	0	-67,32	9	0 L(01)	0	-69,99
9	1 L(02)	0	-180,5	9	1 L(02)	0	-183,2	9	1 L(02)	0	-191,6
10	0 L(01)	0	-180	10	0 L(01)	0	-182,5	10	0 L(01)	0	-187,3
10	1 L(02)	0	-319,4	10	1 L(02)	0	-321,5	10	1 L(02)	0	-343,5
111	0 L(01)	0	296,4	111	0 L(01)	0	297	111	0 L(01)	0	306,9
111	1 L(02)	0	209,1	111	1 L(02)	0	210,1	111	1 L(02)	0	219,3
112	0 L(01)	0	209,1	112	0 L(01)	0	210,1	112	0 L(01)	0	219,3
112	1 L(02)	0	148	112	1 L(02)	0	149,3	112	1 L(02)	0	158,7
113	0 L(01)	0	148	113	0 L(01)	0	149,3	113	0 L(01)	0	158,7
113	1 L(02)	0	86,88	113	1 L(02)	0	88,55	113	1 L(02)	0	98,1
114	0 L(01)	0	86,88	114	0 L(01)	0	88,55	114	0 L(01)	0	98,1
114	1 L(02)	0	56,06	114	1 L(02)	0	57,28	114	1 L(02)	0	63,95
115	0 L(01)	0	56,06	115	0 L(01)	0	57,28	115	0 L(01)	0	63,95
115	1 L(02)	0	25,24	115	1 L(02)	0	26	115	1 L(02)	0	29,79
116	0 L(01)	0	25,24	116	0 L(01)	0	26	116	0 L(01)	0	29,79
116	1 L(02)	0	-5,633	116	1 L(02)	0	-5,346	116	1 L(02)	0	-4,544
117	0 L(01)	0	-5,633	117	0 L(01)	0	-5,346	117	0 L(01)	0	-4,544
117	1 L(02)	0	-36,51	117	1 L(02)	0	-36,69	117	1 L(02)	0	-38,88
118	0 L(01)	0	-36,51	118	0 L(01)	0	-36,69	118	0 L(01)	0	-38,88
118	1 L(02)	0	-68,27	118	1 L(02)	0	-68,97	118	1 L(02)	0	-74,38
119	0 L(01)	0	-68,27	119	0 L(01)	0	-68,97	119	0 L(01)	0	-74,38
119	1 L(02)	0	-100	119	1 L(02)	0	-101,2	119	1 L(02)	0	-109,9
120	0 L(01)	0	-100	120	0 L(01)	0	-101,2	120	0 L(01)	0	-109,9
120	1 L(02)	0	-133,4	120	1 L(02)	0	-135,2	120	1 L(02)	0	-147,4
121	0 L(01)	-361,9	0	121	0 L(01)	-363,4	0	121	0 L(01)	-370,8	0
121	1 L(02)	-199,9	0	121	1 L(02)	-201,9	0	121	1 L(02)	-211	0
122	0 L(01)	-199,9	0	122	0 L(01)	-201,9	0	122	0 L(01)	-210,3	0
122	1 L(02)	-76,24	0	122	1 L(02)	-77,46	0	122	1 L(02)	-82,54	0
123	0 L(01)	-76,24	0	123	0 L(01)	-77,46	0	123	0 L(01)	-82,54	0
123	1 L(02)	-9,751	0	123	1 L(02)	-10,14	0	123	1 L(02)	-12,77	0
124	0 L(01)	-9,751	0	124	0 L(01)	-10,14	0	124	0 L(01)	-12,77	0
124	1 L(02)	24,07	0	124	1 L(02)	23,89	0	124	1 L(02)	21,81	0
125	0 L(01)	24,07	0	125	0 L(01)	23,89	0	125	0 L(01)	21,81	0
125	1 L(02)	41,73	0	125	1 L(02)	41,73	0	125	1 L(02)	40,46	0
126	0 L(01)	41,73	0	126	0 L(01)	41,73	0	126	0 L(01)	40,46	0
126	1 L(02)	56,76	0	126	1 L(02)	57,06	0	126	1 L(02)	58,13	0
127	0 L(01)	56,76	0	127	0 L(01)	57,06	0	127	0 L(01)	58,13	0
127	1 L(02)	71,93	0	127	1 L(02)	72,54	0	127	1 L(02)	75,95	0
128	0 L(01)	71,93	0	128	0 L(01)	72,54	0	128	0 L(01)	75,95	0

128	1 L(02)	87,38	0	128	1 L(02)	88,3	0	128	1 L(02)	94,09	0
129	0 L(01)	87,38	0	129	0 L(01)	88,3	0	129	0 L(01)	94,09	0
129	1 L(02)	103,4	0	129	1 L(02)	104,7	0	129	1 L(02)	112,9	0
130	0 L(01)	103,4	0	130	0 L(01)	104,7	0	130	0 L(01)	112,9	0
130	1 L(02)	120,4	0	130	1 L(02)	121,9	0	130	1 L(02)	132,6	0
172	0 L(01)	305,3	0	172	0 L(01)	312,5	0	172	0 L(01)	348,2	0
172	1 L(02)	305,3	0	172	1 L(02)	312,5	0	172	1 L(02)	348,2	0
173	0 L(01)	12,51	0	173	0 L(01)	12,69	0	173	0 L(01)	11,62	0
173	1 L(02)	12,51	0	173	1 L(02)	12,69	0	173	1 L(02)	11,62	0
174	0 L(01)	5,819	0	174	0 L(01)	5,959	0	174	0 L(01)	5,612	0
174	1 L(02)	5,819	0	174	1 L(02)	5,959	0	174	1 L(02)	5,612	0
175	0 L(01)	-10,71	0	175	0 L(01)	-10,31	0	175	0 L(01)	-9,871	0
175	1 L(02)	-10,71	0	175	1 L(02)	-10,31	0	175	1 L(02)	-9,871	0
176	0 L(01)	-16,88	0	176	0 L(01)	-16,47	0	176	0 L(01)	-15,89	0
176	1 L(02)	-16,88	0	176	1 L(02)	-16,47	0	176	1 L(02)	-15,89	0
177	0 L(01)	-14,63	0	177	0 L(01)	-14,37	0	177	0 L(01)	-13,85	0
177	1 L(02)	-14,63	0	177	1 L(02)	-14,37	0	177	1 L(02)	-13,85	0
178	0 L(01)	3,654	0	178	0 L(01)	4,155	0	178	0 L(01)	5,901	0
178	1 L(02)	3,654	0	178	1 L(02)	4,155	0	178	1 L(02)	5,901	0
179	0 L(01)	65,25	0	179	0 L(01)	67,35	0	179	0 L(01)	75,23	0
179	1 L(02)	65,25	0	179	1 L(02)	67,35	0	179	1 L(02)	75,23	0
180	0 L(01)	9,665	0	180	0 L(01)	10,03	0	180	0 L(01)	12,16	0
180	1 L(02)	9,665	0	180	1 L(02)	10,03	0	180	1 L(02)	12,16	0
181	0 L(01)	1,477	0	181	0 L(01)	1,455	0	181	0 L(01)	1,318	0
181	1 L(02)	1,477	0	181	1 L(02)	1,455	0	181	1 L(02)	1,318	0
182	0 L(01)	155,7	0	182	0 L(01)	160,6	0	182	0 L(01)	184,6	0
182	1 L(02)	155,7	0	182	1 L(02)	160,6	0	182	1 L(02)	184,6	0
183	0 L(01)	26,35	0	183	0 L(01)	25,81	0	183	0 L(01)	23,71	0
183	1 L(02)	26,35	0	183	1 L(02)	25,81	0	183	1 L(02)	23,71	0
184	0 L(01)	82,52	0	184	0 L(01)	82,22	0	184	0 L(01)	80,94	0
184	1 L(02)	82,52	0	184	1 L(02)	82,22	0	184	1 L(02)	80,94	0
185	0 L(01)	84,05	0	185	0 L(01)	83,95	0	185	0 L(01)	83,29	0
185	1 L(02)	84,05	0	185	1 L(02)	83,95	0	185	1 L(02)	83,29	0
186	0 L(01)	61,6	0	186	0 L(01)	61,57	0	186	0 L(01)	61,29	0
186	1 L(02)	61,6	0	186	1 L(02)	61,57	0	186	1 L(02)	61,29	0
187	0 L(01)	34,9	0	187	0 L(01)	34,95	0	187	0 L(01)	35,11	0
187	1 L(02)	34,9	0	187	1 L(02)	34,95	0	187	1 L(02)	35,11	0
188	0 L(01)	7,728	0	188	0 L(01)	7,814	0	188	0 L(01)	8,269	0
188	1 L(02)	7,728	0	188	1 L(02)	7,814	0	188	1 L(02)	8,269	0
189	0 L(01)	-10,88	0	189	0 L(01)	-10,77	0	189	0 L(01)	-10,27	0
189	1 L(02)	-10,88	0	189	1 L(02)	-10,77	0	189	1 L(02)	-10,27	0
190	0 L(01)	-9,684	0	190	0 L(01)	-9,617	0	190	0 L(01)	-9,235	0
190	1 L(02)	-9,684	0	190	1 L(02)	-9,617	0	190	1 L(02)	-9,235	0

191	0 L(01)	-1,029	0	191	0 L(01)	-1,011	0	191	0 L(01)	-0,9313	0
191	1 L(02)	-1,029	0	191	1 L(02)	-1,011	0	191	1 L(02)	-0,9313	0
192	0 L(01)	39,5	0	192	0 L(01)	41,9	0	192	0 L(01)	54,18	0
192	1 L(02)	39,5	0	192	1 L(02)	41,9	0	192	1 L(02)	54,18	0
193	0 L(01)	2,792	0	193	0 L(01)	2,534	0	193	0 L(01)	2,007	0
193	1 L(02)	2,792	0	193	1 L(02)	2,534	0	193	1 L(02)	2,007	0
194	0 L(01)	56,72	0	194	0 L(01)	56,64	0	194	0 L(01)	57,15	0
194	1 L(02)	56,72	0	194	1 L(02)	56,64	0	194	1 L(02)	57,15	0
195	0 L(01)	83,91	0	195	0 L(01)	83,88	0	195	0 L(01)	84,64	0
195	1 L(02)	83,91	0	195	1 L(02)	83,88	0	195	1 L(02)	84,64	0
196	0 L(01)	87,16	0	196	0 L(01)	87,18	0	196	0 L(01)	88,41	0
196	1 L(02)	87,16	0	196	1 L(02)	87,18	0	196	1 L(02)	88,41	0
197	0 L(01)	81,09	0	197	0 L(01)	81,16	0	197	0 L(01)	82,2	0
197	1 L(02)	81,09	0	197	1 L(02)	81,16	0	197	1 L(02)	82,2	0
198	0 L(01)	68,31	0	198	0 L(01)	68,41	0	198	0 L(01)	68,79	0
198	1 L(02)	68,31	0	198	1 L(02)	68,41	0	198	1 L(02)	68,79	0
199	0 L(01)	43,05	0	199	0 L(01)	43,21	0	199	0 L(01)	43,56	0
199	1 L(02)	43,05	0	199	1 L(02)	43,21	0	199	1 L(02)	43,56	0
200	0 L(01)	12,78	0	200	0 L(01)	12,98	0	200	0 L(01)	13,74	0
200	1 L(02)	12,78	0	200	1 L(02)	12,98	0	200	1 L(02)	13,74	0
201	0 L(01)	38,82	0	201	0 L(01)	38,66	0	201	0 L(01)	38,09	0
201	1 L(02)	38,82	0	201	1 L(02)	38,66	0	201	1 L(02)	38,09	0
202	0 L(01)	0,6261	0	202	0 L(01)	0,7965	0	202	0 L(01)	1,28	0
202	1 L(02)	0,6261	0	202	1 L(02)	0,7965	0	202	1 L(02)	1,28	0
203	0 L(01)	-11,27	0	203	0 L(01)	-11,43	0	203	0 L(01)	-11,97	0
203	1 L(02)	-11,27	0	203	1 L(02)	-11,43	0	203	1 L(02)	-11,97	0
204	0 L(01)	7,39	0	204	0 L(01)	7,286	0	204	0 L(01)	6,939	0
204	1 L(02)	7,39	0	204	1 L(02)	7,286	0	204	1 L(02)	6,939	0
205	0 L(01)	25,71	0	205	0 L(01)	25,65	0	205	0 L(01)	25,12	0
205	1 L(02)	25,71	0	205	1 L(02)	25,65	0	205	1 L(02)	25,12	0
206	0 L(01)	27,29	0	206	0 L(01)	27,25	0	206	0 L(01)	27,46	0
206	1 L(02)	27,29	0	206	1 L(02)	27,25	0	206	1 L(02)	27,46	0
207	0 L(01)	31,54	0	207	0 L(01)	31,58	0	207	0 L(01)	32,89	0
207	1 L(02)	31,54	0	207	1 L(02)	31,58	0	207	1 L(02)	32,89	0
208	0 L(01)	36,53	0	208	0 L(01)	36,78	0	208	0 L(01)	38,37	0
208	1 L(02)	36,53	0	208	1 L(02)	36,78	0	208	1 L(02)	38,37	0
209	0 L(01)	37,16	0	209	0 L(01)	37,43	0	209	0 L(01)	38,93	0
209	1 L(02)	37,16	0	209	1 L(02)	37,43	0	209	1 L(02)	38,93	0
210	0 L(01)	23,31	0	210	0 L(01)	23,57	0	210	0 L(01)	25,12	0
210	1 L(02)	23,31	0	210	1 L(02)	23,57	0	210	1 L(02)	25,12	0
211	0 L(01)	85,18	0	211	0 L(01)	84,92	0	211	0 L(01)	84,01	0
211	1 L(02)	85,18	0	211	1 L(02)	84,92	0	211	1 L(02)	84,01	0

Tabla 97: Tensiones en acero pasos 111 y 147.

paso 111				paso 147			
No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY	No	Posicion	(N/mm ²) Nodos SXX	(N/mm ²) Nodos SYY
1	0 L(01)	0	186,6	1	0 L(01)	0	197,2
1	1 L(02)	0	188,4	1	1 L(02)	0	199,7
2	0 L(01)	0	188,4	2	0 L(01)	0	199,7
2	1 L(02)	0	190,3	2	1 L(02)	0	202,2
3	0 L(01)	0	190,3	3	0 L(01)	0	202,2
3	1 L(02)	0	192,2	3	1 L(02)	0	204,7
4	0 L(01)	0	192,2	4	0 L(01)	0	204,7
4	1 L(02)	0	180,7	4	1 L(02)	0	192,3
5	0 L(01)	0	180,7	5	0 L(01)	0	192,3
5	1 L(02)	0	169,2	5	1 L(02)	0	179,9
6	0 L(01)	0	169,2	6	0 L(01)	0	179,9
6	1 L(02)	0	110,4	6	1 L(02)	0	117
7	0 L(01)	0	110,4	7	0 L(01)	0	117
7	1 L(02)	0	51,59	7	1 L(02)	0	54,05
8	0 L(01)	0	51,59	8	0 L(01)	0	54,05
8	1 L(02)	0	-70,87	8	1 L(02)	0	-73,01
9	0 L(01)	0	-70,87	9	0 L(01)	0	-73,01
9	1 L(02)	0	-193,3	9	1 L(02)	0	-200,1
10	0 L(01)	0	-188,5	10	0 L(01)	0	-189,8
10	1 L(02)	0	-346,3	10	1 L(02)	0	-375,9
111	0 L(01)	0	307,9	111	0 L(01)	0	324,6
111	1 L(02)	0	220,4	111	1 L(02)	0	233,9
112	0 L(01)	0	220,4	112	0 L(01)	0	233,9
112	1 L(02)	0	160	112	1 L(02)	0	172,1
113	0 L(01)	0	160	113	0 L(01)	0	172,1
113	1 L(02)	0	99,67	113	1 L(02)	0	110,3
114	0 L(01)	0	99,67	114	0 L(01)	0	110,3
114	1 L(02)	0	65,07	114	1 L(02)	0	72,37
115	0 L(01)	0	65,07	115	0 L(01)	0	72,37
115	1 L(02)	0	30,48	115	1 L(02)	0	34,42
116	0 L(01)	0	30,48	116	0 L(01)	0	34,42
116	1 L(02)	0	-4,317	116	1 L(02)	0	-3,856
117	0 L(01)	0	-4,317	117	0 L(01)	0	-3,856
117	1 L(02)	0	-39,12	117	1 L(02)	0	-42,13
118	0 L(01)	0	-39,12	118	0 L(01)	0	-42,13
118	1 L(02)	0	-75,11	118	1 L(02)	0	-81,87
119	0 L(01)	0	-75,11	119	0 L(01)	0	-81,87
119	1 L(02)	0	-111,1	119	1 L(02)	0	-121,6
120	0 L(01)	0	-111,1	120	0 L(01)	0	-121,6

120	1 L(02)	0	-149,1	120	1 L(02)	0	-163,8
121	0 L(01)	-370,4	0	121	0 L(01)	-367,2	0
121	1 L(02)	-212,4	0	121	1 L(02)	-224,5	0
122	0 L(01)	-211,4	0	122	0 L(01)	-219,6	0
122	1 L(02)	-83,38	0	122	1 L(02)	-88,74	0
123	0 L(01)	-83,38	0	123	0 L(01)	-88,74	0
123	1 L(02)	-13,25	0	123	1 L(02)	-16,67	0
124	0 L(01)	-13,25	0	124	0 L(01)	-16,67	0
124	1 L(02)	21,49	0	124	1 L(02)	18,96	0
125	0 L(01)	21,49	0	125	0 L(01)	18,96	0
125	1 L(02)	40,39	0	125	1 L(02)	39,59	0
126	0 L(01)	40,39	0	126	0 L(01)	39,59	0
126	1 L(02)	58,37	0	126	1 L(02)	60,24	0
127	0 L(01)	58,37	0	127	0 L(01)	60,24	0
127	1 L(02)	76,52	0	127	1 L(02)	81,07	0
128	0 L(01)	76,52	0	128	0 L(01)	81,07	0
128	1 L(02)	94,98	0	128	1 L(02)	102,3	0
129	0 L(01)	94,98	0	129	0 L(01)	102,3	0
129	1 L(02)	114,1	0	129	1 L(02)	124,1	0
130	0 L(01)	114,1	0	130	0 L(01)	124,1	0
130	1 L(02)	134,1	0	130	1 L(02)	146,9	0
172	0 L(01)	354,6	0	172	0 L(01)	397,6	0
172	1 L(02)	354,6	0	172	1 L(02)	397,6	0
173	0 L(01)	11,06	0	173	0 L(01)	8,698	0
173	1 L(02)	11,06	0	173	1 L(02)	8,698	0
174	0 L(01)	5,911	0	174	0 L(01)	5,638	0
174	1 L(02)	5,911	0	174	1 L(02)	5,638	0
175	0 L(01)	-9,476	0	175	0 L(01)	-9,345	0
175	1 L(02)	-9,476	0	175	1 L(02)	-9,345	0
176	0 L(01)	-15,45	0	176	0 L(01)	-14,91	0
176	1 L(02)	-15,45	0	176	1 L(02)	-14,91	0
177	0 L(01)	-13,58	0	177	0 L(01)	-12,97	0
177	1 L(02)	-13,58	0	177	1 L(02)	-12,97	0
178	0 L(01)	6,614	0	178	0 L(01)	9,047	0
178	1 L(02)	6,614	0	178	1 L(02)	9,047	0
179	0 L(01)	76,94	0	179	0 L(01)	90,4	0
179	1 L(02)	76,94	0	179	1 L(02)	90,4	0
180	0 L(01)	12,45	0	180	0 L(01)	15,41	0
180	1 L(02)	12,45	0	180	1 L(02)	15,41	0
181	0 L(01)	1,297	0	181	0 L(01)	1,322	0
181	1 L(02)	1,297	0	181	1 L(02)	1,322	0
182	0 L(01)	189,3	0	182	0 L(01)	216	0
182	1 L(02)	189,3	0	182	1 L(02)	216	0

183	0 L(01)	23,34	0	183	0 L(01)	21,64	0
183	1 L(02)	23,34	0	183	1 L(02)	21,64	0
184	0 L(01)	80,74	0	184	0 L(01)	79,77	0
184	1 L(02)	80,74	0	184	1 L(02)	79,77	0
185	0 L(01)	83,2	0	185	0 L(01)	82,76	0
185	1 L(02)	83,2	0	185	1 L(02)	82,76	0
186	0 L(01)	61,3	0	186	0 L(01)	61,37	0
186	1 L(02)	61,3	0	186	1 L(02)	61,37	0
187	0 L(01)	35,18	0	187	0 L(01)	35,83	0
187	1 L(02)	35,18	0	187	1 L(02)	35,83	0
188	0 L(01)	8,408	0	188	0 L(01)	9,561	0
188	1 L(02)	8,408	0	188	1 L(02)	9,561	0
189	0 L(01)	-10,17	0	189	0 L(01)	-9,696	0
189	1 L(02)	-10,17	0	189	1 L(02)	-9,696	0
190	0 L(01)	-9,139	0	190	0 L(01)	-8,456	0
190	1 L(02)	-9,139	0	190	1 L(02)	-8,456	0
191	0 L(01)	-0,9088	0	191	0 L(01)	-0,6412	0
191	1 L(02)	-0,9088	0	191	1 L(02)	-0,6412	0
192	0 L(01)	56,55	0	192	0 L(01)	71,42	0
192	1 L(02)	56,55	0	192	1 L(02)	71,42	0
193	0 L(01)	1,81	0	193	0 L(01)	2,868	0
193	1 L(02)	1,81	0	193	1 L(02)	2,868	0
194	0 L(01)	57,13	0	194	0 L(01)	58,59	0
194	1 L(02)	57,13	0	194	1 L(02)	58,59	0
195	0 L(01)	84,66	0	195	0 L(01)	86,5	0
195	1 L(02)	84,66	0	195	1 L(02)	86,5	0
196	0 L(01)	88,49	0	196	0 L(01)	89,67	0
196	1 L(02)	88,49	0	196	1 L(02)	89,67	0
197	0 L(01)	82,25	0	197	0 L(01)	82,89	0
197	1 L(02)	82,25	0	197	1 L(02)	82,89	0
198	0 L(01)	68,85	0	198	0 L(01)	68,75	0
198	1 L(02)	68,85	0	198	1 L(02)	68,75	0
199	0 L(01)	43,69	0	199	0 L(01)	43,28	0
199	1 L(02)	43,69	0	199	1 L(02)	43,28	0
200	0 L(01)	13,91	0	200	0 L(01)	13,96	0
200	1 L(02)	13,91	0	200	1 L(02)	13,96	0
201	0 L(01)	37,95	0	201	0 L(01)	37,54	0
201	1 L(02)	37,95	0	201	1 L(02)	37,54	0
202	0 L(01)	1,436	0	202	0 L(01)	1,938	0
202	1 L(02)	1,436	0	202	1 L(02)	1,938	0
203	0 L(01)	-12,12	0	203	0 L(01)	-13,15	0
203	1 L(02)	-12,12	0	203	1 L(02)	-13,15	0
204	0 L(01)	6,83	0	204	0 L(01)	7,693	0

204	1 L(02)	6,83	0	204	1 L(02)	7,693	0
205	0 L(01)	25,05	0	205	0 L(01)	26,57	0
205	1 L(02)	25,05	0	205	1 L(02)	26,57	0
206	0 L(01)	27,61	0	206	0 L(01)	29,69	0
206	1 L(02)	27,61	0	206	1 L(02)	29,69	0
207	0 L(01)	33,07	0	207	0 L(01)	35,04	0
207	1 L(02)	33,07	0	207	1 L(02)	35,04	0
208	0 L(01)	38,58	0	208	0 L(01)	40,46	0
208	1 L(02)	38,58	0	208	1 L(02)	40,46	0
209	0 L(01)	39,13	0	209	0 L(01)	40,79	0
209	1 L(02)	39,13	0	209	1 L(02)	40,79	0
210	0 L(01)	25,32	0	210	0 L(01)	27,05	0
210	1 L(02)	25,32	0	210	1 L(02)	27,05	0
211	0 L(01)	83,81	0	211	0 L(01)	83,5	0
211	1 L(02)	83,81	0	211	1 L(02)	83,5	0

ANEXO D: IMÁGENES DE LOS MODELOS EN DIANA

D.1 Marco a tope

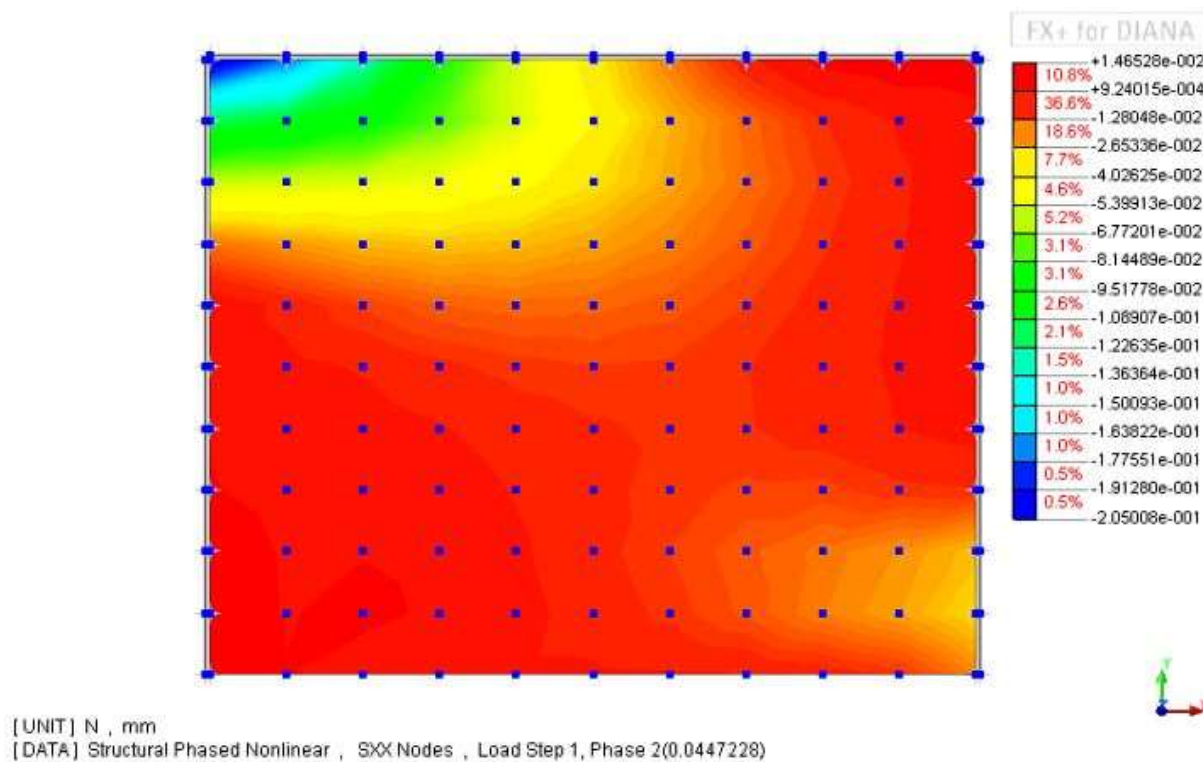


Ilustración 76: Tensiones Sxx paso n°1

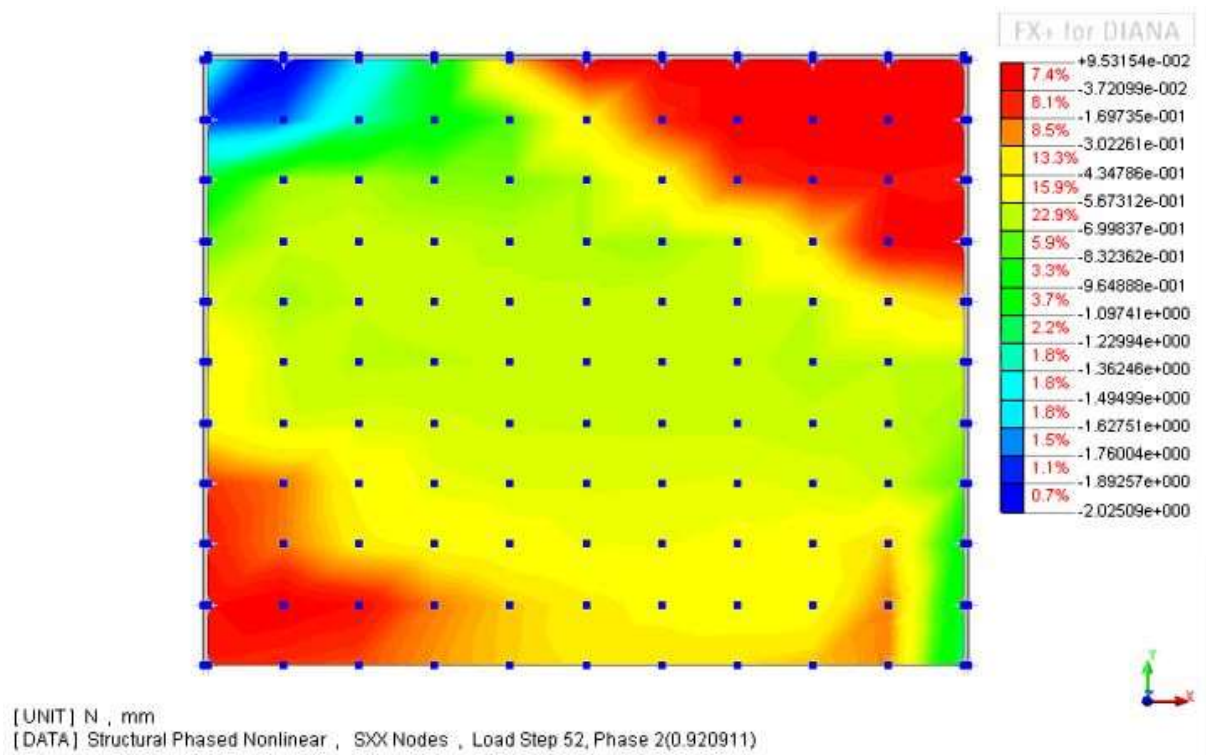


Ilustración 77: Tensiones Sxx paso n°52

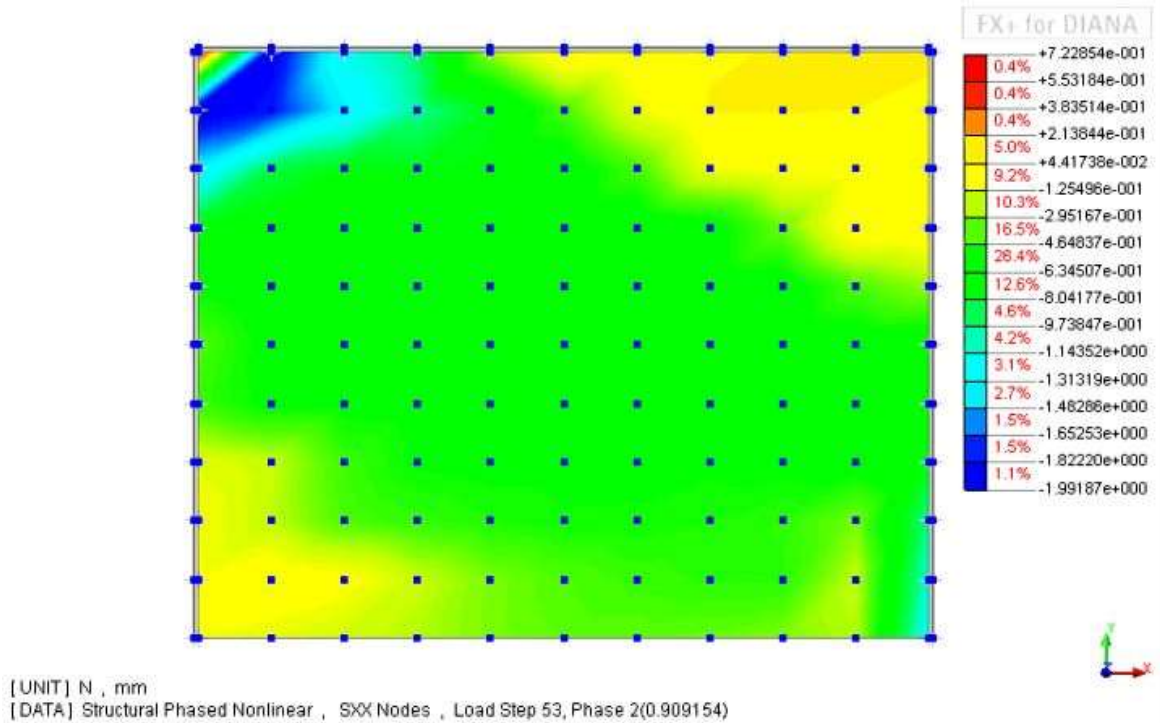


Ilustración 78: Tensiones Sxx paso n°53

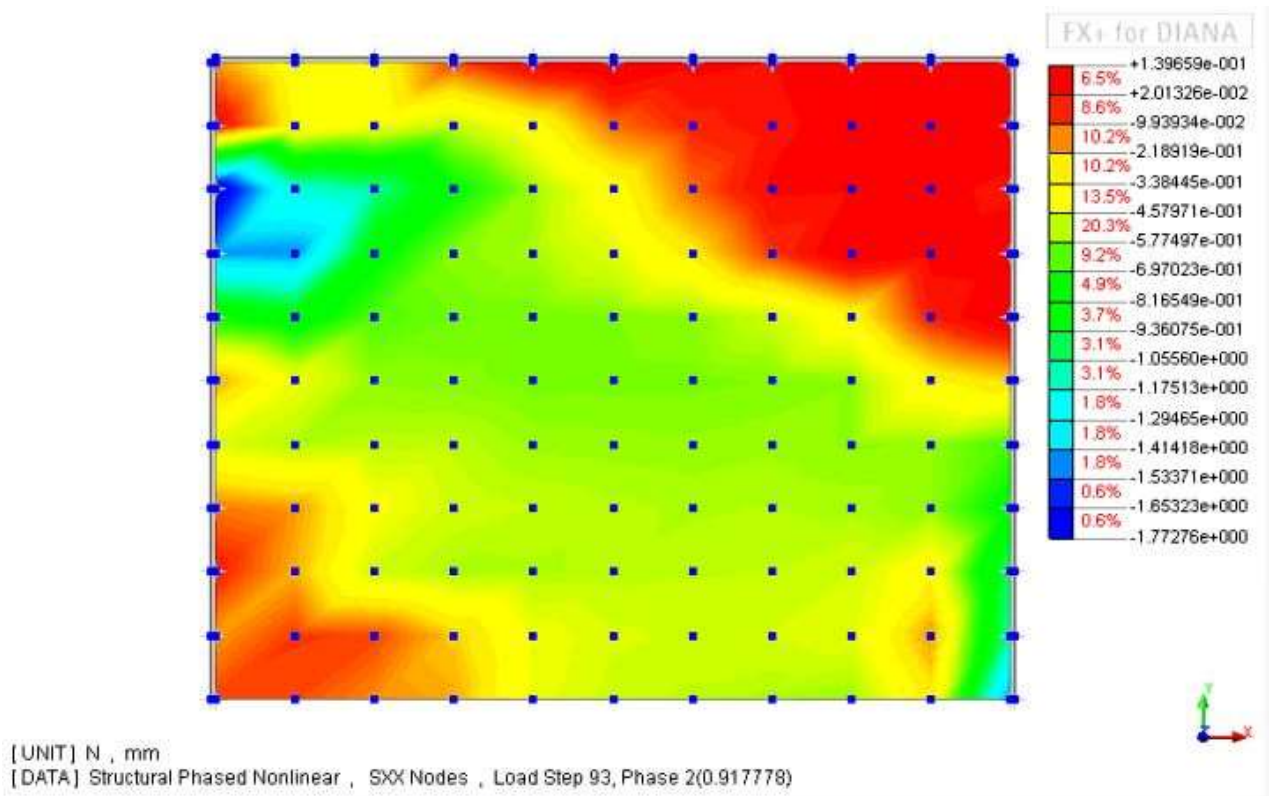


Ilustración 79: Tensiones Sxx paso n°93

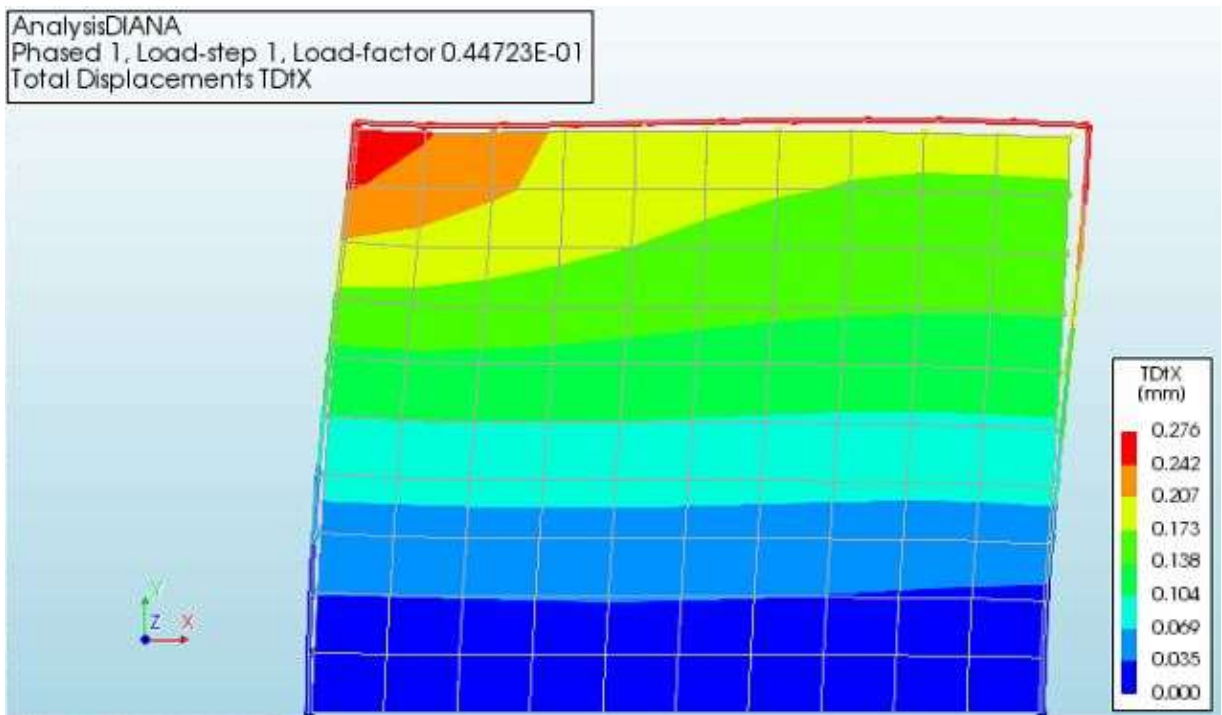


Ilustración 80: Desplazamiento en dirección X paso n°1

AnalysisDIANA
Phased 1, Load-step 10, Load-factor 0.36997
Total Displacements TDtX

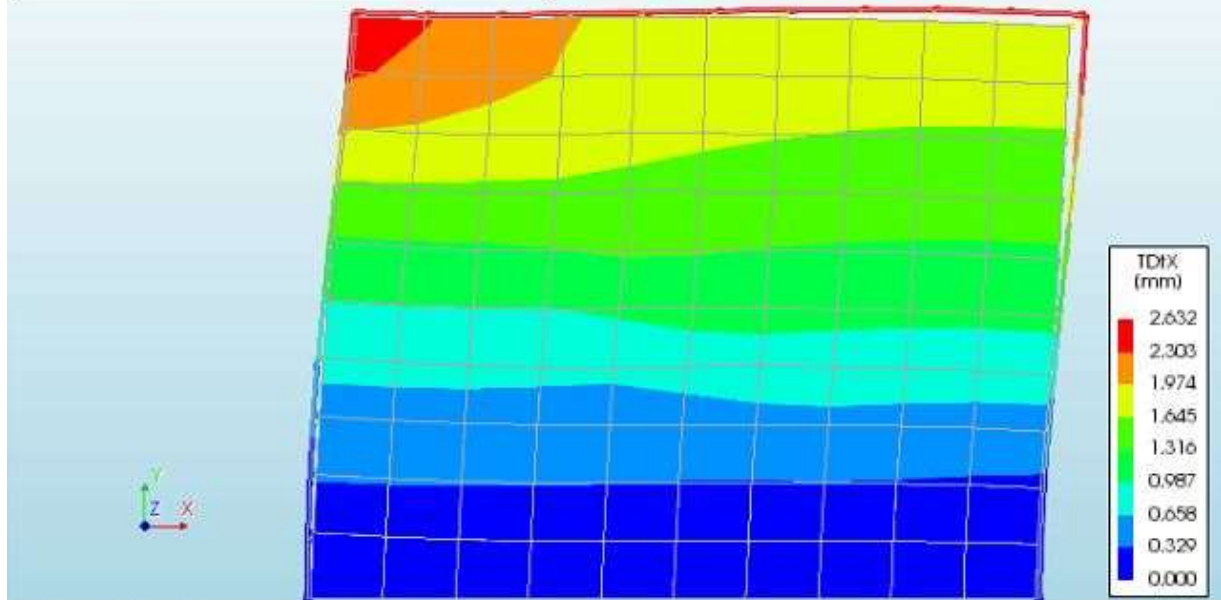


Ilustración 81: Desplazamiento en dirección X paso n°10

AnalysisDIANA
Phased 1, Load-step 52, Load-factor 0.92091
Total Displacements TDtX

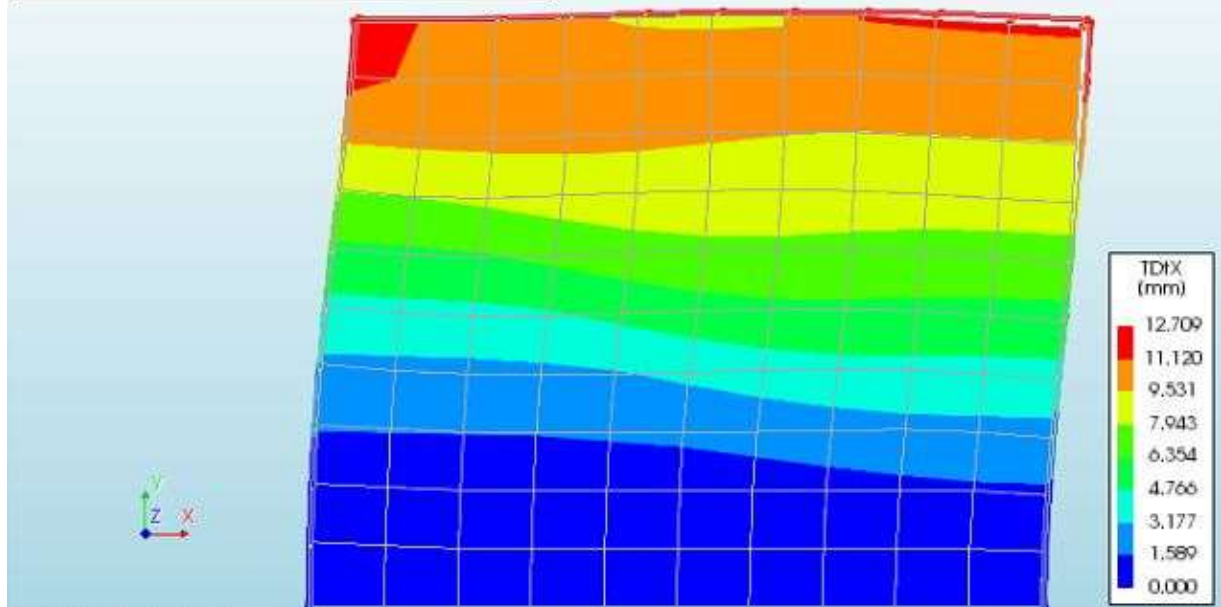


Ilustración 82: Desplazamiento en dirección X paso n°52

AnalysisDIANA
Phased 1, Load-step 53, Load-factor 0.90915
Total Displacements TDtX

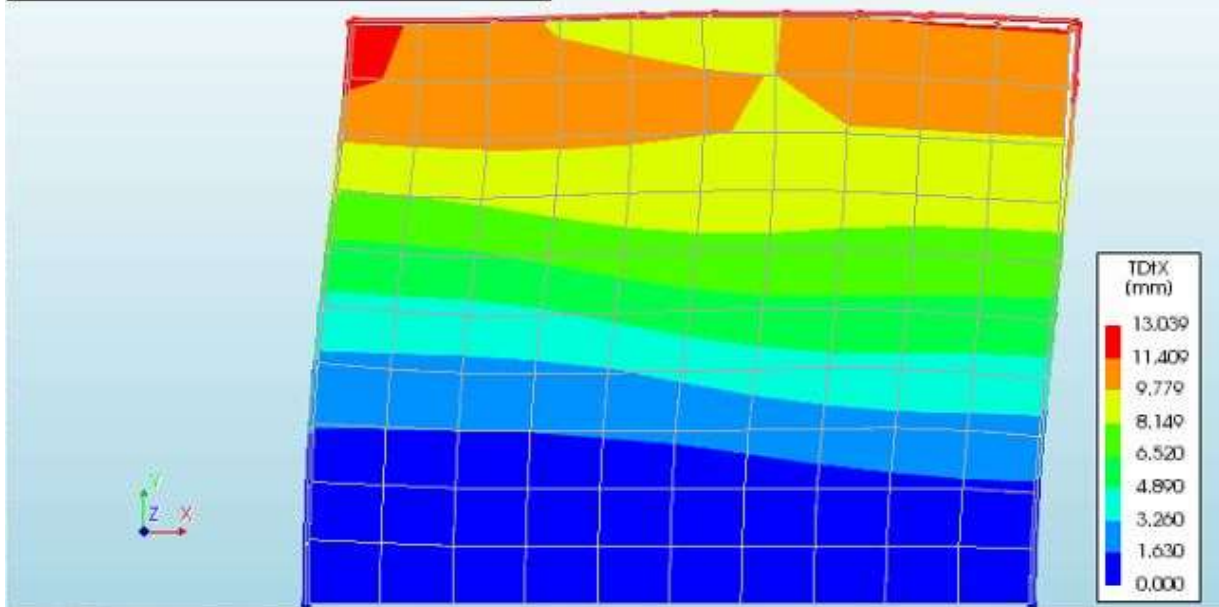


Ilustración 83: Desplazamiento en dirección X paso n°53

AnalysisDIANA
Phased 1, Load-step 54, Load-factor 0.86366
Total Displacements TDtX

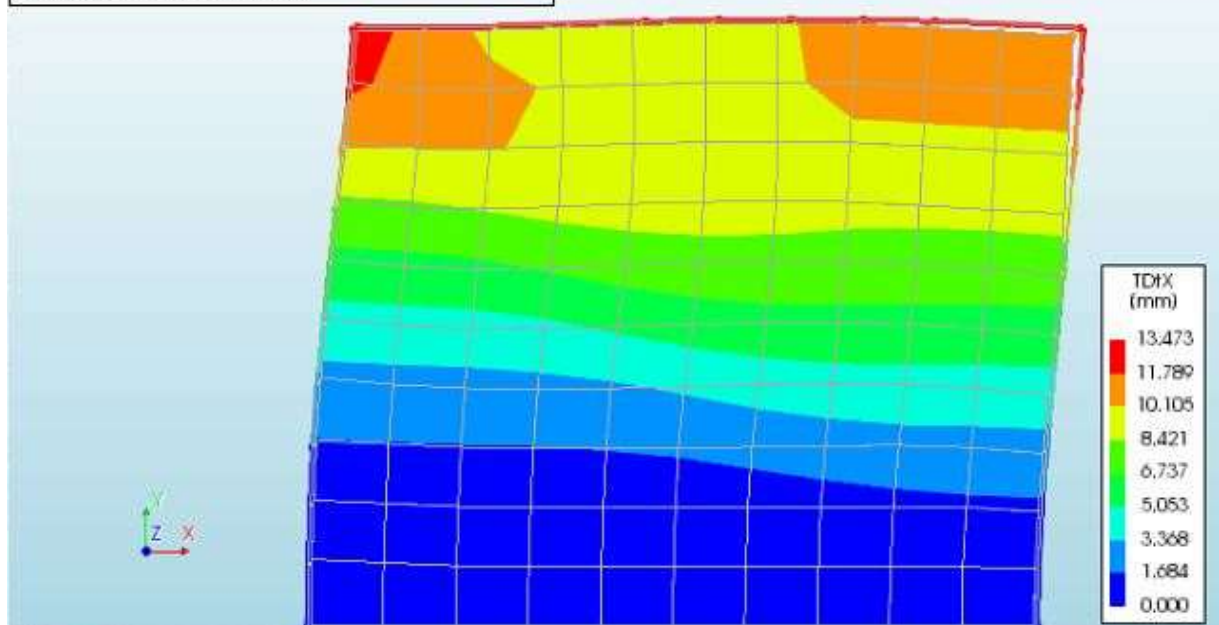


Ilustración 84: Desplazamiento en dirección X paso n°54

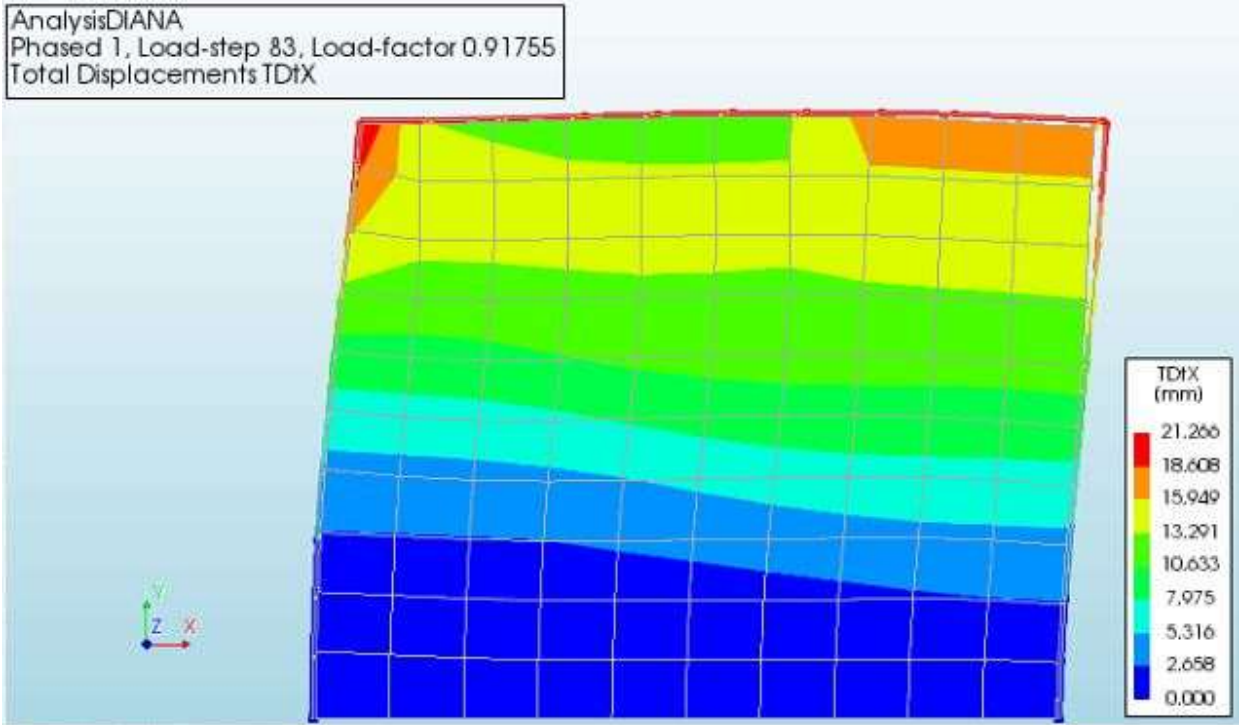


Ilustración 85: Desplazamiento en dirección X paso n°83

D.2 Marco con conectores cada 2 hiladas

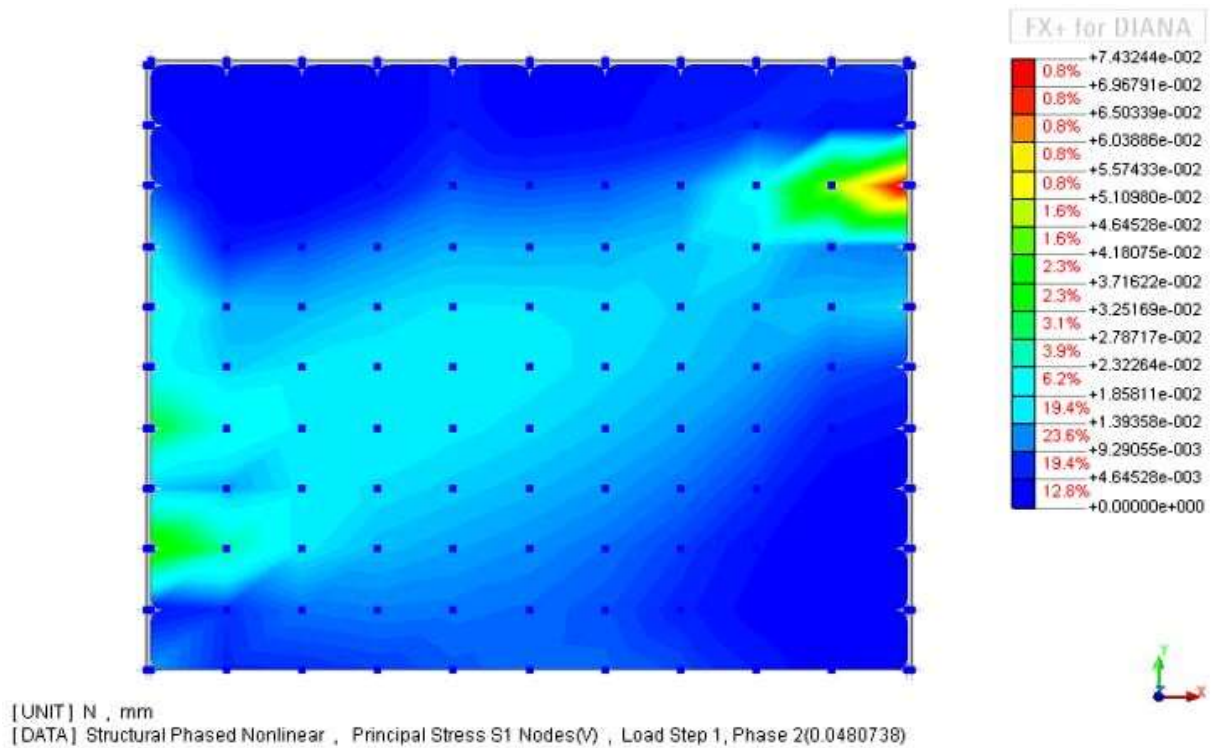
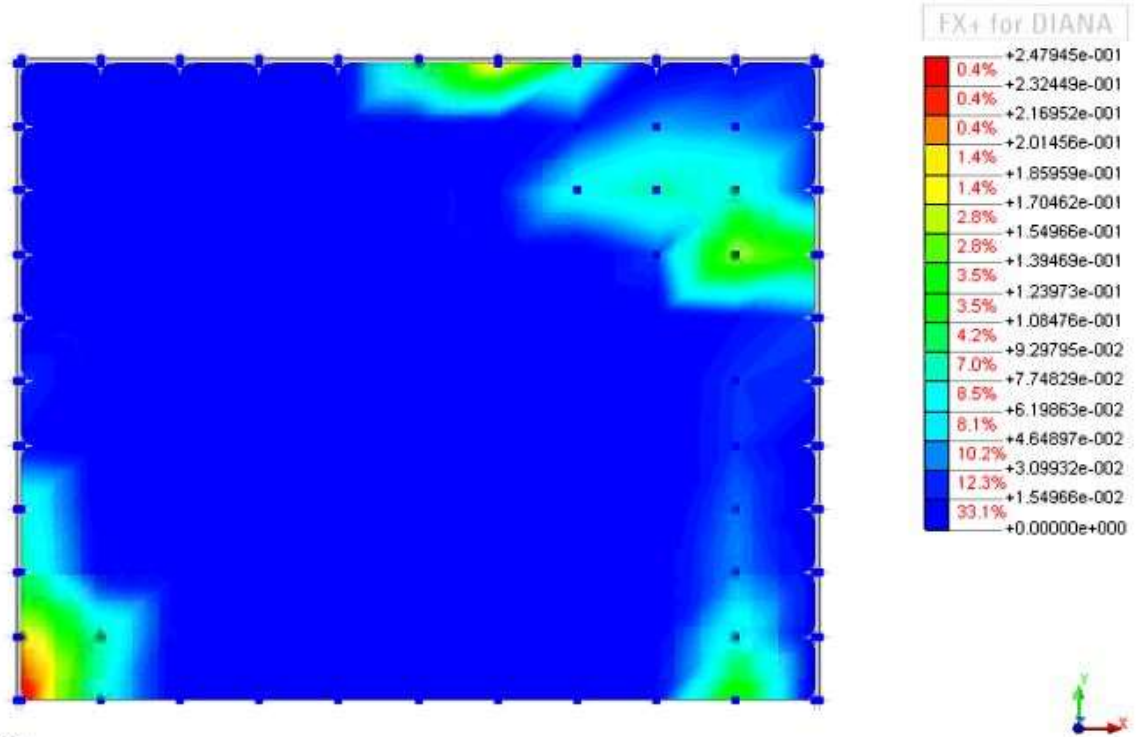
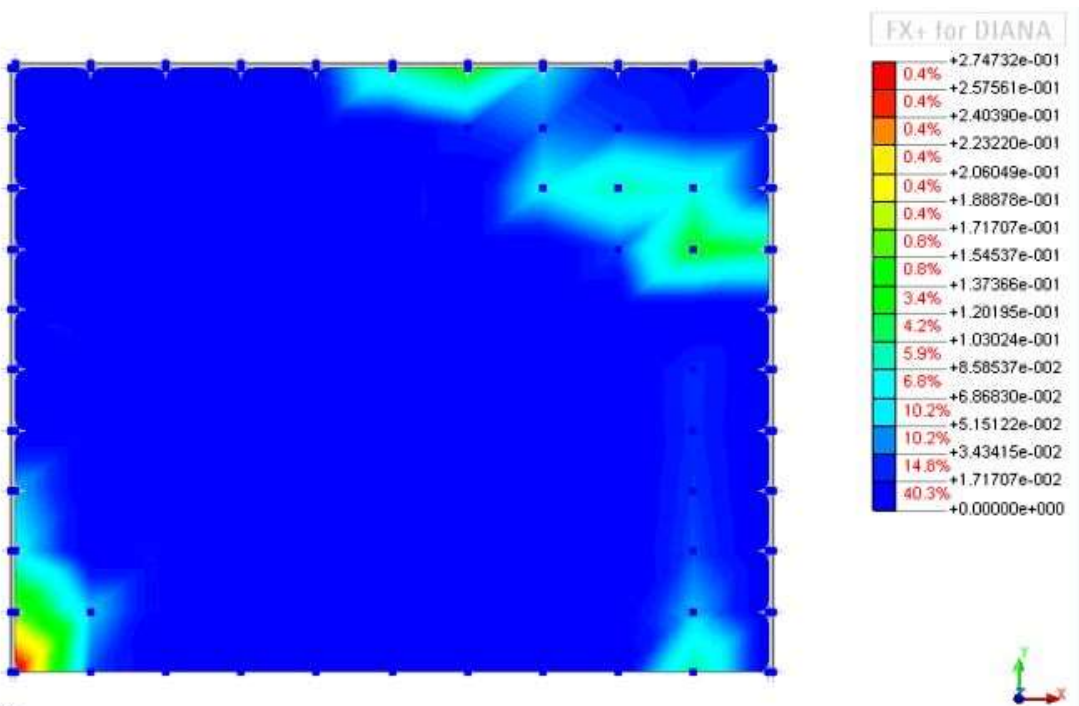


Ilustración 86: Tensiones Sxx paso n°1



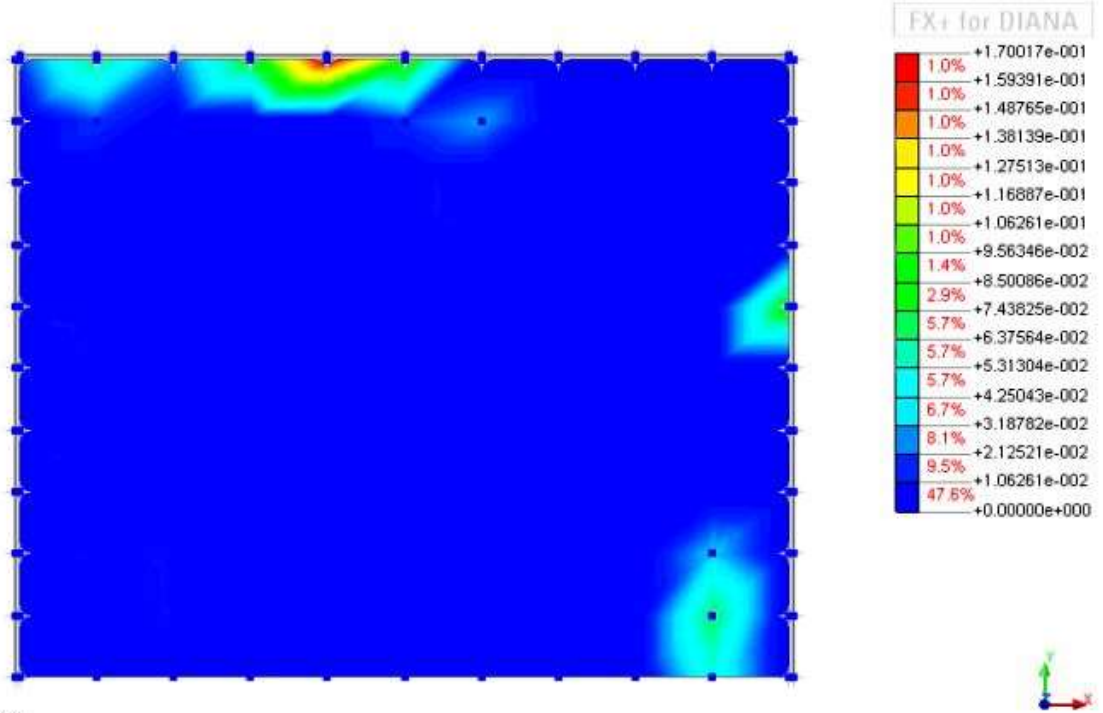
[UNIT] N , mm
 [DATA] Structural Phased Nonlinear , Principal Stress S1 Nodes(V) , Load Step 152, Phase 2(1.33556)

Ilustración 87: Tensiones Sxx paso n°152



[UNIT] N , mm
 [DATA] Structural Phased Nonlinear , Principal Stress S1 Nodes(V) , Load Step 281, Phase 2(1.51825)

Ilustración 88: Tensiones Sxx paso n°281



[UNIT] N , mm
 [DATA] Structural Phased Nonlinear , Principal Stress S1 Nodes(V) , Load Step 780, Phase 2(0.0958939)

Ilustración 89: Tensiones Sxx paso n°780

AnalysisDesplazamiento
 Phased 1, Load-step 10, Load-factor 0.44600
 Total Displacements TDtX

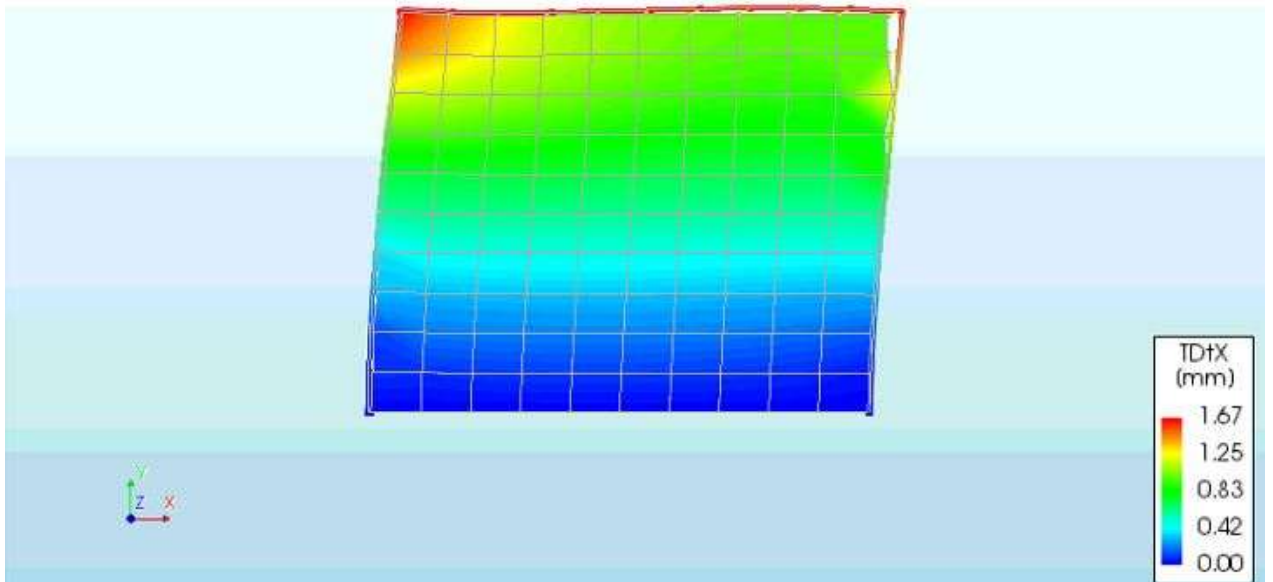


Ilustración 90: Desplazamiento en dirección X paso n°10

AnalysisDesplazamiento
Phased 1, Load-step 110, Load-factor 1.2523
Total Displacements TDtX

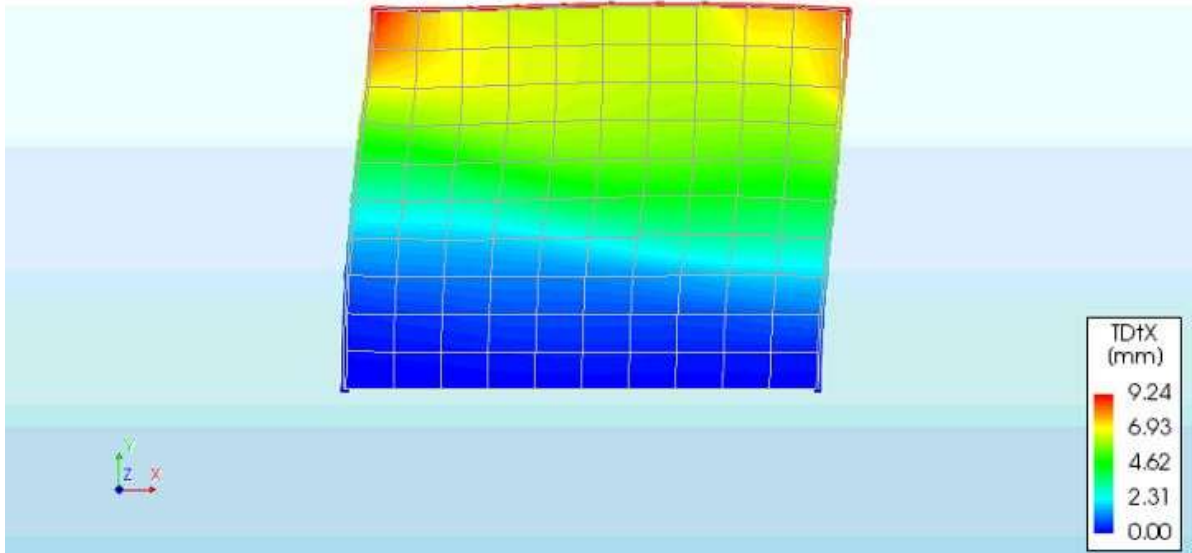


Ilustración 91: Desplazamiento en dirección X paso n°110

AnalysisDesplazamiento
Phased 1, Load-step 400, Load-factor 1.1786
Total Displacements TDtX

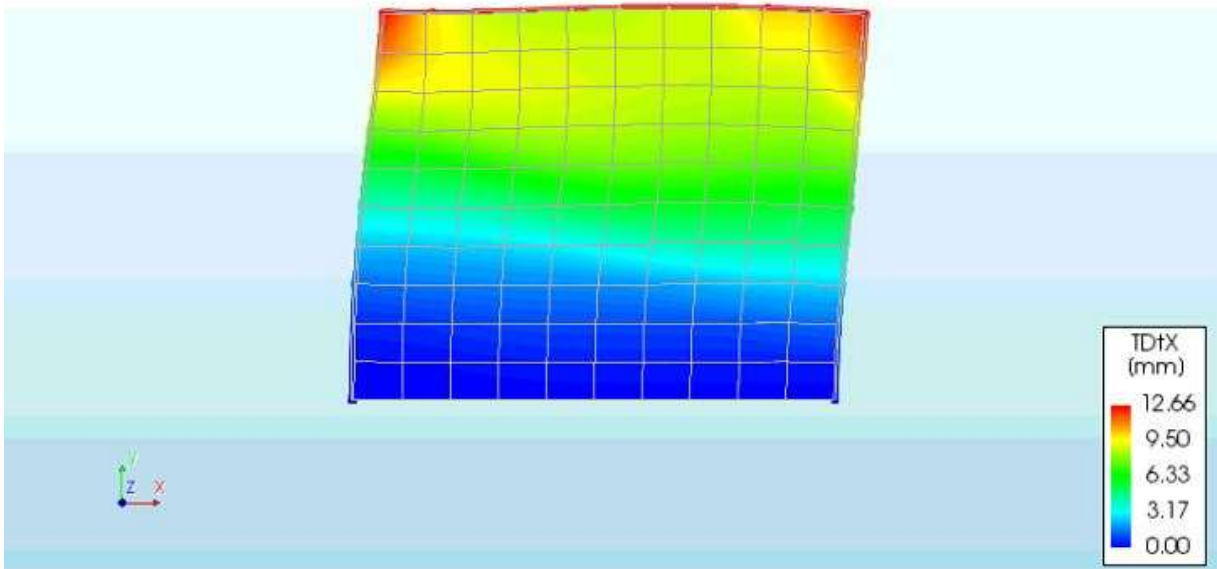


Ilustración 92: Desplazamiento en dirección X paso n°400

AnalysisDesplazamiento
 Phased 1, Load-step 780, Load-factor 0.95894E-01
 Total Displacements TDtX

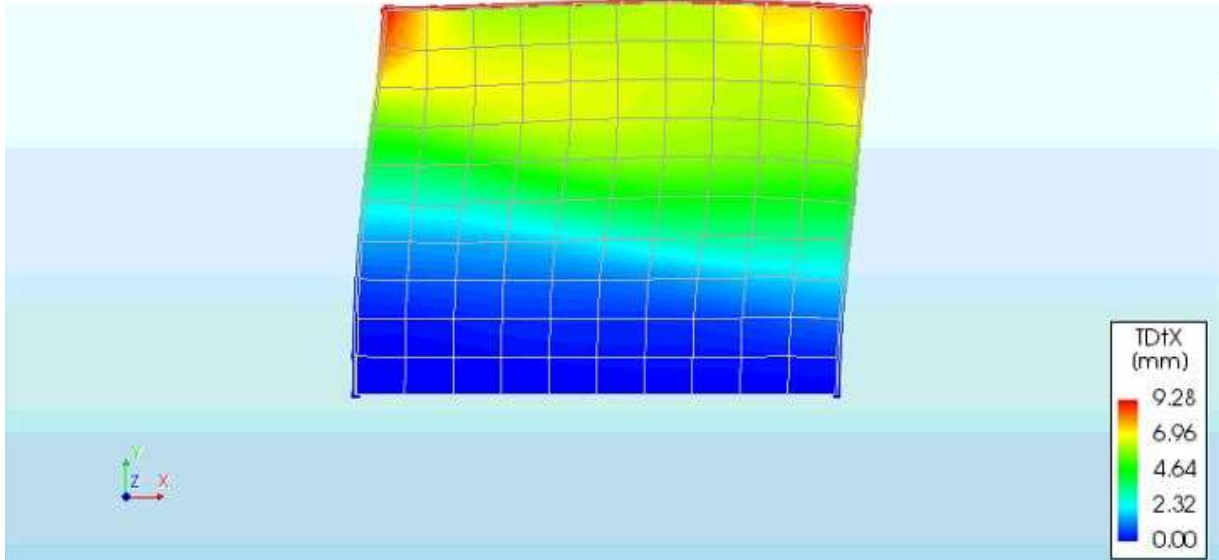


Ilustración 93: Desplazamiento en dirección X paso n°780

D.3 Marco con conectores cada 4 hiladas

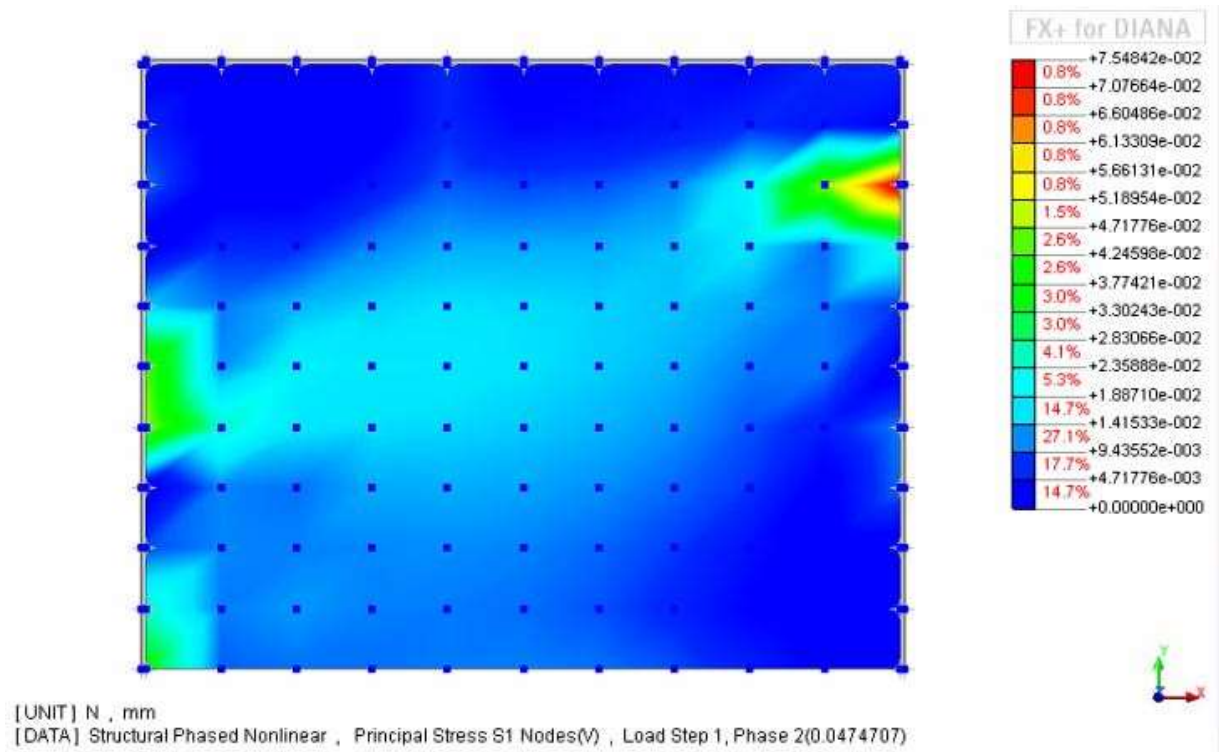


Ilustración 94: Tensiones Sxx paso n°1

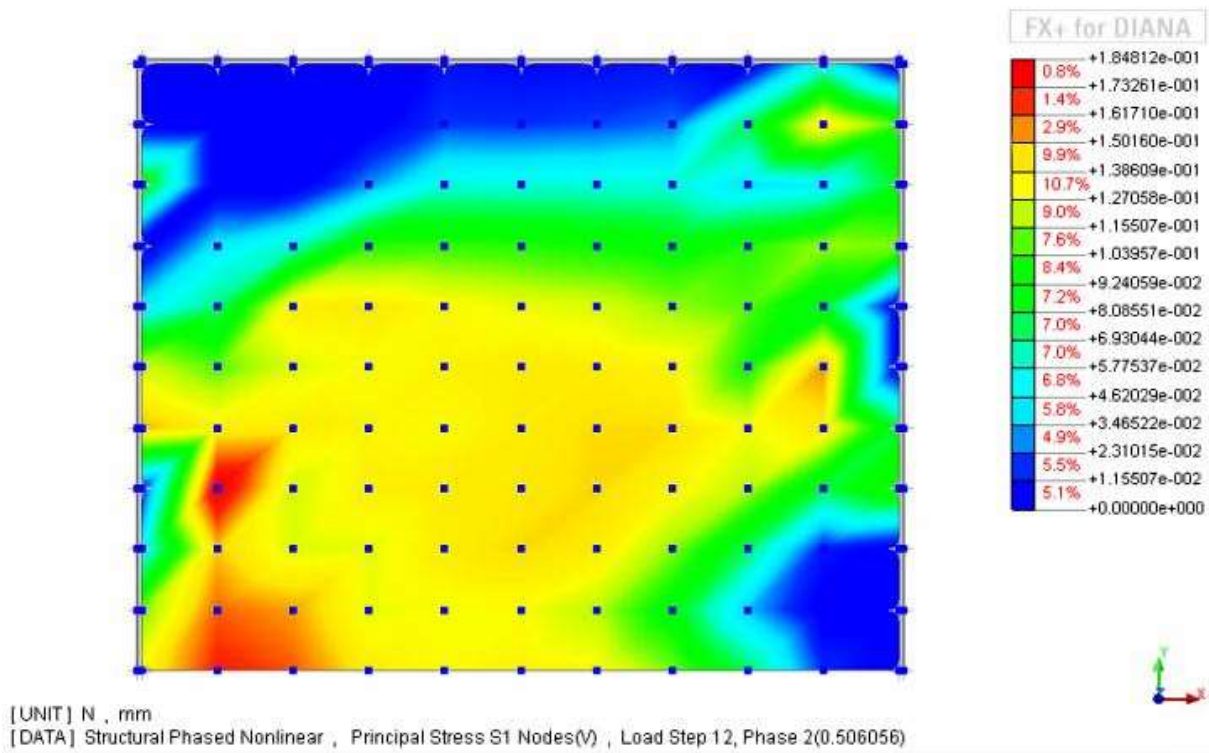


Ilustración 95: Tensiones Sxx paso n°12

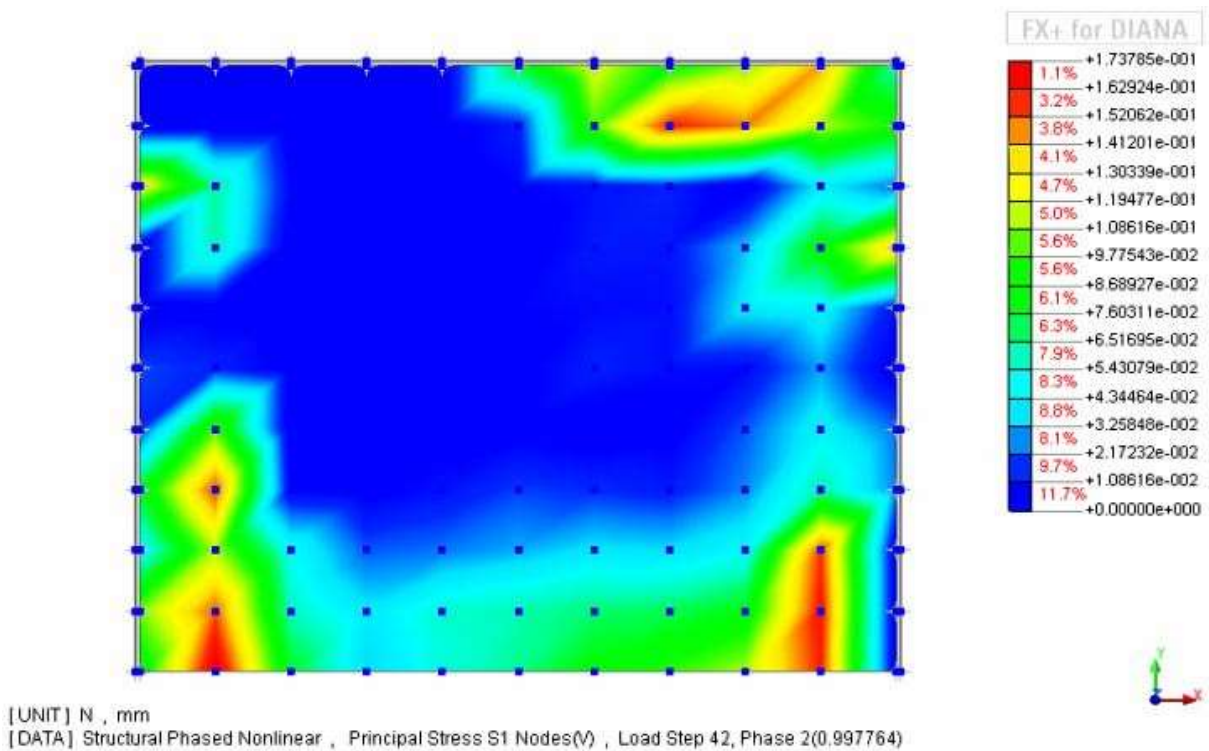


Ilustración 96: Tensiones Sxx paso n°42

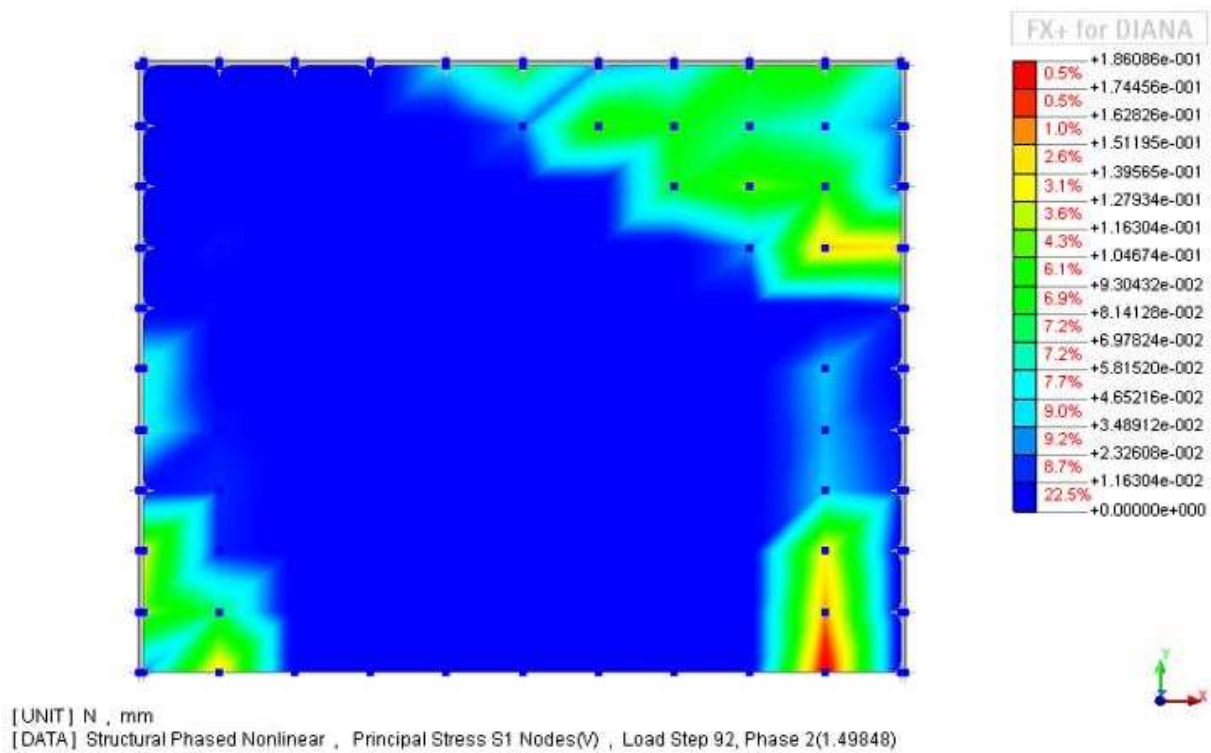


Ilustración 97: Tensiones Sxx paso n°92

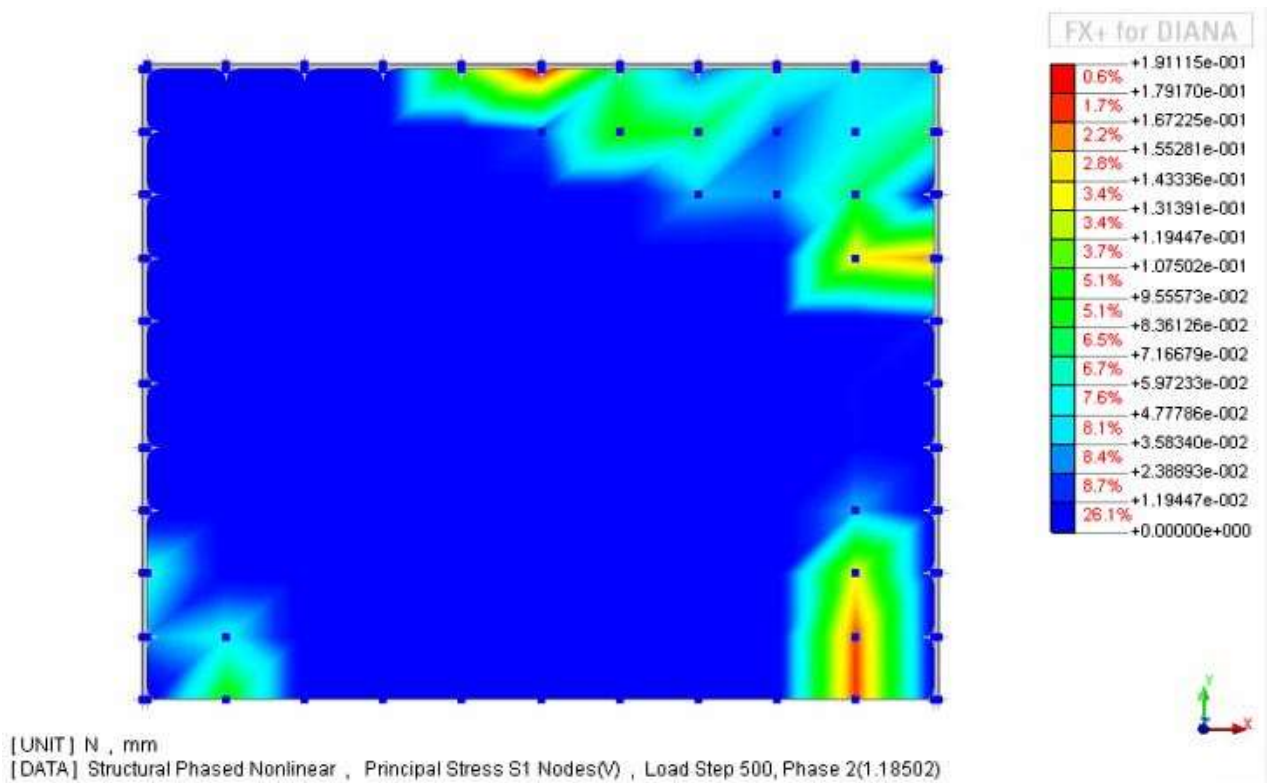


Ilustración 98: Tensiones Sxx paso n°500

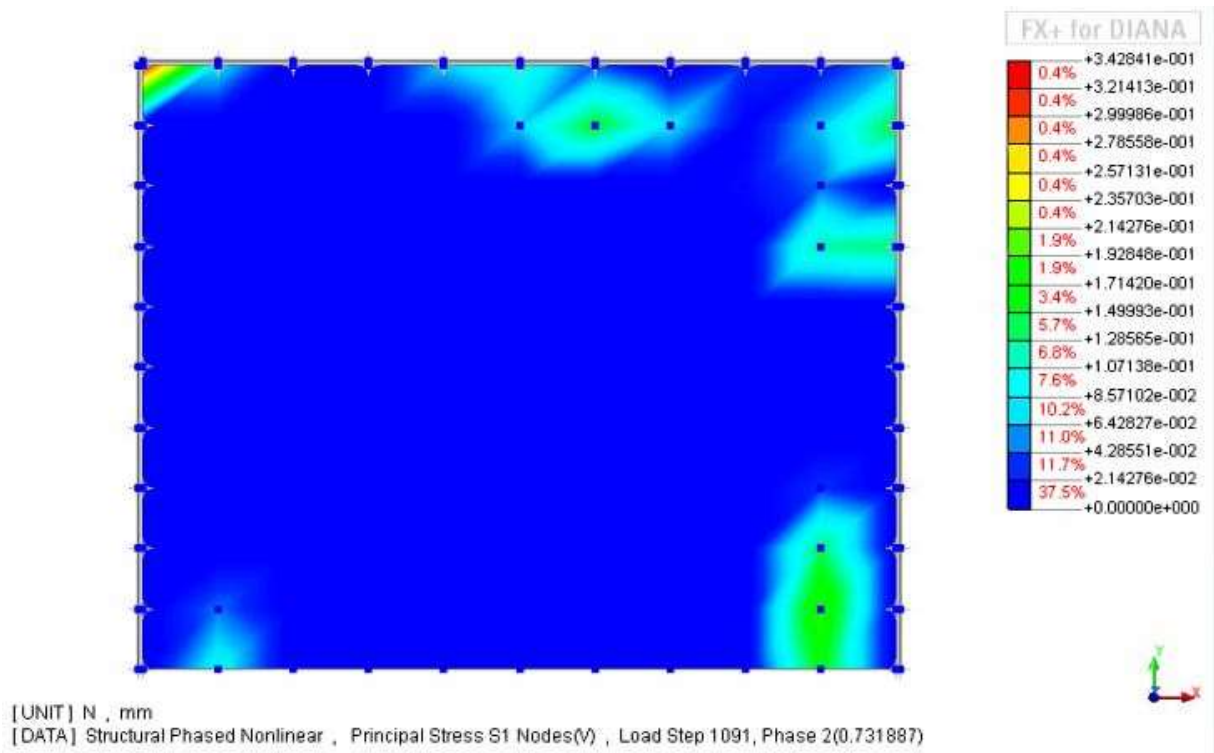


Ilustración 99: Tensiones Sxx paso n°1091

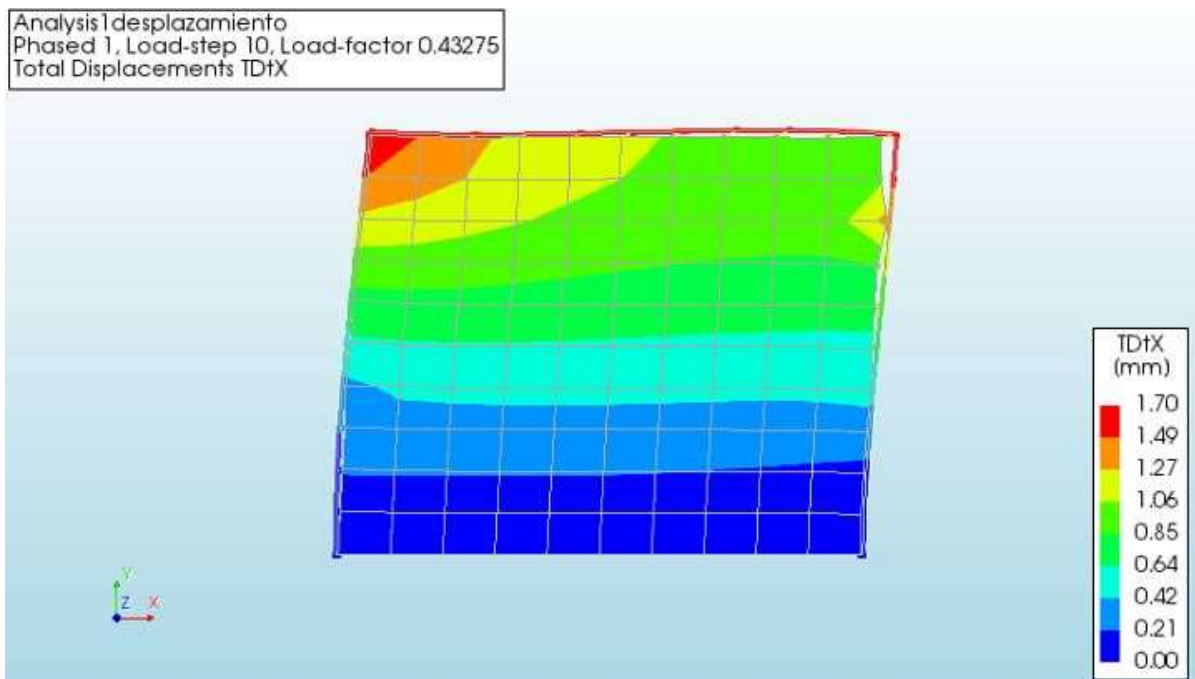


Ilustración 100: Desplazamiento en dirección X paso n°10

Analysis 1 desplazamiento
Phased 1, Load-step 92, Load-factor 1.4985
Total Displacements TDtX

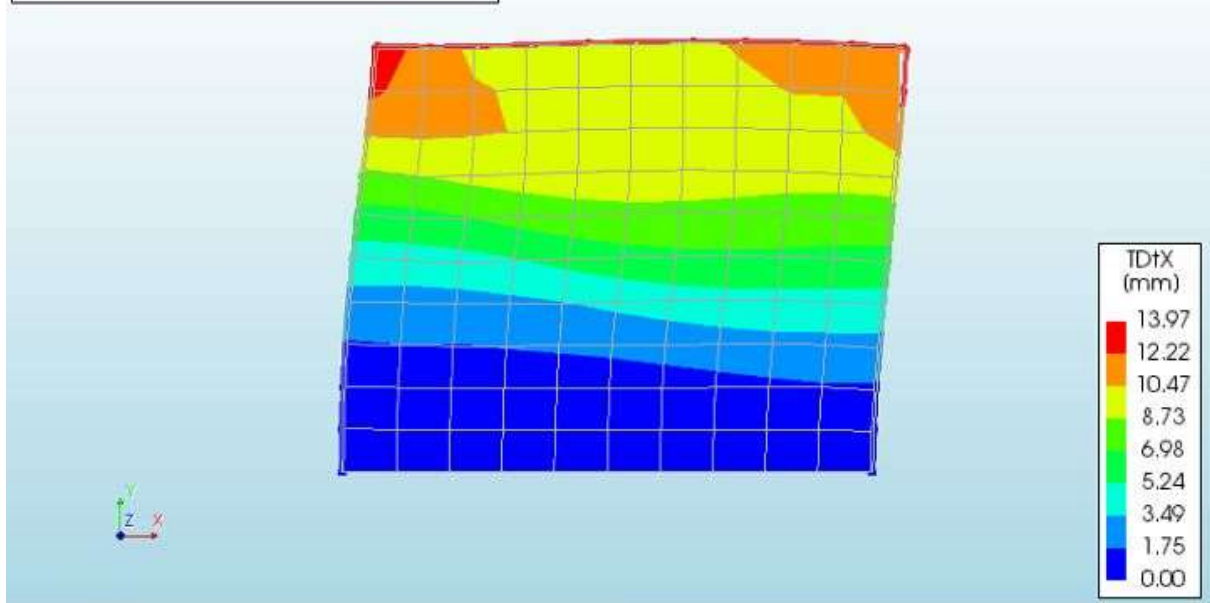


Ilustración 101: Desplazamiento en dirección X paso n°92

Analysis 1 desplazamiento
Phased 1, Load-step 93, Load-factor 1.4976
Total Displacements TDtX

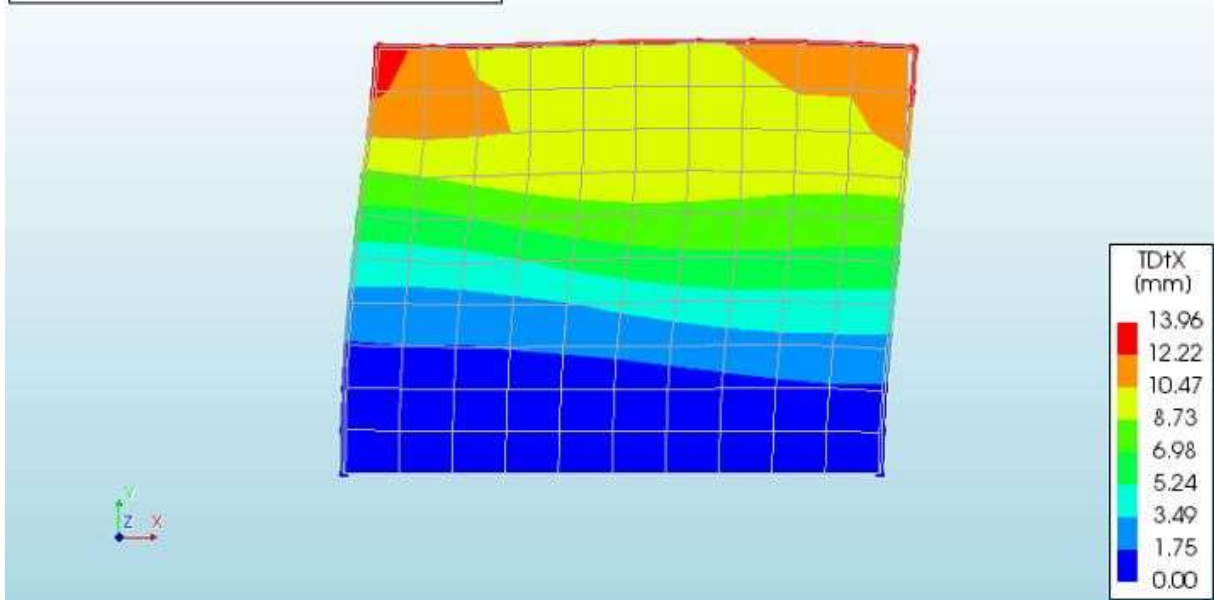


Ilustración 102: Desplazamiento en dirección X paso n°93

Analysis | desplazamiento
Phased 1, Load-step 519, Load-factor 1.1704
Total Displacements TDtX

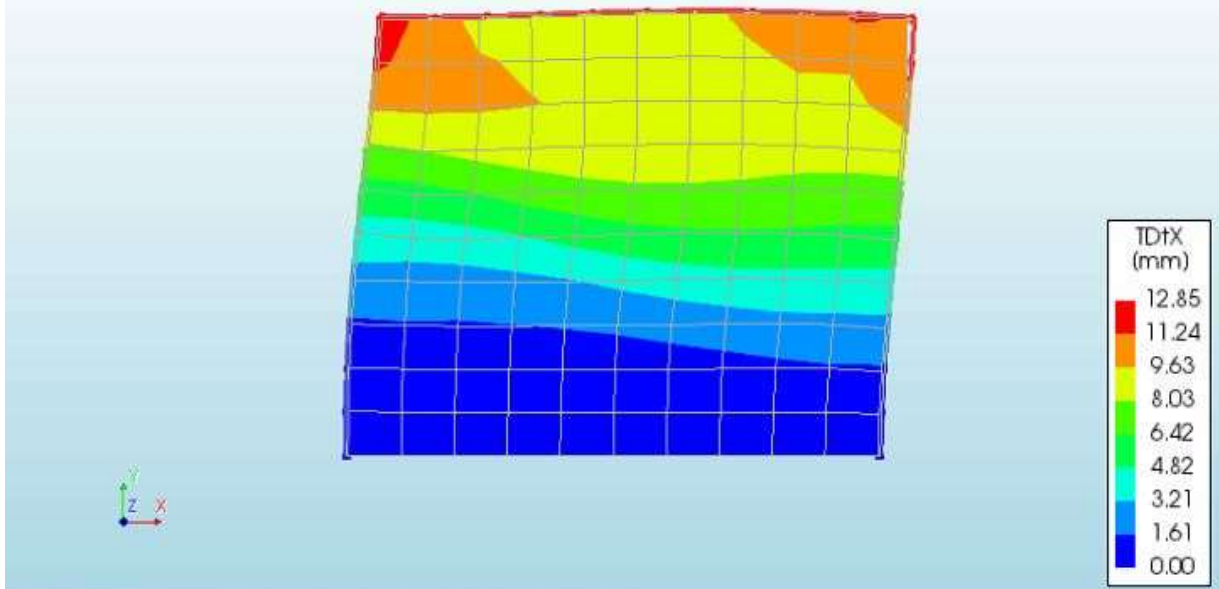


Ilustración 103: Desplazamiento en dirección X paso n°519

Analysis | desplazamiento
Phased 1, Load-step 1091, Load-factor 0.73189
Total Displacements TDtX

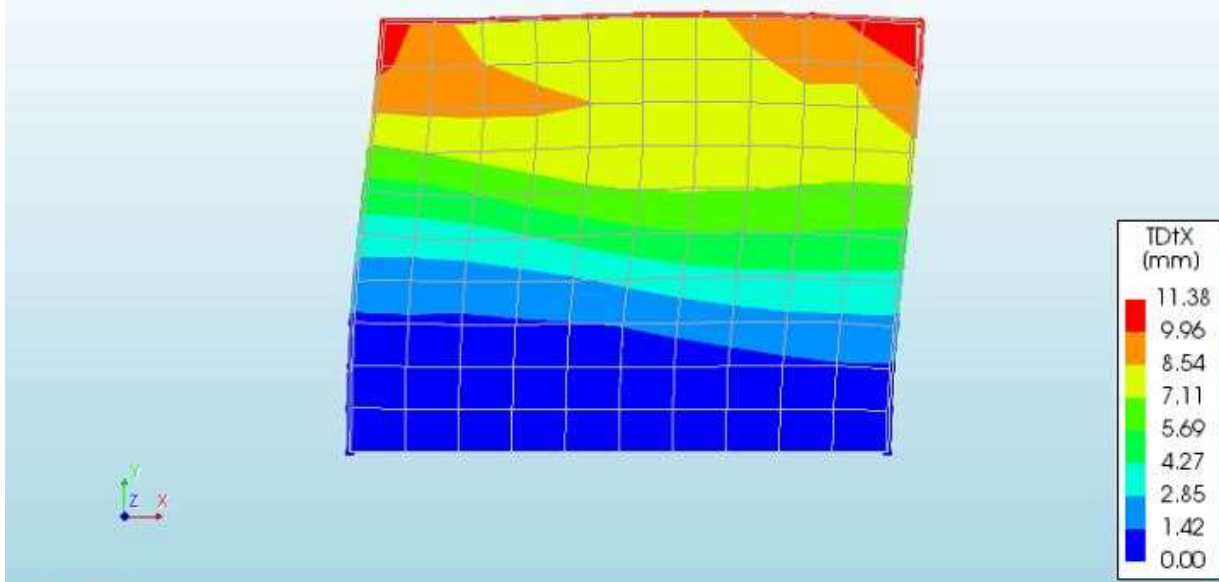


Ilustración 104: Desplazamiento en dirección X paso n°1091

D.4 Marco con refuerzo horizontal cada 2 hiladas

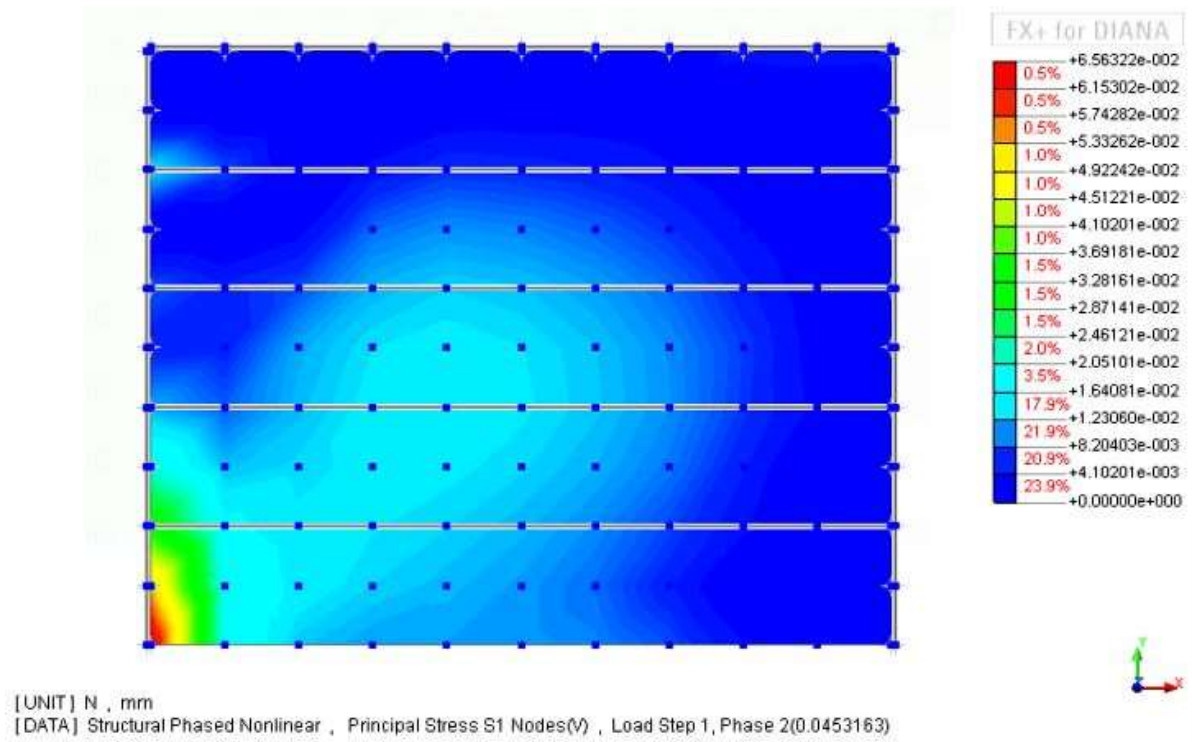


Ilustración 105: Tensiones Sxx paso n°1

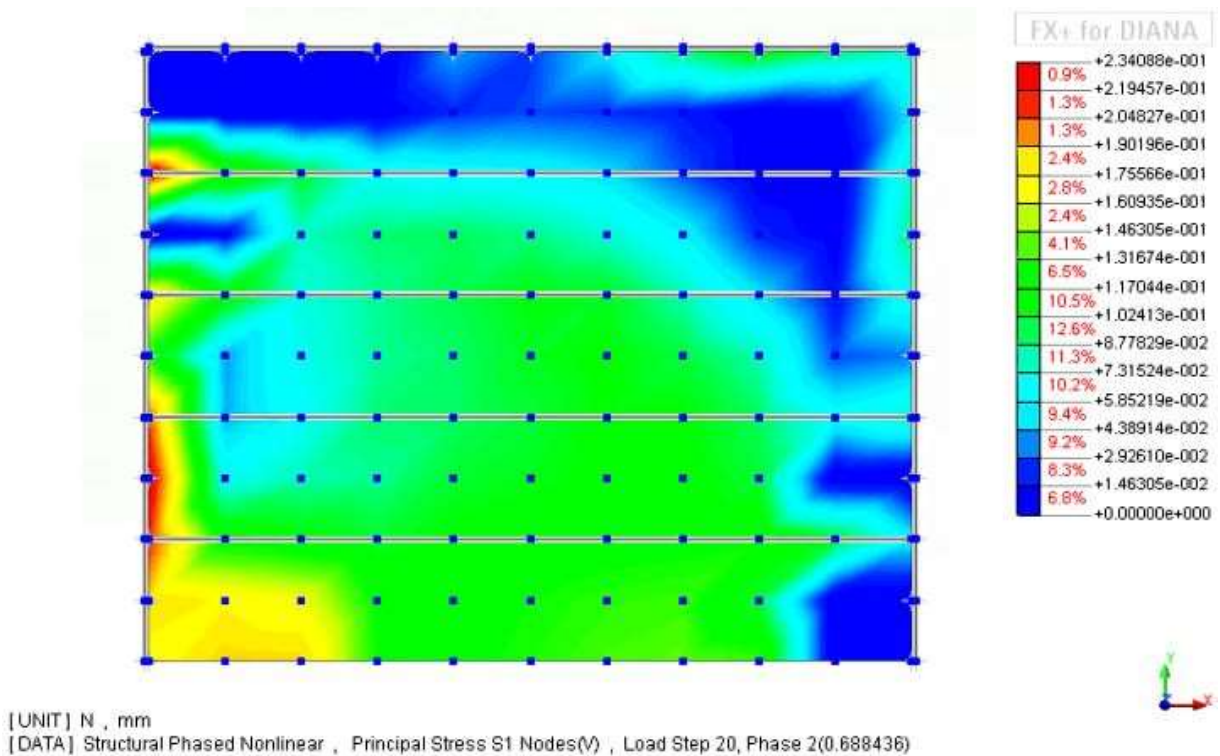


Ilustración 106: Tensiones Sxx paso n°20

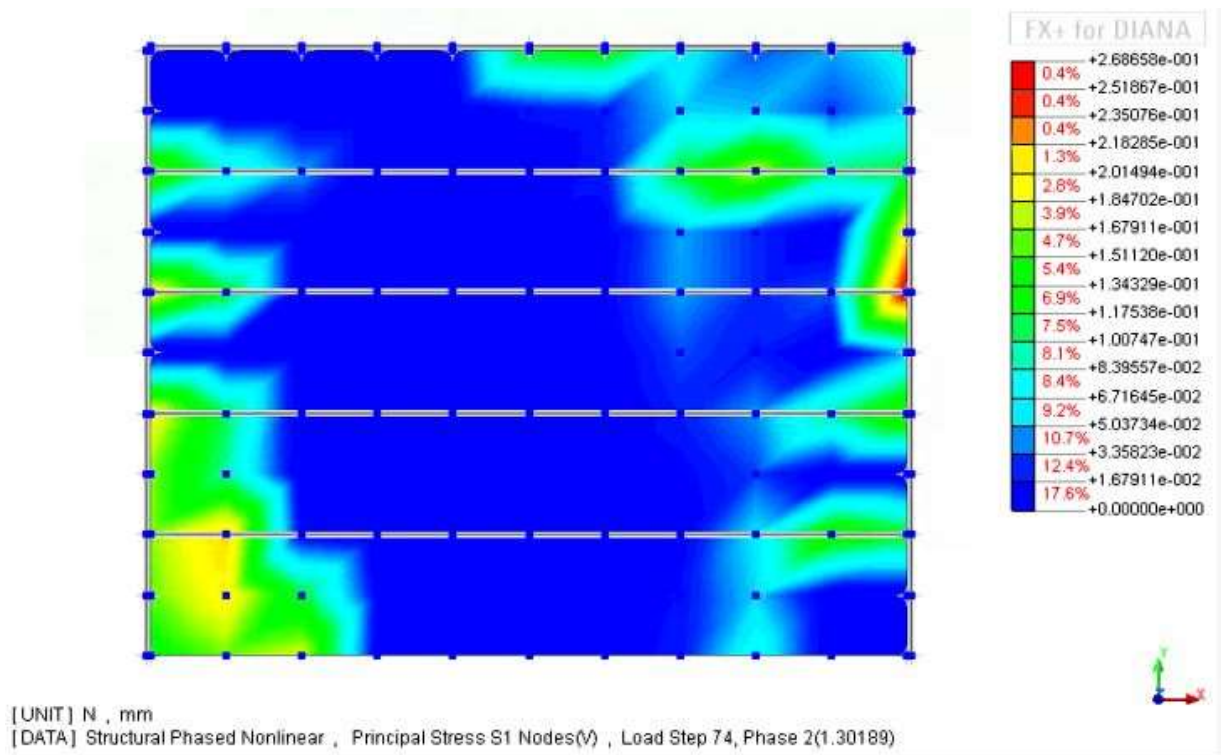


Ilustración 107: Tensiones Sxx paso n°74

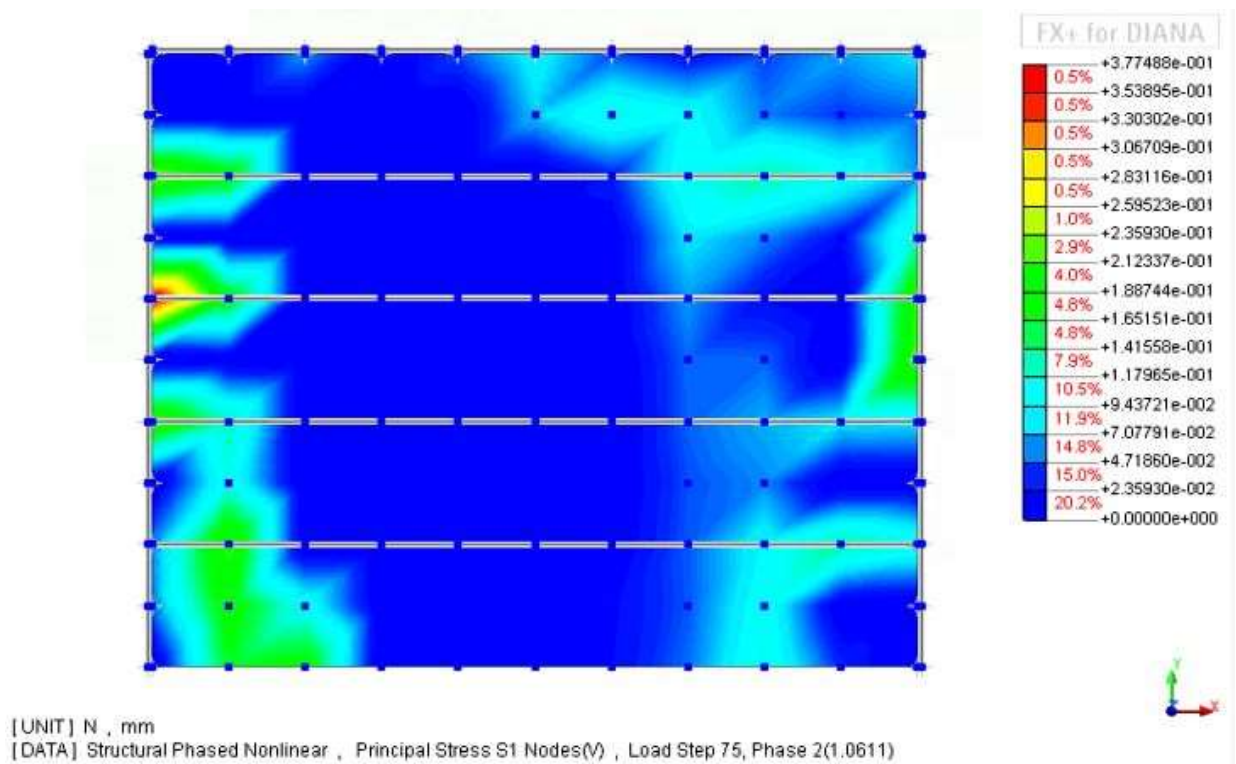
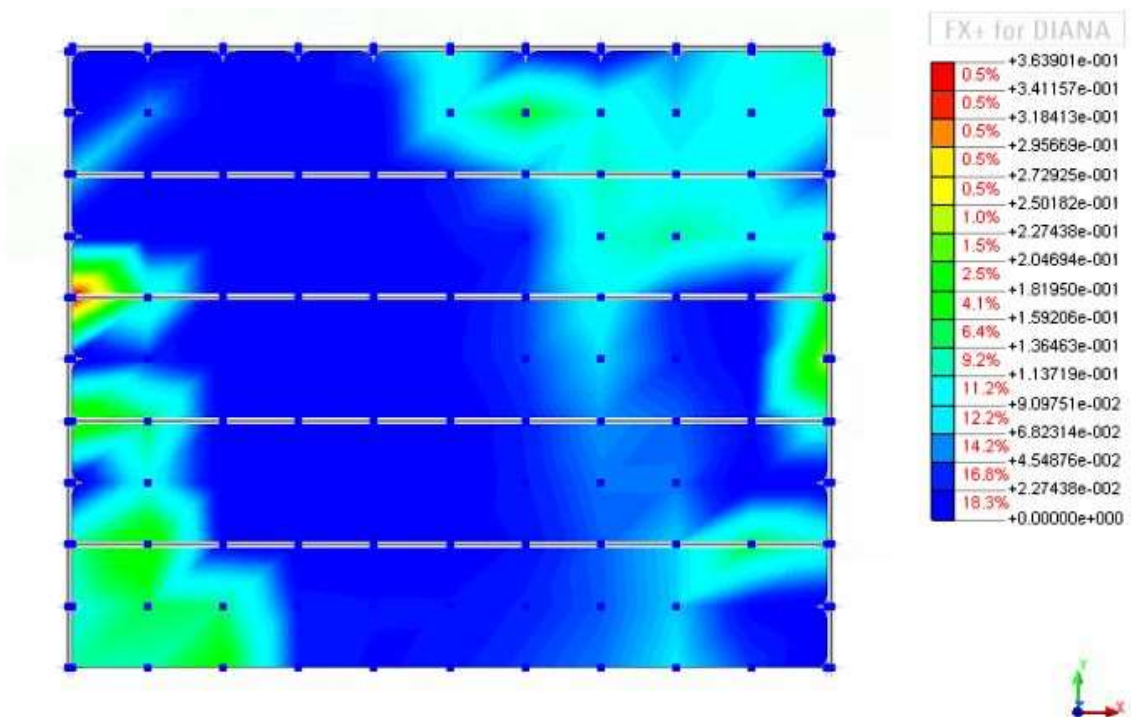


Ilustración 108: Tensiones Sxx paso n°75



[UNIT] N , mm
 [DATA] Structural Phased Nonlinear , Principal Stress S1 Nodes(V) , Load Step 147, Phase 2(1.17827)

Ilustración 109: Tensiones Sxx paso n°147

Analysis3DIANA
 Phased 1, Load-step 1, Load-factor 0.45316E-01
 Total Displacements TDtX

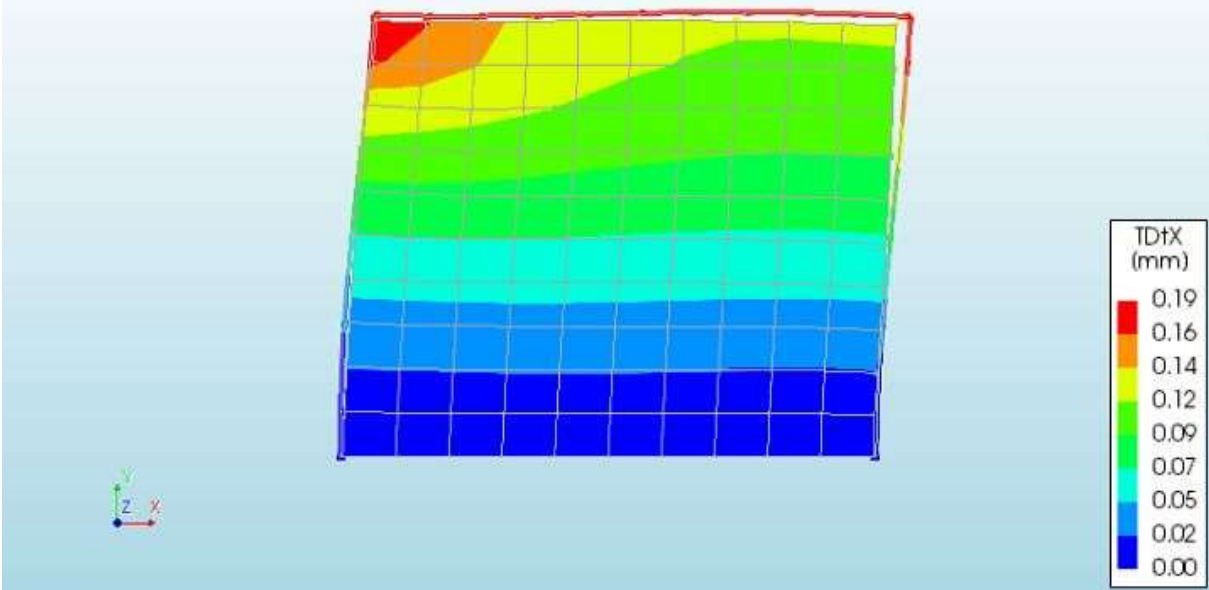


Ilustración 110: Desplazamiento en dirección X paso n°1

Analysis3DIANA
Phased 1, Load-step 74, Load-factor 1.3019
Total Displacements TDtX

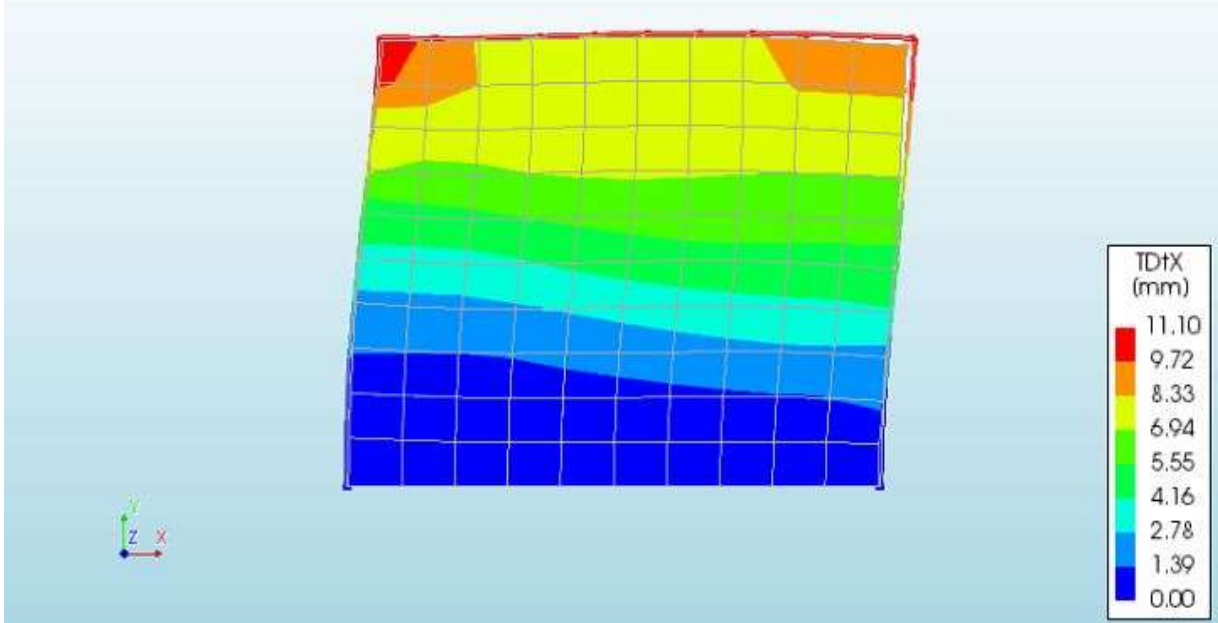


Ilustración 111: Desplazamiento en dirección X paso n°74

Analysis3DIANA
Phased 1, Load-step 75, Load-factor 1.0611
Total Displacements TDtX

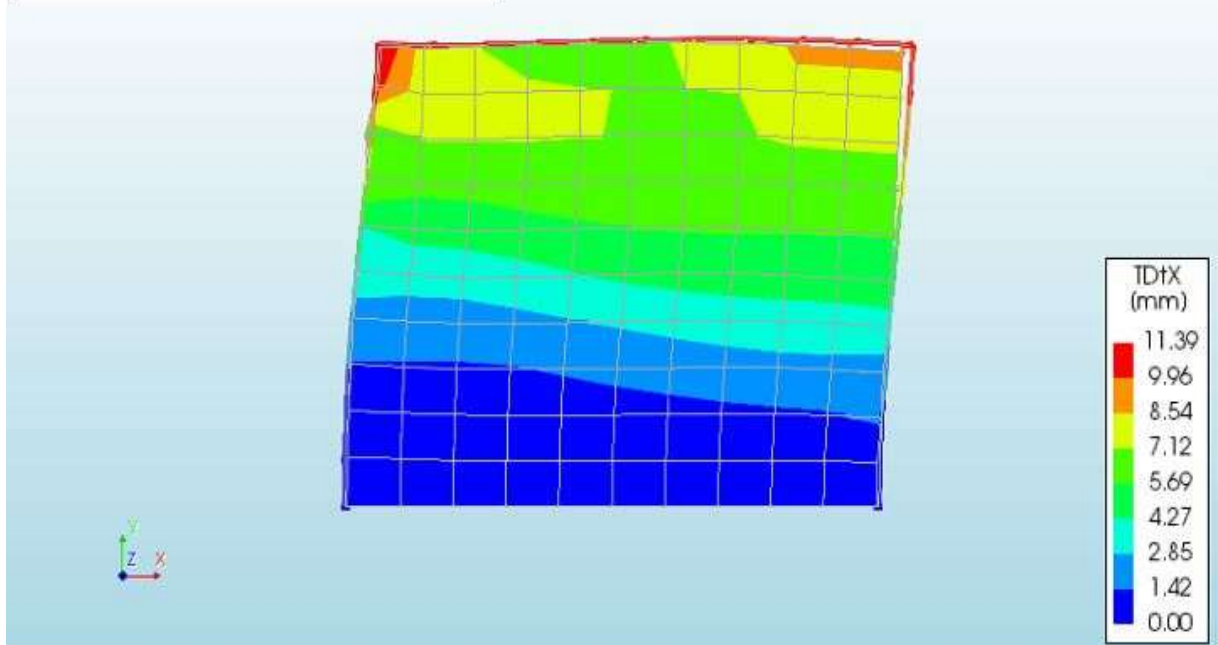


Ilustración 112: Desplazamiento en dirección X paso n°75

Analysis3DIANA
 Phased 1, Load-step 146, Load-factor 1.1782
 Total Displacements TDtX

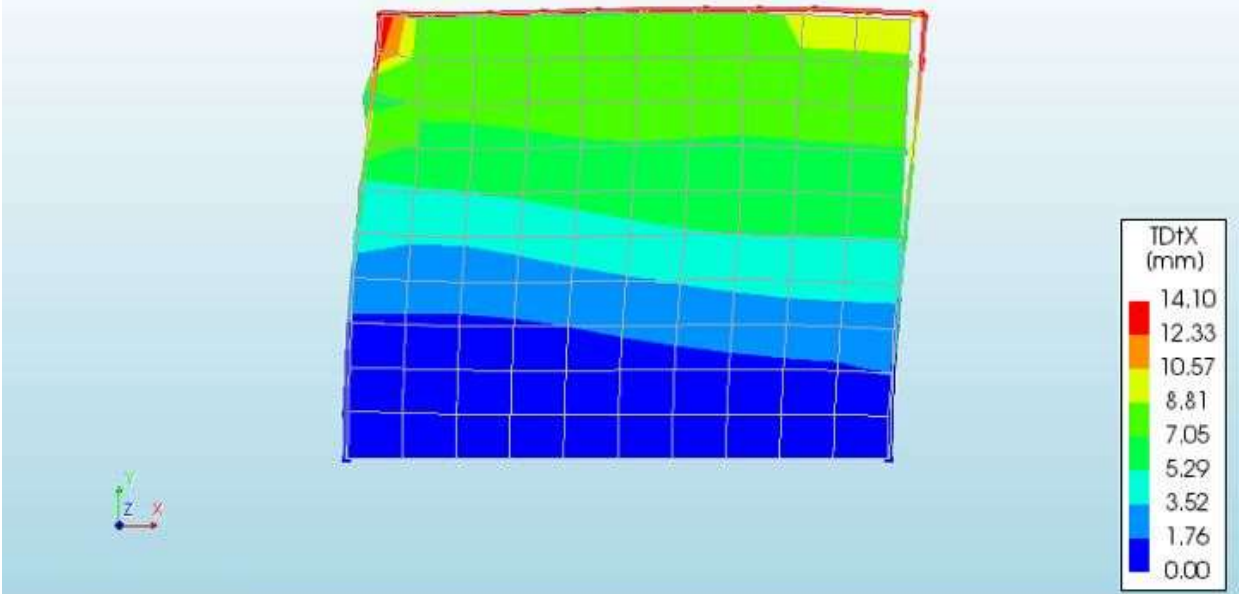


Ilustración 113: Desplazamiento en dirección X paso n°146

D.5 Marco con refuerzo horizontal cada 4 hiladas

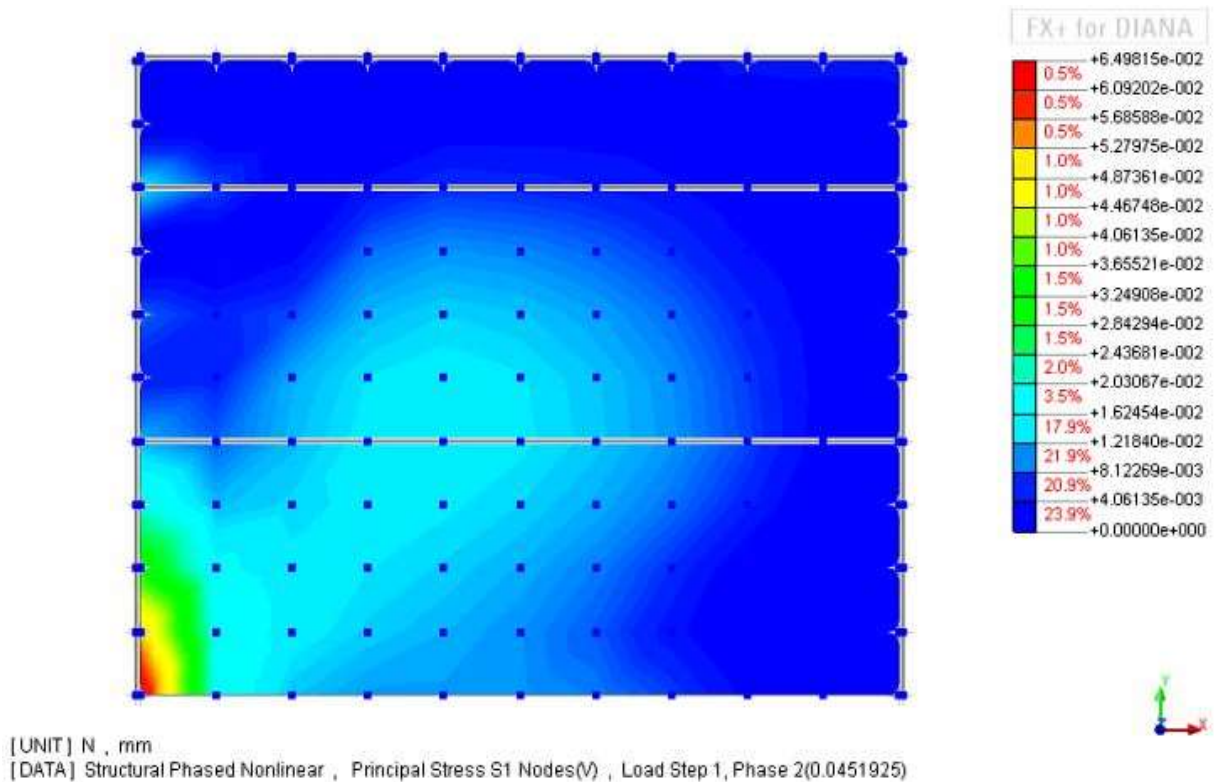
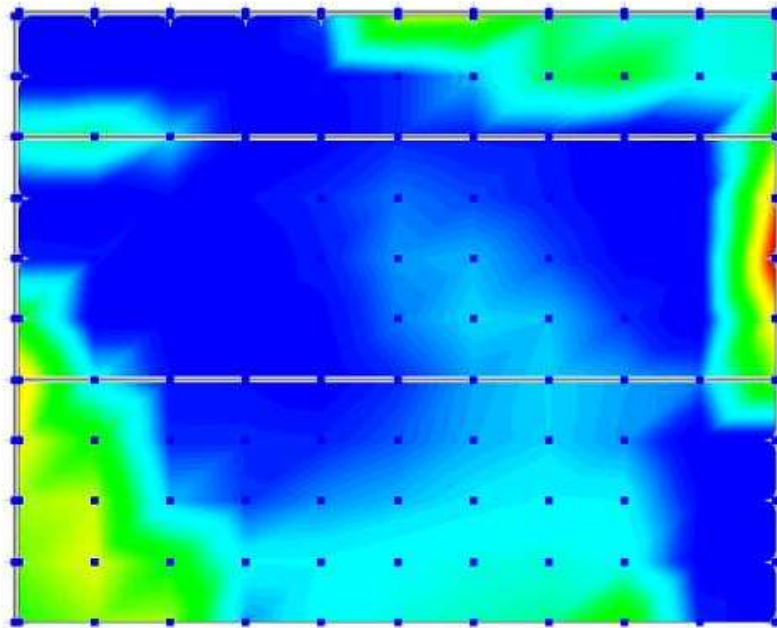


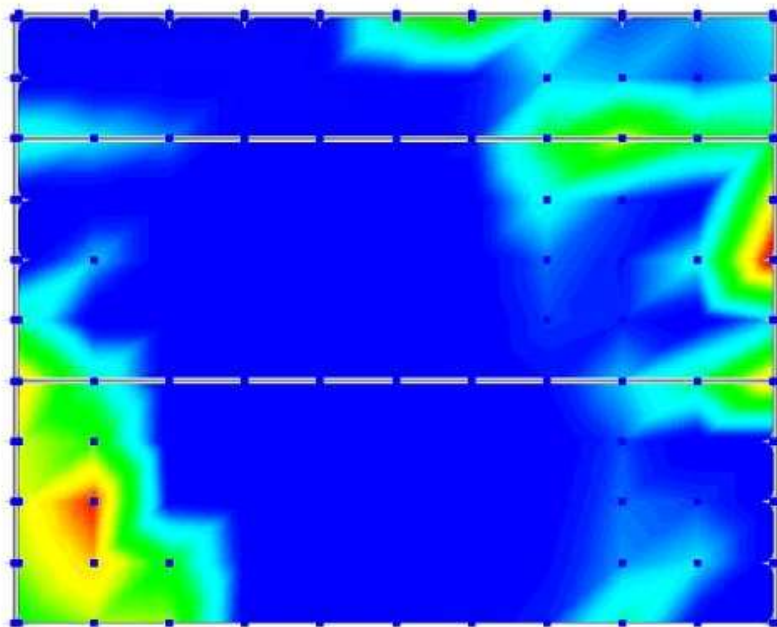
Ilustración 114: Tensiones Sxx paso n°1



FX+ for DIANA	
0.5%	+2.82368e-001
0.5%	+2.64720e-001
0.7%	+2.47072e-001
1.4%	+2.29424e-001
1.7%	+2.11776e-001
3.8%	+1.94128e-001
4.3%	+1.76480e-001
5.0%	+1.58832e-001
5.4%	+1.41184e-001
6.6%	+1.23536e-001
8.0%	+1.05888e-001
8.0%	+8.82400e-002
9.7%	+7.05920e-002
11.3%	+5.29440e-002
13.5%	+3.52960e-002
14.7%	+1.76480e-002
13.0%	+0.00000e+000

[UNIT] N , mm
 [DATA] Structural Phased Nonlinear , Principal Stress S1 Nodes(V) , Load Step 40, Phase 2(0.962788)

Ilustración 115: Tensiones Sxx paso n°40



FX+ for DIANA	
0.4%	+2.55500e-001
1.3%	+2.38531e-001
1.6%	+2.23562e-001
2.7%	+2.07594e-001
2.9%	+1.91625e-001
4.0%	+1.75656e-001
4.2%	+1.59687e-001
4.5%	+1.43719e-001
4.9%	+1.27750e-001
5.4%	+1.11781e-001
6.7%	+9.58124e-002
7.6%	+7.98437e-002
10.0%	+6.38749e-002
11.8%	+4.79062e-002
12.7%	+3.19375e-002
19.0%	+1.59687e-002
	+0.00000e+000

[UNIT] N , mm
 [DATA] Structural Phased Nonlinear , Principal Stress S1 Nodes(V) , Load Step 554, Phase 2(1.32753)

Ilustración 116: Tensiones Sxx paso n°554

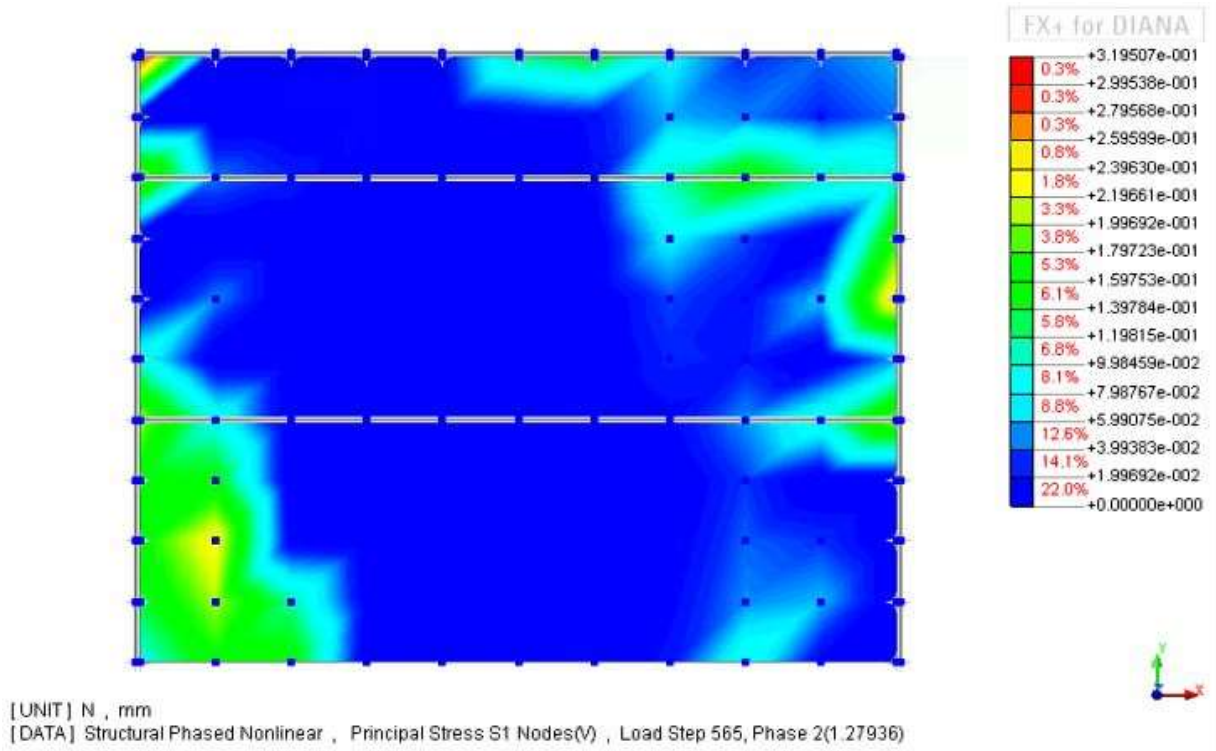


Ilustración 117: Tensiones Sxx paso n°565

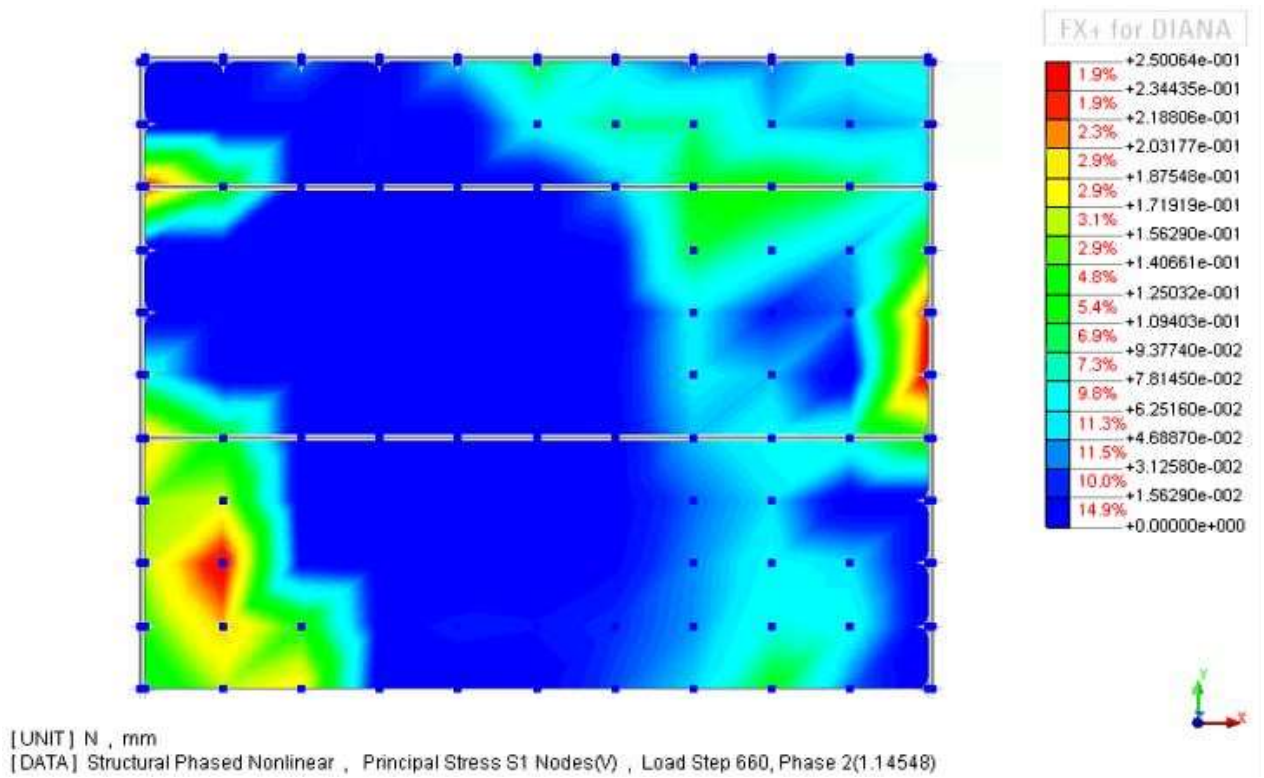
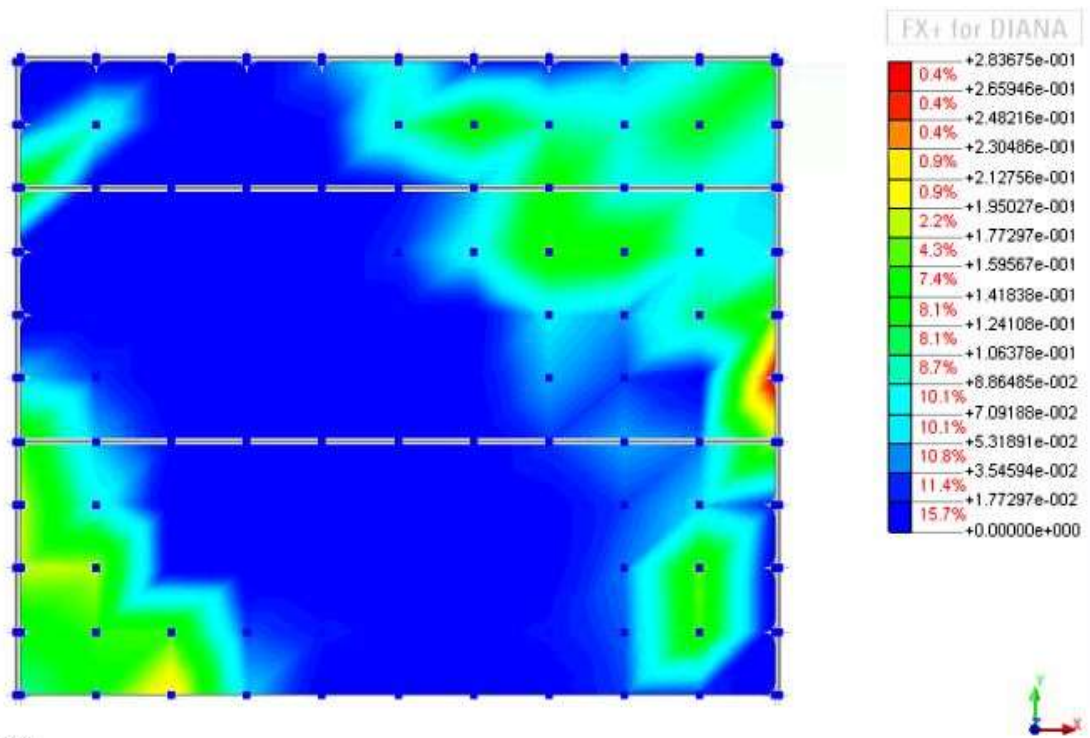


Ilustración 118: Tensiones Sxx paso n°660



[UNIT] N , mm
 [DATA] Structural Phased Nonlinear , Principal Stress S1 Nodes(V) , Load Step 1013, Phase 2(1.33345)
Ilustración 119: Tensiones Sxx paso n°1013

AnalysisDIANA Desplazamiento
 Phased 1, Load-step 1, Load-factor 0.45193E-01
 Total Displacements TdX

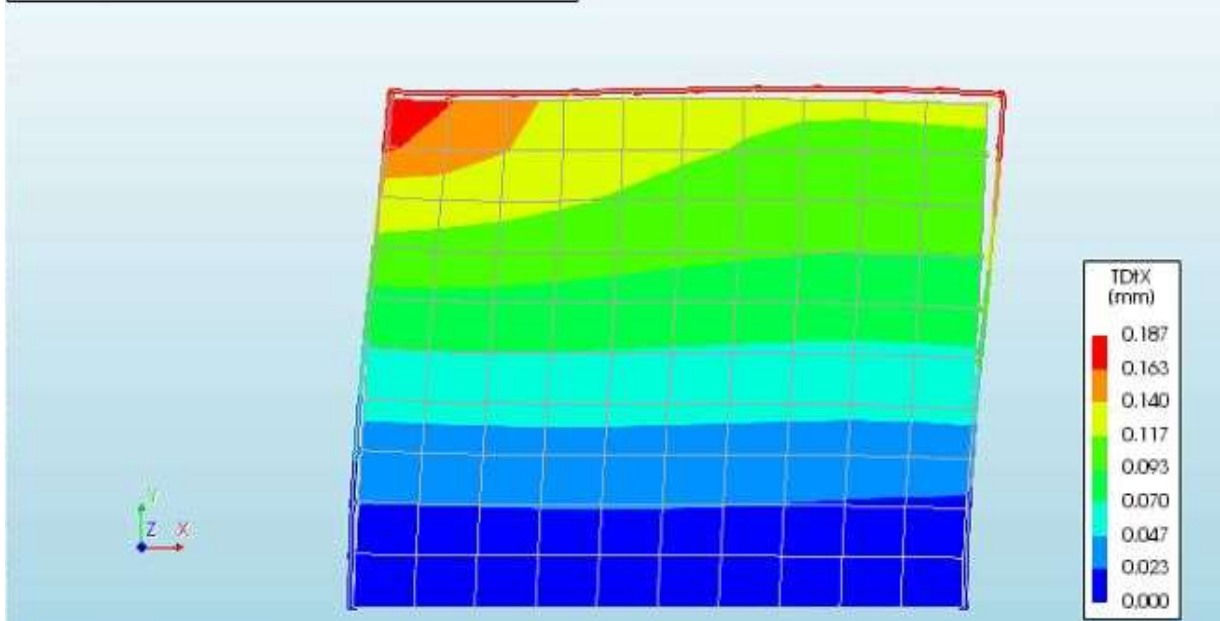


Ilustración 120: Desplazamiento en dirección X paso n°1

AnalysisDIANADesplazamiento
Phased 1, Load-step 300, Load-factor 1.1062
Total Displacements TDtX

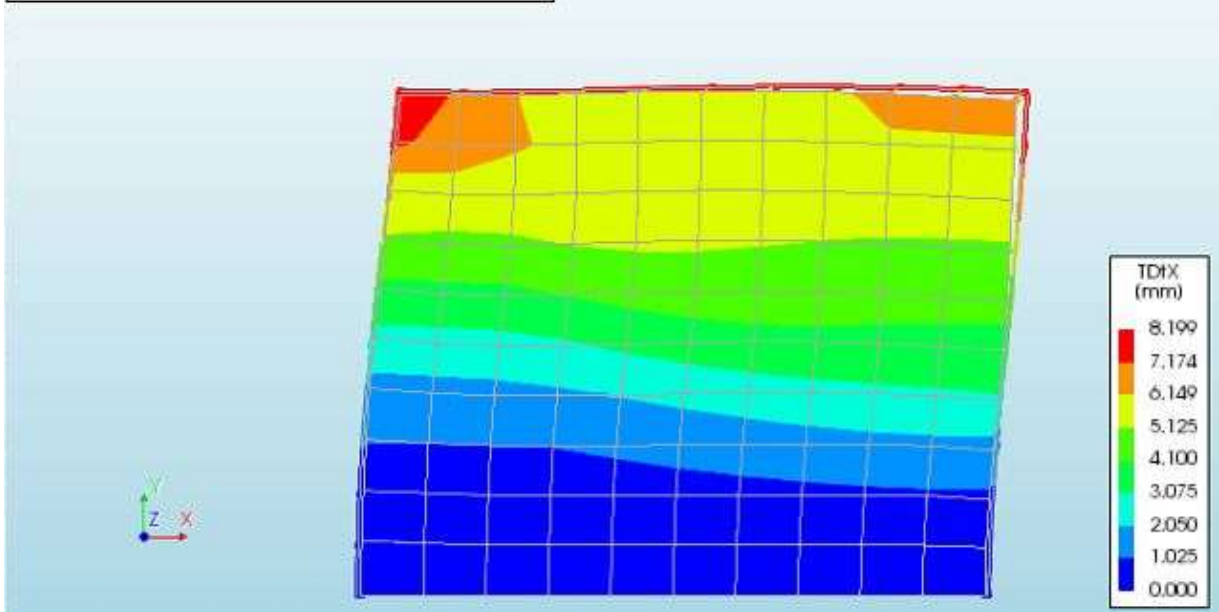


Ilustración 121:Desplazamiento en dirección X paso n°300

AnalysisDIANADesplazamiento
Phased 1, Load-step 554, Load-factor 1.3275
Total Displacements TDtX

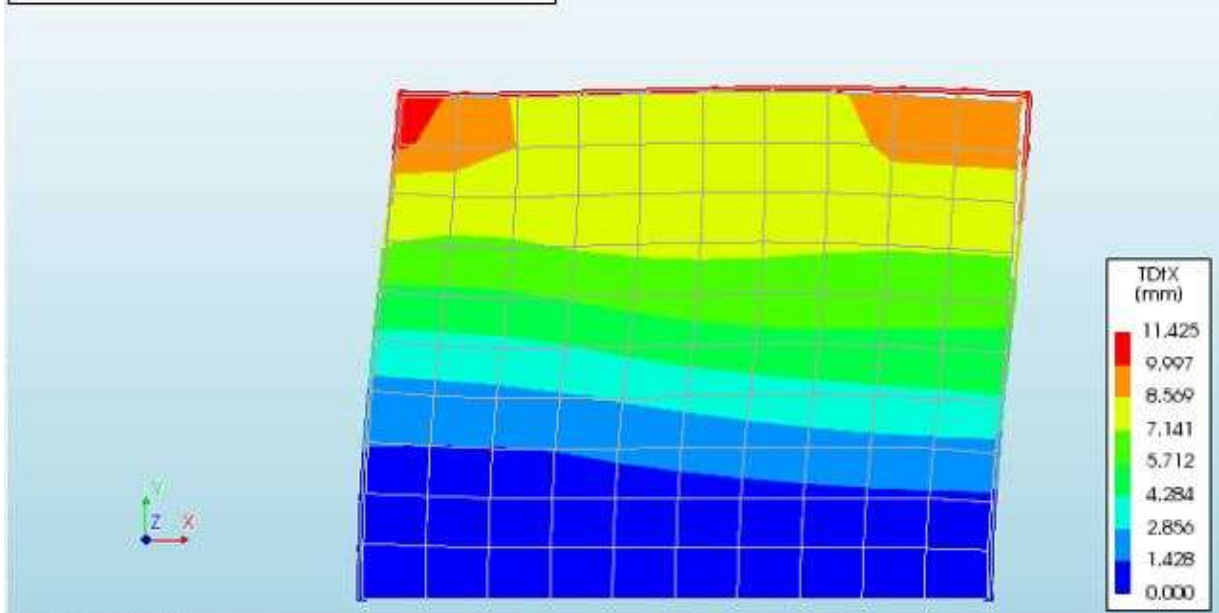


Ilustración 122:Desplazamiento en dirección X paso n°554

AnalysisDIANADesplazamiento
Phased 1, Load-step 617, Load-factor 1.0670
Total Displacements TDtX

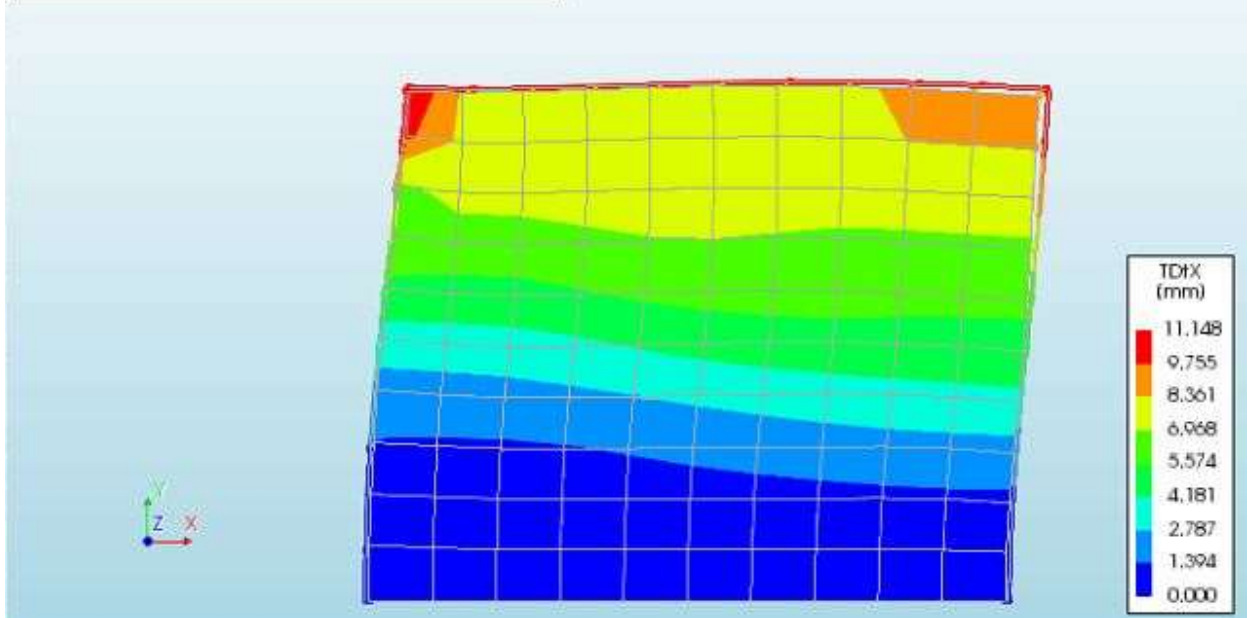


Ilustración 123:Desplazamiento en dirección X paso n°617

AnalysisDIANADesplazamiento
Phased 1, Load-step 1013, Load-factor 1.3334
Total Displacements TDtX

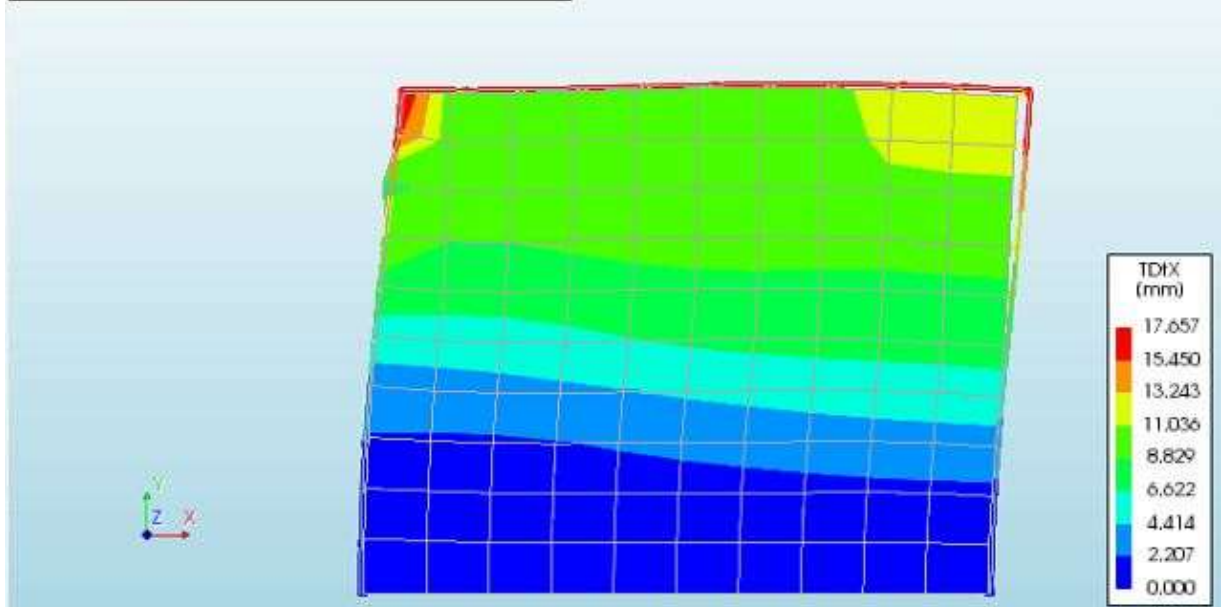


Ilustración 124:Desplazamiento en dirección X paso n°1013

ANEXO E: RESULTADOS DE LA ESTRUCTURA UBICADA EN PROVIDENCIA

Tabla 98: Comparación solicitudes en columnas con y sin muros en Providencia.

% DE AUMENTO DE SOLICITACION COLUMNAS (Sol Sin Albañilería/Sol con Albañilería*100)							
	COLUMNA	P max[tonf]	V2 max[tonf]	V3 max[tonf]	T max[tonf-m]	M2 max[tonf-m]	M3 max[tonf-m]
PISO 4	1	1684	227100	35803	1850	26011	904000
	16	2609	759182	26260	84380	34104	989000
	19	351	3302854	8812	42190	4523	5703271
	23	2448	733300	1405925	1750	2283200	1381800
	24	641	1527064	205660	55230	169994	451047
	25	8377	7985685	344213	13160	230480	8760417
	31	1686	227100	17940	6492	14382	452000
	32	2159	1363050	422733	12483	90752	428000
	33	3126	1472178	72655	3543	48130	1394700
	35	869	547590	95577	26705	46372	198000
	36	4684	3193720	58541	4829	54492	5354610
	41	632	691099	41673	18521	29346	242054
	42	8202	11759791	82533	4534	16666	6562076
	7	528	199922	321650	84380	30494	94100
	8	594	261500	28443	17553	22631	304100
	9	838	498635	213900	6492	46235	40900
	53	101	143	72	197	1068	1336
	58	77	110	66	25	529	1051
	60	102	89	65	198	1004	1018
	62	103	68	69	198	1043	783
	67	103	58	69	202	1030	689
	69	103	61	65	202	1004	731
	71	102	70	66	202	1022	817
	76	102	83	66	205	1022	986
	78	100	103	67	202	1073	1183
	80	98	303	56	54	337	829
	84	99	259	53	61	333	673
	86	98	330	52	69	333	795
	90	99	245	52	72	335	589
	94	100	242	53	71	340	562
96	99	199	52	72	334	484	
100	98	211	52	70	332	515	
104	98	239	52	72	336	583	
108	98	287	52	70	330	705	

154	97	338	51	66	350	835
163	104	345	36	81	170	768
165	104	301	36	79	173	656
167	104	273	36	73	172	586
169	104	260	36	69	172	555
171	103	281	37	66	173	610
173	104	325	37	59	172	700
175	104	463	37	59	172	1044
177	102	394	33	111	178	898
179	103	347	34	71	162	802
181	102	379	36	61	161	920
183	96	386	647	2319	1249	944
185	96	239	429	2268	811	695
187	104	75	163	1959	629	558
188	3545	11162	2047198	979	5852316	10075
189	1930	18919	2942156	4679	10974132	36546
190	3573	9240	3019429	1245	8448373	8249
191	3579	8125	4233010	2267	11779180	7250
192	3579	7609	4627189	6850	13434725	6866
193	3549	8834	4861183	1245	13772830	7940
194	3501	12412	6444915	333	14572723	11367
195	2808	3452	8435345	1955	17083333	3259
196	3468	3632	1896904	629	3134300	6445
197	1952	18603	2458163	4756	12465074	31753
198	1050	2961	4317722	3362	9147462	3079
200	104	926	39	144	173	788
202	104	717	39	143	177	719
204	104	598	40	138	176	666
206	104	559	40	133	176	646
208	104	613	40	131	177	674
210	103	1243	42	115	177	876
212	97	688	768	995	1643	1294
214	103	1278	36	173	180	874
216	98	364	59	76	337	855
218	98	304	60	79	343	717
220	98	267	60	77	342	630
222	98	254	60	79	342	600
224	98	269	60	78	344	633
226	98	395	64	76	350	920
228	95	410	497	1082	880	940
230	97	437	58	74	353	1024

	232	102	92	76	224	1007	1553
	234	102	77	77	224	1024	1238
	236	103	68	77	227	1023	1066
	238	103	65	77	220	1022	1009
	240	102	68	78	226	1038	1069
	242	102	88	85	225	1086	1570
	244	87	79	191	1530	639	738
	246	102	116	76	220	1040	2048
	247	346	2291574	8964	30200	6688	2672800
	256	2609	759182	26260	12720	30475	2850966
	257	103	59	65	198	1013	695
PISO 3	16	5007	648200	35427	8053	25378	2104900
	19	2121	828800	1180770	10210	441400	2575400
	23	5263	690600	736100	8700	1158900	1469900
	27	4342	639100	58336	18914	21504	2066800
	31	4887	589200	147100	23150	48405	1956900
	34	4638	435300	98725	11667	49646	1604900
	40	4640	512400	38583	20200	30188	1772800
	43	4286	664500	19633	8325	28849	2075700
	17	2029	268457	344000	8731	1342900	404858
	18	2627	14841	4879958	22243	7335814	14031
	20	2689	11234	3764040	43857	5928912	12642
	21	2656	27206	24265145	74750	15560393	23470
	22	2693	10666	4749097	102800	7576598	12096
	29	2739	20218	7942588	23077	14610966	22798
	44	2743	21873	13101987	23108	15258396	22338
	45	2705	13065	10884272	304800	17442533	12760
	49	2682	14457	6940541	101600	11975832	12970
	50	2693	27184	7703269	21307	15094659	25369
	51	2703	10049	3218235	18676	2322000	11827
	52	101	1276	3105	428	1053	1189
	54	102	906	2982	424	1015	935
	59	102	877	3019	421	997	970
	61	103	685	2962	421	1035	791
	63	103	585	3020	429	1023	696
68	103	631	3004	427	997	738	
70	102	735	2991	429	1014	825	
72	102	961	2936	432	1015	996	
77	100	1261	2858	430	1064	1195	
79	98	509	764	196	335	843	
81	99	410	727	202	331	682	

85	98	460	718	199	331	805
89	99	343	723	205	333	597
91	100	339	728	213	339	569
95	99	281	724	206	333	490
98	99	300	718	201	331	521
102	99	343	726	205	334	590
106	98	422	720	201	328	715
152	97	504	736	194	349	847
156	103	496	296	105	170	780
164	104	404	300	97	172	667
166	104	350	299	101	172	595
168	104	326	300	99	172	564
170	103	387	301	104	172	619
172	104	428	300	101	172	711
174	103	707	299	110	172	1061
176	102	605	302	119	177	913
178	103	514	289	143	162	815
180	102	635	292	142	160	936
182	3073	1258903	114033	3258	61650	1428200
184	3073	1341759	191750	10725	63287	1690700
186	2876	2153421	111050	5233	92815	2226800
188	6203	10567	1255565	2625	1382900	10064
189	4006	18683	4718116	2600	6266741	15743
190	6249	8970	1464487	3500	1329800	8259
191	6263	7792	1947991	6967	3159260	7216
192	6263	7770	2596307	21000	4259385	6991
193	6222	7162	2708606	6967	4454177	7307
194	6151	14242	3641026	1407	3170831	16094
195	5291	155733	3816479	3867	2853239	219700
196	6113	14427	1082922	1642	1310800	15816
197	4037	20832	6090719	3575	6446995	18399
198	2274	196950	6063753	1547	5739078	395900
199	103	386	305	213	173	1259
201	104	338	311	215	176	1036
203	104	304	310	211	175	897
205	104	291	310	208	176	848
207	104	306	312	210	177	910
209	103	416	315	194	176	1472
211	3082	948187	95725	3690	78715	1361100
213	103	441	310	238	179	1578
215	98	409	744	220	335	865

	217	99	352	755	226	341	726
	219	99	314	755	223	340	638
	221	99	298	755	225	341	607
	223	99	313	759	225	343	641
	225	98	430	790	225	349	931
	227	3028	1485114	197200	13643	67347	1526900
	229	97	474	750	228	351	1037
	231	102	682	2976	469	999	1572
	233	102	590	3013	474	1017	1252
	235	102	530	3028	479	1016	1079
	237	103	504	3037	468	1015	1021
	239	102	526	3021	476	1030	1081
	241	102	677	3160	481	1070	1589
	243	2628	2549296	112950	4557	102508	4307537
	245	102	808	2867	469	1033	2074
	247	2245	2045300	1454418	153200	939000	2340000
	248	2686	84513	964300	46000	2276400	77098
	249	2723	70456	4528176	74725	8743207	73652
	250	2745	63390	4103093	59320	8083600	75011
	251	2728	79038	5816953	107367	8592523	68941
	252	2722	84160	8685270	159700	14897117	76224
	253	2672	60955	6168448	81800	9100471	57938
	254	2059	337950	959667	16300	1389500	484613
	255	2633	52917	1024400	23657	2359600	61350
	258	102	594	3018	419	1006	702
PISO 2	16	6030	903200	32791	37733	24507	1773800
	19	3056	937400	7569672	8325	11446106	1140050
	23	6636	1382200	699600	3343	2039300	1261350
	27	5367	907500	31608	9260	20702	1802300
	31	5914	891300	70658	3614	47029	1720300
	34	5669	911500	76672	2945	48191	1721500
	40	5659	918400	41061	16483	28634	1770200
	43	5312	894800	58814	8253	27136	1787000
	17	2787	1518835	7197897	9353	5273698	801500
	18	3683	29490	4046868	6914	5732694	8743
	20	3736	14467	3519954	19375	5634197	5882
	21	3575	7138	3990677	16044	2573400	4512
	22	3757	22217	4678161	25933	9005808	7828
	29	3655	8288	2626384	12075	4985903	4148
	44	3659	8275	6356913	20771	2584800	4204
	45	3755	19704	9704142	51467	9458175	7794

49	3731	20082	5963705	51567	12021256	7922
50	3610	8474	2583988	13073	4839458	4648
51	3743	20736	3360643	12700	5006010	5894
52	101	4032	1180	610	1030	2916
54	102	3069	1146	615	1025	2123
59	102	3005	1123	601	999	1966
61	102	2730	1172	603	1054	1654
63	103	2745	1181	605	1050	1576
68	102	2941	1122	603	1000	1688
70	102	3254	1142	605	1018	1911
72	102	4062	1128	608	1003	2408
77	100	4778	1151	556	1034	2933
79	98	2999	553	197	637	1583
81	99	2179	550	200	641	1189
85	98	2340	545	176	627	1218
89	99	1903	547	178	631	962
91	100	1977	561	177	648	1037
95	99	1679	548	178	630	848
98	99	1804	545	177	628	903
102	99	2051	549	178	632	1017
106	99	2535	542	177	626	1225
152	97	2889	555	169	637	1394
156	103	2612	318	312	448	1502
164	103	2222	322	314	452	1267
166	103	1969	321	317	451	1117
168	104	1851	321	321	451	1048
170	103	2051	323	331	454	1221
172	103	2150	321	329	451	1233
174	103	2862	321	328	451	1734
176	102	2897	324	318	454	1712
178	103	2455	316	340	455	1504
180	102	3223	314	349	451	1989
182	4115	594300	109825	2211	63367	1035800
184	4108	578800	93180	15167	55070	1066400
186	3655	517800	109500	8814	130071	537950
188	7227	15928	1408022	1892	1900000	15319
189	5029	58872	5149480	1769	5810928	21990
190	7273	12620	1752508	2522	1895500	12793
191	7289	11074	2268646	4540	4590080	11380
192	7289	10625	3063230	11400	6315101	10766
193	7248	12142	3544339	2511	5921426	12999

	194	7195	24780	4957544	850	4998138	21076
	195	6709	1143500	5564967	1258	5220840	994550
	196	7162	27498	641000	1341	1910700	27526
	197	5065	51077	8777417	3275	5409494	23083
	198	3271	1144600	7976357	1379	5203828	982550
	199	103	2868	325	340	460	1611
	201	103	2539	330	341	466	1415
	203	103	2287	330	347	465	1266
	205	104	2175	330	348	466	1202
	207	103	2279	332	357	469	1257
	209	103	3018	332	366	468	1671
	211	4120	525300	156067	2744	71132	907200
	213	102	3114	330	339	465	1791
	215	99	2196	554	205	641	1528
	217	99	1949	561	208	649	1316
	219	99	1762	561	208	648	1164
	221	99	1682	561	208	648	1095
	223	99	1750	565	209	654	1148
	225	98	2251	573	205	654	1558
	227	4073	515000	96320	22050	57607	939500
	229	98	2385	560	215	647	1731
	231	135	3828	392	341	512	1890
	233	102	3572	1145	648	1024	2093
	235	102	3202	1146	652	1024	1858
	237	102	3009	1146	650	1023	1722
	239	102	3125	1163	662	1040	1795
	241	102	3937	1199	638	1047	2281
	243	3545	473300	111160	7300	131643	959400
	245	102	4816	1139	610	1031	2863
	247	3190	1158300	1115300	25975	2652100	2661800
	248	3746	38917	925500	18211	2510100	47610
	249	3581	14606	815400	12654	2278700	30826
	250	3617	13142	969400	54467	2633900	22489
	251	3772	28167	6377763	54767	11017741	24596
	252	3765	22639	6978629	81900	13483271	23399
	253	3715	43986	8875000	10800	11036761	28354
	254	2441	2759130	6654153	13613	6957785	2111400
	255	3683	42509	887900	13475	2468000	51359
	258	102	2628	1134	601	1009	1557
PISO	16	7046	1142900	33274	54100	35702	2337200
1	19	3992	324300	2482957	6642	5193500	1072825

23	7977	415300	726900	6225	1871950	1483767
27	6418	1145200	29966	8253	34014	2349450
31	6937	1177800	49824	3295	55309	4720000
34	6696	1181700	51328	2735	57043	2365600
40	6686	1151200	36832	96200	40510	4694400
43	6356	1160400	34242	8881	41525	4728800
17	3523	223650	3319529	6811	4342900	889167
18	4705	4579	8855136	4783	12548801	8246
20	4765	4625	3241289	18820	5150000	8735
21	4293	3790	2836476	12311	5221600	7456
22	4760	4888	3357070	30933	10788082	9127
29	4286	4172	4638950	13513	12758656	7678
44	4235	4185	3645499	9964	5209200	7620
45	4773	4956	5393228	31000	15159953	8746
49	4754	5044	3847411	46650	12396059	8727
50	4189	4299	7117550	9033	15100150	7751
51	4786	4025	3673292	5780	10467206	8187
52	101	5503	783	369	1655	11158
54	102	4838	769	363	1624	9727
59	102	5427	756	347	1589	10294
61	102	6541	795	352	1670	11669
63	103	5221	796	350	1677	9770
68	102	5227	755	343	1589	9866
70	102	6677	768	347	1617	11987
72	102	6111	750	349	1590	11473
77	100	5562	779	326	1629	11046
79	98	8809	487	126	881	16824
81	99	7762	489	125	881	14764
85	98	8652	485	106	869	16070
89	99	9381	487	107	873	17458
91	100	9064	502	108	899	16985
95	99	8298	487	108	874	14282
98	99	8307	485	107	869	14567
102	99	8938	489	108	876	17570
106	99	8648	481	106	866	16960
152	97	8800	493	105	877	16850
156	103	10926	322	169	516	18127
164	103	10246	325	172	521	15789
166	103	9634	325	172	519	14054
168	103	9448	325	173	520	13551
170	103	9450	326	176	522	14028

172	103	13056	324	175	519	25139
174	103	13908	325	170	519	33077
176	102	12527	328	179	521	25913
178	103	13786	322	167	519	27577
180	102	13847	317	168	515	29596
182	5163	613400	68343	2938	67998	2786200
184	5152	603600	49440	38250	51987	1393400
186	4706	605400	117260	18933	122952	2800600
188	8255	15625	669600	2188	3687500	15998
189	6044	50276	4261845	3838	8310368	47319
190	8293	12957	1440343	2933	3688300	12858
191	8301	11409	1864805	5867	3691100	11270
192	8300	10938	2353718	17700	7730278	10751
193	8269	12040	2798109	2900	9000243	11863
194	8229	27423	3557823	1194	7929689	23291
195	8105	1073100	3844710	4550	7945830	2475600
196	8213	29143	665000	1764	3684100	29396
197	6095	38617	6207182	8075	8055834	38641
198	4252	1238400	2677074	7250	3596200	2931750
199	103	11404	328	179	528	17345
201	103	10031	333	181	536	14443
203	103	9628	332	183	535	13126
205	103	9813	332	183	535	13115
207	103	10627	335	186	539	14300
209	103	13757	334	189	538	23172
211	5156	519900	83650	3843	80139	2363200
213	102	13508	333	183	532	24848
215	99	10220	490	130	885	18910
217	99	9590	497	132	896	16247
219	99	9755	496	132	895	15567
221	99	10596	496	132	895	16552
223	99	11060	500	133	902	17796
225	98	11286	505	132	910	22808
227	5105	512300	51140	70000	55002	1178200
229	98	10889	498	137	888	22349
231	102	11193	759	371	1604	23107
233	102	10421	768	367	1622	18471
235	102	10860	768	365	1623	17869
237	102	12562	769	371	1623	20375
239	102	12551	780	376	1649	21482
241	102	12518	793	369	1678	27235

243	4600	507900	119040	14813	124624	2349200
245	102	11195	778	392	1624	27475
247	4137	410550	1030600	9189	2615600	1119075
248	4750	27146	991000	24675	5185300	31843
249	4196	17184	858600	30625	5057600	20495
250	4186	17446	3682596	17343	5219500	18884
251	4788	21253	4876506	98300	15346908	21452
252	4793	23212	5555239	99800	17333781	22822
253	4761	38300	7873600	18800	16275157	33764
254	3306	555750	6660217	32600	10873791	1678367
255	4722	47829	1012100	18660	5207400	58105
258	102	6474	762	353	1605	11406

Tabla 99: Comparación solicitaciones en vigas en estructura Providencia con y sin muros.

% DE AUMENTO DE SOLICITACION VIGAS (Sol Sin Albañilería/Sol con Albañilería)*100						
	VIGA	Pmax[tonf]	V2max[tonf]	V3max[tonf]	M2max[tonf-m]	M3max[tonf-m]
Piso 2	B1	63	311	187	0	182
	B2	100	289	2675	0	54
	B3	151	262	157	0	77
	B4	29320	2804	34249	11	4633
	B6	1760	518	7950	1	472
	B8	1746	4719	73446	3	9150
	B9	2348	2740	17600	4	7400
	B12	85	195	324	0	125
	B13	31	382	709	0	156
	B14	54	390	8600	0	177
	B15	29	144	1100	0	47
	B16	28	142	11800	1	166
	B17	6031	3037	74797	24	4150
	B18	270	238	12	0	67
	B19	125	181	36	0	185
	B20	10667	973	69904	5	4980
	B22	242	259	18	0	60
	B23	142	100	52	0	67
	B28	67	221	327	0	185
	B29	86	141	3800	0	48
B30	86	135	225	0	53	
B31	17488	962	66702	6	4920	
B32	60	129	950	0	49	
B37	3150	1747	217834	145	27500	

	B38	25250	824	119534	90	4660
	B39	8000	13888	160822	250	98468
	B41	3620	1214	36419	5	8550
	B42	131	349	4350	1	55
	B43	140	451	1500	0	133
	B44	1547	1292	28017	4	4900
	B45	1260	1890	7200	2	4250
	B46	109	137	1360	1	68
	B50	52	207	120	0	93
	B53	55	339	215	0	240
	B55	2628	2244	77390	6	23500
	B58	8708	3238	13892	5	3800
	B59	5424	2265	4900	5	2767
	B60	24	146	2150	0	30
	B52	381	380	36	0	13
	B56	50	190	1560	1	40
	B84	61	123	89	0	45
PISO 1	B1	29	105	533	0	21
	B2	32	90	2650	0	4
	B3	10	103	232	0	3
	B4	11146	433	10600	2	39
	B5	2800	854	11400	26	313
	B6	1038	389	15800	5	52
	B7	1306	800	5167	23	384
	B8	474	488	8200	1	81
	B9	3004	468	17100	6	68
	B10	16	107	8000	4	10
	B11	36	111	4350	5	9
	B12	27	101	424	0	6
	B13	13	117	3180	1	8
	B14	10	111	5500	3	7
	B15	5	100	640	1	4
	B16	4	102	5050	4	6
	B17	15924	301	4125	650	164
	B18	520	106	10	0	17
	B19	434	135	38	0	32
	B20	56309	451	18600	100	112
	B21	13410	420	203369	100	465
	B22	66	112	15	0	12
	B23	71	119	54	0	14
	B24	11	122	55	0	18

B25	35	122	26500	33	21
B26	33	106	26600	33	17
B27	5971	421	47100	100	494
B28	29	94	347	1	8
B29	9	95	3007	13	8
B30	9	95	5663	27	9
B31	38025	420	43836	100	59
B32	53	107	335	0	11
B33	60	103	173	1	29
B37	46667	8816	41400	200	14367
B38	83400	463	42130	506	90
B39	74620	57946	38267	200	45400
B41	19250	505	16600	37	196
B42	8	104	1400	2	4
B43	6	103	646	1	5
B44	10309	458	22182	7	89
B45	6862	445	6300	3	73
B40	313	305	42	0	8
B46	69	123	347	0	18
B47	28	141	509	2	25
B48	50	99	53	0	21
B49	57	99	119	0	32
B50	4	1452	143	0	221
B51	23	115	253	0	16
B53	7	99	188	0	9
B55	14986	741	2750	3	109
B58	19092	492	7100	12	73
B59	25383	456	4300	7	41
B57	581	37	581	2	49
B61	836	112	419	0	290
B62	11321	398	173913	665	55
B63	5530	460	10500	142	117
B64	5924	416	571	5	86
B65	16754	421	40636	328	26
B66	7103	401	19100	100	47
B84	9	212	144	0	33

Tabla 100: Comparación solicitaciones estructura San Bernardo con y sin muros

% DE AUMENTO DE SOLICITACION COLUMNAS (Sol Sin Albañilería/Sol con Albañilería*100)							
	COLUMNA	P max[tonf]	V2 max[tonf]	V3 max[tonf]	T max[tonf-m]	M2 max[tonf-m]	M3 max[tonf-m]
	1	1684	227100	35803	1850	26011	904000
	16	2609	759182	26260	84380	34104	989000
	19	351	3302854	8812	42190	4523	5703271
	23	2448	733300	1405925	1750	2283200	1381800
	24	641	1527064	205660	55230	169994	451047
	25	8377	7985685	344213	13160	230480	8760417
	31	1686	227100	17940	6492	14382	452000
	32	2159	1363050	422733	12483	90752	428000
	33	3126	1472178	72655	3543	48130	1394700
	35	869	547590	95577	26705	46372	198000
	36	4684	3193720	58541	4829	54492	5354610
	41	632	691099	41673	18521	29346	242054
	42	8202	11759791	82533	4534	16666	6562076
	7	528	199922	321650	84380	30494	94100
	8	594	261500	28443	17553	22631	304100
	9	838	498635	213900	6492	46235	40900
	53	101	143	72	197	1068	1336
	58	77	110	66	25	529	1051
PISO 4	60	102	89	65	198	1004	1018
	62	103	68	69	198	1043	783
	67	103	58	69	202	1030	689
	69	103	61	65	202	1004	731
	71	102	70	66	202	1022	817
	76	102	83	66	205	1022	986
	78	100	103	67	202	1073	1183
	80	98	303	56	54	337	829
	84	99	259	53	61	333	673
	86	98	330	52	69	333	795
	90	99	245	52	72	335	589
	94	100	242	53	71	340	562
	96	99	199	52	72	334	484
	100	98	211	52	70	332	515
	104	98	239	52	72	336	583
	108	98	287	52	70	330	705
	154	97	338	51	66	350	835
	163	104	345	36	81	170	768
	165	104	301	36	79	173	656
	167	104	273	36	73	172	586

169	104	260	36	69	172	555
171	103	281	37	66	173	610
173	104	325	37	59	172	700
175	104	463	37	59	172	1044
177	102	394	33	111	178	898
179	103	347	34	71	162	802
181	102	379	36	61	161	920
183	96	386	647	2319	1249	944
185	96	239	429	2268	811	695
187	104	75	163	1959	629	558
188	3545	11162	2047198	979	5852316	10075
189	1930	18919	2942156	4679	10974132	36546
190	3573	9240	3019429	1245	8448373	8249
191	3579	8125	4233010	2267	11779180	7250
192	3579	7609	4627189	6850	13434725	6866
193	3549	8834	4861183	1245	13772830	7940
194	3501	12412	6444915	333	14572723	11367
195	2808	3452	8435345	1955	17083333	3259
196	3468	3632	1896904	629	3134300	6445
197	1952	18603	2458163	4756	12465074	31753
198	1050	2961	4317722	3362	9147462	3079
200	104	926	39	144	173	788
202	104	717	39	143	177	719
204	104	598	40	138	176	666
206	104	559	40	133	176	646
208	104	613	40	131	177	674
210	103	1243	42	115	177	876
212	97	688	768	995	1643	1294
214	103	1278	36	173	180	874
216	98	364	59	76	337	855
218	98	304	60	79	343	717
220	98	267	60	77	342	630
222	98	254	60	79	342	600
224	98	269	60	78	344	633
226	98	395	64	76	350	920
228	95	410	497	1082	880	940
230	97	437	58	74	353	1024
232	102	92	76	224	1007	1553
234	102	77	77	224	1024	1238
236	103	68	77	227	1023	1066
238	103	65	77	220	1022	1009

	240	102	68	78	226	1038	1069
	242	102	88	85	225	1086	1570
	244	87	79	191	1530	639	738
	246	102	116	76	220	1040	2048
	247	346	2291574	8964	30200	6688	2672800
	256	2609	759182	26260	12720	30475	2850966
	257	103	59	65	198	1013	695
PISO 3	16	5007	648200	35427	8053	25378	2104900
	19	2121	828800	1180770	10210	441400	2575400
	23	5263	690600	736100	8700	1158900	1469900
	27	4342	639100	58336	18914	21504	2066800
	31	4887	589200	147100	23150	48405	1956900
	34	4638	435300	98725	11667	49646	1604900
	40	4640	512400	38583	20200	30188	1772800
	43	4286	664500	19633	8325	28849	2075700
	17	2029	268457	344000	8731	1342900	404858
	18	2627	14841	4879958	22243	7335814	14031
	20	2689	11234	3764040	43857	5928912	12642
	21	2656	27206	24265145	74750	15560393	23470
	22	2693	10666	4749097	102800	7576598	12096
	29	2739	20218	7942588	23077	14610966	22798
	44	2743	21873	13101987	23108	15258396	22338
	45	2705	13065	10884272	304800	17442533	12760
	49	2682	14457	6940541	101600	11975832	12970
	50	2693	27184	7703269	21307	15094659	25369
	51	2703	10049	3218235	18676	2322000	11827
	52	101	1276	3105	428	1053	1189
	54	102	906	2982	424	1015	935
	59	102	877	3019	421	997	970
	61	103	685	2962	421	1035	791
	63	103	585	3020	429	1023	696
	68	103	631	3004	427	997	738
	70	102	735	2991	429	1014	825
	72	102	961	2936	432	1015	996
	77	100	1261	2858	430	1064	1195
	79	98	509	764	196	335	843
	81	99	410	727	202	331	682
85	98	460	718	199	331	805	
89	99	343	723	205	333	597	
91	100	339	728	213	339	569	
95	99	281	724	206	333	490	

98	99	300	718	201	331	521
102	99	343	726	205	334	590
106	98	422	720	201	328	715
152	97	504	736	194	349	847
156	103	496	296	105	170	780
164	104	404	300	97	172	667
166	104	350	299	101	172	595
168	104	326	300	99	172	564
170	103	387	301	104	172	619
172	104	428	300	101	172	711
174	103	707	299	110	172	1061
176	102	605	302	119	177	913
178	103	514	289	143	162	815
180	102	635	292	142	160	936
182	3073	1258903	114033	3258	61650	1428200
184	3073	1341759	191750	10725	63287	1690700
186	2876	2153421	111050	5233	92815	2226800
188	6203	10567	1255565	2625	1382900	10064
189	4006	18683	4718116	2600	6266741	15743
190	6249	8970	1464487	3500	1329800	8259
191	6263	7792	1947991	6967	3159260	7216
192	6263	7770	2596307	21000	4259385	6991
193	6222	7162	2708606	6967	4454177	7307
194	6151	14242	3641026	1407	3170831	16094
195	5291	155733	3816479	3867	2853239	219700
196	6113	14427	1082922	1642	1310800	15816
197	4037	20832	6090719	3575	6446995	18399
198	2274	196950	6063753	1547	5739078	395900
199	103	386	305	213	173	1259
201	104	338	311	215	176	1036
203	104	304	310	211	175	897
205	104	291	310	208	176	848
207	104	306	312	210	177	910
209	103	416	315	194	176	1472
211	3082	948187	95725	3690	78715	1361100
213	103	441	310	238	179	1578
215	98	409	744	220	335	865
217	99	352	755	226	341	726
219	99	314	755	223	340	638
221	99	298	755	225	341	607
223	99	313	759	225	343	641

	225	98	430	790	225	349	931
	227	3028	1485114	197200	13643	67347	1526900
	229	97	474	750	228	351	1037
	231	102	682	2976	469	999	1572
	233	102	590	3013	474	1017	1252
	235	102	530	3028	479	1016	1079
	237	103	504	3037	468	1015	1021
	239	102	526	3021	476	1030	1081
	241	102	677	3160	481	1070	1589
	243	2628	2549296	112950	4557	102508	4307537
	245	102	808	2867	469	1033	2074
	247	2245	2045300	1454418	153200	939000	2340000
	248	2686	84513	964300	46000	2276400	77098
	249	2723	70456	4528176	74725	8743207	73652
	250	2745	63390	4103093	59320	8083600	75011
	251	2728	79038	5816953	107367	8592523	68941
	252	2722	84160	8685270	159700	14897117	76224
	253	2672	60955	6168448	81800	9100471	57938
	254	2059	337950	959667	16300	1389500	484613
	255	2633	52917	1024400	23657	2359600	61350
	258	102	594	3018	419	1006	702
PISO 2	16	6030	903200	32791	37733	24507	1773800
	19	3056	937400	7569672	8325	11446106	1140050
	23	6636	1382200	699600	3343	2039300	1261350
	27	5367	907500	31608	9260	20702	1802300
	31	5914	891300	70658	3614	47029	1720300
	34	5669	911500	76672	2945	48191	1721500
	40	5659	918400	41061	16483	28634	1770200
	43	5312	894800	58814	8253	27136	1787000
	17	2787	1518835	7197897	9353	5273698	801500
	18	3683	29490	4046868	6914	5732694	8743
	20	3736	14467	3519954	19375	5634197	5882
	21	3575	7138	3990677	16044	2573400	4512
	22	3757	22217	4678161	25933	9005808	7828
	29	3655	8288	2626384	12075	4985903	4148
	44	3659	8275	6356913	20771	2584800	4204
	45	3755	19704	9704142	51467	9458175	7794
	49	3731	20082	5963705	51567	12021256	7922
	50	3610	8474	2583988	13073	4839458	4648
	51	3743	20736	3360643	12700	5006010	5894
52	101	4032	1180	610	1030	2916	

54	102	3069	1146	615	1025	2123
59	102	3005	1123	601	999	1966
61	102	2730	1172	603	1054	1654
63	103	2745	1181	605	1050	1576
68	102	2941	1122	603	1000	1688
70	102	3254	1142	605	1018	1911
72	102	4062	1128	608	1003	2408
77	100	4778	1151	556	1034	2933
79	98	2999	553	197	637	1583
81	99	2179	550	200	641	1189
85	98	2340	545	176	627	1218
89	99	1903	547	178	631	962
91	100	1977	561	177	648	1037
95	99	1679	548	178	630	848
98	99	1804	545	177	628	903
102	99	2051	549	178	632	1017
106	99	2535	542	177	626	1225
152	97	2889	555	169	637	1394
156	103	2612	318	312	448	1502
164	103	2222	322	314	452	1267
166	103	1969	321	317	451	1117
168	104	1851	321	321	451	1048
170	103	2051	323	331	454	1221
172	103	2150	321	329	451	1233
174	103	2862	321	328	451	1734
176	102	2897	324	318	454	1712
178	103	2455	316	340	455	1504
180	102	3223	314	349	451	1989
182	4115	594300	109825	2211	63367	1035800
184	4108	578800	93180	15167	55070	1066400
186	3655	517800	109500	8814	130071	537950
188	7227	15928	1408022	1892	1900000	15319
189	5029	58872	5149480	1769	5810928	21990
190	7273	12620	1752508	2522	1895500	12793
191	7289	11074	2268646	4540	4590080	11380
192	7289	10625	3063230	11400	6315101	10766
193	7248	12142	3544339	2511	5921426	12999
194	7195	24780	4957544	850	4998138	21076
195	6709	1143500	5564967	1258	5220840	994550
196	7162	27498	641000	1341	1910700	27526
197	5065	51077	8777417	3275	5409494	23083

	198	3271	1144600	7976357	1379	5203828	982550
	199	103	2868	325	340	460	1611
	201	103	2539	330	341	466	1415
	203	103	2287	330	347	465	1266
	205	104	2175	330	348	466	1202
	207	103	2279	332	357	469	1257
	209	103	3018	332	366	468	1671
	211	4120	525300	156067	2744	71132	907200
	213	102	3114	330	339	465	1791
	215	99	2196	554	205	641	1528
	217	99	1949	561	208	649	1316
	219	99	1762	561	208	648	1164
	221	99	1682	561	208	648	1095
	223	99	1750	565	209	654	1148
	225	98	2251	573	205	654	1558
	227	4073	515000	96320	22050	57607	939500
	229	98	2385	560	215	647	1731
	231	135	3828	392	341	512	1890
	233	102	3572	1145	648	1024	2093
	235	102	3202	1146	652	1024	1858
	237	102	3009	1146	650	1023	1722
	239	102	3125	1163	662	1040	1795
	241	102	3937	1199	638	1047	2281
	243	3545	473300	111160	7300	131643	959400
	245	102	4816	1139	610	1031	2863
	247	3190	1158300	1115300	25975	2652100	2661800
	248	3746	38917	925500	18211	2510100	47610
	249	3581	14606	815400	12654	2278700	30826
	250	3617	13142	969400	54467	2633900	22489
	251	3772	28167	6377763	54767	11017741	24596
	252	3765	22639	6978629	81900	13483271	23399
	253	3715	43986	8875000	10800	11036761	28354
	254	2441	2759130	6654153	13613	6957785	2111400
	255	3683	42509	887900	13475	2468000	51359
	258	102	2628	1134	601	1009	1557
PISO 1	16	7046	1142900	33274	54100	35702	2337200
	19	3992	324300	2482957	6642	5193500	1072825
	23	7977	415300	726900	6225	1871950	1483767
	27	6418	1145200	29966	8253	34014	2349450
	31	6937	1177800	49824	3295	55309	4720000
	34	6696	1181700	51328	2735	57043	2365600

40	6686	1151200	36832	96200	40510	4694400
43	6356	1160400	34242	8881	41525	4728800
17	3523	223650	3319529	6811	4342900	889167
18	4705	4579	8855136	4783	12548801	8246
20	4765	4625	3241289	18820	5150000	8735
21	4293	3790	2836476	12311	5221600	7456
22	4760	4888	3357070	30933	10788082	9127
29	4286	4172	4638950	13513	12758656	7678
44	4235	4185	3645499	9964	5209200	7620
45	4773	4956	5393228	31000	15159953	8746
49	4754	5044	3847411	46650	12396059	8727
50	4189	4299	7117550	9033	15100150	7751
51	4786	4025	3673292	5780	10467206	8187
52	101	5503	783	369	1655	11158
54	102	4838	769	363	1624	9727
59	102	5427	756	347	1589	10294
61	102	6541	795	352	1670	11669
63	103	5221	796	350	1677	9770
68	102	5227	755	343	1589	9866
70	102	6677	768	347	1617	11987
72	102	6111	750	349	1590	11473
77	100	5562	779	326	1629	11046
79	98	8809	487	126	881	16824
81	99	7762	489	125	881	14764
85	98	8652	485	106	869	16070
89	99	9381	487	107	873	17458
91	100	9064	502	108	899	16985
95	99	8298	487	108	874	14282
98	99	8307	485	107	869	14567
102	99	8938	489	108	876	17570
106	99	8648	481	106	866	16960
152	97	8800	493	105	877	16850
156	103	10926	322	169	516	18127
164	103	10246	325	172	521	15789
166	103	9634	325	172	519	14054
168	103	9448	325	173	520	13551
170	103	9450	326	176	522	14028
172	103	13056	324	175	519	25139
174	103	13908	325	170	519	33077
176	102	12527	328	179	521	25913
178	103	13786	322	167	519	27577

180	102	13847	317	168	515	29596
182	5163	613400	68343	2938	67998	2786200
184	5152	603600	49440	38250	51987	1393400
186	4706	605400	117260	18933	122952	2800600
188	8255	15625	669600	2188	3687500	15998
189	6044	50276	4261845	3838	8310368	47319
190	8293	12957	1440343	2933	3688300	12858
191	8301	11409	1864805	5867	3691100	11270
192	8300	10938	2353718	17700	7730278	10751
193	8269	12040	2798109	2900	9000243	11863
194	8229	27423	3557823	1194	7929689	23291
195	8105	1073100	3844710	4550	7945830	2475600
196	8213	29143	665000	1764	3684100	29396
197	6095	38617	6207182	8075	8055834	38641
198	4252	1238400	2677074	7250	3596200	2931750
199	103	11404	328	179	528	17345
201	103	10031	333	181	536	14443
203	103	9628	332	183	535	13126
205	103	9813	332	183	535	13115
207	103	10627	335	186	539	14300
209	103	13757	334	189	538	23172
211	5156	519900	83650	3843	80139	2363200
213	102	13508	333	183	532	24848
215	99	10220	490	130	885	18910
217	99	9590	497	132	896	16247
219	99	9755	496	132	895	15567
221	99	10596	496	132	895	16552
223	99	11060	500	133	902	17796
225	98	11286	505	132	910	22808
227	5105	512300	51140	70000	55002	1178200
229	98	10889	498	137	888	22349
231	102	11193	759	371	1604	23107
233	102	10421	768	367	1622	18471
235	102	10860	768	365	1623	17869
237	102	12562	769	371	1623	20375
239	102	12551	780	376	1649	21482
241	102	12518	793	369	1678	27235
243	4600	507900	119040	14813	124624	2349200
245	102	11195	778	392	1624	27475
247	4137	410550	1030600	9189	2615600	1119075
248	4750	27146	991000	24675	5185300	31843

249	4196	17184	858600	30625	5057600	20495
250	4186	17446	3682596	17343	5219500	18884
251	4788	21253	4876506	98300	15346908	21452
252	4793	23212	5555239	99800	17333781	22822
253	4761	38300	7873600	18800	16275157	33764
254	3306	555750	6660217	32600	10873791	1678367
255	4722	47829	1012100	18660	5207400	58105
258	102	6474	762	353	1605	11406

ANEXO F: RESULTADOS DE LA ESTRUCTURA UBICADA EN SAN BERNARDO

Tabla 101: Solicitación muros piso 4, estructura en San Bernardo.

Nºmuro	P max[tonf]	V2 max[tonf]	V3 max[tonf]	M2 max[tonf-m]	M3 max[tonf-m]
1	1,80	0,78	2,12	3,24	2,29
2	2,70	2,35	0,40	1,16	2,88
3	2,84	2,38	0,61	1,97	3,69
4	2,19	2,24	0,34	0,65	4,83
5	2,13	2,06	0,36	0,70	5,22
6	2,71	2,37	0,55	1,70	4,35
7	2,63	2,28	1,24	0,53	3,20
8	1,80	0,96	0,22	0,79	1,53
36	2,31	0,48	0,58	2,45	1,07
37	2,13	0,79	0,28	1,39	1,80
38	2,74	0,87	0,61	2,51	2,40
39	3,60	0,83	0,62	2,39	2,81
40	3,85	1,18	0,76	2,98	2,57
41	3,88	1,25	0,90	3,57	2,56
42	3,86	1,26	0,93	3,65	2,62
43	3,88	1,27	0,84	3,31	2,64
44	3,88	1,28	0,72	2,83	3,35
45	4,05	1,24	0,55	2,16	3,51
46	2,94	1,47	0,19	0,71	4,96

Tabla 102: Solicitación muros piso 3, estructura en San Bernardo.

Nºmuro	P max[tonf]	V2 max[tonf]	V3 max[tonf]	M2 max[tonf-m]	M3 max[tonf-m]
1	3,03	1,79	0,98	1,40	3,96
2	3,46	2,51	0,87	2,99	4,25
3	3,39	2,52	0,70	2,54	3,85
4	2,88	2,26	0,53	0,68	3,41
5	2,76	2,23	0,54	0,69	3,86
6	3,22	2,52	0,70	2,32	3,95
7	3,34	2,62	1,17	2,40	4,46
8	2,43	2,08	1,25	0,96	2,32
9	2,48	2,47	0,04	0,34	5,35
10	2,22	1,05	0,17	0,34	1,75
11	2,35	1,55	0,14	0,24	2,69
12	1,63	4,18	0,04	0,12	8,46

13	1,57	3,26	0,04	0,13	8,02
14	2,34	1,35	0,14	0,24	2,20
15	2,26	0,82	0,16	0,35	1,36
16	1,95	0,69	0,04	0,29	2,07
17	1,53	1,32	0,03	0,26	5,78
18	2,22	1,25	0,02	0,44	1,86
19	2,15	0,77	0,04	0,40	1,47
20	2,12	0,26	0,03	0,40	1,42
21	2,03	1,20	0,04	0,41	1,99
22	2,10	1,49	0,03	0,38	2,67
23	2,19	2,15	0,03	0,43	3,99
24	1,91	1,64	0,02	0,26	3,54
25	2,50	1,42	1,19	1,00	5,82
26	2,24	0,68	1,14	1,61	2,08
27	2,01	0,82	0,93	1,04	1,44
28	2,10	0,84	1,01	1,28	1,25
29	2,28	0,81	1,16	1,73	1,52
30	2,10	0,19	1,02	1,33	1,28
31	2,04	0,79	0,92	1,04	1,35
32	2,11	1,07	1,03	1,37	1,53
33	2,15	1,56	1,17	1,79	2,37
34	2,11	2,08	1,23	1,94	3,31
35	1,95	1,67	1,17	0,96	4,97
36	2,21	0,54	0,06	0,40	1,74
37	2,98	0,94	0,07	0,79	1,50
38	2,88	1,06	0,05	0,62	1,73
39	3,56	0,85	0,09	0,64	2,89
40	4,45	1,20	0,46	2,53	2,04
41	4,54	1,35	0,66	3,69	2,02
42	4,53	1,41	0,62	3,62	2,10
43	4,56	1,46	0,58	3,32	2,18
44	4,63	1,51	0,49	2,83	2,56
45	4,55	1,65	0,39	2,15	2,43
46	3,45	1,62	0,16	0,72	3,22

Tabla 103: Solicitud muros piso 2, estructura en San Bernardo.

Nºmuro	P max[tonf]	V2 max[tonf]	V3 max[tonf]	M2 max[tonf-m]	M3 max[tonf-m]
1	4,40	1,71	0,49	1,39	4,20
2	3,97	2,41	0,11	2,99	4,02
3	3,93	2,48	0,13	2,54	3,70
4	3,68	2,43	0,30	0,69	3,69

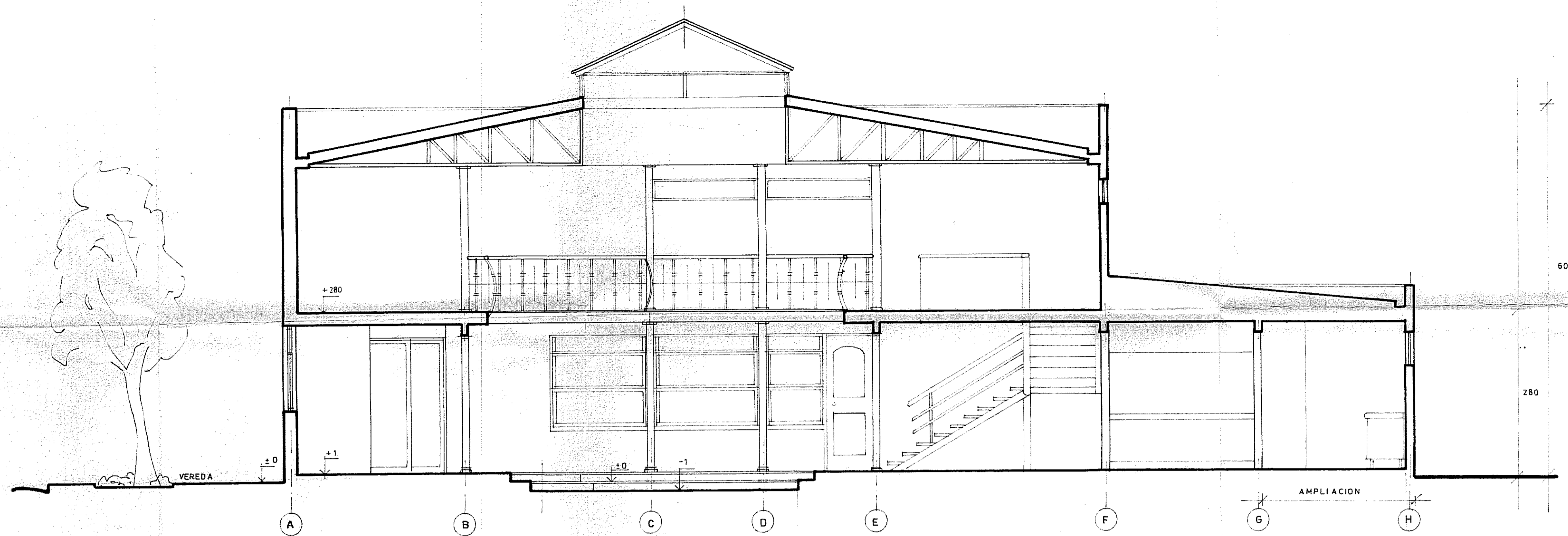
5	3,54	2,50	0,31	0,70	4,18
6	3,78	2,56	0,14	2,33	3,94
7	3,85	2,82	0,12	2,39	4,66
8	2,98	2,32	0,63	0,96	4,06
9	3,15	1,85	0,05	0,45	4,18
10	2,90	2,80	0,21	0,91	5,47
11	3,13	3,26	0,21	0,79	6,14
12	2,30	2,09	0,07	0,30	7,41
13	3,26	1,26	0,07	0,31	6,45
14	2,81	2,50	0,22	0,81	5,99
15	2,86	1,79	0,22	0,94	3,32
16	2,60	0,95	0,06	0,46	2,37
17	2,36	0,61	0,04	0,30	4,40
18	2,76	1,07	0,19	0,67	1,54
19	2,70	0,98	0,24	0,77	1,70
20	3,94	0,57	0,28	0,77	3,22
22	3,88	1,97	0,20	0,66	3,01
23	3,00	2,13	0,10	0,39	4,37
24	2,43	1,37	0,03	0,28	3,79
25	3,97	0,81	0,70	0,78	5,12
26	4,02	1,00	0,32	2,22	3,85
28	3,86	1,48	0,38	1,90	0,89
29	2,78	1,06	0,33	1,40	2,09
30	3,85	0,61	0,51	1,96	3,51
32	3,94	1,44	0,45	1,96	1,11
33	2,65	1,62	0,27	1,61	2,50
34	2,69	2,01	0,23	1,95	3,34
35	3,15	1,26	0,66	0,93	3,66
36	3,01	0,70	0,09	0,24	1,98
37	3,49	0,98	0,18	0,44	2,06
38	3,55	1,14	0,05	0,29	2,22
39	4,15	1,07	0,20	0,50	3,01
40	4,94	1,29	0,73	1,16	2,49
41	5,17	1,47	1,01	1,73	2,23
42	5,17	1,57	1,03	1,77	2,33
43	5,22	1,66	0,94	1,61	2,48
44	5,25	1,78	0,79	1,40	2,65
45	5,08	2,00	0,57	1,05	3,00
46	4,09	1,98	0,20	0,33	3,24

Tabla 104: Solicitud muros piso 1, estructura en San Bernardo.

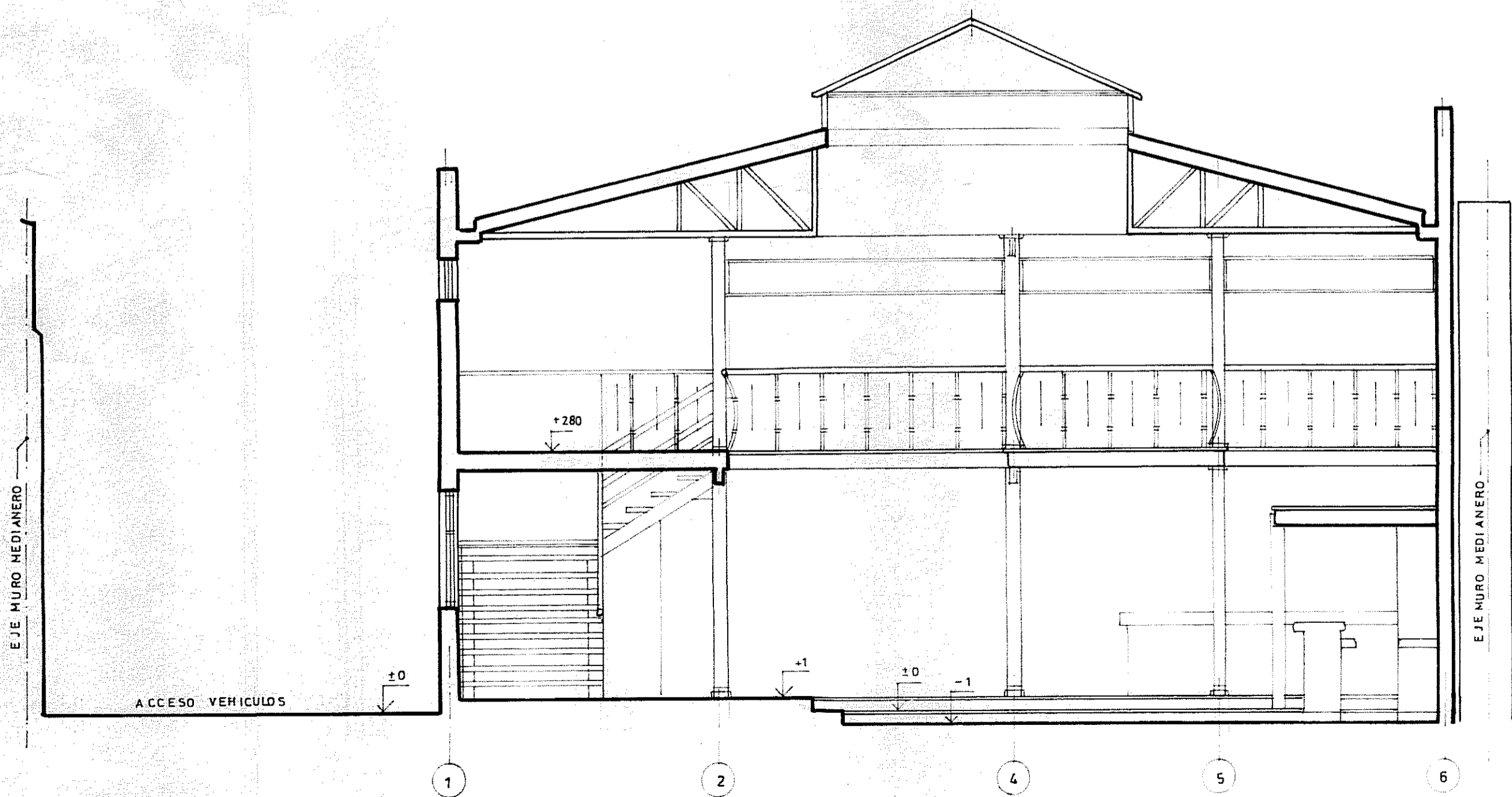
N°muro	P max[tonf]	V2 max[tonf]	V3 max[tonf]	M2 max[tonf-m]	M3 max[tonf-m]
1	5,78	1,73	0,07	0,49	5,25
2	4,39	2,20	0,19	0,87	4,01
3	4,47	2,45	0,20	0,60	3,88
4	4,47	2,49	0,08	0,27	4,14
5	4,32	2,58	0,09	0,28	4,37
6	4,34	2,67	0,21	0,64	4,35
7	4,29	2,81	0,20	0,85	4,48
8	3,94	2,99	0,08	0,50	7,12
9	3,82	1,94	0,10	0,71	4,57
10	3,45	2,88	0,32	1,81	5,34
11	3,38	3,05	0,30	1,65	4,68
12	3,17	2,44	0,09	0,55	8,66
13	4,69	1,28	0,09	0,54	6,21
14	3,37	1,99	0,30	1,66	3,91
15	3,32	2,01	0,34	1,91	3,86
16	3,60	1,70	0,12	0,78	4,35
17	3,23	0,72	0,08	0,53	4,76
18	3,28	0,99	0,23	1,33	1,78
19	3,70	1,08	0,31	1,68	2,03
20	4,31	1,16	0,32	1,72	3,47
22	5,68	1,79	0,26	1,27	3,28
23	3,58	1,92	0,15	0,75	4,04
24	3,23	1,76	0,05	0,24	6,30
25	5,67	0,82	0,12	0,57	4,82
26	4,28	1,17	0,33	1,46	4,22
28	4,41	1,19	0,34	1,78	1,96
29	3,63	1,30	0,41	2,03	2,00
30	4,21	1,24	0,51	2,31	3,71
32	4,05	1,33	0,48	2,06	2,18
33	3,46	1,66	0,34	1,51	2,40
34	3,21	1,69	0,25	1,02	2,92
35	4,56	1,64	0,12	0,55	5,97
36	3,95	0,72	0,12	0,53	2,04
37	3,95	1,03	0,21	0,92	2,55
38	4,31	1,22	0,08	0,40	2,52
39	4,92	1,26	0,19	1,03	3,05
40	5,48	1,40	0,67	3,03	2,71
41	5,76	1,59	0,97	4,21	2,51
42	5,79	1,73	0,98	4,26	2,70

43	5,84	1,85	0,89	3,87	2,89
44	5,84	2,01	0,77	3,25	3,13
45	5,53	2,25	0,54	2,25	3,38
46	4,80	2,65	0,18	0,81	4,58

ANEXO G: PLANOS DE ESTRUCTURAS Y MEMORIA DE CÁLCULO



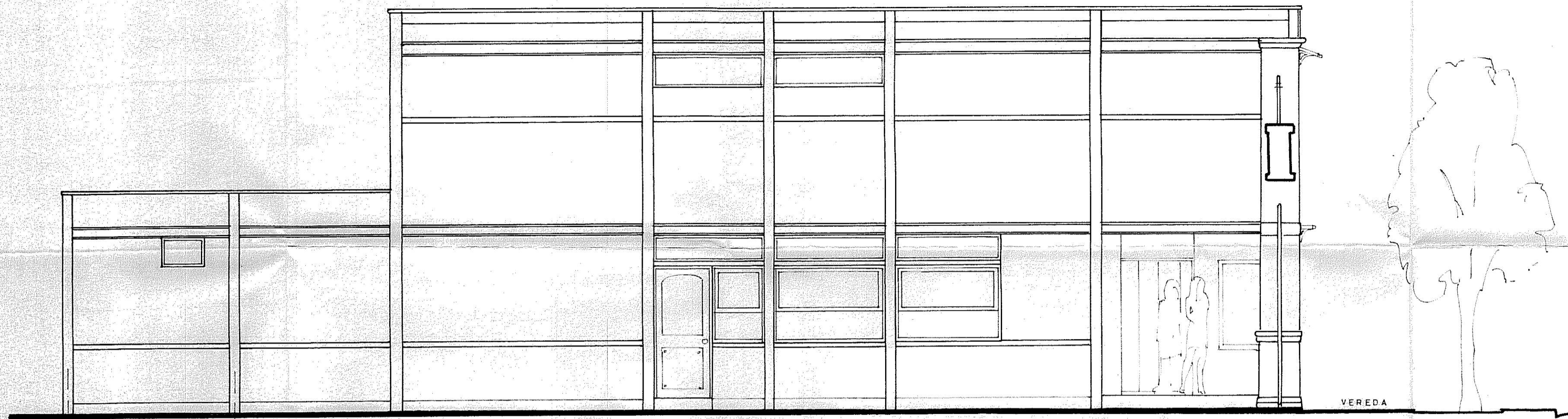
CORTE A-A ESC. 1:50



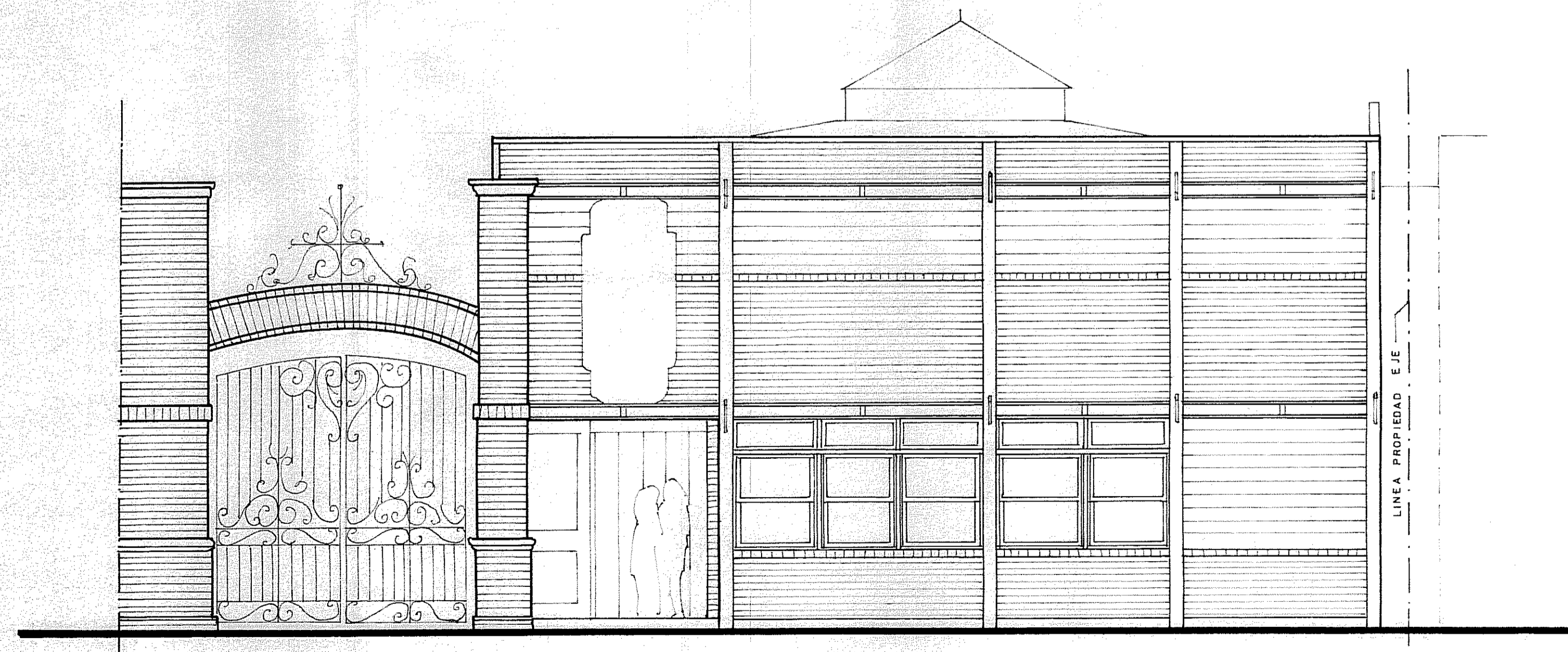
CORTE B-B ESC. 1:50



MODIFICACION PROYECTO:		
RESTORAN MUNECA BRAVA		
UBICACION : MALLINKRODT 170 - PROVIDENCIA		Nº LAMINA
PROPIETARIOS: MANUEL LIRA INFANTE Y CIA. LTDA		5
CONTENIDO : CORTE A-A' CORTE B-B'		
ARQUITECTO : CARLOS URQUIZA VEGA	I.C.A. 2753	06.98



ELEVACION SUR ESC. 1:50
(CALLE JARDIN MALLINKRODT)



ELEVACION ORIENTE ESC. 1:50
(VISTA DESDE CALLE MALLINKRODT)

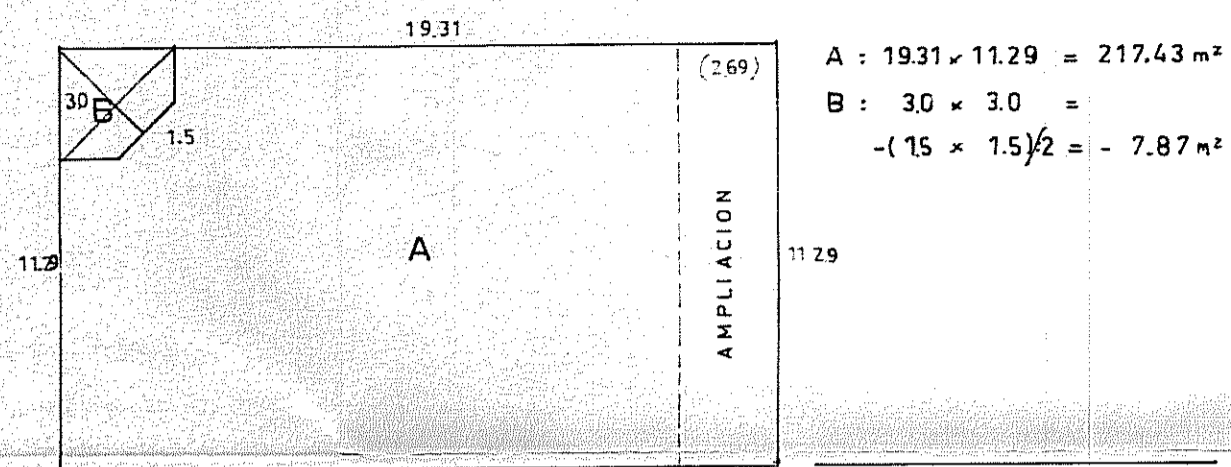
\$ 1924/98.-

MODIFICACION PROYECTO:		RESTAURACION MUÑECA BRAVA	
UBICACION	: MALLINKRODT 170 - PROVIDENCIA	N° LAHINA	
PROPIETARIOS	: MANUEL LIRA INFANTE <i>Manuel Lira Infante</i>		
CONTENIDO	: ELEVACION SUR Y ELEVACION ORIENTE		
ARQUITECTO	: CARLOS URQUIZA VEGA ICA 2753	06.98	

ESQUEMA SUPERFICIES

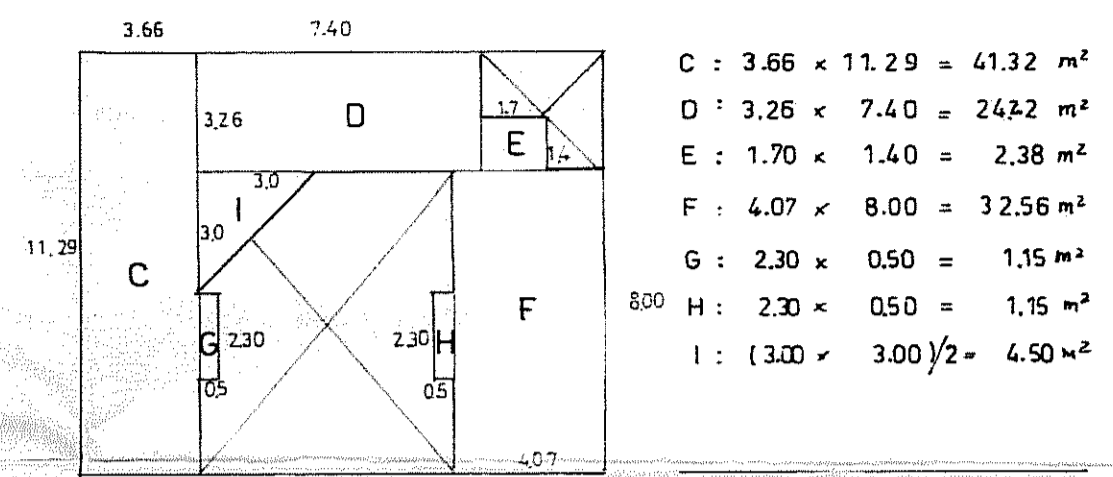
CUADRO SUPERFICIES

PRIMER NIVEL



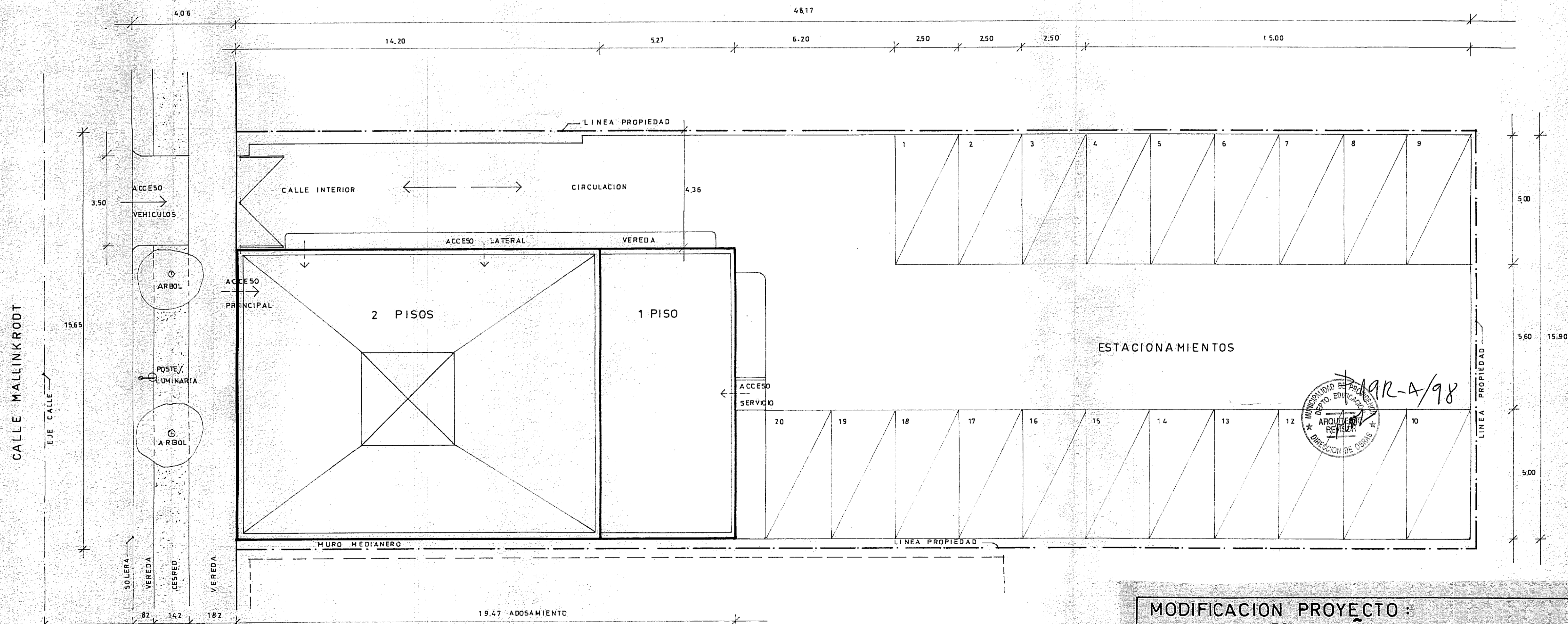
S.TOTAL = 209.56 m²

SEGUNDO NIVEL



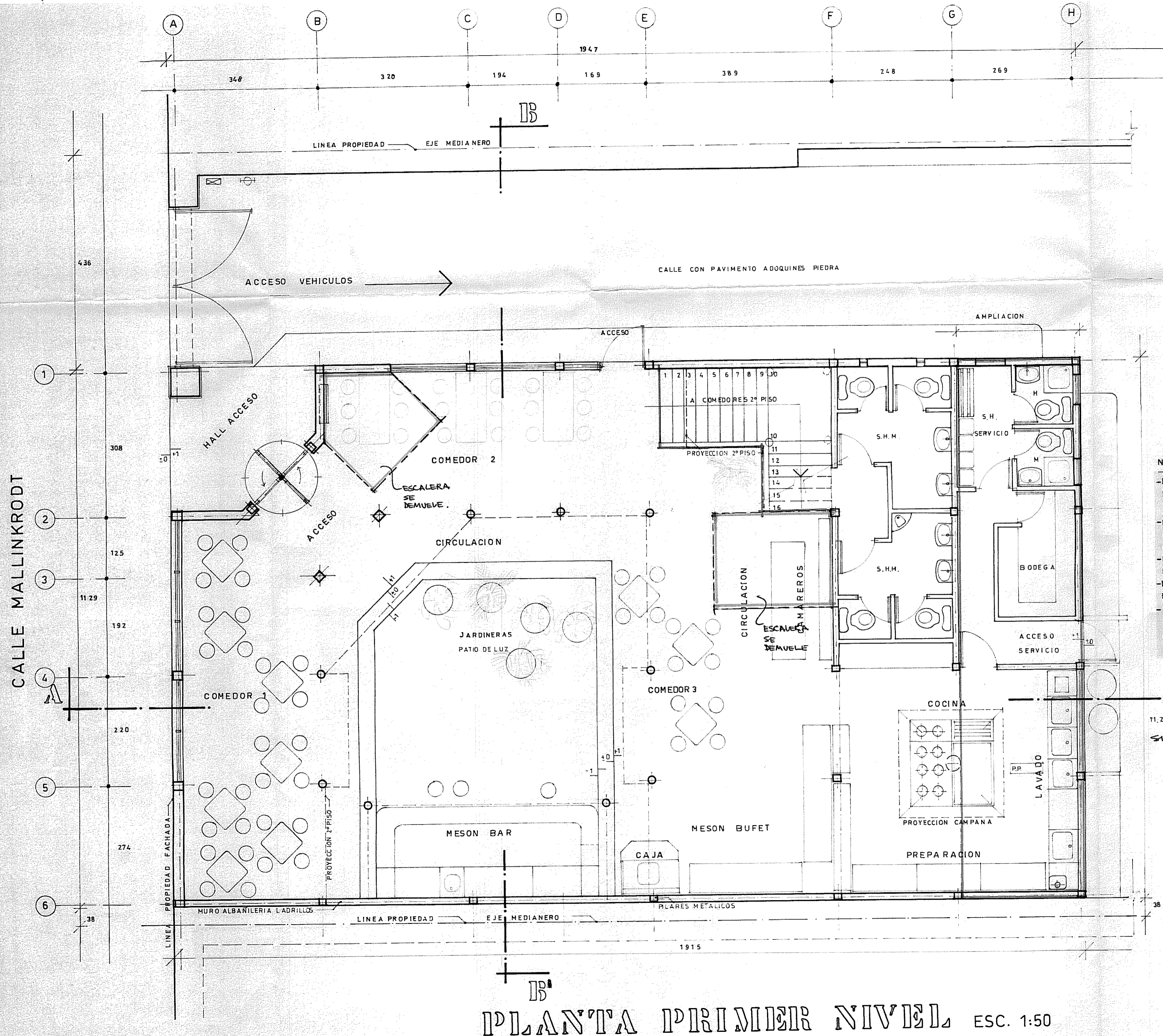
S.TOTAL = 107.28 m²

SUPERFICIE PRIMER NIVEL	=	209.56 m ²
SUPERFICIE SEGUNDO NIVEL	=	107.28 m ²
TOTAL CONSTRUIDO	=	316.84 m ²
<small>(PORCENTAJE CONSTRUCTIBILIDAD= 0.43)</small>		
SUPERFICIE TERRENO	=	729.6 m ²
PORCENTAJE OCUPACION PRIMER NIVEL	=	28.7 %
PORCENTAJE TERRENO DESCUBIERTO	=	71.3 %
SUPERFICIE COMEDORES PRIMER NIVEL	=	46 m ²
SUPERFICIE COMEDORES SEGUNDO NIVEL	=	56 m ²
TOTAL SUPERFICIE COMEDORES	=	102 m ²
TOTAL ESTACIONAMIENTOS	=	20

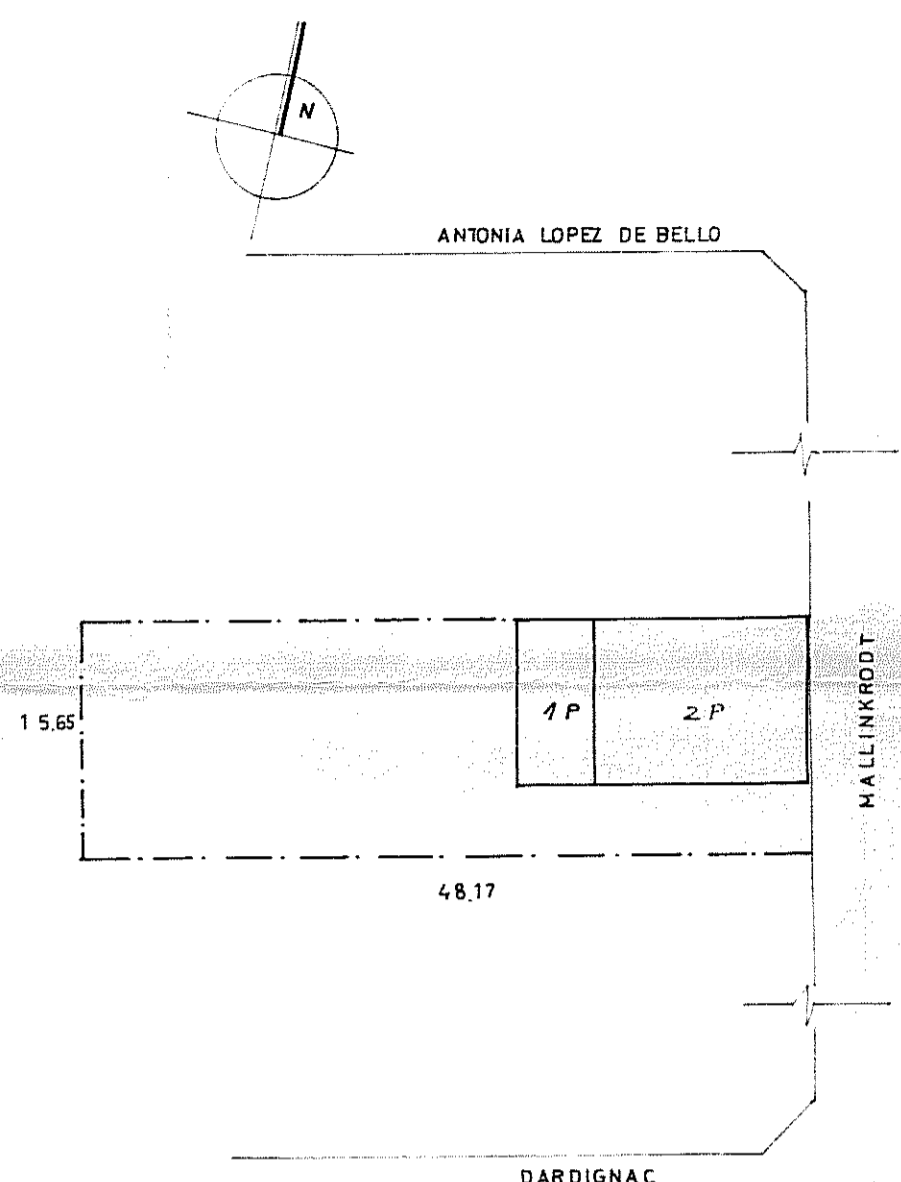


PLANO DE EMPLAZAMIENTO ESC. 1:100

MODIFICACION PROYECTO: RESTORAN MUÑECA BRAVA	
UBICACION : MALLINKRODT 170 - PROVIDENCIA	Nº LAMINA
PROPIETARIOS : MANUEL LIRA INFANTE	5
CONTENIDO : PLANO EMPLAZAMIENTO Y CUADRO SUPERFICIES	
ARQUITECTO : CARLOS UROUZA VEGA ICA 2753	06.98



PLANTA PRIMER NIVEL ESC. 1:50



PLANO UBICACION ESC. 1:500

NOTA:

- LOS DATOS DE EMPLAZAMIENTO, LINEAS DE CIERROS, MEDIANERIAS, DIMENSIONES PREDIALES Y ANGULOS DEL TERRENO, PERFILES DE CALLES, SON DECLARADOS POR EL ARQUITECTO Y DE SU COMPLETA RESPONSABILIDAD.
- LOS MUROS MEDIANEROS EXISTENTES SON PROPIEDAD COMUN CON LOS PROPIETARIOS VECINOS, POR LO QUE DEBERA OBTENERSE SU AUTORIZACION PARA TRABAJAR EN ELLOS O BAJO ELLOS.
- LOS MEDIANEROS EXISTENTES EN FRANJAS DE ANTEJARDINES DEBERAN SER DEMOLIDOS CUANDO EL MUNICIPIO ASI LO EXIJA A AMBOS PREDIOS VECINOS.
- LAS SUBIDAS DE AUTOS SE AUTORIZAN CONDICIONADAS A QUE SE RESPETEN LA EXISTENCIA DE ARBOLES EN VEREDAS PUBLICAS.
- LA VEREDA PUBLICA FRENTE AL PREDIO DEBERA MANTENER LA CONTINUIDAD DE MATERIAL Y NIVELES DEL PAVIMENTO DEL RESTO DE VEREDAS EN LA CUADRA. LAS REPOSICIONES SE EFECTUARAN MEDIANTE LA COLOCACION DEL BALDOSO DE 40x40x4 MICROVIDRADO.

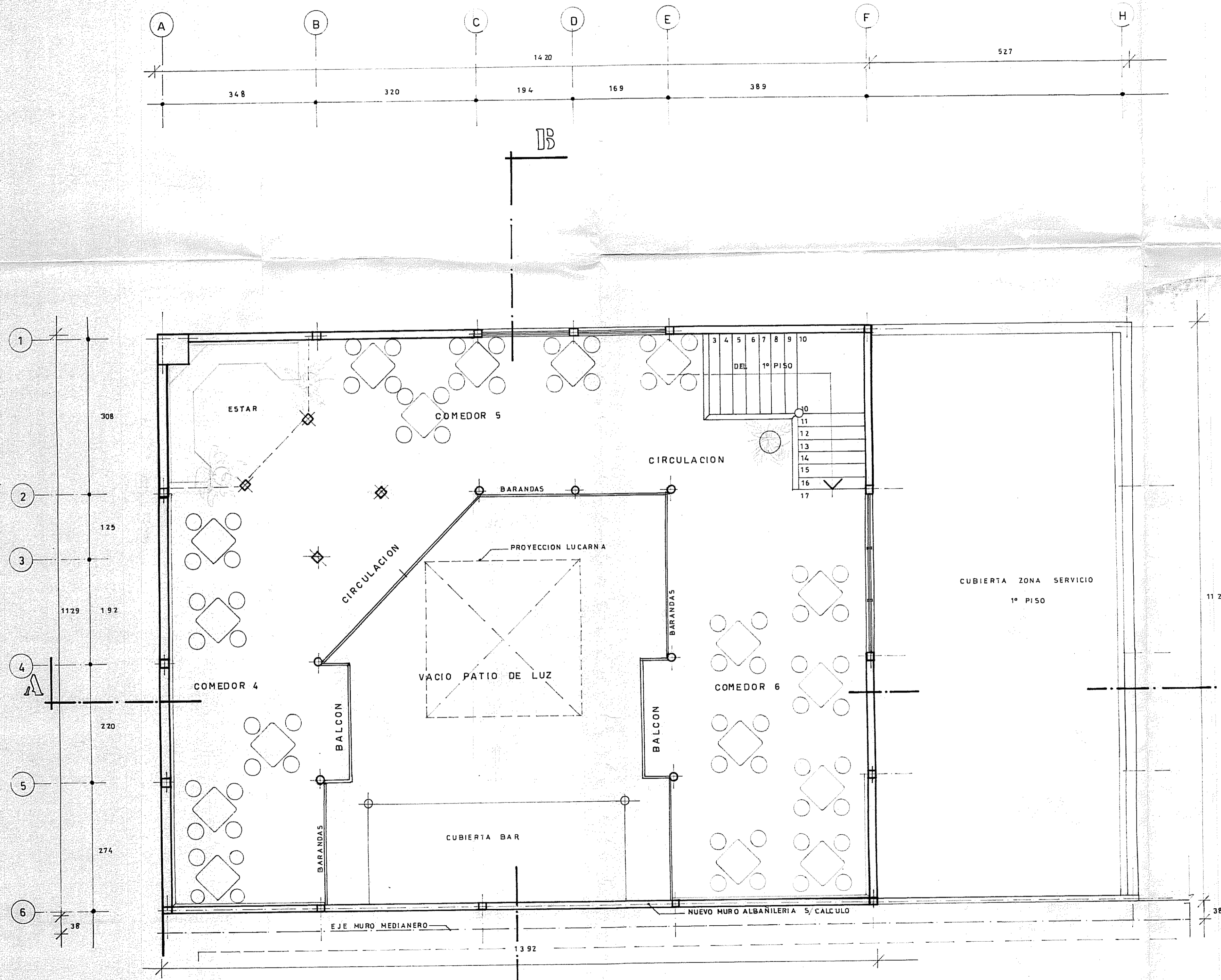
SUP. AMPLIACION: 30.12 m² (2.69x11.29)

Copia D.O.M.

SIMBOLOGIA	
	CONSTRUCCION SEGUN PERMISO N°43/97
	AMPLIACION PROYECTADA



MODIFICACION PROYECTO:		
RESTORAN MUÑECA BRAVA		
UBICACION : MALLINKRODT 170 - PROVIDENCIA	Nº LAMINA	1
PROPIETARIOS: MANUEL LIRA INFANTE		
CONTENIDO : PLANTA PRIMER NIVEL Y PLANO UBICACION		
ARQUITECTO: CARLOS URQUIZA VEGA I.C.A. 2753	.06.98	

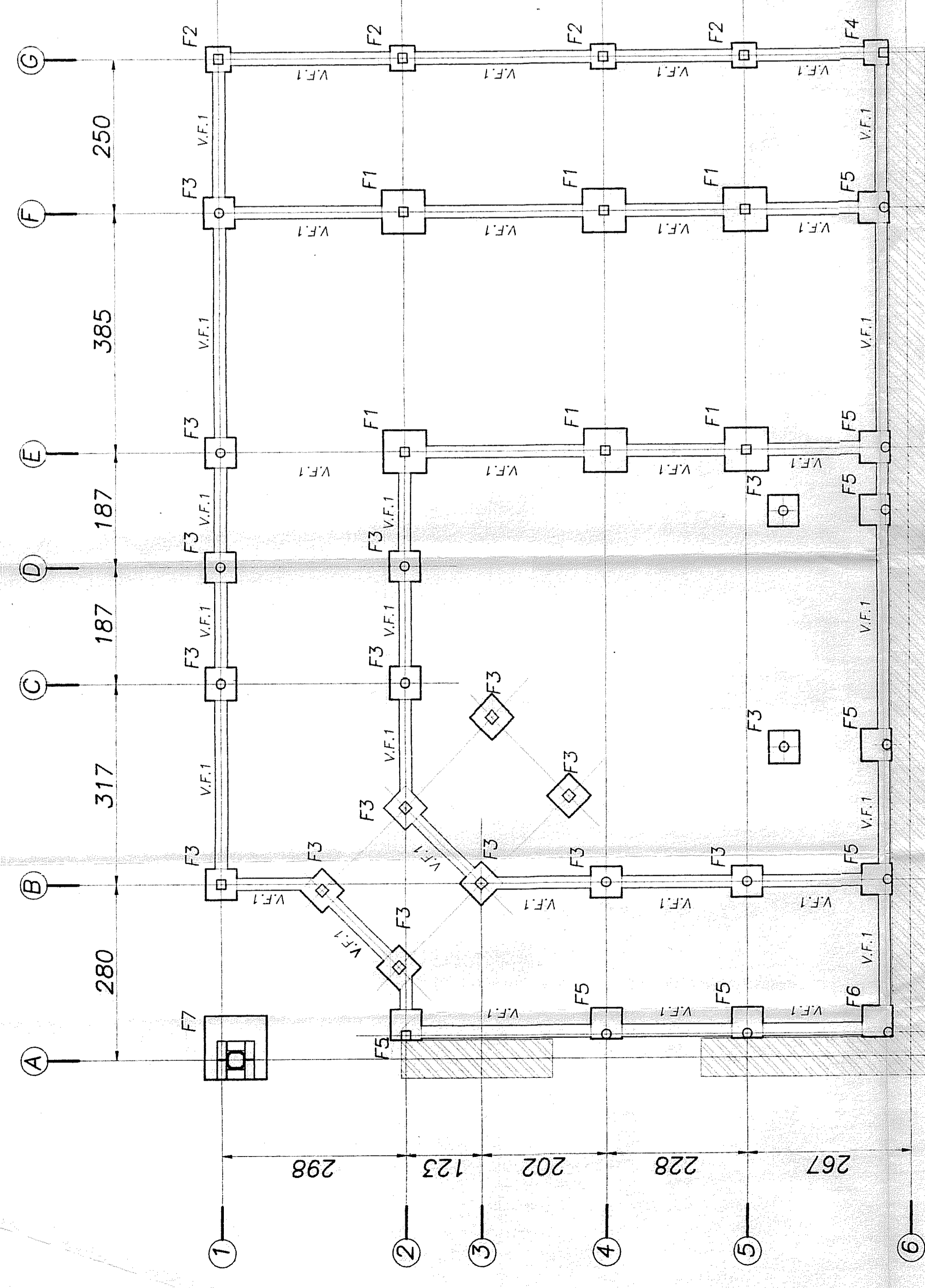


B^o
PLANTA SEGUNDO NIVEL ESC. 1:50

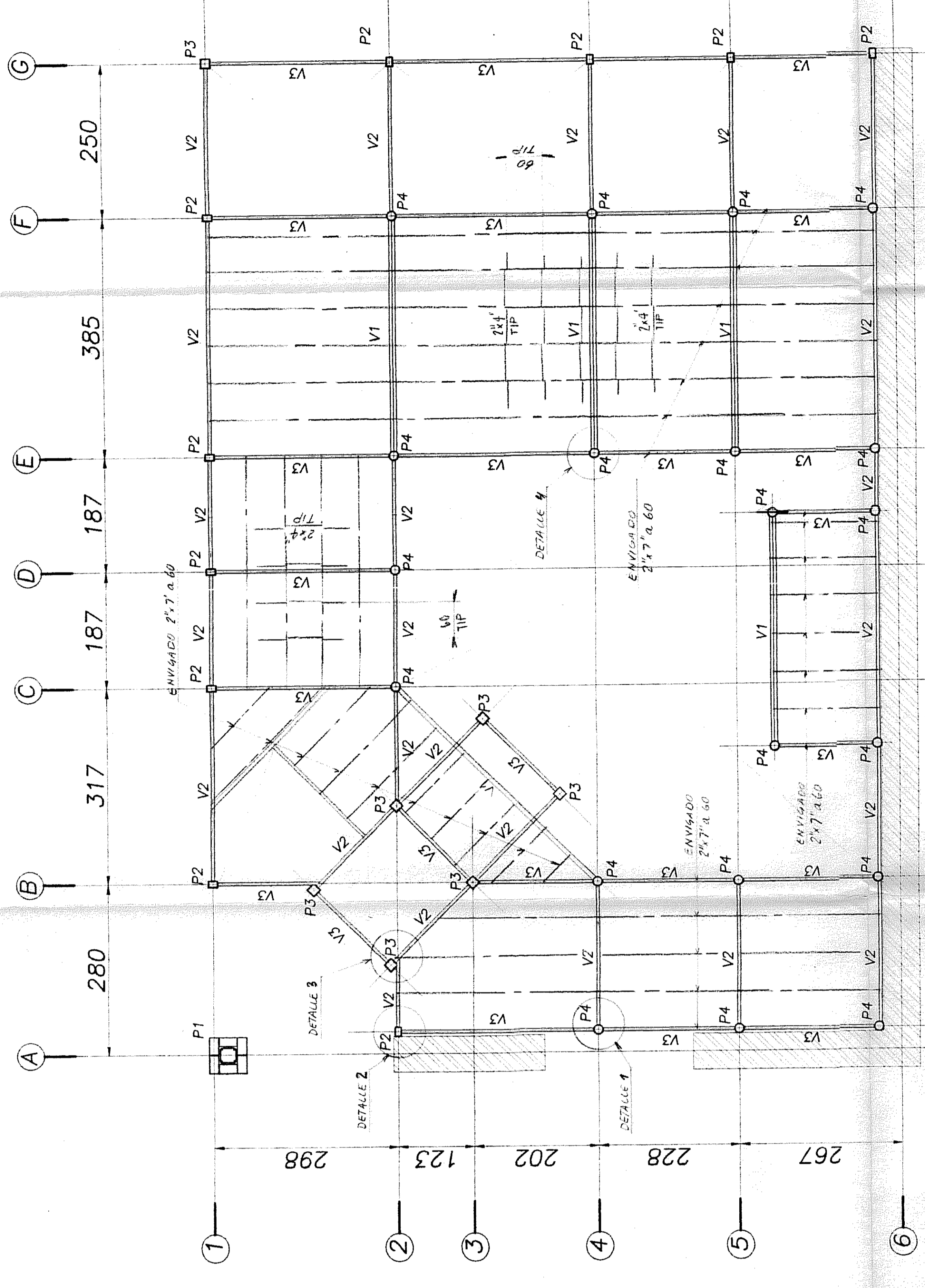


192-A/98

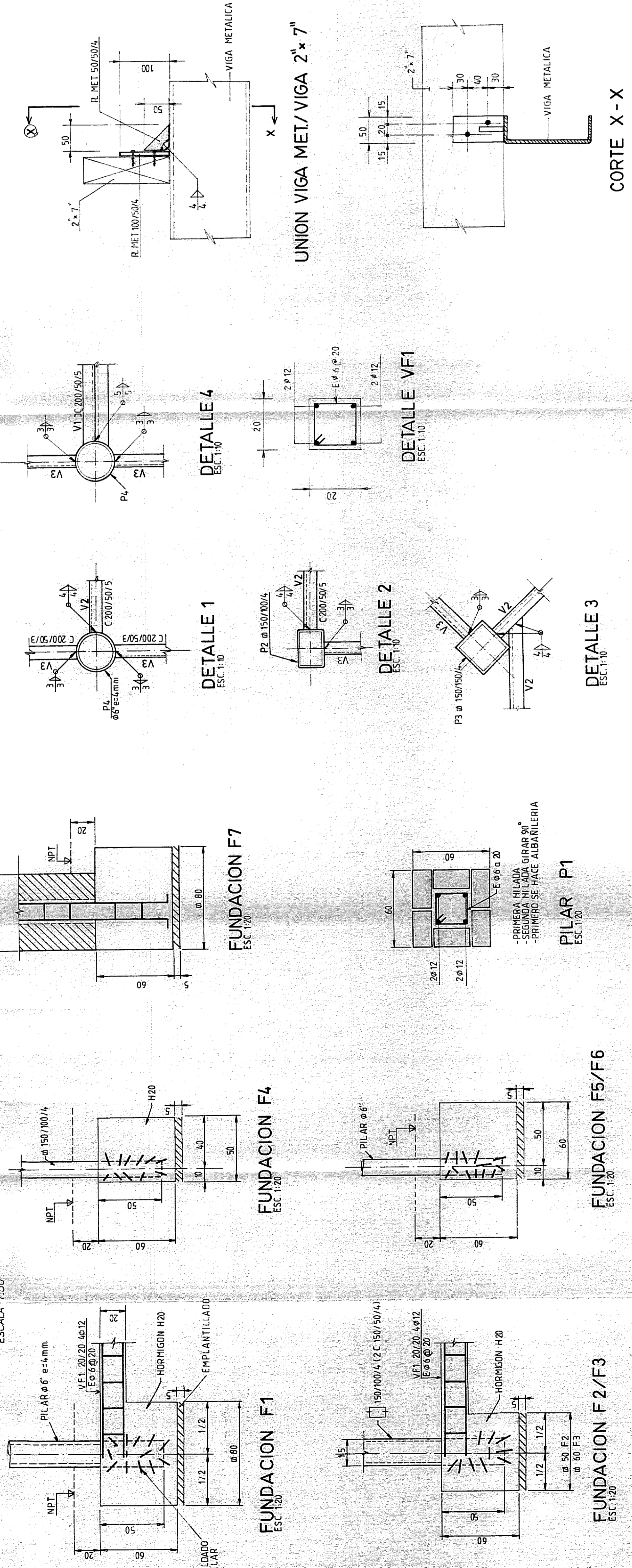
MODIFICACION PROYECTO: RESTAURACION MUNDECA BRAVA	
UBICACION : MALLINKRODT 170 - PROVIDENCIA	N° LAMINA 2
PROPIETARIOS : MANUEL LIRA INFANTE y CIA. S.A.	
CONTENIDO : PLANTA SEGUNDO NIVEL	
ARQUITECTO : CARLOS ÚRQUIZA VEGA I.C.A. 2753	.06.98



PLANTA DE FUNDACIONES
ESCALA 1:30

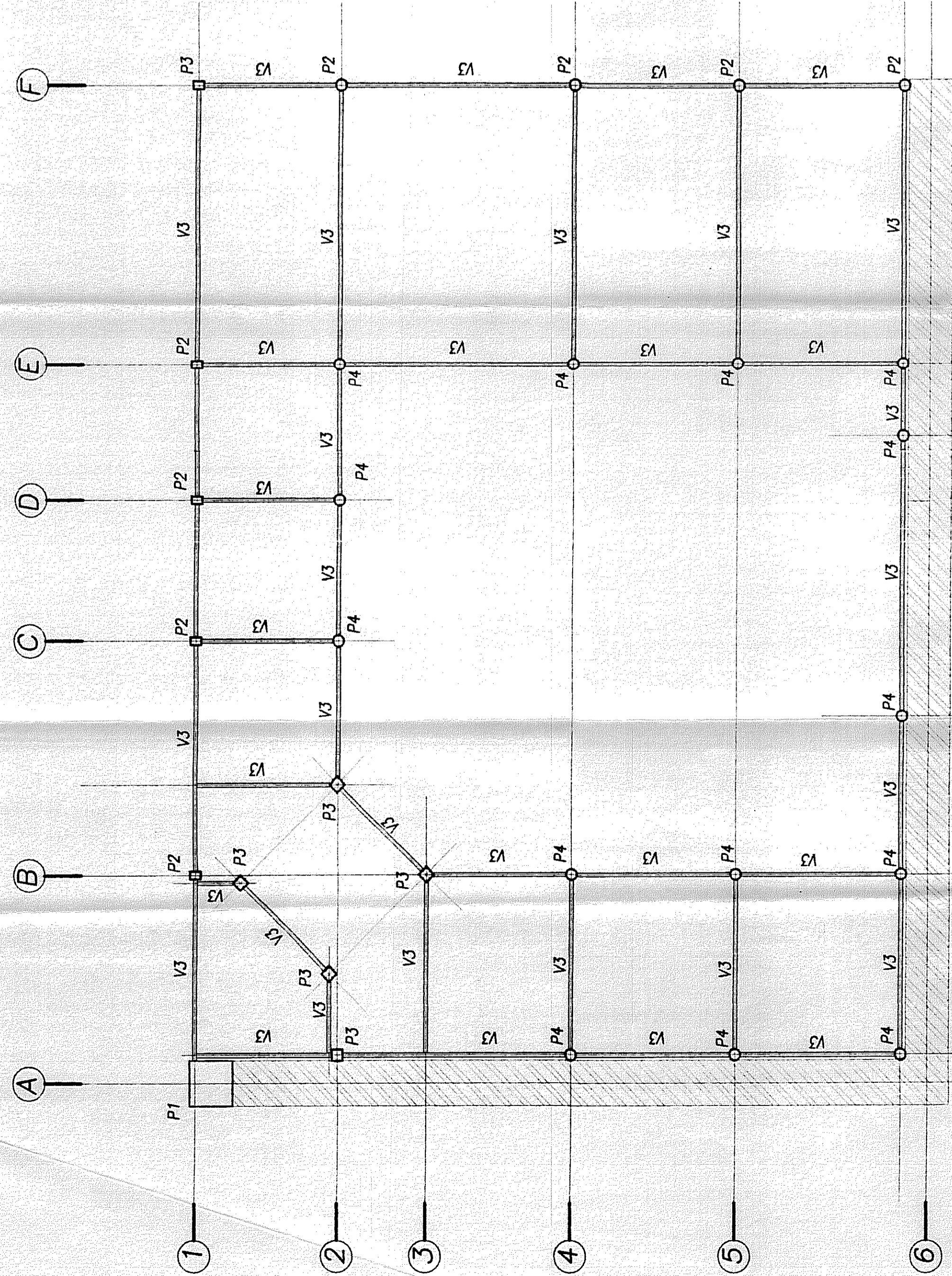


PLANTA DE ESTRUCTURA PRIMER PISO
ESCALA 1:30



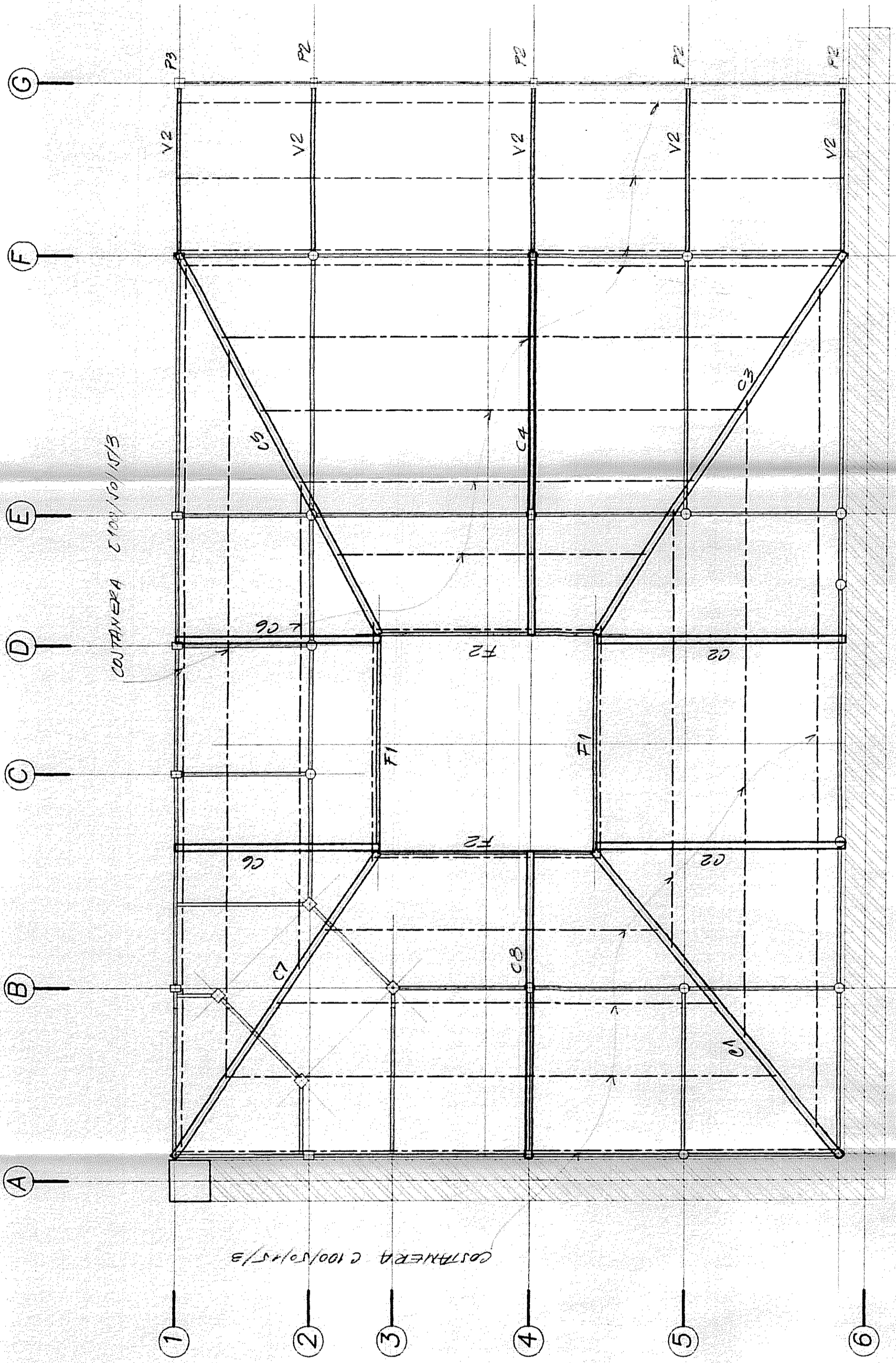
PROY.	700-E
CALCULO	M.A.L.
REVISOR	J.J.L.
TRAZADO	REVISOR
FECHA	19/07/07
ESCALA	1:30
PLANO N°	700-01
CONTENIDO	PLANTA DE ESTRUCTURA PRIMER PISO PLANTA DE FUNDACIONES
PROYECTISTA	RESTORAN MURECA BRAVA
CLIENTE	
UBICACION	
MODIF.	
REV.	
FECHA	

P.143/147
Ocañudo 2007

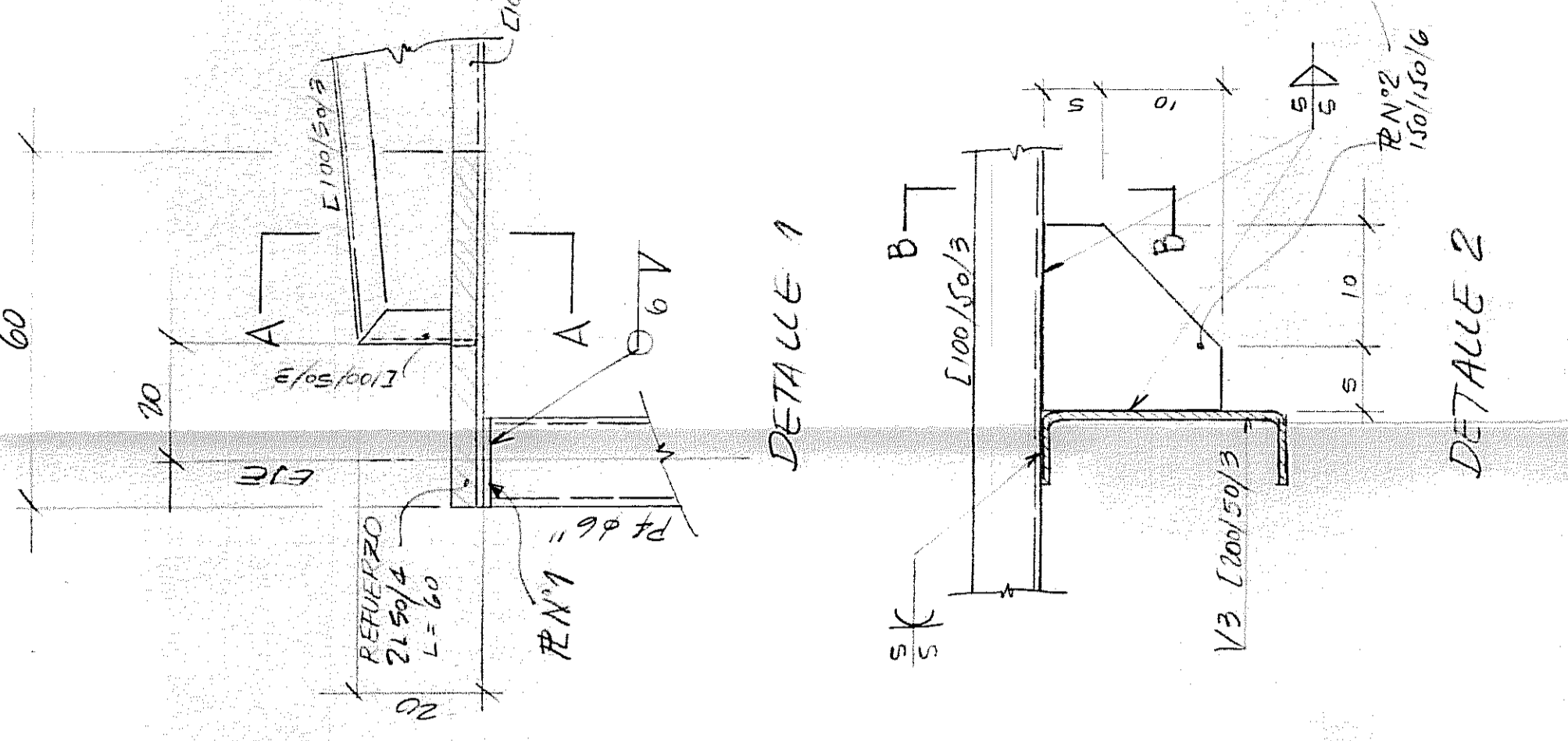


PLANTA DE ESTRUCTURA SEGUNDO PISO
ESCALA 1:30

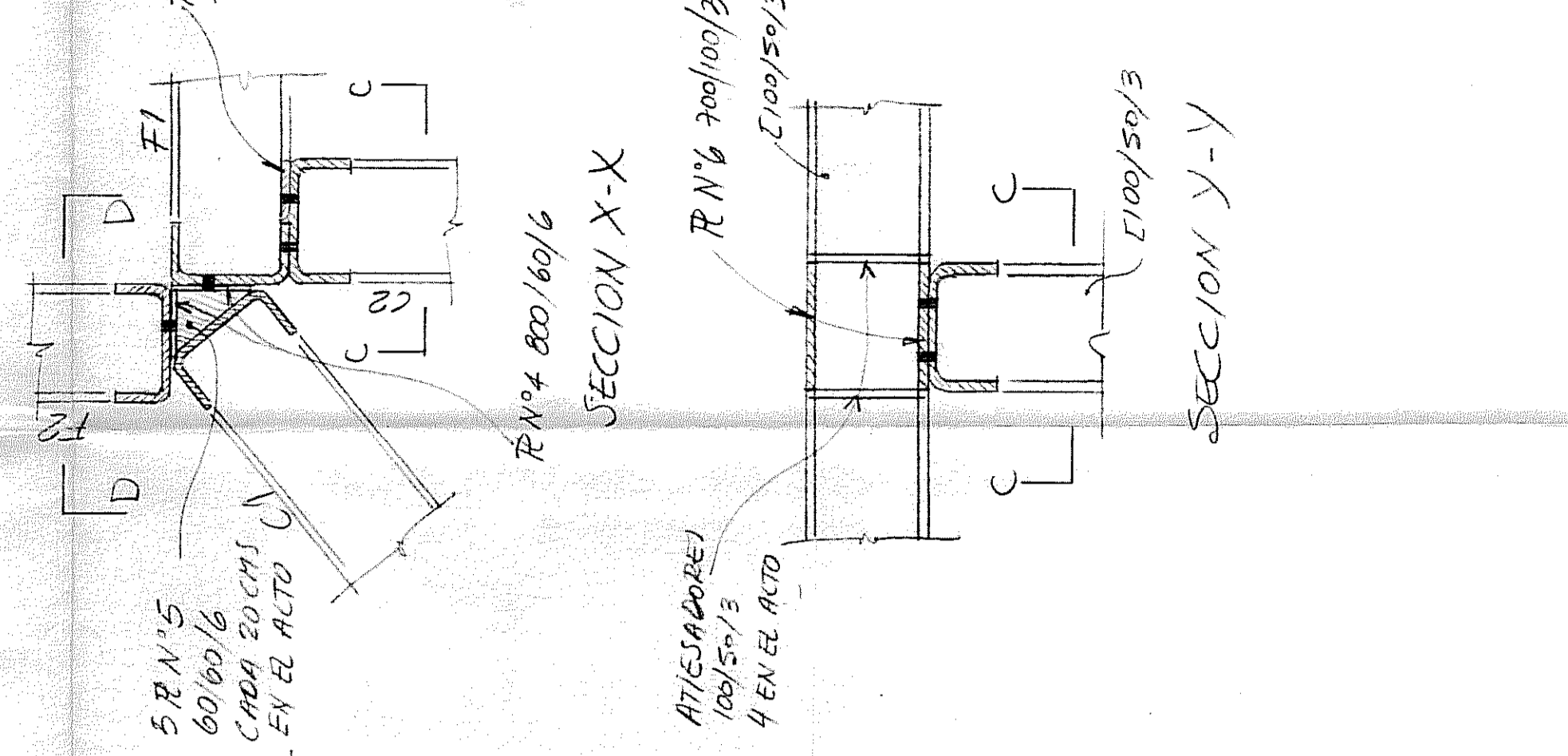
NOTA: DETALLE DE UNIONES VER CARPANA 700-01



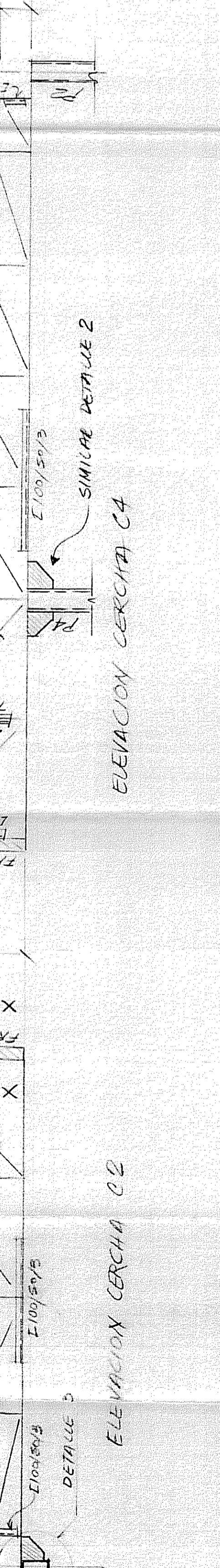
PLANTA CUBIERTA
ESCALA 1:30



NOTA: DETALLE 3 SIMILAR A DETALLE 1 O DETALLE 2



NOTA: LAS CERCAMAS CS-C6-C7A C8 SON SIMILARES A CERCAMA C1 C2-C3 C4, SOLO VARIAN LA MEDIDA.
- TODAS LAS MEDIDAS SE DEBERAN VERIFICAR EN OBRA Y CON PROYECTO Y CON TELA DE LA FABRICACION.



ELEVACION CERCAMA C1

ELEVACION CERCAMA C2

ELEVACION CERCAMA C3

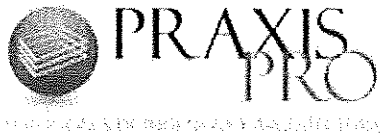
ELEVACION CERCAMA C4

PROYECTO: RESTORAN MURECA BRAVA

PROYECTANTE: HERNAN ROMAS JIMENEZ
 MAURICIO RAMIREZ
 CARLOS
 FERRER
 MONTANA
 FERRER
 MONTANA

ESCALA: 700-02 DE 2

FECHA	DESCRIPCION	PROYECTANTE	REVISOR



PROYECTO BODEGAS INDUSTRIALES
Y OFICINAS

PROYECTO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL
MEMORIA DE CALCULO EXPLICATIVA

**Propietario: EASTON INMOBILIARIA INDUSTRIAL
LTDA..**

Arquitecto: EDUARDO TELLEZ C.

**Dirección: JORGE ALESSANDRI 10000,
SAN BERNARDO SANTIAGO.**

Febrero 2008



1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto considera el diseño de un galpón de una nave de 953 m² aproximadamente, con 24,00 m (12+12) de luz modulados cada 8,00m.

2. BASES DE DISEÑO

2.1 Estructuración

La nave se estructura mediante marcos rígidos en la dirección transversal y mediante marcos arriostrados en la dirección longitudinal, a modo de dotarla de la capacidad suficiente para soportar las cargas laterales producto de viento, sismo y las cargas normales estáticas.

2.2 Normas de Diseño

2.2.1 Estructuras de Acero.

Para el diseño de las estructuras de acero se utiliza las siguientes normas de verificación, de acuerdo al tipo de elemento que corresponda, diferenciándose el caso de secciones soldadas o laminadas y secciones plegadas.

Secciones Plegadas :

Norma AISI "American Iron and Steel Institute" :

"Specification for the design of cold-formed steel structural members", 1996 Edition. Se utiliza el método ASD.

Secciones Soldadas o Laminadas:

Normas AISC del "American Institute of Steel Construction":

" Load and Resistance Factor Design for Structural Steel Buildings" 1993 Edition. Se utiliza el método ASD de dimensionamiento.



2.2.2 Elementos de Hormigón Armado.

Las dimensiones de los elementos se obtienen considerando los criterios entregados por el "Código de Diseño de Hormigón Armado" ACI 318 Of. 99. El diseño del refuerzo se basó en el mismo código, considerando un cálculo por estados límites de carga y agotamiento de la resistencia.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- BUILDING CODE (Lateral Forces), San Francisco California..

-A.C., DAVENPORT, Design Factor for Avaluating the Dynamic Action of Wind on Structures, anexo a las nuevas normas escandinavas sobre empuje del viento.

-NCh 433 Of.96

"Diseño sísmico de Edificios"

- NCh 1537 Of.86

"Cargas Permanentes y Sobrecargas de Uso"

- NCh 431 Of.71

"Acción del viento sobre las construcciones"

- ACI 318-99

2.3 Normas de Solicitaciones (ver resultados en Anexo)

2.3.1 Norma de Sobrecargas (SC)

Se utiliza la norma NCh1537 con una sobrecarga de diseño de 100 kilos por metro cuadrado para las cubiertas, realizando las reducciones indicadas debido a la superficie de influencia y pendiente de techo. Para las costaneras, la superficie de influencia es el producto de la separación entre costaneras y el largo de éstas. Para el caso de los marcos, la superficie de influencia corresponde a la modulación por el largo de éstos.

Sobrecarga Reducida sobre Costaneras y marcos: 30 kg/m²

2.3.2 Norma de Viento (W)

Se utiliza la norma NCH432. Para determinar la presión básica se utilizará una velocidad de viento de 120 km/hr (70 kilos por metro cuadrado de presión básica). Los factores de forma serán los indicados en la norma, considerándose el caso de naves completamente cerradas y parcialmente abiertas.



2.3.3 CARGAS SISMICAS

(Según NCh 433)

Zona sísmica 2

Tipo de Suelo II

Categoría Edificio C

Se considera para todos los casos el coeficiente sísmico máximo que indica la norma. Este estado de carga en general no controla el diseño.

3. MATERIALES

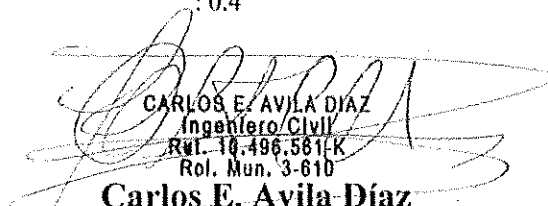
Se utilizará los siguientes materiales:

- Hormigón Fundaciones: H25-90% Según NCh170 Of.85
- Acero de Refuerzo: A63-42H Según NCh204 Of.78
- Acero Estructural: A42-27ES
- Pernos de Anclaje: A325
- Hormigón de emplantillado : Grado H5-80% confianza.
- Radieres : Grado H25-90% confianza

4. Mecánica de Suelos

Se consideraron los siguientes valores característicos para la definición del suelo de fundación:

- Tipo de Suelo según NCh 2369 : Tipo II
- Capacidad de soporte a cargas estáticas : 1.2 kg/cm²
- Capacidad de soporte a cargas dinámicas : 1.5 kg/cm²
- Coeficiente de balasto : 3 kg/cm³
- Coeficiente de Empuje Activo (Ka) : 0.33
- Densidad Natural Humeda : 2.2 T/m³
- Coeficiente de Roca : 0.4


 CARLOS E. AVILA DIAZ
 Ingeniero Civil
 ROL. 10.496.581-K
 Rol. Mun. 3-610
Carlos E. Avila-Díaz
Ingeniero Civil
USACH

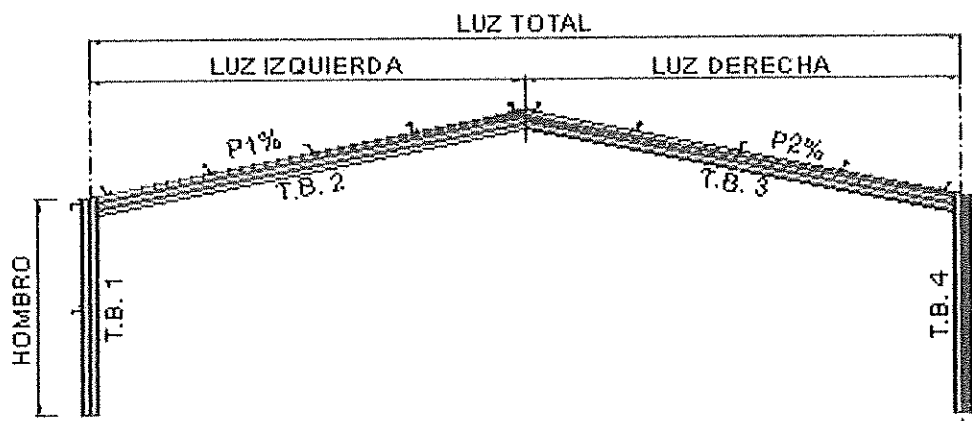


ANEXO

a) Modelo

• Geometría

Luz = 48,00m (24+24)
Largo = 90 m
Modulación = 15*6,00 m
Hombro = 9,12 m
Pendiente = 12%



- Cargas

1. Peso Propio	Cubierta	5 kg /m ²
	Costaneras	5 kg /m ²
	Colgadores	<u>2 kg/m²</u>

$$\text{Total} = 12 \text{ kg /m}^2 \times 8,00 \text{ m} = 96,00 \text{ kg /ml}$$

Peso Perfil

$$\text{TB } 650 \times 200 \times 4 \times 3 = 50,5 \text{ kg/ml}$$

$$\text{Qpp} = 96,00 \text{ kg/ml} + 50,5 \text{ kg/ml} = 146,5 \text{ kg/ml}$$

2. Sobrecarga	100 kg/m ²
	Factor reducción 0.3

$$\text{Qsc} = 100 \text{ kg/m}^2 \times 0,3 = 30 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Qsc} = 30 \text{ kg/m}^2 \times 8,00 = 240 \text{ kg/ml}$$

3. Viento	66 kg/m ²
-----------	----------------------

$$\text{Qw} = 66 \times 8,00 = 528,00 \text{ kg/ml}$$

4. Sismo	No controla según Nch2369
----------	---------------------------

- Combinaciones

$$\text{Peso Propio} + \text{Sobrecarga} = \text{Qpp} + \text{Qsc}$$

$$\text{Peso Propio} + \text{Viento} = \text{Qpp} + \text{Qw}$$

- Estados de Servicio

$$\text{Deformación cumbra} = L / 300 = 2400 / 300 = 8,00 \text{ cm}$$

$$\text{Deformación Hombro} = H / 100 = 810 / 100 = 8,10 \text{ cm}$$



• Seccion TB 650x200x4x3

PERFIL	TUBEST (650x200x4x3)
p (kg/m)	50.0
A (cm ²)	54.3
Aef (cm ²)	53.3
I (cm ⁴)	14710.00
W (cm ³)	1067.00
Mc (t-m)	17.10
Lc (m)	13.00
H (cm)	65
B (cm)	20.0
ix (cm)	13.30
iy (cm)	3.70

• Seccion TB 650x200x5x3

PERFIL	TUBEST (650x200x5x3)
p (kg/m)	74.1
A (cm ²)	68.3
Aef (cm ²)	60.0
I (cm ⁴)	39333.00
W (cm ³)	1203.00
Mc (t-m)	18.30
Lc (m)	13.00
H (cm)	65
B (cm)	20.0
ix (cm)	13.30
iy (cm)	3.50

Costaneras de Techo: en disposición de costanera continua

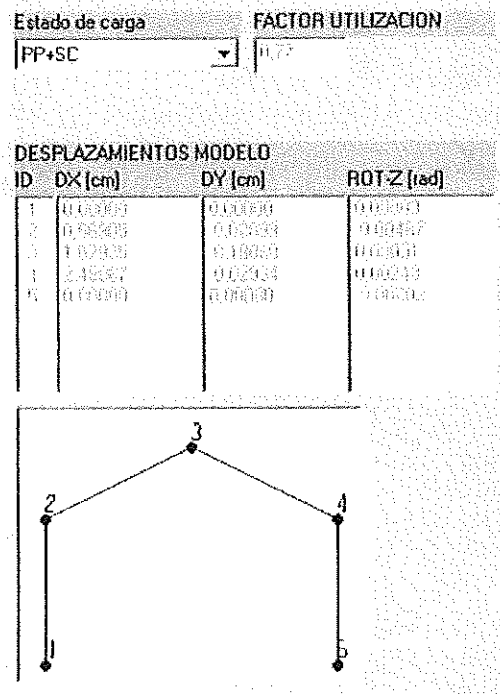
Costaneras de Techo Extremo
Costaneras de Techo Tramos

Z 150 x 50 x 15 x 2 @ 1478 mm.
Z 150 x 50 x 15 x 1,6 @ 1478 mm.

Puntal OC 150 x 150 x 3
Arriostamiento Vertical OC 100 x 100 x 3
Arriostamiento de Techo OC 100 x 100 x 3



b) Deformaciones



Deformación Cumbre (PP+SC) = 6,18 cm L/388



Estado de carga: **VIzq** FACTOR UTILIZACION: 0.77

DESPLAZAMIENTOS MODELO

ID	DX [cm]	DY [cm]	ROT-Z [rad]
1	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.40000	0.00000	0.00000
3	1.74710	4.37140	0.00000
4	1.94410	0.00000	0.00000
5	0.00000	0.00000	0.00000

Estado de carga: **VDer** FACTOR UTILIZACION: 0.77

DESPLAZAMIENTOS MODELO

ID	DX [cm]	DY [cm]	ROT-Z [rad]
1	0.00000	0.00000	0.00000
2	1.15047	0.00000	0.00000
3	2.47410	8.81690	0.00000
4	1.79500	0.00000	0.00000
5	0.00000	0.00000	0.00000

Estado de carga: **0.75(PP+VIzq)** FACTOR UTILIZACION: 0.77

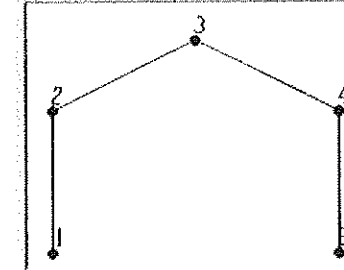
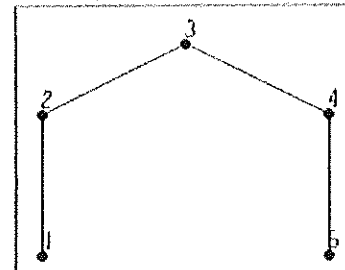
DESPLAZAMIENTOS MODELO

ID	DX [cm]	DY [cm]	ROT-Z [rad]
1	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.10174	0.00000	0.00000
3	0.97844	4.37140	0.00000
4	1.59549	0.00000	0.00000
5	0.00000	0.00000	0.00000

Estado de carga: **0.75(PP+VDer)** FACTOR UTILIZACION: 0.77

DESPLAZAMIENTOS MODELO

ID	DX [cm]	DY [cm]	ROT-Z [rad]
1	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.66270	0.00000	0.00000
3	1.37500	4.47140	0.00000
4	0.02150	0.00000	0.00000
5	0.00000	0.00000	0.00000



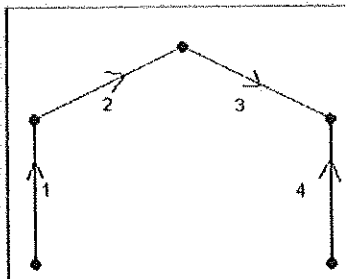
Deformación Hombro (W) = 3,80 cm H/213



c) Esfuerzos Columna Empotrada

PP+SC

PP+SC			
1			
PTO	M [t*cm]	N [t]	V [t]
1	102.17	5.00	2.00
2	93.59	5.76	2.00
3	103.73	5.12	2.00
4	75.74	5.00	2.00
5	395.30	5.00	2.00
6	454.07	5.00	2.00
7	618.14	4.76	2.00
8	580.43	4.00	2.00
9	373.07	4.00	2.00
10	1152.54	4.00	2.00
11	1232.07	4.00	2.00



0.75*(PP+VlZq) y 0.75*(PP+VDer)

0.75*(PP+VlZq)			
1			
PTO	M [t*cm]	N [t]	V [t]
1	624.16	3.97	1.64
2	590.22	4.47	1.64
3	593.41	4.37	1.64
4	397.42	4.37	1.64
5	214.36	4.17	0.99
6	144.92	4.07	0.99
7	97.06	3.97	0.99
8	42.72	3.07	0.49
9	11.35	3.27	0.30
10	719	3.07	0.15
11	12.69	3.97	0.01

0.75*(PP+VDer)			
1			
PTO	M [t*cm]	N [t]	V [t]
1	422.55	2.00	1.25
2	420.61	1.97	1.19
3	338.41	1.98	1.15
4	149.43	1.75	1.11
5	92.49	1.61	1.07
6	62.02	1.55	1.02
7	36.70	1.45	0.98
8	171.94	1.39	0.94
9	245.66	1.35	0.90
10	352.75	1.19	0.86
11	428.39	1.09	0.82



d) Esfuerzos Columna Rotulada

PP+SC

PP+SC			
4			
PTO	M [t*cm]	N [t]	V [t]
1	0.00	5.44	2.52
2	173.47	5.63	2.23
3	253.41	5.82	1.94
4	573.30	5.81	1.64
5	717.87	5.47	0.90
6	897.34	5.41	0.20
7	1075.81	5.02	-0.29
8	1256.37	5.04	-0.95
9	1435.79	4.69	-1.67
10	1615.21	4.28	-2.29
11	1794.63	3.74	-2.79

0.75*(PP+VIzq) y 0.75*(PP+VDer)

0.75(PP+VIzq)			
4			
PTO	M [t*cm]	N [t]	V [t]
1	0.00	4.08	0.93
2	63.01	4.22	0.65
3	133.26	4.40	0.37
4	199.13	4.38	0.09
5	260.60	4.25	-0.20
6	314.67	4.15	-0.52
7	372.22	4.00	-0.84
8	423.31	3.85	-1.16
9	477.93	3.64	-1.47
10	536.09	3.34	-1.79
11	607.79	2.94	-2.11

0.75(PP+VDer)			
4			
PTO	M [t*cm]	N [t]	V [t]
1	0.00	2.15	0.96
2	4.21	2.05	0.63
3	4.04	1.94	0.11
4	15.75	1.81	-0.19
5	33.92	1.72	-0.27
6	50.66	1.54	-0.36
7	69.66	1.34	-0.44
8	107.22	1.43	-0.62
9	171.24	1.33	-0.60
10	231.72	1.03	-0.68
11	278.67	1.13	-0.77



• Esfuerzos en la vigas

PP+SC

PP+SC			
2			
PTO	M [t*cm]	N [t]	V [t]
1	1337.01	3.03	4.38
2	824.17	2.99	3.99
3	-330.20	3.07	3.40
4	-410.0	2.79	2.91
5	120.10	2.71	2.41
6	609.64	2.63	1.92
7	697.08	2.35	1.43
8	699.72	2.47	0.94
9	1014.41	2.39	0.45
10	1033.44	2.32	0.06
11	1002.90	2.24	0.54

0.75*(PP+Vizq)

0.75*(PP+Vizq)			
2			
PTO	M [t*cm]	N [t]	V [t]
1	867.57	2.29	3.07
2	624.10	2.31	2.88
3	-315.17	2.34	2.59
4	-49.64	2.36	2.30
5	175.49	2.30	1.99
6	399.10	2.41	1.59
7	604.30	2.43	1.19
8	609.06	2.46	0.79
9	871.37	2.49	0.39
10	894.24	2.51	0.00
11	676.65	2.54	0.51

0.75*(PP+Vder)

0.75*(PP+VDer)			
2			
PTO	M [t*cm]	N [t]	V [t]
1	857.00	2.36	2.79
2	609.69	2.37	2.60
3	-315.41	2.40	2.31
4	-39.34	2.42	1.99
5	181.96	2.29	1.79
6	311.34	2.32	1.39
7	659.39	2.25	0.99
8	736.01	2.27	0.59
9	774.10	2.29	0.20
10	736.09	2.32	0.21
11	691.63	2.34	0.71



• Esfuerzos en la vigas

PP+SC

PP+SC			
3			
PTO	M [t*cm]	N (t)	V (t)
1	1002.50	2.79	0.11
2	884.00	2.57	0.24
3	756.17	2.45	0.38
4	797.43	2.43	0.51
5	698.29	2.64	0.65
6	598.77	2.69	0.80
7	498.86	2.77	0.95
8	399.44	2.85	1.10
9	300.11	2.93	1.25
10	201.19	3.01	1.39
11	102.43	3.09	1.54

0.75*(PP+Vizq)

0.75*(PP+Vizq)			
3			
PTO	M [t*cm]	N (t)	V (t)
1	601.56	2.09	0.23
2	511.11	1.95	0.47
3	434.49	1.89	0.70
4	430.73	1.83	0.93
5	307.27	2.09	1.19
6	187.76	2.35	1.51
7	116.43	2.59	1.83
8	155.00	2.83	2.15
9	179.25	2.99	2.52
10	253.07	3.23	2.89
11	327.03	3.47	3.21

0.75*(PP+Vder)

0.75*(PP+VDer)			
3			
PTO	M [t*cm]	N (t)	V (t)
1	601.56	2.45	0.01
2	672.80	2.44	0.32
3	613.05	2.41	0.65
4	513.66	2.39	0.98
5	374.77	2.36	1.31
6	194.74	2.34	1.64
7	54.50	2.31	1.97
8	284.46	2.29	2.30
9	524.04	2.26	2.63
10	223.77	2.24	2.96
11	143.47	2.21	3.29



c) Diseño Uniones

Placa base Tipo Empotrada con Placa silla :

M = 462670 kg cm.
N = 5200 kg.
Q = 2290 Kg

M = 832213 kg cm.
N = 2093 kg.
Q = 2186 Kg

M = 563533 kg cm.
N = 2733 kg.
Q = 1640 Kg

Dimensiones Placa base: PL 850 x 300

$3u = 30 \text{ cm} \rightarrow \sigma = 29,73 \text{ kg/cm}^2$

OK

Placa Base: Mb = 371,63 kg cm.

$e \geq \sqrt{(6 \times 371,63 / 2025)} = 1,05 \text{ cm.} \rightarrow e = 12 \text{ mm.}$

Placa Base: PL 700 x 300 x 12 mm.

Diseño Pernos:

Tensión Admisible $F_y \text{ adm} = 1200 \text{ Kg/cm}^2$

Tracción máxima sobre los pernos: T = 11290 Kg

Área mínima de pernos: $A_{tp} = 11290 / 1200 = 9,41 \text{ cm}^2$

Nº de pernos: 3 $\rightarrow A_p = 9,41 / 3 = 3,136 \text{ cm}^2$

\rightarrow Se usaran 3 por lado de Pernos Ø 1" (25mm)

Dimensiones Placa Silla: PL 300 x 100 x 20

Placa base apoyada Tipo rotula:

N = 5640 kg.

Q = 2290 Kg

Dimensiones Placa base: PL 700 x 400

$\sigma = 2,01 \text{ kg/cm}^2$

OK

Placa Base: Mb = 100,71 kg cm.

$e \geq \sqrt{(6 \times 100,71 / 2025)} = 0,55 \text{ cm.} \rightarrow e = 10 \text{ mm.}$



Placa Base: PL 700 x 400 x 10 mm.

Diseño Pernos:

Tensión Admisible $F_c \text{ adm} = 70 \text{ Kg/cm}^2$

Corte sobre los pernos: $Q = 1145 \text{ Kg}$

Área mínima de pernos: $A_{tp} = 1145 / 70 = 16,36 \text{ cm}^2$

Nº de pernos: 2 \rightarrow $A_p = 16,36 / 2 = 8,17 \text{ cm}^2 = \emptyset \times 5 \emptyset \rightarrow \emptyset = 1,63$

\rightarrow Se usaran 2 PERNOS 1 por lado de $\emptyset 7/8''$ (22mm)

Ambas Columnas usarán llaves de Corte de planchas tipo cruz de PL 150 x 150 x 12

Hombro:

$M = 13,32 \text{ Ton-m}$

$N = 3,02 \text{ Ton}$

$F_d = 24,63 \text{ Ton} \rightarrow$ Atiesador Diagonal: $A = 16,42 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \text{ L } 80 \times 80 \times 5$

$F_b = 22,00 \text{ Ton} \rightarrow$ Atiesador Inferior: $A = 14,67 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \text{ L } 80 \times 80 \times 5$

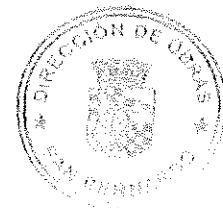
Pernos de Unión ASTM A325 $P_{\text{máx}} = 22,00 \text{ Ton}$

Área mínima de pernos: $A_{tp} = 22000 / 1476 = 14,90 \text{ cm}^2$

Nº de pernos: 6 \rightarrow $A_p = 14,90 / 6 = 2,49 \text{ cm}^2$

\rightarrow Se usaran 3 pares de Pernos $\emptyset 7/8''$ (19mm)

Placa Conexión: $e = 8 \text{ mm}$



f) Diseño Fundaciones Marco

CALCULO DE ZAPATAS RECTANGULARES

*****		*****		*****			
H1 =	135	h =	60	Combinacion	PP+SC	PP+Vi	PP+Vd
H2 =	135	b0 =	35	*****			
B =	150	h0 =	90	H (tn) =	4,63	8,32	5,63
		h1 =	50	H (to) =	5,64	2,09	2,73
H =	270	h2 =	10	V (to) =	2,30	0,00	0,00
***** Zapata (cms) *****				*****			
Peso Especifico				Ntot(ton)	12,935	9,385	10,025
-----				xo (m) =	1,350	1,350	1,350
Horn =	2,5 (t/m3)			3u (m) =	2,336	1,390	2,365
Rel1 =	2,0 (t/m3)			Hv (tn) =	7,390	8,320	5,630
				Hr (tn) =	17,462	12,669	13,533
				FSV =	2,363	1,523	2,404
				e (m) =	0,571	0,887	0,562
				Diagrama	TRIA	TRIA	TRIA
				Tens(kg/cm2)	0,74	0,90	0,57

V1 =	2,430	P1 =	6,075	A (n2) =	4,050		
V2 =	0,189	P2 =	0,473	S (n3) =	1,823		
V3 =	2,619	P3 =	6,548	He (tn) =	7,39	8,32	5,63
VT =	0,374	PT =	0,747	xt (m) =	1,35		
TRIA							
TRAP							

NOTA: Se consideró que el 100% del Corte lo toma el radier

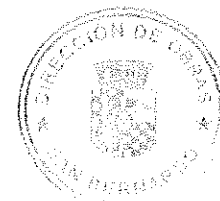
PP= Peso Propio
 SC= Sobre Carga
 V = Viento

Zapata Rectangular: Largo = 270 cm.
 Ancho = 180 cm.
 Alto = 70 cm.

Armadura Principal: $\phi 12 @ 15$ cm.
 Armadura Secundaria: $\phi 12 @ 15$ cm.

Pedestal: Largo = 85 cm.
 Ancho = 45 cm.
 Alto = 60 cm.

Armadura: (4 + 4) $\phi 18$ + (2 + 2) $\phi 12$ Lat. Estribo $\phi 10 @ 15$



CALCULO DE ZAPATAS CUADRADA EXCENTRICA
 =====

*****		*****		*****			
H1 =	75	h =	65	Combinacion	PP+SC	PP+Vi	PP+Vd
H2 =	75	b0 =	45	*****			
B =	150	h0 =	70	M (tn) =	2,26	0,89	1,15
-----		h1 =	45	N (t σ) =	5,64	2,21	2,87
H =	150	h2 =	10	V (t σ) =	2,30	1,24	0,08
*****		*****		*****			
Zapata (cms)				Ntot (ton)	10,116	6,689	7,346
Peso Especifico				xo (n) =	0,750	0,750	0,750
-----				3u (n) =	0,763	1,186	1,742
Horn =	2.5 (t/n3)			Mv (tn) =	5,016	2,373	1,244
Rell =	2.0 (t/n3)			Mr (tn) =	7,587	5,017	5,510
				FSV =	1,513	2,114	4,429
				e (n) =	0,496	0,355	0,169
				Diagrama	TRIA	TRIA	TRAP
				Tens(kg/cm2)	1,77	0,75	0,55
V1 = 1,463		P1 = 3,656	A (n2) = 2,250				
V2 = 0,173		P2 = 0,433	S (n3) = 0,563				
V3 = 1,636		P3 = 4,089	Me (tn) = 5,016		2,3732	1,244	
VT = 0,194		PT = 0,387	xt (n) = 0,75				
TRIA							
TRAP							

NOTA: Se consideró el 100% del Corte

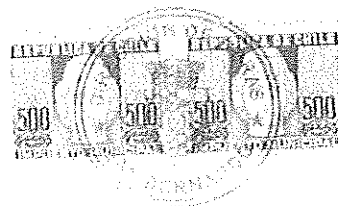
PP= Peso Propio
 SC= Sobre Carga
 V = Viento

Zapata Cuadrada: Largo = 170 cm.
 Ancho = 170 cm.
 Alto = 70 cm.

Armadura Principal: $\phi 12 @ 15$ cm.
 Armadura Secundaria: $\phi 12 @ 15$ cm.

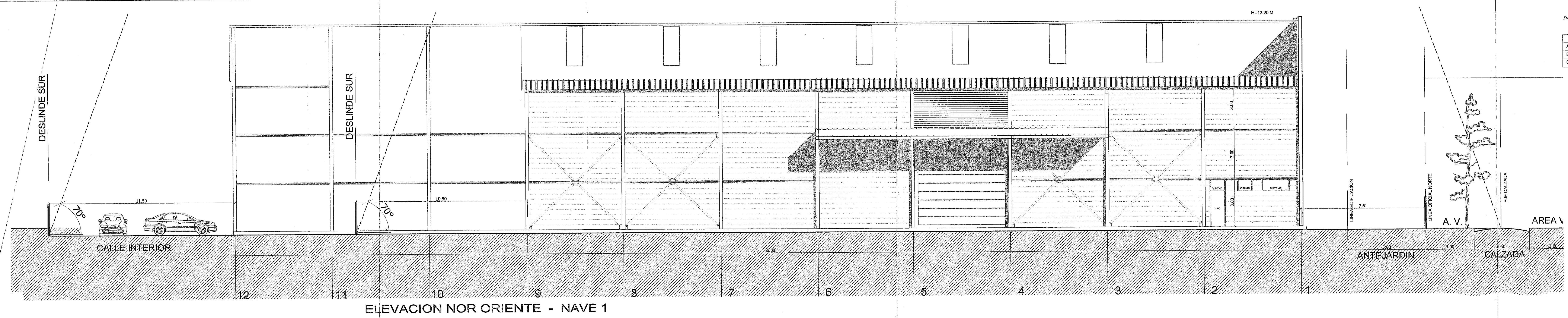
Pedestal: Largo = 80 cm.
 Ancho = 45 cm.
 Alto = 60 cm.

Armadura: (4 + 4) $\phi 16$ + (2 + 2) $\phi 12$ Lat. Doble Estribo $\phi 10 @ 15$

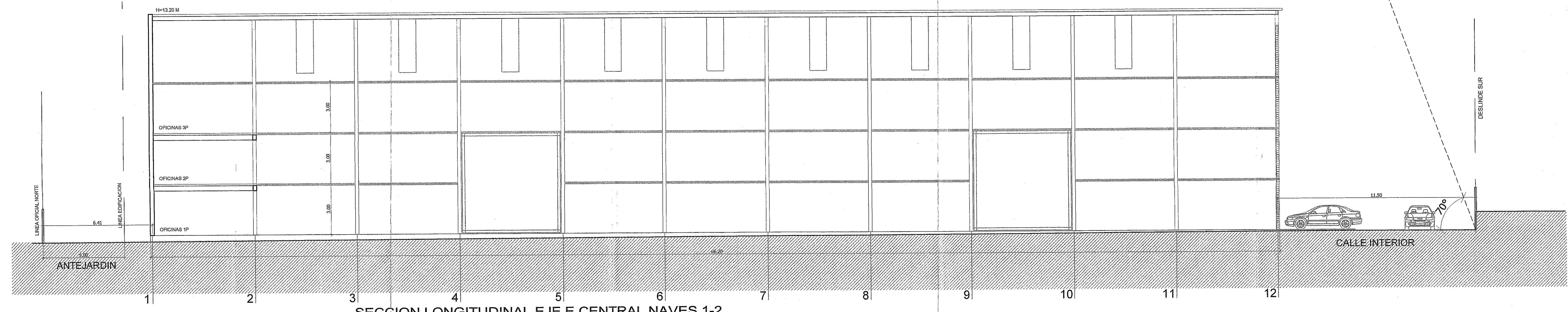


FECHA	MODIFICACIONES ANTERIORES
A	
B	
C	

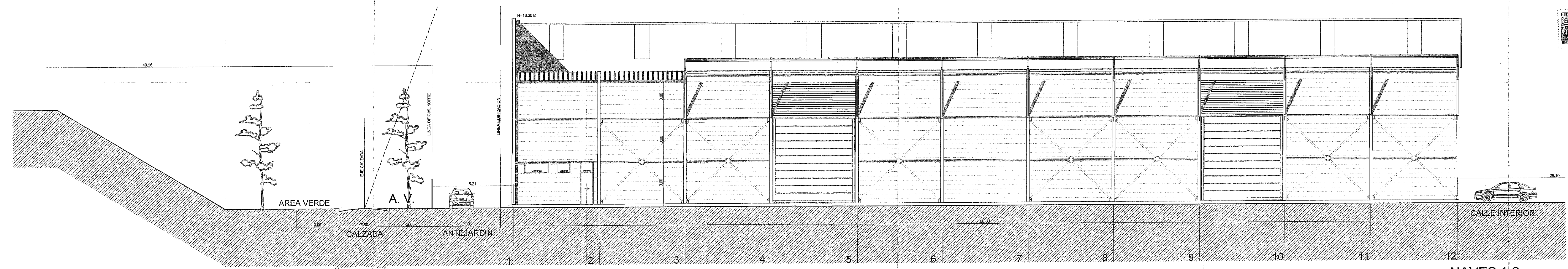
2
REV
08/07/28



ELEVACION NOR ORIENTE - NAVE 1

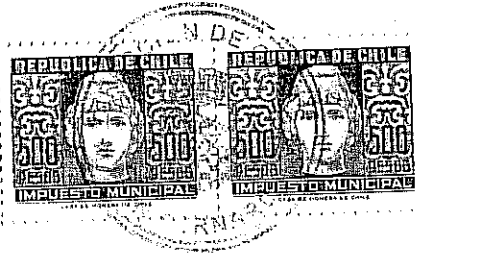
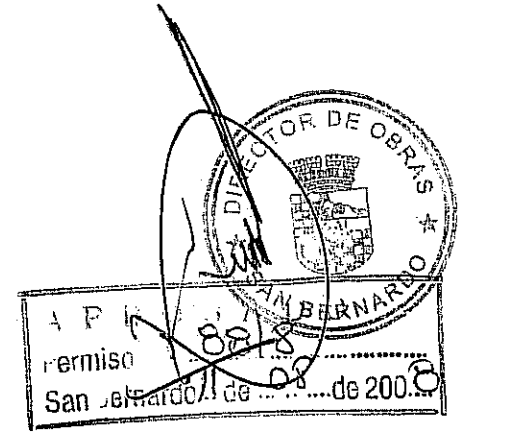


SECCION LONGITUDINAL EJE E CENTRAL NAVES 1-2



ELEVACION SUR PONIENTE CALLE CUBIERTA - NAVE 2

NAVES 1-2
ELEVACIONES Y SECCIONES LONGITUDINALES
ESCALA 1-100

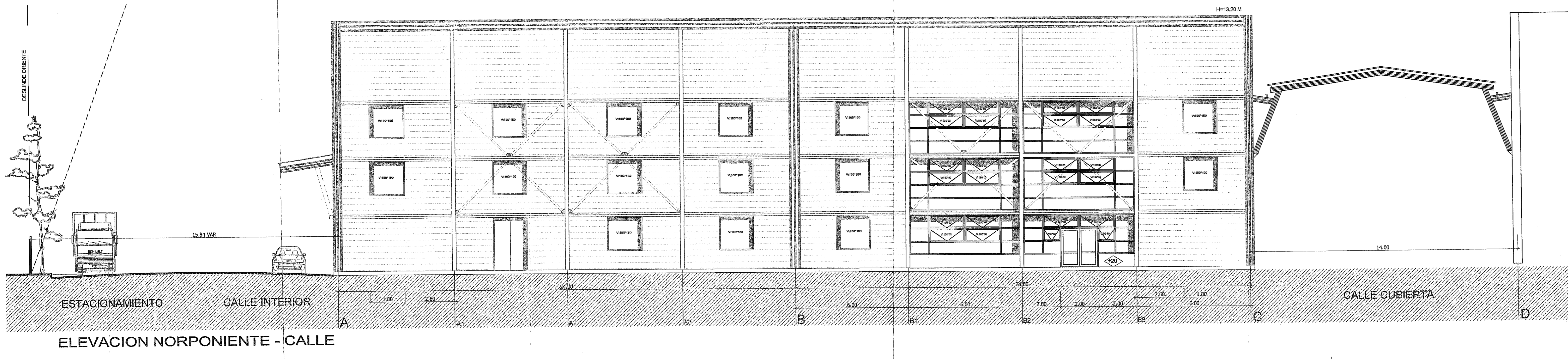


[Handwritten signature]

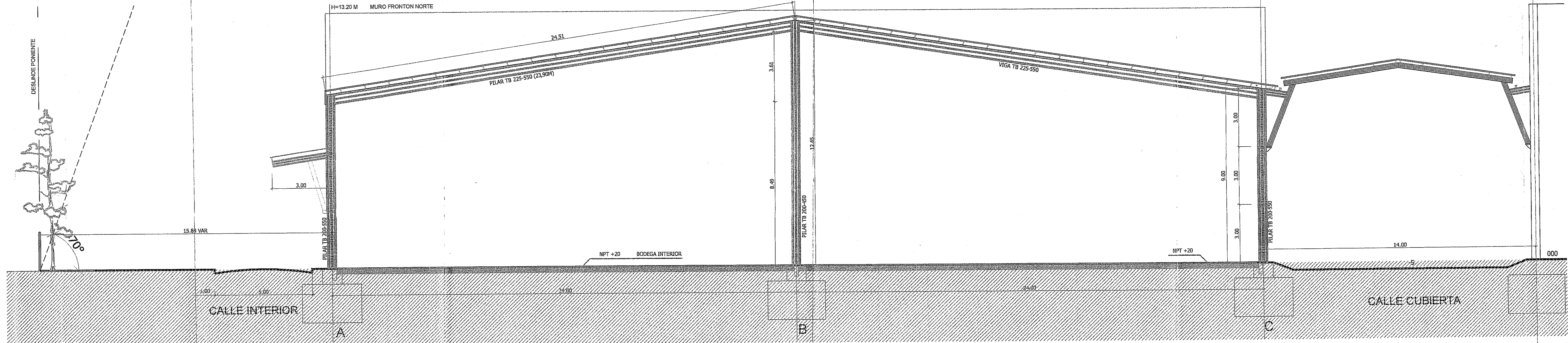
RAMA: INGENIERIA CIVIL	
CLIENTE: EASTÓN INMOBILIARIA INDUSTRIAL LTDA	
PROYECTO: BODEGAS INDUSTRIALES Y OFICINAS	
UBICACION: PUEBLO ASESANDINI 1000 - LUTERAS	
CONTENIDO: ELEVACIONES Y SECCIONES LONGITUDINALES	
Nº PROYECTO: 0705-02	
LÁMINA: EII-AL	
AA-004	
ESCALA: 1:100	FECHA: 18/08/2020
ARQUITECTOS: EDUARDO TEJEZ CABEZA	DIBUJO: A.T.N.
ALVARO TEJEZ CABEZA	REVISOR: P.RODRIGUEZ
	PROYECTO S.T.C.

FECHA	MODIFICACIONES ANTERIORES
A	
B	
C	

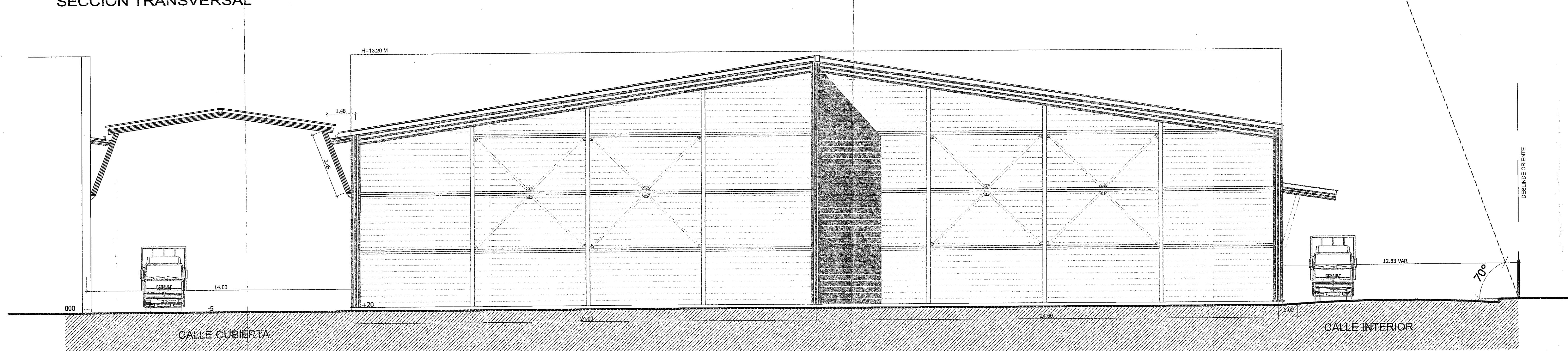
2
REV
080728



ELEVACION NORPONIENTE - CALLE

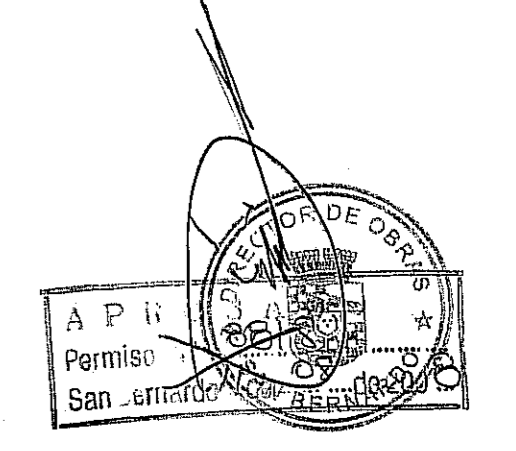


SECCION TRANSVERSAL



ELEVACION NOR ORIENTE - CALLE CUBIERTA

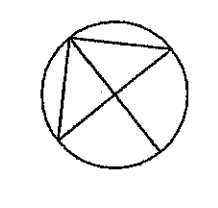
NAVES 1-2
ELEVACIONES Y SECCIONES TRANSVERSALES
ESCALA 1-100



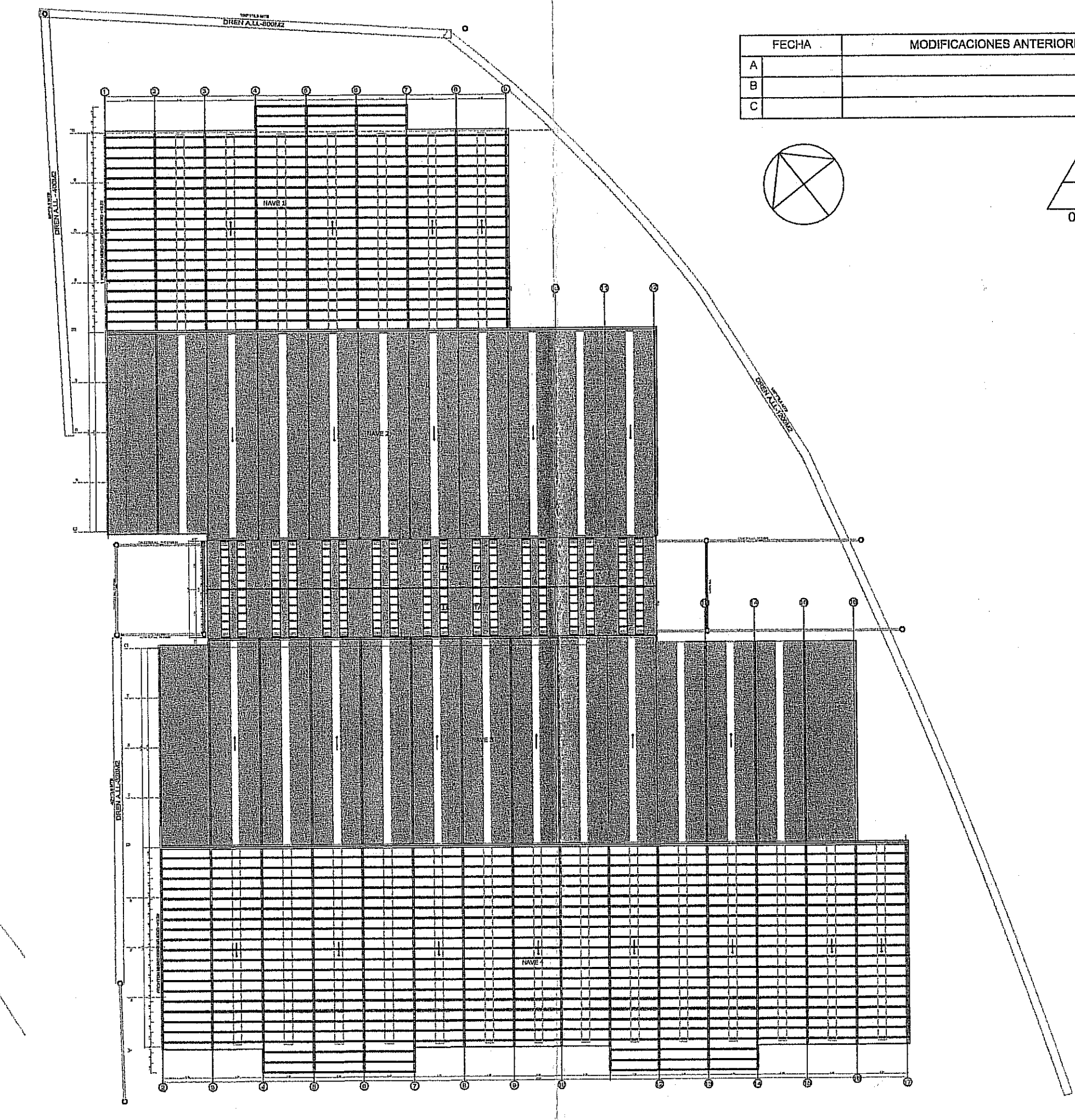
[Handwritten signature]

MISANTIC S.A.		EASTON INMOBILIARIA INDUSTRIAL LTDA	
PROYECTO			
BODEGAS INDUSTRIALES Y OFICINAS			
DIRECCION	PROF. GONZALO ALESSANDRI 10000 - LOYESAS	N° PROYECTO	
COMUNA	SAN BERNARDO	0705-02	
CONTENIDO		ELEVACIONES Y SECCIONES TRANSVERSALES	
NAVES 1 - 2		DAMA	
ELEVACIONES Y SECCIONES TRANSVERSALES		EII-AL	
ESCALA		FECHA 18/07/07	
ARQUITECTOS	EDUARDO TELLEZ ZANBURA	DIBUJO A.T.N.	
	EDUARDO TELLEZ ZANBURA	REVISOR	
	EDUARDO TELLEZ ZANBURA	APROBADO E.T.C.	

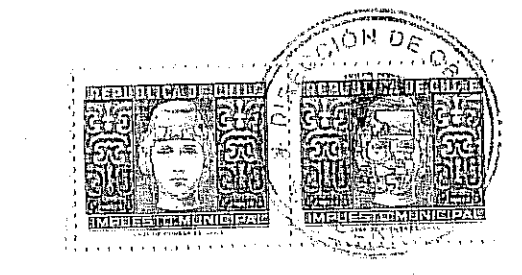
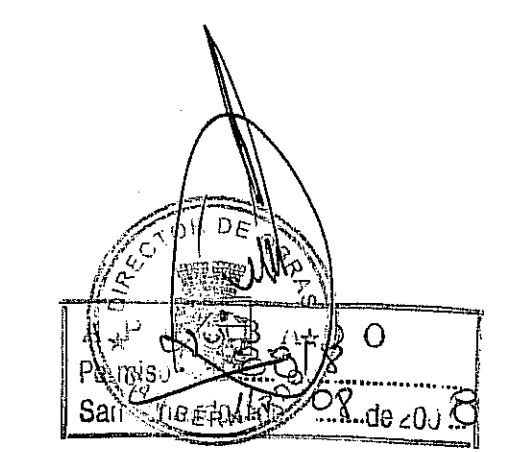
FECHA	MODIFICACIONES ANTERIORES
A	
B	
C	



2
REV
080728



EVACUACION AGUAS LLUVIA
ESCALA 1-500

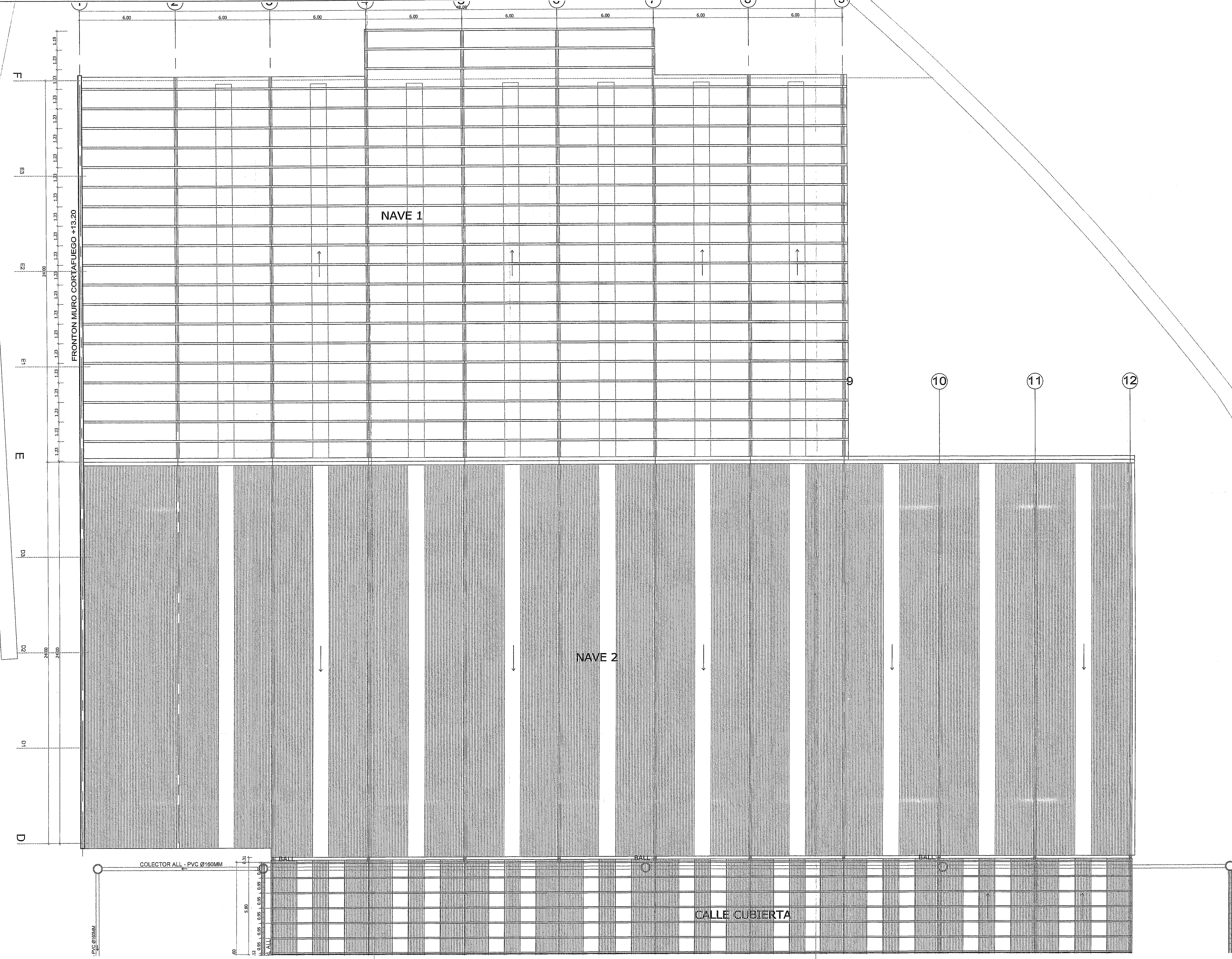


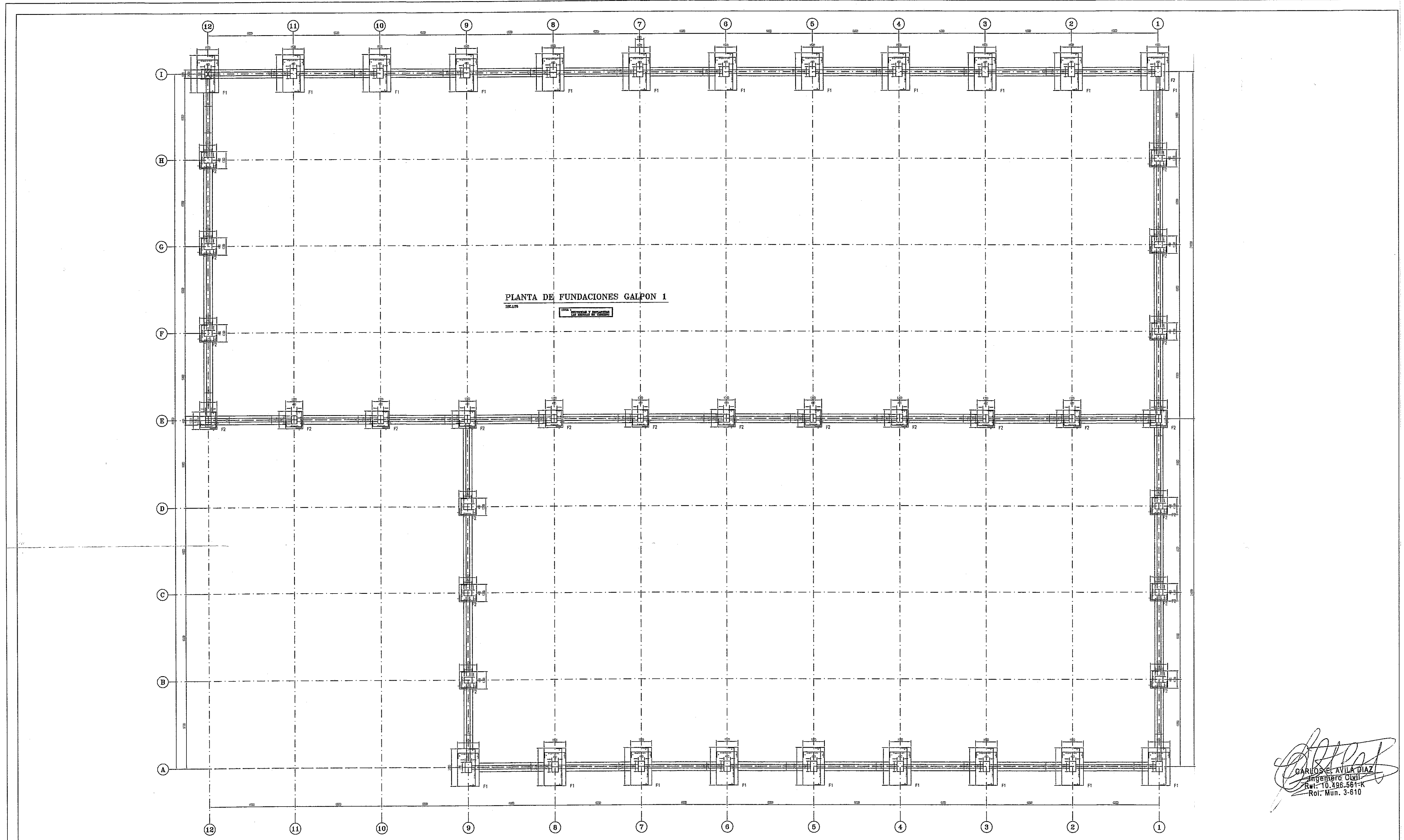
[Handwritten signature]

MANDANTE EASTON INDUSTRIAL LTDA		Nº PROYECTO 0705-02	
PROYECTO BODEGAS INDUSTRIALES Y OFICINAS		CARGO E.I.-A.L.	
UBICACION POTE, PUEBLO ALESSANDRI 1000, LOTES 5A		COMUNA SAN BERNARDO	
CONTENIDO NAVES 1-2		AA-008	
ESCALA 1-100		FECHA 1995/07	
ARQUITECTO EQUIPO DE DISEÑO		DIBUJO A.T.N. EQUIPO DE DISEÑO	
		REVISOR EQUIPO DE DISEÑO	
		APROBADO E.T.C.	

CUBIERTAS NAVES 1-2
ESCALA 1-100

50'13.5 MTS
DREN A.L.L. - 400M2





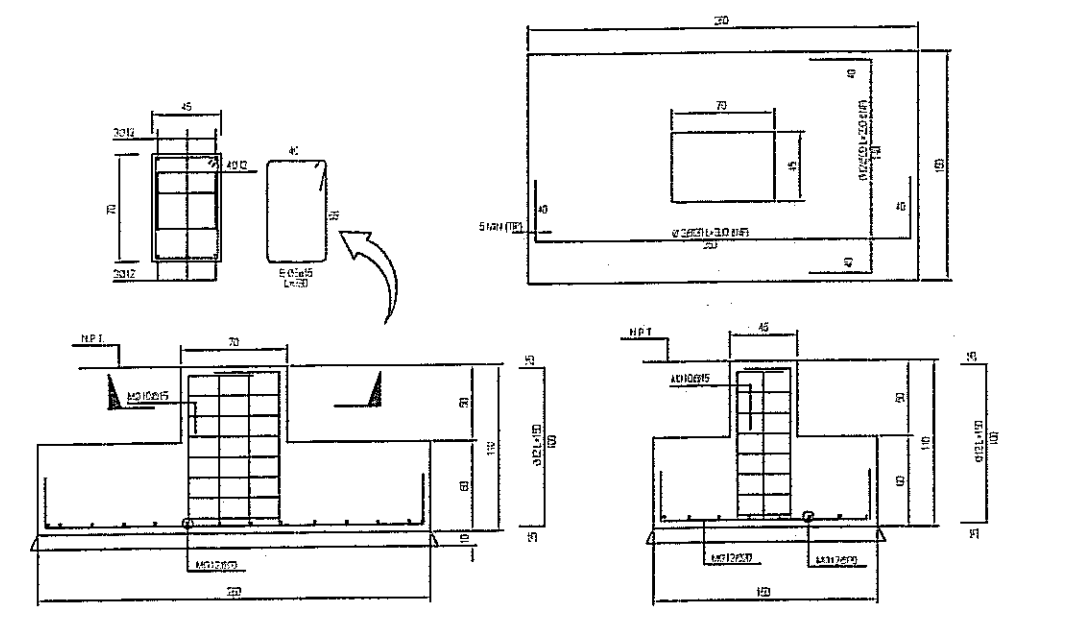
PLANTA DE FUNDACIONES GALPON 1

Handwritten signature
 CARLOS DEL AVILA DIAZ
 Ingeniero Civil
 R.N. 10.496.561-K
 Rol. Núm. 3-610

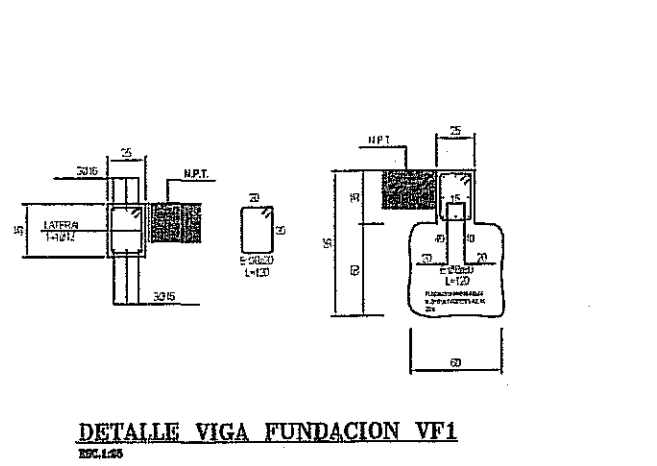


NOTAS

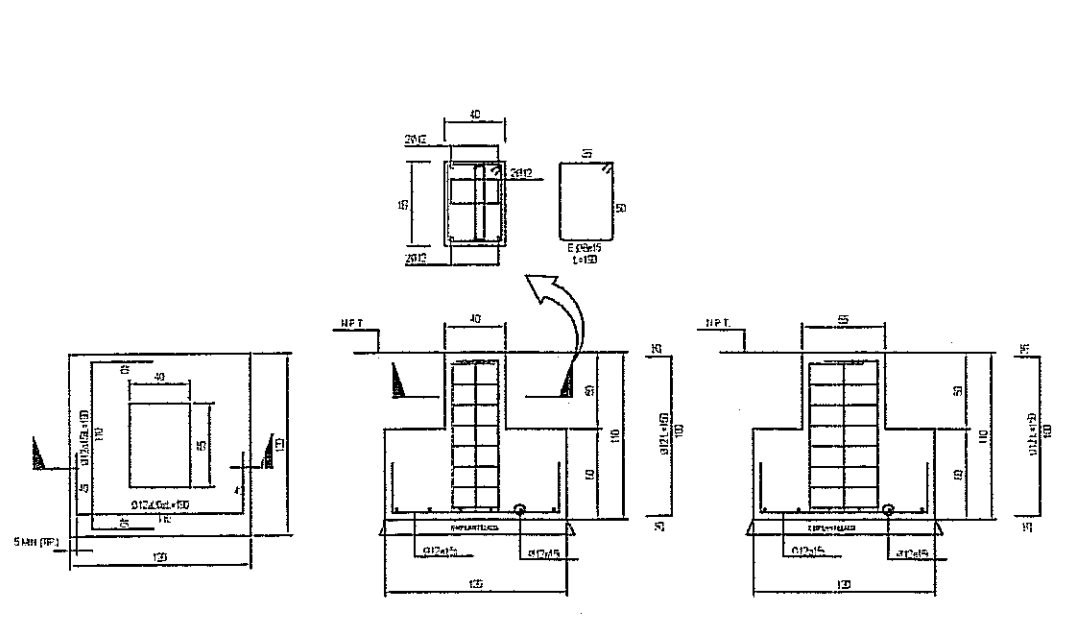
- 1.- DIMENSIONES INDICADAS EN CENTIMETROS (S.I.C.)
- 2.- LAS OTRAS PREVALEN EN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO
- 3.- HORMIGON ESTRUCTURAL GRADO M20 PARA FUNDACIONES Y MCA DE FUNDACIONES CON 50% NIVEL DE COMPACTACION SEGUN NCh 170 Y ENTERRAMIENTOS A2-42H
- 4.- EMPALTLADO GRADO M5 SEGUN NCh 170
- 5.- EL MEZCLADO DEL HORMIGON DEBERA SER HECHO CON MEDIOS MECANICOS (BETONERA O PASTORA)
- 6.- LA COLOCACION DEL HORMIGON EN SU DEPOSITACION DEFINITIVA SE EFECTUARA ANTES DE QUE SEAN TRANSFERIDOS DESDE EL MOLDADO EN QUE EL AGUA SE HA SIDO EN CONTACTO CON EL CEMENTO
- 7.- NO SE PERMITIRA LA COLOCACION DEL HORMIGON CUANDO LA TEMPERATURA SEA IGUAL O MENOR QUE 5°C
- 8.- LA RELACION DE COLOCACION DEL HORMIGON NO SERA MAYOR A 1.5m³ POR HORA
- 9.- EL HORMIGON SE COLOCARA DESDE ALTURAS MENORES QUE 1.5m.
- 10.- ANTES DE HORMIGONAR, CUANDO CORRESPONDA, UBICAR DACTOS O PASADIS
- 11.- PUESTO A LA COLOCACION DEL EMPALTLADO, LOS SELLOS DE FUNDACION, DEBERAN ESTAR LIMPIOS Y LIBRES DE ELEMENTOS SUELOS O EXTRANOS, DEBENDO COMPACTARSE CON PLACA VERDADERA MANUAL.
- 12.- TODA CORRECCION DEBE SER RELLENADA CON HORMIGON DE EMPALTLADO M5 DEBENDO COMPACTARSE CON PLACA VERDADERA MANUAL.
- 13.- EL RECUBRIMIENTO MINIMO DE ENTERRAMIENTOS PARA VIGAS DE FUNDACION 2.5 CM Y FUNDACIONES 5 CM
- 14.- CUANDO SEA POSIBLE LOS ELEMENTOS VERTICALES DE HORMIGON, SE LEVANTARAN EN UNA SOLA JORNADA
- 15.- EL HORMIGON SERA COMPACTADO HASTA ALCANZAR LA BANDA DEBIDO POSIBLE. LA OPERACION DE COMPACTADO SE HARA MEDIANTE VIBRACION MECANICA SUPLEMENTARIA POR APUNTAO Y COMPACTACION MANUAL.
- 16.- LOS MOLDADOS SERAN DE MADERA, METALES O DE OTRO MATERIAL QUE SEA SUFICIENTEMENTE RESISTENTE Y CAPAZ DE SOPORTAR LOS ESFUERZOS DEBIDO AL PESO PROPIO, SOBRECARGAS Y PRESION DEL HORMIGON FRESCO. EN EL CASO DEL SOBRECARGADO SE CONSIDERARA LA COLOCACION DE FOLETENO EN TODA LA DANIA DE MODO DE EVITAR QUE EL SUELO ADYACENTE DEL HORMIGON ASORNA EL AGUA O CONTAMINE EL HORMIGON.
- 17.- EL RETIRO DE LOS MOLDADOS DEBERA EFECTUARSE UNA VEZ QUE EL HORMIGON SUFICIENTEMENTE ENDURECIDO. EN NINGUN CASO SE ENCIERA EL RETIRO DE LOS MOLDADOS HASTA QUE LA RESISTENCIA DEL HORMIGON HAYA ALCANZADO COMO MINIMO UN VALOR IGUAL AL 50% DE LA RESISTENCIA ESPECIFICA A LOS 28 DIAS
- 18.- LOS PLAZOS MINIMOS PARA DESMOLDAR COMPLETAMENTE LOS DISTINTOS ELEMENTOS SERAN LOS SIGUIENTES:
 FUNDACIONES: 30AS
 VIGAS DE FUNDACION: 30AS
 NOTAS ESPECIALES:
- 19.- PARA EL CASO EN QUE DOS FUNDACIONES DISTINTAS SE SUPERPONGAN, SE DEBERA CONFORMAR CON AMBAS UNA SOLA ELEMENTO DE FUNDACION EN EL QUE PREVALEZCAN LAS DIMENSIONES DE LA FUNDACION MAS GRANDE
- 20.- LA VIGA DE FUNDACION SERA DE HORMIGON ARMADO H-25 Y EL CEMENTO CORRIDO SERA H-20



DETALLE FUNDACION F1

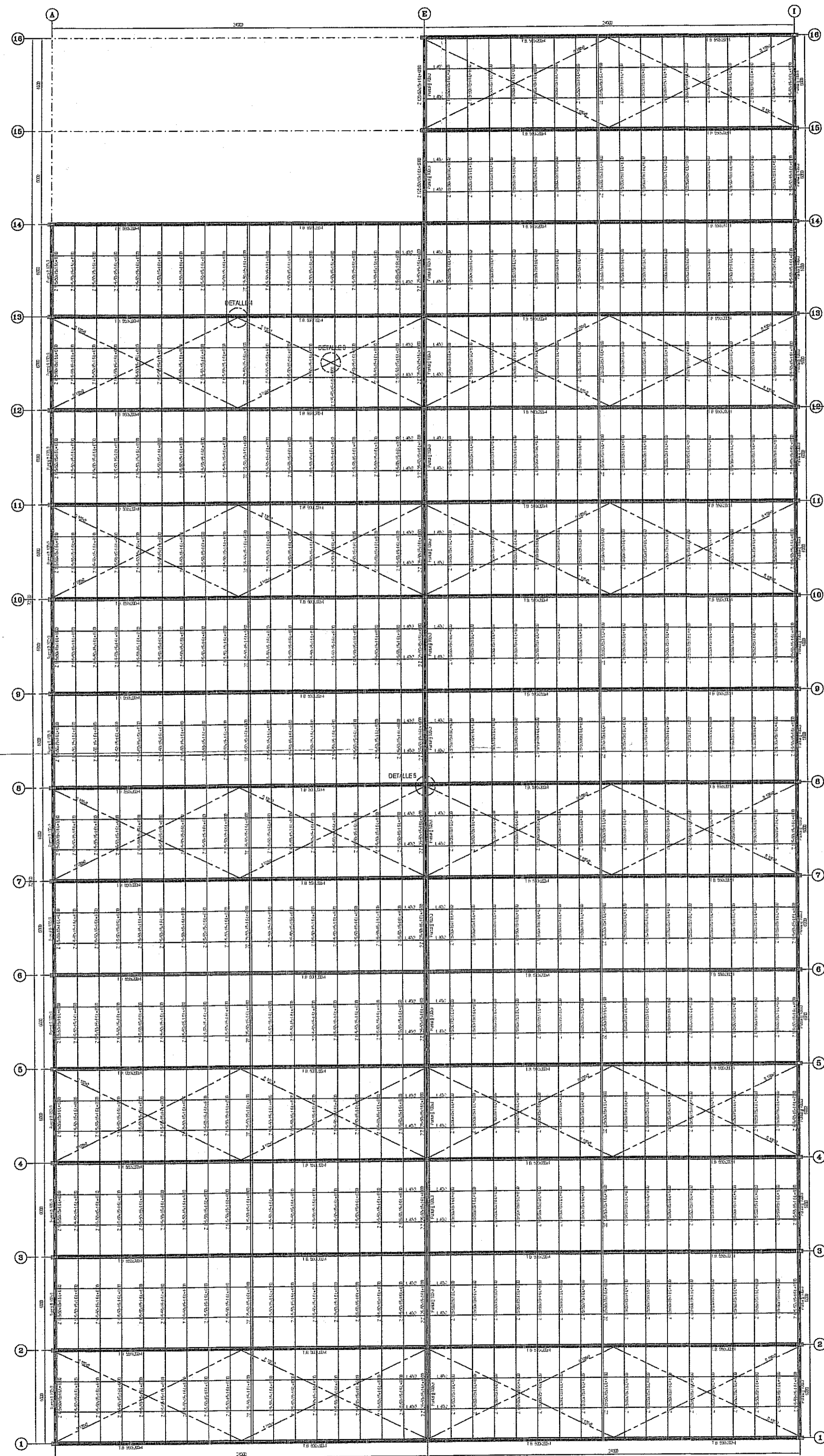


DETALLE VIGA FUNDACION VFA

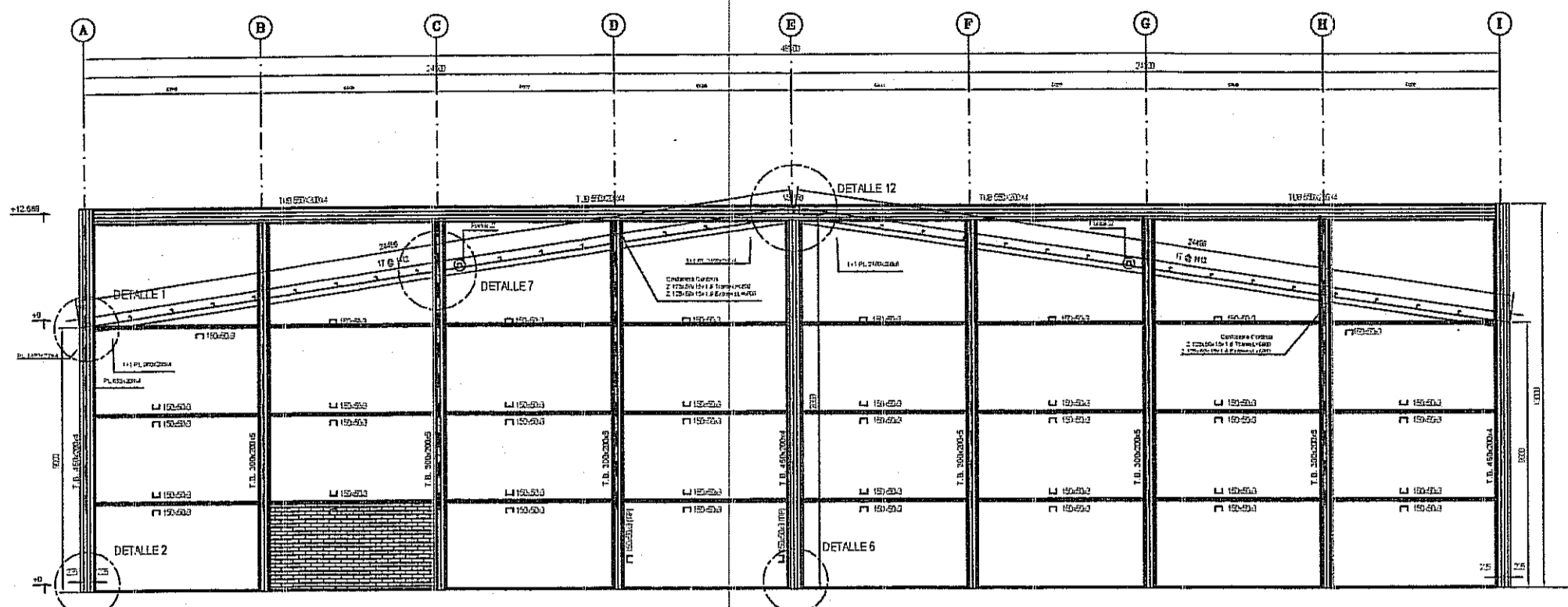


DETALLE FUNDACION F2

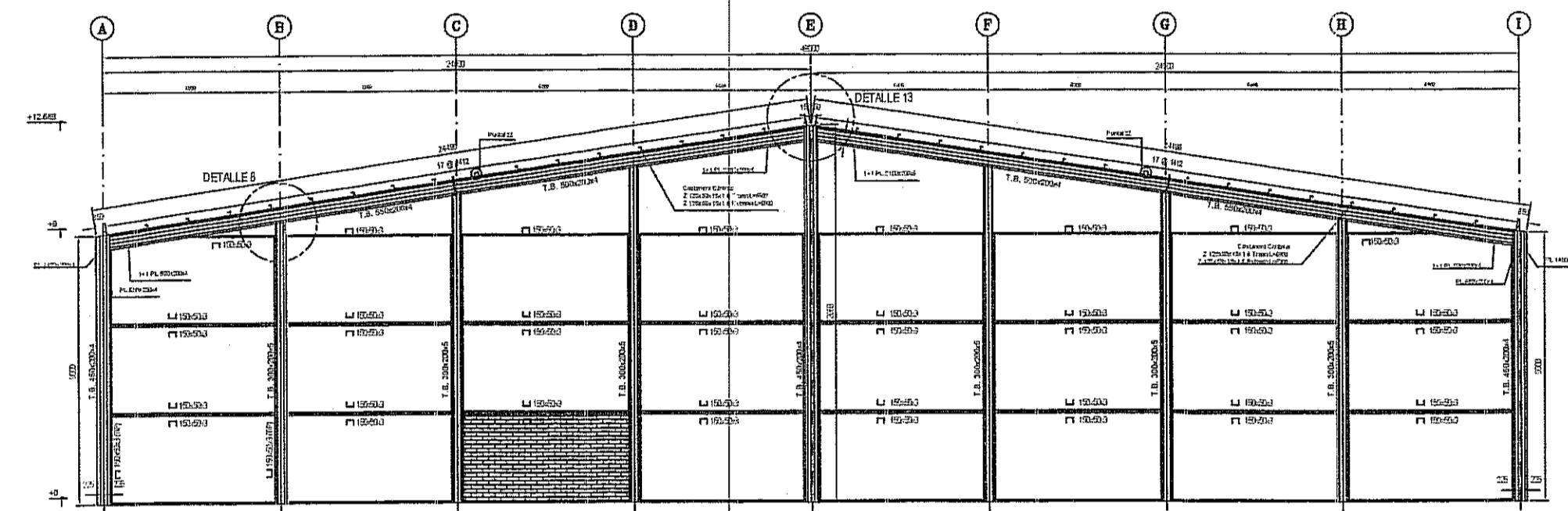
PROYECTO		GALPON 1, SAN YON		Nº HOJA		12-2007	
AUTOR		INGENIERO		DISEÑADOR		E-01	
VERIFICADOR		INGENIERO		APROBADO		E-01	
FECHA		2007		Escala		E-01	
MODIFICACIONES		APROBACION DEL PROYECTO		PLANTA DE FUNDACIONES Y DETALLES		E-01	



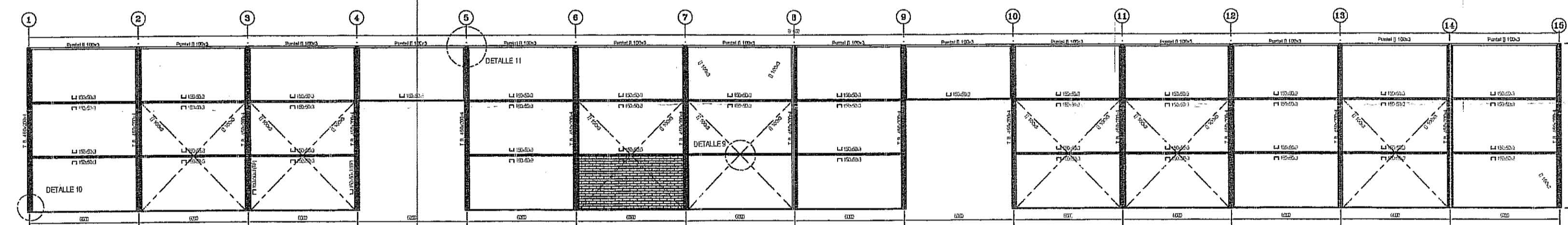
PLANTA ESTRUCTURA TECHUMBRE



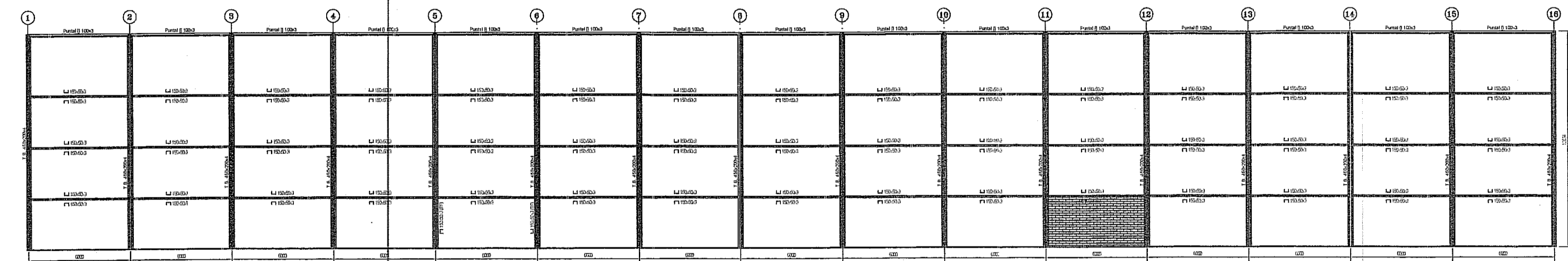
ELEVACION FRONTAL EJE 1



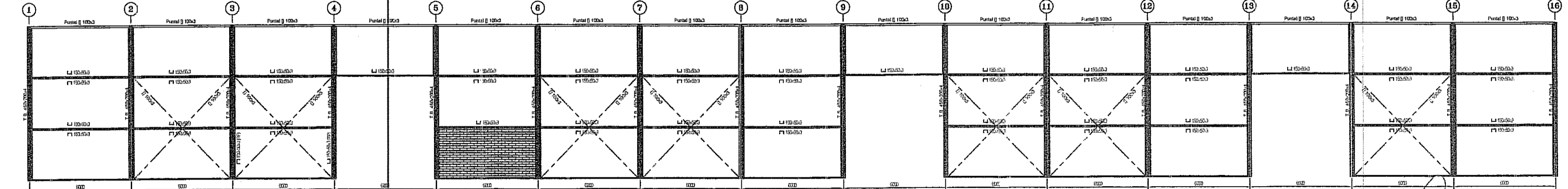
ELEVACION EJES DEL 2 Y 15



ELEVACION EJE A



ELEVACION EJE E



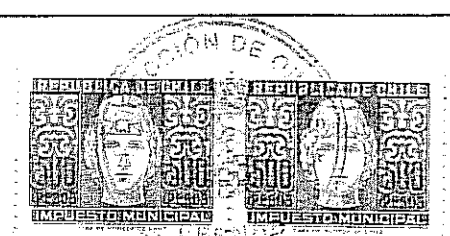
ELEVACION EJE I

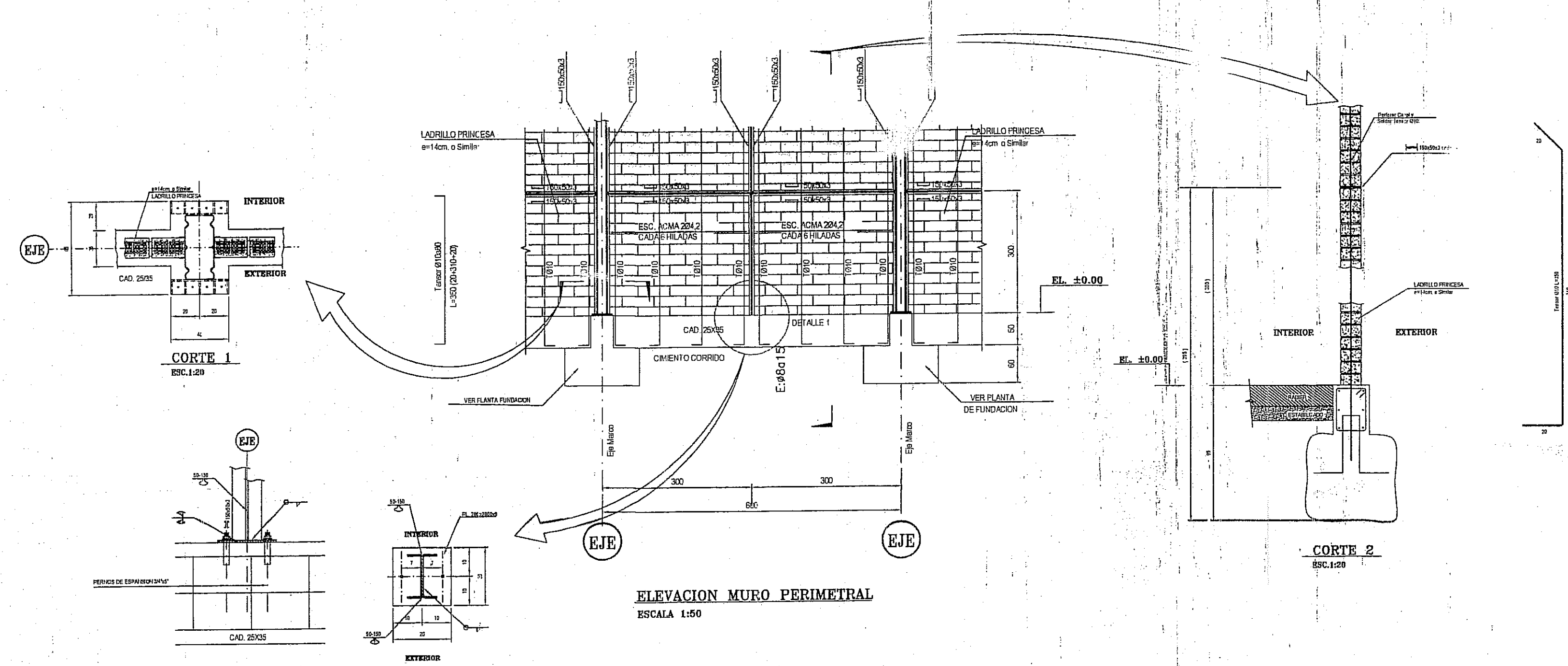
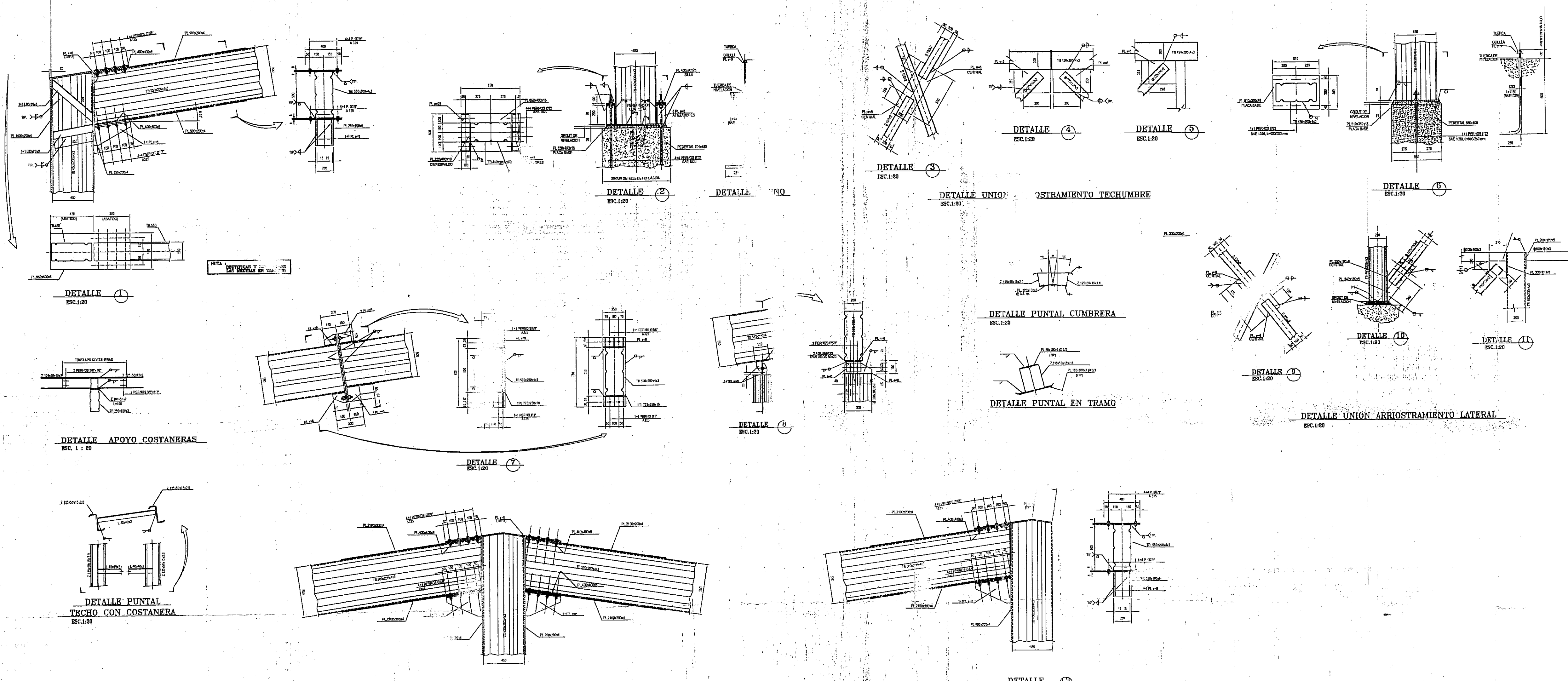
NOTAS

- 1.- DIMENSIONES INDICADAS EN MILIMETROS
- 2.- EL ACERO PARA FLANJAS Y PERFILES SERA DE CALIDAD A37-24ES. PERFILES DE ANCLAJE SERAN GALVAO SAE10-20
- 3.- ANCLAJES SOLDADOS: ELECTRODOS 60XX (AWS) ELECTRODOS 70XX (AWS)
- 4.- LOS PUNTES EN EL CODO DE UNIONES SOLDADAS SERAN MINIMO 3 MM PARA COSTURAS, PUNZAS Y TORNILLOS MINIMO 6 MM PARA ESTRUCTURAS SUPERIORES DE CONCRETO EN VOL. MINIMO EN CADA UNION (EJEL A 14)
- 5.- LAS SOLDADURAS SERAN EXCLUSIVAS DE TALLER Y DEBERAN SOLDARSE TODO EL CONTORNO DE LAS PIEZAS A UNIR
- 6.- TODAS LAS ESTRUCTURAS METALICAS, SE DETALLARAN, FABRICARAN Y MONTARAN REACERDO A LA ALA, SINO INDIACION CONTRARIA
- 7.- SERA DE RESPONSABILIDAD DEL MONITOREO COLOCAR TODOS LOS EQUIPOS DE MONTAJE
- 8.- EL ACERO ESTRUCTURAL ENTERRADO EN EL CONCRETO NO SERA PUNDO.
- 9.- TODOS LOS ESTANDARES USADOS EN CONJUNTO CON ESTOS PLANOS DEBEN CORRESPONDER A LA REGION MAS ACTUALIZADA.
- 10.- SE HAN RESERVADOS DE PUNTO ANTERIORMENTE QUELLAS PARTES QUE HAYAN SIDO SOLIDADAS EN TERRENO, PERO SIN EMPLEA MECANICA.
- 11.- PARA LA FABRICACION DE LAS ESTRUCTURAS SOLO SE USARAN MATERIALES FABRICADOS EN EL PAIS.

Carlos E. Silva Díaz
 Ingeniero Civil
 R.C.T. 10.49638716
 Rol. Mun. 3-810

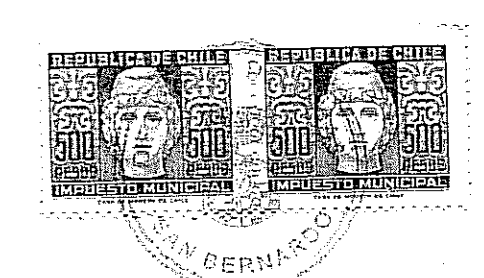
PROYECTO	PLANTA DE TECHUMBRES Y RELAYACIONES
CLIENTE	CAJON 2 J. BASTOY
FECHA	12-2007
ESCALA	1:100
PROYECTADO POR	INGENIERO CIVIL CARLOS E. SILVA DIAZ
REVISADO POR	
APROBADO POR	





- NOTAS**
- 1.- DIMENSIONES INDICADAS EN MILIMETROS
 - 2.- EL ACERO PARA PLANCHAS Y PERFILES SERA DE CALIDAD A37-24ES. PERNOS DE ANCLAJE SERAN CALIDAD SAE10-20
 - 3.- UNIONES SOLDADAS: ELECTRODOS 60XX (AWS) ELECTRODOS 70XX (AWS)
 - 4.- LOS FILETES EN EL CASO DE UNIONES SOLDADAS SERAN MINIMO 3 MM. PARA COSTANERAS, PUNTALES Y TENSORES MINIMO 6 MM. PARA ESTRUCTURAS SOPORTANTES (SE CONSIDERARA UN VICEL NATURAL EN CADA UNION IGUAL A 1e)
 - 5.- LAS SOLDADURAS SERAN EXCLUSIVAS DE TALLER Y DEBERA SOLDARSE TODO EL CONITORNO DE LAS PIEZAS A UNIR
 - 6.- TODAS LAS ESTRUCTURAS METALICAS, SE DETALLARAN, FABRICARAN Y MONTARAN DEACUERDO A LA A.I.S., SALVO INDICACION CONTRARIA
 - 7.- SERA DE RESPONSABILIDAD DEL MONTADOR COLOCAR TODOS LOS MONTEROS DE NIVELACION
 - 8.- EL ACERO ESTRUCTURAL EMBEBIDO EN EL CONCRETO NO SERA PINTADO.
 - 9.- TODOS LOS ESTANDARES USADOS EN CONJUNTO CON ESTOS PLANOS DEBEN CORRESPONDER A LA REVISION MAS ACTUALIZADA.
 - 10.- SE HARAN RETOQUES DE PINTURA ANTICORROSIONA AQUELLAS PARTES QUE HAYAN SIDO SOLDADAS EN TERREDO, PREVIA LIMPIEZA MECANICA.
 - 11.- PARA LA FABRICACION DE LAS ESTRUCTURAS SOLO SE UTILIZARA MATERIAL NUEVO PROVENIENTE DE FABRICAS RECONOCIDAS

Carlos E. Avila Diaz
 Ingeniero Civil
 R.F.I. 10.498.883K
 Rol. Mun. 3-610



PROYECTO : GALPON 2 J. EASTON		N° OBRA : 12-2007	
PROPIETARIO :		CONSTRUCTORA :	
ARQUITECTO :		CONTENIDO :	
E.M.M. C.A.D. 28-12-07		A.P.C. - C.A.D. 28-12-07	
RICHARDO CAMERO M.		FOR	
FECHA		FECHA	
MODIFICACIONES		APROBACION DEL PROYECTO	
EMITIDO PARA FABRICACION		FECHA	
OBSERVACIONES		FECHA	
DISEÑO		APROBADO	
FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA	



FECHA : DICIEMBRE 2007 ESCALA : S.E.
 FORMATO : 820x562
 DISEÑO : A