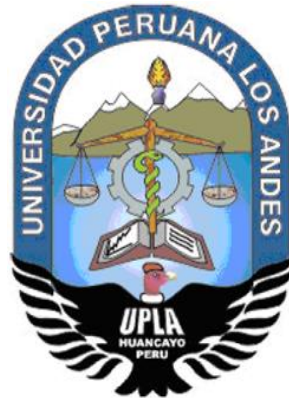


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL



**VIGAS DE SECCIÓN VARIABLE Y SU INFLUENCIA EN EL
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN UNA VIVIENDA
MULTIFAMILIAR DE LA CIUDAD DE HUANCAYO 2017**

Líneas de investigación: Transporte y Urbanismo

PRESENTADO POR:

Bach. Jabel Juan Herrera Sanabria

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2017

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ
Presidente

ING. JORGE SANTIAGO LOPEZ YARANGO
Jurado Examinador

ING. ALFREDO MIGUEL OTAÑE RODRIGUEZ
Jurado Examinador

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
Jurado Examinador

MG. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES
Secretario Docente

DEDICATORIA

A mis padres Don Juan Herrera Ricse y Doña Esther Sanabria Garcia.

Por la vida, por el gran amor de su hogar y por ser unos padres grandiosos.

A mis hermanas Cinthia Y. Herrera Sanabria, Katerine N. Herrera Sanabria y J. Liz Herrera Sanabria.

Por la vida compartida en el maravilloso hogar en el que crecí, y su interés en el desarrollo de esta tesis.

Bach. Jabel Juan Herrera Sanabria

AGRADECIMIENTOS

A Ing. Paul B. Mora Bonilla, Ing. Manuel I. Maita Pérez, Dr. Henry G. Maquera Quispe e Ing. Anthony V. Mora Bonilla

Por la oportunidad, paciencia y facilidades otorgadas para hacer y terminar esta tesis.

A la Universidad Peruana Los Andes

Por ser mi alma mater, y donde vaya siempre la llevare y recordaré con gran orgullo.

Bach. Jabel Juan Herrera Sanabria

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	
1.1. Descripción de Vivienda Multifamiliar	19
1.2. Situación Problemática.....	20
1.3. Formulación del Problema	23
1.3.1. Problema General.....	23
1.3.2. Problema Específico	23
1.4. Objetivos	24
1.4.1. Objetivo General.....	24
1.4.2. Objetivos Específicos.....	24
1.5. Justificación	24
1.5.1. Justificación Práctica	24
1.5.2. Justificación Metodológica	24
1.6. Delimitación de la Investigación	25
1.6.1. Delimitación Espacial.....	25
1.6.2. Delimitación Temporal	25
1.6.3. Delimitación Científica	25
1.7. Limitaciones de la Investigación.....	26
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes	27
2.1.1. Antecedentes Internacionales	27
2.1.2. Antecedentes Nacionales	31
2.2. Bases Teóricas	33
2.2.1. Vigas de Sección Variable	33
2.2.2. Tipos de Vigas de Sección Variable.....	34
2.2.3. Luz de la viga	35

2.2.4.	Longitud de Variación y Ángulo de Variación del Peralte:	35
2.2.5.	Momento Flector y Esfuerzo Cortante.....	36
2.2.6.	Desplazamientos Laterales.....	36
2.2.7.	Comportamiento Estructural	37
2.2.8.	Estructuras de Concreto Armado	37
2.2.9.	Solicitaciones Directas e Indirectas de Cargas	38
2.2.10.	Estructuración.....	38
2.2.11.	Resistencia Requerida.....	39
2.2.12.	Seguridad Estructural	40
2.2.13.	Análisis Tridimensional extendido de Edificaciones (ETABS)	41
2.2.14.	Concepción Estructural Sismorresistente.....	41
2.2.15.	Zonificación Sísmica	42
2.3.	Bases Conceptuales	42
2.4.	Formulación De Las Hipótesis.....	45
2.4.1.	Hipótesis General	45
2.4.2.	Hipótesis Específicas.....	46
2.5.	Variables	46
2.5.1.	Variable Independiente (X):	46
2.5.2.	Variable Dependiente (Y):.....	46
2.6.	Operacionalización de las Variables.....	46
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		
3.1.	Método de Investigación	48
3.2.	Tipo de Investigación	48
3.3.	Nivel de Investigación	48
3.4.	Diseño de la Investigación	48
3.5.	Población y Muestra.....	49
3.5.1.	Delimitación de la Población	49
3.5.2.	Selección de la Muestra.....	49
3.6.	Recolección de Datos	49
3.7.	Proceso Metodológico.....	50
3.7.1.	Predimensionamiento de Elementos Estructurales	50
3.7.2.	Modelamiento de la Edificación de 5 Niveles y 01 Azotea.	61
CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS		
4.1	Peso Sísmico de la Estructura y Fuerza Cortante en la base de la Estructura. ..	95
4.2	Distribución de Fuerzas en Altura.....	97

4.3	Esfuerzos Internos Máximos (Fuerza Cortante y Momento Flector) – Por Envolvente y Combinaciones de Cargas.	99
4.4	Desplazamientos Laterales y Distorsiones de Entrepisos.	119
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS		
5.1.	Discusión de Resultados sobre el Peso Sísmico de la Estructura	127
5.2.	Discusión de Resultados sobre la Distribución de Fuerzas en Altura.	128
5.3.	Discusión de Resultados sobre los Esfuerzos Internos Máximos (Fuerza Cortante y Momento Flector) – Por Envolvente y Combinaciones de Cargas.	128
5.4.	Discusión de Resultados sobre Desplazamientos Laterales y Distorsiones de Entrepisos.	136
CONCLUSIONES		142
RECOMENDACIONES		144
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		145
ANEXOS		148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Combinaciones de carga del ACI-318	40
Tabla 2 Combinaciones de carga de la N.T.E. E.060.....	40
Tabla 3 Operacionalización de las variables	46
Tabla 4 Factor de relación y peraltes máximos	52
Tabla 5 Peralte máximo y peralte mínimo de las vigas de sección variable	53
Tabla 6 Factor de relación y longitud de variación del peralte	54
Tabla 7 Ángulo de variación del peralte a partir de la longitud de variación del peralte	54
Tabla 8 Longitudes de variación del peralte a partir de los ángulos de variación del peralte. ...	55
Tabla 9 Longitudes finales de las variaciones del peralte de vigas de sección variable principales	55
Tabla 10 Longitudes finales de las variaciones del peralte de vigas de sección variable secundarias	56
Tabla 11 Recomendaciones de espesores de losa aligerada	57
Tabla 12 Pesos de losas aligeradas armadas en una sola dirección de concreto armado.....	58
Tabla 13 Caso N° 01 – Características de elementos	58
Tabla 14 Caso N° 02 – Características de elementos	59
Tabla 15 Caso N° 03 – Características de elementos	59
Tabla 16 Caso N° 04 – Características de elementos	59
Tabla 17 Caso N° 05 – Características de elementos	59
Tabla 18 Caso N° 06 – Características de elementos	60
Tabla 19 Caso N° 07 – Características de elementos	60
Tabla 20 Caso N° 08 – Características de elementos	60
Tabla 21 Propiedades del Acero corrugado	62
Tabla 22 Cantidad de ladrillo por m2	78
Tabla 23 Carga muerta de entresijos.....	78
Tabla 24 Peso de la tabiquería	79
Tabla 25 Cargas mínimas repartidas equivalentes a la tabiquería.....	79
Tabla 26 Carga muerta de techo	79
Tabla 27 Cargas Vivas Mínimas Repartidas N.T.E. E. 020 Cargas	80
Tabla 28 Carga viva de entresijo	81
Tabla 29 Carga viva de techo	81
Tabla 30 Resumen del metrado de cargas	82
Tabla 31 Zona identificada del proyecto	83
Tabla 32 Categoría de las edificaciones y factor de uso	83
Tabla 33 Clasificación del suelo.....	84
Tabla 34 Perfil de suelo	84
Tabla 35 Factores del suelo “s”	85

Tabla 36 Periodos fundamentales de tipo de suelo “TP” y “TL”	85
Tabla 37 Factor de Amplificación Sísmica (C)	85
Tabla 38 Coeficiente de reducción sísmica	86
Tabla 39 Factores de irregularidad en altura	87
Tabla 40 Factores de irregularidad en planta	88
Tabla 41 Parámetros para la determinación del factor “ZUCS/R”	91
Tabla 42 Límites para la Distorsión del Entrepiso	93
Tabla 43 Resumen del cálculo del peso sísmico de la estructura	95
Tabla 44 Resumen del cálculo del cortante en la base de la estructura	95
Tabla 45 resumen de la distribución de fuerzas en altura de los casos analizados.....	97
Tabla 46 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°01	100
Tabla 47 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°01.....	100
Tabla 48 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°01.....	101
Tabla 49 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°01	101
Tabla 50 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°02	103
Tabla 51 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°02.....	103
Tabla 52 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°02.....	103
Tabla 53 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°02.....	103
Tabla 54 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°03	105
Tabla 55 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°03.....	105
Tabla 56 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°03.....	106
Tabla 57 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°03.....	106
Tabla 58 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°04	108
Tabla 59 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°04.....	108
Tabla 60 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°04.....	108
Tabla 61 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°04.....	108
Tabla 62 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°05	110
Tabla 63 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°05.....	110
Tabla 64 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°05.....	111
Tabla 65 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°05.....	111
Tabla 66 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°06	113
Tabla 67 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°06.....	113
Tabla 68 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°06.....	113
Tabla 69 Resultados del Momento Positivo y Negativo para el pórtico secundario A - Caso N°06	113
Tabla 70 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°07	115
Tabla 71 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°07.....	115
Tabla 72 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°07.....	116
Tabla 73 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°07	116
Tabla 74 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°08	118

Tabla 75 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°08.....	118
Tabla 76 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°08.....	118
Tabla 77 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°08.....	118
Tabla 78 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°01	119
Tabla 79 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°01	119
Tabla 80 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°02	120
Tabla 81 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°02	120
Tabla 82 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°03	121
Tabla 83 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°03	121
Tabla 84 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°04	122
Tabla 85 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°04	122
Tabla 86 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°05	123
Tabla 87 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°05	123
Tabla 88 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°06	124
Tabla 89 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°06	124
Tabla 90 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°07	125
Tabla 91 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°07	125
Tabla 92 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°08	126
Tabla 93 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°01	126
Tabla 94 Porcentajes de Reducción del Peso Sísmico de la Estructura.....	127
Tabla 95 Porcentajes de Reducción del Cortante en la Base de la Estructura.....	128
Tabla 96 Resultados del Esfuerzo Cortante en el pórtico principal 2 para cada tipo de Caso.	129
Tabla 97 Resultados de los Momentos Máximos Negativos en el pórtico principal 2 para cada tipo de Caso	130
Tabla 98 Resultados de los Momentos Máximos Positivos en el pórtico principal 2 para cada tipo de Caso	131
Tabla 99 Resultados del Esfuerzo Cortante en el pórtico secundario A para cada tipo de Caso	132
Tabla 100 Resultados de los Momentos Máximos Negativos en el pórtico secundario A para cada tipo de Caso	133
Tabla 101 Resultados de los Momento Máximos Positivo en el pórtico secundario A para cada tipo de Caso	134
Tabla 102 Desplazamiento Lateral para el Sismo en X por cada Caso	136
Tabla 103 Desplazamiento Lateral para el Sismo en Y por cada Caso	137
Tabla 104 Distorsiones de Entrepiso para el Sismo en X por cada Caso	138
Tabla 105 Distorsiones de Entrepiso para el Sismo en Y por cada Caso	139

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Fig. N° 1. 1 Ubicación Geográfica de la “Vivienda Multifamiliar”	20
Fig. N° 1. 2 Construcción de vigas de sección variable en dos edificios diferentes de la ciudad de México.	21
Fig. N° 1. 3 Edificaciones con vigas de sección variable en la Ciudad de Huancayo.	22

CAPÍTULO II

Fig. N° 2. 1 Bloque en compresión de una viga de sección variable.....	34
Fig. N° 2. 2 Viga de sección variable según Ing. Angel San Bartolomé	34
Fig. N° 2. 3 Tipos de vigas de sección variable	35
Fig. N° 2. 4 Dimensiones de un pórtico con vigas de sección variable	35
Fig. N° 2. 5 Efecto del Momento Flector en una viga.	36
Fig. N° 2. 6 Efecto de la Fuerza Cortante en una viga.	36
Fig. N° 2. 7 Sistema de pórtico mediante la acción de fuerzas	37

CAPÍTULO III

Fig. N° 3. 1 Vista de Planta de Primer de la Vivienda Multifamiliar	50
Fig. N° 3. 2 Vista de Planta de Tercer, Cuarto, Quinto Piso y Azotea de la Vivienda Multifamiliar	50
Fig. N° 3. 3 Secciones típicas en la Ciudad de México para vigas de sección variable de concreto en edificios.....	51
Fig. N° 3. 4 Peralte Máximo y Mínimo de las viga de sección Constantes.....	53
Fig. N° 3. 5 Transferencia de cargas en una estructura.	57
Fig. N° 3. 6 Sección de la losa aligerada en una dirección.....	58
Fig. N° 3. 7 Vista en Planta y Elevación de la distribución de ejes.....	61
Fig. N° 3. 8 Dimensiones de la Columnas Esquinadas y Exteriores.	62
Fig. N° 3. 9 Elementos de sección constante.	62
Fig. N° 3. 10 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO N° 01	63
Fig. N° 3. 11 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO N° 02.....	63
Fig. N° 3. 12 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO N° 03.....	64
Fig. N° 3. 13 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO N° 04.....	64
Fig. N° 3. 14 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO N° 05.....	65
Fig. N° 3. 15 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO N° 06.....	65
Fig. N° 3. 16 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO N° 07.....	66
Fig. N° 3. 17 Resumen de los Casos de Vigas.	66
Fig. N° 3. 18 Dimensiones del Muro de Concreto Armado (Izquierda) y losa aligerada en una dirección (Derecha).	67
Fig. N° 3. 19 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°01.....	67

Fig. N° 3. 20 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°02.....	68
Fig. N° 3. 21 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°03.....	68
Fig. N° 3. 22 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°04.....	69
Fig. N° 3. 23 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°05.....	69
Fig. N° 3. 24 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°06.....	70
Fig. N° 3. 25 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°07.....	70
Fig. N° 3. 26 Vista de los elementos - CASO N°01.....	71
Fig. N° 3. 27 Vista en elevación y planta típica del pórtico principal 2 - CASO N°08.....	71
Fig. N° 3. 28 Vista de los elementos - CASO N°03.....	72
Fig. N° 3. 29 Vista de los elementos - CASO N°02.....	72
Fig. N° 3. 30 Vista de los elementos - CASO N°05.....	73
Fig. N° 3. 31 Vista de los elementos - CASO N°04.....	73
Fig. N° 3. 32 Vista de los elementos - CASO N°06.....	74
Fig. N° 3. 33 Vista de los elementos - CASO N°07.....	74
Fig. N° 3. 35 Vista frontal de Vigas de Sección Constante y Vigas de Sección Variable.....	75
Fig. N° 3. 34 Vista de los elementos - CASO N°08.....	75
Fig. N° 3. 36 Isométrico de las Vigas de Sección Constante y Vigas de Sección Variable.	76
Fig. N° 3. 37 Definición de casos de cargas.	77
Fig. N° 3. 38 Sección de losa aligerada - Ladrillo por m ² de Techo	78
Fig. N° 3. 39 Zonas Sísmicas del Perú	82
Fig. N° 3. 40 Factor de Amplificación Sísmica	86
Fig. N° 3. 41 Definición de parámetros para el cálculo del peso de la estructura.	90
Fig. N° 3. 42 Parámetros para el análisis estático – Sismo X.....	92
Fig. N° 3. 43 Parámetros para el análisis estático – Sismo Y.....	93
CAPÍTULO IV	
Fig. N° 4. 1 Resumen del Peso Sísmico de la Estructura.....	96
Fig. N° 4. 2 Resumen del Cortante en la Base de la Estructura	96
Fig. N° 4. 3 Distribución de fuerzas en altura CASO N°01 y CASO N°02.	97
Fig. N° 4. 4 Distribución de fuerzas en altura CASO N°03 y CASO N°04.	97
Fig. N° 4. 5 Distribución de fuerzas en altura CASO N°07 y CASO N°08.	98
Fig. N° 4. 6 Distribución de fuerzas en altura CASO N°05 y CASO N°06.	98
Fig. N° 4. 7 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO N°01 - VSVP (Lv= 1.15m) y VSVS (Lv= 0.40m).	99

Fig. Nº 4. 8 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO Nº01 - VSVP (Lv= 1.15m) y VSVS (Lv= 0.40m).	99
Fig. Nº 4. 9 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A. CASO Nº01 - VSVP (Lv= 1.15m) y VSVS (Lv= 0.40m).	100
Fig. Nº 4. 10 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO Nº02 - VSVP (Lv= 1.45m) y VSVS (Lv= 0.50m)	101
Fig. Nº 4. 11 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO Nº02 - VSVP (Lv= 1.45m) y VSVS (Lv= 0.50m).	102
Fig. Nº 4. 12 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A. CASO Nº02 - VSVP (Lv= 1.45m) y VSVS (Lv= 0.50m).	102
Fig. Nº 4. 13 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO Nº02. CASO Nº03 - VSVP (Lv= 1.60m) y VSVS (Lv= 0.70m).....	104
Fig. Nº 4. 14 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO Nº03 - VSVP (Lv= 1.60m) y VSVS (Lv= 0.70m).	104
Fig. Nº 4. 15 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A. CASO Nº03 - VSVP (Lv= 1.60m) y VSVS (Lv= 0.70m).	105
Fig. Nº 4. 16 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO Nº04 - VSVP (Lv= 2.00m) y VSVS (Lv= 0.85m).	106
Fig. Nº 4. 17 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO Nº04 - VSVP (Lv= 2.00m) y VSVS (Lv= 0.85m).	107
Fig. Nº 4. 18 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A. CASO Nº04 - VSVP (Lv= 2.00m) y VSVS (Lv= 0.85m).	107
Fig. Nº 4. 19 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO Nº05 - VSVP (Lv= 2.40m) y VSVS (Lv= 1.00m).	109
Fig. Nº 4. 20 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO Nº05 - VSVP (Lv= 2.40m) y VSVS (Lv= 1.00m).	109
Fig. Nº 4. 21 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A. CASO Nº05 - VSVP (Lv= 2.40m) y VSVS (Lv= 1.00m).	110
Fig. Nº 4. 22 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO Nº06 - VSVP (Lv= 2.80m) y VSVS (Lv= 1.20m).	111
Fig. Nº 4. 23 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO Nº06 - VSVP (Lv= 2.80m) y VSVS (Lv= 1.20m).	112
Fig. Nº 4. 24 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A. CASO Nº06 - VSVP (Lv= 2.80m) y VSVS (Lv= 1.20m).	112
Fig. Nº 4. 25 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO Nº07 - VSVP (Lv= 3.20m) y VSVS (Lv= 1.35m).	114
Fig. Nº 4. 26 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO Nº07 - VSVP (Lv= 3.20m) y VSVS (Lv= 1.35m).	114
Fig. Nº 4. 27 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A. CASO Nº07 - VSVP (Lv= 3.20m) y VSVS (Lv= 1.35m).	115

Fig. N° 4. 28 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO N°08 VSCP (0.30x0.70m) y VSCS (0.25x0.20m).	116
Fig. N° 4. 29 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO N°08 VSCP (0.30x0.70m) y VSCS (0.25x0.20m).	117
Fig. N° 4. 30 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A. CASO N°08 VSCP (0.30x0.70m) y VSCS (0.25x0.20m).	117
Fig. N° 4. 31 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°01	119
Fig. N° 4. 32 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°02	120
Fig. N° 4. 33 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°03	121
Fig. N° 4. 34 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°04.	122
Fig. N° 4. 35 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°05	123
Fig. N° 4. 36 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°06	124
Fig. N° 4. 37 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°07	125
Fig. N° 4. 38 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°08.	126
CAPÍTULO V	
Fig. N° 5. 1 Resultados del Esfuerzo Cortante Pórtico Principal 2, para cada tipo de caso. ...	129
Fig. N° 5. 2 Resultados de los Momentos Máximos Negativos Pórtico Principal 2, para cada tipo de caso.	130
Fig. N° 5. 3 Resultados de los Momentos Máximos Positivos Pórtico Principal 2, para cada tipo de caso.	132
Fig. N° 5. 4 Resultados del Esfuerzo Cortante Pórtico Secundario A, para cada tipo de caso.	133
Fig. N° 5. 5 Resultados de los Momentos Máximos Negativos Pórtico Secundario A, para cada tipo de caso.	134
Fig. N° 5. 6 Resultados de los Momentos Máximos Positivo Pórtico Secundario A, para cada tipo de caso.	135
Fig. N° 5. 7 Desplazamiento Lateral para el Sismo en X	136
Fig. N° 5. 8 Desplazamiento Lateral para el Sismo en Y	137
Fig. N° 5. 9 Distorsiones de entrepiso para el sismo en X	138
Fig. N° 5. 10 Distorsiones de entrepiso para el sismo en Y	139

RESUMEN

El presente trabajo de investigación debe responder al siguiente problema ¿De qué manera las vigas de sección variable influyen en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar de la Ciudad de Huancayo 2017?, el objetivo general es: Analizar la influencia de las vigas de sección variable en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar de la Ciudad de Huancayo y la hipótesis general que debe verificarse es: “Las vigas de sección variable influyen positivamente en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar de Ciudad de Huancayo 2017”.

El método fundamental de investigación es el científico, el tipo de Investigación es aplicada, de nivel explicativo, el diseño de la investigación es no experimental y de corte transeccional. La población está conformada por 92 viviendas multifamiliares de 5 niveles y azotea a más del Sector Urbano de la Ciudad de Huancayo, el tipo de muestreo es no probabilístico y que para efectos de esta investigación se ha seleccionado una vivienda multifamiliar de 5 niveles y azotea que está ubicada en la Ciudad de Huancayo en el Jr. Ica N° 101.

La conclusión fundamental es: Las vigas de sección variable influyen positivamente en el comportamiento estructural modificando la respuesta de distribución de esfuerzos internos y en el aporte de rigidez lateral para el control de desplazamiento laterales y distorsiones del entrepiso para cada caso analizado.

Palabras claves: Comportamiento estructural, desplazamiento lateral, distorsión de entrepiso, esfuerzos internos, vigas de sección variable.

ABSTRACT

The present research work should answer the following problem: How do variable section beams influence the structural behavior in a multi-family dwelling of the City of Huancayo 2017 ?, the general objective is: Analyze the influence of variable section beams in the structural behavior of a multi-family dwelling in the City of Huancayo and the general hypothesis that should be verified is: "The beams of variable section positively influence the structural behavior in a multi-family dwelling in Ciudad de Huancayo 2017".

The fundamental method of research is the scientific one, the type of research is applied, of explanatory level, the design of the research is non-experimental and of transectional nature. The population is made up of 92 multi-family dwellings of 5 levels and a roof over the Urban Sector of the City of Huancayo, the type of sampling is not probabilistic and for the purposes of this research a multifamily housing with 5 levels and a roof has been selected. It is located in the City of Huancayo in Jr. Ica No. 101.

The fundamental conclusion is: The beams of variable section positively influence the structural behavior modifying the response of internal stress distribution and the contribution of lateral stiffness for the control of lateral displacements and distortions of the mezzanine for each case analyzed.

Keywords: Structural behavior, lateral displacement, interfloor distortion, internal stresses, variable section beams.

INTRODUCCIÓN

Las vigas de sección variable son vigas de sección rectangular con una variación del peralte en toda o en cierta longitud de la luz de un tramo. Este tipo de viga es considerada particular, debido que el empleo de estas no es difundido en nuestro medio, y generalmente los pórticos de las edificaciones contienen dentro de sus elementos vigas tradicionales de sección constante. Por ello el estado actual del conocimiento sobre las vigas de sección variable, nos lleva al desaprovechamiento de tecnologías dentro de la construcción y para este trabajo de investigación enfocado al desempeño estructural.

El objetivo del análisis de la influencia de las vigas de sección variable en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar se alcanzó analizando los factores que definen su respuesta estructural como la luz de la viga, la longitud de variación del peralte y el ángulo de variación del peralte, y todo esto se llevó a cabo con el apoyo de la teoría de elementos finitos, mediante la aplicación del programa estructural ETABS 2016.

La presente investigación está estructurada en cinco capítulos, que a continuación se describen:

En el capítulo I se presenta el “Planteamiento del estudio”, donde se da una descripción de la ubicación de la vivienda multifamiliar, se detalla la situación problemática con la formulación del problema general y específico, objetivos generales y específicos y la justificación de la investigación.

En el capítulo II se desarrolla el “Marco Teórico”, considerando los antecedentes internacionales como nacionales para tener una mejor referencia en el proceso de desarrollo de la tesis y de referencia las bases teóricas como aporte para la presente investigación. Así mismo se plantean las hipótesis de la investigación.

En el capítulo III se presenta la “Metodología de la Investigación”, en la cual se describe la metodología desarrollado en el presente trabajo de investigación.

En el capítulo IV se realiza la “Presentación de Resultados”, se presenta los resultados para cada tipo de caso evaluado.

En el capítulo V se desarrolla “Discusión de Resultados”, donde se detalla para cada caso evaluado, teniendo en consideración el peso sísmico y cortante en la

base de la estructura, cada tipo de esfuerzo internos, los desplazamientos laterales y las distorsiones de entrepisos.

Finalmente se muestran las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Jabel Juan Herrera Sanabria

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Descripción de Vivienda Multifamiliar

La Vivienda Multifamiliar es Propiedad del Sr. Díaz Rivera Jorge Daniel que consta en una edificación de 05 Niveles y 01 Azotea, destinadas estas a la habitabilidad de una familia por nivel, el primer piso consta de una cochera y la azotea consta de un depósito y un cuarto de lavado.

Según la memoria de cálculo del proyecto de la Vivienda Multifamiliar hace mención que el sistema construido fue un sistema aporticada, este sistema se sustenta bajo el criterio de las cargas vivas y muertas (Sobre carga y Peso Propio), así como las fuerzas de sismo deben ser absorbidas y transmitidas en el siguiente orden: De la losa a las vigas, posteriormente de la losa a las columnas y de estos a las zapatas y por ultimo estas al suelo. Este sistema instructivo nos permite alcanzar sin ningún tipo de problema a los cinco pisos, considerando como factor fundamental la capacidad portante del suelo. (Ver Anexo 3)

1.1.1. Ubicación Geográfica

Región	: Junín
Provincia	: Huancayo
Distrito	: Huancayo
Dirección	: Jr. Ica N° 101

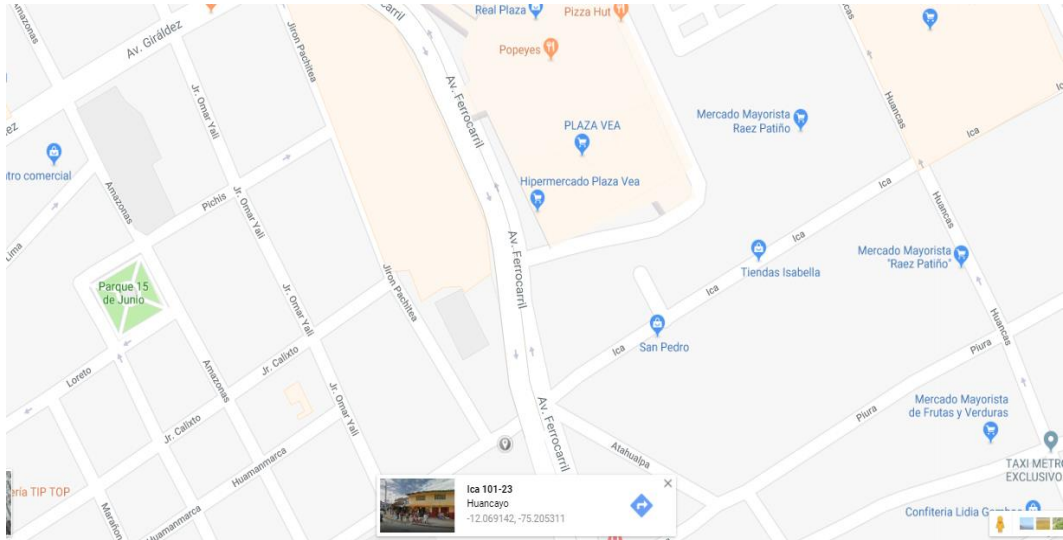


Fig. N° 1. 1 Ubicación Geográfica de la “Vivienda Multifamiliar”

1.2. Situación Problemática

De la unión entre columnas y vigas proviene el llamado pórtico, que es una estructura capaz de resistir cargas tanto verticales como horizontales, y dentro de este sistema las vigas son elementos horizontales de una estructura, que generalmente soporta esfuerzo de a flexión, es un elemento fundamental para toda estructura y características como su comportamiento, forma y diseño son una parte importante en el desempeño en la estructura.

Las vigas de sección variable son vigas de sección rectangular con una variación del peralte en toda o en cierta longitud de la luz de un tramo. Las vigas de sección variable son consideradas partículas, ya que el empleo de estas no es difundido en nuestro medio, ya generalmente los pórticos de las edificaciones contienen dentro de sus elementos vigas tradicionales de sección constante. Se tiene grandes aproximaciones en cuanto a los elementos de sección constante y ante solicitaciones de cargas determinados, pero cuando hablamos de geometrías más complejas como las de sección variable, los estudios que existen actualmente son poco concluyentes. Esto conlleva a investigar por la escasa información, y así estimar un adecuado comportamiento estructural. Las primeras

investigaciones solidadas de vigas de sección variable fueron hechas en 1908 por el Ingeniero Alemán E. Mörsch (1908). Y de aquí se desglosan las investigaciones en los próximos años.

Es preciso señalar que todas las investigaciones con respecto al comportamiento estructural de vigas de sección variable se desarrollan a partir de la teoría de las vigas, según el cual la contribución del concreto se incluye en el cálculo de la resistencia. Y muchos trabajos se centran en la resistencia a cortante, y la flexión es un punto más para las investigaciones a realizar. Muchos de los autores coinciden que al modificar la geometría se modifica en comportamiento estructural y se obtienen beneficios estructurales a diferencia de vigas de sección constante.

En el Ámbito Internacional según Archundia, H. (2013) de su tesis doctoral titulada “Recomendaciones De Diseño A Cortante Para Trabes Acarteladas De Concreto Reforzado” dice que en la Ciudad de México al año 2013 se tuvo identificados 25 edificios de mediana altura con vigas de sección variable y también es común encontrarlos puentes carreteros y peatonales con estos elementos. (Fig. 1.2) A pesar de ello, las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NTCC 2004) no tienen recomendaciones específicas para su diseño. Tampoco el reglamento extranjero con mayor aceptación, es decir el Reglamento del Instituto Americano del Concreto (ACI).



Fig. Nº 1. 2 Construcción de vigas de sección variable en dos edificios diferentes de la ciudad de México.

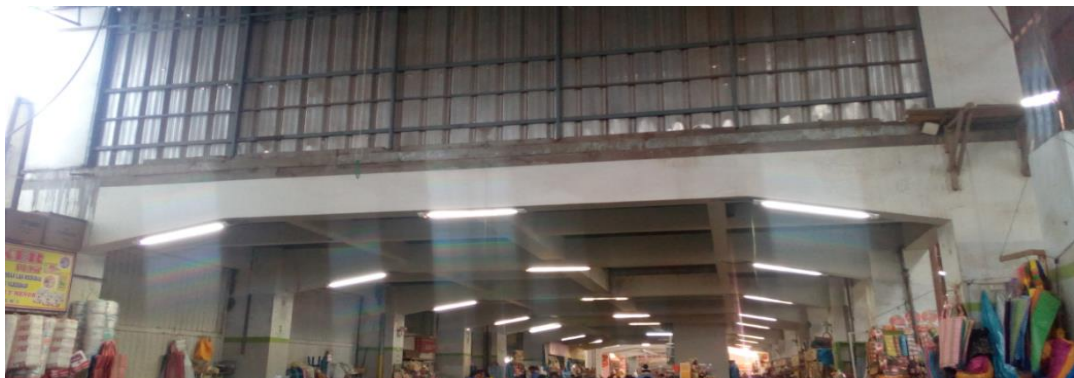
En el Perú y específicamente en la Ciudad de Huancayo se aprecia construcciones tales como un mercado (Fig. 1.3-b-c), y edificaciones destinadas a negocios (Fig. 1.3-a) donde el empleo de estas vigas de sección variables es apreciable, pero estas se construyen con un conocimiento tan solo para un sector, que para unos no es claro y/o desconocen del comportamiento estructural de las vigas de sección variables.



a)



b)



c)

Fig. Nº 1. 3 Edificaciones con vigas de sección variable en la Ciudad de Huancayo.

Por otra parte, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NTCC 2004), y el Reglamento del Instituto Americano del Concreto (ACI) en su comité 318, coinciden en la ausencia de recomendaciones para el diseño de estas. A pesar que según la teoría y práctica observada en otros países y en menor escala en el Perú, llevan a cabo construcciones con vigas de sección variable.

La consecuencia del estado actual del conocimiento sobre las vigas de sección variable, nos lleva al desaprovechamiento de tecnologías dentro de la construcción y para este trabajo de investigación enfocado al desempeño estructural. Debido a esto se realiza el presente estudio para tener conocimiento y claridad del comportamiento estructural de las vigas de sección variable, analizando los factores influyentes en el comportamiento de las vigas de sección variable tales como la luz de la viga, la variación del peralte y el ángulo de variación del peralte. Todo esto se llevará a cabo con el apoyo de la teoría de elementos finitos, mediante la aplicación del programa estructural ETABS 2016 a nivel educativo.

Los resultados obtenidos permitirán realizar recomendaciones como el modelamiento estructural, análisis de vigas de sección variable con integración de la estructura, y el comportamiento estructural descrito por los factores influyentes en las vigas de sección variable.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿De qué manera las vigas de sección variable influyen en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar de la Ciudad de Huancayo?

1.3.2. Problema Específico

- a) ¿Cuánto favorece la luz libre de la viga en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar?
- b) ¿Cuánto influye de la longitud de variación del peralte en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar?
- c) ¿Cuál es la influencia del ángulo de variación del peralte en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar la influencia de las vigas de sección variable en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar de la Ciudad de Huancayo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a) Calcular cuánto favorece la luz libre de la viga en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar.
- b) Determinar cuánto influye de la longitud de variación del peralte en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar.
- c) Definir la influencia del ángulo de variación del peralte en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Práctica

El resultado de esta investigación será un aporte para tomar decisiones referentes al comportamiento estructural con vigas de sección variable y al empleo de estas como una tecnología de la construcción, así mismo se tiene la posibilidad de mejoras en el desempeño estructural, para plantear soluciones de carácter técnico, en las edificaciones.

1.5.2. Justificación Metodológica

La presente investigación permitirá analizar las vigas de sección variable y su influencia en el comportamiento estructural mediante el software ETABS 2016 nivel educativo, así mismo mediante un análisis teórico permitirá evaluar resultados con relación al comportamiento estructural frente a vigas tradicionales, de ser el caso si las vigas de sección variable son beneficiosas en el

comportamiento estructural, se podrá ahondar aún más y ser utilizado como punto para otras investigaciones a fin de continuar con el aporte a la generación de conocimientos.

1.6. Delimitación de la Investigación

1.6.1. Delimitación Espacial

La presente investigación se realizó en la Ciudad de Huancayo, de la Región Junín.

1.6.2. Delimitación Temporal

La presente Investigación comprendió el periodo de febrero del 2017 a noviembre del 2017.

1.6.3. Delimitación Científica

En el presente estudio se modela la “Vivienda Multifamiliar” descrita con anterioridad partiendo de los planos de arquitectura de la edificación de 8.00m de ancho y 13.00 de largo de 5 niveles. Teniendo en cuenta el planteamiento de esta estructura con vigas de sección variable.

Para el análisis de la estructura se consideró parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones en las N.T.E. E.020, E.030, E.050 y E.060 concernientes a la estructura más no a la cimentación ya que no fue punto de investigación el presente trabajo.

La Investigación se centra únicamente en analizar las vigas de sección variable y su influencia en el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar, analizando los factores influyentes en su comportamiento tal como la luz de la viga, longitud de variación del peralte, ángulo de variación del peralte. Así mismo el análisis de la distribución interna del esfuerzo de momento flector y fuerza cortante, respuesta ante acciones sísmicas, desplazamientos laterales y distorsiones de entrepiso. Siendo características importantes para definir el comportamiento de una estructura,

teniendo la limitante de la escasa información de este tipo de sistema estructural.

1.7. Limitaciones de la Investigación

1.7.1. Limitación de la Información

Existió escasa información sobre estudios de investigación previos sobre las vigas de sección variable, y las páginas web visitadas refieren simplemente descripciones.

1.7.2. Limitación Financiera

La investigación es financiada con recursos propios y se tuvo escasa disponibilidad de recursos financieros como para realizar la investigación en otras ciudades importantes en infraestructura.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Para sustentar el planteamiento de la presente investigación, se han revisado la escasa información referente a vigas de sección variable y se muestran algunos trabajos:

2.1.1. Antecedentes Internacionales

- a. En la Investigación [1] presentan resultados, interpretaciones y recomendaciones correspondientes al ensayo de 10 vigas de sección variable de concreto armado de casi tamaño real, diseñadas para fallar a cortante ante carga estática. Los resultados experimentales revelan que estos elementos presentan un mecanismo resistente a cortante que difiere con el observado en vigas de sección constante, debido a un evidente trabajo de arco propiciado por la geometría de las vigas. Así mismo, se realizó una comparación entre dos métodos analíticos simples que permiten evaluar deflexiones estimadas en estos elementos para la condición del 1er agrietamiento diagonal y falla por cortante.

Conclusiones más relevantes:

Del ensayo de los elementos de la investigación, se obtuvieron expresiones que permiten estimar el cortante nominal resistente en las vigas de sección variable cuya longitud de variación de peralte tengan aproximadamente una longitud de un tercio de la luz de la viga y cuyo ángulo de variación del peralte oscile entre 3° y 12° . Las ecuaciones propuestas de la investigación contienen el mismo formato del Reglamento Mexicano para diseño de estructuras (NTCC-04).

- b.** En la Investigación [2] aborda el mecanismo resistente a cortante de las vigas de sección variable de concreto armado, con el propósito de brindar una guía práctica de diseño. Desarrollaron un método derivado de las escuelas de diseño por cortante estadounidense (Diseño con la contribución del concreto) y la europea clásica (Diseño sin contribución del concreto) proporcionando guías para conocer la aplicación correcta y el momento dónde aplicarlo.

Conclusiones más relevantes:

Aportaron en el desarrollo una fórmula para calcular la resistencia de la contribución del concreto en vigas no prismáticas que incorpora el efecto del agrietamiento por tensión diagonal (armadura elástica). Su fórmula se basa en la simplificada del ACI 318 para vigas de sección constante.

También propusieron un método de diseño por cortante para vigas de sección variable, no recurriendo al ajuste de datos experimentales.

- c.** En la Investigación [3] muestran un método de aproximación del diseño para vigas de sección variable de concreto armado, basados en los campos de esfuerzos y modelos de armadura.

Conclusiones más relevantes:

Presentaron un método de diseño por cortante para vigas de sección variable de concreto armado, basados en campos de

esfuerzo y modelos de armadura. En enfoque de afrontar el problema permitió cuantificar los parámetros de diseño sin la necesidad de recurrir a regresiones estadísticas de datos experimentales. El método es para vigas esbeltas, por lo que su aplicación está restringida a longitudes de variaciones del peralte suficientemente para alojar una región específica; por ello también desarrollan ecuaciones para hacer estas distinciones. El método incluye aspectos sobre el diseño de elementos completos y adicionalmente por secciones. Y sólo la combinación de ambas formas, permitió elaborar un método seccional basado en un modelo de comportamiento mecánico.

- d. En la Investigación [4] alcanzaron a desarrollar un procedimiento con Microsoft Office 2007, permitiendo calcular los parámetros de rigidez, momento de empotramiento y deflexión en vigas de sección variable por medio del análisis estructural, la formulación teórica se fundamenta en el análisis de los siguientes métodos: área de momento, momento de la viga conjugada y método de la carga elástica.

Conclusiones más relevantes:

Se analizaron las vigas de sección variable por la teoría de elementos finitos, con la aplicación del software estructural ETABS v9. Y para ambos métodos se evaluaron elementos de sección variable ante las solicitaciones de cargas específicas y dimensiones geométricas de las vigas, de modo que puede estimarse y evaluarse el comportamiento de los elementos.

- e. En la Investigación [5] fundamentaron el análisis de edificaciones aporricadas de concreto armado considerando las solicitaciones de carga permanentes y sísmicas utilizando vigas de sección variable. Tendiendo a comparar con otras edificaciones de vigas de sección constante con respecto al desempeño estructural que ambas describen considerando el

corte en la base de la estructura, desplazamientos laterales totales, periodo fundamental y la frecuencia. El espectro de diseño se calculó teniendo en consideración las edificaciones ubicadas en la zona sísmica Z3, y así mismo se estimó un tipo de suelo.

Conclusiones más relevantes:

La cortante en la base de la estructura para las estructuras con vigas de secciones constantes se incrementaron en 15% aproximadamente con respecto a las estructuras con vigas de sección variable en los modelos de ocho pisos, en las edificaciones de cuatro y doce pisos los porcentajes de variación no fue mayor al 3% ya que estas están relacionados con el peso de la estructura y las edificaciones de sección constante necesitan mayor cantidad de material a comparación de las edificaciones de vigas de sección variables.

Se registraron incrementos en los desplazamientos laterales en las estructuras de vigas de sección variable en todos los pisos estudiados, por lo que las estructuras con vigas de sección constante tienen un mejor comportamiento. Registrándose un promedio de variación de 19.40%, resaltando que todas las estructuras se mantuvieron dentro del valor límite exigido en la norma venezolana.

- f. En la Investigación [6] se compara dos edificios de sistemas estructurales distintos, el primero que emplea un sistema aporticado y el segundo con sistema de muros portantes, ambos con la misma área y distribución.

Conclusiones más relevantes:

La estructura con muros portantes presenta máximos valores de la cortante en la base de la estructura producto que este contiene una mayor masa y por lo tanto en un sismo se vería más afectado ya que es el más pesado, también se hace mención que el sistema aporticado describe sus máximas derivas en el

séptimo nivel, mientras que el sistema con muros portantes describe derivas máximas en el décimo nivel.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

- a. En la Investigación [7] se centra en la aplicación de vigas de sección variable de concreto armado en un Edificio Sismorresistente, que tiene como uso las aulas universitarias con un auditorio, en satisfacen soluciones a tramos de más de 8 metros de luz y la investigación antes de culminar muestra un procedimiento para realizar el diseño en Concreto Armado.

Conclusiones más relevantes:

Las Vigas de Sección Variable recomienda en las luces muy largas, ya que en estas luces la rigidez que aportan las vigas prismáticas es mínima, por lo que se proponen estos elementos para aportar rigidez y mejorar el comportamiento ante las sollicitaciones en los esfuerzos internos que todo sismo transmite.

- b. En la Investigación [8] se trabajó en el diseño y evaluación del desempeño de una edificación Aportificada de 5 niveles. Así mismo se diseñó siguiendo el Reglamento Nacional de Construcciones del año 1985 y la verificación del desempeño de acuerdo al Comité Visión 2000 de la Asociación de Ingenieros Estructurales de California, (SEAOC-1995) con el apoyo del análisis inelástico espectral.

Conclusiones más relevantes:

Los resultados de la investigación muestran que los requisitos de rigidez (para el control de desplazamientos laterales) del reglamento peruano conducen a estructuras aportificadas con dimensiones considerables para las columnas. Se obtuvieron columnas con lados de 0.50 a 0.75 metros, para edificios de 3 a 7 niveles.

Las edificaciones aporticadas diseñados con el actual Reglamento Peruano de Edificaciones, para esta investigación, pueden alcanzar ductilidades en los desplazamientos importantes en orden de 10 o más.

- c. En la Investigación [9] presentan criterios técnicos para el diseño y construcción de edificaciones sismorresistente (Edificaciones Segura), así mismo explican el comportamiento sísmico de locales educativos, fenómenos de fallas ante los sismos, y las alternativas de reforzamiento.

Conclusiones más relevantes:

Para el presente seminario es necesario fomentar un plan a fin de disminuir la vulnerabilidad sísmica en edificaciones educativas. Así mismo menciona que el Perú existe prácticas para minorar la vulnerabilidad de las edificaciones escolares con acciones de mediano o alto costo.

- d. En la Investigación [10] En su investigación para optar el título de Ingeniero Civil el objetivo de la investigación fue la aplicación de las demandas de rigidez establecidas de los principales códigos de diseño sismorresistente, de un enfoque del control de la deriva. Se presentaron procedimientos para medir el desempeño de algunas edificaciones en base a espectros de demanda y capacidad. Por lo que estudia desde un punto de vista probabilístico para medir el desempeño estructural en función de la deriva. Se perfecciona una metodología para evaluar la exigencia de los códigos y reglamentos en el control de la deriva. Así mismo se elaboró un estudio comparativo entre los siguientes códigos vigentes: Perú, Chile, Colombia, México (NTCDS y MOC), Turquía, y Estados Unidos (UBC e IBC).

Se presenta que la deriva máxima admisible para la protección del grupo de edificaciones de características similares, es una función de la dispersión en la calidad constructiva y se encuentra

justificado que, en países como el nuestro, con gran dispersión en la calidad de construcción, se usen límites reducidos para lograr una protección grupal razonable.

Conclusiones más relevantes:

Los Reglamentos y códigos de diseño sísmico estudiados no fundan ni dan referencias que expliquen los valores de distorsión máxima de entrepiso. Y para algunos casos, los valores límite provienen de la tradición en el ejercicio profesional, y para otros, corresponden al intento de proteger el contenido del edificio.

Cerca de la mayoría de los códigos establecen los límites de la deriva a nivel inelástico, mientras que los códigos de Chile y Turquía limitan los desplazamientos a nivel elástico, por lo que el Índice de Exigencia de dichos reglamentos depende en gran medida de la demanda sísmica elástica.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Vigas de Sección Variable

Según la Investigación [2] Describe las vigas de sección variable como una distinción de las vigas de sección constante porque tienen una variación del peralte en toda o en cierta de su longitud de la luz. Al variar juiciosamente el peralte de la viga nos proporciona beneficios estructurales importantes.

El Ingeniero E. Mörsch - 1908, tenía clara la idea sobre al aumentar el peralte de una viga en los apoyos extremos, mejora la resistencia a cortante debido a:

- i. El incremento de la sección transversal
- ii. La capacidad del bloque de concreto inclinado de resistir cortante.

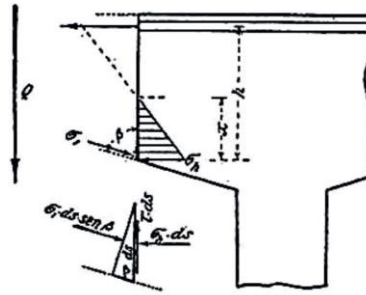


Fig. Nº 2. 1 Bloque en compresión de una viga de sección variable.

Según el Libro [11] Las estructuras con elementos de sección variable son poco frecuentes en nuestro medio, se emplean por razones de arquitectura y otras veces por motivos estructurales, como para salvaguardar estructuras con grandes luces o con sobrecargas altas, puede colocarse mayor peralte en los extremos de las vigas, con la finalidad de minorar las deflexiones y los momentos positivos a costa de aumentar los momentos negativos.

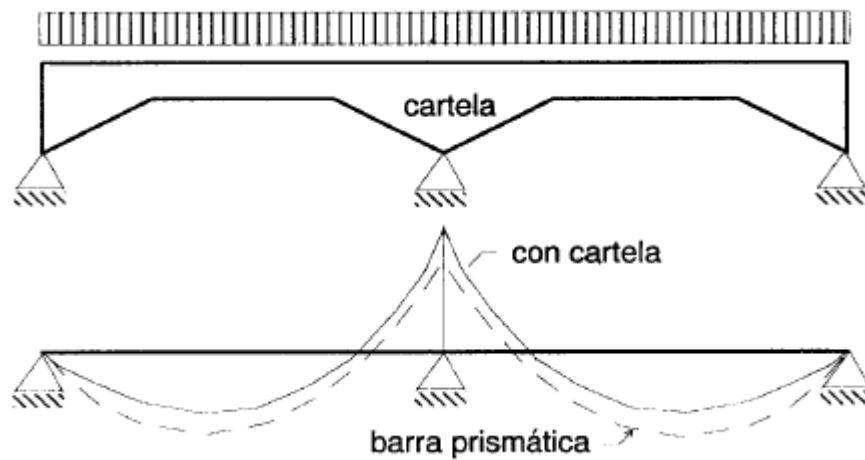


Fig. Nº 2. 2 Viga de sección variable según Ing. Angel San Bartolomé

2.2.2. Tipos de Vigas de Sección Variable

Según el Libro [12] Existen vigas de sección variable con peraltes rectos, prismáticos o parabólicos con altura y ancho variable, así mismo pueden producirse una variación en su sección en los planos horizontal y vertical, las vigas prismáticas en una estructura deberán ser del mismo tipo y empezar en una sección común.

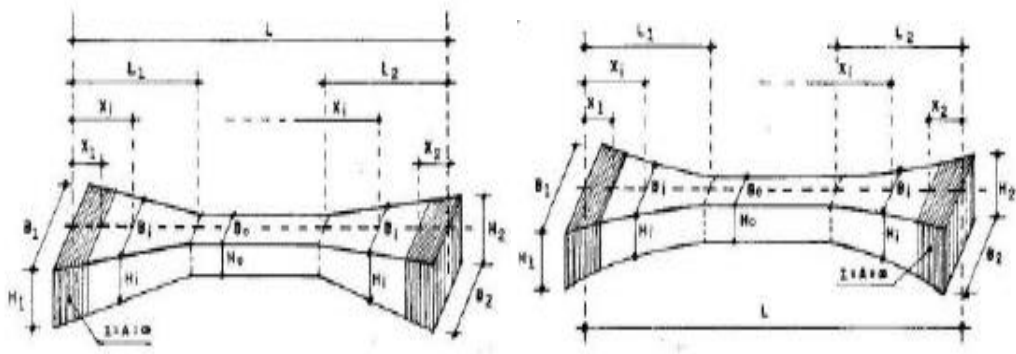


Fig. Nº 2. 3 Tipos de vigas de sección variable

El Proyecto de Investigación se basa en análisis de vigas de peraltes rectos de las vigas de sección variables.

2.2.3. Luz de la viga

Según la Norma [13] En el análisis estructural de pórticos o elementos horizontales continuos, para determinar los momentos flectores, se considerará para la luz la distancia entre los centros de los apoyos.

2.2.4. Longitud de Variación y Ángulo de Variación del Peralte:

Según la Investigación [2] Los estudios actuales indican que el desempeño estructural y la resistencia a cortante de las vigas de sección variable se relacionan con el ángulo de variación del peralte (α) y su longitud de variación del peralte (L_c).

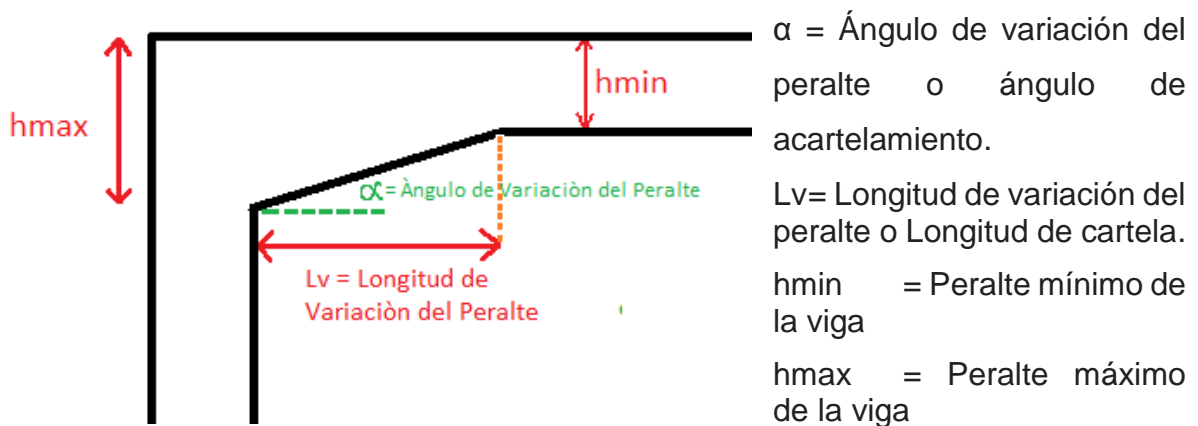


Fig. Nº 2. 4 Dimensiones de un pórtico con vigas de sección variable

2.2.5. Momento Flector y Esfuerzo Cortante

Según el Libro [14] Los esfuerzos (σ) actuantes en las vigas son: momentos flectores (flexión pura). El momento flexionante es la suma de los momentos de todas las fuerzas que actúan en la viga a la izquierda o la derecha de una sección, y que pasan por el centro de gravedad centroide de la sección considerada.

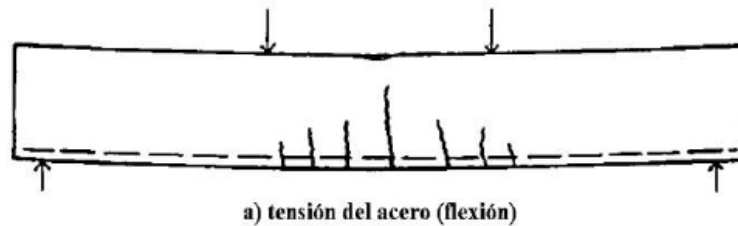


Fig. Nº 2. 5 Efecto del Momento Flector en una viga.

Al actuar una fuerza transversal sobre una viga, produce efectos de corte verticales, debidos a la fuerza cortante V que se genera a lo largo de la viga.

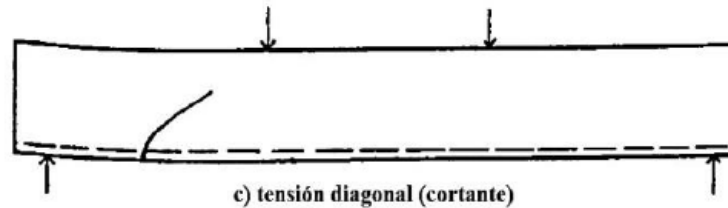


Fig. Nº 2. 6 Efecto de la Fuerza Cortante en una viga.

2.2.6. Desplazamientos Laterales

Según la investigación [10] Hace mención, que el desplazamiento lateral relativo es la diferencia de los desplazamientos laterales entre dos niveles consecutivos, producidos por la aplicación sobre la estructura de las sollicitaciones sísmicas y se determina como:

$$\Delta_i = \delta_i - \delta_{i-1}$$

Donde:

Δ_i : desplazamiento lateral relativo del nivel i .

δ_i, δ_{i-1} : desplazamientos laterales en los niveles i e $i-1$, respectivamente.

2.2.7. Comportamiento Estructural

Es la respuesta ante las solicitaciones de carga y las idealizaciones del comportamiento mecánico de una estructura, que se desarrolla del modelo matemático planteado para cada estructura real y para la determinación de esfuerzos internos y deformaciones.

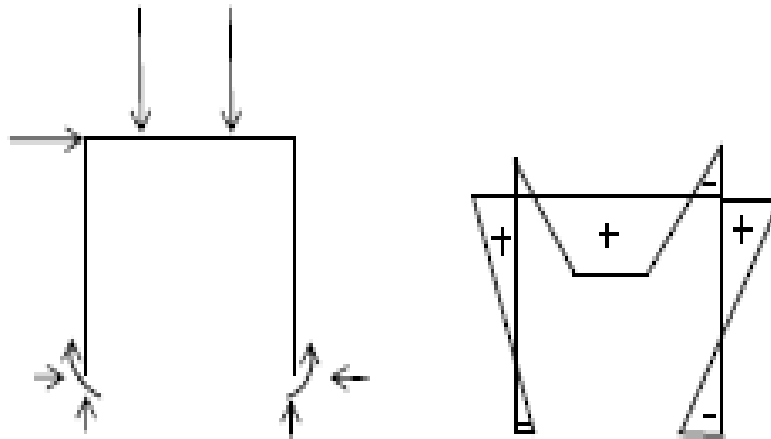


Fig. Nº 2. 7 Sistema de pórtico mediante la acción de fuerzas

2.2.8. Estructuras de Concreto Armado

Según la Norma [15] Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en las “Disposiciones especiales para el diseño sísmico” de la N.T. E. 060 Concreto Armado.

Pórticos.

Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

Muros Estructurales.

Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.

Dual.

Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.

Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada

Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

2.2.9. Solicitaciones Directas e Indirectas de Cargas

Una sollicitación es cualquier acción que dé origen a esfuerzos en una estructura. El término carga o sollicitación directa se refiere a las fuerzas concentradas o distribuidas que resultan del peso propio de la estructura y sus contenidos, o a presiones debidas a viento, agua o suelo. Una sollicitación indirecta o deformación impuesta es un movimiento o deformación que no proviene de cargas aplicadas, pero que causa esfuerzos en una estructura.

Algunos ejemplos lo constituyen asentamientos diferenciales en los apoyos de vigas continuas y retracción del concreto si la viga tiene restricción al desplazamiento axial.

2.2.10. Estructuración

La estructura debe concebirse como un sistema o conjunto de partes y componentes que se combinan ordenadamente para cumplir una función dada. El proceso de diseño de un sistema, comienza con la formulación de los objetivos que se pretende alcanzar y de las restricciones que deben tenerse en cuenta. El proceso es cíclico; se parte de consideraciones generales, que se afinan en aproximaciones sucesivas, a medida que se

acumula información sobre el problema.

Idealmente el objeto del diseño de un sistema es la optimización del sistema, es decir la obtención de todas las mejores soluciones posibles. El lograr una solución óptima absoluta es prácticamente imposible, sin embargo, puede ser útil optimizar de acuerdo con determinado criterio, tal como el de peso o costo mínimo; teniendo en cuenta siempre que no existen soluciones únicas sino razonables.

2.2.11. Resistencia Requerida

Según la Norma [17] La resistencia requerida U se expresa en términos de cargas mayoradas o de las fuerzas y momentos internos correspondientes. Las cargas mayoradas son las cargas especificadas en el reglamento general de construcción multiplicadas por los factores de carga apropiados.

El factor asignado a cada carga está influenciado por el grado de precisión con el cual normalmente se puede calcular la carga y por las variaciones esperadas para dicha carga durante la vida de la estructura. Por esta razón, a las cargas muertas que se determinan con mayor precisión y son menos variables se les asigna un factor de carga más bajo que a las cargas vivas. Los factores de carga también toman en cuenta variabilidades inherentes del análisis estructural empleado al calcular los momentos y cortantes.

El Reglamento presenta factores de carga para combinaciones específicas de carga. En cierta medida, se toma en consideración la probabilidad de la ocurrencia simultánea al asignar factores a las combinaciones de carga.

Aunque las combinaciones de cargas más usuales están incluidas, el diseñador no debe suponer que estén cubiertos todos los casos.

Tabla 1 Combinaciones de carga del ACI-318

Combinaciones de Carga	Carga Primaria
$U = 1.4D$	D
$U = 1.2D + 1.6L + 0.5 (Lr \text{ o } S + R)$	L
$U = 1.2D + 1.6(Lr \text{ o } S \text{ o } R) + (1.0L \text{ o } 0.5W)$	Lr o S o R
$U = 1.2D + 1.0W + 0.5 (Lr \text{ o } S + R)$	W
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0 L + 0.2S$	E
$U = 0.9D + 1.0W$	W
$U = 0.9D + 1.0E$	E

Fuente: Reglamento Para Concreto Estructural - ACI 318 (2014)

Según la Norma [13] (La demanda de la resistencia que surge de la aplicación de cargas factoradas debidamente combinadas, de acuerdo a lo que establece la norma, define la resistencia requerida, S_u . El principal objetivo del diseño es proporcionar resistencia, también denominada resistencia de diseño o resistencia confiable, para satisfacer esta demanda.

Tabla 2 Combinaciones de carga de la N.T.E. E.060

Combinaciones de Carga
$U = 1,4 CM + 1,7 CV$
$U = 1,25 (CM + CV \pm CVi)$
$U = 0,9 CM \pm 1,25 CVi$
$U = 1,25 (CM + CV) \pm CS$
$U = 0,9 CM \pm CS$
$U = 1,4 CM + 1,7 CV + 1,7 CE$
$U = 0,9 CM + 1,7 CE$
$U = 1,4 CM + 1,7 CV + 1,4 CL$

Fuente: Norma Técnica de Edificación - E.060 (2006)

2.2.12. Seguridad Estructural

Existen tres razones principales por las cuales es necesario usar algún tipo de factores de seguridad tales como los factores de carga y resistencia en el diseño estructural:

1. Variabilidad de la Resistencia.
2. Las resistencias reales de vigas, columnas y otros elementos

estructurales casi siempre diferirán de los valores calculados por el diseñador.

3. Variabilidad de las resistencias del concreto y del acero de refuerzo y como las diferencias entre las dimensiones finales y las dimensiones en planos, efectos de las suposiciones simplificadoras hechas durante el cálculo de la resistencia de cada elemento.

2.2.13. Análisis Tridimensional extendido de Edificaciones (ETABS)

Según el Manual [18] Referencia que el ETABS posee una poderosa e intuitiva interfaz gráfica con procedimientos de modelaje, análisis, todos integrados usando una base de datos común. Aunque es fácil y sencillo para estructuras simples, ETABS también puede manejar grandes y complejos modelos de edificios, incluyendo un amplio rango de comportamientos no lineales, haciéndolo la herramienta predilecta para ingenieros estructurales en la industria de la construcción. ha estado en continuo desarrollo para brindarle al ingeniero una herramienta confiable, sofisticada y fácil de usar.

Detrás de una interfase intuitiva y simple, se encajan poderosos métodos numéricos, procedimientos de diseño y códigos internacionales de diseño que funcionan juntos desde una base de datos. Esta Integración significa que usted crea solo un sistema de modelo de piso y sistema de barras verticales y laterales para analizar y diseñar el edificio completo.

2.2.14. Concepción Estructural Sismorresistente

Según la Norma [15] Debe tomarse en cuenta la importancia de los siguientes aspectos:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada frente a las cargas laterales.
- Continuidad estructural, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad, entendida como la capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico.

- Deformación lateral limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia - redundancia estructural.
- Consideración de las condiciones locales.
- Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa.

2.2.15. Zonificación Sísmica

Según la Norma [15] El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

2.3. Bases Conceptuales

- **Análisis:** Determinación según modelos matemáticos de las respuestas correspondientes a las acciones previstas.
- **Carga:** Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. NTP. E.020 Cargas.
- **Carga Muerta:** Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo. NTP. E.020 Cargas.
- **Carga Viva:** Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación. NTP. E.020 Cargas.
- **Carga de servicio:** La carga (sin amplificar) especificada en la Norma NTP. E.020 Cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones del cual esta Norma forma parte.
- **Carga amplificada o factorizada:** La carga, multiplicada por los factores de carga apropiados, que se utiliza para diseñar los elementos utilizando el método de diseño por resistencia de esta Norma.

- **Columna:** Elemento con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir carga axial de compresión.
- **Comportamiento estructural:** Es la respuesta ante las sollicitaciones de carga, determinando los esfuerzos internos y deformaciones.
- **Concreto estructural:** Todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado.
- **Ductilidad:** Capacidad de deformación una vez rebasado el límite de proporcionalidad en ingeniería sísmica, capacidad que poseen los componentes de un sistema estructural de hacer incursiones alternamente en el dominio inelástico, sin pérdida apreciable de su capacidad resistente.
- **Edificación:** Construcción cuya función principal es alojar personas, animales o cosas.
- **Edificación Sismoresistente:** Se dice que una edificación es sismoresistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencias suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes.
- **Espectro de diseño:** Espectro que incorpora el factor de reducción de respuesta correspondiente al sistema adoptado resistente al sismo.
- **Elementos compuestos de concreto sometidos a flexión:** Elementos conformados por dos o más partes interconectadas de tal manera que responden a las cargas como una unidad. Estas partes pueden ser prefabricadas o construidas en obra, en etapas separadas.
- **Epicentro:** Proyección vertical del foco sobre la superficie terrestre.
- **Estribo:** Refuerzo colocado perpendicularmente o en ángulo con respecto al refuerzo longitudinal, empleado para resistir esfuerzos de cortante y de torsión en un elemento estructural. Los estribos también cumplen función de control del pandeo de las barras longitudinales y de confinamiento al concreto.

- **Fuerza Sísmica:** Fuerzas externas capaces de reproducir los valores extremos de los desplazamientos y las sollicitaciones internas causadas por la excitación sísmica actuando en el nivel de base.
- **Longitud de desarrollo:** Longitud embebida del refuerzo, incluyendo torones de preesforzado, en el concreto que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño del refuerzo en una sección crítica.
- **Losa:** Elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo.
- **Módulo de elasticidad:** Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material.
- **Resguardo de vida:** Daño estructural y no estructural importante. IncurSIONES inelásticas con pérdida de resistencia y rigidez, aunque la estructura es reparable.
- **Refuerzo corrugado:** Barras de refuerzo corrugado, mallas de barras, alambre corrugado o refuerzo electrosoldado de alambre, que cumplan con Normas Técnicas Peruanas.
- **Resistencia de diseño:** Resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción de resistencia que corresponda.
- **Resistencia a la compresión del concreto (f'_c):** Resistencia a la compresión del concreto empleado en el diseño y evaluada de acuerdo a la máxima resistencia de un espécimen de concreto a carga axial, expresada en MPa.
- **Resistencia Nominal:** Resistencia de un elemento o una sección transversal calculada con las disposiciones e hipótesis del método de diseño por resistencia de esta Norma, antes de aplicar el factor de reducción de resistencia.
- **Resistencia Requerida:** Resistencia que un elemento o una sección transversal debe tener para resistir las cargas amplificadas o los

momentos y fuerzas internas correspondientes combinadas según lo estipulado en esta Norma.

- **Sección crítica:** Sección de la cual se inicia la longitud de anclaje o transferencia de tensiones sección más solicitada de un miembro, en el cual se esperan incursiones inelásticas de tipo alternantes bajo la acción de los ismos de diseño.
- **Solicitaciones:** Conjunto de fuerzas axiales, fuerzas cortantes momentos flectores, momentos torsores, y bimomentos que permiten el diseño de la sección de los elementos y miembros estructurales.
- **Viga:** Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante.
- **Viga se sección variable:** Es una viga de ligera variación de su sección en los planos horizontal y vertical, una variación en el peralte a lo largo de la luz o de un cierto tramo.
- **Vulnerabilidad Sísmica:** Parámetro que nos indica lo propensa que es una construcción a sufrir daños por efecto de un sismo. Se mide por el daño que puede causar un sismo a una construcción. La vulnerabilidad está en función del tipo de construcción y del estado de degradación de la edificación.
- **Zonas Sísmicas:** Es la distribución del territorio nacional basándose en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentro, así como la información meotectónica.

2.4. Formulación De Las Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Las vigas de sección variable influyen positivamente en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar de la Ciudad de Huancayo.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) La luz libre de la viga favorece el doble en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar.
- b) La longitud de variación del peralte influye el doble en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar.
- c) El ángulo de variación del peralte influye positivamente en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar.

2.5. Variables

2.5.1. Variable Independiente (X):

Vigas de sección variable.

2.5.2. Variable Dependiente (Y):

Comportamiento Estructural.

2.6. Operacionalización de las Variables

Tabla 3 Operacionalización de las variables

Variable	Marco Conceptual	Marco Operacional	Indicador	Medición	Rango
<u>Variable Independiente (X):</u> Vigas de sección variable.	Las vigas de sección variable tienen una variación suave del peralte en toda o parte de su longitud. Morsch (1952)	Se estudiará mediante tres indicadores teniendo la luz de la viga (1), la longitud de variación del peralte (2) y el ángulo de variación del peralte (3).	1. Luz libre de la viga.	Metros	> a 3 metros
			2. Longitud de variación del peralte.	Metros	$0.20xL \leq Lv \leq 0.40xL$
			3. Ángulo de variación del peralte.	Grados	3 @15 Grados

<u>Variable Dependiente (Y):</u> Comportamiento Estructural	Resultado de una evaluación ante sollicitaciones de carga.	Se estudiará mediante tres indicadores teniendo el efecto del momento flector (1), fuerzas sísmicas (2) y el desplazamiento lateral. (3)	1. Efecto de Momento Flector	Ton.m	---
			2. Efecto de Fuerza Cortante.	Ton	---
			3. Desplazamientos Laterales	m	(+) Si es \leq 0.007 (-) si es $<$ a 0.007

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de Investigación

El método de investigación empleado es el Científico, porque se define como conjunto de procedimientos y técnicas que se aplican de manera ordenada y sistemática en la realización de un estudio de investigación.

3.2. Tipo de Investigación

Esta investigación es aplicada, porque se interesa en modificar y solucionar de inmediato una realidad problemática, antes que desarrollar un conocimiento de valor universal.

3.3. Nivel de Investigación

El alcance del presente trabajo de investigación es explicativo, porque va más allá de describir conceptos, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno, y en qué condiciones se manifiestan.

3.4. Diseño de la Investigación

El Diseño de la Investigación es No Experimental y de Corte Transeccional, porque no se genera ninguna situación, sino que se

observan situaciones ya existentes, así mismo se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único.

Es así que se partió de lo observado en la realidad a la rigurosa búsqueda de información, para posteriormente modelar, analizar y observar la influencia de las vigas de sección variable en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar 2017.

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Delimitación de la Población

La población está conformada por 92 viviendas multifamiliares de 5 niveles y azotea a más del Sector Urbano de la Ciudad de Huancayo.

3.5.2. Selección de la Muestra

El tipo de muestreo es no probabilístico, ya que esta no depende de la probabilidad sino del criterio del investigador, por lo tanto, la muestra es:

Una vivienda multifamiliar de 5 niveles y azotea ubicada en el Sector de Ciudad de Huancayo en el Jr. Ica N° 101 – Sub Sector Cc.

3.6. Recolección de Datos

Los instrumentos que se utilizaron para recopilar toda la información de la presente investigación son: La Observación y la Observación Documental.

El proceso de recolección de datos implica tres actividades estrechamente vinculadas entre sí:

- Seleccionar el instrumento de recolección de datos, el mismo que debe ser válido y confiable.
- Aplicar el instrumento a la muestra de estudio; es decir obtener observaciones registros o mediciones de variables.
- Analizar la información recopilada.

3.7. Proceso Metodológico

Partimos de los Planos de Arquitectura de la edificación aportada con presencia de una caja de ascensor (Ver Anexo 2) de los planos de planta y

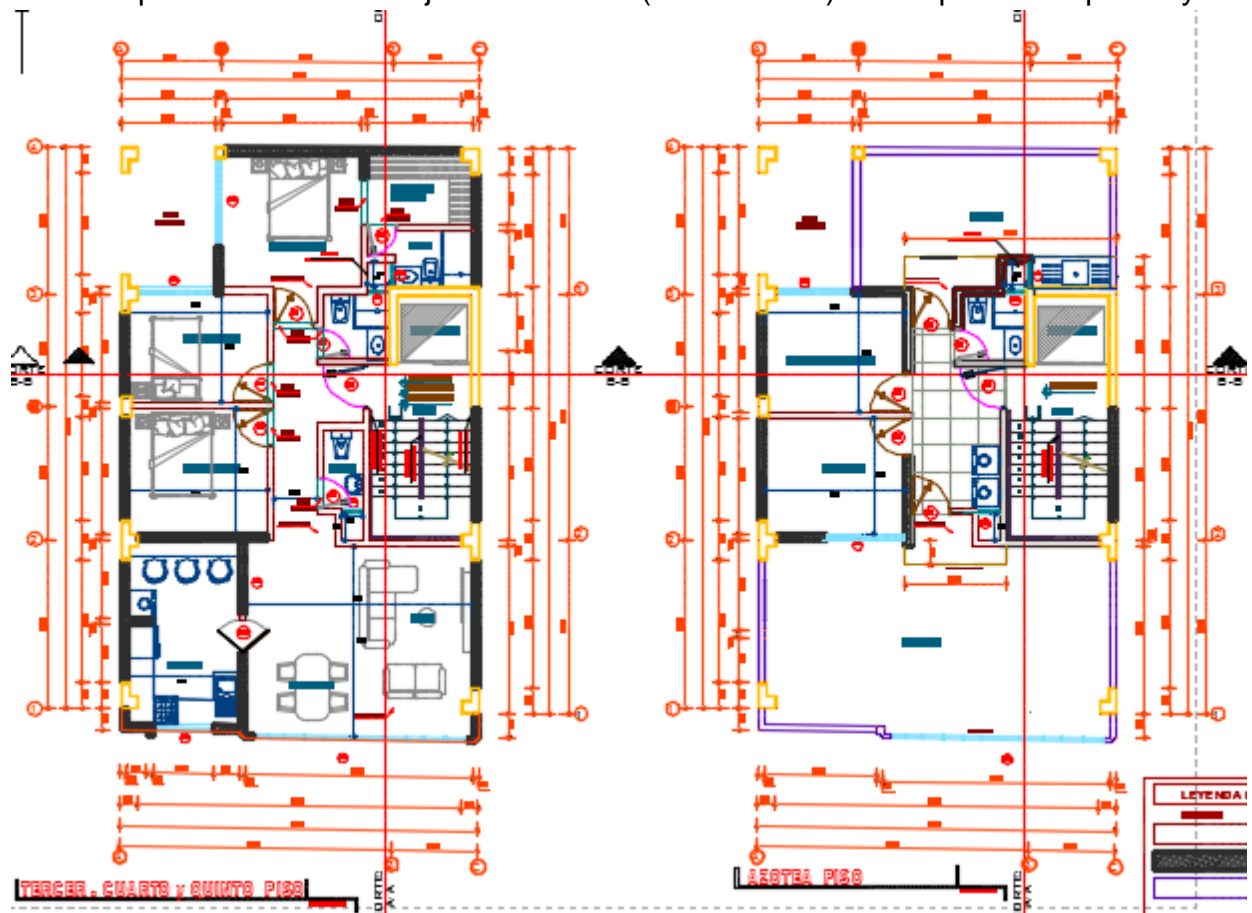


Fig. N° 3. 1 Vista de Planta de Primer de la Vivienda Multifamiliar

una distribución de áreas de la edificación de 8.00 m de ancho y 13.10m de largo de 5 niveles y 01 azotea, destinada a Habitación de familias y según Norma Técnica Peruana E030 Diseño Sismorresistente, lo clasifica en Edificaciones Comunes.

3.7.1. Predimensionamiento de Elementos Estructurales

3.7.1.1. Predimensionamiento de Vigas de Sección Variable

Según la Norma [13] En el análisis estructural de pórticos o elementos horizontales continuos, para determinar los momentos

flectores, se considerará para la luz la distancia entre los centros de los apoyos.

El predimensionamiento de las vigas de sección variable se realizarán siguiendo las recomendaciones de Investigación [2], por la práctica actual y según las recomendaciones de los resultados experimentales.

Donde nos proporciona intervalos de valores de la práctica constructiva en su país. Estos parámetros involucran la geometría de las vigas de sección variable de concreto armado.

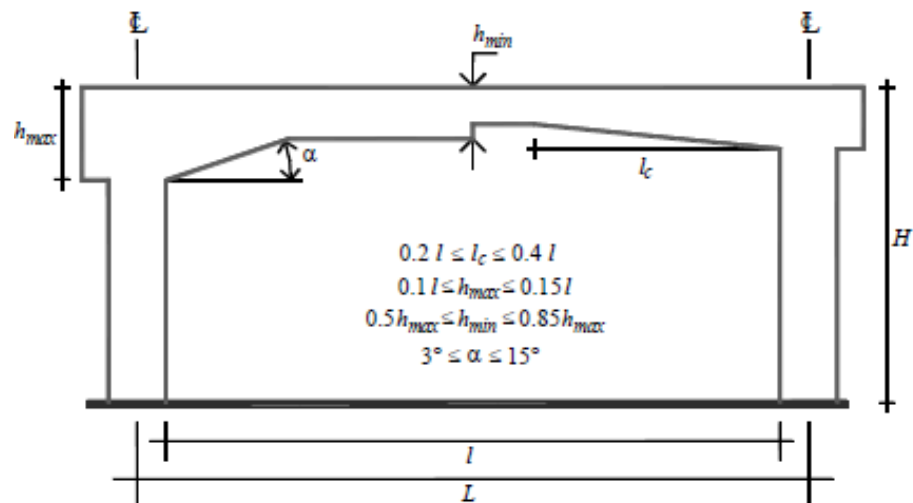


Fig. Nº 3. 3 Secciones típicas en la Ciudad de México para vigas de sección variable de concreto en edificios.

a. Vigas Principales - X

- **Peraltes de la Viga De Sección Variable y Base de la Viga**

De las recomendaciones mencionadas con anterioridad se establecen los casos de las vigas de sección variable que serán analizadas.

Peralte Máximo (hmax)

Luz entre los centros de los apoyos : 8.00m

Relación de Peralte Máximo : $0.10 \times L \leq h_{max} \leq 0.15 \times L$

Tabla 4 Factor de relación y peraltes máximos

Peralte Máximo	
Factor (K) (1)	Hmax (2)=(L)*(1)
0.10	0.80
0.11	0.90
0.12	0.95
0.13	1.05
0.14	1.10
0.15	1.20

Fuente: Elaboración propia.

Se tomó por conveniencia del estudio de investigación la relación de 0.10xL que como resultado tiene un peralte máximo de 0.80m. El resto de parámetros como peraltes mayores a 0.80m podrán ser evaluados en futuros estudios de investigaciones.

Peralte Mínimo (hmin)

Relación de Peralte Mínimo : $0.50 \times h_{max} \leq h_{min} \leq 0.85 \times h_{max}$

Según Archundia, H., Colunga, A., & González, O. (2005) las vigas de sección variable se predimensionan teniendo la recomendación siguiente:

La relación entre los peraltes totales del extremo y el del tramo central de sección constante, no mayor a 1.80, ($h_{max}/h_{min} \leq 1.80$).

$$Relaci\grave{o}n \leq 1.80 = \frac{h_{max}}{h_{min}}$$

Relación ≤ 1.80 = Máxima Relación de Peraltes

hmax = Peralte máximo

hmin = Peralte mínimo

Tabla 5 Peralte máximo y peralte mínimo de las vigas de sección variable

Peralte de la Viga			Parámetros		
Hmax (1)	Factor (K) (2)	Hmin (3)=(1)*(2)	Relación ≤ 1.80 (4)=(1)/(3)		Diferencia de peraltes (5)=(1)-(3)
0.80	0.85	0.70	1.14	ok	0.10
0.80	0.80	0.65	1.23	ok	0.15
0.80	0.75	0.60	1.33	ok	0.20
0.80	0.70	0.60	1.33	ok	0.20
0.80	0.65	0.55	1.45	ok	0.25
0.80	0.60	0.50	1.60	ok	0.30
0.80	0.55	0.45	1.78	ok	0.35

Fuente: Elaboración propia.

De la afirmación anterior se cumple que la relación máxima que se establece es hasta 1.60 por lo tanto el hmin será 0.50m ya que cumple los requerimientos necesarios de la evidencia experimental según Archundia, H., Colunga, A., & González, O. (2005).

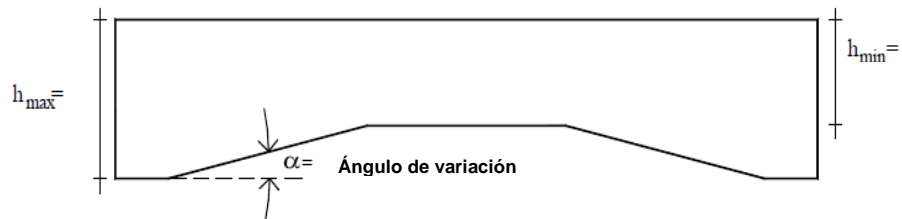


Fig. N° 3. 4 Peralte Máximo y Mínimo de las viga de sección Constantes

- **Base de la Viga**

Se predimensiona la base de la viga de acuerdo a las recomendaciones como una viga de sección constante:

$$bv = \left(\frac{1}{2} a \frac{2}{3} \right) x h_{max}$$

Donde:

b = Base de la Viga

hmax = Peralte Máximo

- **Longitud de Variación del Peralte (Lv)**

Relación de Longitud Variación : $0.20xL \leq Lv \leq 0.40xL$.

Tabla 6 Factor de relación y longitud de variación del peralte

Longitud de variación del Peralte	
Factor (K) (6)	Longitud de Variación (Lv) (7)=L*(6)
0.20	1.60 m
0.25	2.00 m
0.30	2.40 m
0.35	2.80 m
0.40	3.20 m

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis se establecen las dimensiones de la Longitud de Variación de la Viga (Lv).

- **Ángulo de Variación del Peralte (α)**

Relación de Ángulo de Variación : $3^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$

Tabla 7 Ángulo de variación del peralte a partir de la longitud de variación del peralte

Peralte de la Viga			Parámetros	
Hmax (1)	Hmin (3)	Diferencia de peraltes (5)=(1)-(3)	Longitud de Variación (Lv) (7)=L*(6)	Ángulo de Variación (α) (8)=tang- 1((3)/(7))
0.80	0.50	0.30	1.60 m	10.87
0.80	0.50	0.30	2.00 m	8.66
0.80	0.50	0.30	2.40 m	7.20
0.80	0.50	0.30	2.80 m	6.16
0.80	0.50	0.30	3.20 m	5.39

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los valores de Longitud de Variación del Peralte (Lv) se calculó los Ángulos de Variación (α). Encontrándose estos dentro de los parámetros $3^\circ \leq \alpha \leq 11^\circ$, así mismo para tener un mejor análisis con ángulos $> 11^\circ$ y $< 15^\circ$ según las recomendaciones de Archundia, H. (2013) se calculó estas Longitudes de Variación (Lv) adicionales.

Tabla 8 Longitudes de variación del peralte a partir de los ángulos de variación del peralte.

Ángulo de Variación (α) (9)	Diferencia de peraltes (5)=(1)-(3)	Longitud de Variación (Lv) (10)=(5)/tang((9)* π /180)
15	0.30	1.15
12	0.30	1.45
9	0.30	1.90
6	0.30	2.90
3	0.30	5.75

Fuente: Elaboración propia.

Las longitudes de variación (Lv) de los ángulos de variación 9,6,3 no se tomaron en consideración ya que, en la Tabla N°07 hay valores cercanos a estos y son: 10.87, 8.66, 7.20, 6.16, 5.39. $\leq 11^\circ$

Resumen de Longitudes de Variación del Peralte para las Vigas de Sección Variable Principales.

Tabla 9 Longitudes finales de las variaciones del peralte de vigas de sección variable principales

Peralte de la Viga		Parámetros		
Hmax (1)	Hmin (3)	Diferencia de peraltes (5)=(1)-(3)	Longitud de Variación (Lv) (7)=L*(6)	Ángulo de Variación (α) (8)=tang-1((3)/(7))
0.80	0.50	0.30	1.15 m	15
0.80	0.50	0.30	1.45 m	12
0.80	0.50	0.30	1.60 m	10.87
0.80	0.50	0.30	2.00 m	8.66
0.80	0.50	0.30	2.40 m	7.20
0.80	0.50	0.30	2.80 m	6.16
0.80	0.50	0.30	3.20 m	5.39

Fuente: Elaboración propia.

b. Vigas Secundarias - Y

Se predimensionaron de igual manera con los parámetros mencionados con anterioridad.

Luz entre los centros de los apoyos : 4.36m

Relación de Peralte Máximo : $0.10xL \leq h_{max} \leq 0.15XI$

Relación de Peralte Mínimo :

$0.50xh_{max} \leq h_{min} \leq 0.85xh_{max}$

Relación de Longitud Variación : $0.20xL \leq Lv \leq 0.40xL$
 Relación de Ángulo de Variación : $3^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$.

Resumen de Longitudes de Variación del Peralte para las Vigas de Sección Variable Secundarias.

Tabla 10 Longitudes finales de las variaciones del peralte de vigas de sección variable secundarias

Peralte de la Viga		Parámetros		
Hmax (1)	Hmin (3)=(1)*(2)	Diferencia de peraltes (5)=(1)-(3)	Longitud de Variación (Lv) (7)=L*(6)	Angulo de Variación (α) (8)=tang-1((3)/(7))
0.35	0.25	0.10	0.40 m	15
0.35	0.25	0.10	0.50 m	12
0.35	0.25	0.10	0.70 m	8.24
0.35	0.25	0.10	0.85 m	6.77
0.35	0.25	0.10	1.00 m	5.75
0.35	0.25	0.10	1.20 m	4.79
0.35	0.25	0.10	1.35 m	4.25

Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.2. Predimensionamiento de Columnas

Las columnas se pre dimensionaron con las recomendaciones de la práctica del Ing. Genner Villareal Castro.

$$\text{Columnas Céntricas: } \text{Área de la Columna } (Ac) = \frac{P \text{ servicio}}{0.45 \times f'c}$$

$$\text{Columnas Excéntricas y Esquinadas: } \text{Área de la Columna } (Ac) = \frac{P \text{ servicio}}{0.35 \times f'c}$$

Carga en Servicio

$$P \text{ servicio } (P_{servicio}) = P \times A \times N$$

P = Peso de Carga Promedio (Depende de la Categoría de la Edificación)

Edificio Categoría A P = 1,500 Kg/m²

Edificio Categoría B P = 1,250 Kg/m²

Edificio Categoría C P = 1,000 Kg/m²

A = Área Tributaria y N = Número de Pisos

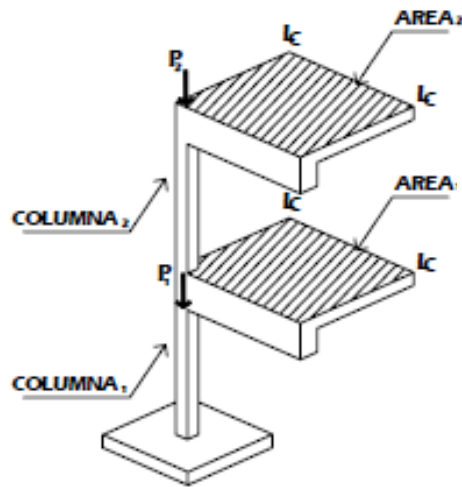


Fig. N° 3. 5 Transferencia de cargas en una estructura.

3.7.1.3. Predimensionamiento de Losas

Las losas aligeradas se predimensionan considerando los siguientes criterios:

Tabla 11 Recomendaciones de espesores de losa aligerada

PERALTE (H)	LUZ LIBRE
17 cm	Luces menores de 4 m
20 cm	Luces comprendidas entre 4 y 5.5m
25 cm	Luces comprendidas entre 5 y 6.5m
30 cm	Luces comprendidas entre 6 y 7.5m

Fuente: Guardia, A. (2016).

Así mismo se puede usar la siguiente fórmula:

$$E = \frac{L}{25}$$

Donde:

E = Espesor de la Losa y L = Luz de la Losa

L = 3.30 m

LOSA EN EJE XX

= 0.14 m \cong 0.17m $\hat{=}$ 0.20 m

El cálculo con la fórmula coincide con las recomendaciones de la tabla N°5.

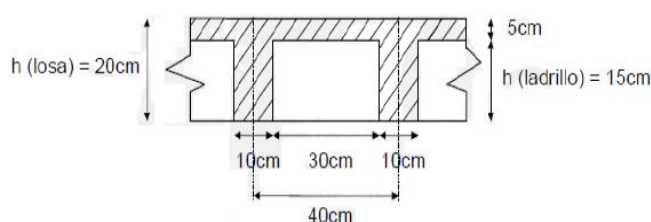


Fig. N° 3. 6 Sección de la losa aligerada en una dirección.

Y del Anexo I de la Norma [16] Muestras los pesos se losas aligeradas armadas en una sola dirección de concreto armado con vigueta 0,10 m de ancho y 0,40 m entre ejes.

Tabla 12 Pesos de losas aligeradas armadas en una sola dirección de concreto armado

Espesor del Aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso Propio (Kgf/m ²)
0.17	0.05	280
0.20	0.05	300
0.25	0.05	350
0.30	0.05	420

Fuente: Anexos 01, Norma Técnica E.020 - Reglamento Nacional de Edificaciones (2006).

Para el caso del presente trabajo de investigación se empleará un espesor de losa aligerada de 20cm, teniendo la Tabla 12 de la N.T.E. [16] especifica un Peso Propio de 300 Kg/m².

3.7.1.4. Resumen de las Secciones de los Elementos

Tabla 13 Caso N° 01 – Características de elementos

Elemento	Dimensiones	Longitud de Variación (Lv)	Ángulo de Variación (α)
Vigas Principales	(*) VSVP 0.80x0.50x0.80, Base 0.30	1.15	15
Vigas Secundarias	(**) VSVS 0.35x0.25x0.35, Base 0.25	0.40	15
Columnas Exterior /Esquinada	T y L	-	-
Losa Aligerada	e = 20cm	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14 Caso N° 02 – Características de elementos

Elemento	Estructura de Sección Variable	Longitud de Variación (Lv)	Ángulo de Variación (α)
Vigas Principales	(*) VSVP 0.80x0.50x0.80, Base 0.30	1.45	12
Vigas Secundarias	(**) VSVS 0.35x0.25x0.35, Base 0.25	0.50	12
Columnas Exterior /Esquinada	T y L	-	-
Losa Aligerada	e = 20cm	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15 Caso N° 03 – Características de elementos

Elemento	Estructura de Sección Variable	Longitud de Variación (Lv)	Ángulo de Variación (α)
Vigas Principales	(*) VSVP 0.80x0.50x0.80, Base 0.30	1.60	10.87
Vigas Secundarias	(**) VSVS 0.35x0.25x0.35, Base 0.25	0.70	8.24
Columnas Exterior /Esquinada	T y L	-	-
Losa Aligerada	e = 20cm	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16 Caso N° 04 – Características de elementos

Elemento	Estructura de Sección Variable	Longitud de Variación (Lv)	Ángulo de Variación (α)
Vigas Principales	(*) VSVP 0.80x0.50x0.80, Base 0.30	2.00	8.66
Vigas Secundarias	(**) VSVS 0.35x0.25x0.35, Base 0.25	0.85	6.77
Columnas Exterior /Esquinada	T y L	-	-
Losa Aligerada	e = 20cm	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17 Caso N° 05 – Características de elementos

Elemento	Estructura de Sección Variable	Longitud de Variación (Lv)	Ángulo de Variación (α)
Vigas Principales	(*) VSVP 0.80x0.50x0.80, Base 0.30	2.40	7.20
Vigas Secundarias	(**) VSVS 0.35x0.25x0.35, Base 0.25	1.00	5.75
Columnas Exterior /Esquinada	T y L	-	-
Losa Aligerada	e = 20cm	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18 Caso N° 06 – Características de elementos

Elemento	Estructura de Sección Variable	Longitud de Variación (Lv)	Ángulo de Variación (α)
Vigas Principales	(*) VSVP 0.80x0.50x0.80, Base 0.30	2.75	6.28
Vigas Secundarias	(**) VSVS 0.35x0.25x0.35, Base 0.25	1.20	4.79
Columnas Exterior /Esquinada	T y L	-	-
Losa Aligerada	e = 20cm	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19 Caso N° 07 – Características de elementos

Elemento	Estructura de Sección Variable	Longitud de Variación (Lv)	Ángulo de Variación (α)
Vigas Principales	(*) VSVP 0.80x0.50x0.80, Base 0.30	3.15	5.47
Vigas Secundarias	(**) VSVS 0.35x0.25x0.35, Base 0.25	1.35	4.25
Columnas Exterior /Esquinada	T y L	-	-
Losa Aligerada	e = 20cm	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20 Caso N° 08 – Características de elementos

Elemento	Estructura de Sección Constante
Vigas Principales	(*) VSCP 0.30x0.70
Vigas Secundarias	(**) VSCS 0.25x0.20
Columnas Exterior /Esquinada	T y L
Losa Aligerada	e = 20cm

Fuente: Elaboración Propia

(*) Viga de Sección Variable Principal - VSVP

(**) Viga de Sección Variable Secundaria – VSVS

(*) Viga de Sección Constante Principal - VSCP

(**) Viga de Sección Constante Secundaria – VSCS

3.7.2. Modelamiento de la Edificación de 5 Niveles y 01 Azotea.

3.7.2.1. Distribución De Ejes

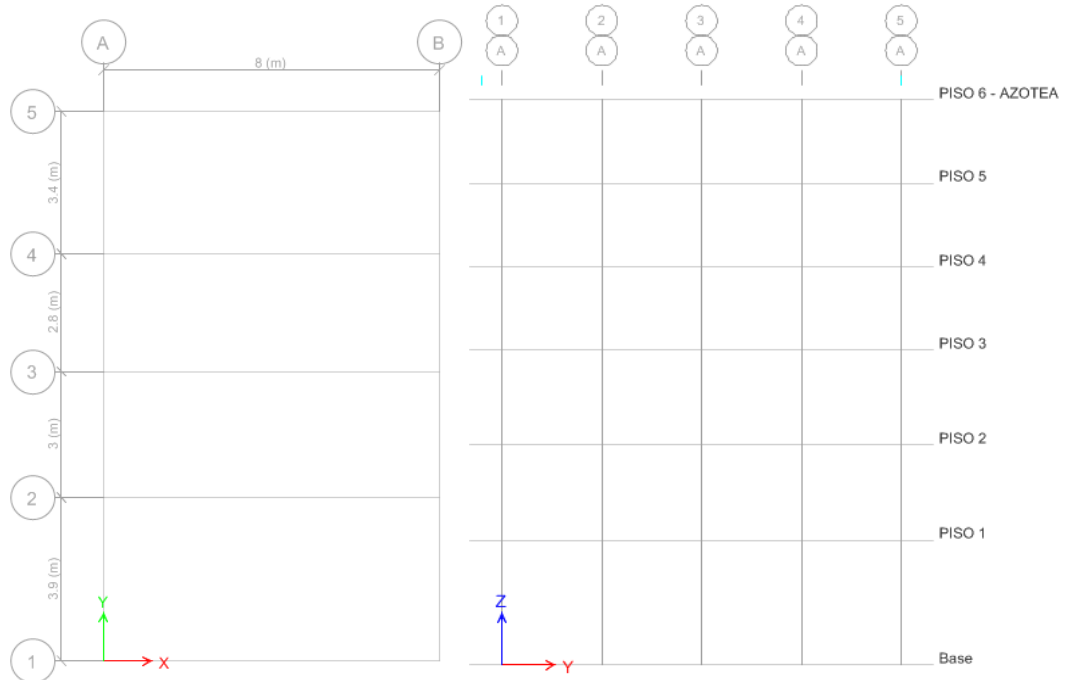


Fig. N° 3. 7 Vista en Planta y Elevación de la distribución de ejes.

3.7.2.2. Definición de Materiales

Concreto Armado

Peso del Concreto Armado $\gamma_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$, Según E. 020.

Resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Módulo de Poisson $\mu = 0.15 \text{ o } 0.20$

Módulo de Elasticidad $E_c = 15000 \cdot \sqrt{f'_c}$, Según E. 060.

Acero de Refuerzo

Peso del Acero de Refuerzo $\gamma_a = 7850 \text{ Kg/m}^3$, Según E. 020.

Límite de Fluencia $f'_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Módulo de Elasticidad $E_s = 2\,000\,000 \text{ Kg/cm}^2$, Según E. 060.

Tabla 21 Propiedades del Acero corrugado

Grado	f'y (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)
40	2800	4900
60	4200	6300
75	5300	7000

Fuente: Guardia, A. (2016).

3.7.2.3. Creación de Elementos (Frame)

a. Columnas

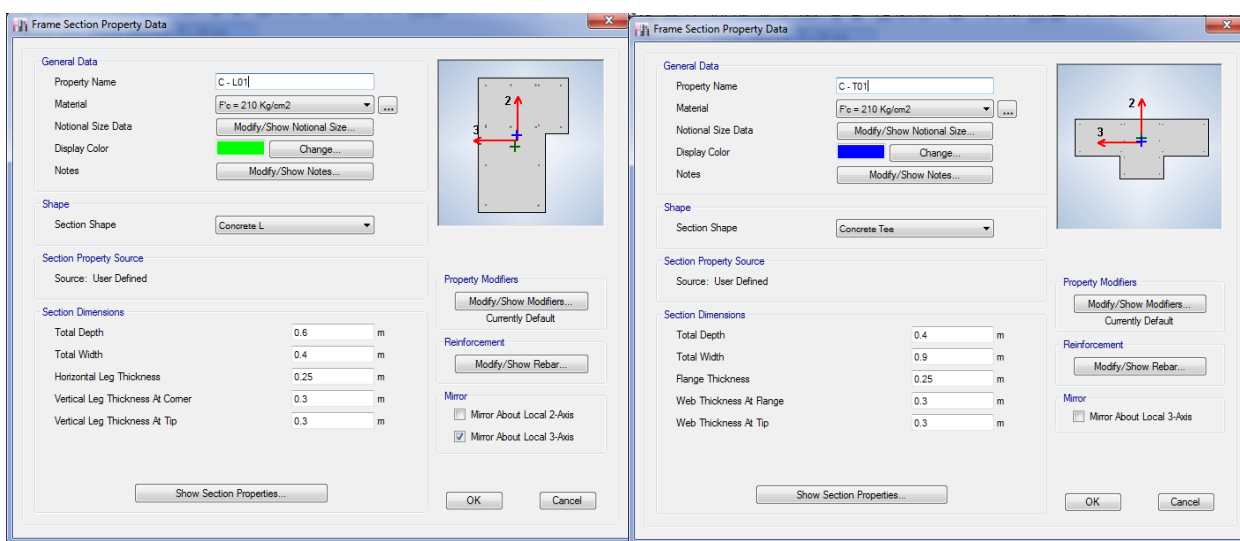


Fig. Nº 3. 8 Dimensiones de la Columnas Esquinadas y Exteriores.

b. Vigas

Caso Nº 8 – Vigas Principales y Secundarias.

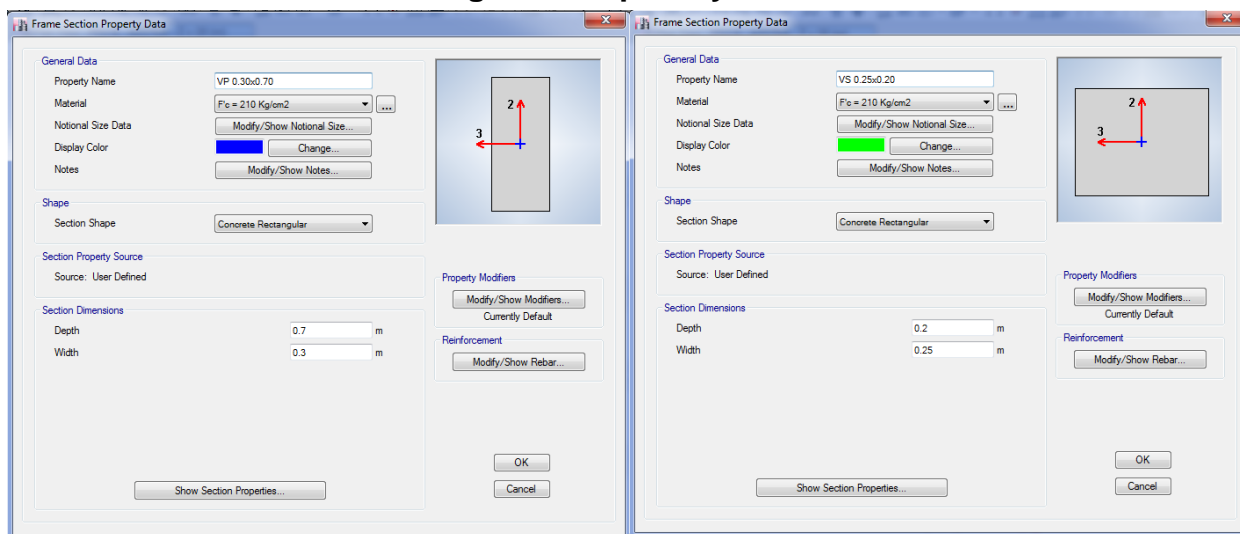


Fig. Nº 3. 9 Elementos de sección constante.

Caso Nº 1 – Vigas Principales y Secundarias.

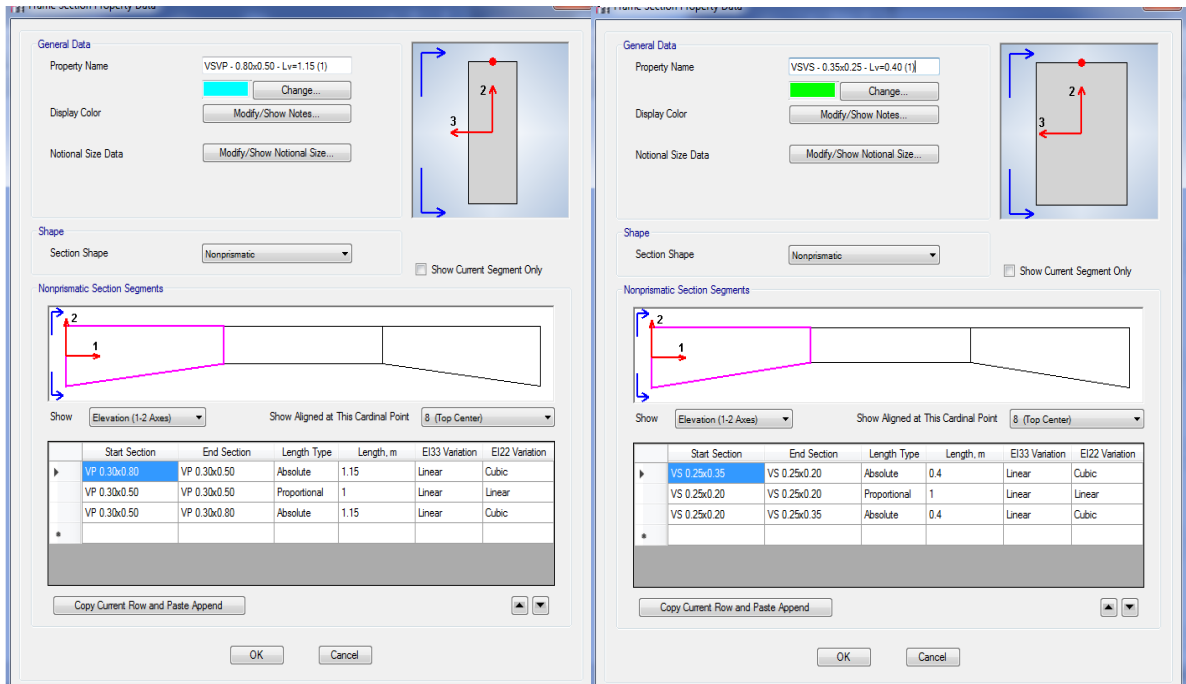


Fig. Nº 3. 10 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO Nº 01

Caso Nº 2 – Vigas Principales y Secundarias.

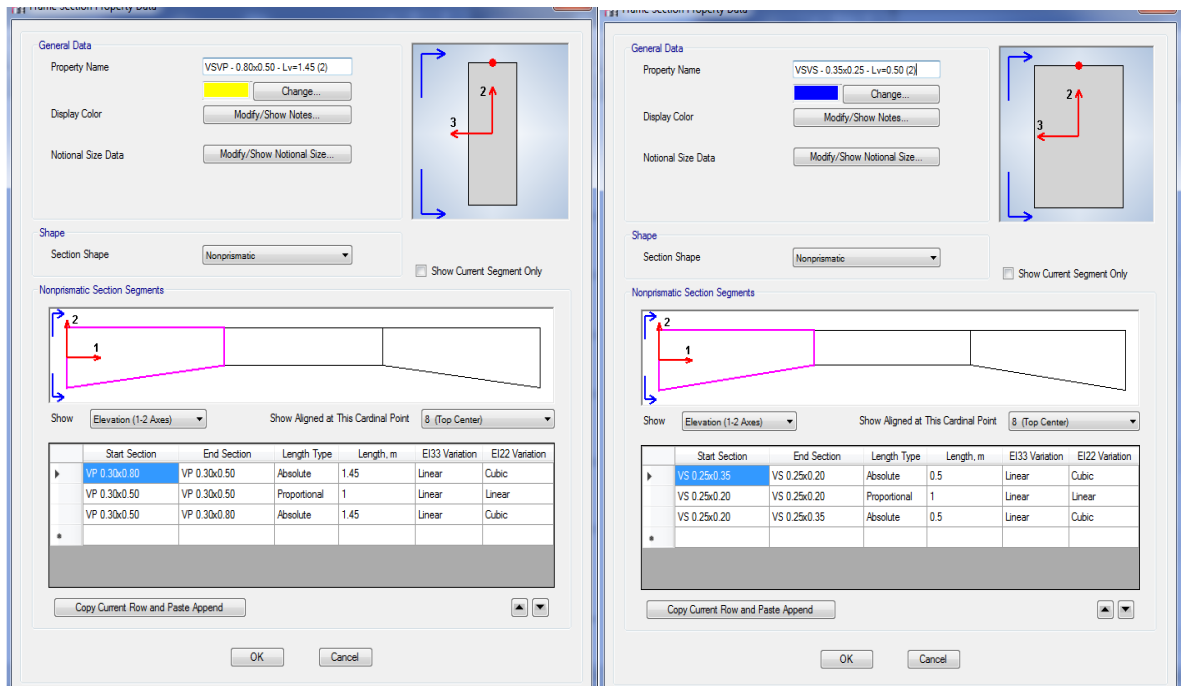


Fig. Nº 3. 11 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO Nº 02.

Caso Nº 3 – Vigas Principales y Secundarias.

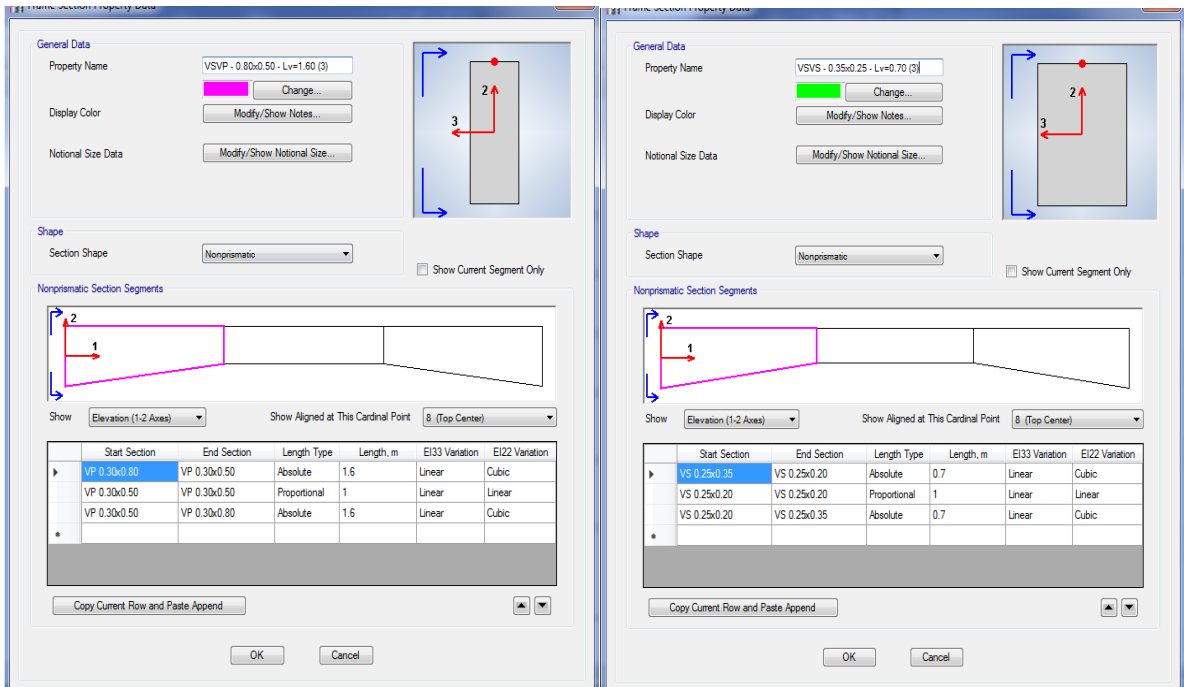


Fig. Nº 3. 12 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO Nº 03.

Caso Nº 4 – Vigas Principales y Secundarias.

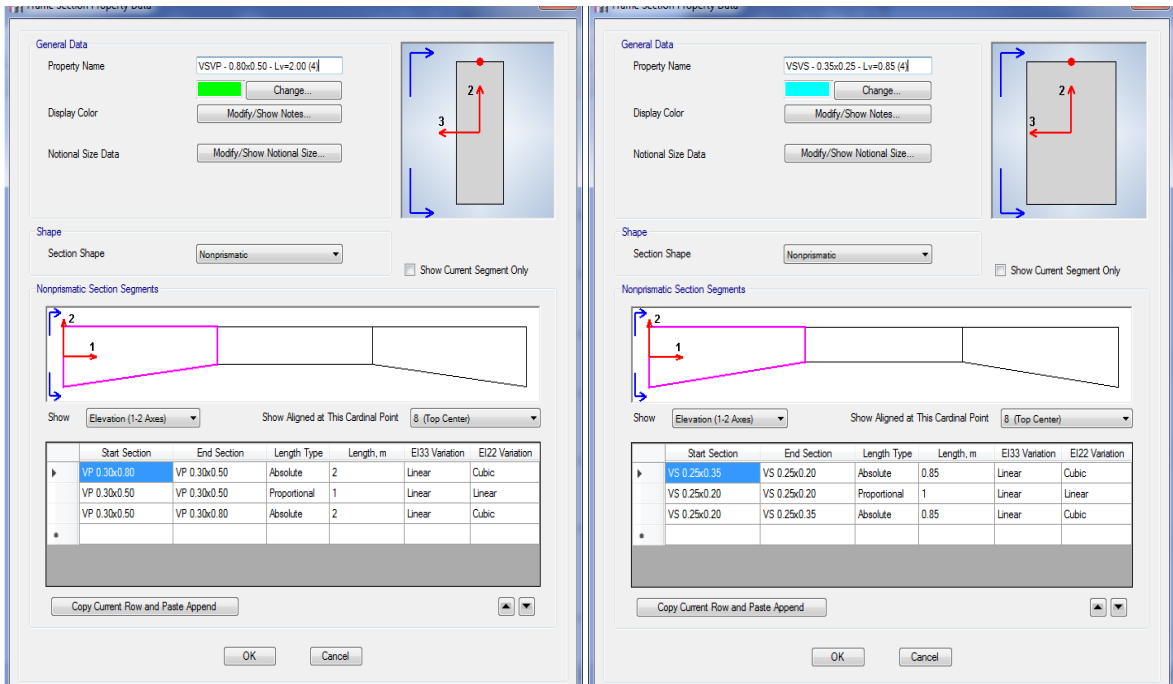


Fig. Nº 3. 13 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO Nº 04.

Caso Nº 5 – Vigas Principales y Secundarias.

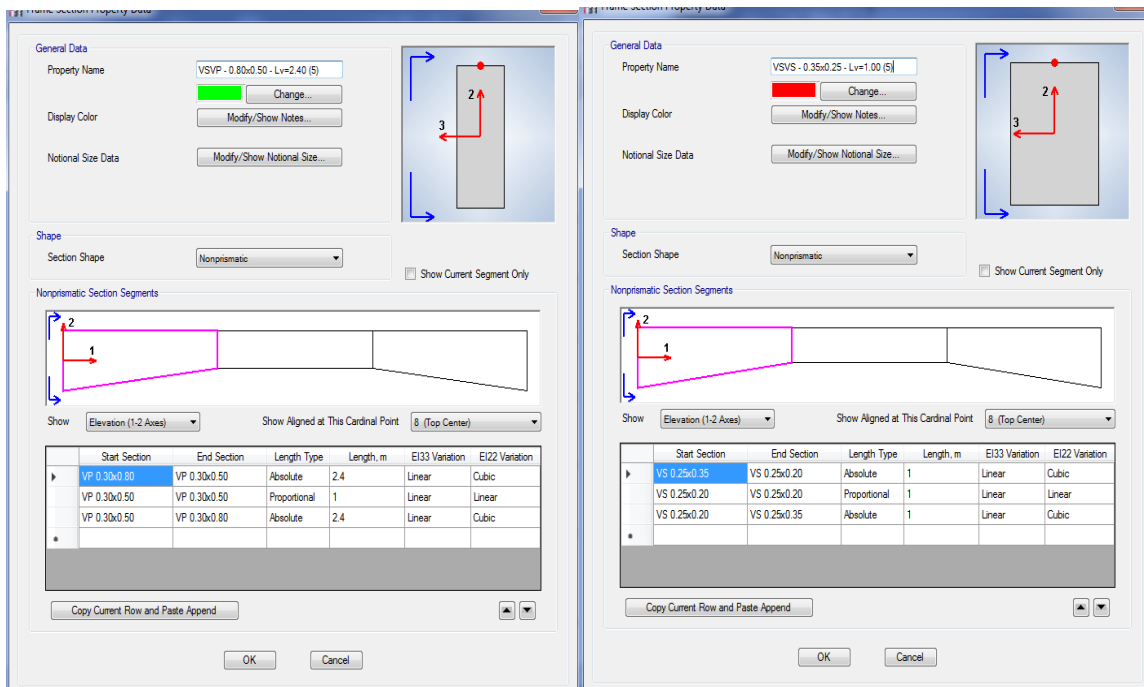


Fig. Nº 3. 14 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO Nº 05.

Caso Nº 6 – Vigas Principales y Secundarias.

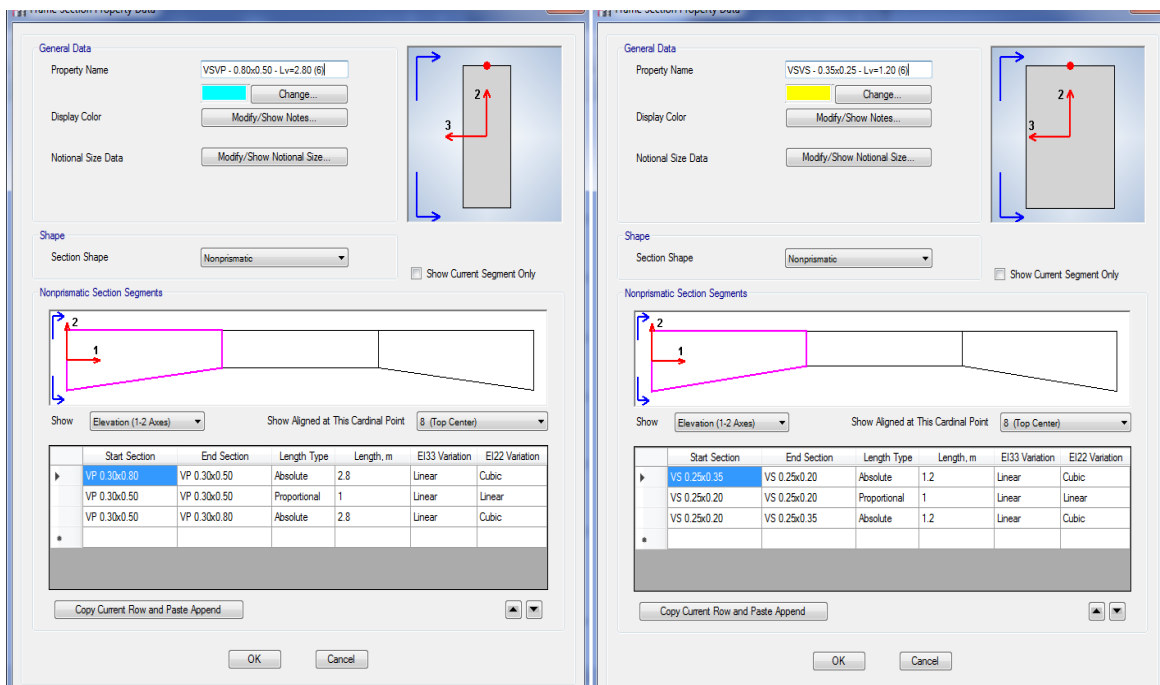


Fig. Nº 3. 15 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO Nº 06.

Caso Nº 7 – Vigas Principales y Secundarias.

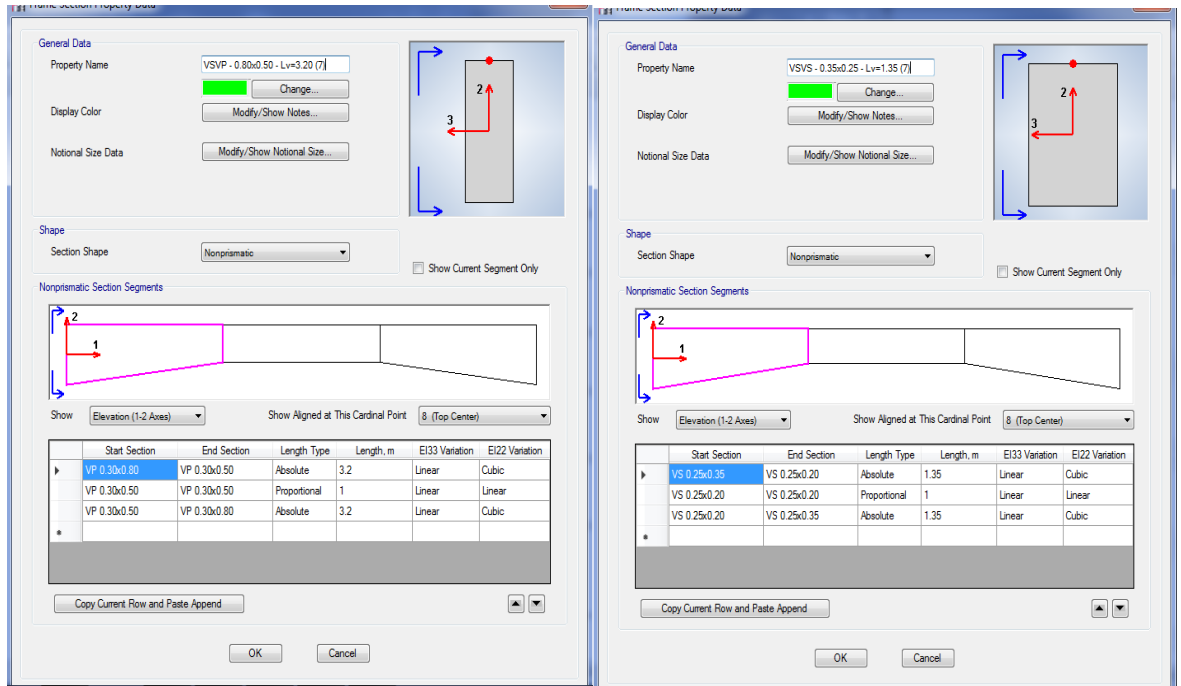


Fig. Nº 3. 16 Dimensiones de las Vigas Principales y Secundarias – CASO Nº 07.

Resumen de Casos de Vigas Principales y Secundarias de sección variable y constante.

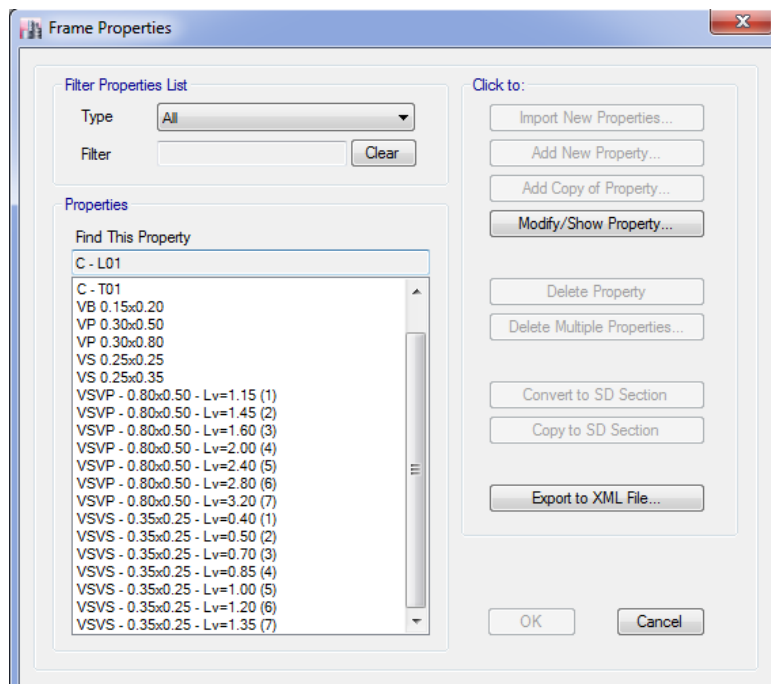


Fig. Nº 3. 17 Resumen de los Casos de Vigas.

c. Muros y Losa Aligerada

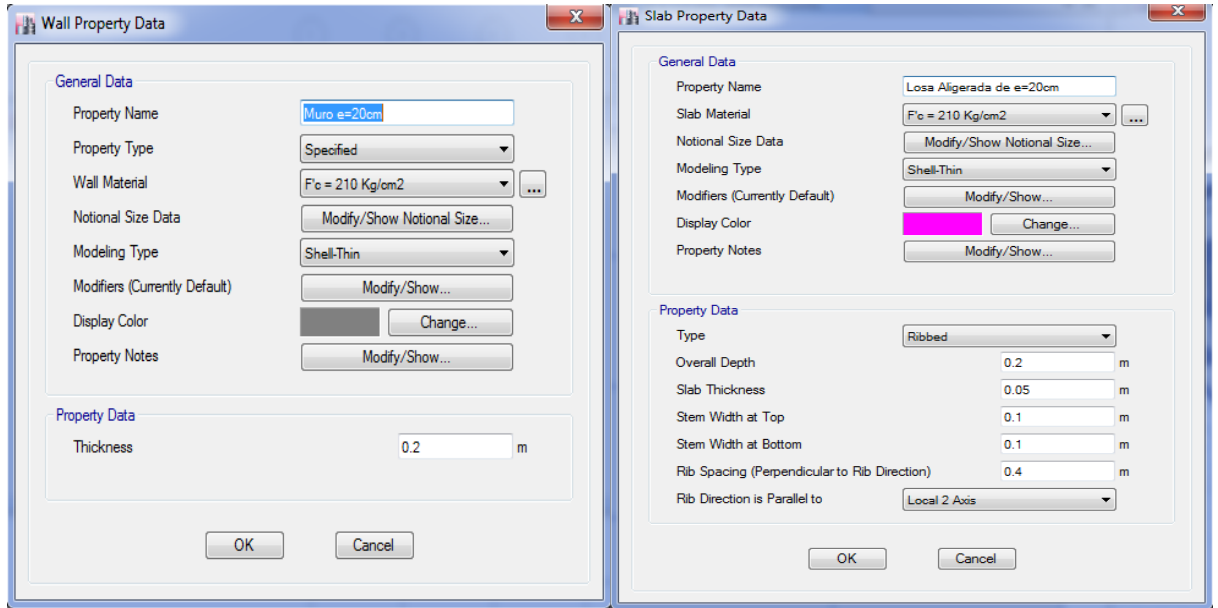


Fig. N° 3. 18 Dimensiones del Muro de Concreto Armado (Izquierda) y losa aligerada en una dirección (Derecha).

d. Estructuras Modeladas

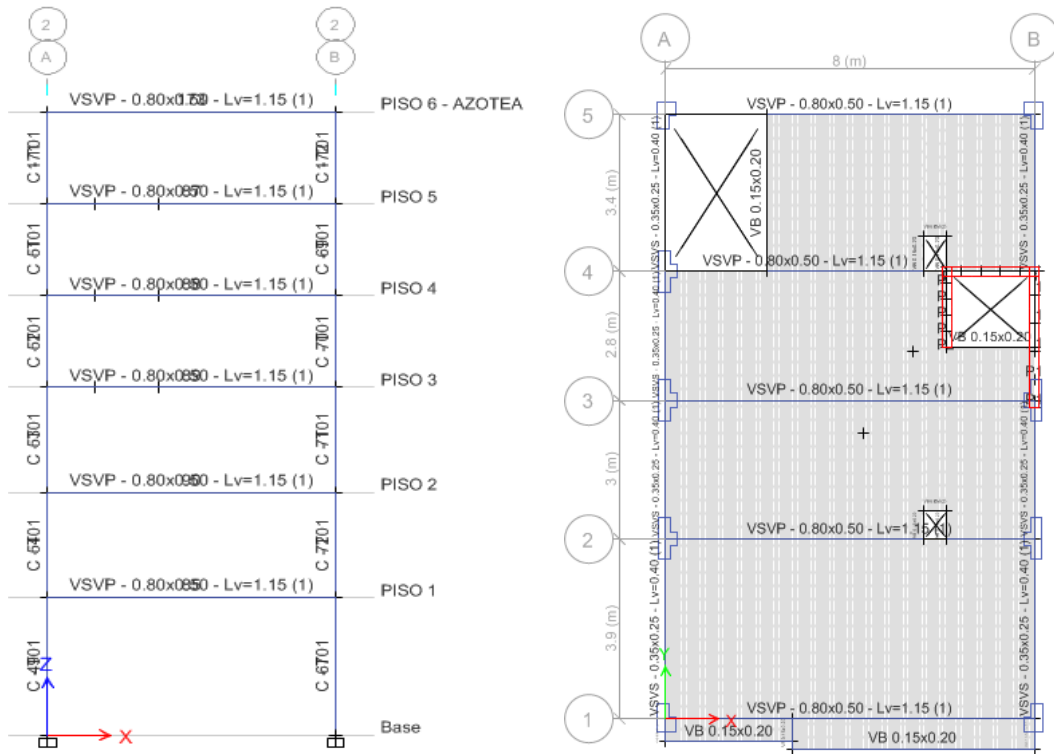


Fig. N° 3. 19 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°01.

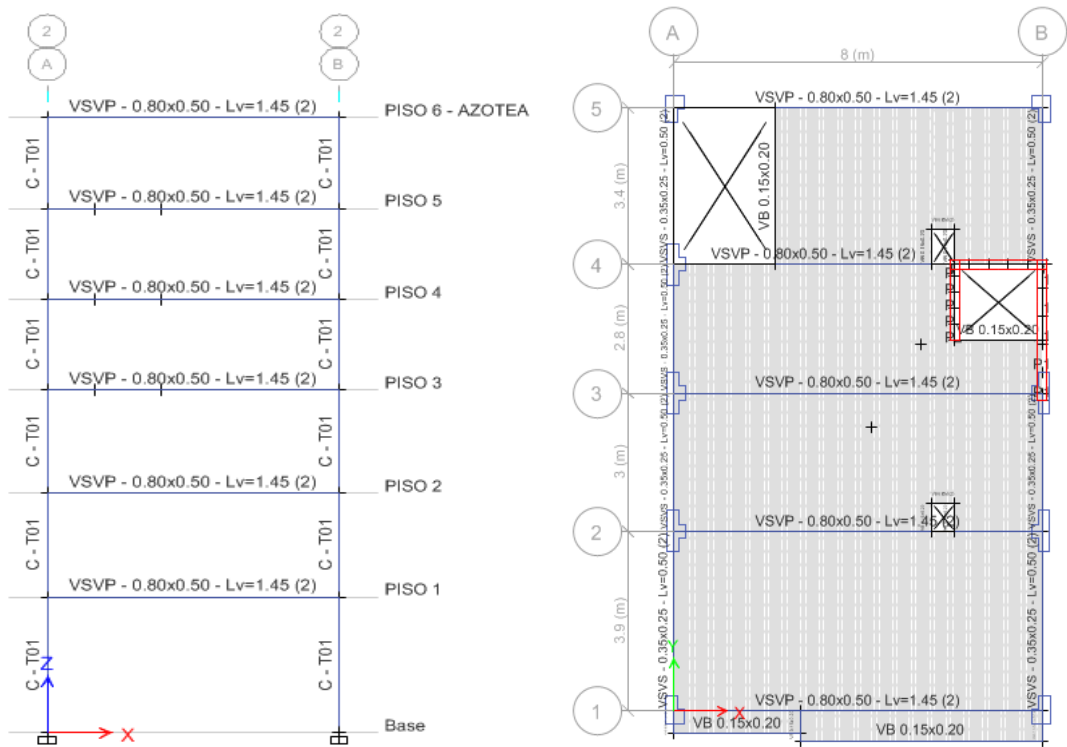


Fig. N° 3. 20 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°02.

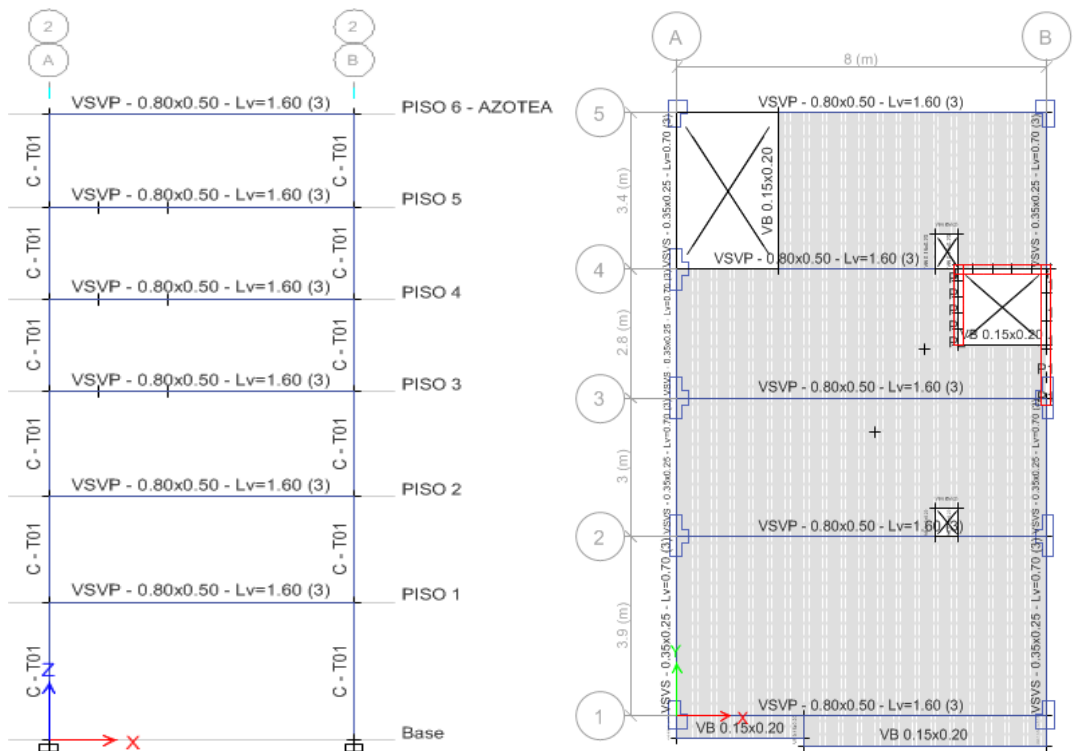


Fig. N° 3. 21 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°03.

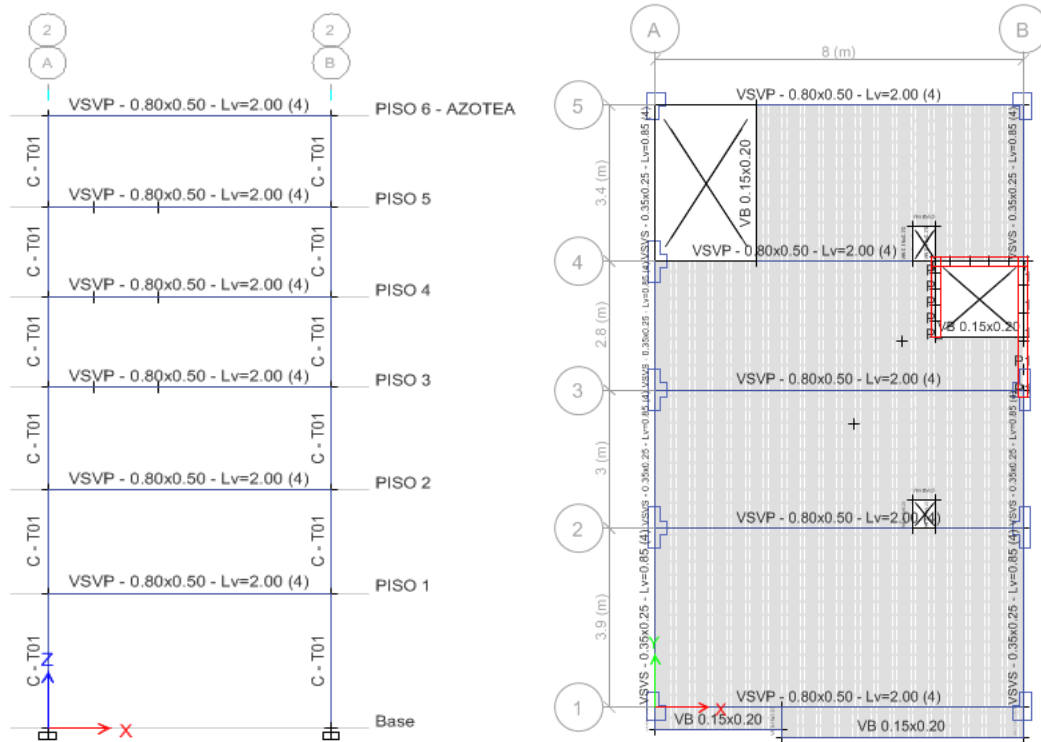


Fig. N° 3. 22 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°04.

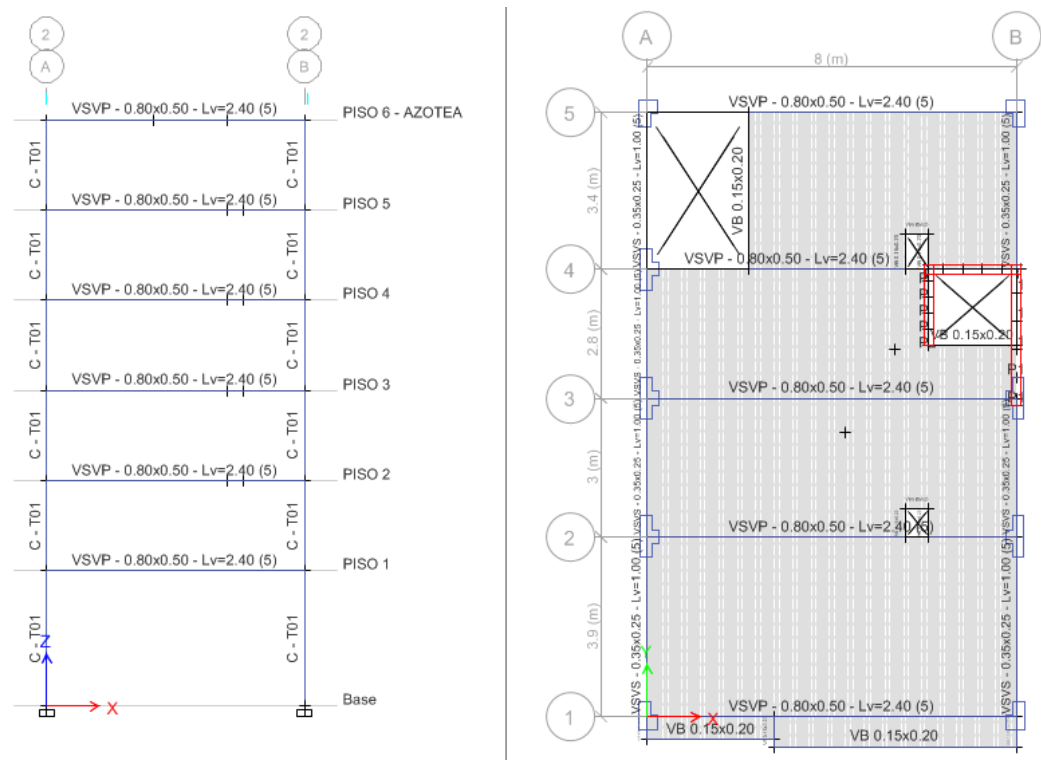


Fig. N° 3. 23 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°05.

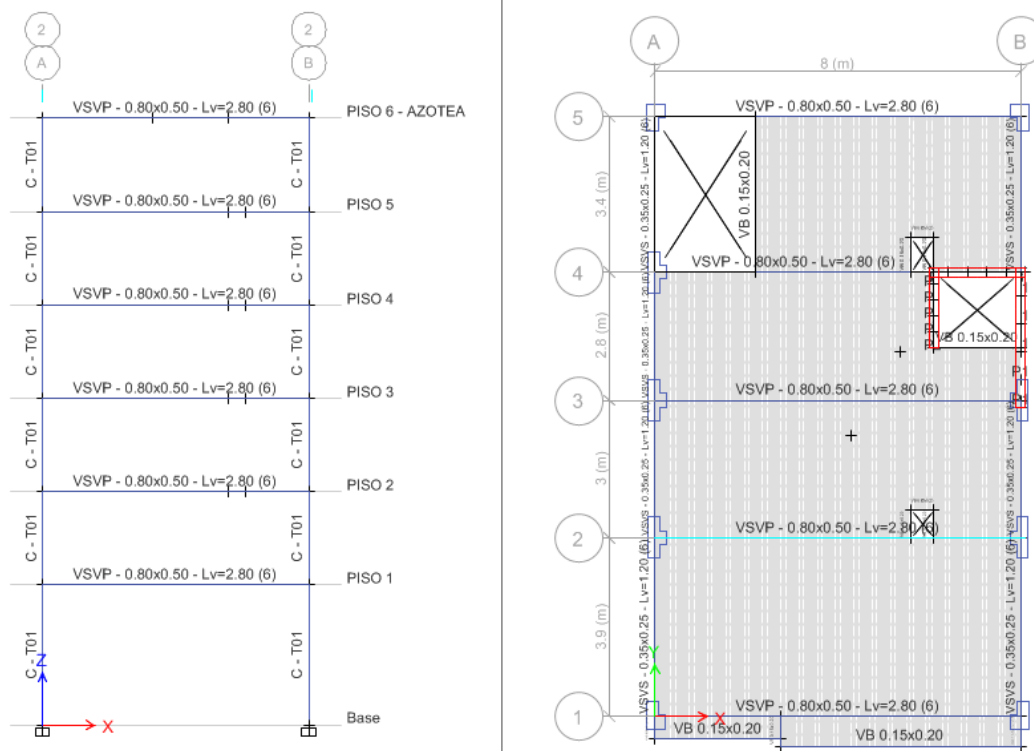


Fig. N° 3. 24 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°06.

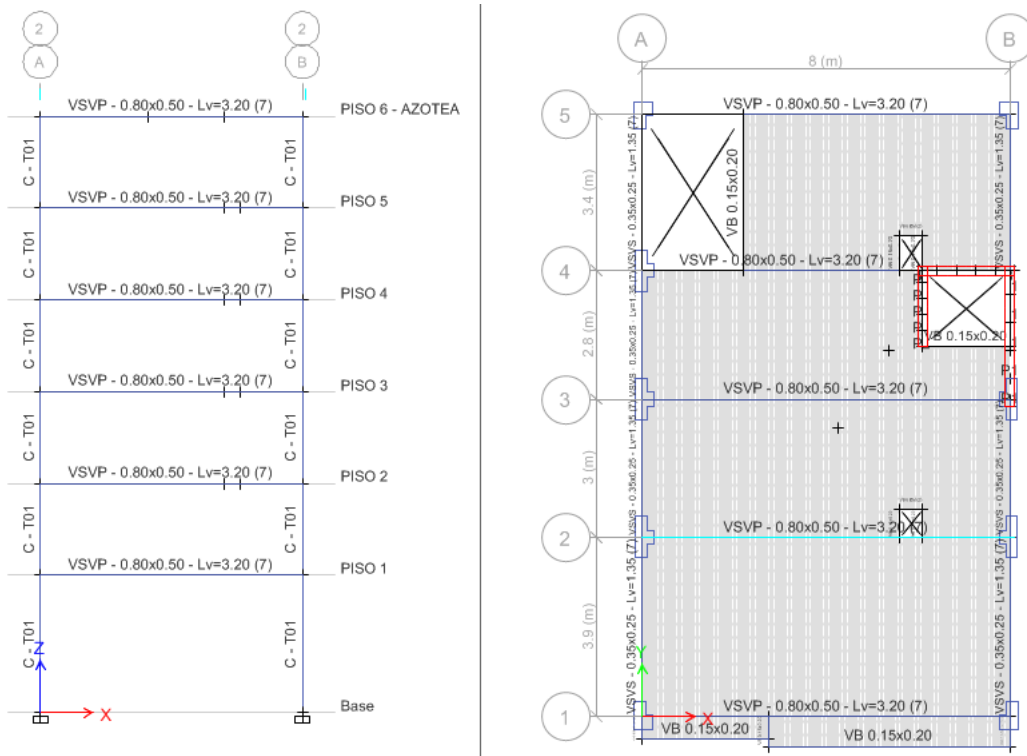


Fig. N° 3. 25 Vista en elevación y planta típica de la estructura del pórtico principal 2 - CASO N°07.

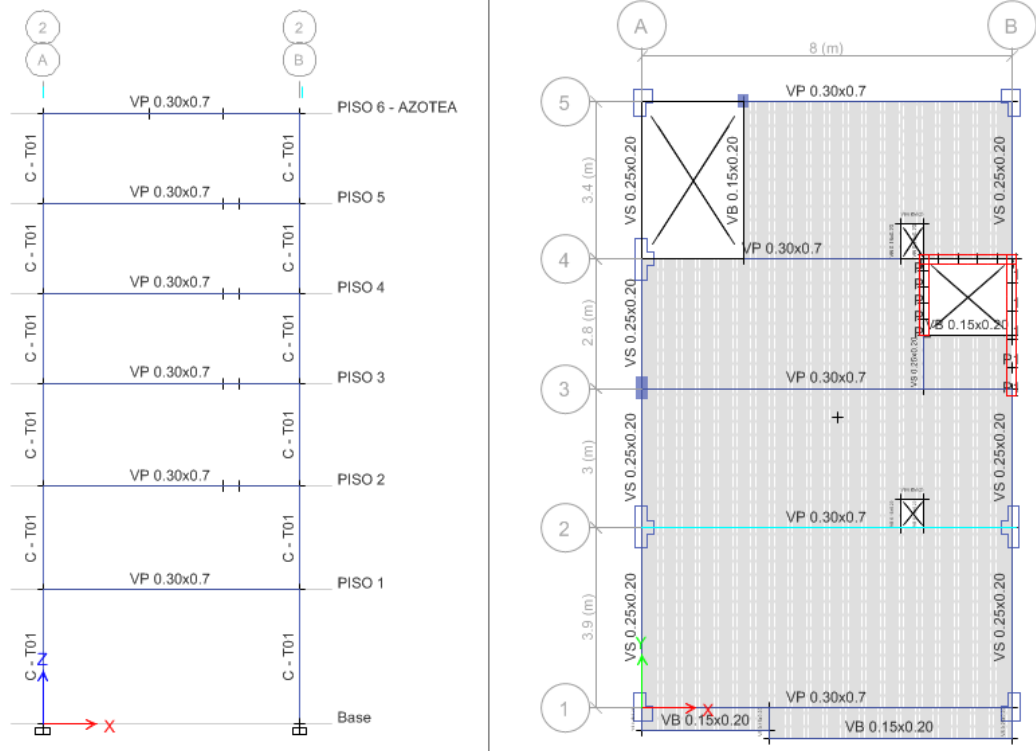


Fig. N° 3. 27 Vista en elevación y planta típica del pórtico principal 2 - CASO N°08

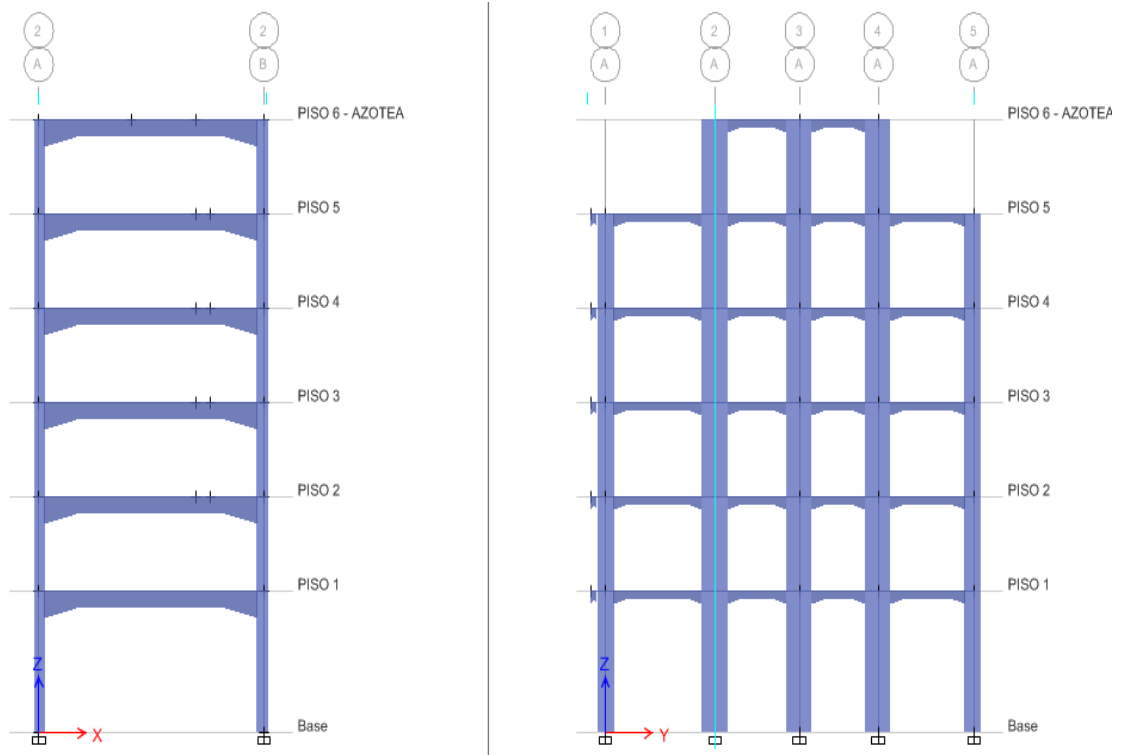


Fig. N° 3. 26 Vista de los elementos - CASO N°01.

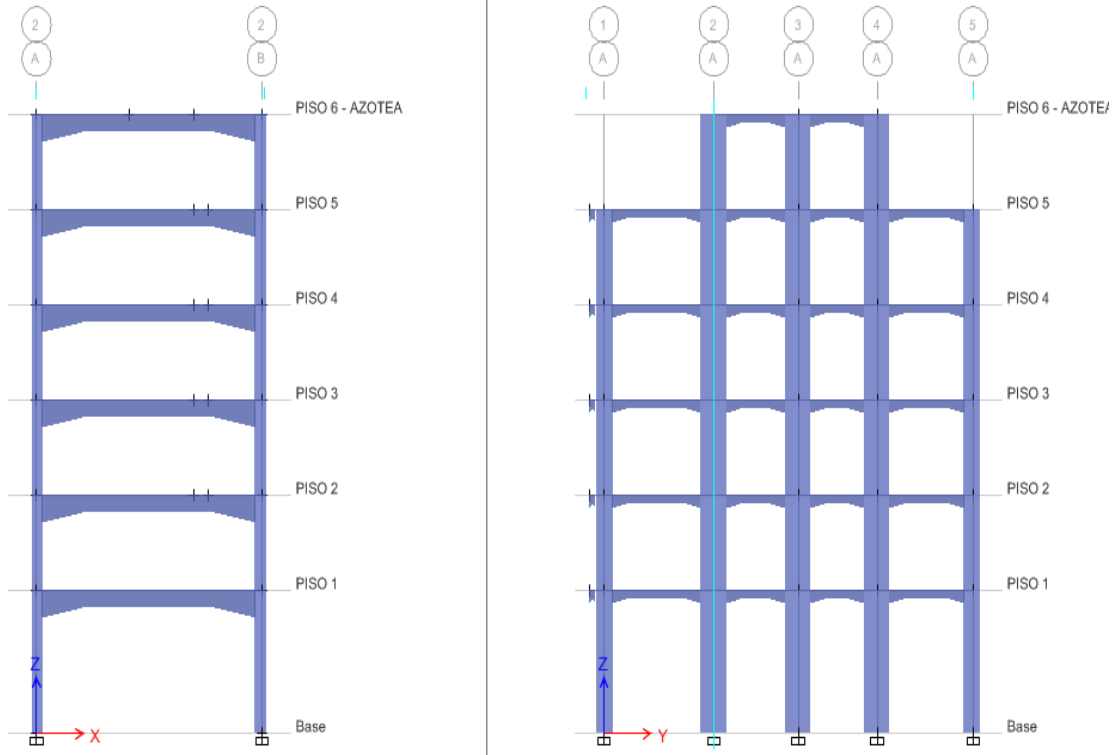


Fig. Nº 3. 29 Vista de los elementos - CASO Nº02.

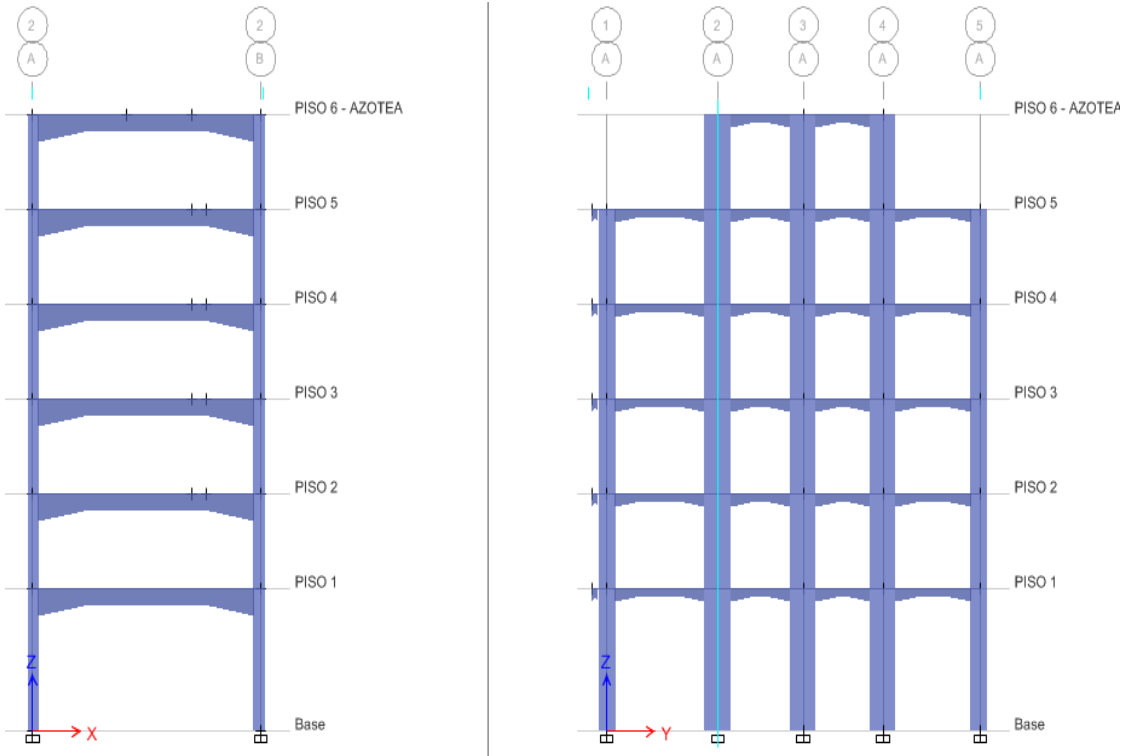


Fig. Nº 3. 28 Vista de los elementos - CASO Nº03.

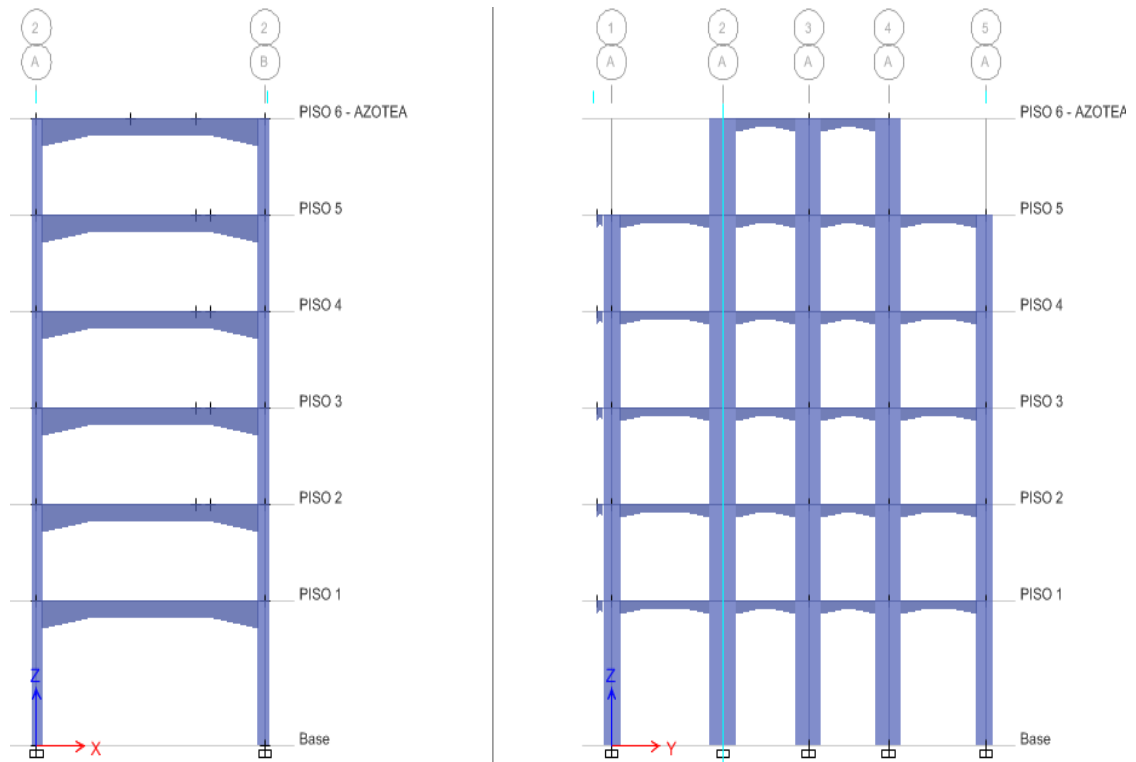


Fig. N° 3. 31 Vista de los elementos - CASO N°04.

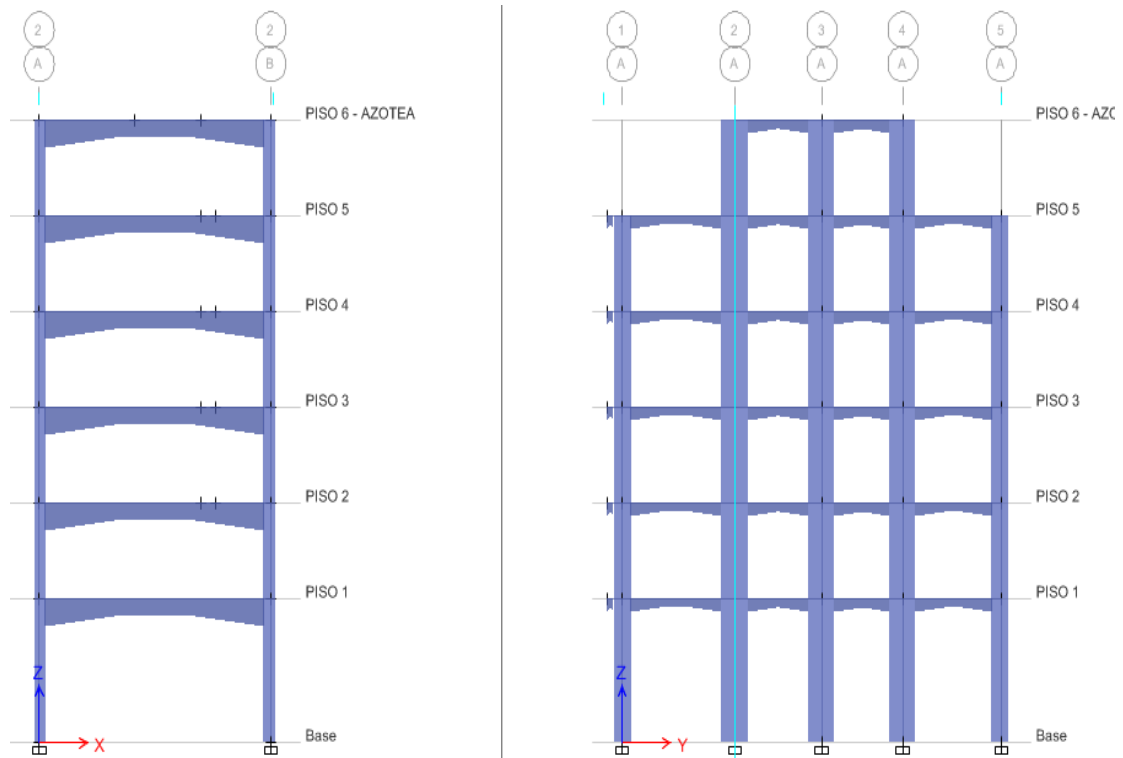


Fig. N° 3. 30 Vista de los elementos - CASO N°05.

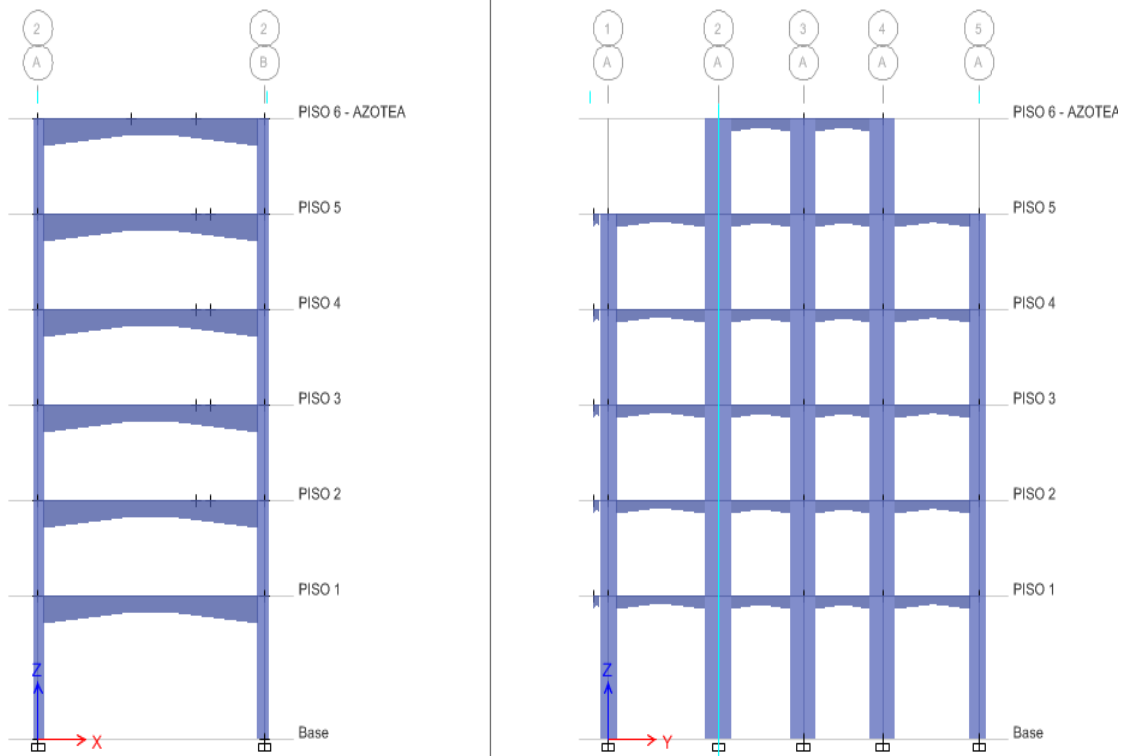


Fig. N° 3. 32 Vista de los elementos - CASO N°06.

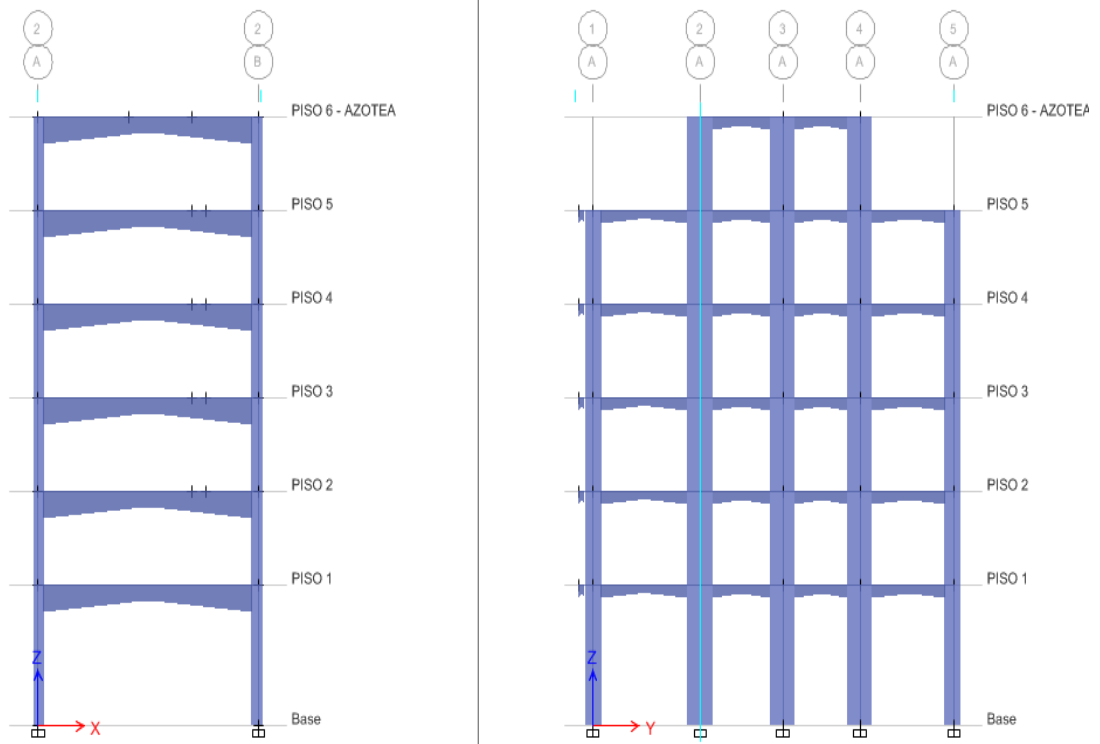


Fig. N° 3. 33 Vista de los elementos - CASO N°07.

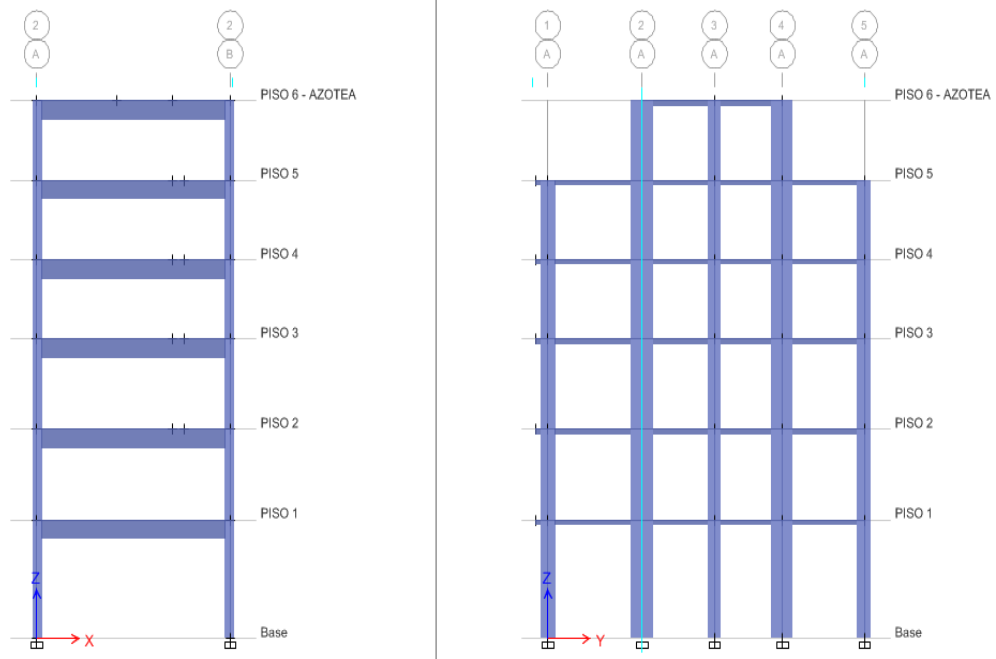


Fig. N° 3. 35 Vista de los elementos - CASO N°08.

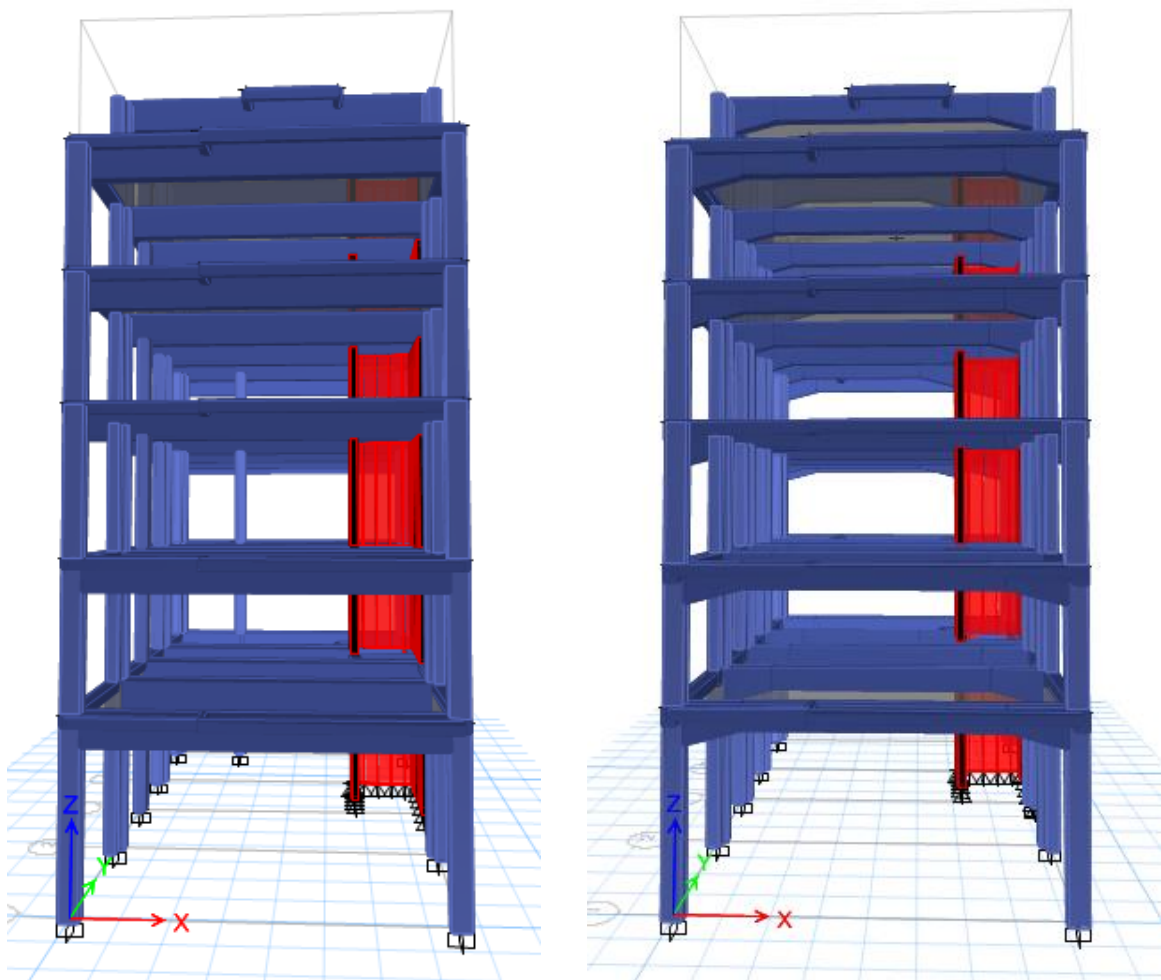


Fig. N° 3. 34 Vista frontal de Vigas de Sección Constante y Vigas de Sección Variable.

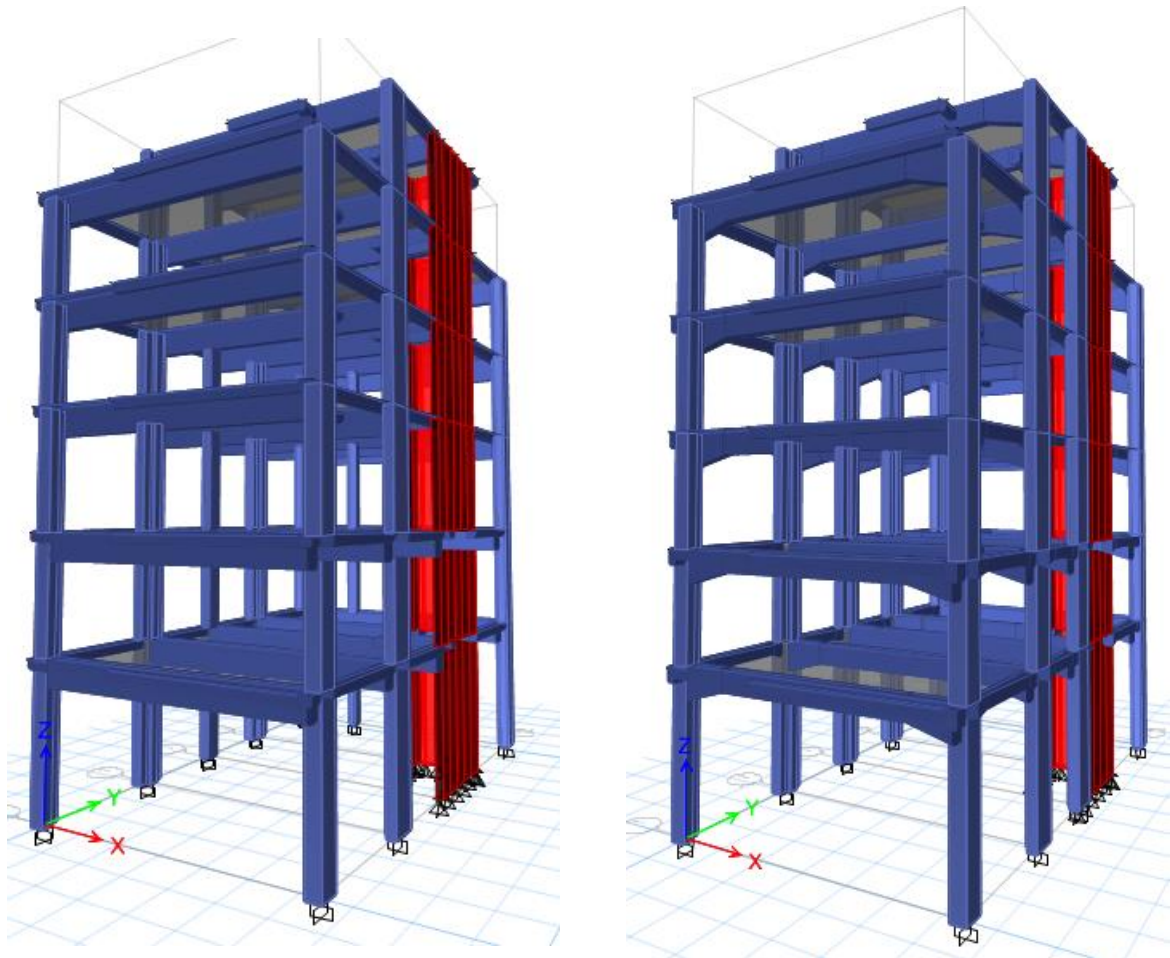


Fig. N° 3. 36 Isométrico de las Vigas de Sección Constante y Vigas de Sección Variable.

3.7.2.4. Definición de Casos de Carga en el Programa

- **Peso Propio:** El programa considera el cálculo de este peso, por lo tanto, se le asignará el nombre de (Peso Propio - Dead); no se asigna carga con este patrón.
- **Carga Muerta:** Es el peso de elementos y materiales que son parte del edificio, tales como piso terminado, cielo raso luminarias, tabiquerías internas, etc. Se le asignará el nombre de (CM - Super Dead).
- **Carga Viva de Entrepiso:** Son los componentes móviles en el edificio, tales como, mesas, estantes, sillas, nosotros, escritorios, mostradores etc. Se le asignará el nombre de (CV - Reducible Live).

- **Carga Viva de Techo:** Es el peso de las personas móvil de las azoteas que es mucho menor debido a su Transitabilidad y ocupación. Su nombre será (CV - Roof Live).

Nota:

- El programa coloca el factor de “1” al patrón de Peso Propio ya que incluye el peso de la losa y viguetas. Y al resto de patrones “0” y será ingresados manualmente tales como Carga Viva de Entrepiso, Techo y Carga Muerta.
- Se crea dos tipos de Carga Viva, para diferenciar la carga de los entresijos y la carga de techo, adicionalmente a esto nos facilitara en la estimación del Peso de la Edificación (P) según la N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente, para el Análisis Sísmico.

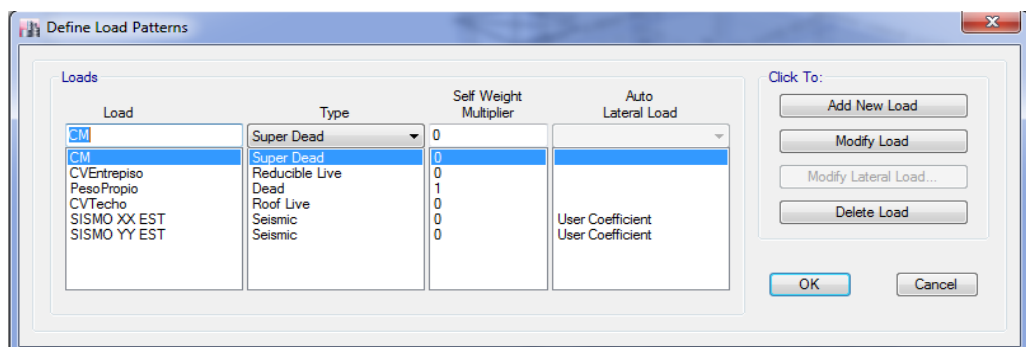


Fig. Nº 3. 37 Definición de casos de cargas.

3.7.2.5. Metrado De Cargas

a. Peso Propio De Los Elementos (PesoPropio)

El programa ya considera lo que es el peso propio de la losa, pero solo de losa de 5cm y el peso de las viguetas más no el peso de los ladrillos para techo. El cual asignaremos manualmente.

Sabemos que por m² de techo se tiene lo siguiente:

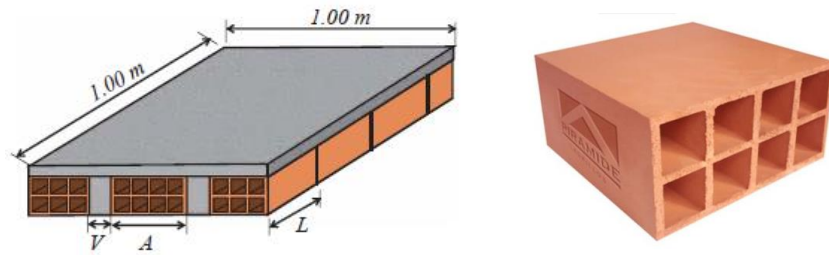


Fig. Nº 3. 38 Sección de losa aligerada - Ladrillo por m² de Techo

Tabla 22 Cantidad de ladrillo por m²

Dimensiones (cm)	Cantidad (und/m ²)	Cantidad (5% Desperdicio)	Peso Promedio Ladrillo (Kg)
15x30x30	8.3	8.7	10

Fuente: Ladrillos Pirámide (Pagina Web).

Entonces Peso Propio del Ladrillo por m² = 8.7x10= 87 = 90 Kg/m².

b. Carga Muerta (CM)

- **Entrepisos:**

En el patrón de Carga Muerta se incluyó las cargas permanentes durante la vida útil de la edificación estos son: peso del piso terminado, cielorazo y tabiquería.

Tabla 23 Carga muerta de entrepisos

Carga Muerta (CM)	
Peso Del Piso Terminado	100 Kg/m ²
Cielo Razo	40 Kg/m ²
(*) Tabiquería	270 Kg/m ²
Peso Total =	410 Kg/m²

Fuente: Elaboración Propia.

- **(*) Tabiquería**

Con el peso Equivalente nos dirigimos a la Tabla 25 de la Norma Técnica E.020 del Reglamento Nacional de Construcciones. (Junio 1985).

Tabla 24 Peso de la tabiquería

Peso Del Tabique		
E=	0.13	m
H=	2.60	m
L=	1	m
Pu=	1800	Kg/m ³
Total=	608.4	Kg/m

Fuente: Elaboración Propia.

Ya que relaciona mejor el caso de la tabiquería sin conocer la distribución y por lo tanto se considera la condición que cause mayores esfuerzos.

Tabla 25 Cargas mínimas repartidas equivalentes a la tabiquería

Peso del Tabique (Kg/m)	Carga Equivalente (Kg/m²) a ser añadida a la carga muerta
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

Fuente: N.T.E. E.020 del Reglamento Nacional de Construcciones. (1985).

La Carga Total Equivalente de Tabiquería es = 410 Kg/m².

- **Techo:**

Tabla 26 Carga muerta de techo

Carga Muerta (CM)	
Peso del Piso Terminado	100 Kg/m ²
Cielo Razo	40 Kg/m ²
Peso Total =	140 Kg/m²

Fuente: Elaboración Propia.

El Peso Total de la Carga Muerta para el Techo es = 140 Kg/m².

c. Carga Viva del Entrepiso (CV Entrepiso)

Se tiene en consideración la Tabla 1 Cargas Vivas Mínimas Repartidas, de la norma técnica E. 020 del Reglamento Nacional de Edificación, para la asignación de la Carga Viva.

Tabla 27 Cargas Vivas Mínimas Repartidas N.T.E. E. 020 Cargas

OCUPACION O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6.4
Auditorios, gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asambleas
Laboratorios	3,0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura de entrada menor que 2.40 m	2,5 (250)
Para, otros vehículos	Ver 9.3
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Hoteles	
Cuartos	2,0 (200)
Salas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Almacenaje y servicios	5,0 (500)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Industria	Ver 6.4
Instituciones Penales	
Celdas v zona de habitación	2,0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Corredores v escaleras	4,0 (400)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines.	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)

Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0(300) Ver 6.4
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

(*) Estas cargas no incluyen la posible tabiquería móvil.

Fuente: N.T.E. E.020 - Reglamento Nacional de Edificaciones (2006).

Como la estructura es destinada a Viviendas, la carga viva del entrepiso será:

Tabla 28 Carga viva de entrepiso

Viviendas	200 Kg/m²
Corredores y escaleras	200 Kg/m ²

Fuente: Elaboración Propia.

d. Carga Viva del Techo (CV Techo)

Según el Artículo 7.- Carga Viva Del Techo de la Norma Técnica E. 020 dice:

- a) Para los techos con inclinación hasta de 3° con respecto a la horizontal 1,0 kPa (100 kgf/m²).

La estructura en todos los 05 niveles tiene igual relación con la horizontal por lo tanto la Carga Viva Del Techo será:

Tabla 29 Carga viva de techo

Carga Viva Del Techo	100 Kg/m ²
----------------------	-----------------------

Fuente: Elaboración Propia.

e. Resumen del Metrado de Cargas

Tabla 30 Resumen del metrado de cargas

Patrón De Carga	Abreviatura	Tipo	Cargas Repartidas (Kgf/m ²)
Peso Propio	PesoPropio	Dead	90
Carga Muerta	CM	Super Dead	410
Carga Muerta - Techo	CM	Super Dead	140
Carga Viva De Entrepiso	CV Entrepiso	Reducible Live	200
Carga Viva De Techo	CV Techo	Roof Live	100

Fuente: Elaboración Propia.

3.7.2.6. Parámetros Para El Análisis Sísmico

a. Zonificación

Según la norma [15] (El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 3.39).



Fig. N° 3. 39 Zonas Sísmicas del Perú

Según el Anexo N°01 de la NTE E.030

Se muestran las zonas sísmicas en las que se divide el territorio peruano, y se puede identificar la provincias y distritos correspondientes a cada zona.

Tabla 31 Zona identificada del proyecto

Región	Provincia	Distrito	Zona	Z
Junín	Huancayo	Huancayo	3	0.35

Fuente: Anexo 01 de la Norma Técnica E.030 (2016).

Según la norma [15] (Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad).

b. Factor De Uso

Según la norma [15] (Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso U y las características del proyecto se identifica el valor de Uso mostrada en la Tabla 32).

Tabla 32 Categoría de las edificaciones y factor de uso

Categoría de las Edificaciones y Factor "U"		
Categoría	Descripción	Factor U
C	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales	1,0
Comunes	cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	

Fuente: Tabla 05 de la Norma Técnica E.030 (2016).

c. Perfiles de Suelo

Según el Ing. Genner Villareal Castro en su libro Diseño sísmico de Edificaciones, clasifica los perfiles del suelo en la siguiente tabla:

Tabla 33 Clasificación del suelo

Perfil	Suelo	Capacidad Admisible $q_a = (\text{Kg/cm}^2)$
S ₀	Roca Dura	> 6
S ₁	Muy Rigido	3 a 6
S ₂	Intermedio	1.2 a 3
S ₃	Blando	≤1.2

Fuente: Villareal, G. (2015).

Y para el proyecto la presente investigación se identifica para el proyecto un Perfil de un Suelo Intermedio (S₂). según la carga admisible (Ver Anexo 2).

Tabla 34 Perfil de suelo

Clasificación de los Perfiles de Suelo			
Perfil	V_s	N₆₀	S_u
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa

Fuente: Tabla 02 de la Norma Técnica E.030 (2016).

Según la norma [15] (Define los siguientes parámetros como:

V_s : Velocidad promedio de propagación de las ondas de corte

N₆₀ : Promedio ponderado de los N 60 obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT)

S_u : Promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada).

d. Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Según la norma [15] para el cálculo Factor de Amplificación del Suelo "S" se ingresa por la tabla de doble entrada que relación el Factor de Zona y el Factor Suelo.

Tabla 35 Factores del suelo “s”

Zona /Suelo	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z3	0.8	1.00	1.15	1.20

Fuente: Tabla 03 de la Norma Técnica E.030 (2016).

Para el Cálculo de Factor de Amplificación Sísmica (C) es necesario determinar los Periodos Fundamentales de Tipo de Suelo, y estas van de acuerdo a la Tabla N° 04 de la N.T.E – E.030 vigente.

Tabla 36 Periodos fundamentales de tipo de suelo “TP” y “TL”

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (S)	0.30	0.40	0.60	1.00
T _L (S)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Tabla 04 de la Norma Técnica E.030 (2016).

e. Factor de Amplificación Sísmica (C)

Según la norma [15] se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

Tabla 37 Factor de Amplificación Sísmica (C)

Condición del Periodo	Factor de Amplificación
$T < T_P$	$C = 2.5$
$T_P < T < T_L$	$C = 2.5 \times (T_P / T)$
$T > T_L$	$C = 2.5 \times (T_P \cdot T_L / T^2)$

Fuente: Elaboración Propia.

Y a continuación se muestra una figura donde se describe el factor de amplificación sísmica.

TP = Periodo Limite de Meseta

TL = Periodo de Inicio de la Decadencia

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

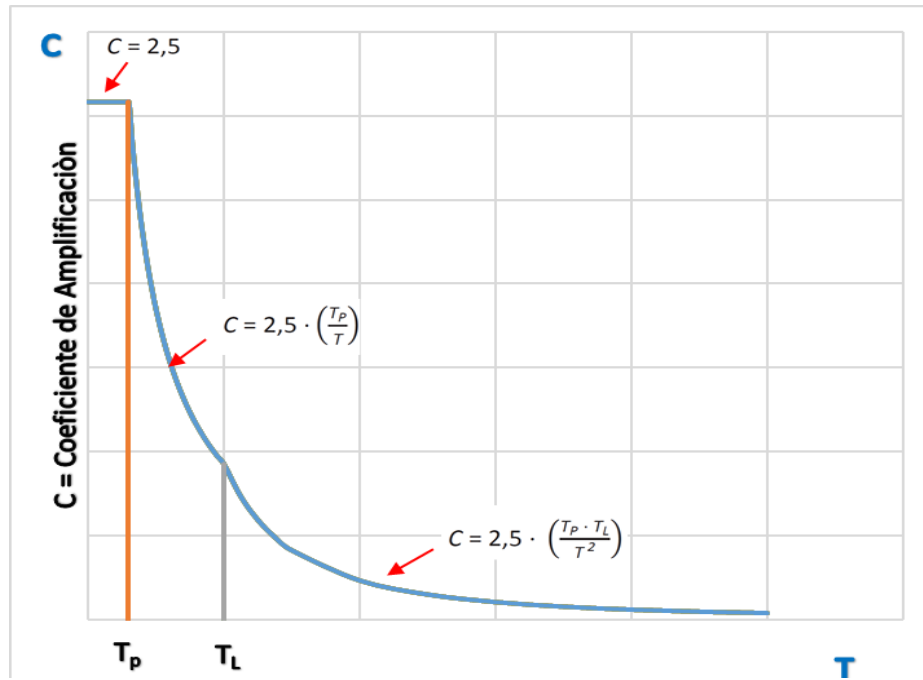


Fig. Nº 3. 40 Factor de Amplificación Sísmica

f. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)

Según la norma [15] (el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determina por la siguiente expresión:

$$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p$$

Y es necesario determinar el R_o , con los factores de irregularidad tanto en planta como en altura.

Según el At. 3.4 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas R_o).

Tabla 38 Coeficiente de reducción sísmica

Sistema Estructurales	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción Sísmica (R_o)
Concreto Armado	
Pórticos	8

Fuente: Tabla 07 de la Norma Técnica E.030 (2016).

De Proyecto el Sistema Estructural es Pórticos con presencia de una caja de ascensor; por lo tanto, el Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_o) es 8.

g. Factores de Irregularidad (I_a , I_p)

Tabla 39 Factores de irregularidad en altura

Irregularidades Estructurales en Altura	Factor de Irregularidad I_a
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p>	0,75
<p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla Nº 10) Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p>	0,50
<p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla Nº 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p>Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90

<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80
<p>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla Nº 10) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.</p>	0,60

Fuente: Tabla 08 de la Norma Técnica E.030 (2016).

Tabla 40 Factores de irregularidad en planta

Irregularidades Estructurales en Planta	Factor de Irregularidad I_p
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Δ_{max}), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga ($\Delta_{C.M}$). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla Nº 11.</p>	0,75
<p>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla Nº 10) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{C.M}$), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga ($\Delta_{C.M}$). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla Nº 11.</p>	0,60
<p>Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0,90

Discontinuidad del Diafragma

La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma.

También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.

0,85

Sistemas no Paralelos

Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.

0,90

Fuente: Tabla 09 de la Norma Técnica E.030 (2016).

h. Estimación del Peso (P)

Según la norma [15] (el peso P, se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- ✓ En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- ✓ En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- ✓ En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- ✓ En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- ✓ En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

Traducido a una formula el Peso Sísmico Efectivo de la Estructura P):

$$P = (\text{Peso Propio} + \text{CM}) + 0.25\text{ReducibleLive} + 0.25\text{RoofLive}$$

CM = Carga Muerta

Peso Propio = Peso Propio

ReducibleLive = Carga Viva de Entrepiso

RoofLive = Carga Viva de Techo

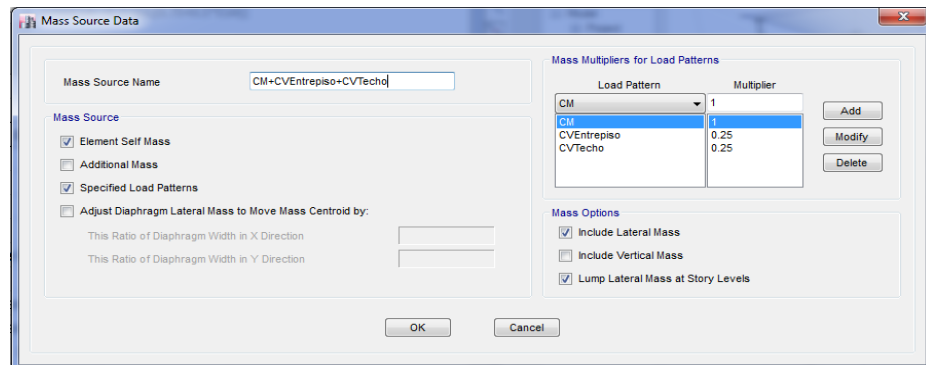


Fig. Nº 3. 41 Definición de parámetros para el cálculo del peso de la estructura.

3.7.2.7. Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes

Según la norma [15] (el método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación).

Podrán analizarse mediante este procedimiento las estructuras clasificadas como regulares de no más de 30 m de altura y las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares).

a. Período Fundamental de Vibración (T)

Según la norma [15] (El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T_x = \frac{h_{nx}}{C_T} \quad y \quad T_y = \frac{h_{ny}}{C_T}$$

Donde:

h_n = Altura de la Edificación

$C_T = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- Pórticos de concreto armado sin muros de corte.

$C_T = 45$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- Pórticos de concreto armado con muros en las cajas).

b. Determinación del Valor de $\frac{ZUCS}{R}$

Teniendo los parámetros definidos, se procede al cálculo del Factor ZUCS/R el cual será ingresado al ETABS.

Tabla 41 Parámetros para la determinación del factor “ZUCS/R”

Vr xx =	Z*U*C*S/R
Z =	0.35
U =	1.00
R =	8.00
S =	1.15
Tp =	0.60
TL =	2.00
T =	0.42
C =	2.50
Vr xx	0.12578

Fuente: Elaboración propia.

c. Centro de masa

Para hallar el centro de masa de edificación se emplearon las siguientes ecuaciones (Villarreal 2008):

$$Y_{C.M.i} = \frac{\sum P_i \cdot Y_i}{\sum P_i} \quad X_{C.M.i} = \frac{\sum P_i \cdot X_i}{\sum P_i}$$

d. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Según la norma [15] (Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot (h_j)^k}$$

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura T, en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a):

- Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
- Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

e. Excentricidad Accidental

Según la norma [15] (el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplicará un momento torsor accidental M_{ti} que se calcula como:

$$M_{ti} = \pm F_i \cdot e_i$$

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel e_i , se considerará como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis).

Sismo X e Y Estático

Se ingresó para el SISMO X e Y ESTATICO el Coeficiente $\frac{ZUCS}{R}$, Valor “K” para distribución Horizontal y 0.05 de Excentricidad Accidental.



Fig. N° 3. 42 Parámetros para el análisis estático – Sismo X



Fig. N° 3. 43 Parámetros para el análisis estático – Sismo Y

f. Determinación de Desplazamientos Laterales

Según la norma [15] (para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en la sección “Fuerza Cortante en la Base” ni el cortante mínimo en la base especificada en la sección “Fuerza Cortante Mínima”).

g. Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

Según la norma [15] (El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el numeral “Determinación de Desplazamientos Laterales”, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso - distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Tabla 42 Límites para la Distorsión del Entrepiso

Límites para la Distorsión del Entrepiso	
Material Predominante	($\Delta i / hei$)
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010

Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Tabla 11 de la Norma Técnica E.030 (2016).

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Peso Sísmico de la Estructura y Fuerza Cortante en la base de la Estructura.

Se calcularon de forma manual el Peso Sísmico de la Estructura y la Fuerza Cortante en la base, obteniéndose así lo siguiente: (Anexo 04 - Cortante en la Base de la Estructura).

Tabla 43 Resumen del cálculo del peso sísmico de la estructura

Caso	Descripción	Peso Sísmico de la Estructura (Kg)	Peso Sísmico de la Estructura (Ton)
Caso 1	VSVP (Lv= 1.15m) y VSVS (Lv= 0.40m)	599576.48	599.58
Caso 2	VSVP (Lv= 1.45m) y VSVS (Lv= 0.50m)	602276.48	602.28
Caso 3	VSVP (Lv= 1.60m) y VSVS (Lv= 0.70m)	603248.48	603.25
Caso 4	VSVP (Lv= 2.00m) y VSVS (Lv= 0.85m)	606218.48	606.22
Caso 5	VSVP (Lv= 2.40m) y VSVS (Lv= 1.00m)	609188.48	609.19
Caso 6	VSVP (Lv= 2.80m) y VSVS (Lv= 1.20m)	612212.48	612.21
Caso 7	VSVP (Lv= 3.20m) y VSVS (Lv= 1.35m)	614714.48	614.71
Caso 8	VSCP (0.30x0.70m) y VSCS (0.25x0.20m)	602712.08	602.71

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44 Resumen del cálculo del cortante en la base de la estructura

Caso	Descripción	Cortante en la Base de la Estructura (Kg)	Cortante en la Base de la Estructura (Ton)
Caso 1	VSVP (Lv= 1.15m) y VSVS (Lv= 0.40m)	75415.48	75.42
Caso 2	VSVP (Lv= 1.45m) y VSVS (Lv= 0.50m)	75755.09	75.76
Caso 3	VSVP (Lv= 1.60m) y VSVS (Lv= 0.70m)	75877.35	75.88
Caso 4	VSVP (Lv= 2.00m) y VSVS (Lv= 0.85m)	76250.92	76.25
Caso 5	VSVP (Lv= 2.40m) y VSVS (Lv= 1.00m)	76624.49	76.62
Caso 6	VSVP (Lv= 2.80m) y VSVS (Lv= 1.20m)	77004.85	77.00

Caso 7	VSVP (Lv= 3.20m) y VSVS (Lv= 1.35m)	77319.56	77.32
Caso 8	VSCP (0.30x0.70m) y VSCS (0.25x0.20m)	75809.88	75.81

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra el resumen del peso sísmico de la estructura en las siguientes figuras:

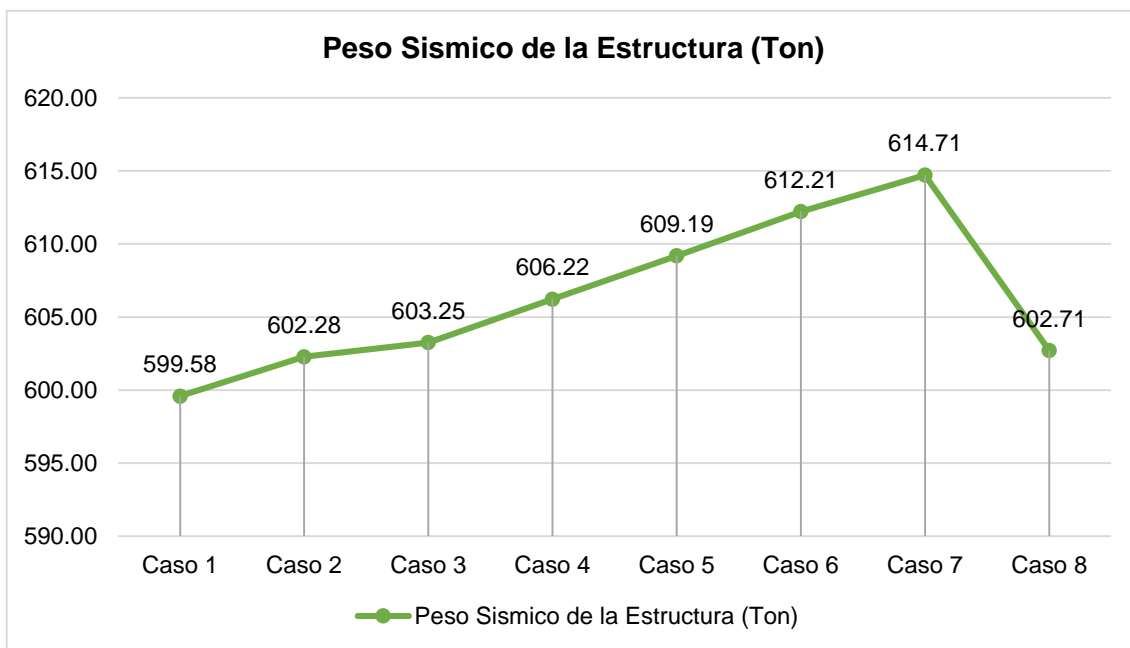


Fig. Nº 4. 1 Resumen del Peso Sísmico de la Estructura

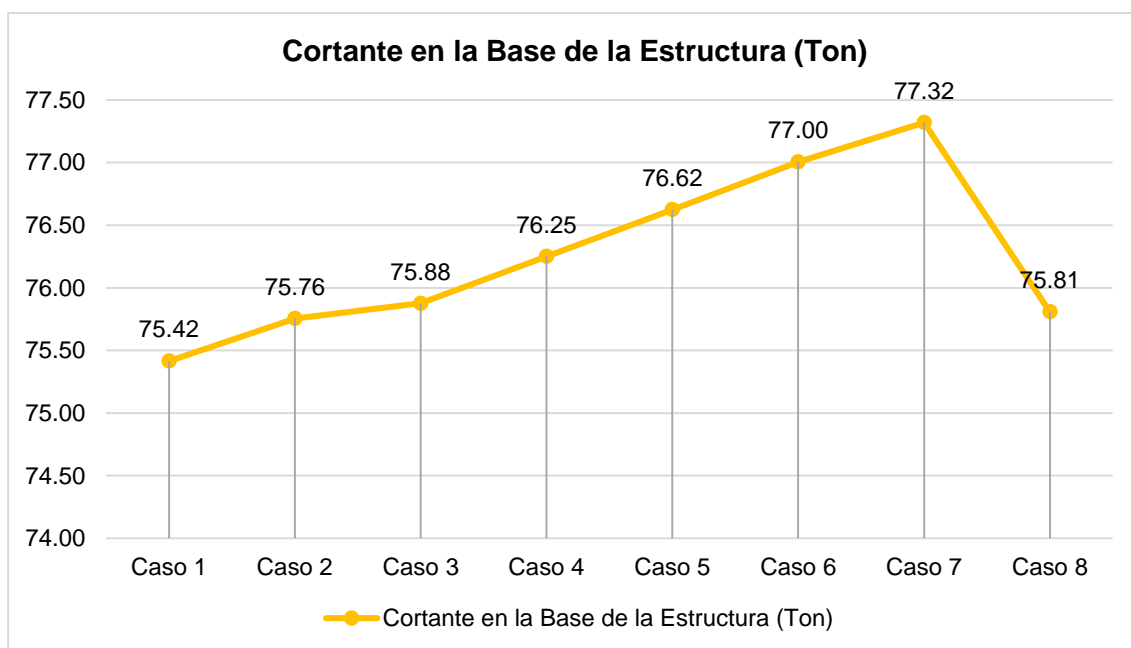


Fig. Nº 4. 2 Resumen del Cortante en la Base de la Estructura.

4.2 Distribución de Fuerzas en Altura.

Se presentan los resultados según obtenidos según el Art. 4.5.3 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura de la N.T.E. E.030, y estos son los siguientes: (Anexo 05 - Distribución de Fuerzas en Altura).

Tabla 45 resumen de la distribución de fuerzas en altura de los casos analizados

Piso	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7
1	6.12	6.10	6.07	6.10	6.03	6.02	6.00
2	9.37	9.34	9.30	9.29	9.23	9.21	9.18
3	13.20	13.15	13.10	13.05	12.99	12.97	12.92
4	17.03	16.97	16.90	16.82	16.76	16.74	16.68
5	20.35	20.28	20.19	20.07	20.02	19.99	19.92
6	11.26	11.17	11.06	10.93	10.85	10.82	10.72
$\Sigma (V_i)$	77.32	77.00	76.62	76.25	75.88	75.76	75.42

Fuente: Elaboración Propia

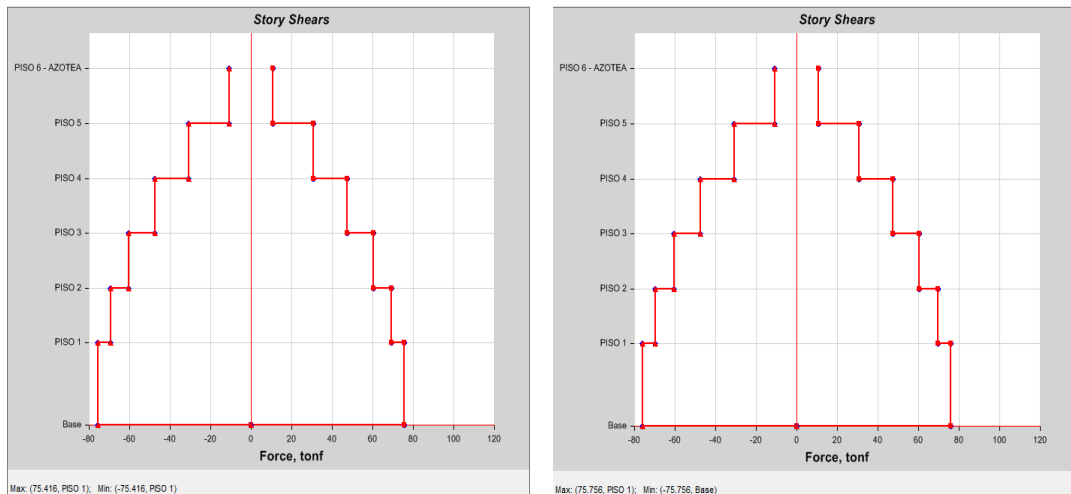


Fig. N° 4. 3 Distribución de fuerzas en altura CASO N°01 y CASO N°02.

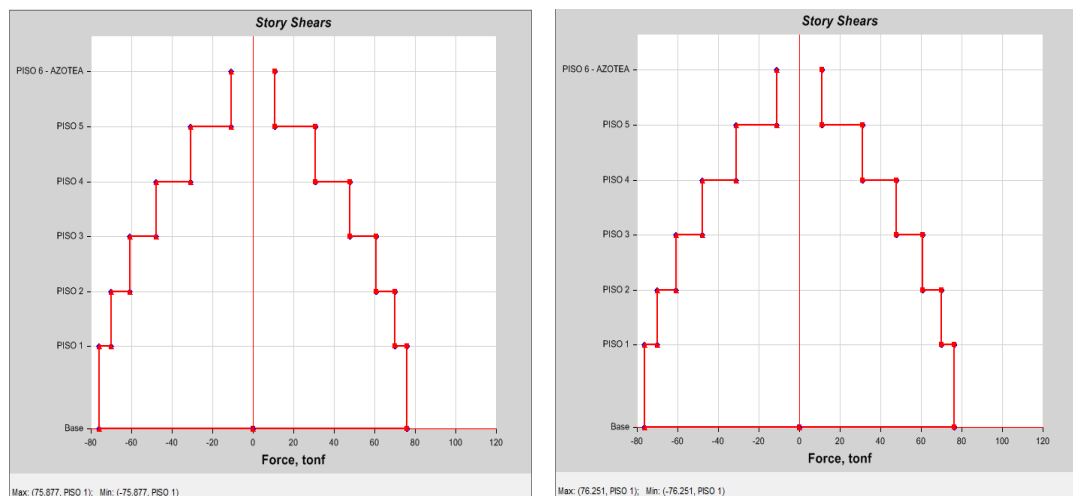


Fig. N° 4. 4 Distribución de fuerzas en altura CASO N°03 y CASO N°04.

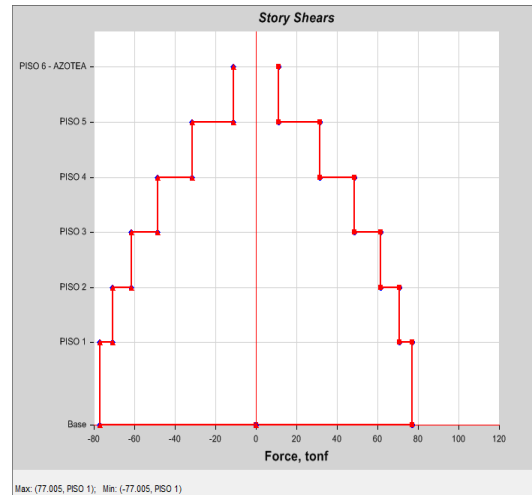
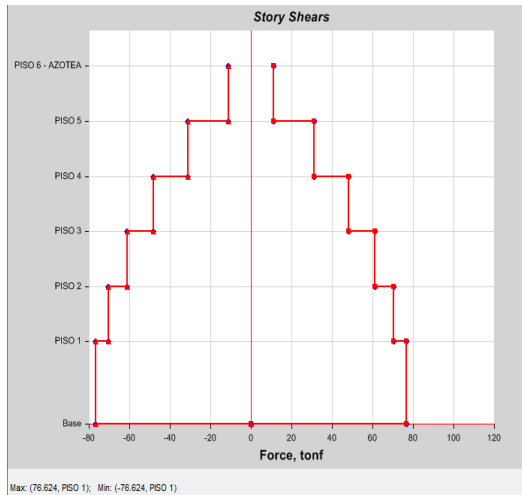


Fig. N° 4. 6 Distribución de fuerzas en altura CASO N°05 y CASO N°06.

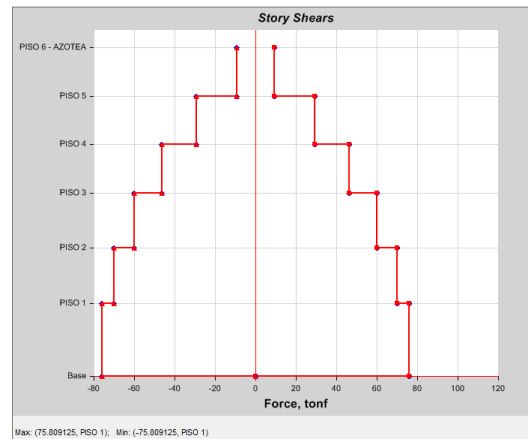
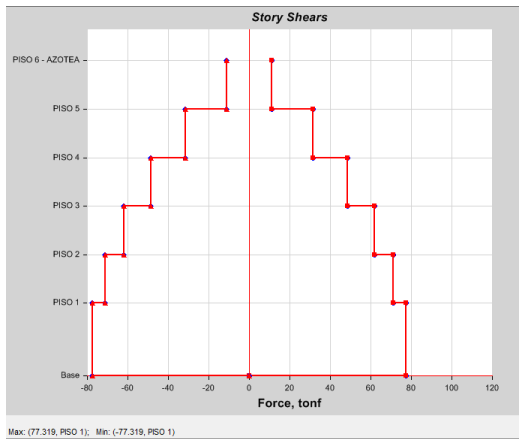


Fig. N° 4. 5 Distribución de fuerzas en altura CASO N°07 y CASO N°08.

4.3 Esfuerzos Internos Máximos (Fuerza Cortante y Momento Flector) – Por Envolvente y Combinaciones de Cargas.

CASO N°01 - VSVP (Lv= 1.15m) y VSVS (Lv= 0.40m).

Pórtico Principal 2

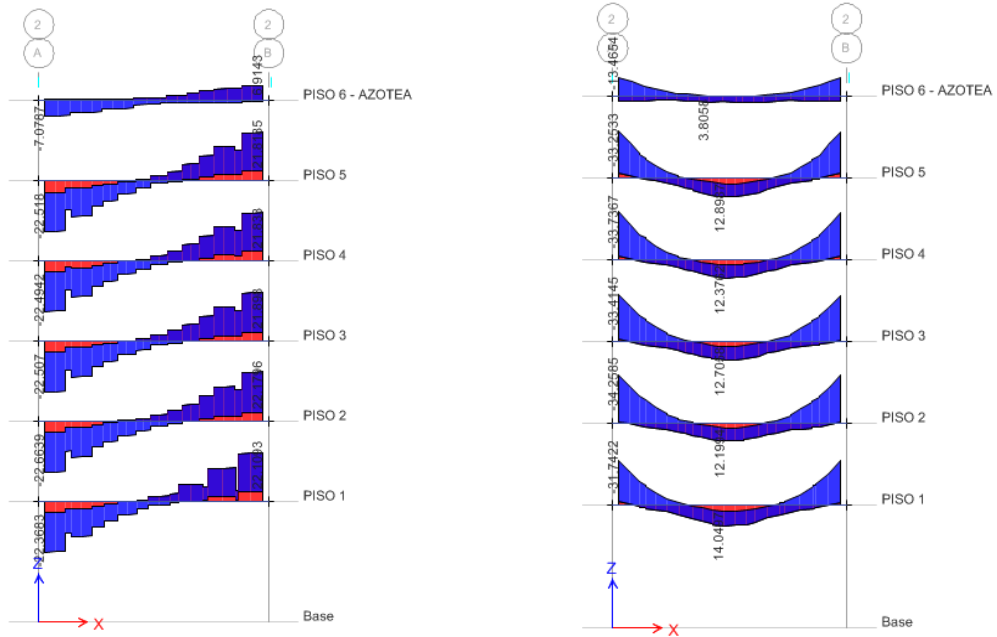


Fig. N° 4. 7 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO N°01 - VSVP (Lv= 1.15m) y VSVS (Lv= 0.40m).

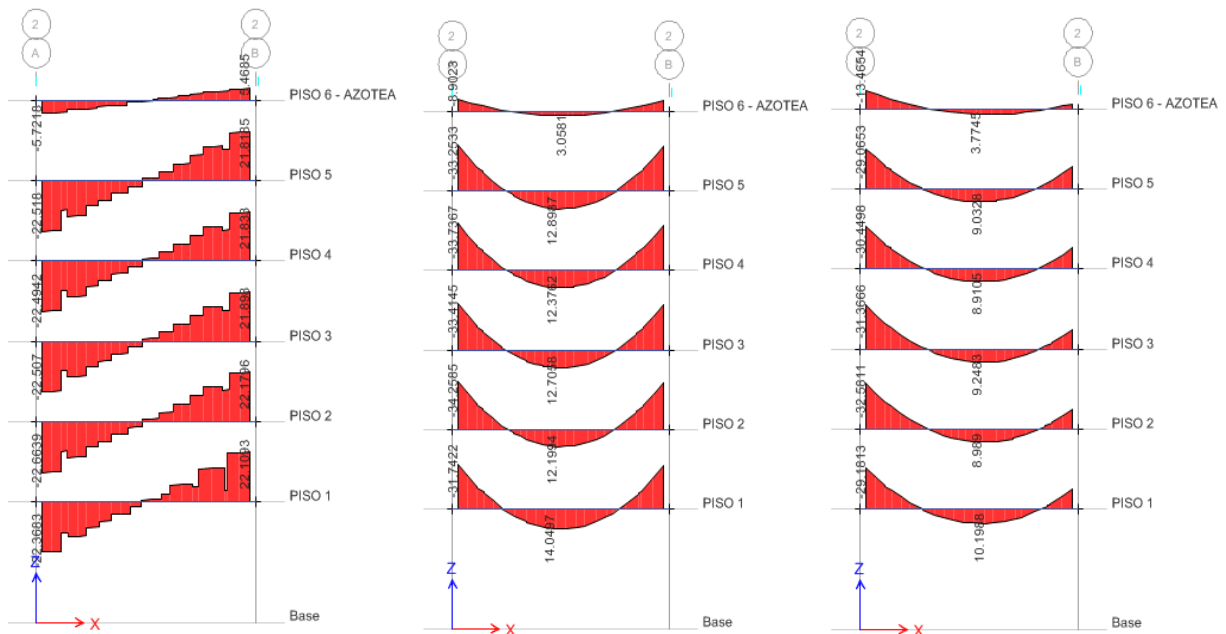
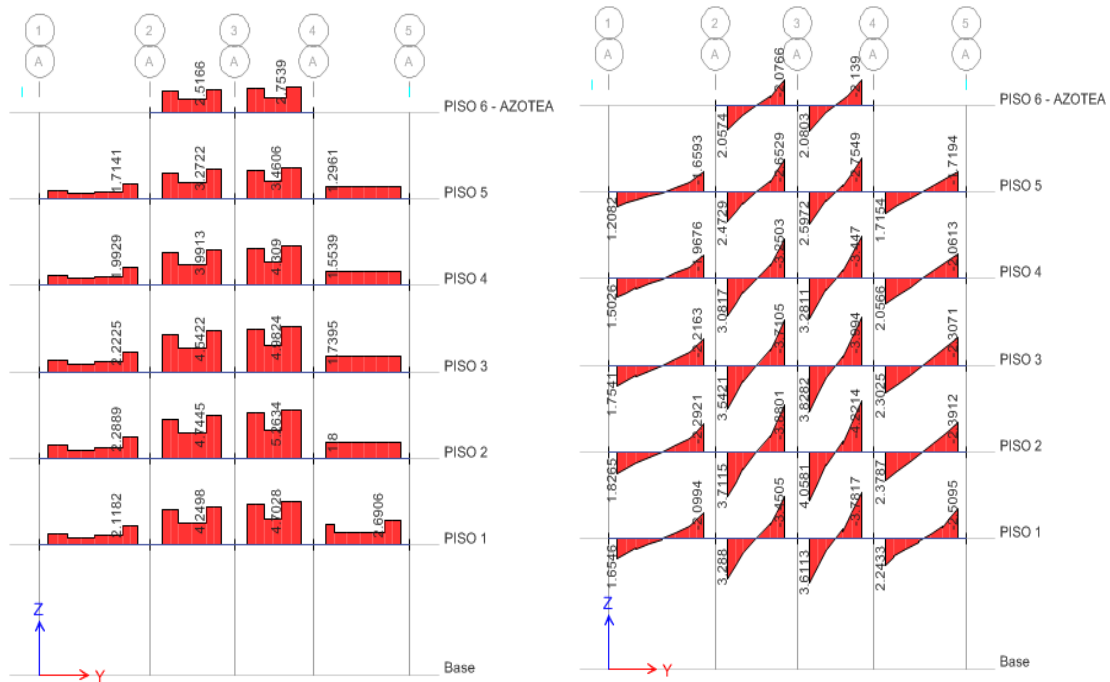


Fig. N° 4. 8 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO N°01 - VSVP (Lv= 1.15m) y VSVS (Lv= 0.40m).

Pórtico Secundario A



**Fig. N° 4. 9 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A.
CASO N°01 - VSVP (Lv= 1.15m) y VSVS (Lv= 0.40m).**

Tabla 46 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°01

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	2	-22.36	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	-22.66	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	-22.51	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	-22.49	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	-22.52	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	-7.08	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 47 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°01

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	2	14.04	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-31.74	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	12.19	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-34.25	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	12.7	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-33.41	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	12.37	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-33.74	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	12.9	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-33.25	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	3.81	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X	2	-12.47	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 48 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°01

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	A	-4.76	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	-5.35	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	-5.03	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	-4.31	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	3.46	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	2.75	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 49 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°01

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	A	3.61	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-3.78	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	4.06	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.22	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	3.83	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-3.99	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	3.28	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-3.45	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	B	2.6	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.75	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	B	2.08	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.14	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°02 - VSVP (Lv= 1.45m) y VSVS (Lv= 0.50m)

Pórtico Principal 2

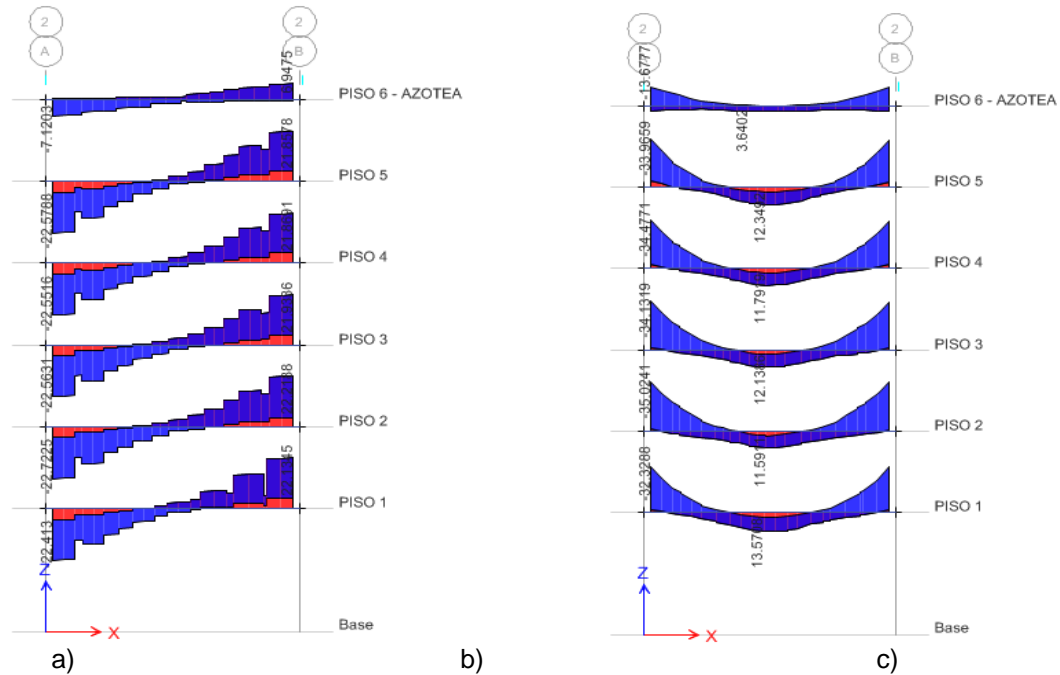


Fig. N° 4. 10 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flexor, Pórtico Principal 2. CASO N°02 - VSVP (Lv= 1.45m) y VSVS (Lv= 0.50m)

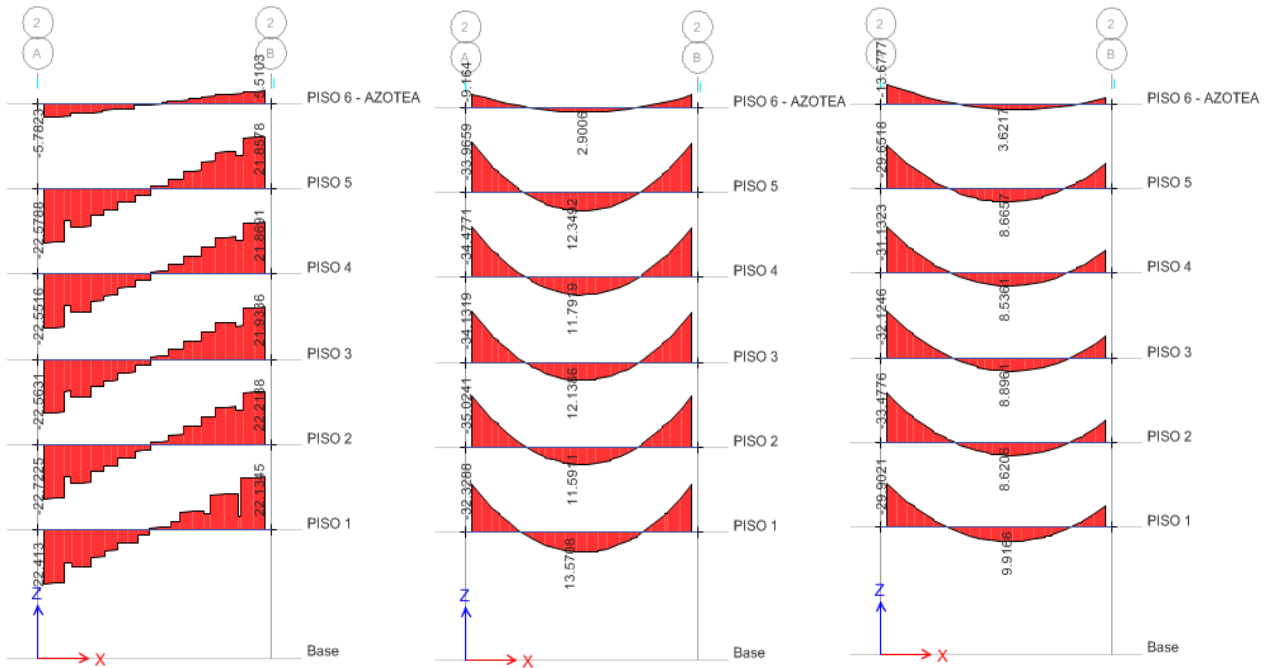


Fig. N° 4. 11 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO N°02 - VSP (Lv= 1.45m) y VSVS (Lv= 0.50m).

Pórtico Secundario A

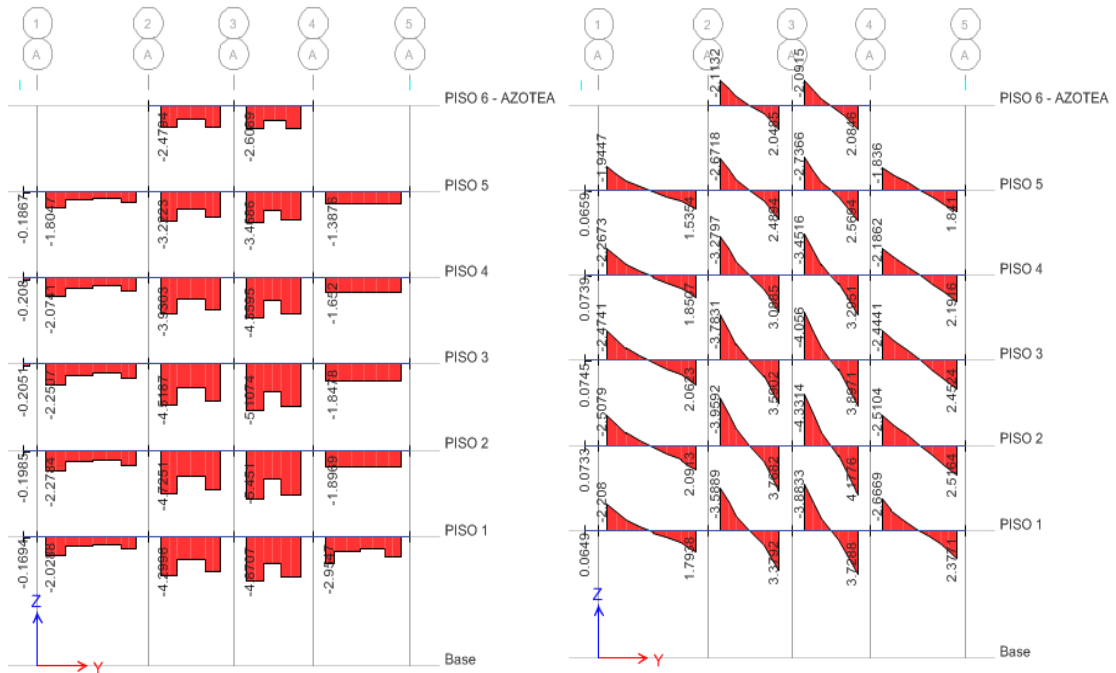


Fig. N° 4. 12 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A. CASO N°02 - VSP (Lv= 1.45m) y VSVS (Lv= 0.50m).

Tabla 50 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°02

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	2	-22.41	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	-22.72	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	-22.56	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	-22.55	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	-22.58	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	-7.12	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 51 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°02

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	2	13.57	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-32.33	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	11.59	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-35.02	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	12.13	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-34.13	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	11.79	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-34.48	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	12.34	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-33.97	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	3.64	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X	2	-13.68	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 52 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°02

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	A	-4.87	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	-5.45	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	-5.11	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	4.39	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	3.50	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	2.74	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 53 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°02

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	A	3.76	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-3.94	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	4.21	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.38	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	3.96	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.12	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	3.38	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-3.55	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	2.66	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.83	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	2.11	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.18	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°03 - VSVP (Lv= 1.60m) y VSVS (Lv= 0.70m)

Pórtico Principal 2

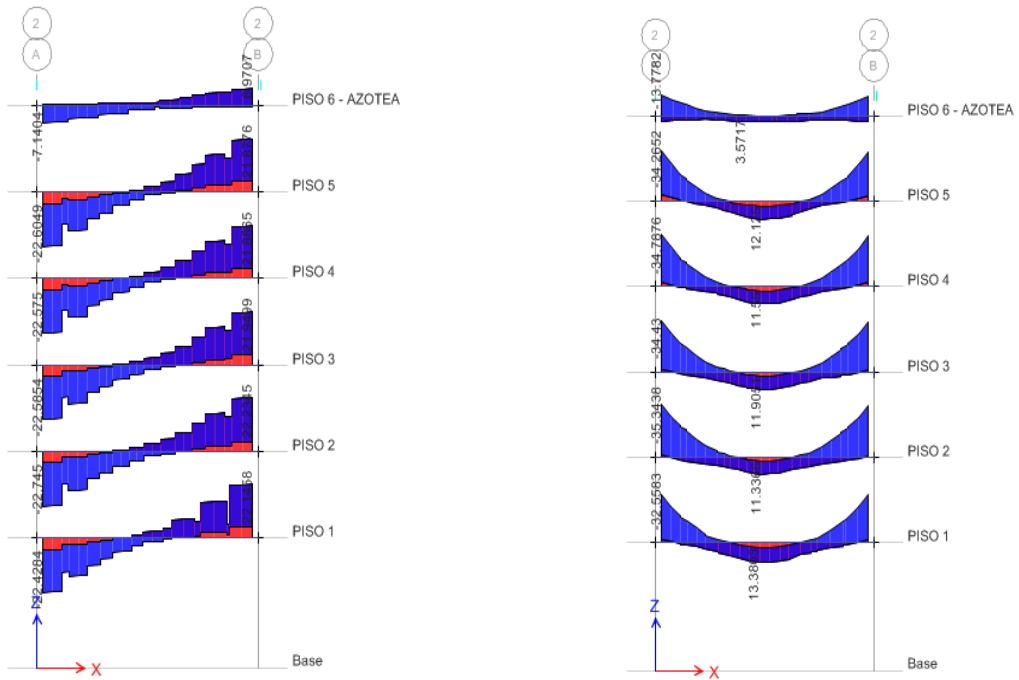


Fig. N° 4. 13 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO N°02. CASO N°03 - VSVP (Lv= 1.60m) y VSVS (Lv= 0.70m).

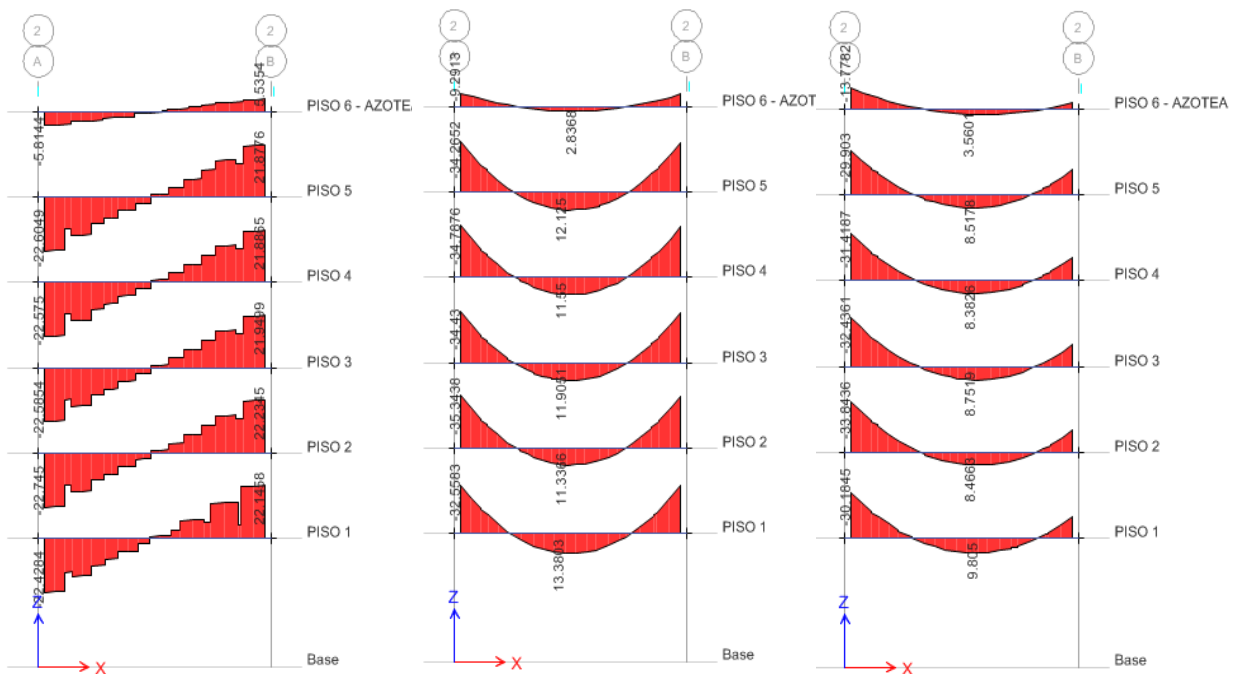


Fig. N° 4. 14 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO N°03 - VSVP (Lv= 1.60m) y VSVS (Lv= 0.70m).

Pórtico Secundario A

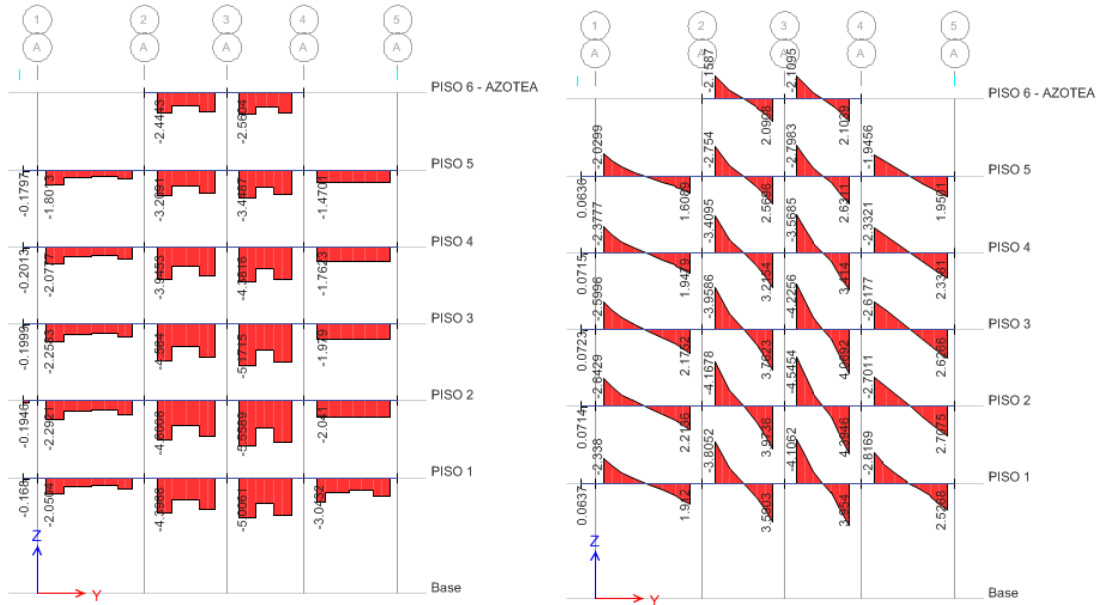


Fig. N° 4. 15 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A.CASO N°03 - VSVP (Lv= 1.60m) y VSVS (Lv= 0.70m).

Tabla 54 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°03

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	2	-22.42	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	-22.75	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	-22.59	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	-22.58	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	-22.60	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	-7.14	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 55 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°03

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	2	13.38	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-32.26	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	11.33	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-35.34	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	11.90	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-34.43	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	11.55	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-34.78	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	12.13	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-34.27	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	3.57	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X	2	-13.78	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 56 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°03

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	A	-5.00	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	-5.56	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	-5.18	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	4.44	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	3.51	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	2.69	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 57 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°03

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	A	3.99	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.17	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	4.43	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.60	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	4.13	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.31	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	3.51	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-3.69	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	2.73	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.89	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	2.14	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.20	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°04 - VSVP (Lv= 2.00m) y VSVS (Lv= 0.85m)

Pórtico Principal 2

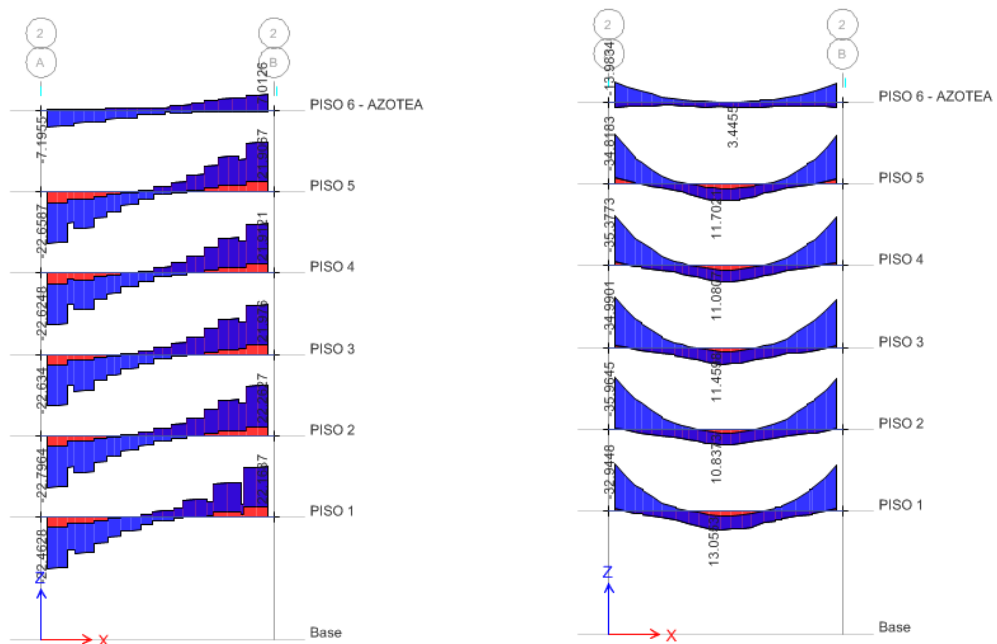


Fig. N° 4. 16 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO N°04 - VSVP (Lv= 2.00m) y VSVS (Lv= 0.85m).

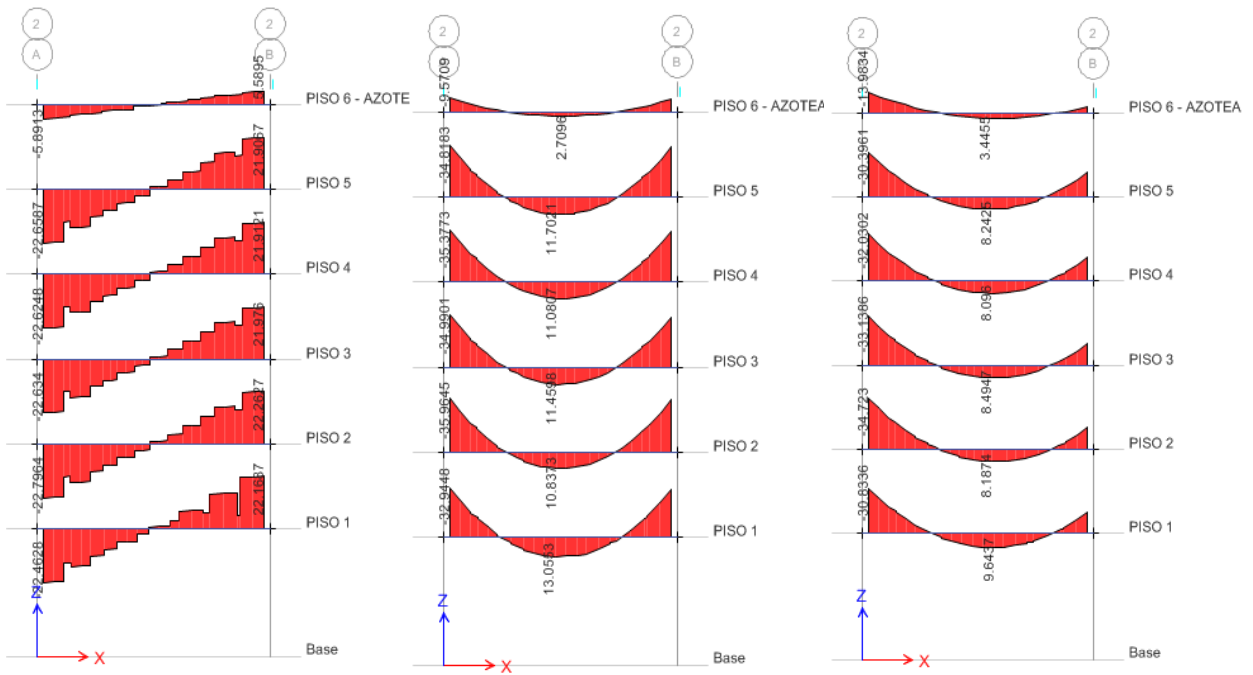


Fig. N° 4. 17 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO N°04 - VSVP (Lv= 2.00m) y VSVS (Lv= 0.85m).

Pórtico Secundario A

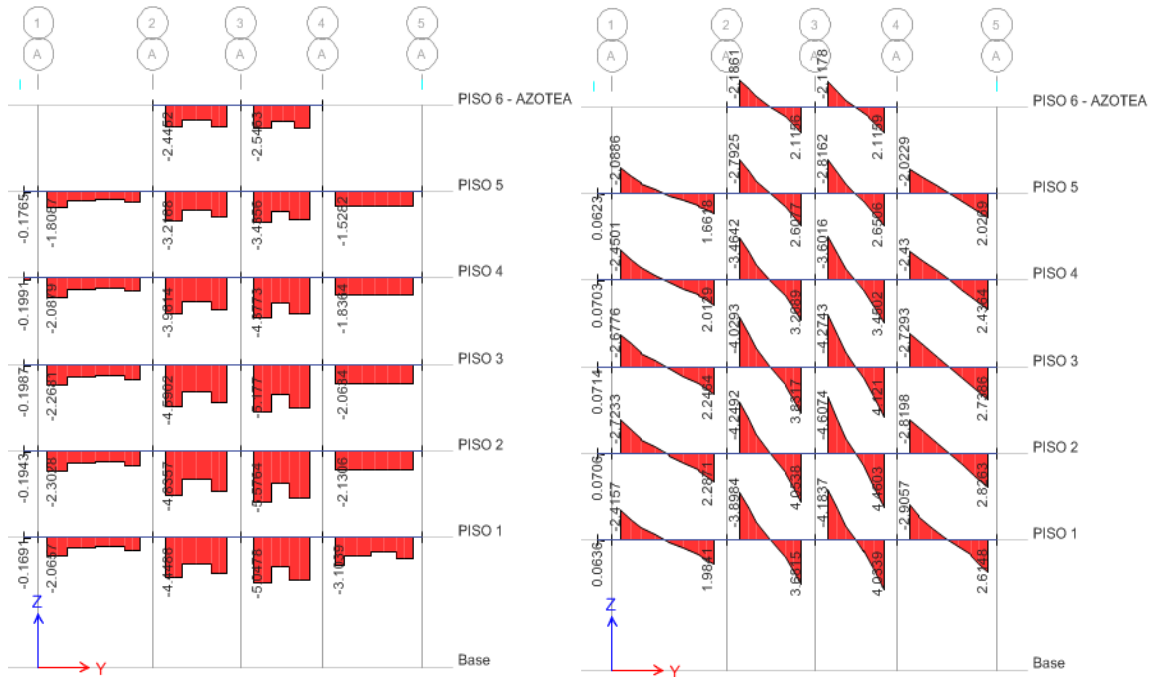


Fig. N° 4. 18 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A. CASO N°04 - VSVP (Lv= 2.00m) y VSVS (Lv= 0.85m).

Tabla 58 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°04

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	2	-22.46	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	-22.80	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	-22.63	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	-22.63	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	-22.66	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	-7.20	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 59 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°04

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	2	13.05	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-32.95	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	10.84	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-35.97	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	11.46	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-34.99	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	11.08	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-35.38	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	11.70	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-34.82	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	3.45	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X	2	-13.98	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 60 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°04

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	A	-5.04	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	-5.57	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	5.19	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	4.44	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	3.50	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	2.67	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 61 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°04

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	A	4.08	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.26	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	4.50	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.67	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	4.19	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.37	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	3.56	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-3.73	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	2.76	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.93	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	2.14	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.21	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°05 - VSVP (Lv= 2.40m) y VSVS (Lv= 1.00m)

Pórtico Principal 2

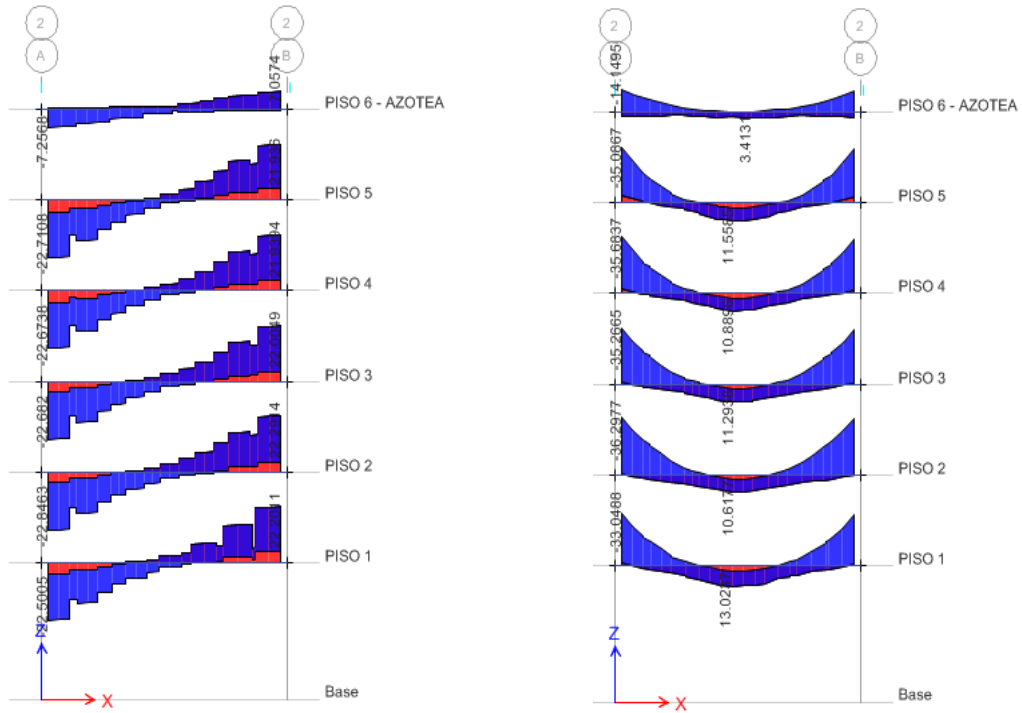


Fig. N° 4. 20 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO N°05 - VSVP (Lv= 2.40m) y VSVS (Lv= 1.00m).

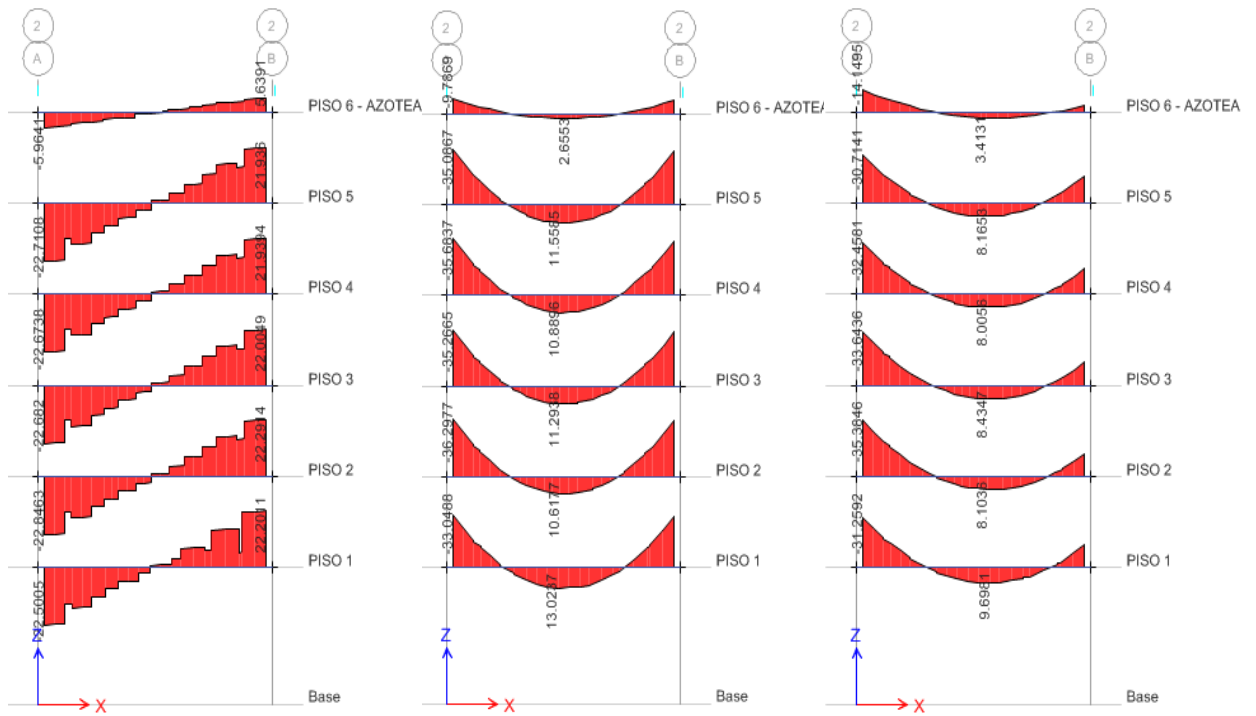


Fig. N° 4. 19 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO N°05 - VSVP (Lv= 2.40m) y VSVS (Lv= 1.00m).

Pórtico Secundario A

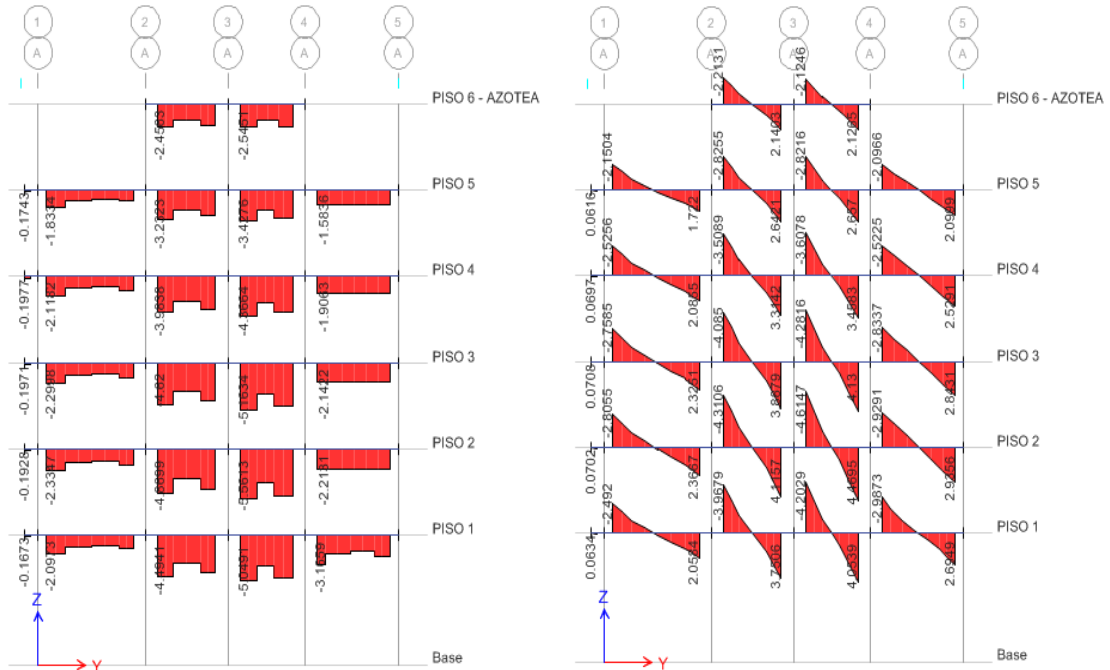


Fig. N° 4. 21 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A. CASO N°05 - VSVS (Lv= 2.40m) y VSVS (Lv= 1.00m).

Tabla 62 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°05

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	2	-22.50	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	-22.84	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	-22.68	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	-22.67	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	-22.71	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	-7.26	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 63 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°05

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	2	13.02	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-33.05	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	10.61	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-36.30	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	11.29	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-35.27	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	10.88	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-35.64	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	11.55	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-35.09	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	3.41	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X	2	-14.15	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 64 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°05

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	A	-5.05	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	-5.56	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	5.18	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	4.43	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	3.49	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	B	2.67	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 65 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°05

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	A	4.09	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.28	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	4.51	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.68	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	4.10	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.38	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	3.57	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-3.74	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	2.77	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.93	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	2.15	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.22	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°06 - VSVP (Lv= 2.80m) y VSVS (Lv= 1.20m)

Pórtico Principal 2

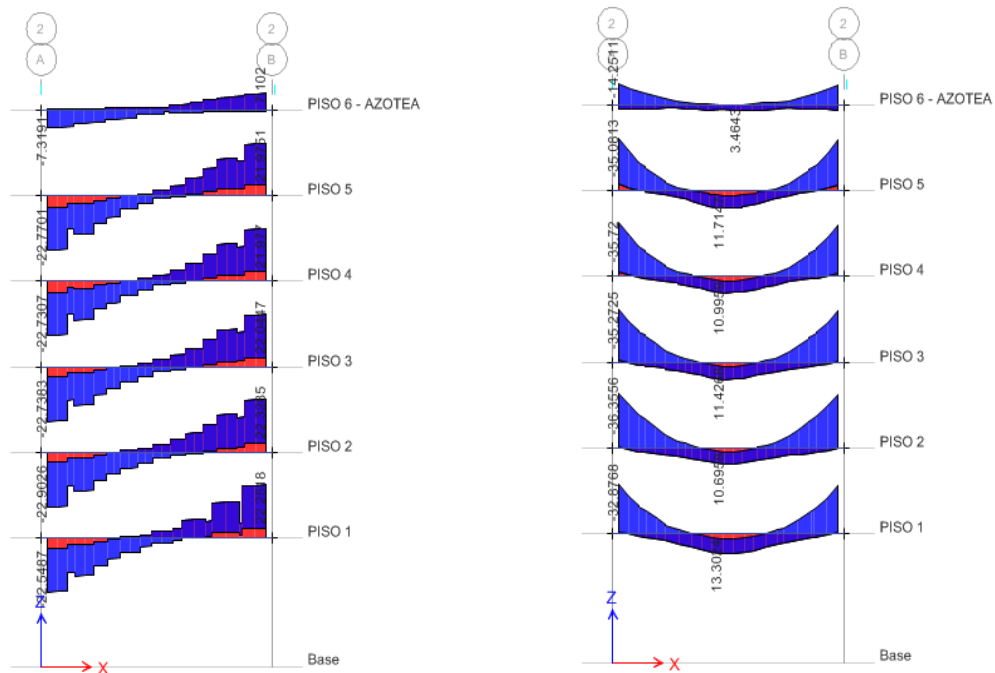
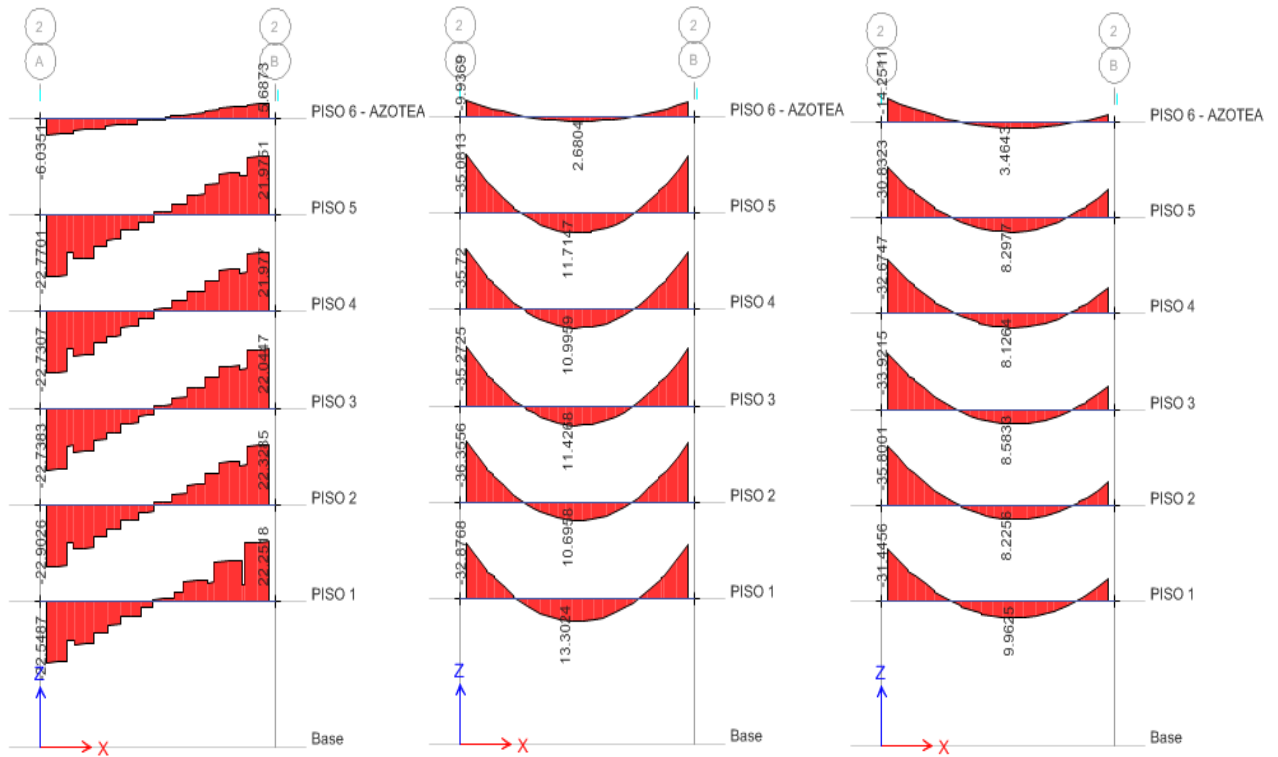


Fig. N° 4. 22 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO N°06 - VSVP (Lv= 2.80m) y VSVS (Lv= 1.20m).



Pórtico Secundario A

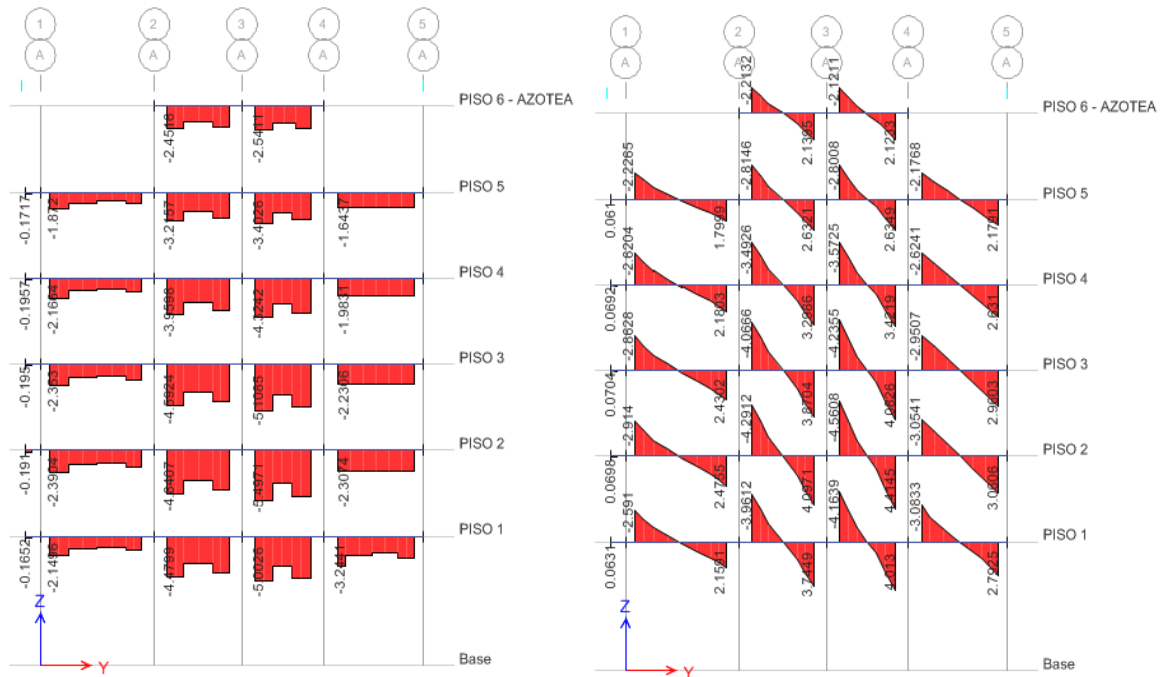


Tabla 66 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°06

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	2	-22.55	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	-22.90	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	-22.74	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	-22.73	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	-22.77	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	-7.32	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 67 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°06

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	2	13.30	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-32.88	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	10.69	COMB.1 - 1.4D+1.7L	1	-36.36	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	11.43	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-35.27	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	10.99	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-35.72	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	11.71	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-35.08	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	3.46	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X	2	-14.25	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 68 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°06

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	A	-5.00	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	-5.50	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	5.13	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	4.39	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	3.46	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	2.66	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 69 Resultados del Momento Positivo y Negativo para el pórtico secundario A - Caso N°06

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	A	4.06	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.24	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	4.46	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.63	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	4.16	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.34	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	3.53	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-3.70	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	2.75	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.90	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	2.14	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.21	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°07 - VSVP (Lv= 3.20m) y VSVS (Lv= 1.35m)

Pórtico Principal 2

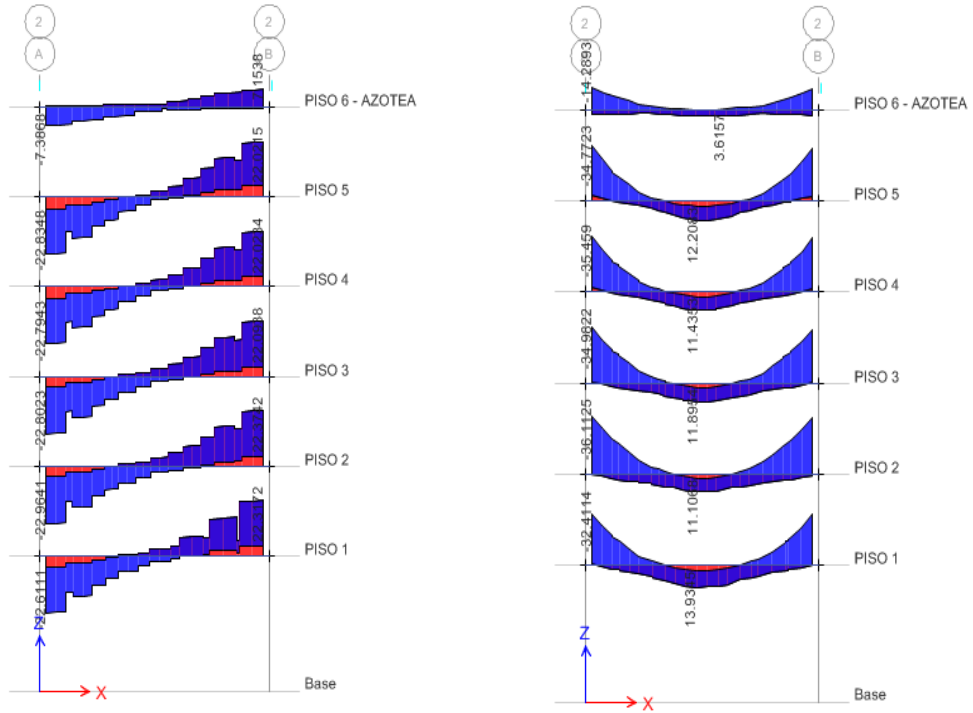


Fig. N° 4. 26 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO N°07 - VSVP (Lv= 3.20m) y VSVS (Lv= 1.35m).

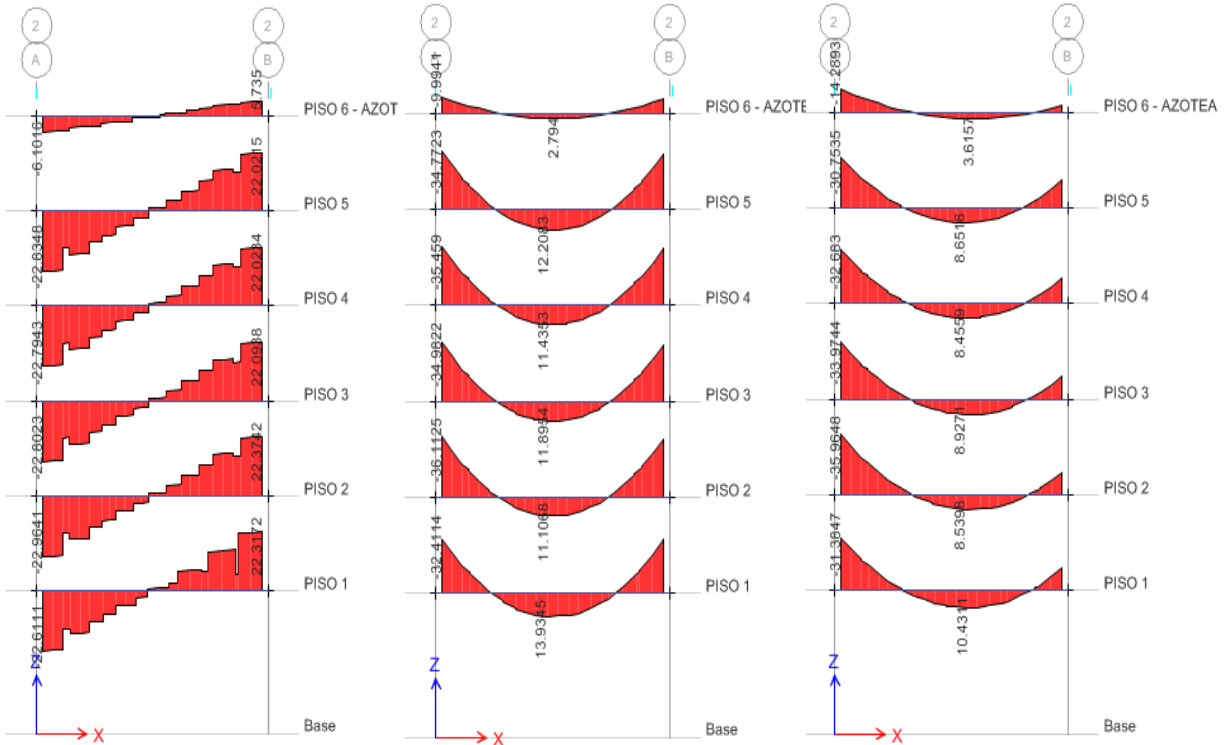
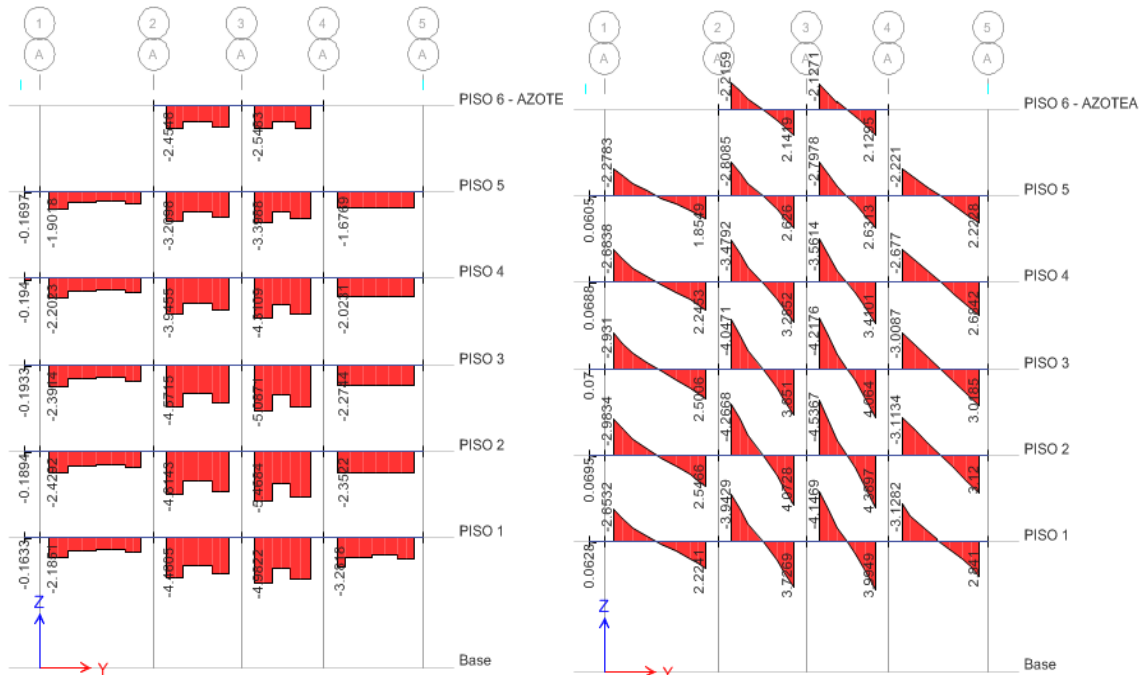


Fig. N° 4. 25 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO N°07 - VSVP (Lv= 3.20m) y VSVS (Lv= 1.35m).

Pórtico Secundario A



**Fig. N° 4. 27 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A.
CASO N°07 - VSVP (Lv= 3.20m) y VSVS (Lv= 1.35m).**

Tabla 70 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°07

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	2	-22.61	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	-22.96	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	-22.80	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	-22.79	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	-22.83	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	-7.37	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 71 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°07

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	2	13.93	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-32.41	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	11.10	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-36.11	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	11.89	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-34.98	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	11.43	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-35.46	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	12.20	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-34.77	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	3.62	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X	2	-14.29	COMB.3 - 1.25D+1.25L-1E X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 72 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°07

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	A	-4.98	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	-5.47	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	5.10	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	4.38	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	3.46	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	B	2.67	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 73 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°07

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	A	4.04	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.23	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	4.43	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.60	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	4.15	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-4.32	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	3.53	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-3.70	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	2.75	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.91	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	2.14	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.21	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°08 VSCP (0.30x0.70m) y VSCS (0.25x0.20m)

Pórtico Principal 2

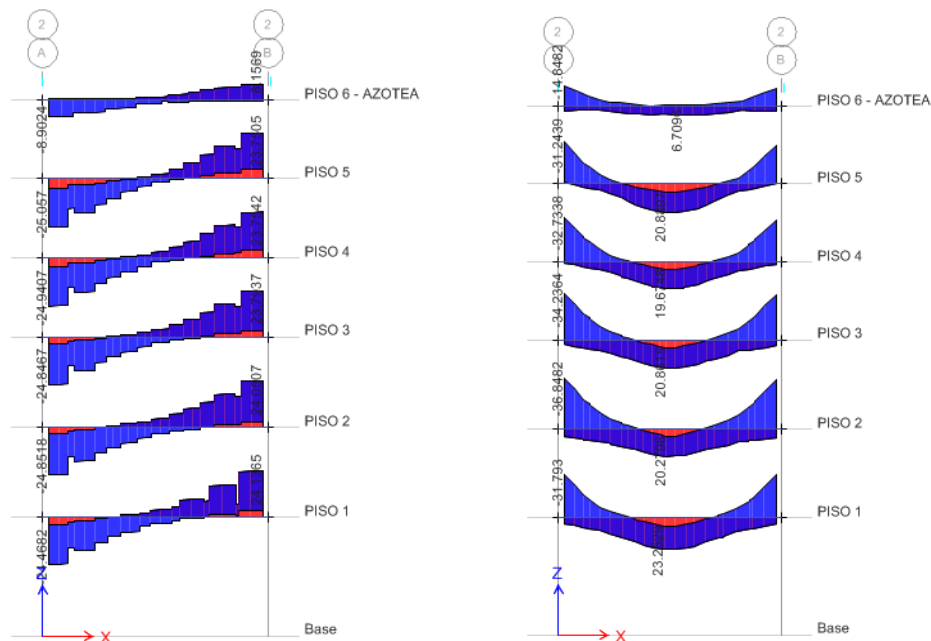


Fig. N° 4. 28 Diagrama por Envolvente Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Principal 2. CASO N°08 VSCP (0.30x0.70m) y VSCS (0.25x0.20m).

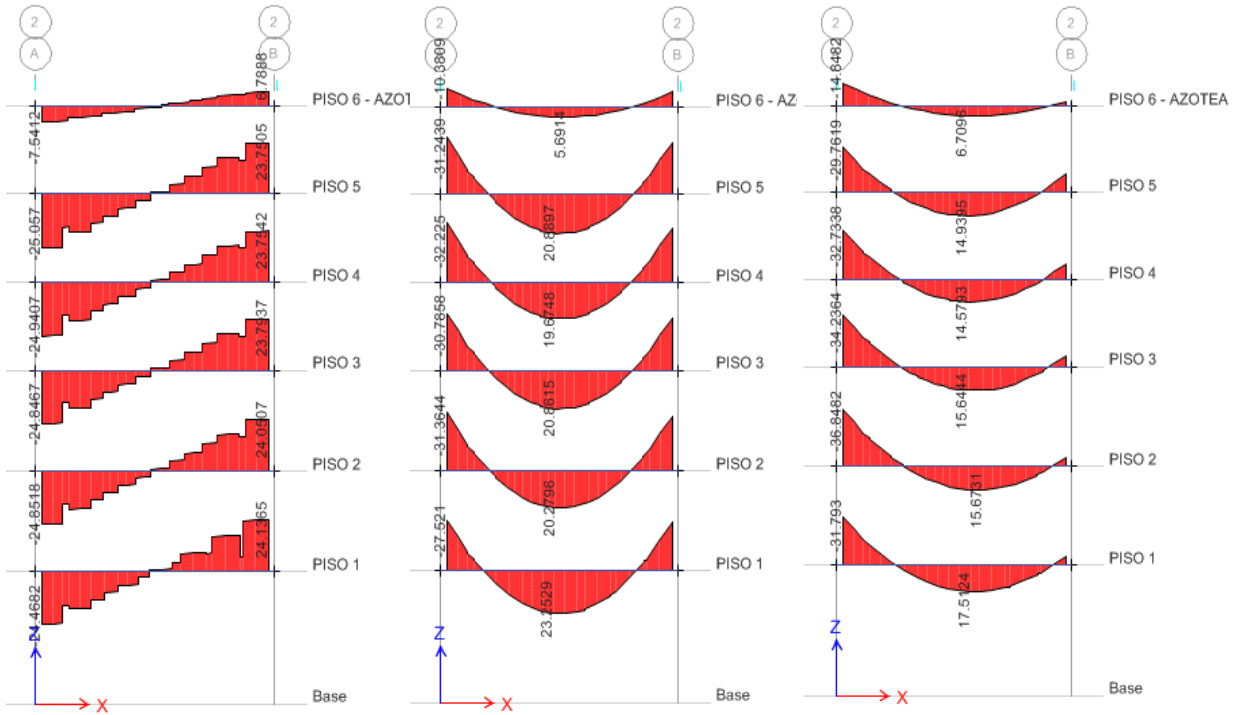


Fig. Nº 4. 29 Resultados por Combinaciones de Carga Pórtico Principal 2. CASO Nº08 VSCP (0.30x0.70m) y VSCS (0.25x0.20m).

Pórtico Secundario A

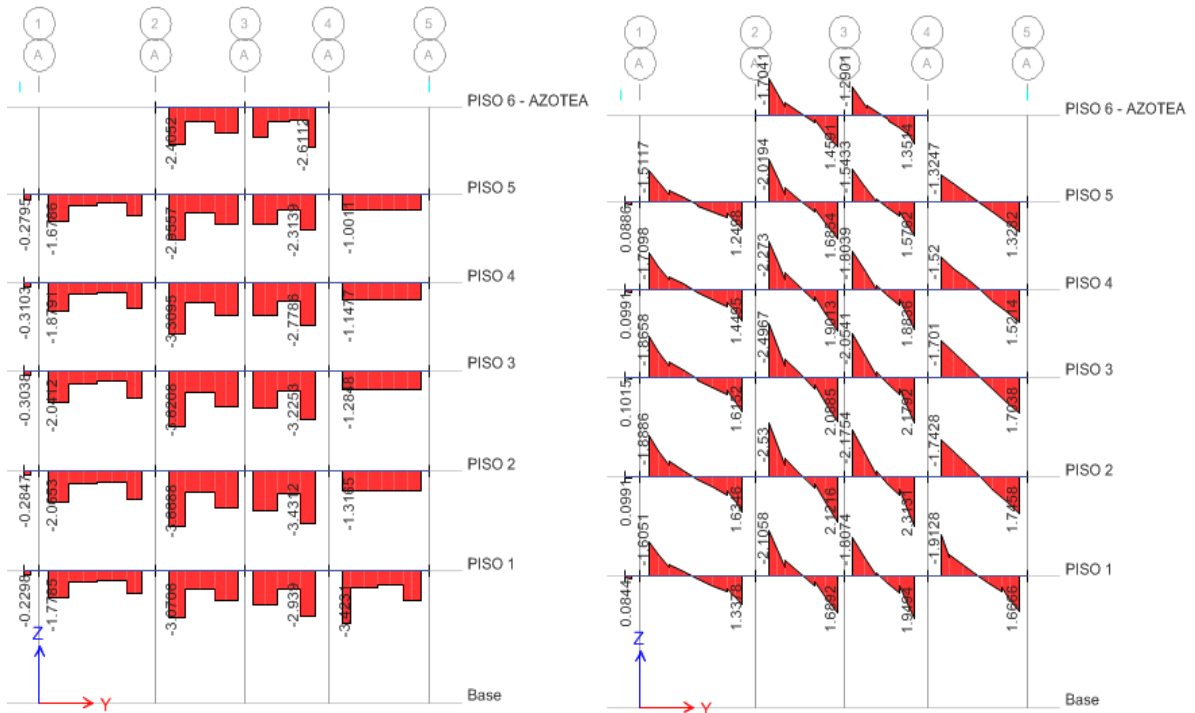


Fig. Nº 4. 30 Diagrama Esfuerzo Cortante y Momento Flector, Pórtico Secundario A. CASO Nº08 VSCP (0.30x0.70m) y VSCS (0.25x0.20m).

Tabla 74 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico principal 2 - Caso N°08

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	2	-24.47	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 2	2	-24.85	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 3	2	-24.85	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 4	2	-24.94	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 5	2	-25.06	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	-8.90	COMB.5 - 1.25D+1.25L-1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 75 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico principal 2 - Caso N°08

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	2	23.25	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-31.79	COMB.5 - 1.25D+1.25L-1E Y
Piso 2	2	20.28	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-36.85	COMB.5 - 1.25D+1.25L-1E Y
Piso 3	2	20.86	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-34.24	COMB.5 - 1.25D+1.25L-1E Y
Piso 4	2	19.67	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-32.73	COMB.5 - 1.25D+1.25L-1E Y
Piso 5	2	20.89	COMB.1 - 1.4D+1.7L	2	-31.24	COMB.1 - 1.4D+1.7L
Piso 6	2	6.71	COMB.5 - 1.25D+1.25L-1E Y	2	-14.85	COMB.5 - 1.25D+1.25L-1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 76 Resultados del Esfuerzo Cortante pórtico secundario A - Caso N°08

Nivel	U	Cortante	Combinación Máxima
Piso 1	A	3.45	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	4.01	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	3.89	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	3.50	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	3.03	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	3.08	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 77 Resultados del Momento Positivo y Negativo pórtico secundario A - Caso N°08

Nivel	U	Momento (+)	Combinación Máxima	U	Momento (-)	Combinación Máxima
Piso 1	A	1.95	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.16	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 2	A	2.31	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.57	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 3	A	2.18	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.50	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 4	A	1.90	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.27	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 5	A	1.69	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-2.02	COMB.9 - 0.9D - 1E Y
Piso 6	A	1.46	COMB.9 - 0.9D - 1E Y	A	-1.70	COMB.9 - 0.9D - 1E Y

Fuente: Elaboración Propia.

4.4 Desplazamientos Laterales y Distorsiones de Entrepisos.

CASO N°01 - VSVP (Lv= 1.15m) y VSVS (Lv= 0.40m)

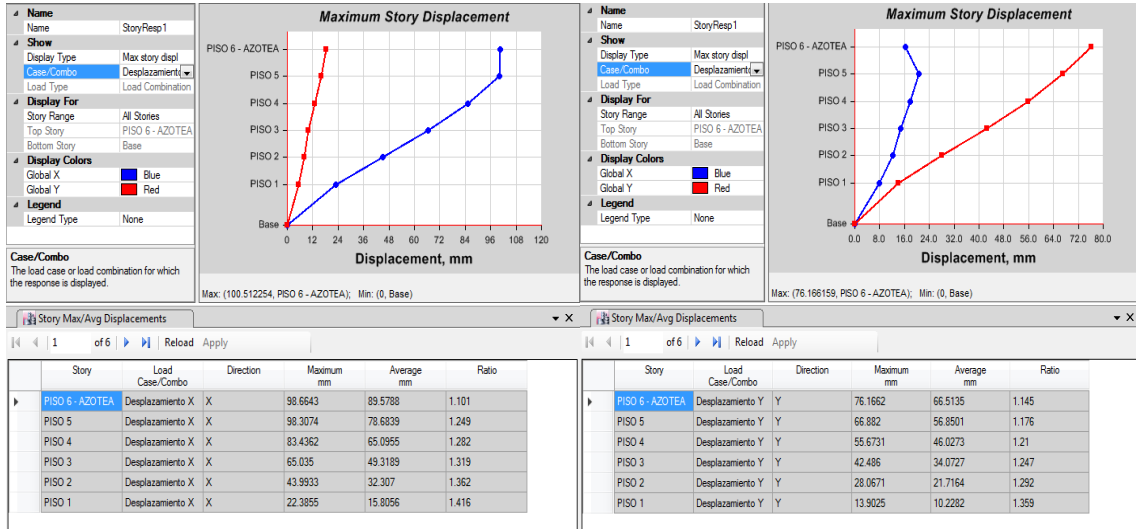


Fig. N° 4. 31 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°01

Tabla 78 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°01

Nivel	Dirección	Desplazamiento Δ (mm)	hi (m)	Distorsiones inelástica $0.75 \cdot R$
6	X	98.664	2.80	0.00127
5	X	98.307	2.80	0.005311
4	X	83.436	2.80	0.006572
3	X	65.035	2.80	0.007515
2	X	43.993	2.80	0.007717
1	X	22.386	4.20	0.005330

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 79 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°01

Nivel	Dirección	Desplazamiento Δ (mm)	hi (m)	Distorsiones inelástica $0.75 \cdot R$
6	Y	76.166	2.80	0.003316
5	Y	66.882	2.80	0.004003
4	Y	55.673	2.80	0.004710
3	Y	42.486	2.80	0.005150
2	Y	28.067	2.80	0.005059
1	Y	13.903	4.20	0.003310

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°02 - VSVP (Lv= 1.45m) y VSVS (Lv= 0.50m)

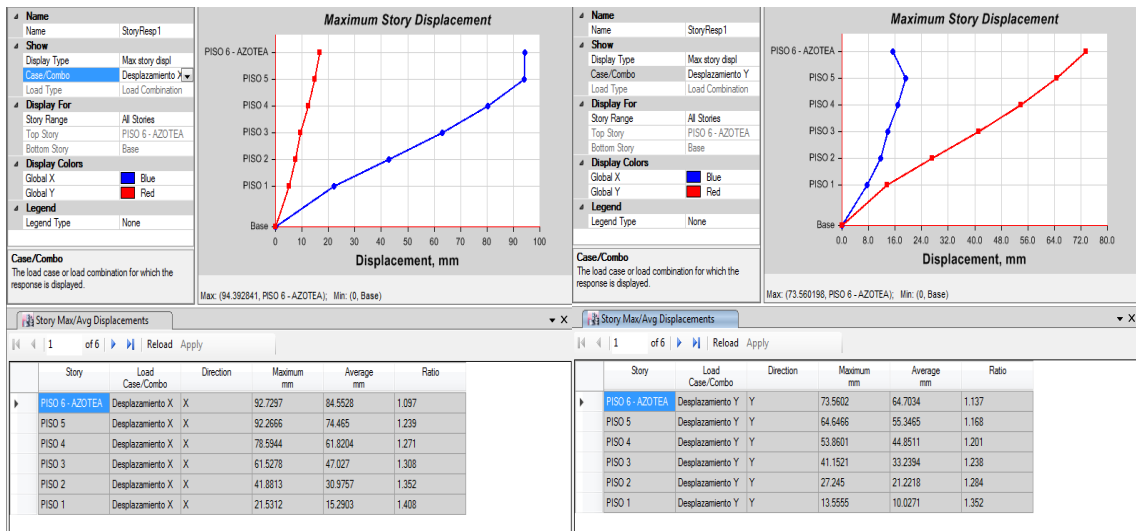


Fig. N° 4. 32 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°02

Tabla 80 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°02

Nivel	Dirección	Desplazamiento		Distorsiones inelástica 0.75*R
		Δ (mm)	hi (m)	
6	X	92.730	2.80	0.00165
5	X	92.267	2.80	0.004883
4	X	78.594	2.80	0.006095
3	X	61.528	2.80	0.007017
2	X	41.881	2.80	0.007268
1	X	21.531	4.20	0.005126

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 81 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°02

Nivel	Dirección	Desplazamiento		Distorsiones inelástica 0.75*R
		Δ (mm)	hi (m)	
6	Y	73.560	2.80	0.003183
5	Y	64.647	2.80	0.003852
4	Y	53.860	2.80	0.004539
3	Y	41.152	2.80	0.004967
2	Y	27.245	2.80	0.004889
1	Y	13.556	4.20	0.003228

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°03 - VSVP (Lv= 1.60m) y VSVS (Lv= 0.70m)

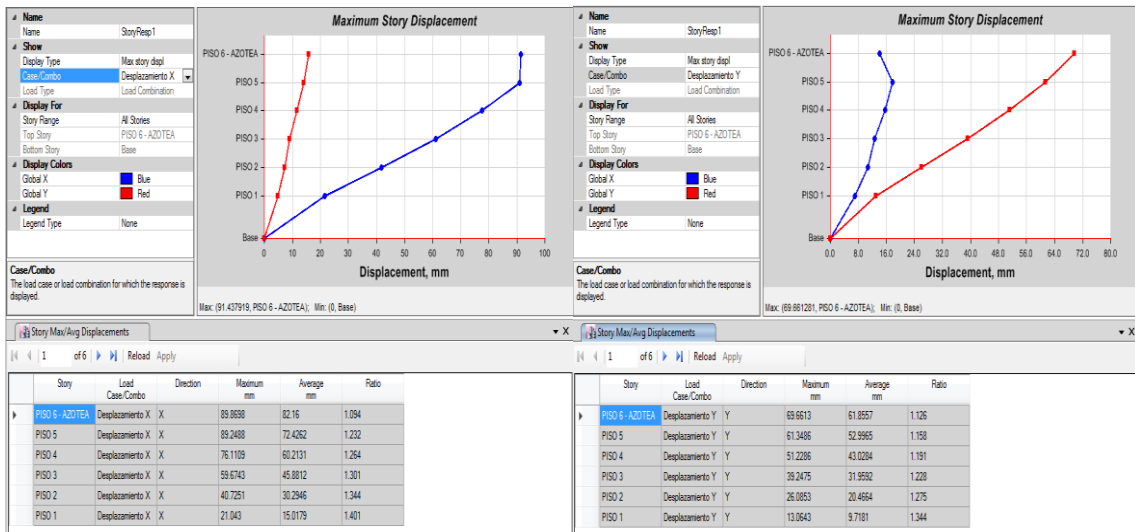


Fig. N° 4. 33 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°03

Tabla 82 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°03

Nivel	Dirección	Desplazamiento Δ (mm)	hi (m)	Distorsiones inelástica $0.75 \cdot R$
6	X	89.870	2.80	0.000222
5	X	89.249	2.80	0.004692
4	X	76.111	2.80	0.005870
3	X	59.674	2.80	0.006768
2	X	40.725	2.80	0.007029
1	X	21.043	4.20	0.005010

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 83 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°03

Nivel	Dirección	Desplazamiento Δ (mm)	hi (m)	Distorsiones inelástica $0.75 \cdot R$
6	Y	69.661	2.80	0.002969
5	Y	61.349	2.80	0.003614
4	Y	51.229	2.80	0.004279
3	Y	39.248	2.80	0.004701
2	Y	26.085	2.80	0.004650
1	Y	13.064	4.20	0.003111

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°04 - VSVP (Lv= 2.00m) y VSVS (Lv= 0.85m)

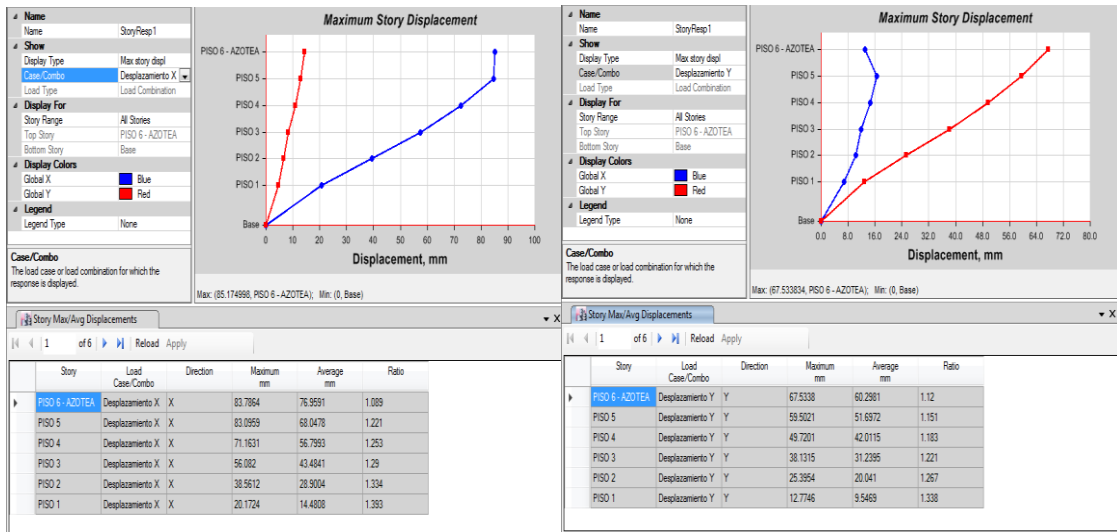


Fig. N° 4. 34 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°04.

Tabla 84 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°04

Nivel	Dirección	Desplazamiento		Distorsiones inelástica 0.75*R
		Δ (mm)	hi (m)	
6	X	83.786	2.80	0.000247
5	X	83.096	2.80	0.004262
4	X	71.163	2.80	0.005386
3	X	56.082	2.80	0.006257
2	X	38.561	2.80	0.006567
1	X	20.172	4.20	0.004803

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 85 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°04

Nivel	Dirección	Desplazamiento		Distorsiones inelástica 0.75*R
		Δ (mm)	hi (m)	
6	Y	67.534	2.80	0.002868
5	Y	59.502	2.80	0.003494
4	Y	49.720	2.80	0.004139
3	Y	38.132	2.80	0.004549
2	Y	25.395	2.80	0.004507
1	Y	12.775	4.20	0.003042

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°05 - VSVP (Lv= 2.40m) y VSVS (Lv= 1.00m)

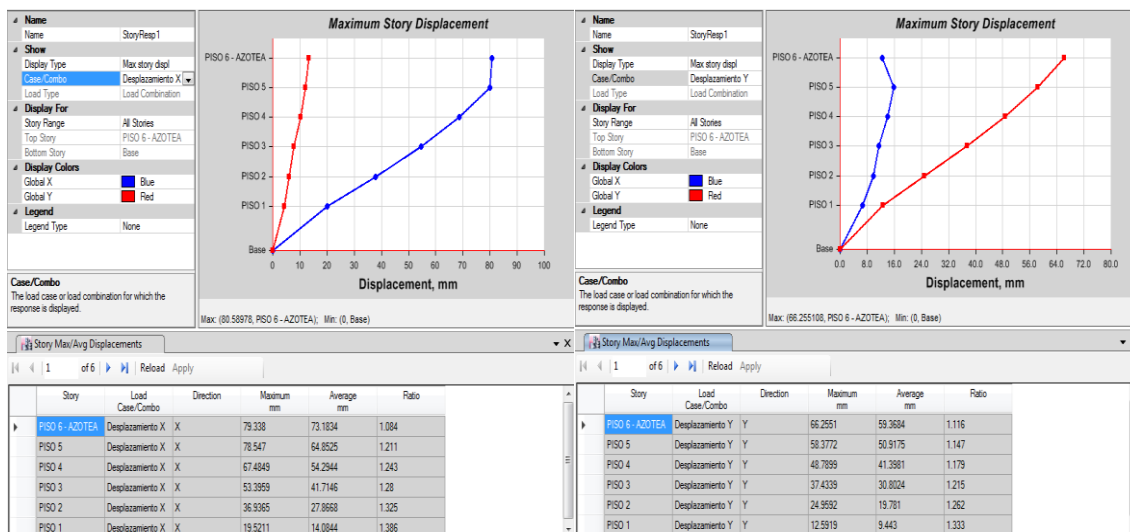


Fig. N° 4. 35 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°05

Tabla 86 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°05

Nivel	Dirección	Desplazamiento		Distorsiones inelástica 0.75*R
		Δ (mm)	hi (m)	
6	X	79.338	2.80	0.000282
5	X	78.547	2.80	0.003951
4	X	67.485	2.80	0.005032
3	X	53.396	2.80	0.005878
2	X	36.937	2.80	0.006220
1	X	19.521	4.20	0.004648

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 87 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°05

Nivel	Dirección	Desplazamiento		Distorsiones inelástica 0.75*R
		Δ (mm)	hi (m)	
6	Y	66.255	2.80	0.002814
5	Y	58.377	2.80	0.003424
4	Y	48.790	2.80	0.004056
3	Y	37.434	2.80	0.004455
2	Y	24.959	2.80	0.004417
1	Y	12.592	4.20	0.002998

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°06 - VSVP (Lv= 2.80m) y VSVS (Lv= 1.20m)

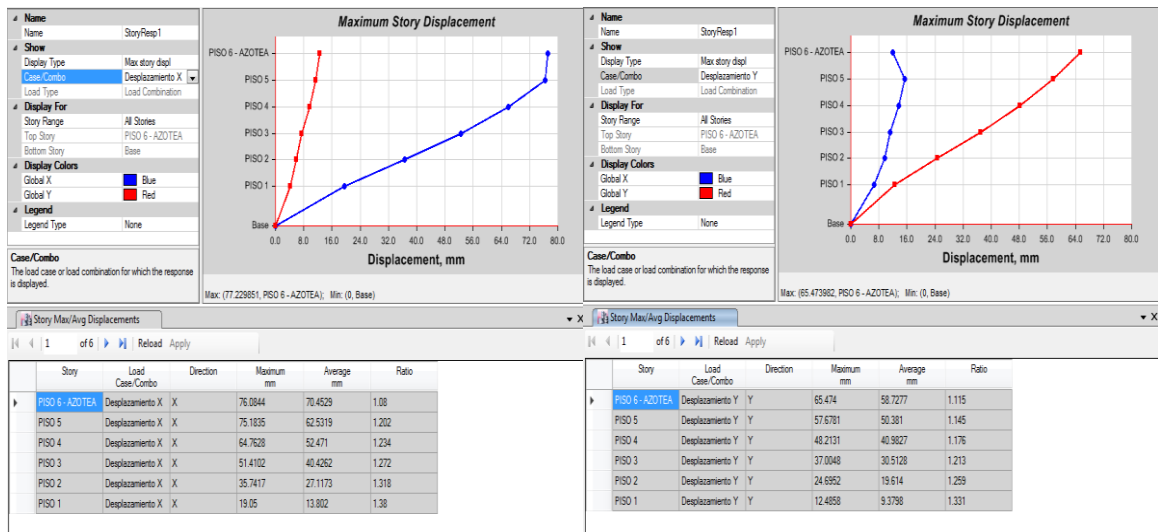


Fig. N° 4. 36 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°06

Tabla 88 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°06

Nivel	Dirección	Desplazamiento Δ (mm)	hi (m)	Distorsiones inelástica $0.75 \cdot R$
6	X	76.084	2.80	0.000322
5	X	75.184	2.80	0.003722
4	X	64.763	2.80	0.004769
3	X	51.410	2.80	0.005596
2	X	35.742	2.80	0.005961
1	X	19.050	4.20	0.004536

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 89 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°06

Nivel	Dirección	Desplazamiento Δ (mm)	hi (m)	Distorsiones inelástica $0.75 \cdot R$
6	Y	65.474	2.80	0.002784
5	Y	57.678	2.80	0.003380
4	Y	48.213	2.80	0.004003
3	Y	37.005	2.80	0.004396
2	Y	24.695	2.80	0.004361
1	Y	12.486	4.20	0.002973

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°07 - VSVP (Lv= 3.20m) y VSVS (Lv= 1.35m)

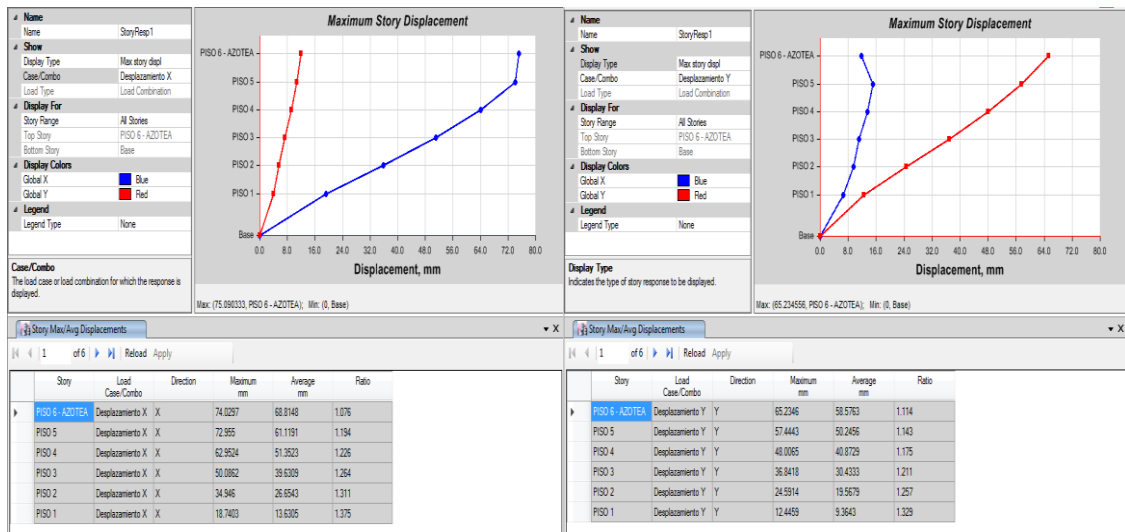


Fig. N° 4. 37 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°07

Tabla 90 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°07

Nivel	Dirección	Desplazamiento		Distorsiones inelástica 0.75*R
		Δ (mm)	hi (m)	
6	X	74.030	2.80	0.000384
5	X	72.955	2.80	0.003572
4	X	62.952	2.80	0.004595
3	X	50.086	2.80	0.005407
2	X	34.946	2.80	0.005788
1	X	18.740	4.20	0.004462

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 91 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°07

Nivel	Dirección	Desplazamiento		Distorsiones inelástica 0.75*R
		Δ (mm)	hi (m)	
6	Y	65.235	2.80	0.002782
5	Y	57.444	2.80	0.003371
4	Y	48.007	2.80	0.003987
3	Y	36.842	2.80	0.004375
2	Y	24.591	2.80	0.004338
1	Y	12.446	4.20	0.002963

Fuente: Elaboración Propia.

CASO N°08 VSCP (0.30x0.70m) y VSCS (0.25x0.20m)

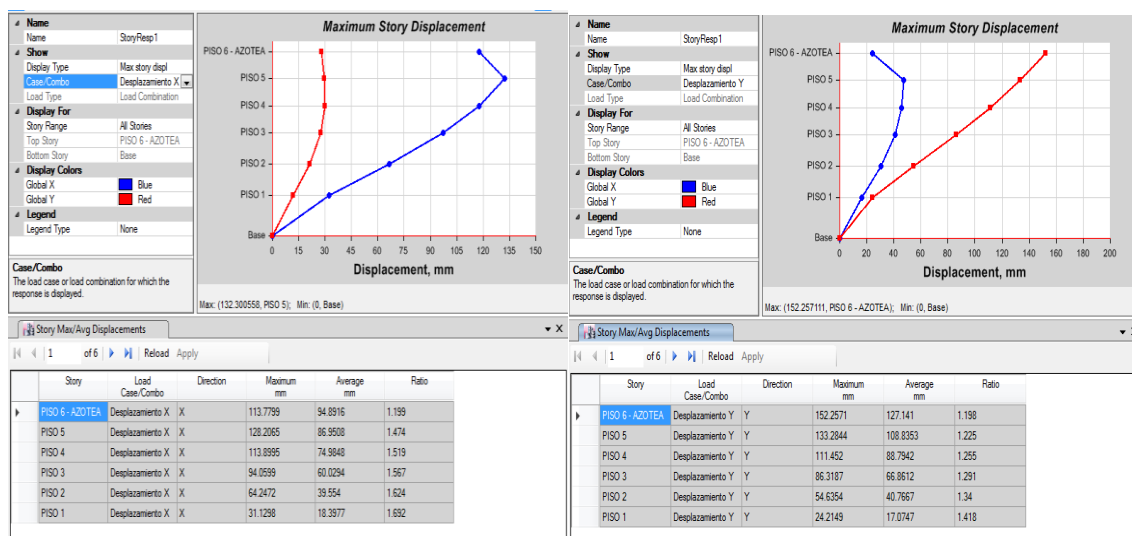


Fig. N° 4. 38 Desplazamientos Laterales Máximos, Sismo en X e Y - CASO N°08.

Tabla 92 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo X - Caso N°08

Nivel	Dirección	Desplazamiento	hi (m)	Distorsiones inelástica
		Δ (mm)		$0.75 \cdot R$
6	X	133.780	2.80	0.001991
5	X	128.207	2.80	0.005110
4	X	113.900	2.80	0.007086
3	X	94.060	3.20	0.009316
2	X	64.247	3.20	0.010349
1	X	31.130	4.20	0.007412

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 93 Desplazamientos y distorsiones de entrepiso para el Sismo Y - Caso N°01

Nivel	Dirección	Desplazamiento	hi (m)	Distorsiones inelástica
		Δ (mm)		$0.75 \cdot R$
6	Y	152.257	2.80	0.006776
5	Y	133.284	2.80	0.007797
4	Y	111.452	2.80	0.008976
3	Y	86.319	3.20	0.009901
2	Y	54.635	3.20	0.009506
1	Y	24.215	4.20	0.005765

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de Resultados sobre el Peso Sísmico de la Estructura

A. En lo referente a los resultados de peso sísmico, se analiza en referencia al Caso N°08 ya que este cuenta con las vigas de sección constante, y en los resultados del presente proyecto de investigación se encontró que: Hay una reducción máxima del 0.52% (3.14 Ton) del peso de la sísmico de la estructura, esta se debe a la reducción del peralte hacia el centro de la luz típico de las vigas de sección constante las cuales se presentaron en los pórticos del sentido x e y. Se muestra en Tabla 94.

Tabla 94 Porcentajes de Reducción del Peso Sísmico de la Estructura

Caso	Descripción	Peso Sísmico de la Estructura (Ton)	% de Variación en referencia al Caso 8
Caso 1	VSVP (Lv= 1.15m) y VSVS (Lv= 0.40m)	599.58	0.52%
Caso 2	VSVP (Lv= 1.45m) y VSVS (Lv= 0.50m)	602.28	0.07%
Caso 3	VSVP (Lv= 1.60m) y VSVS (Lv= 0.70m)	603.25	-0.09%
Caso 4	VSVP (Lv= 2.00m) y VSVS (Lv= 0.85m)	606.22	-0.58%
Caso 5	VSVP (Lv= 2.40m) y VSVS (Lv= 1.00m)	609.19	-1.07%
Caso 6	VSVP (Lv= 2.80m) y VSVS (Lv= 1.20m)	612.21	-1.58%
Caso 7	VSVP (Lv= 3.20m) y VSVS (Lv= 1.35m)	614.71	-1.99%
Caso 8	VSCP (0.30x0.70m) y VSCS (0.25x0.20m)	602.71	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

B. Al haber variación del peso sísmico de la estructura, al aplicarse la fórmula $ZUCS/R * P$, se presenta las variaciones en la cortante en la base de la estructura por ser directamente proporcionales. Y también se cuenta con una variación máxima del 0.52% (0.39 Ton), en el cortante en la base de la estructura y se muestra en el Tabla 95.

Tabla 95 Porcentajes de Reducción del Cortante en la Base de la Estructura

Caso	Descripción	Cortante en la Base de la Estructura (Ton)	% de Variación en referencia al Caso 8
Caso 1	VSVP (Lv= 1.15m) y VSVS (Lv= 0.40m)	75.42	0.52%
Caso 2	VSVP (Lv= 1.45m) y VSVS (Lv= 0.50m)	75.76	0.07%
Caso 3	VSVP (Lv= 1.60m) y VSVS (Lv= 0.70m)	75.88	-0.09%
Caso 4	VSVP (Lv= 2.00m) y VSVS (Lv= 0.85m)	76.25	-0.58%
Caso 5	VSVP (Lv= 2.40m) y VSVS (Lv= 1.00m)	76.62	-1.07%
Caso 6	VSVP (Lv= 2.80m) y VSVS (Lv= 1.20m)	77.00	-1.58%
Caso 7	VSVP (Lv= 3.20m) y VSVS (Lv= 1.35m)	77.32	-1.99%
Caso 8	VSCP (0.30x0.70m) y VSCS (0.25x0.20m)	75.81	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

5.2. Discusión de Resultados sobre la Distribución de Fuerzas en Altura.

A. Al tener la variación del cortante en la base se realizó una redistribución de la Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura para cada caso de análisis.

5.3. Discusión de Resultados sobre los Esfuerzos Internos Máximos (Fuerza Cortante y Momento Flector) – Por Envolvente y Combinaciones de Cargas.

Se analiza en referencia al Caso N°08 ya que este cuenta con las vigas de sección constante y es el planteamiento original del proyecto, se tomaron valores máximos y mínimos de los esfuerzos internos presentados en cada caso para análisis de los resultados.

A. VIGAS PRINCIPALES

- Los esfuerzos cortantes máximos del Pórtico Principal 2 se obtuvieron mediante la Combinación de Carga 1 (COMB.1 - 1.4D+1.7L) para el Piso 1 al Piso 5, y en el Piso 6 mediante COMB.3 - 1.25D+1.25L-1EX) en todos los casos en investigación. Y estos se muestran en la Tabla 96.

Tabla 96 Resultados del Esfuerzo Cortante en el pórtico principal 2 para cada tipo de Caso

Nivel	Caso 8	Caso 7	Caso 6	Caso 5	Caso 4	Caso 3	Caso 2	Caso 1	% Vari.
Piso 1	24.47	22.61	22.55	22.50	22.46	22.42	22.41	22.36	8.62%
Piso 2	24.85	22.96	22.90	22.84	22.80	22.75	22.72	22.66	8.82%
Piso 3	24.85	22.80	22.74	22.68	22.63	22.59	22.56	22.51	9.40%
Piso 4	24.94	22.79	22.73	22.67	22.63	22.58	22.55	22.49	9.83%
Piso 5	25.06	22.83	22.77	22.71	22.66	22.60	22.58	22.52	10.12%
Piso 6	8.90	7.37	7.32	7.26	7.20	7.14	7.12	7.08	20.47%

(+) Promedio de Reducción = 11.21%

Fuente: Elaboración Propia.

Y gráficamente se observar en la Fig. N° 5.1

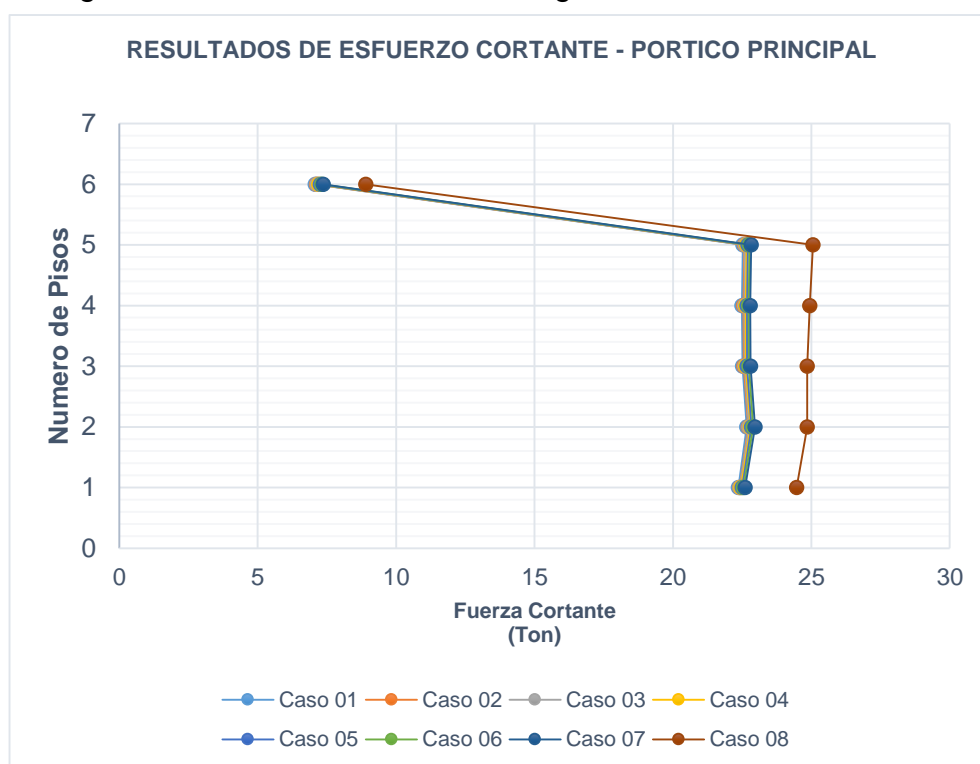


Fig. N° 5. 1 Resultados del Esfuerzo Cortante Pórtico Principal 2, para cada tipo de caso.

De los resultados expresados en la Tabla 96 y en la Fig. N° 5.1, se evidencia que para los 7 casos analizados el esfuerzo cortante disminuye en todos los Pisos de la Estructura llegando a su máximo valores en el Caso 1 y con una disminución en promedio de 11.21%, esta disminución va de forma progresiva de mayor a menor longitud de variación del peralte de las vigas de sección variable y al ángulo de variación del peralte que va de menor a mayor

- Los momentos máximos negativos del Pórtico Principal 2 se obtuvieron mediante la Combinación de Carga 1 (COMB.1 - 1.4D+1.7L) para el Piso 1 al Piso 5, y en el Piso 6 mediante (COMB.3 - 1.25D+1.25L-1EX) con intervención de la fuerza sísmica. Y se detalla en la Tabla 97.

Tabla 97 Resultados de los Momentos Máximos Negativos en el pórtico principal 2 para cada tipo de Caso

Nivel	Caso 8	Caso 7	Caso 6	Caso 5	Caso 4	Caso 3	Caso 2	Caso 1	% Vari.
Piso 1	-31.79	-32.41	-32.88	-33.05	-32.95	-32.26	-32.33	-31.74	0.17%
Piso 2	-36.85	-36.11	-36.36	-36.30	-35.97	-35.34	-35.02	-34.25	7.05%
Piso 3	-34.24	-34.98	-35.27	-35.27	-34.99	-34.43	-34.13	-33.41	2.41%
Piso 4	-32.73	-35.46	-35.72	-35.64	-35.38	-34.78	-34.48	-33.74	-3.07%
Piso 5	-31.24	-34.77	-35.08	-35.09	-34.82	-34.27	-33.97	-33.25	-6.42%
Piso 6	-14.85	-14.29	-14.25	-14.15	-13.98	-13.78	-13.68	-12.47	16.02%

(+) Promedio de Reducción = 6.41% y (-) Promedio de Incremento = 4.75%
Promedio Total = 2.69%

Fuente: Elaboración Propia.

Y gráficamente se observar en la Fig. N° 5.2.

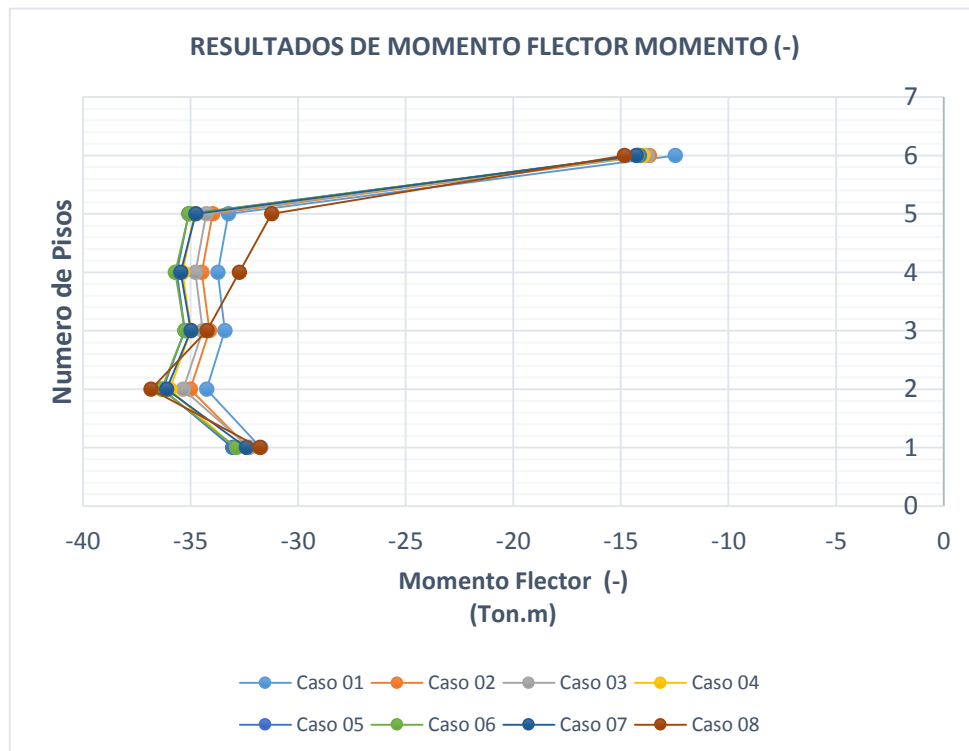


Fig. N° 5. 2 Resultados de los Momentos Máximos Negativos Pórtico Principal 2, para cada tipo de caso.

De los resultados expresados en la Tabla 97 y del Fig. N° 5.2, se evidencia que:

Para los Pisos 1,2,3 y 6 se tiene una disminución en el momento negativo en promedio 6.41%, mientras que para el resto de Pisos se tiene un incremento en promedio de 4.75% del momento negativo, así mismo el promedio total es de 2.69% para el momento negativo. En referencia los valores mínimos obtenidos del Caso 1 que cuenta con una Longitud de Variación del Peralte 1.15m y un ángulo de variación del peralte de 15 grados sexagesimales.

- Los momentos máximos positivos del Pórtico Principal 2 se obtuvieron mediante la Combinación de Carga 1 (COMB.1 - 1.4D+1.7L) para el Piso 1 al Piso 5, y en el Piso 6 mediante (COMB.3 - 1.25D+1.25L-1EX) con intervención de la fuerza sísmica. Y se detalla en la Tabla 98.

Tabla 98 Resultados de los Momentos Máximos Positivos en el pórtico principal 2 para cada tipo de Caso

Nivel	Caso 8	Caso 7	Caso 6	Caso 5	Caso 4	Caso 3	Caso 2	Caso 1	% Vari.
Piso 1	23.25	13.93	13.30	13.02	13.05	13.38	13.57	14.04	44.01%
Piso 2	20.28	11.10	10.69	10.61	10.84	11.33	11.59	12.19	47.68%
Piso 3	20.86	11.89	11.43	11.29	11.46	11.90	12.13	12.70	45.88%
Piso 4	19.67	11.43	10.99	10.88	11.08	11.55	11.79	12.37	44.70%
Piso 5	20.89	12.20	11.71	11.55	11.70	12.13	12.34	12.90	44.71%
Piso 6	6.71	3.62	3.46	3.41	3.45	3.57	3.64	3.81	49.18%

(+) Promedio de Reducción = 46.03%

Fuente: Elaboración Propia.

De los resultados expresados en la Tabla 98 y en la Fig. N° 5.3, se evidencia que los 7 casos analizados presentaron una disminución del Momento Flector Positivo y para el Caso 5 llegó a sus valores más bajos en todos los niveles de la edificación, disminuyendo en promedio hasta un 46.03%.

Cabe resaltar el Caso 5 considera una Longitud de Variación del peralte de 2.40m cerca a los tercios de la luz de la viga y un ángulo de variación del peralte de 7.20 grados sexagesimales.

Y gráficamente se observar en la Fig. N° 5.3.

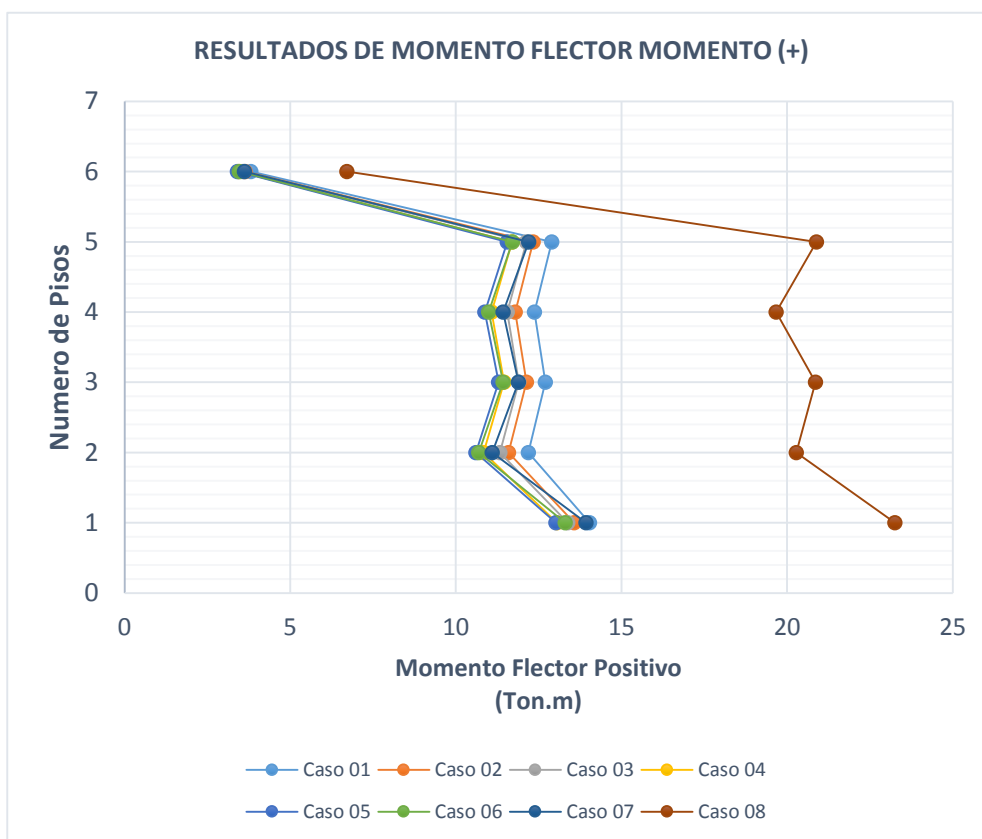


Fig. N° 5. 3 Resultados de los Momentos Máximos Positivos Pórtico Principal 2, para cada tipo de caso.

B. VIGAS SECUNDARIAS

- Los Esfuerzos Cortantes, Momento Flector Negativo y Positivo del Pórtico Secundario A, se obtuvieron mediante la Combinación de Carga 9 (COMB.8 - 0.9D - 1E Y) en todos los Casos en investigación. Y estos se detalla en la Tabla 99.

Tabla 99 Resultados del Esfuerzo Cortante en el pórtico secundario A para cada tipo de Caso

Nivel	Caso 8	Caso 7	Caso 6	Caso 5	Caso 4	Caso 3	Caso 2	Caso 1	% Vari.
Piso 1	3.45	4.98	5.00	5.05	5.04	5.00	4.87	4.76	-37.86%
Piso 2	4.01	5.47	5.50	5.56	5.57	5.56	5.45	5.35	-33.37%
Piso 3	3.89	5.10	5.13	5.18	5.19	5.18	5.11	5.03	-29.39%
Piso 4	3.50	4.38	4.39	4.43	4.44	4.44	4.39	4.31	-23.08%
Piso 5	3.03	3.46	3.46	3.49	3.50	3.51	3.50	3.46	-14.32%
Piso 6	3.08	2.67	2.66	2.67	2.67	2.69	2.74	2.75	13.62%

(+) Promedio de Reducción = 13.62% y (-) Promedio de Incremento = 27.60%

Fuente: Elaboración Propia.

Y gráficamente se observar en la Fig. N° 5.4.

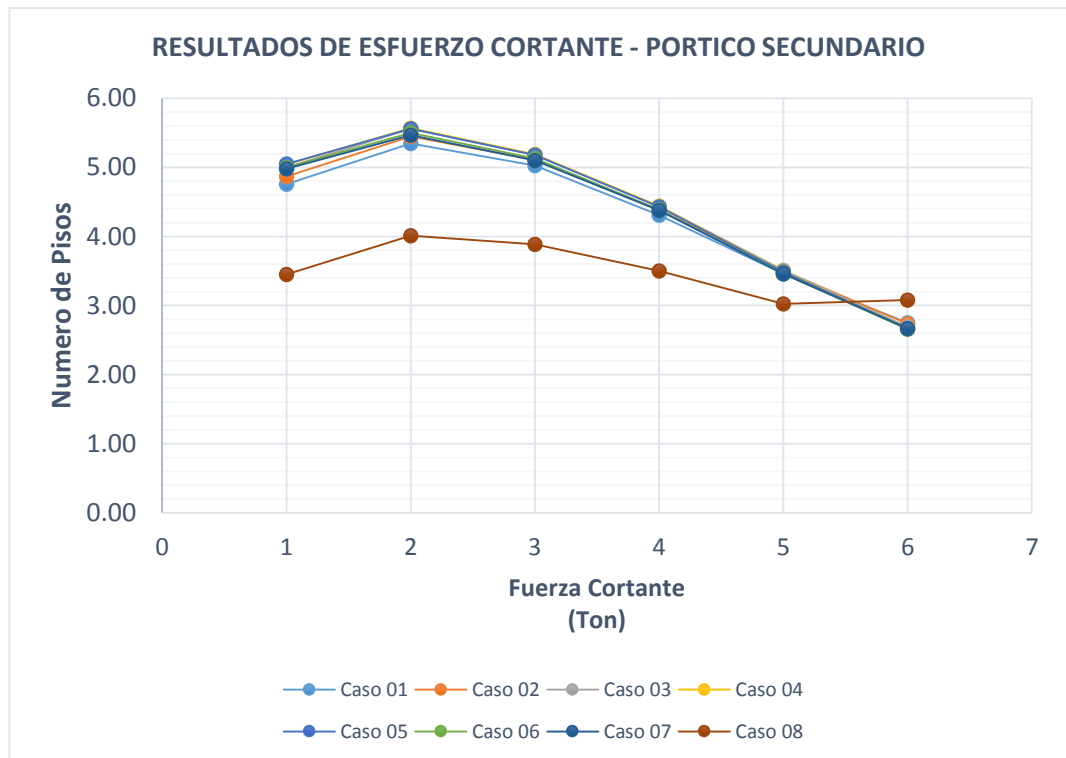


Fig. N° 5. 4 Resultados del Esfuerzo Cortante Pórtico Secundario A, para cada tipo de caso.

De los resultados expresados en la Tabla 99 y en la Fig. N° 5.4, se visualiza que, en todos los Casos el esfuerzo cortante tiende a incrementarse en los Pisos 1,2,3,4 y 5 en promedio de 27.60% y estos presentan valores muy cercanos en cada caso de análisis. Así mismo para el Piso 6 se obtuvieron valores en reducción en promedio del 13.62%.

Así mismo se tuvo valores cercanos en los 7 casos de análisis.

Tabla 100 Resultados de los Momentos Máximos Negativos en el pórtico secundario A para cada tipo de Caso

Nivel	Caso 8	Caso 7	Caso 6	Caso 5	Caso 4	Caso 3	Caso 2	Caso 1	% Vari.
Piso 1	2.16	4.23	4.24	4.28	4.26	4.17	3.94	3.78	-75.10%
Piso 2	2.57	4.60	4.63	4.68	4.67	4.60	4.38	4.22	-64.52%
Piso 3	2.50	4.32	4.34	4.38	4.37	4.31	4.12	3.99	-59.81%
Piso 4	2.27	3.70	3.70	3.74	3.73	3.69	3.55	3.45	-51.78%
Piso 5	2.02	2.91	2.90	2.93	2.93	2.89	2.83	2.75	-36.18%
Piso 6	1.70	2.21	2.21	2.22	2.21	2.20	2.18	2.14	-25.58%

(-) Promedio de Incremento = 52.16%

Fuente: Elaboración Propia.

Y gráficamente se observar en la Fig. N° 5.5.

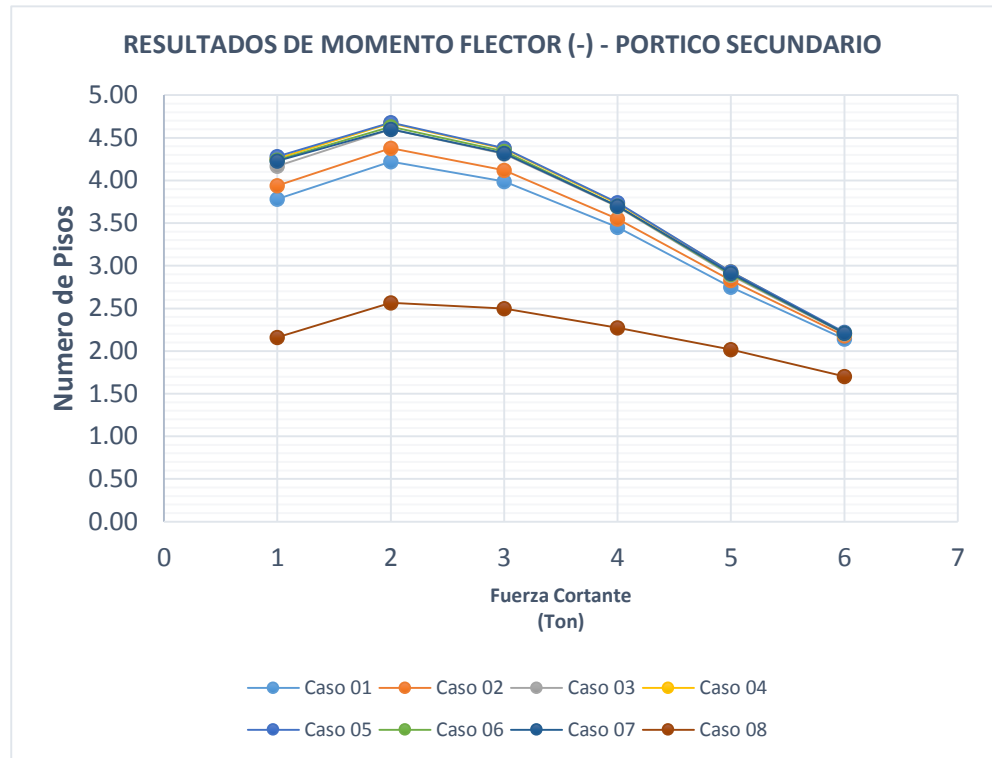


Fig. N° 5. 5 Resultados de los Momentos Máximos Negativos Pórtico Secundario A, para cada tipo de caso.

De los resultados expresados en la Tabla 100 y en la Fig. N° 5.5, se observa que en todos los Casos el Momento Negativo se incrementa para todos los niveles de la edificación, este incremento en promedio es de 52.16% comparados en los valores mínimos de incremento que es para el Caso 1.

Así mismo se tuvo valores cercanos en los 7 casos de análisis. Los valores máximos de incrementos lo presentan el Caso 5.

Tabla 101 Resultados de los Momento Máximos Positivo en el pórtico secundario A para cada tipo de Caso

Nivel	Caso 8	Caso 7	Caso 6	Caso 5	Caso 4	Caso 3	Caso 2	Caso 1	% Vari.
Piso 1	1.95	4.04	4.06	4.09	4.08	3.99	3.76	3.61	-85.19%
Piso 2	2.31	4.43	4.46	4.51	4.50	4.43	4.21	4.06	-75.52%
Piso 3	2.18	4.15	4.16	4.10	4.19	4.13	3.96	3.83	-75.75%
Piso 4	1.90	3.53	3.53	3.57	3.56	3.51	3.38	3.28	-72.51%
Piso 5	1.69	2.75	2.75	2.77	2.76	2.73	2.66	2.60	-54.27%
Piso 6	1.46	2.14	2.14	2.15	2.14	2.14	2.11	2.08	-42.55%

(-) Promedio de Incremento = -67.63%

Fuente: Elaboración Propia.

Y gráficamente se observar en la Fig. N° 5.6.

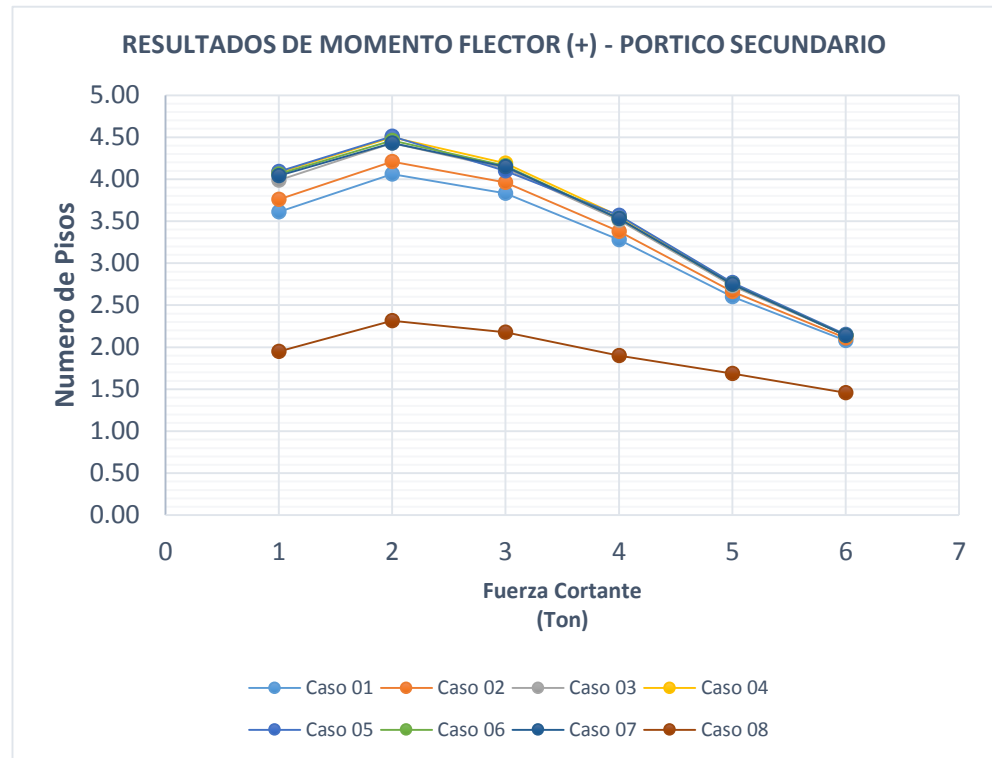


Fig. N° 5. 6 Resultados de los Momentos Máximos Positivo Pórtico Secundario A, para cada tipo de caso.

De los resultados expresados en el Tabla 101 y en la Fig. N° 5.5, se observa que en todos los Casos el Momento Positivo se incrementa para todos los niveles de la edificación, este incremento en promedio es de 67.63% comparados en los valores mínimos de incremento que es para el Caso 1.

Así mismo se tuvo valores cercanos en los 7 casos de análisis. Los valores máximos de incrementos lo presentan el Caso 5.

5.4. Discusión de Resultados sobre Desplazamientos Laterales y Distorsiones de Entrepisos.

Se analiza en referencia al Caso N°08 ya que este cuenta con las vigas de sección contante y es el planteamiento original del proyecto, a continuación, se presenta los resúmenes de desplazamiento laterales y distorsiones de entrepisos para el Sismo en X e Y.

Tabla 102 Desplazamiento Lateral para el Sismo en X por cada Caso

	Caso 8	Caso 7	Caso 6	Caso 5	Caso 4	Caso 3	Caso 2	Caso 1
Nivel	Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)
6	133.780	74.030	76.084	79.338	83.786	89.870	92.730	98.664
5	128.207	72.955	75.184	78.547	83.096	89.249	92.267	98.307
4	113.900	62.952	64.763	67.485	71.163	76.111	78.594	83.436
3	94.060	50.086	51.410	53.396	56.082	59.674	61.528	65.035
2	64.247	34.946	35.742	36.937	38.561	40.725	41.881	43.993
1	31.130	18.740	19.050	19.521	20.172	21.043	21.531	22.386

Fuente: Elaboración Propia.

Y gráficamente se observa en la Fig. 5.7.

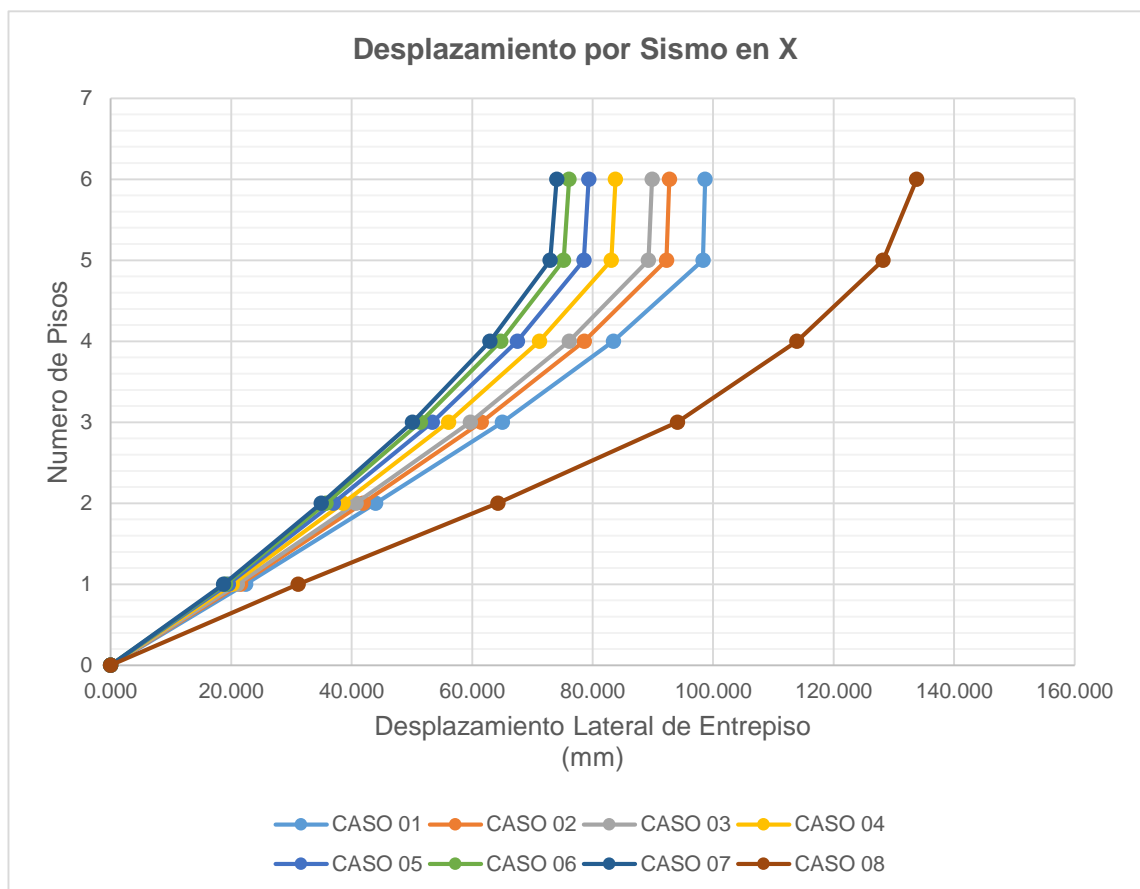


Fig. N° 5. 7 Desplazamiento Lateral para el Sismo en X

Tabla 103 Desplazamiento Lateral para el Sismo en Y por cada Caso

	Caso 8	Caso 7	Caso 6	Caso 5	Caso 4	Caso 3	Caso 2	Caso 1
Nivel	Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)
6	152.257	65.235	65.474	66.255	67.534	69.661	73.560	76.166
5	133.284	57.444	57.678	58.377	59.502	61.349	64.647	66.882
4	111.452	48.007	48.213	48.790	49.720	51.229	53.860	55.673
3	86.319	36.842	37.005	37.434	38.132	39.248	41.152	42.486
2	54.635	24.591	24.695	24.959	25.395	26.085	27.245	28.067
1	24.215	12.446	12.486	12.592	12.775	13.064	13.556	13.903

Fuente: Elaboración Propia.

Y gráficamente se observa en la Fig. 5.8.

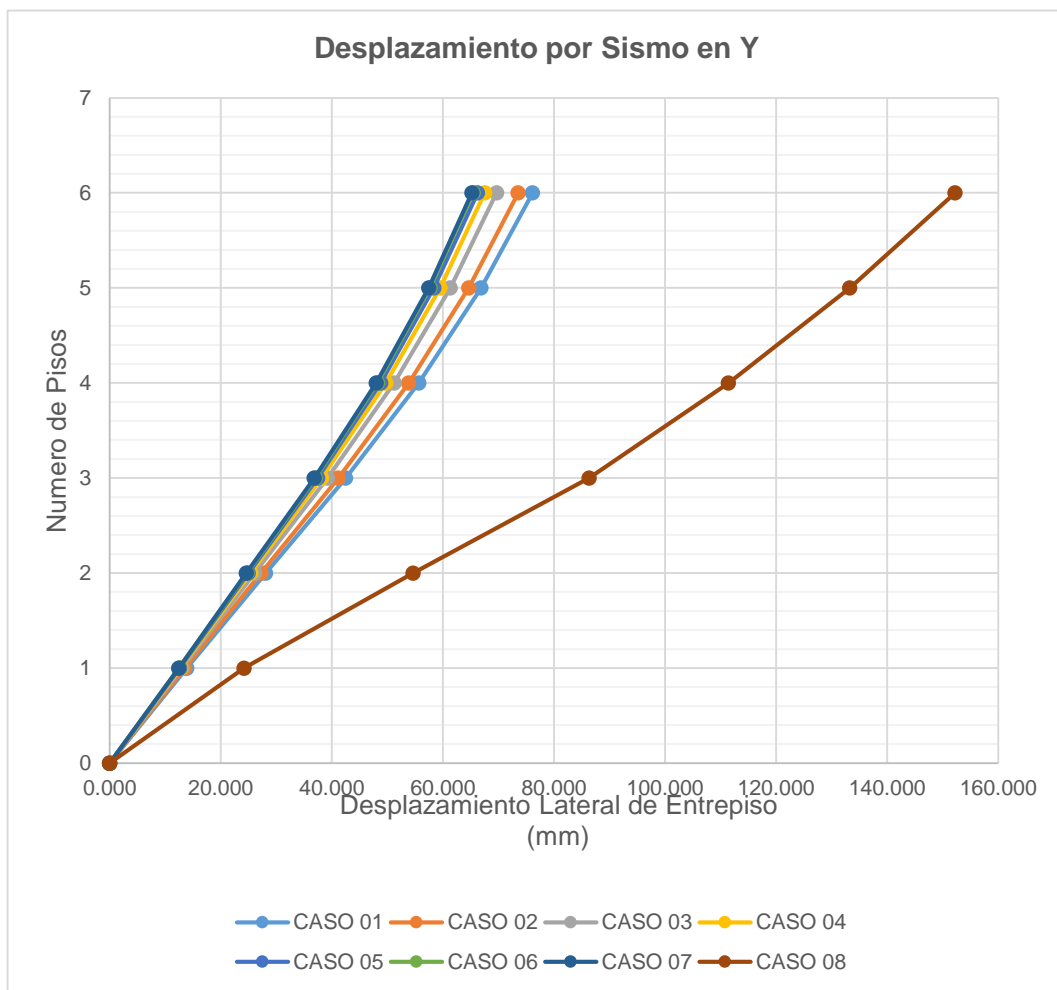


Fig. Nº 5. 8 Desplazamiento Lateral para el Sismo en Y

Tabla 104 Distorsiones de Entrepiso para el Sismo en X por cada Caso

	Caso 8	Caso 7	Caso 6	Caso 5	Caso 4	Caso 3	Caso 2	Caso 1
6	0.001991	0.000384	0.000322	0.000282	0.000247	0.000222	0.000165	0.000127
5	0.005110	0.003572	0.003722	0.003951	0.004262	0.004692	0.004883	0.005311
4	0.007086	0.004595	0.004769	0.005032	0.005386	0.005870	0.006095	0.006572
3	0.009316	0.005407	0.005596	0.005878	0.006257	0.006768	0.007017	0.007515
2	0.010349	0.005788	0.005961	0.006220	0.006567	0.007029	0.007268	0.007717
1	0.007412	0.004462	0.004536	0.004648	0.004803	0.005010	0.005126	0.005330

Fuente: Elaboración Propia.

Y gráficamente se observa en la Fig. 5.9.

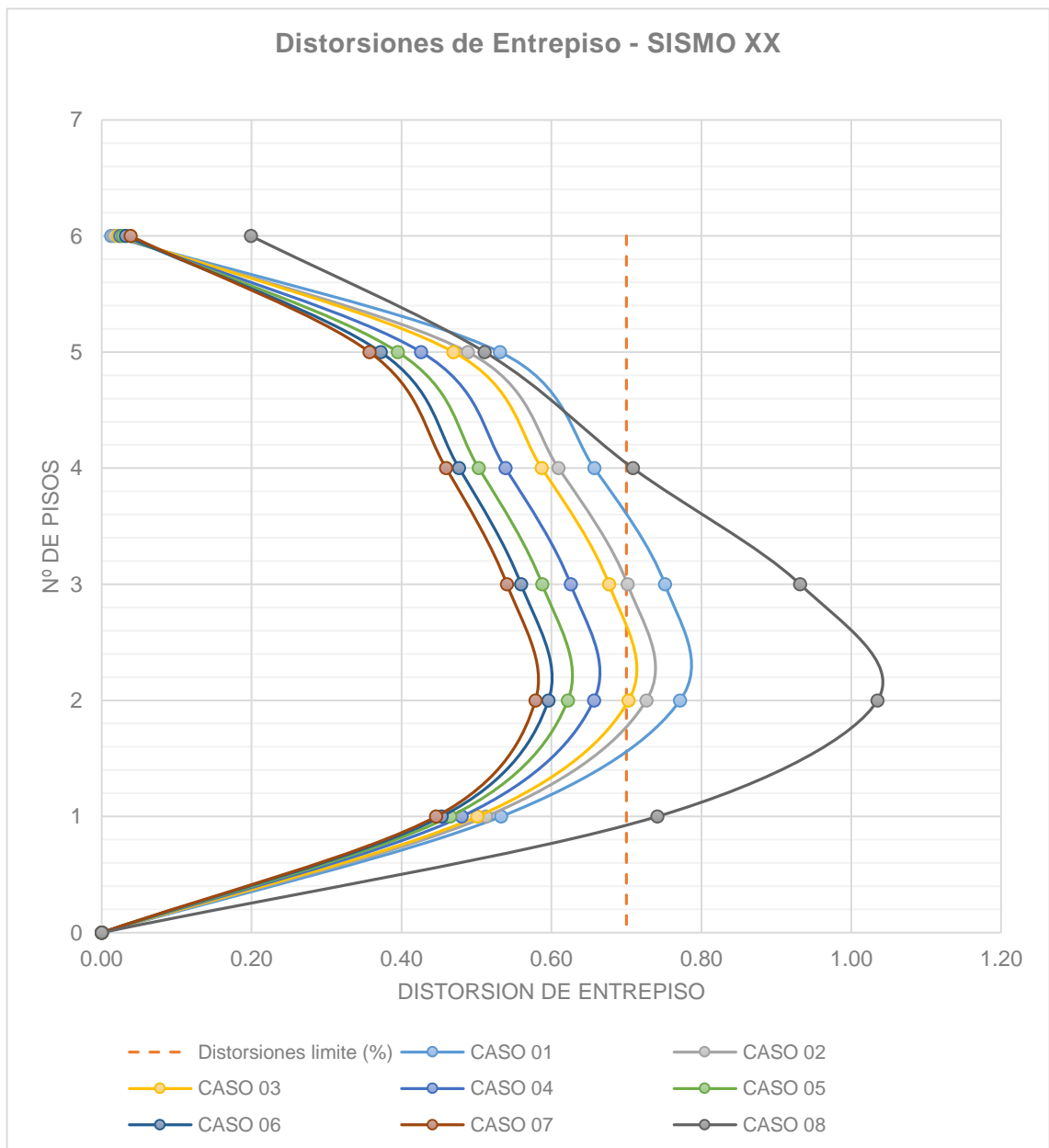


Fig. Nº 5. 9 Distorsiones de entrepiso para el sismo en X.

Tabla 105 Distorsiones de Entrepiso para el Sismo en Y por cada Caso

	Caso 8	Caso 7	Caso 6	Caso 5	Caso 4	Caso 3	Caso 2	Caso 1
6	0.006776	0.002782	0.002784	0.002814	0.002868	0.002969	0.003183	0.003316
5	0.007797	0.003371	0.003380	0.003424	0.003494	0.003614	0.003852	0.004003
4	0.008976	0.003987	0.004003	0.004056	0.004139	0.004279	0.004539	0.004710
3	0.009901	0.004375	0.004396	0.004455	0.004549	0.004701	0.004967	0.005150
2	0.009506	0.004338	0.004361	0.004417	0.004507	0.004650	0.004889	0.005059
1	0.005765	0.002963	0.002973	0.002998	0.003042	0.003111	0.003228	0.003310

Fuente: Elaboración Propia.

Y gráficamente se observa en la Fig. 5.10.

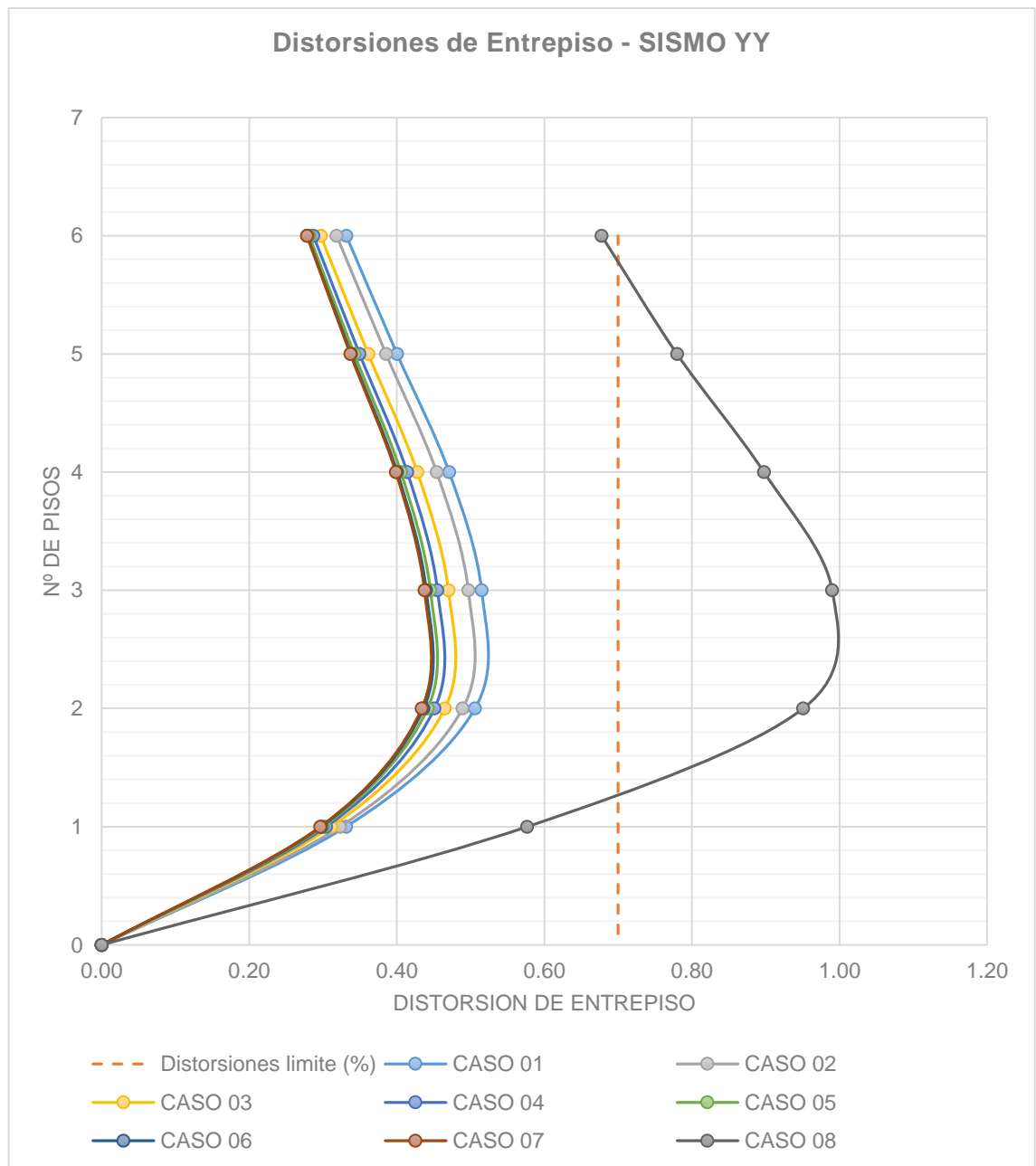


Fig. Nº 5. 10 Distorsiones de entrepiso para el sismo en Y.

De los resultados expresados en las Tablas 102, 103, 104 y 105 y en las Fig. N° 5.7, 5.8, 5.9, 5.10 para el Sismo en X e Y, para los desplazamientos y distorsiones de entrepiso se tiene que:

1. El planteamiento original del proyecto presentó los mayores desplazamientos laterales para el Sismo en X e Y.
2. Debido a los desplazamientos del planteamiento original del proyecto para el Sismo X en los Pisos 1,2,3 y 4 y para el Sismo Y en los Pisos 2,3,4 y 5 no cumplen con los límites máximos de distorsión de entrepisos establecidos en la N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente vigente.
3. Se logró controlar los con las vigas de sección variable los desplazamientos para el SISMO X en referencia al Caso 4 hasta en promedio 37.61% y para el SISMO Y en 48.64%.
4. Para el del Sismo X e Y, al reducir la longitud de sección variable y aumentar el ángulo de variación del peralte de las vigas de sección variable tienden a incrementarse gradualmente el desplazamiento lateral del entrepiso.
5. Para el Sismo en X, del Caso 7 al Caso 4 se conservaron todos los niveles dentro de los límites máximos de distorsión de entrepisos especificados en la norma E.030 Diseño Sismo Resistente. Y para los Casos 3 al 1, los Pisos 2 y 3 sobrepasaron los límites máximos de distorsión.
6. Para el Sismo en Y, del Caso 7 al Caso 1 se conservaron todos los niveles dentro de los límites máximos de distorsión de entrepisos especificados en la norma E.030 Diseño Sismorresistente. Esto se debe a la cantidad de elementos estructurales en esta dirección que aportan mayor rigidez en este sentido a diferencia del sentido contrario.
7. Para el Sismo en Y, el Caso 1 presentó los máximos resultados de las distorsiones del entrepiso, pero se conservaron todos los niveles dentro de los límites máximos de distorsión de entrepisos especificados en la norma E.030 Diseño Sismo Resistente.
8. Del análisis de los resultados de diferentes casos se tiene para la estructura que, al reducir la longitud de variación del peralte e incrementar el ángulo de variación del peralte, que va para las vigas

principales del Caso 7 con una longitud de variación 3.20m con un ángulo de 5.39 grados hasta el Caso 1 que tiene 1.15m de longitud de variación del peralte con 15 grados de variación del ángulo del peralte. Y para las vigas secundarias del Caso 7 con una longitud de variación 1.35m con un ángulo de 4.25 grados de variación del peralte hasta el Caso 1 que tiene 0.40m con 15 grados. En ambos casos nos llevó a evaluar el aporte de rigidez que brinda cada tipo de caso analizado.

9. A contrastar con la teoría se confirma que la variación juiciosa del peralte proporciona beneficios estructurales.

CONCLUSIONES

1. Las vigas de sección variable influyen positivamente en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar modificando la respuesta de distribución de esfuerzos internos y la respuesta ante las acciones sísmicas como el aporte de rigidez lateral para el control de desplazamiento laterales y distorsiones del entrepiso para cada caso analizado de vigas de sección variable.
2. La luz de la viga en el comportamiento estructural en una vivienda multifamiliar favorece exhibiendo reducciones en los esfuerzos internos hasta en promedio del 19.98% para las vigas de sección variable principales y por lo contrario describe un sobreesfuerzo en los esfuerzos internos de las vigas de sección variable secundarias en promedio del 49.13%, para los esfuerzos internos de la fuerza cortante, momento flector negativo y positivo.
3. La longitud de variación del peralte de las vigas de sección variable influye, para el caso de las vigas de sección variable principales reduciendo el esfuerzo cortante hasta un máximo 11.21% para el Caso 1, incrementando el momento negativo máximo 4.75% en el Caso 1, y la reducción más apreciable se denota en el momento positivo que exhibe una reducción máxima del 46.03% en el Caso 5. Y para las de vigas de sección variable secundarias el esfuerzo cortante tiene un incremento mínimo del 27.60% para el Caso 1, el momento negativo tiene un incremento mínimo del 52.16% para el Caso 1, y el momento positivo exhibe un incremento mínimo del 67.63% para el Caso 1. Para los desplazamientos máximos y distorsiones máximas del entrepiso a mayor longitud de 1.60m de variación de peralte para el Sismo en X tienden a conservar los límites de distorsión, y para el Sismo Y en todos los casos se conservaron dentro de los límites de distorsión.
4. Al incrementarse el ángulo de variación del peralte hasta 15 grados el esfuerzo cortante se reduce hasta un máximo 11.21% en el Caso 1, el momento negativo tiende a incrementarse hasta 4.75% en el Caso 1, y en un ángulo

medio de 7.20 grados exhibe la máxima reducción del momento positivo en 46.03% para el Caso 5.

Y para el caso de las vigas de sección variable secundarias al incrementarse el ángulo de variación del peralte presenta los valores mínimos de incremento en los esfuerzos internos máximos.

Para los desplazamientos máximos y distorsiones máximas del entrepiso para ángulos menores a 10.se mantuvieron dentro de los límites para el Sismo X y para el Sismo Y en todos los casos se conservaron dentro de los límites de distorsión.

RECOMENDACIONES

A continuación, se menciona algunas recomendaciones que se deberían considerarse al momento de analizar vigas de sección variable.

1. Difundir información relacionada con las vigas de sección variable, considerando diferentes geométricas para luego evaluarlas. Esto permitirá tener una base de datos que permita evaluar y comparar los resultados con diferentes factores de relaciones en la geometría.
2. Evaluar aspectos sobre la geometría a emplear en las vigas de sección variable ya que por están estrechamente relacionadas con el desempeño estructural favorables en el desempeño de una estructura ante las sollicitaciones de cargas.
3. Evaluar el empleo de vigas de sección variable en luces cortas ya que por lo descrito en la presente investigación estos exhiben sobreesfuerzos mínimos cerca del 50% en los esfuerzos internos.
4. Verificar y controlar los desplazamientos máximos y las distorsiones de los entrepisos en el uso de las vigas de sección variable y en especial para longitudes de variación del peralte en vigas de sección variable menores a $0.25xL$.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Archundia, H., Colunga, A., & González, O. (2005) Mecanismos De Resistencia Y Deformación A Cortante De Trabes Acarteladas De Concreto Reforzado, Estudio Experimental De Cortante Estático En Trabes Acarteladas De Concreto Reforzado. Reporte de Investigación. Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- [2] Archundia, H. (2013) Recomendaciones de Diseño a Cortante para Trabes Acarteladas de Concreto Reforzado. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- [3] Profesores de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. Departamento de Materiales. (2015) Diseño Racional A Cortante De Trabes Acarteladas De Concreto Reforzado. Recuperado de Enero a Junio 2015, de la base de datos de Concreto Y Cemento. Investigación Y Desarrollo, Vol. 6 Núm. 2, De La Pág. 2 A La 29, México. En Línea. <http://www.redalyc.org/html/3612/361235333001/>
- [4] Pinto, R. (2012) Evaluación Del Uso De Las Vigas Acarteladas De Concreto Armado. Tesis de Ingeniero. Universidad Central de Venezuela, Venezuela.
- [5] Montilla, R. & Simeone, P. (2015). Comportamiento Estructural De Edificios Aporticadas En Concreto Armado Con Vigas De Sección Variable. Tesis de Ingeniero, Universidad Autónoma Metropolitana, Venezuela.
- [6] Campaña, J. A. (2015). Análisis Comparativo De Los Sistemas Estructurales: Aporticado Y Muros Portantes, Edificio De 10 Pisos En Quito. Tesis de Ingeniero. Universidad Central Del Ecuador. Ecuador.
- [7] Vera Barcés, F. Y. (2012) Vigas de sección variable De Concreto Armado, Propuesta Para Su Aplicación En El Diseño De Edificios Sismoresistentes. Artículo de Investigación. Presentado en la Universidad José Carlos Mariátegui. Perú. En línea. <https://es.scribd.com/doc/97886820/Vigas-Acarteladas>

- [8] Allauca Leonidas, Y. (2006) Desempeño Sísmico De Un Edificio Aporticado De Cinco Pisos Diseñado Con Las Normas Peruanas De Edificaciones. Tesis de Ingeniero, Pontificia Universidad Autónoma del Perú. Perú.
- [9] Silva Berríos, W. (2012) Criterios Técnicos para la Construcción de Edificaciones Sismoresistentes del trabajo presentado en el Seminario De Promoción De La Normatividad Para El Diseño Y Construcción De Edificaciones Seguras. Abancay, 30 marzo.
- [10] Andrade, L. (2004) Control De La Deriva En Las Normas De Diseño Sismorresistente. Tesis de Ingeniero, Pontificia Universidad Autónoma del Perú. Perú.
- [11] San Bartolome, A. (1998). Análisis de Edificios. (Primera Edición): Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú.
- [12] Arias, G. (1984). Análisis Sísmico Estático De Edificios. Ediciones Vega.
- [13] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006) Reglamento Nacional de Edificaciones. Título III, Normas Técnicas E060 Concreto Armado.
- [14] Singer, F. (1987). Resistencia de Materiales. (Cuarta Edición): Camara Nacional de la Industria Editorial. Mexico.
- [15] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016) Decreto Supremo Que Modifica La Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" Del Reglamento Nacional De Edificaciones, Aprobada Por Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda, Modificada Con Decreto Supremo N° 002-2014-Vivienda.
- [16] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006) Reglamento Nacional de Edificaciones. Título III, Normas Técnicas E020 Cargas.

[17] Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318SUS-14) y Comentario (ACI 318SUSR-14) - (Versión en español y en unidades usuales en USA).

[18] Manual de uso (Guía de Usuario) del Computers & Structures, Inc. (CSI) – Caribe. (2005).

[19] Borja, M. (2012) Metodología de la Investigación Científica Para Ingenieros. Perú.

[20] Hernández, R., Fernández, F. & Baptista, M. (2010) Metodología De La Investigación. (Quinta Edición). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, s.a. De C.V.

[21] Morales, R. (2004). Diseño En Concreto Armado. Perú: Fondo Editorial ICG.

[22] Villareal, G. (2015) Diseño Sísmico De Edificaciones Problemas Resueltos (Primera Edición). Perú: Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L.

[23] Blanco, A. Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Perú: Capitulo de Ingeniería Civil.

[24] Harmsem, T. E. (2002). Diseño De Estructuras De Concreto Armado. (Tercera Edición). Perú: Fondo Editorial 2002.

ANEXOS