



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis Comparativo de Fibra de Carbono y Fibra de Vidrio para  
Reforzamiento Estructural en Viviendas Autoconstruidas en Portada  
de Mamacona, Lurín 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Cueva Espinoza, Jesús Antoni (ORCID: 0000-0001-6456-9843)

Guerrero Yajahuanca, Irving (ORCID: 0000-0002-2295-1056)

**ASESOR:**

Msc. Paccha Rufasto, Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

### **JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA**

Al profesor Augusto Paccha por su apoyo en este proyecto y en memoria del ingeniero Fernando Vilela por ser un ejemplo como profesional.

### **IRVING GUERRERO YAJAHUANCA**

A DIOS por su amor incondicional y misericordia, haciendo que todo este proyecto sea una realidad.



## **Agradecimientos**

### **JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA**

A mis padres Pedro Cueva & Lucila Espinoza, a mi hermano Cristian que también está en el camino de esta carrera, a mi compañero Irving por formar parte de esta travesía de amanecidas y nuevo conocimiento y a todo aquel que me apoyó en este proceso.

### **IRVING GUERRERO YAJAHUANCA**

A mis padres Jesús Héctor & Luz Marleni, a mis hermanos Leslie & Milbor por su apoyo y motivación para poder terminar esta carrera profesional. También a la persona que me impulso y motivo a que diera este último paso Herminia Alanya Yuto.  
**MUCHAS GRACIAS A TODOS.**

## Índice de Contenidos

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XII
RESUMEN .....	XIV
ABSTRACT .....	XV
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	18
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	18
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN .....	19
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....	19
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	20
3.5. PROCEDIMIENTOS .....	20
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS .....	21
3.7. ASPECTOS ÉTICOS .....	21
IV. RESULTADOS .....	22
V. DISCUSIÓN .....	262
VI. CONCLUSIONES .....	263
VII. RECOMENDACIONES .....	266
REFERENCIAS .....	267
ANEXOS .....	269

## Índice de Tablas

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO.....	10
TABLA 2. FACTOR DE SUELO “S” .....	10
TABLA 3: PERIODOS “T <sub>p</sub> ” “T <sub>L</sub> ” .....	10
TABLA 4: CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FATOR (U).....	11
TABLA 5: CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES .....	12
TABLA 6: SISTEMA ESTRUCTURALES.....	13
TABLA 7: IRREGULARIDADES EN ALTURA .....	14
TABLA 8: IRREGULARIDADES EN PLANTA .....	14
TABLA 9: LIMITES PARA LA DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVAS) .....	16
TABLA 10: COEFICIENTE DE RESISTENCIA MÁXIMA .....	16
TABLA 11: PESOS UNITARIOS .....	32
TABLA 12: CARGAS VIVAS REPARTIDAS.....	32
TABLA 13: PERIODOS FUNDAMENTALES DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA (VIVIENDA 1) .....	33
TABLA 14: PESO DE LA EDIFICACIÓN (VIVIENDA 1) .....	35
TABLA 15: DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SÍSMICA EN ALTURA DIRECCIÓN “X” .....	36
TABLA 16: DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SÍSMICA EN ALTURA DIRECCIÓN “Y” .....	37
TABLA 17: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN “X” .....	38
TABLA 18: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN “Y” .....	38
TABLA 19: PESO DE LA EDIFICACIÓN (3 NIVELES).....	40
TABLA 20: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN X .....	41
TABLA 21: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN Y .....	41
TABLA 22: PESO DE LA EDIFICACIÓN (REFORZADO) .....	44
TABLA 23: DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SÍSMICA EN ALTURA DIRECCIÓN “X” .....	45
TABLA 24: DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SÍSMICA EN ALTURA DIRECCIÓN “Y” .....	45
TABLA 25: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN X .....	46
TABLA 26: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN Y .....	46
TABLA 27: CARGAS AXIALES(P), CORTANTES (V) Y MOMENTOS (M) DE LA COLUMNA 1C .....	71
TABLA 28: COMBINACIONES DE DISEÑO – COLUMNA 1C.....	72
TABLA 29: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO XX – COLUMNA 1C .....	73
TABLA 30: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO YY – COLUMNA 1C.....	73
TABLA 31: CARGAS AXIALES(P), CORTANTES (V) Y MOMENTOS (M) DE LA COLUMNA 1A .....	76
TABLA 32: COMBINACIONES DE DISEÑO – COLUMNA 1A.....	76
TABLA 33: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO XX – COLUMNA 1A .....	77
TABLA 34: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO YY – COLUMNA 1A .....	77
TABLA 35: CARGAS AXIALES(P), CORTANTES (V) Y MOMENTOS (M) DE LA COLUMNA 1D.....	81
TABLA 36: COMBINACIONES DE DISEÑO – COLUMNA 1D .....	81

TABLA 37: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO XX – COLUMNA 1D .....	82
TABLA 38: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO YY – COLUMNA 1D .....	82
TABLA 39: CARGAS AXIALES(P), CORTANTES (V) Y MOMENTOS (M) DE LA COLUMNA 2B .....	85
TABLA 40: COMBINACIONES DE DISEÑO – COLUMNA 2B.....	86
TABLA 41: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO XX – COLUMNA 2B .....	86
TABLA 42: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO YY – COLUMNA 2B.....	87
TABLA 43: CARGAS AXIALES(P), CORTANTES (V) Y MOMENTOS (M) DE LA COLUMNA 2D.....	90
TABLA 44: COMBINACIONES DE DISEÑO – COLUMNA 2D .....	90
TABLA 45: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO XX – COLUMNA 2D .....	91
TABLA 46: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO YY – COLUMNA 2D .....	91
TABLA 47: CARGAS AXIALES(P), CORTANTES (V) Y MOMENTOS (M) DE LA COLUMNA 3B .....	94
TABLA 48: COMBINACIONES DE DISEÑO – COLUMNA 3B.....	94
TABLA 49: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO XX – COLUMNA 3B .....	95
TABLA 50: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO YY – COLUMNA 3B.....	95
TABLA 51: CORTANTES (V) DE LA COLUMNA B2 .....	100
TABLA 52: COMBINACIONES DE DISEÑO PARA CORTANTE– COLUMNA B2 .....	100
TABLA 53: COMBINACIONES DE DISEÑO – PLACA 1 – VIVIENDA 1 .....	103
TABLA 54: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO XX – PLACA 1 – VIVIENDA 1.....	104
TABLA 55: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO YY – PLACA 1 – VIVIENDA 1 .....	104
TABLA 56: CARGAS AXIALES(P), CORTANTES (V) Y MOMENTOS (M) - PLACA 2 – VIVIENDA 1.....	108
TABLA 57: COMBINACIONES DE DISEÑO – PLACA 2 – VIVIENDA 1 .....	108
TABLA 58: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO XX – PLACA 2 – VIVIENDA 1.....	109
TABLA 59: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO YY – PLACA 2 – VIVIENDA 1 .....	109
TABLA 60: PERIODOS FUNDAMENTALES DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA – VIVIENDA 2 - EXISTENTE ...	124
TABLA 61: PESO DE LA EDIFICACIÓN (1 NIVEL) .....	128
TABLA 62: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN X.....	130
TABLA 63: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN Y .....	130
TABLA 64: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL .....	131
TABLA 65: PESO DE LA EDIFICACIÓN (3 NIVELES).....	133
TABLA 66: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN X.....	134
TABLA 67: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN Y .....	134
TABLA 68: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ – PISO BLANDO (DIRECCIÓN X).....	135
TABLA 69: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ – PISO BLANDO (DIRECCIÓN Y).....	135
TABLA 70: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD RESISTENCIA – PISO DÉBIL (DIRECCIÓN X).....	136
TABLA 71: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD RESISTENCIA – PISO DÉBIL (DIRECCIÓN Y).....	136
TABLA 72: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (DIRECCIÓN X) .....	137
TABLA 73: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (DIRECCIÓN Y) .....	137
TABLA 74: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL .....	138

TABLA 75: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL .....	138
TABLA 76: PESO DE LA EDIFICACIÓN (3 NIVELES).....	141
TABLA 77: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN X .....	142
TABLA 78: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN Y .....	142
TABLA 79: PORCENTAJE DE CORTANTE EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES .....	148
TABLA 80: PESO DE LA EDIFICACIÓN (REFORZADO).....	149
TABLA 81: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN X .....	150
TABLA 82: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN Y .....	150
TABLA 83: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ – PISO BLANDO (DIRECCIÓN X).....	151
TABLA 84: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ – PISO BLANDO (DIRECCIÓN Y).....	151
TABLA 85: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD RESISTENCIA – PISO DÉBIL (DIRECCIÓN X).....	152
TABLA 86: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD RESISTENCIA – PISO DÉBIL (DIRECCIÓN Y).....	152
TABLA 87: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL (DIRECCIÓN X) .....	153
TABLA 88: VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL (DIRECCIÓN Y) .....	153
TABLA 89: ÁREA DE ACERO REQUERIDO (AS).....	158
TABLA 90: ÁREA DE ACERO REQUERIDO (AS).....	161
TABLA 91: CARGAS MUERTAS DE LA VIGA (EJE 1-1 ENTRE A Y B) .....	164
TABLA 92: CARGAS VIVAS DE LA VIGA (EJE 1-1 ENTRE A Y B).....	165
TABLA 93: CARGAS MUERTAS DE LA VIGA (EJE 2-2 ENTRE A Y B) .....	167
TABLA 94: CARGAS VIVAS DE LA VIGA (EJE 2-2 ENTRE A Y B).....	167
TABLA 95: CARGAS MUERTAS DE LA VIGA (EJE 3-3 ENTRE A Y B) .....	169
TABLA 96: CARGAS VIVAS DE LA VIGA (EJE 3-3 ENTRE A Y B).....	169
TABLA 97: CARGAS MUERTAS DE LA VIGA (EJE 4-4 ENTRE A Y B) .....	172
TABLA 98: CARGAS VIVAS DE LA VIGA (EJE 4-4 ENTRE A Y B).....	172
TABLA 99: CARGAS MUERTAS DE LA VIGA (EJE 5-5 ENTRE A Y B) .....	174
TABLA 100: CARGAS VIVAS DE LA VIGA (EJE 5-5 ENTRE A Y B).....	174
TABLA 101: CARGAS MUERTAS DE LA VIGA (EJE 2-2 ENTRE C Y D) .....	176
TABLA 102: CARGAS VIVAS DE LA VIGA (EJE 2-2 ENTRE C Y D).....	177
TABLA 103: CARGAS MUERTAS DE LA VIGA (EJE 3-3 ENTRE C Y D) .....	179
TABLA 104: CARGAS VIVAS DE LA VIGA (EJE 3-3 ENTRE C Y D).....	180
TABLA 105: CARGAS MUERTAS DE LA VIGA (EJE 4-4 ENTRE C Y D) .....	182
TABLA 106: CARGAS VIVAS DE LA VIGA (EJE 4-4 ENTRE C Y D).....	182
TABLA 107: CARGAS MUERTAS DE LA VIGA (EJE 5-5 ENTRE C Y D) .....	184
TABLA 108: CARGAS VIVAS DE LA VIGA (EJE 5-5 ENTRE C Y D).....	184
TABLA 109: CARGAS MUERTAS DE LA VIGA (EJE 6-6 ENTRE C Y D) .....	186
TABLA 110: CARGAS VIVAS DE LA VIGA (EJE 6-6 ENTRE C Y D).....	187
TABLA 111: CARGAS MUERTAS DE LA VIGA (EJE 7-7 ENTRE C Y D) .....	189
TABLA 112: CARGAS VIVAS DE LA VIGA (EJE 7-7 ENTRE C Y D).....	190

TABLA 113: RESUMEN DE VERIFICACIÓN DE VIGAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO .....	191
TABLA 114: CARGAS AXIALES(P), CORTANTES (V) Y MOMENTOS (M) DE LA COLUMNA 3C .....	194
TABLA 115: COMBINACIONES DE DISEÑO – COLUMNA 3C.....	195
TABLA 116: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO XX – COLUMNA 3C .....	195
TABLA 117: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO YY – COLUMNA 3C.....	196
TABLA 118: CARGAS AXIALES(P) Y MOMENTOS (M) DE LA COLUMNA 3C EN TN .....	199
TABLA 119: CARGAS AXIALES(P) Y MOMENTOS (M) DE LA COLUMNA 3C EN KN .....	199
TABLA 120: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN X.....	202
TABLA 121: LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (DERIVAS) EN Y .....	202
TABLA 122: ÁREA DE ACERO REQUERIDO (AS).....	206
TABLA 124: CARGAS AXIALES(P), CORTANTES (V) Y MOMENTOS (M) DE LA COLUMNA 3C – 2NIVEL.....	226
TABLA 125: COMBINACIONES DE DISEÑO – COLUMNA 3C – 2NIVEL.....	227
TABLA 126: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO XX – COLUMNA 3C – 2NIVEL .....	227
TABLA 127: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO YY – COLUMNA 3C – 2NIVEL .....	228
TABLA 128: CORTANTES (V) DE LA COLUMNA 3C – 2NIVEL .....	232
TABLA 129: COMBINACIONES DE DISEÑO PARA CORTANTE– COLUMNA 3C – 2NIVEL .....	233
TABLA 130: CARGAS AXIALES(P), CORTANTES (V) Y MOMENTOS (M) DE LA PLACA N°1 .....	237
TABLA 131: COMBINACIONES DE DISEÑO – PLACA N°1.....	238
TABLA 132: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO XX – PLACA N°1 .....	238
TABLA 133: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO YY – PLACA N°1 .....	239
TABLA 134: CARGAS AXIALES(P), CORTANTES (V) Y MOMENTOS (M) DE LA PLACA N°2 .....	244
TABLA 135: COMBINACIONES DE DISEÑO – PLACA N°2.....	245
TABLA 136: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO XX – PLACA N°2 .....	245
TABLA 137: COMBINACIONES DE DISEÑO – SISMO YY – PLACA N°2 .....	246
TABLA 138: COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS REFORZANDO CON FIBRA DE VIDRIO EN “X” .....	258
TABLA 139: COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS REFORZANDO CON FIBRA DE VIDRIO EN “Y” .....	259
TABLA 140: COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS REFORZANDO CON FIBRA DE CARBONO EN “X” .....	260
TABLA 141: COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS REFORZANDO CON FIBRA DE CARBONO EN “Y” .....	261

## Índice de Figuras

FIGURA 1: ZONAS SÍSMICAS .....	9
FIGURA 2: MODELAMIENTO 3D DE LA VIVIENDA 1.....	31
FIGURA 3: CALCULO DE LOS DESPLAZAMIENTOS INELÁSTICAMENTE EN EL SOFTWARE ETABS .....	37
FIGURA 4: MODELO DE LA VIVIENDA 2 – REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO.....	39
FIGURA 5: CALCULO DE LOS DESPLAZAMIENTOS INELÁSTICAMENTE EN EL SOFTWARE ETABS .....	43
FIGURA 6: CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DEL ACERO.....	48
FIGURA 7: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DEL EJE 1-1 ENTRE A Y D.....	49
FIGURA 8: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DEL EJE 2-2 ENTRE A Y D.....	49
FIGURA 9: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DEL EJE 3-3 ENTRE A Y D.....	50
FIGURA 10: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DEL EJE 4-4 ENTRE A Y D.....	50
FIGURA 11: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DEL EJE A-A ENTRE 1 Y 4.....	51
FIGURA 12: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DEL EJE B-B ENTRE 1 Y 4 .....	51
FIGURA 13: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DEL EJE C-C ENTRE 1 Y 4 .....	52
FIGURA 14: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DEL EJE D-D ENTRE 1 Y 4.....	52
FIGURA 15: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DEL EJE 1-1 ENTRE A Y D (REFORZADO).....	53
FIGURA 16: MOMENTOS DE LA VIGA EJE 1-1 ENTRE A Y D (REFORZADO) .....	54
FIGURA 17: RESULTADOS DE SOFTWARE DIANSCA.....	54
FIGURA 18: RESULTADOS DEL $\phi M_n = MR$ .....	55
FIGURA 19: CALCULO DEL AS, AS MIN., Y AS MÁX. MEDIANTE EL SOFTWARE DIANSCA.....	56
FIGURA 20: RESULTADOS DEL $\phi M_n = MR$ .....	56
FIGURA 21: RESULTADOS DE $V_u$ .....	58
FIGURA 22: PLANO DE DISTRIBUCIÓN .....	60
FIGURA 23: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DEL EJE 2-2 ENTRE A Y B (REFORZADO).....	61
FIGURA 24: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DEL EJE 2-2 ENTRE B Y D (REFORZADO).....	62
FIGURA 25: RESULTADOS DE $V_u$ .....	63
FIGURA 26: RESULTADOS DE $V_u$ .....	64
FIGURA 27: PLANO DE DISTRIBUCIÓN .....	65
FIGURA 28: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DEL EJE 3-3 ENTRE A Y D (REFORZADO).....	66
FIGURA 29: PLANO DE DISTRIBUCIÓN .....	67
FIGURA 30: CARGAS ASIGNADAS A LA VIGA DEL EJE 2-2 ENTRE B Y D.....	68
FIGURA 31: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 2-2 ENTRE B Y D EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO .....	68
FIGURA 32: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 3-3 ENTRE B Y D EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO .....	69
FIGURA 33: CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE PARA LOS DIAGRAMAS DE ITERACIÓN .....	70
FIGURA 34: ELABORACIÓN DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL PARA ENCONTRAR LAS CURVAS DE ITERACIÓN .	71
FIGURA 35: CURVAS DE ITERACIÓN PARA LA COLUMNA 1C.....	72

FIGURA 36: ELABORACIÓN DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL PARA ENCONTRAR LAS CURVAS DE ITERACIÓN 15 CM X 30 CM .....	80
FIGURA 37: CURVAS DE ITERACIÓN PARA LA COLUMNA 1D.....	80
FIGURA 38: CURVAS DE ITERACIÓN PARA LA COLUMNA 2B.....	85
FIGURA 39: CURVAS DE ITERACIÓN PARA LA COLUMNA 2D.....	89
FIGURA 40: UBICACIÓN DE PLACAS VIVIENDA 1 .....	102
FIGURA 41: ACERO EN MURO ESTRUCTURAL O PLACA 1 – VIVIENDA 1 .....	103
FIGURA 42: ACERO EN MURO ESTRUCTURAL O PLACA 2 – VIVIENDA 1 .....	107
FIGURA 43: CURVAS DE ITERACIÓN PARA LA PLACA 2 – VIVIENDA 1 .....	107
FIGURA 44: MODELO DE LA VIVIENDA EXISTENTE EN 3D .....	122
FIGURA 45: MODELO DE LA VIVIENDA PROYECTADA A 3 NIVELES EN 3D .....	132
FIGURA 47: MODELO DE LA VIVIENDA REFORZADA EN 2D Y 3D.....	147
FIGURA 48: COMBINACIONES CREADAS PARA CALCULAR DERIVAS, PESO Y DISEÑO DE ACERO .....	154
FIGURA 49: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE .....	155
FIGURA 50: MOMENTOS PARA LA VIGA DEL EJE 1-1 ENTRE A Y B CUANDO LA DISTANCIA ES IGUAL A CERO .....	156
FIGURA 51: CALCULO DEL AS, AS MIN., Y AS MÁX. MEDIANTE EL SOFTWARE DIANSCA .....	158
FIGURA 52: MOMENTOS PARA LA VIGA DEL EJE 1-1 ENTRE A Y B CUANDO LA DISTANCIA ES IGUAL A CERO .....	159
FIGURA 53: CALCULO DEL AS, AS MIN., Y AS MÁX. MEDIANTE EL SOFTWARE DIANSCA.....	161
FIGURA 54: CARGAS MUERTAS PARA INGRESAR AL SOFTWARE SIKA CARBODUR .....	163
FIGURA 55: CARGAS VIVAS PARA INGRESAR AL SOFTWARE SIKA CARBODUR .....	164
FIGURA 56: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 1-1 ENTRE A Y B EN EL MOMENTO POSITIVO MÁXIMO .....	165
FIGURA 57: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 1-1 ENTRE A Y B EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO.....	166
FIGURA 58: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 2-2 ENTRE A Y B EN EL MOMENTO POSITIVO MÁXIMO .....	168
FIGURA 59: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 2-2 ENTRE A Y B EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO.....	168
FIGURA 60: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 3-3 ENTRE A Y B EN EL MOMENTO POSITIVO MÁXIMO .....	170
FIGURA 61: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 3-3 ENTRE A Y B EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO.....	170
FIGURA 62: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 3-3 ENTRE A Y B (REFUERZO DE FIBRA DE CARBONO) .....	171
FIGURA 63: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 4-4 ENTRE A Y B EN EL MOMENTO POSITIVO MÁXIMO .....	173
FIGURA 64: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 4-4 ENTRE A Y B EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO.....	173
FIGURA 65: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 5-5 ENTRE A Y B EN EL MOMENTO POSITIVO MÁXIMO .....	175
FIGURA 66: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 5-5 ENTRE A Y B EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO.....	176
FIGURA 67: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 2-2 ENTRE C Y D EN EL MOMENTO POSITIVO MÁXIMO .....	177
FIGURA 68: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 2-2 ENTRE C Y D EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO.....	178
FIGURA 69: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 2-2 ENTRE C Y D (DETALLE DE REFUERZO DE FIBRA DE CARBONO).....	179
FIGURA 70: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 3-3 ENTRE C Y D EN EL MOMENTO POSITIVO MÁXIMO .....	181
FIGURA 71: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 3-3 ENTRE C Y D EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO.....	181



FIGURA 72: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 4-4 ENTRE C Y D EN EL MOMENTO POSITIVO MÁXIMO .....	183
FIGURA 73: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 4-4 ENTRE C Y D EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO.....	183
FIGURA 74: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 5-5 ENTRE C Y D EN EL MOMENTO POSITIVO MÁXIMO .....	185
FIGURA 75: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 5-5 ENTRE C Y D EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO.....	186
FIGURA 76: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 6-6 ENTRE C Y D EN EL MOMENTO POSITIVO MÁXIMO .....	187
FIGURA 77: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 6-6 ENTRE C Y D EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO.....	188
FIGURA 78: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 6-6 ENTRE C Y D (DETALLE DE REFUERZO DE FIBRA DE CARBONO).....	189
FIGURA 79: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 7-7 ENTRE C Y D EN EL MOMENTO POSITIVO MÁXIMO .....	190
FIGURA 80: RESULTADOS DE LA VIGA EJE 7-7 ENTRE C Y D EN EL MOMENTO NEGATIVO MÁXIMO.....	191
FIGURA 81: CURVAS DE ITERACIÓN PARA LAS COLUMNAS DEL PRIMER NIVEL .....	192
FIGURA 82: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	200
FIGURA 83: MODELO DE LA VIVIENDA 3D CON VIGAS Y COLUMNAS ENCAMISADAS .....	201
FIGURA 84: ACERO QUE REQUIERE LAS VIGAS DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA.....	203
FIGURA 85: MOMENTOS PARA LA VIGA DEL EJE 5-5 ENTRE C Y D CUANDO LA DISTANCIA ES IGUAL A CERO.....	204
FIGURA 87: RESULTADOS DEL ACERO REQUERIDO PARA LAS VIGAS PRINCIPALES .....	207
FIGURA 88: RESULTADOS DEL $\phi M_n = MR$ .....	209
FIGURA 89: DISTANCIA DE LONGITUD DE CORTE (COMPRESIÓN) PARA LADO IZQUIERDO .....	210
FIGURA 90: DISTANCIA DE LONGITUD DE CORTE (COMPRESIÓN) PARA LADO DERECHO .....	211
FIGURA 91: DISTANCIA DE LONGITUD DE CORTE (TENSIÓN) PARA EL CENTRO.....	211
FIGURA 92: DISTANCIA DE LONGITUD DE CORTE (TENSIÓN) PARA EL CENTRO.....	212
FIGURA 93: RESULTADOS DEL ACERO REQUERIDO PARA LAS VIGAS SECUNDARIAS .....	213
FIGURA 94: RESULTADOS DEL $\phi M_n = MR$ PARA VIGA EJE A-A ENTRE 4 Y 5 .....	214
FIGURA 95: DISTANCIA DE LONGITUD DE CORTE (COMPRESIÓN) PARA LADO IZQUIERDO .....	215
FIGURA 96: DISTANCIA DE LONGITUD DE CORTE (COMPRESIÓN) PARA LADO DERECHO .....	216
FIGURA 97: CONSIDERACIONES MÍNIMAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ACERO DE REFUERZO.....	217
FIGURA 98: RESULTADOS DE $V_u$ CONSIDERANDO UNA DISTANCIA DE $D=0.31M$ .....	219
FIGURA 99: RESULTADOS DE $V_u$ CONSIDERANDO UNA DISTANCIA DE $2H=0.70M$ .....	220
FIGURA 100: RESULTADOS DE $V_u$ CONSIDERANDO UNA DISTANCIA DE $D=0.16M$ .....	223
FIGURA 101: RESULTADOS DE $V_u$ CONSIDERANDO UNA DISTANCIA DE $2H=0.40M$ .....	224
FIGURA 102: CURVAS DE ITERACIÓN PARA LAS COLUMNAS DEL SEGUNDO NIVEL.....	225
FIGURA 103: CONSIDERACIONES MÍNIMAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ACERO DE REFUERZO (COLUMNAS) .....	231
FIGURA 104: ACERO EN MURO ESTRUCTURAL O PLACA N°1.....	236
FIGURA 105: CURVAS DE ITERACIÓN PARA LA PLACA N°1.....	237
FIGURA 106: ACERO EN MURO ESTRUCTURAL O PLACA N°2.....	243
FIGURA 107: CURVAS DE ITERACIÓN PARA LA PLACA N°2.....	244

## Índice de Gráficos

GRÁFICO 1: MATERIAL PREDOMINANTE .....	22
GRÁFICO 2: PARTICIPACIÓN DEL INGENIERO CIVIL .....	22
GRÁFICO 3: ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN .....	23
GRÁFICO 4: TIPO DE SUELO .....	23
GRÁFICO 5: TERRENO DE LA VIVIENDA .....	24
GRÁFICO 6: TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA .....	24
GRÁFICO 7: CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA.....	25
GRÁFICO 8: CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ALTURA .....	25
GRÁFICO 9: JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA .....	26
GRÁFICO 10: CONCENTRACIÓN DE MASAS.....	26
GRÁFICO 11: EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA .....	27
GRÁFICO 12: OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD .....	27
GRÁFICO 13: NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS EN PORTADA DE MAMACONA- LURÍN.....	28
GRÁFICO 14: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO XX.....	74
GRÁFICO 14: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO XX.....	74
GRÁFICO 15: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	75
GRÁFICO 16: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	75
GRÁFICO 17: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO XX.....	78
GRÁFICO 18: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO XX.....	78
GRÁFICO 19: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	79
GRÁFICO 20: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	79
GRÁFICO 21: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO XX.....	83
GRÁFICO 22: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO XX.....	83
GRÁFICO 23: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	84
GRÁFICO 24: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	84
GRÁFICO 25: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO XX.....	87
GRÁFICO 26: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO XX.....	88
GRÁFICO 27: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	88
GRÁFICO 28: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	89
GRÁFICO 29: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO XX.....	92
GRÁFICO 30: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO XX.....	92
GRÁFICO 31: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	93
GRÁFICO 32: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	93
GRÁFICO 33: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO XX.....	96
GRÁFICO 34: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO XX.....	96
GRÁFICO 35: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	97

GRÁFICO 28: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	97
GRÁFICO 29: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO XX .....	105
GRÁFICO 30: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO XX .....	105
GRÁFICO 31: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	106
GRÁFICO 32: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	106
GRÁFICO 33: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO XX .....	110
GRÁFICO 34: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO XX .....	110
GRÁFICO 35: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	111
GRÁFICO 36: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	111
GRÁFICO 37: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO XX .....	196
GRÁFICO 38: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO XX .....	197
GRÁFICO 39: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	197
GRÁFICO 40: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	198
GRÁFICO 41: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO XX .....	228
GRÁFICO 42: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO XX .....	229
GRÁFICO 43: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	229
GRÁFICO 44: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	230
GRÁFICO 45: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO XX .....	239
GRÁFICO 46: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO XX .....	240
GRÁFICO 47: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	240
GRÁFICO 48: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	241
GRÁFICO 49: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO XX .....	246
GRÁFICO 50: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO XX .....	247
GRÁFICO 51: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M33 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	247
GRÁFICO 52: DIAGRAMAS DE ITERACIÓN – M22 VS P PARA CASO DE SISMO YY .....	248
GRÁFICO 53: COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS REFORZANDO CON FIBRA DE VIDRIO EN “X” .....	258
GRÁFICO 54: COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS REFORZANDO CON FIBRA DE VIDRIO EN “Y” .....	259
GRÁFICO 55: COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS REFORZANDO CON FIBRA DE CARBONO EN “X” .....	260
GRÁFICO 56: COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS REFORZANDO CON FIBRA DE CARBONO EN “X” .....	261

## Resumen

El presente trabajo de investigación está enfocado en determinar del estado de vulnerabilidad sísmica que presentan las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Asociación Agrícola Portada de Mamacona, mediante el formato INDECI con el objetivo principal de realizar un análisis comparativo del uso de fibra de vidrio y fibra de carbono de dos viviendas que presenten un déficit en su estado estructural.

Con un tipo de investigación aplicada, un diseño no experimental – transversal y un enfoque cuantitativo se logró determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de los lotes de la Asociación Agrícola Portada de Mamacona, las cuales mediante la evaluación se determinó que estaban en un 24% con nivel Muy Alto, 44% con un nivel Alto, 21% con un nivel moderado y 12% de lotes no están construidas. También se realizó el análisis sísmico de dos viviendas elegidas, llamadas en la evaluación vivienda 1 y vivienda 2 las cuales serán más críticas, dándonos como resultado que ambas no cumplían los desplazamientos máximos brindadas por la norma E030. En el caso de la vivienda 2 se realizó una proyección con dos niveles superiores, de acuerdo a las exigencias de la propietaria, sin embargo, al ser evaluado tampoco cumplía con los desplazamientos máximos.

Posteriormente se reforzo la vivienda 1 y la vivienda 2 con fibra de vidrio y fibra de carbono respectivamente en ese orden, llegando a la conclusión que no aporta suficiente rigidez a la estructura debido a los grandes desplazamientos con los que cuenta, así que por ello se tuvo que colocar dos placas en ambas viviendas para poder cumplir con los desplazamientos máximos de las estructuras, luego se procedió a verificar el acero para las vigas y las columnas existentes, dando como resultado que sí se necesitaba un reforzamiento, sin embargo en algunos casos no era posible el reforzamiento mediante fibras debido a que algunos elementos no cumplían con la sección mínima respecto a la carga, por lo que se realizó un aumento de peralte en esas secciones .Finalmente, se diseñó el acero para las placas, encamisados de las vigas y columnas y también para los elementos estructurales proyectados

Palabras clave: Reforzamiento, Fibra de Carbono, Fibra de Vidrio

## **Abstract**

This research work is focused on determining the state of seismic vulnerability presented by the AA.HH self-built houses. Asociación Agrícola Portada de Mamacona, using the INDECI format with the main objective of carrying out a comparative analysis of the use of fiberglass and carbon fiber in two houses that present a deficit in their structural state.

With a type of applied research, a non-experimental design - cross-sectional and a quantitative approach, it was possible to determine the level of seismic vulnerability of the lots of the Portada de Mamacona Agricultural Association, which through the evaluation it was determined that they were 24% with Very High level, 44% with a High level, 21% with a moderate level and 12% of lots are not built. The seismic analysis of two selected houses was also carried out, called in the evaluation house 1 and house 2, which will be more critical, giving us as a result that both did not meet the maximum displacements provided by the E030 standard. In the case of house 2, a projection was made with two upper levels, according to the owner's requirements, however, when it was evaluated, it did not meet the maximum displacements either.

Subsequently, house 1 and house 2 were reinforced with fiberglass and carbon fiber respectively in that order, reaching the conclusion that it does not provide sufficient rigidity to the structure due to the large displacements it has, so that is why had to place two plates in both houses to be able to comply with the maximum displacements of the structures, then proceeded to verify the steel for the existing beams and columns, resulting in that reinforcement was needed, however in some cases not fiber reinforcement was possible due to the fact that some elements did not comply with the minimum section with respect to the load, so an increase in super-elevation was made in these sections. Finally, the steel was designed for the plates, cladding of the beams and columns and also for projected structural elements

Keywords: Reinforcement, Carbon Fiber, Glass Fiber

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la inversión de infraestructuras es de crucial importancia para el avance de la economía, y es así como podemos ver cada día nuevas tecnologías, nuevos equipos, nuevos procesos que le dan impulso al sector construcción. Tal es así que para los próximos 15 años este sector supone un crecimiento del 6% del PBI mundial. Además, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) nos hace mención que el sector construcción creció 5,42% en el 2018. Pero, así como el crecimiento de este sector avanza, también lleva de la mano consigo una serie de deficiencia en las cuales se tiene que trabajar.

Una de esas de deficiencias son las viviendas autoconstruidas, ya que este problema sigue siendo el pan de cada día en nuestro país, porque muchas veces las personas por querer ahorrar suelen solo contratar una persona (albañiles o maestro de obra) que no tiene los conocimientos suficientes para desarrollar un proyecto de calidad, exponiéndose de esa manera a un riesgo muy elevado en caso de un sismo, poniendo en práctica un dicho muy conocido; el cual dice lo barato sale caro. Tan caro como la vida misma de la persona y la de toda su familia que viven con él. Además, si queremos expresarlo en porcentajes la revista de la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO), (2018), nos hace mención que un 60% de las edificaciones en el Perú son autoconstruidas y tomando en consideración solo la ciudad de lima, menciona que el 70% de las viviendas fueron construidas de una manera informal. Y sin aun con eso no se ve la gravedad del problema, entonces este revista hace mención que en un estudio efectuado en el año 2009 por el Centro de Estudios y prevención de desastres (PREDES), estimo que un sismo en Lima Metropolitana con una intensidad similar a la que se produjo en Pisco en el año 2007, provocaría 51 mil muertos, 686 mil heridos y 549 mil viviendas colapsadas o inhabitables, en las cuales las más afectadas serían las viviendas autoconstruidas; y esto sin considerar el crecimiento de la población y con esto el aumento de dichas viviendas durante esos años desde el 2009 hasta el 2021, la cual aumentaría las cifras significativamente.

Ahora viendo todo ese problema, ¿Acaso nos quedaremos de brazos cruzados esperando que dichos números se vuelvan una realidad? De ninguna manera. Es

por eso que se ha implementado varias técnicas de reforzamiento de estructuras que ayudarían de manera significativa al presentarse un sismo de gran magnitud.

Según lo expuesto por Ing. Jorge Rendon en una ponencia acerca de Rehabilitación y Reforzamiento de Estructuras menciona que hay once sistemas de reforzamiento estructural, los cuales se dividen en dos partes. La primera sirve para incrementar la rigidez y/o resistencia de la estructura, la cual está compuesta por encamisado en concreto reforzado, platinas metálicas, arrostros metálicos, pantallas en concreto reforzado, encamisado metálico, contrafuertes, adición de perfiles metálicos, postensamiento externo y materiales compuestos FRP, la segunda que sirve para modificar la respuesta de la estructura, las cuales son aislamiento sísmico y disipadores de energía. (Canal LanamemelUCR, 2018, 9m21s)

Pero no todas las personas tienen conocimiento de estos sistemas de reforzamiento estructural, los cuales sin duda alguna ayudarían a mejorar el estado de vulnerabilidad sísmica que presentan estas viviendas autoconstruidas.

Es por eso que se está realizando este proyecto de investigación, con la finalidad de dar a conocer y además de detallar el comportamiento de estos sistemas mediante un modelamiento utilizando el software ETABS; enfocándonos en los sistemas de reforzamiento estructural con materiales compuestos (FRP), que son los menos conocidos e utilizados en la industria de la construcción. Realizando un análisis comparativo de dos de los más significativos, las cuales son la fibra de vidrio y la fibra de carbono. Quedando los problemas, los objetivos y las hipótesis de la investigación de la manera siguiente:

### **Problema general**

¿Cuál es el análisis comparativo de fibra de vidrio y fibra de carbono para el reforzamiento estructural en viviendas autoconstruidas en Portada de Mamacona, Lurín 2021?

### **Problemas específicos**

¿Cuál será el análisis sísmico de las viviendas autoconstruidas sin reforzamiento en Portada de Mamacona, Lurín 2021?

¿Cuál será el análisis sísmico de las viviendas autoconstruidas empleando fibras de vidrio en Portada de Mamacona, Lurín 2021?

¿Cuál será el análisis sísmico de viviendas las autoconstruidas empleando fibras de carbono en Portada de Mamacona, Lurín 2021?

### **Objetivo General**

Realizar el análisis comparativo de fibra de vidrio y fibra de carbono para el reforzamiento estructural en viviendas autoconstruidas en Portada de Mamacona, Lurín 2021.

### **Objetivos Específicos**

Realizar el análisis sísmico de viviendas autoconstruidas sin reforzamiento en Portada de Mamacona, Lurín 2021.

Realizar el análisis sísmico de viviendas autoconstruidas empleando fibra de carbono en Portada de Mamacona, Lurín 2021.

Realizar el análisis sísmico de viviendas autoconstruidas empleando fibra de vidrio en Portada de Mamacona, Lurín 2021.

### **Hipótesis General**

El análisis comparativo de fibra de Carbono tendrá mejor comportamiento estructural que la fibra de vidrio en el reforzamiento de columnas en viviendas autoconstruidas en Portada de Mamacona, Lurín 2021.

### **Hipótesis Específicas**

El análisis sísmico de viviendas autoconstruidas sin reforzamiento en Portada de Mamacona, Lurín 2021, será crítico.

El análisis sísmico de viviendas autoconstruidas empleando el reforzamiento con fibra de carbono en Portada de Mamacona, Lurín 2021, mejorará el nivel de vulnerabilidad sísmica de manera muy significativa.

El análisis sísmico de viviendas autoconstruidas empleando el reforzamiento con fibra de vidrio en Portada de Mamacona, Lurín 2021, mejorará el nivel de vulnerabilidad sísmica de manera poco significativa.



## II. MARCO TEÓRICO

### ANTECEDENTES

#### Antecedentes Internacionales

(Espinoza, 2018) “Vulnerabilidad sísmica y refuerzo estructural con fibra de carbono (CFRP) de las unidades educativas: “Nuestra familia” y “Alberto Andrade Arizaga Brummel””. Tuvo como objetivo analizar la vulnerabilidad cuando se presenten sismos en infraestructuras que prestan servicios de educación y reforzar mediante la fibra de carbono, para luego dar como conclusión que luego de analizar los resultados que arrojo el programa SAP2000 de cada una de las estructuras de las unidades educativas en estudio, se halló que están vulnerables; además se comprueba que al reforzar con fibra de carbono incrementa la resistencia en los elementos de hormigón armado que están sometidas a flexión , cumpliendo con todos los requisitos de su normativa vigente.

(Navarrete, 2017) “Procedimiento de refuerzo de estructuras de hormigón armado con materiales CFRP” Desarrolló una memoria de titulación como requisito parcial para obtener el título de ingeniero civil; el cual tuvo por objetivo presentar el sistema (FRP) como una alternativa sencilla y eficiente para el refuerzo de estructuras de hormigón armado y emplearlo en casos reales; además, de mostrar las desventajas y ventajas que presenta esta tecnología para poder comparar con los metodologías clásicas de reforzamiento, con el cual llegó a la conclusión que el sistema FRP, registra propiedades físico-mecánicas que pueden ser usadas como reforzamiento estructural. Y en lo que se refiere a las desventajas y ventajas que posee la fibra de carbono; la más importante con respecto a las ventajas, es la gran resistencia que le otorgan a la estructura, eso se debe a las grandes capacidades mecánicas que posee, además también posee un bajo peso disminuyendo de esa manera el área a reparar o reforzar, es de fácil instalación y no se corroe al paso el tiempo. En cuanto a las desventajas, permanece el costo relativamente alto de estos materiales, en comparación con los otros métodos tradicionales de reforzamiento, lo cual se ha generado por el desconocimiento del mismo, pero se cree que el precio disminuirá en los próximos años cuando exista un consumo masivo de productos compuestos de fibra de carbono; mencionó el autor.

(Guédez y Salazar, 2019) “Análisis del comportamiento mecánico de probetas de concreto confinadas en fibra de vidrio, al estar sometidas a tensiones de compresión” Tuvo como objetivo general el poder analizar las propiedades mecánicas de las probetas de concreto, envueltas con fibra de vidrio y sometidas a tensiones de compresión, teniendo un tipo de investigación de carácter experimental, exploratorio y descriptivo, llegó a la conclusión cuando hay un mayor confinamiento con fibra de vidrio, brinda un mayor aporte en cuanto a su resistencia y a sus deformaciones axiales, pero limita las deformaciones transversales. No obstante, al liberar la zona central del anillo hace que la falla se retarde más.

(Santa y Chávez, 2021) “Diseño de vigas reforzadas con barras GFRP empleando normativa internacional aplicable al contexto colombiano” el cual tuvo como objetivo general diseñar vigas en concreto reforzado con barras GFRP a cortante y flexión empleando normativa internacional aplicable al contexto colombiano, llegando a la conclusión que la metodología para el diseño a flexión y cortante empleada en el ACI 440.1R-15 es aplicable al contexto colombiano, ya que esta parte de principios teóricos similares a los utilizados en el diseño de concreto reforzado con acero, edemas menciona que la falla por tracción en las vigas reforzadas con GFRP resulta más crítica que la presentada por compresión lo cual es debido al comportamiento lineal-elástico del material.

(Toapanta, 2016) “Análisis de las curvas de desempeño de una viga reforzada con fibras de carbono y fibras de vidrio” Tuvo como objetivo analizar las curvas de desempeño de vigas reforzadas con fibras de vidrio y fibras de carbono, teniendo como tipo de investigación exploratorio – explicativa, llegando a la conclusión que la fibra de vidrio incrementa un 37% y la fibra de carbono aumenta el 56% el módulo de ruptura en comparación con una viga sin reforzamiento, considerando además sus ventajas por el aspecto estético y su aplicación rápida.

## **Antecedentes Nacionales**

(Alegre, 2017) “Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado” el cual trazo un objetivo de determinar el comportamiento inelástico y elástico de vigas de concreto armado reforzadas con fibra de carbono y sometidas a flexión, llegando a la conclusión que al reforzar con fibra de carbono incrementa la resistencia a flexión, también mencionó que cuando las secciones tienen menor cuantía de acero, las fibras de carbono influyen mayoritariamente en el incremento de su resistencia, este incremento alcanza un valor de 58.9%. Y cuando se da el caso de que las secciones tienen una mayor cuantía de acero, el incremento de su resistencia consigue un valor de 18.4%.

(Castro, 2019) “Reforzamiento estructural con fibra de carbono como alternativa económica para aumentar la resistencia a la compresión de las columnas en la galería comercial FULLMARKET en el 2019” desarrollo una tesis para obtener el título de ingeniero civil, en la cual se trazó un objetivo de determinar de qué manera el refuerzo estructural con fibra de carbono incrementa la resistencia a la compresión de las columnas y genera ahorro económico en la galería Fulmarket 2019, contando con un tipo de investigación descriptiva de enfoque cuantitativo explicativo; llego a la conclusión que cuando se aplica la fibra de carbono incrementa la resistencia del concreto, el cual dependerá del gramaje de la fibra de carbono, del diseño de la columna y el número de capas de fibra que se aplique.

(Calderón, 2019) “Reforzamiento estructural de viviendas autoconstruidas con sistema estructural de albañilería confinada mediante el análisis de la vulnerabilidad sísmica, Chorrillos, Lima - 2020” el cual tuvo como objetivo identificar el nivel vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas con un sistema de albañilería confinada; contando con un tipo de investigación aplicada y un enfoque cuantitativo se llegó a la conclusión que luego de realizar la verificación de vulnerabilidad para casos de sismo con la ficha de INDECI se encontró que, el 91% de viviendas encuestadas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica muy alta, 9% con vulnerabilidad sísmica alta, 0% con vulnerabilidad sísmica moderada y 0% con vulnerabilidad sísmica baja. Además, cuando se realizó la proyección a cuatro

niveles no cumplían con los parámetros en la norma E030 – Diseño Sismorresistente.

(Inga y Ortiz, 2019) “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuestas de reforzamiento en viviendas de albañilería confinada de tres niveles en la asociación 13 de noviembre en Ate, 2019”, se trazó el objetivo de determinar la vulnerabilidad sísmica y proponer el reforzamiento estructural en las viviendas que tengan un sistema estructural de albañilería confinada de 3 niveles en la asociación 13 de noviembre en Ate; con un tipo de estudio aplicada, un nivel descriptivo y con enfoque cuantitativo; llegó a la conclusión que las viviendas de albañilería confinada de 3 niveles de dicha asociación presentan vulnerabilidad sísmica debido a que no cumple con las derivas máximas permitida por la norma E030, por lo que la propuesta de reforzamiento con varillas de fibra de vidrio es la adecuada, ya que permitió cumplir con la deriva máxima, incrementando la rigidez en los muros.

(Cornejo, 2019) “Comportamiento experimental de columnas cortas con refuerzo externo”, desarrolló una tesis con el objetivo de estudiar el comportamiento mecánico de una columna corta de concreto armado ante carga cíclica, sin refuerzo y con refuerzo externo (fibra de vidrio y fibra de carbono), llegando a la conclusión que el refuerzo con bandas de fibra de carbono y bandas de fibras de vidrio incrementó la resistencia a carga lateral en un 39% y 44% correspondientemente, además mencionó que las columnas cortas tiene vulnerabilidad ante carga lateral, pero que al reforzar con bandas de fibra de vidrio y fibra de carbono aumenta la capacidad de deformación y la resistencia al corte (resistencia lateral).

## **Norma E020 - Cargas**

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento,2006). Nos menciona que las edificaciones diseñadas deben ser capaces de soportar las cargas que se impongan. Estas van a actuar de acuerdo a combinaciones y no deben causar deformaciones ni esfuerzos que excedan lo señalado por cada tipo de material de acuerdo a su norma, bajo ningún caso las cargas deben ser menores a los de esta norma. Entre las cargas dentro de esta norma tenemos:

Carga muerta. - En esta están considerado las cargas propias de los materiales, los pesos de todos los dispositivos de servicio de la edificación y también se tendrá en cuenta el peso de todos los tabiques utilizando los pesos reales en las ubicaciones que indiquen sus planos.

Carga viva. - Para este tipo de carga se tendrá como mínimo los valores siguientes los cuales dependerán de la ocupación o uso:

- Viviendas: Corredores y escaleras: 200kgf/m<sup>2</sup>

Carga viva de techo. - Las cargas vivas mínimas son:

- Para los techos con una inclinación de hasta de 3° con respecto a lo horizontal = 100 kgf/m<sup>2</sup>

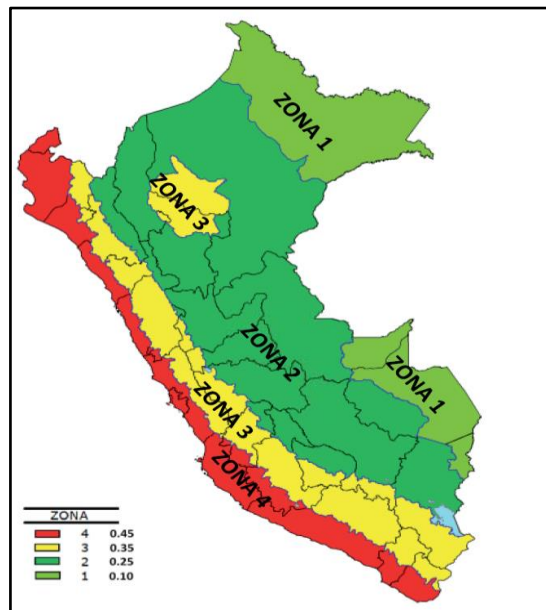
## **Norma E030 – Diseño Sismorresistente**

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Nos refiere que toda edificación y cada parte que lo componga deben ser diseñadas y construidas para soportar las sollicitaciones sísmicas establecidas en la norma.

### **Zonificación**

Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento (2019). Está dividido en cuatro partes como muestra la siguiente figura:

Figura 1: Zonas Sísmicas



Fuente: Norma E030 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

Cada zona es asignada con un factor Z, dicho factor es la aceleración máxima horizontal y se detalla como una fracción de la aceleración con respecto a la gravedad, así como lo muestra la figura 1.

### Perfiles de suelo

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Para esta norma los perfiles se clasifican teniendo en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte, el promedio ponderado  $N_{60}$  obtenidos del promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada o a través de un ensayo de penetración estándar (SPT), los tipos de perfiles son cinco:

- Perfil Tipo  $S_0$ : Roca dura
- Perfil tipo  $S_1$ : Roca o suelos muy rígidos
- Perfil tipo  $S_2$ : Suelos intermedios
- Perfil tipo  $S_3$ : Suelos blandos
- Perfil tipo  $S_4$ : Condiciones excepcionales

La siguiente tabla resume los valores para los diferentes tipos de suelo:

Tabla1. Clasificación de los perfiles de suelo

Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma E030 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

### Parámetro de Sitio (S, T<sub>P</sub>, T<sub>L</sub>)

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Se considerará el tipo del perfil de suelo que mejor represente las condiciones, utilizándose los siguientes valores de los periodos T<sub>P</sub> y T<sub>L</sub> y del factor de amplificación S.

Tabla 2. Factor de suelo "S"

ZONA \ SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma E030 – RNE

Tabla 3: Periodos "T<sub>P</sub>" "T<sub>L</sub>"

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma E030 - RNE

### Factor de amplificación sísmica (C)

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). De acuerdo a las características se definirá el factor de amplificación expresadas de la siguiente manera:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_l \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \times T_l}{T^2}\right)$$

### Categoría de edificaciones y factor de uso (U)

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Cada estructura se encuentra compues por las siguientes categorías:

Tabla 4: Categoría de las edificaciones y fator (U)

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.  También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Norma E030 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)



## Categoría y sistemas estructurales

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). De acuerdo a la categoría de la edificación y la zona, se define que sistema estructural se puede utilizar.

Tabla 5: Categoría y sistema estructural de las edificaciones

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (**)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera.
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

Fuente: Norma E030 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

## Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)

Este coeficiente se determina por la siguiente expresión:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Donde:

$R_0$ = Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas

$I_a$ =Factor de Irregularidad en altura

$I_p$ =Factor de irregularidad en planta

## Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas ( $R_0$ )

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Se clasifican según el sistema de estructuración y los materiales usados que brinda la siguiente tabla:

Tabla 6: Sistema Estructurales

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción $R_0$ (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

Fuente: Norma E030 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

### Regularidad estructural

Se clasifican como regulares o irregulares para los siguientes fines:

- a.- Cumplir con las restricciones establecidas.
- b.- Establecer los procedimientos de análisis.
- c.- Determinar el coeficiente R.

## Factores de irregularidad

Existen las irregularidades en planta y altura:

Tabla 7: Irregularidades en Altura

<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</b>	<b>Factor de irregularidad (I<sub>a</sub>)</b>
Irregularidad de rigidez – piso blando Irregularidad de resistencia – piso débil	0.75
Irregularidad extrema de rigidez Irregularidad extrema de resistencia	0.5
Irregularidad de masa o peso	0.9
Irregularidad geométrica vertical	0.9
Discontinuidad en los sistemas estructurales	0.8
Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes	0.6

Fuente: Elaboración propia extraído de la Norma E030 – RNE

Tabla 8: Irregularidades en Planta

<b>Irregularidades estructurales en planta</b>	<b>Factor de irregularidad I<sub>p</sub></b>
Irregularidad torsional	0.75
Irregularidad torsional extrema	0.6
Esquinas entrantes	0.9
Discontinuidad del diafragma	0.85
Sistemas no paralelos	0.9

Fuente: Elaboración propia extraído de la Norma E030 – RNE

## **Coeficiente de reducción sísmica (R)**

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Es el producto de los factores de irregularidad  $I_a$ ,  $I_p$  y el coeficiente  $R_0$ .

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

## **Análisis estático o de fuerzas equivalentes**

(Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2019). Da a conocer las sollicitaciones sísmicas a través de un conjunto de fuerzas operando en el centro de masa de cada piso de la estructura. Dentro del análisis estático se tiene a la cortante basal, que es la fuerza cortante total en la base de la edificación y está expresada de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

Donde el valor C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

## **Determinación de desplazamientos laterales**

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Para las estructuras regulares se multiplican los resultados del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones reducidas  $0.75 R$ , y para las estructuras irregulares se calcula multiplicando  $0.85 R$ .

## **Desplazamientos laterales admisibles**

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). El desplazamiento máximo relativo de entrepiso no debe exceder los valores brindados en la siguiente tabla:

Tabla 9: Límites para la distorsión de entrepiso (derivadas)

Material Predominante	$(\Delta_s / h_w)$
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: Norma E030 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

### Evaluación, reparación y reforzamiento de estructuras

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Si hay dudas respecto a la seguridad de alguna edificación se podrá realizar una evaluación de la resistencia estructural a través de un análisis, utilizando pruebas de carga o una combinación de ambos. Si las propiedades y dimensiones del material se encuentran a través de ensayos, se puede incrementar el valor del coeficiente de reducción de resistencia  $\phi$ , la cual no debe ser mayor a:

Tabla 10: Coeficiente de Resistencia Máxima

Flexión si carga axial	1.00
Tracción axial con o sin flexión	1.00
Compresión axial con o sin flexión	0.85
Cortante o torsión	0.90
Aplastamiento	0.85

Fuente: Norma E060 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

### ACI 440.2R-08, guía para el diseño y la construcción de sistemas de FRP adheridos externamente para fortalecer estructuras de hormigón

(American Concrete institute, 2008) Los materiales compuestos, también conocidos como polímeros reforzados con fibra (FRP), surgieron como una alternativa a los materiales tradicionales para la rehabilitación y reparación de estructuras. Los materiales FRP son no corrosivos, livianos y de alta resistencia a la tracción. Están disponibles de forma fácil y van desde laminados realizados en

fábricas hasta láminas de fibra seca capaces de adaptarse a la geometría de los elementos.

### **Reforzamiento con encamisados**

(Ayala Galindo & Giraldo Vargas, 2018) Es una forma de reforzar un elemento estructural que ha tenido cambios en su resistencia, se envuelve a la estructura actual con una sección adicional de concreto con el objeto de cumplir a poder cumplir con la resistencia.

### **Usos de la fibra de carbono**

(Sika, 2019) Puede ser usado para refuerzo en flexión, cortante, confinamiento de elementos estructurales, como vigas, columnas y muros, por los siguientes motivos:

- Incremento de cargas
- Cambios de usos en el edificio
- Refuerzo sísmico
- Cambio en el sistema estructural
- Defectos de diseño o construcción
- Refuerzo insuficiente

### **Usos de fibra de vidrio**

(Sika, 2019) Se usa para el reforzamiento a corte y flexión de estructuras de hormigón, mampostería y elementos estructurales por los siguientes motivos:

- Prevención de defectos causados por acción sísmica
- Cambio de uso de edificación
- Daño en partes estructurales
- Cambio en el sistema estructural

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### **Tipo de investigación: Aplicada**

Según Arias, F. (2017) Una investigación de tipo aplicada utiliza como punto de partida y sustento el conocimiento provisto por la investigación básica, pero sus resultados son empleados de forma inmediata a mediano o a corto plazo para resolver problemas sociales, educativos, administrativos, de salud, entre otros. (p.70).

Por lo tanto, esta investigación también será de tipo aplicada ya que cumple con todos esos requisitos.

##### **Diseño de Investigación: No experimental - Transversal**

Según Hernández & Torres (2018) nos menciona que cuando una investigación es **no experimental**, los estudios que se hacen son sin manipular deliberadamente las variables, la cual solo cuenta con la observación de los fenómenos en su ambiente natural para que posteriormente a ello se los analice. (p.175)

Los diseños de investigación **transversal** recogen datos en un único tiempo. Tiene como objetivo describir las variables y estudiar su interrelación e incidencia en un determinado momento. (Hernández & Torres, 2018, p.176)

##### **Nivel de la investigación: Descriptivo**

Las investigaciones descriptivas tienen como fin detallar las características y propiedades de conceptos, variables, hechos y fenómenos en un determinado contexto. Además, miden y definen las variables y las describen, así como al planteamiento o fenómeno referido. (Hernández & Torres, 2018, p.105)

##### **Enfoque de la investigación: Cuantitativo**

Se vincula a métodos matemáticos y conteos numéricos. Además, representa un conjunto de procesos ordenado de manera secuencial para demostrar ciertas suposiciones. (Hernández & Torres, 2018, p.5)

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variables**

Según Hernández & Torres (2018) la variable es un concepto o propiedad que puede cambiar y cuya fluctuación es susceptible de observarse o medirse. (p. 125). En este trabajo de investigación se determinaron dos variables como se muestran a continuación:

V1: Reforzamiento con Fibra de carbono

V2: Reforzamiento con Fibra de vidrio

#### **Operacionalización**

(Ver ANEXO)

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población: AA.HH. La Portada de Mamacona**

Conjunto de todos los casos que conciertan con especificaciones determinadas. (Hernández & Torres, 2018, p.199)

#### **Muestra: Dos viviendas más críticas del AA.HH. La Portada de Mamacona**

Subgrupo de la población donde se recopilan los datos, el cual debe ser representativo de dicha población si se quieren generalizar los resultados. (Hernández & Mendoza, 2018, p.196)

#### **Muestreo: No probabilístico**

Es un subgrupo de la población en la que se elige los elementos, y esto no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación. (Hernández & Mendoza, 2018, p.200)



### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas

Se utilizará la **técnica de la observación**, ya que, según Hernández & Torres (2018) esta técnica de recolección de datos nos va a ayudar en el registro sistemático, confiable y válido de situaciones y comportamientos observables. (p.290)

Además, se usará la **técnica de la encuesta** para poder recoger datos muy importantes, para de esa manera determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el AA.HH. La portada de Mamacona.

#### Instrumentos

Medio que utiliza el investigador para recolectar datos o información sobre las variables que tiene en mente. (Hernández & Mendoza, 2018, p.228)

En la presente investigación se usará los siguientes instrumentos:

- Ficha de verificación (INDECI)
- Ensayo de Esclerometría

### 3.5. Procedimientos

La presente investigación siguió los procedimientos que se muestran a continuación:

- ✓ Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda para casos de sismo mediante las fichas de verificación propuestas por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).
- ✓ Selección de viviendas críticas para evaluación.
- ✓ Levantamiento arquitectónico de la vivienda 1 y 2, para detallar la estructura existente.
- ✓ Análisis sísmico de la vivienda 1 mediante el software ETABS V.16.2.1, con reforzamiento y sin reforzamiento de fibra de vidrio para verificar si cumple con los desplazamientos máximos permitidos por la norma E030.

- ✓ Verificación del acero de refuerzo en los elementos estructurales existentes en la vivienda 1 para posible reforzamiento con fibra de vidrio, ensanchamiento de secciones o inserción de nuevos elementos estructurales.
- ✓ Análisis sísmico de la vivienda 2 a través del software ETABS V.16.2.1, con reforzamiento y sin reforzamiento de fibra de carbono para verificar si cumple con los desplazamientos máximos permitidos por la norma E030.
- ✓ Verificación del acero de refuerzo en los elementos estructurales existentes en la vivienda 2 para posible reforzamiento con fibra de carbono, ensanchamiento de secciones o inserción de nuevos elementos estructurales.
- ✓ Diseño del acero para los elementos estructurales proyectados en la vivienda 2.
- ✓ Elaboración de planos de propuestas de reforzamiento de la vivienda 1 y 2

### **3.6. Método de análisis de datos**

Se realizará un análisis cuantitativo, apoyándonos de los softwares Microsoft Excel y Microsoft Word en lo que respecta al tratamiento de resultados, el cual se obtendrá luego de los análisis sísmicos que realicemos para cada vivienda. Para el análisis sísmico se hará uso del software ETABS V.16.2.1 y Microsoft Excel para el cálculo más acertado y rápido de los datos.

### **3.7. Aspectos éticos**

Los datos de la presente investigación se consideran 100% verídicos y que respeta los datos de otros autores, ya que durante todo el desarrollo de este proyecto se tuvo en consideración el citar las fuentes de donde se adquirió la información para la parte de antecedentes y teoría, y en lo que respecta a los resultados son propios de los autores brindando de esa manera un granito de arena a la investigación científica en nuestro país.

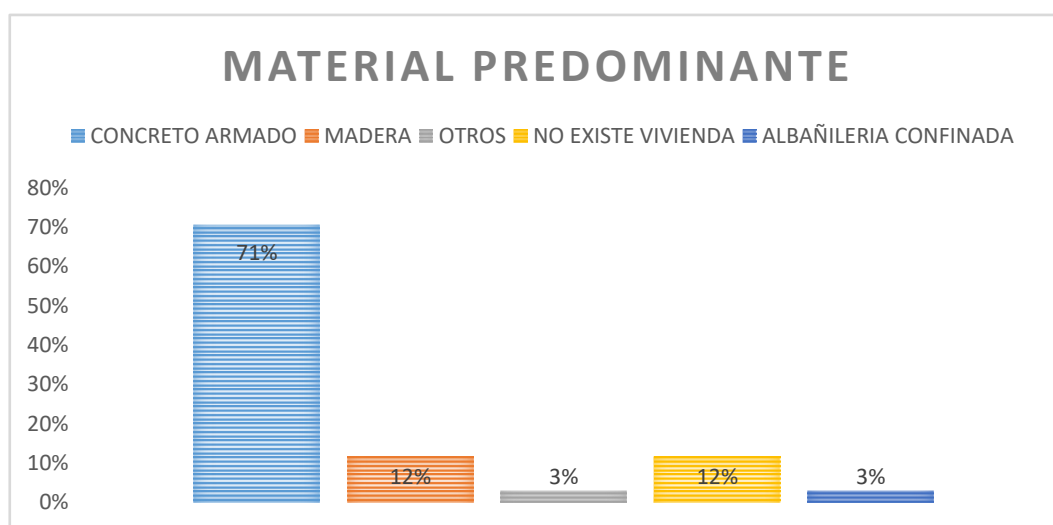
#### IV. RESULTADOS

### DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO MEDIANTE LAS FICHAS DE VERIFICACION DE INDECI

La evaluación de la Asociación Agrícola Portada de Mamacona fue realizada mediante las fichas de verificación del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) dando los siguientes resultados.

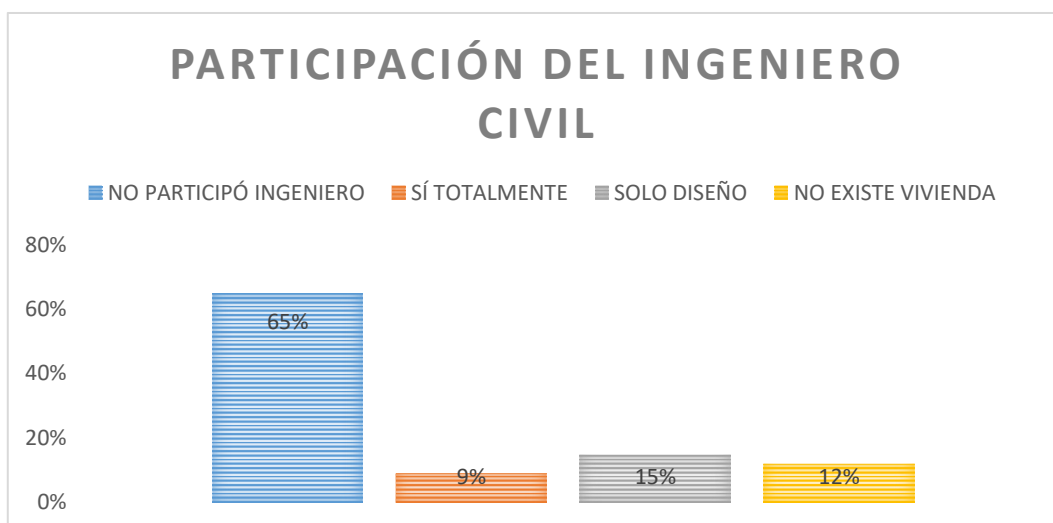
Características de la construcción de la vivienda:

Gráfico 1: Material Predominante



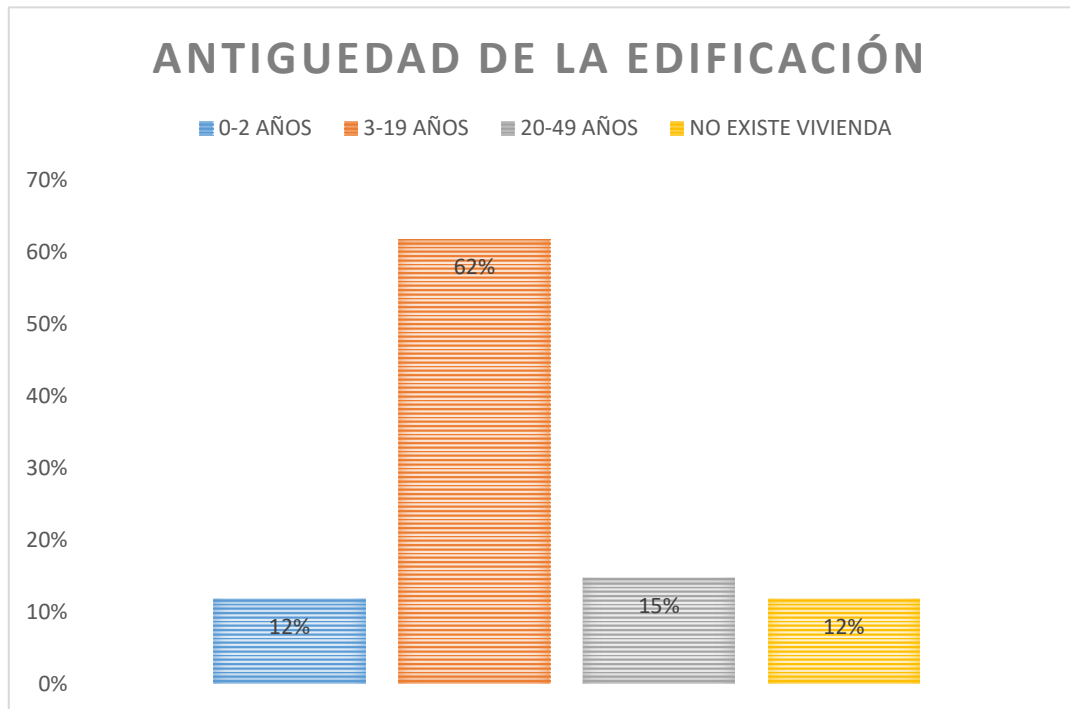
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Participación del Ingeniero Civil



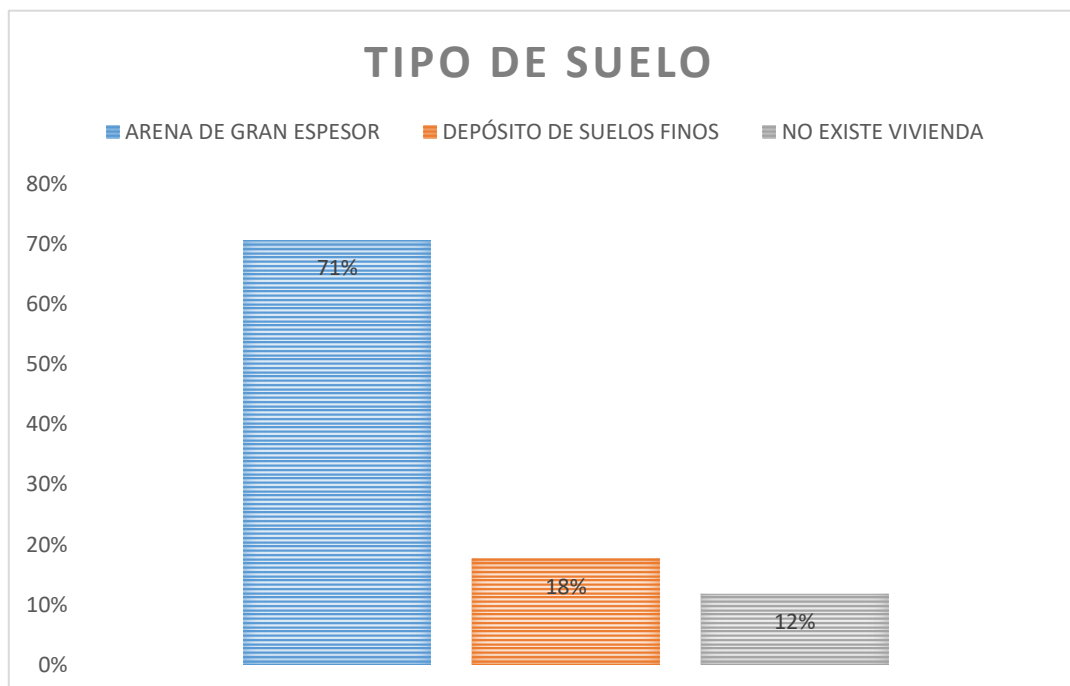
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3: Antigüedad de la edificación



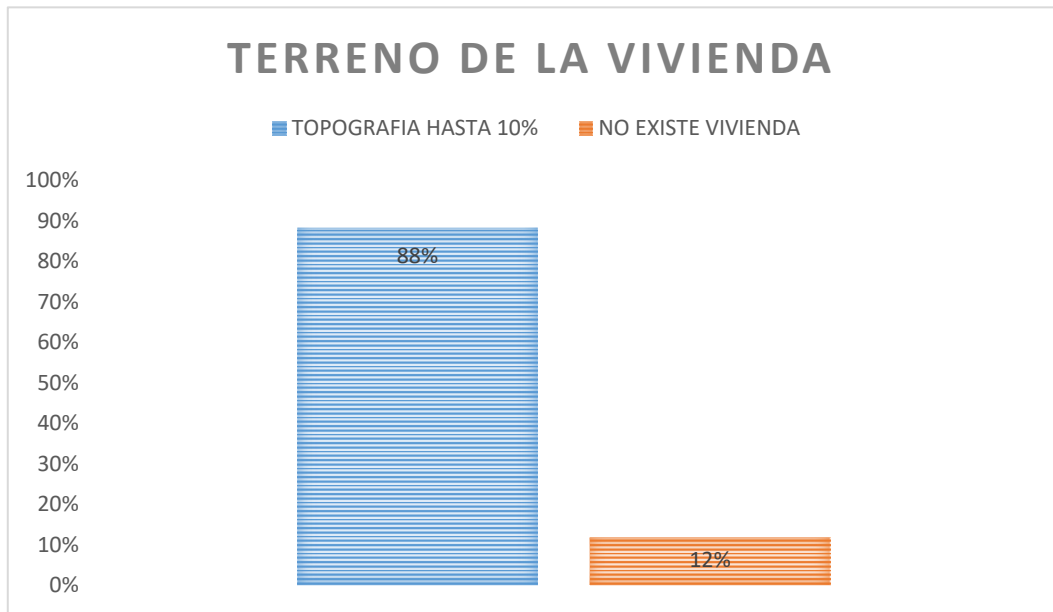
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4: Tipo de Suelo



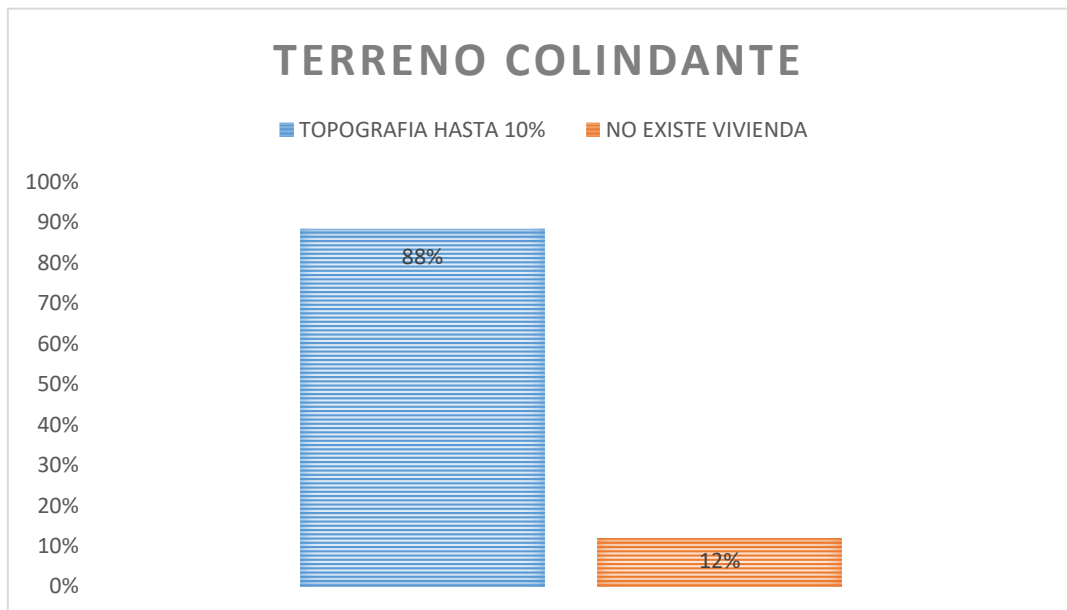
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5: Terreno de la vivienda



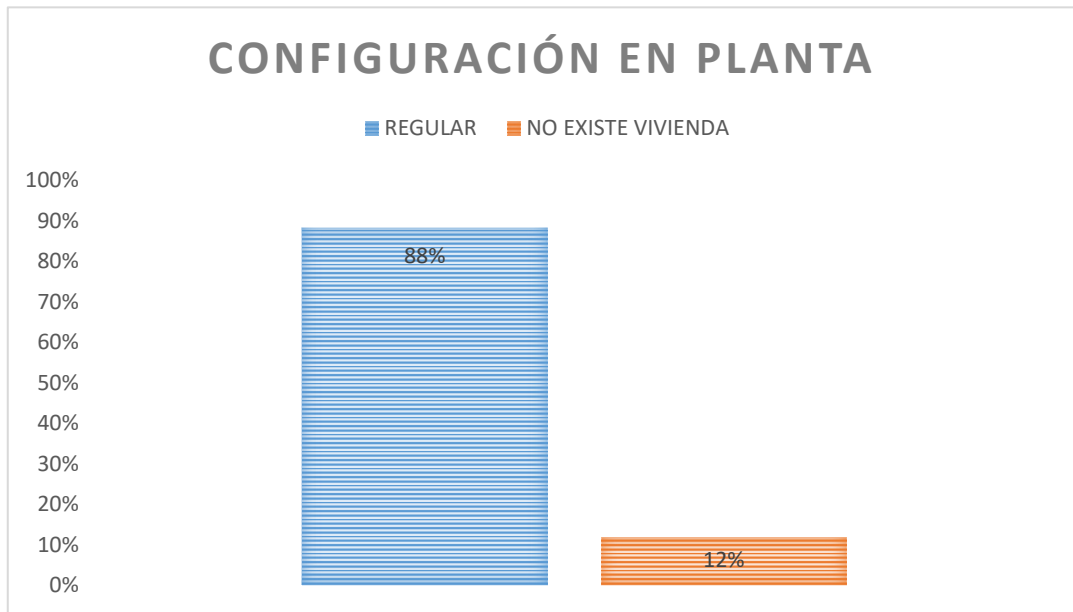
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda



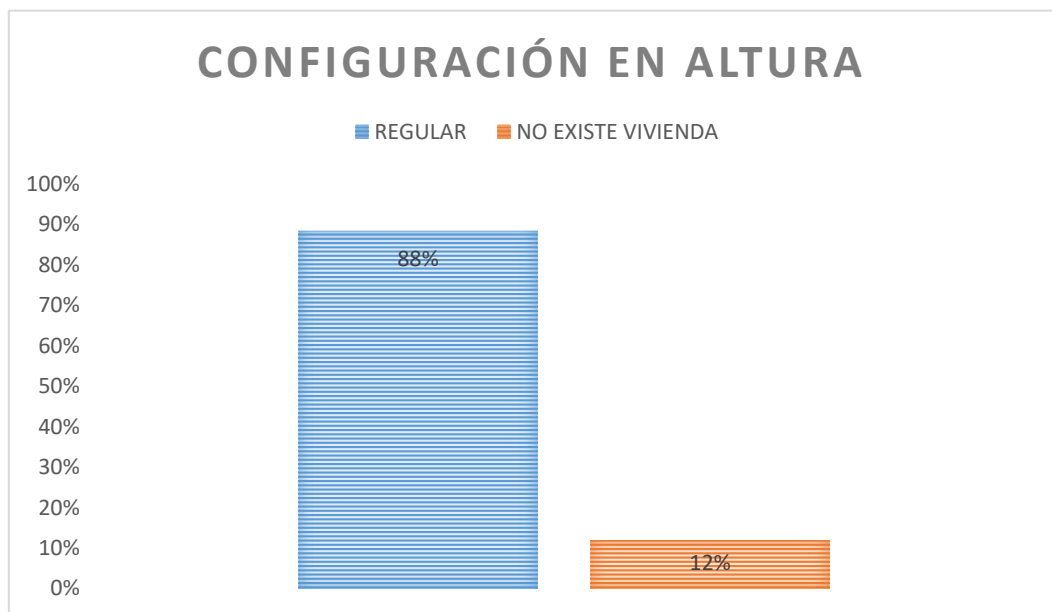
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7: Configuración geométrica en planta



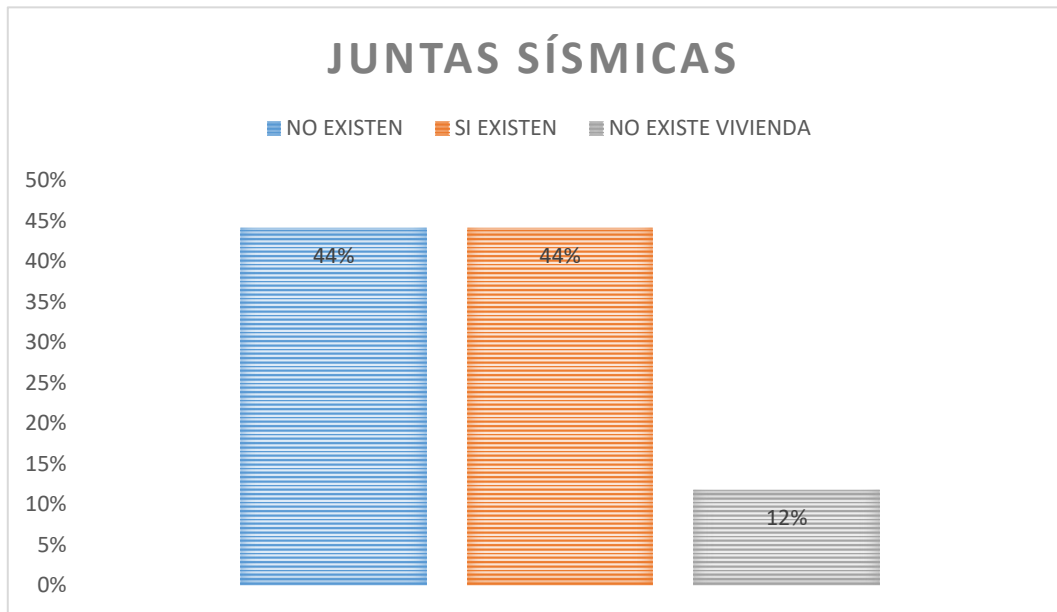
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Configuración geométrica en altura



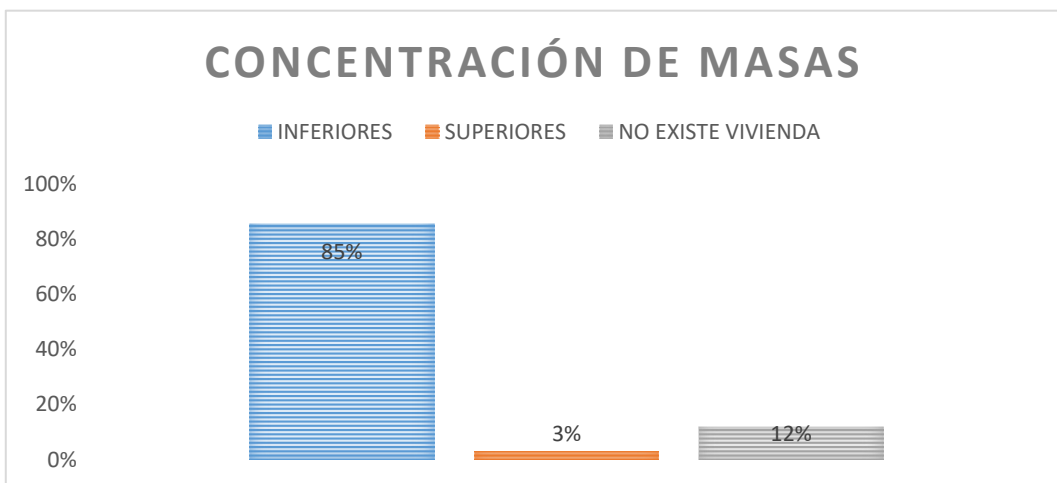
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9: Juntas de dilatación sísmica



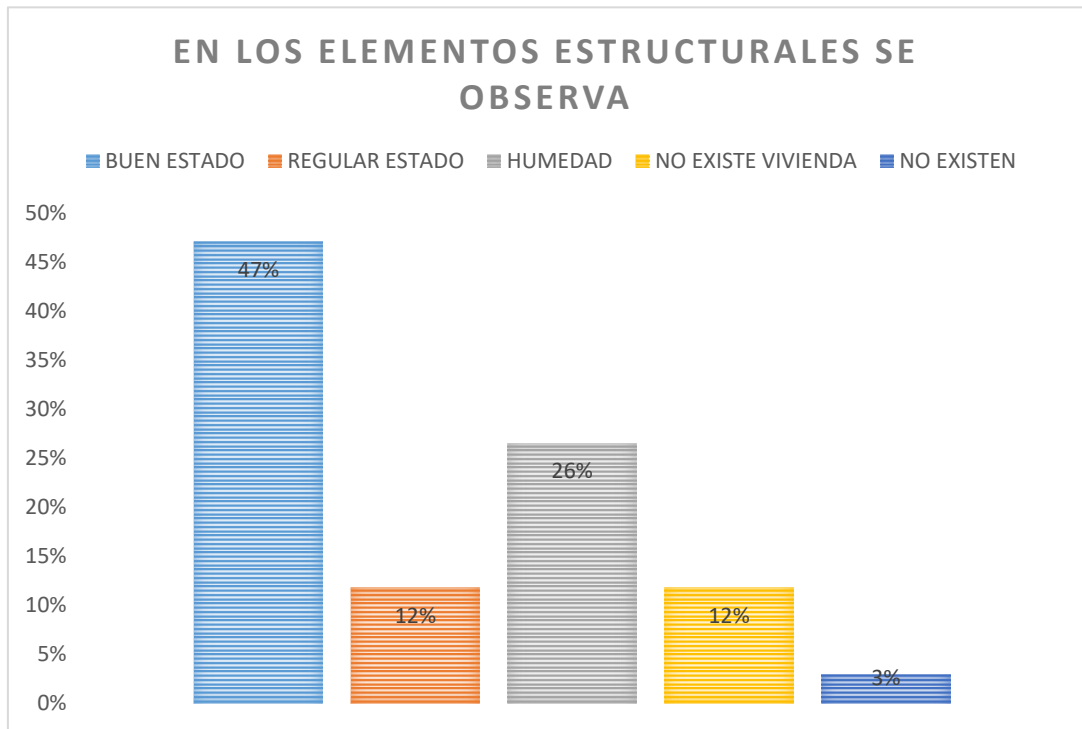
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Concentración de Masas



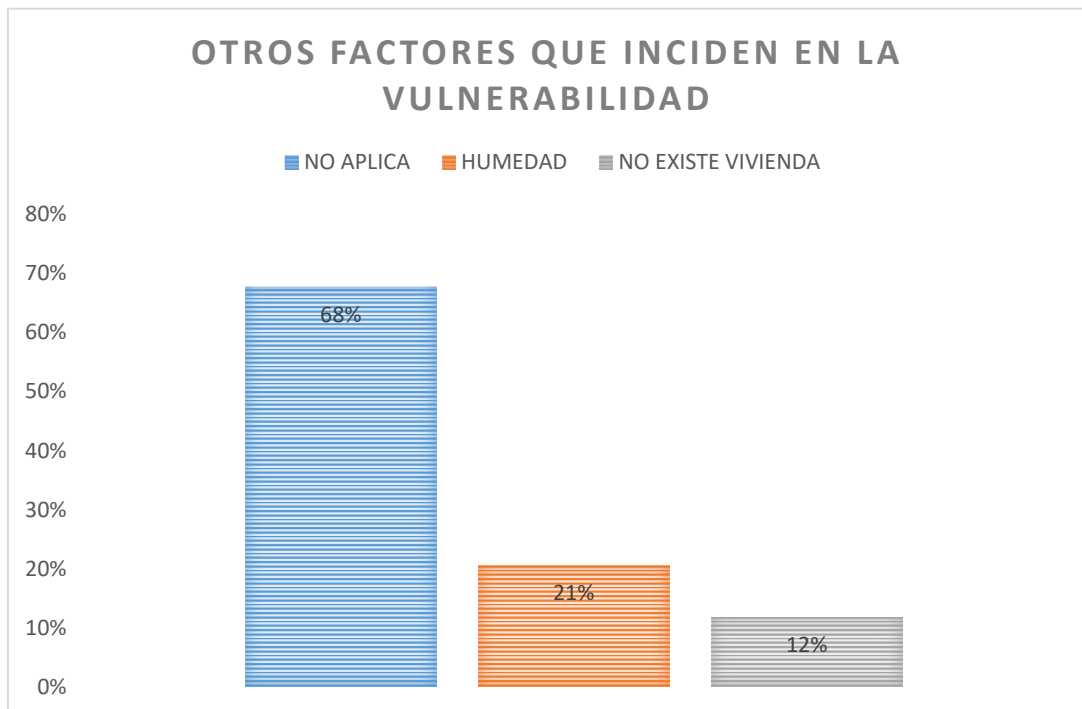
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11: En los principales elementos estructurales se observa



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12: Otros factores que inciden en la vulnerabilidad

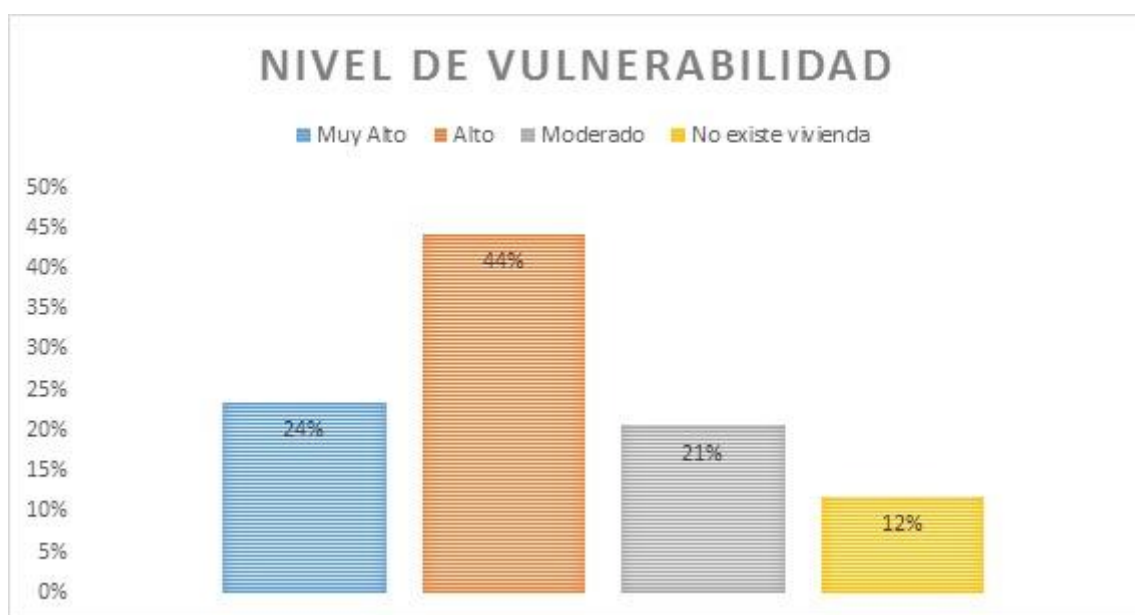


Fuente: Elaboración propia



Luego de haber obtenido todos los ítems de las fichas de verificación se procedió a darle un nivel de vulnerabilidad, la cual estaba desde bajo, moderado, alto y muy alto; considerando los rangos según la ficha de verificación. De las cuales se obtuvo los siguientes resultados.

Gráfico 13: Nivel de Vulnerabilidad de las viviendas en Portada de Mamacona-Lurín



Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido los resultados se eligió las viviendas que tenían una vulnerabilidad muy alta y que además tenían que tener el material predominante de concreto armada. Es así como se elegio dos viviendas ubicadas en AA.HH. Asociación Agrícola Portada de Mamacona Mz. "B" Lt. 13 y Mz. "B" Lt. 1 respectivamente.

## VIVIENDA 1

### GENERALIDADES

La presente memoria está elaborada para el análisis sísmico y refuerzo estructural del proyecto titulado “Análisis comparativo de fibra de carbono y fibra de vidrio para reforzamiento estructural en viviendas autoconstruidas en Portada de Mamacona, Lurín 2021” siendo esta la vivienda N° 1 a evaluar de nuestra muestra, la cual cuenta con 3 niveles, será evaluada para un próximo reforzamiento con fibra de vidrio en el 1er, 2do y 3er nivel de uso unifamiliar si así lo requiera, está ubicada en el AA.HH. Asociación Agrícola Portada de Mamacona Mz. B Lt 13, Lurín, provincia y departamento de Lima.

- **Datos de vivienda 1 existente**

Altura existente: 2.80 m en el 1er nivel, 2.50 m en el 2do y 3er nivel, la azotea estará a un nivel de: 7.80 m.

El sistema estructural consta de:

Pórticos de concreto armado con diferentes secciones:

- ✓ 8 columnas C-1: 0.20 x 0.30 m
- ✓ 4 columnas C-2: 0.15 x 0.30 m
- ✓ 17 vigas V-1: 0.20 x 0.25 m
- ✓ Muros pandereta (e=0.15 m)
- ✓ Losa aligerada de h = 20 cm

### Especificaciones Técnicas De Los Materiales

Concreto

- ✓ Resistencia 1er nivel ( $f_c$ ): 237 kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ Módulo de elasticidad (E): 230,922 kg/cm<sup>2</sup>

Acero Corrugado (ASTM A-615)

- ✓ Resistencia de fluencia ( $f_y$ ): 4,200 kg/cm<sup>2</sup> (G° 60)

- ✓ Módulo de elasticidad (E): 2'100,000 kg/cm<sup>2</sup>

### **Datos de vivienda 1 con posible reforzamiento**

#### Concreto

- ✓ Resistencia (f'c): 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### Acero Corrugado (ASTM A-615)

- ✓ Resistencia de fluencia (fy): 4,200 kg/cm<sup>2</sup> (G° 60)

#### Recubrimientos Mínimos

- ✓ Columnas y vigas: 4 cm
- ✓ Zapatas: 7.50 cm

#### Fibra de Vidrio

- ✓ Densidad (ρ): 2.56 g/cm<sup>3</sup>
- ✓ Módulo de elasticidad (E): 76,000 N/mm<sup>2</sup>

### **Características del Terreno**

Según los estudios de mecánica de suelos (EMS) se tienen los siguientes resultados:

- ✓ Peso específico (γs): 1.65 T/m<sup>3</sup>
- ✓ Nivel freático: No encontrado

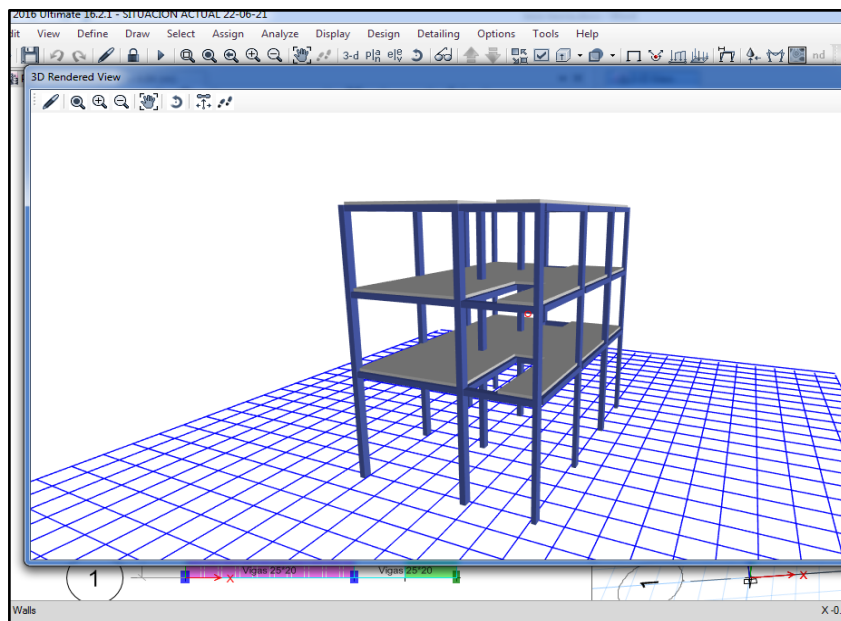
### **Cimiento Superficial Cuadrado (Ancho B= 1.50 M)**

- ✓ Capacidad Portante (σ'T): 2.53 kg/cm<sup>2</sup>

## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE (VIVIENDA 1)

Ejecutaremos el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1, para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del RNE. El análisis modelamiento de la estructura se realizó con las cargas presentes en la edificación y con los elementos estructurales existentes. En la siguiente figura se muestra la estructura existente:

Figura 2: Modelamiento 3D de la vivienda 1



Fuente: Elaboración propia

### CARGAS CONSIDERADAS

Las cargas consideradas para el modelamiento estructural de la vivienda de la vivienda actual, fueron seleccionadas mediante la NTP E020 del RNE.

#### Carga muerta

Para el tema del peso de los elementos de la estructura se hará uso del software ETABS V.16.2.1. para que esta sea determinada internamente debido a las configuraciones establecidas en las propiedades de los materiales.

Las tabiquerías serán consideradas unidades de albañilería cocida huecas y serán calculadas mediante el peso unitario brindado por la norma E020 de la NTP, la cual brinda sus pesos unitarios de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 11: Pesos Unitarios

MATERIALES	PESO (kgf/m <sup>3</sup> )	kN/m <sup>3</sup>
Unidades de albañilería cocida huecas	13.5 (1350)	

Fuente: Norma E020 - RNE

### Carga viva

Para la carga viva se hará uso de la tabla 1 del capítulo 3 de la norma E020, artículo 6.1, cargas vivas mínimas repartidas.

Tabla 12: Cargas Vivas Repartidas

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS Kpa (kgf/m <sup>2</sup> )	CARGAS DE TECHO Y TANQUE ELEVADO Kpa (Kgf/m <sup>2</sup> )
Viviendas	2.0 (200)	
Oficina	2.5 (250)	
Techo		1.0 (100)
Tanque elevado		10.0 (1000)

Fuente: Elaboración propia- Norma E020 - RNE

## FUERZA CORTANTE EN LA BASE

De acuerdo con norma E030 del RNE, la cortante total en la base de la edificación se determina de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$

Además, indica que el valor C/R no se debe considerar menor a 0.11

### Factor de Zona (Z)=0.45

Este proyecto fue realizado en el distrito de Lurín, Provincia de Lima y Departamento de Lima, por lo que nos corresponde una zona 4 y un factor de zona = 0.45 de acuerdo a la norma E030 del RNE

### Factor de Uso o Importancia (U)

Siendo nuestra edificación una vivienda, corresponde a la categoría de edificaciones comunes de tipo C, con un factor U = 1,0 de acuerdo a la norma E030 del RNE, mostrado en la tabla 4.

### Factor de Amplificación Sísmica (C)

Para el periodo en dirección “X” se tiene un valor de 1.512 y para la dirección en “Y” se tiene 0.882, los valores de “T<sub>P</sub>” “T<sub>L</sub>” son 0.6 y 2.0 de acuerdo a la tabla 3, considerando de acuerdo a nuestro Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) un suelo S<sub>2</sub>

Tabla 13: Periodos fundamentales de vibración de la estructura (Vivienda 1)

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ
		sec			
Modal	T <sub>x</sub>	1.512	0.9279	0.0001	0.0077
Modal	2	1.056	0.0081	0.0795	0.8575
Modal	T <sub>y</sub>	0.882	0.0004	0.8637	0.0758

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Valor de C para dirección "X":

$$T_P < T_x < T_L$$

$$C_x = 2.5 * \frac{T_P}{T_x} = 2.5 * \frac{0.6}{1.512} = 0.99$$

$$C/R = 0.12 > 0.11$$

Valor de C para dirección "Y":

$$T_P < T_y < T_L$$

$$C_y = 2.5 * \frac{T_P}{T_x} = 2.5 * \frac{0.6}{0.882} = 1.70$$

$$C/R = 0.21 > 0.11$$

### **Factor de amplificación de suelo (S)**

El factor S será determinado mediante el artículo 12 de la norma E030 del RNE. Además, mediante los ensayos de mecánica de suelos se determinó que el suelo se encuentra ubicado en un perfil tipo S2. Para poder terminar el Factor de suelo nos guiaremos de la tabla 2 dando así un resultado de valor en relación de un Z4 y un S2 igual 1.05.

### **Coefficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)**

Este coeficiente se determina por la siguiente expresión:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

El valor del coeficiente básico de reducción sísmica  $R_0$ , se tomará del artículo 18 del RNE – E030, en la tabla N° 4. En la cual se obtuvo un valor para pórticos de 8.

$$R_x = 8$$

$$R_y = 8$$

## FACTORES DE IRREGULARIDAD ( $I_a$ , $I_p$ )

En el artículo 20 del RNE E030, tabla N° 5 brindan las irregularidades con la que se podría contar en la vivienda. En el caso de esta vivienda se determina que no existe ningún tipo de irregularidad por lo que los valores de  $I_a = 1$  e  $I_p = 1$

Entonces obtenemos el valor de R

$$R_x = R_y = 8 * 1.0 * 1.0$$

## Peso sísmico de la edificación (P)

Se halló el peso de la edificación calculado mediante el programa ETABS V.16.2.1.

Tabla 14: Peso de la edificación (vivienda 1)

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	PESO POR NIVEL (Tn)
Story3	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	59.2679	59.27
Story2	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	120.6728	61.40
Story1	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	184.0895	63.42
			<b>Total</b>	184.09

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Reemplazando valores tenemos la cortante en la base "x":

$$V_x = \frac{0.45 \times 1.0 \times 0.99 \times 1.05}{8} \times 184.09 T$$

$$V_x = 10.79 \text{ ton}$$

Y la cortante en la base en "y"

$$V_y = \frac{0.45 \times 1.0 \times 1.70 \times 1.05}{8} \times 184.09 T$$

$$V_y = 18.49 \text{ ton}$$



## DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SÍSMICA EN ALTURA

En el artículo 28, análisis estático o fuerzas estáticas equivalentes de la NTP E030 se menciona que está dada por esta fórmula:

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

Y siendo K calculada de la manera siguiente:

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K = 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K = (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$

Dando así los siguientes valores:

$$K_x = 1.50$$

$$K_y = 1.19$$

Posterior a ello y con la ayuda de la fórmula mencionada anteriormente se procedió a realizar la distribución de fuerza sísmica con la ayuda del software Microsoft Excel como se muestra a continuación.

Tabla 15: Distribución de fuerza sísmica en altura dirección "x"

Nivel	P	h	$P_i \cdot h^k$	alfa	Fi
Techo 3	59.27	9.58	1781.38	0.52	5.64
Techo 2	61.40	6.81	1103.88	0.32	3.50
Techo 1	63.42	4.04	519.29	0.15	1.65
		Total	3404.55		10.79

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Distribución de fuerza sísmica en altura dirección “y”

Nivel	P	h	$P_i \cdot h^k$	alfa	Fi
Techo 3	59.2679	9.58	874.23	0.48	8.92
Techo 2	61.4049	6.81	603.23	0.33	6.16
Techo 1	63.4167	4.04	334.51	0.18	3.41
Total			1811.96		18.49

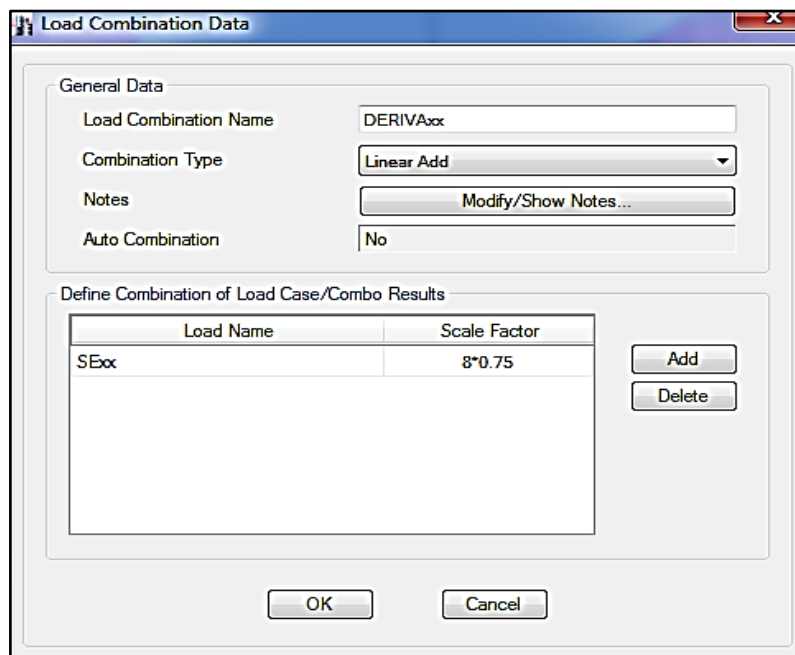
Fuente: Elaboración propia

### Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

En el capítulo V, Requisitos de resistencia, rigidez y ductilidad de la NTP E030, en el artículo 31, nos brinda la manera de como encontrar estos desplazamientos.

Entonces se procederá a multiplicar ese factor dentro del programa para que los desplazamientos sean calculados inelásticamente.

Figura 3: Calculo de los desplazamientos inelásticamente en el software ETABS



Fuente: Elaboración propia

Y finalmente encontramos los desplazamientos para el eje “X” y “Y” como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 17: Límites para la distorsión del entrepiso (derivadas) en “X”

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAx Max	X	0.022412	No cumple
Story2	DERIVAx Max	X	0.034879	No cumple
Story1	DERIVAx Max	X	0.036396	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 18: Límites para la distorsión del entrepiso (derivadas) en “Y”

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAy Max	Y	0.011546	No cumple
Story2	DERIVAy Max	Y	0.019445	No cumple
Story1	DERIVAy Max	Y	0.02373	No cumple

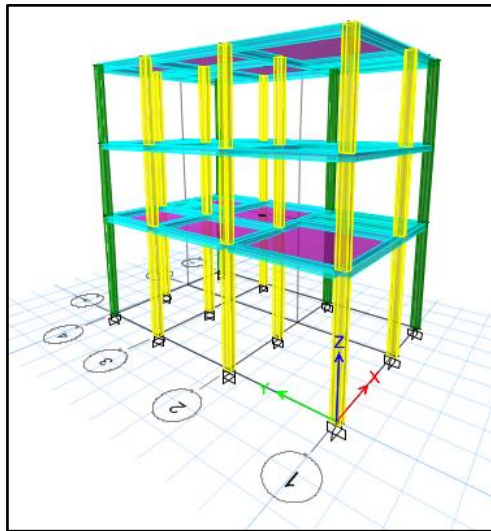
Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Se determina que la estructura actualmente no cumple con los límites para la distorsión del entrepiso sobrepasando significativamente, por consiguiente, se elaborará el reforzamiento.

## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA (REFORZADA CON FIBRA DE CARBONO)

Ejecutaremos el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1, para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del RNE. El análisis y modelamiento de la estructura se realizó con las cargas presentes en la edificación y con los elementos estructurales existentes.

Figura 4: Modelo de la vivienda 2 – Reforzada con fibra de vidrio



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Teniendo como periodos los siguientes valores:

$$T_x = 1.45$$

$$T_y = 0.85$$

Para el análisis sísmico se usarán los datos de factor de zona, factor de suelo S, irregularidades en altura, irregularidades en planta encontrados anteriormente.

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.0$$

$$C_x = 2.5 * \frac{T_p}{T_x} = 2.5 * \frac{0.6}{1.45} = 0.99$$

$$C_y = 2.5 * \frac{T_p}{T_y} = 2.5 * \frac{0.6}{1.70} = 1.70$$

S= 1.05

R= 8

P= Peso de la edificación

Tabla 19: Peso de la edificación (3 niveles)

Story	Load Case/Combo	Location	P
			tonf
Story3	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	59.2763
Story2	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	120.6897
Story1	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	184.1186

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Reemplazando valores tenemos la cortante en la base "x":

$$V_x = \frac{0.45 * 1 * 0.99 * 1.05}{8} * 184.1186$$

$$V_x = 10.79 \text{ ton}$$

Y la cortante en la base en "y"

$$V_y = \frac{0.45 * 1 * 1.70 * 1.05}{8} * 184.1186$$

$$V_y = 18.49 \text{ ton}$$

Finalmente se procedió a encontrar el valor de "K":

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K = 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K = (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$

Como "T<sub>x</sub>": 1.45 > 0.5 segundos,  $K_x = 1.50$

Como "T<sub>y</sub>": 0.85 > 0.5 segundos,  $K_y = 1.19$

Estos datos también serán ingresados al software y ayudarán en el cálculo de los resultados.

### Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

Encontramos los desplazamientos para el eje “X” y “Y” como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 20: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAx Max	X	0.021337	No cumple
Story2	DERIVAx Max	X	0.03262	No cumple
Story1	DERIVAx Max	X	0.032733	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 21: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAy Max	Y	0.011271	No cumple
Story2	DERIVAy Max	Y	0.018799	No cumple
Story1	DERIVAy Max	Y	0.022228	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Al terminar de realizar nuestro análisis sísmico para la estructura reforzada con fibra de vidrio. Nos damos cuenta que no supera los desplazamientos máximos permitidos por la norma E030, aun habiendo reforzado toda la estructura existente con la misma. Por lo que se procederá a incrementar las secciones de los elementos o también incrementar otros elementos estructurales (como son los muros estructurales o también llamados placas) que nos ayuden a rigidizar la estructura.

## **PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

Se elaborará un predimensionamiento para verificar que cuentan con las secciones mínimas para el diseño.

### **Losa:**

Distancia crítica: 4.06 m

h: 20 cm

### **Vigas:**

#### **Eje x-x:**

Distancia crítica: 3.90 m

Sección: 25 cm x 35 cm

#### **Eje y-y:**

Distancia crítica: 3.70 m

Sección: 25 cm x 30 cm

### **Columnas:**

#### **Central:**

Área: 10.54 m<sup>2</sup>

Sección: 25 cm x 25 cm

#### **Excéntrica:**

Área: 5.89 m<sup>2</sup>

Sección: 25 cm x 25 cm

#### **Esquina:**

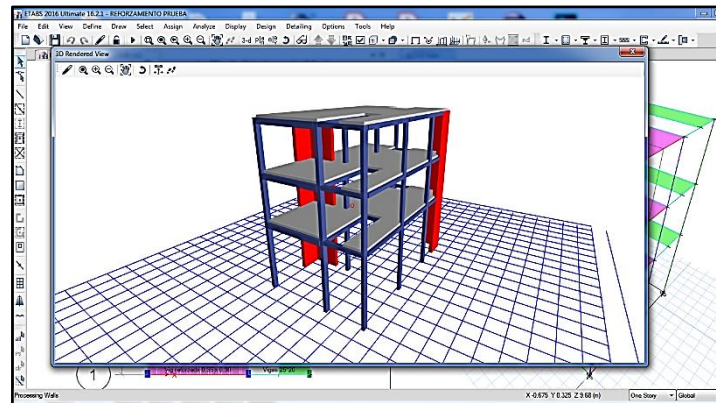
Área: 5.95 m<sup>2</sup>

Sección: 25 cm x 25 cm

## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA REFORZADA PARA RIGIDEZ

Se realizó el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1, para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del RNE.

Figura 5: Calculo de los desplazamientos inelásticamente en el software ETABS



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Al realizar el análisis de la estructura obtuvimos los siguientes periodos:

$$T_x = 0.378$$

$$T_y = 0.301$$

Para el análisis sísmico se usarán los datos de factor de zona, factor de suelo S, irregularidades en altura, irregularidades en planta encontrados anteriormente.

$$Z = 0.45$$

$$U = 1$$

$$C_x = C_y = 2.5$$

$$S = 1.05$$

R = Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)

Al incrementar las placas en nuestra estructura verificamos el nuevo valor que tomaría el (R), ya que la norma E030 nos menciona que:

Es **muros estructurales**, si por lo menos el 70% de la fuerza cortante actúa sobre los muros estructurales (placas).



Por lo tanto, nuestro nuevo (R) queda de la siguiente manera:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

$$R = 6 * 1 * 1$$

$$R = 6$$

$$C_x / R = 0.36 > 0.11$$

$$C_y / R = 0.36 > 0.11$$

P= Peso de la edificación reforzada

Se calculará el peso de la edificación mediante el programa ETABS V.16.2.1.

Tabla 22: Peso de la edificación (Reforzado)

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	PESO POR NIVEL (Tn)
Story3	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	59.2775	59.28
Story2	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	126.2303	66.95
Story1	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	199.2333	73.00
			<b>Total</b>	199.23

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

### Distribución de Fuerza Sísmica en Altura

En el artículo 28 de la NTP E030 se menciona que esta distribución que está dada por esta fórmula:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

Y siendo K calculada de la manera siguiente:

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K= 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K= (0.75+0.5T) \leq 2.0$

Dando así los siguientes valores:

$$K_x = 1.0$$

$$K_y = 1.0$$

Posterior a ello y con la ayuda de la formula mencionada anteriormente se procedió a realizar la distribución de fuerza sísmica con la ayuda del software Microsoft Excel como se muestra a continuación.

Tabla 23: Distribución de fuerza sísmica en altura dirección "x"

Nivel	P	h	$P_i \cdot h^k$	alfa	Fi
Techo 3	59.28	9.58	567.88	0.43	16.89050
Techo 2	66.95	6.81	455.95	0.35	13.56135
Techo 1	73.00	4.04	294.93	0.22	8.77221
		Total	1318.76		39.22

T

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Distribución de fuerza sísmica en altura dirección "y"

Nivel	P	h	$P_i \cdot h^k$	alfa	Fi
Techo 3	59.28	9.58	567.88	0.43	16.890496
Techo 2	66.95	6.81	455.95	0.35	13.561348
Techo 1	73.00	4.04	294.93	0.22	8.772211
		Total	1318.76		39.22

T

Fuente: Elaboración propia

## Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

En el capítulo V, Requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad de la NTP E030, en el artículo 31, se indica que los desplazamientos se calculan multiplicando por 0.75 R los resultados del análisis lineal en caso que las estructuras sean regulares, que es el caso actual.

Y finalmente encontramos los desplazamientos para el eje “X” y “Y” como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 25: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAx Max	X	0.006165	Si cumple
Story2	DERIVAx Max	X	0.00592	Si cumple
Story1	DERIVAx Max	X	0.002963	Si cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 26: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAy Max	Y	0.005428	Si cumple
Story2	DERIVAy Max	Y	0.00533	Si cumple
Story1	DERIVAy Max	Y	0.002694	Si cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

La estructura una vez reforzada con placas, se logra estar dentro de los límites de distorsión del entrepiso de acuerdo a la norma E030, la cual deben ser menor a 0.007.

## VERIFICACIÓN DE DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXISTENTES (VIGAS)

Se procederá al análisis estructural de los elementos para reforzarlos en caso se requiera.

### Acero Actual

#### VIGAS:

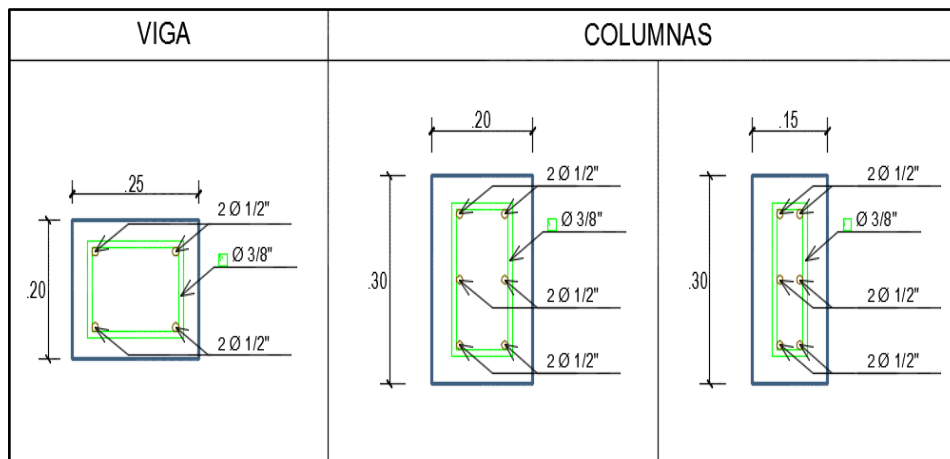
4  $\varnothing$  1/2"

2 x 1.29 cm<sup>2</sup> = 2.58 cm<sup>2</sup> (parte superior)

2 x 1.29 cm<sup>2</sup> = 2.58 cm<sup>2</sup> (parte inferior)

#### COLUMNAS:

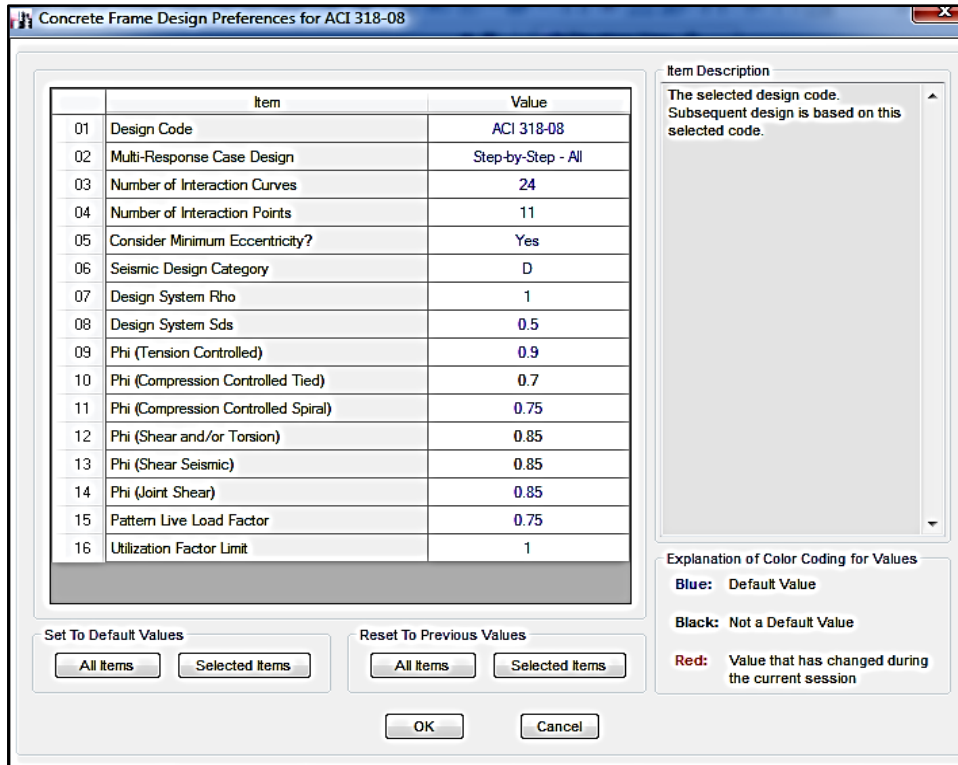
6  $\varnothing$  1/2" = 6 x 1.29 cm<sup>2</sup> = 7.74 cm<sup>2</sup>



## Acero Requerido

Se realizará un diseño de acero de vigas en el programa ETABS V.16.2.1. mediante las configuraciones de diseño del ACI 318-08.

Figura 6: Configuración del software para el cálculo del acero



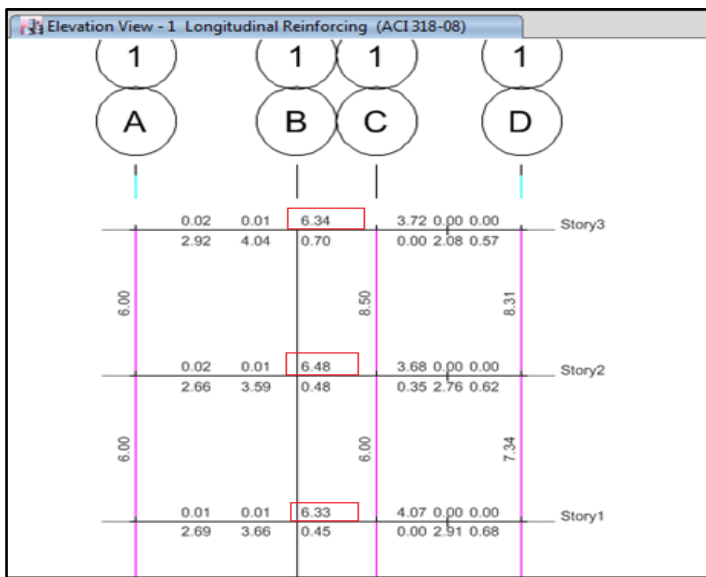
Fuente: Software ETABS V.16.2.1.

Se muestran los centímetros cuadrados de acero requerido por los diagramas de momentos que se calcularon mediante el programa ETABS V.16.2.1.

## VERIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA ESTRUCTURA

**Viga del eje 1-1 entre A y D:** Se puede notar que, en esta parte de la estructura, el acero requerido en las vigas del tramo A-C requiere mayor cantidad de acero del que se encuentra actualmente, como se muestra a continuación.

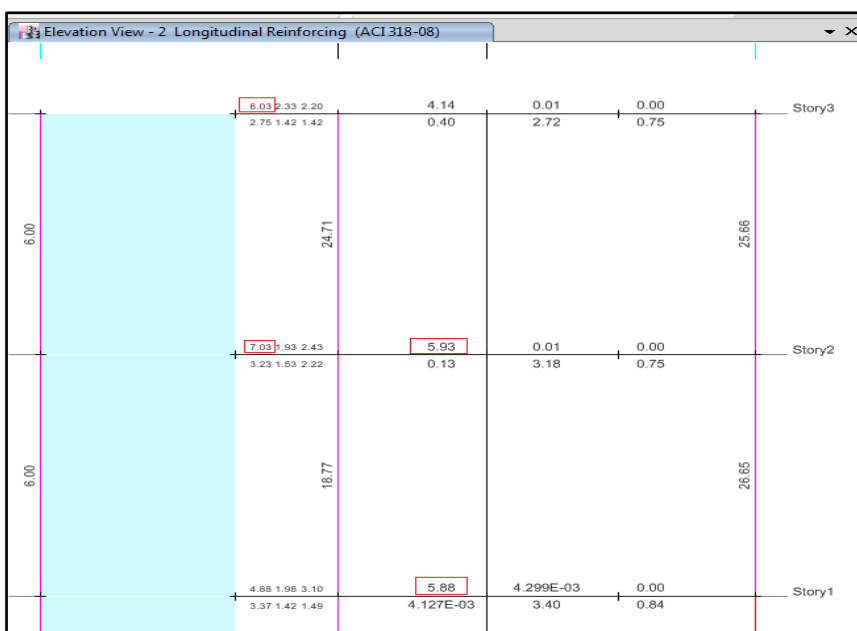
Figura 7: Acero que requiere las vigas del eje 1-1 entre A y D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

**Viga del eje 2-2 entre A y D:** Podemos apreciar que sobrepasa el acero actual de 5.16 cm<sup>2</sup>, así como se muestra a continuación.

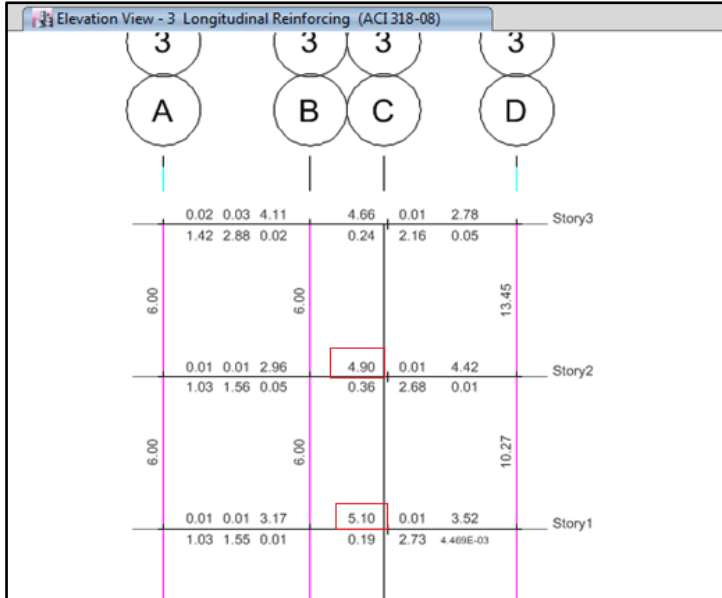
Figura 8: Acero que requiere las vigas del eje 2-2 entre A y D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

**Viga del eje 3-3 entre A y D:** En este tramo se puede verificar que el acero actual no llega a cumplir con el acero necesario.

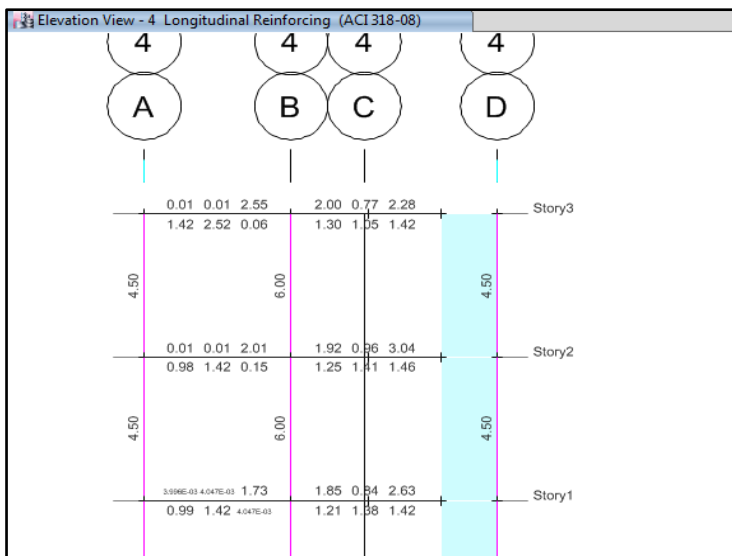
Figura 9: Acero que requiere las vigas del eje 3-3 entre A y D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

**Viga del eje 4-4 entre A y D:** En este tramo se puede verificar que el acero actual si llega a cumplir con el acero necesario.

Figura 10: Acero que requiere las vigas del eje 4-4 entre A y D



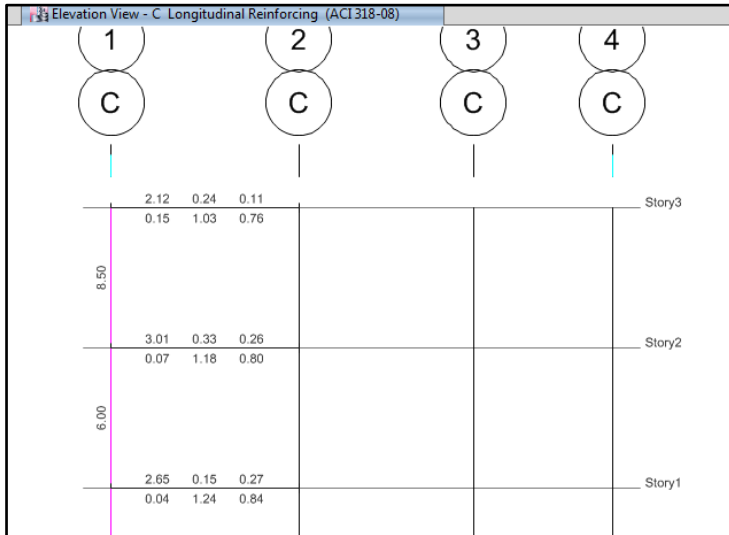
Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS





**Viga del eje C-C entre 1 y 4:** en esta viga se puede verificar que el acero actual sí llega a cumplir con el acero necesario.

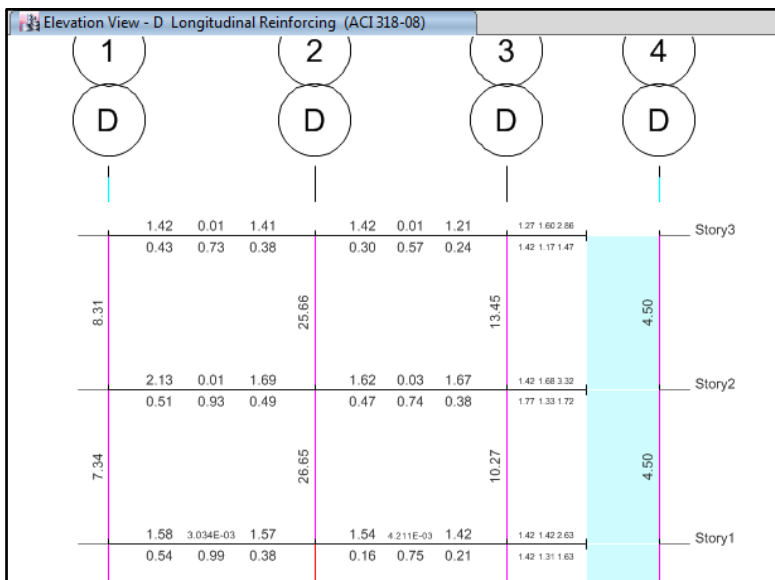
Figura 13: Acero que requiere las vigas del eje C-C entre 1 y 4



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

**Viga del eje D-D entre 1 y 4:** en esta viga se puede verificar que el acero actual sí llega a cumplir con el acero necesario.

Figura 14: Acero que requiere las vigas del eje D-D entre 1 y 4



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Se puede observar que los sectores críticos en las vigas de la vivienda que no cumplen con el acero requerido son el tramo 1 – 1 entre A – D, el tramo 2 – 2 entre A – D y el tramo 3 -3 entre A – D por lo consiguiente, se procederá a reforzar en esas secciones.

## REFORZAMIENTO MEDIANTE ENCAMIZADO

### VIGAS

Para este tipo de reforzamiento se incrementará la sección de las vigas a una sección de 35 cm x 35 cm, el diseño del acero en la viga reforzada será calculado mediante el programa ETABS V.16.2.1.

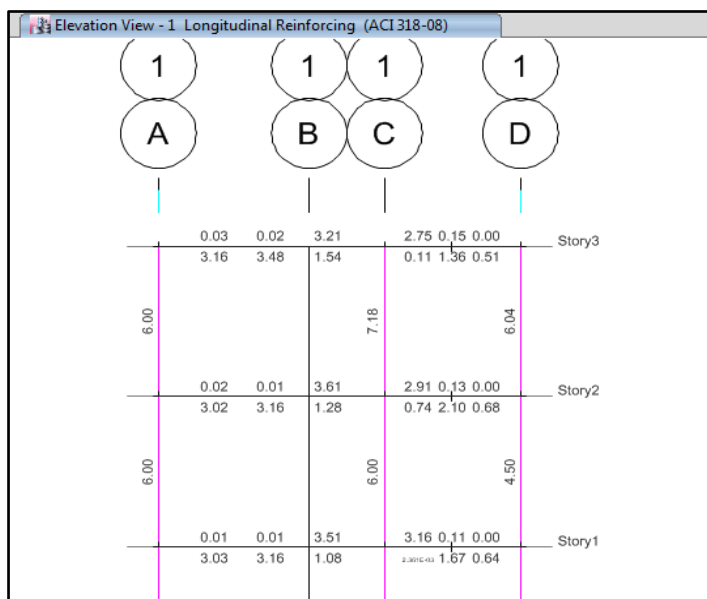
### VIGA EJE 1-1 ENTRE A Y D

#### Diseño a flexión

Las áreas de acero actualmente no llegan a cumplir lo necesario, así que se realizará un encamisado a la sección de la viga, haciendo un mayor peralte.

Área de acero requerido para la viga reforzada de 35 cm x 35 cm

Figura 15: Acero que requiere las vigas del eje 1-1 entre A y D (Reforzado)



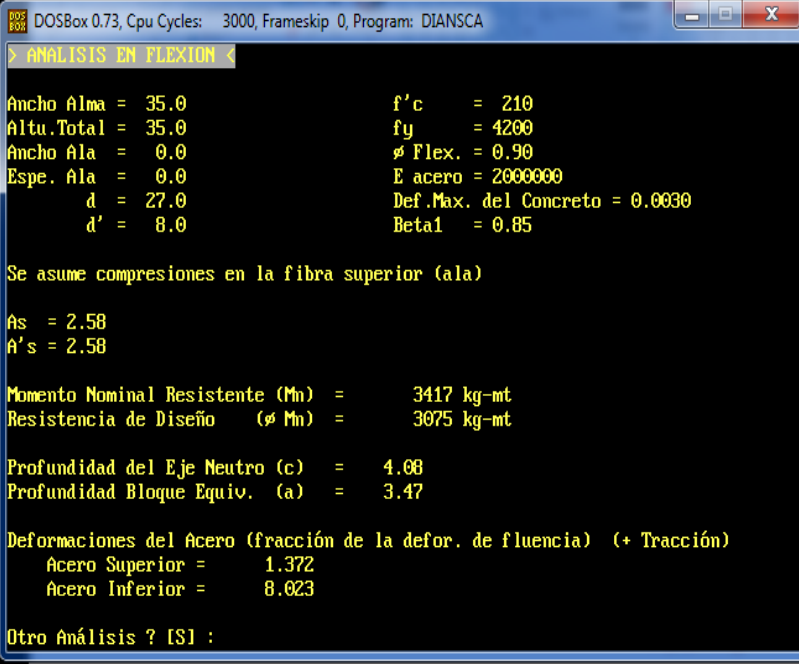
Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS



## Longitud de Corte

Ingresamos los datos al software DIANSCA para encontrar el momento resistente de la viga  $M_R$ , lo cual se calcula de la siguiente manera:

Figura 18: Resultados del  $\phi M_n = M_R$



```
DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIANSCA
> ANALISIS EN FLEXION <
Ancho Alma = 35.0          f'c = 210
Altu. Total = 35.0        fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           phi Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0          E acero = 2000000
      d = 27.0           Def. Max. del Concreto = 0.0030
      d' = 8.0           Beta1 = 0.85

Se asume compresiones en la fibra superior (ala)
As = 2.58
A's = 2.58

Momento Nominal Resistente (Mn) = 3417 kg-mt
Resistencia de Diseño (phi Mn) = 3075 kg-mt

Profundidad del Eje Neutro (c) = 4.08
Profundidad Bloque Equiv. (a) = 3.47

Deformaciones del Acero (fracción de la defor. de fluencia) (+ Tracción)
Acero Superior = 1.372
Acero Inferior = 8.023

Otro Análisis ? [SI] :
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

El momento nominal resistente se encuentra ubicado a 15 cm del borde de la viga.

Longitud de corte = 15 cm + d

Longitud de corte = 15 cm + 27 cm

Longitud de corte = 45 cm

Para el acero positivo, también se calculará su longitud de corte en base al mismo momento nominal.

Figura 19: Calculo del As, As min., y As máx. mediante el Software DIANSCA

```

DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIANSCA
> DISEÑO EN FLEXIÓN <
Ancho Alma = 35.0          f'c = 210
Altu.Total = 35.0         fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           ø Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0          E acero = 2000000
      R1 = 8.0            Def.Max. del Concreto = 0.0030
      R2 = 8.0            Beta1 = 0.85
                          RhoMin = 0.7 √f'c / fy

Mu es positivo si produce compresiones en la fibra superior (ala)

Mu (kg-mt) = 3040

Viga Rectangular - Compresion en la fibra Superior
No necesita Acero en Compresion
As = 3.10      d = 27.0
A's = 0.00    d' = 8.0
f's = 0       0.000 Veces fy
As min = 2.28
As max = 15.06
As bal = 20.08

Otro Diseño ? [S] :
  
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Sin embargo, al momento de calcular el momento resistente, se determina que la viga es capaz de resistir.

Figura 20: Resultados del  $\phi M_n = M_R$

```

DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIANSCA
> ANALISIS EN FLEXIÓN <
Ancho Alma = 35.0          f'c = 210
Altu.Total = 35.0         fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           ø Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0          E acero = 2000000
      d = 27.0            Def.Max. del Concreto = 0.0030
      d' = 8.0            Beta1 = 0.85

Se asume compresiones en la fibra superior (ala)

As = 2.58
A's = 2.58

Momento Nominal Resistente (Mn) = 3417 kg-mt
Resistencia de Diseño (ø Mn) = 3075 kg-mt

Profundidad del Eje Neutro (c) = 4.08
Profundidad Bloque Equiv. (a) = 3.47

Deformaciones del Acero (fracción de la defor. de fluencia) (+ Tracción)
Acero Superior = 1.372
Acero Inferior = 8.023

Otro Análisis ? [S] : _
  
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Por lo tanto, no necesitará reforzamiento en la parte inferior.

## Diseño por cortante

Según la NTP E060 Indica lo siguiente:

- ✓ El primer estribo de confinamiento debe estar situado a no de 100mm o 10 cm de la cara del elemento de apoyo
- ✓ El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder del menor de los puntos considerados a continuación.
  - a)  $d/4$
  - b)  $10 * \phi_{barra\ longitudinal}$
  - c)  $24 * \phi_{barra\ estribo}$
  - d) 30 cm
- ✓ El espaciamiento de los estribos en la zona central debe estar espaciados a no más de  $0.5d$
- ✓ Y, por último, la separación de los estribos no deberá ser mayor que la fuerza cortante requerida.

El área de confinamiento será igual a:

$$\text{Área de confinamiento} = 2 \times 35 \text{ cm} = 70 \text{ cm}$$

Y el estribo de confinamiento será calculado de la siguiente manera:

$$\text{Estribo confinamiento} = 10 \times 1.27 \text{ cm} = 12.5 \text{ cm}$$

Luego de eso se calculará la separación de los estribos fuera de la zona de confinamiento:

$$\text{Estribo fuera del confinamiento} = 0.5 \times d = 0.5 \times 27 = 13.5 \text{ cm}$$

## Se comprobará el diseño a cortante

Se calculará si los estribos cada 25 cm cumplen con la cortante requerida.

En el capítulo 11, cortante y torsión en la NTP E 060 se brinda la siguiente formula:

$$V_u \leq \phi V_n.$$

Siendo  $\phi V_n$ :

$$\phi V_n = \phi(V_C + V_S)$$

Siendo " $V_C$ "

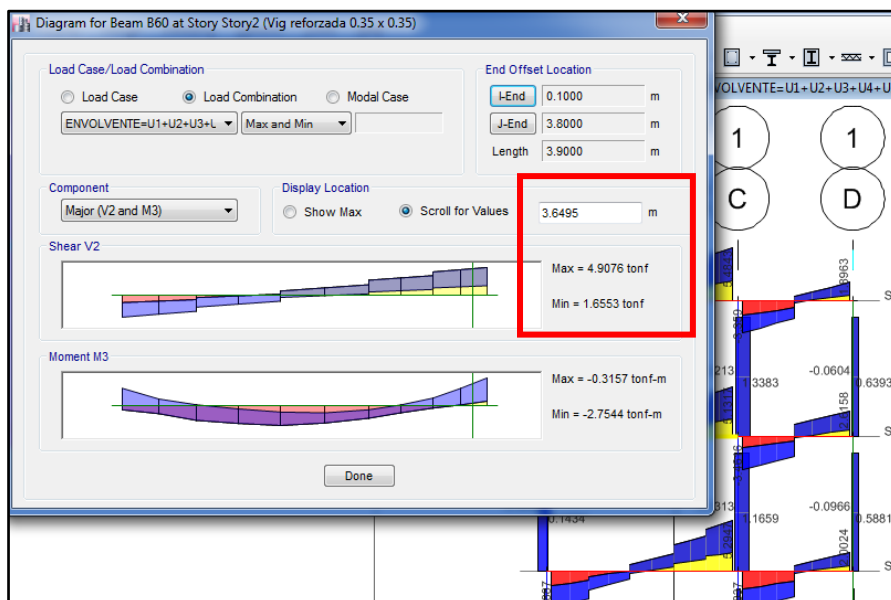
$$V_C = 0.53\sqrt{f'_c} * b * d$$

Para " $V_S$ " se tiene la siguiente formula

$$V_S = \frac{A_{Estribo}}{S} * f'_y * d$$

Siendo el momento cortante actuante:

Figura 21: Resultados de  $V_u$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Se calculará  $V_C$ :

$$V_C = 0.53\sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_C = 0.53\sqrt{210} * 35 * 27$$

$$V_C = 7258 \text{ Kg}$$

$$V_C = 7.26 \text{ Tn}$$

Se calculará  $V_S$ :

$$V_S = \frac{A_{Estribo}}{S} * f'_y * d$$

$$V_S = \frac{2 * 0.71}{25} * 4200 * 27$$

$$V_S = 6441 \text{ Kg}$$

$$V_S = 6.44 \text{ Tn}$$

Reemplazando valores:

$$\phi V_n = \phi(V_C + V_S)$$

$$\phi V_n = 0.85(7.26 + 6.44)$$

$$\phi V_n = 11.64 \text{ Tn}$$

Finalmente se comprobó que el acero colocado por cortante si cumple con todos los requisitos determinados en la norma E060 del RNE

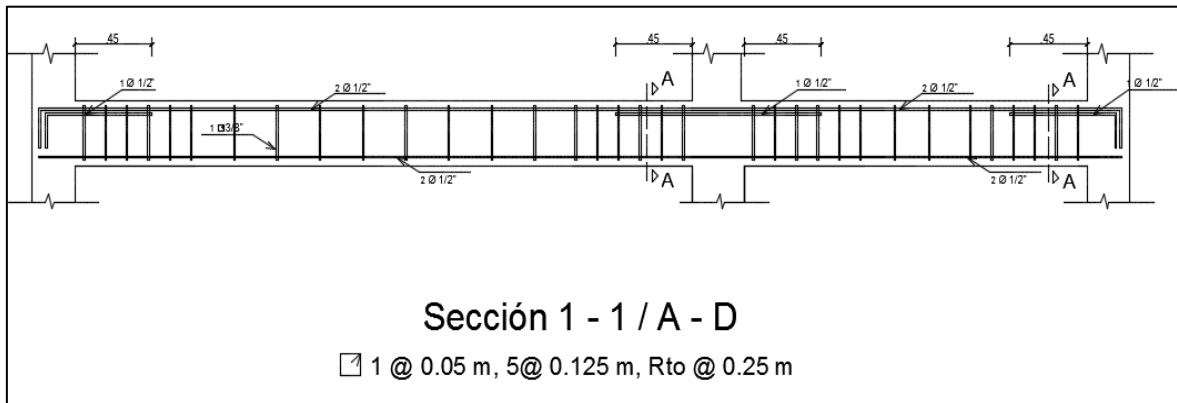
$$V_u \leq \phi V_n.$$

$$4.91 \text{ Tn} \leq 11.64 \text{ Tn} \dots \text{Ok}$$

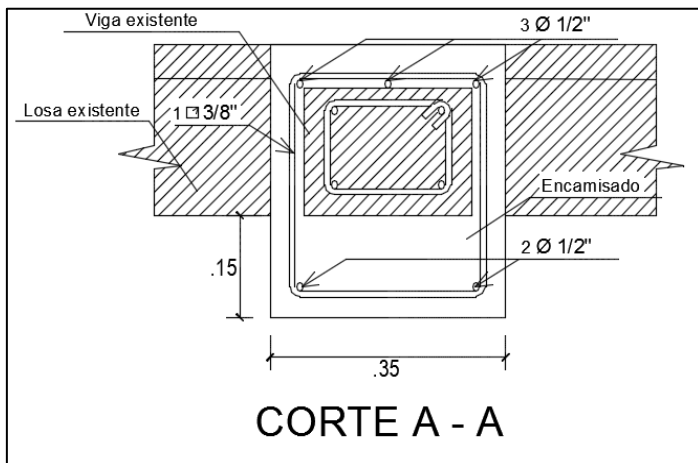
Por lo que los estribos serán 1 @ 5 cm, 5 @ 12.5 cm, R @ 25 cm



Figura 22: Plano de distribución



Fuente: Elaboración propia



## VIGA EJE 2-2 ENTRE A Y D

Viga reforzada V - 1 = 35 cm x 30 cm tramo B – D

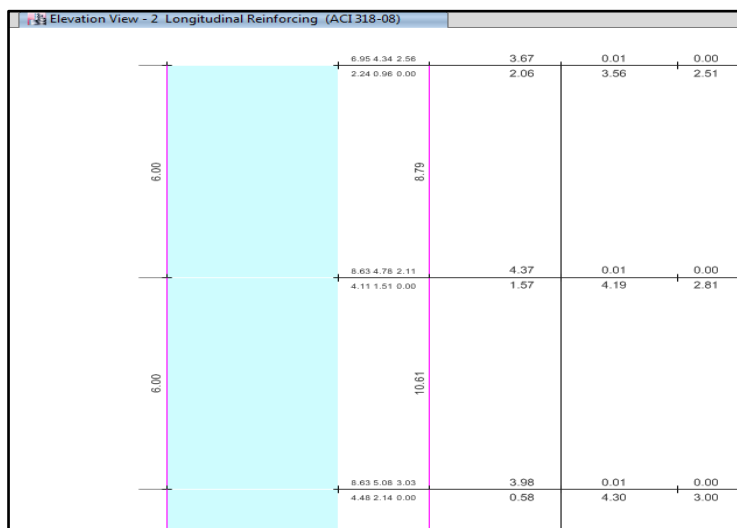
Viga reforzada V - 2 = 45 cm x 30 cm Tramo A - B

### Diseño a flexión

#### Para el tramo 2 – 2 / A – B

Para el tramo A – B se usarán 2 barras de 1/2" en toda la sección completando el área de acero que nos brinda el software ETABS V.16.2.1, lo cual se muestra a continuación.

Figura 23: Acero que requiere las vigas del eje 2-2 entre A y B (Reforzado)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con la ayuda del software DIANSCA se calculó los aceros para la longitud de corte, los cuales serán barras de 5/8" a lo largo de toda la sección ubicados a las distancias que se muestran a continuación.

El momento resistente de 2 aceros de 5/8" se encuentra ubicado a 50 cm

Longitud de corte = 50 cm + d = 50 cm + 32 cm = 85 cm

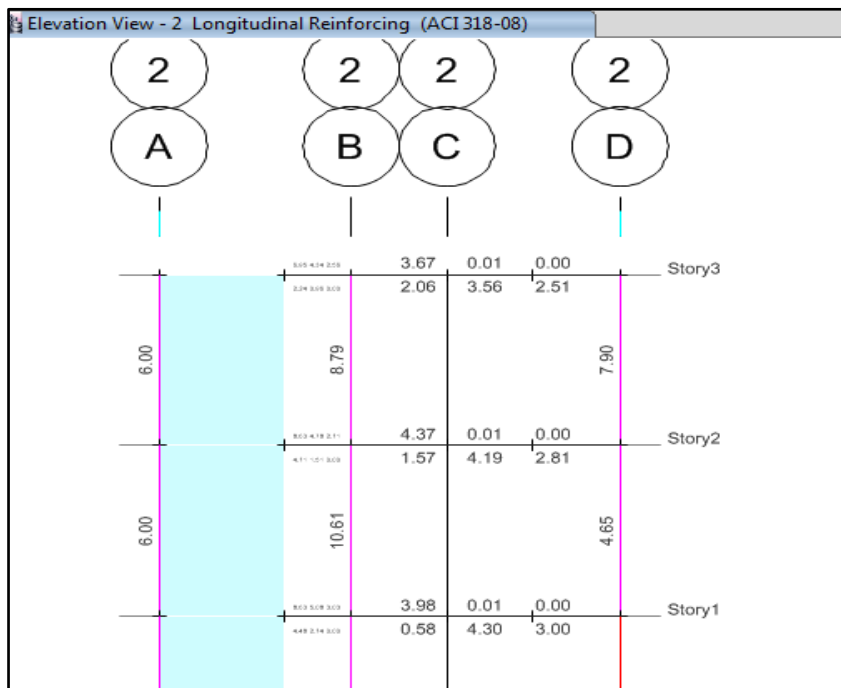
El momento nominal resistente está ubicado a una distancia de 10 cm

Longitud de corte = 10 cm + d = 10 cm + 32 cm = 42cm

### Para el tramo 2 – 2 / B – D

Según el diseño de ETABS V.16.2.1. el acero en el tramo B – D es el siguiente

Figura 24: Acero que requiere las vigas del eje 2-2 entre B y D (Reforzado)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con la ayuda del software DIANSCA se calculó los aceros para la longitud de corte, los cuales serán barras de 1/2" a lo largo de toda la sección ubicados a las distancias que se muestran a continuación.

El momento nominal resistente está ubicado a una distancia de 10 cm

Longitud de corte = 150 cm – d (para reforzamiento positivo)

Longitud de corte = 150 cm - 27 cm

Longitud de corte = 120 cm

Para la siguiente longitud de corte. El momento nominal resistente está ubicado a una distancia de 245 cm

Longitud de corte = 245 cm + d (para reforzamiento positivo)

Longitud de corte = 245 cm + 27 cm

Longitud de corte = 275 cm

## Diseño por cortante

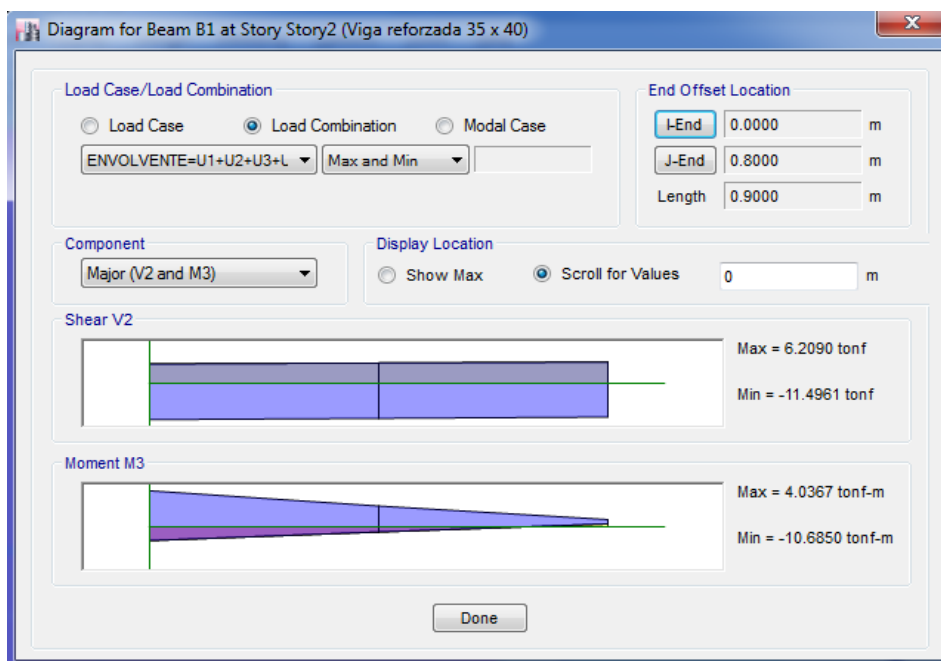
### Para el tramo 2 – 2 / A – B

Para el diseño a cortante en este tramo solo se tiene el área de confinamiento, por lo que los estribos serán:

1 @ 5 cm, R @ 12.5 cm,

Comprobación a cortante

Figura 25: Resultados de  $V_u$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## Para el tramo 2 – 2 / B – D

Para el diseño a cortante se tomará la distribución realizada anteriormente:

El área de confinamiento será igual a:

Área de confinamiento  $B - B / 2 - 2 = 2 \times 35 \text{ cm}$

Área de confinamiento  $B - B / 2 - 2 = 70 \text{ cm}$

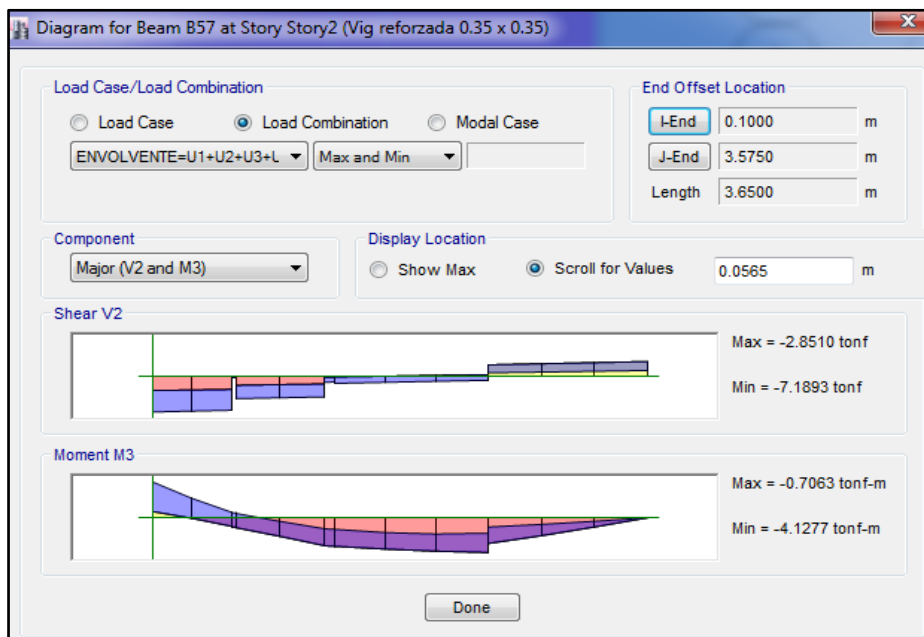
El espaciamiento del estribo de confinamiento será calculado de la siguiente manera:

Estribo confinamiento  $B - B / 2 - 2 = 10 \times 1.27 \text{ cm}$

Estribo de confinamiento  $B - B / 2 - 2 = 12.5 \text{ cm}$

Estribo fuera del confinamiento  $B - B / 2 - 2$  será considerado 25 cm también al no exceder lo calculado anteriormente:  $\phi V_n = 11.64 \text{ Tn}$

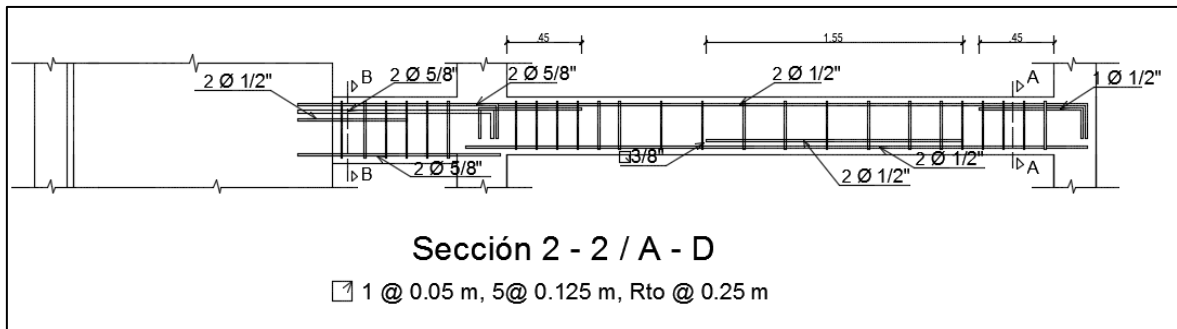
Figura 26: Resultados de  $V_u$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

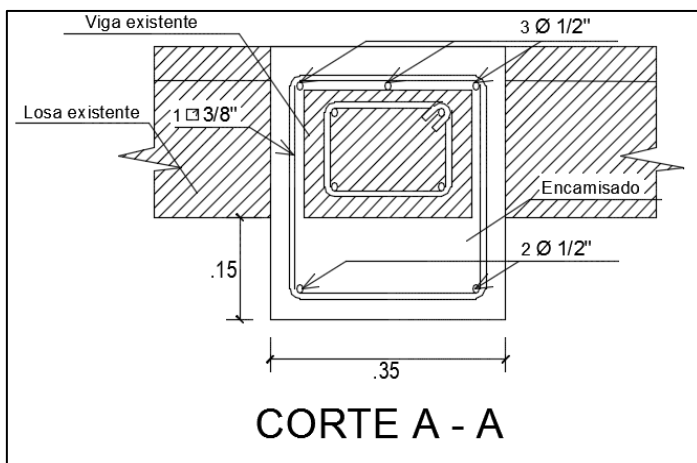
Los estribos serán 1 @ 5 cm, 5 @ 12.5 cm, R @ 25 cm

Figura 27: Plano de distribución

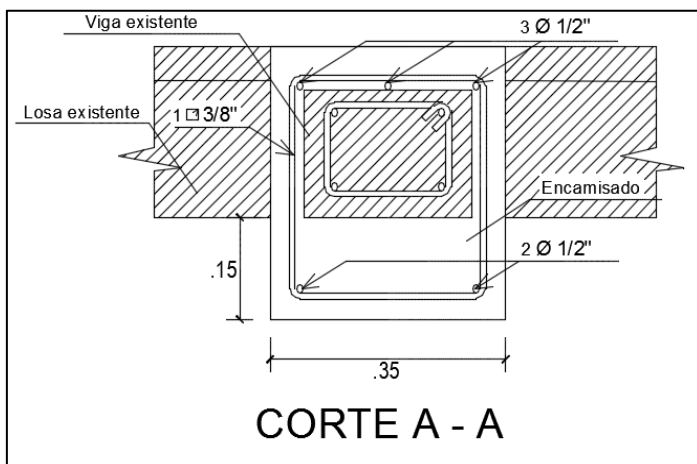


Fuente: Elaboración propia

Sección A – A:



Sección B – B:

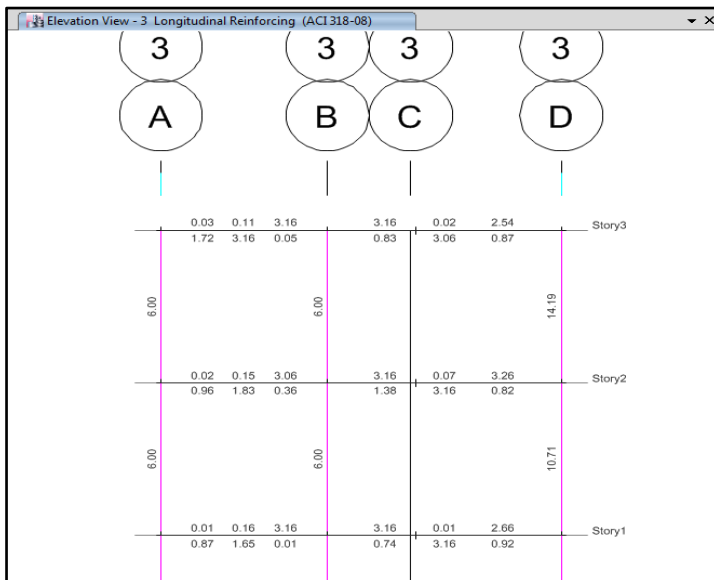


## VIGA EJE 3-3 ENTRE A Y D

Viga reforzada = 35 cm x 30 cm

### Diseño a flexión

Figura 28: Acero que requiere las vigas del eje 3-3 entre A y D (Reforzado)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Se colocarán 2 aceros de 1/2" a lo largo de toda la sección transversal, haciendo un área de 2.58 cm<sup>2</sup>

La longitud de corte en las barras de los extremos será de la siguiente manera

El momento nominal resistente negativo se encuentra ubicado a 15 cm del borde de la viga.

Longitud de corte = 15 cm + d

Longitud de corte = 15 cm + 27 cm

Longitud de corte = 45 cm

No se requerirá acero positivo ya que cumple con la resistencia nominal resistente

## Diseño por cortante

El área de confinamiento será igual a:

Área de confinamiento  $A - D = 2 \times 35 \text{ cm} = 70 \text{ cm}$

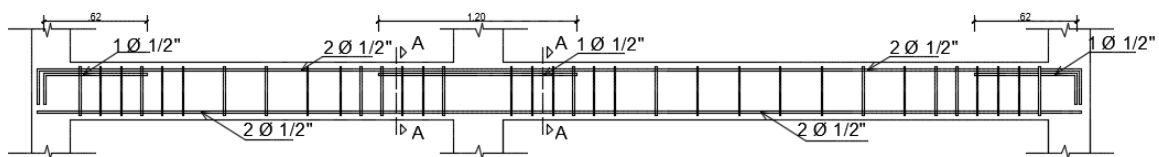
El espaciamiento del estribo de confinamiento será calculado de la siguiente manera:

Estribo confinamiento  $A - D = 10 \times 1.27 \text{ cm} = 12.5 \text{ cm}$

Estribo fuera del confinamiento  $A - D$  será considerado 25 cm, ya que no excede lo calculado anteriormente:

Los estribos serán 1 @ 5 cm, 5 @ 12.5 cm, R @ 25 cm

Figura 29: Plano de distribución

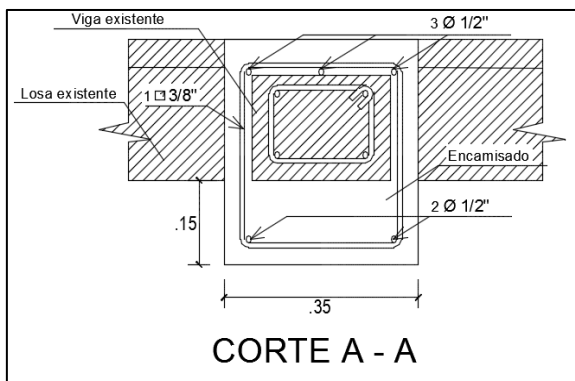


### Sección 3 - 3 / A - D

1 @ 0.05 m, 5 @ 0.125 m, Rto @ 0.25 m

Fuente: Elaboración propia

Sección A - A:

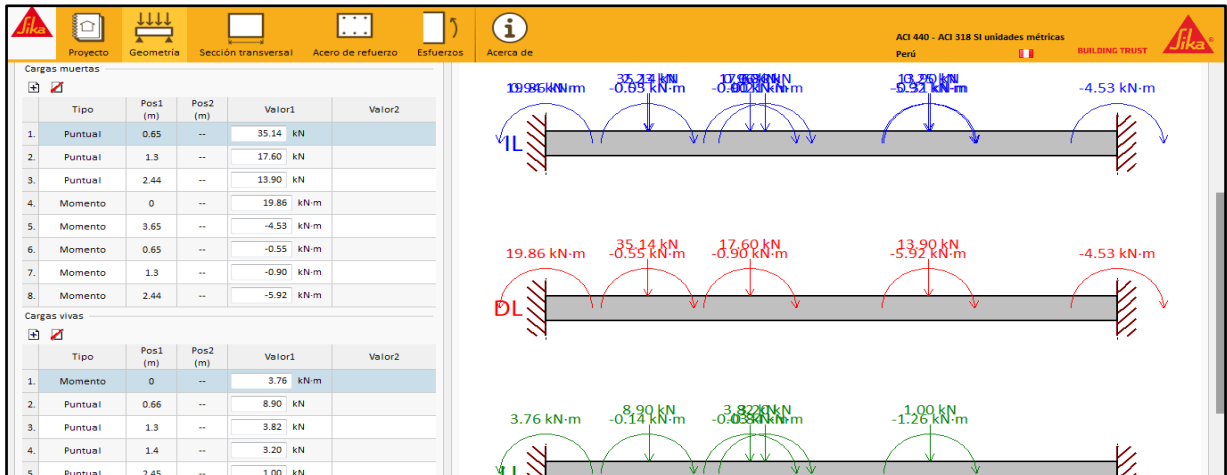




## VERIFICACION PARA POSIBLE REFORZAMIENTO DE LAS VIGAS EXISTENTES MEDIANTE EL SOFTWARE SIKA CARBODUR

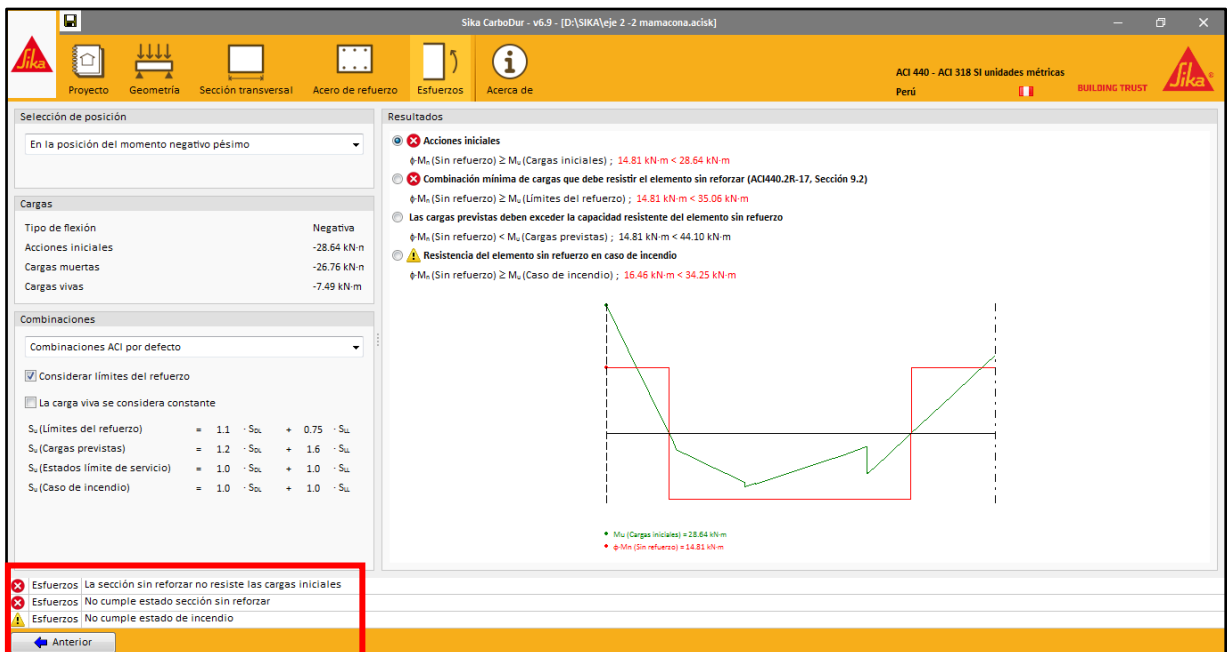
Se realizará el análisis de reforzamiento con fibra de vidrio en las vigas del eje 2-2 y el eje 3-3 para su próximo diseño en el software SikaCarbodur basado en la norma 4402r\_08

Figura 30: Cargas asignadas a la viga del eje 2-2 entre B y D



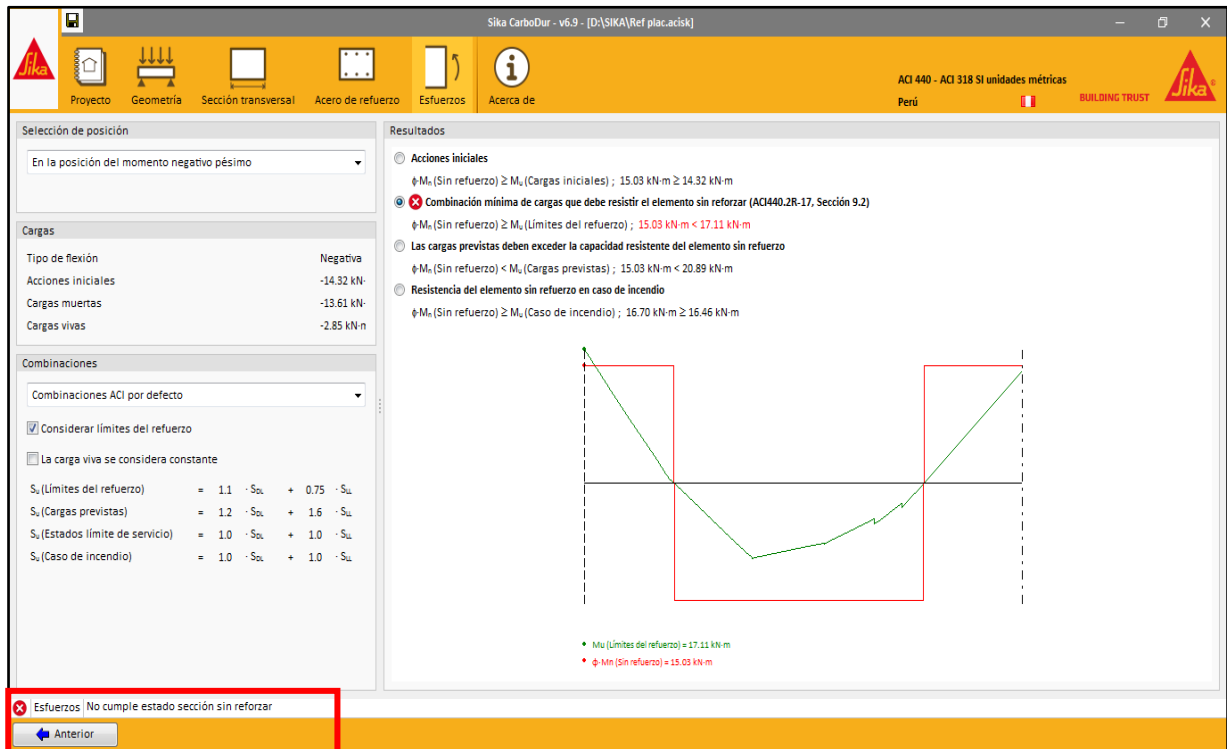
Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 31: Resultados de la viga eje 2-2 entre B y D en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 32: Resultados de la viga eje 3-3 entre B y D en el momento negativo máximo



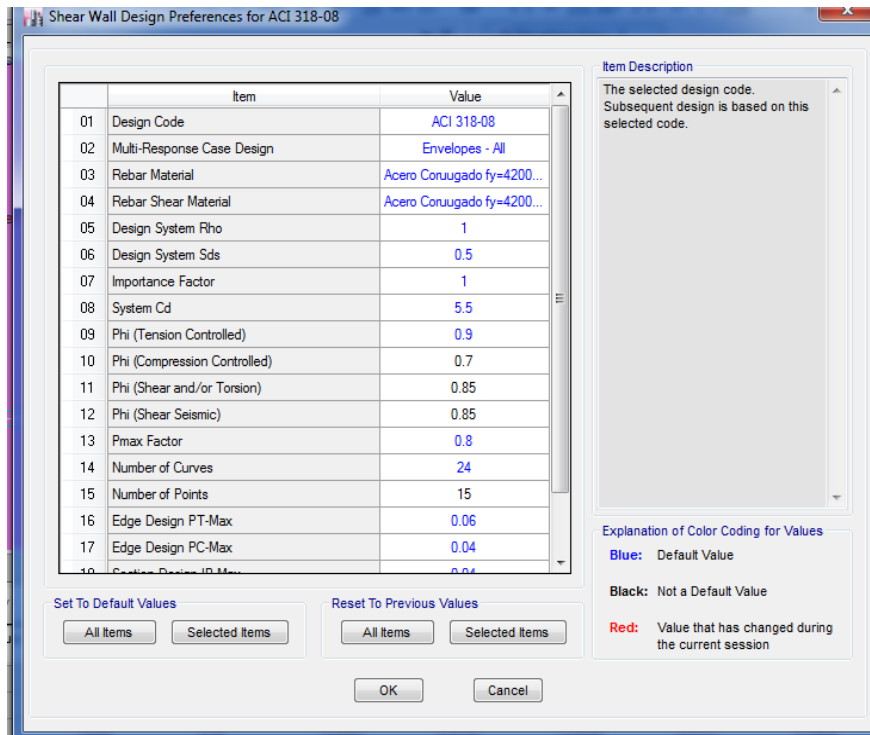
Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Luego de haber ingresado los datos al software de las vigas más críticas, nos damos cuenta que el acero de refuerzo existente y las secciones existentes de las vigas son insuficientes como nos muestran las dos figuras anteriores. Por lo que se procederá a incrementar las secciones de las vigas de los ejes 2-2 y 3-3.

## DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES (COLUMNAS)

Se usará el software ETABS V.16.2.1. con sus respectivas configuraciones.

Figura 33: Configuración del software para los diagramas de iteración



Fuente: Software ETABS

### Eje 1-1 / A – D

#### Diseño a flexo compresión

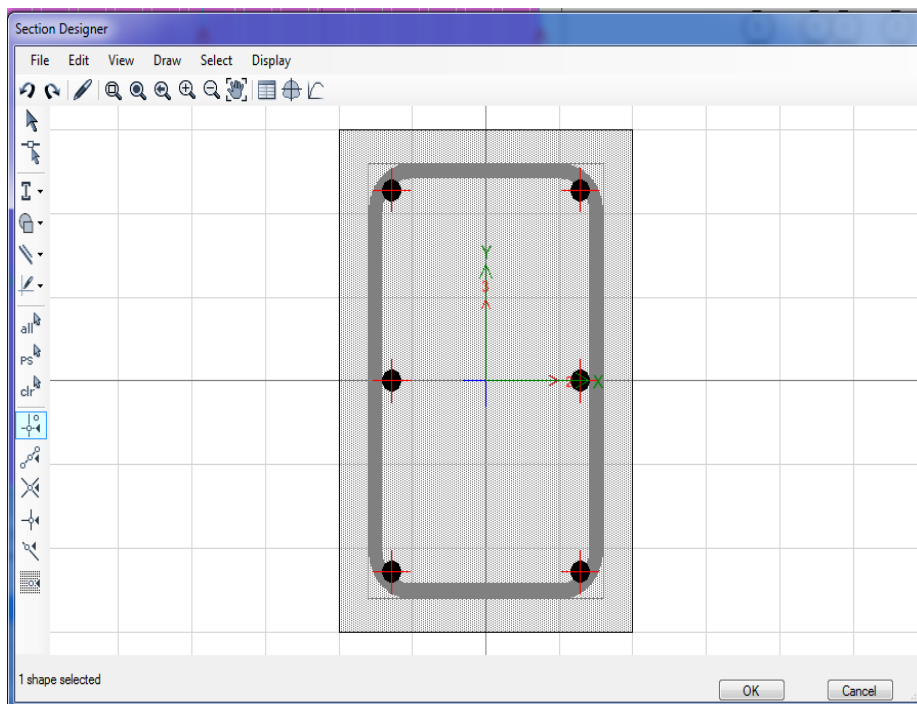
Se elaboraron diagramas de iteración para el diseño de columnas con los datos brindados por el software ETABS V.16.2.1, para la columna 1C

Tabla 27: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 1C

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C17	Dead	-20.2661	0.0595	-0.1548	-0.2143	0.0999
Story1	C17	Live	-4.6658	0.0278	-0.0148	-0.0223	0.0434
Story1	C17	Sisdisxx	-0.5113	0.1356	-0.0173	-0.0484	0.2664
Story1	C17	Sisdisyy	1.0016	-0.0447	0.0815	0.3275	-0.086

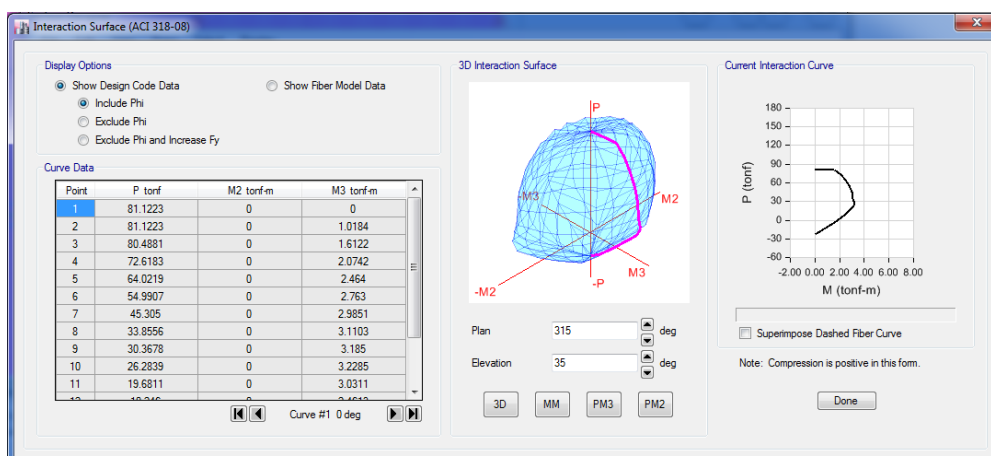
Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Figura 34: Elaboración del elemento estructural para encontrar las curvas de Iteración



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Figura 35: Curvas de Iteración para la columna 1C



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 28: Combinaciones de Diseño – Columna 1C

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	36.304	-0.338	0.214
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	30.654	-0.344	0.446
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	31.676	-0.247	-0.087
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	17.728	-0.241	0.356
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	18.751	-0.144	-0.176
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	32.166	0.032	0.093
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	30.163	-0.623	0.265
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	19.241	0.135	0.004
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	17.238	-0.520	0.176

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 29: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 1C

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	36.30	-0.34	0.21
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	30.65	-0.34	0.45
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	31.68	-0.25	-0.09
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	17.73	-0.24	0.36
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	18.75	-0.14	-0.18
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	30.65	0.34	-0.45
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	31.68	0.25	0.09
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	17.73	0.24	-0.36
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	18.75	0.14	0.18

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

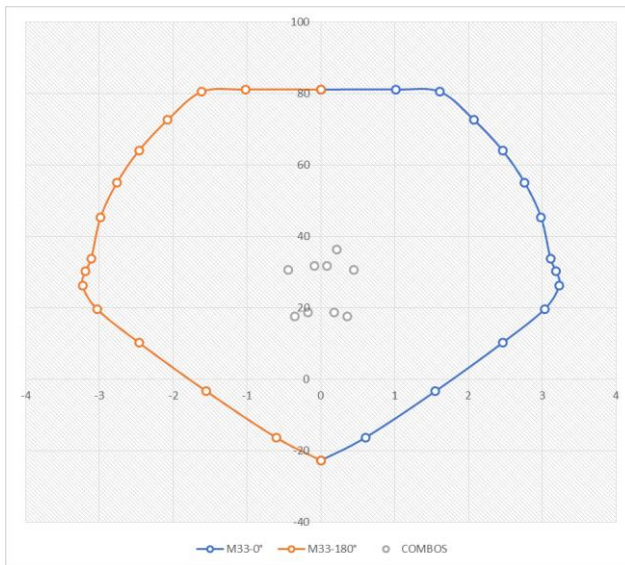
Tabla 30: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 1C

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	36.304	-0.338	0.214
<b>SISMO YY POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	32.166	0.032	0.093
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	30.163	-0.623	0.265
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	19.241	0.135	0.004
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	17.238	-0.520	0.176
	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	32.166	-0.032	-0.093
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	30.163	0.623	-0.265
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	19.241	-0.135	-0.004
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	17.238	0.520	-0.176

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

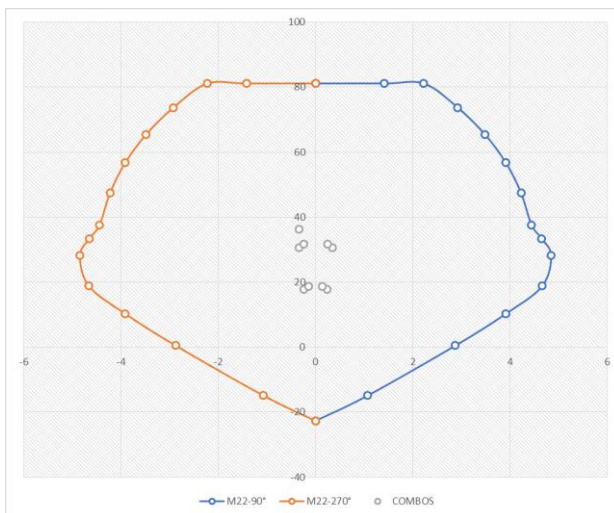
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 33, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 14: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

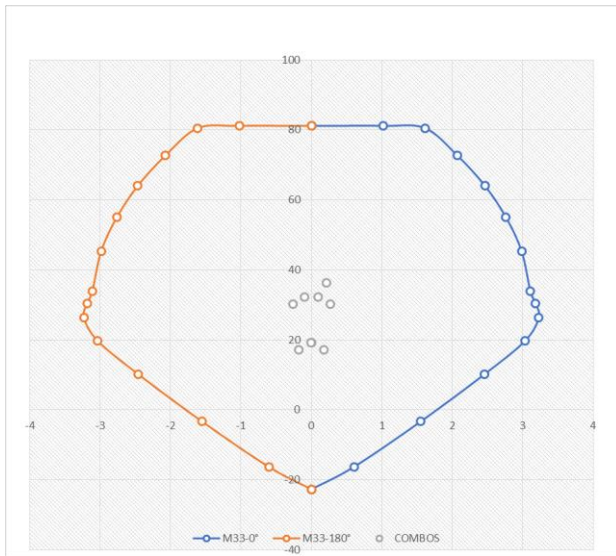
Gráfico 14: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

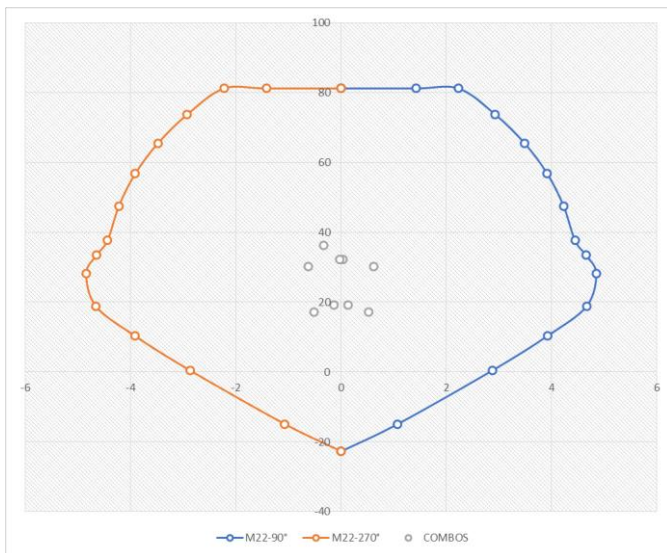


Gráfico 15: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 16: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



## Columna 1A

Cargas consideradas según el software ETABS V.16.2.1.

Tabla 31: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 1A

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C1	Dead	-10.0502	-0.0835	-0.04	-0.0765	-0.0942
Story1	C1	Live	-2.6388	-0.0311	-0.004	-0.0127	-0.0366
Story1	C1	Sisdisxx	0.9495	0.1027	-0.0171	-0.0564	0.2217
Story1	C1	Sisdisyy	3.5774	-0.03	0.2014	0.5119	-0.0661

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 32: Combinaciones de Diseño – Columna 1A

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
SISMO XX	U1=1.4CM+1.7CV	5.950	-0.280	-0.757
	U2=1.25(CM+CV)+SISXX	5.336	-0.224	-0.148
	U3=1.25(CM+CV)-SISXX	4.774	-0.259	-1.125
	U4=0.9CM+SISXX	3.054	-0.130	0.162
	U5=0.9CM-SISXX	2.492	-0.165	-0.814
SISMO YY	U2=1.25(CM+CV)+SISYY	6.201	0.500	-0.798
	U3=1.25(CM+CV)-SISYY	3.909	-0.984	-0.475
	U4=0.9CM+SISYY	3.919	0.594	-0.488
	U5=0.9CM-SISYY	1.627	-0.889	-0.164

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 33: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 1A

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		U1=1.4CM+1.7CV	5.95	-0.28	-0.76
SISMO XX POSITIVO		U2=1.25(CM+CV)+SISXX	5.34	-0.22	-0.15
		U3=1.25(CM+CV)-SISXX	4.77	-0.26	-1.12
		U4=0.9CM+SISXX	3.05	-0.13	0.16
		U5=0.9CM-SISXX	2.49	-0.17	-0.81
SISMO XX NEGATIVO		U2=1.25(CM+CV)+SISXX	5.34	0.22	0.15
		U3=1.25(CM+CV)-SISXX	4.77	0.26	1.12
		U4=0.9CM+SISXX	3.05	0.13	-0.16
		U5=0.9CM-SISXX	2.49	0.17	0.81

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

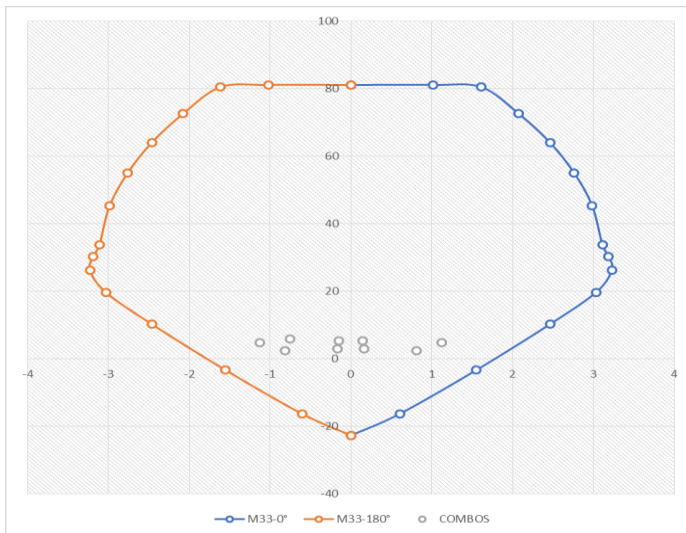
Tabla 34: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 1A

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		U1=1.4CM+1.7CV	5.950	-0.280	-0.757
SISMO YY POSITIVO		U2=1.25(CM+CV)+SISYY	6.201	0.500	-0.798
		U3=1.25(CM+CV)-SISYY	3.909	-0.984	-0.475
		U4=0.9CM+SISYY	3.919	0.594	-0.488
		U5=0.9CM-SISYY	1.627	-0.889	-0.164
SISMO YY NEGATIVO		U2=1.25(CM+CV)+SISYY	6.201	-0.500	0.798
		U3=1.25(CM+CV)-SISYY	3.909	0.984	0.475
		U4=0.9CM+SISYY	3.919	-0.594	0.488
		U5=0.9CM-SISYY	1.627	0.889	0.164

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

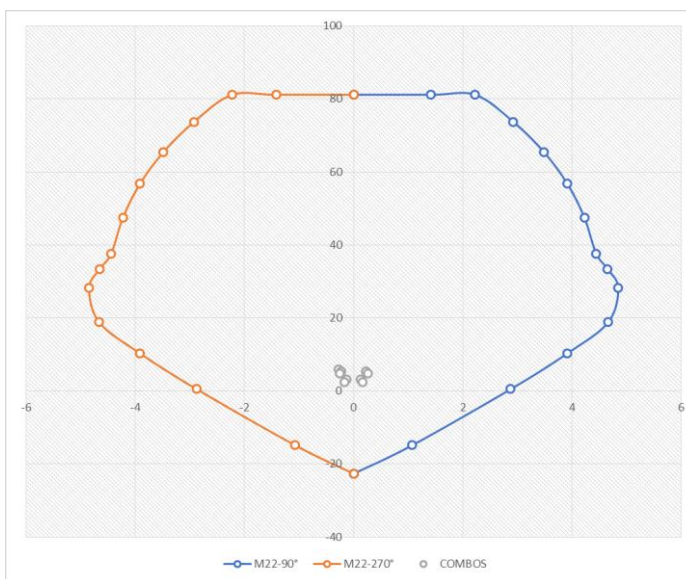
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 33, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 17: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



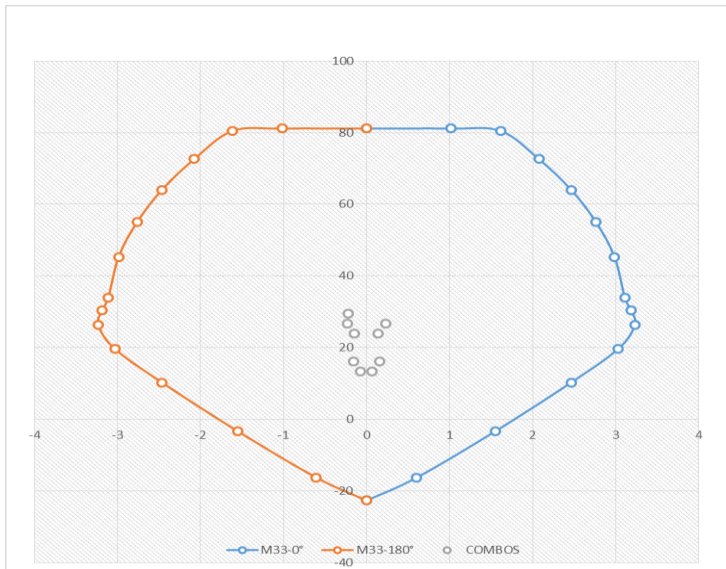
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 18: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



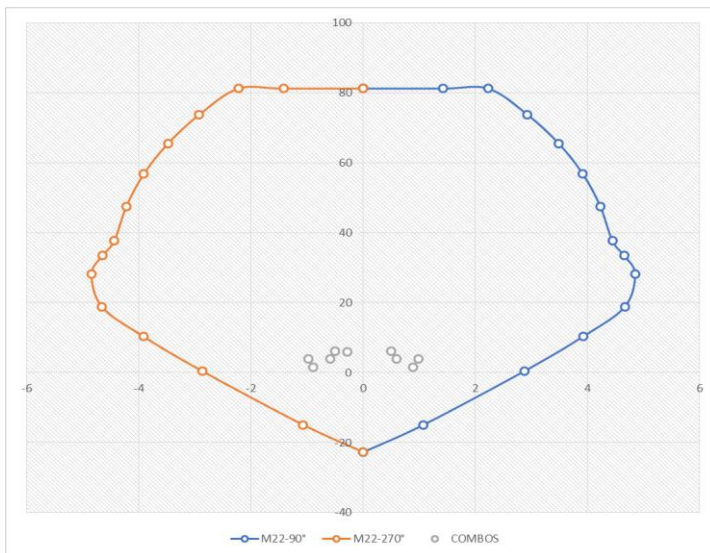
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 19: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 20: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy

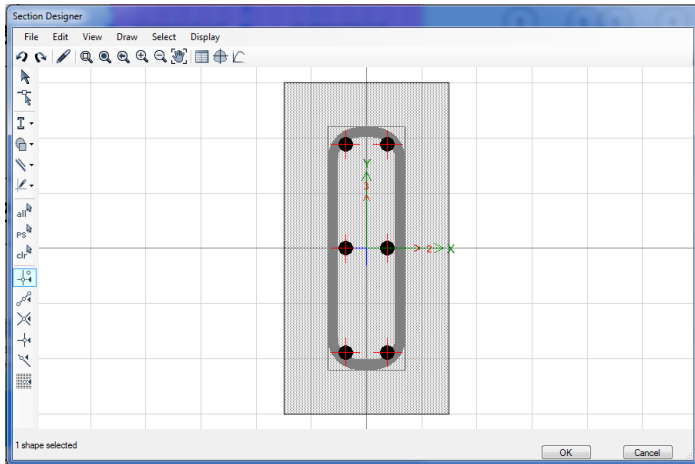


Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

## Columna 1D

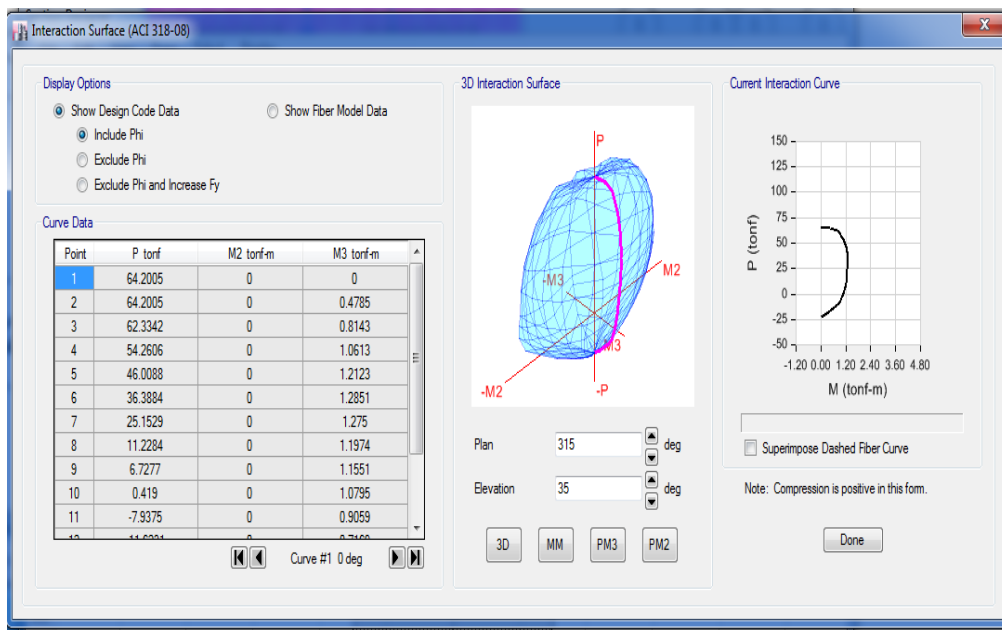
Sección de columna: 15 cm x 30 cm

Figura 36: Elaboración del elemento estructural para encontrar las curvas de Iteración 15 cm x 30 cm



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Figura 37: Curvas de Iteración para la columna 1D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Cargas consideradas según el software ETABS V.16.2.1.

Tabla 35: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 1D

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story3	C42	Dead	-2.7209	0.233	-0.5101	-0.5822	0.2824
Story3	C42	Live	-0.2693	0.0623	-0.0488	-0.0583	0.0761
Story3	C42	Sisdisxx	-0.3036	0.2702	-0.0835	-0.0935	0.3244
Story3	C42	Sisdisyy	0.4239	-0.0763	0.4952	0.5466	0.0919

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 36: Combinaciones de Diseño – Columna 1D

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	4.267	-0.914	0.525
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	3.434	-0.894	0.773
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	4.041	-0.707	0.124
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	2.145	-0.617	0.579
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	2.752	-0.430	-0.070
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	4.162	-0.254	0.356
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	3.314	-1.347	0.540
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	2.873	0.023	0.162
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	2.025	-1.071	0.346

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 37: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 1D

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	4.27	-0.91	0.52
<b>SISMO XX POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	3.43	-0.89	0.77
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	4.04	-0.71	0.12
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	2.15	-0.62	0.58
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	2.75	-0.43	-0.07
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	3.43	0.89	-0.77
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	4.04	0.71	-0.12
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	2.15	0.62	-0.58
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	2.75	0.43	0.07

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 38: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 1D

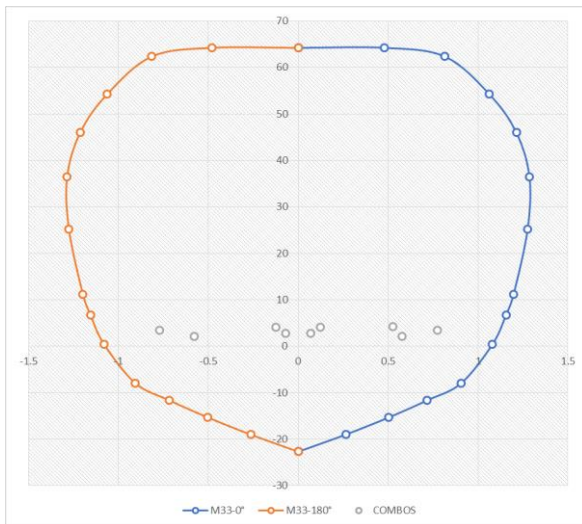
		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	4.267	-0.914	0.525
<b>SISMO YY POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	4.162	-0.254	0.356
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	3.314	-1.347	0.540
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	2.873	0.023	0.162
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	2.025	-1.071	0.346
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	4.162	0.254	-0.356
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	3.314	1.347	-0.540
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	2.873	-0.023	-0.162
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	2.025	1.071	-0.346

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



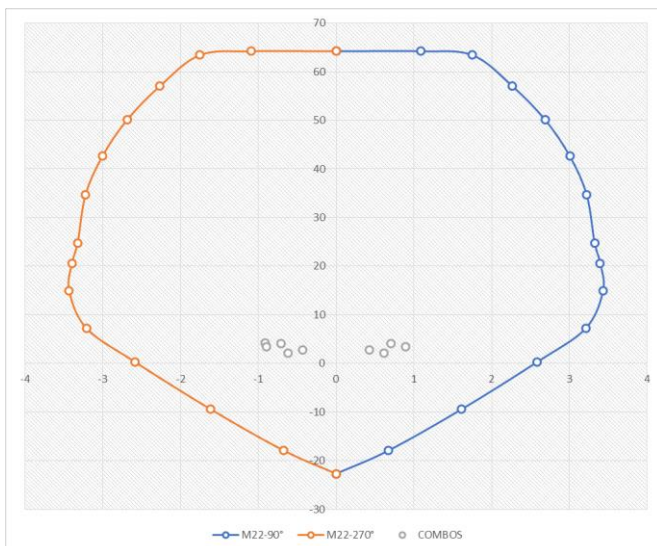
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 35, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 21: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

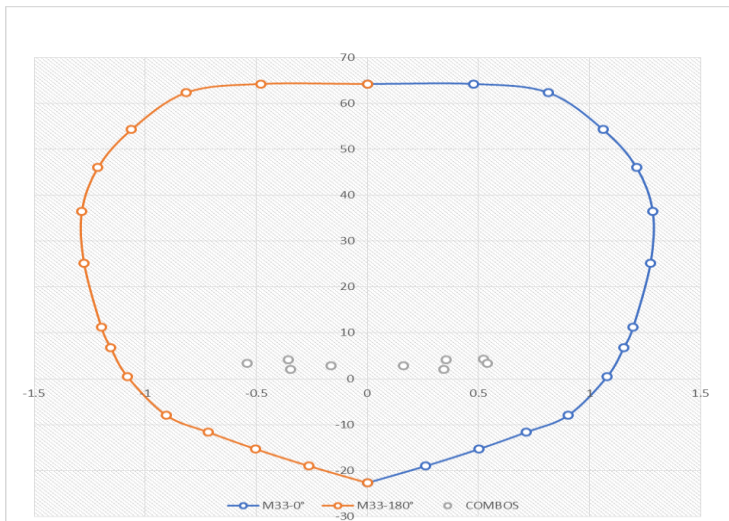
Gráfico 22: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

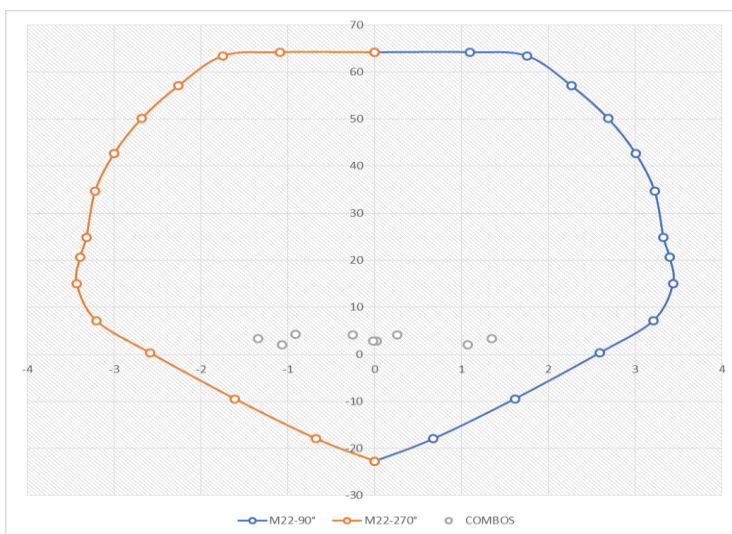


Gráfico 23: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 24: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

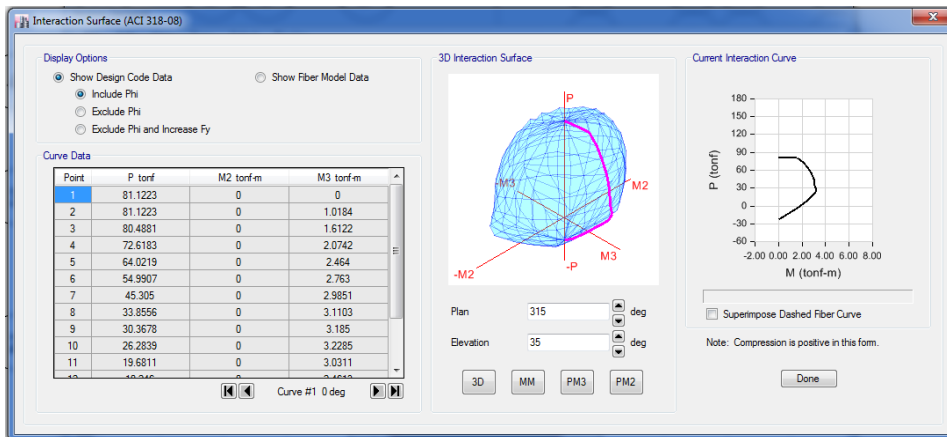
Realizada la comprobación se puede notar que las columnas como se encuentran actualmente no necesitan reforzamiento, sin embargo, se realizará un encamisado incrementando su sección a 35 cm para que la viga reforzada transmita sus cargas correctamente

## Eje 2 – 2 / B – D

### Eje 2B

En este eje la columna es 20 cm x 30 cm, la superficie de iteración de este tipo de columna ya ha sido calculada anteriormente.

Figura 38: Curvas de Iteración para la columna 2B



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Cargas consideradas según el software ETABS V.16.2.1.

Tabla 39: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 2B

Story	Column	Load Case/Combo	Load				
			P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C34	Dead	-16.3917	-0.1011	-0.0456	-0.0722	-0.125
Story1	C34	Live	-3.8663	-0.0211	0.0071	0.0055	-0.025
Story1	C34	Sisdisxx	-20.8589	0.1878	-0.0005	-0.0285	0.333
Story1	C34	Sisdisyy	1.3212	-0.0206	0.1624	0.444	-0.0439

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 40: Combinaciones de Diseño – Columna 2B

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	29.521	-0.092	-0.218
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	4.464	-0.112	0.146
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	46.181	-0.055	-0.521
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	-6.106	-0.093	0.221
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	35.611	-0.036	-0.446
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	26.644	0.361	-0.231
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	24.001	-0.527	-0.144
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	16.074	0.379	-0.156
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	13.431	-0.509	-0.069

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 41: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 2B

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	29.52	-0.09	-0.22
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	4.46	-0.11	0.15
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	46.18	-0.05	-0.52
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	-6.11	-0.09	0.22
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	35.61	-0.04	-0.45
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	4.46	0.11	-0.15
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	46.18	0.05	0.52
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	-6.11	0.09	-0.22
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	35.61	0.04	0.45

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

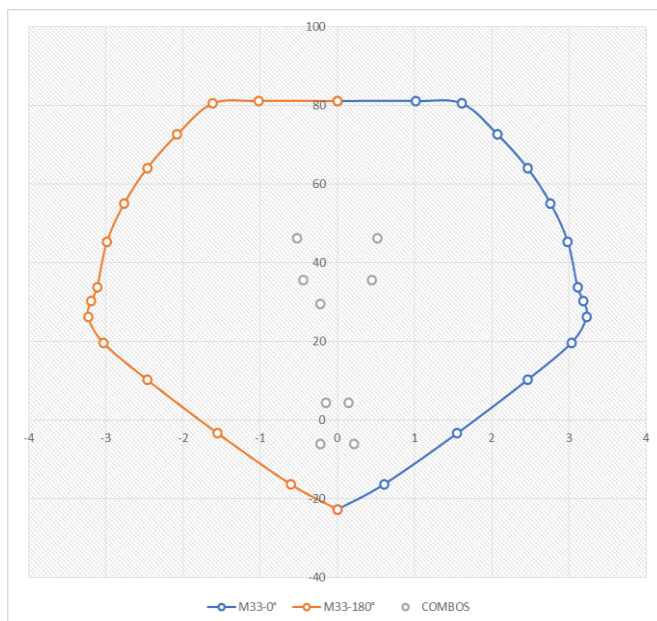
Tabla 42: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 2B

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	29.521	-0.092	-0.218
<b>SISMO YY POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	26.644	0.361	-0.231
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	24.001	-0.527	-0.144
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	16.074	0.379	-0.156
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	13.431	-0.509	-0.069
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	26.644	-0.361	0.231
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	24.001	0.527	0.144
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	16.074	-0.379	0.156
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	13.431	0.509	0.069

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

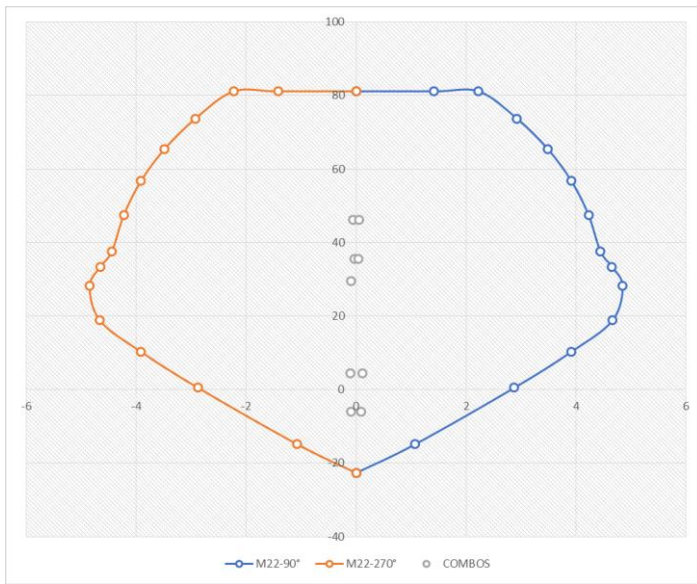
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 36, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 25: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



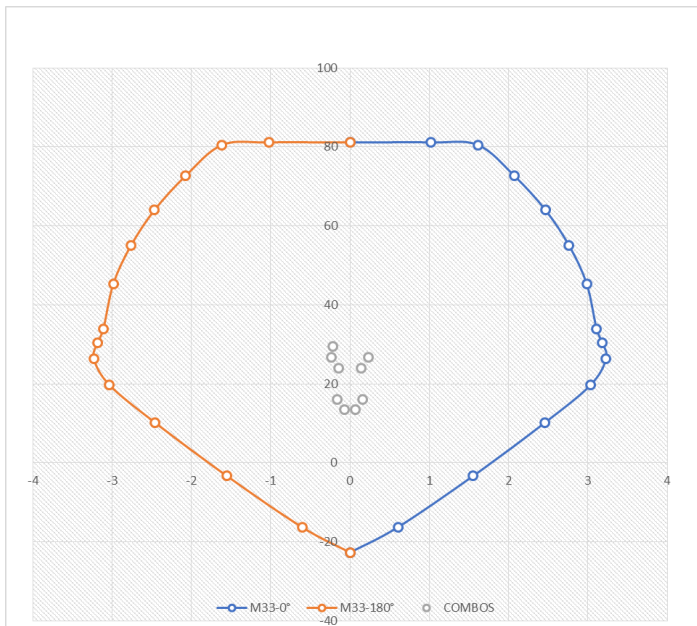
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 26: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



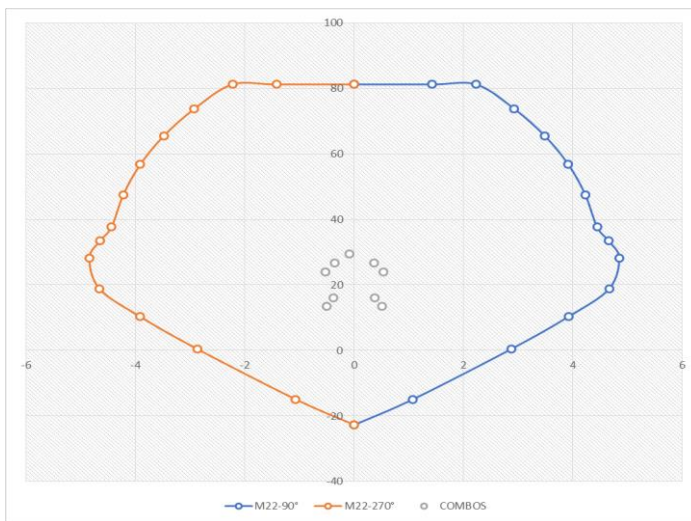
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 27: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 28: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



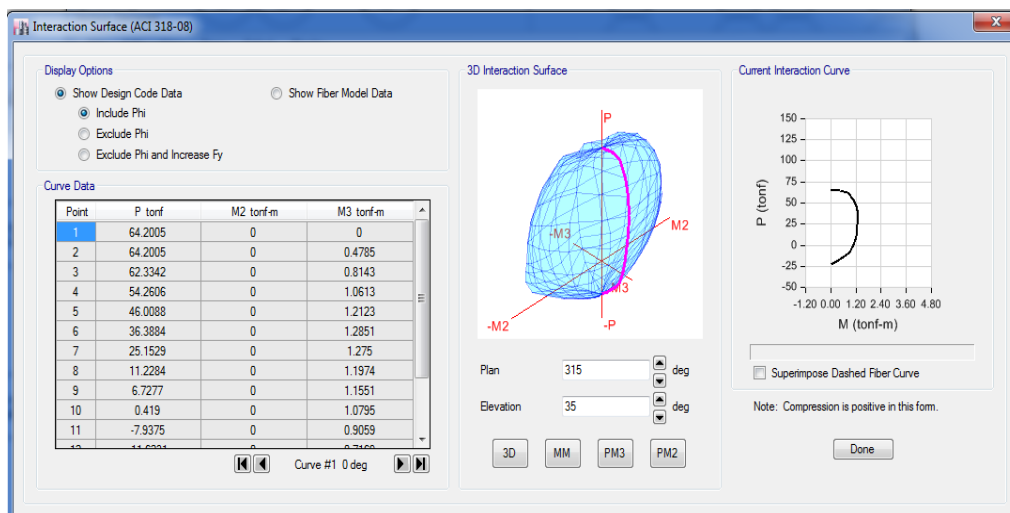
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Las columnas evaluadas no requieren reforzamiento alguno debido a las cargas establecidas, sin embargo, sus secciones serán mayores para que pueda existir una correcta transferencia de carga con la viga reforzada

## Eje 2D

En este eje la columna es 15 cm x 30 cm, la superficie de iteración de este tipo de columna ya ha sido calculada anteriormente.

Figura 39: Curvas de Iteración para la columna 2D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS



Cargas consideradas según el software ETABS V.16.2.1.

Tabla 43: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 2D

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C43	Dead	-18.6024	0.0664	0.0502	0.0721	0.0952
Story1	C43	Live	-2.6847	0.0153	0.0026	0.004	0.0224
Story1	C43	Sisdisxx	-1.1085	0.0483	-0.0119	-0.0312	0.0989
Story1	C43	Sisdisyy	-0.0427	-0.0084	0.161	0.3707	0.0181

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 44: Combinaciones de Diseño – Columna 2D

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	30.607	0.108	0.171
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	25.500	0.064	0.246
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	27.717	0.126	0.048
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	15.634	0.034	0.185
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	17.851	0.096	-0.013
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	26.566	0.466	0.129
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	26.652	-0.276	0.165
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	16.699	0.436	0.068
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	16.785	-0.306	0.104

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 45: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 2D

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	30.61	0.11	0.17
<b>SISMO XX POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	25.50	0.06	0.25
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	27.72	0.13	0.05
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	15.63	0.03	0.18
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	17.85	0.10	-0.01
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	25.50	-0.06	-0.25
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	27.72	-0.13	-0.05
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	15.63	-0.03	-0.18
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	17.85	-0.10	0.01

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 46: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 2D

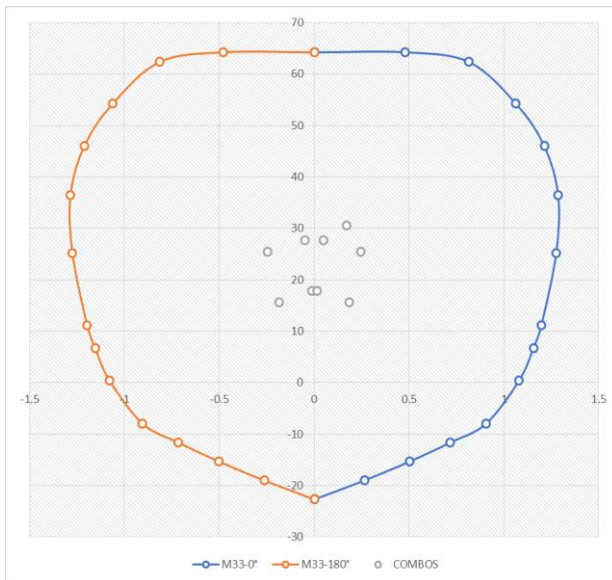
		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	30.607	0.108	0.171
<b>SISMO YY POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	26.566	0.466	0.129
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	26.652	-0.276	0.165
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	16.699	0.436	0.068
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	16.785	-0.306	0.104
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	26.566	-0.466	-0.129
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	26.652	0.276	-0.165
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	16.699	-0.436	-0.068
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	16.785	0.306	-0.104

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



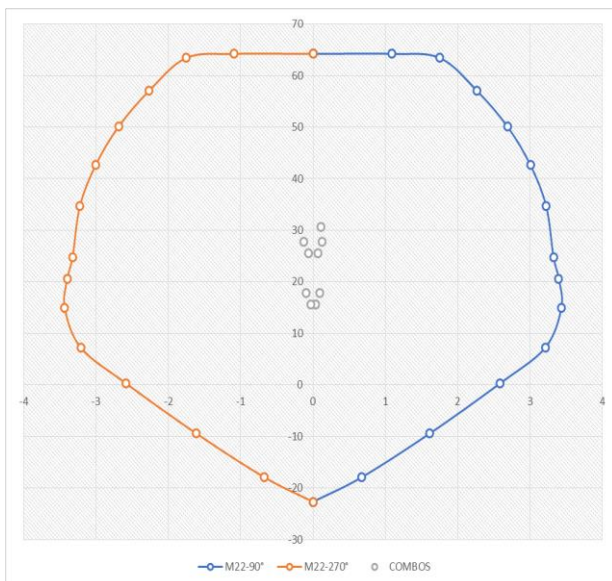
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 36, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 29: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



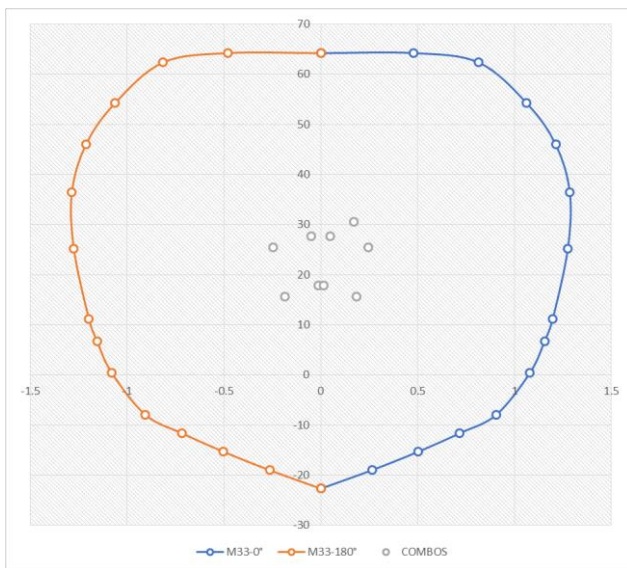
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 30: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



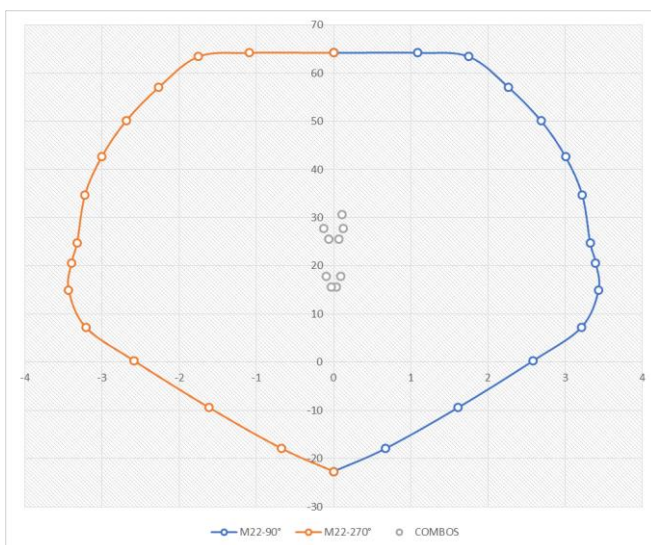
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 31: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 32: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Las columnas evaluadas no requieren reforzamiento debido a las cargas presentadas, sin embargo, se hará una sección mayor para una mejor transferencia de cargas con las vigas reforzadas.

### Eje 3 – 3 / A – D

Para el eje 3-3 se tomará la columna crítica para la evaluación ubicándose esta en el eje 3B, su sección es de 20 cm x 30 cm, la superficie de iteración para la sección de esta columna ya ha sido calculada anteriormente en el programa ETABS V.16.2.1.L as cargas consideradas para el diseño se muestran a continuación.

Tabla 47: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 3B

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C37	Dead	-21.5151	-0.0388	0.01	0.0028	-0.0478
Story1	C37	Live	-7.036	-0.0097	-0.0027	-0.0077	-0.0115
Story1	C37	Sisdisxx	-0.3554	0.1207	0.0018	-0.0254	0.2394
Story1	C37	Sisdisyy	-21.5151	-0.0388	0.01	0.5273	-0.0074

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Tabla 48: Combinaciones de Diseño – Columna 3B

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	42.082	-0.009	-0.086
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	35.333	-0.032	0.165
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	36.044	0.019	-0.314
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	19.008	-0.023	0.196
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	19.719	0.028	-0.282
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	35.756	0.521	-0.082
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	35.621	-0.533	-0.067
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	19.431	0.530	-0.050
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	19.296	-0.525	-0.036

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 49: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 3B

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	42.08	-0.01	-0.09
<b>SISMO XX POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	35.33	-0.03	0.17
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	36.04	0.02	-0.31
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	19.01	-0.02	0.20
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	19.72	0.03	-0.28
		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	35.33	0.03	-0.17
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	36.04	-0.02	0.31
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	19.01	0.02	-0.20
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	19.72	-0.03	0.28

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

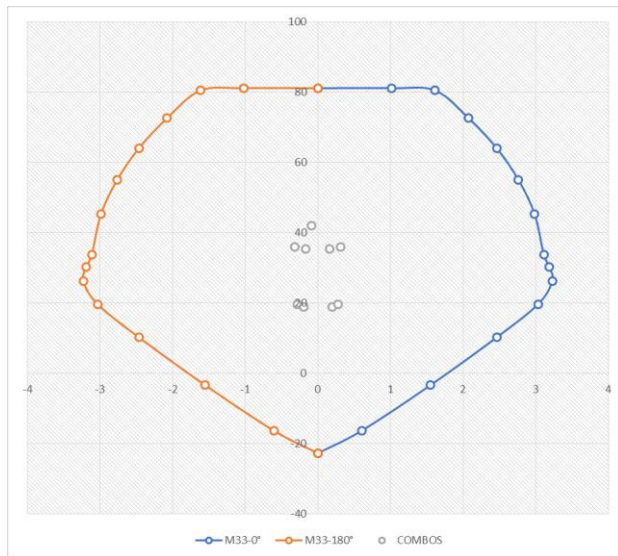
Tabla 50: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 3B

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	42.082	-0.009	-0.086
<b>SISMO YY POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	35.756	0.521	-0.082
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	35.621	-0.533	-0.067
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	19.431	0.530	-0.050
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	19.296	-0.525	-0.036
		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	35.756	-0.521	0.082
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	35.621	0.533	0.067
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	19.431	-0.530	0.050
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	19.296	0.525	0.036

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

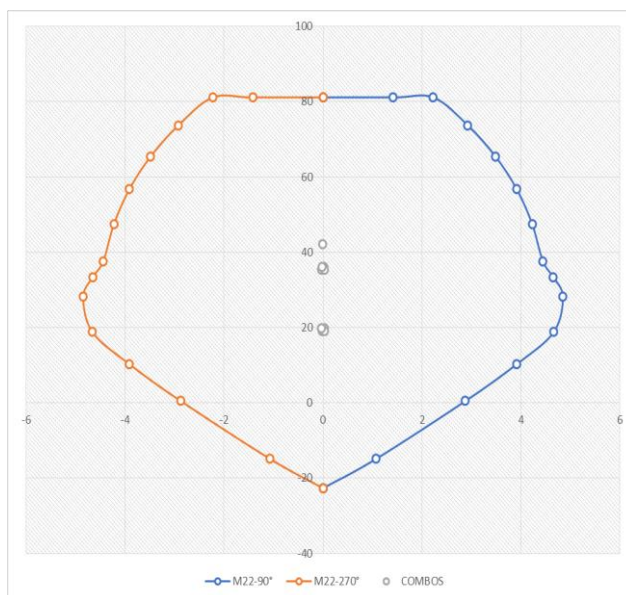
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 35, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 33: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

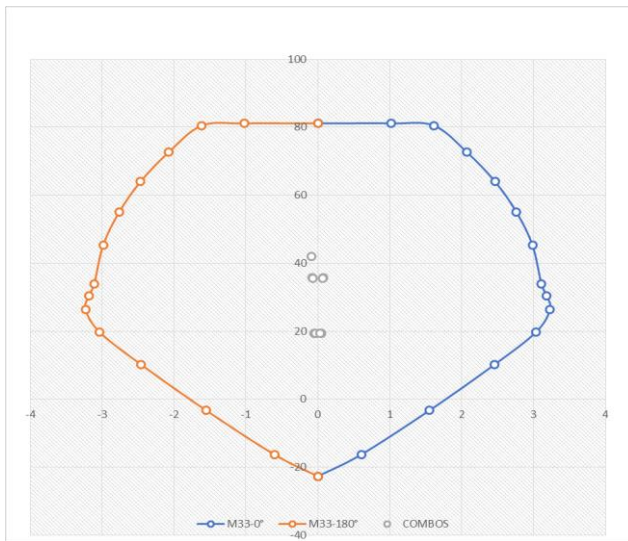
Gráfico 34: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

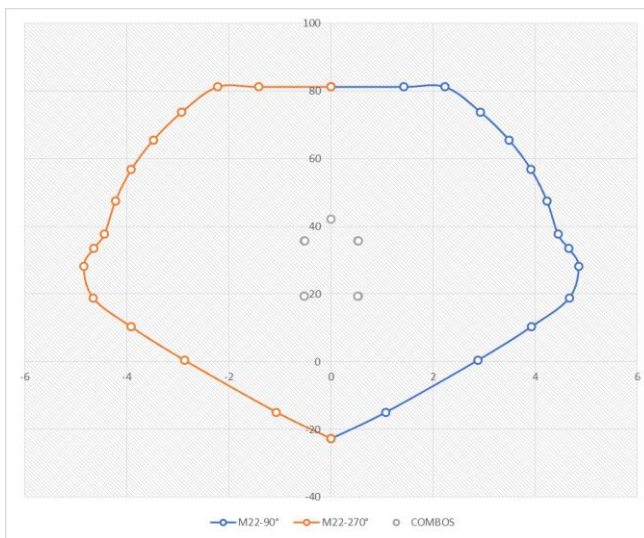


Gráfico 35: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 28: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

La columna al ser analizada se determina que no requiere reforzamiento, sin embargo, se realizará un incremento en la sección para que la viga reforzada pueda transmitir correctamente sus cargas.

## Diseño de incremento de sección:

### Flexo Compresión

Se colocará el acero mínimo, ya que cumple con las cargas establecidas

#### Para columna C-1

$$\rho_{\min} = 0.01 \times 25 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$$

$$\rho_{\min} = 10.00 \text{ cm}^2$$

#### Para columna C-2

$$\rho_{\min} = 0.01 \times 20 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$$

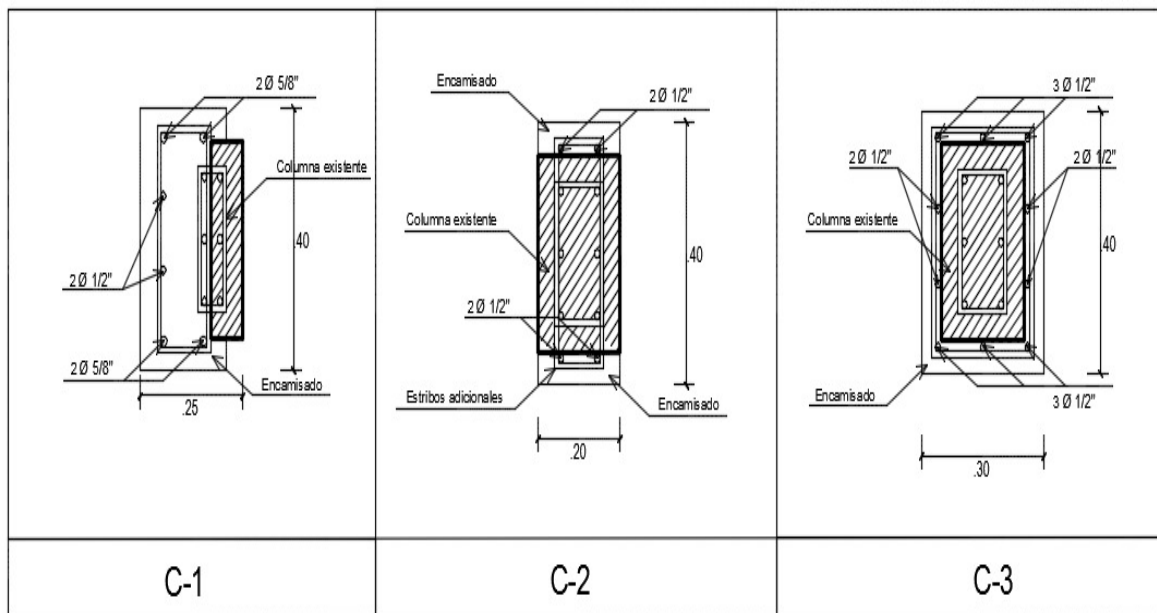
$$\rho_{\min} = 7.00 \text{ cm}^2$$

#### Para columna C-3

$$\rho_{\min} = 0.01 \times 30 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$$

$$\rho_{\min} = 12.00 \text{ cm}^2$$

Tomando las siguientes secciones:



## **Diseño por cortante (COLUMNAS)**

Las columnas contarán con el mismo diseño a cortante del 1er nivel

Según la NTP E60 Para la cortante la zona de confinamiento no debe ser menor a:

- a. La sexta parte de la luz del elemento
- b. La mayor dimensión transversal
- c. 50 cm

Reemplazando:

$$\text{Opción A} = 2.85/6 = 0.47\text{m}$$

$$\text{Opción B} = 40 \text{ cm}$$

$$\text{Opción C} = 50 \text{ cm}$$

Se tomará como zona de confinamiento 50 cm

La separación de la zona de confinamiento no debe exceder de las siguientes opciones:

- a) 8 veces el diámetro menor de la barra longitudinal
- b) La mitad de la menor dimensión
- c) 10 cm

Reemplazando:

$$\text{Opción A:} = 8 * 1.27 \text{ cm} = 10.16 \text{ cm}$$

$$\text{Opción B} = 25 \text{ cm} / 2 = 12.5 \text{ cm}$$

$$\text{Opción C} = 10 \text{ cm}$$

## **Verificación de cortante**

Se tomará como diseño crítico a la columna B2 con las siguientes cargas:



Tabla 51: Cortantes (V) de la columna B2

Story	Column	Load Case/Combo	V2	V3
			tonf	tonf
Story1	C34	Dead	-0.1011	-0.0456
Story1	C34	Live	-0.0211	0.0071
Story1	C34	Sisdisxx	0.1878	-0.0005
Story1	C34	Sisdisyy	-0.0206	0.1624

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones.

Tabla 52: Combinaciones de Diseño para cortante– Columna B2

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO	
		V2	V3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	-0.18	-0.05
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	0.04	-0.05
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	-0.34	-0.05
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	0.10	-0.04
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	-0.28	-0.04
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	-0.17	0.11
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	-0.13	-0.21
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	-0.11	0.12
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	-0.07	-0.20

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Se diseñará con la cortante mayor 0.34 Ton.

Verificación según NTP E060:  $V_u \leq \phi V_n$ .

$$\phi V_n = \phi(V_C + V_S)$$

Teniendo los siguientes datos:

Carga muerta = 16 391 kg

$F'c = 237 \text{ kg/cm}^2$

$b = 30 \text{ cm}$

$d = 34 \text{ cm}$

Calculando el valor de " $V_C$ "

$$V_C = 0.53\sqrt{f'c} \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g}\right) * b * d$$

$$V_C = 8.59 \text{ Tn}$$

Calculando el valor de " $V_S$ "

$$V_S = \frac{A_{Estribo}}{S} * f'y * d$$

$$V_S = \frac{2 * 0.71}{25} * 4200 * 34$$

$$V_S = 8.11 \text{ Tn}$$

Reemplazando valores:

$$\phi V_n = \phi(V_C + V_S)$$

$$\phi V_n = 0.85(8.59 + 8.11)$$

$$\phi V_n = 14.20 \text{ Tn}$$

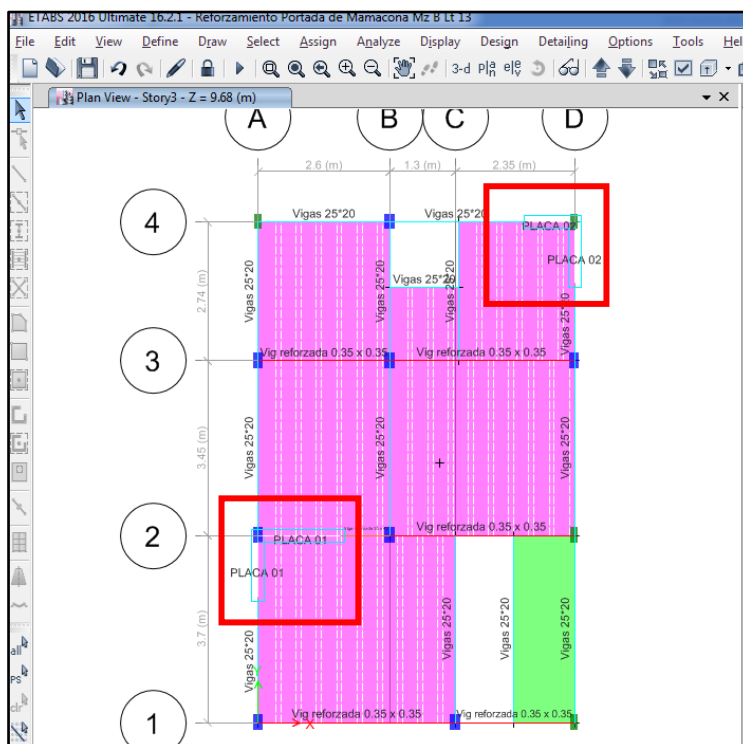
Los estribos serán 1 @ 0.05 m, 4 @ 0.10 m, Rto @ 0.25 m

# DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROYECTADOS (MUROS ESTRUCTURALES O PLACAS)

## PLACAS

El diseño de las placas será para poder reforzar la estructura y brindar mayor rigidez, en su diseño contarán con elementos de borde en los extremos como indica la norma E 060

Figura 40: Ubicación de placas vivienda 1



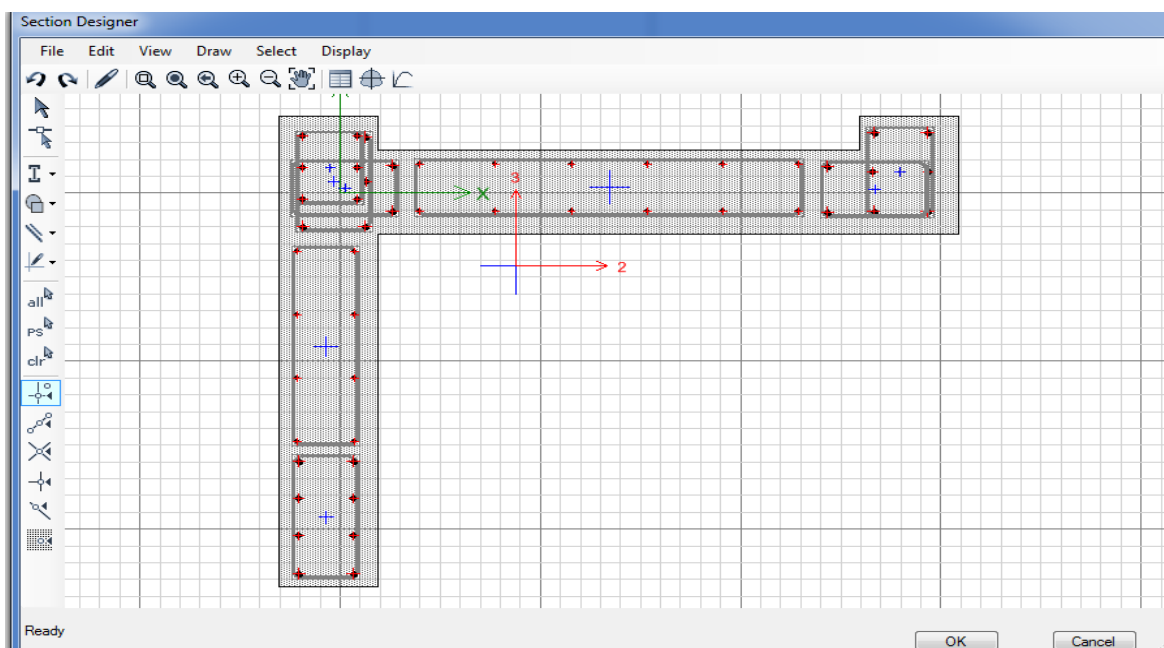
Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## PLACA 1

### Diseño a flexo compresión

Se elaboró en el programa ETABS V.16.2.1. el diseño de la placa 01 para poder calcular su superficie de iteración:

Figura 41: Acero en Muro Estructural o Placa 1 – Vivienda 1



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Se elaborarán sus diagramas de iteración

Tabla 53: Combinaciones de Diseño – Placa 1 – Vivienda 1

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
SISMO XX	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	65.318	-1.352	14.918
	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	67.830	27.324	129.263
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	45.412	-29.595	-103.875
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	46.270	27.883	123.605
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	23.852	-29.036	-109.533
SISMO YY	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	64.496	80.081	46.783
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	48.747	-82.352	-21.395
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	42.935	80.639	41.125
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	27.186	-81.793	-27.053

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 54: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Placa 1 – Vivienda 1

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	65.32	-1.35	14.92
<b>SISMO XX POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	67.83	27.32	129.26
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	45.41	-29.60	-103.88
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	46.27	27.88	123.60
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	23.85	-29.04	-109.53
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	67.83	-27.32	-129.26
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	45.41	29.60	103.88
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	46.27	-27.88	-123.60
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	23.85	29.04	109.53

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

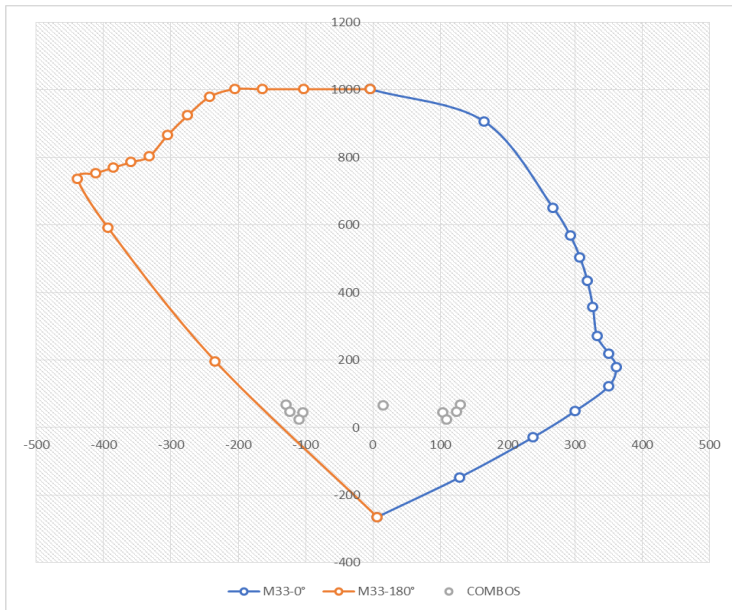
Tabla 55: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Placa 1 – Vivienda 1

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	65.318	-1.352	14.918
<b>SISMO YY POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	64.496	80.081	46.783
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	48.747	-82.352	-21.395
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	42.935	80.639	41.125
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	27.186	-81.793	-27.053
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	64.496	-80.081	-46.783
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	48.747	82.352	21.395
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	42.935	-80.639	-41.125
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	27.186	81.793	27.053

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

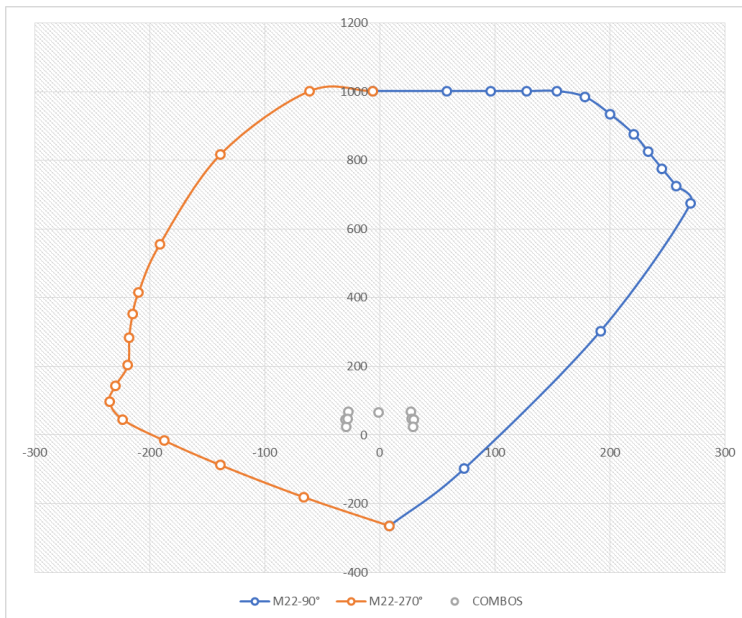
Diagrama de iteraciones calculadas.

Gráfico 29: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



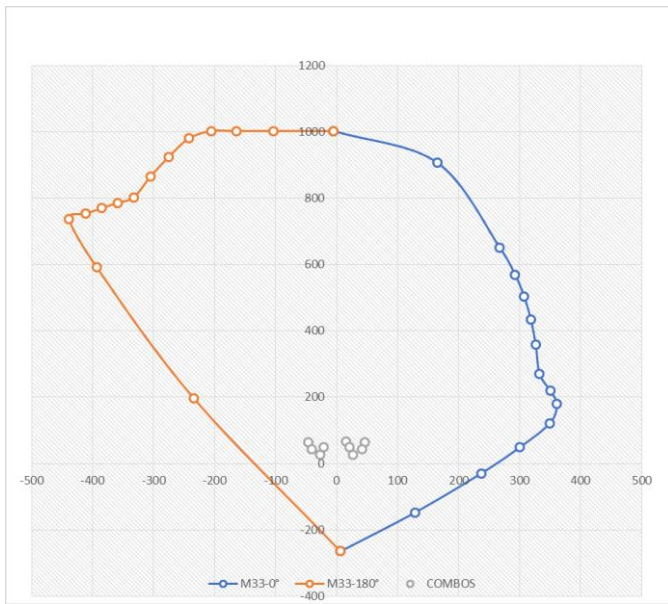
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 30: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



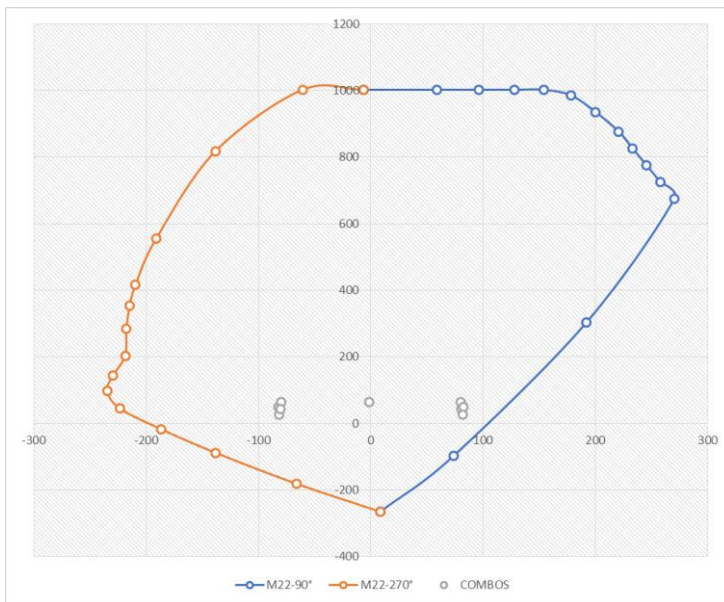
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 31: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 32: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



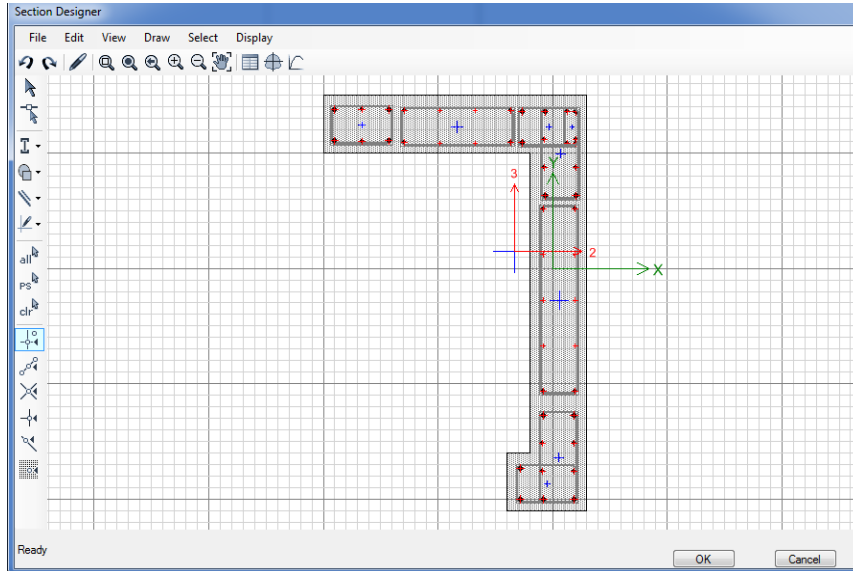
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



## PLACA 2

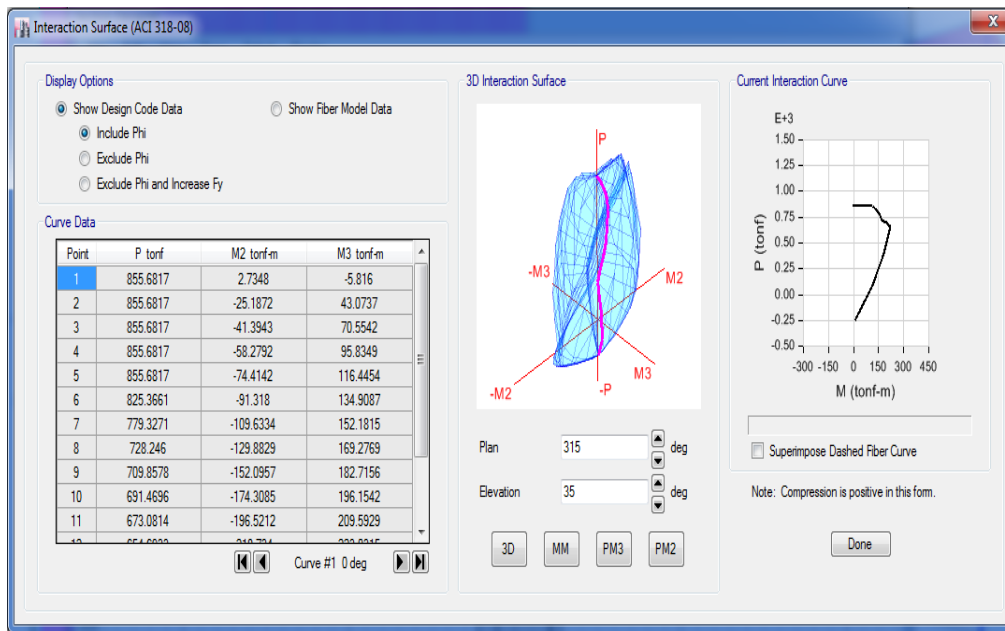
Diseño de la placa 2 en el software ETABS V.16.2.1.

Figura 42: Acero en Muro Estructural o Placa 2 – Vivienda 1



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Figura 43: Curvas de Iteración para la placa 2 – Vivienda 1



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS



Tabla 56: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) - Placa 2 – Vivienda 1

Story	Pier	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story2	PLACA 02	Dead	-22.3428	0.4023	-0.3477	0.0216	-4.8195
Story2	PLACA 02	Live	-1.6696	0.0556	-0.0548	-0.0707	-0.9803
Story2	PLACA 02	Sisdisxx	2.5228	-2.7796	-6.2058	-32.9387	140.0808
Story2	PLACA 02	Sisdisyy	-1.4332	13.6932	3.382	24.2166	-21.4807

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 57: Combinaciones de Diseño – Placa 2 – Vivienda 1

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
SISMO XX	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	34.118	-0.090	3.373
	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	32.538	-33.000	-21.232
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	27.493	32.877	27.137
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	22.631	-32.919	-22.259
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	17.586	32.958	26.110
SISMO YY	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	28.582	24.155	71.946
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	31.449	-24.278	-66.041
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	18.675	24.236	70.919
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	21.542	-24.197	-67.068

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 58: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Placa 2 – Vivienda 1

COMBOS		COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
U1=1.4CM+1.7CV		34.12	-0.09	3.37
SISMO XX POSITIVO	U2=1.25(CM+CV)+SISXX	32.54	-33.00	-21.23
	U3=1.25(CM+CV)-SISXX	27.49	32.88	27.14
	U4=0.9CM+SISXX	22.63	-32.92	-22.26
	U5=0.9CM-SISXX	17.59	32.96	26.11
SISMO XX NEGATIVO	U2=1.25(CM+CV)+SISXX	32.54	33.00	21.23
	U3=1.25(CM+CV)-SISXX	27.49	-32.88	-27.14
	U4=0.9CM+SISXX	22.63	32.92	22.26
	U5=0.9CM-SISXX	17.59	-32.96	-26.11

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

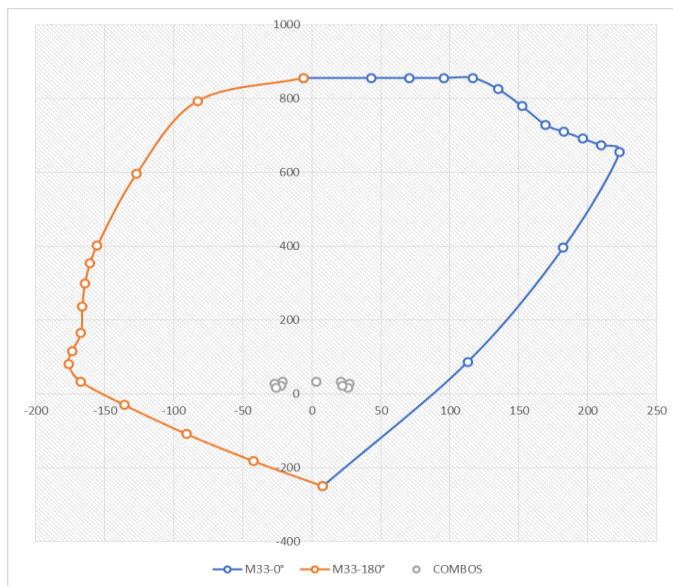
Tabla 59: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Placa 2 – Vivienda 1

COMBOS		COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
U1=1.4CM+1.7CV		34.118	-0.090	3.373
SISMO YY POSITIVO	U2=1.25(CM+CV)+SISYY	28.582	24.155	71.946
	U3=1.25(CM+CV)-SISYY	31.449	-24.278	-66.041
	U4=0.9CM+SISYY	18.675	24.236	70.919
	U5=0.9CM-SISYY	21.542	-24.197	-67.068
SISMO YY NEGATIVO	U2=1.25(CM+CV)+SISYY	28.582	-24.155	-71.946
	U3=1.25(CM+CV)-SISYY	31.449	24.278	66.041
	U4=0.9CM+SISYY	18.675	-24.236	-70.919
	U5=0.9CM-SISYY	21.542	24.197	67.068

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

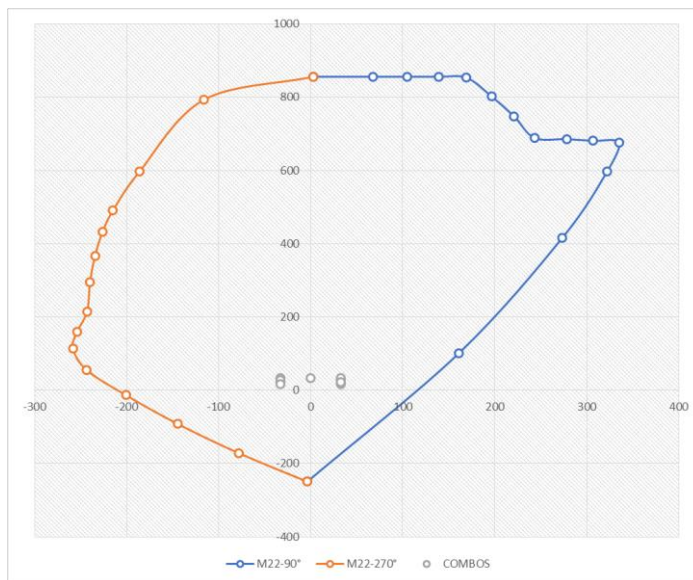
Diagrama de iteraciones calculadas.

Gráfico 33: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



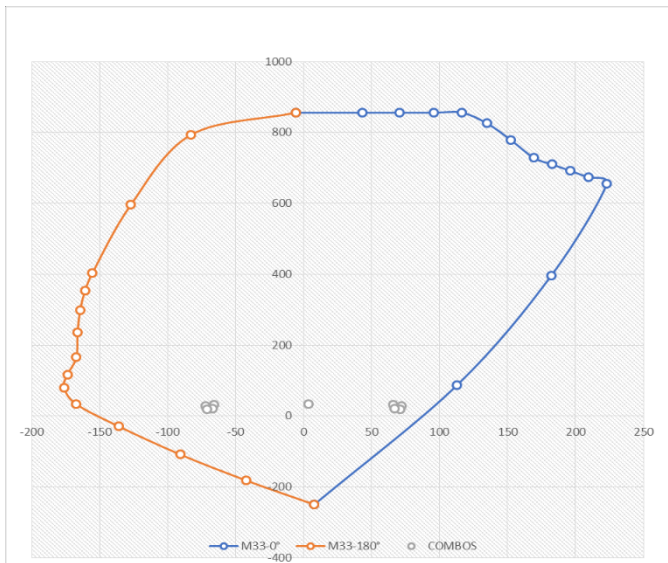
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 34: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



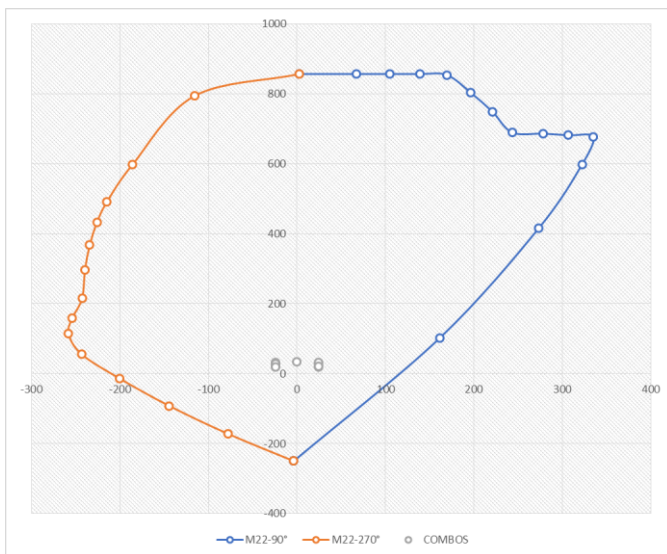
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 35: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 36: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

## Diseño a cortante (PLACA1)

Características:

Descripción del muro:

- Longitud de mayor momento: 1.8 m
- Espesor: 0.25 m
- F'c de concreto: 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Fy acero grado 60: 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Según RNE E060 del artículo 21.9.5.3:

$$V_u \geq \frac{M_n}{M_{ua}}$$

Datos de Etabs:

Cortante ultimo actuante:  $V_{ua}$ : 23.80 T

Momento ultimo actuante:  $M_{ua}$ : 123.60 T.m

$$\frac{M_{ur}}{\phi} = M_n$$

$$M_n = \frac{120}{0.7}$$

$$M_n: 171.42 T.m$$

Comprobación:

$$M_n/M_{ua} < R$$

$$\frac{171.42 T.m}{123.60 T.m} < 6$$

$$1.38 < 6$$

Calculo  $V_{u\emptyset}$

$$V_{u\emptyset} = \frac{\left(\frac{M_n}{M_{ua}} * V_{ua}\right)}{\emptyset}$$

$$V_{u\emptyset} = 38.83 T$$

Se cumple que:

$$V_u \geq \frac{M_n}{M_{ua}}$$

$$38.83 T \geq 1.38 T$$

Según RNE E060 del artículo 11.10.5:

$$V_c = A_c w (\alpha_c * \sqrt{f'_c})$$

Dónde: hm/lm

$$\frac{9.4}{1.8} = 5.22$$

$$\alpha_c = 0.17$$

Entonces:

$$V_c = 1.8 m * 0.25 m * 0.17 * \sqrt{210} * 10$$

$$V_c = 11.08 T$$

Calculo  $V_s$ :

$$V_s = V_{u\emptyset} / V_c$$

$$V_s = 11.18 T$$

Según RNE E060 del artículo 11.5.7.9

En ningún caso considerar  $V_s$  mayor a:

$$Vs_{max} < 2.1 * \sqrt{f'c} * bw * d:$$

$$Vs_{max} = 109.55 T$$

Según RNE E060 del artículo 21.9.4.3

Los muros deben contar con dos hileras si es mayor a 20 cm

Acero mínimo según norma RNE E: 0.60 11.10.7:

$$Vu < 0.27 * \sqrt{f'c} * Acw$$

$$38.83 T > 17.60 T$$

Entonces se aplicará refuerzo horizontal según RNE E060 del artículo 11.10.10.1

$$\rho_h = \frac{Vs}{Acw * f_y}$$

$$\rho_h = 0.00059$$

$$Vs = Acw * \rho_h * f_y$$

$$Vs = 11.18 T$$

Para refuerzo horizontal:

Con  $\emptyset 3/8$ ":

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.00059 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.25 m$$

2  $\emptyset 3/8$ " @ 0.30 m

Comprobación  $V_n$  según RNE E060 del artículo 11.10.4

$$V_{nreal} < V_n$$

$$V_{nreal} = Vs + Vc$$

$$Vn_{real} = 11.18 + 11.08$$

$$Vn_{real} = 22.26 T$$

$$Vn = 2.6 * \sqrt{f'c} * Acw$$

$$Vn = 169.54 T$$

Refuerzo vertical según RNE E060 del artículo 11.10.10.3:

$$\rho > 0.0025$$

Usando  $\emptyset 3/8''$

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.0025 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.20 m$$

$$2 \emptyset 3/8'' @ 0.20 m$$

Confinamiento de los bordes:

B: 0.35 m

H: 0.25 m

Separación de estribos según RNE E060 del artículo 21.9.7.6:

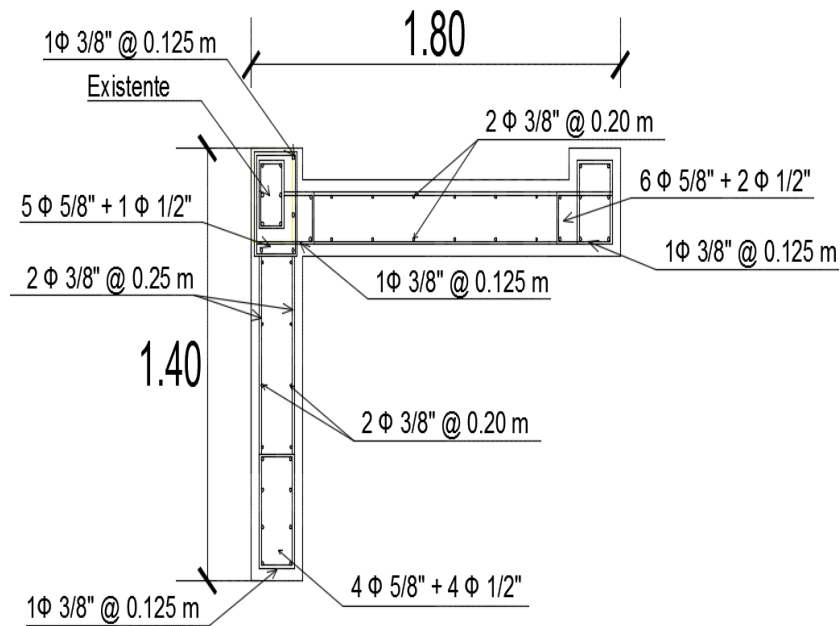
El espaciamiento es igual:

$$S = 10 * 1.27$$

$$S = 12.5 cm$$



Diseño estructural:



Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

### Diseño a cortante (Placa 2)

Descripción del muro:

- Longitud de mayor momento: 1.8 m
- Espesor: 0.25 m
- F'c de concreto: 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Fy acero grado 60: 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Según RNE E060 del artículo 21.9.5.3:

$$V_u \geq \frac{M_n}{M_u a}$$

Datos de Etabs:

Cortante ultimo actuante:  $Vua: 14.27 T$

Momento ultimo actuante:  $Mua: 71.95 T.m$

$$\frac{Mur}{\phi} = Mn$$

$$Mn = \frac{150}{0.7}$$

$$Mn: 214.19 T.m$$

Comprobación:

$$Mn/Mua < R$$

$$\frac{214.19 T.m}{71.95 T.m} < 6$$

$$2.98 < 6$$

Calculo  $Vu\phi$

$$Vu\phi = \frac{(\frac{Mn}{Mua} * Vua)}{\phi}$$

$$Vu\phi = 49.99 T$$

Se cumple que:

$$Vu \geq \frac{Mn}{Mua}$$

$$49.99 T \geq 2.98 T$$

Según RNE E060 del artículo 11.10.5:

$$Vc = Acw (\alpha c * \sqrt{f'c})$$

Dónde: hm/lm

$$\frac{9.4}{1.8} = 5.22$$

$$\alpha_c = 0.17$$

Entonces:

$$V_c = 1.8 \text{ m} * 0.25 \text{ m} * 0.17 * \sqrt{210} * 10$$

$$V_c = 11.08 \text{ T}$$

Calculo  $V_s$ :

$$V_s = Vu\phi/V_c$$

$$V_s = 38.39 \text{ T}$$

Según RNE E060 del artículo 11.5.7.9

En ningún caso considerar  $V_s$  mayor a:

$$Vs_{max} < 2.1 * \sqrt{f'c} * bw * d:$$

$$Vs_{max} = 109.55 \text{ T}$$

Según RNE E060 del artículo 21.9.4.3

Los muros deben contar con dos hileras si es mayor a 20 cm

Acero mínimo según norma RNE E: 0.60 11.10.7:

$$Vu < 0.27 * \sqrt{f'c} * Acw$$

$$49.99 \text{ T} > 17.60 \text{ T}$$

Entonces se aplicará refuerzo horizontal según RNE E060 del artículo 11.10.10.1

$$\rho_h = \frac{V_s}{Acw * f_y}$$

$$\rho_h = 0.00206$$

$$V_s = A_{cw} * \rho h * f_y$$

$$V_s = 38.90 T$$

Para refuerzo horizontal:

Con  $\emptyset 3/8''$ :

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.00206 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.25 m$$

2  $\emptyset 3/8''$  @ 0.30 m

Comprobación  $V_n$  según RNE E060 del artículo 11.10.4

$$V_{nreal} < V_n$$

$$V_{nreal} = V_s + V_c$$

$$V_{nreal} = 38.90 + 11.08$$

$$V_{nreal} = 49.98 T$$

$$V_n = 2.6 * \sqrt{f'c} * A_{cw}$$

$$V_n = 169.54 T$$

Refuerzo vertical según RNE E060 del artículo 11.10.10.3:

$$\rho > 0.0025$$

Usando  $\emptyset 3/8''$

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.0025 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.20 m$$

2  $\emptyset 3/8''$  @ 0.20 m

Confinamiento de los bordes:

B: 0.35 m

H: 0.25 m

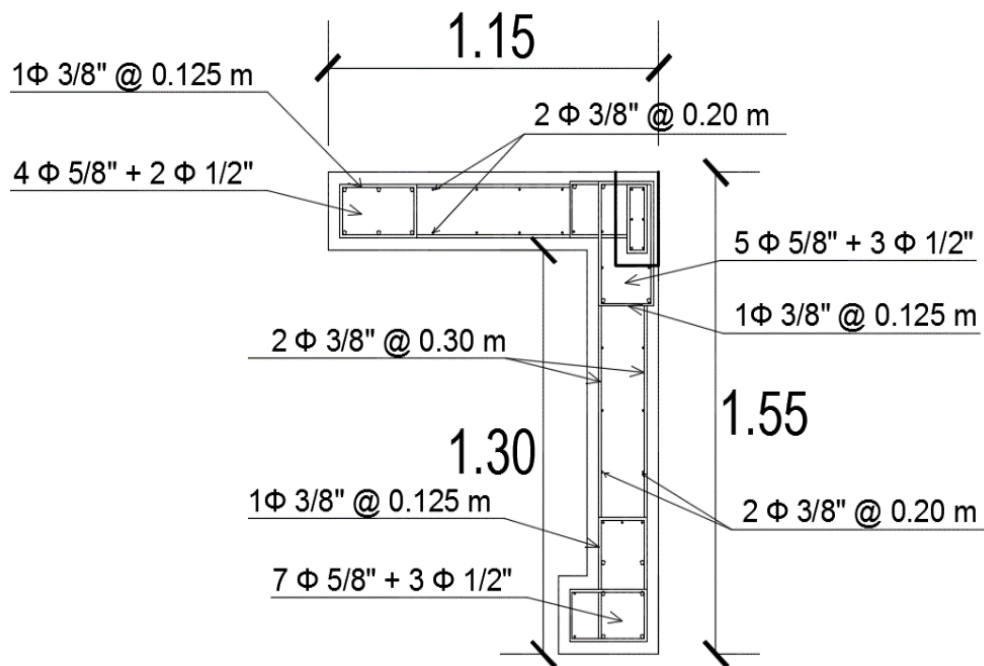
Separación de estribos según RNE E: 0.60 21.9.7.6:

El espaciamiento es igual:

$$S = 10 * 1.27$$

$$S = 12.5 \text{ cm}$$

Diseño estructural:



Fuente: Elaboración propia

## VIVIENDA 2

### GENERALIDADES

La vivienda N° 2 a evaluar está ubicada en el AA.HH. Asociación Agrícola Portada de Mamacona Mz. B Lt 1, Lurín, provincia y departamento de Lima, la cual cuenta con un área de 210 m<sup>2</sup>.

### Especificaciones Técnicas de los Materiales

La resistencia a la compresión del concreto se obtuvo mediante el ensayo de esclerometría realizado in situ.

#### CONCRETO

Resistencia a la compresión  $f'c$  = 175 kg/cm<sup>2</sup>

Peso = 2400 kg/m<sup>3</sup>

Módulo de Poisson = 0.15

#### ACERO

Resistencia de fluencia  $f'y$  = 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Peso = 7800 kg/cm<sup>3</sup>

Módulo de elasticidad = 2100000 kg/cm<sup>2</sup>

### Secciones de los elementos estructurales

Columnas= 25cm x 25cm

Falsa columna = 25cm x 15cm

Vigas Principales (VP)= 25cm x 20cm

Vigas Secundarias (VS)= 25cm x 20cm

Losa aligerada (Espesor)= 20 cm

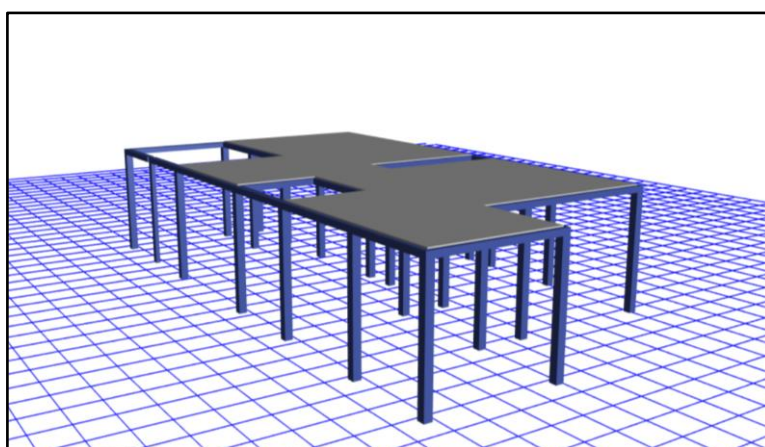
Dicha vivienda no tenía planos, por lo que se procedió a realizar un levantamiento arquitectónico extrayendo de esa manera el plano de arquitectura y el plano de estructuras como se muestra en anexos.

## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE (VIVIENDA 2)

Ejecutaremos el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1, para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del RNE. El análisis modelamiento de la estructura se realizó con las cargas presentes en la edificación y con los elementos estructurales existentes.

En la siguiente imagen se muestra la estructura existente de 1 nivel mediante el modelamiento elaborado a través del software ETABS V.16.2.1.

Figura 44: Modelo de la vivienda existente en 3D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

### Metrado de cargas

Una vez dibujado la vivienda existente en el software ETABS V.16.2.1, se procedió a realizar el metrado de cargas siguiendo la norma E020 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), dichos datos serán ingresados al software para su respectivo análisis.

#### LOSA ALIGERADA

Carga Muerta

Total = 172 kg/m<sup>2</sup>

Carga Viva

S/C= 200 kg/m<sup>2</sup>

## **AZOTEA**

Carga Muerta

Total = 172 kg/m<sup>2</sup>

Carga Viva

S/C= 100 kg/m<sup>2</sup>

## **METRADOS DE VOLADOS**

Carga Muerta

Total = 400 kg/m<sup>2</sup>

Carga Viva

S/C= 200 kg/m<sup>2</sup>

## **METRADO DE TABIQUERIA SOBRE VIGAS**

Carga Muerta Distribuida

Total 510.3 kg/m

## **METRADO DE TABIQUERIA EN AZOTEA**

Carga Muerta Distribuida

Total 243 kg/m

## **FUERZA CORTANTE EN LA BASE**

De acuerdo con norma E030 del RNE, la cortante total en la base de la edificación se determina de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$

Además, considerando que el valor de C/R no debe ser menor que 0.11



### Factor de Zona (Z)

Este proyecto fue realizado en el distrito de Lurín, Provincia de Lima y Departamento de Lima, por lo que nos corresponde una zona 4 y un factor de zona = 0.45 de acuerdo a la norma E030 del RNE.

### Factor de Uso o importancia (U)

Siendo nuestra edificación una vivienda, corresponde a la categoría de edificaciones comunes de tipo C, con un factor U = 1,0 de acuerdo a la norma E030 del RNE, mostrado en la tabla 4.

### Factor de amplificación sísmica (C)

El factor C se define de acuerdo a las características de sitio, como se muestra en las siguientes condiciones:

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Con la ayuda del software ETABS V.16.2.1. Se calculó los periodos fundamentales de la estructura, para el eje “x” y para el eje “y”.

Tabla 60: Periodos fundamentales de vibración de la estructura – Vivienda 2 - Existente

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ
		sec			
Modal	T <sub>x</sub>	0.534	0.9966	0.0001	0
Modal	2	0.47	0.0033	0.1317	0
Modal	T <sub>y</sub>	0.416	0.0001	0.8681	0

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Luego de haber encontrado los periodos fundamentales de la estructura en “ $T_x$ ” y “ $T_y$ ” y los periodos “ $T_P=0.6$ ” “ $T_L=2.0$ ”, procedemos a determinar el factor (C).

Para el eje “x”

$T_x=0.534 < T_P=0.6$ .....ok; Entonces  $C_x=2.5$

Para el eje “y”

$T_y=0.416 < T_P=0.6$ .....ok; Entonces  $C_y=2.5$

### **Factor de amplificación de suelo (S)**

Para determinar este factor nos basamos en la tabla que nos muestra la norma E030 del RNE, la cual relaciona la zona con el tipo de suelo. Y como nosotros tenemos un tipo de zona 4 y un suelo  $S_2$  (de acuerdo al estudio de suelos), obtenemos un valor para  $S = 1,05$ .

### **Coefficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)**

Este coeficiente se determina por la siguiente expresión:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Coefficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas ( $R_0$ )

El Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas, se muestra en la siguiente tabla de acuerdo a la norma E030 del RNE. El cual también menciona que son pórticos cuando al menos el 80% de la fuerza cortante actúa sobre las columnas; y ese es nuestro caso, ya que todos nuestros elementos estructurales que están actuando sobre la fuerza cortante son las columnas. Por lo tanto, nuestro sistema estructural es pórticos de concreto armado, teniendo un valor de 8

## Factor de Irregularidad en altura ( $I_a$ )

### Irregularidad de Masa o Peso

Determinamos que nuestra estructura existente, no presenta este tipo de irregularidad, ya que la vivienda cuenta con un solo nivel.

### Irregularidad Geométrica Vertical

Determinamos que nuestra estructura evaluada, no presenta este tipo de irregularidad, ya que la edificación cuenta con un solo nivel

### Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Determinamos que nuestra estructura existente, no presenta este tipo de irregularidad, ya que la edificación no cuenta con elementos estructurales en los pisos superiores.

### Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes

Determinamos que nuestra vivienda, no presenta este tipo de irregularidad, ya que la edificación no cuenta con elementos estructurales en los pisos superiores.

Entonces momentáneamente determinamos que nuestra estructura, no presenta irregularidades en altura, tomando el valor de  $I_a=1$ .

## Factor de irregularidad en planta ( $I_p$ )

### Esquinas Entrantes

En "x"

$$A=10.25*20\% = 2.05$$

Entonces:  $6.13 > 2.05$  Hay Irregularidad

En "Y"

$$L=19.75*20\% = 3.95$$

Entonces:  $3.00 > 3.95$  No hay Irregularidad

Por lo tanto, determinamos que no hay irregularidad de esquinas entrantes, ya que la norma nos indica que en ambas direcciones debe ser mayor al 20%, pero nuestra vivienda solamente no cumple en una dirección.

#### ✚ Discontinuidad del diafragma

- Primera condición

Área total del diafragma

$$At=10.25m*19.75m = 202.44 \text{ m}^2*50\%=101.22\text{m}^2$$

Área de ductos en el diafragma

$$Ad=(4.12*5.3)+(4.58*1.25)+(2.72*3.02)+(3*6.13)=54.17\text{m}^2$$

Entonces:  $54.17 > 101.22$ ..... **No hay Irregularidad**

- Segunda condición

En "x"

Longitud Total= 10.25

Longitud Resistente

$$Lr= 4.58+1.55= 6.13$$

Entonces:  $6.13/10.25= 0.60 = 60\% < 25\%$  **No hay Irregularidad**

En "y"

Longitud Total= 19.75

Longitud Resistente

$$Lr= 3+3.65+4.78= 11.43$$

Entonces:  $11.43/19.75=0.58 = 58\% < 25\%$  **No hay Irregularidad**

Por lo tanto, determinamos que no hay discontinuidad del diafragma.

#### ✚ Sistemas no Paralelos

Determinamos que no existe este tipo de irregularidad, ya que la vivienda analizada tiene elementos estructurales paralelos y perpendiculares.

Entonces reemplazamos los valores obtenidos en la ecuación y obtenemos el siguiente resultado:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

$$R = 8 * 1 * 1$$

$$R = 8$$

### **Peso sísmico de la edificación (P)**

Como la edificación evaluada es de categoría C, ya que es una estructura común debido a que es una vivienda, se cogerá el peso tomando el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva, de acuerdo a lo indicado en el artículo 26 de la norma E030 del RNE. Estas indicaciones se ingresaron al mismo software y nos arrojó los siguientes resultados.

Tabla 61: Peso de la edificación (1 Nivel)

Story	Load Case/Combo	Location	P
			tonf
Story1	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	126.1226
		<b>TOTAL</b>	<b>126.1226</b>

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

### **Análisis Estático o de Fuerzas equivalentes**

Se realizó este tipo de análisis, ya que de acuerdo al artículo 28.1.2. de la norma E030; nos menciona que puede realizarse para estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona 1. También, en las otras zonas para estructuras clasificadas como regulares que no tengan más de 30 metros de altura, y para las estructuras de albañilería confinada o armada y muros portantes de concreto armado de hasta 15 metros de altura, aun siendo irregulares. Y nuestra edificación está dentro de esas características que menciona la norma. Entonces;

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$

Por lo tanto, reemplazando valores tenemos:

$$V_x = V_y = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1.05}{88} * 126.12$$

$$V_x = V_y = 18.62 \text{ ton}$$

Finalmente se procedió a encontrar el valor de “K”, el cual es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura en X o Y. Para eso seguimos las condiciones que nos dice la norma E030, las cuales son:

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K = 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K = (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$

Como  $T_x: 0.534" > 0.5$  segundos,  $K_x=1.017$

Como  $T_y: 0.416 < 0.5$  segundos,  $K_y=1$

Estos datos también serán ingresados al software y ayudarán en el cálculo de los resultados.

### **Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles**

Una vez realizado el análisis estático o de fuerzas equivalentes, se procede a obtener los límites para la distorsión del entrepiso (también conocidas como derivas), las cuales nos ayudaran a poder verificar si los elementos estructurales actuales están cumpliendo con la rigidez de la estructura de acuerdo a la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (el cual nos menciona que para concreto armado la deriva máxima no debe superar el valor de 0.007). Además, como la estructura es regular, la norma indica que para dichas estructuras los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.75 R los resultados obtenidos.

Y finalmente encontramos los desplazamientos para el eje “X” y “Y” como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 62: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story1	DERIVAxx Max	X	0.017474	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

Tabla 63: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story1	DERIVAyy Max	Y	0.010935	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

### Verificación del coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)

Una vez obtenidos todos los resultados en el software ETABS, se procede a realizar la verificación del “R”. Para lo cual se verifica las irregularidades restantes. Si en caso el “R” resulta diferente, se procede a ingresar los nuevos datos al software para el nuevo cálculo respectivo.

Factor de Irregularidad en altura ( $I_a$ )

Las irregularidades restantes en altura son:

Al realizar la verificación, nos dimos cuenta que nuestra estructura no presenta Irregularidad de Rigidez – Piso Blando, Irregularidad de Resistencia – Piso Débil, Irregularidad Extrema de Rigidez, Irregularidad Extremas de Resistencia, dado que dicha estructura, es de un solo nivel y para realizar estas verificaciones se tiene que contar con viviendas que tengan más de un nivel.

Factor de irregularidad en planta ( $I_p$ )

✚ Irregularidad Torsional

Tabla 64: Verificación de Irregularidad Torsional

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Verificación
Story1	DERIVAx Max	Diaph DStory1 X	0.017474	0.016494	1.059	No existe
Story1	DERIVAy Max	Diaph DStory1 Y	0.010935	0.010073	1.085	No existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

Con el software ETABS V.16.2.1. es muy sencillo de verificar este tipo de irregularidad, ya que el programa nos arroja los datos para que se haga la comparación. Entonces verificamos que los datos de la ratio no sean mayores que 1.3. Es así como determinamos que no existe irregularidad torsional.

✚ Irregularidad Torsional Extrema

Como vemos que esta irregularidad presenta casi las mismas condiciones que la irregularidad antes mencionada (solo que es incrementada); determinamos que no existe irregularidad torsional extrema.

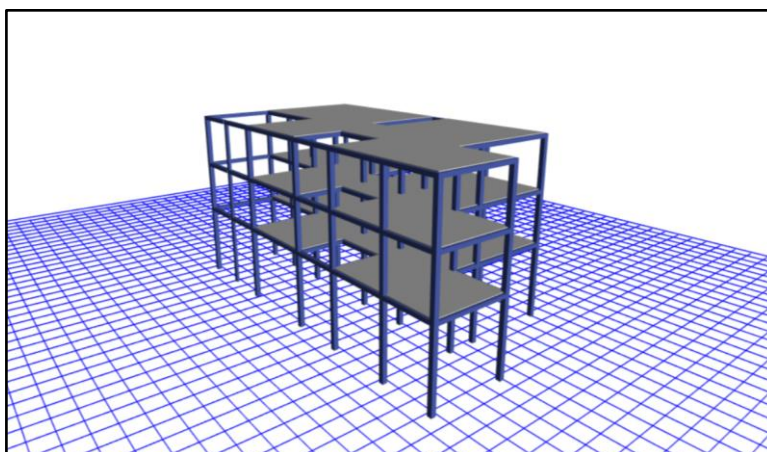
Entonces determinamos que nuestra edificación existente no presenta ningún tipo de irregularidades.



## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA

Se realizó el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1, para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). El modelamiento y análisis de la estructura se realizó añadiendo 2 niveles más, las cuales son requeridos por la propietaria para una ampliación. Así que, de esa manera obtuvimos la estructura proyectada de 3 niveles, mediante el modelamiento elaborado a través del software ETABS V.16.2.1 como se muestra la figura a continuación.

Figura 45: Modelo de la vivienda proyectada a 3 niveles en 3D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

### Fuerza Cortante en la Base

De acuerdo con norma E030 del RNE, la cortante total en la base de la edificación se determina de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$

Donde:

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.0$$

$$C_X = 2.5 * \frac{T_P}{T_X} = 2.5 * \frac{0.6}{1.263} = 1.188$$

$$C_Y = 2.5 * \frac{T_P}{T_Y} = 2.5 * \frac{0.6}{1.079} = 1.390$$

$$S = 1.05$$

$$R = 8$$

P= Peso de la edificación

Tabla 65: Peso de la edificación (3 niveles)

Story	Load Case/Combo	Location	P	PESO POR NIVEL (Tn)
			tonf	
Story3	PESO=100%CM + 25%CV	Bottom	121.3561	121.3561
Story2	PESO=100%CM + 25%CV	Bottom	274.1932	152.8371
Story1	PESO=100%CM + 25%CV	Bottom	433.2483	159.0551
			<b>Total</b>	433.2483

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Reemplazando valores tenemos la cortante en la base "x":

$$V_x = \frac{0.45 * 1 * 1.188 * 1.05}{8} * 433.248$$

$$V_x = 30.40 \text{ ton}$$

Y la cortante en la base en "y"

$$V_y = \frac{0.45 * 1 * 1.586 * 1.05}{8} * 433.248$$

$$V_y = 40.58 \text{ ton}$$

Finalmente se procedió a encontrar el valor de “K”:

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K= 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K= (0.75+0.5T) \leq 2.0$

Como “ $T_x$ ”:  $1.188 > 0.5$  segundos,  $K_x=1.344$

Como “ $T_y$ ”:  $1.390 < 0.5$  segundos,  $K_y=1.445$

Estos datos también serán ingresados al software y ayudarán en el cálculo de los resultados.

### Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

Encontramos los desplazamientos para el eje “X” y “Y” como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 66: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAxx Max	X	0.021157	No cumple
Story2	DERIVAxx Max	X	0.031239	No cumple
Story1	DERIVAxx Max	X	0.03069	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 67: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAYy Max	Y	0.010049	No cumple
Story2	DERIVAYy Max	Y	0.018123	No cumple
Story1	DERIVAYy Max	Y	0.026077	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

## Verificación del coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)

Una vez obtenidos todos los resultados en el software ETABS, se procede a realizar la verificación del “R”. Para lo cual se verifica las irregularidades restantes. Si en caso el “R” resulta diferente, se procede a ingresar los nuevos para el nuevo cálculo respectivo.

Factor de Irregularidad en altura ( $I_a$ )

Las irregularidades restantes en altura son:

### ✚ Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad.

Tabla 68: Verificación de irregularidad de rigidez – Piso Blando (Dirección X)

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Rigidez por piso	70% Rigidez del piso superior	
		tonf	m	tonf/m			
Story3	SExx	13.3356	0.008847	1507.377	1507.377	1055.1639	Existe
Story2	SExx	24.3208	0.012856	1891.774	384.397	269.0779	Existe
Story1	SExx	29.757	0.018081	1645.773	-246.001		

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 69: Verificación de irregularidad de rigidez – Piso Blando (Dirección Y)

Story	Load Case	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Rigidez por piso	70% Rigidez del piso superior	
		tonf	m	tonf/m			
Story3	SEyy	16.9999	0.004108	4138.162	4138.162	2896.7134	Existe
Story2	SEyy	31.7821	0.007495	4240.473	102.311	71.6177	Existe
Story1	SEyy	39.7285	0.015798	2514.799	-1725.674		

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

De acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que si existe este tipo de irregularidad.

✚ Irregularidad de Resistencia – Piso Débil

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad.

Tabla 70: Verificación de irregularidad Resistencia – Piso Débil (Dirección X)

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Cortante por piso	
		tonf	m	tonf/m		
Story3	SExx	13.3356	0.008847	1507.377	10.66848	No Existe
Story2	SExx	24.3208	0.012856	1891.774	19.45664	No Existe
Story1	SExx	29.757	0.018081	1645.773	23.8056	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 71: Verificación de irregularidad Resistencia – Piso Débil (Dirección Y)

Story	Load Case	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Cortante por piso	
		tonf	m	tonf/m		
Story3	SEyy	16.9999	0.004108	4138.162	13.59992	No Existe
Story2	SEyy	31.7821	0.007495	4240.473	25.42568	No Existe
Story1	SEyy	39.7285	0.015798	2514.799	31.7828	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

De acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que no existe este tipo de irregularidad.

✚ Irregularidad Extrema de Rigidez

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad.

Tabla 72: Verificación de irregularidad Extrema de Rigidez (Dirección X)

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Rigidez por piso	60% P.S.	
		tonf	m	tonf/m			
Story3	SExx	13.3356	0.008847	1507.377	1507.377	904.4262	Existe
Story2	SExx	24.3208	0.012856	1891.774	384.397	230.6382	Existe
Story1	SExx	29.757	0.018081	1645.773	-246.001		

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 73: Verificación de irregularidad Extrema de Rigidez (Dirección Y)

Story	Load Case	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Rigidez por piso	60% P.S.	
		tonf	m	tonf/m			
Story3	SEyy	16.9999	0.004108	4138.162	4138.162	2482.8972	Existe
Story2	SEyy	31.7821	0.007495	4240.473	102.311	61.3866	Existe
Story1	SEyy	39.7285	0.015798	2514.799	-1725.674		

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

De acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que no existe este tipo de irregularidad.

✚ Irregularidad Extremas de Resistencia

Como la irregularidad de resistencia – piso débil no existe, determinamos que tampoco existe la irregularidad Extrema de Resistencia, ya que son las mismas condiciones en un caso peor.

Factor de irregularidad en planta ( $I_p$ )

 Irregularidad Torsional

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad torsional.

Tabla 74: Verificación de Irregularidad Torsional

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	
Story3	DERIVAxx Max	Diaph D3 X	0.021157	0.020335	1.04	No Existe
Story2	DERIVAxx Max	Diaph D2 X	0.031239	0.029683	1.052	No Existe
Story1	DERIVAxx Max	Diaph D1 X	0.03069	0.028762	1.067	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 75: Verificación de Irregularidad Torsional

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	
Story3	DERIVAyy Max	Diaph D3 Y	0.010049	0.009356	1.074	No Existe
Story2	DERIVAyy Max	Diaph D2 Y	0.018123	0.017017	1.065	No Existe
Story1	DERIVAyy Max	Diaph D1 Y	0.026077	0.024415	1.068	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

De acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que no existe este tipo de irregularidad.

#### ✚ Irregularidad Torsional Extrema

Como la irregularidad de Torsional anteriormente mencionada no existe, determinamos que tampoco existe la irregularidad Torsional Extrema, ya que son las mismas condiciones en un caso más crítico.

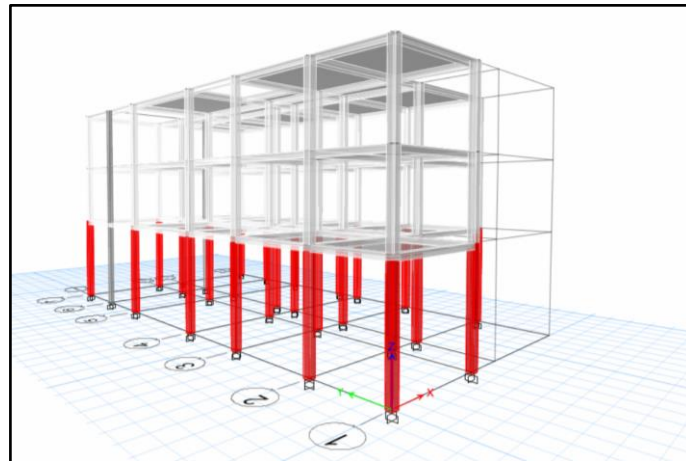
Al finalizar de verificar las irregularidades concluimos que existe irregularidad de rigidez – Piso Blando e irregularidad de rigidez extrema, por lo que necesita el incremento de algunos elementos estructurales que ayuden a mejorar nuestra la rigidez de la estructura y con ello desaparecer las irregularidades extremas, ya que nuestra norma E030 nos indica que no se puede tener irregularidades extremas para la categoría de la edificación C que tenga una zona 4.



## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA (REFORZADA CON FIBRA DE CARBONO)

Ejecutaremos el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1, para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del RNE. El análisis y modelamiento de la estructura se realizó con las cargas presentes en la edificación y con los elementos estructurales existentes.

Figura 46: Modelo de la vivienda 2 – Reforzada con fibra de carbono



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

### FUERZA CORTANTE EN LA BASE

De acuerdo con norma E030 del RNE, la cortante total en la base de la edificación se determina de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C_x \cdot S}{R} * P$$

Donde:

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.0$$

$$C_x = 2.5 * \frac{T_p}{T_x} = 2.5 * \frac{0.6}{1.053} = 1.425$$

$$C_y = 2.5 * \frac{T_p}{T_y} = 2.5 * \frac{0.6}{0.776} = 1.933$$

S= 1.05

R= 8

P= Peso de la edificación

Tabla 76: Peso de la edificación (3 niveles)

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	PESO POR NIVEL (Tn)
Story3	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	121.3561	121.3561
Story2	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	274.1932	152.8371
Story1	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	433.0134	158.8202
<b>Total</b>				433.0134

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Reemplazando valores tenemos la cortante en la base "x":

$$V_x = \frac{0.45 * 1 * 1.425 * 1.05}{8} * 433.0134$$

$$V_x = 36.44 \text{ ton}$$

Y la cortante en la base en "y"

$$V_y = \frac{0.45 * 1 * 1.933 * 1.05}{8} * 433.0134$$

$$V_y = 49.44 \text{ ton}$$

Finalmente se procedió a encontrar el valor de "K":

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K= 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K= (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$

Como "T<sub>x</sub>":  $1.053 > 0.5$  segundos,  $K_x=1.28$

Como " $T_y$ ":  $0.776 > 0.5$  segundos,  $K_y=1.14$

Estos datos también serán ingresados al software y ayudarán en el cálculo de los resultados.

### Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

Encontramos los desplazamientos para el eje "X" y "Y" como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 77: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAx Max	X	0.019114	No cumple
Story2	DERIVAx Max	X	0.025999	No cumple
Story1	DERIVAx Max	X	0.018835	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 78: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAy Max	Y	0.009529	No cumple
Story2	DERIVAy Max	Y	0.01647	No cumple
Story1	DERIVAy Max	Y	0.014653	No cumple

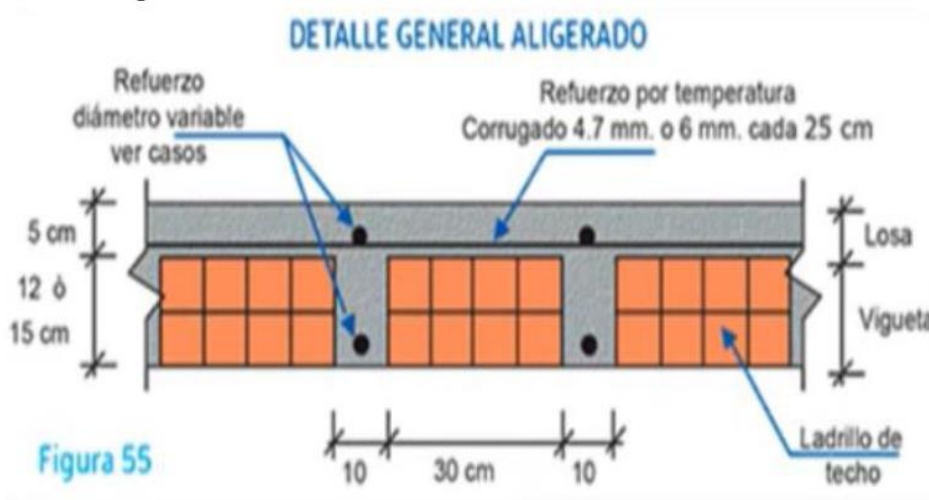
Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Al terminar de realizar nuestro análisis sísmico para la estructura reforzada con fibra de carbono. Nos damos cuenta que no supera los desplazamientos máximos permitidos por la norma E030, aun habiendo reforzado toda la estructura existente con la misma. Por lo que se procederá a incrementar las secciones de los elementos o también incrementar otros elementos estructurales (como son los muros estructurales o también llamados placas) que nos ayuden a rigidizar la estructura.

## PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Luego de realizado el análisis sísmico de la vivienda proyectada, nos dimos cuenta que tenemos que mejorar el tema de rigidez de la estructura, para que puedan cumplir las derivas y también no presenten irregularidades extremas. Por lo que se realizó una verificación rápida con el predimensionamiento de los elementos estructurales, para determinar cuáles eran las medidas aproximadas que tenían que tener dichos elementos.

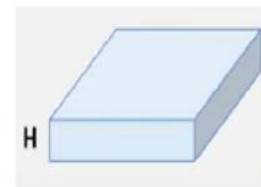
### 1. Losa aligerada



$$H = \frac{Ln}{25}$$

<i>Ln</i>	<i>H</i>	<i>h ladrillo</i>
4 m	17 cm	12 cm
5 m	20 cm	15 cm
6 m	25 cm	20 cm
7 m	30 cm	25 cm

Luz libre del Portico	Ln=	4.78 m
Espesor de la Losa	H=	0.19 m
Espesor de la Losa Definido	Hdef.=	20 cm
Espesor de Ladrillo	h de ladrillo	15 cm

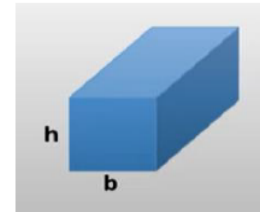


## 2. Viga Principal

$$h_{vp} = \frac{L}{9 - 12}$$

$$b_{vp} = \frac{h_{vp}}{2} @ \frac{2h_{vp}}{3}$$

Luz libre de portico principal	L=	4.58	m
Peralte de Viga	h=	0.45	m
Peralte de Viga Definitivo	h def.=	45	cm
Base de Viga	b=	26.25	cm
Base de Viga a Definitivo	b def.=	30	cm



Consideraciones

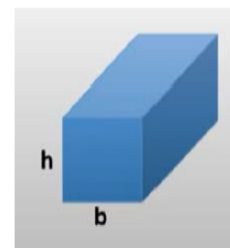
b min= 25 cm (Para evitar cangrejas)

## 3. Viga Secundaria

$$h_{vs} = \frac{L}{13 - 15}$$

$$b_{vs} = \frac{h_{vs}}{2} @ \frac{2h_{vs}}{3}$$

Luz libre de portico principal	L=	4.78	m
Peralte de Viga	h=	0.34	m
Peralte de Viga Definitivo	h def.=	35	cm
Base de Viga	b=	20.42	cm
Base de Viga a Definitivo	b def.=	20	cm

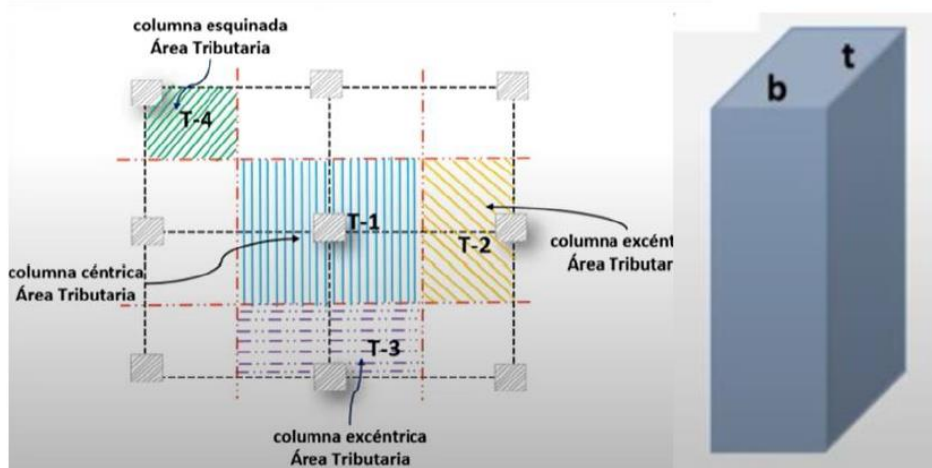


Consideraciones

b min= 25 cm (Para evitar cangrejas)

#### 4. COLUMNAS (T1)

$$bt = \frac{p}{n * f'c} \quad b = Pg * At * N^{\circ}Pisos$$



Columna	Tipo=	T1
N°Pisos	N°=	3
Longitud	L=	3.34 m
Ancho	B=	3.07 m
Area Trib	At.=	10.25 m <sup>2</sup>

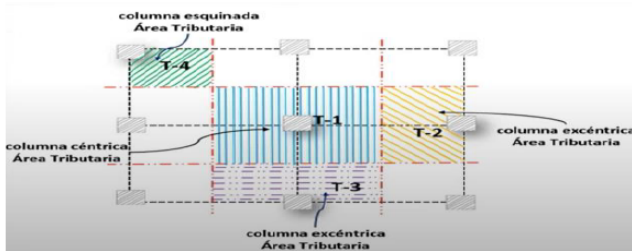
Concreto	f'c=	210	kg/cm <sup>2</sup>
Factor "n"	n=	0.3	
P. Gravedad	Pg=	1100	kg/m <sup>2</sup>
P. Servicio	P=	33837.54	kg
Area Sección	bt=	537.10	cm <sup>2</sup>

Seccion de Columna:	25
	21.48

Seccion final:	b=	25
	t=	25

COLUMNAS (T2 y T3)

$$bt = \frac{p}{n \cdot f'c} \quad b = Pg \cdot At \cdot N^{\circ}Pisos$$



Columna	Tipo=	T2 y T3
N°Pisos	N°=	3
Longitud	L=	2.29 m
Ancho	B=	3.34 m
Area Trib	At.=	7.65 m <sup>2</sup>

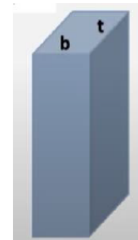
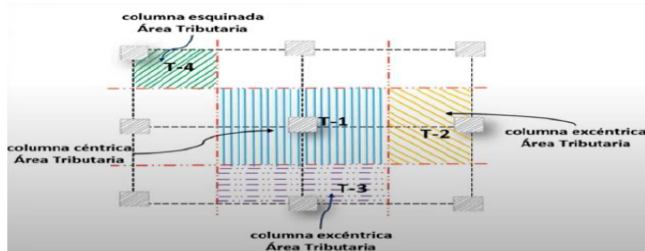
Concreto	f'c=	210	kg/cm <sup>2</sup>
Factor "n"	n=	0.25	
P. Gravedad	Pg=	1250	kg/m <sup>2</sup>
P. Servicio	P=	28682.25	kg
Area Sección	bt=	546.33	cm <sup>2</sup>

Seccion de Columna:	25
	21.85

Seccion final:	b=	25
	t=	25

COLUMNAS (T4)

$$bt = \frac{p}{n \cdot f'c} \quad b = Pg \cdot At \cdot N^{\circ}Pisos$$



Columna	Tipo=	T4
N°Pisos	N°=	3
Longitud	L=	1.83 m
Ancho	B=	2.29 m
Area Trib	At.=	4.19 m <sup>2</sup>

Concreto	f'c=	210	kg/cm <sup>2</sup>
Factor "n"	n=	0.2	
P. Gravedad	Pg=	1500	kg/m <sup>2</sup>
P. Servicio	P=	18858.15	kg
Area Sección	bt=	449.00	cm <sup>2</sup>

Seccion de Columna:	25
	17.96

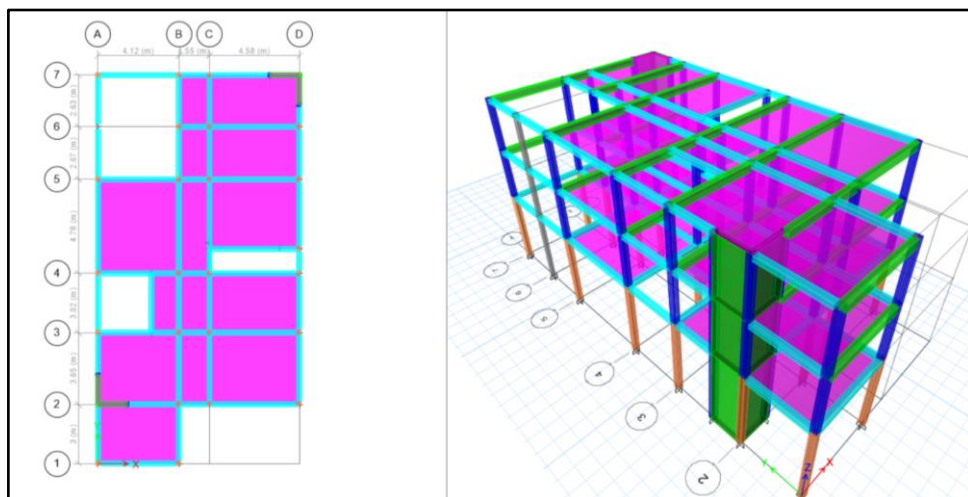
Seccion final:	b=	25
	t=	25

Terminado el predimensionamiento, podemos concluir que la losa y las columnas si tienen una sección igual al predimensionamiento, pero con lo que respecta a vigas, las dimensiones son muy pequeñas y se necesita incrementar el peralte y si es necesario la base de la viga.

## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA REFORZADA PARA RIGIDEZ

Se realizó el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1., para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). El modelamiento y análisis de la estructura se realizó incrementando las secciones de las vigas de 25 cm x 20cm a 25cm x 35cm para el segundo y tercer nivel, también se reemplazó dos falsas columnas ubicadas en el eje 6C y 7C, los cuales fueron reforzadas por columnas de 25cm x 25cm; también se añadió dos placas a la estructura, considerando que no afecte en la arquitectura de la edificación. Así que, de esa manera obtuvimos la estructura reforzada de 3 niveles, mediante el modelamiento elaborado a través del software ETABS V.16.2.1. como se muestra la figura a continuación.

Figura 47: Modelo de la vivienda reforzada en 2D y 3D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## FUERZA CORTANTE EN LA BASE

De acuerdo con norma E030 del RNE, la cortante total en la base de la edificación se determina de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$



Donde:

$$Z= 0.45$$

$$U= 1.0$$

$$C_x=C_y=2.5$$

$$S= 1.05$$

R= Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)

Al incrementar las placas en nuestra estructura verificamos el nuevo valor que tomaría el (R), ya que la norma E030 nos menciona que:

Es **muros estructurales**, si por lo menos el 70% de la fuerza cortante actúa sobre los muros estructurales (placas). Y al realizar dicha verificación podemos observar que, en ambas direcciones, más del 90 % de la cortante actúa sobre los muros estructurales (placas). Obteniendo de esa manera un  $R_0=6$ .

Tabla 79: Porcentaje de cortante en los elementos estructurales

<b>ELEMENTOS</b>	<b>Cortante en X</b>		<b>Cortante en Y</b>	
Columnas	5.78	7%	7.5	9%
Placas	77.53772641	93%	75.8177264	91%
<b>Total</b>	<b>83.31772641</b>	<b>100.00%</b>	<b>83.3177264</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Por lo tanto, nuestro nuevo (R) queda de la siguiente manera:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

$$R = 6 * 1 * 1$$

$$R = 6$$

P= Peso de la edificación

Tabla 80: Peso de la edificación (Reforzado)

Story	Load Case/Combo	Location	P	PESO POR NIVEL (Tn)
			tonf	
Story3	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	135.5958	135.5958
Story2	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	296.5088	160.913
Story1	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	466.8638	170.355
			<b>Total</b>	466.8638

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

Reemplazando valores obtenemos:

$$V_x = V_y = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1.05}{6} * 466.8638$$

$$V_x = V_y = 91.91 \text{ ton}$$

Finalmente se procedió a encontrar el valor de "K":

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K= 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K= (0.75+0.5T) \leq 2.0$

Como " $T_x$ ":  $0.432 < 0.5$  segundos,  $K_x=1$

Como " $T_y$ ":  $0.298 < 0.5$  segundos,  $K_y=1$

Estos datos también serán ingresados al software y ayudarán en el cálculo de los resultados.

## Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

Encontramos los desplazamientos para el eje “X” y “Y” como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 81: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAxx Max	X	0.006423	Si cumple
Story2	DERIVAxx Max	X	0.006481	Si cumple
Story1	DERIVAxx Max	X	0.003485	Si cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

Tabla 82: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAyy Max	Y	0.00602	Si cumple
Story2	DERIVAyy Max	Y	0.005999	Si cumple
Story1	DERIVAyy Max	Y	0.003213	Si cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

## Verificación del coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)

Una vez obtenidos todos los resultados en el software ETABS, se procede a realizar la verificación del “R”. Para lo cual se verifica las irregularidades restantes. Si en caso el “R” resulta diferente, se procede a ingresar los nuevos para el nuevo cálculo respectivo.

Factor de Irregularidad en altura ( $I_a$ )

Las irregularidades restantes en altura son:

- ✚ Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad.

Tabla 83: Verificación de irregularidad de rigidez – Piso Blando (Dirección X)

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Rigidez por piso	70% Rigidez del piso superior	
		tonf	m	tonf/m			
Story3	SExx	35.61	0.00386	9225.491	9225.491	6457.8437	No Existe
Story2	SExx	68.4473	0.003873	17670.92	8445.429	5911.8003	No Existe
Story1	SExx	88.1624	0.003013	29262.977	11592.057		

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 84: Verificación de irregularidad de rigidez – Piso Blando (Dirección Y)

Story	Load Case	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Rigidez por piso	70% Rigidez del piso superior	
		tonf	m	tonf/m			
Story3	SEyy	35.61	0.003663	9722.022	9722.022	6805.4154	No Existe
Story2	SEyy	68.4473	0.003642	18795.896	9073.874	6351.7118	No Existe
Story1	SEyy	88.1624	0.002833	31116.622	12320.726		

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

De acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que no existe este tipo de irregularidad.

#### ✚ Irregularidad de Resistencia – Piso Débil

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad.

Tabla 85: Verificación de irregularidad Resistencia – Piso Débil (Dirección X)

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Cortante por piso	
		tonf	m	tonf/m		
Story3	SExx	35.61	0.00386	9225.491	28.488	No Existe
Story2	SExx	68.4473	0.003873	17670.92	54.75784	No Existe
Story1	SExx	88.1624	0.003013	29262.977	70.52992	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 86: Verificación de irregularidad Resistencia – Piso Débil (Dirección Y)

Story	Load Case	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Cortante por piso	
		tonf	m	tonf/m		
Story3	SEyy	35.61	0.003663	9722.022	28.488	No Existe
Story2	SEyy	68.4473	0.003642	18795.896	54.75784	No Existe
Story1	SEyy	88.1624	0.002833	31116.622	70.52992	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Y de acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que no existe este tipo de irregularidad.

✚ Irregularidad Extrema de Rigidez

Como la Irregularidad de Rigidez – Piso Blando anteriormente mencionada no existe, determinamos que tampoco existe la irregularidad Extrema de Rigidez, ya que son las mismas condiciones en un caso más crítico.

✚ Irregularidad Extremas de Resistencia

Como la irregularidad de resistencia – piso débil no existe, determinamos que tampoco existe la irregularidad Extrema de Resistencia, ya que son las mismas condiciones en un caso peor.

Factor de irregularidad en planta ( $I_p$ )

✚ Irregularidad Torsional

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad torsional.

Tabla 87: Verificación de Irregularidad Torsional (Dirección X)

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	
Story3	DERIVAx Max	Diaph D3 X	0.006423	0.006355	1.011	No Existe
Story2	DERIVAx Max	Diaph D2 X	0.006481	0.006392	1.014	No Existe
Story1	DERIVAx Max	Diaph D1 X	0.003485	0.003423	1.018	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 88: Verificación de Irregularidad Torsional (Dirección Y)

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	
Story3	DERIVAy Max	Diaph D3 Y	0.00602	0.005989	1.005	No Existe
Story2	DERIVAy Max	Diaph D2 Y	0.005999	0.005955	1.007	No Existe
Story1	DERIVAy Max	Diaph D1 Y	0.003213	0.003176	1.012	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Y de acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que no existe este tipo de irregularidad.

#### Irregularidad Torsional Extrema

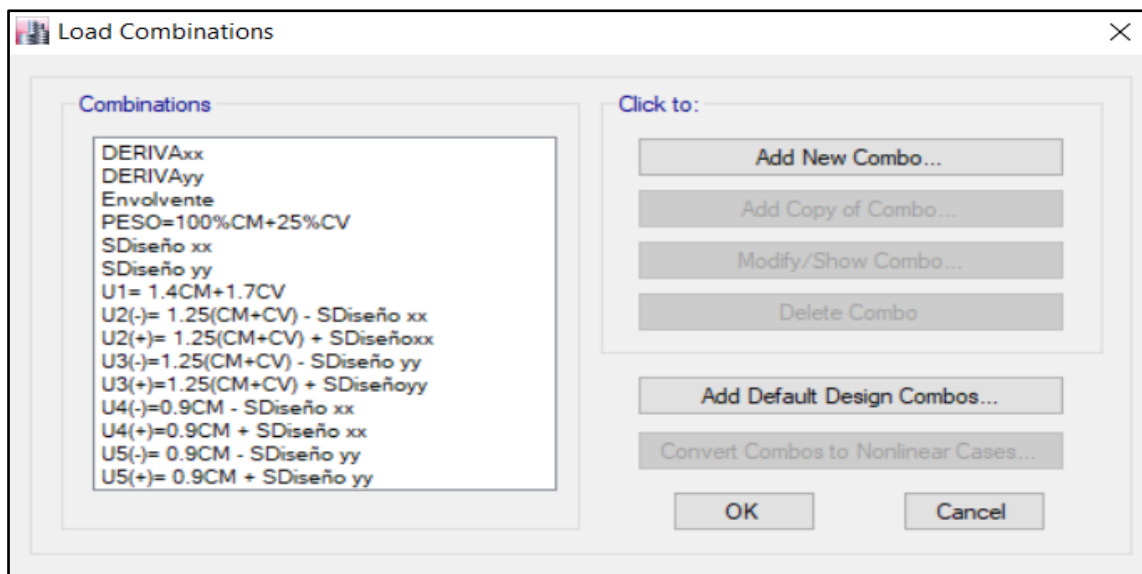
Como la irregularidad de Torsional anteriormente mencionada no existe, determinamos que tampoco existe la irregularidad Torsional Extrema, ya que son las mismas condiciones en un caso más crítico.

Al finalizar de verificar los diferentes tipos de irregularidades concluimos que no existe ningún tipo de irregularidad. Además, como cumplimos con las condiciones de derivas máximas, nos quedamos con los resultados obtenidos.

## VERIFICACIÓN DE DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXISTENTES (VIGAS)

Luego de haber verificado que la rigidez de la estructura cumple con lo determinado en la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), se procedió a ingresar los datos para poder verificar si los elementos estructurales existentes tenían la cantidad de acero mínimo requerido por flexión. Para ello se consideró de acuerdo a norma que la fuerza cortante mínima para estructuras regulares tiene que ser el 80% del valor antes calculado. Además, se ingresó los combos para cumplir con la resistencia requerida de carga muerta (CM), carga viva (CV) y carga de sismo, que nos pide la norma E060.

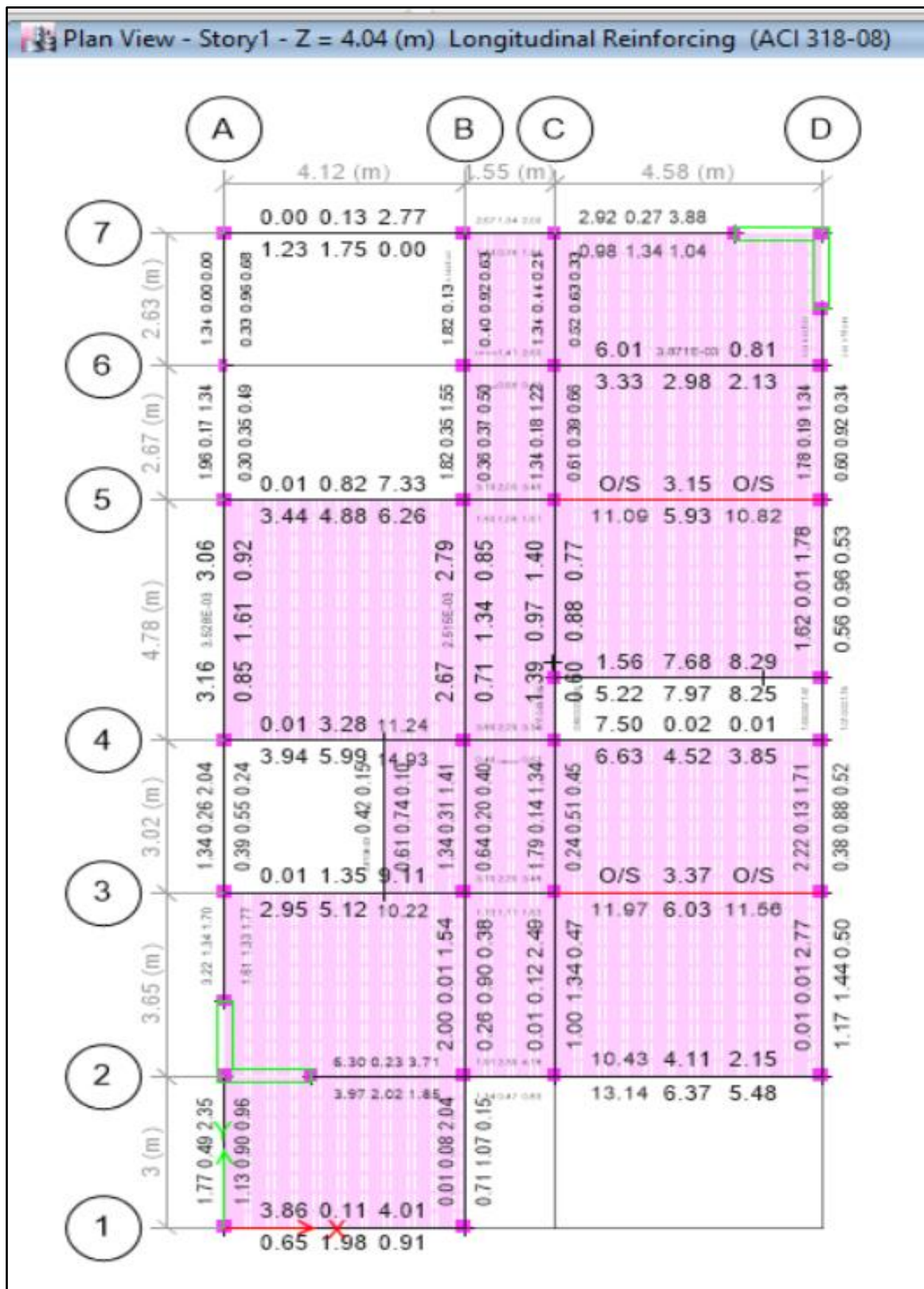
Figura 48: Combinaciones creadas para calcular derivas, peso y diseño de acero



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

También se configuro los datos de software ETABS.V.16.2.1, para que el mismo nos arroje cuanto es el acero que requerimos para nuestros elementos estructurales, la cual se realizó de acuerdo a la norma ACI 318-08 que es muy parecida a nuestra norma E060 al igual que para el cálculo de acero de la vivienda 1. Luego de haber configurado el software se procedió a realizar los cálculos, brindándonos como resultados la figura que se muestra a continuación.

Figura 49: Acero que requiere las vigas de la estructura existente

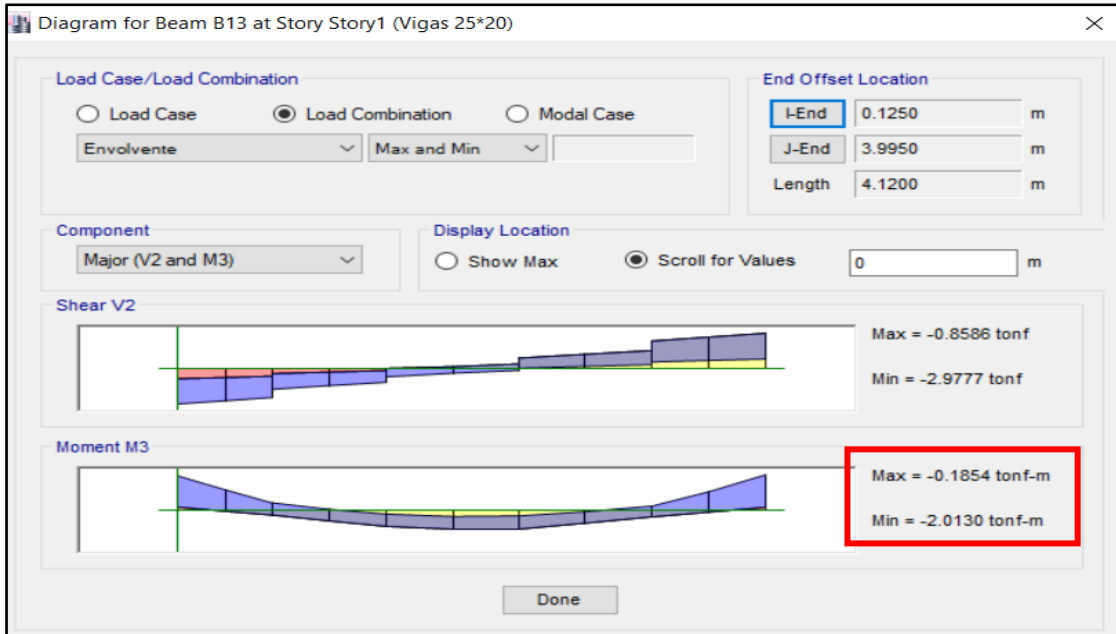


Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS



Para corroborar si los valores obtenidos que nos arroja el software, detallado en la figura 44 son verdaderos, se procedió a realizar la verificación manual y con un programa de la viga ubicada en el eje 1-1 entre A y B. Para lo cual se sacó los momentos como se muestra a continuación:

Figura 50: Momentos para la viga del eje 1-1 entre A y B cuando la distancia es igual a cero



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## Verificación Manual

Datos

$f_c=175 \text{ kg/cm}^2$

$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

$b=25\text{cm}$

$h=20\text{cm}$

$\emptyset=90$

$M_u= 2.013 \text{ Ton/m}$

$Rec= 4\text{cm}$

Cuantía mecánica ( $w$ )

$$w = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * Mu}{\phi * f'c * b * (h - rec)^2}}$$

$$w = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * 2.013 * 10^5}{0.9 * 175 * 25 * (20 - 4)^2}}$$

$$w = 0.23$$

Cuantía de Acero ( $\rho$ )

$$\rho = w * \frac{f'c}{f'y}$$

$$\rho = 0.23 * \frac{175}{4200}$$

$$\rho = 9.583 * 10^{-3}$$

Área de acero requerido ( $A_s$ )

$$A_s = \rho * b * (h - rec)$$

$$A_s = 9.583 * 10^{-3} * 25 * (20 - 4)$$

$$A_s = 3.833 \text{ cm}^2$$

### Verificación mediante el software DIANSCA

Este software fue desarrollado por el Ing. Gianfranco Ottazi y nos ayuda a determinar el área de acero requerido con tan solo ingresar los datos del elemento estructural y el momento, además nos ayuda a calcular el área de acero mínimo y máximo.

Figura 51: Calculo del As, As min., y As máx. mediante el Software DIANSCA

```

DOS
FOR
DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIAN...
> DISEÑO EN FLEXIÓN <
Ancho Alma = 25.0          f'c = 175
Altu.Total = 20.0         fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           ø Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0          E acero = 2000000
    R1 = 4.0              Def.Max. del Concreto = 0.0030
    R2 = 4.0              Beta1 = 0.85
                          RhoMin = 0.7 √f'c / fy

Mu es positivo si produce compresiones en la fibra superior (ala)

Mu (kg-mt) = 2013

Viga Rectangular - Compresion en la fibra Superior
No necesita Acero en Compresion
As = 3.85      d = 16.0
As' = 0.00     d' = 4.0
f's = 0       0.000 Veces fy
As min = 0.88
As max = 5.31
As bal = 7.08

Otro Diseño ? [S] :
    
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Si comparamos los datos obtenidos del Software ETABS, calculo manual y el software DIANSCA, nos damos cuenta que los valores obtenidos son relativamente iguales. La variación que puede existir se debe a los decimales que toma cada método.

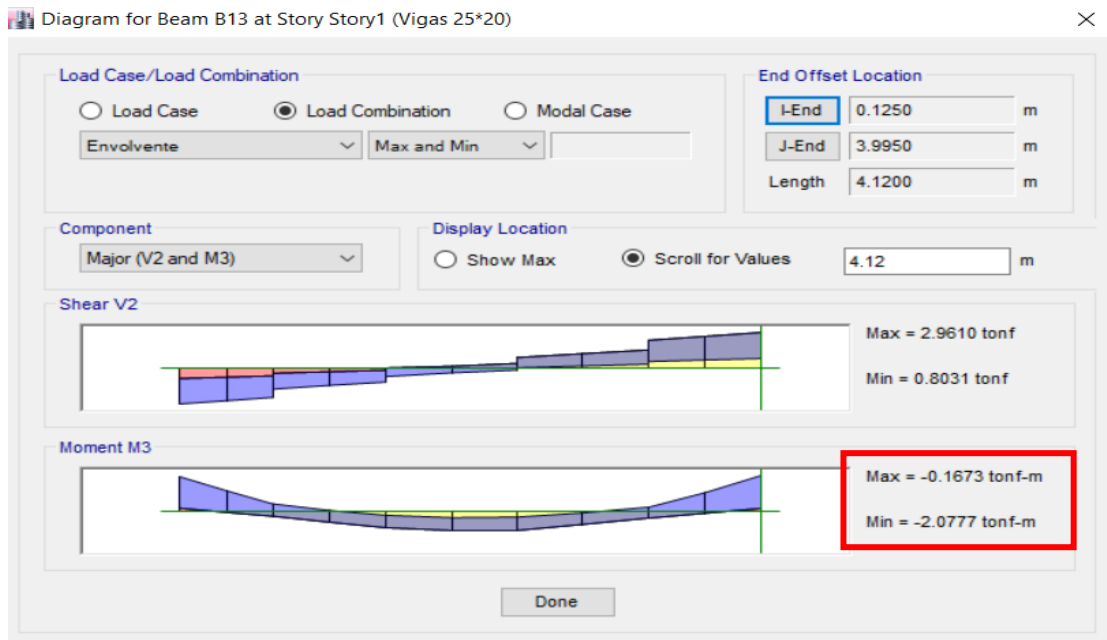
Tabla 89: Área de acero requerido (As)

Calculo manual	Software ETABS	Software DIANSCA
As (cm2)	As (cm2)	As (cm2)
3.83	3.86	3.85

Fuente: Elaboración propia

Para tener una corroboración más exacta realizamos el mismo procedimiento para una distancia de 4.12m

Figura 52: Momentos para la viga del eje 1-1 entre A y B cuando la distancia es igual a cero



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

### Verificación Manual

Datos

$f_c=175 \text{ kg/cm}^2$

$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

$b=25\text{cm}$

$h=20\text{cm}$

$\phi=90$

$M_u= 2.0777 \text{ Ton/m}$

$Rec= 4\text{cm}$

Cuantía mecánica ( $w$ )

$$w = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * Mu}{\phi * f'c * b * (h - rec)^2}}$$

$$w = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * 2.0777 * 10^5}{0.9 * 175 * 25 * (20 - 4)^2}}$$

$$w = 0.24$$

Cuantía de Acero ( $\rho$ )

$$\rho = w * \frac{f'c}{f'y}$$

$$\rho = 0.24 * \frac{175}{4200}$$

$$\rho = 0.01$$

Área de acero requerido ( $A_s$ )

$$A_s = \rho * b * (h - rec)$$

$$A_s = 0.01 * 25 * (20 - 4)$$

$$A_s = 4.00 \text{ cm}^2$$

### Verificación mediante el software DIANSCA

Este software fue desarrollado por el Ing. Gianfranco Ottazi y nos ayuda a determinar el área de acero requerido con tan solo ingresar los datos del elemento estructural y el momento, además nos ayuda a calcular el área de acero mínimo y máximo.

Figura 53: Calculo del As, As min., y As máx. mediante el Software DIANSCA

```

DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIAN...
> DISEÑO EN FLEXION
Ancho Alma = 25.0      f'c = 175
Altu.Total = 20.0     fy = 4200
Ancho Ala = 0.0       ϕ Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0      E acero = 2000000
      R1 = 4.0        Def.Max. del Concreto = 0.0030
      R2 = 4.0        Beta1 = 0.85
                          RhoMin = 0.7 √f'c / fy

Mu es positivo si produce compresiones en la fibra superior (ala)

Mu (kg-mt) = 2077.7

Viga Rectangular - Compresion en la fibra Superior
No necesita Acero en Compresion
As = 4.00      d = 16.0
As' = 0.00    d' = 4.0
f's = 0       0.000 Veces fy
As min = 0.88
As max = 5.31
As bal = 7.08

Otro Diseño ? [SI] :
    
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Si comparamos los datos obtenidos del Software ETABS, calculo manual y el software DIANSCA, nos damos cuenta que los valores obtenidos son relativamente iguales. La variación que puede existir se debe a los decimales que toma cada método.

Tabla 90: Área de acero requerido (As)

Calculo manual	Software ETABS	Software DIANSCA
As (cm2)	As (cm2)	As (cm2)
4.00	4.01	4.00

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, damos como verídicos los resultados de área de acero requerido que nos brinda el software ETABSV.16.2.1.

### **Verificación del acero existente**

De acuerdo a verificación y las consultas realizadas in situ, obtuvimos la información que los aceros que componen las vigas existentes son 2  $\emptyset 1/2$ " en la parte superior y dos 2  $\emptyset 1/2$ " en la parte inferior; obteniendo un área de  $2 \times 1.29 = 2.58 \text{cm}^2$  para ambas partes.

Entonces procedimos a realizar la verificación con los datos del software ETABS mostrados en la figura 0000000, con los cuales pudimos comprobar que nuestras vigas ubicadas en los ejes A-A, B-B, C-C, D-D (a los cuales denominamos vigas secundarias por estar en dirección paralelos a las viguetas), en su mayoría cumplen con el acero requerido y las que no cumplen es por un porcentaje mínimo. Por lo que se concluyó que nuestras vigas secundarias no necesitan reforzamiento.

Además, se realizó la verificación de las vigas ubicadas en los ejes 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6, 7-7 (a los cuales denominamos vigas principales por estar perpendicularmente a la dirección de las viguetas), y se encontró que la mayoría de vigas no cumplía con el acero requerido.

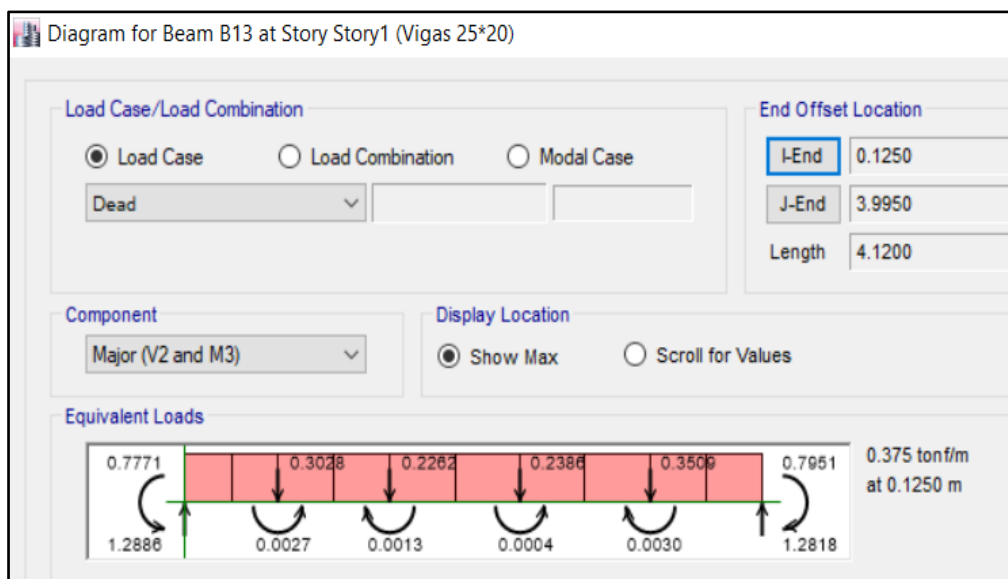
## VERIFICACION PARA POSIBLE REFORZAMIENTO DE LAS VIGAS EXISTENTES MEDIANTE EL SOFTWARE SIKA CARBODUR

Al comprobar que el acero existente para las vigas principales es insuficiente, se procedió a utilizar el software SIKA CARBODUR para calcular el reforzamiento que necesitan las vigas mediante la fibra de carbono o si en caso el reforzamiento con esta fibra no logra suplir la necesidad para soportar las cargas, se procederá a incrementar las secciones de las mismas.

### Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 1-1 entre Ay B

Una vez ingresado al software SIKA CARBODUR llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

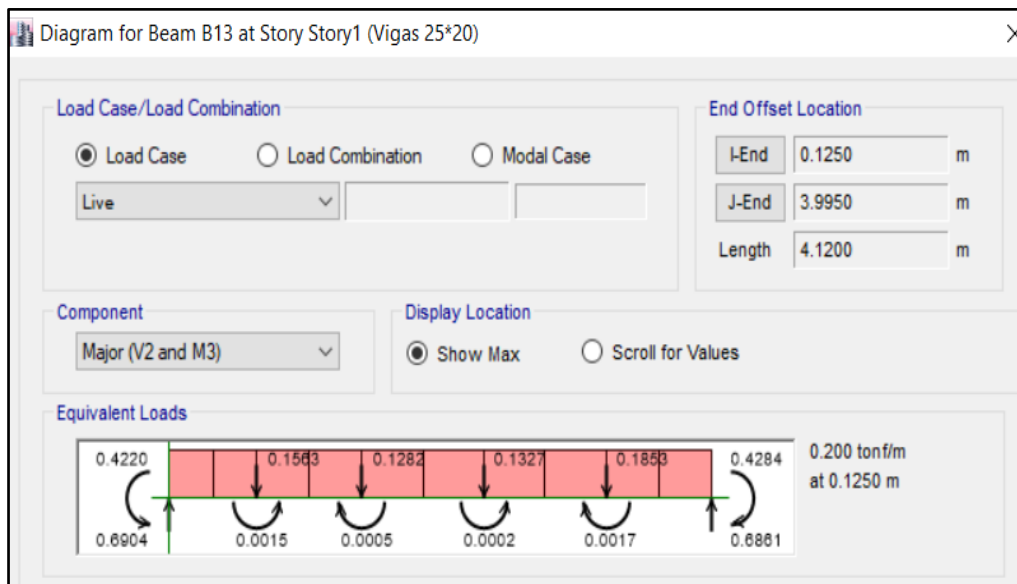
Figura 54: Cargas muertas para ingresar al software SIKA CARBODUR



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS



Figura 55: Cargas vivas para ingresar al software SIKA CARBODUR



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Una vez obtenido los datos de cargas muertas y cargas vivas, se procedió a llevarlo al software Microsoft Excel para su conversión, ya que el software SIKA CARBODUR pide que las cargas estén en Kn/m. Es así como se elaboró las siguientes tablas:

Tabla 91: Cargas muertas de la viga (eje 1-1 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.78	7.62
Puntual	0.75	0.30	2.97
Puntual	1.5	0.23	2.22
Puntual	2.37	0.24	2.34
Puntual	3.25	0.35	3.44
Momento	4.12	0.80	7.80

Fuente: Elaboración propia

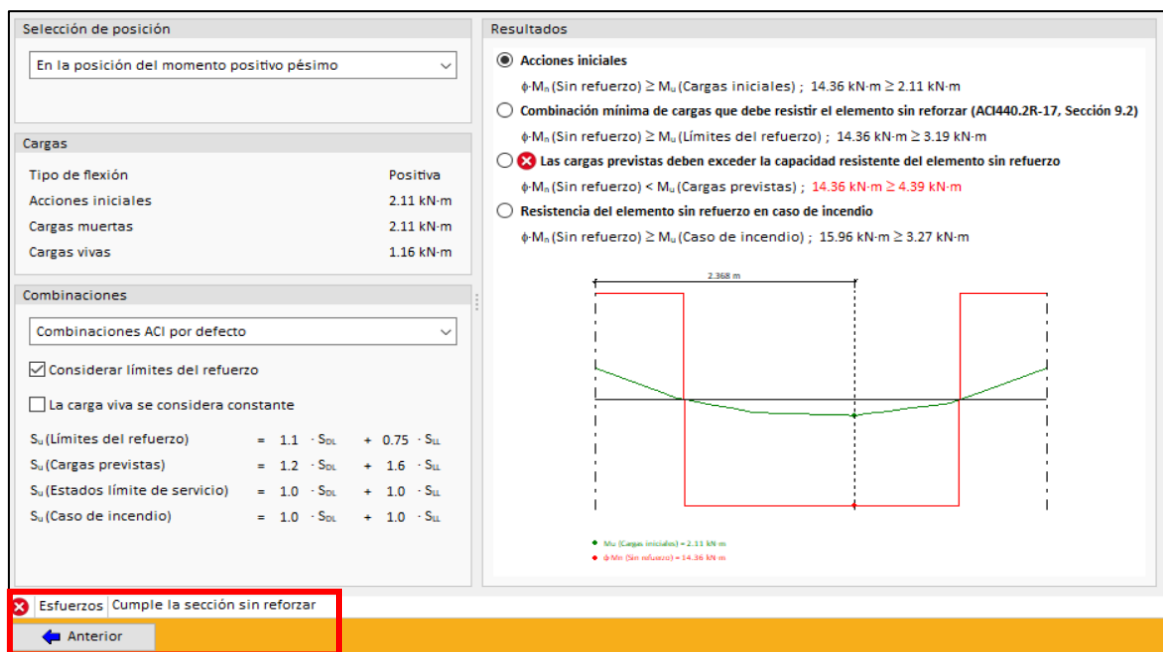
Tabla 92: Cargas vivas de la viga (eje 1-1 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.42	4.14
Puntual	0.75	0.16	1.53
Puntual	1.5	0.13	1.26
Puntual	2.37	0.13	1.30
Puntual	3.25	0.19	1.82
Momento	4.12	0.43	4.20

Fuente: Elaboración propia

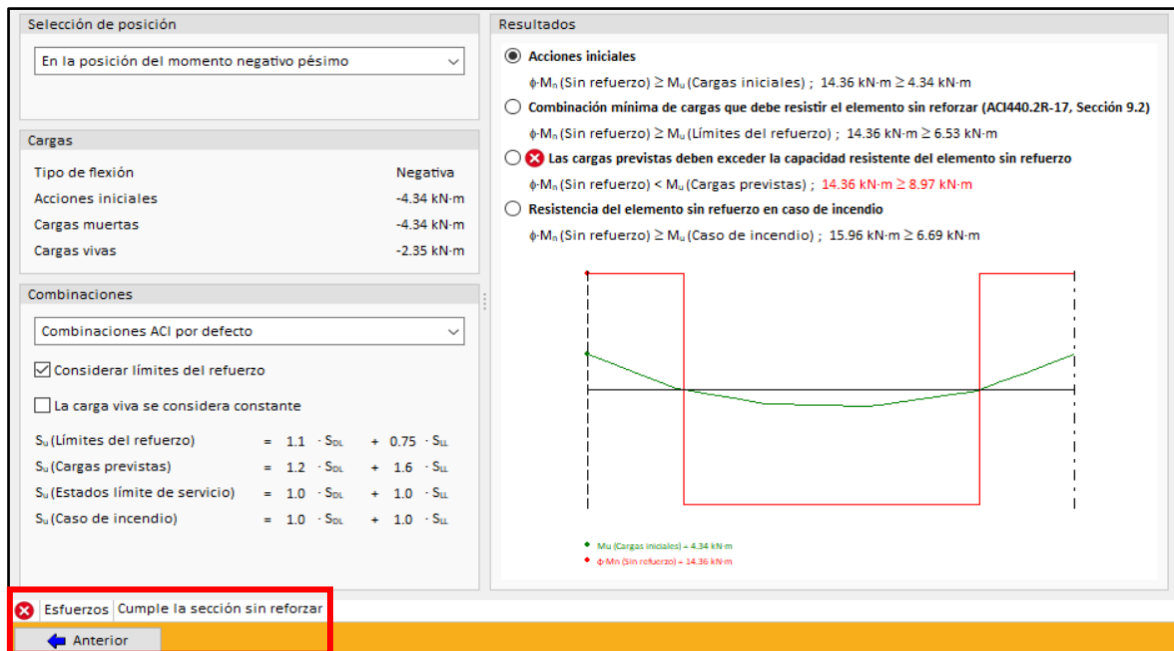
Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar este elemento estructural, ni incrementar las secciones, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

Figura 56: Resultados de la viga eje 1-1 entre A y B en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 57: Resultados de la viga eje 1-1 entre A y B en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

### Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 2-2 entre Ay B

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 93: Cargas muertas de la viga (eje 2-2 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	1.12	11.02
Puntual	0.87	0.99	9.72
Puntual	1.22	0.42	4.15
Puntual	1.75	0.10	1.01
Puntual	1.92	0.11	1.10
Momento	2.62	0.61	5.96

Fuente: Elaboración propia

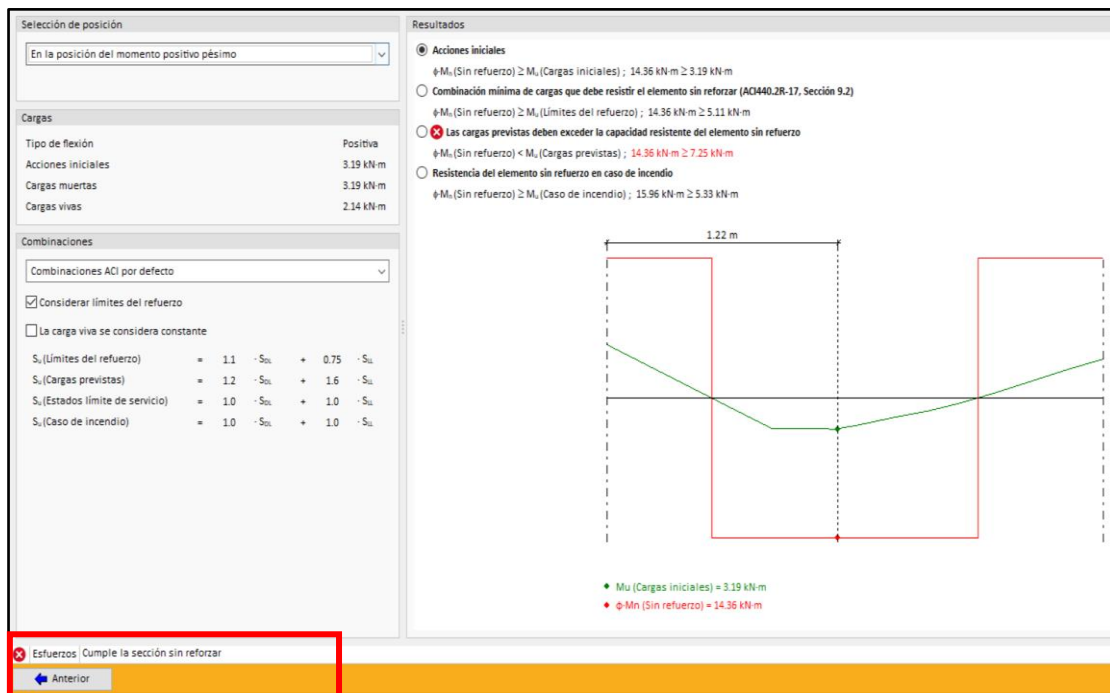
Tabla 94: Cargas vivas de la viga (eje 2-2 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.41	3.99
Puntual	0.87	0.48	4.73
Puntual	1.22	0.27	2.64
Puntual	1.75	0.10	0.98
Puntual	1.92	0.49	4.82
Momento	2.62	0.24	2.34

Fuente: Elaboración propia

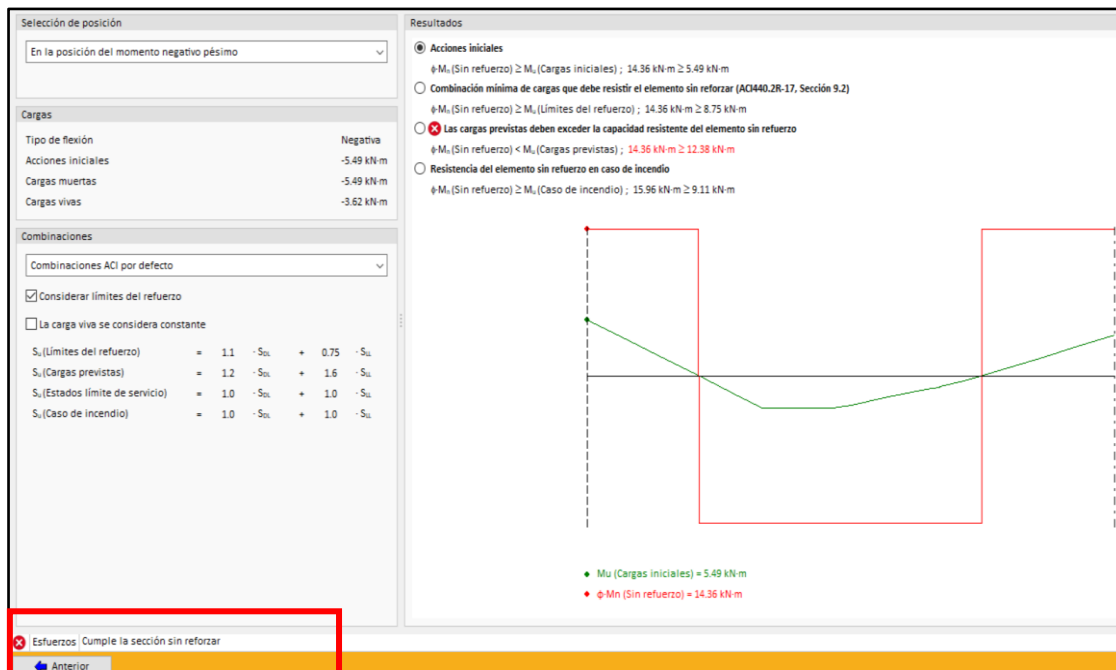
Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar este elemento estructural, ni incrementar las secciones, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

Figura 58: Resultados de la viga eje 2-2 entre A y B en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKI CARBODUR

Figura 59: Resultados de la viga eje 2-2 entre A y B en el momento negativo máximo.



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKI CARBODUR

## Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 3-3 entre Ay B

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 95: Cargas muertas de la viga (eje 3-3 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Puntual	0.75	0.03	0.25
Puntual	1.5	0.25	2.50
Puntual	2.72	0.69	6.80
Puntual	3.42	0.88	8.60
Momento	4.12	2.25	22.09

Fuente: Elaboración propia

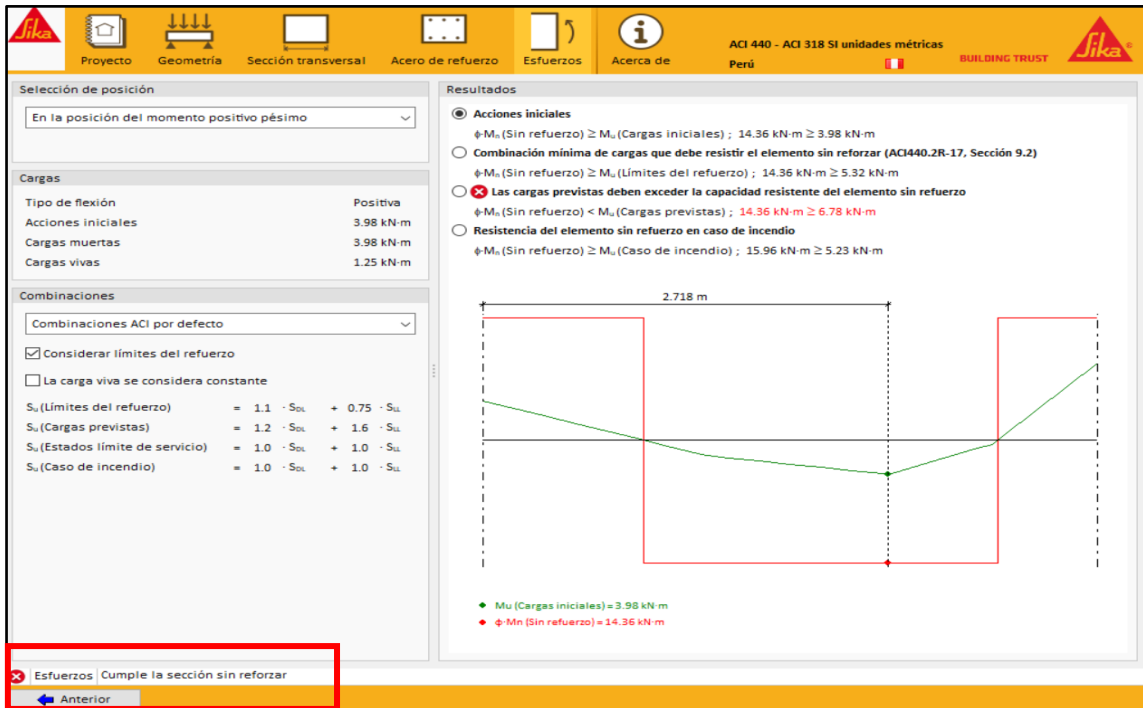
Tabla 96: Cargas vivas de la viga (eje 3-3 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Puntual	0.75	0.07	0.72
Puntual	1.5	0.19	1.88
Puntual	2.72	0.17	1.68
Puntual	3.42	0.38	3.70
Momento	4.12	0.72	7.07

Fuente: Elaboración propia

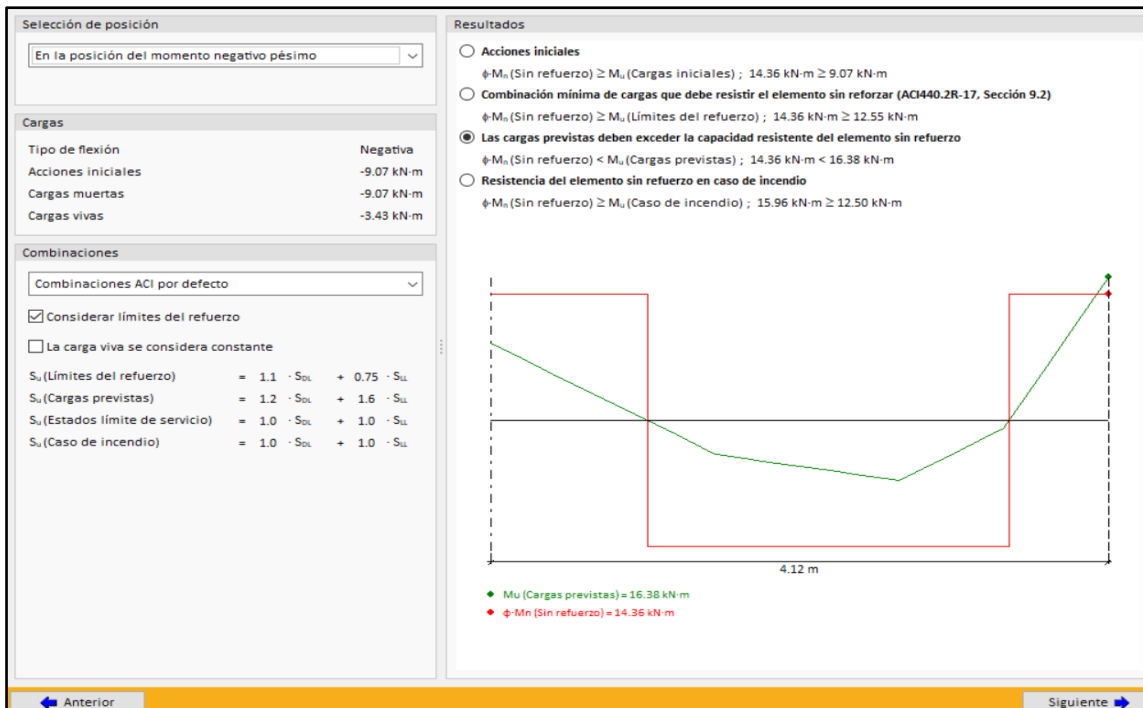
Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar para un momento máximo positivo, pero si es necesario el reforzamiento para un momento máximos negativo, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

Figura 60: Resultados de la viga eje 3-3 entre A y B en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

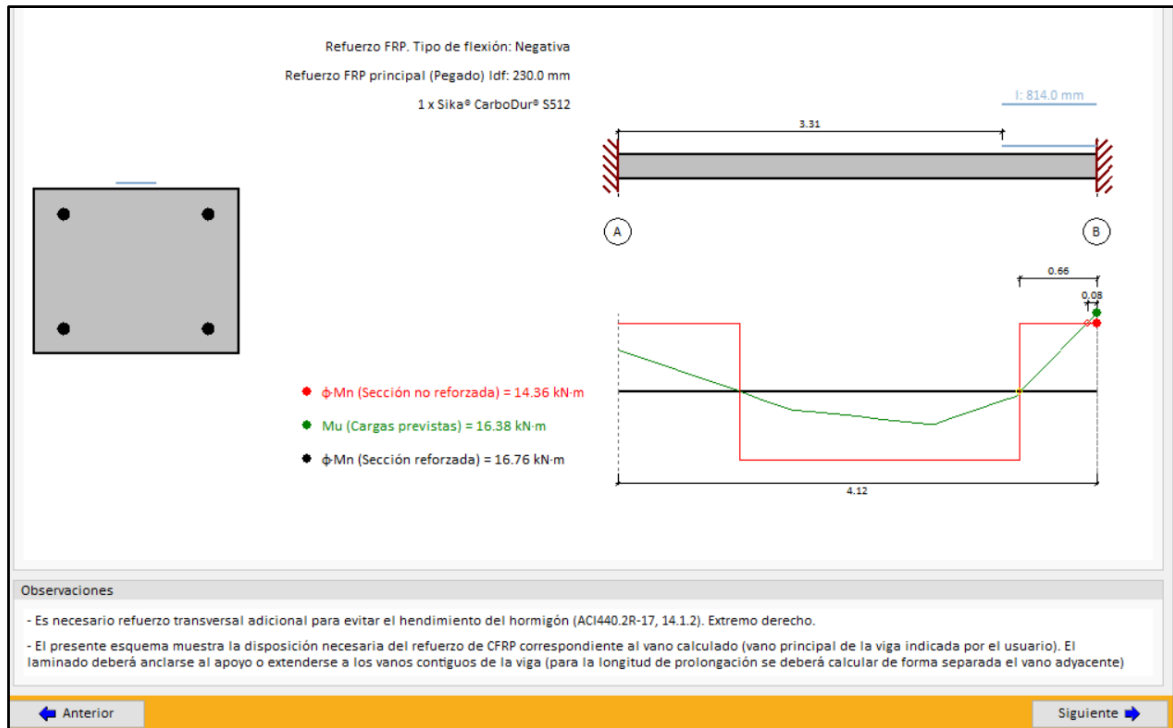
Figura 61: Resultados de la viga eje 3-3 entre A y B en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Como podemos observar en la figura anterior el  $M_u:16.38 > \phi M_n:14.36$ , por lo que se procederá a calcular el reforzamiento con la fibra de carbono. Obteniendo como resultado, que necesita 1 platina de SIKA CARBODUR el cual tendrá una dimensión de 0.66 m, de la manera que se muestra a continuación.

Figura 62: Resultados de la viga eje 3-3 entre A y B (Reforzo de fibra de Carbono)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

## Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 4-4 entre Ay B

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:



Tabla 97: Cargas muertas de la viga (eje 4-4 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Puntual	0.9	0.43	4.24
Puntual	1.81	0.59	5.75
Puntual	2.71	1.46	14.30
Puntual	3.41	1.59	15.64
Momento	4.12	2.72	26.64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98: Cargas vivas de la viga (eje 4-4 entre A y B)

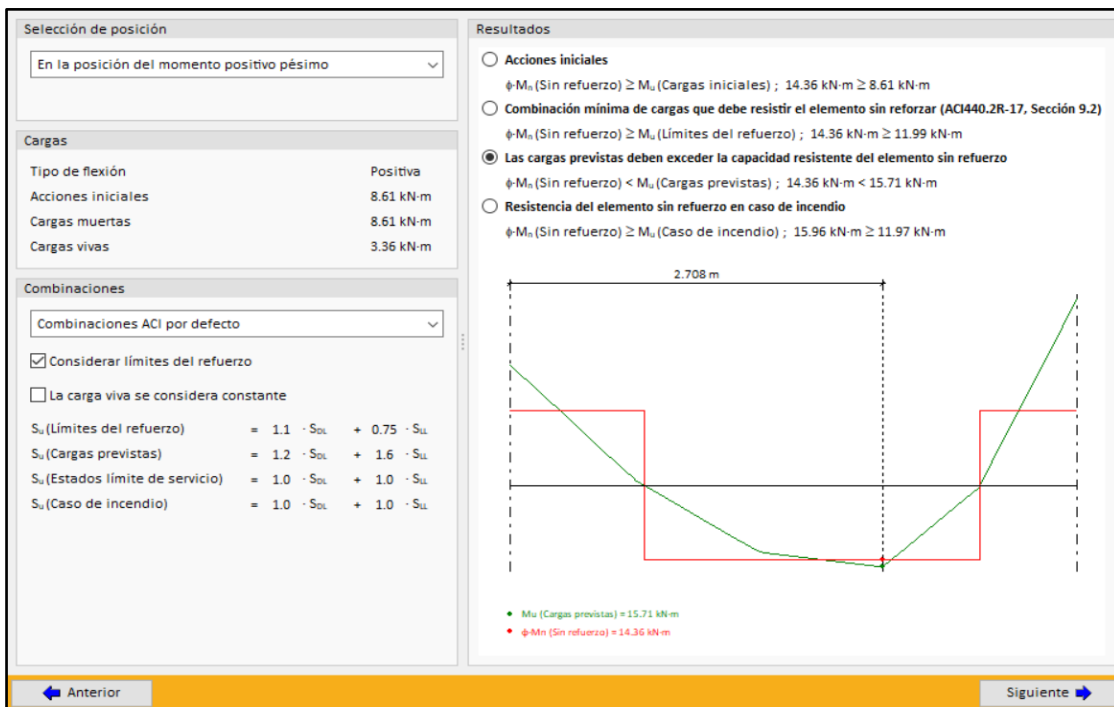
Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Puntual	0.9	0.26	2.58
Puntual	1.81	0.34	3.38
Puntual	2.71	0.52	5.06
Puntual	3.41	0.67	6.58
Momento	4.12	0.91	8.88

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que, si es necesario reforzar para un momento máximo positivo dado que cumple con las condiciones requeridas por el software SIKA CARBODUR para un reforzamiento con fibra.

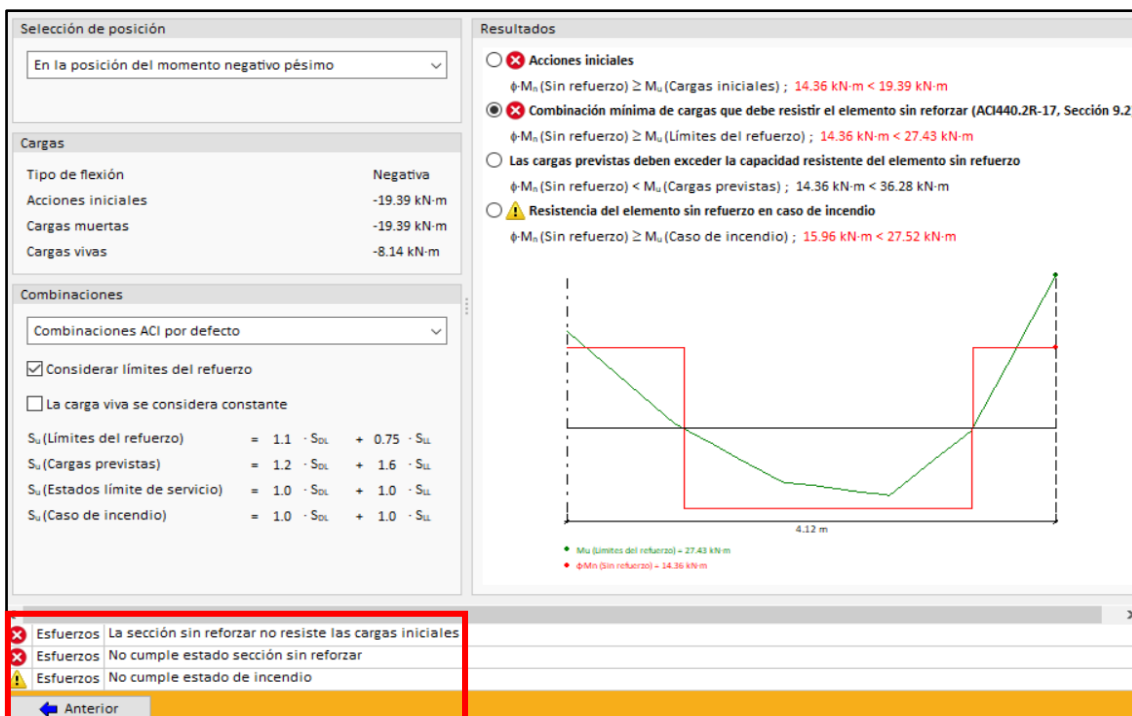
Pero si nos ubicamos en un momento máximos negativo nos dice que no cumple con 3 condiciones requeridas, las cuales nos dicen que la sección del elemento estructural no resiste las cargas iniciales, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación. Por lo que concluimos que esta viga necesita el incremento de sus secciones para que puedan soportar las cargas de la estructura.

Figura 63: Resultados de la viga eje 4-4 entre A y B en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKa CARBODUR

Figura 64: Resultados de la viga eje 4-4 entre A y B en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKa CARBODUR

## Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 5-5 entre Ay B

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 99: Cargas muertas de la viga (eje 5-5 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.00	0.00
Puntual	0.9	0.62	6.09
Puntual	1.81	0.76	7.44
Puntual	2.71	0.66	6.52
Puntual	3.41	0.46	4.53
Momento	4.12	1.88	18.44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 100: Cargas vivas de la viga (eje 5-5 entre A y B)

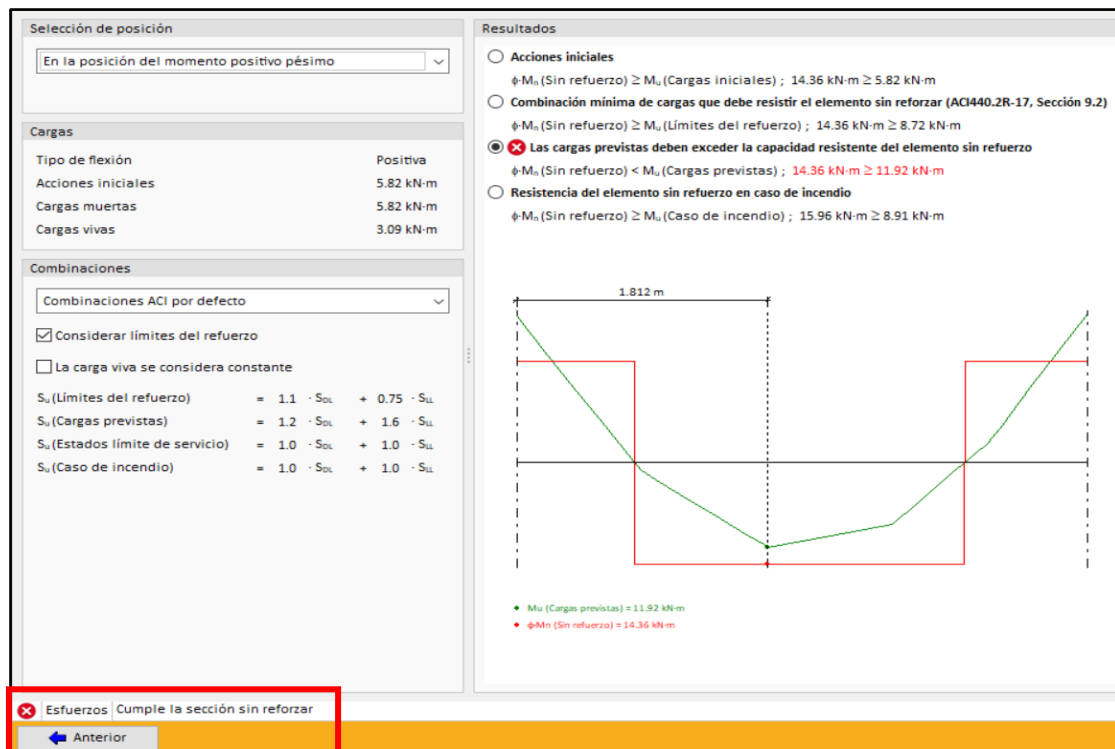
Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.00	0.00
Puntual	0.9	0.33	3.21
Puntual	1.81	0.41	4.01
Puntual	2.71	0.34	3.38
Puntual	3.41	0.21	2.07
Momento	4.12	0.61	5.93

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que, no es necesario reforzar para un momento máximo positivo.

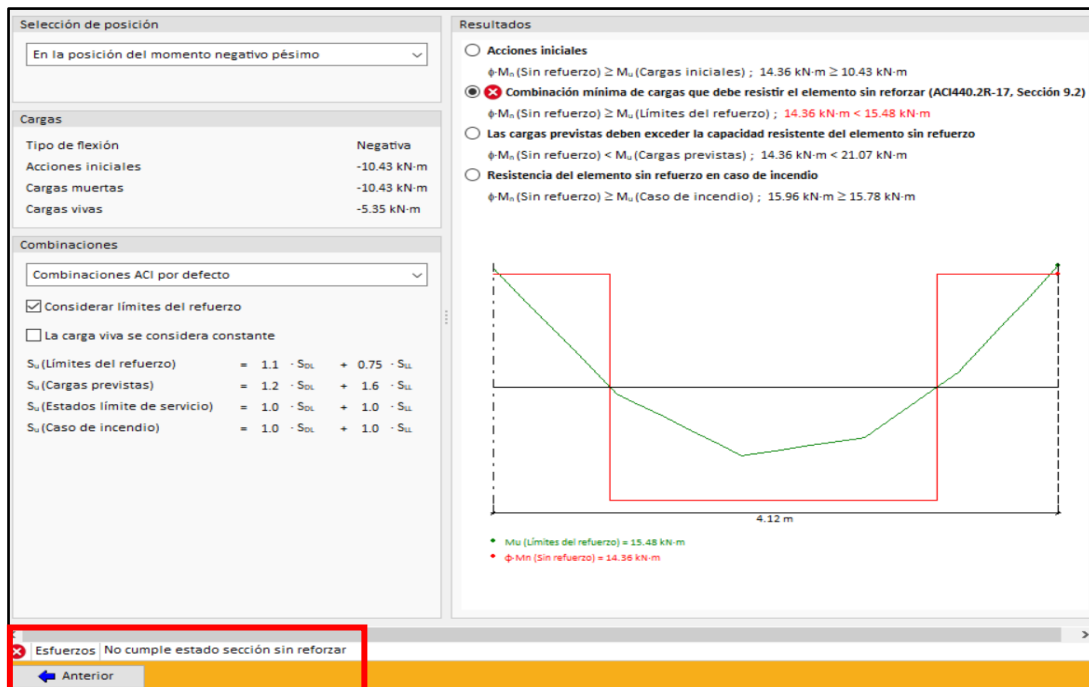
Pero si nos ubicamos en un momento máximo negativo nos dice que no cumple con una condición requerida para reforzamiento, la cual nos advierte que la sección de la viga no es suficiente para soportar las cargas de la estructura, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación. Por lo que podemos concluir que esta viga necesita el incremento de sus secciones para que puedan soportar las cargas de la estructura.

Figura 65: Resultados de la viga eje 5-5 entre A y B en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 66: Resultados de la viga eje 5-5 entre A y B en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

### Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 2-2 entre C y D

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 101: Cargas muertas de la viga (eje 2-2 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	2.37	23.23
Puntual	1.15	0.68	6.65
Puntual	2.28	0.46	4.47
Puntual	3.43	0.36	3.55

Fuente: Elaboración propia

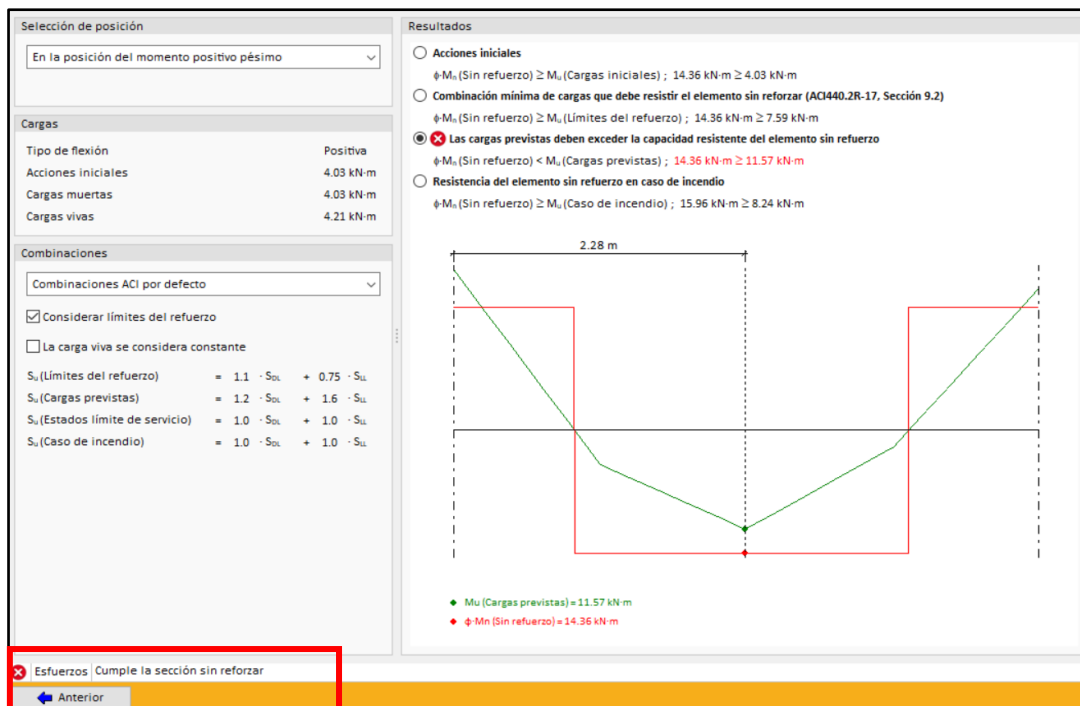
Tabla 102: Cargas vivas de la viga (eje 2-2 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.98	9.57
Puntual	1.15	0.34	3.30
Puntual	2.28	0.61	5.93
Puntual	3.43	0.24	2.34

Fuente: Elaboración propia

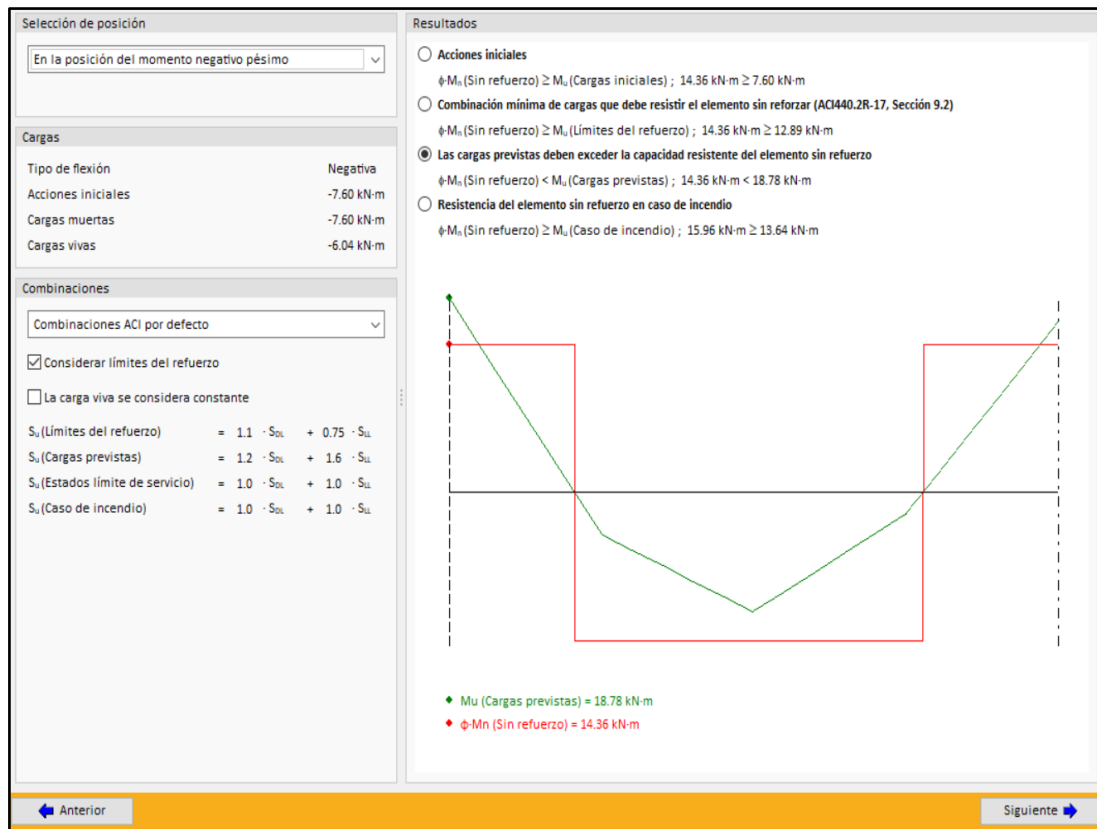
Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar para un momento máximo positivo, pero si es necesario el reforzamiento con fibra de carbono para un momento máximos negativo, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

Figura 67: Resultados de la viga eje 2-2 entre C y D en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

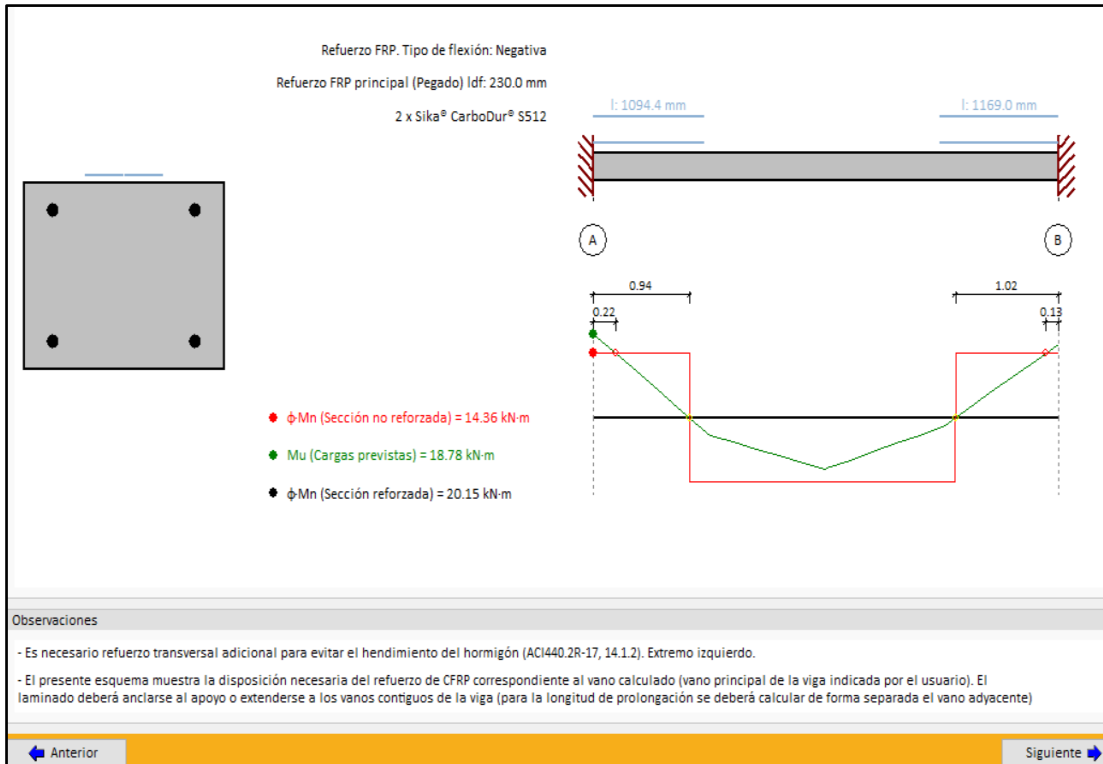
Figura 68: Resultados de la viga eje 2-2 entre C y D en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKACARBODUR

Como podemos observar en la figura anterior el  $M_u: 18.78 > \phi M_n: 14.36$ , por lo que se procederá a calcular el reforzamiento con la fibra de carbono. Obteniendo como resultado, que necesita 2 platina de SIKACARBODUR el cual tendrá una dimensión de 0.94 m y 1.02m, así como se muestra a continuación.

Figura 69: Resultados de la viga eje 2-2 entre C y D (detalle de refuerzo de fibra de Carbono)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

### Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 3-3 entre C y D

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 103: Cargas muertas de la viga (eje 3-3 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	2.21	21.70
Puntual	1.15	1.83	17.95
Puntual	2.28	1.21	11.91
Puntual	3.43	2.06	20.16
Momento	4.58	2.16	21.21

Fuente: Elaboración propia



Tabla 104: Cargas vivas de la viga (eje 3-3 entre C y D)

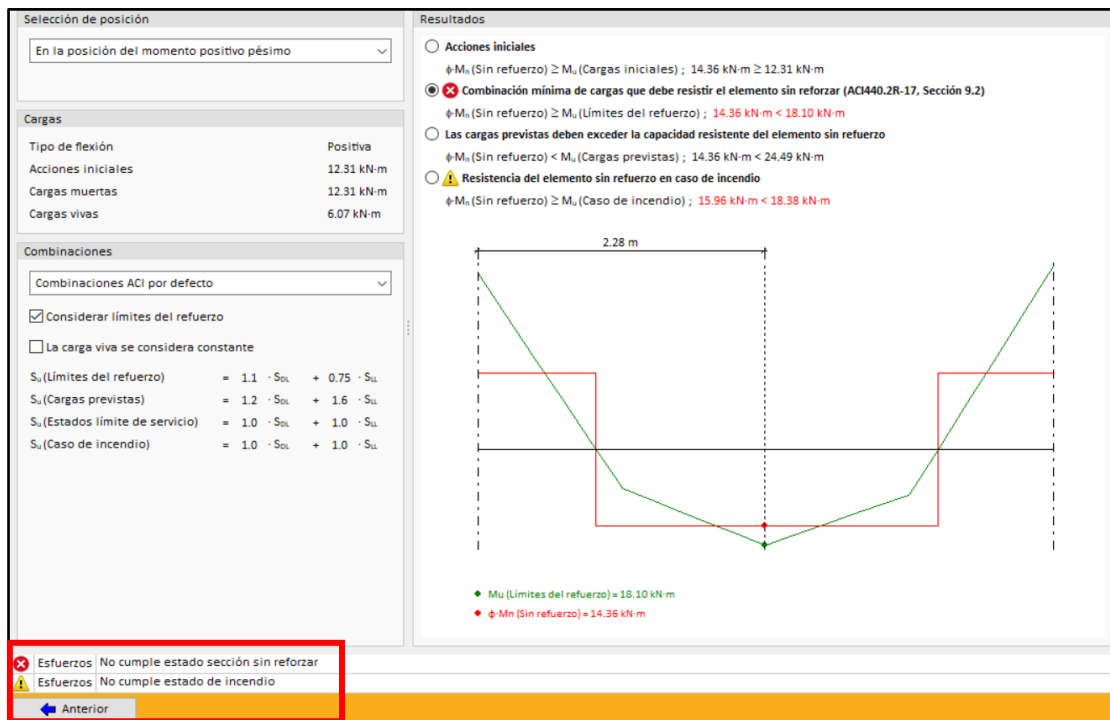
Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.97	9.49
Puntual	1.15	0.82	8.08
Puntual	2.28	0.63	6.21
Puntual	3.43	0.96	9.39
Momento	4.58	0.96	9.42

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que para un momento máximo positivo las secciones que presenta el elemento estructural son insuficientes, ya que no cumple con el estado de la sección sin reforzar y no cumple con el estado de incendio.

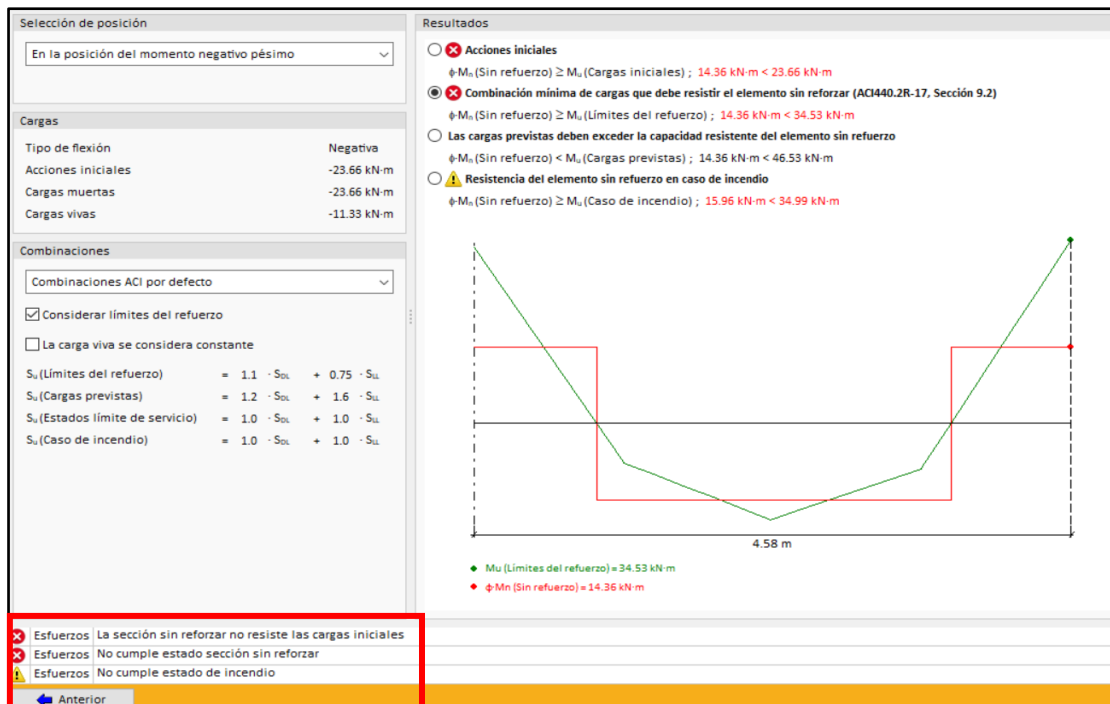
Además, si nos ubicamos en el momento máximo negativo nos dice que no cumple con 3 requisitos para el reforzamiento con fibra de Carbono, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación. Por lo que podemos concluir que esta viga necesita el incremento de sus secciones para que puedan soportar las cargas que demanda la estructura.

Figura 70: Resultados de la viga eje 3-3 entre C y D en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKa CARBODUR

Figura 71: Resultados de la viga eje 3-3 entre C y D en el momento negativo máximo



Fuente 67: Elaboración propia obtenido del software SIKa CARBODUR

## Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 4-4 entre C y D

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 105: Cargas muertas de la viga (eje 4-4 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	2.03	19.93
Puntual	1.15	0.49	4.85
Puntual	2.28	0.34	3.36
Puntual	3.43	0.26	2.53

Fuente: Elaboración propia

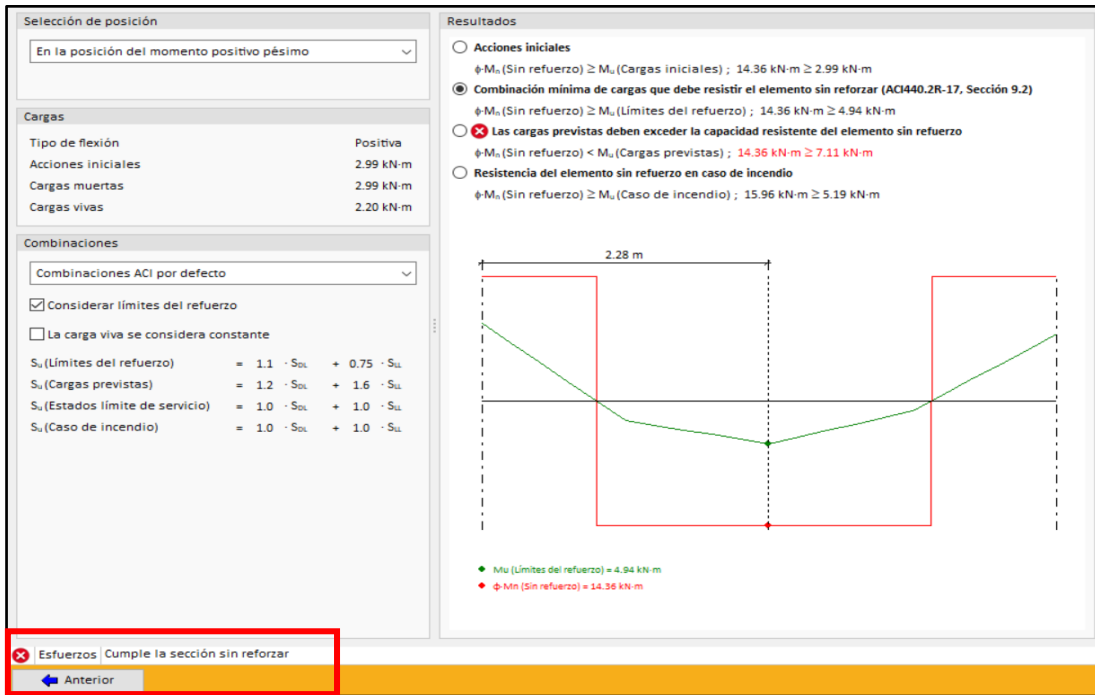
Tabla 106: Cargas vivas de la viga (eje 4-4 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.47	4.61
Puntual	1.15	0.28	2.70
Puntual	2.28	0.26	2.60
Puntual	3.43	0.23	2.23

Fuente: Elaboración propia

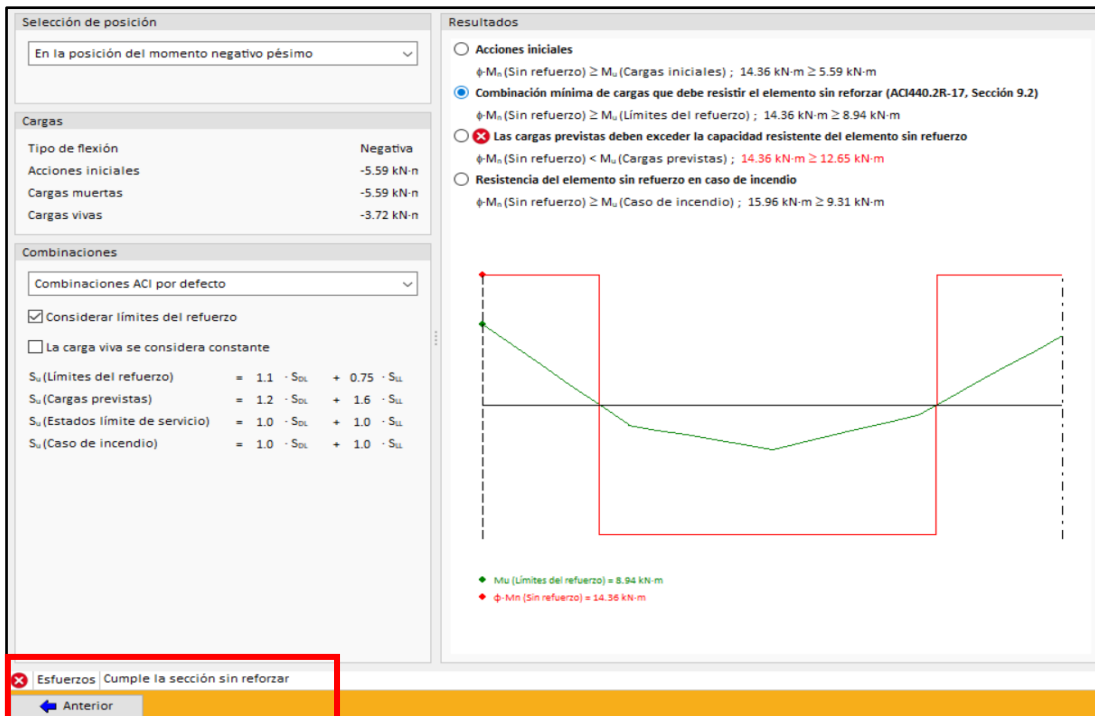
Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar este elemento estructural, ni incrementar las secciones, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

Figura 72: Resultados de la viga eje 4-4 entre C y D en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 73: Resultados de la viga eje 4-4 entre C y D en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

## Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 5-5 entre C y D

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 107: Cargas muertas de la viga (eje 5-5 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	2.13	20.94
Puntual	1.15	1.59	15.61
Puntual	2.28	1.30	12.75
Puntual	3.43	1.96	19.24
Momento	4.58	2.10	20.62

Fuente: Elaboración propia

Tabla 108: Cargas vivas de la viga (eje 5-5 entre C y D)

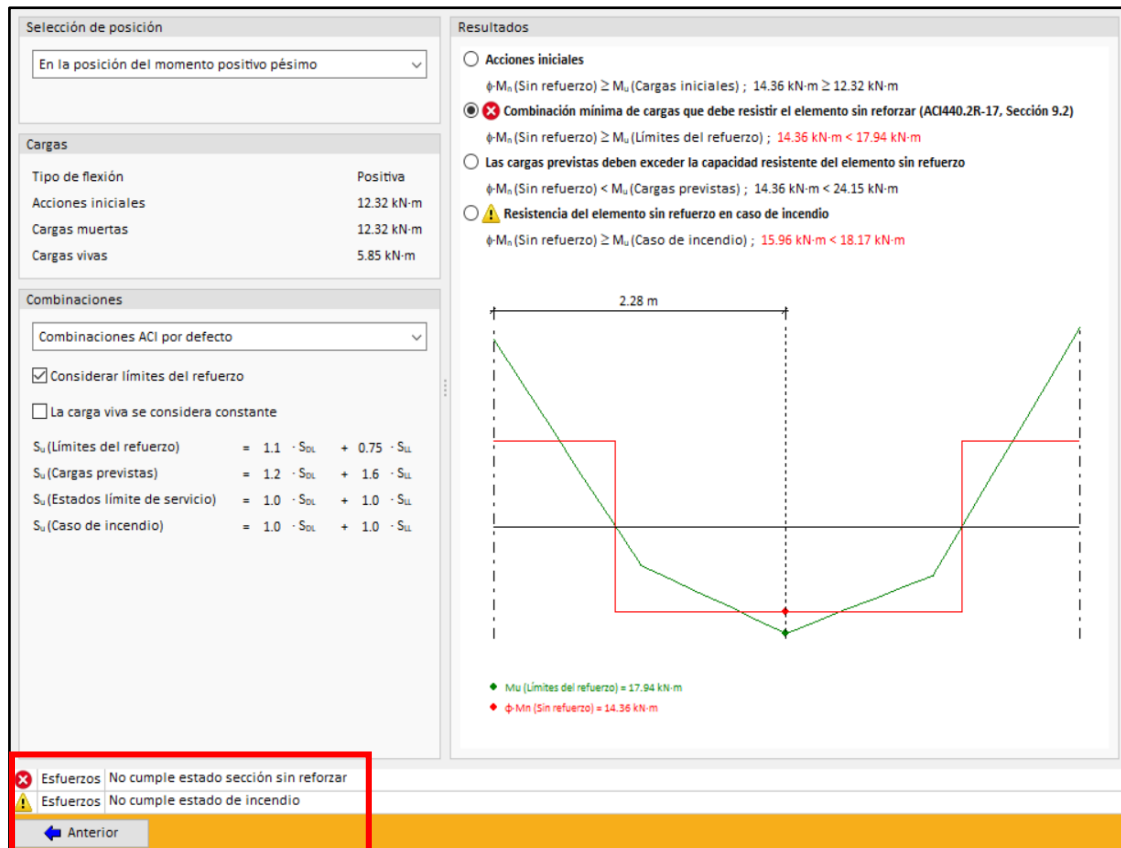
Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.93	9.09
Puntual	1.15	0.77	7.52
Puntual	2.28	0.62	6.07
Puntual	3.43	0.92	8.99
Momento	4.58	0.92	9.03

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que para un momento máximo positivo las secciones que presenta el elemento estructural son insuficientes, ya que no cumple con el estado de la sección sin reforzar y no cumple con el estado de incendio.

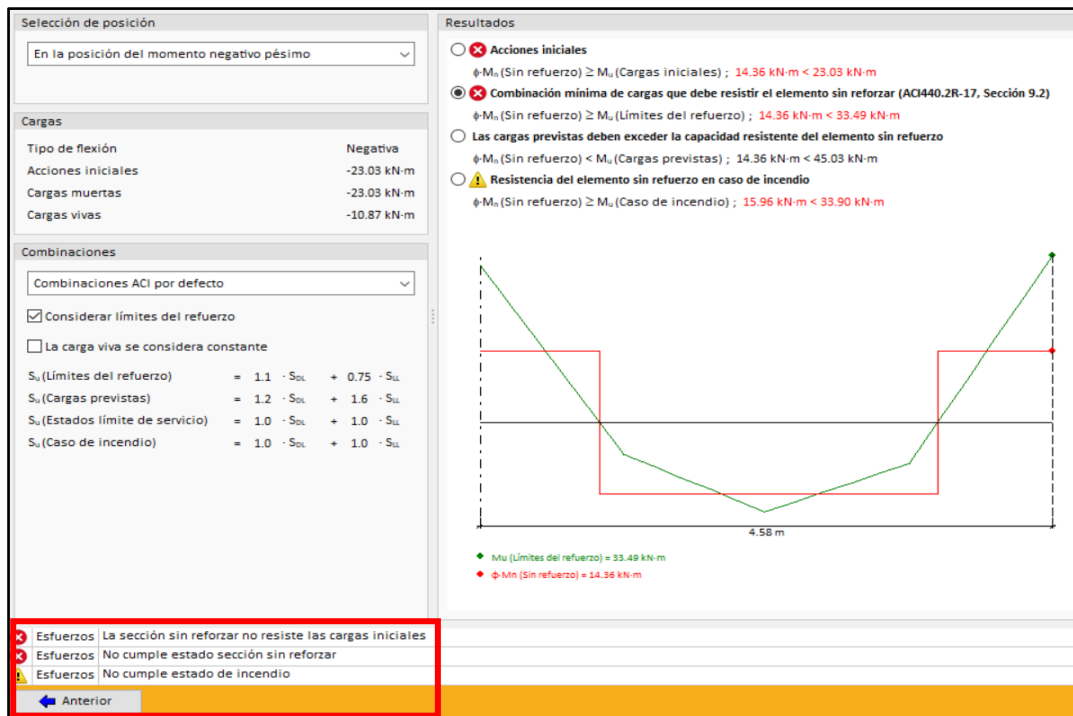
Además, si nos ubicamos en el momento máximo negativo nos dice que no cumple con 3 requisitos para el reforzamiento con fibra de Carbono, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación. Por lo que podemos concluir que esta viga necesita el incremento de sus secciones para que puedan soportar las cargas que demanda la estructura.

Figura 74: Resultados de la viga eje 5-5 entre C y D en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 75: Resultados de la viga eje 5-5 entre C y D en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

### Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 6-6 entre C y D

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento estructural analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 109: Cargas muertas de la viga (eje 6-6 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	1.34	13.09
Puntual	1.03	0.35	3.43
Puntual	2.05	0.35	3.43
Puntual	2.3	0.21	2.04
Puntual	3.43	0.49	4.82

Fuente: Elaboración propia

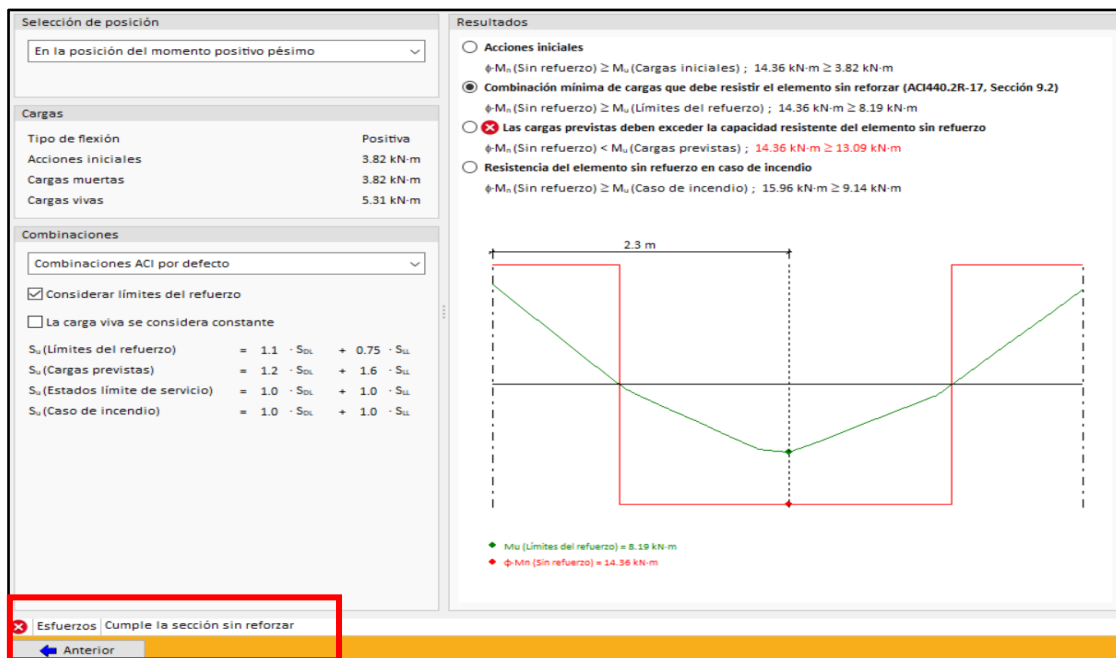
Tabla 110: Cargas vivas de la viga (eje 6-6 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.65	6.37
Puntual	1.03	0.20	1.96
Puntual	2.05	0.20	1.96
Puntual	2.3	0.75	7.34
Puntual	3.43	0.28	2.76

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar para un momento máximo positivo, pero si es necesario el reforzamiento para un momento máximos negativo, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

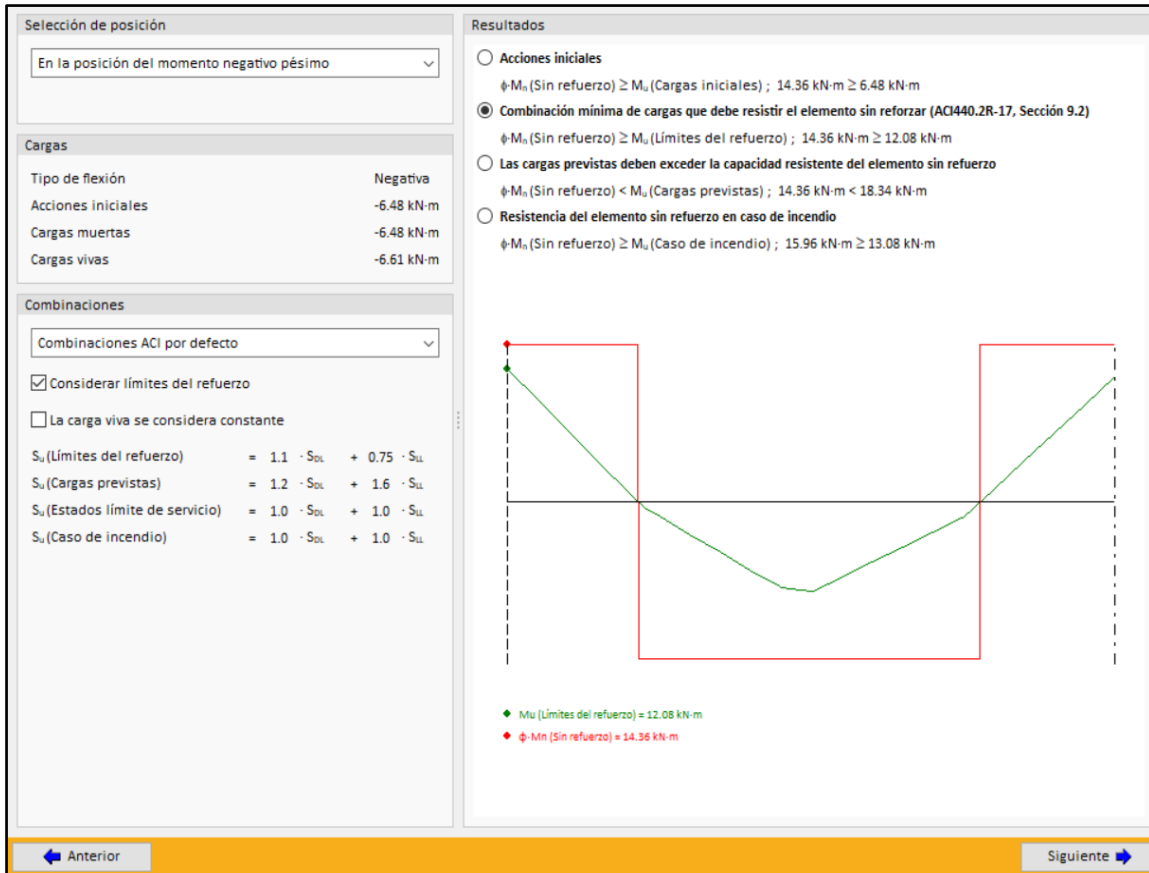
Figura 76: Resultados de la viga eje 6-6 entre C y D en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKACAR



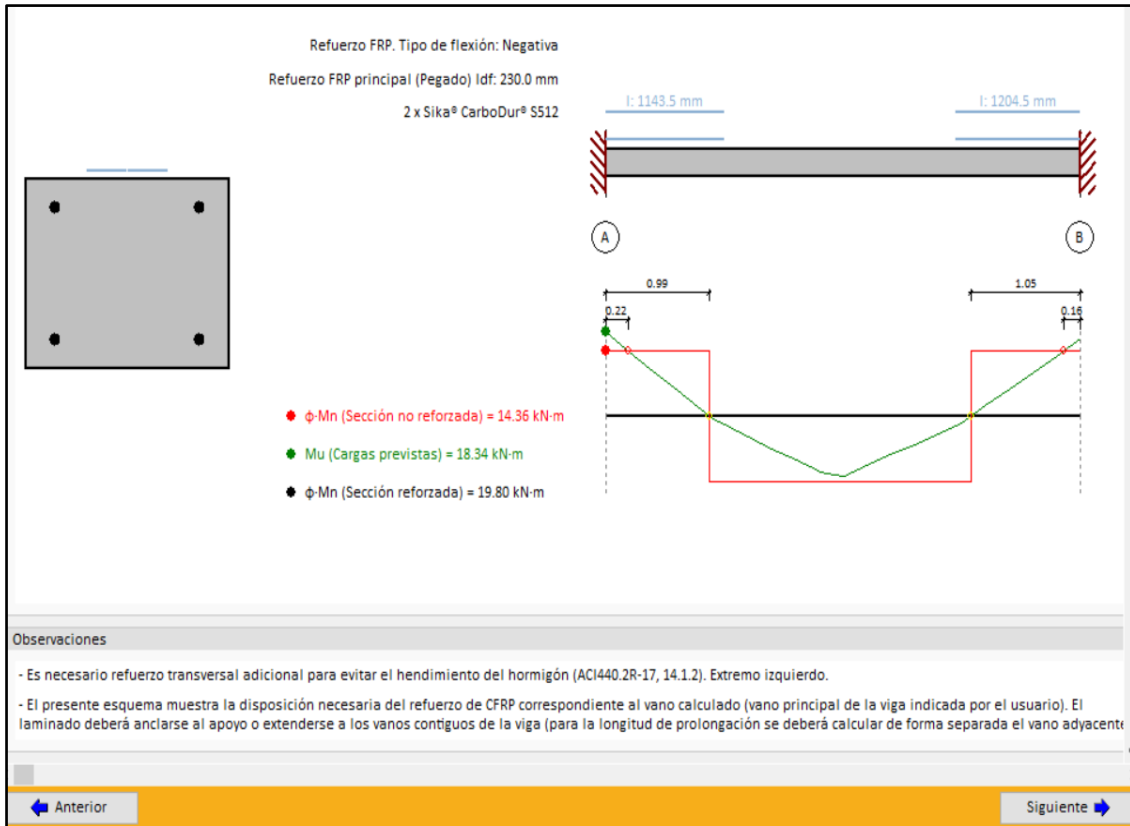
Figura 77: Resultados de la viga eje 6-6 entre C y D en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Como podemos observar en la figura anterior el  $M_u: 18.84 > \phi M_n: 14.36$ , por lo que se procederá a calcular el reforzamiento con la fibra de carbono. Obteniendo como resultado, que necesita 2 platina de SIKA CARBODUR el cual tendrá una dimensión de 0.99 m y 1.05m, así como se muestra a continuación.

Figura 78: Resultados de la viga eje 6-6 entre C y D (detalle de refuerzo de fibra de Carbono)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

### Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 7-7 entre C y D

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento estructural analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 111: Cargas muertas de la viga (eje 7-7 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.56	5.45
Puntual	1.03	0.40	3.97
Puntual	2.05	0.43	4.19
Momento	3.08	0.74	7.25

Fuente: Elaboración propia

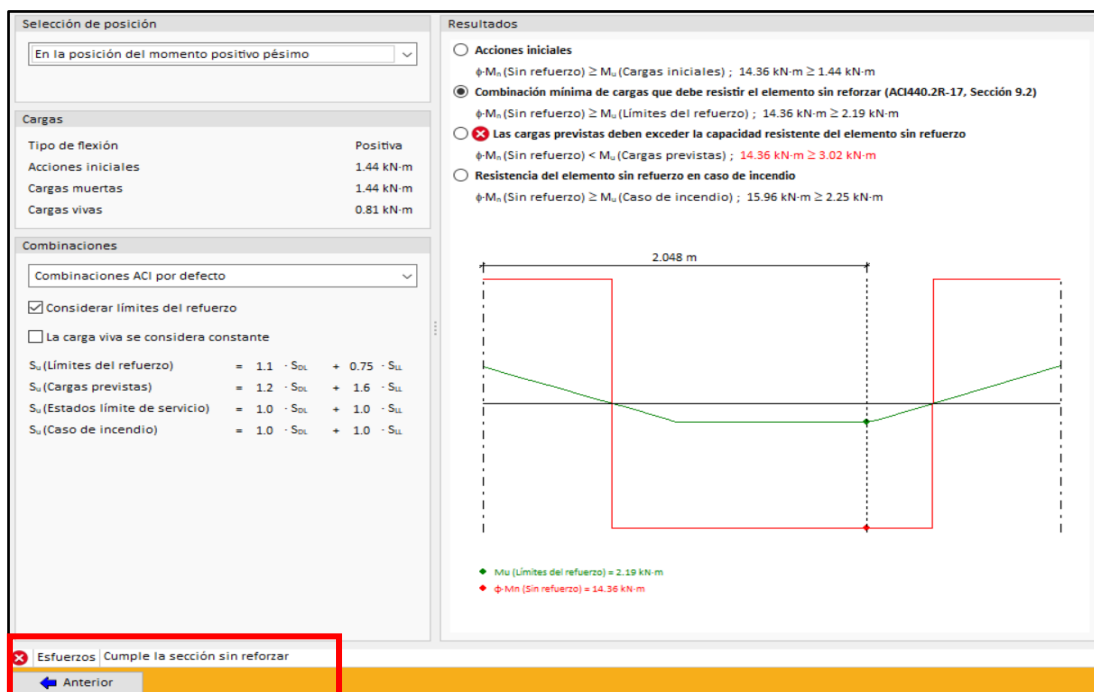
Tabla 112: Cargas vivas de la viga (eje 7-7 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.12	1.22
Puntual	1.03	0.23	2.29
Puntual	2.05	0.24	2.37
Momento	3.08	0.16	1.56

Fuente: Elaboración propia

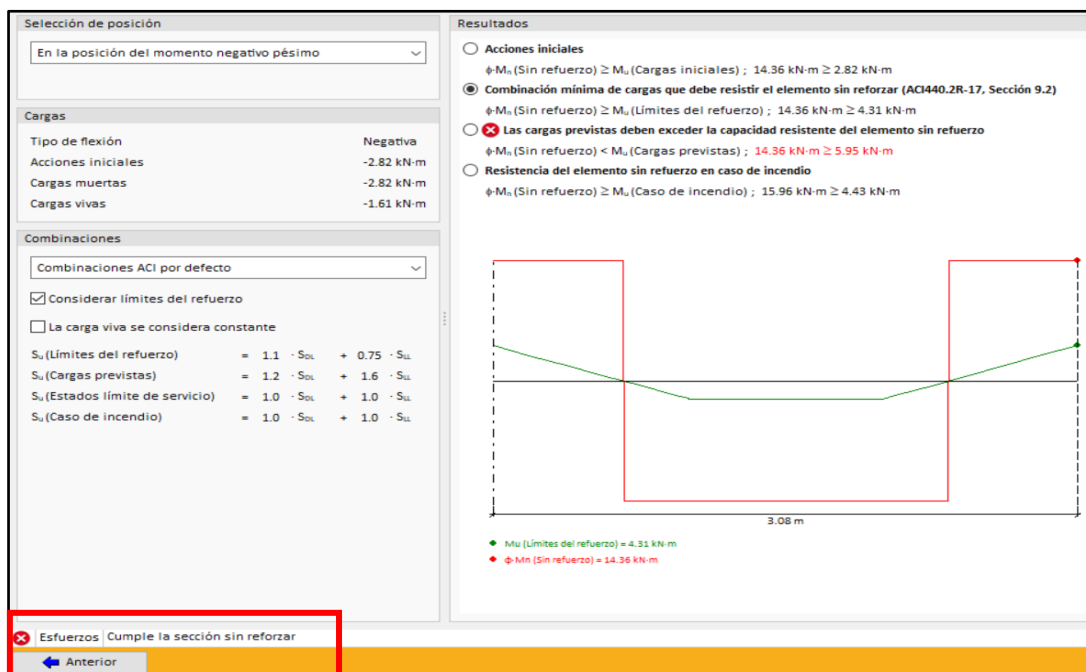
Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar este elemento estructural, ni incrementar las secciones, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

Figura 79: Resultados de la viga eje 7-7 entre C y D en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 80: Resultados de la viga eje 7-7 entre C y D en el momento negativo máximo.



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKACARBODUR

Después de haber realizado la verificación de las vigas para un posible reforzamiento obtuvimos la siguiente información.

Tabla 113: Resumen de verificación de vigas para posible reforzamiento

No necesita reforzamiento con fibra de Carbono	Si necesita Reforzamiento con fibra de Carbono	Necesita incrementar secciones
✓ Viga Eje1-1 entre A y B	✓ Viga Eje3-3 entre A y B	✓ Viga Eje4-4 entre A y B
✓ Viga Eje2-2 entre A y B	✓ Viga Eje2-2 entre C y D	✓ Viga Eje5-5 entre A y B
✓ Viga Eje4-4 entre C y D	✓ Viga Eje6-6 entre C y D	✓ Viga Eje3-3 entre C y D
✓ Viga Eje7-7 entre C y D		✓ Viga Eje5-5 entre C y D

Fuente: Elaboración propia

De los cuales podemos concluir que de las once vigas más críticas evaluadas, cuatro no necesitan reforzamiento con fibra de carbono ya que sus secciones si soportan las cargas que está transmitiendo la estructura, tres si necesitan el reforzamiento con fibra y las cuatro restantes que necesitan incrementar las secciones ya que estas son muy pequeñas para para soportar las cargas de la estructura.

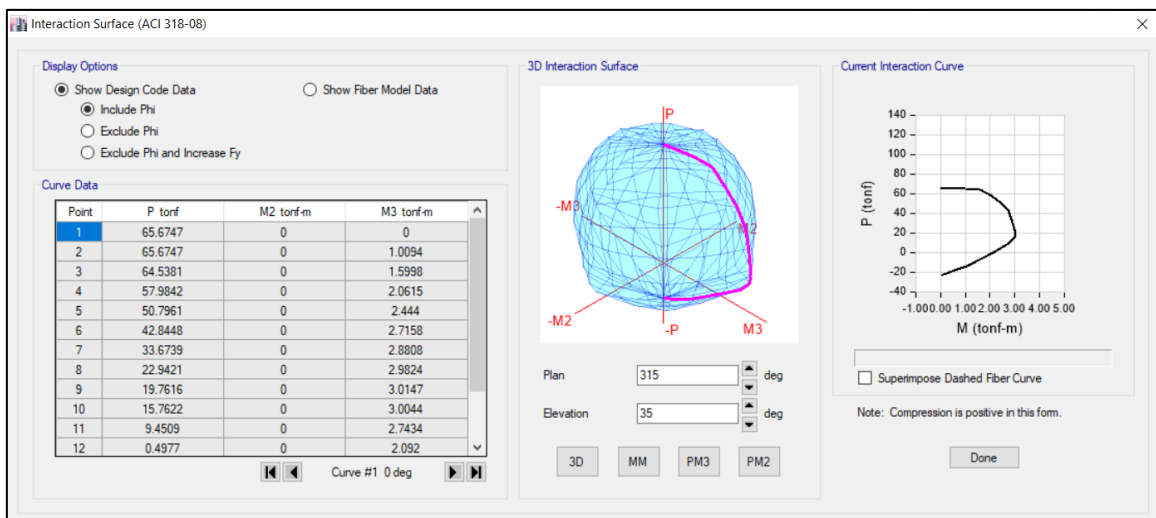
## VERIFICACIÓN DE DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXISTENTES (COLUMNAS)

Para realizar la verificación de acero de las columnas se configuro los datos de software ETABS.V.16.2.1, para poder apoyarnos en algunos datos para poder encontrar nuestros diagramas de iteración, la cual se realizó de acuerdo a la norma ACI 318-08 que es muy parecida a nuestra norma E060, como muestra la figura 31.

Luego se procedió a configurar los datos de la columna para poder obtener los resultados que muestra la figura a continuación.

- Secciones: 25cm x 25cm
- $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$
- Acero existente:  $6\phi 1/2''=7.74\text{cm}^2$

Figura 81: Curvas de Iteración para las columnas del primer nivel



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Una vez obtenido esos datos se procedió a realizar la verificación para poder determinar si el acero existente era suficiente para dicho elemento estructural.

## Verificación Manual

Se verificó si la cuantía existente cumplía con los parámetros de cuantía que nos brinda la norma E060, la cual debería entre 1% y 6%.

$$\rho_{\min}=0.01*25\text{cm}*25\text{cm}$$

$$\rho_{\min}= 6.25 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{exis}} > \rho_{\min}$$

$$7.74 \text{ cm}^2 > 6.25 \text{ cm}^2$$

Como podemos verificar la cuantía existente supera la cuantía mínima requerida por la norma, la cual nos da un buen indicio de que la cantidad de acero colocado es el correcto.

## VERIFICACION PARA POSIBLE REFORZAMIENTO DE LAS COLUMNAS EXISTENTES MEDIANTE EL SOFTWARE MICROSOFT EXCEL Y SIKI CARBODUR.

Al comprobar que el acero existente es suficiente se procedió a realizar la verificación de la columna más crítica (que de acuerdo a nuestras áreas tributarias es la columna (3C)), para corroborar los datos calculados anteriormente. Si en caso necesita reforzamiento con fibra de carbono o aumento de secciones, se procederá a verificar todas las columnas; o si no solo se evaluara la columna más crítica.

### Verificación para posible reforzamiento de la columna (3C) – Microsoft Excel

Para la verificación con este software se obtuvo los datos de ETABS V.16.2.1, los cuales se muestran en la tabla siguientes:

Tabla 114: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 3C

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C17	Dead	-22.2221	-0.2654	0.0694	0.0882	-0.3539
Story1	C17	Live	-5.907	-0.1103	0.0119	0.0145	-0.1464
Story1	C17	SDiseño xx Max	-3.3818	0.15	0.0643	0.151	0.3943
Story1	C17	SDiseño yy Max	-0.5545	0.0502	0.1811	0.4217	0.1347

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 115: Combinaciones de Diseño – Columna 3C

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	0.55907	-0.7443	-0.1716
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	0.61963	-0.2311	0.286575
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	0.31963	-1.0197	-0.582825
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	0.38886	0.07579	0.34515
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	0.08886	-0.7128	-0.52425
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	0.51983	-0.4907	-0.013525
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	0.41943	-0.7601	-0.282725
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	0.28906	-0.1838	0.04505
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	0.18866	-0.4532	-0.22415

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 116: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 3C

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	0.55907	-0.7443	-0.1716
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	0.619625	-0.23108	0.286575
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	0.319625	-1.01968	-0.582825
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	0.38886	0.07579	0.34515
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	0.08886	-0.71281	-0.52425
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	0.619625	0.231075	-0.286575
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	0.319625	1.019675	0.582825
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	0.38886	-0.07579	-0.34515
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	0.08886	0.71281	0.52425

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



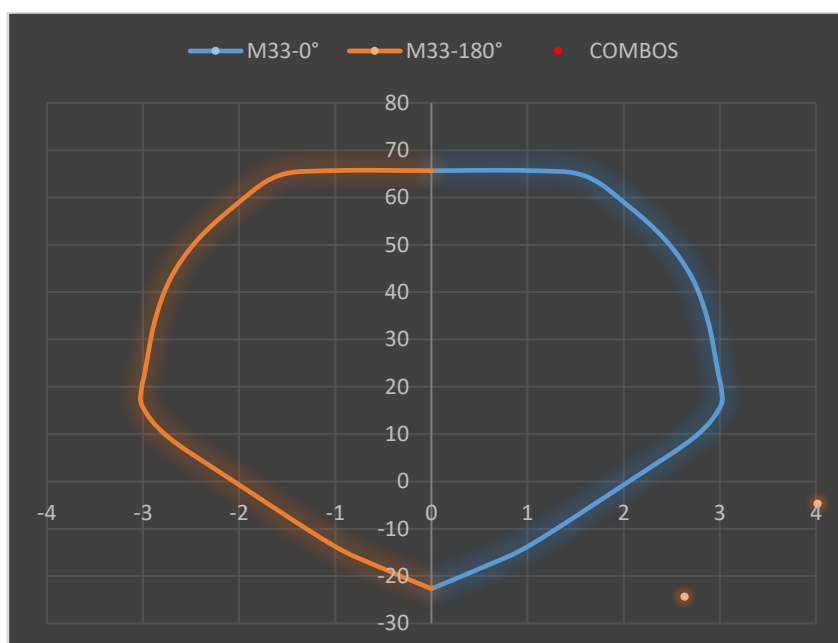
Tabla 117: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 3C

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	0.55907	-0.7443	-0.1716
<b>SISMO YY POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	0.519825	-0.49068	-0.01353
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	0.419425	-0.76008	-0.28273
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	0.28906	-0.18381	0.04505
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	0.18866	-0.45321	-0.22415
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	0.519825	0.490675	0.013525
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	0.419425	0.760075	0.282725
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	0.28906	0.18381	-0.04505
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	0.18866	0.45321	0.22415

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

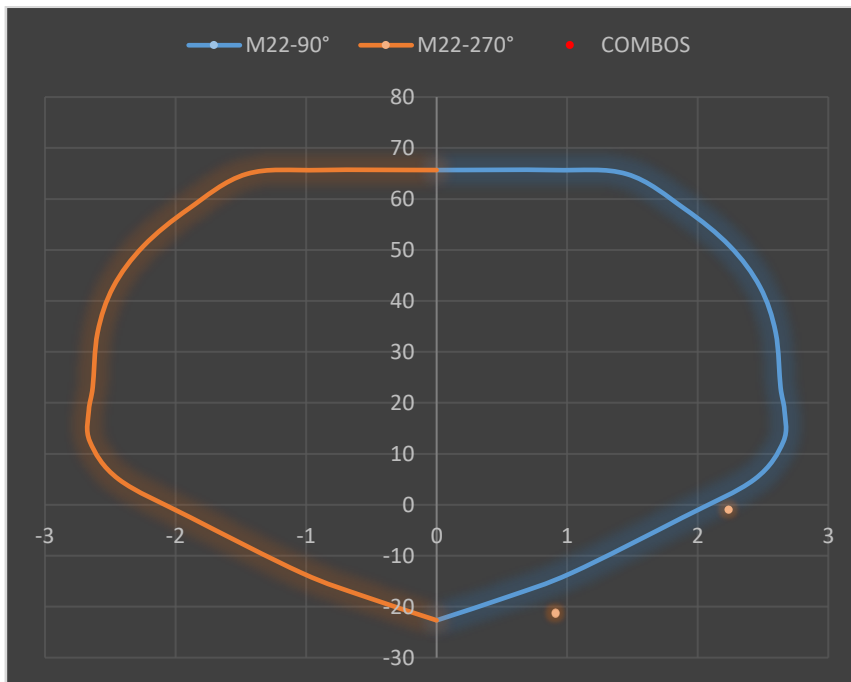
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la imagen 00000, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 37: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



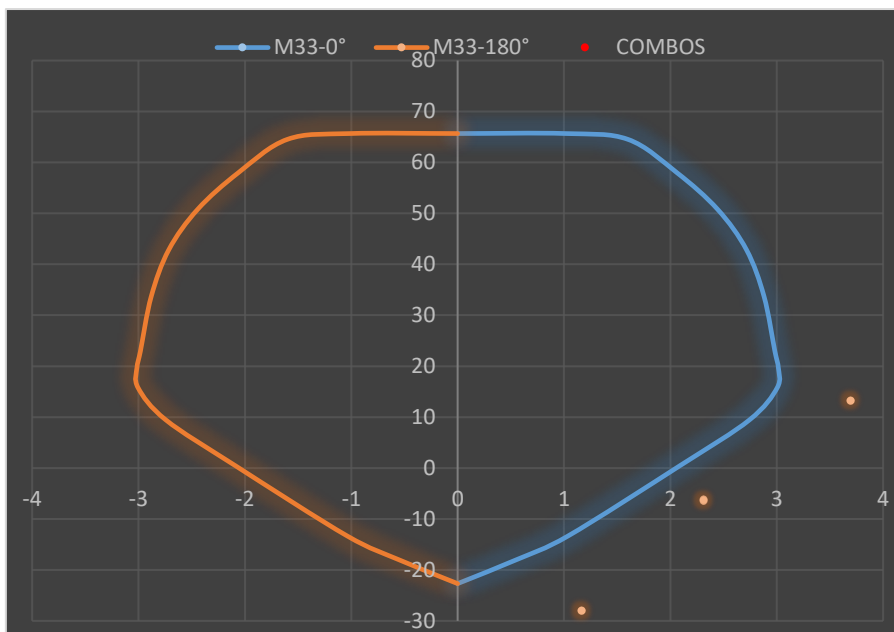
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 38: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



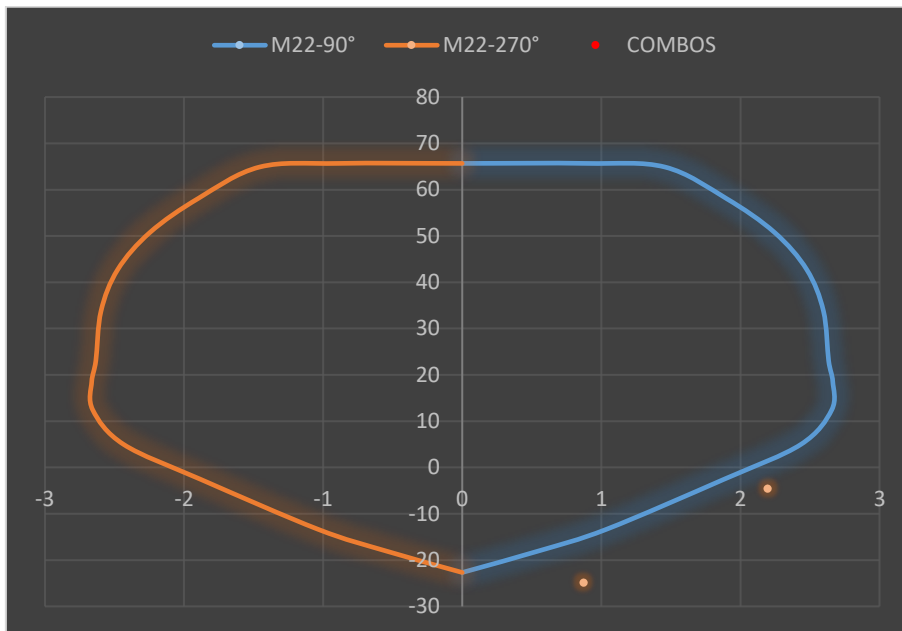
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 39: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 40: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Como podemos observar en los diagramas de iteración, todos los puntos están dentro del mismo, por lo que se determina que el acero existente es suficiente para soportar las cargas actuantes de la estructura para casos de sismo.

## Verificación para posible reforzamiento de la columna (3C) – SIKA CARBODUR

Para la verificación con este software se obtuvo los datos de ETABS V.16.2.1, los cuales se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 118: Cargas axiales(P) y Momentos (M) de la columna 3C en Tn

Story	Column	Load Case/Combo	P	M2	M3
			tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C17	Dead	-22.22	0.09	-0.35
Story1	C17	Live	-5.91	0.01	-0.15

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

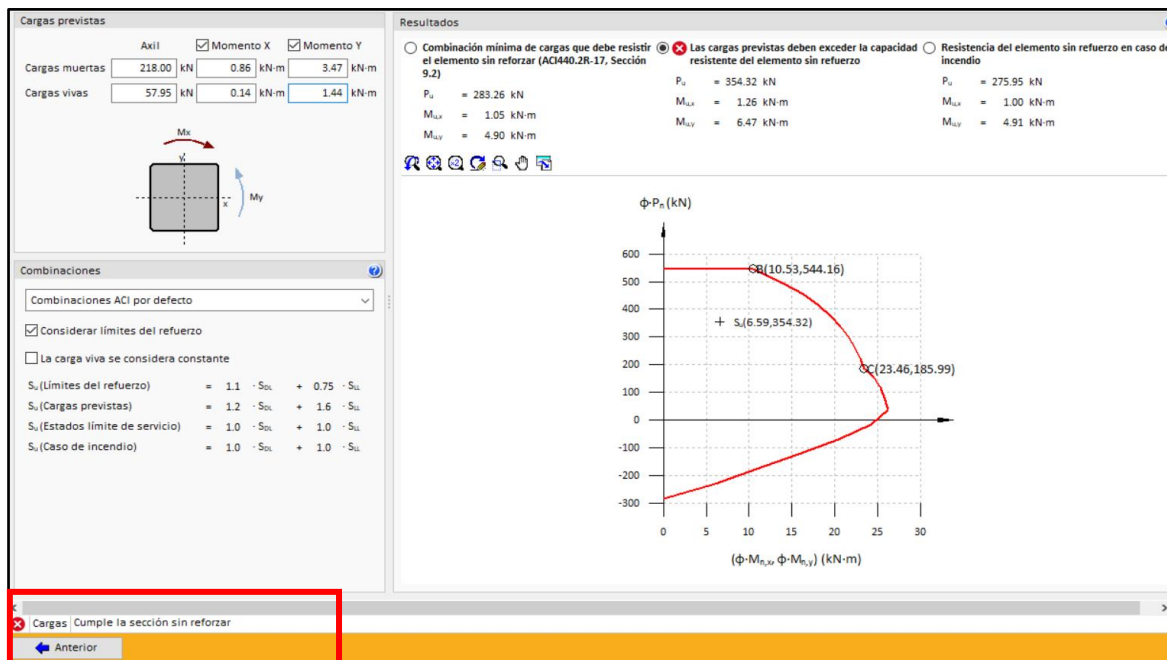
Tabla 119: Cargas axiales(P) y Momentos (M) de la columna 3C en Kn

Story	Column	Load Case/Combo	P	M2	M3
			kN	KN-m	KN-m
Story1	C17	Dead	218.00	0.87	-3.47
Story1	C17	Live	-57.95	0.14	-1.44

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Los cuáles fueron convertidos a la unidad de medida que requiere el software SIKA CARBODUR, para su posterior ingreso.

Figura 82: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

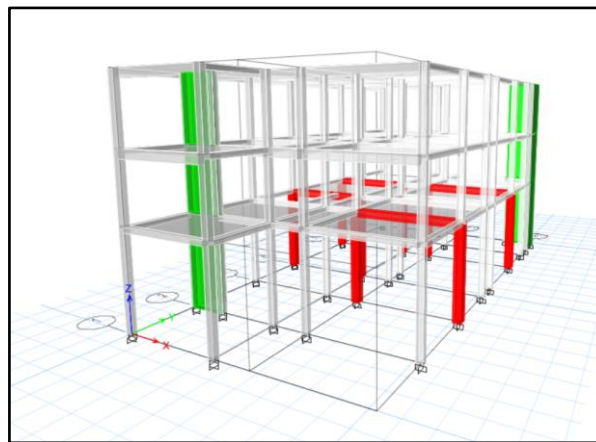
Luego de haber ingresado los datos al software de las secciones de la columna, el acero de refuerzo existente e ingresado las cargas, obtuvimos como resultado que la columna no necesita reforzamiento, ni aumento de secciones.

Por lo que se concluye que todas columnas tienen las secciones y el acero suficiente para soportar las cargas producidas por la estructura, pero como hubo cuatro vigas que aumentaron sus secciones, se procederá a aumentar las secciones de las columnas que están soportando dichas vigas. Estas son la columna 3C, 3D, 4A, 4B, 5A, 5B, 5C, 5D.

## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA REFORZADA PARA FLEXIÓN

Después de haber verificado que se necesitaba aumentar las secciones de cuatro vigas y por lo mismo aumentar las secciones de ocho columnas que soportan esas vigas, se procedió a ingresar esos datos al software ETABS V.16.2.1. Considerando las vigas encamisadas de 35cm x 30cm y las columnas encamisadas de 35cm x 35cm obtuvimos la gráfica que se

Figura 83: Modelo de la vivienda 3D con vigas y columnas encamisadas



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## FUERZA CORTANTE EN LA BASE

Procedimos a encontrar la nueva fuerza cortante, ya que al incrementar las secciones de los elementos modifiqué el peso de la estructura, quedando de la manera que sigue:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$

$$V_x = V_y = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1.05}{6} * 473.4619$$

$$V_x = V_y = 93.21 \text{ ton}$$

## Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

Además, se verifico las derivas máximas, los cuales variaron en un mínimo, ya que las que se están encargando de rigidizar la estructura son las placas.

Tabla 120: Límites para la distorsión del entrepiso (derivadas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAxx Max	X	0.006322	Si cumple
Story2	DERIVAxx Max	X	0.006355	Si cumple
Story1	DERIVAxx Max	X	0.003395	Si cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

Tabla 121: Límites para la distorsión del entrepiso (derivadas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAyy Max	Y	0.005989	Si cumple
Story2	DERIVAyy Max	Y	0.005954	Si cumple
Story1	DERIVAyy Max	Y	0.003166	Si cumple

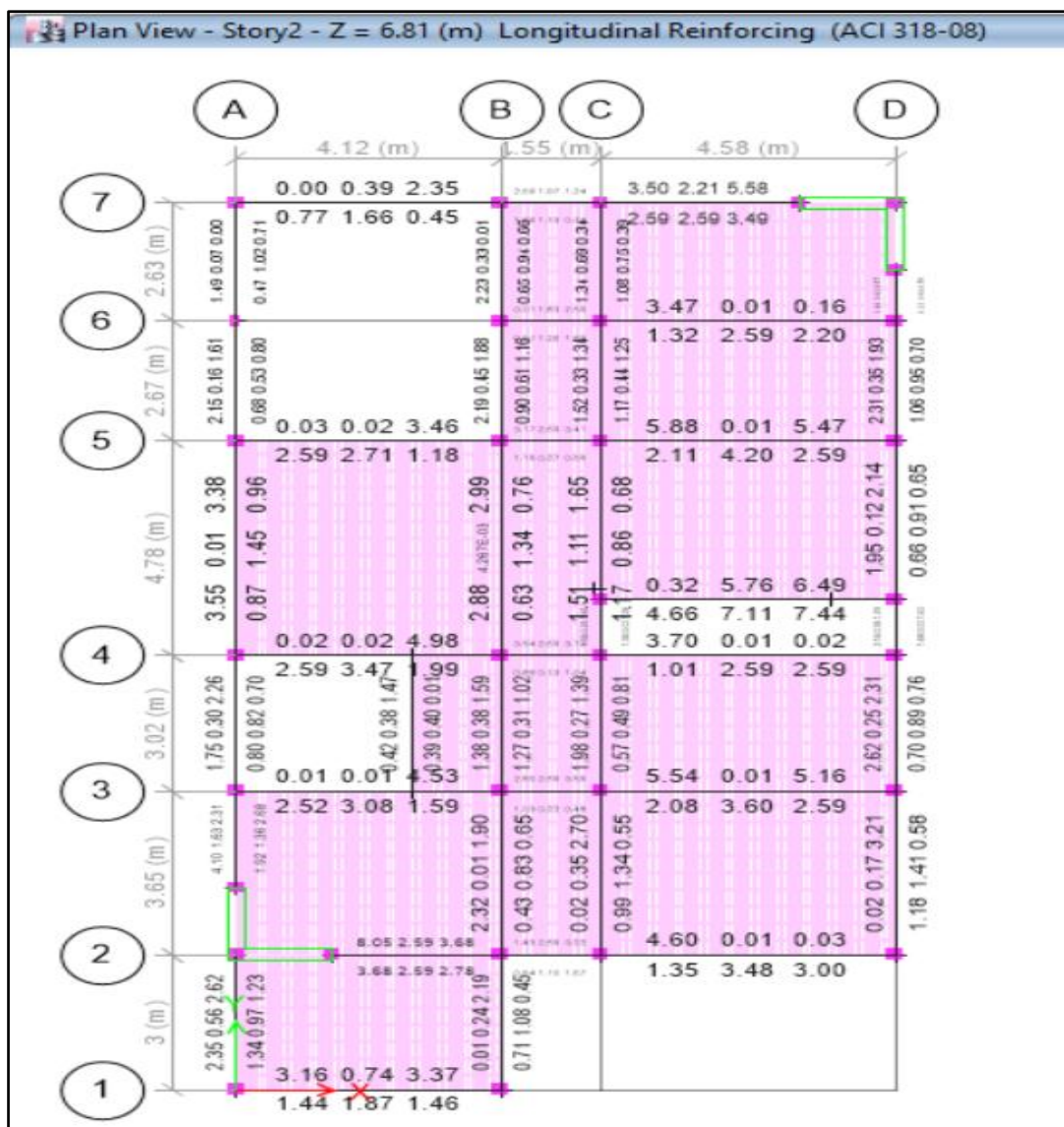
Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

# DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROYECTADOS (VIGAS)

## Diseño por Flexión (Vigas Principales)

Como el Software ETABS está configurado para que nos arroje el resultado del acero, tan solo procedimos a correr el programa y obtenemos los datos que se muestra a continuación.

Figura 84: Acero que requiere las vigas de la estructura proyectada



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

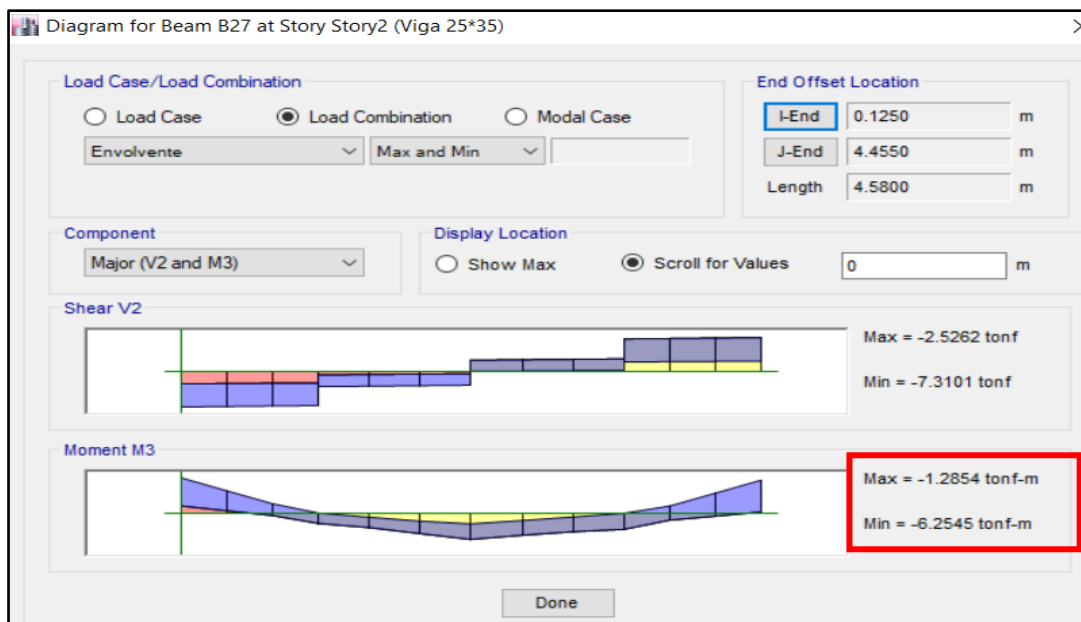


Además, con la ayuda de los momentos que nos arroja el software ETABS V.16.2.1. realizamos la verificación, considerando el caso más crítico para vigas libres, ya que para las vigas que están ancladas a las placas se considerara un nuevo diseño porque tiene momentos más críticos, los cuales son el resultado de las transferencias de cargas de la placa a la viga.

### Viga eje 5-5 entre C y D

Para comenzar el diseño se verifico los resultados arrojados por el Software ETABS, de una manera manual y con un programa. Para lo cual se sacó los momentos que se muestran a continuación.

Figura 85: Momentos para la viga del eje 5-5 entre C y D cuando la distancia es igual a cero.



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## Verificación Manual

Datos

$$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$b=25\text{cm}$$

$$h=35\text{cm}$$

$$\emptyset=90$$

$$Mu= 6.2545 \text{ Ton/m}$$

$$Rec= 4\text{cm}$$

Cuantía mecánica ( $w$ )

$$w = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * Mu}{\emptyset * f'c * b * (h - rec)^2}}$$

$$w = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * 6.2545 * 10^5}{0.9 * 210 * 25 * (35 - 4)^2}}$$

$$w = 0.15$$

Cuantía de Acero ( $\rho$ )

$$\rho = w * \frac{f'c}{f'y}$$

$$\rho = 0.15 * \frac{210}{4200}$$

$$\rho = 7.5 * 10^{-3}$$

Área de acero requerido ( $A_s$ )

$$A_s = \rho * b * (h - rec)$$

$$A_s = 7.5 * 10^{-3} * 25 * (35 - 4)$$

$$A_s = 5.81 \text{ cm}^2$$

## Verificación mediante el software DIANSCA

Este software fue desarrollado por el Ing. Gianfranco Ottazi y nos ayuda a determinar el área de acero requerido con tan solo ingresar los datos del elemento estructural y el momento, además nos ayuda a calcular el área de acero mínimo y máximo.

Figura 86: Calculo del  $A_s$ ,  $A_{s\ min.}$ , y  $A_{s\ máx.}$  mediante el Software DIANSCA

```

DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIAN...
> DISEÑO EN FLEXIÓN <
Ancho Alma = 25.0          f'c = 210
Altu.Total = 35.0         fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           ϕ Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0          E acero = 2000000
    R1 = 4.0              Def.Max. del Concreto = 0.0030
    R2 = 4.0              Beta1 = 0.85
                              RhoMin = 0.7 √f'c / fy

Mu es positivo si produce compresiones en la fibra superior (ala)
Mu (kg-mt) = 6254.5

Uiga Rectangular - Compresion en la fibra Superior
No necesita Acero en Compresion
As = 5.86          d = 31.0
As' = 0.00        d' = 4.0
fs = 0           0.000 Veces fy
As min = 1.87
As max = 12.35
As bal = 16.47

Otro Diseño ? [SI] : _
  
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Si comparamos los datos obtenidos del Software ETABS, calculo manual y el software DIANSCA, nos damos cuenta que los valores obtenidos son relativamente iguales. La variación que puede existir se debe a los decimales que toma cada método.

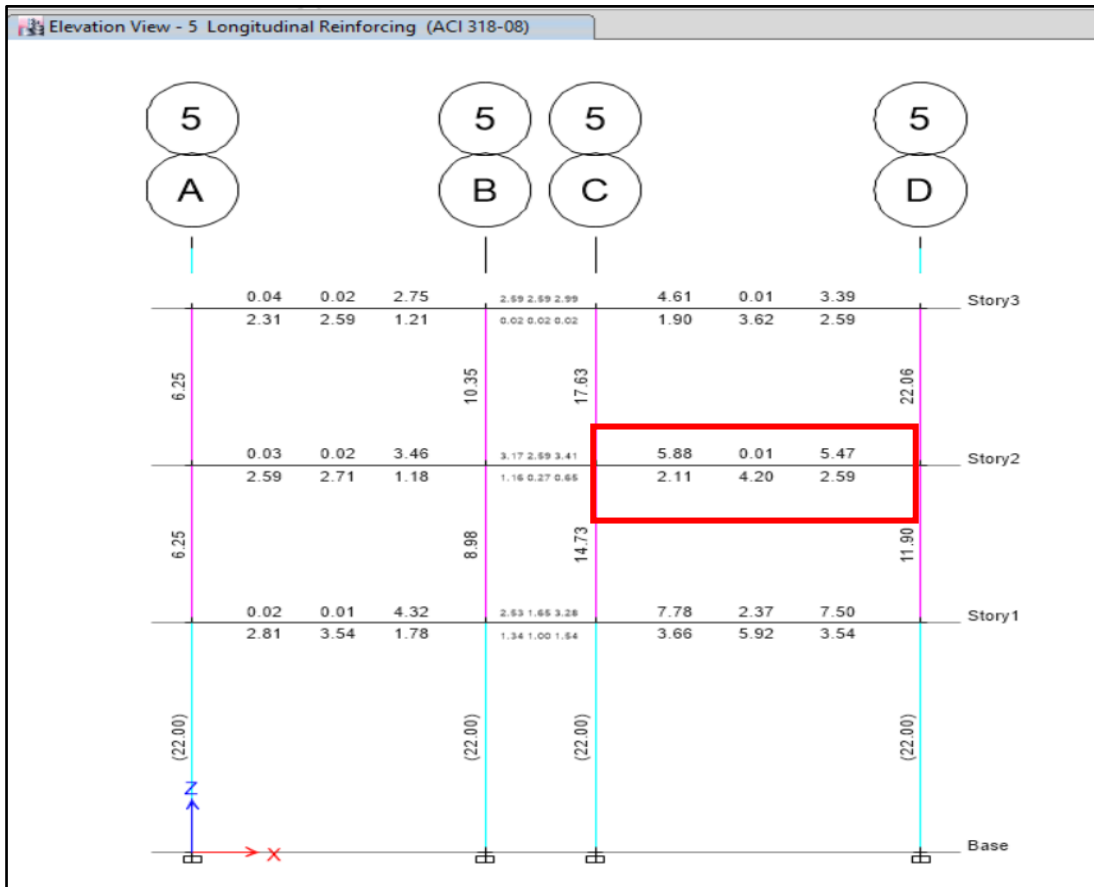
Tabla 122: Área de acero requerido ( $A_s$ )

Calculo manual	Software ETABS	Software DIANSCA
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )
5.81	5.88	5.86

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, damos como verídicos los resultados de área de acero requerido que nos brinda el software ETABSV.16.2.1. Entonces para el diseño de la viga se tomará los valores que se muestra a continuación.

Figura 87: Resultados del acero requerido para las vigas principales



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Así que se requiere  $2 \varnothing 5/8'' = 3.98\text{cm}^2$  para el acero corrido a tensión y compresión. Y como nos falta el área de acero requerido, se colocará  $1 \varnothing 5/8''$  en forma de bastón para compresión y  $1 \varnothing 1/2''$  para tensión. Las distancias de los bastones se calcularán a continuación

## Longitud de Corte

Para calcular las distancias de los bastones tenemos que encontrar el momento resistente de la viga  $M_R$ , lo cual se calcula de la siguiente manera:

Datos

$$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$b=25\text{cm}$$

$$h=35\text{cm}$$

$$\emptyset=90$$

$$A_s= 2 \emptyset 5/8" = 3.98 \text{ cm}^2$$

$$M_R = \emptyset M_n$$

Calculando el valor de "a"

$$a = \frac{f'y * A_s}{0.85 * f'c * b}$$

$$a = \frac{4200 * 3.58}{0.85 * 210 * 25}$$

$$a = 3.37 \text{ cm}$$

Calculando el valor de " $M_n$ "

$$M_n = f'y * A_s * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_n = 4200 * 3.58 * \left(31 - \frac{3.37}{2}\right) * 10^{-5}$$

$$M_n = 4.408 \text{ Tn - m}$$

Finalmente reemplazamos valores

$$M_R = \phi M_n$$

$$M_R = 0.90 * 4.408$$

$$M_R = 3.967 \text{ Tn} - m$$

También podemos determinar el momento resistente ( $M_R$ ), mediante el software DIANSCA, solamente tenemos que ingresar los datos del elemento estructural y el software lo calcula automáticamente.

Figura 88: Resultados del  $\phi M_n = M_R$

```

> ANALISIS EN FLEXION <
Ancho Alma = 25.0          f'c      = 210
Altu.Total = 35.0          fy       = 4200
Ancho Ala   = 0.0          phi Flex. = 0.90
Espe. Ala  = 0.0          E acero  = 2000000
              d = 31.0      Def.Max. del Concreto = 0.0030
              d' = 4.0      Beta1     = 0.85

Se asume compresiones en la fibra superior (ala)

As = 3.58
A's = 3.58

Momento Nominal Resistente (Mn) = 4408 kg-mt
Resistencia de Diseño (phi Mn) = 3968 kg-mt

Profundidad del Eje Neutro (c) = 3.99
Profundidad Bloque Equiv. (a) = 3.39

Deformaciones del Acero (fracción de la defor. de fluencia) (+ Tracción)
Acero Superior = 0.005
Acero Inferior = 9.684

Otro Análisis ? [S] :
    
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Luego de haber calculado el  $\phi M_n$  de una manera manual y mediante el software DIANSCA comprobamos que los resultados son relativamente iguales, así como se muestra en la siguiente tabla, dando como verídicos ambos resultados.

Tabla 123: Calculo de  $\phi M_n$

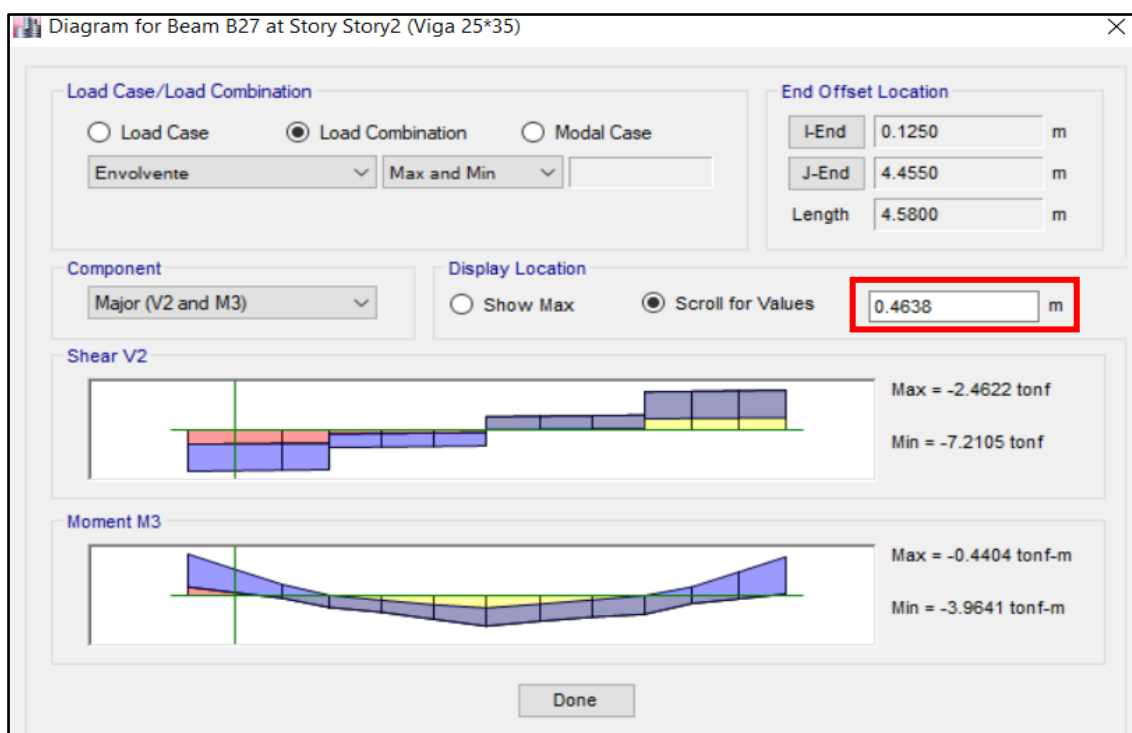
Calculo manual	Software DIANSCA
$M_R = \phi M_n$ (Tn-m)	$M_R = \phi M_n$ (Tn - m)
3.967	3.968

Fuente: Elaboración propia

Posterior a ello se procedió a interceptar los momentos en el software ETABS para que de esa manera podamos encontrar la distancia de la longitud de corte. Además, por un factor de seguridad se debe añadir a dicha longitud  $d$  ó  $12 \cdot \phi_{barra}$  (el mayor). Si  $d=31$  y  $12 \cdot \phi_{barra} = 19.05$ , por lo que se añadirá 31cm.

En la siguiente figura podemos observar que la distancia de la longitud de corte es de 46 cm, a eso le añadimos 31cm de factor de seguridad. Por lo que la longitud de corte a compresión para el lado izquierdo es de 77cm, quedando en 80cm por ser múltiplo de 5.

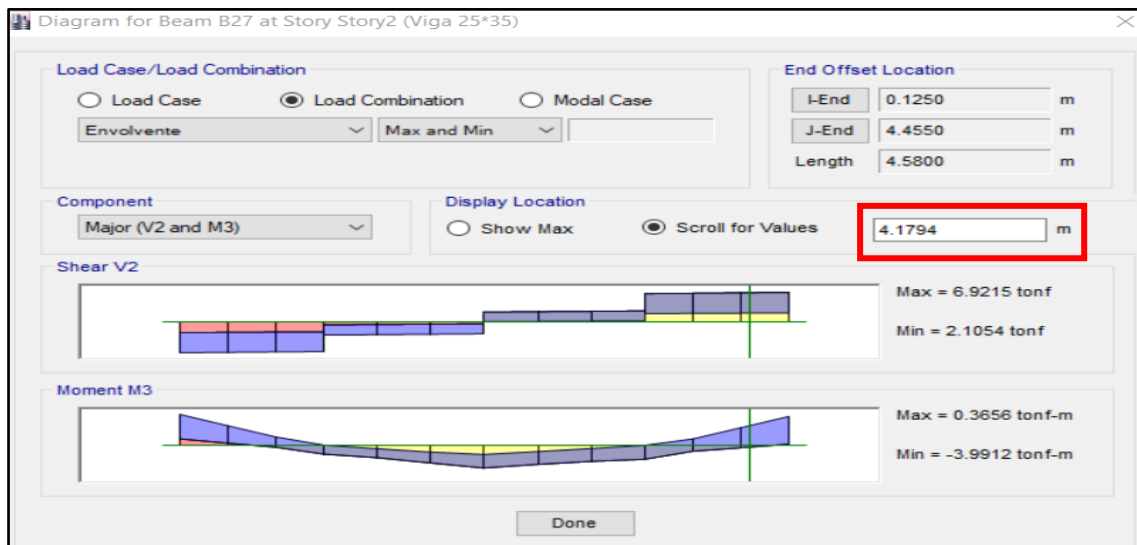
Figura 89: Distancia de Longitud de Corte (Compresión) para lado izquierdo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Para compresión del lado derecho se resta la longitud total= 4.58m con la distancia interceptada=4.18m. El resultado = 40cm se le añade los 31 cm del factor de seguridad, obteniendo el valor longitud de corte igual a 71cm, quedando en 70cm por ser múltiplo de 5.

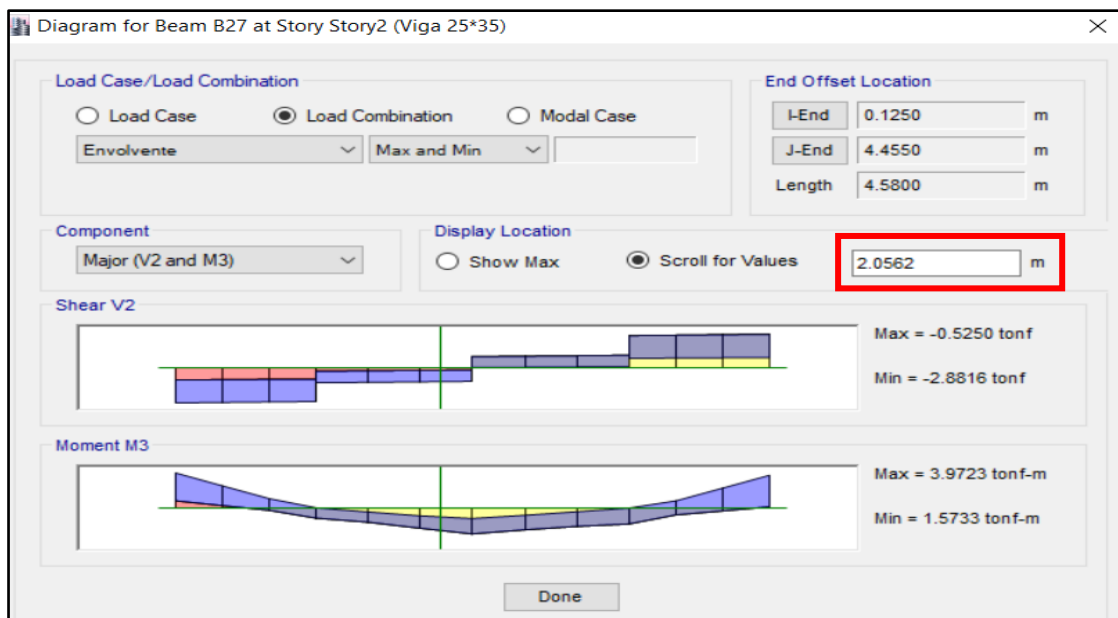
Figura 90: Distancia de Longitud de Corte (Compresión) para lado derecho



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Para flexión se resta los valores interceptados en ambos lados =2.61m-2.06m =55cm, para luego añadirlo el factor de seguridad; dando como resultado la longitud de corte igual a 85cm, ubicado a 2.06 m – (31/2) cm = 1.91m de izquierda a derecha.

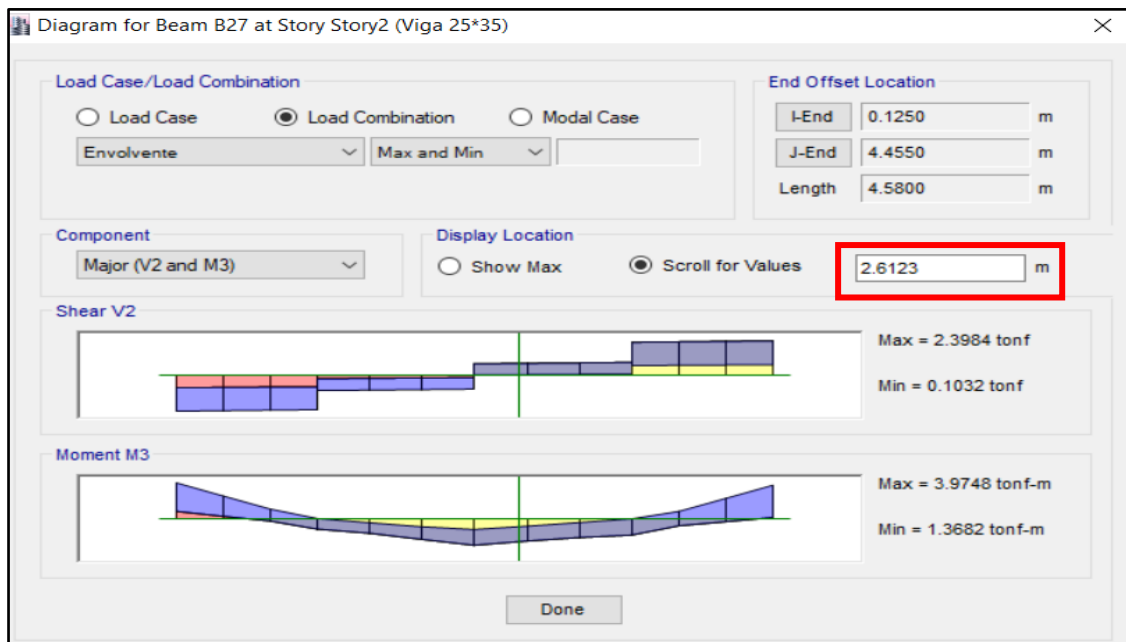
Figura 91: Distancia de Longitud de Corte (tensión) para el centro



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS



Figura 92: Distancia de Longitud de Corte (tensión) para el centro



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con el mismo procedimiento que se utilizó para calcular el acero en la viga eje 5-5 entre C y D, también se utilizó para calcular las vigas que están ancladas a las placas, ya que estas transmiten más cargas, incrementando de esa manera el área de acero requerido para las vigas.

### Viga eje 2-2 entre A y B

Luego de realizado el cálculo obtenemos que requiere  $2 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8'' = 3.98\text{cm}^2$  para el acero corrido a tensión y compresión. Y como nos falta el área de acero requerido, se colocará  $2 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$  en forma de bastón para compresión (lado izquierdo),  $1 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$  para compresión (lado derecho) y  $1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2''$  para tensión. En lo que respecta a longitud de corte, solamente variará para el acero a compresión (lado izquierdo), el cual será de 1m; el resto de longitudes se mantienen igual a lo calculado en la viga anterior.

## Viga eje 7-7 entre C y D

En lo que respecta a esta viga se mantienen los mismos datos obtenidos para la viga eje 5-5 entre C y D, ya que al realizar la verificación con la ayuda del software ETABS corroboramos que no necesita más refuerzo.

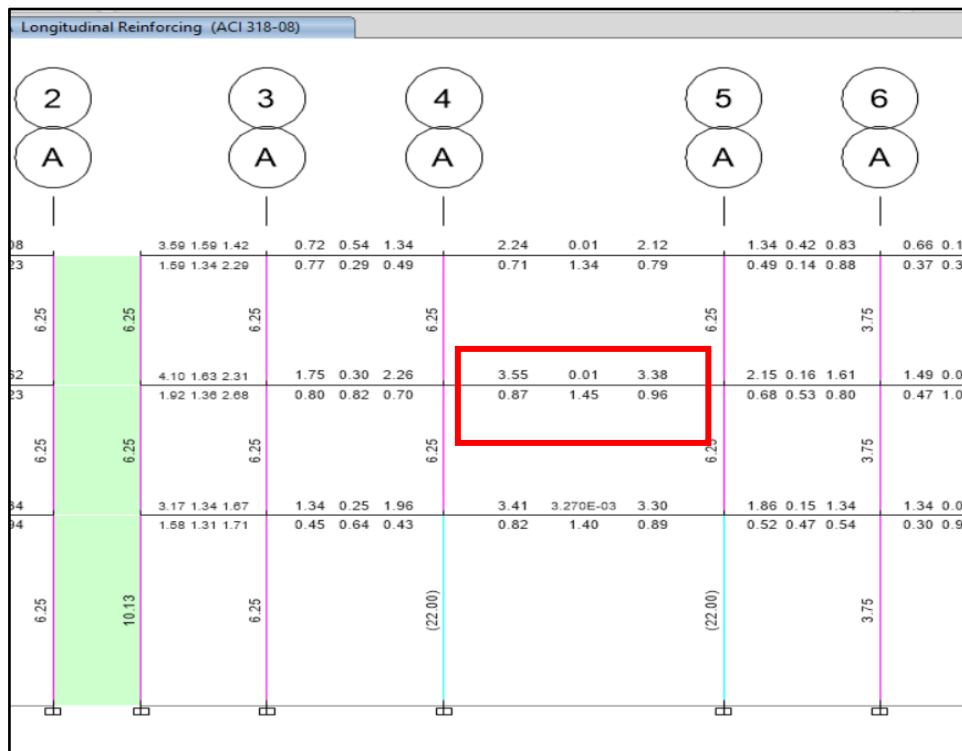
## Diseño por flexión (Vigas Secundarias)

Con la ayuda de los momentos que nos arroja el software ETABS V.16.2.1. realizamos la verificación, considerando el caso más crítico para vigas libres, ya que para las vigas que están ancladas a las placas se considerara un nuevo diseño porque tiene momentos más críticos, los cuales son el resultado de las transferencias de cargas de la placa a la viga.

## Viga eje A-A entre 4 y 5

Para el diseño de la viga se tomará los valores que se muestra a continuación.

Figura 93: Resultados del acero requerido para las vigas secundarias



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los datos mostrados en la figura anterior determinamos que se requiere  $2 \varnothing 1/2" = 2.58 \text{ cm}^2$  para el acero corrido a tensión y compresión. Y como nos falta el área de acero requerido, se colocará  $1 \varnothing 1/2"$  en forma de bastón para compresión (lado izquierdo y derecho) haciendo un total de  $A_s = 3.87 \text{ cm}^2$ ; y lo que respecta a acero por flexión observamos que no necesita más acero. Las distancias de los bastones se calcularán a continuación

### Longitud de Corte

Se calculo el momento resistente de la viga ( $M_R$ ), mediante el software DIANSCA con los datos de la viga que se muestra a continuación:

Datos:

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$b = 25 \text{ cm}$

$h = 20 \text{ cm}$

$\varnothing = 90$

$A_s = 2 \varnothing 1/2" = 2.58 \text{ cm}^2$

Figura 94: Resultados del  $\varnothing M_n = M_R$  para viga eje A-A entre 4 y 5

```

DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIAN...
> ANALISIS EN FLEXION <
Ancho Alma = 25.0          f'c = 210
Altu.Total = 20.0         fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           ø Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0          E acero = 2000000
      d = 16.0           Def.Max. del Concreto = 0.0030
      d' = 4.0           Beta1 = 0.85

Se asume compresiones en la fibra superior (ala)
As = 2.58
A's = 2.58

Momento Nominal Resistente (Mn) = 1633 kg-mt
Resistencia de Diseño (ø Mn) = 1470 kg-mt

Profundidad del Eje Neutro (c) = 3.47
Profundidad Bloque Equiv. (a) = 2.95

Deformaciones del Acero (fracción de la defor. de fluencia) (+ Tracción)
Acero Superior = 0.216
Acero Inferior = 5.150

Otro Análisis ? [S] :
  
```

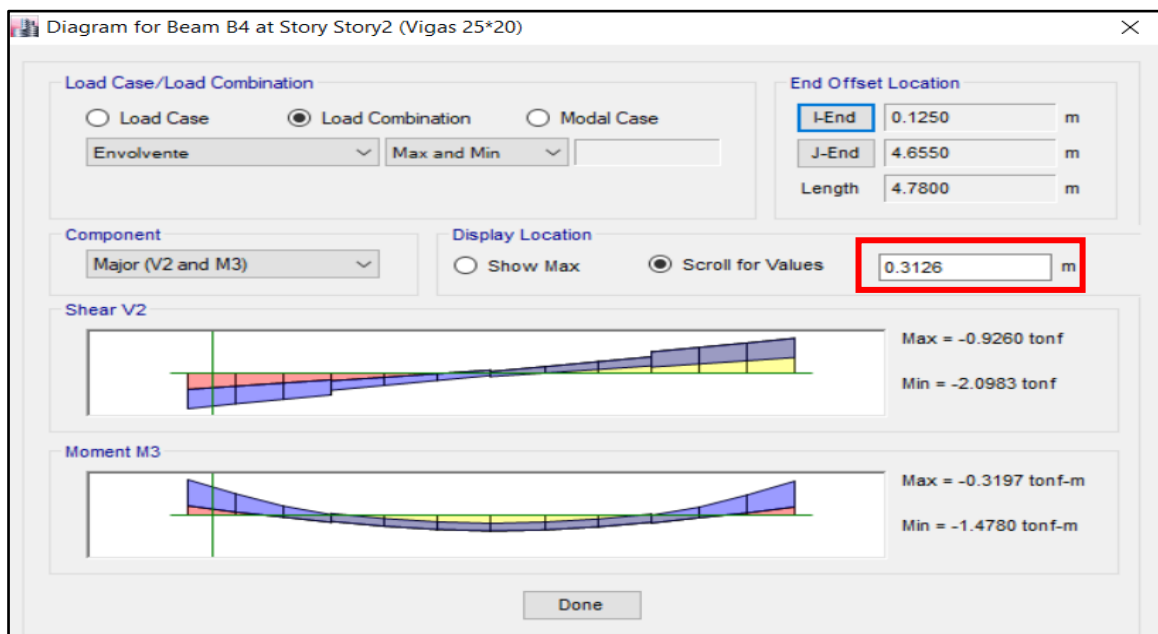
Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Con el que obtuvimos un  $M_{R=} = \phi M_n = 1.47 Tn - m$

Posterior a ello se procedió a interceptar los momentos en el software ETABS para que de esa manera podamos encontrar la distancia de la longitud de corte. Además, por un factor de seguridad se debe añadir a dicha longitud  $d$  ó  $12 * \phi_{barra}$  (el mayor). Si  $d=16$  y  $12 * \phi_{barra} = 15.24$ , por lo que se añadirá 16 cm.

En la siguiente figura podemos observar que la distancia de la longitud de corte es de 31 cm, a eso le añadimos 16cm de factor de seguridad. Por lo que la longitud de corte a compresión para el lado izquierdo es de 47cm, quedando en 50cm por ser múltiplo de 5.

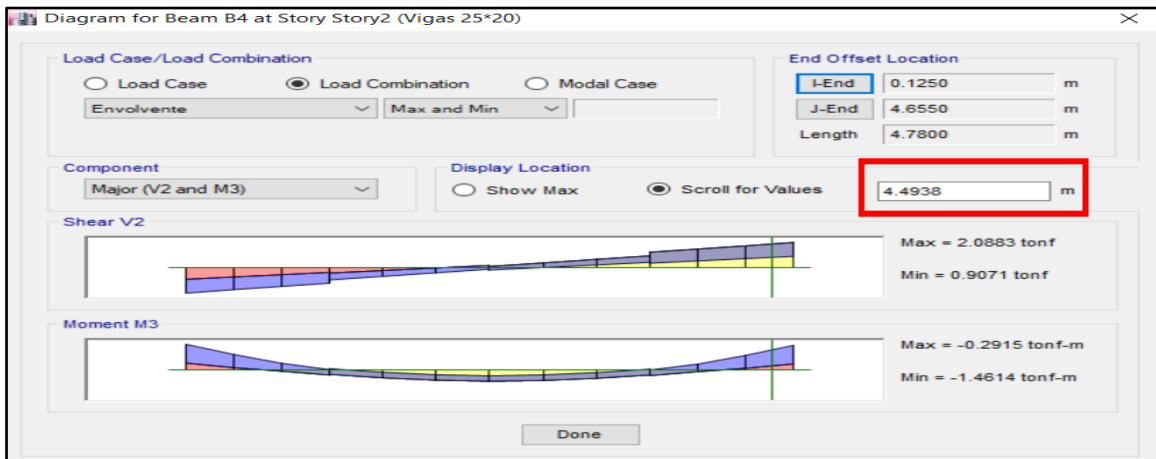
Figura 95: Distancia de Longitud de Corte (Compresión) para lado izquierdo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Para compresión del lado derecho se resta la longitud total= 4.78m con la distancia interceptada=4.49m. Al resultado = 29 cm se le añade los 16 cm del factor de seguridad, obteniendo el valor longitud de corte igual a 45cm

Figura 96: Distancia de Longitud de Corte (Compresión) para lado derecho



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con el mismo procedimiento que se utilizó para calcular el acero en la viga eje A-A entre 4 y 5, también se utilizó para calcular las vigas que están ancladas a las placas, ya que estas transmiten más cargas, incrementando de esa manera el área de acero requerido para las vigas.

### Viga eje A-A entre 4 y 5

Luego de realizado el cálculo obtenemos que requiere  $2 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2'' = 2.58 \text{ cm}^2$  para el acero corrido a tensión y compresión. Y como nos falta el área de acero requerido, se colocará  $1 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$  en forma de bastón para compresión (lado izquierdo),  $1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2''$  para compresión (lado derecho). En lo que respecta a longitud de corte, solamente variará para el acero a compresión (lado izquierdo), el cual será de 54cm; el resto de longitudes se mantienen igual a lo calculado en la viga anterior.

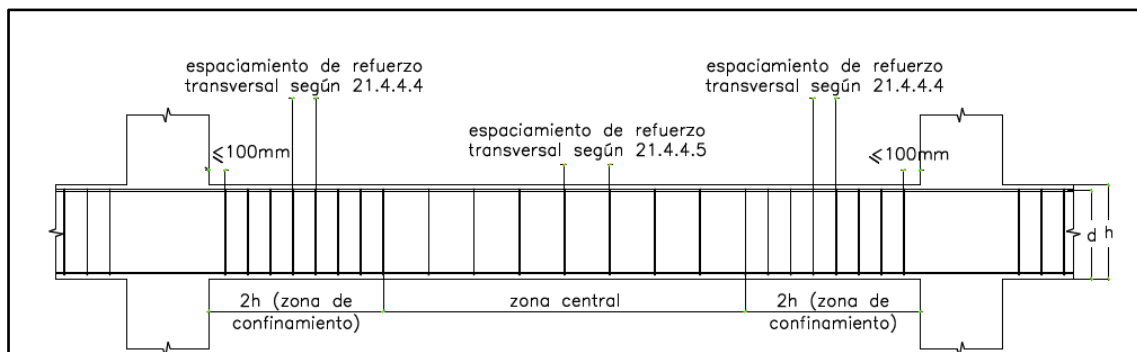
### Viga eje D-D entre 6 y 7

En lo que respecta a esta viga obtenemos que requiere  $2 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2'' = 2.58 \text{ cm}^2$  para el acero corrido a tensión y compresión. Y como nos falta el área de acero requerido, se colocará  $1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2''$  en forma de bastón para compresión (lado izquierdo),  $2 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$  para compresión (lado derecho) y para tensión se necesita  $1 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$  (lado izquierdo y derecho). En lo que respecta a longitud de corte; el acero a compresión lado izquierdo estará ubicado a 35 cm, el acero a compresión lado derecho estará ubicado a 55cm, el acero a tensión lado izquierdo estará ubicado a 45cm y el acero a tensión lado derecho estará ubicado a 45 cm.

## Diseño por cortante (Vigas principales)

Para el diseño por cortante y teniendo en cuenta que nuestra estructura es de muros estructurales, la norma E060 brinda requisitos mínimos para su diseño, los cuales se detallaran a continuación:

Figura 97: Consideraciones mínimas para la distribución de acero de refuerzo.



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E060

- ✓ El primer estribo de confinamiento debe estar situado a no de 100mm o 10 cm de la cara del elemento de apoyo
- ✓ El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder del menor de los puntos considerados a continuación.
  - e)  $d/4 = 31/4 = 7.75$
  - f)  $10 * \phi_{\text{barra longitudinal}} = 10 * \phi 5/8" = 10 * (5/8 * 2.54) = 15.88$
  - g)  $24 * \phi_{\text{barra estribo}} = 24 * \phi 3/8" = 24 * (3/8 * 2.54) = 22.86$
  - h) 30 cm
- ✓ El espaciamiento de los estribos en la zona central debe estar espaciados a no más de  $0.5d = 15.5$
- ✓ Y por último, la separación de los estribos no deberá ser mayor que la fuerza cortante requerida.

Con las consideraciones que nos brinda la norma E060 y teniendo un valor para la zona de confinamiento de  $2h = 2 * 35 = 70\text{cm}$ ; nuestra distribución de estribos para vigas principales queda de la siguiente manera:

Estribo  $\phi 3/8"$ , 1@ 0.05, 7@ 0.10, Resto @ 15

Luego de haber obtenido nuestra distribución de estribos realizamos la verificación de la última condición  $V_u \leq \phi V_n$ .

#### DENTRO DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

Calculando el valor de " $V_c$ "

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_c = 0.53\sqrt{210} * 25 * 31$$

$$V_c = 5952.33 \text{ Kg}$$

$$V_c = 5.95 \text{ Tn}$$

Calculando el valor de " $V_s$ "

$$V_s = \frac{A_{Estribo}}{S} * f'y * d$$

$$V_s = \frac{0.71}{10} * 4200 * 31$$

$$V_s = 9244.2 \text{ Kg}$$

$$V_s = 9.24 \text{ Tn}$$

Reemplazando valores:

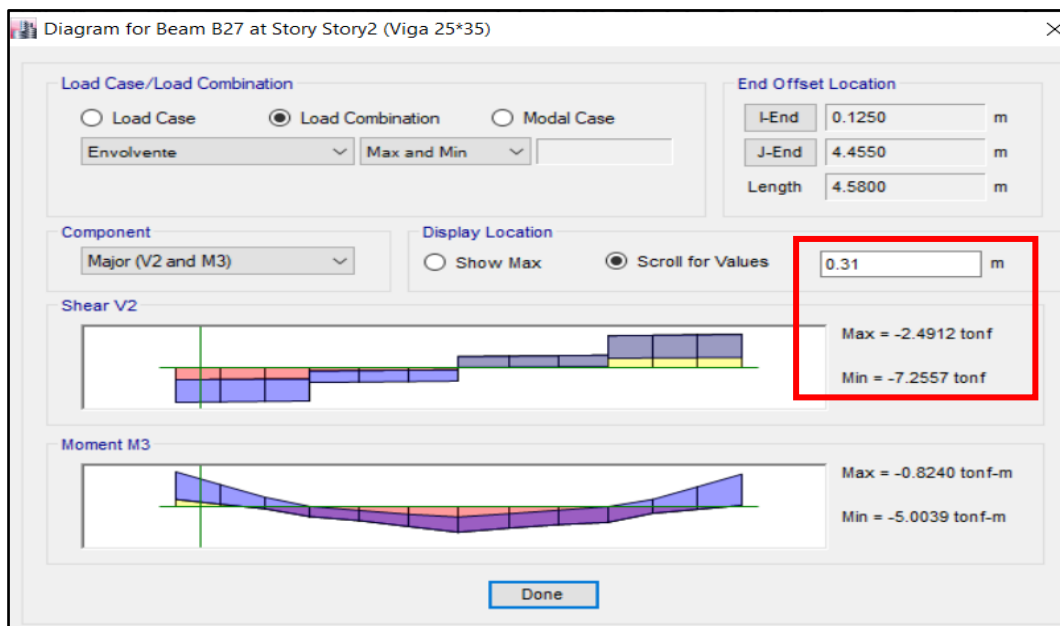
$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

$$\phi V_n = 0.85(5.95 + 9.24)$$

$$\phi V_n = 12.90 \text{ Tn}$$

Posterior a aquello se obtuvo el valor de  $V_u$ , considerando una distancia a  $d=0.31\text{m}$  de la cara como se muestra en la figura a continuación.

Figura 98: Resultados de  $V_u$  considerando una distancia de  $d=0.31m$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Finalmente se comprobó que el acero colocado por cortante si cumple con todos los requisitos determinados en la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones

$$V_u \leq \phi V_n.$$

$$7.26 Tn \leq 12.90 Tn \dots Ok$$

FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

Calculando el valor de " $V_s$ "

$$V_s = \frac{A_{Estribo}}{S} * f' y * d$$

$$V_s = \frac{0.71}{15} * 4200 * 31$$

$$V_s = 6162.8 Kg$$

$$V_s = 6.16 Tn$$



Reemplazando valores:

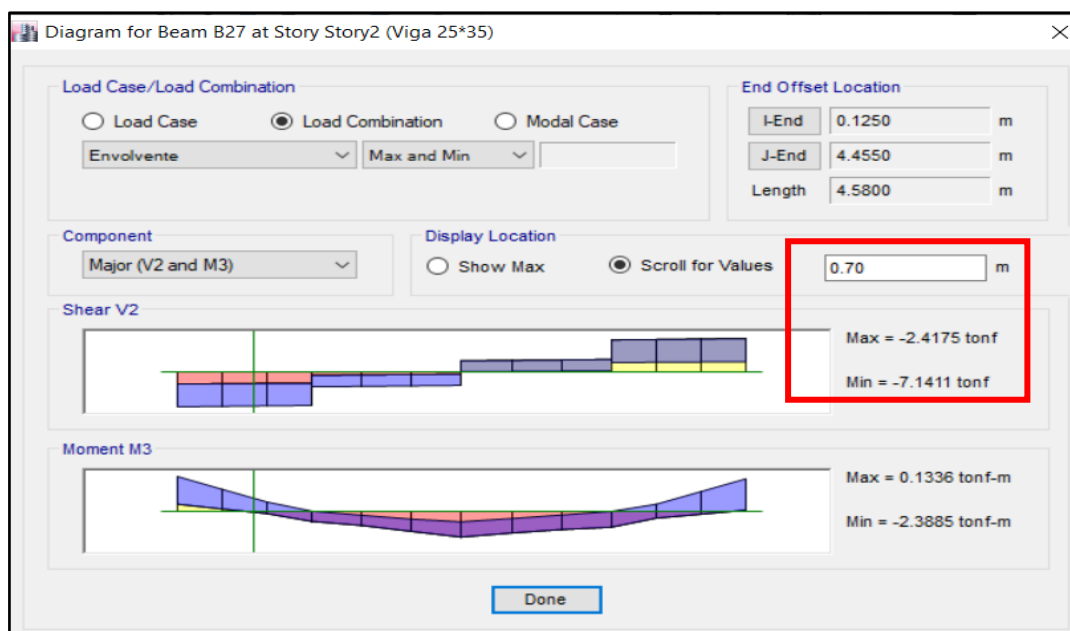
$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

$$\phi V_n = 0.85(5.95 + 6.16)$$

$$\phi V_n = 10.29 Tn$$

Posterior a aquello se obtuvo el valor de  $V_u$ , considerando una distancia de  $2h=0.70m$  de la cara como se muestra en la figura a continuación.

Figura 99: Resultados de  $V_u$  considerando una distancia de  $2h=0.70m$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Finalmente se comprobó que el acero colocado por cortante si cumple con todos los requisitos determinados en la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones

$$V_u \leq \phi V_n.$$

$$7.14 Tn \leq 10.29 Tn \dots \text{Ok}$$

## Diseño por cortante (Vigas secundarias)

Para el diseño por cortante y teniendo en cuenta que nuestra estructura es de muros estructurales, la norma E060 brinda requisitos mínimos para su diseño, los cuales se detallaran a continuación:

- ✓ El primer estribo de confinamiento debe estar situado a no de 100mm o 10 cm de la cara del elemento de apoyo
- ✓ El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder del menor de los puntos considerados a continuación.
  - i)  $d/4 = 16/4 = 4$
  - j)  $10 * \phi_{barra\ longitudinal} = 10 * \phi_{1/2"} = 10 * (1/2 * 2.54) = 12.7$
  - k)  $24 * \phi_{barra\ estribo} = 24 * \phi_{3/8"} = 24 * (3/8 * 2.54) = 22.86$
  - l) 30 cm
- ✓ El espaciamiento de los estribos en la zona central debe estar espaciados a no más de  $0.5d = 0.5 * 16 = 8$
- ✓ Y por último, la separación de los estribos no deberá ser mayor que la fuerza cortante requerida.

Con las consideraciones que nos brinda la norma E060 y teniendo un valor para la zona de confinamiento de  $2h = 2 * 20 = 40\text{cm}$ ; nuestra distribución de estribos para vigas principales queda de la siguiente manera:

Estribo  $\phi_{3/8"}$ , 1@ 0.05, 7@ 0.05, Resto @ 8

Como podemos observar la distribución de los estribos es demasiado cercana, Por lo que se procede a realizar una nueva distribución, considerando que son vigas secundarias y no necesitan tanto confinamiento. Por lo que nuestra distribución de estribos queda de la siguiente manera.

Estribo  $\phi_{3/8"}$ , 1@ 0.05, 7@ 0.10, Resto @ 25

Luego de haber obtenido nuestra distribución de estribos realizamos la verificación de la última condición  $V_u \leq \phi V_n$ .

#### DENTRO DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

Calculando el valor de " $V_c$ "

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0.53\sqrt{210} * 25 * 16$$

$$V_c = 3072.17 \text{ Kg}$$

$$V_c = 3.07 \text{ Tn}$$

Calculando el valor de " $V_s$ "

$$V_s = \frac{A_{\text{Estribo}}}{S} * f'_y * d$$

$$V_s = \frac{0.71}{10} * 4200 * 16$$

$$V_s = 4771.2 \text{ Kg}$$

$$V_s = 4.77 \text{ Tn}$$

Reemplazando valores:

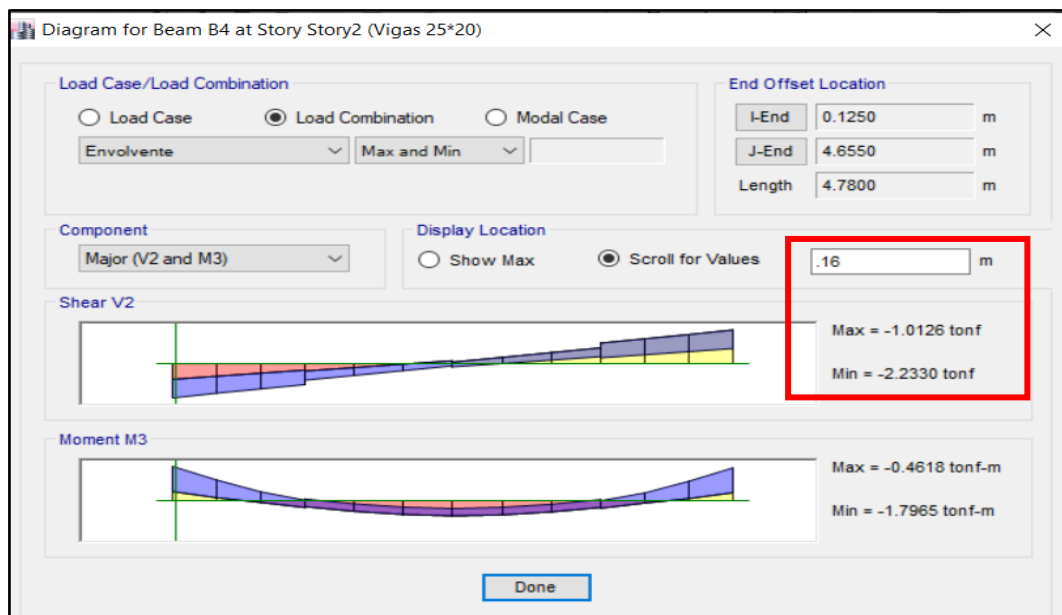
$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

$$\phi V_n = 0.85(3.07 + 4.77)$$

$$\phi V_n = 6.66 \text{ Tn}$$

Posterior a aquello se obtuvo el valor de  $V_u$ , considerando una distancia a  $d=0.16\text{m}$  de la cara como se muestra en la figura a continuación.

Figura 100: Resultados de  $V_u$  considerando una distancia de  $d=0.16m$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Finalmente se comprobó que el acero colocado por cortante si cumple con todos los requisitos determinados en la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones

$$V_u \leq \phi V_n.$$

$$2.23 Tn \leq 6.66 Tn \dots Ok$$

FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

Calculando el valor de " $V_s$ "

$$V_s = \frac{A_{Estribo}}{S} * f' y * d$$

$$V_s = \frac{0.71}{25} * 4200 * 16$$

$$V_s = 1908.48 Kg$$

$$V_s = 1.91 Tn$$

Reemplazando valores:

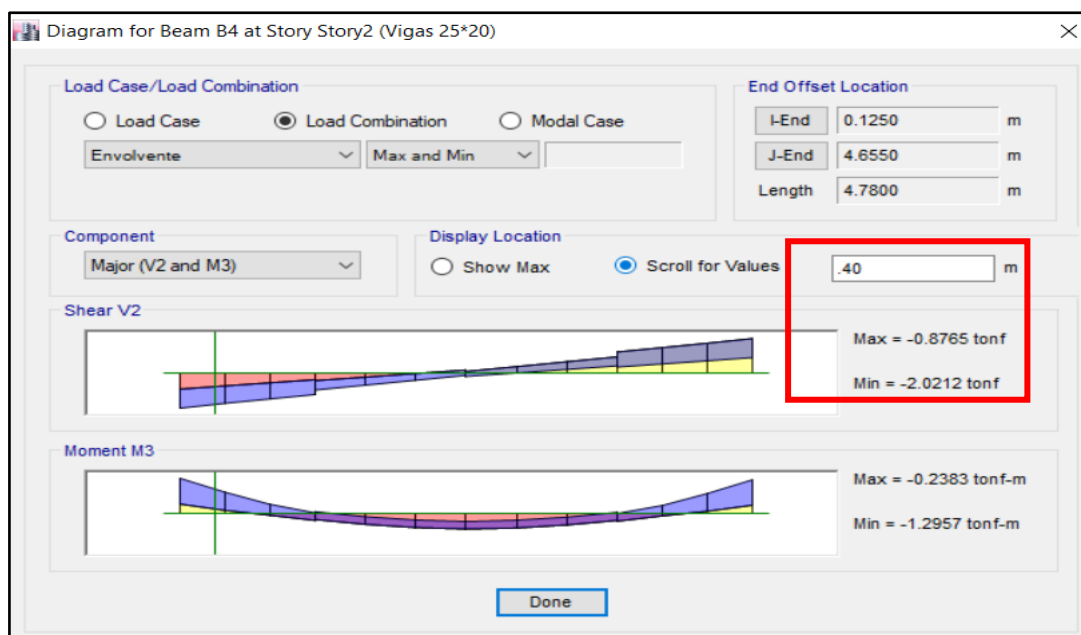
$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

$$\phi V_n = 0.85(3.07 + 1.91)$$

$$\phi V_n = 4.23 Tn$$

Posterior a aquello se obtuvo el valor de  $V_u$ , considerando una distancia de  $2h=0.40m$  de la cara como se muestra en la figura a continuación.

Figura 101: Resultados de  $V_u$  considerando una distancia de  $2h=0.40m$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Finalmente se comprobó que el acero colocado por cortante si cumple con todos los requisitos determinados en la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones

$$V_u \leq \phi V_n.$$

$$2.02 Tn \leq 4.23 Tn \dots \text{Ok}$$

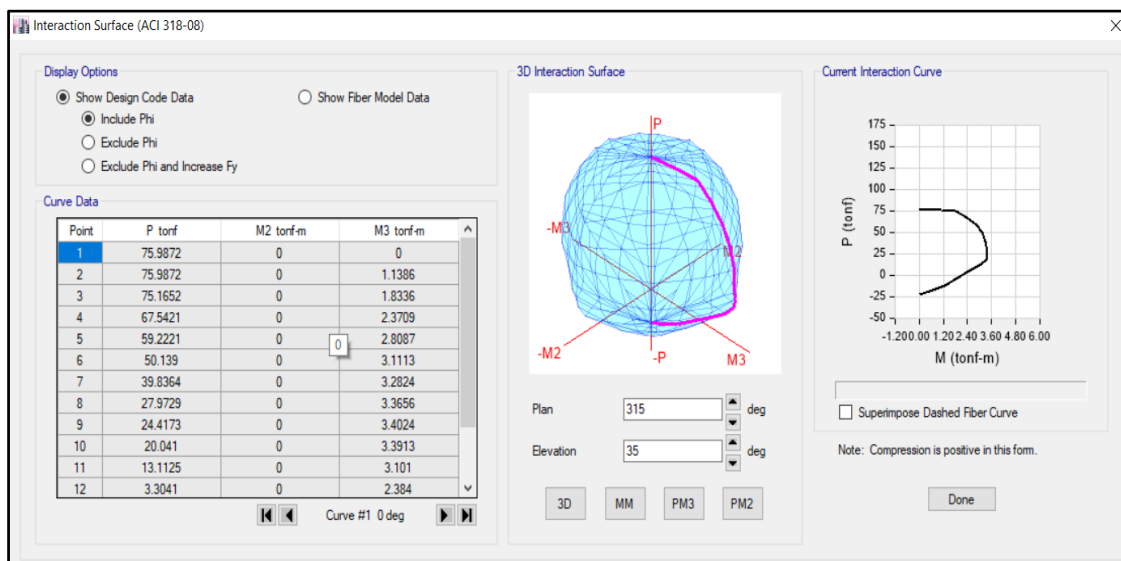
## DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROYECTADOS (COLUMNAS)

De acuerdo a la verificación de acero que se realizó para la columna más crítica ubicada en punto 3C, nos arrojó que la configuración de acero existente  $6\phi 1/2''$ , era suficiente para dicho elemento estructural. Por lo cual se comprobará si es la misma cantidad de acero para el segundo nivel y por consiguiente el tercer nivel.

Como ya se tiene configurado el software de acuerdo a la norma ACI 318-08, la cual es muy parecida a nuestra norma E060. Ingresamos los datos de la columna para poder obtener los resultados que muestra la figura a continuación.

- Secciones: 25cm x 25cm
- $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero propuesto:  $6\phi 1/2''=7.74\text{cm}^2$

Figura 102: Curvas de Iteración para las columnas del segundo nivel



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Una vez obtenido esos datos se procedió a realizar la verificación para poder determinar si el acero propuesto es suficiente para dicho elemento estructural.

## Verificación Manual

Se verificó si la cuantía existente cumplía con los parámetros de cuantía que nos brinda la norma E060, la cual debería estar entre 1% y 6%.

$$\rho_{\min}=0.01*25\text{cm}*25\text{cm}$$

$$\rho_{\min}= 6.25 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{axis}} > \rho_{\min}$$

$$7.74 \text{ cm}^2 > 6.25 \text{ cm}^2$$

Como podemos verificar la cuantía de acero propuesta supera la cuantía mínima requerida por la norma, la cual nos da un buen indicio de que la cantidad de acero colocado es el correcto.

## Verificación mediante los diagramas de iteración

Luego de realizar los procedimientos anteriormente mencionados se obtuvo los datos de ETABS V.16.2.1, los cuales se muestran en la tabla siguientes:

Tabla 124: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 3C – 2nivel

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story2	C17	Dead	-15.5047	-0.6263	0.2561	0.2952	-0.8411
Story2	C17	Live	-3.9725	-0.275	0.037	0.0427	-0.3576
Story2	C17	SDiseño xx Max	-2.5674	1.1245	0.2472	0.31	1.3156
Story2	C17	SDiseño yy Max	-0.3622	0.4079	0.6683	0.8369	0.4761

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 125: Combinaciones de Diseño – Columna 3C – 2Nivel

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	28.4598	0.48587	-1.78546
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	21.7791	0.73238	-0.182775
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	26.9139	0.11238	-2.813975
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	11.3868	0.57568	0.55861
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	16.5216	-0.0443	-2.07259
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	23.9843	1.25928	-1.022275
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	24.7087	-0.4145	-1.974475
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	13.592	1.10258	-0.28089
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	14.3164	-0.5712	-1.23309

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 126: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 3C – 2Nivel

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	28.4598	0.48587	-1.78546
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	21.7791	0.732375	-0.182775
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	26.9139	0.112375	-2.813975
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	11.38683	0.57568	0.55861
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	16.52163	-0.04432	-2.07259
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	21.7791	-0.73238	0.182775
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	26.9139	-0.11238	2.813975
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	11.38683	-0.57568	-0.55861
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	16.52163	0.04432	2.07259

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



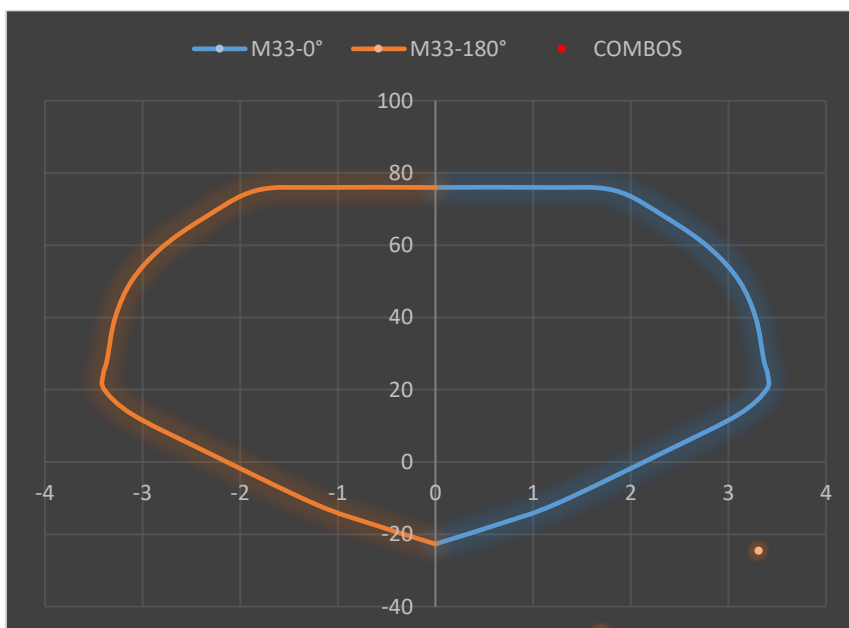
Tabla 127: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 3C – 2Nivel

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	28.45983	0.48587	-1.7855
<b>SISMO YY POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	23.9843	1.259275	-1.02228
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	24.7087	-0.41453	-1.97448
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	13.59203	1.10258	-0.28089
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	14.31643	-0.57122	-1.23309
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	23.9843	-1.25928	1.022275
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	24.7087	0.414525	1.974475
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	13.59203	-1.10258	0.28089
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	14.31643	0.57122	1.23309

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

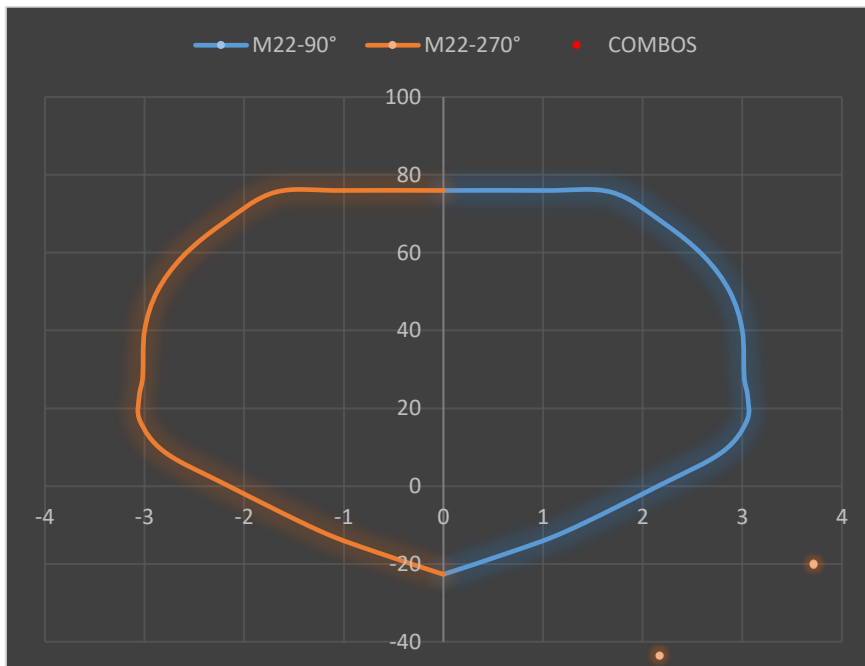
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 98, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 41: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



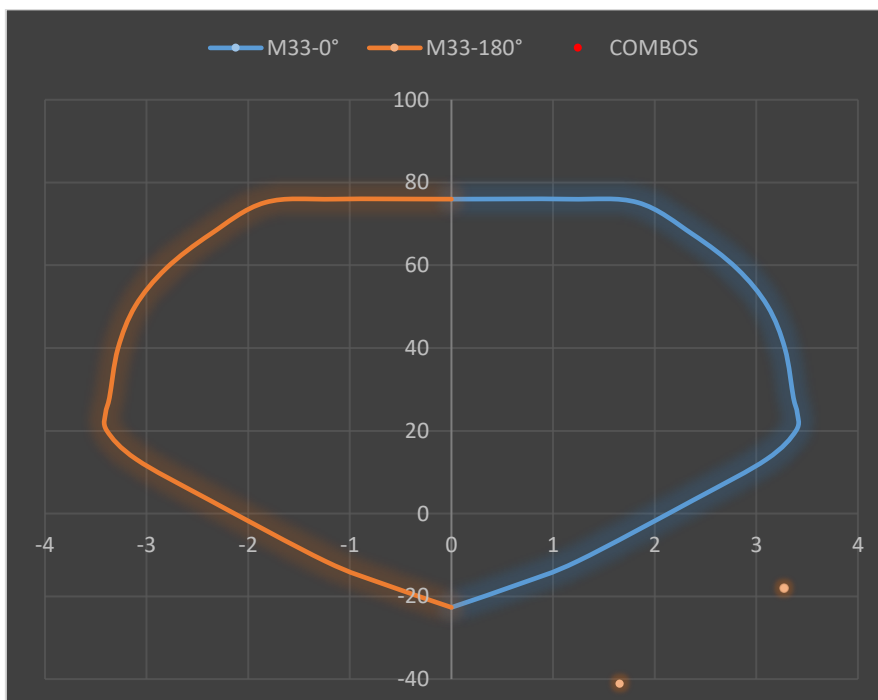
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 42: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



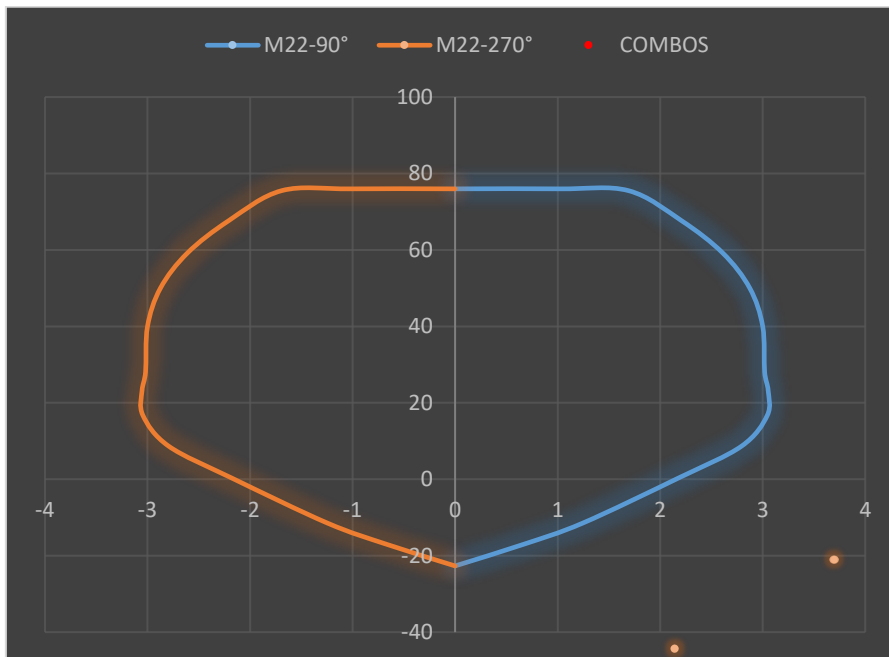
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 43: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 44: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



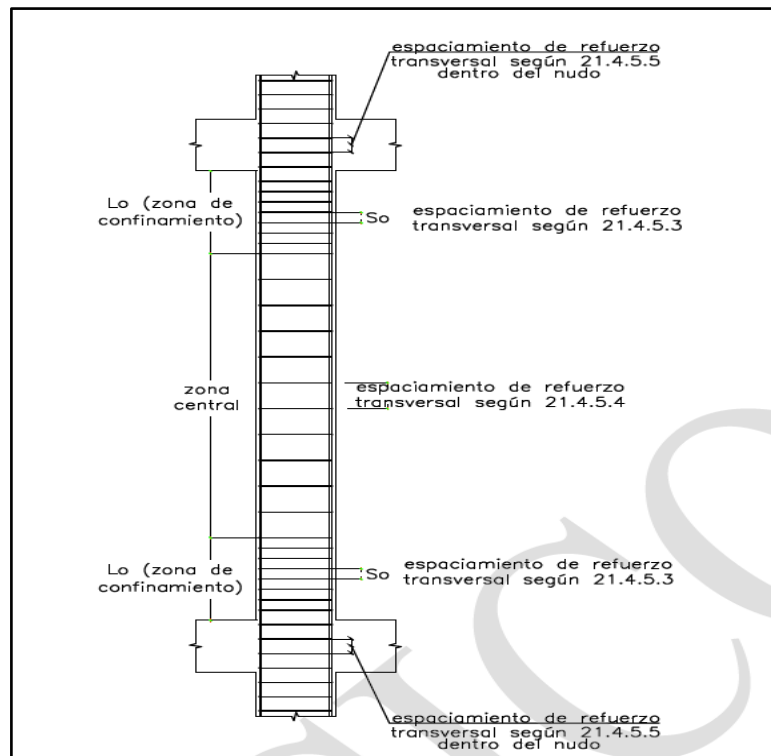
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Como podemos observar en los diagramas de iteración, todos los puntos están dentro del mismo, por lo que se determina que el acero propuesto es suficiente para soportar las cargas actuantes de la estructura para casos de sismo. Por lo que se concluye que todas columnas proyectadas estarán compuestas por 6Ø1/2”.

### Diseño por cortante (COLUMNAS)

Para el diseño por cortante y teniendo en cuenta que nuestra estructura es de muros estructurales, la norma E060 brinda requisitos mínimos para su diseño, los cuales se detallaran a continuación:

Figura 103: Consideraciones mínimas para la distribución de acero de refuerzo (Columnas)



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E060

DEFINIENDO LA LONGITUD ( $L_o$ ). Esta no debe ser menor que el mayor entre:

- ✓  $(1/6)$  parte de la luz del elemento =  $(1/6) * 2.57 = 43$  cm
- ✓ La mayor dimensión de la sección transversal del elemento = 25cm
- ✓ 500mm = 50cm

DEFINIENDO EL ESPACIAMIENTO ( $S_o$ ). Esta no debe exceder al menor entre:

- ✓  $8 * \phi_{\text{barra longitudinal}} = 8 * \phi_{1/2"} = 8 * (1/2 * 2.54) = 10.16$  cm
- ✓ La mitad de la menor dimensión de la sección transversal del elemento =  $25/2 = 12.5$  cm
- ✓ 100mm = 10cm

DEFINIENDO EL ESPACIAMIENTO FUERA DE ( $L_o$ ). Esta debe cumplir con:

- ✓  $V_u \leq \phi V_n$ .
- ✓ No debe ser mayor que 300mm = 30cm

Con las consideraciones que nos brinda la norma E060 y teniendo un valor para la zona de confinamiento  $L_o = 50\text{cm}$ ; nuestra distribución de estribos para columnas queda de la siguiente manera:

Estribo  $\emptyset 3/8"$ , 1@ 0.05, 5@ 0.10, Resto @ 25

Luego de haber obtenido nuestra distribución de estribos realizamos la verificación de la última condición  $V_u \leq \phi V_n$ .

### **CORTANTE ULTIMA ( $V_u$ )**

Se procedió a encontrar los valores de las cortantes, para que mediante las combinaciones encontremos las cortantes que están produciéndose en la estructura, ya sea por carga viva, carga muerta o por los sismos en "X" o "Y". De las cuales se elegirá el mayor para el diseño, y este será en valor absoluto, así como muestran las tablas a continuación.

Tabla 128: Cortantes (V) de la columna 3C – 2nivel

Story	Column	Load Case/Combo	V2	V3
			tonf	tonf
Story2	C17	Dead	-0.6263	0.2561
Story2	C17	Live	-0.275	0.037
Story2	C17	SDiseño xx Max	1.1245	0.2472
Story2	C17	SDiseño yy Max	0.4079	0.6683

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones.

Tabla 129: Combinaciones de Diseño para cortante– Columna 3C – 2Nivel

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO	
		V2	V3
	U1=1.4CM+1.7CV	-1.3443	0.42144
SISMO XX	U2=1.25(CM+CV) + SISXX	-0.0021	0.61358
	U3=1.25(CM+CV) - SISXX	-2.2511	0.11918
	U4=0.9CM + SISXX	0.56083	0.47769
	U5=0.9CM - SISXX	-1.6882	-0.0167
SISMO YY	U2=1.25(CM+CV) + SISYY	-0.7187	1.03468
	U3=1.25(CM+CV) - SISYY	-1.5345	-0.3019
	U4=0.9CM + SISYY	-0.1558	0.89879
	U5=0.9CM - SISYY	-0.9716	-0.4378

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Luego, al observar de la tabla anterior podemos encontrar la cortante máxima ubicada en V2= 2.25 ton. Por lo tanto, nuestra  $V_u = 2.25 \text{ ton}$ .

Posterior a ello, realizamos la verificación de la condición  $V_u \leq \phi V_n$ .

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

Calculando el valor de “ $V_c$ ”

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g}\right) * b * d$$

$$V_c = 0.53\sqrt{210} * \left(1 + \frac{15.50 * 1000}{140 * 25 * 25}\right) * 25 * 16$$

$$V_c = 3616.39 \text{ Kg}$$

$$V_c = 3.62 \text{ Tn}$$

Calculando el valor de " $V_S$ "

$$V_S = \frac{A_{Estribo}}{S} * f' y * d$$

$$V_S = \frac{0.71}{10} * 4200 * 16$$

$$V_S = 4771.2 \text{ Kg}$$

$$V_S = 4.77 \text{ Tn}$$

Reemplazando valores:

$$\phi V_n = \phi (V_c + V_S)$$

$$\phi V_n = 0.85(3.62 + 4.77)$$

$$\phi V_n = 7.13 \text{ Tn}$$

Finalmente se comprobó que el acero colocado por cortante si cumple con todos los requisitos determinados en la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones

$$V_u \leq \phi V_n.$$

$$2.25 \text{ Tn} \leq 7.13 \text{ Tn} \dots \text{Ok}$$

## DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROYECTADOS (MUROS ESTRUCTURALES O PLACAS)

### Diseño por Flexo compresión Placa N°1

Para realizar el diseño de las placas se tuvo en cuenta los lineamientos de la norma E060. La cual nos menciona que la cuantía mínima para los aceros verticales y horizontales a lo largo de la placa debe ser de la manera que sigue:

$$\rho_{\min}=0.0025$$

Por lo tanto, consideramos lo que nos dice la norma y determinamos que nuestro acero mínimo será de la manera que sigue. Teniendo que analizar dicha placa tendremos en cuenta un valor de  $b=100\text{cm}$ , ya que es constante.

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * h$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0025 * 100 * 25$$

$$A_{s_{\min}} = 6.25\text{cm}^2$$

Una vez obtenido el acero mínimo, procedemos a determinar la separación de barras la cual se calculará de la manera que sigue:

$$S = \frac{A_{s_{\text{colocado}}}}{A_{s_{\text{requerido}}}}$$

$$S = \frac{2 * 0.71\text{cm}^2}{6.25\text{cm}^2/\text{m}}$$

$$S = 0.22 \text{ m}$$

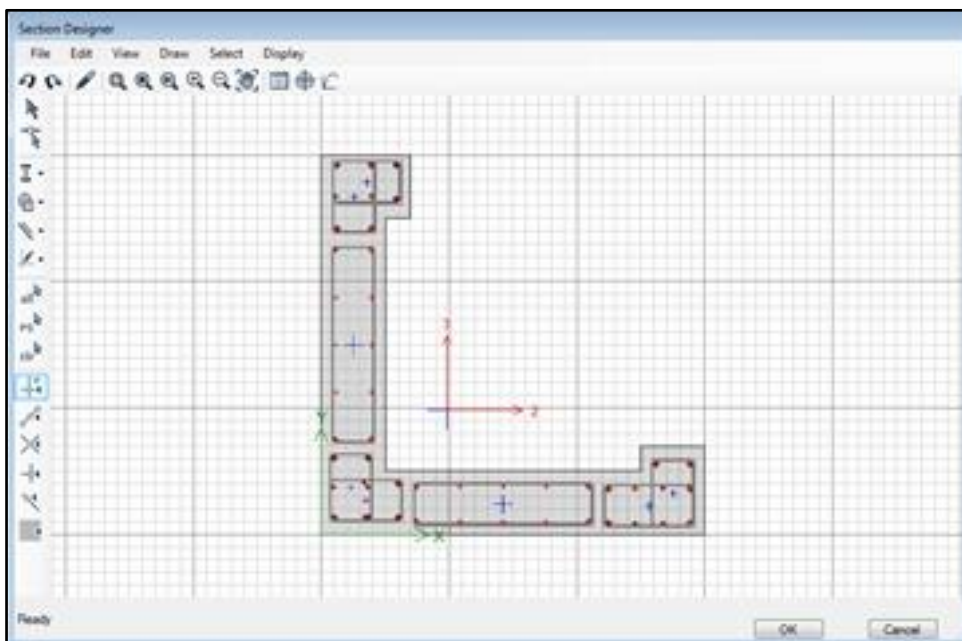


Por lo tanto, nuestra distribución de aceros verticales y horizontales para placas queda de la siguiente manera:

$\varnothing 3/8"$ , @ 0.20m

Luego de haber calculado la distribución de nuestros aceros verticales y horizontales en nuestra placa, procedemos a realizar el tanteo para verificar el acero que irán en los núcleos de borde de la placa. Para eso utilizamos el Software ETABS V.16.2.1, el cual nos ayudara a graficar las curvas de iteración para dicha placa, así como se muestra a continuación.

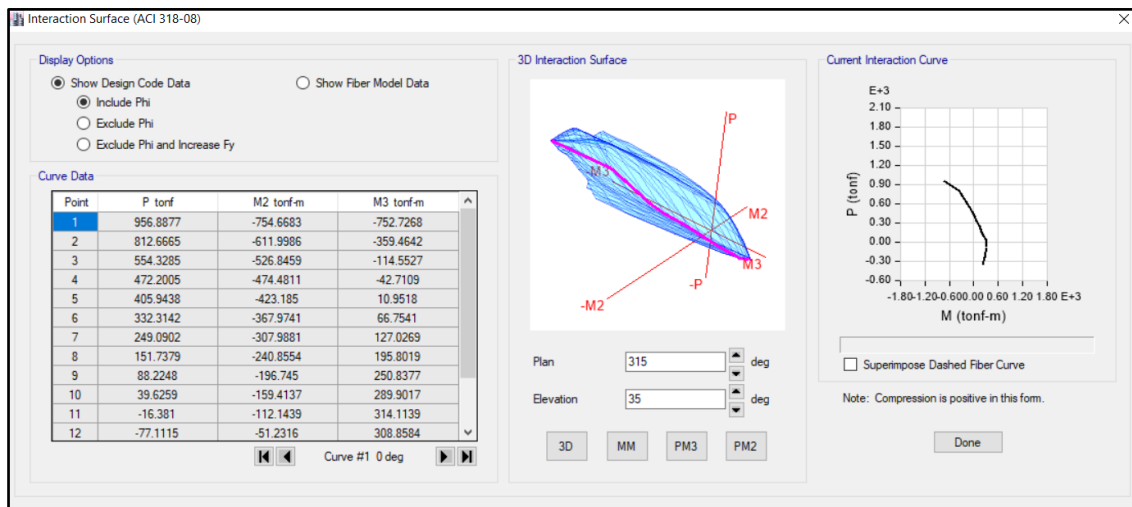
Figura 104: Acero en Muro Estructural o Placa N°1



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

En la figura anterior se muestra el diseño de la placa n°1, para lo cual se consideró acero de  $\varnothing 5/8"$  y  $\varnothing 1/2"$  para los elementos de borde, acero de  $\varnothing 3/8"$  a lo largo de la placa (vertical y horizontal), y un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Luego de ello procedemos a calcular en el mismo software las curvas de iteración que se muestran a a continuación.

Figura 105: Curvas de Iteración para la placa N°1



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Una vez obtenido esos datos se procedió a realizar la verificación para poder determinar si el acero propuesto es suficiente para dicho elemento estructural. Para ello se obtuvo los datos de la placa N°1 que se muestran a continuación.

Tabla 130: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la placa N°1

Story	Pier	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story2	PLACA 01	Dead	-36.0862	-0.8739	-0.4298	-6.2809	2.6944
Story2	PLACA 01	Live	-5.4373	-0.2951	-0.152	-2.2506	1.2364
Story2	PLACA 01	SDiseño xx Max	22.723	34.6803	-1.4239	-20.9051	146.5158
Story2	PLACA 01	SDiseño yy Max	18.5211	1.1665	30.8818	130.4904	-11.3799

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 131: Combinaciones de Diseño – Placa N°1

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	59.7641	-12.619	5.87404
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	74.6274	-31.569	151.429
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	29.1814	10.2407	-141.6
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	55.2006	-26.558	148.941
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	9.75458	15.2523	-144.09
		<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	70.4255	119.826
<b>SISMO YY</b>	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	33.3833	-141.15	16.2934
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	50.9987	124.838	-8.9549
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	13.9565	-136.14	13.8049

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 132: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Placa N°1

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	59.7641	-12.619	5.87404
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	74.62738	-31.5695	151.4293
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	29.18138	10.24073	-141.602
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	55.20058	-26.5579	148.9408
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	9.75458	15.25229	-144.091
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	74.62738	31.56948	-151.429
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	29.18138	-10.2407	141.6023
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	55.20058	26.55791	-148.941
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	9.75458	-15.2523	144.0908

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

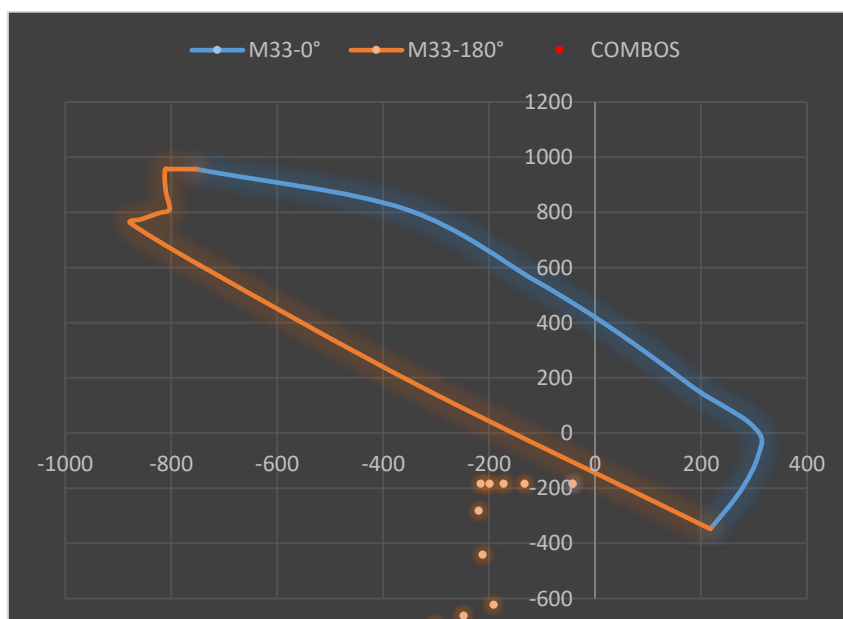
Tabla 133: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Placa N°1

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	59.76409	-12.619	5.87404
<b>SISMO YY POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	70.425475	119.826	-6.4664
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	33.383275	-141.155	16.2934
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	50.99868	124.8376	-8.95494
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	13.95648	-136.143	13.80486
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	70.425475	-119.826	6.4664
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	33.383275	141.1548	-16.2934
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	50.99868	-124.838	8.95494
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	13.95648	136.1432	-13.8049

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

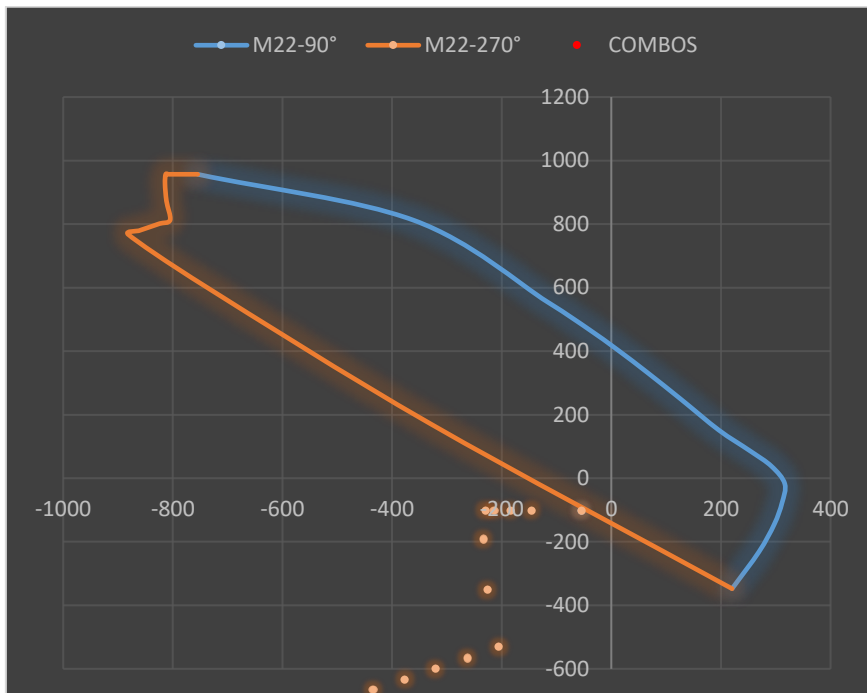
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 105, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 45: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



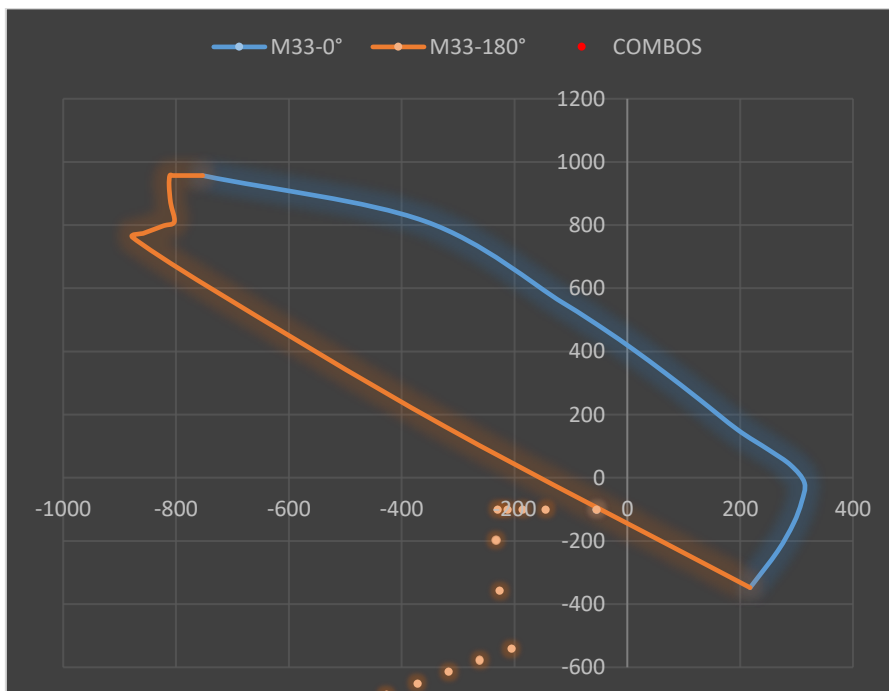
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 46: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



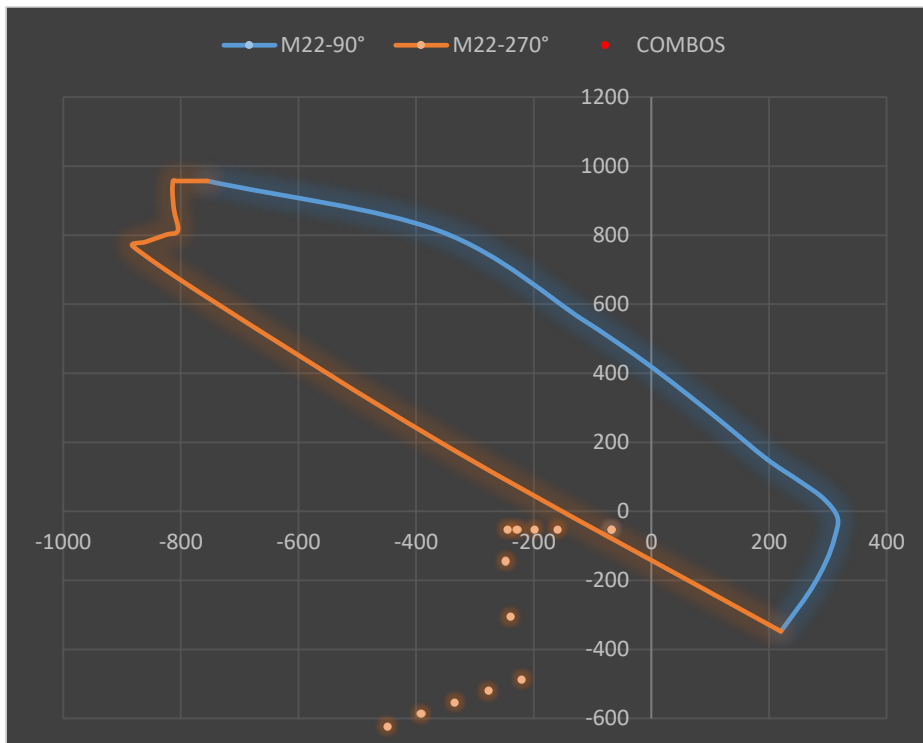
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 47: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Exce

Gráfico 48: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Como podemos observar en los diagramas de iteración, todos los puntos están dentro del mismo, por lo que se determina que el acero propuesto es suficiente para soportar las cargas actuantes de la estructura para casos de sismo. Por lo que se concluye que la placa N°1 tendrá acero de  $\varnothing 5/8''$  y  $\varnothing 1/2''$  para los elementos de borde, acero de  $\varnothing 3/8''$  a lo largo de la placa (vertical y horizontal).

## Diseño por Flexo compresión Placa N°2

Para realizar el diseño de las placas se tuvo en cuenta los lineamientos de la norma E060. La cual nos menciona que la cuantía mínima para los aceros verticales y horizontales a lo largo de la placa debe ser de la manera que sigue:

$$\rho_{min}=0.0025$$

Por lo tanto, consideramos lo que nos dice la norma y determinamos que nuestro acero mínimo será de la manera que sigue. Teniendo que analizar dicha placa tendremos en cuenta un valor de  $b=100\text{cm}$ , ya que es constante.

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * h$$

$$A_{s_{min}} = 0.0025 * 100 * 25$$

$$A_{s_{min}} = 6.25\text{cm}^2$$

Una vez obtenido el acero mínimo, procedemos a determinar la separación de barras la cual se calculará de la manera que sigue:

$$S = \frac{A_{s_{colocado}}}{A_{s_{requerido}}}$$

$$S = \frac{2 * 0.71\text{cm}^2}{6.25\text{cm}^2/\text{m}}$$

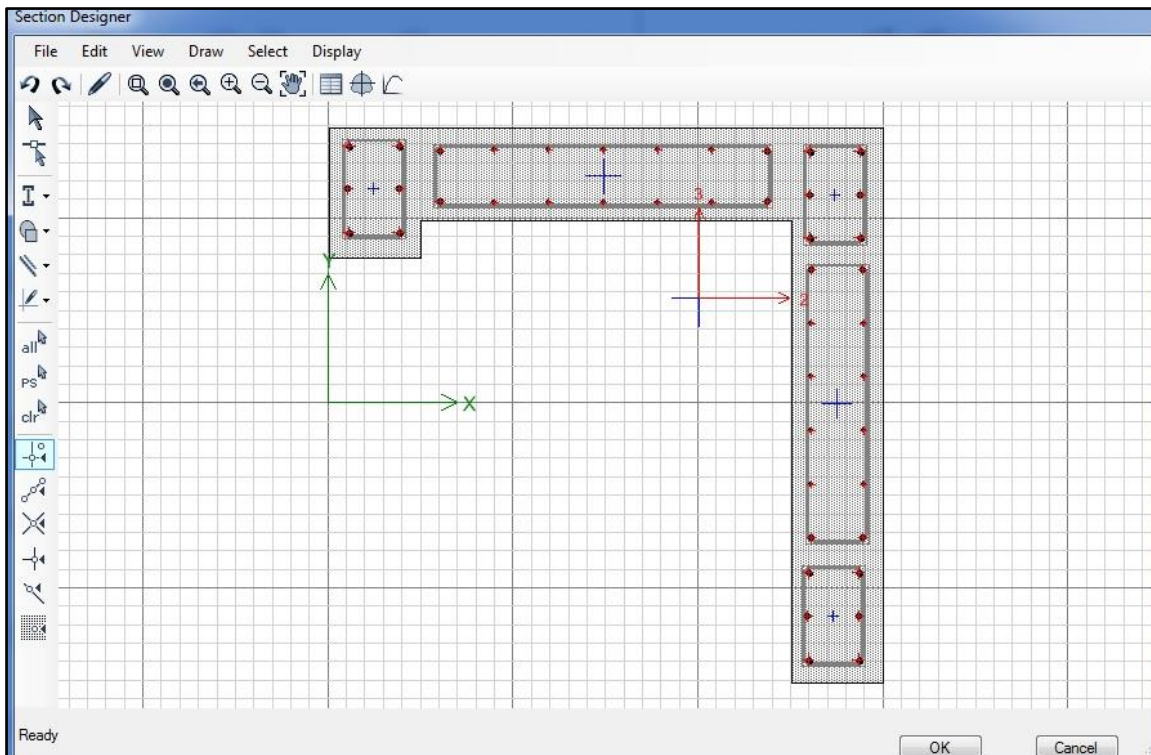
$$S = 0.22 \text{ m}$$

Por lo tanto, nuestra distribución de aceros verticales y horizontales para placas queda de la siguiente manera:

$\varnothing 3/8"$ , @ 0.20m

Luego de haber calculado la distribución de nuestros aceros verticales y horizontales en nuestra placa, procedemos a realizar el tanteo para verificar el acero que irán en los núcleos de borde de la placa. Para eso utilizamos el Software ETABS V.16.2.1, el cual nos ayudara a graficar las curvas de iteración para dicha placa, así como se muestra a continuación.

Figura 106: Acero en Muro Estructural o Placa N°2

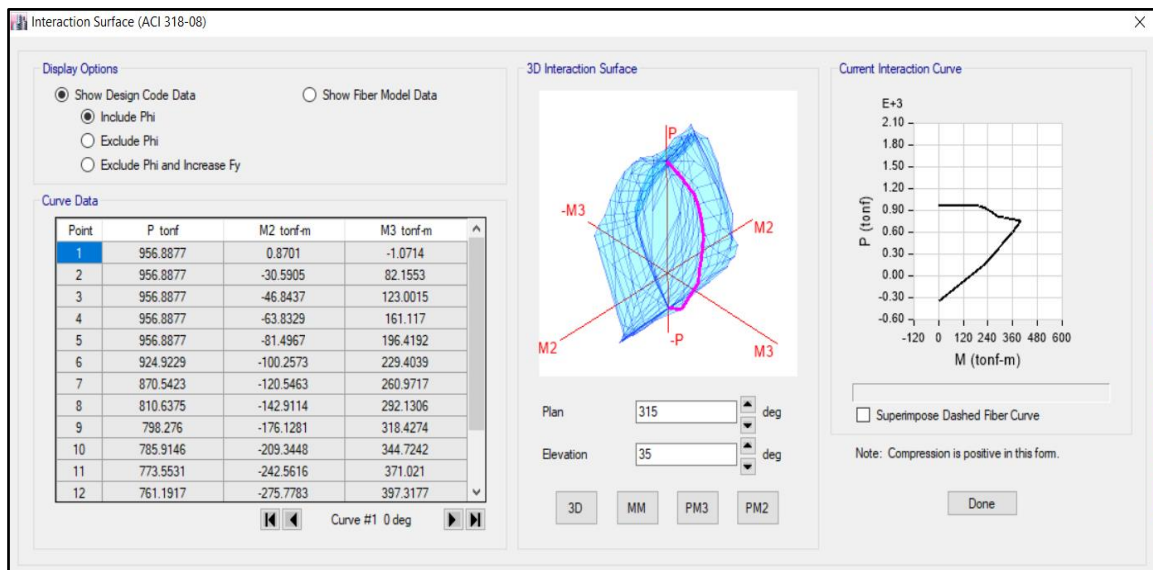


Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

En la figura anterior se muestra el diseño de la placa n°2, para lo cual se consideró acero de  $\varnothing 5/8"$  para los elementos de borde, acero de  $\varnothing 3/8"$  a lo largo de la placa (vertical y horizontal), y un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Luego de ello procedemos a calcular en el mismo software las curvas de iteración que se muestran a continuación.



Figura 107: Curvas de Iteración para la placa N°2



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Una vez obtenido esos datos se procedió a realizar la verificación para poder determinar si el acero propuesto es suficiente para dicho elemento estructural. Para ello se obtuvo los datos de la placa N°2 que se muestran a continuación.

Tabla 134: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la placa N°2

Story	Pier	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story2	PLACA 02	Dead	-27.8665	-0.2085	0.3552	2.7767	-4.8195
Story2	PLACA 02	Live	-3.1824	-0.0528	0.1105	0.5407	-0.9803
Story2	PLACA 02	SDiseño xx Max	-23.2478	32.22	0.3701	-16.0559	140.0808
Story2	PLACA 02	SDiseño yy Max	-29.7879	-2.1579	33.8508	139.3069	-21.4807

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 135: Combinaciones de Diseño – Placa N°2

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	44.4232	4.80657	-8.4138
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	15.5633	-11.909	132.831
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	62.0589	20.2027	-147.33
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	1.83205	-13.557	135.743
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	48.3277	18.5549	-144.42
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	9.02323	143.454	-28.73
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	68.599	-135.16	14.231
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	-4.7081	141.806	-25.818
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	54.8678	-136.81	17.1432

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 136: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Placa N°2

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	44.4232	4.80657	-8.4138
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	15.56333	-11.9092	132.8311
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	62.05893	20.20265	-147.331
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	1.83205	-13.5569	135.7433
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	48.32765	18.55493	-144.418
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	15.56333	11.90915	-132.831
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	62.05893	-20.2027	147.3306
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	1.83205	13.55687	-135.743
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	48.32765	-18.5549	144.4184

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

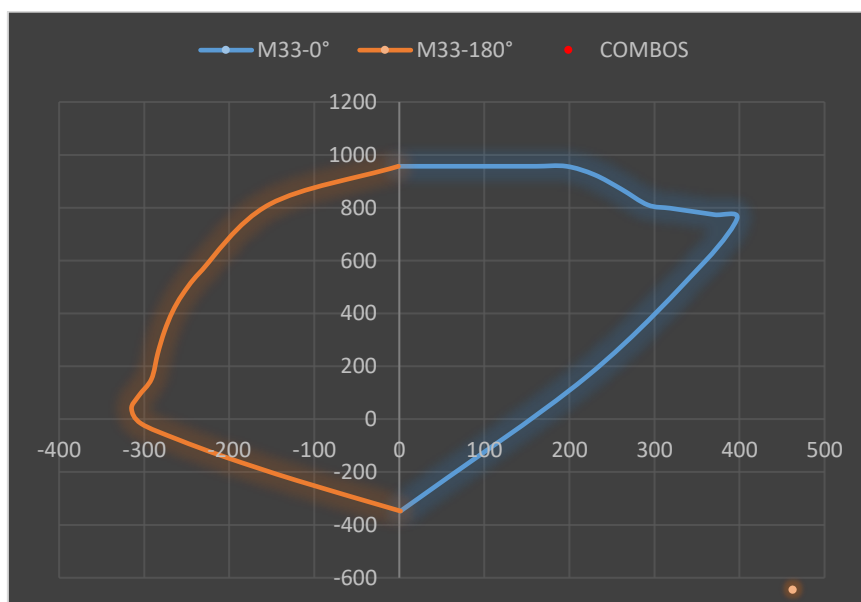
Tabla 137: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Placa N°2

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	44.42318	4.80657	-8.4138
<b>SISMO YY POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	9.023225	143.4537	-28.7305
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	68.599025	-135.16	14.23095
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	-4.70805	141.8059	-25.8183
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	54.86775	-136.808	17.14315
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	9.023225	-143.454	28.73045
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	68.599025	135.1602	-14.231
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	-4.70805	-141.806	25.81825
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	54.86775	136.8079	-17.1432

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

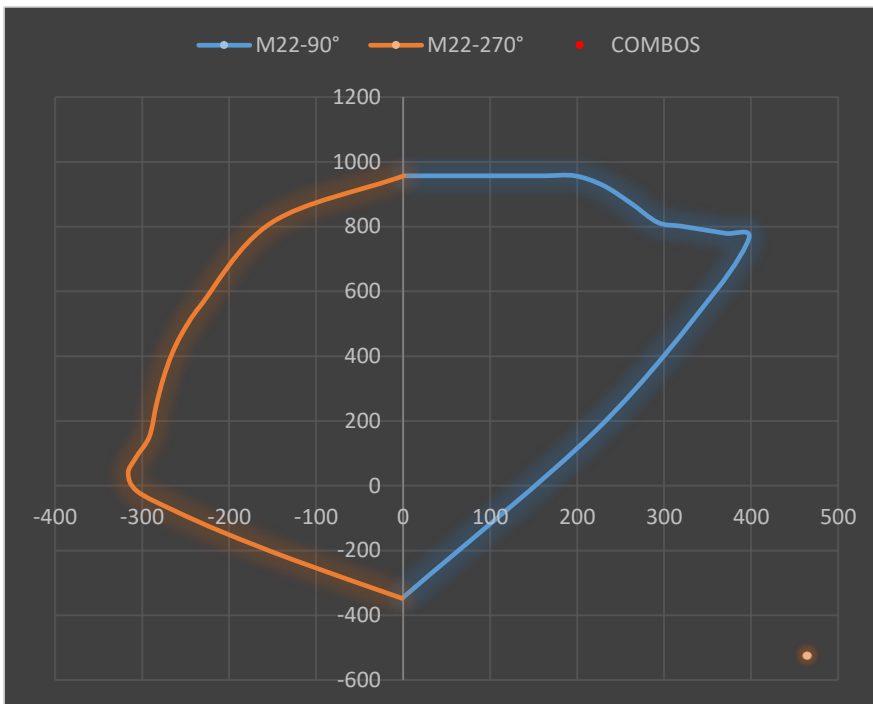
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 107, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 49: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



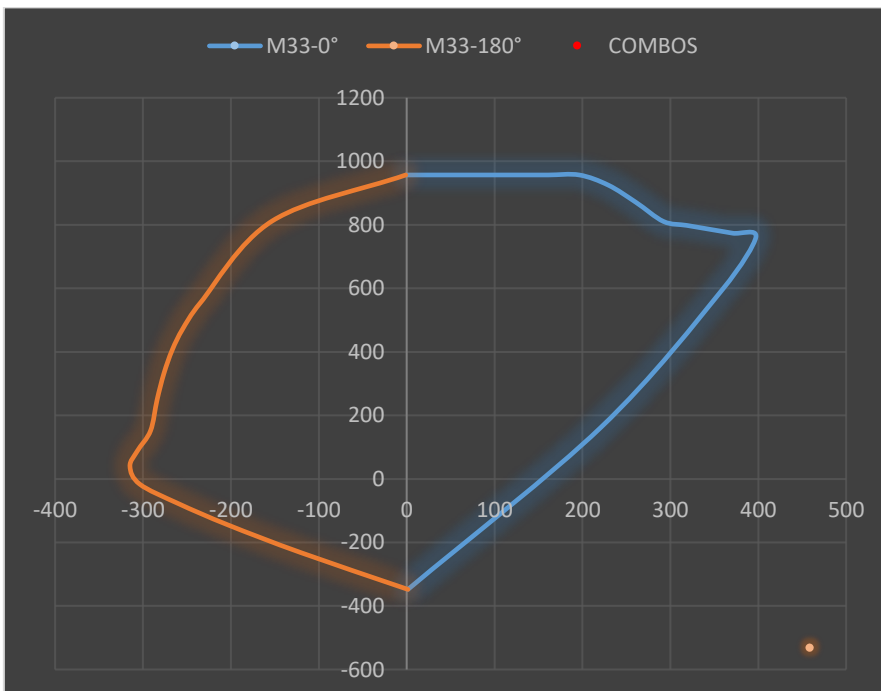
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 50: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



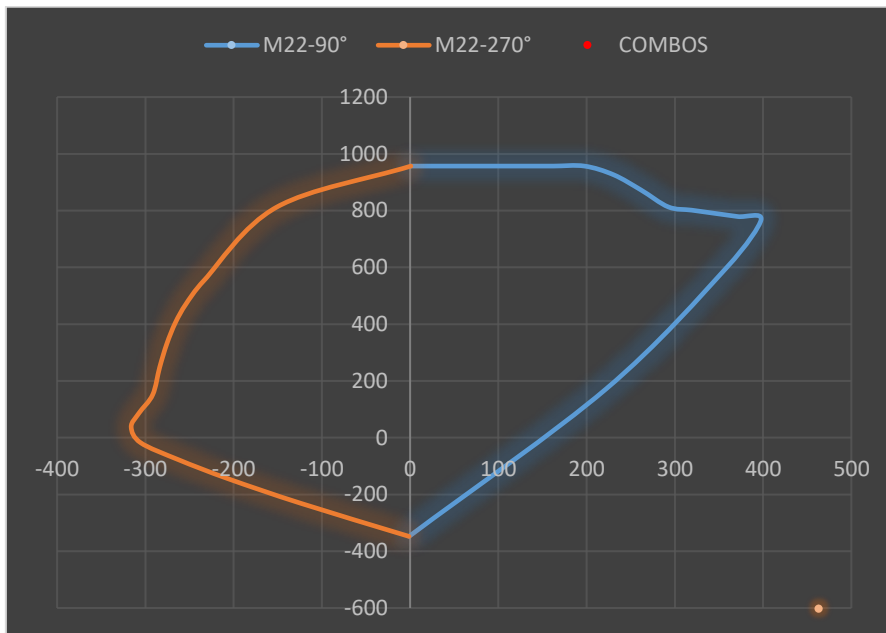
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 51: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 52: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Como podemos observar en los diagramas de iteración, todos los puntos están dentro del mismo, por lo que se determina que el acero propuesto es suficiente para soportar las cargas actuantes de la estructura para casos de sismo. Por lo que se concluye que la placa N°2 tendrá acero de  $\varnothing 5/8''$  para los elementos de borde, acero de  $\varnothing 3/8''$  a lo largo de la placa (vertical y horizontal).

### Diseño a cortante (PLACA 1)

Descripción del muro:

- Longitud de mayor momento: 1.50 m
- Espesor: 0.25 m
- F'c de concreto: 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Fy acero grado 60: 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Según RNE E060 del artículo 21.9.5.3:

$$Vu \geq \frac{Mn}{Mua}$$

Datos de Etabs:

Cortante ultimo actuante:  $V_{ua}: 23.79 T$

Momento ultimo actuante:  $M_{ua}: 123.60 T.m$

$$\frac{M_{ur}}{\phi} = M_n$$

$$M_n = \frac{220}{0.7}$$

$$M_n: 314.28 T.m$$

Comprobación:

$$M_n/M_{ua} < R$$

$$\frac{314.28 T.m}{123.60 T.m} < 6$$

$$2.54 < 6$$

Calculo  $V_{u\phi}$

$$V_{u\phi} = \frac{\left(\frac{M_n}{M_{ua}} * V_{ua}\right)}{\phi}$$

$$V_{u\phi} = 71.19 T$$

Se cumple que:

$$V_u \geq \frac{M_n}{M_{ua}}$$

$$23.79 T \geq 2.54 T$$

Según RNE E: 0.60 11.10.5:

$$V_c = A_c w (a_c * \sqrt{f'c})$$

Dónde: hm/lm

$$\frac{9.58}{1.59} < 6.00$$

$$\alpha_c = 0.17$$

Entonces:

$$V_c = 1.5 \text{ m} * 0.25 \text{ m} * 0.17 * \sqrt{210} * 10$$

$$V_c = 9.23 \text{ T}$$

Calculo Vs:

$$V_s = Vu\phi/V_c$$

$$V_s = 48.15 \text{ T}$$

Según RNE E060 del artículo 11.5.7.9

En ningún caso considerar Vs mayor a:

$$V_{smax} < 2.1 * \sqrt{f'c} * bw * d:$$

$$V_{smax} = 91.29 \text{ T}$$

Según RNE E060 del artículo 21.9.4.3

Los muros deben contar con dos hileras si es mayor a 20 cm

Acero mínimo según norma RNE E: 0.60 11.10.7:

$$Vu < 0.27 * \sqrt{f'c} * Acw$$

$$23.79 \text{ T} > 14.67 \text{ T}$$

Entonces se aplicará refuerzo horizontal según RNE E060 del artículo 11.10.10.1

$$\rho h = \frac{V_s}{A_{cw} * f_y}$$

$$\rho h = 0.00305$$

$$V_s = A_{cw} * \rho h * f_y$$

$$V_s = 48.15 T$$

Para refuerzo horizontal:

Con  $\varnothing 3/8''$ :

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.00305 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.15 m$$

2  $\varnothing 3/8''$  @ 0.15 m

Comprobación  $V_n$  según RNE E: 0.60 11.10.4

$$V_{nreal} < V_n$$

$$V_{nreal} = V_s + V_c$$

$$V_{nreal} = 48.15 + 9.23$$

$$V_{nreal} = 57.38 T$$

$$V_n = 2.6 * \sqrt{f'_c} * A_{cw}$$

$$V_n = 141.29 T$$

Refuerzo vertical según RNE E: 0.60 11.10.10.3:

$$\rho > 0.0025$$



Usando  $\phi 3/8"$

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.0025 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.20 \text{ m}$$

$$2 \phi 3/8" @ 0.20 \text{ m}$$

Confinamiento de los bordes:

B: 0.15 m

H: 0.25 m

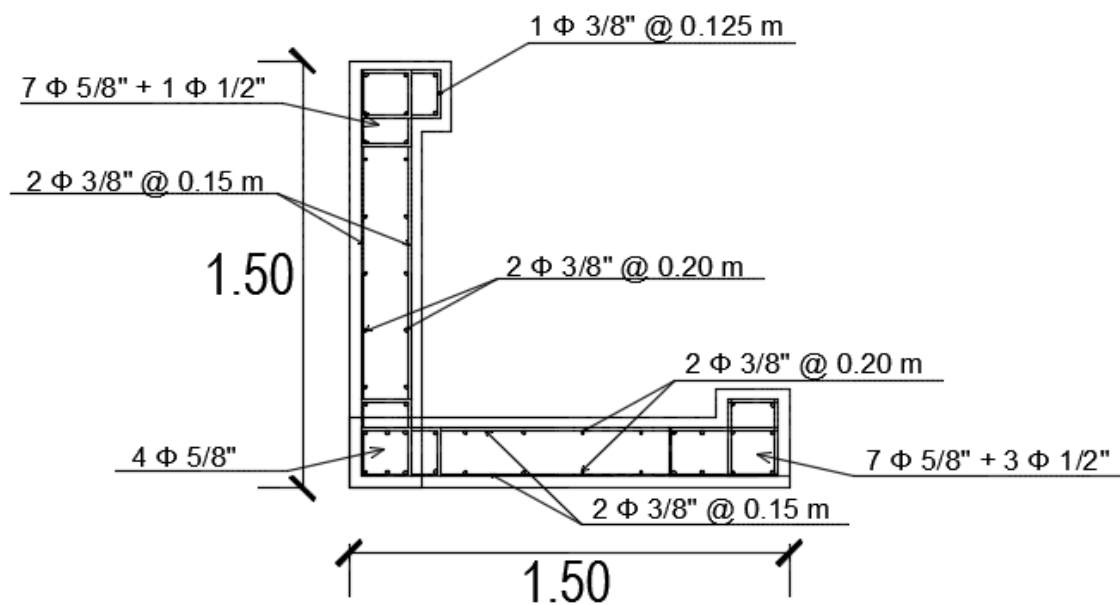
Separación de estribos según RNE E: 0.60 21.9.7.6:

El espaciamiento es igual:

$$S = 10 * 1.27$$

$$S = 12.5 \text{ cm}$$

Diseño estructural:



## Diseño a cortante (PLACA 2)

Descripción del muro:

- Longitud de mayor momento: 1.50 m
- Espesor: 0.25 m
- F'c de concreto: 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Fy acero grado 60: 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Según RNE E: 0.60 21.9.5.3:

$$V_u \geq \frac{M_n}{M_{ua}}$$

Datos de Etabs:

Cortante ultimo actuante:  $V_{ua}$ : 14.27 T

Momento ultimo actuante:  $M_{ua}$ : 71.95 T.m

$$\frac{M_{ur}}{\phi} = M_n$$

$$M_n = \frac{180}{0.7}$$

$$M_n: 257.14 T.m$$

Comprobación:

$$M_n/M_{ua} < R$$

$$\frac{257.14 T.m}{71.95 T.m} < 6$$

$$3.57 < 6$$

Calculo  $V_{u\phi}$

$$V_{u\phi} = \frac{\left(\frac{M_n}{M_{ua}} * V_{ua}\right)}{\phi}$$

$$Vu\emptyset = 59.98 T$$

Se cumple que:

$$Vu \geq \frac{Mn}{Mua}$$

$$14.27 T \geq 2.54 T$$

Según RNE E060 del artículo 11.10.5:

$$Vc = Acw (\alpha c * \sqrt{f'c})$$

Dónde: hm/lm

$$\frac{9.58}{1.59} < 6.00$$

$$\alpha c = 0.17$$

Entonces:

$$Vc = 1.5 m * 0.25 m * 0.17 * \sqrt{210} * 10$$

$$Vc = 9.23 T$$

Calculo Vs:

$$Vs = Vu\emptyset/Vc$$

$$Vs = 50.75 T$$

Según RNE E060 del artículo 11.5.7.9

En ningún caso considerar Vs mayor a:

$$Vsmax < 2.1 * \sqrt{f'c} * bw * d:$$

$$Vsmax = 91.29 T$$

Según RNE E060 del artículo 21.9.4.3

Los muros deben contar con dos hileras si es mayor a 20 cm

Acero mínimo según norma RNE E: 0.60 11.10.7:

$$Vu < 0.27 * \sqrt{f'c} * Acw$$

$$14.27 T > 14.67 T$$

Entonces se aplicará refuerzo horizontal según RNE E: 0.60 11.10.10.1

$$\rho h = \frac{Vs}{Acw * fy}$$

$$\rho h = 0.00322$$

$$Vs = Acw * \rho h * fy$$

$$Vs = 50.74 T$$

Para refuerzo horizontal:

Con  $\emptyset 3/8''$ :

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.00322 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.20 m$$

2  $\emptyset 3/8''$  @ 0.20 m

Comprobación  $Vn$  según RNE E: 0.60 11.10.4

$$Vn_{real} < Vn$$

$$Vn_{real} = Vs + Vc$$

$$Vn_{real} = 48.15 + 9.23$$

$$Vn_{real} = 50.75 T$$

$$Vn = 2.6 * \sqrt{f'c} * Acw$$

$$Vn = 141.29 T$$

Refuerzo vertical según RNE E: 0.60 11.10.10.3:

$$\rho > 0.0025$$

Usando  $\emptyset 3/8''$

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.0025 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.20 m$$

$$2 \emptyset 3/8'' @ 0.20 m$$

Confinamiento de los bordes:

B: 0.15 m

H: 0.25 m

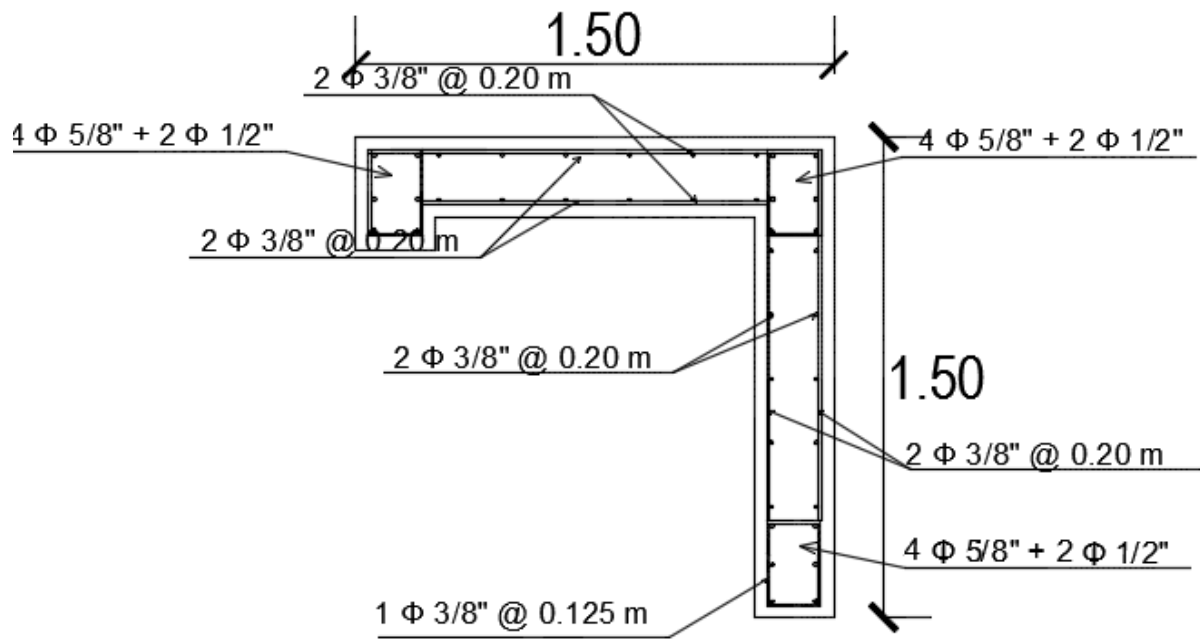
Separación de estribos según RNE E: 0.60 21.9.7.6:

El espaciamiento es igual:

$$S = 10 * 1.27$$

$$S = 12.5 cm$$

Diseño estructural:



Fuente: Elaboración propia

## COMPARACION DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE VIDRIO Y FIBRA DE CARBONO

Después de obtenidos todos los resultados se procedió a verificar cuál de las dos fibras analizadas rigidizan más a la estructura. De las cuales obtuvimos la siguiente información.

### Desplazamientos con fibra de vidrio

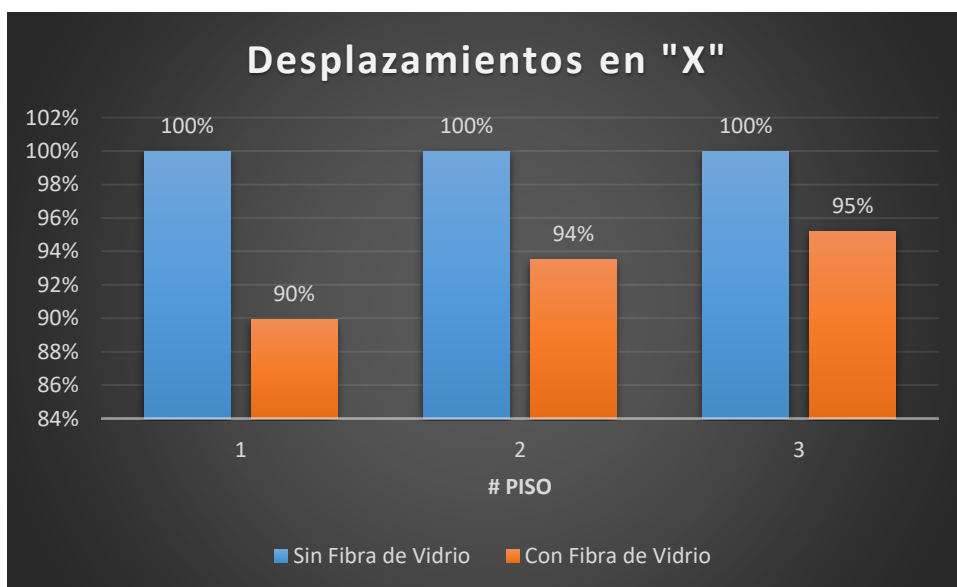
Se cogió los datos de los desplazamientos de la estructura sin reforzar y reforzado con fibra de vidrio obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 138: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de vidrio en "X"

Desplazamientos en X				
# Piso	Sin Fibra de Vidrio		Con Fibra de Vidrio	
Story1	0.036396	100%	0.032733	90%
Story2	0.034879	100%	0.03262	94%
Story3	0.022412	100%	0.021337	95%

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 53: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de vidrio en "X"



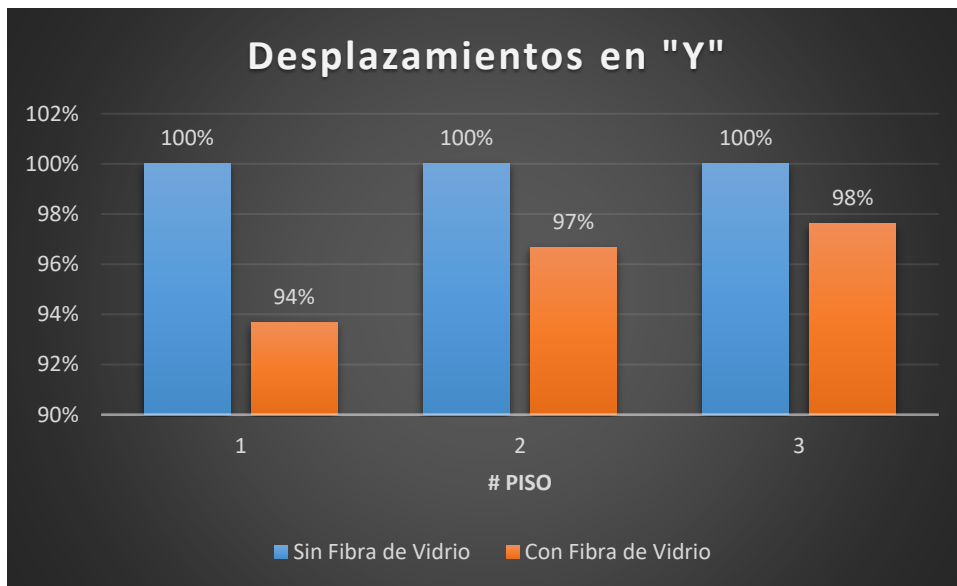
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 139: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de vidrio en "Y"

Desplazamientos en Y				
# Piso	Sin Fibra de Vidrio		Con Fibra de Vidrio	
Story1	0.02373	100%	0.022228	94%
Story2	0.019445	100%	0.018799	97%
Story3	0.011546	100%	0.011271	98%

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 54: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de vidrio en "Y"



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



## Desplazamientos con fibra de carbono

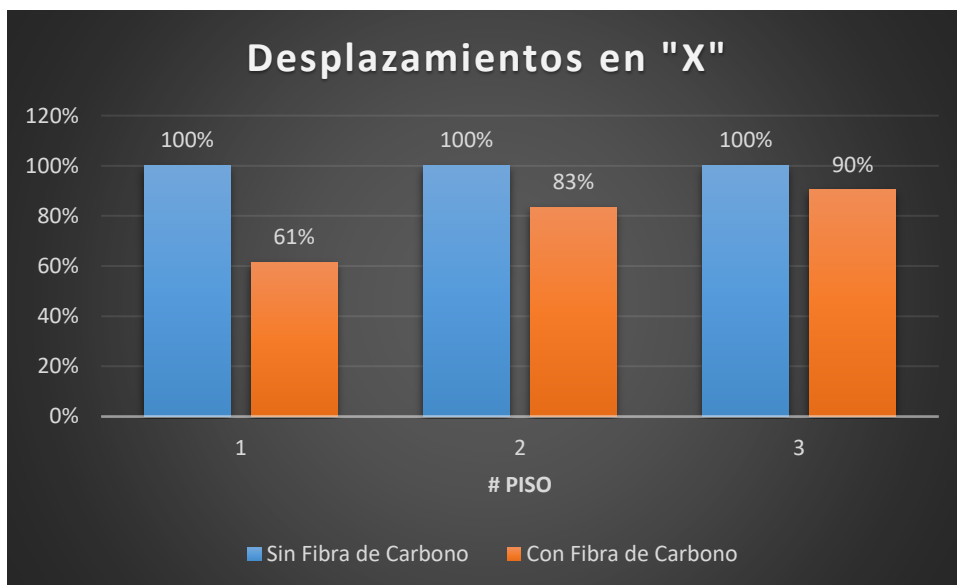
También se verifico los desplazamientos que presenta la estructura sin reforzar y reforzada con fibra de carbono obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 140: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de carbono en "X"

Desplazamientos en X				
# Piso	Sin Fibra de Carbono		Con Fibra de Carbono	
Story1	0.03069	100%	0.018835	61%
Story2	0.031239	100%	0.025999	83%
Story3	0.021157	100%	0.019114	90%

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 55: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de carbono en "X"



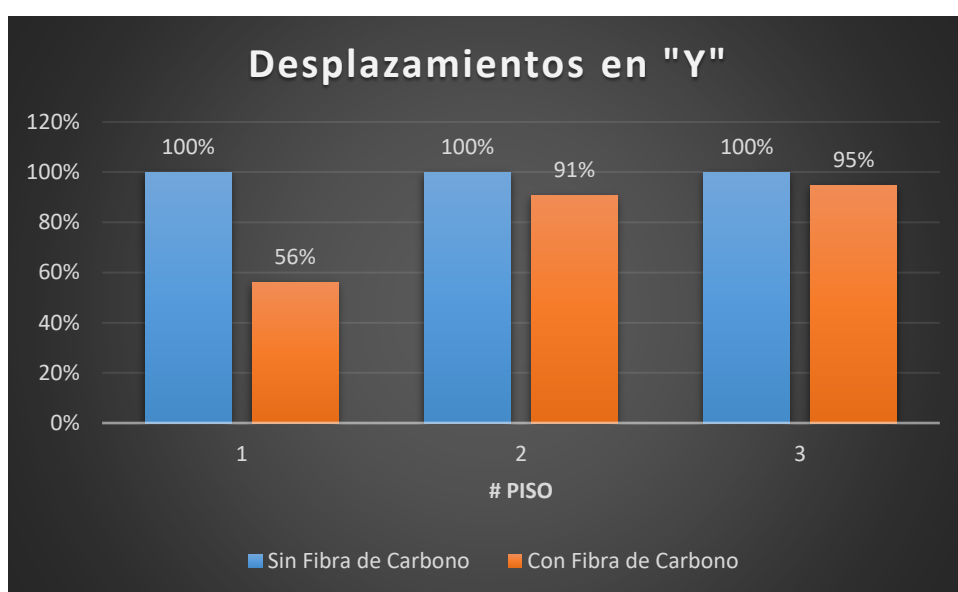
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 141: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de carbono en “Y”

Desplazamientos en Y				
# Piso	Sin Fibra de Carbono		Con Fibra de Carbono	
Story1	0.026077	100%	0.014653	56%
Story2	0.018123	100%	0.01647	91%
Story3	0.010049	100%	0.009529	95%

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 56: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de carbono en “Y”



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Con el cual concluimos que la fibra de carbono rigidiza mejor a la estructura, en comparación a la fibra de vidrio. Con unos valores para “X” reforzando con fibra de vidrio igual a 90%, 94% y 95%; y reforzando con fibra de carbono igual a 61%, 83% y 90% para el nivel 1, 2, 3 respectivamente.

Y para el eje “Y” obtuvimos valores reforzando con fibra de vidrio igual a 94%, 97% y 98%; y reforzando con fibra de carbono obtuvimos 56%, 91% y 95% para el nivel 1, 2, 3 respectivamente.

## V. DISCUSIÓN

En esta parte del proyecto de investigación se redactará las discusiones, las cuales son el contraste con las investigaciones realizadas.

En la tesis presentada por (Espinoza, 2018) “Vulnerabilidad sísmica y refuerzo estructural con fibra de carbono (CFRP) de las unidades educativas: “Nuestra familia” y “Alberto Andrade Arizaga Brummel””, menciona que luego de analizar los resultados con el software SAP2000 se comprobó que una de las dos estructuras en estudio no cumplía con las derivas de entrepiso. De la misma manera en nuestra investigación se analizaron las estructuras existentes con el software ETABS V.16.2.1, en el cual se encontró que las estructuras analizadas no cumplían con las derivas de entrepiso. Por lo cual necesitaban reforzamiento.

(Castro, 2019) “Reforzamiento estructural con fibra de carbono como alternativa económica para aumentar la resistencia a la compresión de las columnas en la galería comercial FULLMARKET en el 2019” concluye que luego de analizar la estructura existente de la galería se logró comprobar que cumple con las solicitaciones de carga y desplazamientos que nos brinda las Normas E030 y E060 del RNE. En comparación a nuestros resultados, que luego de evaluar las dos viviendas existentes no cumplen con las solicitaciones de carga y desplazamiento que brinda las normas, llegando a la conclusión que para una galería comercial se tienen en cuenta las normas del RNE; pero para viviendas comunes no se cumple con los requerimientos de las normas.

En el proyecto de investigación que realizó (Calderón, 2019) “Reforzamiento estructural de viviendas autoconstruidas con sistema estructural de albañilería confinada mediante el análisis de la vulnerabilidad sísmica, Chorrillos, Lima - 2020” encontró que luego de realizar la verificación de vulnerabilidad sísmica mediante las fichas de INDECI, el 91% de viviendas encuestadas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica muy alta, 9% con vulnerabilidad sísmica alta, 0% con vulnerabilidad sísmica moderada y 0% con vulnerabilidad sísmica baja. De la misma manera en la presente tesis se realizó la misma verificación obteniendo como resultado que 24% tienen nivel muy alto, 44% tienen nivel de vulnerabilidad alto, 21% tienen nivel de vulnerabilidad moderado y 12% no presenta viviendas.

## VI. CONCLUSIONES

- Se determinó la vulnerabilidad de la vivienda para casos de sismo mediante la ficha de verificación desarrollado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), con los cuales obtuvimos los siguientes resultados. Que 24% tienen nivel de vulnerabilidad muy alto, 44% tienen vulnerabilidad alto, 21% tienen vulnerabilidad moderado y 12% no presenta viviendas.
- Al realizar el análisis sísmico de las viviendas autoconstruidas existentes (Vivienda 1 y 2 elegidas por ser las más vulnerables ante un evento sísmico de acuerdo a la verificación mediante las fichas de INDECI) se obtuvo lo siguiente. Para las dos viviendas en mención, no cumplen con los desplazamientos laterales relativos admisibles que nos brinda la norma E030. Dándonos como primer dato que nuestras estructuras existentes necesitan ser reforzadas, y que además nuestra vivienda 2 necesita realizar una ampliación de 2 niveles más, la cual tampoco cumplió con los desplazamientos permitidos.
- Después de verificar que nuestros desplazamientos superan los permitidos, se reforzó la vivienda 1 con fibra de vidrio en los tres niveles existentes; arrojándonos como resultado que tampoco cumple con los desplazamientos máximos; llegando a la conclusión que la fibra de vidrio no aporta mucha rigidez a la estructura y que necesita incrementar sus secciones o agregar otros elementos estructurales que si ayuden a rigidizar la estructura.
- Se reforzó la vivienda 2 con fibra de carbono en el primer nivel existente. Del cual obtuvimos los resultados que no cumplían con las derivas máximas permitidas por norma. Por lo que al igual que el reforzamiento en la vivienda 1 con fibra de vidrio, la fibra de carbono aporta muy poca rigidez a la estructura, a lo cual se tiene que incrementar las secciones de los elementos estructurales o agregar otros como los muros estructurales o también llamado placas que ayuden a rigidizar la estructura.
- Al verificar que nuestras viviendas evaluadas no cumplían con las derivas máximas permitidas, se procedió a realizar un predimensionamiento. En donde obtuvimos

que en la vivienda 1 necesitaban incrementar las secciones de las vigas y columnas, y por otro lado la vivienda 2 cumplía con el predimensionamiento en lo que se refiere a las columnas, pero para el tema de vigas necesitaba incrementar sus secciones.

- Se iteró en busca de cuáles eran las dimensiones de nuestros elementos estructurales (basándonos en el predimensionamiento) y se llegó a la conclusión que las edificaciones necesitaban placas de concreto armado para llegar a cumplir con los desplazamientos que nos brinda la norma E030.
  
- Al realizar la verificación del acero para las vigas existentes de la vivienda 1, se obtuvo que el eje 2-2 y 3-3 necesitaban incrementar sus secciones, dado las secciones que tenían eran insuficientes para soportar las cargas. También se verificó el acero de la vivienda 2 en la cual pudimos comprobar que nuestras vigas ubicadas en los ejes A-A, B-B, C-C, D-D (a los cuales denominamos vigas secundarias por estar en dirección paralelos a las viguetas), cumplen con el acero requerido y las que no cumplen es por un porcentaje mínimo. Por lo que se determinó que nuestras vigas secundarias no necesitan reforzamiento. Después, se realizó la verificación de las vigas ubicadas en los ejes 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6, 7-7 (a los cuales denominamos vigas principales por estar perpendicularmente a la dirección de las viguetas), y se encontró que la mayoría de vigas no cumplía con el acero requerido. Entonces se realizó una verificación con el software SIKACARBODUR de los cuales obtuvimos los siguientes resultados.

Tabla: Resumen de verificación de vigas para posible reforzamiento

No necesita reforzamiento con fibra de Carbono	Si necesita Reforzamiento con fibra de Carbono	Necesita incrementar secciones
Viga Eje1-1 entre A y B Viga Eje2-2 entre A y B Viga Eje4-4 entre C y D Viga Eje7-7 entre C y D	Viga Eje3-3 entre A y B Viga Eje2-2 entre C y D Viga Eje6-6 entre C y D	Viga Eje4-4 entre A y B Viga Eje5-5 entre A y B Viga Eje3-3 entre C y D Viga Eje5-5 entre C y D

Fuente: Elaboración propia

- También se verifico el acero de las columnas existentes las dos viviendas evaluadas. En las cuales obtuvimos que para la vivienda 1 no necesita incrementar secciones ni reforzar con fibra, ya que el acero y las secciones existentes eran suficientes para soportar las cargas, pero como hubo vigas que aumentaron sus secciones, se incrementara las secciones de las columnas ubicadas en el eje 2-2 y 3-3. Y en el que respecta a la vivienda 2 obtuvimos como resultado que la columna no necesita reforzamiento, ni aumento de secciones. Por lo que se concluye que todas columnas tienen las secciones y el acero suficiente para para soportar las cargas producidas por la estructura, pero como hubo cuatro vigas que aumentaron sus secciones, se procederá a aumentar las secciones de las columnas que están soportando dichas vigas. Estas son la columna 3C, 3D, 4A, 4B, 5A, 5B, 5C, 5D.
- Se diseñó el acero para las vigas proyectadas de la vivienda 2, de las cuales obtuvimos que, para las vigas principales requiere 2  $\emptyset$  5/8" para el acero corrido a tensión y compresión, 1  $\emptyset$  5/8" con una longitud de corte de 80 cm para el lado izquierdo y 70cm para el lado derecho. También 1  $\emptyset$  1/2" para tensión con una longitud de corte de 85 cm. Además, se calculó los aceros para las vigas secundarias dando como resultado que se necesita 2  $\emptyset$  1/2" para el acero corrido a tensión y compresión. Y 1  $\emptyset$  1/2" en forma de bastón para compresión lado izquierdo con una medida igual a 50cm y 45cm para el lado derecho. Estribo  $\emptyset$ 3/8", 1@ 0.05, 7@ 0.10, Resto @ 15 para vigas principales y Estribo  $\emptyset$ 3/8", 1@ 0.05, 7@ 0.10, Resto @ 25 para vigas secundarias.
- Se calculo acero de  $\emptyset$  5/8" y  $\emptyset$  1/2" para los elementos de núcleos de borde, acero de  $\emptyset$  3/8" a lo largo de la placa (vertical y horizontal), y un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> en lo referente al diseño de placas para la vivienda 1 y 2.
- Finalmente se realizó la comparación de los dos reforzamientos (fibra de vidrio y fibra de carbono) con el cual concluimos que la fibra de carbono rigidiza mejor a la estructura, en comparación a la fibra de vidrio. Con unos valores para "X" reforzando con fibra de vidrio igual a 90%, 94% y 95%; y reforzando con fibra de carbono igual a 61%, 83% y 90% para el nivel 1, 2, 3 respectivamente. Y para el eje "Y" obtuvimos valores reforzando con fibra de vidrio igual a 94%, 97% y 98%; y reforzando con fibra de carbono igual a 56%, 91% y 95% para el nivel 1, 2, 3 respectivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- De acuerdo al estudio de mecánica de suelos (EMS). El lugar estudiado presenta altos niveles de sales sulfatos y cloruros, por lo que se recomienda usar un cemento portland tipo V, para evitarse problemas con dichos agentes químicos y de esa manera la construcción no sufra daños.
  
- Es necesario que antes de construir los niveles adicionales para la vivienda 2 se tiene que reforzar, ya que por tener una edificación autoconstruida no cumple con los requisitos mínimos que nos brinda la norma y es muy vulnerable ante cualquier evento sísmico.
  
- Realizar charlas de concientización a la población del AA. HH. Portada de Mamacona, para que tengan presente que la autoconstrucción no es el camino correcto para construir una vivienda y que es necesario la participación de un profesional para que los pueda guiar desde un inicio hasta el final de la construcción; y de esa manera tengan un lugar seguro donde vivir ellos y su familia.

## REFERENCIAS

- Espinoza Pasato, M. F. (2018) Vulnerabilidad sísmica y refuerzo estructural con fibra de carbono (CFRP) de las unidades educativas: “Nuestra familia” y “Alberto Andrade Arizaga Brummel [Título profesional, Universidad Católica de Cuenca]. Recuperado de <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/2064>
- Navarrete Teruel, I. (2017) Procedimiento de refuerzo de estructuras de hormigón armado con materiales CFRP [Título profesional, Universidad Técnica Federico Santa María]. Recuperado de <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/23583>
- Guédez, C. A., y Salazar, V. C. (2019) Análisis del comportamiento mecánico de probetas de concreto confinadas en fibra de vidrio, al estar sometidas a tensiones de compresión [Título profesional, Universidad Católica Andrés Bello]. Recuperado de <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAU0652.pdf>
- Santa, J. A., y Chávez, L. A. (2021) Diseño de vigas reforzadas con barras GFRP empleando normativa internacional aplicable al contexto colombiano [Título profesional, Universidad de LASALLE]. Recuperado de [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/901/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/901/)
- Toapanta, J. R. (2016) Análisis de las curvas de desempeño de una viga reforzada con fibras de carbono y fibras de vidrio [Título profesional, Universidad Técnica de Ambato]. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23917>
- Alegre, G. (2017) Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado [Título profesional, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9254>
- Castro, C. R. (2019) Reforzamiento estructural con fibra de carbono como alternativa económica para aumentar la resistencia a la compresión de las columnas en la galería comercial FULLMARKET en el 2019 [Título



- profesional, Universidad Privada del Norte]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/22464>
- Calderón Chávez, G. (2020). Reforzamiento estructural de viviendas autoconstruidas con sistema estructural de albañilería confinada mediante el análisis de la vulnerabilidad sísmica, Chorrillos, Lima–2020. [Título profesional, Universidad Cesar Vallejo]. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/63341>
  - Inga M. J., y Ortiz, E. E. (2019) Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuestas de reforzamiento en viviendas de albañilería confinada de tres niveles en la asociación 13 de noviembre en Ate, 2019 [Título profesional, Universidad Cesar Vallejo]. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44699>
  - Cornejo, C. A. (2019) Comportamiento experimental de columnas cortas con refuerzo externo [Título de Magíster, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15191>.
  - Rendon, J. [LanammeUCR]. (2018). *Rehabilitación y Reforzamiento de Estructuras: Técnicas Modernas*
  - CAPECO (2018). Construyendo formalidad. Construcción e industria. Recuperado de <https://issuu.com/capeco.org/docs/rcei070818>.
  - American Concrete institute. (2008). *Guía para diseño y la construcción de sistemas de FRP adheridos externamente para fortalecer estructuras de hormigón.*
  - Ayala Galindo, J. A., & Giraldo Vargas, M. A. (2018). *Estudio del método de recrecido en concreto armado para el refuerzo de vigas y columnas de una edificación.* bogotá.
  - Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Norma técnica, estructuras E020 Cargas.*

- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2009). *Norma técnica de edificación E060 concreto armado*.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2019). *Norma técnica E 030 Diseño sismorresistente*.
- Sika. (2019). *Sika Perú*. Obtenido de Sika Perú: <https://per.sika.com/es/home.html>
- Hernández-Sampieri, R., & Torres, C. P. M. (2018). Metodología de la investigación (Vol. 4). México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana.
- Arias, F. (2017). Efectividad y eficiencia de la investigación tecnológica en la universidad. *Revista Electrónica de Ciencia y Tecnología del Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo*, 3(1), 64-83.

## ANEXOS

## **ANEXOS**

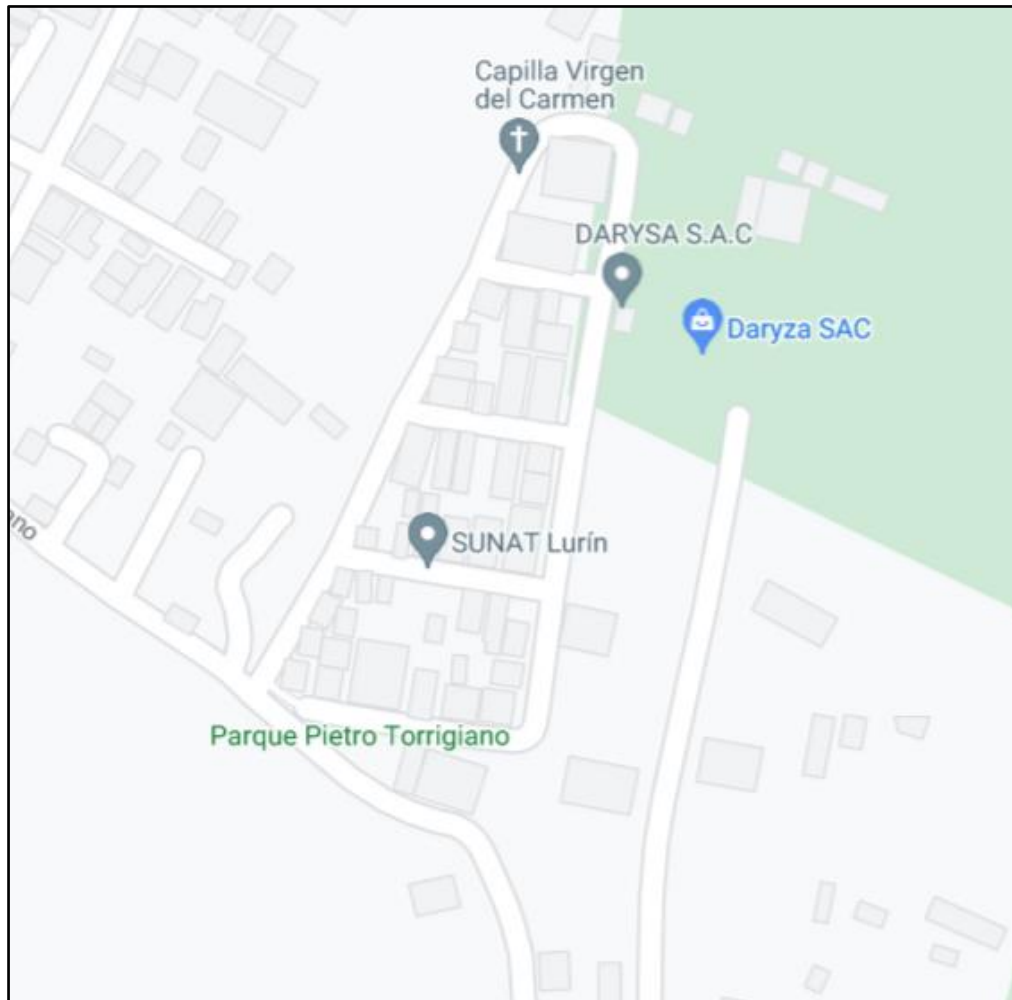
## Anexo 1: Matriz de consistencia.

<b>Análisis comparativo de fibra de Carbono y fibra de vidrio para reforzamiento en viviendas autoconstruidas en Portada de Mamacona, Lurín 2021</b>							
<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable 1</b>				
¿Cuál es el análisis comparativo de fibra de Carbono y fibra de vidrio para el reforzamiento estructural de columnas en viviendas autoconstruidas en Portada de Mamacona, Lurín 2021?	Realizar el análisis comparativo de fibra de Carbono y fibra de vidrio para el reforzamiento estructural de columnas en viviendas autoconstruidas en Portada de Mamacona, Lurín 2021.	El análisis comparativo de fibra de Carbono tendrá mejor comportamiento estructural que la fibra de vidrio en el reforzamiento de columnas en viviendas autoconstruidas en Portada de Mamacona, Lurín 2021.	Reforzamiento con Fibra de carbono	Fibra de Carbono	Especificaciones Técnicas	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada	Intervalo
				Análisis Sísmico	Desplazamientos máximos		
					Diseño de Refuerzo	Momento Flector Fuerza cortante	
<b>Problema específico</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Variable 2</b>			<b>Nivel de la investigación:</b> Descriptivo	
¿Cuál será el análisis sísmico de las viviendas autoconstruidas sin reforzamiento en Portada de Mamacona, Lurín 2021?	Realizar el análisis sísmico de viviendas autoconstruidas sin reforzamiento en Portada de Mamacona, Lurín 2021.	El análisis sísmico de viviendas autoconstruidas sin reforzamiento en Portada de Mamacona, Lurín 2021, será crítico.	Reforzamiento con Fibra de vidrio	Fibra de Vidrio	Especificaciones Técnicas	<b>Enfoque de la investigación:</b> Cuantitativo	Intervalo
¿Cuál será el análisis sísmico de las viviendas autoconstruidas empleando fibras de carbono en Portada de Mamacona, Lurín 2021?	Realizar el análisis sísmico de viviendas autoconstruidas empleando fibra de carbono en Portada de Mamacona, Lurín 2021.	El análisis sísmico de viviendas autoconstruidas empleando el reforzamiento con fibra de carbono en Portada de Mamacona, Lurín 2021, mejorará el nivel de vulnerabilidad sísmica de manera muy significativa.		Análisis Sísmico	Desplazamientos máximos		
¿Cuál será el análisis sísmico de viviendas las autoconstruidas empleando fibras de vidrio en Portada de Mamacona, Lurín 2021?	Realizar el análisis sísmico de viviendas autoconstruidas empleando fibra de vidrio en Portada de Mamacona, Lurín 2021.	El análisis sísmico de viviendas autoconstruidas empleando el reforzamiento con fibra de vidrio en Portada de Mamacona, Lurín 2021, mejorará el nivel de vulnerabilidad sísmica de manera poco significativa.		Diseño de Refuerzo	Momento Flector	<b>Muestra:</b> Dos viviendas críticas del AA.HH. La Portada de Mamacona	
				Fuerza cortante	<b>Muestreo:</b> No probabilístico		

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo A: Ubicación de la zona de evaluación

Anexo A-1: Localización del AA.HH. Asociación Agrícola Portada de Mamacona



Fuente: Google Maps

Anexo A-2: Plano de los lotes de Portada de Mamacona



Fuente: Catastro

## Anexo B: Entrevistas a pobladores para llenado de formato INDECI

Anexo B-1: Entrevista a poblador de Portada de Mamacona para formato INDECI, estudiante: Irving Guerrero



Fuente: Elaboración Propia

Anexo B-2: Entrevista a poblador de Portada de Mamacona para formato INDECI, estudiante: Jesús Cuev



Fuente: Elaboración Propia



# Anexo C: Evaluación con formato INDECI

## Anexo C-1: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz B Lt 01

Psj Los Palmeras Mz B Lote 1  
A.H. Asociación Agrícola Poblado de Mamacora

Instituto Nacional de Defensa Civil Pág. 2 de 3

Ficha N° 000001

### D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Adobe	( )		6 Adobe reforzado	( )		8 Albañilería confinada	( )		9 Concreto Armado	(X)	1
2 Quincha	( )		7 Albañilería	( )	3			2	10 Acero	( )	
3 Mampostería	( )	4									
4 Madera	( )										
5 Otros	( )										

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No	(X)	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	( )	3	4 Si, totalmente	( )	1

3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mas de 50 años	( )		2 De 20 a 49 años	( )	3	3 De 3 a 19 años	(X)	2	4 De 0 a 2 años	( )	1

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Rellenos	( )		4 Depósito de suelos finos	( )		6 Granular fino y arcilloso	( )		7 Suelos rocosos	( )	
2 Depósitos marinos	( )	4			3			2			1
3 Pantanosos, turba	( )		5 Arena de gran espesor	(X)							

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )		2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )		2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SIMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No / No Existen	(X)	4	2 Si	( )	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	(X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA															
11.1 No existen/son Precarios				11.2 Deterioro y/o humedad				11.3 Regular estado				11.4 Buen estado			
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	
1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		
2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		
3 Muros portantes	( )	4	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )	2	3 Muros portantes	( )		3 Muros portantes	( )	1	
4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		
5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Humedad	( )		4 Debilitamiento por modificaciones	( )		6 Densidad de muros inadecuada	( )		8 No aplica	(X)	0
2 Cargas laterales	( )	4	5 Debilitamiento por sobrecarga	( )	4	7 Otros.....	( )	4			
3 Colapso elementos del entorno	( )										

### E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Usar los valores máx. de cada uno de los campos de la Sección D.

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA													
Σ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
	14	23	7	1	1	1	4	1	1	0			20

### E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	X
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del Jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asístidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su Jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

**INDECI**

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas



Anexo C-2: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz B Lt 02

Psi Las Palmeras Mz B lote 2  
A.H. Asociación Agrícola Pofa de Mamacora

Ficha Nº 000001

Instituto Nacional de Defensa Civil

Pág. 2 de 3

**D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA**

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Adobe	( )	6 Adobe reforzado	( )	8 Albanilería confinada	( )	9 Concreto Armado	(X)	10 Acero	(X)
2 Quincha	( )	7 Albanilería	( )		2				1
3 Mampostería	( )		3						
4 Madera	( )								
5 Otros	( )								

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No	( )	2 Solo Construcción	( )	3 Solo diseño	( )	4 Si, totalmente	(X)		1

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Mas de 50 años	( )	2 De 20 a 49 años	( )	3 De 3 a 19 años	(X)	4 De 0 a 2 años	( )		1

4. TIPO DE SUELO									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Rellenos	( )	4 Depósito de suelos finos	( )	6 Granular fino y arcilloso	( )	7 Suelos rocosos	( )		1
2 Depósitos marinos	( )	5 Arena de gran espesor	(X)		2				
3 Pantanosos, turba	( )								

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA									
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor		
1 Mayor a 45%	( )	2 Entre 45% a 20%	( )	3 Entre 20% a 10%	( )	4 Hasta 10%	(X)		1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA									
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor		
1 Mayor a 45%	( )	2 Entre 45% a 20%	( )	3 Entre 20% a 10%	( )	4 Hasta 10%	(X)		1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA					8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION				
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Irregular	( )	2 Regular	(X)	1 Irregular	( )	4 Regular	(X)		1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA					10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...				
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No / No Existen	(X)	2 Si	( )	1 Superiores	( )	4 Inferiores	(X)		1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA									
11.1 No existen/son Precarios		11.2 Deterioro y/o humedad		11.3 Regular estado		11.4 Buen estado			
1 Cimiento	( )	1 Cimiento	( )	1 Cimiento	( )	1 Cimiento	( )		
2 Columnas	( )	2 Columnas	( )	2 Columnas	( )	2 Columnas	( )		
3 Muros portantes	( )	3 Muros portantes	( )	3 Muros portantes	( )	3 Muros portantes	( )		
4 Vigas	( )	4 Vigas	( )	4 Vigas	( )	4 Vigas	( )		
5 Techos	( )	5 Techos	( )	5 Techos	( )	5 Techos	( )		1

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Humedad	( )	4 Debilitamiento por modificaciones	( )	6 Densidad de muros inadecuada	( )	8 No aplica	(X)		0
2 Cargas laterales	( )	5 Debilitamiento por sobrecarga	( )	7 Otros	( )				
3 Colapso elementos del entorno	( )		4		4				

**E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

E.1. SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

$\sum$ 

1	1	2	3	1	1	1	4	1	0	=	17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda**

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	X
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales <b>es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser así tidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas

Anexo C-3: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz B Lt 04

Psi Las Palmeras Mz B Lt 04  
D.P. Asociación Agrícola Portada de Maimacono

Ficha Nº 000001

Instituto Nacional de Defensa Civil Pág. 2 de 3

### D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Adobe	( )	4	6 Adobe reforzado	( )	3	8 Albañilería confinada	( )	2	9 Concreto Armado	(X)	1
2 Quincha	( )		7 Albañilería	( )		10 Acero	( )				
3 Mampostería	( )										
4 Madera	( )										
5 Otros	( )										

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No	( )	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	(X)	3	4 Si, totalmente	( )	1

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mas de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	( )	3	3 De 3 a 19 años	(X)	2	4 De 0 a 2 años	( )	1

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Rellenos	( )	4	4 Depósito de suelos finos	( )	3	6 Granular fino y arcilloso	( )	2	7 Suelos rocosos	( )	1
2 Depósitos marinos	( )		5 Arena de gran espesor	(X)							
3 Pantanosos, turba	( )										

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No / No Existen	( )	4	2 Si	(X)	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	(X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA															
11.1 No existen/son Precarios				11.2 Deterioro y/o humedad				11.3 Regular estado				11.4 Buen estado			
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	
1 Cimiento	( )	4	1 Cimiento	( )	3	1 Cimiento	( )	2	1 Cimiento	( )	1				
2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	(X)					
3 Muros portantes	( )		3 Muros portantes	( )		3 Muros portantes	( )		3 Muros portantes	(X)					
4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	(X)					
5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	(X)					

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Humedad	( )	4	4 Debilitamiento por modificaciones	( )	4	6 Densidad de muros inadecuada	( )	4	8 No aplica	(X)	0
2 Cargas laterales	( )		5 Debilitamiento por sobrecarga	( )		7 Otros	( )				
3 Colapso elementos del entorno	( )										

### E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Llevar los valores más del 50% de cada uno de los campos de la Sección D

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

$\sum$ 

1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	=	16
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	=	Total	

### E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	X
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales <b>es posible</b> acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser así stidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29 INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas



Anexo C-4: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz B Lt 06

Psi las Palmas Mz B Lt 06

Ficha N° 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Adobe	( )	6	Adobe reforzado	( )	8	Albañilería confinada	( )	9	Concreto Armado	( )
2	Quincha	( )	7	Albañilería	( )	3			10	Acero	( )
3	Mampostería	( )	4			2			1		
4	Madera	( )									
5	Otros	(X)									

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	No	(X)	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	( )	3	4 Si, totalmente	( )

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Más de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	( )	3	3 De 3 a 19 años	(X)	2	4 De 0 a 2 años	( )

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Rellenos	( )	4	4 Depósito de suelos finos	( )	6	6 Granular fino y arcilloso	( )	7	7 Suelos rocosos	( )
2	Depósitos marinos	( )				3					
3	Pantanosos, turba	( )	4	5 Arena de gran espesor	(X)	2			1		

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Muy Pronunciada	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Muy Pronunciada	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)

9. JUNTAS DE DILATACION SISMIKA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	No / No Existen	( )	4	2 Si	(X)	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	(X)

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	11.1 No existen/son Precarios	( )	1	11.2 Deterioro y/o humedad	( )	1	11.3 Regular estado	( )	1	11.4 Buen estado	(X)
2	2 Columnas	( )	2	2 Columnas	( )	2	2 Columnas	( )	2	2 Columnas	( )
3	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )
4	4 Vigas	( )	4	4 Vigas	( )	4	4 Vigas	( )	4	4 Vigas	( )
5	5 Techos	( )	5	5 Techos	( )	5	5 Techos	( )	5	5 Techos	( )

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	1 Humedad	( )	4	4 Debilitamiento por modificaciones	( )	6	6 Densidad de muros inadecuada	( )	8	8 No aplica	(X)
2	2 Cargas laterales	( )	5	5 Debilitamiento por sobrecarga	( )	4	7 Otros:.....	( )			
3	3 Colapso elementos del entorno	( )									

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

Σ	4	4	2	3	1	1	1	1	1	1	1	0	=	20
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	=	Total

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Caracterís : cas del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	(X)
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales <b>es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendados son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas

Anexo C-5: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz B Lt 07

*La Yungza MzB lote 7*

Ficha Nº 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Adobe ( )		6 Adobe reforzado ( )		8 Albañilería confinada ( )		9 Concreto Armado (X)	
2 Quincha ( )	4	7 Albañilería ( )	3		2	10 Acero ( )	1
3 Mampostería ( )							
4 Madera ( )							
5 Otros ( )							

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No (X)	4	2 Solo Construcción ( )	3	3 Solo diseño ( )	3	4 Si, totalmente ( )	1

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Mas de 50 años ( )	4	2 De 20 a 49 años ( )	3	3 De 3 a 19 años ( )	2	4 De 0 a 2 años (X)	1

4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Rellenos ( )		4 Depósito de suelos finos ( )		6 Granular fino y arcilloso ( )	2	7 Suelos rocosos ( )	1
2 Depósitos marinos ( )	4						
3 Pantanosos, turba ( )		5 Arena de gran espesor (X)	3				

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% ( )	4	2 Entre 45% a 20% ( )	3	3 Entre 20% a 10% ( )	2	4 Hasta 10% (X)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA							
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% ( )	4	2 Entre 45% a 20% ( )	3	3 Entre 20% a 10% ( )	2	4 Hasta 10% (X)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Irregular ( )	4	2 Regular (X)	1	1 Irregular ( )	4	2 Regular (X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No / No Existen ( )	4	2 Si (X)	1	1 Superiores ( )	4	2 Inferiores (X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1 No existen/son Precarios				11.2 Deterioro y/o humedad			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Cimiento ( )		1 Cimiento ( )		1 Cimiento ( )		11.3 Buen estado	
2 Columnas ( )		2 Columnas ( )		2 Columnas ( )		2 Columnas ( )	
3 Muros portantes ( )	4	3 Muros portantes ( )	3	3 Muros portantes ( )	2	3 Muros portantes ( )	1
4 Vigas ( )		4 Vigas ( )		4 Vigas ( )		4 Vigas ( )	
5 Techos ( )		5 Techos ( )		5 Techos ( )		5 Techos ( )	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Humedad ( )		4 Debilitamiento por modificaciones ( )	4	6 Densidad de muros inadecuada ( )	4	8 No aplica (X)	0
2 Cargas laterales ( )		5 Debilitamiento por sobrecarga ( )		7 Otras..... ( )			
3 Colapso elementos del entorno ( )							

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA													
Σ	1	4	1	3	1	1	1	1	1	1	1	0	= 16
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	X
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

*La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del Jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser así stidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.*

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas



Anexo C-6: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz B Lt 08

Mz B Lt 08

Ficha N° 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Adobe	( )	6	Adobe reforzado	( )	8	Albañilería confinada	( )	9	Concreto Armado	( )
2	Quincha	( )	7	Albañilería	( )	3			10	Acero	( )
3	Mampostería	( )									
4	Madera	( )									
5	Otros	( )									

2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	No	(X)	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	( )	3	4 Si, totalmente	( )

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Más de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	( )	3	3 De 3 a 19 años	(X)	2	4 De 0 a 2 años	( )

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Rellenos	( )	4	2 Depósito de suelos finos	( )	3	6 Granular fino y arcilloso	( )	2	7 Suelos rocosos	( )
2	Depósitos marinos	( )									
3	Pantanosos, turba	( )									

5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1	Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)

6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1	Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)

7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)

9. JUNTAS DE DILATACIÓN SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	No / No Existen	( )	4	2 Si	(X)	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	(X)

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
11.1 No existen/son Precarios		Valor	11.2 Deterioro y/o humedad		Valor	11.3 Regular estado		Valor	11.4 Buen estado		Valor
1	Cimiento	( )	1	1 Cimiento	( )	1	1 Cimiento	( )	1	1 Cimiento	(X)
2	Columnas	( )	2	2 Columnas	( )	2	2 Columnas	( )	2	2 Columnas	( )
3	Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )
4	Vigas	( )	4	4 Vigas	( )	4	4 Vigas	( )	4	4 Vigas	( )
5	Techos	( )	5	5 Techos	( )	5	5 Techos	( )	5	5 Techos	( )

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Humedad	(X)	4	4 Debilitamiento por modificaciones	( )	6	6 Densidad de muros inadecuada	( )	8	8 No aplica:	( )
2	Cargas laterales	( )	5	5 Debilitamiento por sobrecarga	( )	7	7 Otros:	( )			
3	Colapso elementos del entorno	( )									

E.- DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCIÓN "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA											
Llevar los valores más cr. cas de cada uno de los campos de la Sección D											
Σ	4	4	3	3	1	1	1	1	1	1	4
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
											12 = Total
											25

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	X
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

*La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asístidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.*

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas

Anexo C-7: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz B Lt 09

B foto 9

Ficha N° 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Adobe ( )		6 Adobe reforzado ( )		8 Albañilería confinada ( )		9 Concreto Armado (X)		10 Acero (X)	1
2 Quincha ( )	4	7 Albañilería ( )	3		2				
3 Mampostería ( )									
4 Madera ( )									
5 Otros ( )									

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No (X)	4	2 Solo Construcción ( )	3	3 Solo diseño ( )	3	4 Si, totalmente ( )	1		

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Mas de 50 años ( )	4	2 De 20 a 49 años ( )	3	3 De 3 a 19 años ( )	2	4 De 0 a 2 años (X)	1		

4. TIPO DE SUELO									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Rellenos ( )		4 Depósito de suelos finos ( )		6 Granular fino y arenoso ( )		7 Suelos rocosos ( )			
2 Depósitos marinos ( )	4		3		2				1
3 Pantanosos, turba ( )		5 Arena de gran espesor (X)							

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Muy Pronunciada ( )	4	2 Entre 45% a 20% ( )	3	3 Entre 20% a 10% ( )	2	4 Hasta 10% (X)	1		

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Muy Pronunciada ( )	4	2 Entre 45% a 20% ( )	3	3 Entre 20% a 10% ( )	2	4 Hasta 10% (X)	1		

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA					8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION				
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Irregular ( )	4	2 Regular (X)	1	1 Irregular ( )	4	2 Regular (X)	1		

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA					10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...				
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No/No Existen ( )	4	2 Si (X)	1	1 Superiores ( )	4	2 Inferiores (X)	1		

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
11.1 No existen/son Precarios			11.2 Deterioro y/o humedad			11.3 Regular estado			11.4 Buen estado		
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Cimiento ( )		1 Cimiento ( )		1 Cimiento ( )		1 Cimiento (X)		1 Cimiento (X)		1 Cimiento (X)	
2 Columnas ( )		2 Columnas ( )		2 Columnas ( )		2 Columnas ( )		2 Columnas ( )		2 Columnas ( )	
3 Muros portantes ( )	4	3 Muros portantes ( )	3	3 Muros portantes ( )	2	3 Muros portantes ( )	1	3 Muros portantes ( )		3 Muros portantes ( )	
4 Vigas ( )		4 Vigas ( )		4 Vigas ( )		4 Vigas ( )		4 Vigas ( )		4 Vigas ( )	
5 Techos ( )		5 Techos ( )		5 Techos ( )		5 Techos ( )		5 Techos ( )		5 Techos ( )	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Humedad ( )		4 Debilitamiento por modificaciones ( )		6 Densidad de muros inadecuada ( )		8 No aplica (X)			
2 Cargas laterales ( )	4	5 Debilitamiento por sobrecarga ( )	4	7 Otros:..... ( )	4				0
3 Colapso elementos del entorno ( )									

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

$\sum$ 

1	4	1	3	1	1	1	1	1	1	1	0	=	16
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	X
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser así stidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas



Anexo C-8: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz B Lt 10

Lote 10

Ficha Nº 000001

Pág. 2 de 3

**D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA**

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Adobe	( )		6 Adobe reforzado	( )		8 Albañilería confinada	( )		9 Concreto Armado	(X)	
2 Quincha	( )	4	7 Albañilería	( )	3				10 Acero	( )	1
3 Mampostería	( )										
4 Madera	( )										
5 Otros	( )										

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No	( )	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	( )	3	4 Si, totalmente	(X)	1

3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mas de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	( )	3	3 De 3 a 19 años	(X)	2	4 De 0 a 2 años	( )	1

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Rellenos	( )		4 Depósito de suelos finos	( )		6 Granular fino y arcilloso	( )		7 Suelos rocosos	( )	
2 Depósitos marinos	( )	4	5 Arena de gran espesor	(X)	3			2			1
3 Plantanosos, turba	( )										

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No / No Existen	( )	4	2 Si	(X)	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	(X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
11.1 No existen/son Precarios		Valor	11.2 Deterioro y/o humedad		Valor	11.3 Regular estado		Valor	11.4 Buen estado		Valor
1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )	
2 Columnas	( )		2 Columnas	(X)		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )	
3 Muros portantes	( )	4	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )	2	3 Muros portantes	( )	1
4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )	
5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Humedad	( )		4 Debilitamiento por modificaciones	( )		6 Densidad de muros inadecuada	( )	4	8 No aplica	(X)	0
2 Cargas laterales	( )	4	5 Debilitamiento por sobrecarga	( )							
3 Colapso elementos del entorno	( )										

**E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos de la Sección D

**E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA**

$\sum$ 

1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	30	=	16
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	

**E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda**

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	X
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del Jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI


Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas

Anexo C-9: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz B Lt 13

Mz B Lt 13

Ficha Nº 000001

Pág. 2 de 3



Instituto Nacional de Defensa Civil

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Adobe	( )		6 Adobe reforzado	( )		8 Albañilería confinada	( )		9 Concreto Armado	(X)	
2 Quincha	( )		7 Albañilería	( )	3			2	10 Acero	( )	1
3 Mampostería	( )	4									
4 Madera	( )										
5 Otros	( )										

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No	(X)	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	( )	3	4 Si, totalmente	( )	1

3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mas de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	(X)	3	3 De 3 a 19 años	( )	2	4 De 0 a 2 años	( )	1

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Rellenos	( )		4 Depósito de suelos finos	( )		6 Granular fino y arcilloso	( )		7 Suelos rocosos	( )	
2 Depósitos malos	( )							2			
3 Pantanosos, turba	( )	4	5 Arena de gran espesor	(X)	3						1

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION				
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4
						2 Regular	(X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...				
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No / No Existen	(X)	4	2 Si	( )	1	1 Superiores	(X)	4
						2 Inferiores	( )	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
11.1 No existen/son Precarios			11.2 Deterioro y/o humedad			11.3 Regular estado			11.4 Buen estado		
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )	
2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	(X)	2	2 Columnas	( )	
3 Muros portantes	( )	4	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )		3 Muros portantes	( )	1
4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )	
5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Humedad	( )		4 Debilitamiento por modificaciones	( )		6 Densidad de muros inadecuada	( )		8 No aplica	(X)	
2 Cargas laterales	( )		5 Debilitamiento por sobrecarga	( )	4	7 Otros.....	( )	4			0
3 Colapso elementos del entorno	( )	4									

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Llevar los valores más cr. con de cada uno de los campos de la Sección D

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA											
Σ	14	3	1	1	1	1	4	2	0	=	25
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	(X)
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere <b>reforzamiento</b> en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales <b>es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud;  
 Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia;  
 Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)


FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas



Anexo C-10: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz C Lt 01


Mz C Lt 1
Ficha N° 000001

Pág. 2 de 3

**D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA**

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Adobe	( )		6 Adobe reforzado	( )		8 Albañilería confinada	( )		9 Concreto Armado	(X)	
2 Quincha	( )		7 Albañilería	( )	3			2	10 Acero	( )	1
3 Mampostería	( )	4									
4 Madera	( )										
5 Otros	( )										

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No	( )	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	(X)	3	4 Si, totalmente	( )	1

3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mas de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	( )	3	3 De 3 a 19 años	( )	2	4 De 0 a 2 años	(X)	1

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Rellenos	( )		4 Depósito de suelos finos	(X)		6 Granular fino y arcilloso	( )		7 Suelos rocosos	( )	
2 Depósitos marinos	( )	4			3			2			1
3 Pantanosos, turba	( )		5 Arena de gran espesor	( )							

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Muy Pronunciada	( )		2 Entre 45% a 20%	( )		3 Entre 20% a 10%	( )		4 Plana o Ligera	(X)	1
Mayor a 45%	( )	4						2	Hasta 10%	( )	

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Muy Pronunciada	( )		2 Entre 45% a 20%	( )		3 Entre 20% a 10%	( )		4 Plana o Ligera	(X)	1
Mayor a 45%	( )	4						2	Hasta 10%	( )	

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No / No Existen	(X)	4	2 Si	( )	1	1 Superiores	(X)	4	2 Inferiores	( )	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
11.1 No existen/son Precarios		Valor	11.2 Deterioro y/o humedad		Valor	11.3 Regular estado		Valor	11.4 Buen estado		Valor
1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	(X)	
2 Columnas	( )		2 Columnas	(X)		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )	
3 Muros portantes	( )	4	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )	2	3 Muros portantes	(X)	1
4 Vigas	( )		4 Vigas	(X)		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )	
5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	(X)	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Humedad	( )		4 Debilitamiento por modificaciones	( )		6 Densidad de muros inadecuada	( )		8 No aplica:	(X)	
2 Cargas laterales	( )	4	5 Debilitamiento por sobrecarga	( )	4	7 Otros.....	( )	4			0
3 Colapso elementos del entorno	( )										

**E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

Llevar los valores más del 40% de cada uno de los campos de la Sección D

**E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA**

$\sum$ 

13	7	3	11	1	1	4	4	3	0	=	28
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda**

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	(X)
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	


*La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser así stidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su Jurisdicción.*

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29
INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas

Anexo C-11: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz C Lt 02


Mz C Lt 02
Ficha Nº 000001

Pág. 2 de 3

**D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA**

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Adobe	( )	6	Adobe reforzado	( )	8	Albañilería confinada	( )	9	Concreto Armado	(X)
2	Quincha	( )	7	Albañilería	( )	3			10	Acero	( )
3	Mampostería	( )	4			2			1		
4	Madera	( )									
5	Otros	( )									

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	No	(X)	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	( )	3	4 Si, totalmente	( )

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Más de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	( )	3	3 De 3 a 19 años	(X)	2	4 De 0 a 2 años	( )

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Rellenos	( )	4	Depósito de suelos finos	(X)	3	6 Granular fino y arcilloso	( )	7	Suelos rocosos	( )
2	Depósitos marinos	( )				2			1		
3	Pantanosos, turba	( )	4	5 Arena de gran espesor	( )						

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1	Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1	Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	No / No Existen	(X)	4	2 Si	( )	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	(X)

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA															
11.1 No existen/son Precarios				11.2 Deterioro y/o humedad				11.3 Regular estado				11.4 Buen estado			
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	
1	Cimiento	( )	1	Cimiento	( )	1	Cimiento	( )	1	Cimiento	( )	1	Cimiento	(X)	
2	Columnas	( )	2	Columnas	( )	2	Columnas	( )	2	Columnas	( )	2	Columnas	(X)	
3	Muros portantes	( )	3	Muros portantes	( )	3	Muros portantes	( )	3	Muros portantes	( )	3	Muros portantes	(X)	
4	Vigas	( )	4	Vigas	( )	4	Vigas	( )	4	Vigas	( )	4	Vigas	(X)	
5	Techos	( )	5	Techos	( )	5	Techos	( )	5	Techos	( )	5	Techos	(X)	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Humedad	( )	4	Deblitamiento por modificaciones	( )	6	Densidad de muros inadecuada	( )	8	No aplica	(X)
2	Cargas laterales	( )	5	Deblitamiento por sobrecarga	( )	4					
3	Colapso elementos del entorno	( )									

**E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos de la Sección D

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA													
Σ	1	4	2	3	1	1	1	1	4	1	10	=	20
													Total

**E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda**

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	X
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del Jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas



Anexo C-12: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz C Lt 04

Mz C Lt 04

Ficha N° 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Adobe	( )	6	Adobe reforzado	( )	8	Albanilería confinada	( )	9	Concreto Armado	(X)
2	Quincha	( )	7	Albanilería	( )	2			10	Acero	( )
3	Mampostería	( )	4			3					
4	Madera	( )									
5	Otros	( )									

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	No	(X)	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	( )	3	4 Si, totalmente	( )

3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Más de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	( )	3	3 De 3 a 19 años	(X)	2	4 De 0 a 2 años	( )

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Rellenos	( )	4	4 Depósito de suelos finos	( )	6	Granular fino y arcilloso	( )	2	7 Suelos rocosos	( )
2	Depósitos marinos	( )									
3	Pantanosos, turba	( )	4	5 Arena de gran espesor	(X)	3					

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Muy Pronunciada	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Muy Pronunciada	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	No / No Existen	( )	4	2 Si	(X)	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	(X)

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
11.1 No existen/son Precarios		Valor	11.2 Deterioro y/o humedad		Valor	11.3 Regular estado		Valor	11.4 Buen estado		Valor
1	Cimiento	( )	1	1 Cimiento	( )	1	1 Cimiento	( )	1	1 Cimiento	( )
2	Columnas	( )	2	2 Columnas	(X)	3	2 Columnas	( )	2	2 Columnas	( )
3	Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )	4	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )
4	Vigas	( )	4	4 Vigas	( )	5	4 Vigas	( )	4	4 Vigas	( )
5	Techos	( )	5	5 Techos	( )		5 Techos	( )	5	5 Techos	( )

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Humedad	( )	4	4 Debilitamiento por modificaciones	( )	6	6 Densidad de muros inadecuada	( )	8	8 No aplica	(X)
2	Cargas laterales	( )									
3	Colapso elementos del entorno	( )	4	5 Debilitamiento por sobrecarga	( )	4	7 Otros.....	( )			

**E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

Llevar los valores más crí. cas de cada uno de los campos de la Sección D

Σ	1	4	2	3	1	1	1	1	1	1	3	0	=	19
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	=	Total

**E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda**

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	X
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.


Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas

# Anexo C-13: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz C Lt 05


Mz C Lt 05
Ficha N° 000001

Pág. 2 de 3

**D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA**

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Adobe	( )		6 Adobe reforzado	( )		8 Albañilería confinada	(✓)	2	9 Concreto Armado	( )	
2 Quincha	( )	4	7 Albañilería	( )	3				10 Acero	( )	1
3 Mampostería	( )										
4 Madera	( )										
5 Otros	( )										

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No	(✓)	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	( )	3	4 Si, totalmente	( )	1

3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mas de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	(✓)	3	3 De 3 a 19 años	( )	2	4 De 0 a 2 años	( )	1

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Rellenos	( )		4 Depósito de suelos finos	(✓)	3	6 Granular fino y arcilloso	( )		7 Suelos rocosos	( )	
2 Depósitos marinos	( )	4						2			1
3 Pantanosos, turba	( )		5 Arena de gran espesor	( )							

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(✓)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(✓)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Irregular	( )	4	2 Regular	( )	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(✓)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No / No Existen	( )	4	2 Si	(✓)	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	(✓)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
11.1 No existen/son Precarios		Valor	11.2 Deterioro y/o humedad		Valor	11.3 Regular estado		Valor	11.4 Buen estado		Valor
1 Cimiento	( )		1 Cimiento	(✓)		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )	
2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )	
3 Muros portantes	(✓)	4	3 Muros portantes	(✓)	3	3 Muros portantes	( )	2	3 Muros portantes	( )	1
4 Vigas	(✓)		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )	
5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Humedad	(✓)	4	4 Debilitamiento por modificaciones	( )	4	6 Densidad de muros inadecuada	( )	4	8 No aplica:	( )	0
2 Cargas laterales	( )		5 Debilitamiento por sobrecarga	( )		7 Otros:	( )				
3 Colapso elementos del entorno	( )										

**E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos de la Sección D.

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA												
Σ	2	4	3	3	1	1	1	1	1	4	4	= 26
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 = Total

**E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda**

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	X
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.


Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29
INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas



Anexo C-14: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz C Lt 6


Mz C Lt 6
Ficha N° 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características			Valor	Características			Valor	Características			Valor
1	Adobe	( )		6	Adobe reforzado	( )		8	Albañilería confinada	( )	
2	Quincha	( )		7	Albañilería	( )	3	2	9	Concreto Armado	( )
3	Mampostería	( )	4						10	Acero	( )
4	Madera	( )									1
5	Otros	( )									

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características			Valor	Características			Valor	Características			Valor
1	No	( )	4	2	Solo Construcción	( )	3	3	Solo diseño	( )	3
								4	Si, totalmente	( )	1

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION											
Características			Valor	Características			Valor	Características			Valor
1	Más de 50 años	( )	4	2	De 20 a 49 años	( )	3	3	De 3 a 19 años	( )	2
								4	De 0 a 2 años	( )	1

4. TIPO DE SUELO											
Características			Valor	Características			Valor	Características			Valor
1	Rellenos	( )		4	Depósito de suelos finos	( )	3	6	Granular fino y arcilloso	( )	2
2	Depósitos marinos	( )							7	Suelos rocosos	( )
3	Pantanosos, turba	( )	4	5	Arena de gran espesor	( )	3				1

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Muy Pronunciada			Valor	Pronunciada			Valor	Moderada			Valor
1	Mayor a 45%	( )	4	2	Entre 45% a 20%	( )	3	3	Entre 20% a 10%	( )	2
								4	Hasta 10%	( )	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Muy Pronunciada			Valor	Pronunciada			Valor	Moderada			Valor
1	Mayor a 45%	( )	4	2	Entre 45% a 20%	( )	3	3	Entre 20% a 10%	( )	2
								4	Hasta 10%	( )	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION							
Características		Valor	Características	Características		Valor	Características				
1	Irregular	( )	4	2	Regular	( )	1	1	Irregular	( )	4
								2	Regular	( )	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...							
Características		Valor	Características	Características		Valor	Características				
1	No / No Existen	( )	4	2	Si	( )	1	1	Superiores	( )	4
								2	Inferiores	( )	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
11.1 No existen/son Precarios			Valor	11.2 Deterioro y/o humedad			Valor	11.3 Regular estado			Valor
1	Cimiento	( )		1	Cimiento	( )		1	Cimiento	( )	
2	Columnas	( )		2	Columnas	( )		2	Columnas	( )	
3	Muros portantes	( )	4	3	Muros portantes	( )	3	3	Muros portantes	( )	2
4	Vigas	( )		4	Vigas	( )		4	Vigas	( )	
5	Techos	( )		5	Techos	( )		5	Techos	( )	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características			Valor	Características			Valor	Características			Valor
1	Humedad	( )	4	4	Debilitamiento por modificaciones	( )	4	6	Densidad de muros inadecuada	( )	4
2	Cargas laterales	( )						7	Otros	( )	
3	Colapso elementos del entorno	( )						8	No aplica	( )	0

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Usar los valores más altos de cada uno de los campos de la Sección D

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA														
Σ	1	4	2	3	1	1	1	1	4	1	3	4	=	26
														Total

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	X
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	<b>Requiere reforzamiento</b> en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales <b>es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	


La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asístidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29
INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas

Anexo C-15: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz C Lt 07


Mc
Ficha N° 000001

Pág. 2 de 3

**D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA**

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Adobe	( )		6 Adobe reforzado	( )		8 Albañilería confinada	( )		9 Concreto Armado	( )	
2 Quincha	( )		7 Albañilería	( )	3				10 Acero	( )	1
3 Mampostería	( )										
4 Madera	(X)	4						2			
5 Otros	( )										

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No	( )		2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	(X)	3	4 Si, totalmente	( )	1

3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mas de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	(X)	3	3 De 3 a 19 años	( )	2	4 De 0 a 2 años	( )	1

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Rellenos	( )		4 Depósito de suelos finos	(X)	3	6 Granular fino y arcilloso	( )		7 Suelos rocosos	( )	
2 Depósitos marinos	( )										
3 Pantanosos, turba	( )	4	5 Arena de gran espesor	( )				2			1

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No / No Existen	( )	4	2 Si	( )	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	(X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
11.1 No existen/son Precarios		Valor	11.2 Deterioro y/o humedad		Valor	11.3 Regular estado		Valor	11.4 Buen estado		Valor
1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	(X)	2	1 Cimiento	( )	
2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	(X)		2 Columnas	( )	
3 Muros portantes	( )	4	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	(X)		3 Muros portantes	( )	1
4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	(X)		4 Vigas	( )	
5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	(X)		5 Techos	( )	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Humedad	( )		4 Debilitamiento por modificaciones	( )	4	6 Densidad de muros inadecuada	( )	4	8 No aplica	(X)	0
2 Cargas laterales	( )		5 Debilitamiento por sobrecarga	( )		7 Otros	( )				
3 Colapso elementos del entorno	( )	4									

**E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

Llevar los valores más cr. con de cada uno de los campos de la Sección D.

<b>E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA</b>													
Σ	4	3	3	1	1	1	1	1	1	2	0	=	21
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total

**E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda**

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	X
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales <b>es</b> posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asístidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)


FV-001INDECI-2010.03.29 INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas





Anexo C-17: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz C Lt 09



Mz C Lt 09

Ficha Nº 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Adobe	( )		6 Adobe reforzado	( )		8 Albañilería confinada	( )		9 Concreto Armado	(X)	
2 Quincha	( )		7 Albañilería	( )	3			2	10 Acero	( )	1
3 Mampostería	( )	4									
4 Madera	( )										
5 Otros	( )										

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No	( )	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	(X)	3	4 Si, totalmente	( )	1

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mas de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	( )	3	3 De 3 a 19 años	(X)	2	4 De 0 a 2 años	( )	1

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Rellenos	( )		4 Depósito de suelos finos	(X)		6 Granular fino y arcilloso	( )		7 Suelos rocosos	( )	
2 Depósitos marinos	( )	4	5 Arena de gran espesor	( )	3			2			1
3 Pantanosos, turba	( )										

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION				
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4
						2 Regular	(X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SIMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...				
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No / No Existen	(X)	4	2 Si	( )	1	1 Superiores	( )	4
						2 Inferiores	(X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
11.1 No existen/son Precarios			11.2 Deterioro y/o humedad			11.3 Regular estado			11.4 Buen estado		
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Cimiento	( )		1 Cimiento	(X)		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )	
2 Columnas	( )		2 Columnas	( )	3	2 Columnas	( )		2 Columnas	( )	
3 Muros portantes	( )	4	3 Muros portantes	( )		3 Muros portantes	( )	2	3 Muros portantes	( )	1
4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )	
5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Humedad	(X)	4	4 Debilitamiento por modificaciones	( )	4	6 Densidad de muros inadecuada	( )	4	8 No aplica	( )	0
2 Cargas laterales	( )		5 Debilitamiento por sobrecarga	( )		7 Otros	( )				
3 Colapso elementos del entorno	( )										

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Llenar los valores más allá de cada uno de los campos de la Sección D

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCIÓN "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 = Total
13	23	11	11	4	1	3	4				28

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	X
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)


FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas



# Anexo C-18: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz C Lt 10


Mz C Lt 10
Ficha Nº 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Adobe ( )	( )	6 Adobe reforzado ( )	( )	8 Albañilería confinada ( )	( )	9 Concreto Armado (X)	( )
2 Quincha ( )	( )	7 Albañilería ( )	( )			10 Acero ( )	( )
3 Mampostería ( )	4		3		2		1
4 Madera ( )	( )						
5 Otros ( )	( )						

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No (X)	4	2 Solo Construcción ( )	3	3 Solo diseño ( )	3	4 Si, totalmente ( )	1

3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Mas de 50 años ( )	4	2 De 20 a 49 años (X)	3	3 De 3 a 19 años ( )	2	4 De 0 a 2 años ( )	1

4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Rellenos ( )	( )	4 Depósito de suelos finos (X)	( )	6 Granular fino y arcilloso ( )	( )	7 Suelos rocosos ( )	( )
2 Depósitos marinos ( )	( )	5 Arena de gran espesor ( )	3		2		1
3 Pantanosos, turba ( )	4						

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Muy Pronunciada ( )	( )	2 Entre 45% a 20% ( )	3	3 Entre 20% a 10% ( )	2*	4 Hasta 10% (X)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Muy Pronunciada ( )	4	2 Entre 45% a 20% ( )	3	3 Entre 20% a 10% ( )	2	4 Hasta 10% (X)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Irregular ( )	4	2 Regular (X)	1	1 Irregular ( )	4	2 Regular (X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No / No Existen (X)	4	2 Si ( )	1	1 Superiores ( )	4	2 Inferiores (X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1 No existen/son Precarios		11.2 Deterioro y/o humedad		11.3 Regular estado		11.4 Buen estado	
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Cimiento ( )	( )	1 Cimiento ( )	( )	1 Cimiento (X)	( )	1 Cimiento ( )	( )
2 Columnas ( )	( )	2 Columnas ( )	( )	2 Columnas (X)	( )	2 Columnas ( )	( )
3 Muros portantes ( )	4	3 Muros portantes ( )	3	3 Muros portantes ( )	2	3 Muros portantes ( )	1
4 Vigas ( )	( )	4 Vigas ( )	( )	4 Vigas ( )	( )	4 Vigas ( )	( )
5 Techos ( )	( )	5 Techos ( )	( )	5 Techos ( )	( )	5 Techos ( )	( )

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Humedad (X)	4	4 Debilitamiento por modificaciones ( )	( )	6 Densidad de muros inadecuada ( )	( )	8 No aplica ( )	( )
2 Cargas laterales ( )	( )	5 Debilitamiento por sobrecarga ( )	4	7 Otros:..... ( )	4		0
3 Colapso elementos del entorno ( )	( )						

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Llevar los valores más crí. cas de cada uno de los campos de la Sección D

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA													
Σ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
	1	4	3	3	1	1	1	1	4	1	2	4	= 26

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Caracterís. cas del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	X
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	


La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del Jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29
INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas

Anexo C-19: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz D Lt 01


Mz D Lt 01
Ficha Nº 000001

Pág. 2 de 3

**D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA**

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Adobe	( )		6 Adobe reforzado	( )		8 Albañilería confinada	( )		9 Concreto Armado	(X)	
2 Quincha	( )		7 Albañilería	( )	3			2	10 Acero	( )	1
3 Mampostería	( )	4									
4 Madera	( )										
5 Otros	( )										

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No	( )	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	(X)	3	4 Si, totalmente	( )	1

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mas de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	(X)	3	3 De 3 a 19 años	(X)	2	4 De 0 a 2 años	( )	1

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Rellenos	( )		4 Depósito de suelos finos	(X)		6 Granular fino y arcilloso	( )		7 Suelos rocosos	( )	
2 Depósitos marinos	( )	4	5 Arena de gran espesor	( )	3			2			1
3 Pantanosos, turba	( )										

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No / No Existen	( )	4	2 Si	(X)	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	(X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
11.1 No existen/son Precarios		Valor	11.2 Deterioro y/o humedad		Valor	11.3 Regular estado		Valor	11.4 Buen estado		Valor
1 Cimiento	( )		1 Cimiento	(X)		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )	
2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )	
3 Muros portantes	( )	4	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )	2	3 Muros portantes	( )	1
4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )	
5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Humedad	(X)		4 Debilitamiento por modificaciones	( )		6 Densidad de muros inadecuada	( )		8 No aplica:	(X)	
2 Cargas laterales	( )	4	5 Debilitamiento por sobrecarga	( )	4	7 Otros:.....	( )	4			0
3 Colapso elementos del entomo	( )										

**E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

Llevar los valores más altos de cada uno de los campos de la Sección D

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA													
Σ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
	13	2	3	1	1	1	1	1	1	3	0		= 18

**E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda**

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	X
MODERADO	Entre 15 a 17	<b>Requiere reforzamiento</b> en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales <b>es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser así stidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29


INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas



Anexo C-20: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz D Lt 02

1420 60to 2



Ficha N° 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor		
1 Adobe ( )		6 Adobe reforzado ( )		8 Albañilería confinada ( )		9 Concreto Armado (X)			
2 Quincha ( )	4	7 Albañilería ( )	3			10 Acero ( )	1		
3 Mampostería ( )									
4 Madera ( )									
5 Otros ( )									

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor		
1 No (X)	4	2 Solo Construcción ( )	3	3 Solo diseño ( )	3	4 Si, totalmente ( )	1		

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor		
1 Mas de 50 años ( )	4	2 De 20 a 49 años ( )	3	3 De 3 a 19 años (X)	2	4 De 0 a 2 años ( )	1		

4. TIPO DE SUELO									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor		
1 Rellenos ( )		4 Depósito de suelos finos (X)		6 Granular fino y arcilloso ( )		7 Suelos rocosos ( )			
2 Depósitos marinos ( )	4	5 Arena de gran espesor ( )	3		2		1		
3 Pantanosos, turba ( )									

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA									
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor		
1 Mayor a 45% ( )	4	2 Entre 45% a 20% ( )	3	3 Entre 20% a 10% ( )	2	4 Hasta 10% (X)	1		

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA									
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor		
1 Mayor a 45% ( )	4	2 Entre 45% a 20% ( )	3	3 Entre 20% a 10% ( )	2	4 Hasta 10% (X)	1		

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA					8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION				
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor		
1 Irregular ( )	4	2 Regular (X)	1	1 Irregular ( )	4	2 Regular (X)	1		

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA					10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...				
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor		
1 No / No Existen (X)	4	2 Si ( )	1	1 Superiores ( )	4	2 Inferiores (X)	1		

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA									
11.1 No existen / son Precarios					11.2 Deterioro y/o humedad				
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor		
1 Cimiento ( )		1 Cimiento ( )		1 Cimiento (X)		1 Cimiento ( )			
2 Columnas ( )		2 Columnas ( )		2 Columnas (X)		2 Columnas ( )			
3 Muros portantes ( )	4	3 Muros portantes ( )	3	3 Muros portantes (X)	2	3 Muros portantes ( )	1		
4 Vigas ( )		4 Vigas ( )		4 Vigas (X)		4 Vigas ( )			
5 Techos ( )		5 Techos ( )		5 Techos (X)		5 Techos ( )			

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor		
1 Humedad ( )		4 Debilitamiento por modificaciones ( )	4	6 Densidad de muros inadecuada ( )	4	8 No aplica (X)			
2 Cargas laterales ( )		5 Debilitamiento por sobrecarga ( )		7 Otros:..... ( )			0		
3 Colapso elementos del entorno ( )	4								

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Usar los valores más cit. con el código uno de los campos de la Sección D

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

Σ	14	2	3	1	1	1	1	4	1	20	=	21
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 = Total


E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Caracterís' cas del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	X
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales <b>es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	

*La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del Jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser así stidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.*

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29



Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas

Anexo C-21: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz D Lt 03

Mz D Lt 03

Ficha Nº 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Adobe	( )		6 Adobe reforzado	( )		8 Albañilería confinada	( )		9 Concreto Armado	( )	
2 Quincha	( )	4	7 Albañilería	( )	3			2	10 Acero	( )	1
3 Mampostería	( )										
4 Madera	( )										
5 Otros	(X)										

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No	(X)	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	( )	3	4 Si, totalmente	( )	1

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mas de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	( )	3	3 De 3 a 19 años	(X)	2	4 De 0 a 2 años	( )	1

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Rellenos	( )		4 Depósito de suelos finos	( )		6 Granular fino y arcilloso	( )		7 Suelos rocosos	( )	
2 Depósitos marinos	( )	4	5 Arena de gran espesor	(X)	3			2			1
3 Pantanosos, turba	( )										

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Muy Pronunciada	( )		2 Entre 45% a 20%	( )		3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Muy Pronunciada	( )		2 Entre 45% a 20%	( )		3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No / No Existen	( )	4	2 Si	(X)	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	(X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
11.1 No existen/son Precarios	( )		11.2 Deterioro y/o humedad	( )		11.3 Regular estado	( )		11.4 Buen estado	(X)	
1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	(X)	
2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )	
3 Muros portantes	( )	4	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )	2	3 Muros portantes	( )	1
4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )	
5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Humedad	( )		4 Debilitamiento por modificaciones	( )		6 Densidad de muros inadecuada	( )	4	8 No aplica	(X)	
2 Cargas laterales	( )	4	5 Debilitamiento por sobrecarga	( )	4	7 Otros: .....	( )				0

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

$\Sigma$ 

4	4	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	=	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	n		Total

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO</b> es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	X
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

*La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del Jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asístidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.*

Mayor información en [www.indeci.gov.pe](http://www.indeci.gov.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas



Anexo C-22: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz D Lt 04

Mz D Lt 04

Ficha Nº 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Adobe	( )	6	Adobe reforzado	( )	8	Albañilería confinada	( )	9	Concreto Armado	(X)
2	Quincha	( )	7	Albañilería	( )	3			10	Acero	( )
3	Mampostería	( )	4			2					1
4	Madera	( )									
5	Otros	( )									

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	No	(X)	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	( )	3	4 SI, totalmente	( )
											1

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Mas de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	( )	3	3 De 3 a 19 años	(X)	2	4 De 0 a 2 años	( )
											1

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Rellenos	( )	4	Depósito de suelos finos	( )	3	6 Granular fino y arcilloso	( )	2	7 Suelos rocosos	( )
2	Depósitos marinos	( )	4			3					1
3	Pantanosos, turba	( )									

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Muy Pronunciada	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)
											1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Muy Pronunciada	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)
											1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)
											1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	No / No Existen	( )	4	2 Si	(X)	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	( )
											1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	11.1 No existen/son Precarios	( )	4	11.2 Deterioro y/o humedad	( )	3	11.3 Regular estado	(X)	2	11.4 Buen estado	(X)
2	Cimiento	( )	1	Cimiento	( )	1	Cimiento	(X)	1	Cimiento	( )
3	Muros portantes	( )	4	Muros portantes	( )	3	Muros portantes	(X)	2	Muros portantes	( )
4	Vigas	( )	4	Vigas	( )	4	Vigas	(X)	4	Vigas	( )
5	Techos	( )	5	Techos	( )	5	Techos	(X)	5	Techos	( )

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1	Humedad	( )	4	Deblitamiento por modificaciones	( )	6	Densidad de muros inadecuada	( )	8	No aplica	(X)
3	Colapso elementos del entorno	( )	4	Deblitamiento por sobrecarga	( )	4	Otros.....	( )			0

**E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos de la Sección D

**E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA**

$\sum$  1 4 2 3 1 1 1 1 1 1 4 2 0 = 21

Total

**E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda**

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	X
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

**INDECI**

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas

Anexo C-23: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz D Lt 05

M20 Fotos

Ficha Nº 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor				
1 Adobe ( )		6 Adobe reforzado ( )		8 Albañilería confinada ( )		9 Concreto Armado (X)					
2 Quincha ( )		7 Albañilería ( )	3			10 Acero ( )	1				
3 Mampostería ( )	4				2						
4 Madera ( )											
5 Otros ( )											

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No (X)	4	2 Solo Construcción ( )	3	3 Solo diseño ( )	3	4 Si, totalmente ( )	1

3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Mas de 50 años ( )	4	2 De 20 a 49 años ( )	3	3 De 3 a 19 años (X)	2	4 De 0 a 2 años ( )	1

4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Rellenos ( )		4 Depósito de suelos finos ( )		6 Granular fino y arcilloso ( )		7 Suelos rocosos ( )	
2 Depósitos marinos ( )	4	5 Arena de gran espesor (X)	3		2		1
3 Pantanosos, turba ( )							

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% ( )	4	2 Entre 45% a 20% ( )	3	3 Entre 20% a 10% ( )	2	4 Hasta 10% (X)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA							
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% ( )	4	2 Entre 45% a 20% ( )	3	3 Entre 20% a 10% ( )	2	4 Hasta 10% (X)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Irregular ( )	4	2 Regular (X)	1	1 Irregular ( )	4	2 Regular (X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No/No Existen ( )	4	2 Si (X)	1	1 Superiores ( )	4	2 Inferiores (X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1 No existen/son Precarios		11.2 Deterioro y/o humedad		11.3 Regular estado		11.4 Buen estado	
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Cimiento ( )		1 Cimiento ( )		1 Cimiento ( )		1 Cimiento (X)	
2 Columnas ( )		2 Columnas ( )		2 Columnas ( )		2 Columnas (X)	
3 Muros portantes ( )	4	3 Muros portantes ( )	3	3 Muros portantes ( )	2	3 Muros portantes ( )	1
4 Vigas ( )		4 Vigas ( )		4 Vigas ( )		4 Vigas ( )	
5 Techos ( )		5 Techos ( )		5 Techos ( )		5 Techos (X)	

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Humedad ( )		4 Debilitamiento por modificaciones ( )	4	6 Densidad de muros inadecuada ( )	4	8 No aplica (X)	0
2 Cargas laterales ( )		5 Debilitamiento por sobrecarga ( )		7 Otros:..... ( )			
3 Colapso elementos del entorno ( )	4						

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Llevar los valores más cr. cos de cada uno de los campos de la Sección D

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

Σ 14 23 11 11 11 11 10 = 17

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 = Total

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	<b>Requiere reforzamiento</b> en potencial Zona de Seguridad Interna.	X
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales <b>es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	

*La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser así stidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.*

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas










Anexo C-26: Evaluación INDECI de vivienda ubicada en Mz E Lt 02



Mz E Lt 02

Ficha N° 000001

Pág. 2 de 3

D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Adobe	( )		6 Adobe reforzado	( )		8 Albañilería confinada	( )		9 Concreto Armado	(X)	
2 Quincha	( )		7 Albañilería	( )	3				10 Acero	( )	1
3 Mampostería	( )	4						2			
4 Madera	( )										
5 Otros	( )										

2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No	(X)	4	2 Solo Construcción	( )	3	3 Solo diseño	( )	3	4 Si, totalmente	( )	1

3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Mas de 50 años	( )	4	2 De 20 a 49 años	( )	3	3 De 3 a 19 años	(X)	2	4 De 0 a 2 años	( )	1

4. TIPO DE SUELO											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Rellenos	( )		4 Depósito de suelos finos	(X)		6 Granular fino y arcilloso	( )		7 Suelos rocosos	( )	
2 Depósitos marinos	( )	4			3			2			1
3 Pantanosos, turba	( )		5 Arena de gran espesor	( )							

5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA											
Muy Pronunciada		Valor	Pronunciada		Valor	Moderada		Valor	Plana o Ligera		Valor
1 Mayor a 45%	( )	4	2 Entre 45% a 20%	( )	3	3 Entre 20% a 10%	( )	2	4 Hasta 10%	(X)	1

7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA						8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1	1 Irregular	( )	4	2 Regular	(X)	1

9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...					
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 No / No Existen	( )	4	2 Si	(X)	1	1 Superiores	( )	4	2 Inferiores	(X)	1

11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA															
11.1 No existen/son Precarios				11.2 Deterioro y/o humedad				11.3 Regular estado				11.4 Buen estado			
1 Cimiento	( )		1 Cimiento	(X)		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		1 Cimiento	( )		
2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		2 Columnas	( )		
3 Muros portantes	( )	4	3 Muros portantes	( )	3	3 Muros portantes	( )	2	3 Muros portantes	( )	1	3 Muros portantes	( )		
4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		4 Vigas	( )		
5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		5 Techos	( )		

12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...											
Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor	Características		Valor
1 Humedad	( )		4 Debilitamiento por modificaciones	( )	4	6 Densidad de muros inadecuada	( )	4	8 No aplica	(X)	0
2 Cargas laterales	( )	4	5 Debilitamiento por sobrecarga	( )		7 Otros.....	( )				
3 Colapso elementos del entorno	( )										

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

Σ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	=	Total
	4	4	3	1	1	1	1	1	3	0	=	19		

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	(X)
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

FV-001INDECI-2010.03.29

INDECI

Fuente: INDECI - Llenado mediante encuestas

## Anexo D: Viviendas Críticas a Evaluar

Anexo D-1: Vivienda crítica número 2 a reforzar



Fuente: Elaboración propia

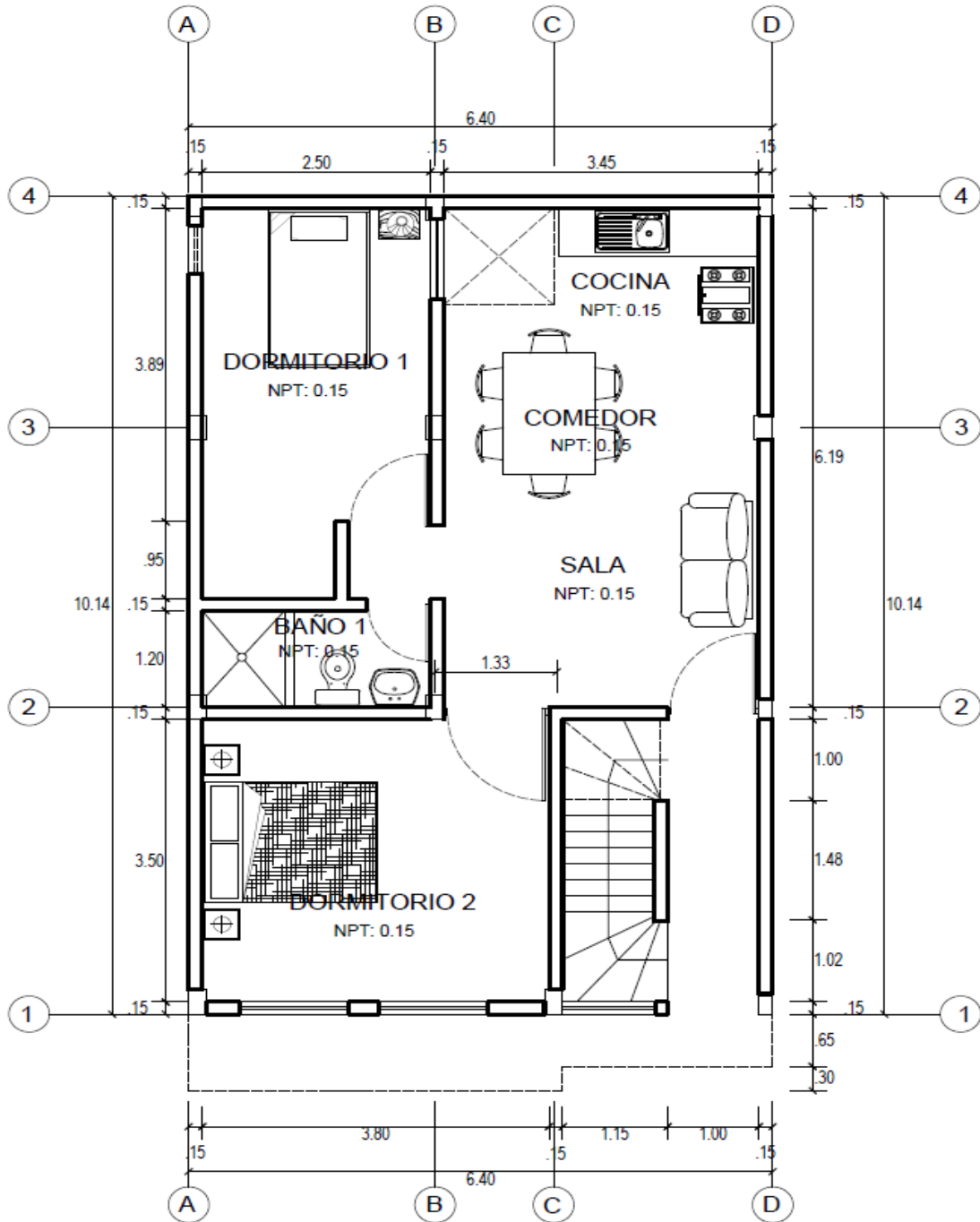
Anexo D-2: Vivienda crítica número 2 a reforzar



Fuente: Elaboración propia

## Anexo E: Plano de viviendas Críticas - Existentes

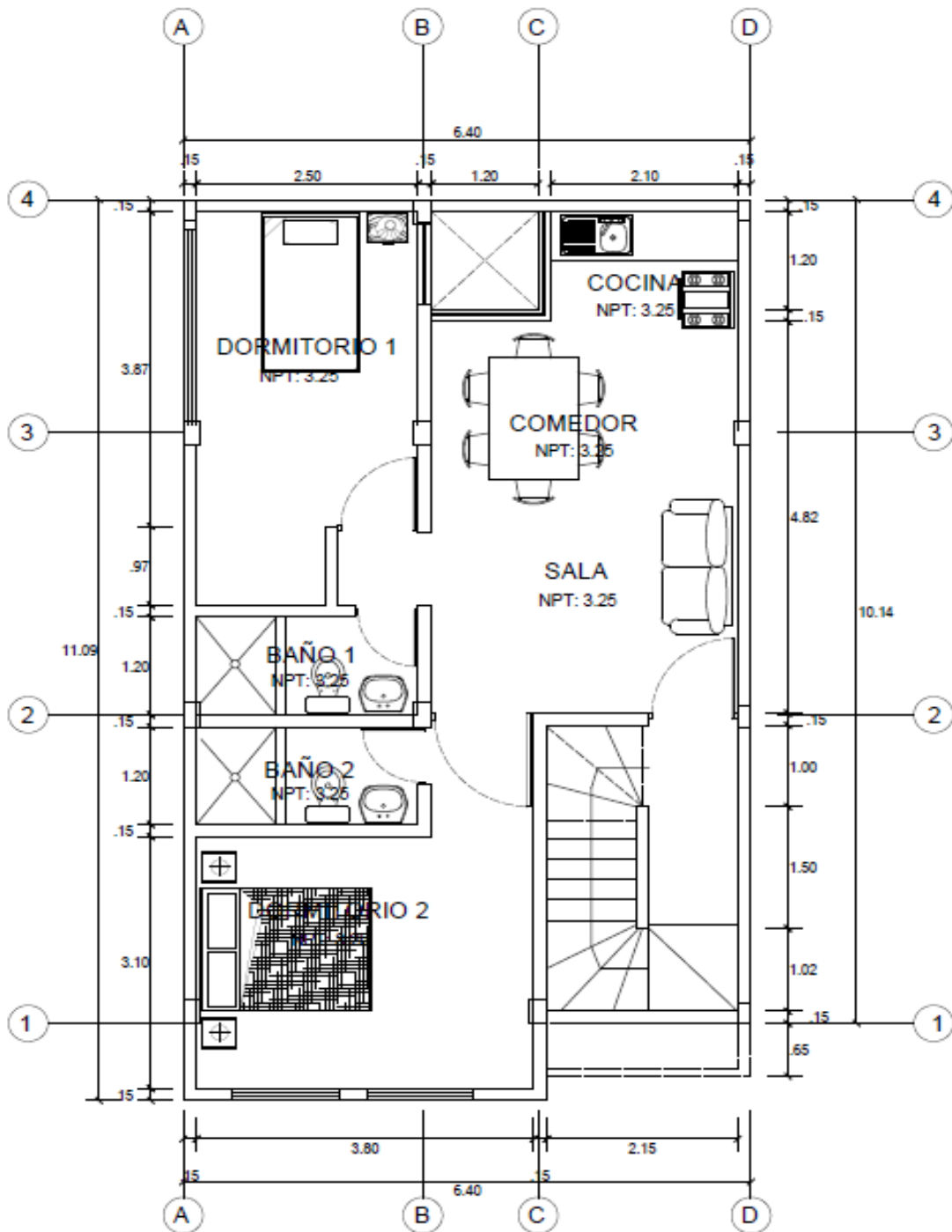
### Anexo E-1: Vivienda crítica número 1 a reforzar – Primer Nivel - Existente



# PRIMER NIVEL

Fuente: Elaboración propia

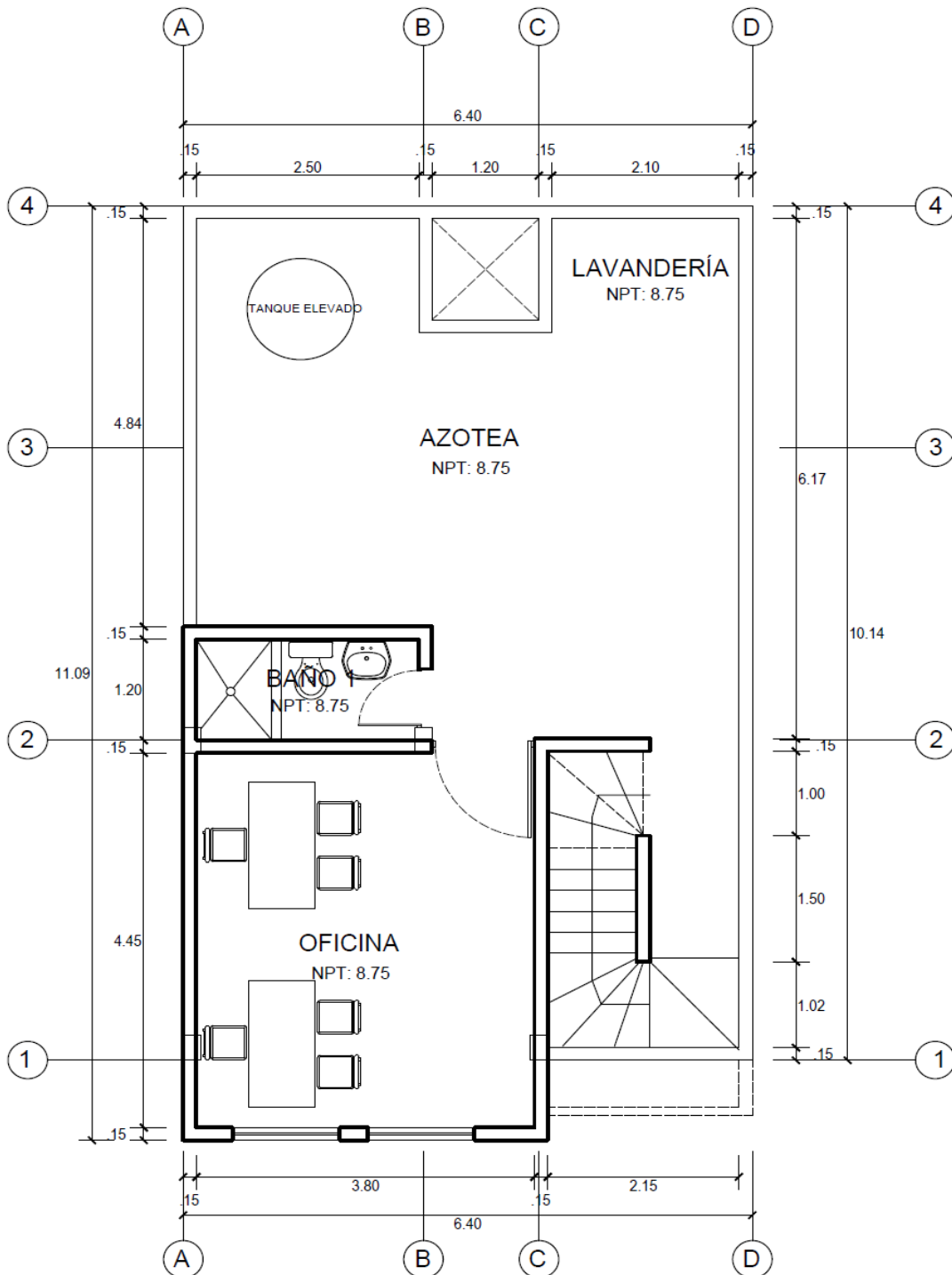
Anexo E-2: Vivienda crítica número 1 a reforzar – Segundo y tercer Nivel-  
Existente



## 2DO Y 3ER NIVEL

Fuente: Elaboración propia

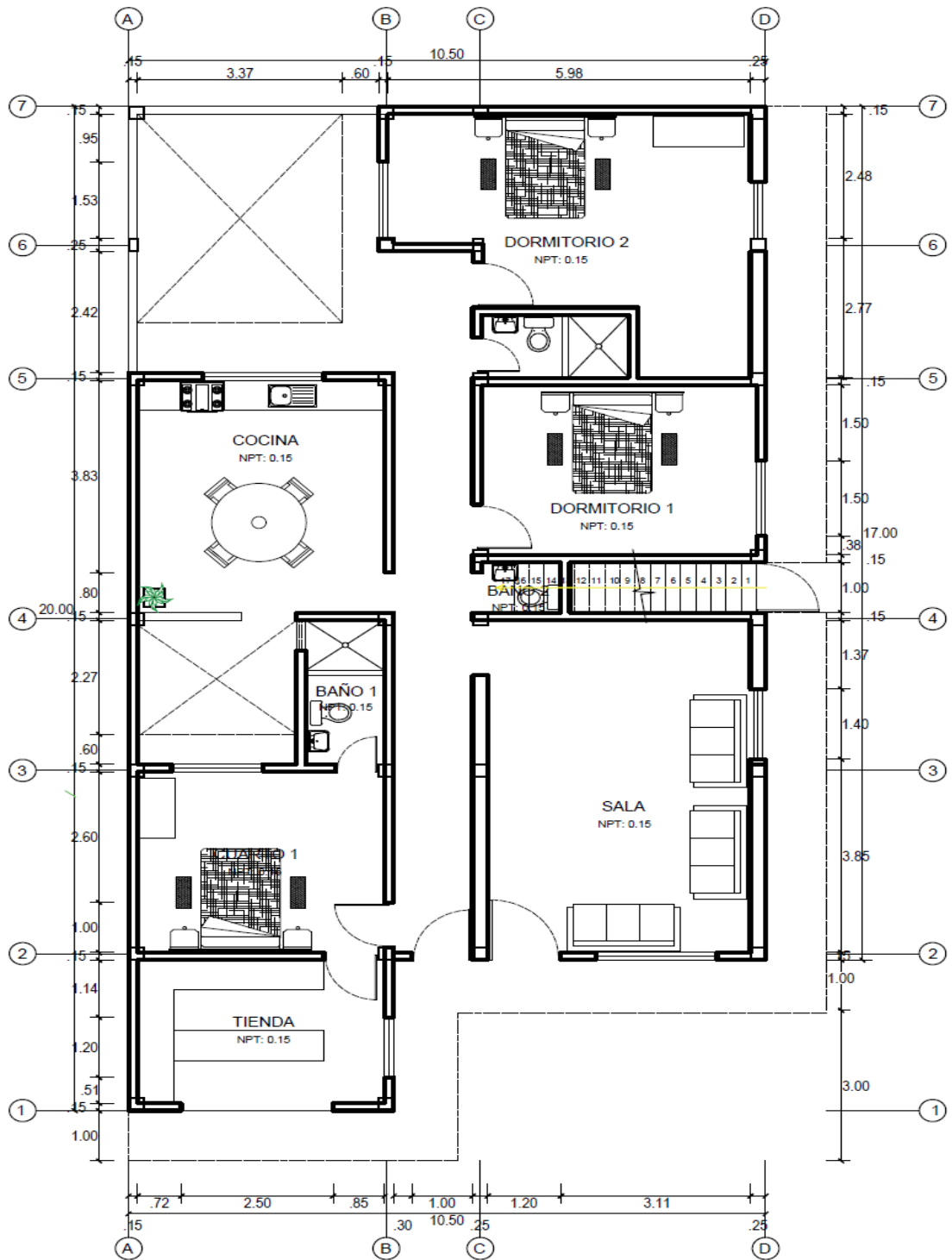
Anexo E-3: Vivienda crítica número 1 a reforzar – Azotea - Existente



# AZOTEA

Fuente: Elaboración propia

Anexo E-4: Vivienda crítica 2 – Plano de arquitectura – Existente

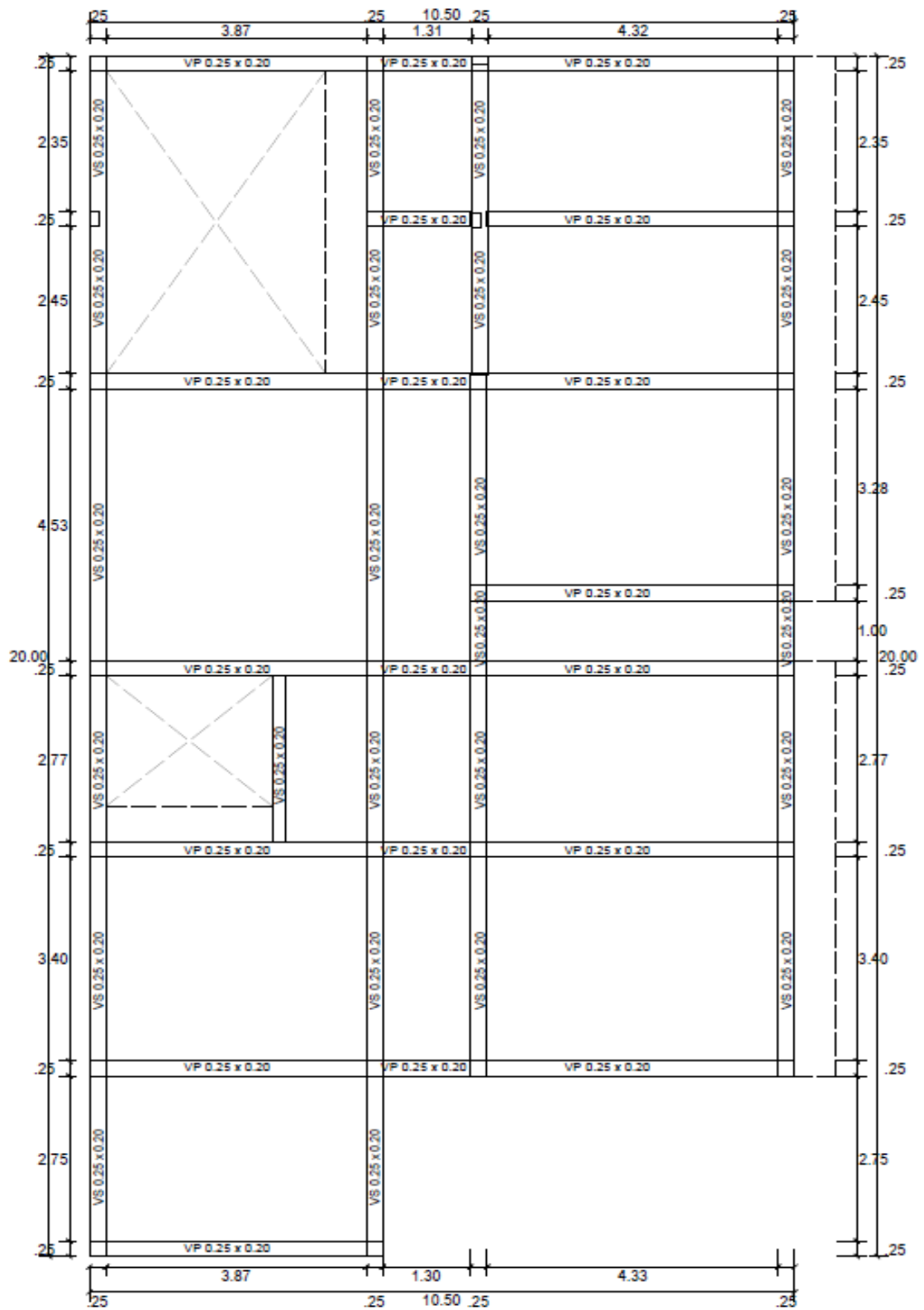


PRIMER NIVEL

Fuente: Elaboración propia



Anexo E-5: Vivienda crítica 2 – Plano de estructuras



Fuente: Elaboración propia obtenido del software AUTOCA

## Anexo F: Calicatas

### Anexo F-1: Excavación de calicata C-1



Fuente: Elaboración propia

### Anexo F-2: Excavación de calicata C-2



Fuente: Elaboración propia



### Anexo F-3: Excavación de calicata C-3



Fuente: Elaboración propia

### Anexo F-4: Excavación de calicata C-4



Fuente: Elaboración propia

## Anexo G: Estudio de Mecánica de Suelo (EMS)

### Anexo G-1: Laboratorio – Jesús Cueva



Fuente: Elaboración propia

### Anexo G-2: Laboratorio – Irving Guerrero



Fuente: Elaboración propia



## Anexo G-3: Certificados de calibración – Corte Directo



**CALIBRATEC S.A.C.**  
LABORATORIO DE METROLOGIA

**CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF -003 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	042-2021
<b>2. Solicitante</b>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. - INGENIOCONTROL S.A.C.
<b>3. Dirección</b>	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
<b>4. Equipo</b>	<b>CORTE DIRECTO</b>
<b>Capacidad</b>	300 kgf
<b>Marca</b>	SHAOXING RONA MEASURING & CONTROL TECHNOLOGY Co. Ltd.
<b>Modelo</b>	ZJ-1D
<b>Número de Serie</b>	201101-1
<b>Clase</b>	NO INDICA
<b>Procedencia</b>	CHINA
<b>Identificación</b>	NO INDICA
<b>Indicador</b>	DIGITAL
<b>Marca</b>	HIGH WEIGHT
<b>Modelo</b>	315-X6
<b>Número de Serie</b>	20191430
<b>División de Escala / Resolución</b>	0.01 kgf
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2021-04-26

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-04-26

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF-003 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de CALIBRATEC S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.6 °C
Humedad Relativa	56 % HR	56 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	CELDA DE CARGA DE 500 kg MARCA: KELI	CF-0058-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131- 2020



### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF -003 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	30	29.90	29.90	29.90	29.9
20	60	60.10	60.00	60.15	60.1
30	90	89.90	89.80	90.05	89.9
40	120	119.80	119.70	120.05	119.9
50	150	150.20	149.60	150.50	150.1
60	180	180.20	179.50	180.40	180.0
70	210	210.20	209.50	210.25	210.0
80	240	240.20	239.40	240.25	240.0
90	270	270.35	269.30	270.40	270.0
100	300	300.25	299.45	300.25	300.0
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\alpha$ (%)	
30	0.33	0.00	1.34	0.03	0.41
60	-0.14	0.25	0.17	0.02	0.44
90	0.09	0.28	-0.11	0.01	0.44
120	0.13	0.29	-0.21	0.01	0.44
150	-0.07	0.60	-0.33	0.01	0.54
180	-0.02	0.50	-0.33	0.01	0.51
210	0.01	0.36	-0.26	0.00	0.47
240	0.02	0.35	-0.26	0.00	0.47
270	-0.01	0.41	-0.30	0.00	0.49
300	0.01	0.27	-0.19	0.00	0.45

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

☎ 913 028 621 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

Anexo G-4: Certificados de calibración – Balanza AND



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCB-006-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC  
Atención : MASTERLEM SAC  
Lugar de calibración : MASTERLEM SAC. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Huachipa - Lima  
Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático  
Marca : AND Clase : II  
Número de serie : 15004250 Tipo : Digital.  
Código de identificación : No Indica. Procedencia : Japón  
Modelo : GF-20K  
Capacidad máxima : 21000 g  
División de escala (d) : 0,1 g  
División de verificación (e) : 1 g  
Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.0 °C / 61%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1 °C / 60%  
Patrones de referencia : Trazabilidad METROIL, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° M-0295-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° M-0292-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 kg con certificados de calibración N° M-0296-2021 y M-0297-2021.  
Número de páginas : 3  
Fecha de calibración : 2021-03-23  
Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-03-24	 Vladimir Telle Torfe TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMENO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. Nº 89945



**RESULTADOS DE MEDICIÓN**
**INSPECCIÓN VISUAL**

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

T. (°C)	Inicial	Final
	26.0	26.0

H. R. (%)	Inicial	Final
	61	61

Medición N°	Carga L1 = 10000 g			Carga L2 = 21000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
2	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
3	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
4	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
5	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
6	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
7	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
8	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
9	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
10	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

2	1	3
5		4

Posición de las cargas

T. (°C)	Inicial	Final
	26.0	26.1

H. R. (%)	Inicial	Final
	61	60

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10.0	10.0	0.03	0.02	7000	7000.0	0.05	0.00	-0.02
2	10.0	10.0	0.03	0.02	7000	7000.0	0.05	0.00	-0.02
3	10.0	10.0	0.03	0.02	7000	7000.1	0.05	0.10	0.08
4	10.0	10.0	0.03	0.02	7000	7000.1	0.05	0.10	0.08
5	10.0	10.0	0.03	0.02	7000	7000.0	0.05	0.00	-0.02

\* valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
T. (°C)	26.1	26.1

	Inicial	Final
H. R. (%)	60	60

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10.0	0.03	0.02	(*)					
100	100.0	0.05	0.00	-0.02	100.0	0.05	0.00	-0.02	1.0
500	500.0	0.05	0.00	-0.02	500.0	0.05	0.00	-0.02	1.0
1000	1000.0	0.05	0.00	-0.02	1000.0	0.05	0.00	-0.02	1.0
5000	5000.0	0.05	0.00	-0.02	5000.0	0.05	0.00	-0.02	1.0
8000	8000.0	0.05	0.00	-0.02	8000.0	0.05	0.00	-0.02	2.0
10000	10000.0	0.05	0.00	-0.02	10000.0	0.05	0.00	-0.02	2.0
12000	12000.0	0.05	0.00	-0.02	12000.0	0.05	0.00	-0.02	2.0
15000	15000.0	0.05	0.00	-0.02	15000.0	0.05	0.00	-0.02	2.0
20000	20000.0	0.05	0.00	-0.02	20000.0	0.05	0.00	-0.02	2.0
21000	20999.9	0.05	-0.10	-0.12	20999.9	0.05	-0.10	-0.12	3.0

(\*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.\* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,018g + (0,000021)l$
------------------------------	----------------------------

I = Indicación de la balanza  
Eo = Error en cero

E = Error de la balanza  
Ec = Error corregido

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.





## Anexo G-5: Perfil Estratigráfico



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA  
 REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN  
 PORTADA DE MAMAONA  
 UBICACIÓN : LURIN  
 FECHA EMISION : 19/05/21  
 EXPEDIENTE : ITT 001A-21

### REGISTRO ESTRATIGRAFICO CALICATAS Y TRINCHERAS

PROFUNDIDAD (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA C-1	CLASIFICACIÓN SUCS AASTHO
0.10	[Symbol: Mixed colors and shapes]	RELLENO NO CONTROLADO CON PRESENCIA DE RAICES	RELLENO	---
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10	[Symbol: Red dots]	ARENA LIMPIA POBREMENTE GRADUADA SIN LIMITES HUMEDAD NATURAL 4.2%	C-1 TERRENO NATURAL	SP A-3 (1)
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				

**Nota:** Excavación profundidad total 3.00 metros


#### Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN PORTADA DE MAMAONA  
 UBICACIÓN : LURIN  
 FECHA EMISION : 19/05/21  
 EXPEDIENTE : ITT 001A-21

**REGISTRO ESTRATIGRAFICO CALICATAS Y TRINCHERAS**

PROFUNDIDAD (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA C-2	CLASIFICACIÓN SUCS AASTHO
0.10				----
0.20		RELLENO NO CONTROLADO	RELLENO	
0.30		CON PRESENCIA DE RAICES		
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50		ARENA LIMPIA	C-2	
1.60		POBREMENTE	TERRENO	SP A-3 (1)
1.70		GRADUADA	NATURAL	
1.80		SIN LIMITES		
1.90		HUMEDAD NATURAL		
2.00		5.4%		
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				

**Nota:** Excavación profundidad total 3.00 metros

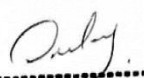
**Observaciones:**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN PORTADA DE MAMACONA  
 UBICACIÓN : LURIN  
 FECHA EMISION : 19/05/21  
 EXPEDIENTE : ITT 001A-21

**REGISTRO ESTRATIGRAFICO CALICATAS Y TRINCHERAS**

PROFUNDIDAD (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA C-3	CLASIFICACIÓN SUCS AASTHO
0.10	[Symbol: Yellow triangles]	RELLENO NO CONTROLADO CON PRESENCIA DE RAICES	RELLENO	---
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60	[Symbol: Red dots]	ARENA LIMPIA POBREMENTE GRADUADA SIN LIMITES HUMEDAD NATURAL 5.0%	C-3 TERRENO NATURAL	SP A-3 (1)
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				


**Nota:** Excavación profundidad total 3.00 metros

**Observaciones:**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.  
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

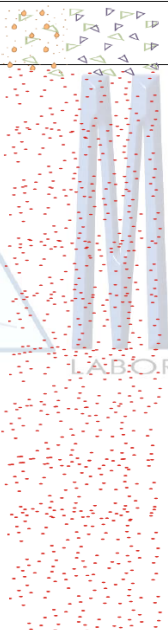
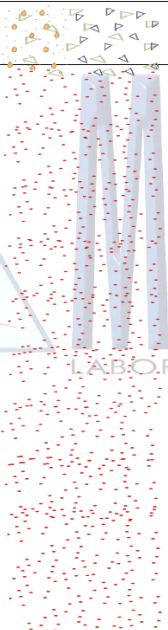
  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA  
REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN  
PORTADA DE MAMAONA  
UBICACIÓN : LURIN  
FECHA EMISION : 19/05/21  
EXPEDIENTE : ITT 001A-21

**REGISTRO ESTRATIGRAFICO CALICATAS Y TRINCHERAS**

PROFUNDIDAD (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA C-4	CLASIFICACIÓN SUCS AASTHO
0.10		RELLENO NO CONTROLADO CON PRESENCIA DE RAICES	RELLENO	---
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10		ARENA LIMPIA POBREMENTE GRADUADA SIN LIMITES HUMEDAD NATURAL 5.0%	C-4 TERRENO NATURAL	SP A-3 (1)
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				

**Nota:** Excavación profundidad total 3.00 metros


**Observaciones:**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO



## Anexo G-6: Análisis Granulométrico

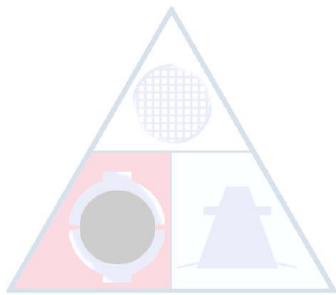


RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA  
REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN  
PORTADA DE MAMAONA  
UBICACIÓN : LURIN  
FECHA EMISION : 19/05/21  
EXPEDIENTE : ITT 002A-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

### MUESTRA C-1



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
Nº4	4.750	99.5
Nº10	2.000	99.2
Nº20	0.850	98.7
Nº40	0.425	72.3
Nº60	0.250	24.2
Nº140	0.106	3.2
Nº200	0.075	1.0

### Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
-----  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286

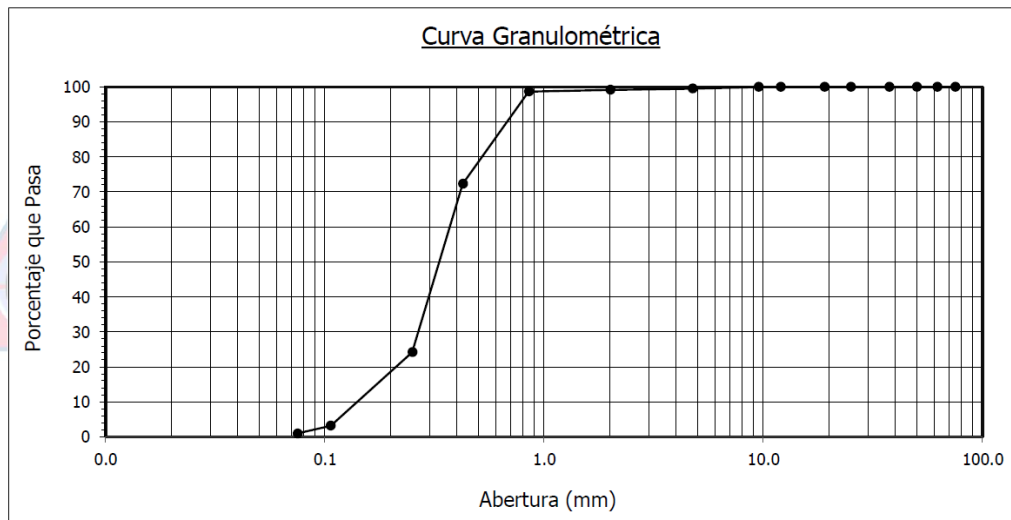


  
-----  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN PORTADA DE MAMAONA  
 UBICACIÓN : LURIN  
 FECHA EMISION : 19/05/21  
 EXPEDIENTE : ITT 002A-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-1



**Observaciones:**

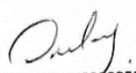
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA  
 REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN  
 PORTADA DE MAMAONA  
 UBICACIÓN : LURIN  
 FECHA EMISION : 19/05/21  
 EXPEDIENTE : ITT 002A-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO  
 E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS  
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA  
 (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)  
 Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACIÓN SUCS:	SP Arena pobremente graduada
---------------------	------------------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE  
 Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation  
 Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-3 (1)
-----------------------	---------

**Observaciones:**


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
 JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286

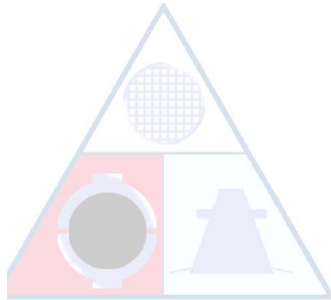


  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN PORTADA DE MAMAONA  
UBICACIÓN : LURIN  
FECHA EMISION : 19/05/21  
EXPEDIENTE : ITT 002A-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-2



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
Nº4	4.750	99.5
Nº10	2.000	99.2
Nº20	0.850	98.6
Nº40	0.425	69.7
Nº60	0.250	23.0
Nº140	0.106	3.7
Nº200	0.075	0.8

**Observaciones:**


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



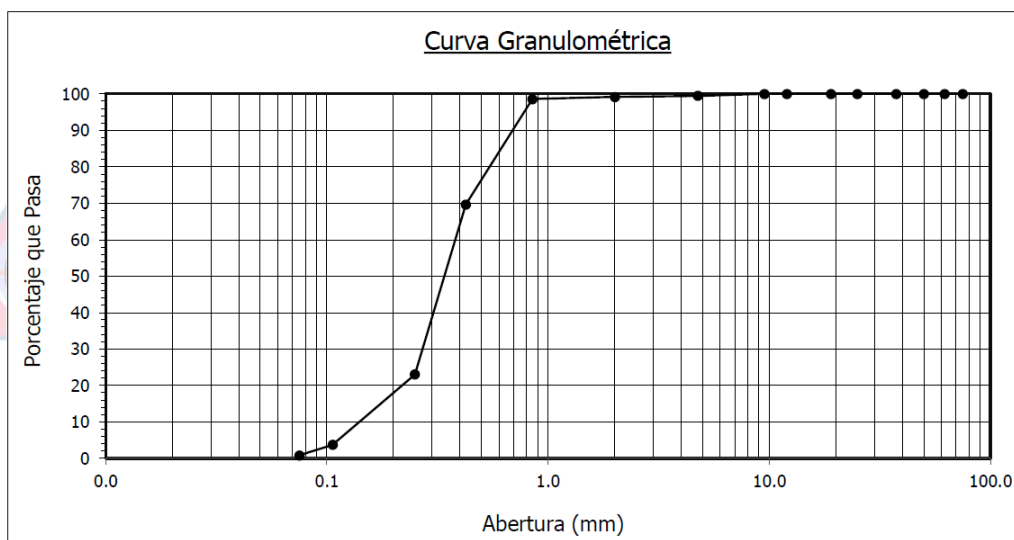
  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO



SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN PORTADA DE MAMAONA  
 UBICACIÓN : LURIN  
 FECHA EMISION : 19/05/21  
 EXPEDIENTE : ITT 002A-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-2



**Observaciones:**

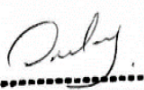
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN PORTADA DE MAMAONA  
UBICACIÓN : LURIN  
FECHA EMISION : 19/05/21  
EXPEDIENTE : ITT 002A-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS  
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA  
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)  
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACIÓN SUCS:	SP Arena pobremente graduada
---------------------	------------------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE  
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-3 (1)
-----------------------	---------

**Observaciones:**


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
-----  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286

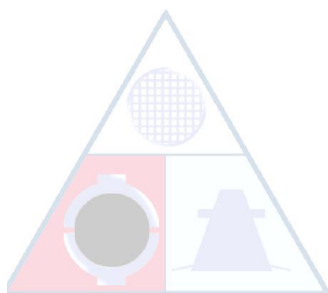


  
-----  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA  
 REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN  
 PORTADA DE MAMAONA  
 UBICACIÓN : LURIN  
 FECHA EMISION : 19/05/21  
 EXPEDIENTE : ITT 002A-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-3



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
N°4	4.750	99.6
N°10	2.000	99.3
N°20	0.850	98.3
N°40	0.425	73.8
N°60	0.250	28.1
N°140	0.106	4.1
N°200	0.075	1.0



**Observaciones:**


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286

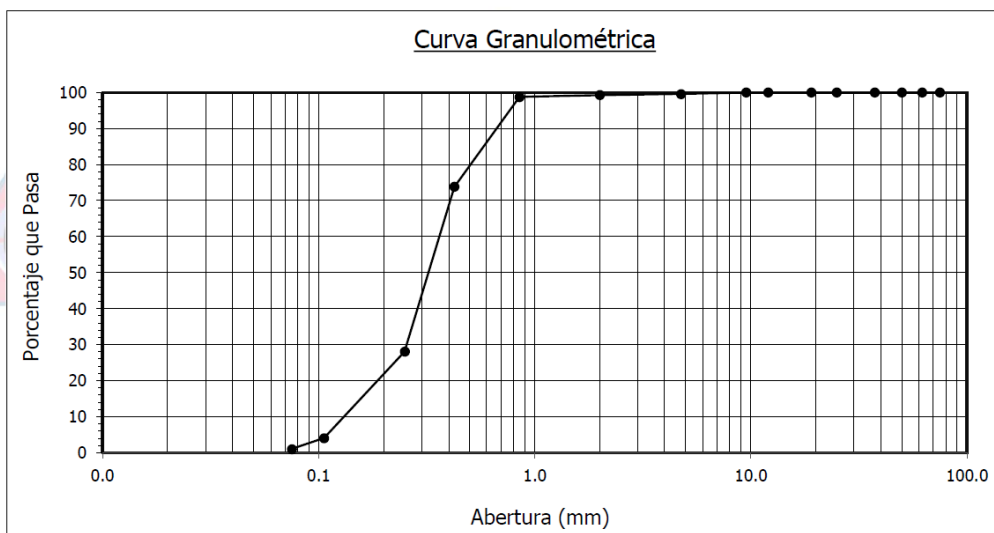


  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA  
 REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN  
 PORTADA DE MAMAONA  
 UBICACIÓN : LURIN  
 FECHA EMISION : 19/05/21  
 EXPEDIENTE : ITT 002A-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-3



**Observaciones:**


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN PORTADA DE MAMAONA  
UBICACIÓN : LURIN  
FECHA EMISION : 19/05/21  
EXPEDIENTE : ITT 002A-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO  
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS  
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA  
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)  
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACIÓN SUCS:	SP - Arena pobremente graduada
---------------------	--------------------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE  
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation  
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-3 (1)
-----------------------	---------

**Observaciones:**


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



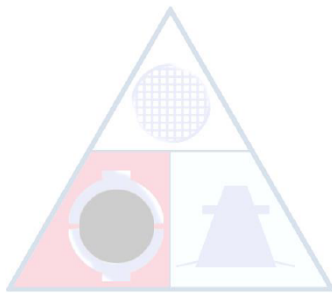
  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO



SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA  
REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN  
PORTADA DE MAMAONA  
UBICACIÓN : LURIN  
FECHA EMISION : 19/05/21  
EXPEDIENTE : ITT 002A-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-4



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
Nº4	4.750	99.5
Nº10	2.000	99.2
Nº20	0.850	98.7
Nº40	0.425	73.9
Nº60	0.250	29.2
Nº140	0.106	3.9
Nº200	0.075	1.0

**Observaciones:**

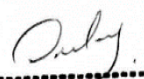
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286

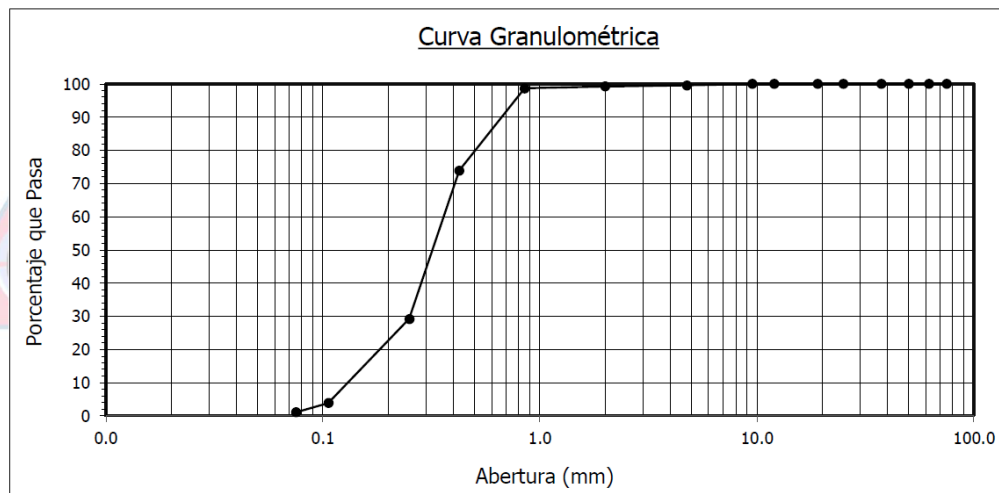


  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN PORTADA DE MAMAONA  
UBICACIÓN : LURIN  
FECHA EMISION : 19/05/21  
EXPEDIENTE : ITT 002A-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-4



**Observaciones:**


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA  
 REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN  
 PORTADA DE MAMAONA  
 UBICACIÓN : LURIN  
 FECHA EMISION : 19/05/21  
 EXPEDIENTE : ITT 002A-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO  
 E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS  
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA  
 (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)  
 Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACIÓN SUCS:	SP Arena pobremente graduada
---------------------	------------------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE  
 Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation  
 Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-3 (1)
-----------------------	---------

**Observaciones:**


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO



## Anexo G-7: Ensayo de Densidad

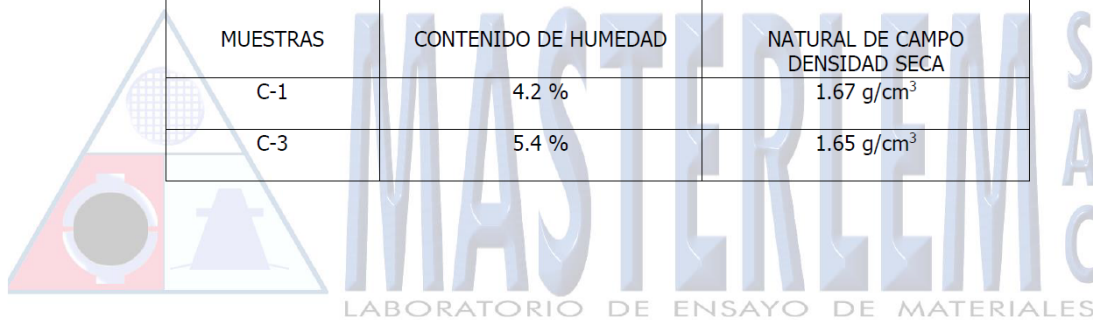


RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA  
REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN  
PORTADA DE MAMACONA  
UBICACIÓN : LURIN  
FECHA EMISION : 19/05/21  
EXPEDIENTE : ITT 003A-21

MÉTODO DE DENISIDAD NATURAL DEL SUELO METODO DE CONO DE ARENA  
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D1556

MUESTRAS	CONTENIDO DE HUMEDAD	NATURAL DE CAMPO DENSIDAD SECA
C-1	4.2 %	1.67 g/cm <sup>3</sup>
C-3	5.4 %	1.65 g/cm <sup>3</sup>



### Observaciones:

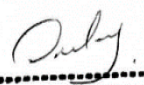
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

## Anexo G-8: Ensayos Químicos



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA  
REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN  
PORTADA DE MAMAONA  
UBICACIÓN : LURIN  
FECHA EMISION : 19/05/21  
EXPEDIENTE : ITT 004A-21

### ANALISIS QUIMICOS EN MUESTRAS DE SUELOS

#### MUESTRA C-1

ENSAYOS	UNIDAD	RESULTADOS	N.T.P
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (RESIDUO SÓLIDO)	p.p.m	1820	339.071
CONTENIDO DE SULFATOS	p.p.m	800	339.074
CONTENIDO DE CLORUROS	p.p.m	65	339.076

#### Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN PORTADA DE MAMAONA  
 UBICACIÓN : LURIN  
 FECHA EMISION : 19/05/21  
 EXPEDIENTE : ITT 003A-21

ANALISIS QUIMICOS EN MUESTRAS DE SUELOS

MUESTRA C-3

ENSAYOS	UNIDAD	RESULTADOS	N.T.P
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (RESIDUO SÓLIDO)	p.p.m	1980	339.071
CONTENIDO DE SULFATOS	p.p.m	850	339.074
CONTENIDO DE CLORUROS	p.p.m	75	339.076

**Observaciones:**

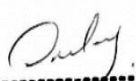
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

## Anexo G-9: Ensayo de Corte Directo – Calicata 1



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN PORTADA DE MAMAONA  
 UBICACIÓN : LURIN  
 FECHA EMISION : 19/05/21  
 EXPEDIENTE : ITT 005A-21

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080

#### MUESTRA C-1

VALORES	Unidades	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3
Altura Inicial	mm	24.0	24.0	24.0
Lado de caja	mm	60.9	60.9	60.9
Área inicial	cm <sup>2</sup>	29.1	29.1	29.1
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.65	1.65	1.65
Humedad Inicial	%	4.2	4.2	4.2
Esfuerzo Normal	kg/cm <sup>2</sup>	0.50	1.01	2.01
Esfuerzo Corte	kg/cm <sup>2</sup>	0.32	0.60	1.10

Velocidad de ensayo 0.5mm/min

#### Resultados:

Cohesión © : 0.07 kg/cm<sup>2</sup>  
 Angulo de fricción (φ) : 27.2°

#### Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO



SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN PORTADA DE MAMAONA  
UBICACIÓN : LURIN  
FECHA EMISION : 19/05/21  
EXPEDIENTE : ITT 005A-21

MUESTRA C-1

Deformación horizontal (%)	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.03	0.08	0.13	0.16	0.18	0.12
0.82	0.05	0.12	0.22	0.28	0.30	0.19
1.23	0.07	0.17	0.27	0.34	0.36	0.23
1.64	0.12	0.29	0.31	0.39	0.43	0.27
2.46	0.13	0.32	0.37	0.46	0.50	0.31
3.28	0.16	0.40	0.39	0.48	0.56	0.34
4.11	0.19	0.45	0.42	0.52	0.66	0.40
4.93	0.20	0.49	0.44	0.53	0.73	0.44
5.75	0.23	0.55	0.46	0.55	0.79	0.47
6.57	0.24	0.58	0.47	0.56	0.83	0.49
7.39	0.25	0.59	0.48	0.57	0.88	0.52
8.21	0.26	0.60	0.50	0.58	0.92	0.54
9.03	0.26	0.61	0.51	0.59	0.97	0.56
9.85	0.28	0.63	0.53	0.60	1.01	0.57
10.67	0.28	0.64	0.53	0.60	1.04	0.59
11.50	0.29	0.65	0.54	0.61	1.07	0.60
12.32	0.30	0.67	0.56	0.62	1.08	0.60
13.14	0.30	0.67	0.57	0.62	1.10	0.61
13.96	0.31	0.67	0.57	0.63	1.10	0.60
14.78	0.32	0.68	0.58	0.63	1.09	0.59
15.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.42	0.03	0.08	0.13	0.16	0.18	0.12

**Observaciones:**

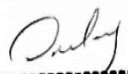
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

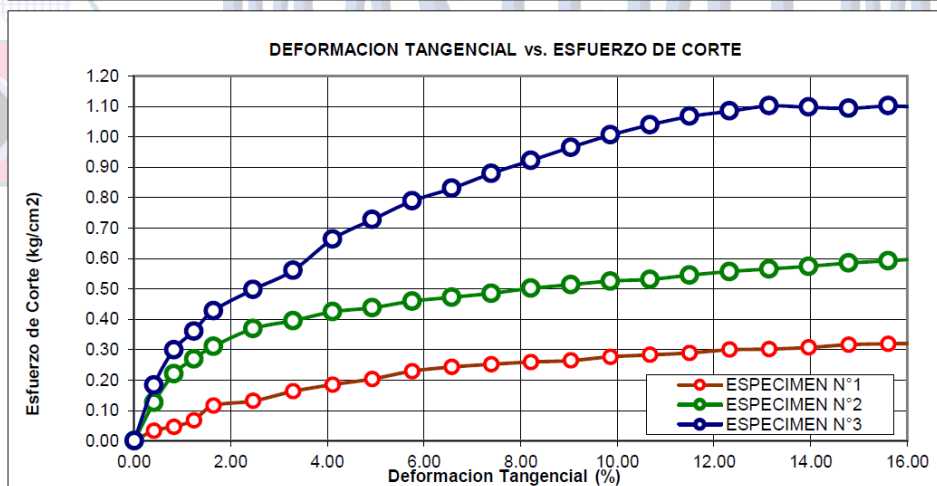
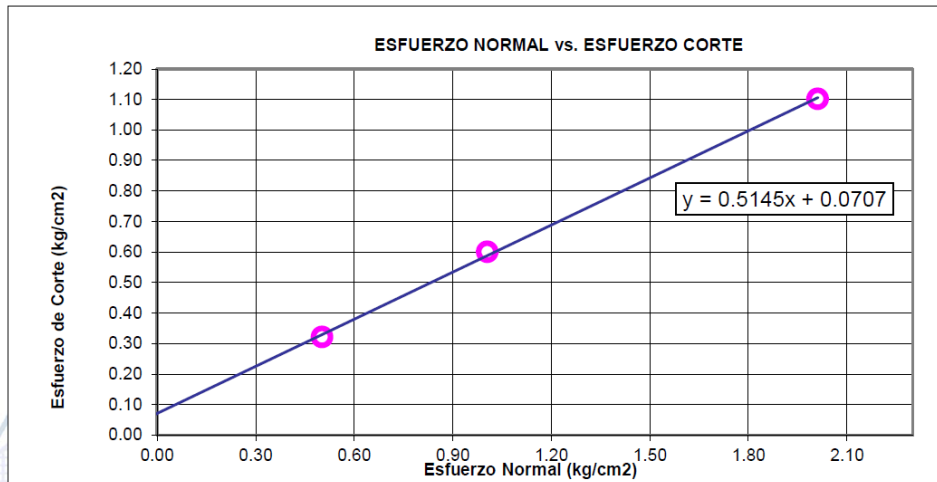
Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

MUESTRA C-1




**Observaciones:**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.  
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

## Anexo G-10: Ensayo de Corte Directo – Calicata 3



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA  
REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN  
PORTADA DE MAMACONA  
UBICACIÓN : LURIN  
FECHA EMISION : 19/05/21  
EXPEDIENTE : ITT 006A-21

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080

#### MUESTRA C-3

VALORES	Unidades	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3
Altura Inicial	mm	24.0	24.0	24.0
Lado de caja	mm	60.9	60.9	60.9
Área inicial	cm <sup>2</sup>	29.1	29.1	29.1
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.65	1.65	1.65
Humedad Inicial	%	4.2	4.2	4.2
Esfuerzo Normal	kg/cm <sup>2</sup>	0.50	1.01	2.01
Esfuerzo Corte	kg/cm <sup>2</sup>	0.32	0.60	1.10

Velocidad de ensayo 0.5mm/min

#### **Resultados:**

**Cohesión  $c$**  : 0.07 kg/cm<sup>2</sup>  
**Angulo de fricción ( $\phi$ )** : 27.2°

#### **Observaciones:**

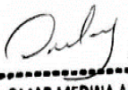
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

## Anexo G-11: Ensayo de Corte Directo – Calicata 3



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTE : JESUS ANTONI CUEVA ESPINOZA – IRVING GUERRERO YAJAHUANCA  
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE FIBRA DE CARBONO Y FIBRA DE VIDRIO PARA  
 REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN  
 PORTADA DE MAMAONA  
 UBICACIÓN : LURIN  
 FECHA EMISION : 19/05/21  
 EXPEDIENTE : ITT 006A-21

Deformación horizontal (%)	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.03	0.09	0.13	0.16	0.18	0.12
0.82	0.05	0.12	0.22	0.28	0.30	0.19
1.23	0.07	0.17	0.27	0.34	0.36	0.23
1.64	0.12	0.29	0.31	0.39	0.43	0.27
2.46	0.13	0.33	0.37	0.46	0.49	0.31
3.28	0.16	0.40	0.40	0.48	0.56	0.34
4.11	0.19	0.45	0.42	0.52	0.66	0.40
4.93	0.20	0.49	0.44	0.53	0.73	0.44
5.75	0.23	0.55	0.46	0.55	0.79	0.47
6.57	0.24	0.58	0.47	0.56	0.83	0.49
7.39	0.25	0.59	0.49	0.57	0.88	0.52
8.21	0.26	0.61	0.50	0.58	0.92	0.54
9.03	0.26	0.61	0.51	0.59	0.97	0.56
9.85	0.28	0.63	0.53	0.60	1.01	0.57
10.67	0.28	0.64	0.53	0.60	1.04	0.59
11.50	0.29	0.65	0.55	0.61	1.07	0.60
12.32	0.30	0.67	0.56	0.62	1.08	0.60
13.14	0.30	0.67	0.57	0.62	1.10	0.61
13.96	0.31	0.67	0.57	0.63	1.10	0.60
14.78	0.32	0.69	0.59	0.63	1.09	0.59
15.60	0.32	0.69	0.59	0.63	1.10	0.59
16.42	0.32	0.68	0.60	0.64	1.10	0.58

### Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

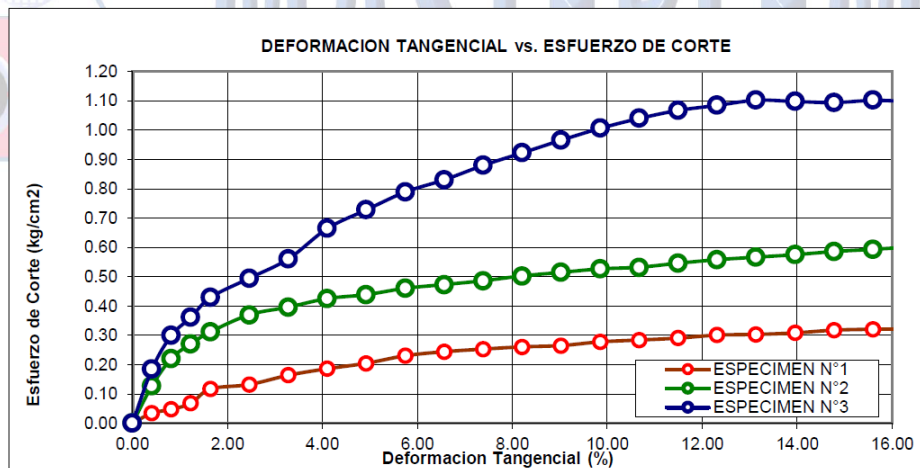
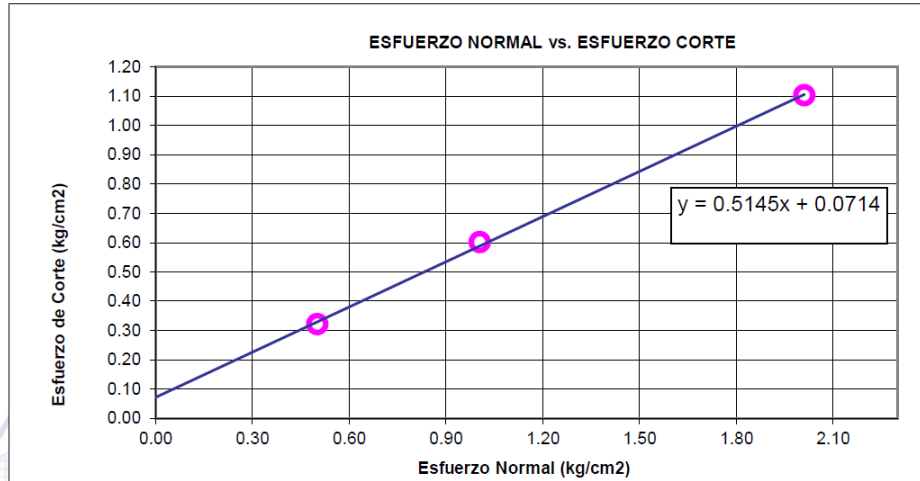
Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO






**Observaciones:**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

## Anexo H: Ensayo de Esclerometría

### Anexo H-1: Procedimiento para el ensayo de Esclerometría



Fuente: Elaboración propia



## Anexo H-2: Certificados de calibración – Esclerómetro



Punto de Precisión SAC

### PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 206 - 2020

Página : 1 de 2

**Expediente** : T 151-2020  
**Fecha de emisión** : 2020-08-24

**1. Solicitante** : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO S.A.C.  
**Dirección** : GR. 4 MZA. L LOTE. 12 SEC. 6 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : ESCLERÓMETRO  
**Marca** : FORNEY  
**Modelo** : LA-0352  
**Serie** : 124  
**Alcance de Escala** : 10 - 100 Rockwell  
**Código de Identificación** : 2 Rockwell

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
24 - AGOSTO - 2020

**4. Método de Calibración**  
La calibración se realizó por comparación con yunque patrón

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOHIGRÓMETRO	RADIO SHACK	T-2227-2019	INACAL - DM
YUNQUE PATRÓN	EFP-11		

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,9	19,9
Humedad %	62	62

**7. Observaciones**

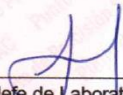
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 206 - 2020

Página : 2 de 2

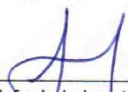
## Resultados

REPETICIÓN	YUNQUE PATRÓN	LECTURA DE ESCLERÓMETRO	CORRECCIÓN DEL ESCLERÓMETRO
	Rockwell	Rockwell	Rockwell
1	63,6	64	0,0
2	63,6	64	0,0
3	63,6	62	1,6
4	63,6	64	0,0
5	63,6	62	1,6
6	63,6	62	1,6
7	63,6	64	0,0
8	63,6	62	1,6
9	63,6	64	0,0
10	63,6	64	0,0

YUNQUE PATRÓN	63,6	Rockwell
PROM. DE LECTURA ESCLERÓMETRO	63,0	Rockwell
PROMEDIO DE ERROR	0,6	Rockwell

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

## Anexo H-3: Ensayo de Esclerometría – Vivienda 2



CONTROL DE CALIDAD  
DEL CONCRETO S.A.C

### ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA ASTM C805

CLIENTE : Cueva Espinoza Jesús Antoni & Guerrero Yajahuanca Irving  
TESIS : Análisis comparativo de fibra de carbono y fibra de vidrio para reforzamiento estructural en viviendas autoconstruidas en el AA.HH. La Portada de Mamacona, Lurín, 2021.  
UBICACIÓN : Lurín, Lima, Perú.  
FECHA DE EMISION : 17.05.21

#### 1.- REFERENCIAS:

- Norma de referencia : ASTM C805
- Fecha de ensayo : 15.05.21
- Ubicación de los ensayos : Según lo indicado por el cliente.
- Equipo empleado : Esclerómetro marca FORNEY, modelo LA-0352, serie 124  
Certificado de calibración LFP – 206 – 2020

#### 2.- RESULTADOS:

##### VIVIENDA 1: UBICADA EN AA.HH. PORTADA DE MAMACONA, MANZANA C, LOTE 1, LURIN, LIMA

Código	Identificación	Elemento estructural	Fecha aproximada de vaciado	Numero de rebote	Resistencia aproximada (psi)	Resistencia aproximada (kg/cm <sup>2</sup> )
C1	Columna exterior	Columna – Piso 1	12.03.21	42	6250 ± 1028	439 ± 72
C2	Columna exterior	Columna – Piso 1	12.03.21	43	6500 ± 1035	457 ± 73

##### VIVIENDA 2: UBICADA EN AA.HH. PORTADA DE MAMACONA, MANZANA B, LOTE 1, LURIN, LIMA

Código	Identificación	Elemento estructural	Fecha aproximada de vaciado	Numero de rebote	Resistencia aproximada (psi)	Resistencia aproximada (kg/cm <sup>2</sup> )
C3	Columna interior	Columna – Piso 1	2001	32	3750 ± 740	264 ± 52
C4	Columna interior	Columna – Piso 1	2001	26	2500 ± 530	176 ± 37

#### Notas:

- A solicitud del CLIENTE, se ha realizado una estimación referencial de la resistencia del concreto en los elementos analizados empleado la gráfica del equipo. Cabe señalar que el equipo no es capaz de brindar un valor único de resistencia sino por el contrario un intervalo de posibilidades, quedando bajo absoluta RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE el valor que utilice para los fines que considere pertinentes.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para los elementos analizados.
- Está prohibido reproducir o modificar este documento total o parcialmente, sin la autorización escrita de CCC.
- Se anexa registro de resultados.
- Se anexa certificado de calibración del esclerómetro.

  
-----  
LUIS EDUARDO  
GUTIERREZ BARAHONA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 235307



# Anexo H-4: Ensayo de Esclerometría – Vivienda 1



CONTROL DE CALIDAD  
DEL CONCRETO S.A.C

## ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

### ASTM C805

CLIENTE : Cueva Espinoza Jesús Antoni & Guerrero Yajahuanca Irving  
TESIS : Análisis comparativo de fibra de carbono y fibra de vidrio para reforzamiento estructural en viviendas autoconstruidas en el AA.HH. La Portada de Mamacona, Lurín, 2021.  
UBICACIÓN : Lurín, Lima, Perú.  
FECHA DE EMISION : 07.06.21

#### 1.- REFERENCIAS:

- Norma de referencia : ASTM C805
- Fecha de ensayo : 07.06.21
- Ubicación de los ensayos : Según lo indicado por el cliente.
- Equipo empleado : Esclerómetro marca FORNEY, modelo LA-0352, serie 124  
Certificado de calibración LFP – 206 – 2020

#### 2.- RESULTADOS:

VIVIENDA : UBICADA EN AA.HH. PORTADA DE MAMACONA, MANZANA B, LOTE 13, LURIN, LIMA

Código	Identificación	Elemento estructural	Fecha aproximada de vaciado	Numero de rebote	Resistencia aproximada (psi)	Resistencia aproximada (kg/cm <sup>2</sup> )
C1	Columna exterior	Columna – Piso 2	2004	37	5000 ± 900	352 ± 63
C2	Columna exterior	Columna – Piso 2	2004	31	3500 ± 680	246 ± 48
C3	Columna exterior	Columna – Piso 2	2004	33	4000 ± 800	281 ± 56

#### Notas:

- A solicitud del CLIENTE, se ha realizado una estimación referencial de la resistencia del concreto en los elementos analizados empleado la gráfica del equipo. Cabe señalar que el equipo no es capaz de brindar un valor único de resistencia sino por el contrario un intervalo de posibilidades, quedando bajo absoluta RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE el valor que utilice para los fines que considere pertinentes.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para los elementos analizados.
- Está prohibido reproducir o modificar este documento total o parcialmente, sin la autorización escrita de CCC.

#### ANEXOS:

- Anexo 1.- Registro de resultados.
- Anexo 2.- Certificado de calibración del esclerómetro.

  
-----  
LUIS EDUARDO  
GUTIÉRREZ BARAHONA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 235307

## **Anexo I: Plano de viviendas Criticas – Proyectadas – Finales**

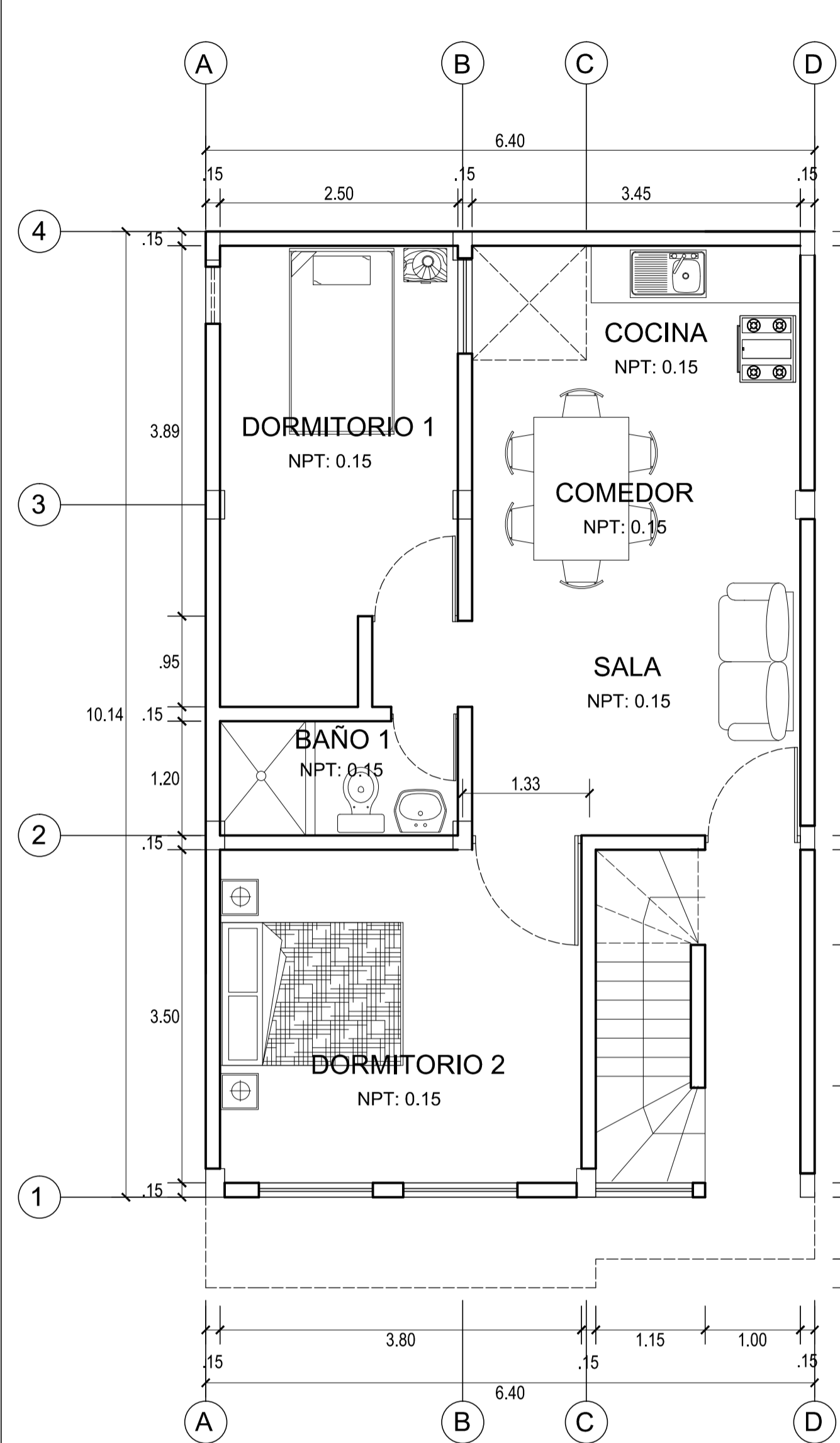
Anexo I-1: Plano de Arquitectura – Vivienda 1 – Para reforzamiento

Anexo I-2: Plano de Estructuras – Vivienda 1 – Para reforzamiento

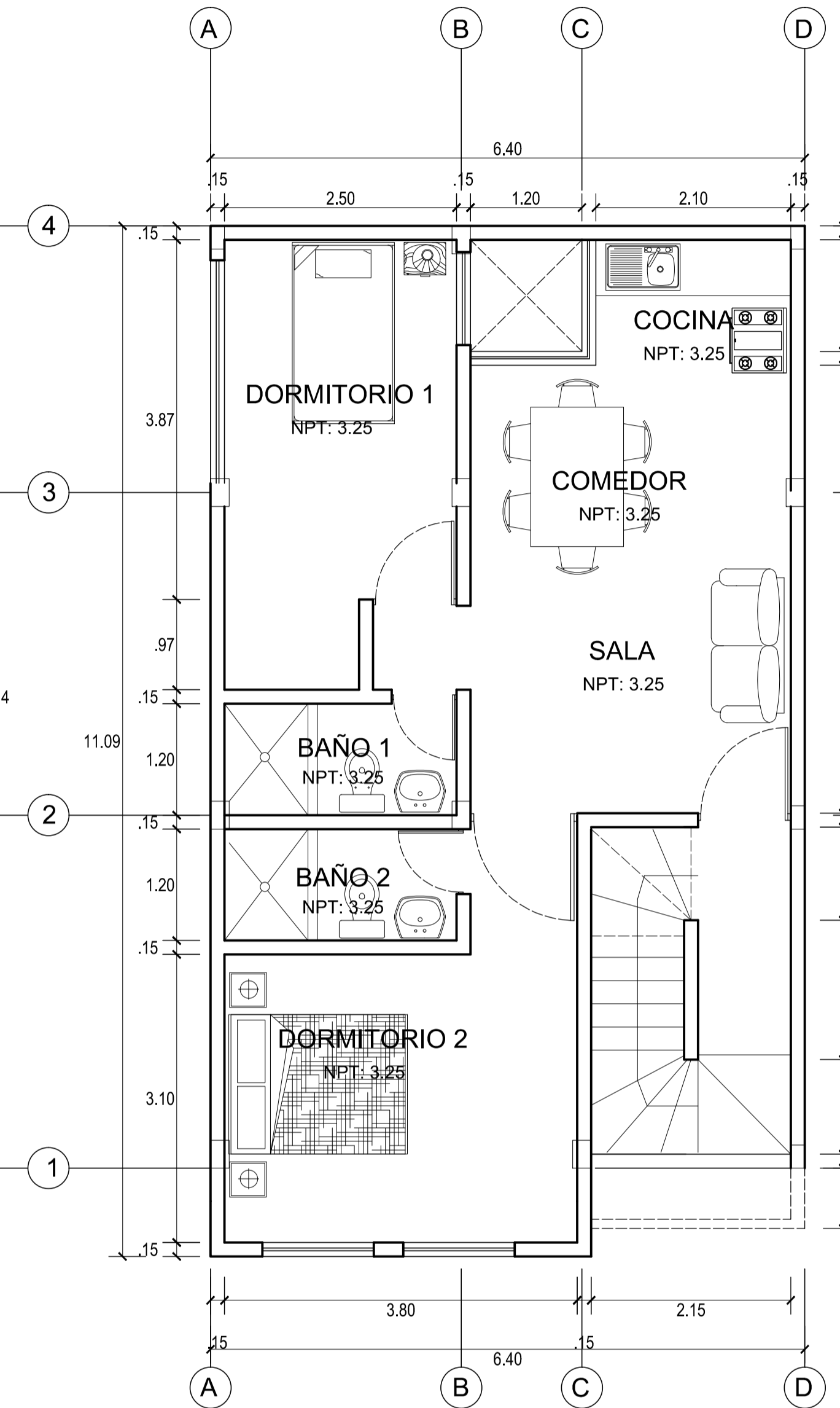
Anexo I-3: Plano de Arquitectura – Vivienda 2 – Reforzado y proyectado

Anexo I-4: Plano de Estructuras – Vivienda 2 – Reforzado y proyectado

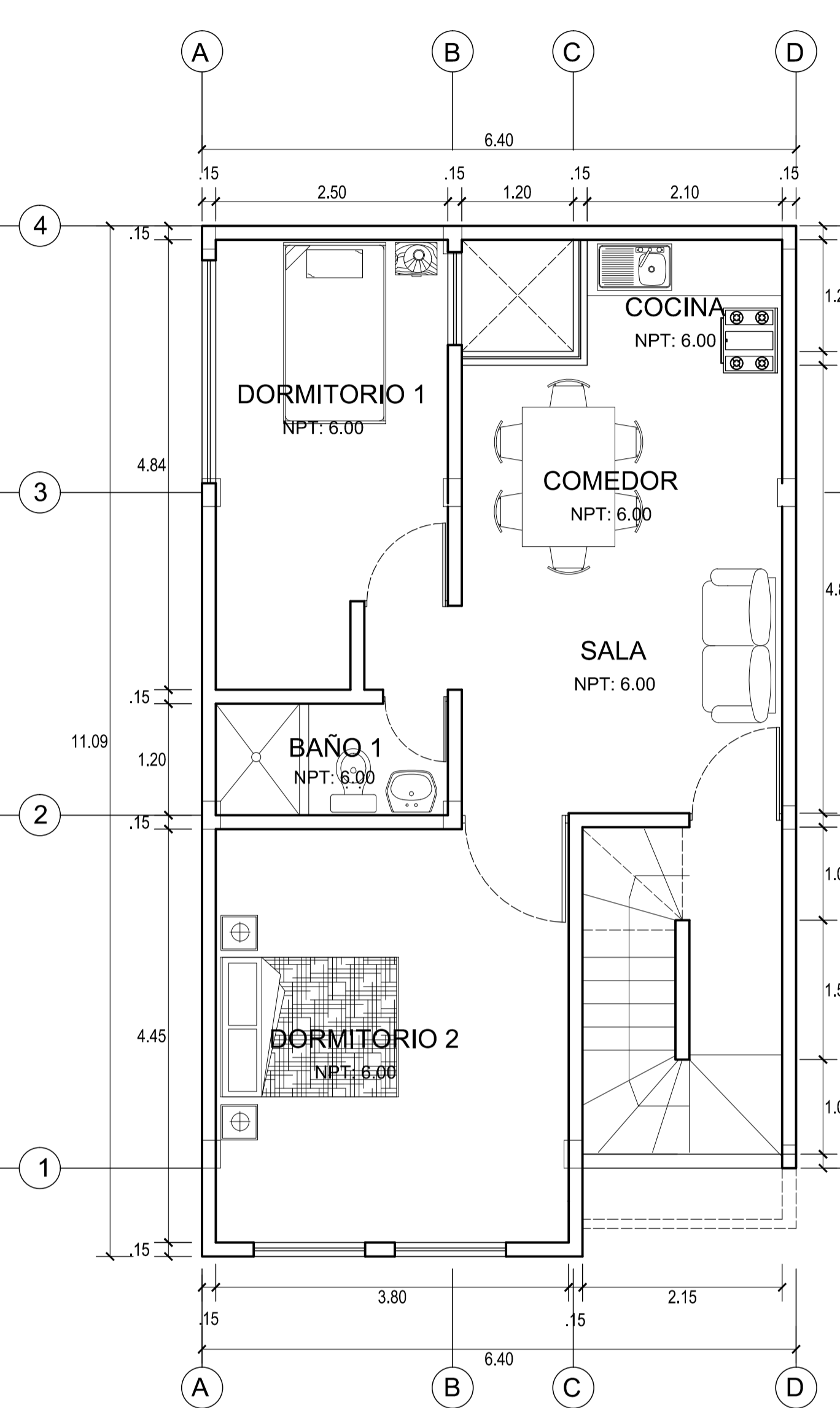




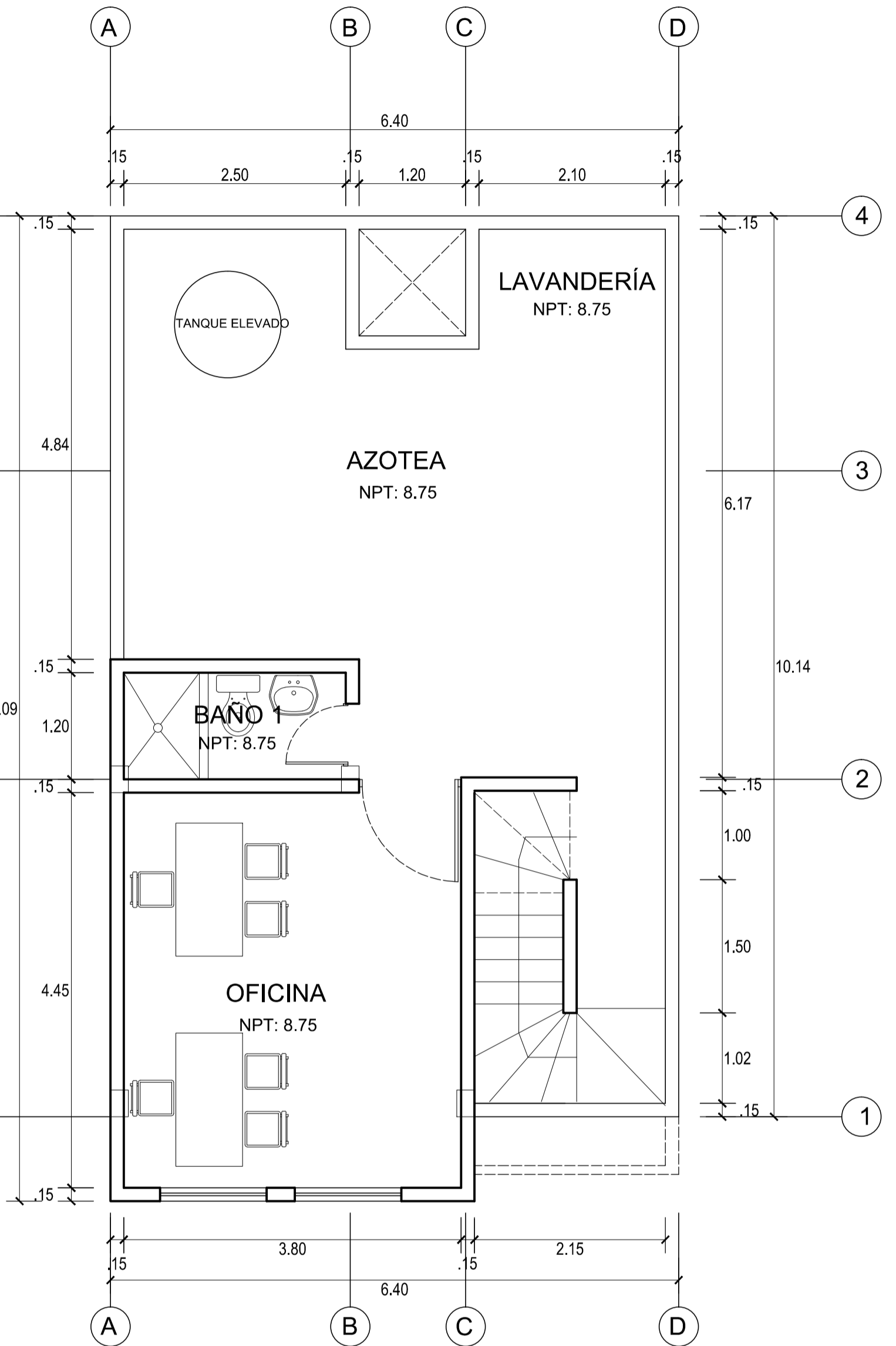
**PRIMER NIVEL**




**2DO Y 3ER NIVEL**

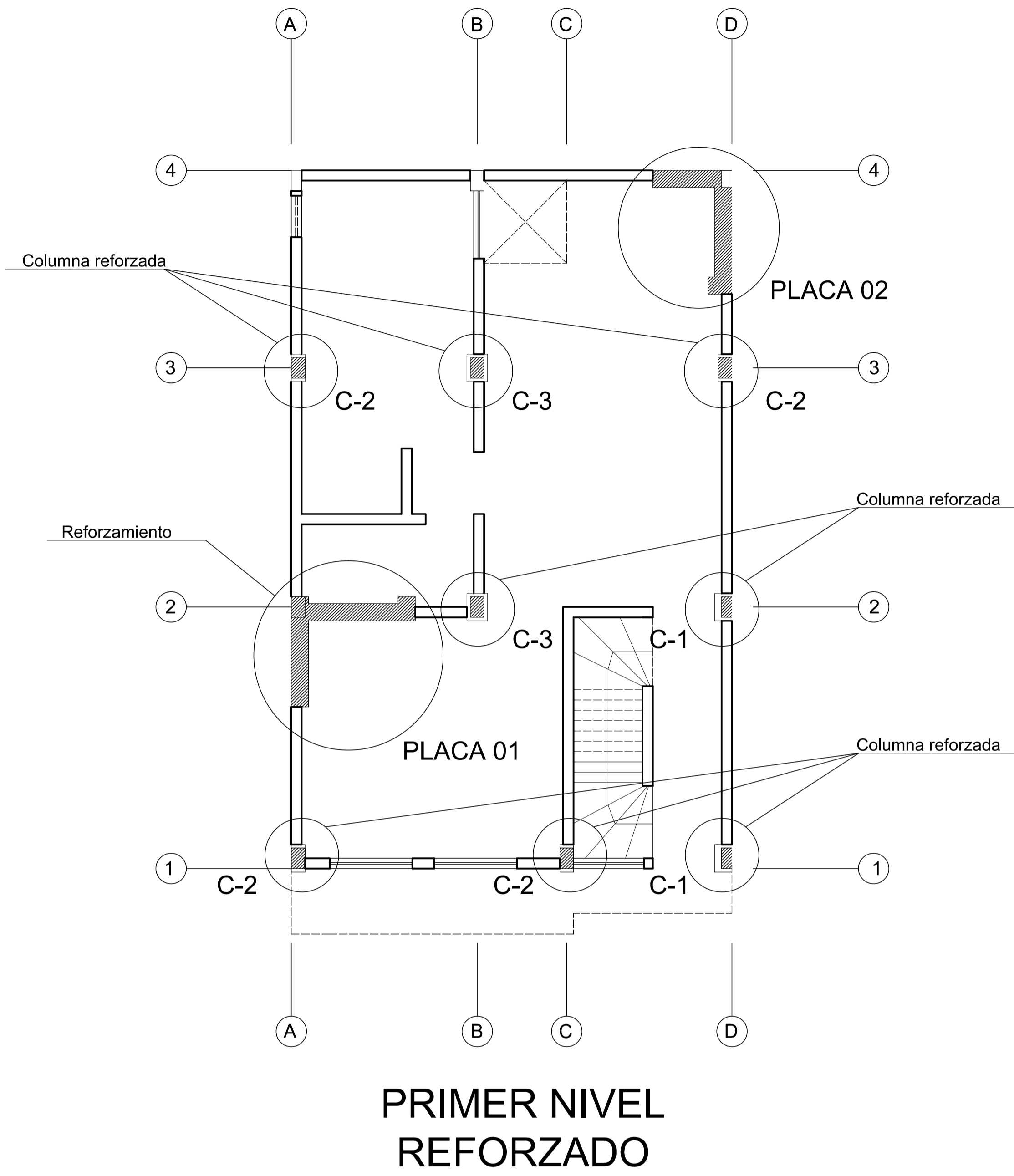


**TERCER NIVEL**

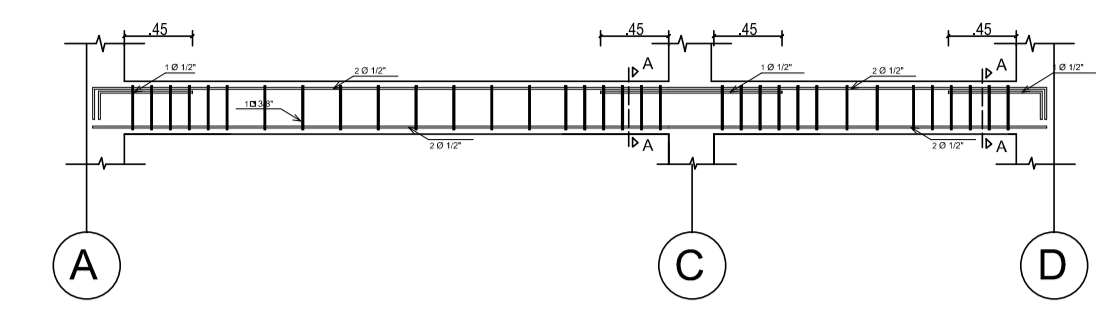


**AZOTEA**

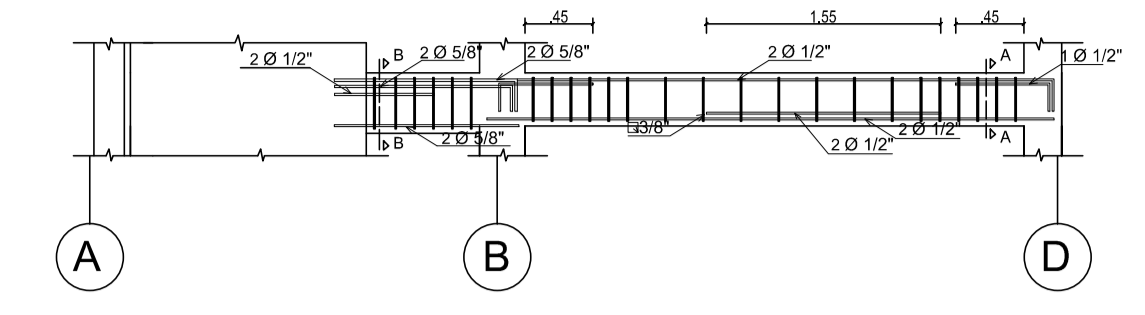
Proyecto:	Reforzamiento de vivienda número 1	
Ubicación:	AA.HH. Asociación Agrícola Portada de Mamacona Mz B Lt 13	
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	Escala:	1:50
	Año:	2021
		<b>A - 1</b>



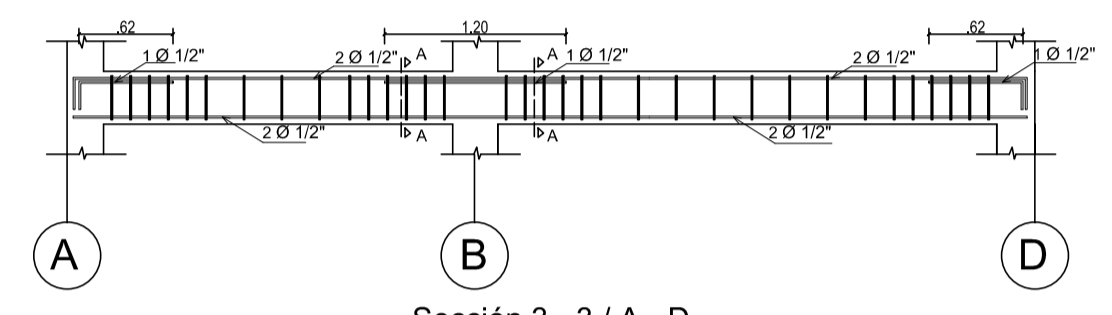
**PRIMER NIVEL REFORZADO**



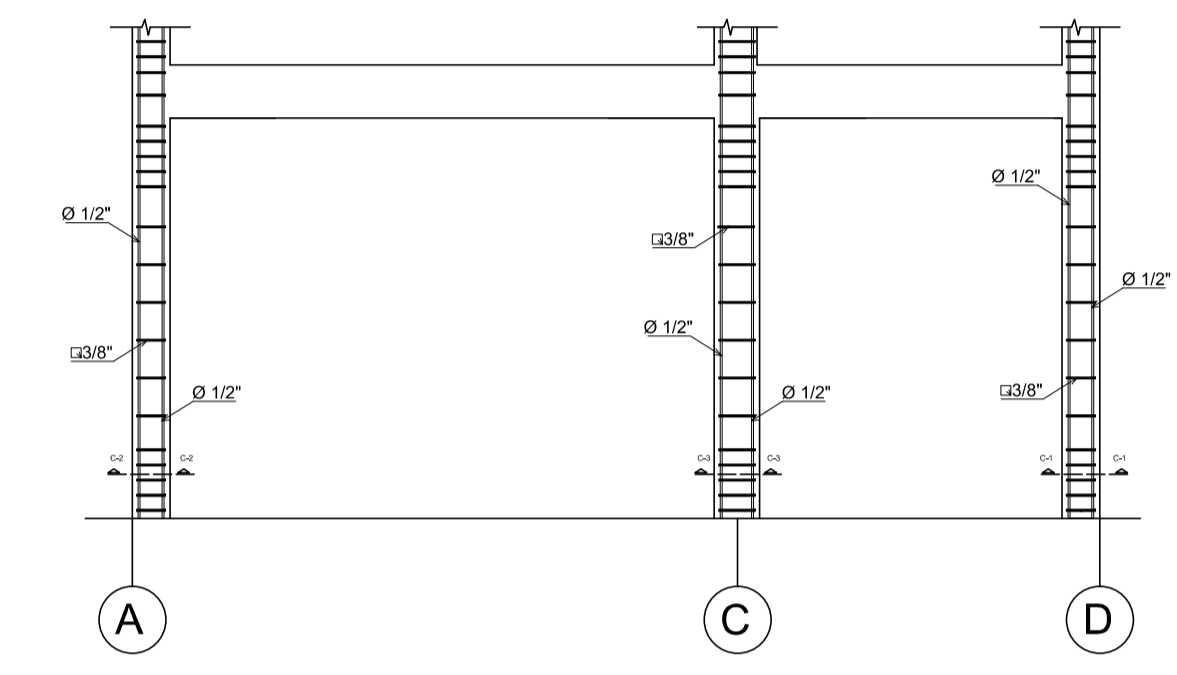
Sección 1 - 1 / A - D  
 $\square$  1 @ 0.05 m, 5 @ 0.125 m, Rto @ 0.25 m



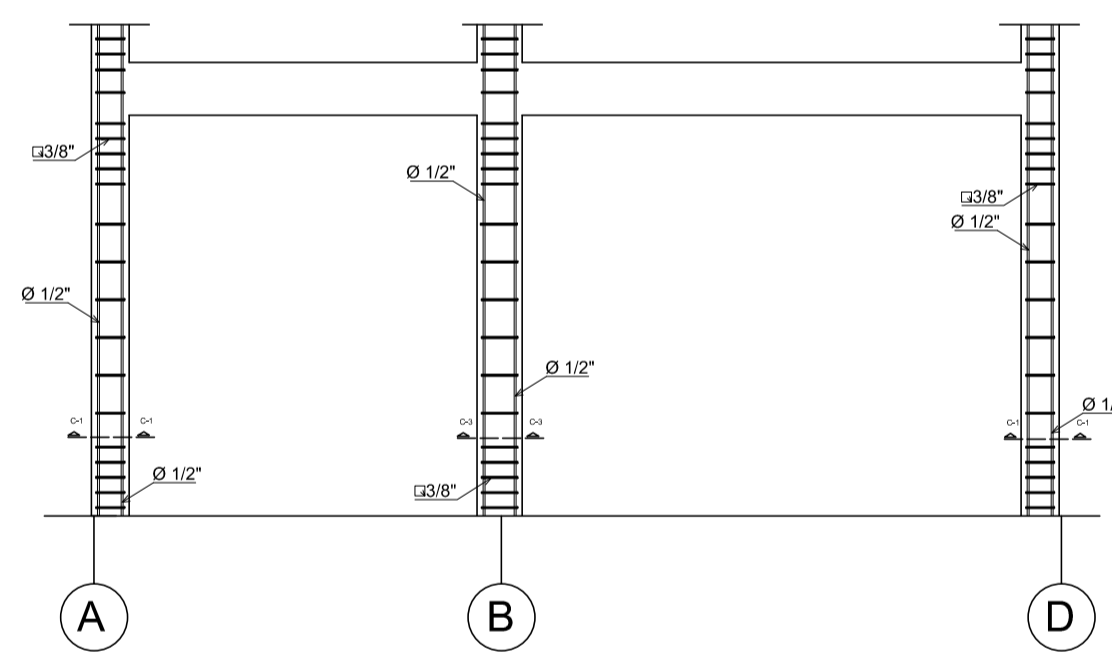
Sección 2 - 2 / A - D  
 $\square$  1 @ 0.05 m, 5 @ 0.125 m, Rto @ 0.25 m



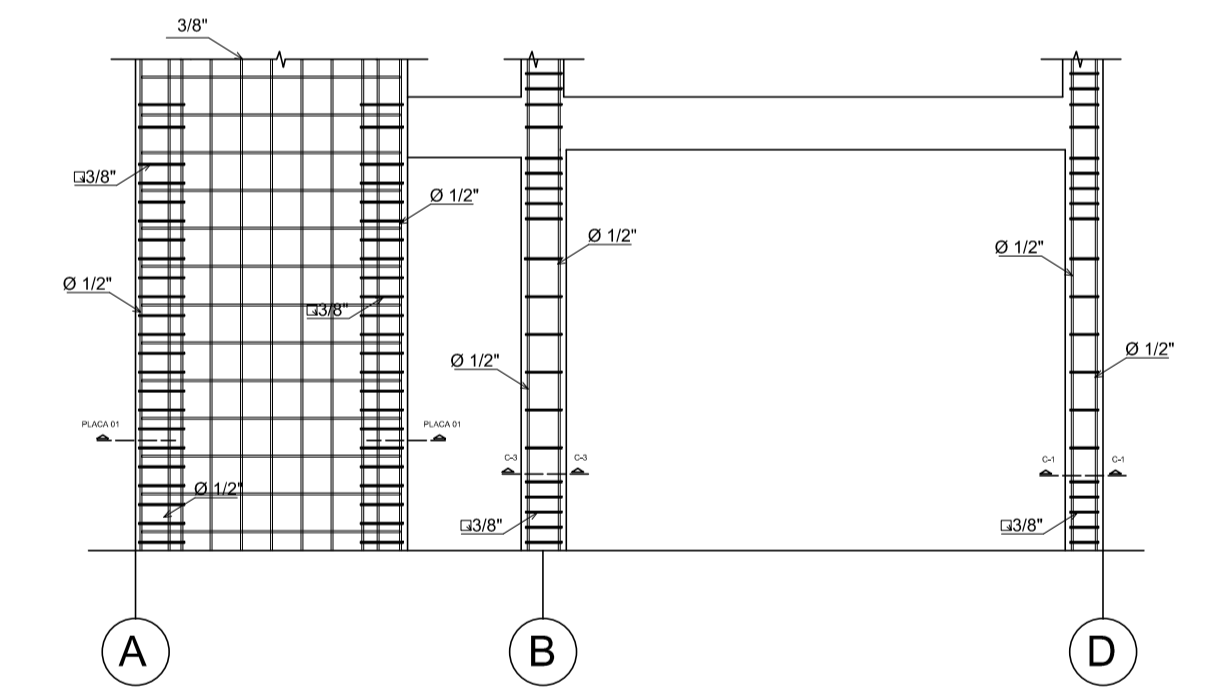
Sección 3 - 3 / A - D  
 $\square$  1 @ 0.05 m, 5 @ 0.125 m, Rto @ 0.25 m



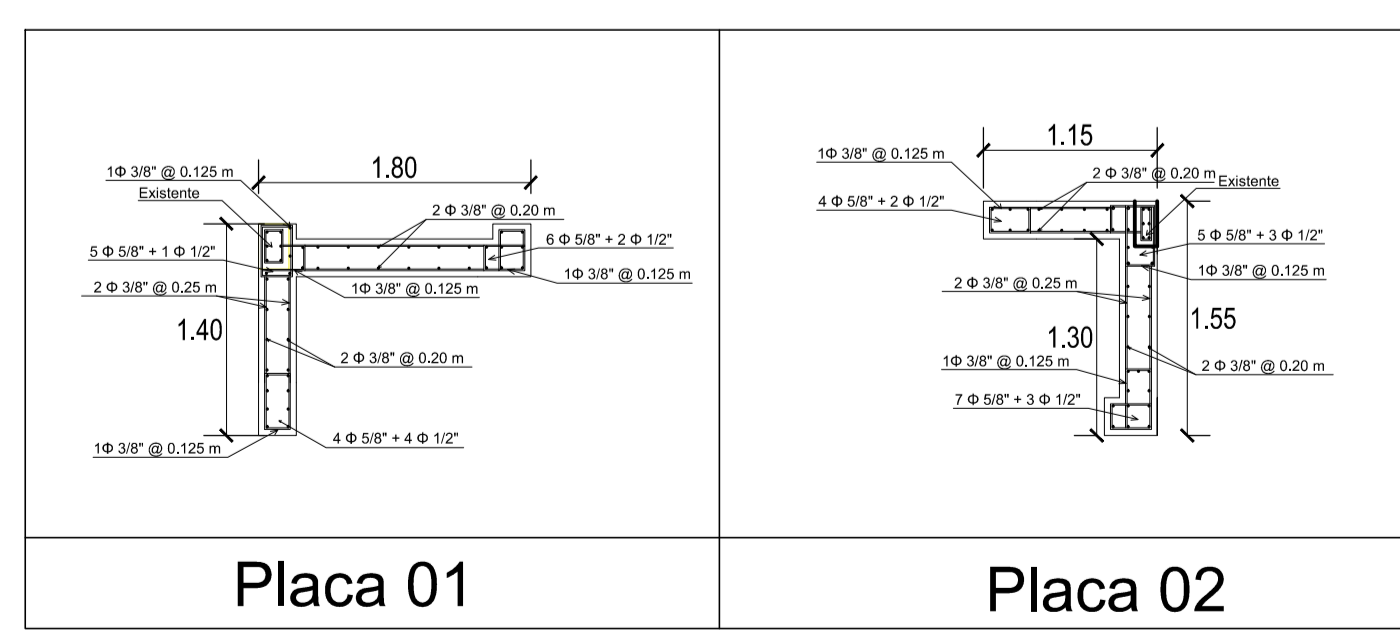
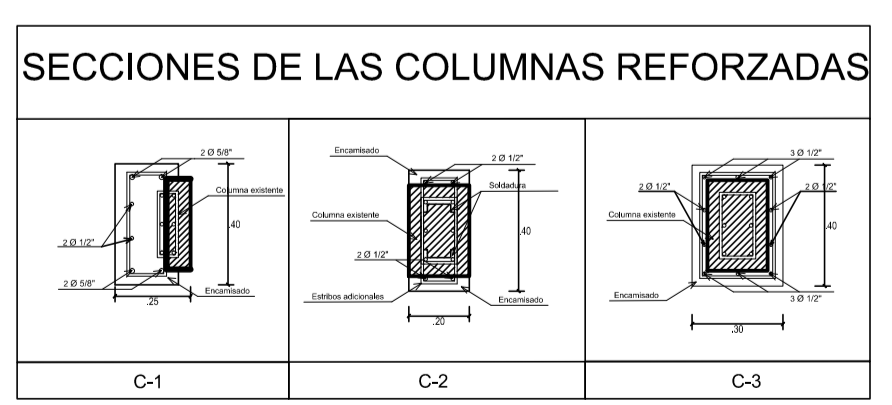
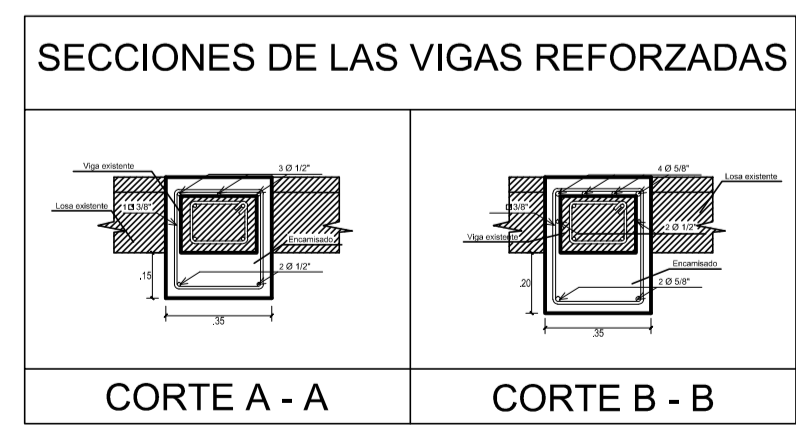
Sección 1 - 1 / A - D  
 $\square$  3/8" @ 0.05 m, 4 @ 0.10 m, Rto @ 0.25 m



Sección 3 - 3 / A - D  
 $\square$  1 @ 0.05 m, 4 @ 0.10 m, Rto @ 0.25 m

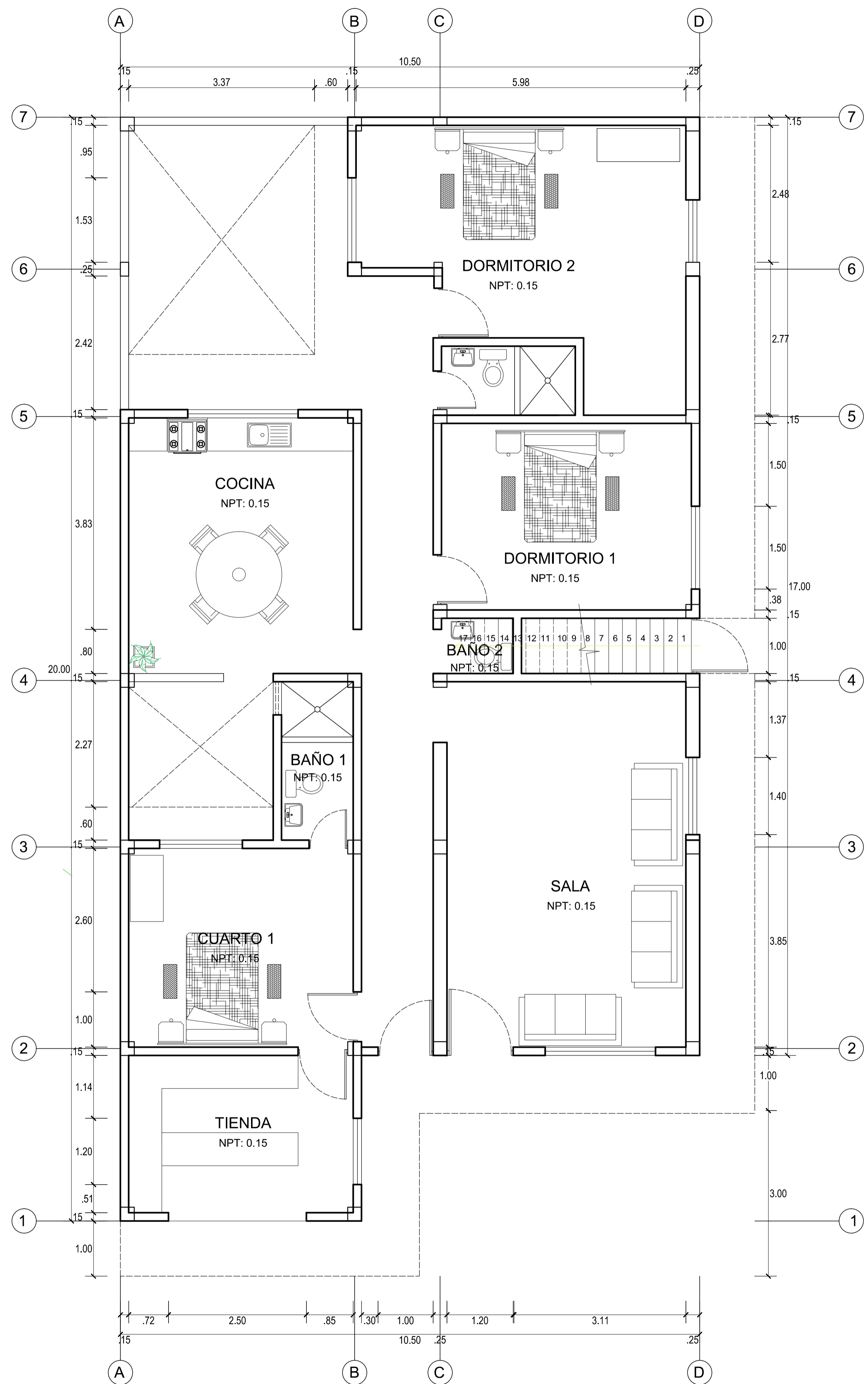


Sección 2 - 2 / A - D  
 $\square$  1 @ 0.05 m, 4 @ 0.10 m, Rto @ 0.25 m

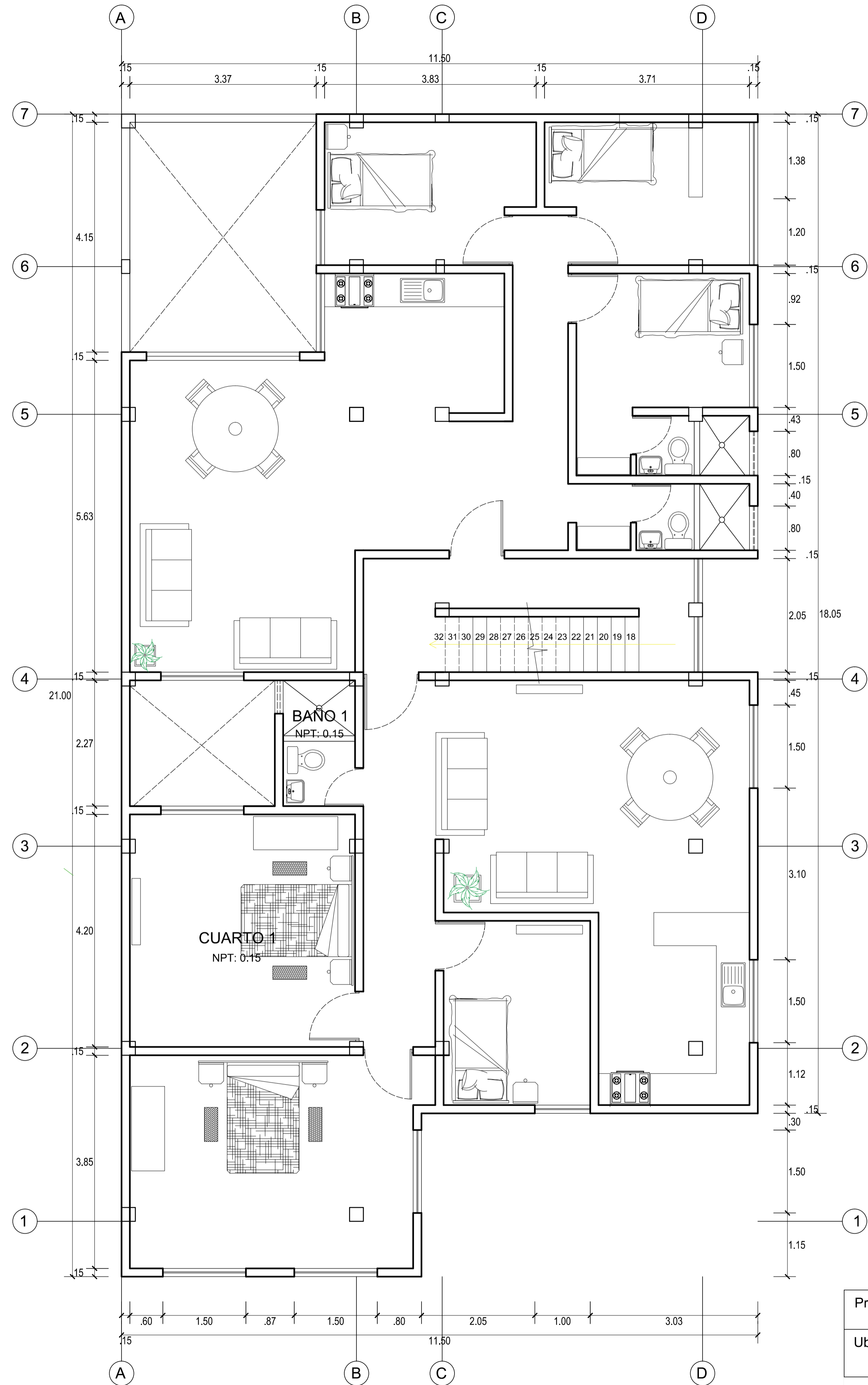


Proyecto:	Reforzamiento de vivienda número 1	
Ubicación:	AA.HH. Asociación Agrícola Portada de Mamacona Mz B Lt 13	
Escala:	1:50	E - 1
	Año:	





**PRIMER NIVEL**

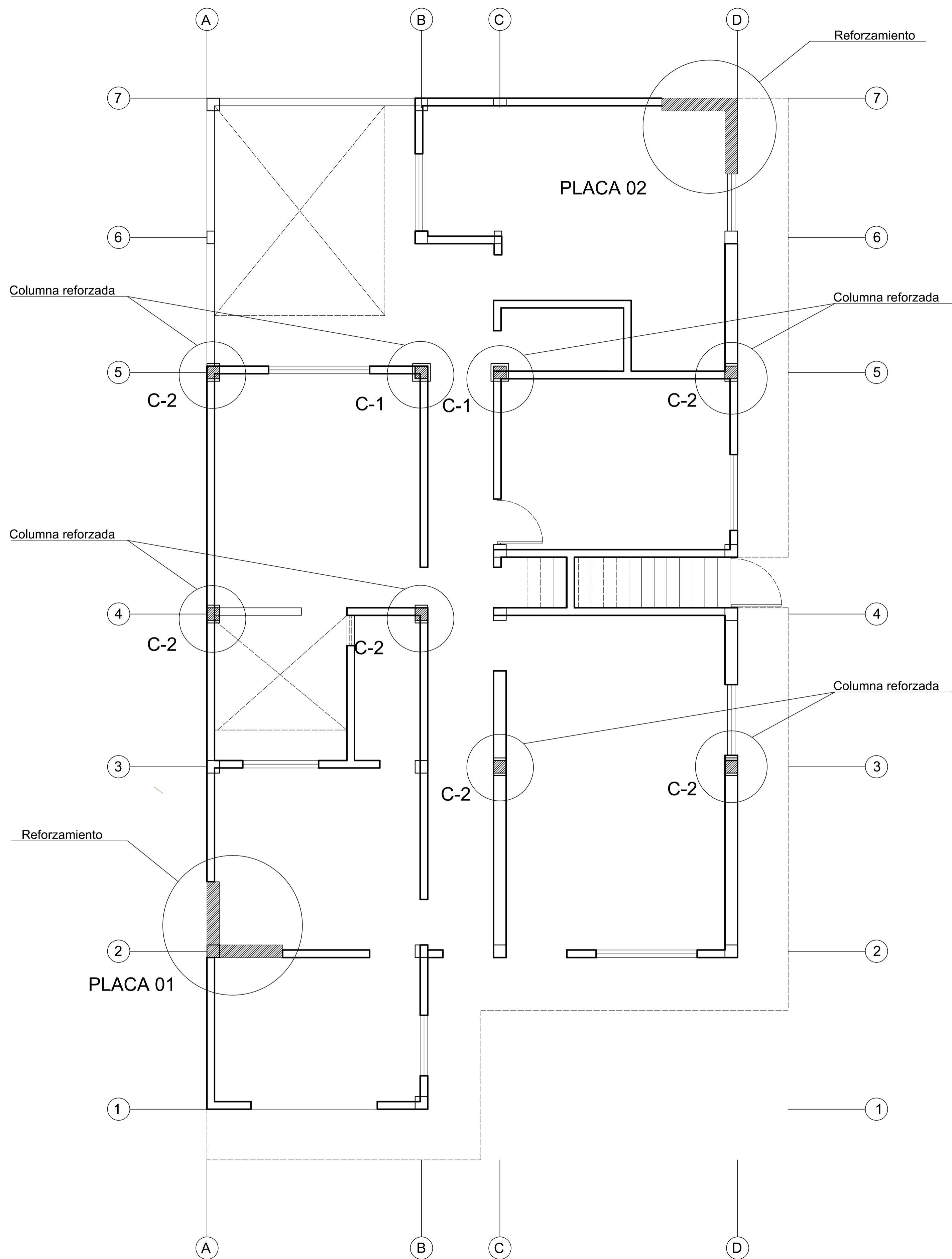


**PROYECCIÓN 2DO Y 3ER NIVEL**

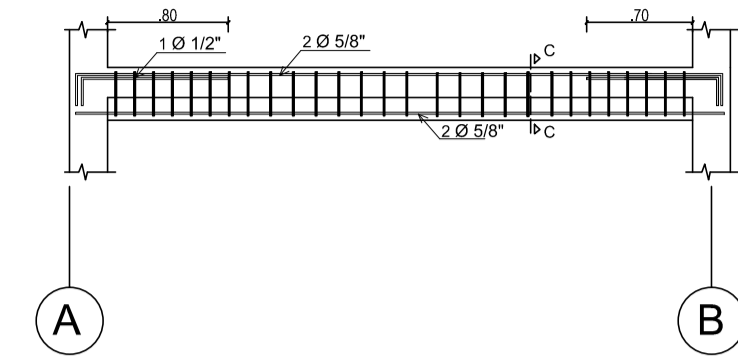
Proyecto:	Reforzamiento de vivienda número 2	
Ubicación:	AA.HH. Asociación Agrícola Portada de Mamacona Mz B Lt 1	
Escala:	1:50	<b>A - 1</b>
Año:	2021	



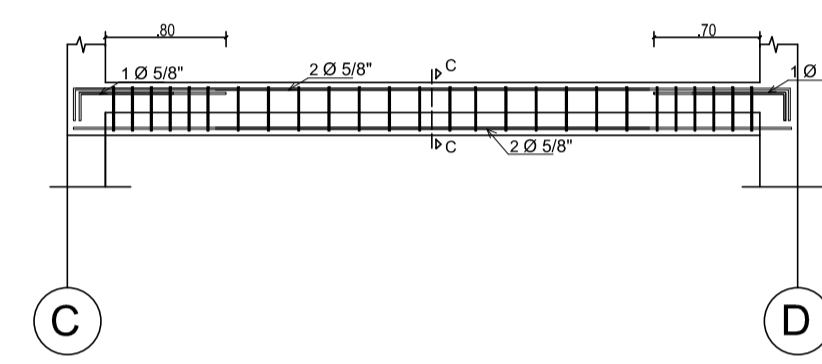




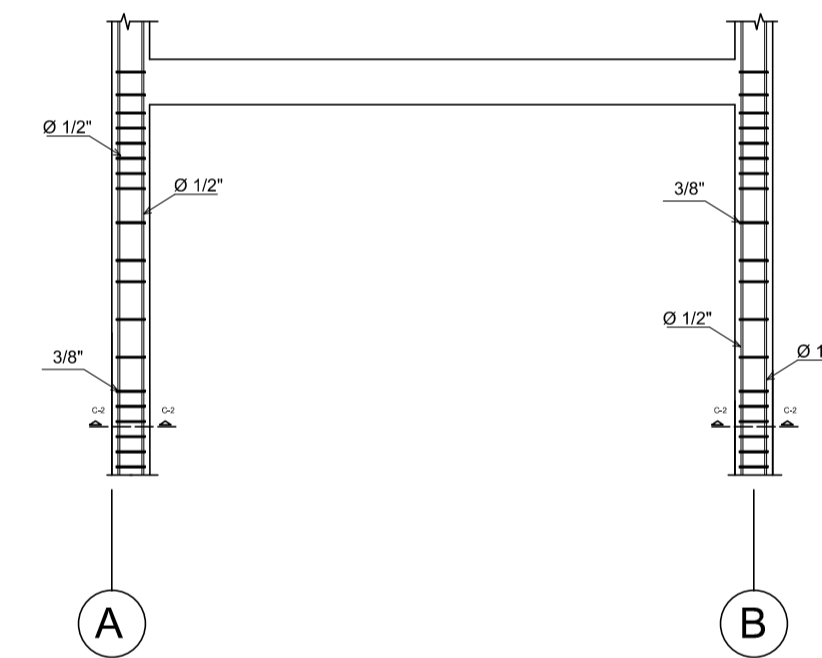
# PRIMER NIVEL REFORZADO



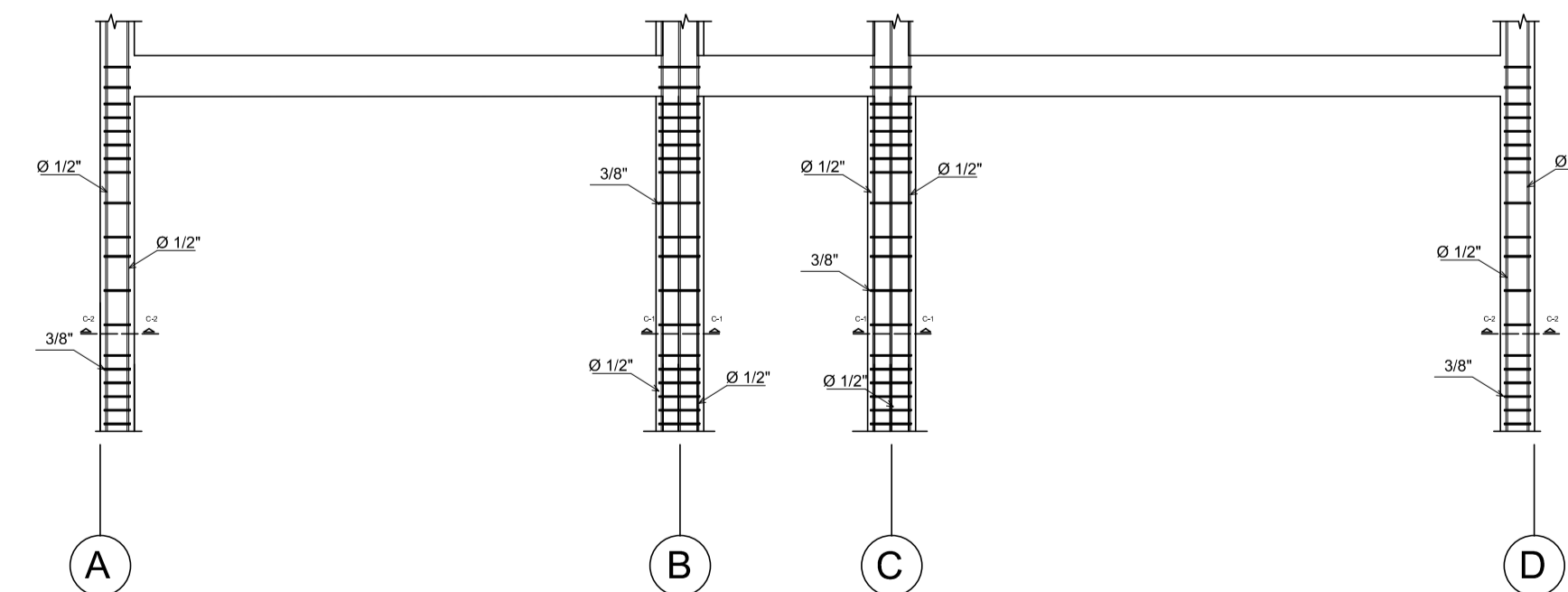
3/8" @ 0.05 m, 7 @ 0.10 m, Rto @ 0.15 m  
Viga eje 4 - 4 / A - B



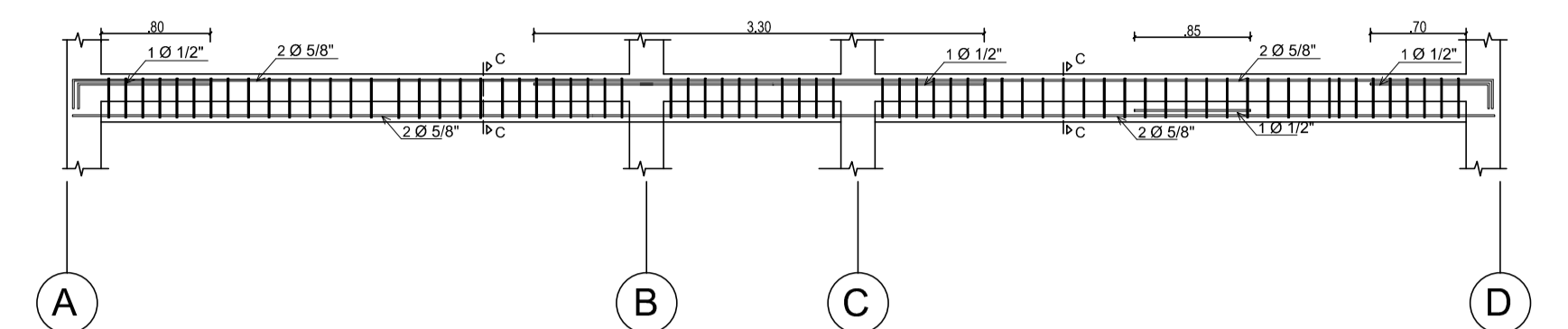
3/8" @ 0.05 m, 7 @ 0.10 m, Rto @ 0.15 m  
Viga eje 3 - 3 / C - D



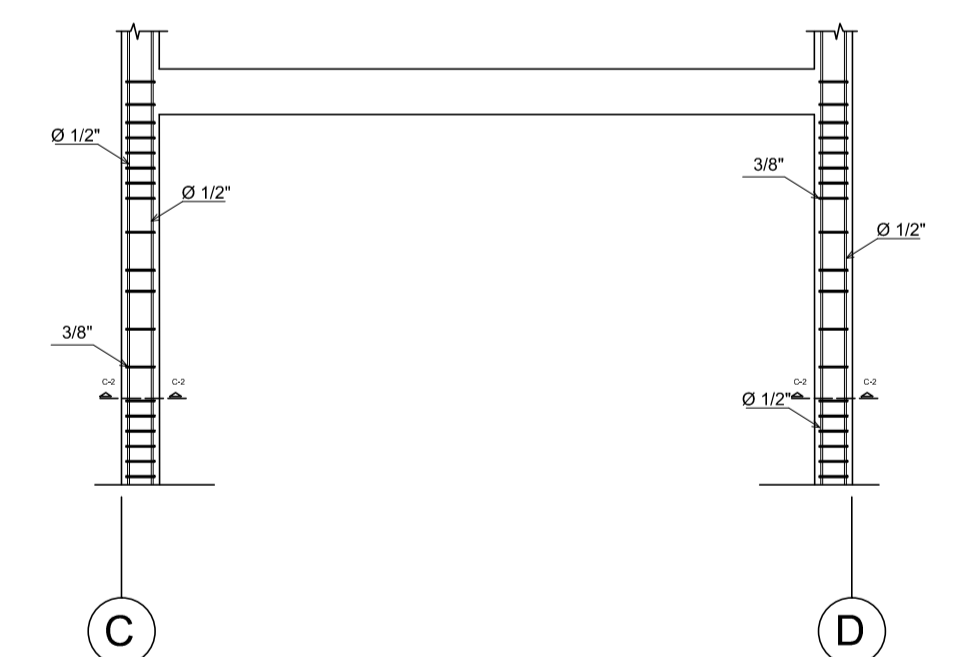
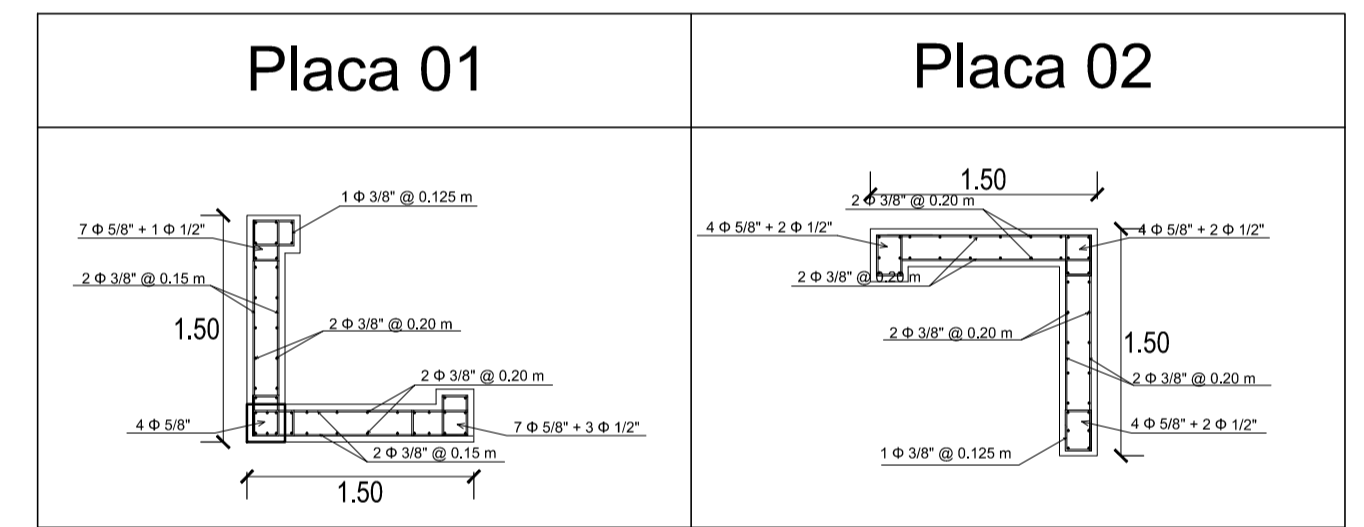
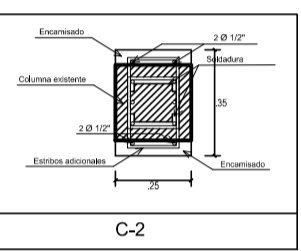
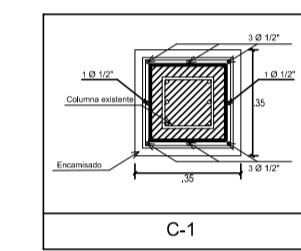
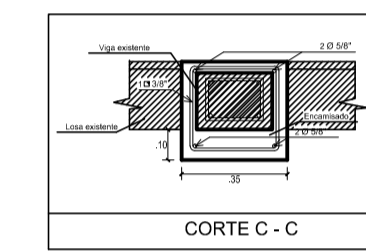
3/8" @ 0.05 m, 5 @ 0.10 m, Rto @ 0.25 m  
Viga eje 4 - 4 / A - B



3/8" 1 @ 0.05 m, 5 @ 0.10 m, Rto @ 0.25 m  
Viga eje 5 - 5 / A - D



3/8" 1 @ 0.05 m, 7 @ 0.10 m, Rto @ 0.15 m  
Viga eje 5 - 5 / A - D



3/8" @ 0.05 m, 5 @ 0.10 m, Rto @ 0.25 m  
Viga eje 3 - 3 / C - D

Proyecto: Reforzamiento de vivienda número 2  
Ubicación: AA.HH. Asociación Agrícola Portada de Mamacona Mz B Lt 1



Escala: 1:50  
Año: 2021



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis Comparativo de Fibra de Carbono y Fibra de Vidrio para  
Reforzamiento Estructural en Viviendas Autoconstruidas en Portada  
de Mamacona, Lurín 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Cueva Espinoza, Jesús Antoni (ORCID: 0000-0001-6456-9843)

Guerrero Yajahuanca, Irving (ORCID: 0000-0002-2295-1056)

**ASESOR:**

Msc. Paccha Rufasto, Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la inversión de infraestructuras es de crucial importancia para el avance de la economía, y es así como podemos ver cada día nuevas tecnologías, nuevos equipos, nuevos procesos que le dan impulso al sector construcción. Tal es así que para los próximos 15 años este sector supone un crecimiento del 6% del PBI mundial. Además, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) nos hace mención que el sector construcción creció 5,42% en el 2018. Pero, así como el crecimiento de este sector avanza, también lleva de la mano consigo una serie de deficiencia en las cuales se tiene que trabajar.

Una de esas de deficiencias son las viviendas autoconstruidas, ya que este problema sigue siendo el pan de cada día en nuestro país, porque muchas veces las personas por querer ahorrar suelen solo contratar una persona (albañiles o maestro de obra) que no tiene los conocimientos suficientes para desarrollar un proyecto de calidad, exponiéndose de esa manera a un riesgo muy elevado en caso de un sismo, poniendo en práctica un dicho muy conocido; el cual dice lo barato sale caro. Tan caro como la vida misma de la persona y la de toda su familia que viven con él. Además, si queremos expresarlo en porcentajes la revista de la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO), (2018), nos hace mención que un 60% de las edificaciones en el Perú son autoconstruidas y tomando en consideración solo la ciudad de lima, menciona que el 70% de las viviendas fueron construidas de una manera informal. Y sin aun con eso no se ve la gravedad del problema, entonces este revista hace mención que en un estudio efectuado en el año 2009 por el Centro de Estudios y prevención de desastres (PREDES), estimo que un sismo en Lima Metropolitana con una intensidad similar a la que se produjo en Pisco en el año 2007, provocaría 51 mil muertos, 686 mil heridos y 549 mil viviendas colapsadas o inhabitables, en las cuales las más afectadas serían las viviendas autoconstruidas; y esto sin considerar el crecimiento de la población y con esto el aumento de dichas viviendas durante esos años desde el 2009 hasta el 2021, la cual aumentaría las cifras significativamente.

Ahora viendo todo ese problema, ¿Acaso nos quedaremos de brazos cruzados esperando que dichos números se vuelvan una realidad? De ninguna manera. Es

por eso que se ha implementado varias técnicas de reforzamiento de estructuras que ayudarían de manera significativa al presentarse un sismo de gran magnitud.

Según lo expuesto por Ing. Jorge Rendon en una ponencia acerca de Rehabilitación y Reforzamiento de Estructuras menciona que hay once sistemas de reforzamiento estructural, los cuales se dividen en dos partes. La primera sirve para incrementar la rigidez y/o resistencia de la estructura, la cual está compuesta por encamisado en concreto reforzado, platinas metálicas, arrostros metálicos, pantallas en concreto reforzado, encamisado metálico, contrafuertes, adición de perfiles metálicos, postensamiento externo y materiales compuestos FRP, la segunda que sirve para modificar la respuesta de la estructura, las cuales son aislamiento sísmico y disipadores de energía. (Canal LanamemelUCR, 2018, 9m21s)

Pero no todas las personas tienen conocimiento de estos sistemas de reforzamiento estructural, los cuales sin duda alguna ayudarían a mejorar el estado de vulnerabilidad sísmica que presentan estas viviendas autoconstruidas.

Es por eso que se está realizando este proyecto de investigación, con la finalidad de dar a conocer y además de detallar el comportamiento de estos sistemas mediante un modelamiento utilizando el software ETABS; enfocándonos en los sistemas de reforzamiento estructural con materiales compuestos (FRP), que son los menos conocidos e utilizados en la industria de la construcción. Realizando un análisis comparativo de dos de los más significativos, las cuales son la fibra de vidrio y la fibra de carbono. Quedando los problemas, los objetivos y las hipótesis de la investigación de la manera siguiente:

### **Problema general**

¿Cuál es el análisis comparativo de fibra de vidrio y fibra de carbono para el reforzamiento estructural en viviendas autoconstruidas en Portada de Mamacona, Lurín 2021?

### **Problemas específicos**

¿Cuál será el análisis sísmico de las viviendas autoconstruidas sin reforzamiento en Portada de Mamacona, Lurín 2021?



¿Cuál será el análisis sísmico de las viviendas autoconstruidas empleando fibras de vidrio en Portada de Mamacona, Lurín 2021?

¿Cuál será el análisis sísmico de viviendas las autoconstruidas empleando fibras de carbono en Portada de Mamacona, Lurín 2021?

### **Objetivo General**

Realizar el análisis comparativo de fibra de vidrio y fibra de carbono para el reforzamiento estructural en viviendas autoconstruidas en Portada de Mamacona, Lurín 2021.

### **Objetivos Específicos**

Realizar el análisis sísmico de viviendas autoconstruidas sin reforzamiento en Portada de Mamacona, Lurín 2021.

Realizar el análisis sísmico de viviendas autoconstruidas empleando fibra de carbono en Portada de Mamacona, Lurín 2021.

Realizar el análisis sísmico de viviendas autoconstruidas empleando fibra de vidrio en Portada de Mamacona, Lurín 2021.

### **Hipótesis General**

El análisis comparativo de fibra de Carbono tendrá mejor comportamiento estructural que la fibra de vidrio en el reforzamiento de columnas en viviendas autoconstruidas en Portada de Mamacona, Lurín 2021.

### **Hipótesis Específicas**

El análisis sísmico de viviendas autoconstruidas sin reforzamiento en Portada de Mamacona, Lurín 2021, será crítico.

El análisis sísmico de viviendas autoconstruidas empleando el reforzamiento con fibra de carbono en Portada de Mamacona, Lurín 2021, mejorará el nivel de vulnerabilidad sísmica de manera muy significativa.

El análisis sísmico de viviendas autoconstruidas empleando el reforzamiento con fibra de vidrio en Portada de Mamacona, Lurín 2021, mejorará el nivel de vulnerabilidad sísmica de manera poco significativa.

## II. MARCO TEÓRICO

### ANTECEDENTES

#### Antecedentes Internacionales

(Espinoza, 2018) “Vulnerabilidad sísmica y refuerzo estructural con fibra de carbono (CFRP) de las unidades educativas: “Nuestra familia” y “Alberto Andrade Arizaga Brummel””. Tuvo como objetivo analizar la vulnerabilidad cuando se presenten sismos en infraestructuras que prestan servicios de educación y reforzar mediante la fibra de carbono, para luego dar como conclusión que luego de analizar los resultados que arrojó el programa SAP2000 de cada una de las estructuras de las unidades educativas en estudio, se halló que están vulnerables; además se comprueba que al reforzar con fibra de carbono incrementa la resistencia en los elementos de hormigón armado que están sometidas a flexión, cumpliendo con todos los requisitos de su normativa vigente.

(Navarrete, 2017) “Procedimiento de refuerzo de estructuras de hormigón armado con materiales CFRP” Desarrolló una memoria de titulación como requisito parcial para obtener el título de ingeniero civil; el cual tuvo por objetivo presentar el sistema (FRP) como una alternativa sencilla y eficiente para el refuerzo de estructuras de hormigón armado y emplearlo en casos reales; además, de mostrar las desventajas y ventajas que presenta esta tecnología para poder comparar con los metodologías clásicas de reforzamiento, con el cual llegó a la conclusión que el sistema FRP, registra propiedades físico-mecánicas que pueden ser usadas como reforzamiento estructural. Y en lo que se refiere a las desventajas y ventajas que posee la fibra de carbono; la más importante con respecto a las ventajas, es la gran resistencia que le otorgan a la estructura, eso se debe a las grandes capacidades mecánicas que posee, además también posee un bajo peso disminuyendo de esa manera el área a reparar o reforzar, es de fácil instalación y no se corroe al paso el tiempo. En cuanto a las desventajas, permanece el costo relativamente alto de estos materiales, en comparación con los otros métodos tradicionales de reforzamiento, lo cual se ha generado por el desconocimiento del mismo, pero se cree que el precio disminuirá en los próximos años cuando exista un consumo masivo de productos compuestos de fibra de carbono; mencionó el autor.

(Guédez y Salazar, 2019) “Análisis del comportamiento mecánico de probetas de concreto confinadas en fibra de vidrio, al estar sometidas a tensiones de compresión” Tuvo como objetivo general el poder analizar las propiedades mecánicas de las probetas de concreto, envueltas con fibra de vidrio y sometidas a tensiones de compresión, teniendo un tipo de investigación de carácter experimental, exploratorio y descriptivo, llegó a la conclusión cuando hay un mayor confinamiento con fibra de vidrio, brinda un mayor aporte en cuanto a su resistencia y a sus deformaciones axiales, pero limita las deformaciones transversales. No obstante, al liberar la zona central del anillo hace que la falla se retarde más.

(Santa y Chávez, 2021) “Diseño de vigas reforzadas con barras GFRP empleando normativa internacional aplicable al contexto colombiano” el cual tuvo como objetivo general diseñar vigas en concreto reforzado con barras GFRP a cortante y flexión empleando normativa internacional aplicable al contexto colombiano, llegando a la conclusión que la metodología para el diseño a flexión y cortante empleada en el ACI 440.1R-15 es aplicable al contexto colombiano, ya que esta parte de principios teóricos similares a los utilizados en el diseño de concreto reforzado con acero, edemas menciona que la falla por tracción en las vigas reforzadas con GFRP resulta más crítica que la presentada por compresión lo cual es debido al comportamiento lineal-elástico del material.

(Toapanta, 2016) “Análisis de las curvas de desempeño de una viga reforzada con fibras de carbono y fibras de vidrio” Tuvo como objetivo analizar las curvas de desempeño de vigas reforzadas con fibras de vidrio y fibras de carbono, teniendo como tipo de investigación exploratorio – explicativa, llegando a la conclusión que la fibra de vidrio incrementa un 37% y la fibra de carbono aumenta el 56% el módulo de ruptura en comparación con una viga sin reforzamiento, considerando además sus ventajas por el aspecto estético y su aplicación rápida.

## **Antecedentes Nacionales**

(Alegre, 2017) “Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado” el cual trazo un objetivo de determinar el comportamiento inelástico y elástico de vigas de concreto armado reforzadas con fibra de carbono y sometidas a flexión, llegando a la conclusión que al reforzar con fibra de carbono incrementa la resistencia a flexión, también mencionó que cuando las secciones tienen menor cuantía de acero, las fibras de carbono influyen mayoritariamente en el incremento de su resistencia, este incremento alcanza un valor de 58.9%. Y cuando se da el caso de que las secciones tienen una mayor cuantía de acero, el incremento de su resistencia consigue un valor de 18.4%.

(Castro, 2019) “Reforzamiento estructural con fibra de carbono como alternativa económica para aumentar la resistencia a la compresión de las columnas en la galería comercial FULLMARKET en el 2019” desarrollo una tesis para obtener el título de ingeniero civil, en la cual se trazó un objetivo de determinar de qué manera el refuerzo estructural con fibra de carbono incrementa la resistencia a la compresión de las columnas y genera ahorro económico en la galería Fulmarket 2019, contando con un tipo de investigación descriptiva de enfoque cuantitativo explicativo; llego a la conclusión que cuando se aplica la fibra de carbono incrementa la resistencia del concreto, el cual dependerá del gramaje de la fibra de carbono, del diseño de la columna y el número de capas de fibra que se aplique.

(Calderón, 2019) “Reforzamiento estructural de viviendas autoconstruidas con sistema estructural de albañilería confinada mediante el análisis de la vulnerabilidad sísmica, Chorrillos, Lima - 2020” el cual tuvo como objetivo identificar el nivel vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas con un sistema de albañilería confinada; contando con un tipo de investigación aplicada y un enfoque cuantitativo se llegó a la conclusión que luego de realizar la verificación de vulnerabilidad para casos de sismo con la ficha de INDECI se encontró que, el 91% de viviendas encuestadas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica muy alta, 9% con vulnerabilidad sísmica alta, 0% con vulnerabilidad sísmica moderada y 0% con vulnerabilidad sísmica baja. Además, cuando se realizó la proyección a cuatro

niveles no cumplían con los parámetros en la norma E030 – Diseño Sismorresistente.

(Inga y Ortiz, 2019) “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuestas de reforzamiento en viviendas de albañilería confinada de tres niveles en la asociación 13 de noviembre en Ate, 2019”, se trazó el objetivo de determinar la vulnerabilidad sísmica y proponer el reforzamiento estructural en las viviendas que tengan un sistema estructural de albañilería confinada de 3 niveles en la asociación 13 de noviembre en Ate; con un tipo de estudio aplicada, un nivel descriptivo y con enfoque cuantitativo; llegó a la conclusión que las viviendas de albañilería confinada de 3 niveles de dicha asociación presentan vulnerabilidad sísmica debido a que no cumple con las derivas máximas permitida por la norma E030, por lo que la propuesta de reforzamiento con varillas de fibra de vidrio es la adecuada, ya que permitió cumplir con la deriva máxima, incrementando la rigidez en los muros.

(Cornejo, 2019) “Comportamiento experimental de columnas cortas con refuerzo externo”, desarrolló una tesis con el objetivo de estudiar el comportamiento mecánico de una columna corta de concreto armado ante carga cíclica, sin refuerzo y con refuerzo externo (fibra de vidrio y fibra de carbono), llegando a la conclusión que el refuerzo con bandas de fibra de carbono y bandas de fibras de vidrio incrementó la resistencia a carga lateral en un 39% y 44% correspondientemente, además mencionó que las columnas cortas tiene vulnerabilidad ante carga lateral, pero que al reforzar con bandas de fibra de vidrio y fibra de carbono aumenta la capacidad de deformación y la resistencia al corte (resistencia lateral).

## **Norma E020 - Cargas**

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento,2006). Nos menciona que las edificaciones diseñadas deben ser capaces de soportar las cargas que se impongan. Estas van a actuar de acuerdo a combinaciones y no deben causar deformaciones ni esfuerzos que excedan lo señalado por cada tipo de material de acuerdo a su norma, bajo ningún caso las cargas deben ser menores a los de esta norma. Entre las cargas dentro de esta norma tenemos:

Carga muerta. - En esta están considerado las cargas propias de los materiales, los pesos de todos los dispositivos de servicio de la edificación y también se tendrá en cuenta el peso de todos los tabiques utilizando los pesos reales en las ubicaciones que indiquen sus planos.

Carga viva. - Para este tipo de carga se tendrá como mínimo los valores siguientes los cuales dependerán de la ocupación o uso:

- Viviendas: Corredores y escaleras: 200kgf/m<sup>2</sup>

Carga viva de techo. - Las cargas vivas mínimas son:

- Para los techos con una inclinación de hasta de 3° con respecto a lo horizontal = 100 kgf/m<sup>2</sup>

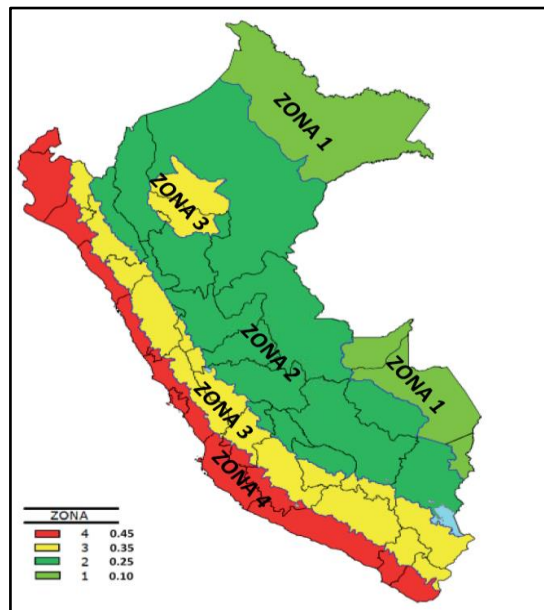
## **Norma E030 – Diseño Sismorresistente**

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Nos refiere que toda edificación y cada parte que lo componga deben ser diseñadas y construidas para soportar las sollicitaciones sísmicas establecidas en la norma.

### **Zonificación**

Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento (2019). Está dividido en cuatro partes como muestra la siguiente figura:

Figura 1: Zonas Sísmicas



Fuente: Norma E030 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

Cada zona es asignada con un factor Z, dicho factor es la aceleración máxima horizontal y se detalla como una fracción de la aceleración con respecto a la gravedad, así como lo muestra la figura 1.

### Perfiles de suelo

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Para esta norma los perfiles se clasifican teniendo en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte, el promedio ponderado  $N_{60}$  obtenidos del promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada o a través de un ensayo de penetración estándar (SPT), los tipos de perfiles son cinco:

- Perfil Tipo So: Roca dura
- Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos
- Perfil tipo S2: Suelos intermedios
- Perfil tipo S3: Suelos blandos
- Perfil tipo S4: Condiciones excepcionales



La siguiente tabla resume los valores para los diferentes tipos de suelo:

Tabla1. Clasificación de los perfiles de suelo

Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
$S_0$	> 1500 m/s	-	-
$S_1$	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
$S_2$	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
$S_3$	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
$S_4$	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma E030 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

### Parámetro de Sitio (S, T<sub>P</sub>, T<sub>L</sub>)

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Se considerará el tipo del perfil de suelo que mejor represente las condiciones, utilizándose los siguientes valores de los periodos T<sub>P</sub> y T<sub>L</sub> y del factor de amplificación S.

Tabla 2. Factor de suelo "S"

ZONA \ SUELO	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$Z_4$	0,80	1,00	1,05	1,10
$Z_3$	0,80	1,00	1,15	1,20
$Z_2$	0,80	1,00	1,20	1,40
$Z_1$	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma E030 – RNE

Tabla 3: Periodos "T<sub>P</sub>" "T<sub>L</sub>"

	Perfil de suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_p$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma E030 - RNE

### Factor de amplificación sísmica (C)

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). De acuerdo a las características se definirá el factor de amplificación expresadas de la siguiente manera:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_l \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \times T_l}{T^2}\right)$$

### Categoría de edificaciones y factor de uso (U)

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Cada estructura se encuentra compues por las siguientes categorías:

Tabla 4: Categoría de las edificaciones y fator (U)

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.  También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Norma E030 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

## Categoría y sistemas estructurales

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). De acuerdo a la categoría de la edificación y la zona, se define que sistema estructural se puede utilizar.

Tabla 5: Categoría y sistema estructural de las edificaciones

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (**)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera.
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

Fuente: Norma E030 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

## Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)

Este coeficiente se determina por la siguiente expresión:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Donde:

$R_0$ = Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas

$I_a$ =Factor de Irregularidad en altura

$I_p$ =Factor de irregularidad en planta

## Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas ( $R_0$ )

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Se clasifican según el sistema de estructuración y los materiales usados que brinda la siguiente tabla:

Tabla 6: Sistema Estructurales

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción $R_0$ (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

Fuente: Norma E030 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

### Regularidad estructural

Se clasifican como regulares o irregulares para los siguientes fines:

- a.- Cumplir con las restricciones establecidas.
- b.- Establecer los procedimientos de análisis.
- c.- Determinar el coeficiente R.

## Factores de irregularidad

Existen las irregularidades en planta y altura:

Tabla 7: Irregularidades en Altura

<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</b>	<b>Factor de irregularidad (I<sub>a</sub>)</b>
Irregularidad de rigidez – piso blando Irregularidad de resistencia – piso débil	0.75
Irregularidad extrema de rigidez Irregularidad extrema de resistencia	0.5
Irregularidad de masa o peso	0.9
Irregularidad geométrica vertical	0.9
Discontinuidad en los sistemas estructurales	0.8
Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes	0.6

Fuente: Elaboración propia extraído de la Norma E030 – RNE

Tabla 8: Irregularidades en Planta

<b>Irregularidades estructurales en planta</b>	<b>Factor de irregularidad I<sub>p</sub></b>
Irregularidad torsional	0.75
Irregularidad torsional extrema	0.6
Esquinas entrantes	0.9
Discontinuidad del diafragma	0.85
Sistemas no paralelos	0.9

Fuente: Elaboración propia extraído de la Norma E030 – RNE

## **Coeficiente de reducción sísmica (R)**

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Es el producto de los factores de irregularidad  $I_a$ ,  $I_p$  y el coeficiente  $R_0$ .

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

## **Análisis estático o de fuerzas equivalentes**

(Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2019). Da a conocer las sollicitaciones sísmicas a través de un conjunto de fuerzas operando en el centro de masa de cada piso de la estructura. Dentro del análisis estático se tiene a la cortante basal, que es la fuerza cortante total en la base de la edificación y está expresada de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

Donde el valor C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

## **Determinación de desplazamientos laterales**

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Para las estructuras regulares se multiplican los resultados del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones reducidas  $0.75 R$ , y para las estructuras irregulares se calcula multiplicando  $0.85 R$ .

## **Desplazamientos laterales admisibles**

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). El desplazamiento máximo relativo de entrepiso no debe exceder los valores brindados en la siguiente tabla:

Tabla 9: Límites para la distorsión de entrepiso (derivadas)

Material Predominante	$(\Delta_s / h_w)$
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: Norma E030 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

### Evaluación, reparación y reforzamiento de estructuras

(Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019). Si hay dudas respecto a la seguridad de alguna edificación se podrá realizar una evaluación de la resistencia estructural a través de un análisis, utilizando pruebas de carga o una combinación de ambos. Si las propiedades y dimensiones del material se encuentran a través de ensayos, se puede incrementar el valor del coeficiente de reducción de resistencia  $\phi$ , la cual no debe ser mayor a:

Tabla 10: Coeficiente de Resistencia Máxima

Flexión si carga axial	1.00
Tracción axial con o sin flexión	1.00
Compresión axial con o sin flexión	0.85
Cortante o torsión	0.90
Aplastamiento	0.85

Fuente: Norma E060 - Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

### ACI 440.2R-08, guía para el diseño y la construcción de sistemas de FRP adheridos externamente para fortalecer estructuras de hormigón

(American Concrete institute, 2008) Los materiales compuestos, también conocidos como polímeros reforzados con fibra (FRP), surgieron como una alternativa a los materiales tradicionales para la rehabilitación y reparación de estructuras. Los materiales FRP son no corrosivos, livianos y de alta resistencia a la tracción. Están disponibles de forma fácil y van desde laminados realizados en



fábricas hasta láminas de fibra seca capaces de adaptarse a la geometría de los elementos.

### **Reforzamiento con encamisados**

(Ayala Galindo & Giraldo Vargas, 2018) Es una forma de reforzar un elemento estructural que ha tenido cambios en su resistencia, se envuelve a la estructura actual con una sección adicional de concreto con el objeto de cumplir a poder cumplir con la resistencia.

### **Usos de la fibra de carbono**

(Sika, 2019) Puede ser usado para refuerzo en flexión, cortante, confinamiento de elementos estructurales, como vigas, columnas y muros, por los siguientes motivos:

- Incremento de cargas
- Cambios de usos en el edificio
- Refuerzo sísmico
- Cambio en el sistema estructural
- Defectos de diseño o construcción
- Refuerzo insuficiente

### **Usos de fibra de vidrio**

(Sika, 2019) Se usa para el reforzamiento a corte y flexión de estructuras de hormigón, mampostería y elementos estructurales por los siguientes motivos:

- Prevención de defectos causados por acción sísmica
- Cambio de uso de edificación
- Daño en partes estructurales
- Cambio en el sistema estructural

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### **Tipo de investigación: Aplicada**

Según Arias, F. (2017) Una investigación de tipo aplicada utiliza como punto de partida y sustento el conocimiento provisto por la investigación básica, pero sus resultados son empleados de forma inmediata a mediano o a corto plazo para resolver problemas sociales, educativos, administrativos, de salud, entre otros. (p.70).

Por lo tanto, esta investigación también será de tipo aplicada ya que cumple con todos esos requisitos.

##### **Diseño de Investigación: No experimental - Transversal**

Según Hernández & Torres (2018) nos menciona que cuando una investigación es **no experimental**, los estudios que se hacen son sin manipular deliberadamente las variables, la cual solo cuenta con la observación de los fenómenos en su ambiente natural para que posteriormente a ello se los analice. (p.175)

Los diseños de investigación **transversal** recogen datos en un único tiempo. Tiene como objetivo describir las variables y estudiar su interrelación e incidencia en un determinado momento. (Hernández & Torres, 2018, p.176)

##### **Nivel de la investigación: Descriptivo**

Las investigaciones descriptivas tienen como fin detallar las características y propiedades de conceptos, variables, hechos y fenómenos en un determinado contexto. Además, miden y definen las variables y las describen, así como al planteamiento o fenómeno referido. (Hernández & Torres, 2018, p.105)

##### **Enfoque de la investigación: Cuantitativo**

Se vincula a métodos matemáticos y conteos numéricos. Además, representa un conjunto de procesos ordenado de manera secuencial para demostrar ciertas suposiciones. (Hernández & Torres, 2018, p.5)

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variables**

Según Hernández & Torres (2018) la variable es un concepto o propiedad que puede cambiar y cuya fluctuación es susceptible de observarse o medirse. (p. 125). En este trabajo de investigación se determinaron dos variables como se muestran a continuación:

V1: Reforzamiento con Fibra de carbono

V2: Reforzamiento con Fibra de vidrio

#### **Operacionalización**

(Ver ANEXO)

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población: AA.HH. La Portada de Mamacona**

Conjunto de todos los casos que conciertan con especificaciones determinadas. (Hernández & Torres, 2018, p.199)

#### **Muestra: Dos viviendas más críticas del AA.HH. La Portada de Mamacona**

Subgrupo de la población donde se recopilan los datos, el cual debe ser representativo de dicha población si se quieren generalizar los resultados. (Hernández & Mendoza, 2018, p.196)

#### **Muestreo: No probabilístico**

Es un subgrupo de la población en la que se elige los elementos, y esto no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación. (Hernández & Mendoza, 2018, p.200)

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas

Se utilizará la **técnica de la observación**, ya que, según Hernández & Torres (2018) esta técnica de recolección de datos nos va a ayudar en el registro sistemático, confiable y válido de situaciones y comportamientos observables. (p.290)

Además, se usará la **técnica de la encuesta** para poder recoger datos muy importantes, para de esa manera determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el AA.HH. La portada de Mamacona.

#### Instrumentos

Medio que utiliza el investigador para recolectar datos o información sobre las variables que tiene en mente. (Hernández & Mendoza, 2018, p.228)

En la presente investigación se usará los siguientes instrumentos:

- Ficha de verificación (INDECI)
- Ensayo de Esclerometría

### 3.5. Procedimientos

La presente investigación siguió los procedimientos que se muestran a continuación:

- ✓ Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda para casos de sismo mediante las fichas de verificación propuestas por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).
- ✓ Selección de viviendas críticas para evaluación.
- ✓ Levantamiento arquitectónico de la vivienda 1 y 2, para detallar la estructura existente.
- ✓ Análisis sísmico de la vivienda 1 mediante el software ETABS V.16.2.1, con reforzamiento y sin reforzamiento de fibra de vidrio para verificar si cumple con los desplazamientos máximos permitidos por la norma E030.

- ✓ Verificación del acero de refuerzo en los elementos estructurales existentes en la vivienda 1 para posible reforzamiento con fibra de vidrio, ensanchamiento de secciones o inserción de nuevos elementos estructurales.
- ✓ Análisis sísmico de la vivienda 2 a través del software ETABS V.16.2.1, con reforzamiento y sin reforzamiento de fibra de carbono para verificar si cumple con los desplazamientos máximos permitidos por la norma E030.
- ✓ Verificación del acero de refuerzo en los elementos estructurales existentes en la vivienda 2 para posible reforzamiento con fibra de carbono, ensanchamiento de secciones o inserción de nuevos elementos estructurales.
- ✓ Diseño del acero para los elementos estructurales proyectados en la vivienda 2.
- ✓ Elaboración de planos de propuestas de reforzamiento de la vivienda 1 y 2

### **3.6. Método de análisis de datos**

Se realizará un análisis cuantitativo, apoyándonos de los softwares Microsoft Excel y Microsoft Word en lo que respecta al tratamiento de resultados, el cual se obtendrá luego de los análisis sísmicos que realicemos para cada vivienda. Para el análisis sísmico se hará uso del software ETABS V.16.2.1 y Microsoft Excel para el cálculo más acertado y rápido de los datos.

### **3.7. Aspectos éticos**

Los datos de la presente investigación se consideran 100% verídicos y que respeta los datos de otros autores, ya que durante todo el desarrollo de este proyecto se tuvo en consideración el citar las fuentes de donde se adquirió la información para la parte de antecedentes y teoría, y en lo que respecta a los resultados son propios de los autores brindando de esa manera un granito de arena a la investigación científica en nuestro país.

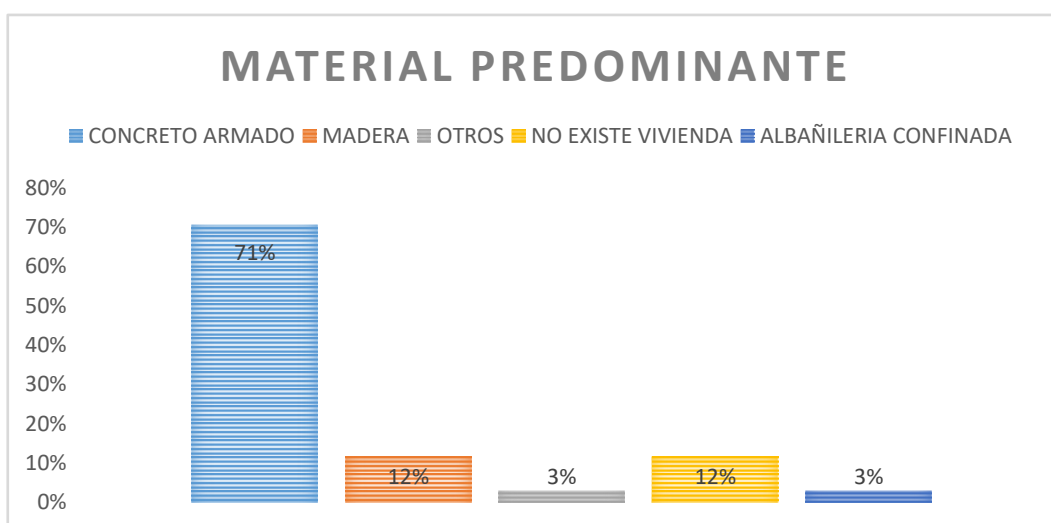
#### IV. RESULTADOS

### DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO MEDIANTE LAS FICHAS DE VERIFICACION DE INDECI

La evaluación de la Asociación Agrícola Portada de Mamacona fue realizada mediante las fichas de verificación del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) dando los siguientes resultados.

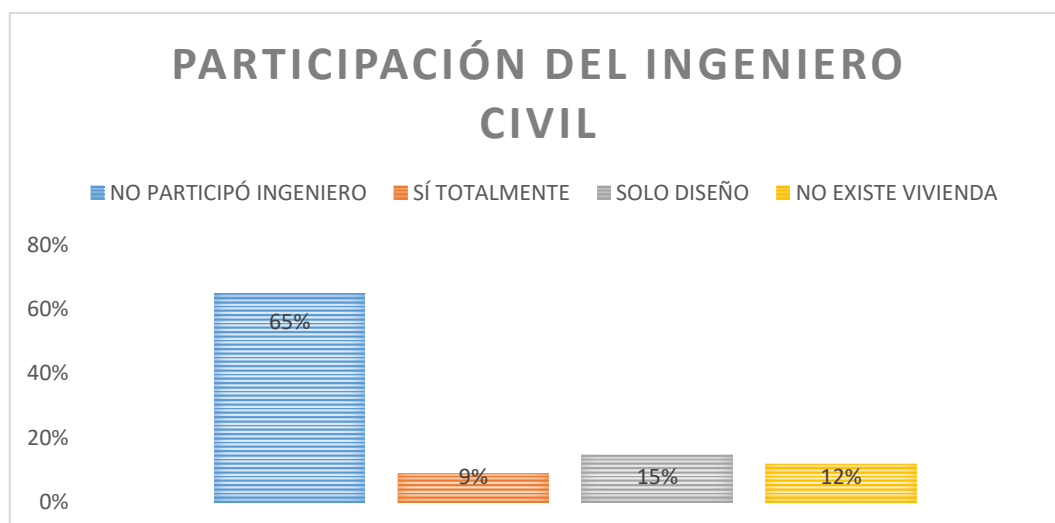
Características de la construcción de la vivienda:

Gráfico 1: Material Predominante



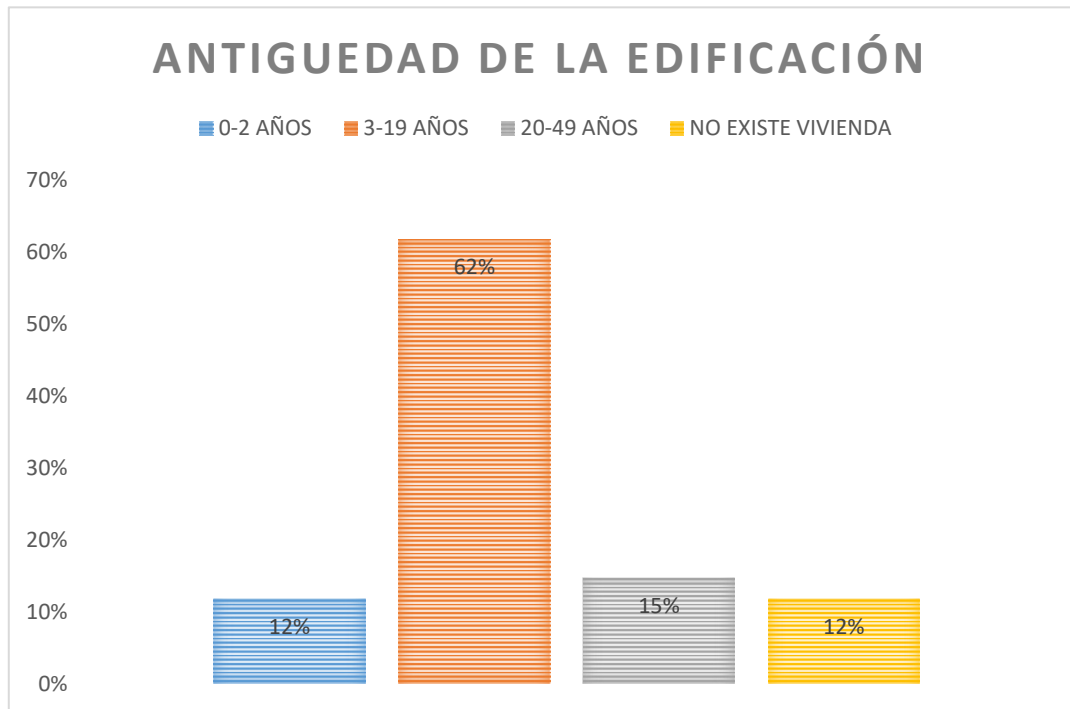
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Participación del Ingeniero Civil



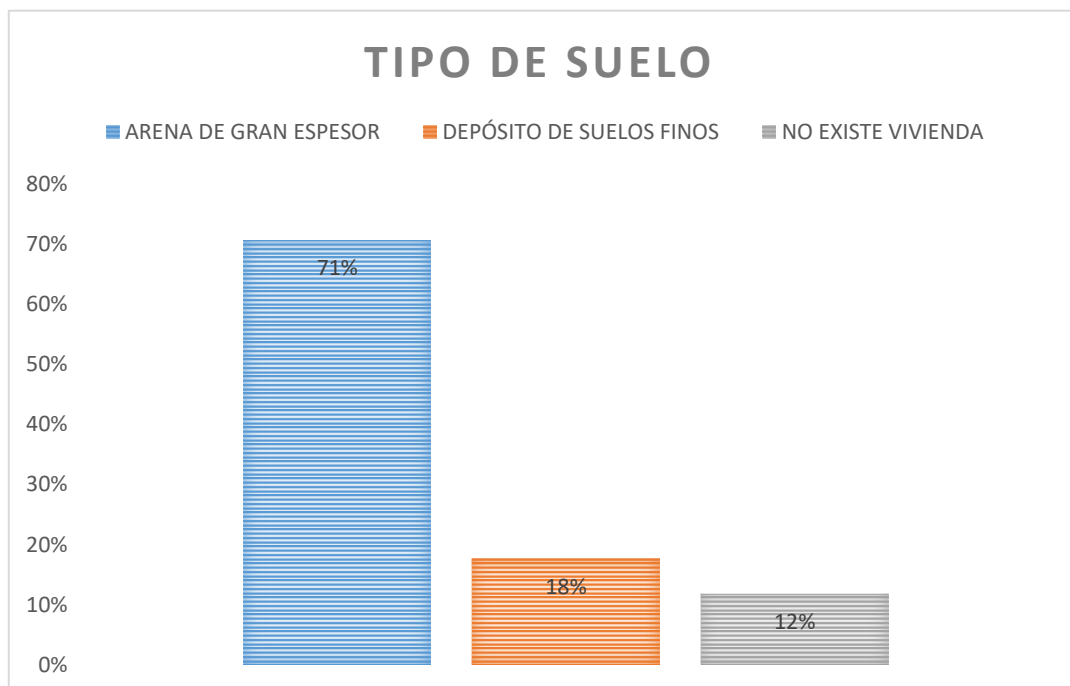
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3: Antigüedad de la edificación



Fuente: Elaboración propia

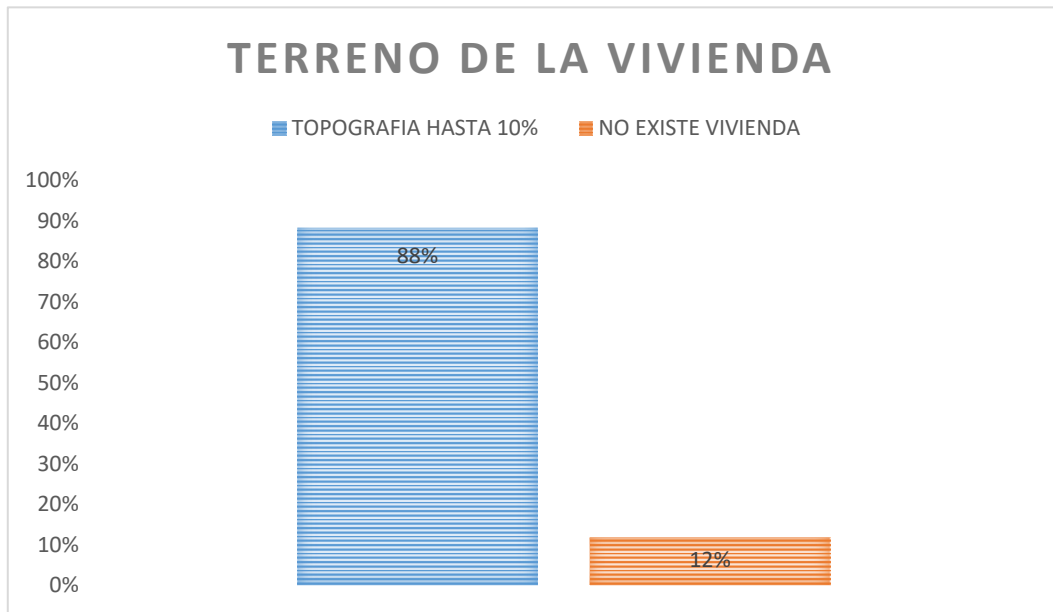
Gráfico 4: Tipo de Suelo



Fuente: Elaboración propia

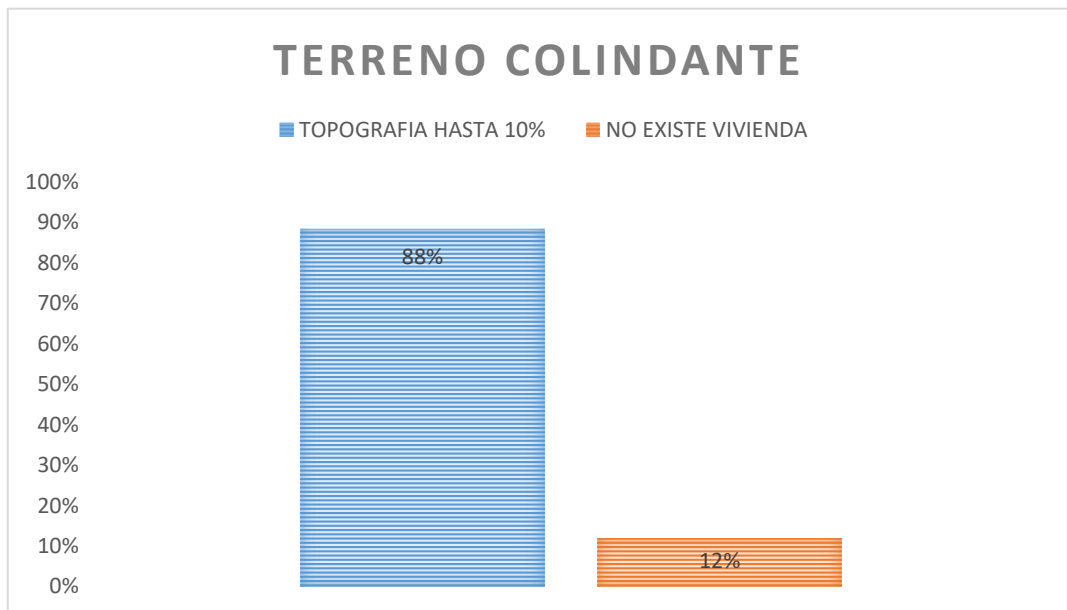


Gráfico 5: Terreno de la vivienda



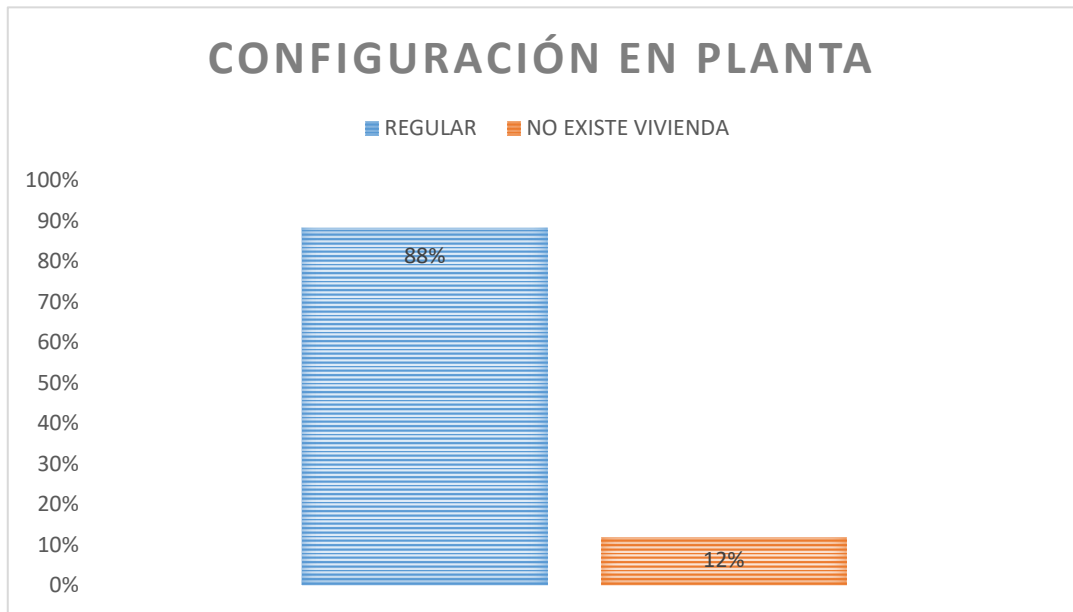
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda



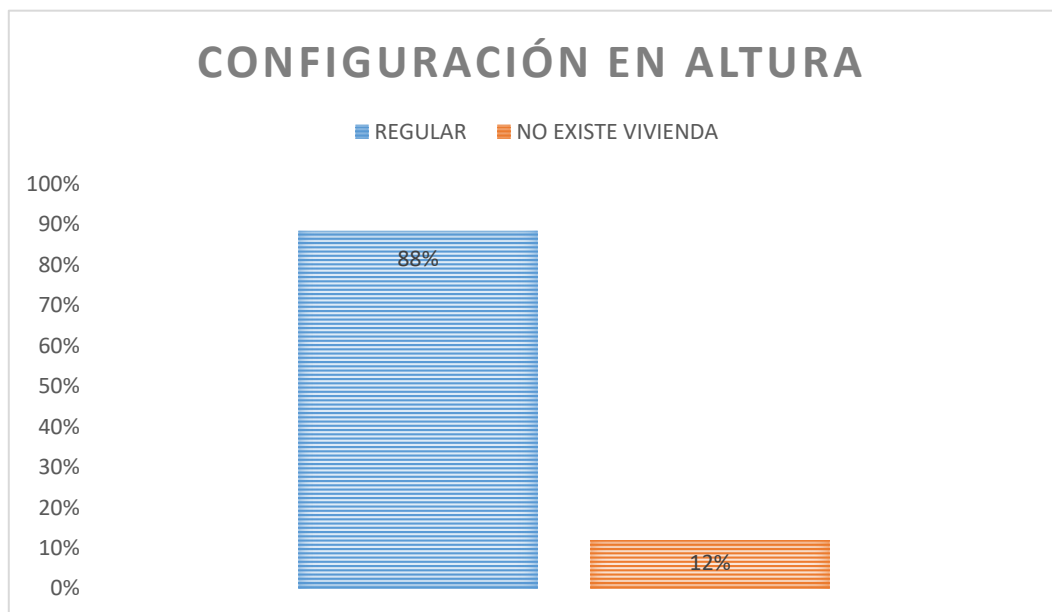
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7: Configuración geométrica en planta



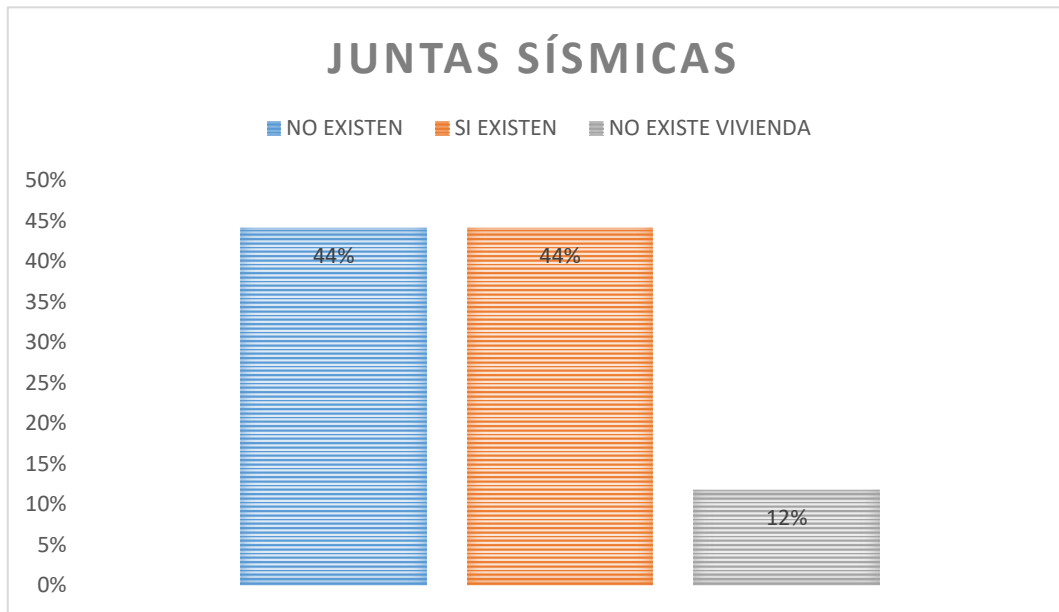
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Configuración geométrica en altura



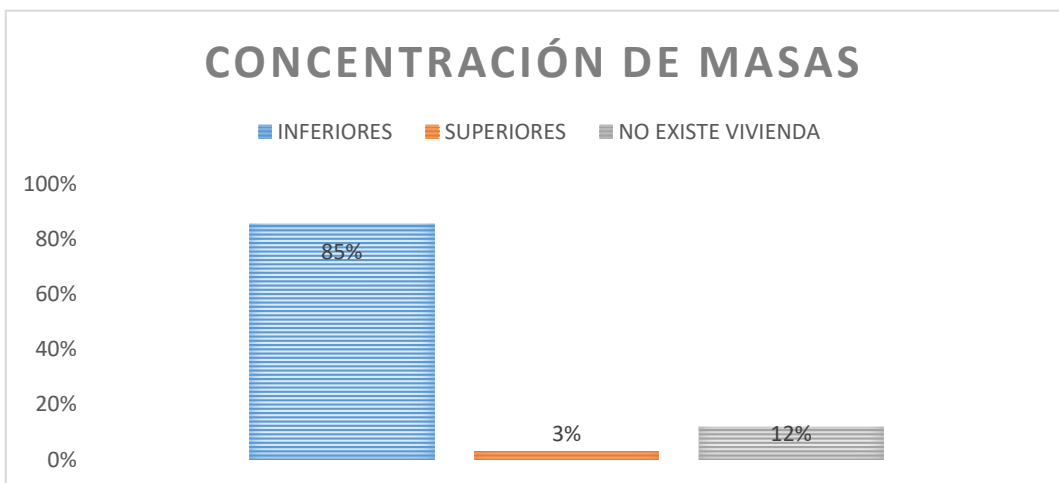
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9: Juntas de dilatación sísmica



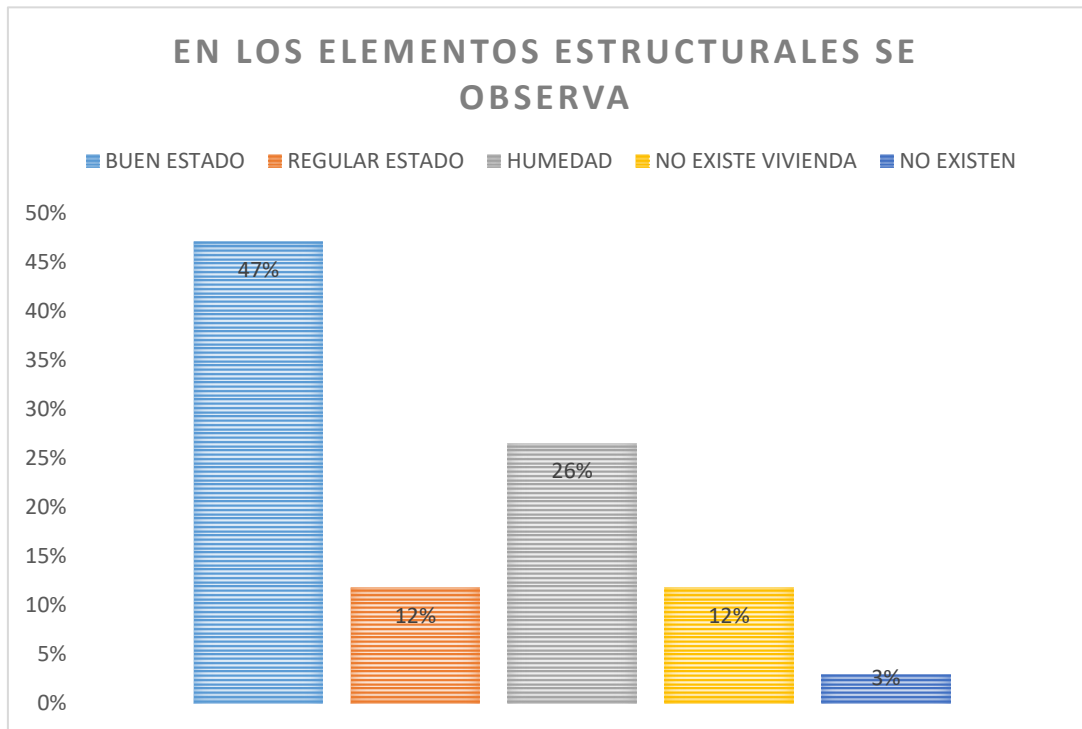
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Concentración de Masas



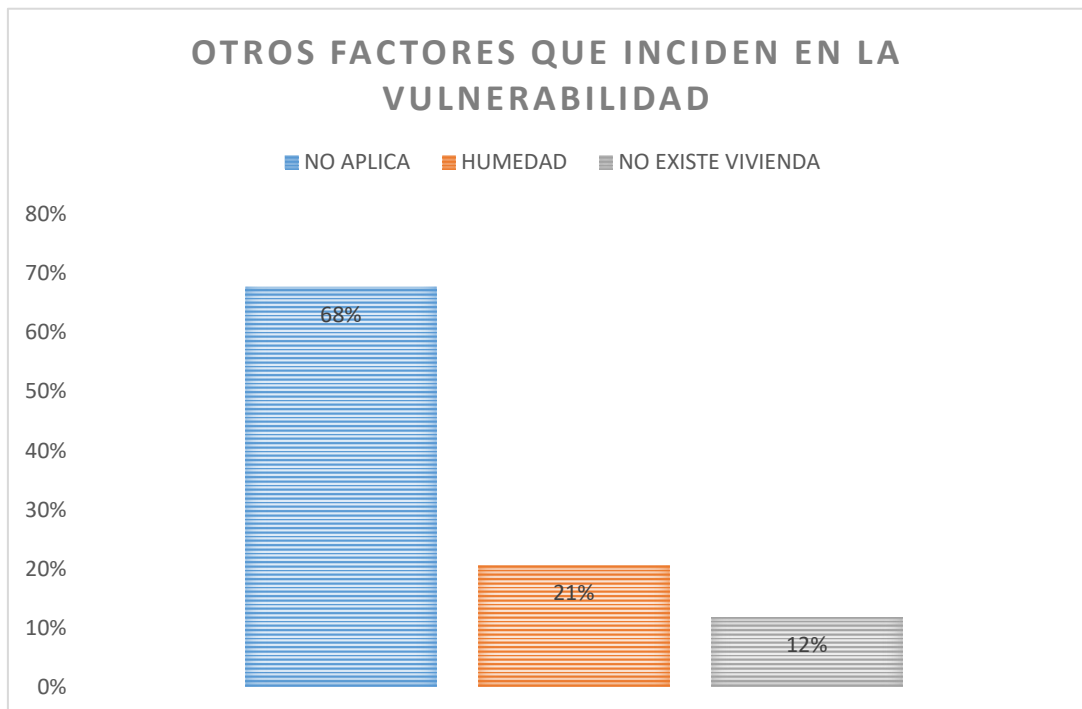
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11: En los principales elementos estructurales se observa



Fuente: Elaboración propia

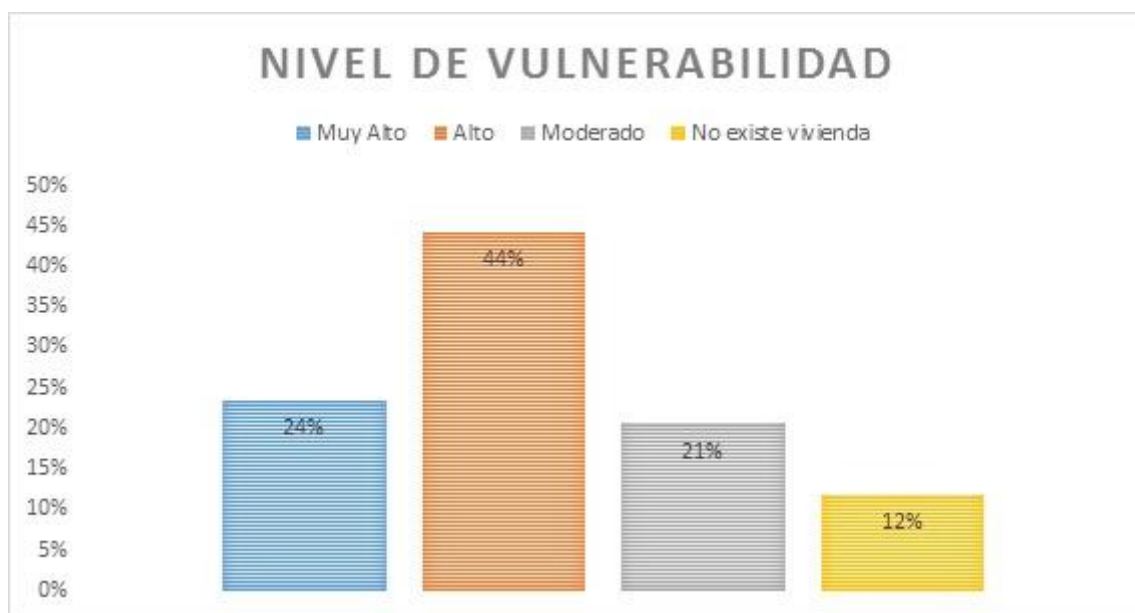
Gráfico 12: Otros factores que inciden en la vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia

Luego de haber obtenido todos los ítems de las fichas de verificación se procedió a darle un nivel de vulnerabilidad, la cual estaba desde bajo, moderado, alto y muy alto; considerando los rangos según la ficha de verificación. De las cuales se obtuvo los siguientes resultados.

Gráfico 13: Nivel de Vulnerabilidad de las viviendas en Portada de Mamacona-Lurín



Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido los resultados se eligió las viviendas que tenían una vulnerabilidad muy alta y que además tenían que tener el material predominante de concreto armada. Es así como se elegio dos viviendas ubicadas en AA.HH. Asociación Agrícola Portada de Mamacona Mz. "B" Lt. 13 y Mz. "B" Lt. 1 respectivamente.

## VIVIENDA 1

### GENERALIDADES

La presente memoria está elaborada para el análisis sísmico y refuerzo estructural del proyecto titulado “Análisis comparativo de fibra de carbono y fibra de vidrio para reforzamiento estructural en viviendas autoconstruidas en Portada de Mamacona, Lurín 2021” siendo esta la vivienda N° 1 a evaluar de nuestra muestra, la cual cuenta con 3 niveles, será evaluada para un próximo reforzamiento con fibra de vidrio en el 1er, 2do y 3er nivel de uso unifamiliar si así lo requiera, está ubicada en el AA.HH. Asociación Agrícola Portada de Mamacona Mz. B Lt 13, Lurín, provincia y departamento de Lima.

- **Datos de vivienda 1 existente**

Altura existente: 2.80 m en el 1er nivel, 2.50 m en el 2do y 3er nivel, la azotea estará a un nivel de: 7.80 m.

El sistema estructural consta de:

Pórticos de concreto armado con diferentes secciones:

- ✓ 8 columnas C-1: 0.20 x 0.30 m
- ✓ 4 columnas C-2: 0.15 x 0.30 m
- ✓ 17 vigas V-1: 0.20 x 0.25 m
- ✓ Muros pandereta (e=0.15 m)
- ✓ Losa aligerada de h = 20 cm

### Especificaciones Técnicas De Los Materiales

Concreto

- ✓ Resistencia 1er nivel ( $f_c$ ): 237 kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ Módulo de elasticidad (E): 230,922 kg/cm<sup>2</sup>

Acero Corrugado (ASTM A-615)

- ✓ Resistencia de fluencia ( $f_y$ ): 4,200 kg/cm<sup>2</sup> (G° 60)

- ✓ Módulo de elasticidad (E): 2'100,000 kg/cm<sup>2</sup>

### **Datos de vivienda 1 con posible reforzamiento**

#### Concreto

- ✓ Resistencia (f'c): 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### Acero Corrugado (ASTM A-615)

- ✓ Resistencia de fluencia (fy): 4,200 kg/cm<sup>2</sup> (G° 60)

#### Recubrimientos Mínimos

- ✓ Columnas y vigas: 4 cm
- ✓ Zapatas: 7.50 cm

#### Fibra de Vidrio

- ✓ Densidad (ρ): 2.56 g/cm<sup>3</sup>
- ✓ Módulo de elasticidad (E): 76,000 N/mm<sup>2</sup>

### **Características del Terreno**

Según los estudios de mecánica de suelos (EMS) se tienen los siguientes resultados:

- ✓ Peso específico (γ<sub>s</sub>): 1.65 T/m<sup>3</sup>
- ✓ Nivel freático: No encontrado

### **Cimiento Superficial Cuadrado (Ancho B= 1.50 M)**

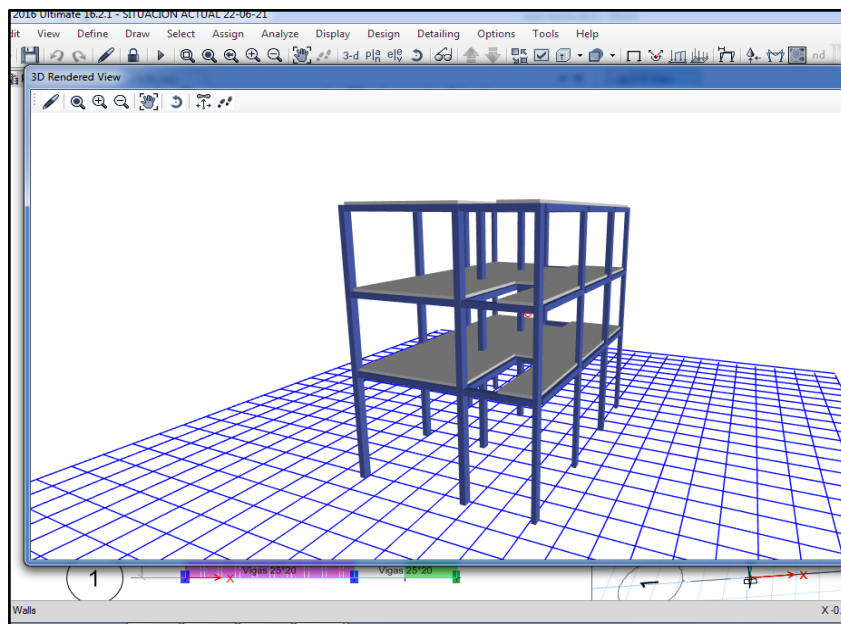
- ✓ Capacidad Portante (σ'<sub>T</sub>): 2.53 kg/cm<sup>2</sup>



## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE (VIVIENDA 1)

Ejecutaremos el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1, para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del RNE. El análisis modelamiento de la estructura se realizó con las cargas presentes en la edificación y con los elementos estructurales existentes. En la siguiente figura se muestra la estructura existente:

Figura 2: Modelamiento 3D de la vivienda 1



Fuente: Elaboración propia

### CARGAS CONSIDERADAS

Las cargas consideradas para el modelamiento estructural de la vivienda de la vivienda actual, fueron seleccionadas mediante la NTP E020 del RNE.

#### Carga muerta

Para el tema del peso de los elementos de la estructura se hará uso del software ETABS V.16.2.1. para que esta sea determinada internamente debido a las configuraciones establecidas en las propiedades de los materiales.

Las tabiquerías serán consideradas unidades de albañilería cocida huecas y serán calculadas mediante el peso unitario brindado por la norma E020 de la NTP, la cual brinda sus pesos unitarios de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 11: Pesos Unitarios

MATERIALES	PESO (kgf/m <sup>3</sup> )	kN/m <sup>3</sup>
Unidades de albañilería cocida huecas	13.5 (1350)	

Fuente: Norma E020 - RNE

### Carga viva

Para la carga viva se hará uso de la tabla 1 del capítulo 3 de la norma E020, artículo 6.1, cargas vivas mínimas repartidas.

Tabla 12: Cargas Vivas Repartidas

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS Kpa (kgf/m <sup>2</sup> )	CARGAS DE TECHO Y TANQUE ELEVADO Kpa (Kgf/m <sup>2</sup> )
Viviendas	2.0 (200)	
Oficina	2.5 (250)	
Techo		1.0 (100)
Tanque elevado		10.0 (1000)

Fuente: Elaboración propia- Norma E020 - RNE

## FUERZA CORTANTE EN LA BASE

De acuerdo con norma E030 del RNE, la cortante total en la base de la edificación se determina de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$

Además, indica que el valor C/R no se debe considerar menor a 0.11

### Factor de Zona (Z)=0.45

Este proyecto fue realizado en el distrito de Lurín, Provincia de Lima y Departamento de Lima, por lo que nos corresponde una zona 4 y un factor de zona = 0.45 de acuerdo a la norma E030 del RNE

### Factor de Uso o Importancia (U)

Siendo nuestra edificación una vivienda, corresponde a la categoría de edificaciones comunes de tipo C, con un factor U = 1,0 de acuerdo a la norma E030 del RNE, mostrado en la tabla 4.

### Factor de Amplificación Sísmica (C)

Para el periodo en dirección "X" se tiene un valor de 1.512 y para la dirección en "Y" se tiene 0.882, los valores de "T<sub>P</sub>" "T<sub>L</sub>" son 0.6 y 2.0 de acuerdo a la tabla 3, considerando de acuerdo a nuestro Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) un suelo S<sub>2</sub>

Tabla 13: Periodos fundamentales de vibración de la estructura (Vivienda 1)

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ
		sec			
Modal	T <sub>x</sub>	1.512	0.9279	0.0001	0.0077
Modal	2	1.056	0.0081	0.0795	0.8575
Modal	T <sub>y</sub>	0.882	0.0004	0.8637	0.0758

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Valor de C para dirección "X":

$$T_P < T_x < T_L$$

$$C_x = 2.5 * \frac{T_P}{T_x} = 2.5 * \frac{0.6}{1.512} = 0.99$$

$$C/R = 0.12 > 0.11$$

Valor de C para dirección "Y":

$$T_P < T_y < T_L$$

$$C_y = 2.5 * \frac{T_P}{T_x} = 2.5 * \frac{0.6}{0.882} = 1.70$$

$$C/R = 0.21 > 0.11$$

### **Factor de amplificación de suelo (S)**

El factor S será determinado mediante el artículo 12 de la norma E030 del RNE. Además, mediante los ensayos de mecánica de suelos se determinó que el suelo se encuentra ubicado en un perfil tipo S2. Para poder terminar el Factor de suelo nos guiaremos de la tabla 2 dando así un resultado de valor en relación de un Z4 y un S2 igual 1.05.

### **Coefficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)**

Este coeficiente se determina por la siguiente expresión:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

El valor del coeficiente básico de reducción sísmica  $R_0$ , se tomará del artículo 18 del RNE – E030, en la tabla N° 4. En la cual se obtuvo un valor para pórticos de 8.

$$R_x = 8$$

$$R_y = 8$$

## FACTORES DE IRREGULARIDAD ( $I_a$ , $I_p$ )

En el artículo 20 del RNE E030, tabla N° 5 brindan las irregularidades con la que se podría contar en la vivienda. En el caso de esta vivienda se determina que no existe ningún tipo de irregularidad por lo que los valores de  $I_a = 1$  e  $I_p = 1$

Entonces obtenemos el valor de R

$$R_x = R_y = 8 * 1.0 * 1.0$$

## Peso sísmico de la edificación (P)

Se halló el peso de la edificación calculado mediante el programa ETABS V.16.2.1.

Tabla 14: Peso de la edificación (vivienda 1)

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	PESO POR NIVEL (Tn)
Story3	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	59.2679	59.27
Story2	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	120.6728	61.40
Story1	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	184.0895	63.42
			<b>Total</b>	184.09

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Reemplazando valores tenemos la cortante en la base "x":

$$V_x = \frac{0.45 \times 1.0 \times 0.99 \times 1.05}{8} \times 184.09 T$$

$$V_x = 10.79 \text{ ton}$$

Y la cortante en la base en "y"

$$V_y = \frac{0.45 \times 1.0 \times 1.70 \times 1.05}{8} \times 184.09 T$$

$$V_y = 18.49 \text{ ton}$$

## DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SÍSMICA EN ALTURA

En el artículo 28, análisis estático o fuerzas estáticas equivalentes de la NTP E030 se menciona que está dada por esta fórmula:

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

Y siendo K calculada de la manera siguiente:

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K = 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K = (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$

Dando así los siguientes valores:

$K_x = 1.50$

$K_y = 1.19$

Posterior a ello y con la ayuda de la fórmula mencionada anteriormente se procedió a realizar la distribución de fuerza sísmica con la ayuda del software Microsoft Excel como se muestra a continuación.

Tabla 15: Distribución de fuerza sísmica en altura dirección "x"

Nivel	P	h	$P_i \cdot h^k$	alfa	Fi
Techo 3	59.27	9.58	1781.38	0.52	5.64
Techo 2	61.40	6.81	1103.88	0.32	3.50
Techo 1	63.42	4.04	519.29	0.15	1.65
		Total	3404.55		10.79

T

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Distribución de fuerza sísmica en altura dirección “y”

Nivel	P	h	$P_i \cdot h^k$	alfa	$F_i$
Techo 3	59.2679	9.58	874.23	0.48	8.92
Techo 2	61.4049	6.81	603.23	0.33	6.16
Techo 1	63.4167	4.04	334.51	0.18	3.41
Total			1811.96		18.49

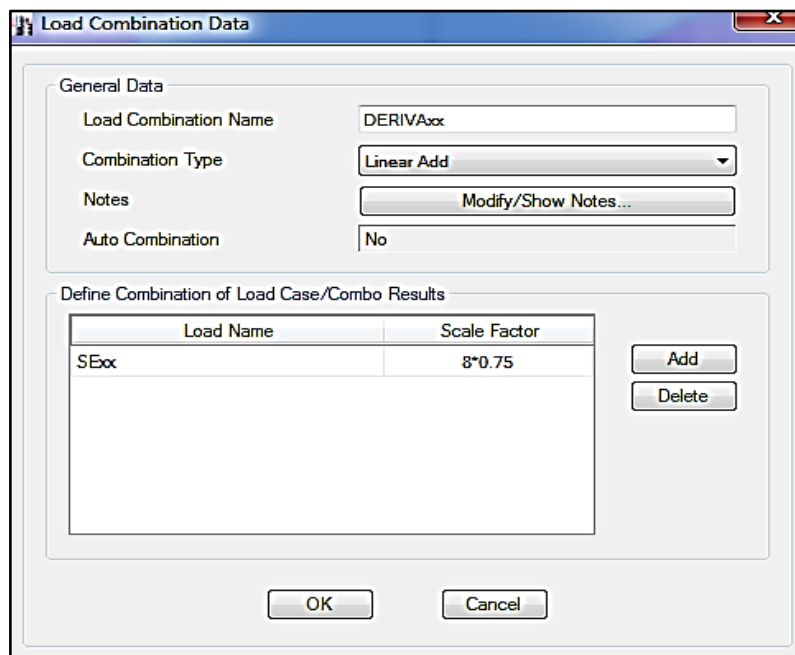
Fuente: Elaboración propia

### Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

En el capítulo V, Requisitos de resistencia, rigidez y ductilidad de la NTP E030, en el artículo 31, nos brinda la manera de como encontrar estos desplazamientos.

Entonces se procederá a multiplicar ese factor dentro del programa para que los desplazamientos sean calculados inelásticamente.

Figura 3: Calculo de los desplazamientos inelásticamente en el software ETABS



Fuente: Elaboración propia

Y finalmente encontramos los desplazamientos para el eje “X” y “Y” como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 17: Límites para la distorsión del entrepiso (derivadas) en “X”

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAxx Max	X	0.022412	No cumple
Story2	DERIVAxx Max	X	0.034879	No cumple
Story1	DERIVAxx Max	X	0.036396	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 18: Límites para la distorsión del entrepiso (derivadas) en “Y”

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAyy Max	Y	0.011546	No cumple
Story2	DERIVAyy Max	Y	0.019445	No cumple
Story1	DERIVAyy Max	Y	0.02373	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

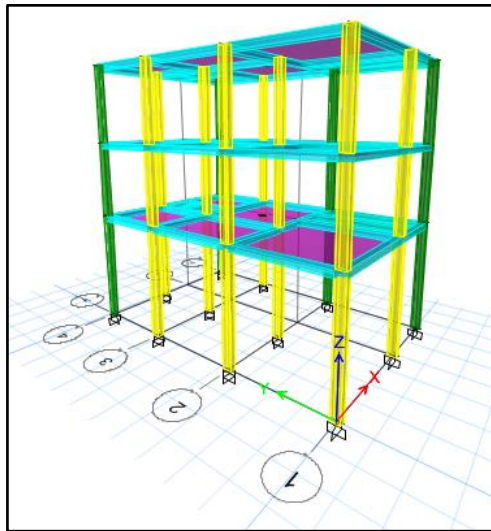
Se determina que la estructura actualmente no cumple con los límites para la distorsión del entrepiso sobrepasando significativamente, por consiguiente, se elaborará el reforzamiento.



## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA (REFORZADA CON FIBRA DE CARBONO)

Ejecutaremos el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1, para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del RNE. El análisis y modelamiento de la estructura se realizó con las cargas presentes en la edificación y con los elementos estructurales existentes.

Figura 4: Modelo de la vivienda 2 – Reforzada con fibra de vidrio



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Teniendo como periodos los siguientes valores:

$$T_x = 1.45$$

$$T_y = 0.85$$

Para el análisis sísmico se usarán los datos de factor de zona, factor de suelo S, irregularidades en altura, irregularidades en planta encontrados anteriormente.

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.0$$

$$C_x = 2.5 * \frac{T_p}{T_x} = 2.5 * \frac{0.6}{1.45} = 0.99$$

$$C_y = 2.5 * \frac{T_p}{T_y} = 2.5 * \frac{0.6}{1.70} = 1.70$$

S= 1.05

R= 8

P= Peso de la edificación

Tabla 19: Peso de la edificación (3 niveles)

Story	Load Case/Combo	Location	P
			tonf
Story3	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	59.2763
Story2	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	120.6897
Story1	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	184.1186

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Reemplazando valores tenemos la cortante en la base "x":

$$V_x = \frac{0.45 * 1 * 0.99 * 1.05}{8} * 184.1186$$

$$V_x = 10.79 \text{ ton}$$

Y la cortante en la base en "y"

$$V_y = \frac{0.45 * 1 * 1.70 * 1.05}{8} * 184.1186$$

$$V_y = 18.49 \text{ ton}$$

Finalmente se procedió a encontrar el valor de "K":

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K= 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K= (0.75+0.5T) \leq 2.0$

Como "T<sub>x</sub>": 1.45 > 0.5 segundos,  $K_x=1.50$

Como "T<sub>y</sub>": 0.85 > 0.5 segundos,  $K_y=1.19$

Estos datos también serán ingresados al software y ayudarán en el cálculo de los resultados.

### Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

Encontramos los desplazamientos para el eje “X” y “Y” como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 20: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAx Max	X	0.021337	No cumple
Story2	DERIVAx Max	X	0.03262	No cumple
Story1	DERIVAx Max	X	0.032733	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 21: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAy Max	Y	0.011271	No cumple
Story2	DERIVAy Max	Y	0.018799	No cumple
Story1	DERIVAy Max	Y	0.022228	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Al terminar de realizar nuestro análisis sísmico para la estructura reforzada con fibra de vidrio. Nos damos cuenta que no supera los desplazamientos máximos permitidos por la norma E030, aun habiendo reforzado toda la estructura existente con la misma. Por lo que se procederá a incrementar las secciones de los elementos o también incrementar otros elementos estructurales (como son los muros estructurales o también llamados placas) que nos ayuden a rigidizar la estructura.

## **PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

Se elaborará un predimensionamiento para verificar que cuentan con las secciones mínimas para el diseño.

### **Losa:**

Distancia crítica: 4.06 m

h: 20 cm

### **Vigas:**

#### **Eje x-x:**

Distancia crítica: 3.90 m

Sección: 25 cm x 35 cm

#### **Eje y-y:**

Distancia crítica: 3.70 m

Sección: 25 cm x 30 cm

### **Columnas:**

#### **Central:**

Área: 10.54 m<sup>2</sup>

Sección: 25 cm x 25 cm

#### **Excéntrica:**

Área: 5.89 m<sup>2</sup>

Sección: 25 cm x 25 cm

#### **Esquina:**

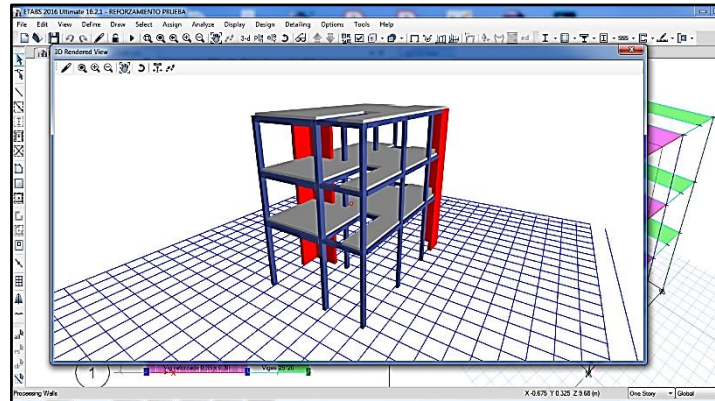
Área: 5.95 m<sup>2</sup>

Sección: 25 cm x 25 cm

## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA REFORZADA PARA RIGIDEZ

Se realizó el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1, para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del RNE.

Figura 5: Calculo de los desplazamientos inelásticamente en el software ETABS



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Al realizar el análisis de la estructura obtuvimos los siguientes periodos:

$$T_x = 0.378$$

$$T_y = 0.301$$

Para el análisis sísmico se usarán los datos de factor de zona, factor de suelo  $S$ , irregularidades en altura, irregularidades en planta encontrados anteriormente.

$$Z = 0.45$$

$$U = 1$$

$$C_x = C_y = 2.5$$

$$S = 1.05$$

$R$  = Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas ( $R$ )

Al incrementar las placas en nuestra estructura verificamos el nuevo valor que tomaría el ( $R$ ), ya que la norma E030 nos menciona que:

Es **muros estructurales**, si por lo menos el 70% de la fuerza cortante actúa sobre los muros estructurales (placas).

Por lo tanto, nuestro nuevo (R) queda de la siguiente manera:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

$$R = 6 * 1 * 1$$

$$R = 6$$

$$C_x / R = 0.36 > 0.11$$

$$C_y / R = 0.36 > 0.11$$

P= Peso de la edificación reforzada

Se calculará el peso de la edificación mediante el programa ETABS V.16.2.1.

Tabla 22: Peso de la edificación (Reforzado)

Story	Load Case/Combo	Location	P	PESO POR NIVEL (Tn)
			tonf	
Story3	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	59.2775	59.28
Story2	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	126.2303	66.95
Story1	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	199.2333	73.00
			<b>Total</b>	199.23

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

### Distribución de Fuerza Sísmica en Altura

En el artículo 28 de la NTP E030 se menciona que esta distribución que está dada por esta fórmula:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

Y siendo K calculada de la manera siguiente:

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K= 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K= (0.75+0.5T) \leq 2.0$

Dando así los siguientes valores:

$K_x= 1.0$

$K_y = 1.0$

Posterior a ello y con la ayuda de la formula mencionada anteriormente se procedió a realizar la distribución de fuerza sísmica con la ayuda del software Microsoft Excel como se muestra a continuación.

Tabla 23: Distribución de fuerza sísmica en altura dirección "x"

Nivel	P	h	$P_i \cdot h^k$	alfa	Fi
Techo 3	59.28	9.58	567.88	0.43	16.89050
Techo 2	66.95	6.81	455.95	0.35	13.56135
Techo 1	73.00	4.04	294.93	0.22	8.77221
Total			1318.76		39.22

T

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Distribución de fuerza sísmica en altura dirección "y"

Nivel	P	h	$P_i \cdot h^k$	alfa	Fi
Techo 3	59.28	9.58	567.88	0.43	16.890496
Techo 2	66.95	6.81	455.95	0.35	13.561348
Techo 1	73.00	4.04	294.93	0.22	8.772211
Total			1318.76		39.22

T

Fuente: Elaboración propia

## Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

En el capítulo V, Requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad de la NTP E030, en el artículo 31, se indica que los desplazamientos se calculan multiplicando por 0.75 R los resultados del análisis lineal en caso que las estructuras sean regulares, que es el caso actual.

Y finalmente encontramos los desplazamientos para el eje “X” y “Y” como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 25: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAx Max	X	0.006165	Si cumple
Story2	DERIVAx Max	X	0.00592	Si cumple
Story1	DERIVAx Max	X	0.002963	Si cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 26: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAy Max	Y	0.005428	Si cumple
Story2	DERIVAy Max	Y	0.00533	Si cumple
Story1	DERIVAy Max	Y	0.002694	Si cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

La estructura una vez reforzada con placas, se logra estar dentro de los límites de distorsión del entrepiso de acuerdo a la norma E030, la cual deben ser menor a 0.007.



## VERIFICACIÓN DE DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXISTENTES (VIGAS)

Se procederá al análisis estructural de los elementos para reforzarlos en caso se requiera.

### Acero Actual

#### VIGAS:

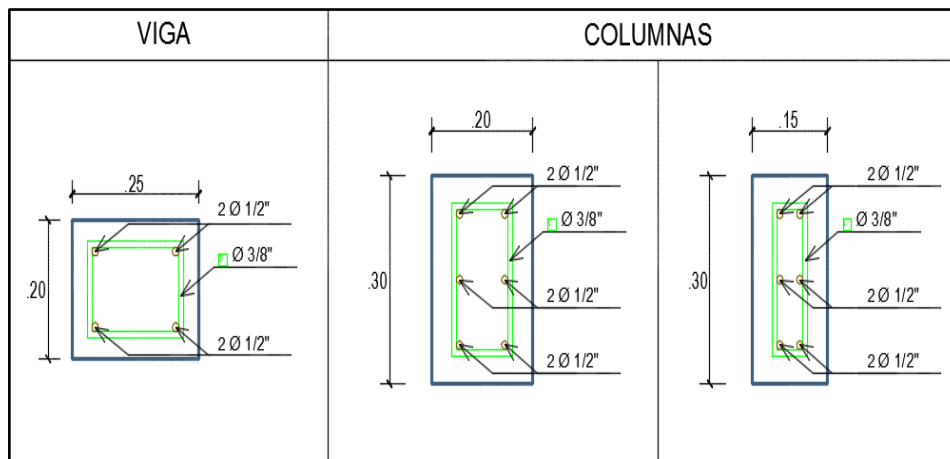
4  $\varnothing$  1/2"

2 x 1.29 cm<sup>2</sup> = 2.58 cm<sup>2</sup> (parte superior)

2 x 1.29 cm<sup>2</sup> = 2.58 cm<sup>2</sup> (parte inferior)

#### COLUMNAS:

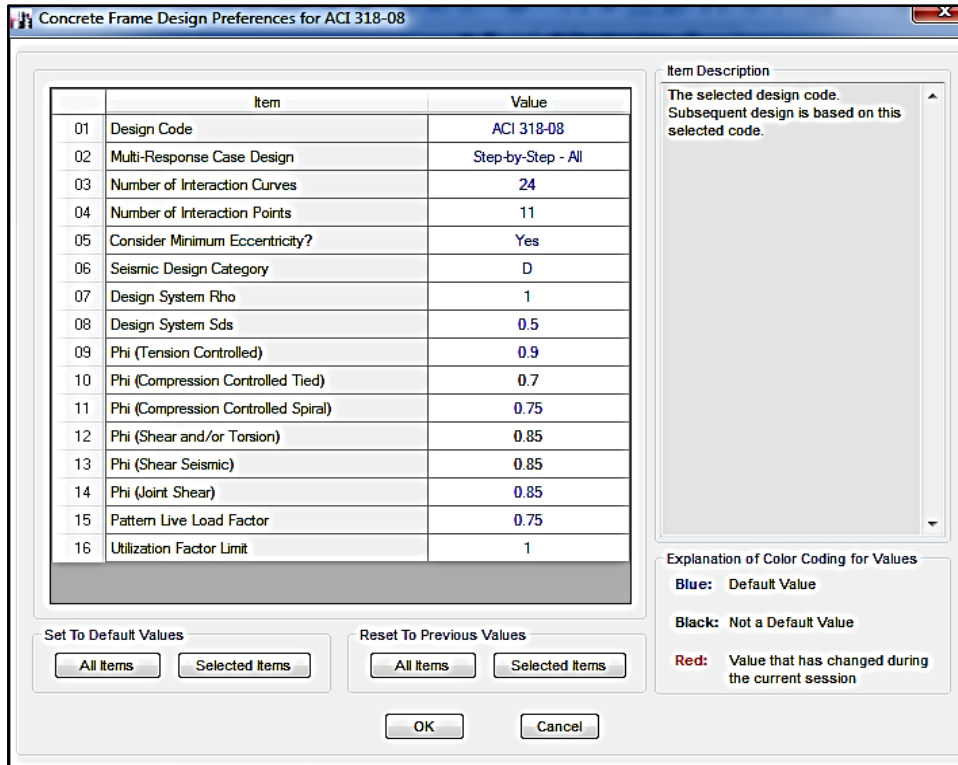
6  $\varnothing$  1/2" = 6 x 1.29 cm<sup>2</sup> = 7.74 cm<sup>2</sup>



## Acero Requerido

Se realizará un diseño de acero de vigas en el programa ETABS V.16.2.1. mediante las configuraciones de diseño del ACI 318-08.

Figura 6: Configuración del software para el cálculo del acero



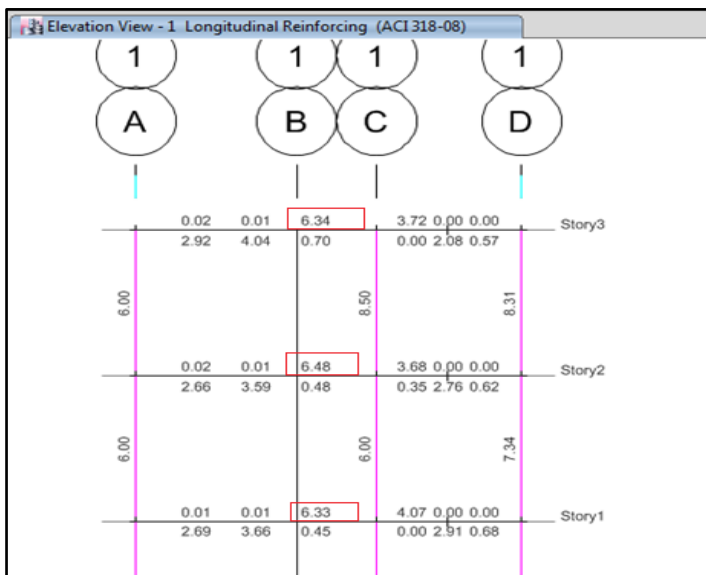
Fuente: Software ETABS V.16.2.1.

Se muestran los centímetros cuadrados de acero requerido por los diagramas de momentos que se calcularon mediante el programa ETABS V.16.2.1.

## VERIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA ESTRUCTURA

**Viga del eje 1-1 entre A y D:** Se puede notar que, en esta parte de la estructura, el acero requerido en las vigas del tramo A-C requiere mayor cantidad de acero del que se encuentra actualmente, como se muestra a continuación.

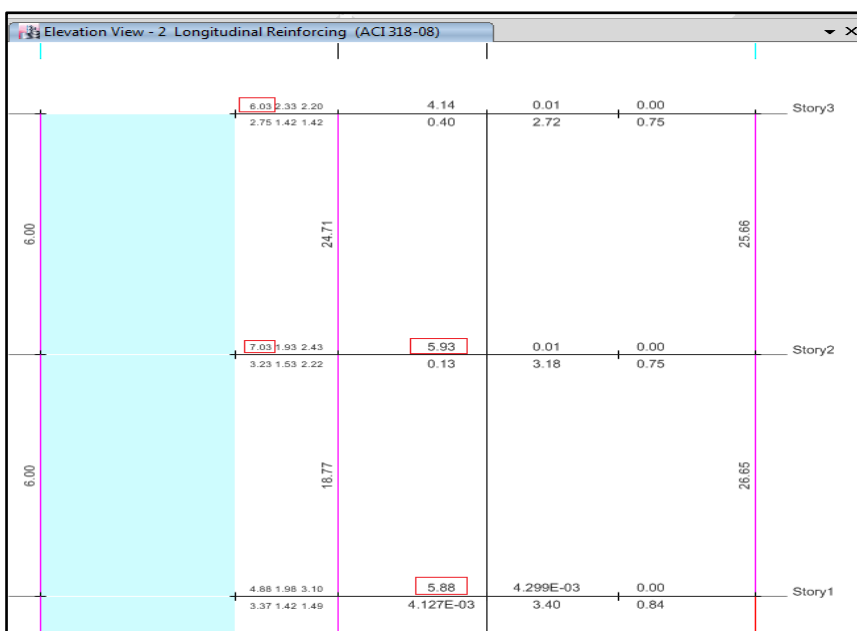
Figura 7: Acero que requiere las vigas del eje 1-1 entre A y D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

**Viga del eje 2-2 entre A y D:** Podemos apreciar que sobrepasa el acero actual de 5.16 cm<sup>2</sup>, así como se muestra a continuación.

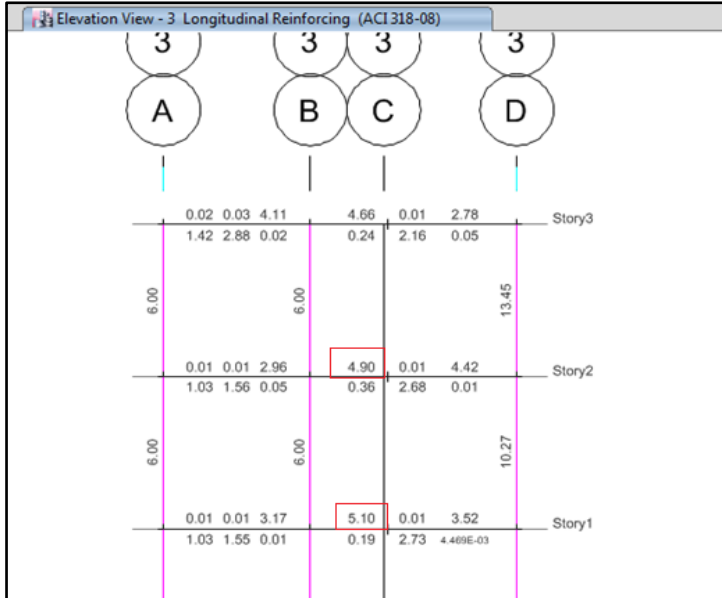
Figura 8: Acero que requiere las vigas del eje 2-2 entre A y D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

**Viga del eje 3-3 entre A y D:** En este tramo se puede verificar que el acero actual no llega a cumplir con el acero necesario.

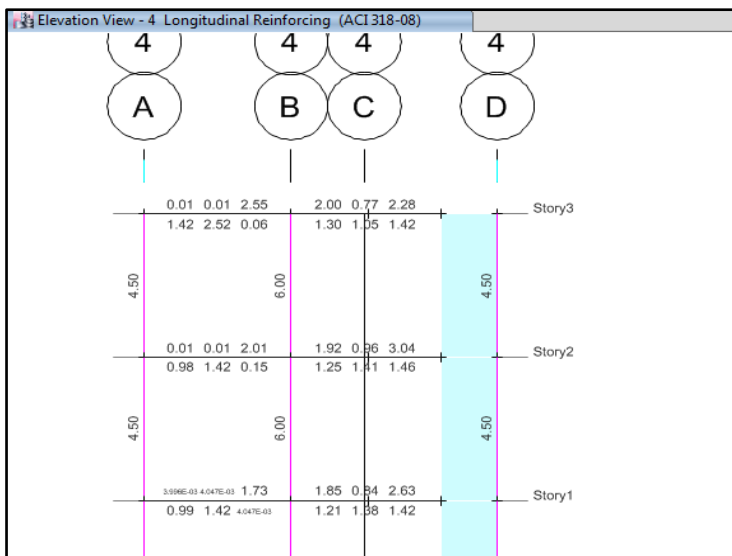
Figura 9: Acero que requiere las vigas del eje 3-3 entre A y D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

**Viga del eje 4-4 entre A y D:** En este tramo se puede verificar que el acero actual si llega a cumplir con el acero necesario.

Figura 10: Acero que requiere las vigas del eje 4-4 entre A y D

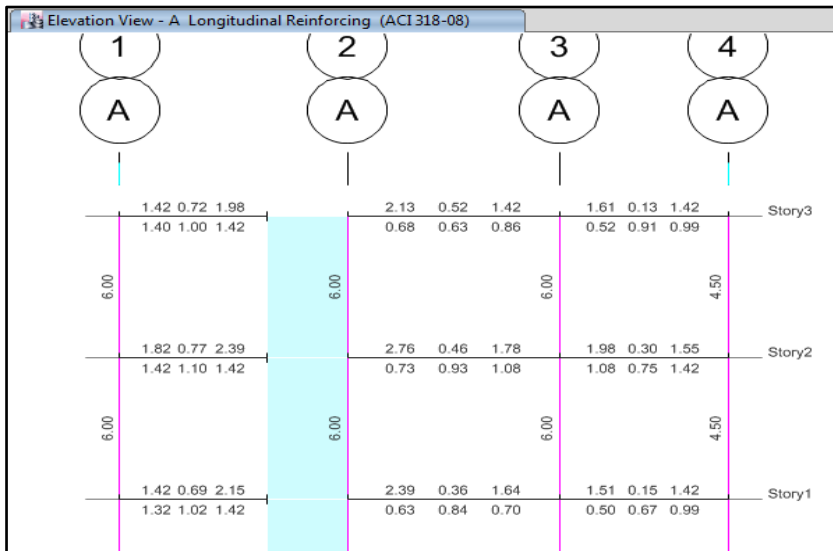


Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## VERIFICACIÓN DE LA SECCIÓN LONGITUDINAL DE LA ESTRUCTURA

**Viga del eje A-A entre 1 y 4:** en esta viga se puede verificar que el acero actual sí llega a cumplir con el acero necesario.

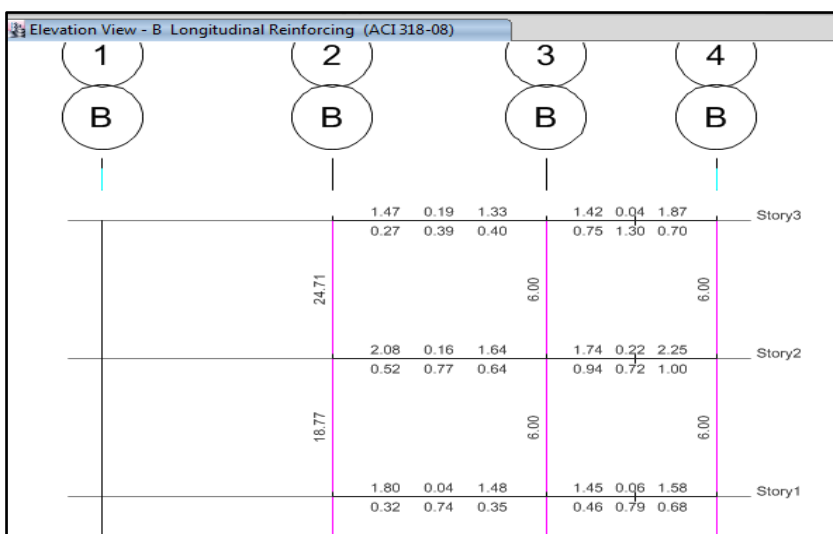
Figura 11: Acero que requiere las vigas del eje A-A entre 1 y 4



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

**Viga del eje B-B entre 1 y 4:** en este tramo de viga se puede verificar que el acero actual sí llega a cumplir con el acero necesario.

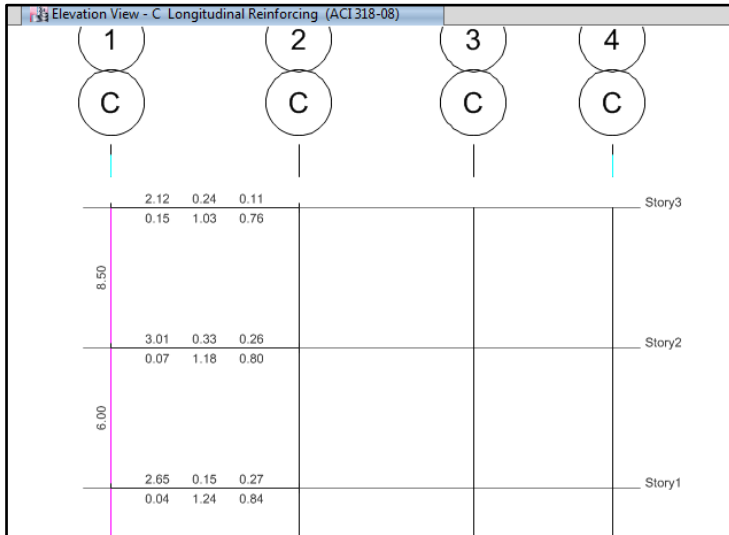
Figura 12: Acero que requiere las vigas del eje B-B entre 1 y 4



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

**Viga del eje C-C entre 1 y 4:** en esta viga se puede verificar que el acero actual sí llega a cumplir con el acero necesario.

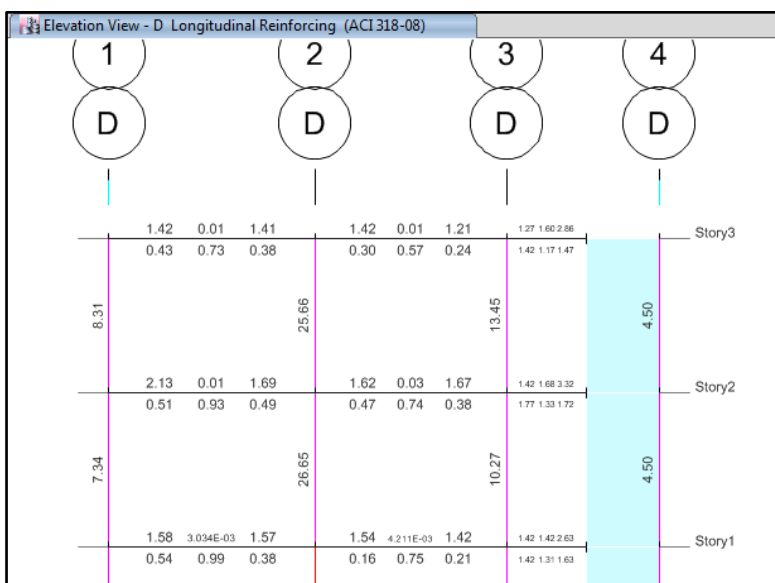
Figura 13: Acero que requiere las vigas del eje C-C entre 1 y 4



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

**Viga del eje D-D entre 1 y 4:** en esta viga se puede verificar que el acero actual sí llega a cumplir con el acero necesario.

Figura 14: Acero que requiere las vigas del eje D-D entre 1 y 4



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Se puede observar que los sectores críticos en las vigas de la vivienda que no cumplen con el acero requerido son el tramo 1 – 1 entre A – D, el tramo 2 – 2 entre A – D y el tramo 3 -3 entre A – D por lo consiguiente, se procederá a reforzar en esas secciones.

## REFORZAMIENTO MEDIANTE ENCAMIZADO

### VIGAS

Para este tipo de reforzamiento se incrementará la sección de las vigas a una sección de 35 cm x 35 cm, el diseño del acero en la viga reforzada será calculado mediante el programa ETABS V.16.2.1.

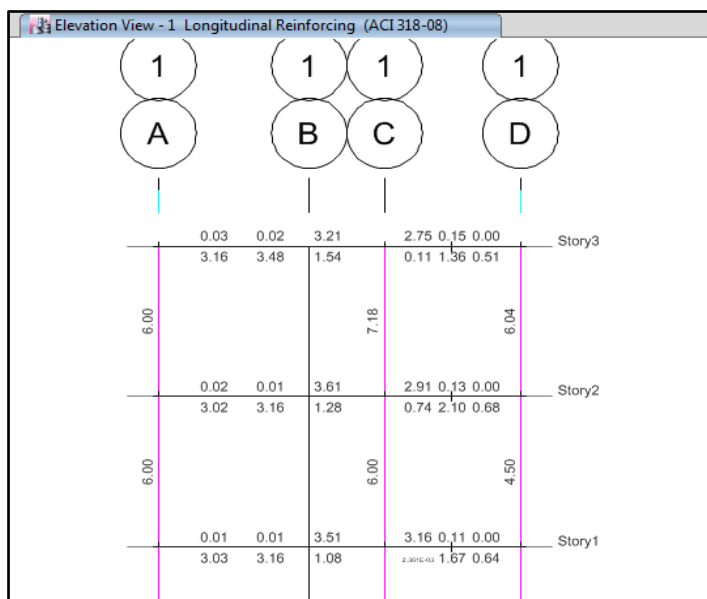
### VIGA EJE 1-1 ENTRE A Y D

#### Diseño a flexión

Las áreas de acero actualmente no llegan a cumplir lo necesario, así que se realizará un encamisado a la sección de la viga, haciendo un mayor peralte.

Área de acero requerido para la viga reforzada de 35 cm x 35 cm

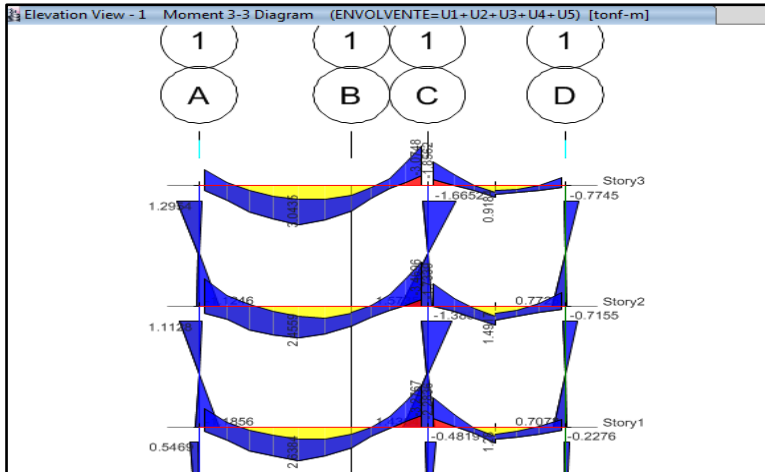
Figura 15: Acero que requiere las vigas del eje 1-1 entre A y D (Reforzado)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

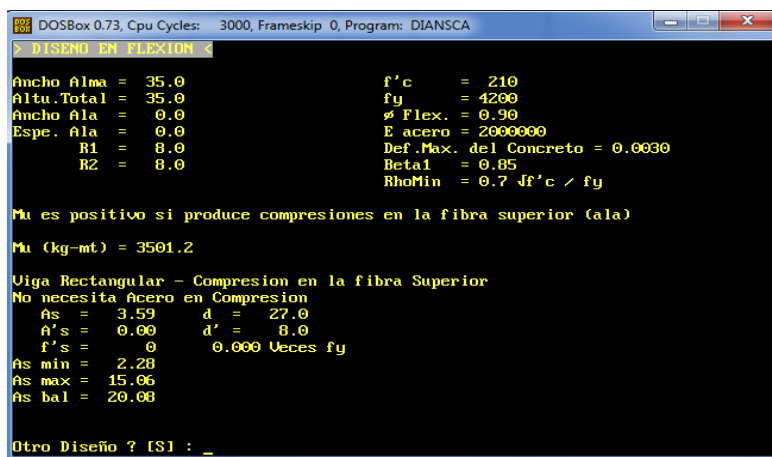
A continuación, se verificará el acero mínimo en el software DIANSCA, tomando en cuenta los siguientes momentos:

Figura 16: Momentos de la viga eje 1-1 entre A y D (Reforzado)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Figura 17: Resultados de software DIANSCA



Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

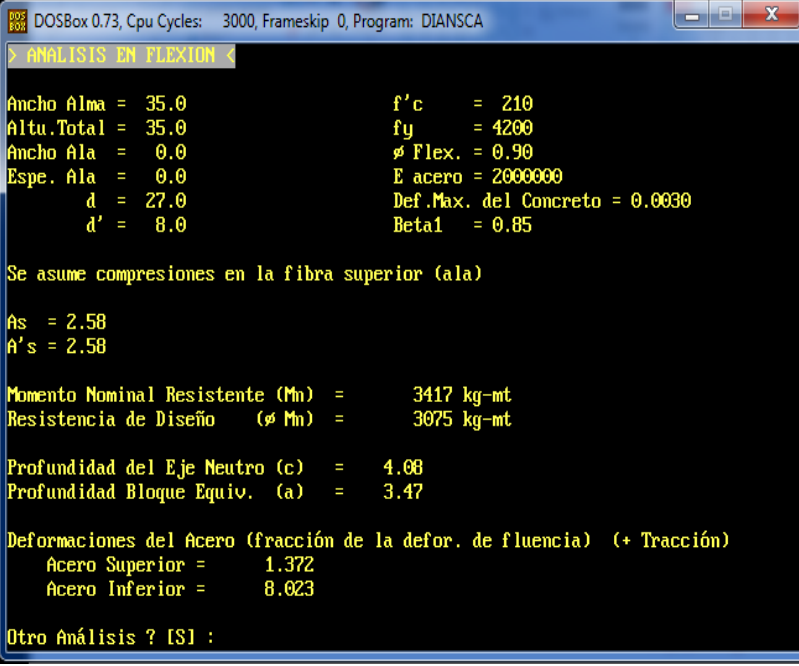
Si comparamos los datos obtenidos del Software ETABS y el software DIANSCA, nos damos cuenta que los valores obtenidos son relativamente iguales. La variación que puede existir se debe a los decimales que toma cada método. Por lo que el acero que se usará a flexión serán 2 barras de acero de 1/2" en toda la sección y 1 barra más de 1/2" en la parte superior de los extremos. Las distancias de longitud de corte se calcularán a continuación.



## Longitud de Corte

Ingresamos los datos al software DIANSCA para encontrar el momento resistente de la viga  $M_R$ , lo cual se calcula de la siguiente manera:

Figura 18: Resultados del  $\phi M_n = M_R$



```
DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIANSCA
> ANALISIS EN FLEXION <
Ancho Alma = 35.0          f'c = 210
Altu. Total = 35.0        fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           ϕ Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0           E acero = 2000000
      d = 27.0            Def. Max. del Concreto = 0.0030
      d' = 8.0            Beta1 = 0.85

Se asume compresiones en la fibra superior (ala)
As = 2.58
A's = 2.58

Momento Nominal Resistente (Mn) = 3417 kg-mt
Resistencia de Diseño (ϕ Mn) = 3075 kg-mt

Profundidad del Eje Neutro (c) = 4.08
Profundidad Bloque Equiv. (a) = 3.47

Deformaciones del Acero (fracción de la defor. de fluencia) (+ Tracción)
Acero Superior = 1.372
Acero Inferior = 8.023

Otro Análisis ? [SI] :
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

El momento nominal resistente se encuentra ubicado a 15 cm del borde de la viga.

Longitud de corte = 15 cm + d

Longitud de corte = 15 cm + 27 cm

Longitud de corte = 45 cm

Para el acero positivo, también se calculará su longitud de corte en base al mismo momento nominal.

Figura 19: Calculo del As, As min., y As máx. mediante el Software DIANSCA

```

DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIANSCA
> DISEÑO EN FLEXIÓN <
Ancho Alma = 35.0          f'c = 210
Altu.Total = 35.0         fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           ø Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0          E acero = 2000000
      R1 = 8.0            Def.Max. del Concreto = 0.0030
      R2 = 8.0            Beta1 = 0.85
                          RhoMin = 0.7 √f'c / fy

Mu es positivo si produce compresiones en la fibra superior (ala)

Mu (kg-mt) = 3040

Viga Rectangular - Compresion en la fibra Superior
No necesita Acero en Compresion
As = 3.10      d = 27.0
A's = 0.00    d' = 8.0
f's = 0       0.000 Veces fy
As min = 2.28
As max = 15.06
As bal = 20.08

Otro Diseño ? [S] :
  
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Sin embargo, al momento de calcular el momento resistente, se determina que la viga es capaz de resistir.

Figura 20: Resultados del  $\phi M_n = M_R$

```

DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIANSCA
> ANALISIS EN FLEXIÓN <
Ancho Alma = 35.0          f'c = 210
Altu.Total = 35.0         fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           ø Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0          E acero = 2000000
      d = 27.0            Def.Max. del Concreto = 0.0030
      d' = 8.0            Beta1 = 0.85

Se asume compresiones en la fibra superior (ala)

As = 2.58
A's = 2.58

Momento Nominal Resistente (Mn) = 3417 kg-mt
Resistencia de Diseño (ø Mn) = 3075 kg-mt

Profundidad del Eje Neutro (c) = 4.08
Profundidad Bloque Equiv. (a) = 3.47

Deformaciones del Acero (fracción de la defor. de fluencia) (+ Tracción)
Acero Superior = 1.372
Acero Inferior = 8.023

Otro Análisis ? [S] : _
  
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Por lo tanto, no necesitará reforzamiento en la parte inferior.

## Diseño por cortante

Según la NTP E060 Indica lo siguiente:

- ✓ El primer estribo de confinamiento debe estar situado a no de 100mm o 10 cm de la cara del elemento de apoyo
- ✓ El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder del menor de los puntos considerados a continuación.
  - a)  $d/4$
  - b)  $10 * \phi_{barra\ longitudinal}$
  - c)  $24 * \phi_{barra\ estribo}$
  - d) 30 cm
- ✓ El espaciamiento de los estribos en la zona central debe estar espaciados a no más de  $0.5d$
- ✓ Y, por último, la separación de los estribos no deberá ser mayor que la fuerza cortante requerida.

El área de confinamiento será igual a:

$$\text{Área de confinamiento} = 2 \times 35 \text{ cm} = 70 \text{ cm}$$

Y el estribo de confinamiento será calculado de la siguiente manera:

$$\text{Estribo confinamiento} = 10 \times 1.27 \text{ cm} = 12.5 \text{ cm}$$

Luego de eso se calculará la separación de los estribos fuera de la zona de confinamiento:

$$\text{Estribo fuera del confinamiento} = 0.5 \times d = 0.5 \times 27 = 13.5 \text{ cm}$$

## Se comprobará el diseño a cortante

Se calculará si los estribos cada 25 cm cumplen con la cortante requerida.

En el capítulo 11, cortante y torsión en la NTP E 060 se brinda la siguiente formula:

$$V_u \leq \phi V_n.$$

Siendo  $\phi V_n$ :

$$\phi V_n = \phi(V_C + V_S)$$

Siendo " $V_C$ "

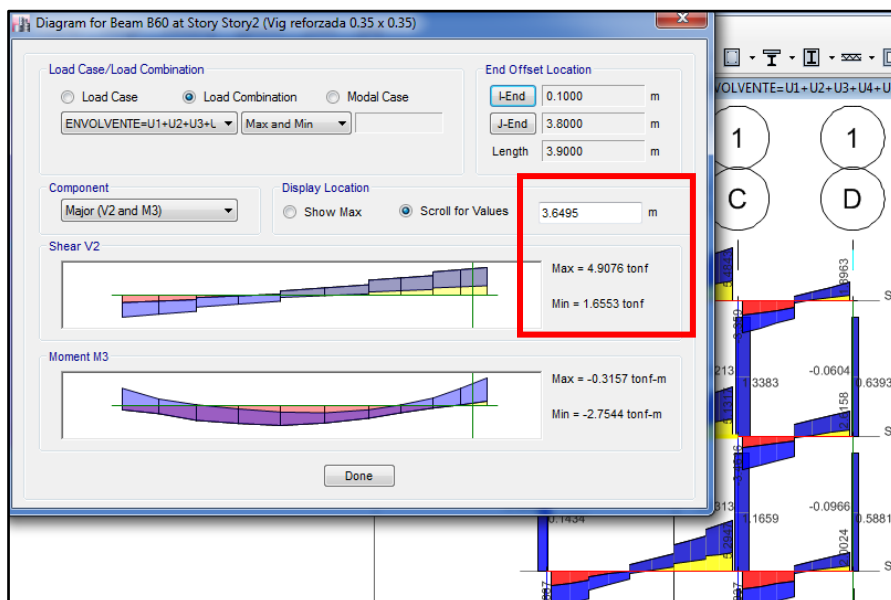
$$V_C = 0.53\sqrt{f'_c} * b * d$$

Para " $V_S$ " se tiene la siguiente formula

$$V_S = \frac{A_{Estribo}}{S} * f'_y * d$$

Siendo el momento cortante actuante:

Figura 21: Resultados de  $V_u$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Se calculará  $V_C$ :

$$V_C = 0.53\sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_C = 0.53\sqrt{210} * 35 * 27$$

$$V_C = 7258 \text{ Kg}$$

$$V_C = 7.26 \text{ Tn}$$

Se calculará  $V_S$ :

$$V_S = \frac{A_{Estribo}}{S} * f'_y * d$$

$$V_S = \frac{2 * 0.71}{25} * 4200 * 27$$

$$V_S = 6441 \text{ Kg}$$

$$V_S = 6.44 \text{ Tn}$$

Reemplazando valores:

$$\phi V_n = \phi(V_C + V_S)$$

$$\phi V_n = 0.85(7.26 + 6.44)$$

$$\phi V_n = 11.64 \text{ Tn}$$

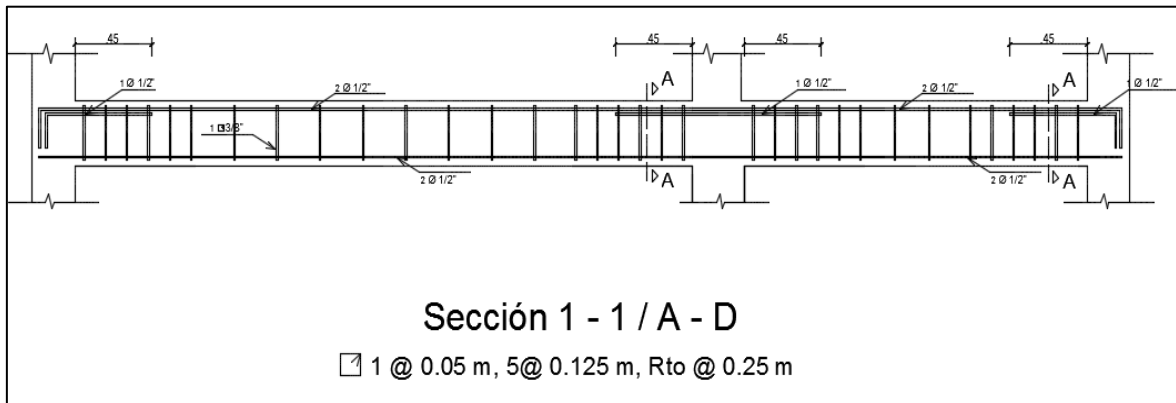
Finalmente se comprobó que el acero colocado por cortante si cumple con todos los requisitos determinados en la norma E060 del RNE

$$V_u \leq \phi V_n.$$

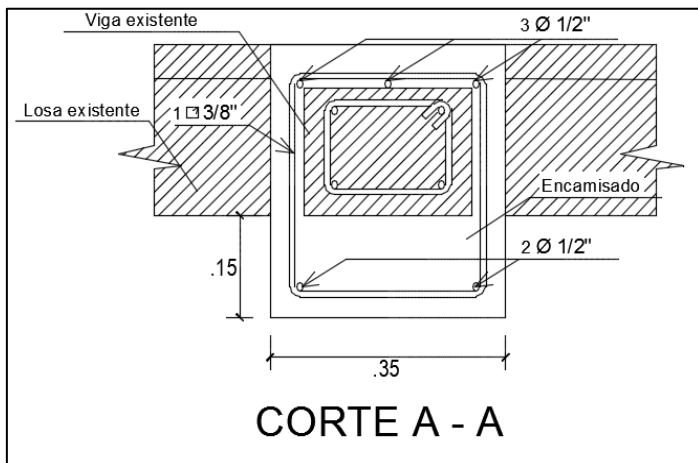
$$4.91 \text{ Tn} \leq 11.64 \text{ Tn} \dots \text{Ok}$$

Por lo que los estribos serán 1 @ 5 cm, 5 @ 12.5 cm, R @ 25 cm

Figura 22: Plano de distribución



Fuente: Elaboración propia



## VIGA EJE 2-2 ENTRE A Y D

Viga reforzada V - 1 = 35 cm x 30 cm tramo B – D

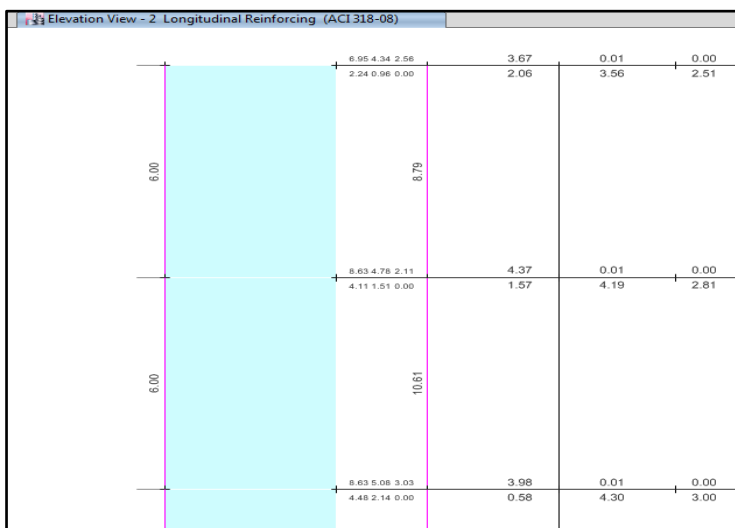
Viga reforzada V - 2 = 45 cm x 30 cm Tramo A - B

### Diseño a flexión

#### Para el tramo 2 – 2 / A – B

Para el tramo A – B se usarán 2 barras de 1/2" en toda la sección completando el área de acero que nos brinda el software ETABS V.16.2.1, lo cual se muestra a continuación.

Figura 23: Acero que requiere las vigas del eje 2-2 entre A y B (Reforzado)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con la ayuda del software DIANSCA se calculó los aceros para la longitud de corte, los cuales serán barras de 5/8" a lo largo de toda la sección ubicados a las distancias que se muestran a continuación.

El momento resistente de 2 aceros de 5/8" se encuentra ubicado a 50 cm

Longitud de corte = 50 cm + d = 50 cm + 32 cm = 85 cm

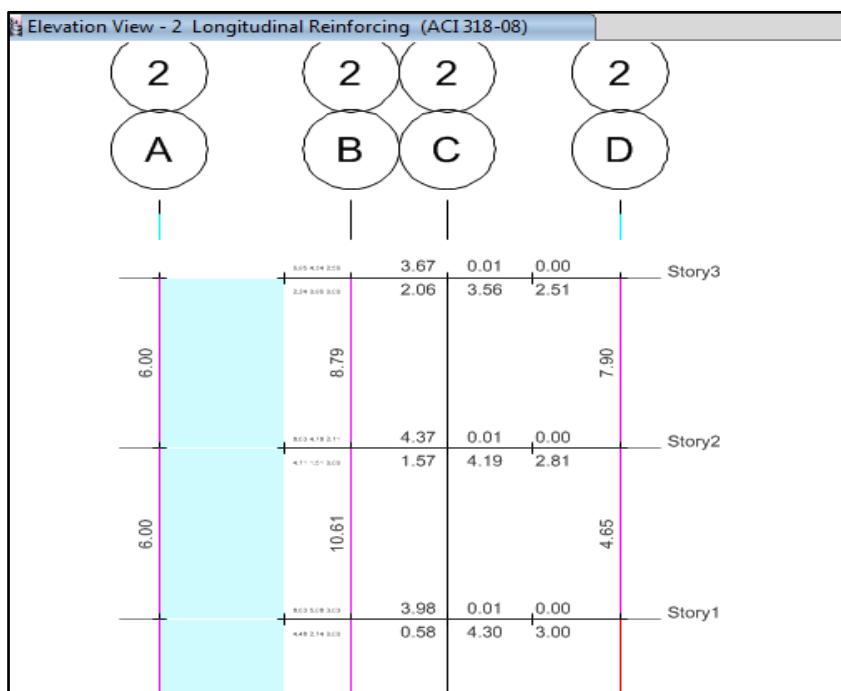
El momento nominal resistente está ubicado a una distancia de 10 cm

Longitud de corte = 10 cm + d = 10 cm + 32 cm = 42cm

### Para el tramo 2 – 2 / B – D

Según el diseño de ETABS V.16.2.1. el acero en el tramo B – D es el siguiente

Figura 24: Acero que requiere las vigas del eje 2-2 entre B y D (Reforzado)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con la ayuda del software DIANSCA se calculó los aceros para la longitud de corte, los cuales serán barras de 1/2" a lo largo de toda la sección ubicados a las distancias que se muestran a continuación.

El momento nominal resistente está ubicado a una distancia de 10 cm

Longitud de corte = 150 cm – d (para reforzamiento positivo)

Longitud de corte = 150 cm - 27 cm

Longitud de corte = 120 cm



Para la siguiente longitud de corte. El momento nominal resistente está ubicado a una distancia de 245 cm

Longitud de corte = 245 cm + d (para reforzamiento positivo)

Longitud de corte = 245 cm + 27 cm

Longitud de corte = 275 cm

## Diseño por cortante

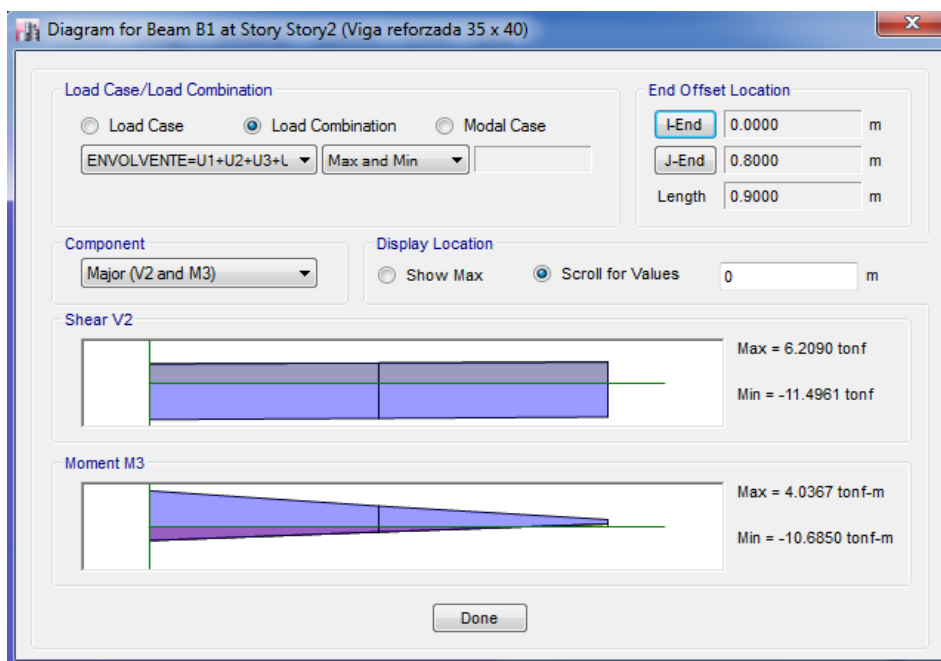
### Para el tramo 2 – 2 / A – B

Para el diseño a cortante en este tramo solo se tiene el área de confinamiento, por lo que los estribos serán:

1 @ 5 cm, R @ 12.5 cm,

Comprobación a cortante

Figura 25: Resultados de  $V_u$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## Para el tramo 2 – 2 / B – D

Para el diseño a cortante se tomará la distribución realizada anteriormente:

El área de confinamiento será igual a:

Área de confinamiento  $B - B / 2 - 2 = 2 \times 35 \text{ cm}$

Área de confinamiento  $B - B / 2 - 2 = 70 \text{ cm}$

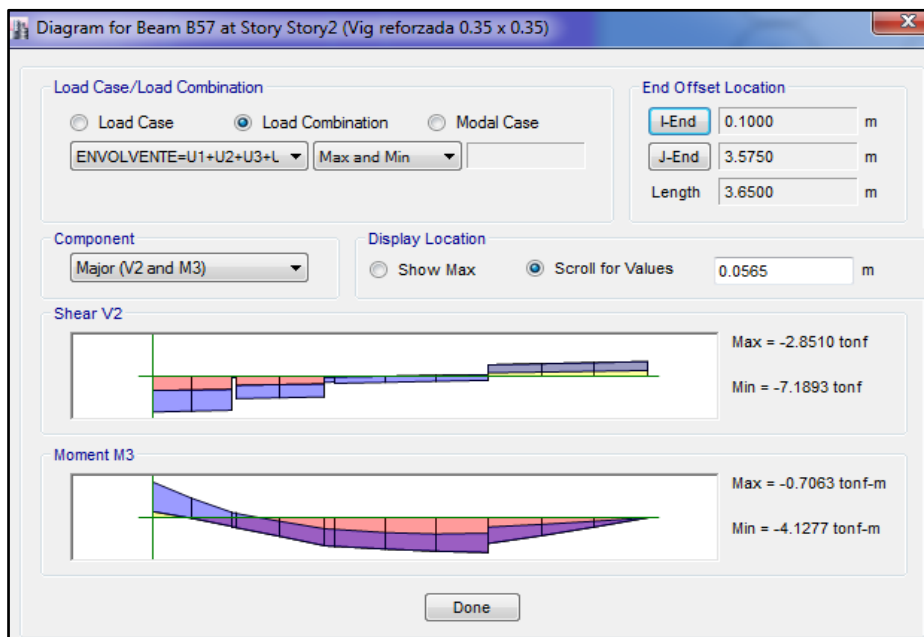
El espaciamiento del estribo de confinamiento será calculado de la siguiente manera:

Estribo confinamiento  $B - B / 2 - 2 = 10 \times 1.27 \text{ cm}$

Estribo de confinamiento  $B - B / 2 - 2 = 12.5 \text{ cm}$

Estribo fuera del confinamiento  $B - B / 2 - 2$  será considerado 25 cm también al no exceder lo calculado anteriormente:  $\phi V_n = 11.64 \text{ Tn}$

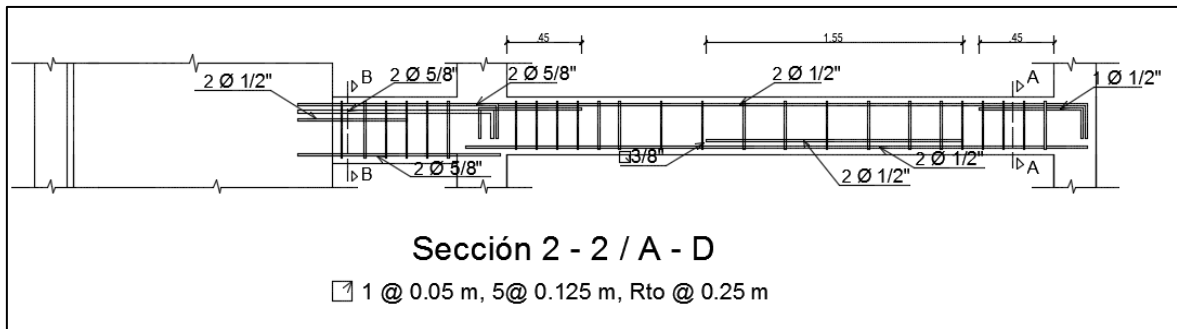
Figura 26: Resultados de  $V_u$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

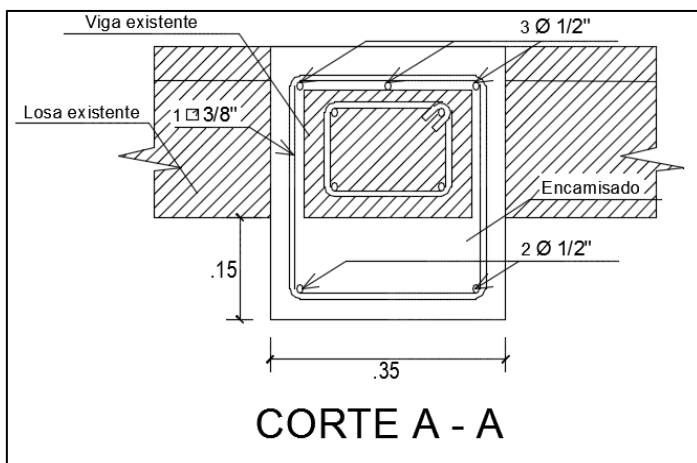
Los estribos serán 1 @ 5 cm, 5 @ 12.5 cm, R @ 25 cm

Figura 27: Plano de distribución

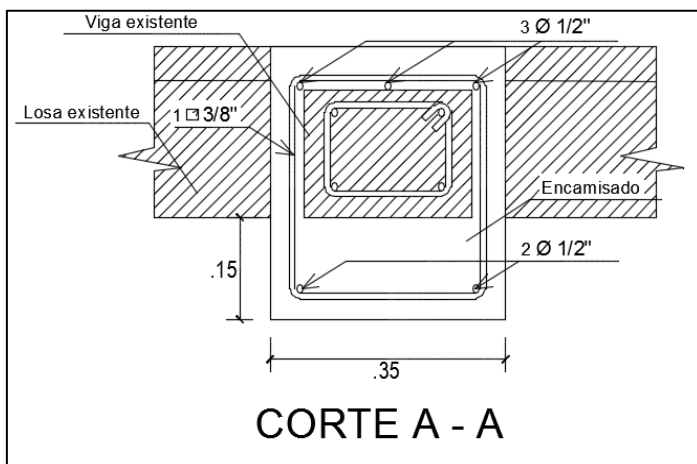


Fuente: Elaboración propia

Sección A – A:



Sección B – B:

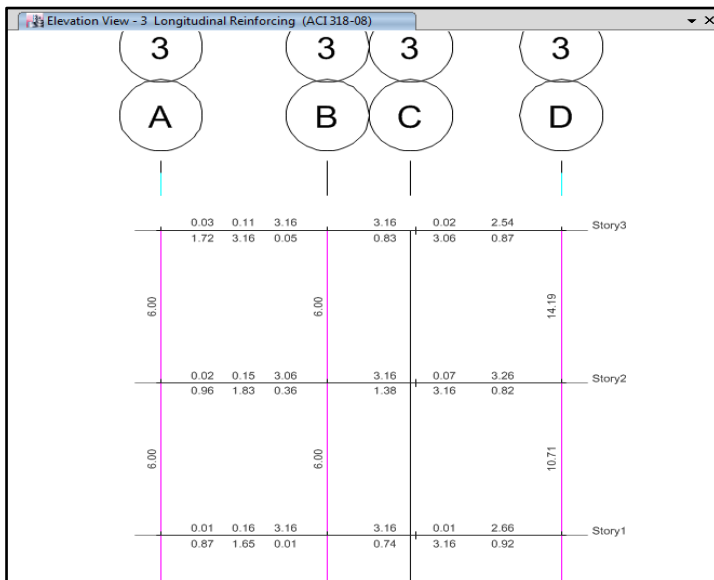


## VIGA EJE 3-3 ENTRE A Y D

Viga reforzada = 35 cm x 30 cm

### Diseño a flexión

Figura 28: Acero que requiere las vigas del eje 3-3 entre A y D (Reforzado)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Se colocarán 2 aceros de 1/2" a lo largo de toda la sección transversal, haciendo un área de 2.58 cm<sup>2</sup>

La longitud de corte en las barras de los extremos será de la siguiente manera

El momento nominal resistente negativo se encuentra ubicado a 15 cm del borde de la viga.

Longitud de corte = 15 cm + d

Longitud de corte = 15 cm + 27 cm

Longitud de corte = 45 cm

No se requerirá acero positivo ya que cumple con la resistencia nominal resistente

## Diseño por cortante

El área de confinamiento será igual a:

Área de confinamiento  $A - D = 2 \times 35 \text{ cm} = 70 \text{ cm}$

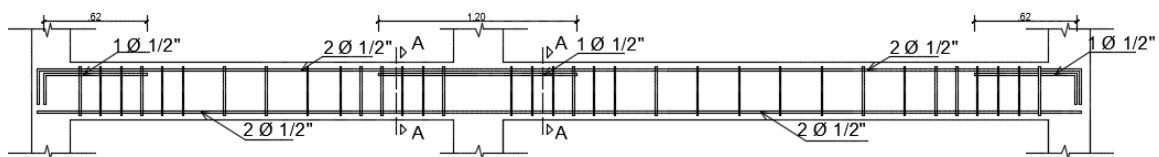
El espaciamiento del estribo de confinamiento será calculado de la siguiente manera:

Estribo confinamiento  $A - D = 10 \times 1.27 \text{ cm} = 12.5 \text{ cm}$

Estribo fuera del confinamiento  $A - D$  será considerado 25 cm, ya que no excede lo calculado anteriormente:

Los estribos serán 1 @ 5 cm, 5 @ 12.5 cm, R @ 25 cm

Figura 29: Plano de distribución

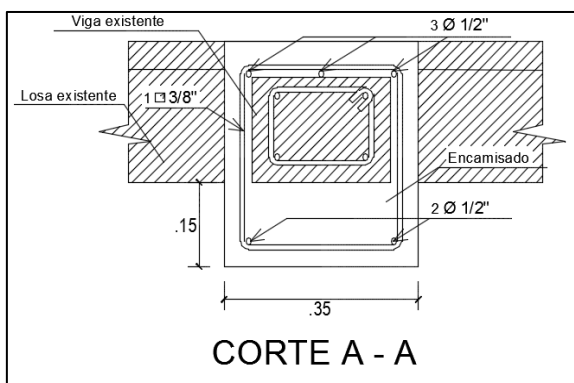


### Sección 3 - 3 / A - D

☐ 1 @ 0.05 m, 5 @ 0.125 m, Rto @ 0.25 m

Fuente: Elaboración propia

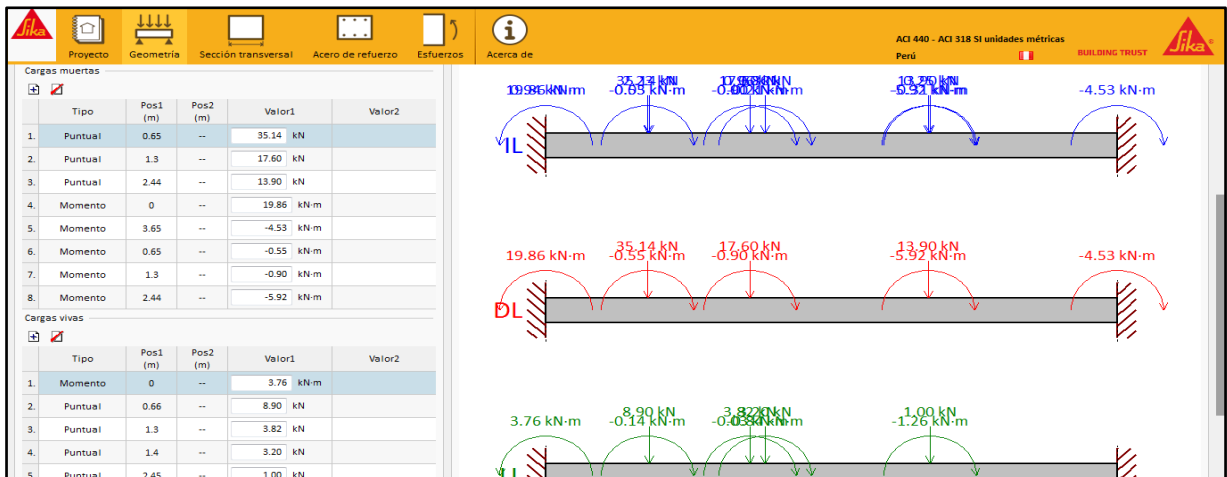
Sección A - A:



## VERIFICACION PARA POSIBLE REFORZAMIENTO DE LAS VIGAS EXISTENTES MEDIANTE EL SOFTWARE SIKA CARBODUR

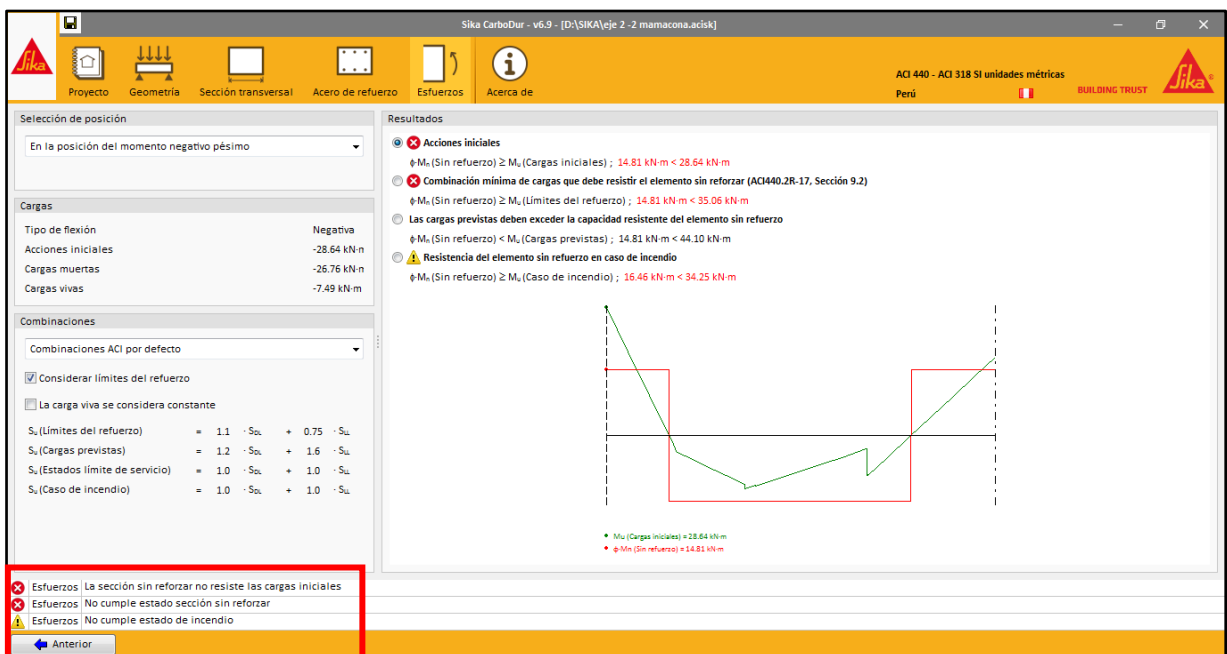
Se realizará el análisis de reforzamiento con fibra de vidrio en las vigas del eje 2-2 y el eje 3-3 para su próximo diseño en el software SikaCarbodur basado en la norma 4402r\_08

Figura 30: Cargas asignadas a la viga del eje 2-2 entre B y D



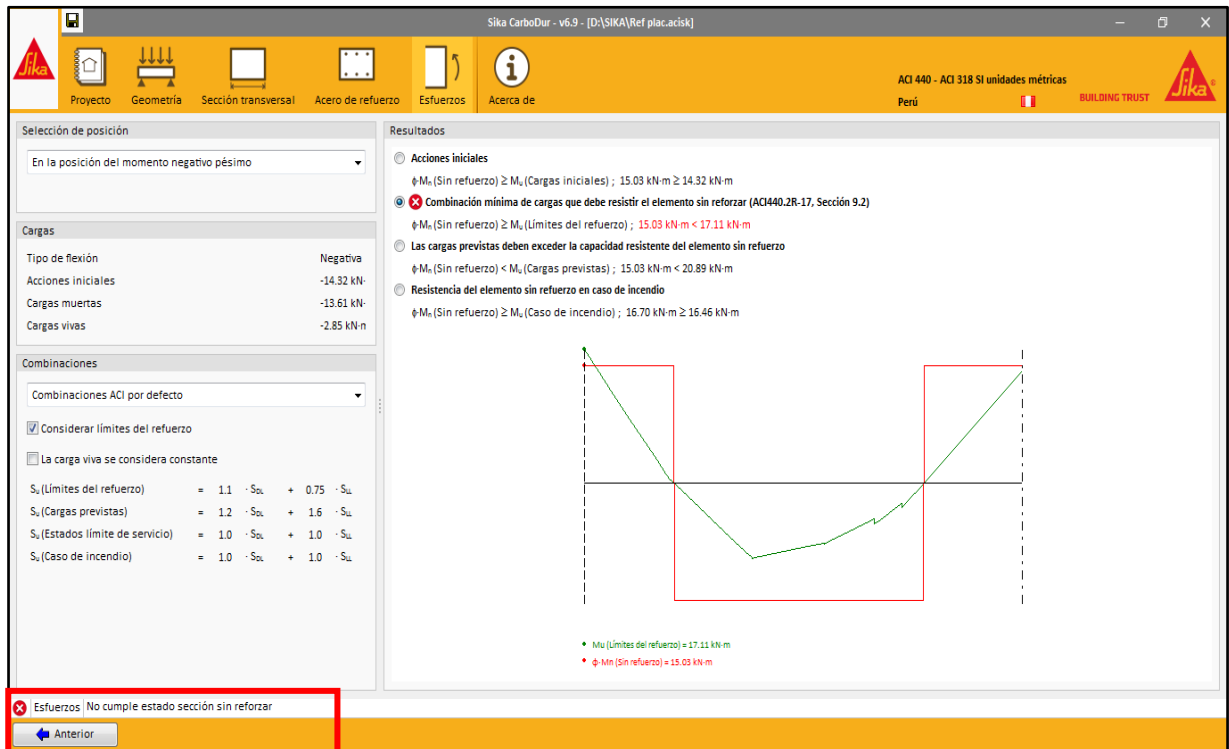
Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 31: Resultados de la viga eje 2-2 entre B y D en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 32: Resultados de la viga eje 3-3 entre B y D en el momento negativo máximo



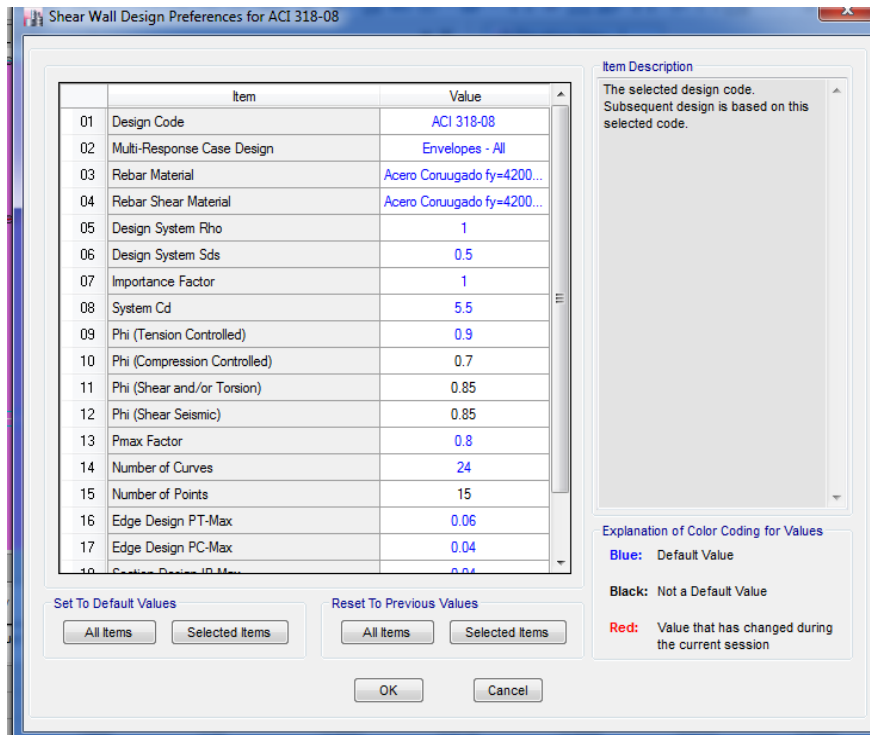
Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Luego de haber ingresado los datos al software de las vigas más críticas, nos damos cuenta que el acero de refuerzo existente y las secciones existentes de las vigas son insuficientes como nos muestran las dos figuras anteriores. Por lo que se procederá a incrementar las secciones de las vigas de los ejes 2-2 y 3-3.

## DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES (COLUMNAS)

Se usará el software ETABS V.16.2.1. con sus respectivas configuraciones.

Figura 33: Configuración del software para los diagramas de iteración



Fuente: Software ETABS

### Eje 1-1 / A – D

#### Diseño a flexo compresión

Se elaboraron diagramas de iteración para el diseño de columnas con los datos brindados por el software ETABS V.16.2.1, para la columna 1C

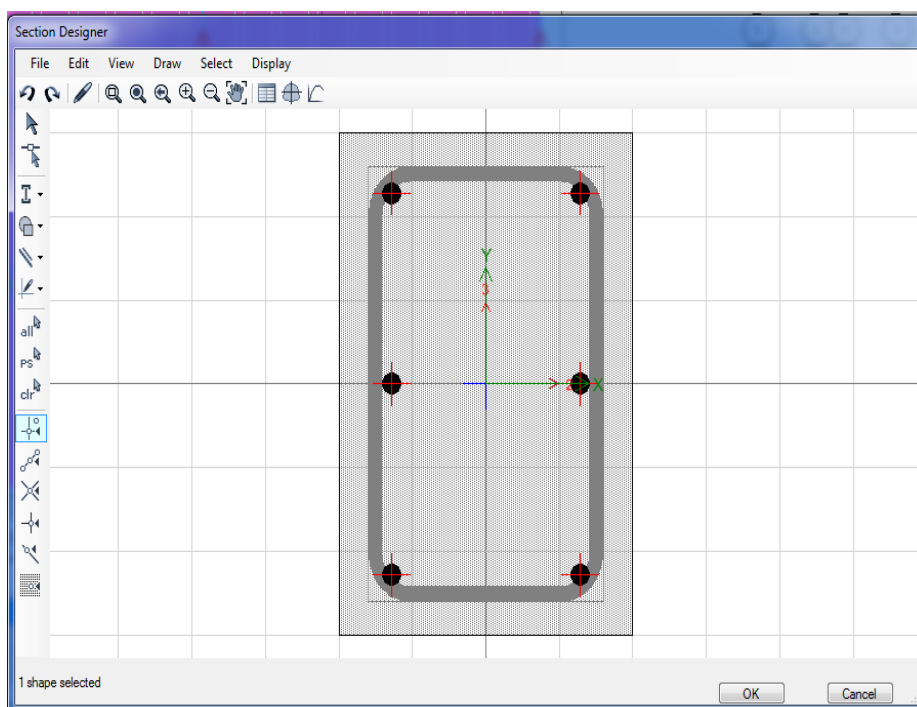


Tabla 27: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 1C

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C17	Dead	-20.2661	0.0595	-0.1548	-0.2143	0.0999
Story1	C17	Live	-4.6658	0.0278	-0.0148	-0.0223	0.0434
Story1	C17	Sisdisxx	-0.5113	0.1356	-0.0173	-0.0484	0.2664
Story1	C17	Sisdisyy	1.0016	-0.0447	0.0815	0.3275	-0.086

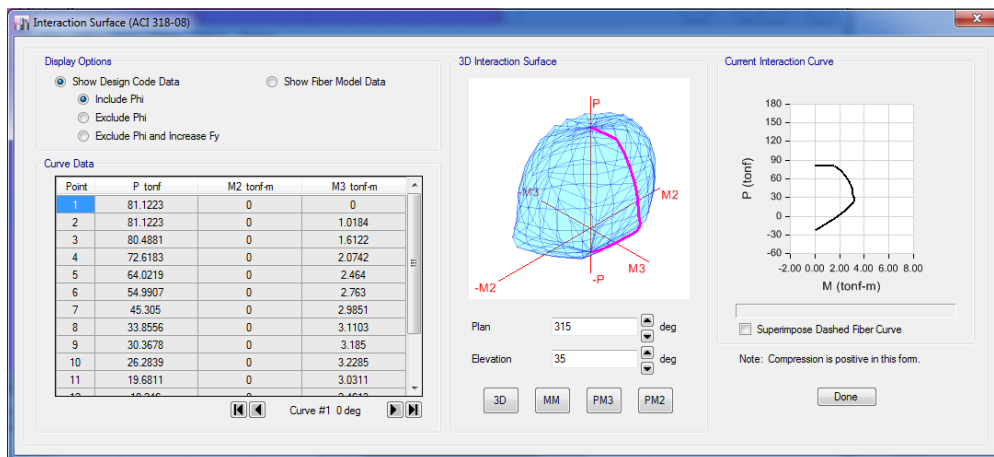
Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Figura 34: Elaboración del elemento estructural para encontrar las curvas de Iteración



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Figura 35: Curvas de Iteración para la columna 1C



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 28: Combinaciones de Diseño – Columna 1C

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	36.304	-0.338	0.214
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	30.654	-0.344	0.446
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	31.676	-0.247	-0.087
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	17.728	-0.241	0.356
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	18.751	-0.144	-0.176
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	32.166	0.032	0.093
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	30.163	-0.623	0.265
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	19.241	0.135	0.004
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	17.238	-0.520	0.176

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 29: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 1C

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	36.30	-0.34	0.21
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	30.65	-0.34	0.45
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	31.68	-0.25	-0.09
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	17.73	-0.24	0.36
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	18.75	-0.14	-0.18
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	30.65	0.34	-0.45
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	31.68	0.25	0.09
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	17.73	0.24	-0.36
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	18.75	0.14	0.18

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

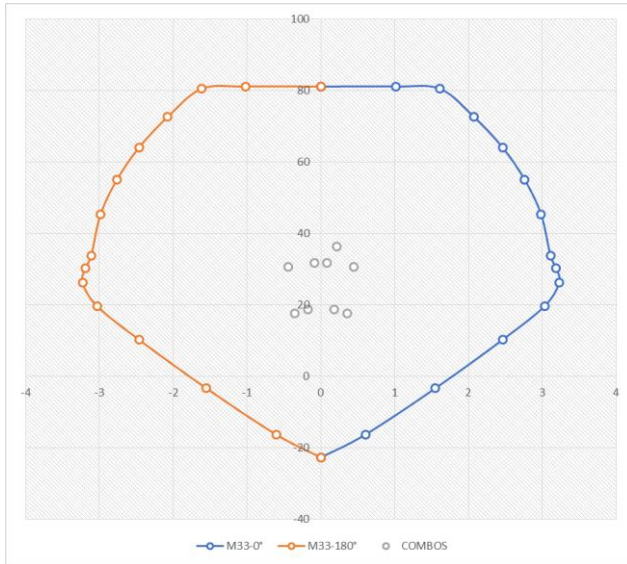
Tabla 30: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 1C

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	36.304	-0.338	0.214
<b>SISMO YY POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	32.166	0.032	0.093
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	30.163	-0.623	0.265
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	19.241	0.135	0.004
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	17.238	-0.520	0.176
	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	32.166	-0.032	-0.093
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	30.163	0.623	-0.265
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	19.241	-0.135	-0.004
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	17.238	0.520	-0.176

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

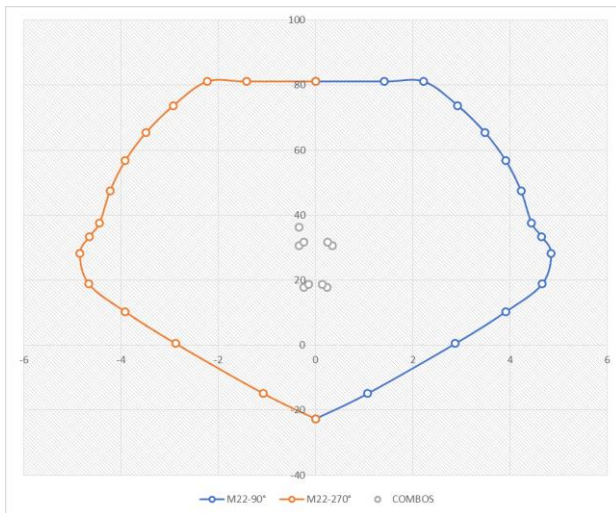
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 33, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 14: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



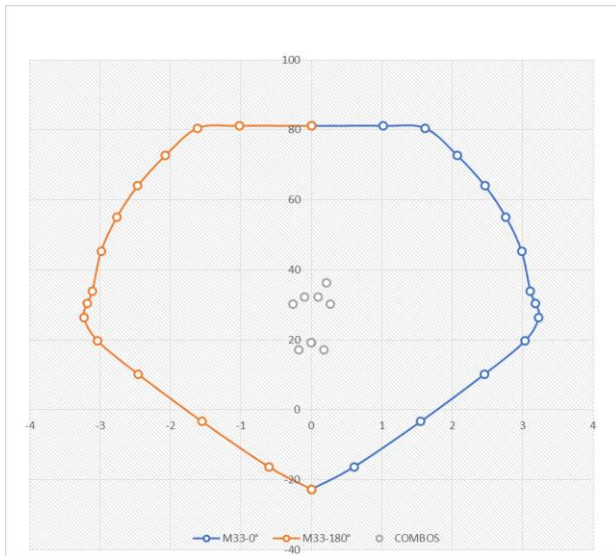
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 14: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



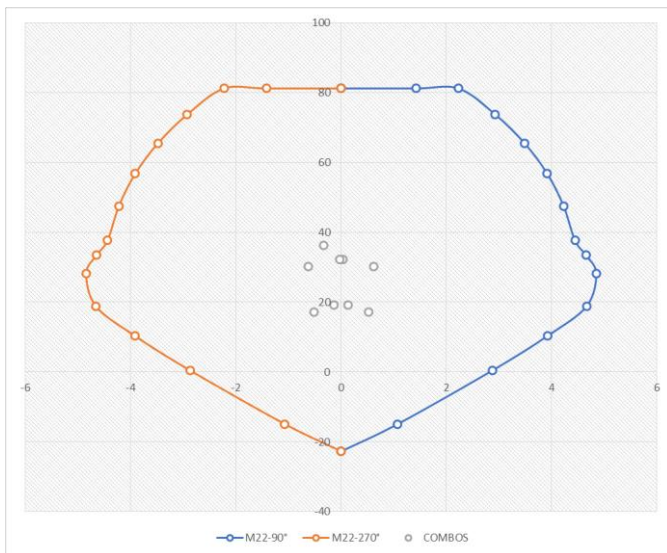
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 15: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 16: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

## Columna 1A

Cargas consideradas según el software ETABS V.16.2.1.

Tabla 31: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 1A

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C1	Dead	-10.0502	-0.0835	-0.04	-0.0765	-0.0942
Story1	C1	Live	-2.6388	-0.0311	-0.004	-0.0127	-0.0366
Story1	C1	Sisdisxx	0.9495	0.1027	-0.0171	-0.0564	0.2217
Story1	C1	Sisdisyy	3.5774	-0.03	0.2014	0.5119	-0.0661

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 32: Combinaciones de Diseño – Columna 1A

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
SISMO XX	U1=1.4CM+1.7CV	5.950	-0.280	-0.757
	U2=1.25(CM+CV)+SISXX	5.336	-0.224	-0.148
	U3=1.25(CM+CV)-SISXX	4.774	-0.259	-1.125
	U4=0.9CM+SISXX	3.054	-0.130	0.162
	U5=0.9CM-SISXX	2.492	-0.165	-0.814
SISMO YY	U2=1.25(CM+CV)+SISYY	6.201	0.500	-0.798
	U3=1.25(CM+CV)-SISYY	3.909	-0.984	-0.475
	U4=0.9CM+SISYY	3.919	0.594	-0.488
	U5=0.9CM-SISYY	1.627	-0.889	-0.164

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 33: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 1A

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		U1=1.4CM+1.7CV	5.95	-0.28	-0.76
SISMO XX POSITIVO		U2=1.25(CM+CV)+SISXX	5.34	-0.22	-0.15
		U3=1.25(CM+CV)-SISXX	4.77	-0.26	-1.12
		U4=0.9CM+SISXX	3.05	-0.13	0.16
		U5=0.9CM-SISXX	2.49	-0.17	-0.81
SISMO XX NEGATIVO		U2=1.25(CM+CV)+SISXX	5.34	0.22	0.15
		U3=1.25(CM+CV)-SISXX	4.77	0.26	1.12
		U4=0.9CM+SISXX	3.05	0.13	-0.16
		U5=0.9CM-SISXX	2.49	0.17	0.81

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 34: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 1A

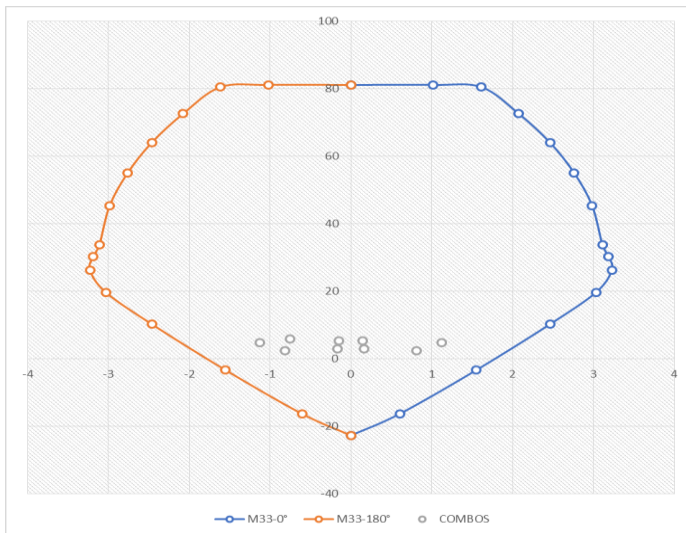
		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		U1=1.4CM+1.7CV	5.950	-0.280	-0.757
SISMO YY POSITIVO		U2=1.25(CM+CV)+SISYY	6.201	0.500	-0.798
		U3=1.25(CM+CV)-SISYY	3.909	-0.984	-0.475
		U4=0.9CM+SISYY	3.919	0.594	-0.488
		U5=0.9CM-SISYY	1.627	-0.889	-0.164
SISMO YY NEGATIVO		U2=1.25(CM+CV)+SISYY	6.201	-0.500	0.798
		U3=1.25(CM+CV)-SISYY	3.909	0.984	0.475
		U4=0.9CM+SISYY	3.919	-0.594	0.488
		U5=0.9CM-SISYY	1.627	0.889	0.164

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



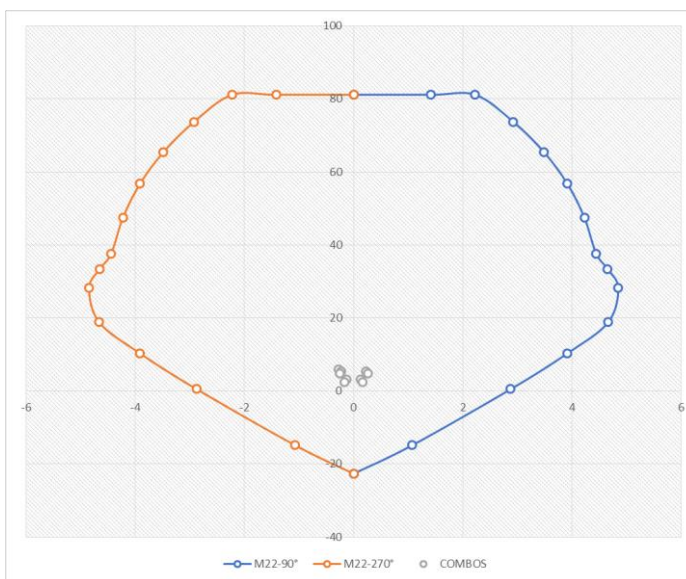
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 33, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 17: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

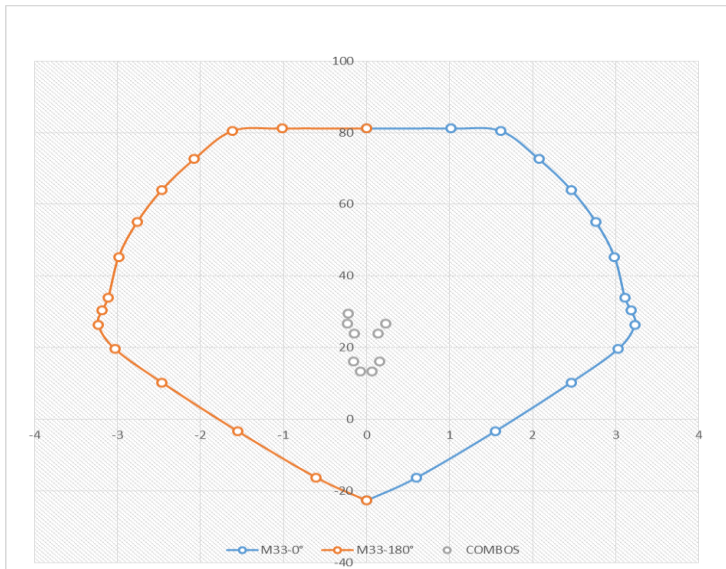
Gráfico 18: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

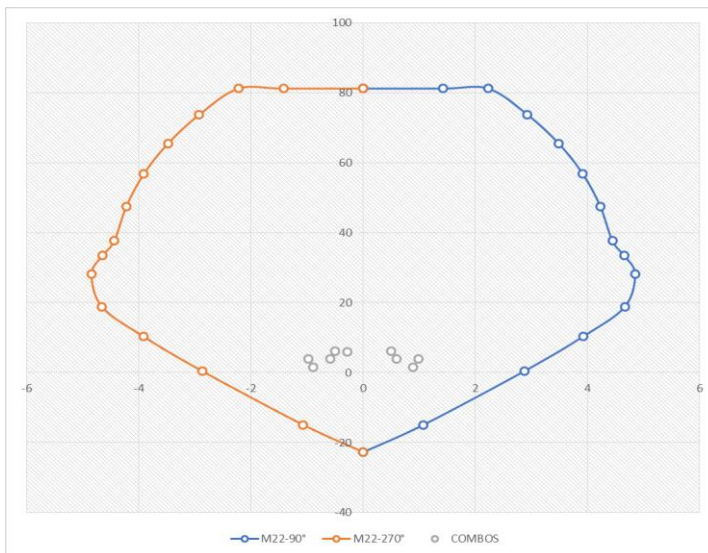


Gráfico 19: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 20: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy

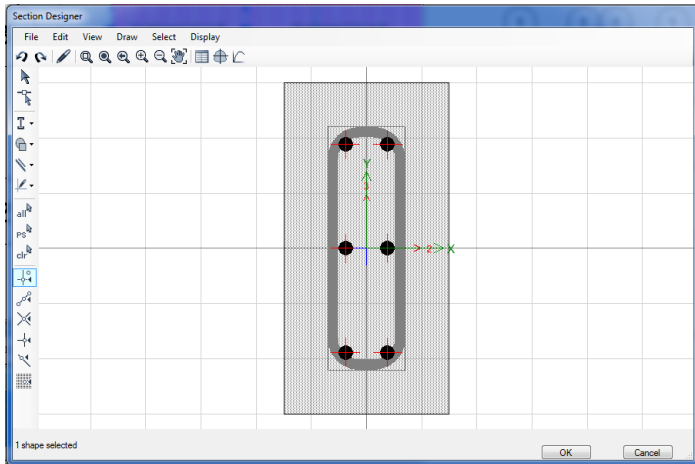


Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

## Columna 1D

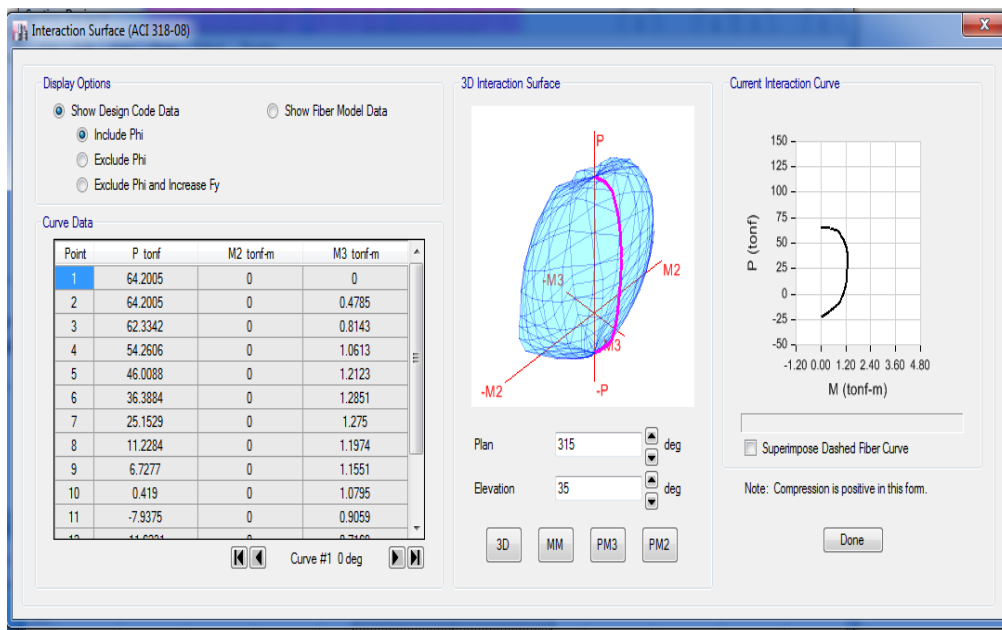
Sección de columna: 15 cm x 30 cm

Figura 36: Elaboración del elemento estructural para encontrar las curvas de Iteración 15 cm x 30 cm



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Figura 37: Curvas de Iteración para la columna 1D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Cargas consideradas según el software ETABS V.16.2.1.

Tabla 35: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 1D

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story3	C42	Dead	-2.7209	0.233	-0.5101	-0.5822	0.2824
Story3	C42	Live	-0.2693	0.0623	-0.0488	-0.0583	0.0761
Story3	C42	Sisdisxx	-0.3036	0.2702	-0.0835	-0.0935	0.3244
Story3	C42	Sisdisyy	0.4239	-0.0763	0.4952	0.5466	0.0919

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 36: Combinaciones de Diseño – Columna 1D

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	4.267	-0.914	0.525
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	3.434	-0.894	0.773
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	4.041	-0.707	0.124
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	2.145	-0.617	0.579
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	2.752	-0.430	-0.070
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	4.162	-0.254	0.356
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	3.314	-1.347	0.540
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	2.873	0.023	0.162
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	2.025	-1.071	0.346

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 37: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 1D

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	4.27	-0.91	0.52
<b>SISMO XX POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	3.43	-0.89	0.77
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	4.04	-0.71	0.12
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	2.15	-0.62	0.58
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	2.75	-0.43	-0.07
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	3.43	0.89	-0.77
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	4.04	0.71	-0.12
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	2.15	0.62	-0.58
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	2.75	0.43	0.07

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

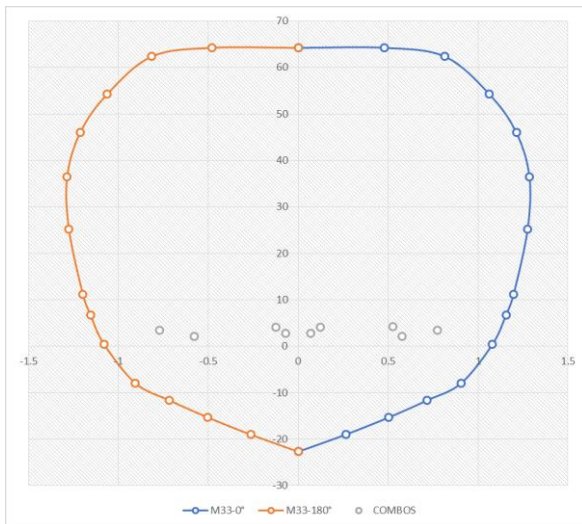
Tabla 38: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 1D

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	4.267	-0.914	0.525
<b>SISMO YY POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	4.162	-0.254	0.356
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	3.314	-1.347	0.540
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	2.873	0.023	0.162
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	2.025	-1.071	0.346
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	4.162	0.254	-0.356
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	3.314	1.347	-0.540
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	2.873	-0.023	-0.162
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	2.025	1.071	-0.346

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

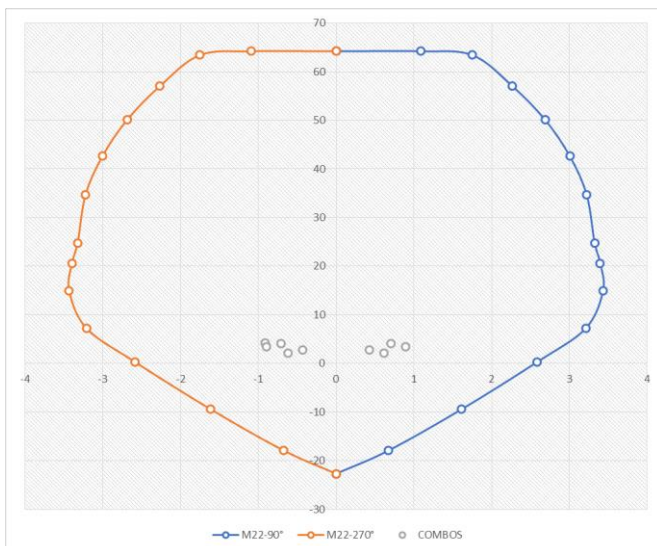
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 35, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 21: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



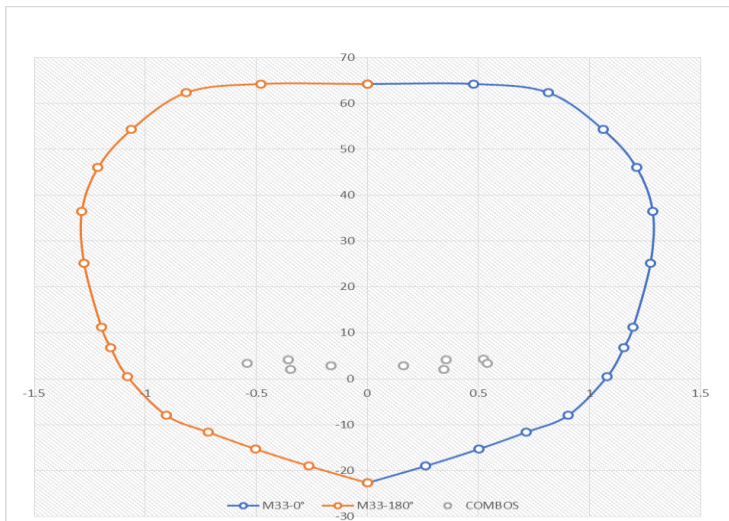
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 22: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



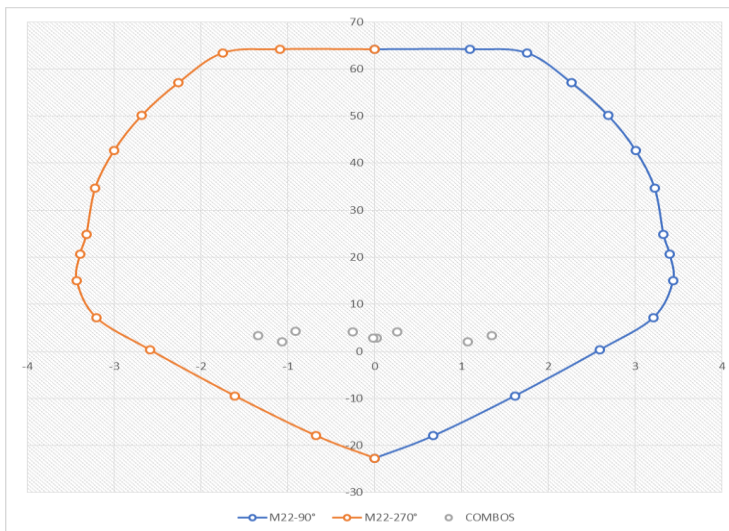
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 23: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 24: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Realizada la comprobación se puede notar que las columnas como se encuentran actualmente no necesitan reforzamiento, sin embargo, se realizará un encamisado incrementando su sección a 35 cm para que la viga reforzada transmita sus cargas correctamente

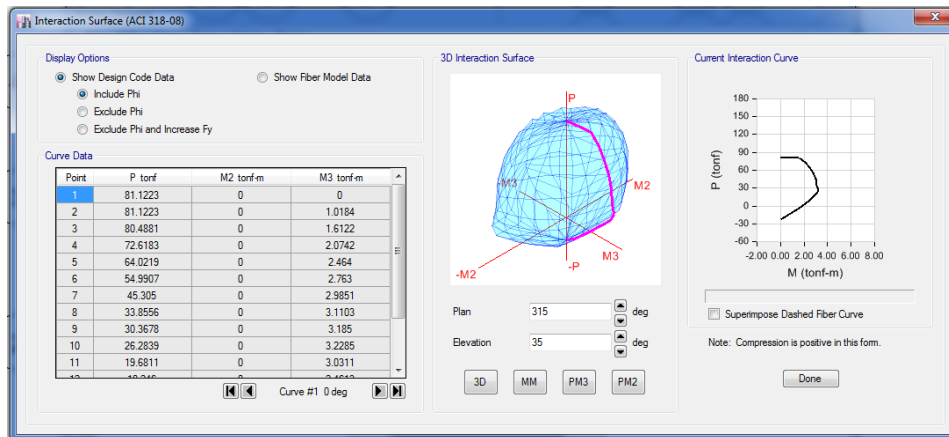


## Eje 2 – 2 / B – D

### Eje 2B

En este eje la columna es 20 cm x 30 cm, la superficie de iteración de este tipo de columna ya ha sido calculada anteriormente.

Figura 38: Curvas de Iteración para la columna 2B



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Cargas consideradas según el software ETABS V.16.2.1.

Tabla 39: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 2B

Story	Column	Load Case/Combo	Load				
			P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C34	Dead	-16.3917	-0.1011	-0.0456	-0.0722	-0.125
Story1	C34	Live	-3.8663	-0.0211	0.0071	0.0055	-0.025
Story1	C34	Sisdisxx	-20.8589	0.1878	-0.0005	-0.0285	0.333
Story1	C34	Sisdisyy	1.3212	-0.0206	0.1624	0.444	-0.0439

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 40: Combinaciones de Diseño – Columna 2B

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	29.521	-0.092	-0.218
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	4.464	-0.112	0.146
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	46.181	-0.055	-0.521
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	-6.106	-0.093	0.221
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	35.611	-0.036	-0.446
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	26.644	0.361	-0.231
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	24.001	-0.527	-0.144
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	16.074	0.379	-0.156
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	13.431	-0.509	-0.069

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 41: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 2B

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	29.52	-0.09	-0.22
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	4.46	-0.11	0.15
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	46.18	-0.05	-0.52
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	-6.11	-0.09	0.22
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	35.61	-0.04	-0.45
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	4.46	0.11	-0.15
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	46.18	0.05	0.52
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	-6.11	0.09	-0.22
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	35.61	0.04	0.45

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



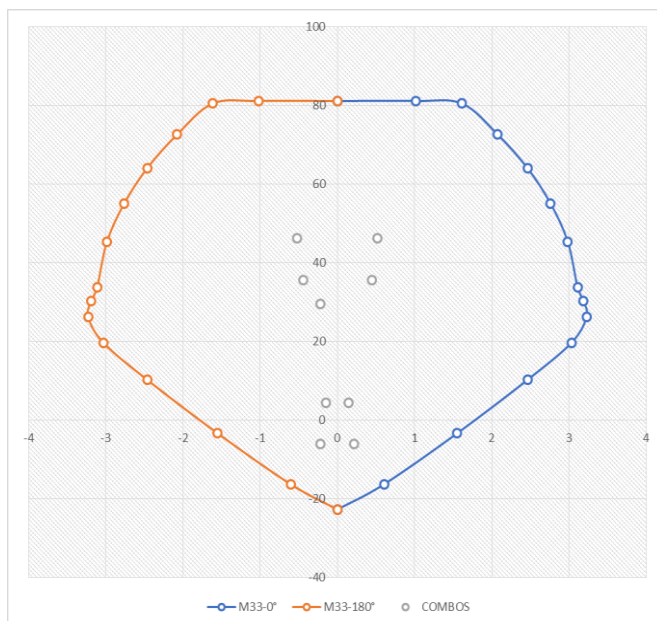
Tabla 42: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 2B

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	29.521	-0.092	-0.218
<b>SISMO YY POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	26.644	0.361	-0.231
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	24.001	-0.527	-0.144
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	16.074	0.379	-0.156
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	13.431	-0.509	-0.069
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	26.644	-0.361	0.231
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	24.001	0.527	0.144
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	16.074	-0.379	0.156
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	13.431	0.509	0.069

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

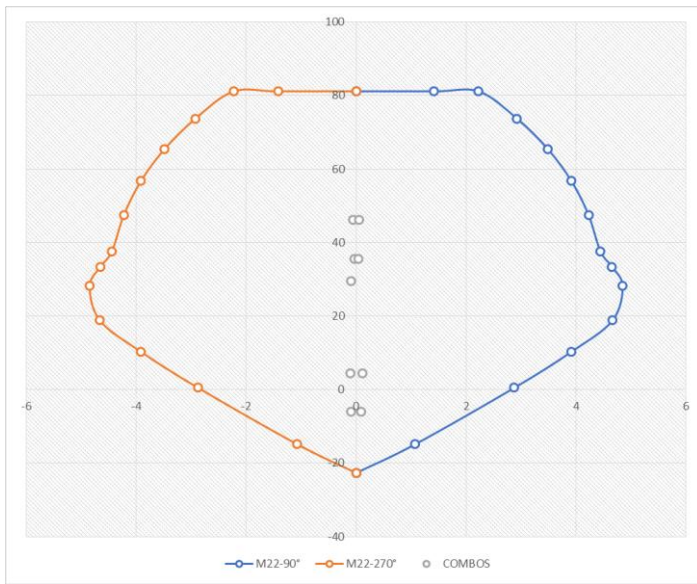
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 36, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 25: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 26: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



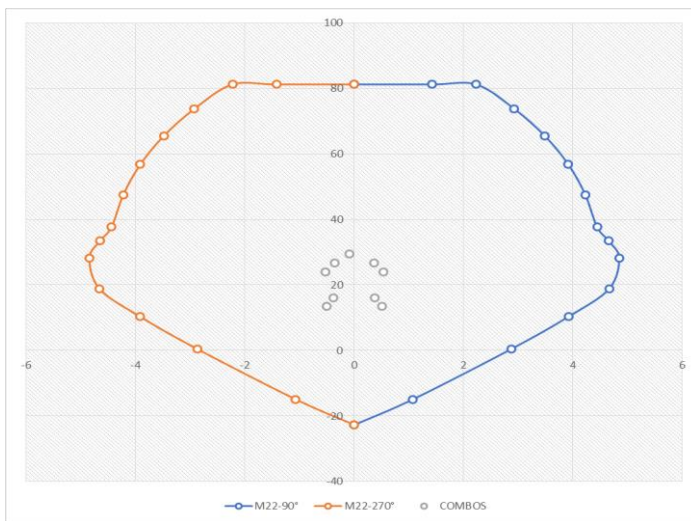
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 27: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 28: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



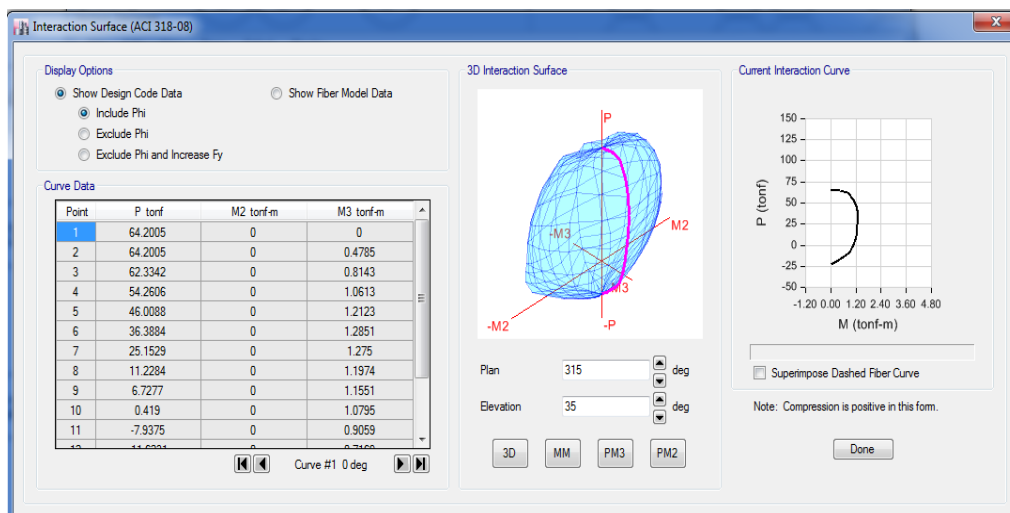
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Las columnas evaluadas no requieren reforzamiento alguno debido a las cargas establecidas, sin embargo, sus secciones serán mayores para que pueda existir una correcta transferencia de carga con la viga reforzada

## Eje 2D

En este eje la columna es 15 cm x 30 cm, la superficie de iteración de este tipo de columna ya ha sido calculada anteriormente.

Figura 39: Curvas de Iteración para la columna 2D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Cargas consideradas según el software ETABS V.16.2.1.

Tabla 43: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 2D

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C43	Dead	-18.6024	0.0664	0.0502	0.0721	0.0952
Story1	C43	Live	-2.6847	0.0153	0.0026	0.004	0.0224
Story1	C43	Sisdisxx	-1.1085	0.0483	-0.0119	-0.0312	0.0989
Story1	C43	Sisdisyy	-0.0427	-0.0084	0.161	0.3707	0.0181

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 44: Combinaciones de Diseño – Columna 2D

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	30.607	0.108	0.171
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	25.500	0.064	0.246
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	27.717	0.126	0.048
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	15.634	0.034	0.185
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	17.851	0.096	-0.013
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	26.566	0.466	0.129
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	26.652	-0.276	0.165
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	16.699	0.436	0.068
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	16.785	-0.306	0.104

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 45: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 2D

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	30.61	0.11	0.17
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	25.50	0.06	0.25
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	27.72	0.13	0.05
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	15.63	0.03	0.18
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	17.85	0.10	-0.01
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	25.50	-0.06	-0.25
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	27.72	-0.13	-0.05
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	15.63	-0.03	-0.18
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	17.85	-0.10	0.01

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 46: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 2D

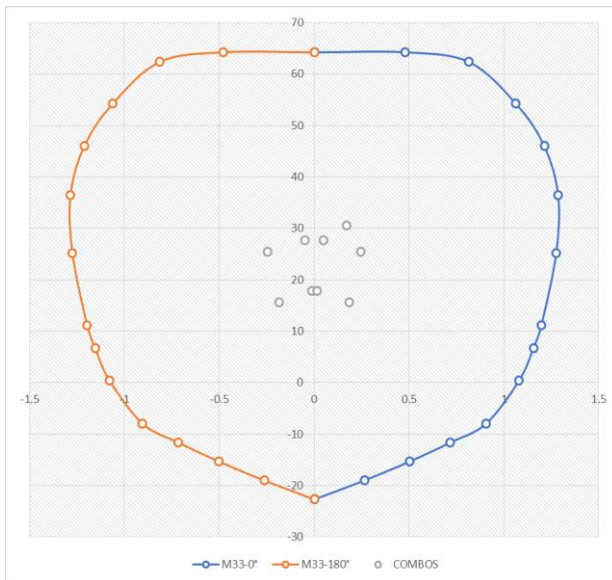
	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	30.607	0.108	0.171
<b>SISMO YY POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	26.566	0.466	0.129
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	26.652	-0.276	0.165
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	16.699	0.436	0.068
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	16.785	-0.306	0.104
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	26.566	-0.466	-0.129
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	26.652	0.276	-0.165
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	16.699	-0.436	-0.068
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	16.785	0.306	-0.104

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



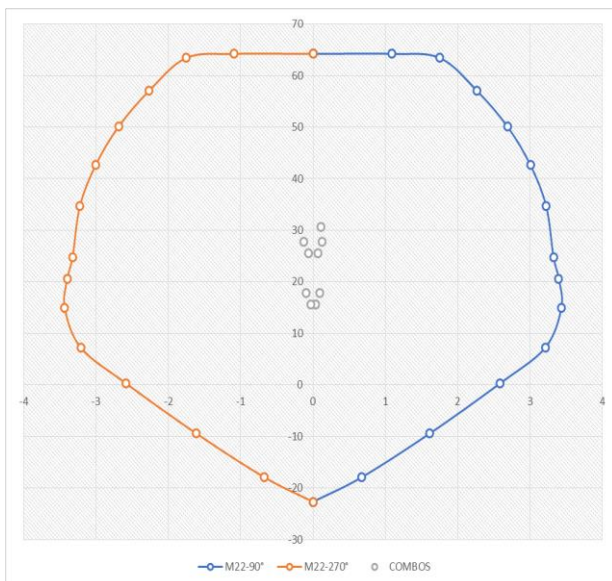
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 36, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 29: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



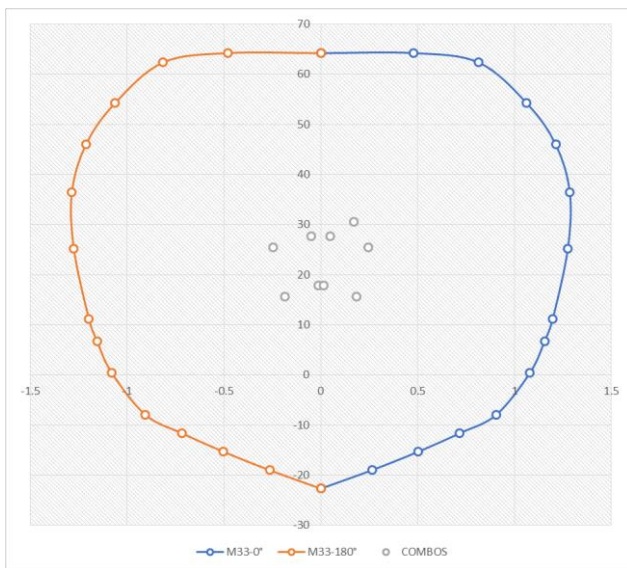
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 30: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



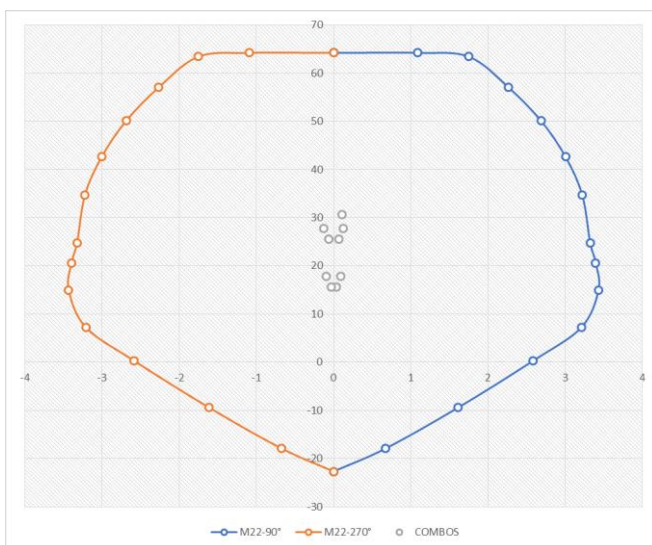
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 31: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 32: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Las columnas evaluadas no requieren reforzamiento debido a las cargas presentadas, sin embargo, se hará una sección mayor para una mejor transferencia de cargas con las vigas reforzadas.

### Eje 3 – 3 / A – D

Para el eje 3-3 se tomará la columna crítica para la evaluación ubicándose esta en el eje 3B, su sección es de 20 cm x 30 cm, la superficie de iteración para la sección de esta columna ya ha sido calculada anteriormente en el programa ETABS V.16.2.1.L as cargas consideradas para el diseño se muestran a continuación.

Tabla 47: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 3B

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C37	Dead	-21.5151	-0.0388	0.01	0.0028	-0.0478
Story1	C37	Live	-7.036	-0.0097	-0.0027	-0.0077	-0.0115
Story1	C37	Sisdisxx	-0.3554	0.1207	0.0018	-0.0254	0.2394
Story1	C37	Sisdisyy	-21.5151	-0.0388	0.01	0.5273	-0.0074

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Tabla 48: Combinaciones de Diseño – Columna 3B

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	42.082	-0.009	-0.086
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	35.333	-0.032	0.165
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	36.044	0.019	-0.314
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	19.008	-0.023	0.196
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	19.719	0.028	-0.282
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	35.756	0.521	-0.082
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	35.621	-0.533	-0.067
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	19.431	0.530	-0.050
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	19.296	-0.525	-0.036

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



Tabla 49: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 3B

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	42.08	-0.01	-0.09
<b>SISMO XX POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	35.33	-0.03	0.17
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	36.04	0.02	-0.31
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	19.01	-0.02	0.20
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	19.72	0.03	-0.28
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	35.33	0.03	-0.17
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	36.04	-0.02	0.31
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	19.01	0.02	-0.20
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	19.72	-0.03	0.28

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

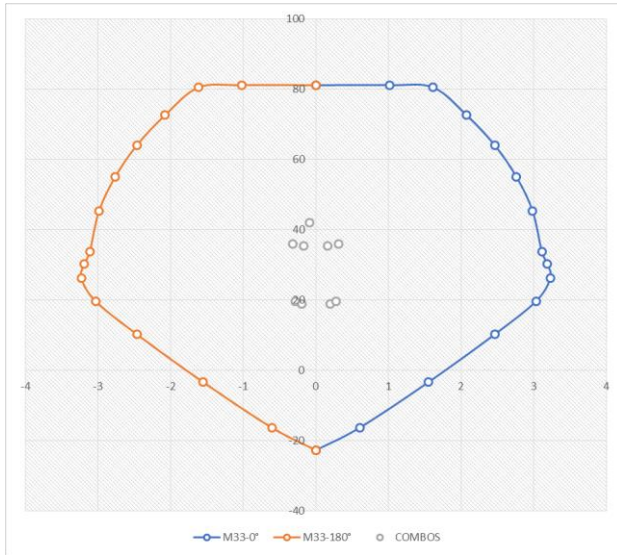
Tabla 50: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 3B

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	42.082	-0.009	-0.086
<b>SISMO YY POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	35.756	0.521	-0.082
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	35.621	-0.533	-0.067
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	19.431	0.530	-0.050
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	19.296	-0.525	-0.036
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	35.756	-0.521	0.082
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	35.621	0.533	0.067
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	19.431	-0.530	0.050
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	19.296	0.525	0.036

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

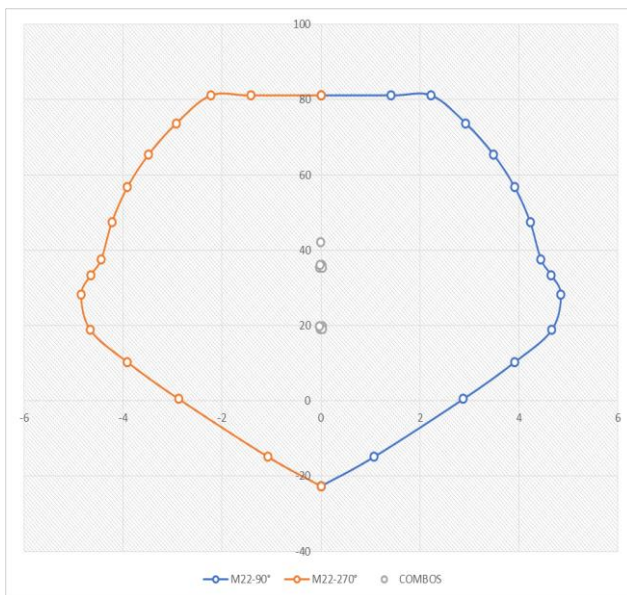
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 35, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 33: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



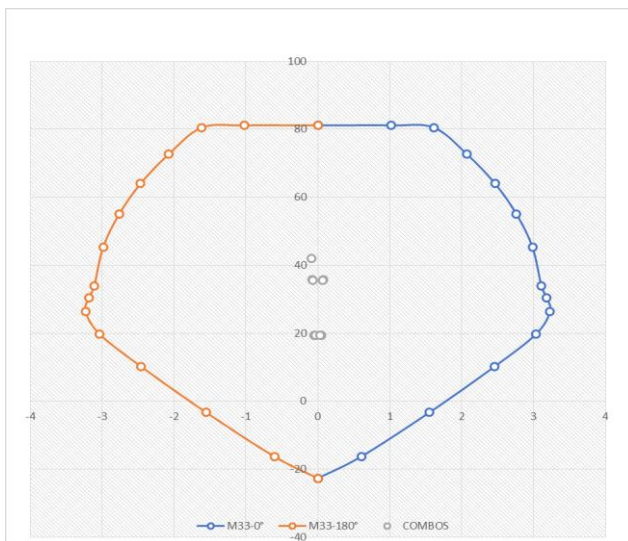
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 34: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



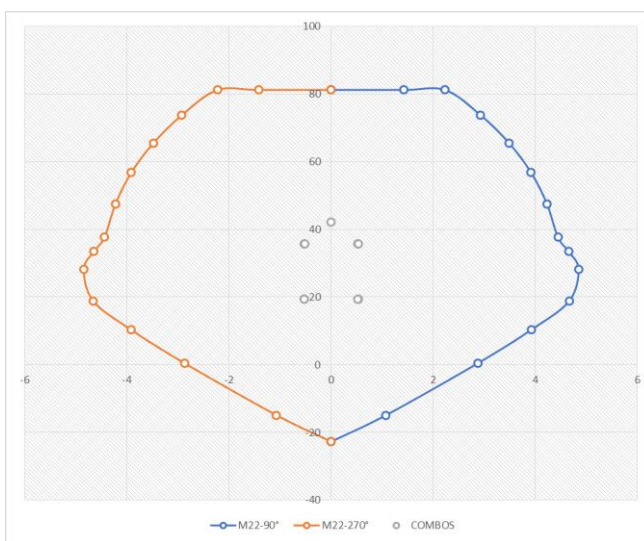
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 35: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 28: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

La columna al ser analizada se determina que no requiere reforzamiento, sin embargo, se realizará un incremento en la sección para que la viga reforzada pueda transmitir correctamente sus cargas.

## Diseño de incremento de sección:

### Flexo Compresión

Se colocará el acero mínimo, ya que cumple con las cargas establecidas

#### Para columna C-1

$$\rho_{\min} = 0.01 \times 25 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$$

$$\rho_{\min} = 10.00 \text{ cm}^2$$

#### Para columna C-2

$$\rho_{\min} = 0.01 \times 20 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$$

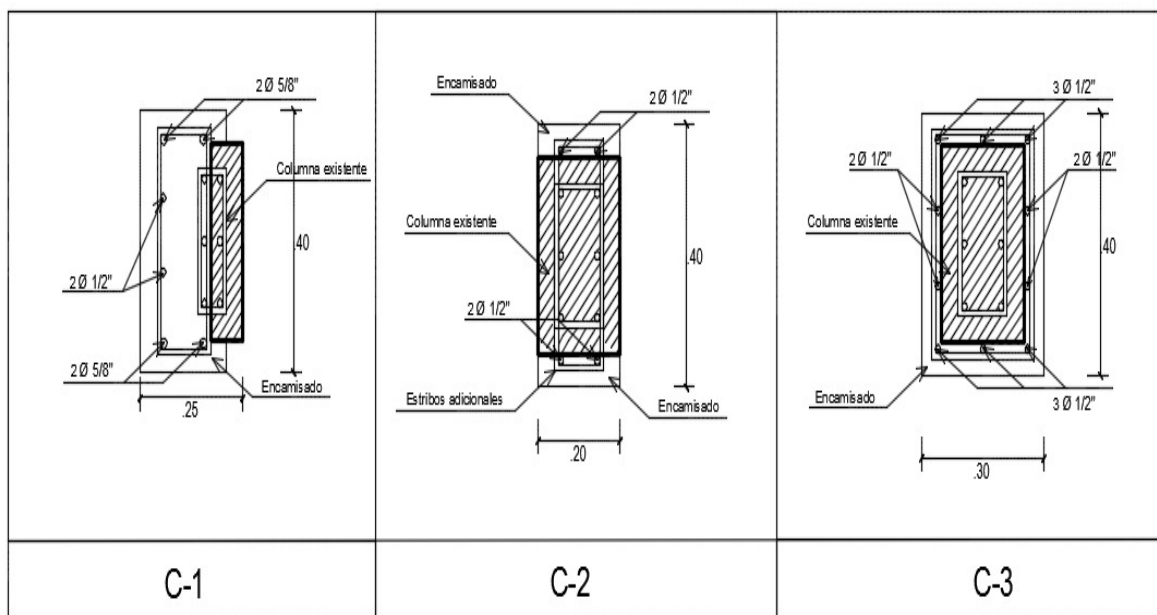
$$\rho_{\min} = 7.00 \text{ cm}^2$$

#### Para columna C-3

$$\rho_{\min} = 0.01 \times 30 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$$

$$\rho_{\min} = 12.00 \text{ cm}^2$$

Tomando las siguientes secciones:



## **Diseño por cortante (COLUMNAS)**

Las columnas contarán con el mismo diseño a cortante del 1er nivel

Según la NTP E60 Para la cortante la zona de confinamiento no debe ser menor a:

- a. La sexta parte de la luz del elemento
- b. La mayor dimensión transversal
- c. 50 cm

Reemplazando:

$$\text{Opción A} = 2.85/6 = 0.47\text{m}$$

$$\text{Opción B} = 40 \text{ cm}$$

$$\text{Opción C} = 50 \text{ cm}$$

Se tomará como zona de confinamiento 50 cm

La separación de la zona de confinamiento no debe exceder de las siguientes opciones:

- a) 8 veces el diámetro menor de la barra longitudinal
- b) La mitad de la menor dimensión
- c) 10 cm

Reemplazando:

$$\text{Opción A:} = 8 * 1.27 \text{ cm} = 10.16 \text{ cm}$$

$$\text{Opción B} = 25 \text{ cm} / 2 = 12.5 \text{ cm}$$

$$\text{Opción C} = 10 \text{ cm}$$

## **Verificación de cortante**

Se tomará como diseño crítico a la columna B2 con las siguientes cargas:

Tabla 51: Cortantes (V) de la columna B2

Story	Column	Load Case/Combo	V2	V3
			tonf	tonf
Story1	C34	Dead	-0.1011	-0.0456
Story1	C34	Live	-0.0211	0.0071
Story1	C34	Sisdisxx	0.1878	-0.0005
Story1	C34	Sisdisyy	-0.0206	0.1624

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones.

Tabla 52: Combinaciones de Diseño para cortante– Columna B2

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO	
		V2	V3
	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	-0.18	-0.05
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	0.04	-0.05
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	-0.34	-0.05
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	0.10	-0.04
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	-0.28	-0.04
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	-0.17	0.11
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	-0.13	-0.21
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	-0.11	0.12
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	-0.07	-0.20

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Se diseñará con la cortante mayor 0.34 Ton.

Verificación según NTP E060:  $V_u \leq \phi V_n$ .

$$\phi V_n = \phi(V_C + V_S)$$

Teniendo los siguientes datos:

Carga muerta = 16 391 kg

$F'c = 237 \text{ kg/cm}^2$

$b = 30 \text{ cm}$

$d = 34 \text{ cm}$

Calculando el valor de " $V_C$ "

$$V_C = 0.53\sqrt{f'c} \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g}\right) * b * d$$

$$V_C = 8.59 \text{ Tn}$$

Calculando el valor de " $V_S$ "

$$V_S = \frac{A_{Estribo}}{S} * f'y * d$$

$$V_S = \frac{2 * 0.71}{25} * 4200 * 34$$

$$V_S = 8.11 \text{ Tn}$$

Reemplazando valores:

$$\phi V_n = \phi(V_C + V_S)$$

$$\phi V_n = 0.85(8.59 + 8.11)$$

$$\phi V_n = 14.20 \text{ Tn}$$

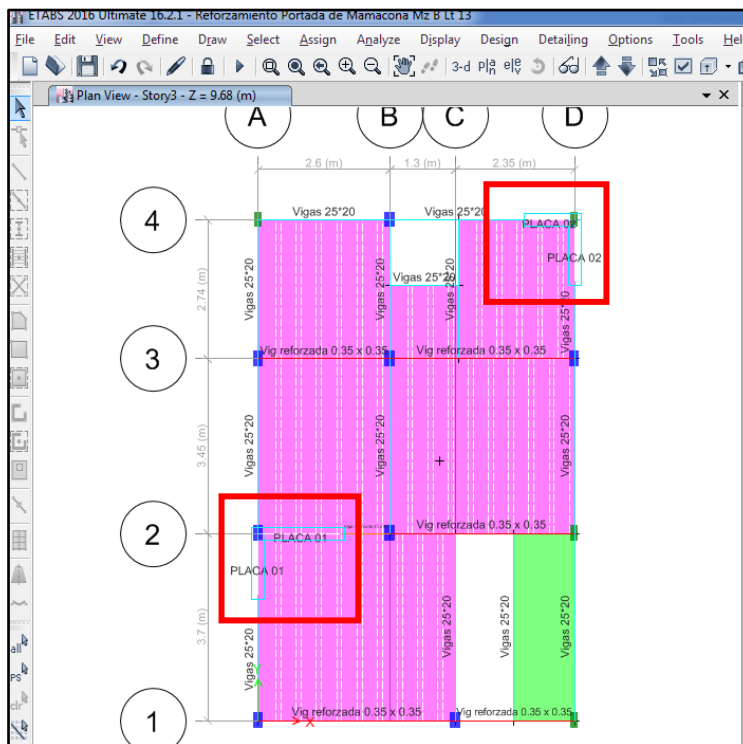
Los estribos serán 1 @ 0.05 m, 4 @ 0.10 m, Rto @ 0.25 m

# DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROYECTADOS (MUROS ESTRUCTURALES O PLACAS)

## PLACAS

El diseño de las placas será para poder reforzar la estructura y brindar mayor rigidez, en su diseño contarán con elementos de borde en los extremos como indica la norma E 060

Figura 40: Ubicación de placas vivienda 1



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

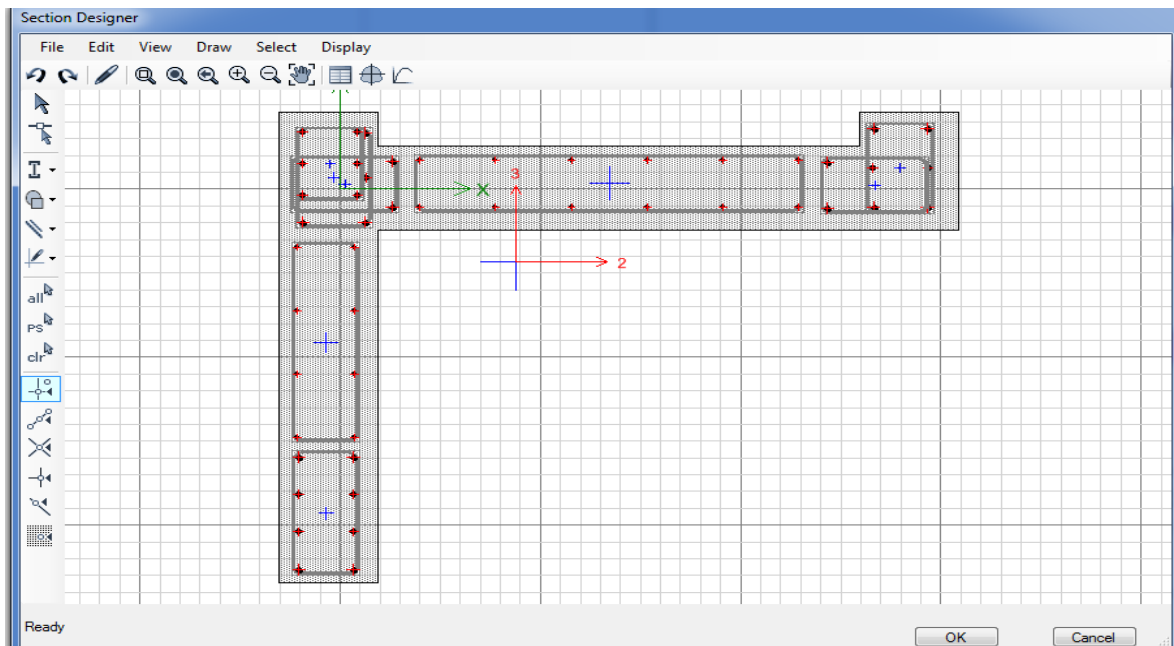
## PLACA 1

### Diseño a flexo compresión

Se elaboró en el programa ETABS V.16.2.1. el diseño de la placa 01 para poder calcular su superficie de iteración:



Figura 41: Acero en Muro Estructural o Placa 1 – Vivienda 1



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Se elaborarán sus diagramas de iteración

Tabla 53: Combinaciones de Diseño – Placa 1 – Vivienda 1

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
SISMO XX	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	65.318	-1.352	14.918
	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	67.830	27.324	129.263
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	45.412	-29.595	-103.875
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	46.270	27.883	123.605
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	23.852	-29.036	-109.533
SISMO YY	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	64.496	80.081	46.783
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	48.747	-82.352	-21.395
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	42.935	80.639	41.125
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	27.186	-81.793	-27.053

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 54: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Placa 1 – Vivienda 1

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	65.32	-1.35	14.92
<b>SISMO XX POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	67.83	27.32	129.26
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	45.41	-29.60	-103.88
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	46.27	27.88	123.60
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	23.85	-29.04	-109.53
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	67.83	-27.32	-129.26
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	45.41	29.60	103.88
		<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	46.27	-27.88	-123.60
		<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	23.85	29.04	109.53

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

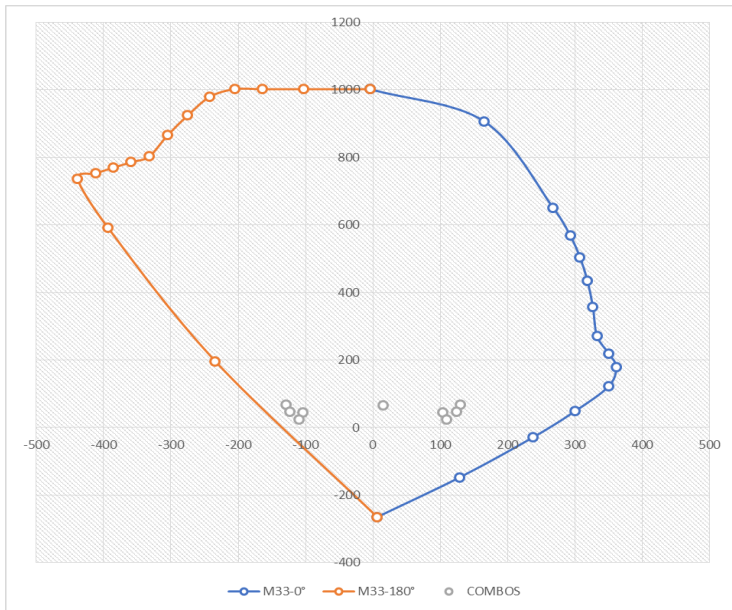
Tabla 55: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Placa 1 – Vivienda 1

		COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
			P	M2	M3
		<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	65.318	-1.352	14.918
<b>SISMO YY POSITIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	64.496	80.081	46.783
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	48.747	-82.352	-21.395
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	42.935	80.639	41.125
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	27.186	-81.793	-27.053
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>		<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	64.496	-80.081	-46.783
		<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	48.747	82.352	21.395
		<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	42.935	-80.639	-41.125
		<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	27.186	81.793	27.053

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

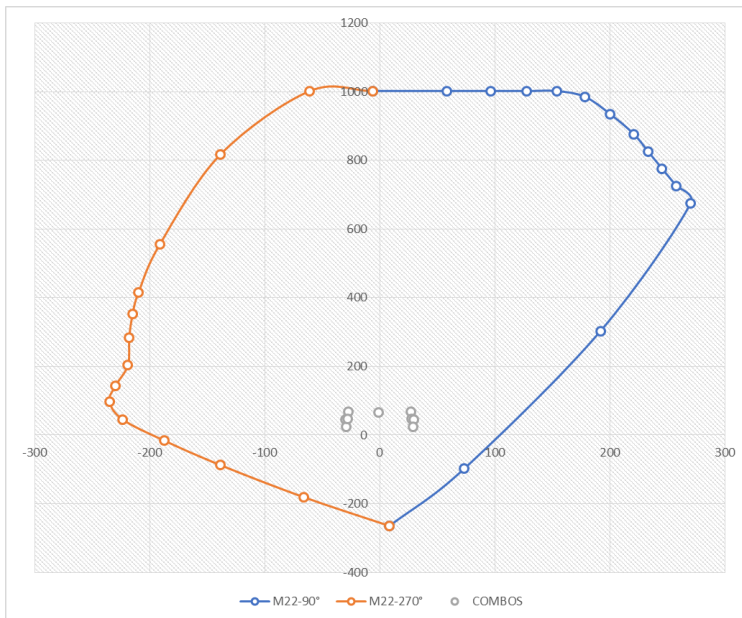
Diagrama de iteraciones calculadas.

Gráfico 29: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



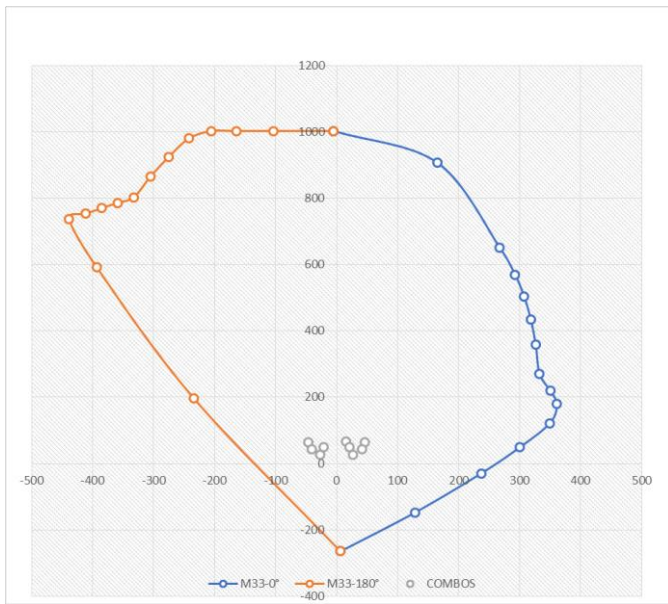
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 30: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



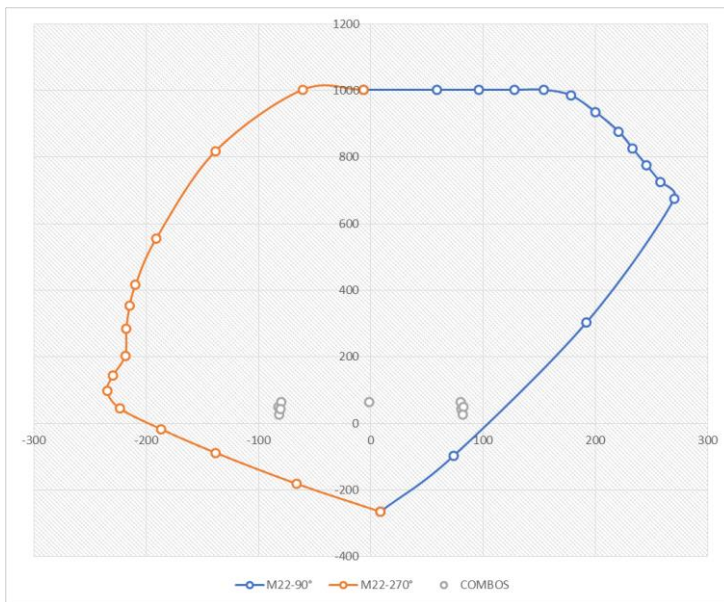
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 31: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 32: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy

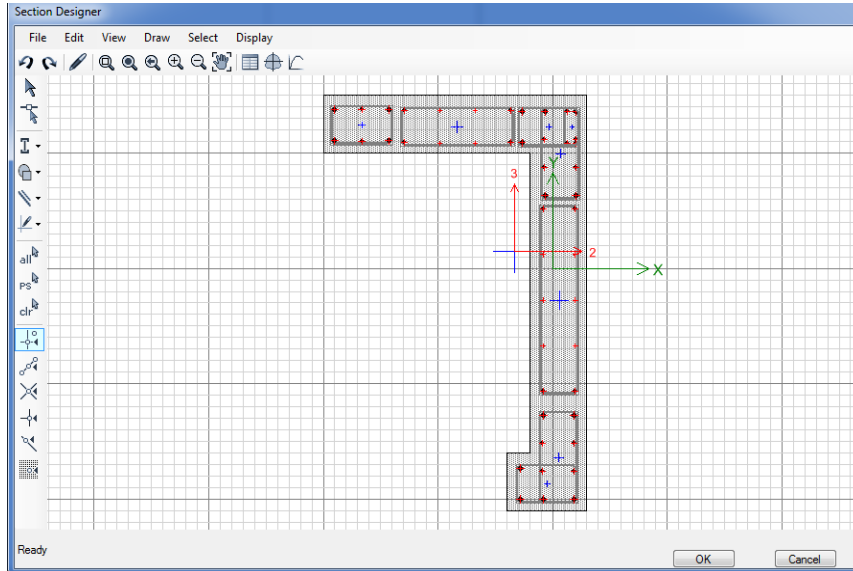


Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

## PLACA 2

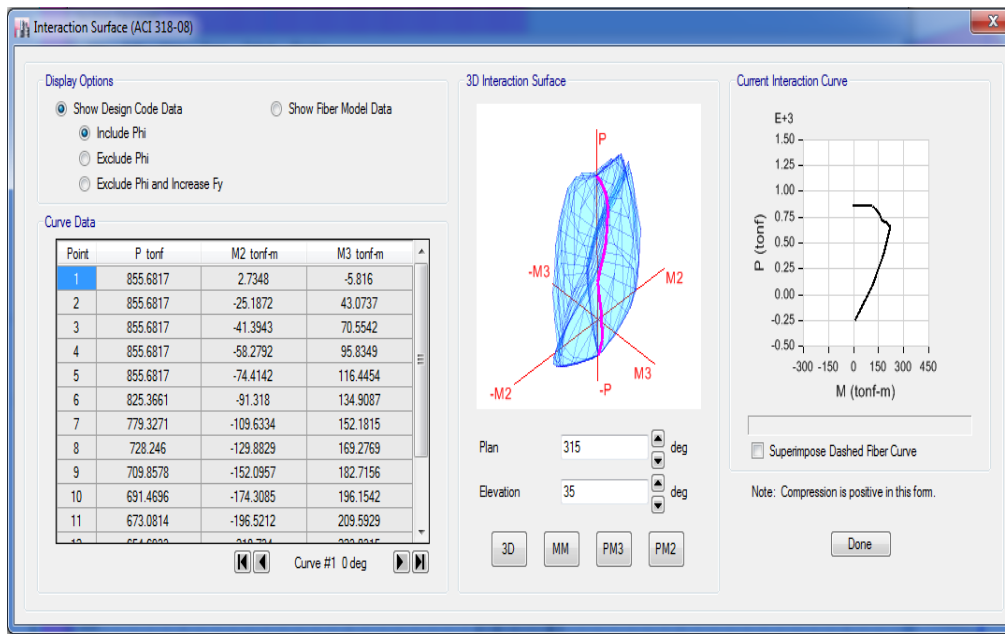
Diseño de la placa 2 en el software ETABS V.16.2.1.

Figura 42: Acero en Muro Estructural o Placa 2 – Vivienda 1



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Figura 43: Curvas de Iteración para la placa 2 – Vivienda 1



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Tabla 56: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) - Placa 2 – Vivienda 1

Story	Pier	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story2	PLACA 02	Dead	-22.3428	0.4023	-0.3477	0.0216	-4.8195
Story2	PLACA 02	Live	-1.6696	0.0556	-0.0548	-0.0707	-0.9803
Story2	PLACA 02	Sisdisxx	2.5228	-2.7796	-6.2058	-32.9387	140.0808
Story2	PLACA 02	Sisdisyy	-1.4332	13.6932	3.382	24.2166	-21.4807

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 57: Combinaciones de Diseño – Placa 2 – Vivienda 1

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
SISMO XX	<b>U1=1.4CM+1.7CV</b>	34.118	-0.090	3.373
	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISXX</b>	32.538	-33.000	-21.232
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISXX</b>	27.493	32.877	27.137
	<b>U4=0.9CM+SISXX</b>	22.631	-32.919	-22.259
	<b>U5=0.9CM-SISXX</b>	17.586	32.958	26.110
SISMO YY	<b>U2=1.25(CM+CV)+SISYY</b>	28.582	24.155	71.946
	<b>U3=1.25(CM+CV)-SISYY</b>	31.449	-24.278	-66.041
	<b>U4=0.9CM+SISYY</b>	18.675	24.236	70.919
	<b>U5=0.9CM-SISYY</b>	21.542	-24.197	-67.068

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



Tabla 58: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Placa 2 – Vivienda 1

COMBOS		COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
U1=1.4CM+1.7CV		34.12	-0.09	3.37
SISMO XX POSITIVO	U2=1.25(CM+CV)+SISXX	32.54	-33.00	-21.23
	U3=1.25(CM+CV)-SISXX	27.49	32.88	27.14
	U4=0.9CM+SISXX	22.63	-32.92	-22.26
	U5=0.9CM-SISXX	17.59	32.96	26.11
SISMO XX NEGATIVO	U2=1.25(CM+CV)+SISXX	32.54	33.00	21.23
	U3=1.25(CM+CV)-SISXX	27.49	-32.88	-27.14
	U4=0.9CM+SISXX	22.63	32.92	22.26
	U5=0.9CM-SISXX	17.59	-32.96	-26.11

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

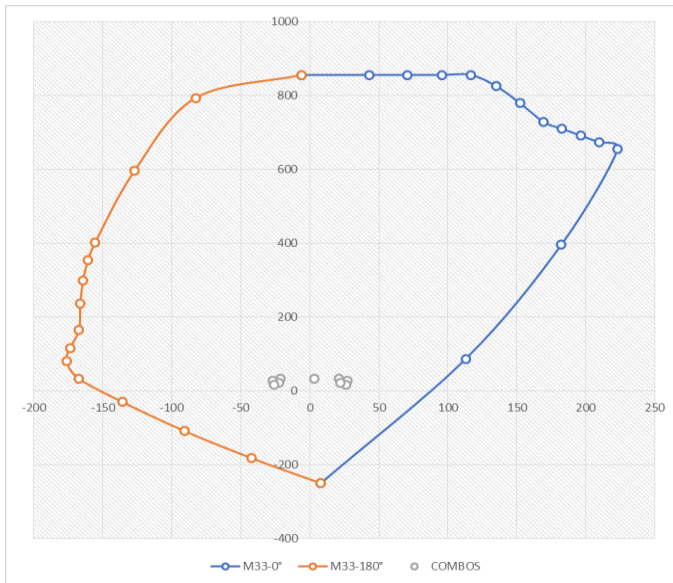
Tabla 59: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Placa 2 – Vivienda 1

COMBOS		COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
U1=1.4CM+1.7CV		34.118	-0.090	3.373
SISMO YY POSITIVO	U2=1.25(CM+CV)+SISYY	28.582	24.155	71.946
	U3=1.25(CM+CV)-SISYY	31.449	-24.278	-66.041
	U4=0.9CM+SISYY	18.675	24.236	70.919
	U5=0.9CM-SISYY	21.542	-24.197	-67.068
SISMO YY NEGATIVO	U2=1.25(CM+CV)+SISYY	28.582	-24.155	-71.946
	U3=1.25(CM+CV)-SISYY	31.449	24.278	66.041
	U4=0.9CM+SISYY	18.675	-24.236	-70.919
	U5=0.9CM-SISYY	21.542	24.197	67.068

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

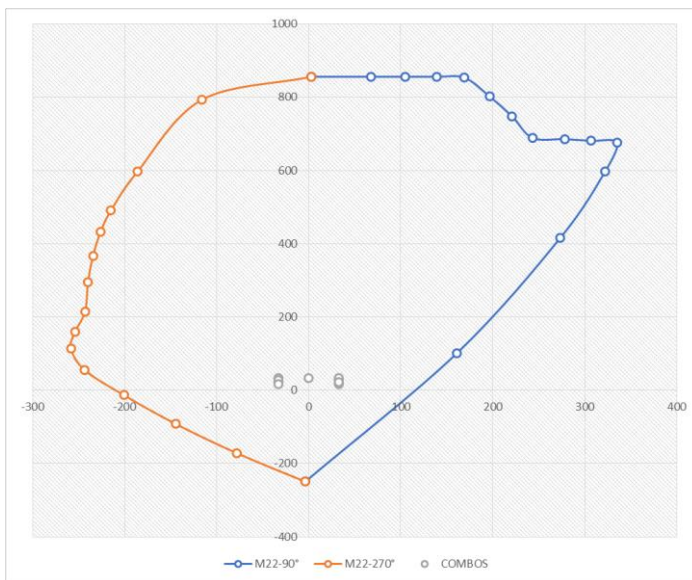
Diagrama de iteraciones calculadas.

Gráfico 33: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

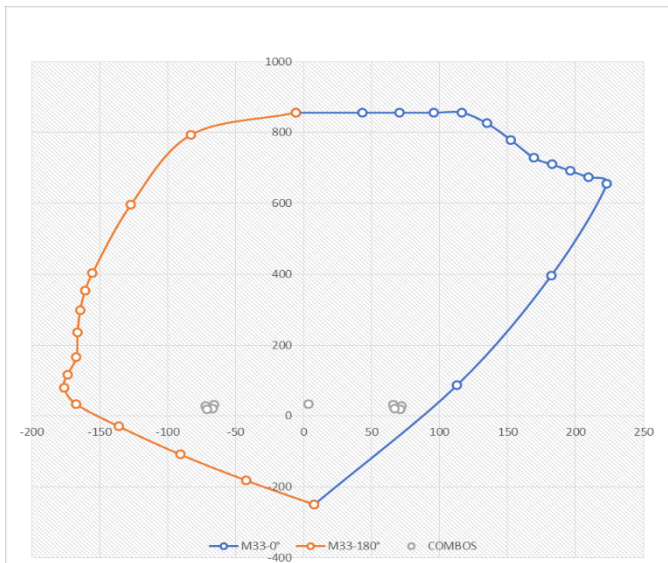
Gráfico 34: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

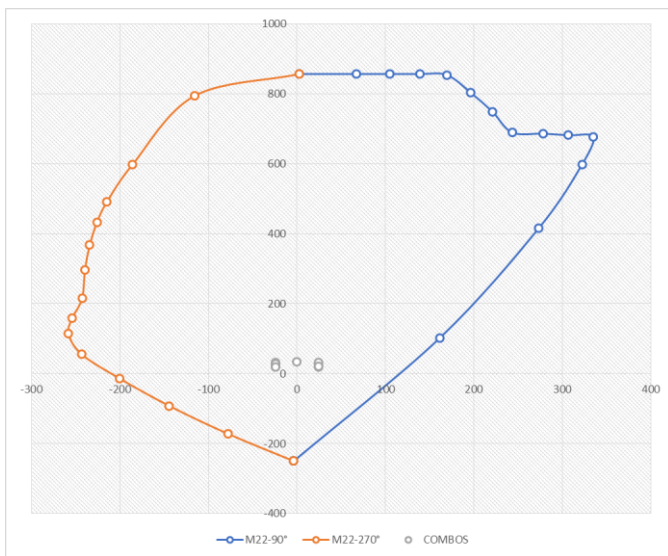


Gráfico 35: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 36: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

## Diseño a cortante (PLACA1)

Características:

Descripción del muro:

- Longitud de mayor momento: 1.8 m
- Espesor: 0.25 m
- F'c de concreto: 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Fy acero grado 60: 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Según RNE E060 del artículo 21.9.5.3:

$$V_u \geq \frac{M_n}{M_{ua}}$$

Datos de Etabs:

Cortante ultimo actuante:  $V_{ua}$ : 23.80 T

Momento ultimo actuante:  $M_{ua}$ : 123.60 T.m

$$\frac{M_{ur}}{\phi} = M_n$$

$$M_n = \frac{120}{0.7}$$

$M_n$ : 171.42 T.m

Comprobación:

$$M_n/M_{ua} < R$$

$$\frac{171.42 \text{ T.m}}{123.60 \text{ T.m}} < 6$$

$$1.38 < 6$$

Calculo  $V_{u\emptyset}$

$$V_{u\emptyset} = \frac{\left(\frac{M_n}{M_{ua}} * V_{ua}\right)}{\emptyset}$$

$$V_{u\emptyset} = 38.83 T$$

Se cumple que:

$$V_u \geq \frac{M_n}{M_{ua}}$$

$$38.83 T \geq 1.38 T$$

Según RNE E060 del artículo 11.10.5:

$$V_c = A_c w (\alpha_c * \sqrt{f'_c})$$

Dónde: hm/lm

$$\frac{9.4}{1.8} = 5.22$$

$$\alpha_c = 0.17$$

Entonces:

$$V_c = 1.8 m * 0.25 m * 0.17 * \sqrt{210} * 10$$

$$V_c = 11.08 T$$

Calculo  $V_s$ :

$$V_s = V_{u\emptyset} / V_c$$

$$V_s = 11.18 T$$

Según RNE E060 del artículo 11.5.7.9

En ningún caso considerar  $V_s$  mayor a:

$$V_{smax} < 2.1 * \sqrt{f'c} * bw * d:$$

$$V_{smax} = 109.55 T$$

Según RNE E060 del artículo 21.9.4.3

Los muros deben contar con dos hileras si es mayor a 20 cm

Acero mínimo según norma RNE E: 0.60 11.10.7:

$$Vu < 0.27 * \sqrt{f'c} * Acw$$

$$38.83 T > 17.60 T$$

Entonces se aplicará refuerzo horizontal según RNE E060 del artículo 11.10.10.1

$$\rho_h = \frac{Vs}{Acw * fy}$$

$$\rho_h = 0.00059$$

$$Vs = Acw * \rho_h * fy$$

$$Vs = 11.18 T$$

Para refuerzo horizontal:

Con  $\emptyset 3/8''$ :

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.00059 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.25 m$$

2  $\emptyset 3/8''$  @ 0.30 m

Comprobación  $V_n$  según RNE E060 del artículo 11.10.4

$$V_{nreal} < V_n$$

$$V_{nreal} = Vs + Vc$$

$$Vn_{real} = 11.18 + 11.08$$

$$Vn_{real} = 22.26 T$$

$$Vn = 2.6 * \sqrt{f'c} * Acw$$

$$Vn = 169.54 T$$

Refuerzo vertical según RNE E060 del artículo 11.10.10.3:

$$\rho > 0.0025$$

Usando  $\emptyset 3/8''$

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.0025 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.20 m$$

$$2 \emptyset 3/8'' @ 0.20 m$$

Confinamiento de los bordes:

B: 0.35 m

H: 0.25 m

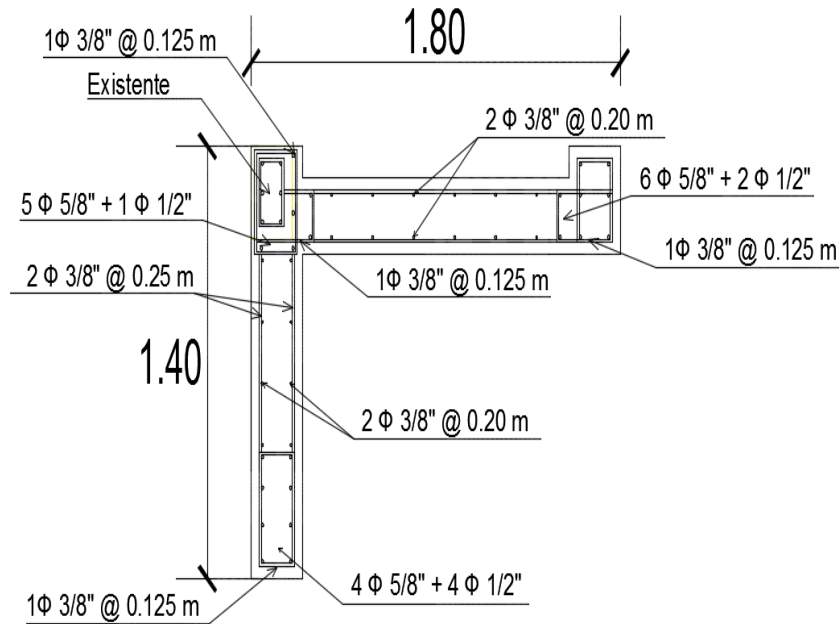
Separación de estribos según RNE E060 del artículo 21.9.7.6:

El espaciamiento es igual:

$$S = 10 * 1.27$$

$$S = 12.5 cm$$

Diseño estructural:



Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

### Diseño a cortante (Placa 2)

Descripción del muro:

- Longitud de mayor momento: 1.8 m
- Espesor: 0.25 m
- F'c de concreto: 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Fy acero grado 60: 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Según RNE E060 del artículo 21.9.5.3:

$$Vu \geq \frac{Mn}{Mua}$$

Datos de Etabs:

Cortante ultimo actuante:  $V_{ua}: 14.27 T$

Momento ultimo actuante:  $M_{ua}: 71.95 T.m$

$$\frac{M_{ur}}{\phi} = M_n$$

$$M_n = \frac{150}{0.7}$$

$$M_n: 214.19 T.m$$

Comprobación:

$$M_n/M_{ua} < R$$

$$\frac{214.19 T.m}{71.95 T.m} < 6$$

$$2.98 < 6$$

Calculo  $V_{u\phi}$

$$V_{u\phi} = \frac{\left(\frac{M_n}{M_{ua}} * V_{ua}\right)}{\phi}$$

$$V_{u\phi} = 49.99 T$$

Se cumple que:

$$V_u \geq \frac{M_n}{M_{ua}}$$

$$49.99 T \geq 2.98 T$$

Según RNE E060 del artículo 11.10.5:

$$V_c = A_c w (\alpha_c * \sqrt{f'c})$$

Dónde: hm/lm

$$\frac{9.4}{1.8} = 5.22$$

$$\alpha_c = 0.17$$

Entonces:

$$V_c = 1.8 \text{ m} * 0.25 \text{ m} * 0.17 * \sqrt{210} * 10$$

$$V_c = 11.08 \text{ T}$$

Calculo  $V_s$ :

$$V_s = Vu\phi/V_c$$

$$V_s = 38.39 \text{ T}$$

Según RNE E060 del artículo 11.5.7.9

En ningún caso considerar  $V_s$  mayor a:

$$V_{smax} < 2.1 * \sqrt{f'c} * bw * d:$$

$$V_{smax} = 109.55 \text{ T}$$

Según RNE E060 del artículo 21.9.4.3

Los muros deben contar con dos hileras si es mayor a 20 cm

Acero mínimo según norma RNE E: 0.60 11.10.7:

$$Vu < 0.27 * \sqrt{f'c} * Acw$$

$$49.99 \text{ T} > 17.60 \text{ T}$$

Entonces se aplicará refuerzo horizontal según RNE E060 del artículo 11.10.10.1

$$\rho_h = \frac{V_s}{Acw * f_y}$$

$$\rho_h = 0.00206$$



$$V_s = A_{cw} * \rho h * f_y$$

$$V_s = 38.90 T$$

Para refuerzo horizontal:

Con  $\emptyset 3/8''$ :

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.00206 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.25 m$$

2  $\emptyset 3/8''$  @ 0.30 m

Comprobación  $V_n$  según RNE E060 del artículo 11.10.4

$$V_{nreal} < V_n$$

$$V_{nreal} = V_s + V_c$$

$$V_{nreal} = 38.90 + 11.08$$

$$V_{nreal} = 49.98 T$$

$$V_n = 2.6 * \sqrt{f'_c} * A_{cw}$$

$$V_n = 169.54 T$$

Refuerzo vertical según RNE E060 del artículo 11.10.10.3:

$$\rho > 0.0025$$

Usando  $\emptyset 3/8''$

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.0025 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.20 m$$

2  $\emptyset 3/8''$  @ 0.20 m

Confinamiento de los bordes:

B: 0.35 m

H: 0.25 m

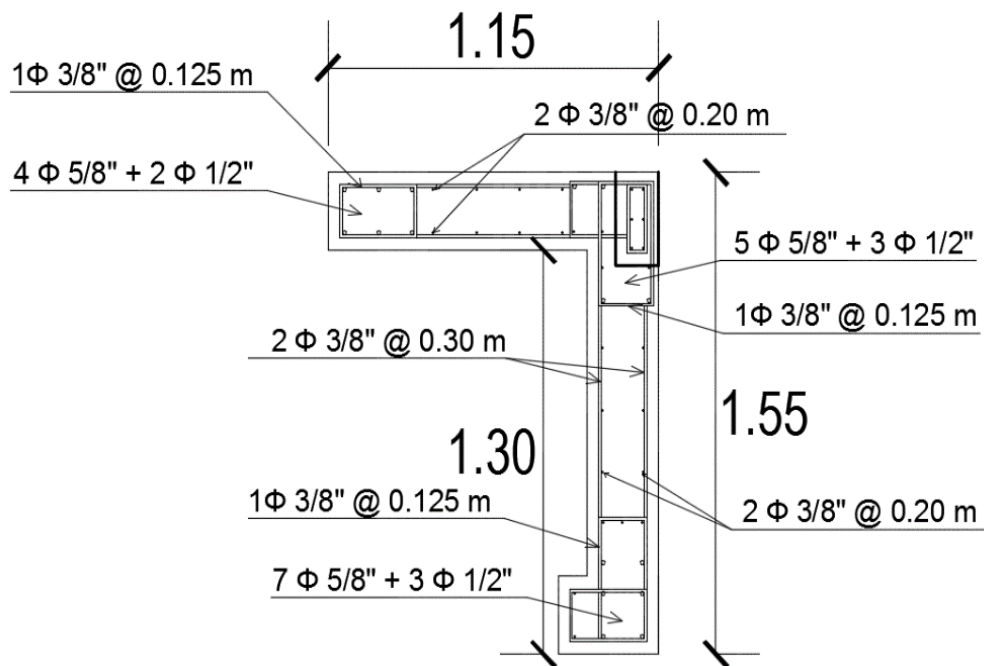
Separación de estribos según RNE E: 0.60 21.9.7.6:

El espaciamiento es igual:

$$S = 10 * 1.27$$

$$S = 12.5 \text{ cm}$$

Diseño estructural:



Fuente: Elaboración propia

## VIVIENDA 2

### GENERALIDADES

La vivienda N° 2 a evaluar está ubicada en el AA.HH. Asociación Agrícola Portada de Mamacona Mz. B Lt 1, Lurín, provincia y departamento de Lima, la cual cuenta con un área de 210 m<sup>2</sup>.

### Especificaciones Técnicas de los Materiales

La resistencia a la compresión del concreto se obtuvo mediante el ensayo de esclerometría realizado in situ.

#### CONCRETO

Resistencia a la compresión  $f'c$  = 175 kg/cm<sup>2</sup>

Peso = 2400 kg/m<sup>3</sup>

Módulo de Poisson = 0.15

#### ACERO

Resistencia de fluencia  $f'y$  = 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Peso = 7800 kg/cm<sup>3</sup>

Módulo de elasticidad = 2100000 kg/cm<sup>2</sup>

### Secciones de los elementos estructurales

Columnas= 25cm x 25cm

Falsa columna = 25cm x 15cm

Vigas Principales (VP)= 25cm x 20cm

Vigas Secundarias (VS)= 25cm x 20cm

Losa aligerada (Espesor)= 20 cm

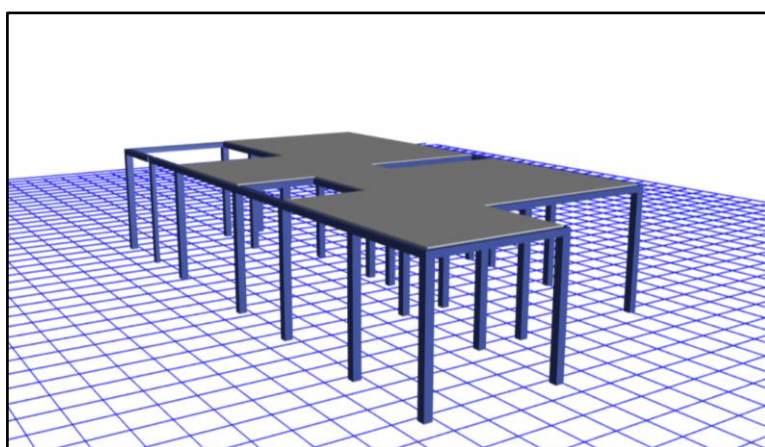
Dicha vivienda no tenía planos, por lo que se procedió a realizar un levantamiento arquitectónico extrayendo de esa manera el plano de arquitectura y el plano de estructuras como se muestra en anexos.

## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE (VIVIENDA 2)

Ejecutaremos el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1, para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del RNE. El análisis modelamiento de la estructura se realizó con las cargas presentes en la edificación y con los elementos estructurales existentes.

En la siguiente imagen se muestra la estructura existente de 1 nivel mediante el modelamiento elaborado a través del software ETABS V.16.2.1.

Figura 44: Modelo de la vivienda existente en 3D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

### Metrado de cargas

Una vez dibujado la vivienda existente en el software ETABS V.16.2.1, se procedió a realizar el metrado de cargas siguiendo la norma E020 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), dichos datos serán ingresados al software para su respectivo análisis.

#### LOSA ALIGERADA

Carga Muerta

Total = 172 kg/m<sup>2</sup>

Carga Viva

S/C= 200 kg/m<sup>2</sup>

## **AZOTEA**

Carga Muerta

Total = 172 kg/m<sup>2</sup>

Carga Viva

S/C= 100 kg/m<sup>2</sup>

## **METRADOS DE VOLADOS**

Carga Muerta

Total = 400 kg/m<sup>2</sup>

Carga Viva

S/C= 200 kg/m<sup>2</sup>

## **METRADO DE TABIQUERIA SOBRE VIGAS**

Carga Muerta Distribuida

Total 510.3 kg/m

## **METRADO DE TABIQUERIA EN AZOTEA**

Carga Muerta Distribuida

Total 243 kg/m

## **FUERZA CORTANTE EN LA BASE**

De acuerdo con norma E030 del RNE, la cortante total en la base de la edificación se determina de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$

Además, considerando que el valor de C/R no debe ser menor que 0.11

### Factor de Zona (Z)

Este proyecto fue realizado en el distrito de Lurín, Provincia de Lima y Departamento de Lima, por lo que nos corresponde una zona 4 y un factor de zona = 0.45 de acuerdo a la norma E030 del RNE.

### Factor de Uso o importancia (U)

Siendo nuestra edificación una vivienda, corresponde a la categoría de edificaciones comunes de tipo C, con un factor U = 1,0 de acuerdo a la norma E030 del RNE, mostrado en la tabla 4.

### Factor de amplificación sísmica (C)

El factor C se define de acuerdo a las características de sitio, como se muestra en las siguientes condiciones:

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Con la ayuda del software ETABS V.16.2.1. Se calculó los periodos fundamentales de la estructura, para el eje “x” y para el eje “y”.

Tabla 60: Periodos fundamentales de vibración de la estructura – Vivienda 2 - Existente

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ
		sec			
Modal	T <sub>x</sub>	0.534	0.9966	0.0001	0
Modal	2	0.47	0.0033	0.1317	0
Modal	T <sub>y</sub>	0.416	0.0001	0.8681	0

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Luego de haber encontrado los periodos fundamentales de la estructura en “ $T_x$ ” y “ $T_y$ ” y los periodos “ $T_P=0.6$ ” “ $T_L=2.0$ ”, procedemos a determinar el factor (C).

Para el eje “x”

$T_x=0.534 < T_P=0.6$ .....ok; Entonces  $C_x=2.5$

Para el eje “y”

$T_y=0.416 < T_P=0.6$ .....ok; Entonces  $C_y=2.5$

### **Factor de amplificación de suelo (S)**

Para determinar este factor nos basamos en la tabla que nos muestra la norma E030 del RNE, la cual relaciona la zona con el tipo de suelo. Y como nosotros tenemos un tipo de zona 4 y un suelo  $S_2$  (de acuerdo al estudio de suelos), obtenemos un valor para  $S = 1,05$ .

### **Coefficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)**

Este coeficiente se determina por la siguiente expresión:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Coefficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas ( $R_0$ )

El Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas, se muestra en la siguiente tabla de acuerdo a la norma E030 del RNE. El cual también menciona que son pórticos cuando al menos el 80% de la fuerza cortante actúa sobre las columnas; y ese es nuestro caso, ya que todos nuestros elementos estructurales que están actuando sobre la fuerza cortante son las columnas. Por lo tanto, nuestro sistema estructural es pórticos de concreto armado, teniendo un valor de 8

## Factor de Irregularidad en altura ( $I_a$ )

### Irregularidad de Masa o Peso

Determinamos que nuestra estructura existente, no presenta este tipo de irregularidad, ya que la vivienda cuenta con un solo nivel.

### Irregularidad Geométrica Vertical

Determinamos que nuestra estructura evaluada, no presenta este tipo de irregularidad, ya que la edificación cuenta con un solo nivel

### Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Determinamos que nuestra estructura existente, no presenta este tipo de irregularidad, ya que la edificación no cuenta con elementos estructurales en los pisos superiores.

### Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes

Determinamos que nuestra vivienda, no presenta este tipo de irregularidad, ya que la edificación no cuenta con elementos estructurales en los pisos superiores.

Entonces momentáneamente determinamos que nuestra estructura, no presenta irregularidades en altura, tomando el valor de  $I_a=1$ .

## Factor de irregularidad en planta ( $I_p$ )

### Esquinas Entrantes

En "x"

$$A=10.25*20\% = 2.05$$

Entonces:  $6.13 > 2.05$  Hay Irregularidad

En "Y"

$$L=19.75*20\% = 3.95$$

Entonces:  $3.00 > 3.95$  No hay Irregularidad



Por lo tanto, determinamos que no hay irregularidad de esquinas entrantes, ya que la norma nos indica que en ambas direcciones debe ser mayor al 20%, pero nuestra vivienda solamente no cumple en una dirección.

#### ✚ Discontinuidad del diafragma

- Primera condición

Área total del diafragma

$$At=10.25m*19.75m = 202.44 \text{ m}^2*50\%=101.22\text{m}^2$$

Área de ductos en el diafragma

$$Ad=(4.12*5.3)+(4.58*1.25)+(2.72*3.02)+(3*6.13)=54.17\text{m}^2$$

Entonces:  $54.17 > 101.22$ ..... **No hay Irregularidad**

- Segunda condición

En "x"

Longitud Total= 10.25

Longitud Resistente

$$Lr= 4.58+1.55= 6.13$$

Entonces:  $6.13/10.25= 0.60 = 60\% < 25\%$  **No hay Irregularidad**

En "y"

Longitud Total= 19.75

Longitud Resistente

$$Lr= 3+3.65+4.78= 11.43$$

Entonces:  $11.43/19.75=0.58 = 58\% < 25\%$  **No hay Irregularidad**

Por lo tanto, determinamos que no hay discontinuidad del diafragma.

#### ✚ Sistemas no Paralelos

Determinamos que no existe este tipo de irregularidad, ya que la vivienda analizada tiene elementos estructurales paralelos y perpendiculares.

Entonces reemplazamos los valores obtenidos en la ecuación y obtenemos el siguiente resultado:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

$$R = 8 * 1 * 1$$

$$R = 8$$

### **Peso sísmico de la edificación (P)**

Como la edificación evaluada es de categoría C, ya que es una estructura común debido a que es una vivienda, se cogió el peso tomando el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva, de acuerdo a lo indicado en el artículo 26 de la norma E030 del RNE. Estas indicaciones se ingresaron al mismo software y nos arrojó los siguientes resultados.

Tabla 61: Peso de la edificación (1 Nivel)

<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>
			tonf
Story1	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	126.1226
		<b>TOTAL</b>	<b>126.1226</b>

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

### **Análisis Estático o de Fuerzas equivalentes**

Se realizó este tipo de análisis, ya que de acuerdo al artículo 28.1.2. de la norma E030; nos menciona que puede realizarse para estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona 1. También, en las otras zonas para estructuras clasificadas como regulares que no tengan más de 30 metros de altura, y para las estructuras de albañilería confinada o armada y muros portantes de concreto armado de hasta 15 metros de altura, aun siendo irregulares. Y nuestra edificación está dentro de esas características que menciona la norma. Entonces;

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$

Por lo tanto, reemplazando valores tenemos:

$$V_x = V_y = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1.05}{88} * 126.12$$

$$V_x = V_y = 18.62 \text{ ton}$$

Finalmente se procedió a encontrar el valor de “K”, el cual es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura en X o Y. Para eso seguimos las condiciones que nos dice la norma E030, las cuales son:

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K = 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K = (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$

Como  $T_x: 0.534" > 0.5$  segundos,  $K_x=1.017$

Como  $T_y: 0.416 < 0.5$  segundos,  $K_y=1$

Estos datos también serán ingresados al software y ayudarán en el cálculo de los resultados.

### **Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles**

Una vez realizado el análisis estático o de fuerzas equivalentes, se procede a obtener los límites para la distorsión del entrepiso (también conocidas como derivas), las cuales nos ayudaran a poder verificar si los elementos estructurales actuales están cumpliendo con la rigidez de la estructura de acuerdo a la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (el cual nos menciona que para concreto armado la deriva máxima no debe superar el valor de 0.007). Además, como la estructura es regular, la norma indica que para dichas estructuras los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.75 R los resultados obtenidos.

Y finalmente encontramos los desplazamientos para el eje “X” y “Y” como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 62: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story1	DERIVAxx Max	X	0.017474	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

Tabla 63: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story1	DERIVAyy Max	Y	0.010935	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

### Verificación del coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)

Una vez obtenidos todos los resultados en el software ETABS, se procede a realizar la verificación del “R”. Para lo cual se verifica las irregularidades restantes. Si en caso el “R” resulta diferente, se procede a ingresar los nuevos datos al software para el nuevo cálculo respectivo.

Factor de Irregularidad en altura ( $I_a$ )

Las irregularidades restantes en altura son:

Al realizar la verificación, nos dimos cuenta que nuestra estructura no presenta Irregularidad de Rigidez – Piso Blando, Irregularidad de Resistencia – Piso Débil, Irregularidad Extrema de Rigidez, Irregularidad Extremas de Resistencia, dado que dicha estructura, es de un solo nivel y para realizar estas verificaciones se tiene que contar con viviendas que tengan más de un nivel.

Factor de irregularidad en planta ( $I_p$ )

✚ Irregularidad Torsional

Tabla 64: Verificación de Irregularidad Torsional

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Verificación
Story1	DERIVAx Max	Diaph DStory1 X	0.017474	0.016494	1.059	No existe
Story1	DERIVAy Max	Diaph DStory1 Y	0.010935	0.010073	1.085	No existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

Con el software ETABS V.16.2.1. es muy sencillo de verificar este tipo de irregularidad, ya que el programa nos arroja los datos para que se haga la comparación. Entonces verificamos que los datos de la ratio no sean mayores que 1.3. Es así como determinamos que no existe irregularidad torsional.

✚ Irregularidad Torsional Extrema

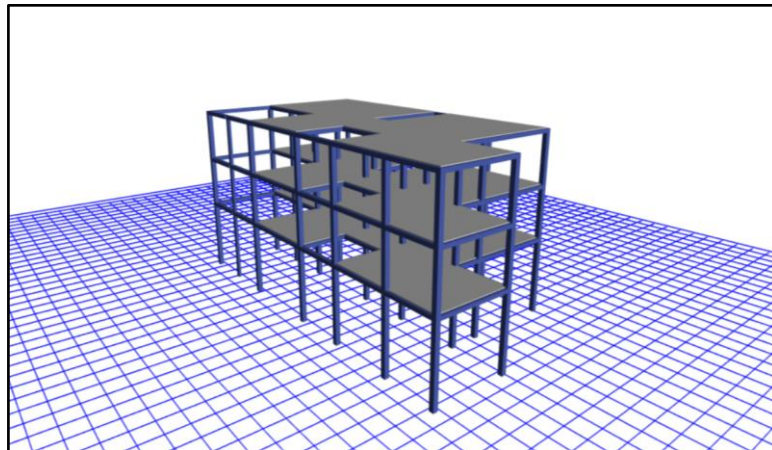
Como vemos que esta irregularidad presenta casi las mismas condiciones que la irregularidad antes mencionada (solo que es incrementada); determinamos que no existe irregularidad torsional extrema.

Entonces determinamos que nuestra edificación existente no presenta ningún tipo de irregularidades.

## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA

Se realizó el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1, para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). El modelamiento y análisis de la estructura se realizó añadiendo 2 niveles más, las cuales son requeridos por la propietaria para una ampliación. Así que, de esa manera obtuvimos la estructura proyectada de 3 niveles, mediante el modelamiento elaborado a través del software ETABS V.16.2.1 como se muestra la figura a continuación.

Figura 45: Modelo de la vivienda proyectada a 3 niveles en 3D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

### Fuerza Cortante en la Base

De acuerdo con norma E030 del RNE, la cortante total en la base de la edificación se determina de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$

Donde:

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.0$$

$$C_X = 2.5 * \frac{T_P}{T_X} = 2.5 * \frac{0.6}{1.263} = 1.188$$

$$C_Y = 2.5 * \frac{T_P}{T_Y} = 2.5 * \frac{0.6}{1.079} = 1.390$$

$$S = 1.05$$

$$R = 8$$

P= Peso de la edificación

Tabla 65: Peso de la edificación (3 niveles)

Story	Load Case/Combo	Location	P	PESO POR NIVEL (Tn)
			tonf	
Story3	PESO=100%CM + 25%CV	Bottom	121.3561	121.3561
Story2	PESO=100%CM + 25%CV	Bottom	274.1932	152.8371
Story1	PESO=100%CM + 25%CV	Bottom	433.2483	159.0551
			<b>Total</b>	433.2483

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Reemplazando valores tenemos la cortante en la base "x":

$$V_x = \frac{0.45 * 1 * 1.188 * 1.05}{8} * 433.248$$

$$V_x = 30.40 \text{ ton}$$

Y la cortante en la base en "y"

$$V_y = \frac{0.45 * 1 * 1.586 * 1.05}{8} * 433.248$$

$$V_y = 40.58 \text{ ton}$$

Finalmente se procedió a encontrar el valor de “K”:

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K = 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K = (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$

Como “ $T_x$ ”:  $1.188 > 0.5$  segundos,  $K_x = 1.344$

Como “ $T_y$ ”:  $1.390 < 0.5$  segundos,  $K_y = 1.445$

Estos datos también serán ingresados al software y ayudarán en el cálculo de los resultados.

### Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

Encontramos los desplazamientos para el eje “X” y “Y” como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 66: Límites para la distorsión del entrepiso (derivadas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAxx Max	X	0.021157	No cumple
Story2	DERIVAxx Max	X	0.031239	No cumple
Story1	DERIVAxx Max	X	0.03069	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 67: Límites para la distorsión del entrepiso (derivadas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAyy Max	Y	0.010049	No cumple
Story2	DERIVAyy Max	Y	0.018123	No cumple
Story1	DERIVAyy Max	Y	0.026077	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.



## Verificación del coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)

Una vez obtenidos todos los resultados en el software ETABS, se procede a realizar la verificación del “R”. Para lo cual se verifica las irregularidades restantes. Si en caso el “R” resulta diferente, se procede a ingresar los nuevos para el nuevo cálculo respectivo.

Factor de Irregularidad en altura ( $I_a$ )

Las irregularidades restantes en altura son:

### ✚ Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad.

Tabla 68: Verificación de irregularidad de rigidez – Piso Blando (Dirección X)

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Rigidez por piso	70% Rigidez del piso superior	
		tonf	m	tonf/m			
Story3	SExx	13.3356	0.008847	1507.377	1507.377	1055.1639	Existe
Story2	SExx	24.3208	0.012856	1891.774	384.397	269.0779	Existe
Story1	SExx	29.757	0.018081	1645.773	-246.001		

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 69: Verificación de irregularidad de rigidez – Piso Blando (Dirección Y)

Story	Load Case	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Rigidez por piso	70% Rigidez del piso superior	
		tonf	m	tonf/m			
Story3	SEyy	16.9999	0.004108	4138.162	4138.162	2896.7134	Existe
Story2	SEyy	31.7821	0.007495	4240.473	102.311	71.6177	Existe
Story1	SEyy	39.7285	0.015798	2514.799	-1725.674		

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

De acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que si existe este tipo de irregularidad.

✚ Irregularidad de Resistencia – Piso Débil

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad.

Tabla 70: Verificación de irregularidad Resistencia – Piso Débil (Dirección X)

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Cortante por piso	
		tonf	m	tonf/m		
Story3	SExx	13.3356	0.008847	1507.377	10.66848	No Existe
Story2	SExx	24.3208	0.012856	1891.774	19.45664	No Existe
Story1	SExx	29.757	0.018081	1645.773	23.8056	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 71: Verificación de irregularidad Resistencia – Piso Débil (Dirección Y)

Story	Load Case	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Cortante por piso	
		tonf	m	tonf/m		
Story3	SEyy	16.9999	0.004108	4138.162	13.59992	No Existe
Story2	SEyy	31.7821	0.007495	4240.473	25.42568	No Existe
Story1	SEyy	39.7285	0.015798	2514.799	31.7828	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

De acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que no existe este tipo de irregularidad.

✚ Irregularidad Extrema de Rigidez

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad.

Tabla 72: Verificación de irregularidad Extrema de Rigidez (Dirección X)

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Rigidez por piso	60% P.S.	
		tonf	m	tonf/m			
Story3	SExx	13.3356	0.008847	1507.377	1507.377	904.4262	Existe
Story2	SExx	24.3208	0.012856	1891.774	384.397	230.6382	Existe
Story1	SExx	29.757	0.018081	1645.773	-246.001		

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 73: Verificación de irregularidad Extrema de Rigidez (Dirección Y)

Story	Load Case	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Rigidez por piso	60% P.S.	
		tonf	m	tonf/m			
Story3	SEyy	16.9999	0.004108	4138.162	4138.162	2482.8972	Existe
Story2	SEyy	31.7821	0.007495	4240.473	102.311	61.3866	Existe
Story1	SEyy	39.7285	0.015798	2514.799	-1725.674		

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

De acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que no existe este tipo de irregularidad.

✚ Irregularidad Extremas de Resistencia

Como la irregularidad de resistencia – piso débil no existe, determinamos que tampoco existe la irregularidad Extrema de Resistencia, ya que son las mismas condiciones en un caso peor.

## Factor de irregularidad en planta ( $I_p$ )

### Irregularidad Torsional

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad torsional.

Tabla 74: Verificación de Irregularidad Torsional

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	
Story3	DERIVAxx Max	Diaph D3 X	0.021157	0.020335	1.04	No Existe
Story2	DERIVAxx Max	Diaph D2 X	0.031239	0.029683	1.052	No Existe
Story1	DERIVAxx Max	Diaph D1 X	0.03069	0.028762	1.067	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 75: Verificación de Irregularidad Torsional

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	
Story3	DERIVAyy Max	Diaph D3 Y	0.010049	0.009356	1.074	No Existe
Story2	DERIVAyy Max	Diaph D2 Y	0.018123	0.017017	1.065	No Existe
Story1	DERIVAyy Max	Diaph D1 Y	0.026077	0.024415	1.068	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

De acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que no existe este tipo de irregularidad.

#### ✚ Irregularidad Torsional Extrema

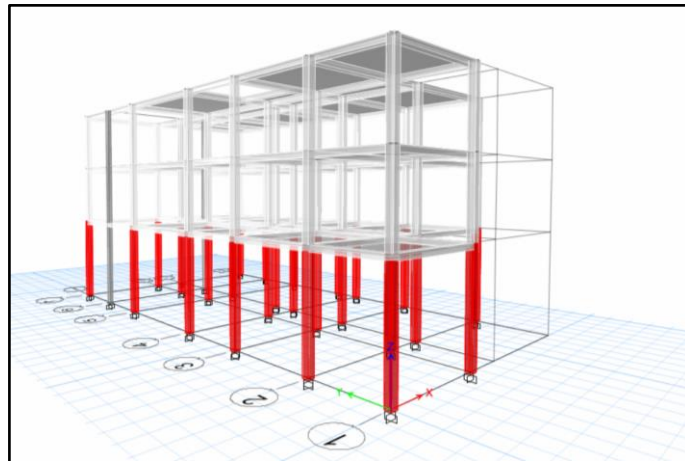
Como la irregularidad de Torsional anteriormente mencionada no existe, determinamos que tampoco existe la irregularidad Torsional Extrema, ya que son las mismas condiciones en un caso más crítico.

Al finalizar de verificar las irregularidades concluimos que existe irregularidad de rigidez – Piso Blando e irregularidad de rigidez extrema, por lo que necesita el incremento de algunos elementos estructurales que ayuden a mejorar nuestra la rigidez de la estructura y con ello desaparecer las irregularidades extremas, ya que nuestra norma E030 nos indica que no se puede tener irregularidades extremas para la categoría de la edificación C que tenga una zona 4.

## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA (REFORZADA CON FIBRA DE CARBONO)

Ejecutaremos el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1, para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del RNE. El análisis y modelamiento de la estructura se realizó con las cargas presentes en la edificación y con los elementos estructurales existentes.

Figura 46: Modelo de la vivienda 2 – Reforzada con fibra de carbono



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

### FUERZA CORTANTE EN LA BASE

De acuerdo con norma E030 del RNE, la cortante total en la base de la edificación se determina de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C_x \cdot S}{R} * P$$

Donde:

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.0$$

$$C_x = 2.5 * \frac{T_p}{T_x} = 2.5 * \frac{0.6}{1.053} = 1.425$$

$$C_y = 2.5 * \frac{T_p}{T_y} = 2.5 * \frac{0.6}{0.776} = 1.933$$

S= 1.05

R= 8

P= Peso de la edificación

Tabla 76: Peso de la edificación (3 niveles)

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	PESO POR NIVEL (Tn)
Story3	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	121.3561	121.3561
Story2	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	274.1932	152.8371
Story1	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	433.0134	158.8202
			<b>Total</b>	433.0134

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Reemplazando valores tenemos la cortante en la base "x":

$$V_x = \frac{0.45 * 1 * 1.425 * 1.05}{8} * 433.0134$$

$$V_x = 36.44 \text{ ton}$$

Y la cortante en la base en "y"

$$V_y = \frac{0.45 * 1 * 1.933 * 1.05}{8} * 433.0134$$

$$V_y = 49.44 \text{ ton}$$

Finalmente se procedió a encontrar el valor de "K":

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K= 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K= (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$

Como "T<sub>x</sub>":  $1.053 > 0.5$  segundos,  $K_x=1.28$

Como  $T_y: 0.776 > 0.5$  segundos,  $K_y=1.14$

Estos datos también serán ingresados al software y ayudarán en el cálculo de los resultados.

### Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

Encontramos los desplazamientos para el eje "X" y "Y" como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 77: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAx Max	X	0.019114	No cumple
Story2	DERIVAx Max	X	0.025999	No cumple
Story1	DERIVAx Max	X	0.018835	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 78: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAy Max	Y	0.009529	No cumple
Story2	DERIVAy Max	Y	0.01647	No cumple
Story1	DERIVAy Max	Y	0.014653	No cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

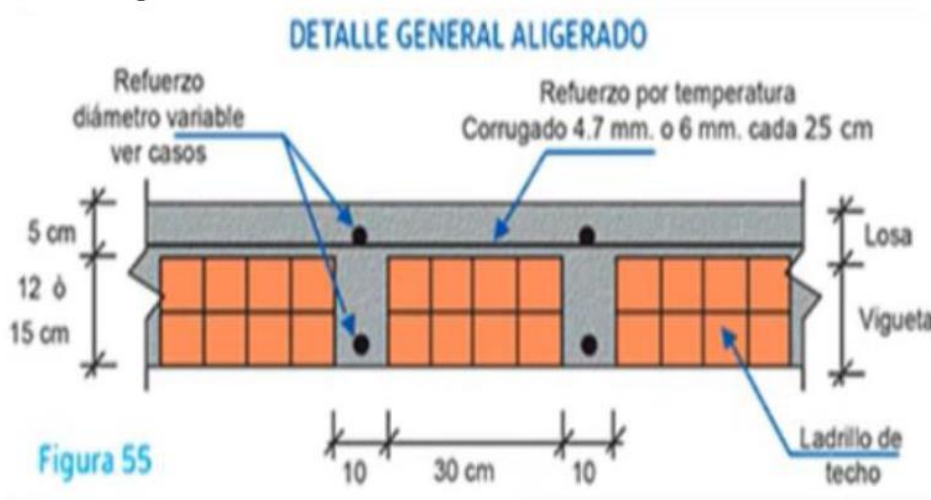
Al terminar de realizar nuestro análisis sísmico para la estructura reforzada con fibra de carbono. Nos damos cuenta que no supera los desplazamientos máximos permitidos por la norma E030, aun habiendo reforzado toda la estructura existente con la misma. Por lo que se procederá a incrementar las secciones de los elementos o también incrementar otros elementos estructurales (como son los muros estructurales o también llamados placas) que nos ayuden a rigidizar la estructura.



## PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Luego de realizado el análisis sísmico de la vivienda proyectada, nos dimos cuenta que tenemos que mejorar el tema de rigidez de la estructura, para que puedan cumplir las derivas y también no presenten irregularidades extremas. Por lo que se realizó una verificación rápida con el predimensionamiento de los elementos estructurales, para determinar cuáles eran las medidas aproximadas que tenían que tener dichos elementos.

### 1. Losa aligerada



$$H = \frac{Ln}{25}$$

<i>Ln</i>	<i>H</i>	<i>h ladrillo</i>
4 m	17 cm	12 cm
5 m	20 cm	15 cm
6 m	25 cm	20 cm
7 m	30 cm	25 cm

Luz libre del Portico	Ln=	4.78 m
Espesor de la Losa	H=	0.19 m
Espesor de la Losa Definido	Hdef.=	20 cm
Espesor de Ladrillo	h de ladrillo	15 cm

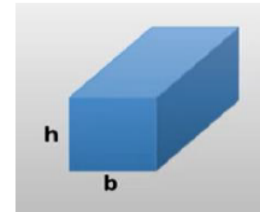


## 2. Viga Principal

$$h_{vp} = \frac{L}{9 - 12}$$

$$b_{vp} = \frac{h_{vp}}{2} @ \frac{2h_{vp}}{3}$$

Luz libre de portico principal	L=	4.58	m
Peralte de Viga	h=	0.45	m
Peralte de Viga Definitivo	h def.=	45	cm
Base de Viga	b=	26.25	cm
Base de Viga a Definitivo	b def.=	30	cm



Consideraciones

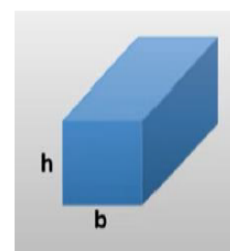
b min= 25 cm (Para evitar cangrejas)

## 3. Viga Secundaria

$$h_{vs} = \frac{L}{13 - 15}$$

$$b_{vs} = \frac{h_{vs}}{2} @ \frac{2h_{vs}}{3}$$

Luz libre de portico principal	L=	4.78	m
Peralte de Viga	h=	0.34	m
Peralte de Viga Definitivo	h def.=	35	cm
Base de Viga	b=	20.42	cm
Base de Viga a Definitivo	b def.=	20	cm



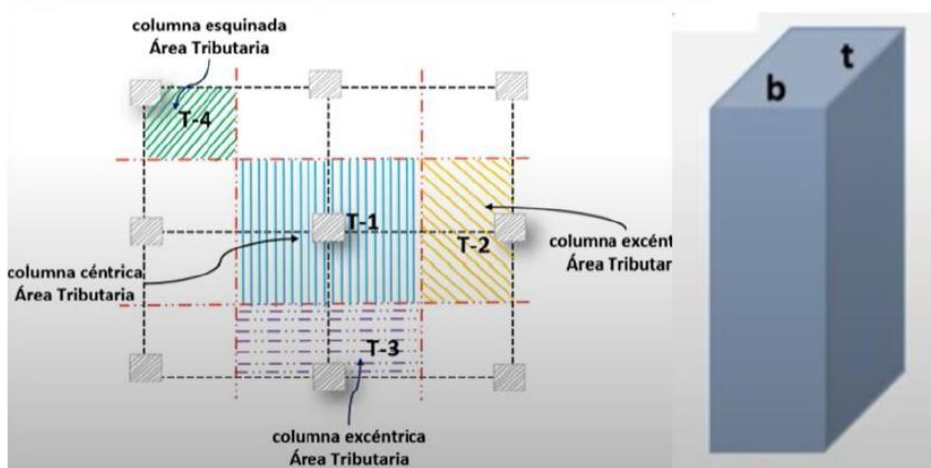
Consideraciones

b min= 25 cm (Para evitar cangrejas)

#### 4. COLUMNAS (T1)

$$bt = \frac{p}{n * f'c}$$

$$b = Pg * At * N^{\circ}Pisos$$



Columna	Tipo=	T1
N°Pisos	N°=	3
Longitud	L=	3.34 m
Ancho	B=	3.07 m
Area Trib	At.=	10.25 m <sup>2</sup>

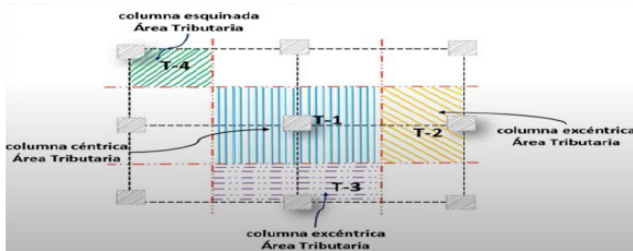
Concreto	f'c=	210	kg/cm <sup>2</sup>
Factor "n"	n=	0.3	
P. Gravedad	Pg=	1100	kg/m <sup>2</sup>
P. Servicio	P=	33837.54	kg
Area Sección	bt=	537.10	cm <sup>2</sup>

Seccion de Columna:	25
	21.48

Seccion final:	b=	25
	t=	25

### COLUMNAS (T2 y T3)

$$bt = \frac{p}{n \cdot f'c} \quad b = Pg \cdot At \cdot N^{\circ}Pisos$$



Columna	Tipo=	T2 y T3
N°Pisos	N°=	3
Longitud	L=	2.29 m
Ancho	B=	3.34 m
Area Trib	At.=	7.65 m <sup>2</sup>

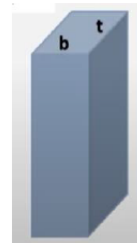
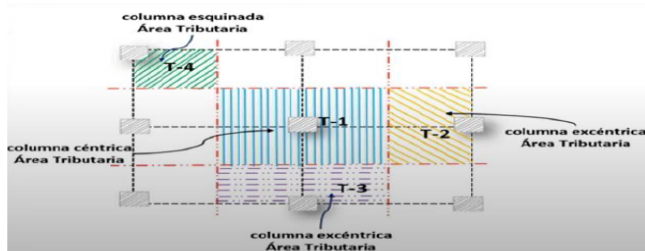
Concreto	f'c=	210	kg/cm <sup>2</sup>
Factor "n"	n=	0.25	
P. Gravedad	Pg=	1250	kg/m <sup>2</sup>
P. Servicio	P=	28682.25	kg
Area Sección	bt=	546.33	cm <sup>2</sup>

Seccion de Columna:	25
	21.85

Seccion final:	b=	25
	t=	25

### COLUMNAS (T4)

$$bt = \frac{p}{n \cdot f'c} \quad b = Pg \cdot At \cdot N^{\circ}Pisos$$



Columna	Tipo=	T4
N°Pisos	N°=	3
Longitud	L=	1.83 m
Ancho	B=	2.29 m
Area Trib	At.=	4.19 m <sup>2</sup>

Concreto	f'c=	210	kg/cm <sup>2</sup>
Factor "n"	n=	0.2	
P. Gravedad	Pg=	1500	kg/m <sup>2</sup>
P. Servicio	P=	18858.15	kg
Area Sección	bt=	449.00	cm <sup>2</sup>

Seccion de Columna:	25
	17.96

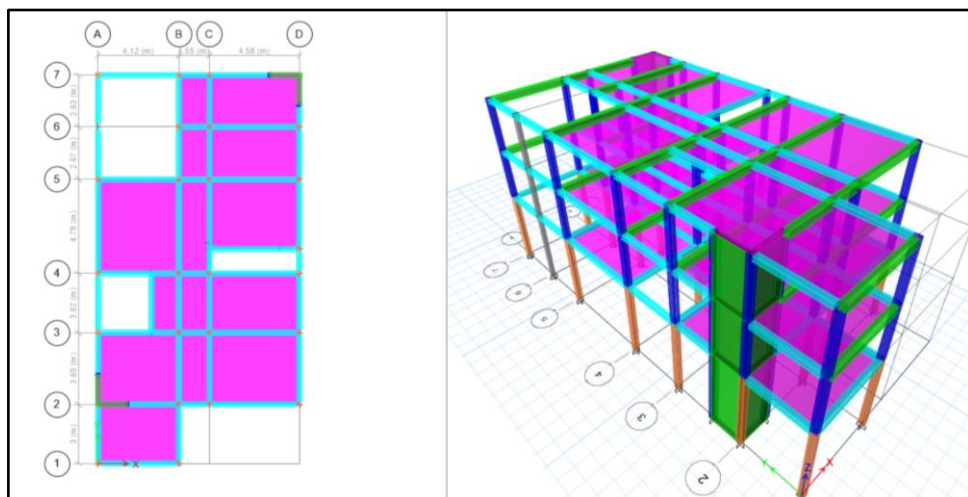
Seccion final:	b=	25
	t=	25

Terminado el predimensionamiento, podemos concluir que la losa y las columnas si tienen una sección igual al predimensionamiento, pero con lo que respecta a vigas, las dimensiones son muy pequeñas y se necesita incrementar el peralte y si es necesario la base de la viga.

## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA REFORZADA PARA RIGIDEZ

Se realizó el análisis sísmico mediante en el software ETABS V.16.2.1., para poder verificar si cumple con las derivas máximas permitidas de acuerdo a la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). El modelamiento y análisis de la estructura se realizó incrementando las secciones de las vigas de 25 cm x 20cm a 25cm x 35cm para el segundo y tercer nivel, también se reemplazó dos falsas columnas ubicadas en el eje 6C y 7C, los cuales fueron reforzados por columnas de 25cm x 25cm; también se añadió dos placas a la estructura, considerando que no afecte en la arquitectura de la edificación. Así que, de esa manera obtuvimos la estructura reforzada de 3 niveles, mediante el modelamiento elaborado a través del software ETABS V.16.2.1. como se muestra la figura a continuación.

Figura 47: Modelo de la vivienda reforzada en 2D y 3D



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## FUERZA CORTANTE EN LA BASE

De acuerdo con norma E030 del RNE, la cortante total en la base de la edificación se determina de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$

Donde:

$$Z= 0.45$$

$$U= 1.0$$

$$C_x=C_y=2.5$$

$$S= 1.05$$

R= Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)

Al incrementar las placas en nuestra estructura verificamos el nuevo valor que tomaría el (R), ya que la norma E030 nos menciona que:

Es **muros estructurales**, si por lo menos el 70% de la fuerza cortante actúa sobre los muros estructurales (placas). Y al realizar dicha verificación podemos observar que, en ambas direcciones, más del 90 % de la cortante actúa sobre los muros estructurales (placas). Obteniendo de esa manera un  $R_0=6$ .

Tabla 79: Porcentaje de cortante en los elementos estructurales

ELEMENTOS	Cortante en X		Cortante en Y	
Columnas	5.78	7%	7.5	9%
Placas	77.53772641	93%	75.8177264	91%
<b>Total</b>	<b>83.31772641</b>	<b>100.00%</b>	<b>83.3177264</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Por lo tanto, nuestro nuevo (R) queda de la siguiente manera:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

$$R = 6 * 1 * 1$$

$$R = 6$$

P= Peso de la edificación

Tabla 80: Peso de la edificación (Reforzado)

Story	Load Case/Combo	Location	P	PESO POR NIVEL (Tn)
			tonf	
Story3	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	135.5958	135.5958
Story2	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	296.5088	160.913
Story1	PESO=100%CM+25%CV	Bottom	466.8638	170.355
			<b>Total</b>	466.8638

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

Reemplazando valores obtenemos:

$$V_x = V_y = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1.05}{6} * 466.8638$$

$$V_x = V_y = 91.91 \text{ ton}$$

Finalmente se procedió a encontrar el valor de "K":

- Cuando  $T \leq 0.5$  segundos:  $K= 1.0$
- Cuando  $T > 0.5$  segundos:  $K= (0.75+0.5T) \leq 2.0$

Como " $T_x$ ":  $0.432 < 0.5$  segundos,  $K_x=1$

Como " $T_y$ ":  $0.298 < 0.5$  segundos,  $K_y=1$

Estos datos también serán ingresados al software y ayudarán en el cálculo de los resultados.

## Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

Encontramos los desplazamientos para el eje “X” y “Y” como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 81: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAxx Max	X	0.006423	Si cumple
Story2	DERIVAxx Max	X	0.006481	Si cumple
Story1	DERIVAxx Max	X	0.003485	Si cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

Tabla 82: Límites para la distorsión del entrepiso (derivas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAyy Max	Y	0.00602	Si cumple
Story2	DERIVAyy Max	Y	0.005999	Si cumple
Story1	DERIVAyy Max	Y	0.003213	Si cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

## Verificación del coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R)

Una vez obtenidos todos los resultados en el software ETABS, se procede a realizar la verificación del “R”. Para lo cual se verifica las irregularidades restantes. Si en caso el “R” resulta diferente, se procede a ingresar los nuevos para el nuevo cálculo respectivo.

Factor de Irregularidad en altura ( $I_a$ )

Las irregularidades restantes en altura son:

- ✚ Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad.



Tabla 83: Verificación de irregularidad de rigidez – Piso Blando (Dirección X)

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Rigidez por piso	70% Rigidez del piso superior	
		tonf	m	tonf/m			
Story3	SExx	35.61	0.00386	9225.491	9225.491	6457.8437	No Existe
Story2	SExx	68.4473	0.003873	17670.92	8445.429	5911.8003	No Existe
Story1	SExx	88.1624	0.003013	29262.977	11592.057		

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 84: Verificación de irregularidad de rigidez – Piso Blando (Dirección Y)

Story	Load Case	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Rigidez por piso	70% Rigidez del piso superior	
		tonf	m	tonf/m			
Story3	SEyy	35.61	0.003663	9722.022	9722.022	6805.4154	No Existe
Story2	SEyy	68.4473	0.003642	18795.896	9073.874	6351.7118	No Existe
Story1	SEyy	88.1624	0.002833	31116.622	12320.726		

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

De acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que no existe este tipo de irregularidad.

#### ✚ Irregularidad de Resistencia – Piso Débil

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad.

Tabla 85: Verificación de irregularidad Resistencia – Piso Débil (Dirección X)

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Cortante por piso	
		tonf	m	tonf/m		
Story3	SExx	35.61	0.00386	9225.491	28.488	No Existe
Story2	SExx	68.4473	0.003873	17670.92	54.75784	No Existe
Story1	SExx	88.1624	0.003013	29262.977	70.52992	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 86: Verificación de irregularidad Resistencia – Piso Débil (Dirección Y)

Story	Load Case	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Cortante por piso	
		tonf	m	tonf/m		
Story3	SEyy	35.61	0.003663	9722.022	28.488	No Existe
Story2	SEyy	68.4473	0.003642	18795.896	54.75784	No Existe
Story1	SEyy	88.1624	0.002833	31116.622	70.52992	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Y de acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que no existe este tipo de irregularidad.

✚ Irregularidad Extrema de Rigidez

Como la Irregularidad de Rigidez – Piso Blando anteriormente mencionada no existe, determinamos que tampoco existe la irregularidad Extrema de Rigidez, ya que son las mismas condiciones en un caso más crítico.

✚ Irregularidad Extremas de Resistencia

Como la irregularidad de resistencia – piso débil no existe, determinamos que tampoco existe la irregularidad Extrema de Resistencia, ya que son las mismas condiciones en un caso peor.

Factor de irregularidad en planta ( $I_p$ )

✚ Irregularidad Torsional

Con la ayuda de Software ETABS V.16.2.1. y el software Microsoft Excel obtuvimos las siguientes tablas con los cuales realizamos las verificaciones por irregularidad torsional.

Tabla 87: Verificación de Irregularidad Torsional (Dirección X)

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	
Story3	DERIVAx Max	Diaph D3 X	0.006423	0.006355	1.011	No Existe
Story2	DERIVAx Max	Diaph D2 X	0.006481	0.006392	1.014	No Existe
Story1	DERIVAx Max	Diaph D1 X	0.003485	0.003423	1.018	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Tabla 88: Verificación de Irregularidad Torsional (Dirección Y)

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	
Story3	DERIVAy Max	Diaph D3 Y	0.00602	0.005989	1.005	No Existe
Story2	DERIVAy Max	Diaph D2 Y	0.005999	0.005955	1.007	No Existe
Story1	DERIVAy Max	Diaph D1 Y	0.003213	0.003176	1.012	No Existe

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.2.1.

Y de acuerdo a las condiciones que nos brinda la norma E030 antes mencionadas, determinamos que no existe este tipo de irregularidad.

#### Irregularidad Torsional Extrema

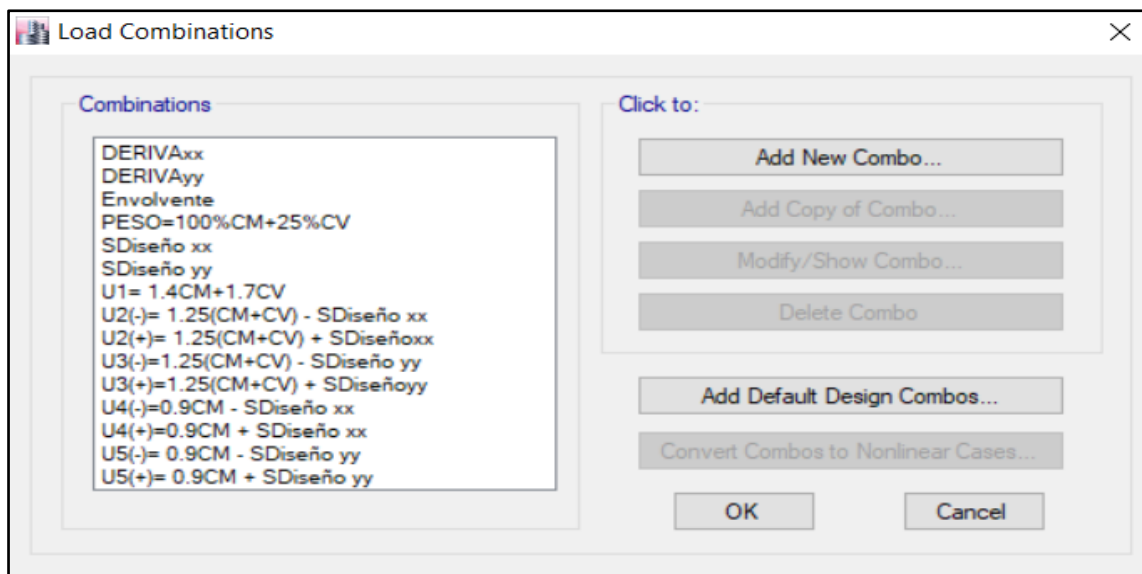
Como la irregularidad de Torsional anteriormente mencionada no existe, determinamos que tampoco existe la irregularidad Torsional Extrema, ya que son las mismas condiciones en un caso más crítico.

Al finalizar de verificar los diferentes tipos de irregularidades concluimos que no existe ningún tipo de irregularidad. Además, como cumplimos con las condiciones de derivas máximas, nos quedamos con los resultados obtenidos.

## VERIFICACIÓN DE DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXISTENTES (VIGAS)

Luego de haber verificado que la rigidez de la estructura cumple con lo determinado en la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), se procedió a ingresar los datos para poder verificar si los elementos estructurales existentes tenían la cantidad de acero mínimo requerido por flexión. Para ello se consideró de acuerdo a norma que la fuerza cortante mínima para estructuras regulares tiene que ser el 80% del valor antes calculado. Además, se ingresó los combos para cumplir con la resistencia requerida de carga muerta (CM), carga viva (CV) y carga de sismo, que nos pide la norma E060.

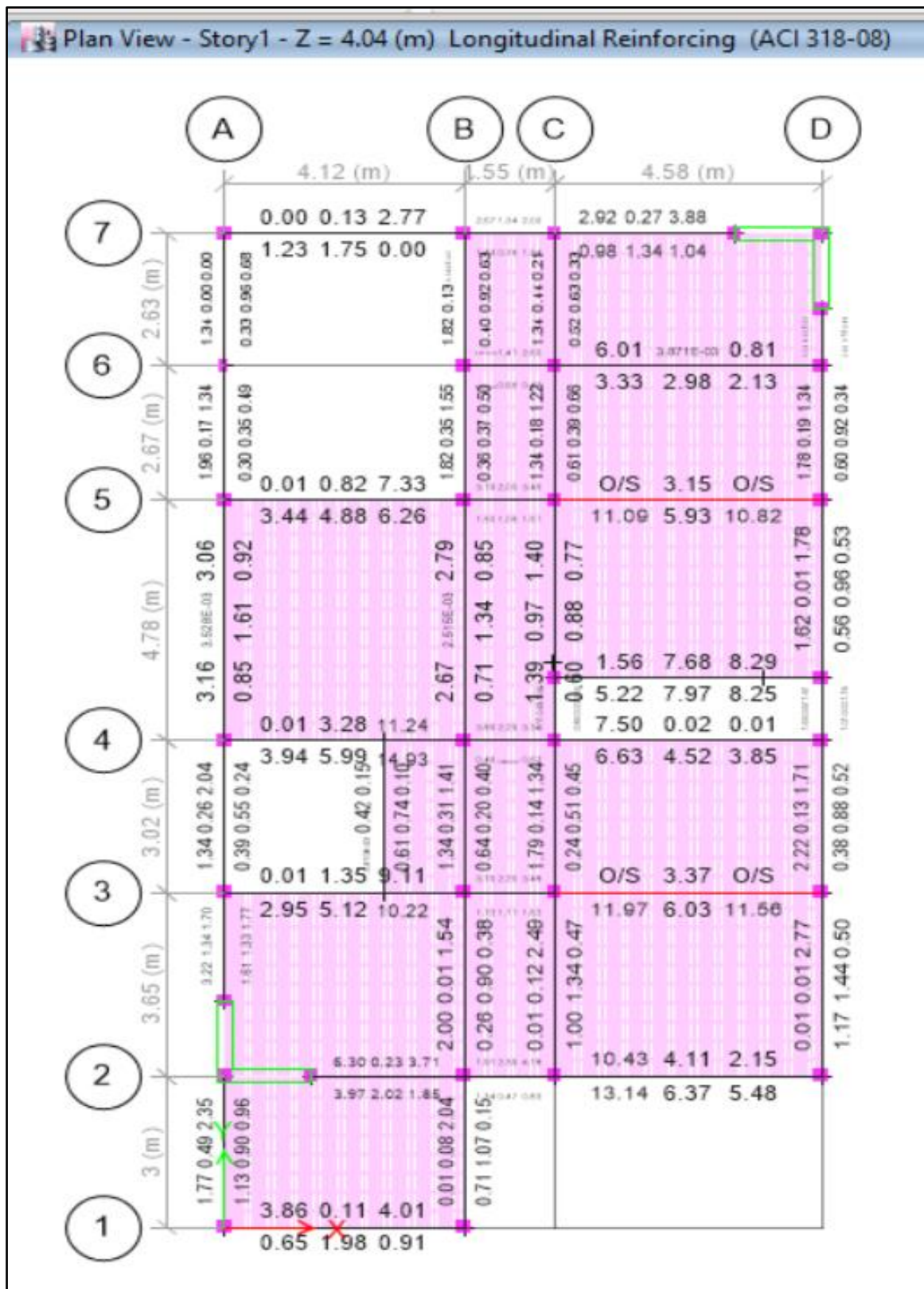
Figura 48: Combinaciones creadas para calcular derivas, peso y diseño de acero



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

También se configuro los datos de software ETABS.V.16.2.1, para que el mismo nos arroje cuanto es el acero que requerimos para nuestros elementos estructurales, la cual se realizó de acuerdo a la norma ACI 318-08 que es muy parecida a nuestra norma E060 al igual que para el cálculo de acero de la vivienda 1. Luego de haber configurado el software se procedió a realizar los cálculos, brindándonos como resultados la figura que se muestra a continuación.

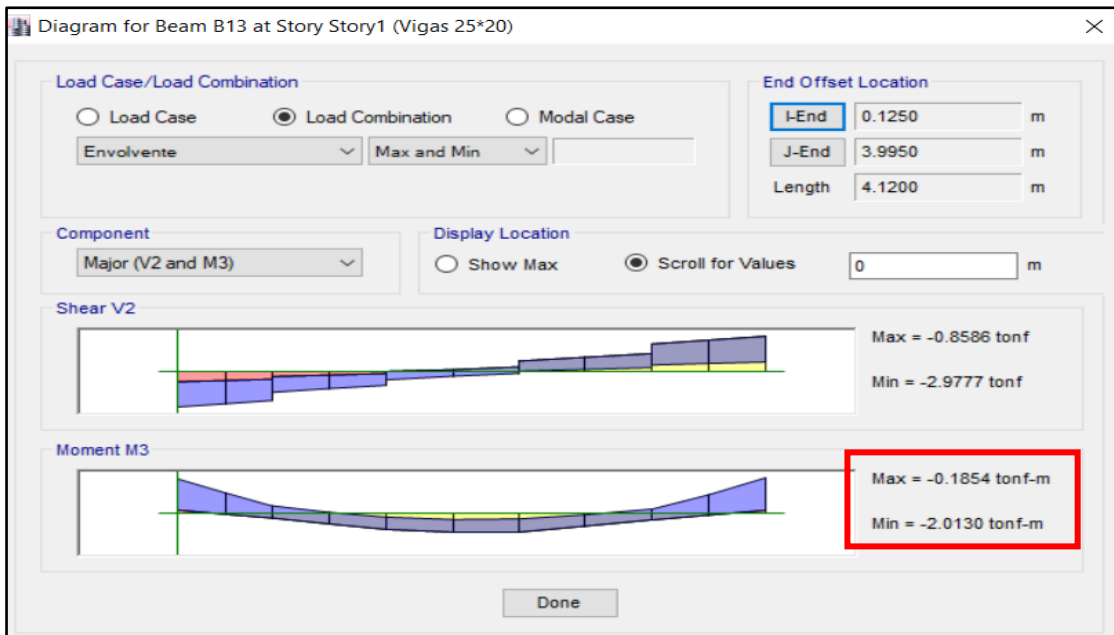
Figura 49: Acero que requiere las vigas de la estructura existente



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Para corroborar si los valores obtenidos que nos arroja el software, detallado en la figura 44 son verdaderos, se procedió a realizar la verificación manual y con un programa de la viga ubicada en el eje 1-1 entre A y B. Para lo cual se sacó los momentos como se muestra a continuación:

Figura 50: Momentos para la viga del eje 1-1 entre A y B cuando la distancia es igual a cero



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## Verificación Manual

Datos

$f_c=175 \text{ kg/cm}^2$

$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

$b=25\text{cm}$

$h=20\text{cm}$

$\emptyset=90$

$M_u= 2.013 \text{ Ton/m}$

$Rec= 4\text{cm}$

Cuantía mecánica ( $w$ )

$$w = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * Mu}{\phi * f'c * b * (h - rec)^2}}$$

$$w = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * 2.013 * 10^5}{0.9 * 175 * 25 * (20 - 4)^2}}$$

$$w = 0.23$$

Cuantía de Acero ( $\rho$ )

$$\rho = w * \frac{f'c}{f'y}$$

$$\rho = 0.23 * \frac{175}{4200}$$

$$\rho = 9.583 * 10^{-3}$$

Área de acero requerido ( $A_s$ )

$$A_s = \rho * b * (h - rec)$$

$$A_s = 9.583 * 10^{-3} * 25 * (20 - 4)$$

$$A_s = 3.833 \text{ cm}^2$$

### Verificación mediante el software DIANSCA

Este software fue desarrollado por el Ing. Gianfranco Ottazi y nos ayuda a determinar el área de acero requerido con tan solo ingresar los datos del elemento estructural y el momento, además nos ayuda a calcular el área de acero mínimo y máximo.

Figura 51: Calculo del As, As min., y As máx. mediante el Software DIANSCA

```

DOS
FOR
DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIAN...
> DISEÑO EN FLEXION <
Ancho Alma = 25.0          f'c = 175
Altu.Total = 20.0         fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           ø Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0          E acero = 2000000
    R1 = 4.0              Def.Max. del Concreto = 0.0030
    R2 = 4.0              Beta1 = 0.85
                              RhoMin = 0.7 √f'c / fy

Mu es positivo si produce compresiones en la fibra superior (ala)
Mu (kg-mt) = 2013

Viga Rectangular - Compresion en la fibra Superior
No necesita Acero en Compresion
As = 3.85      d = 16.0
As' = 0.00     d' = 4.0
f's = 0        0.000 Veces fy
As min = 0.88
As max = 5.31
As bal = 7.08

Otro Diseño ? [S] :
    
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Si comparamos los datos obtenidos del Software ETABS, calculo manual y el software DIANSCA, nos damos cuenta que los valores obtenidos son relativamente iguales. La variación que puede existir se debe a los decimales que toma cada método.

Tabla 89: Área de acero requerido (As)

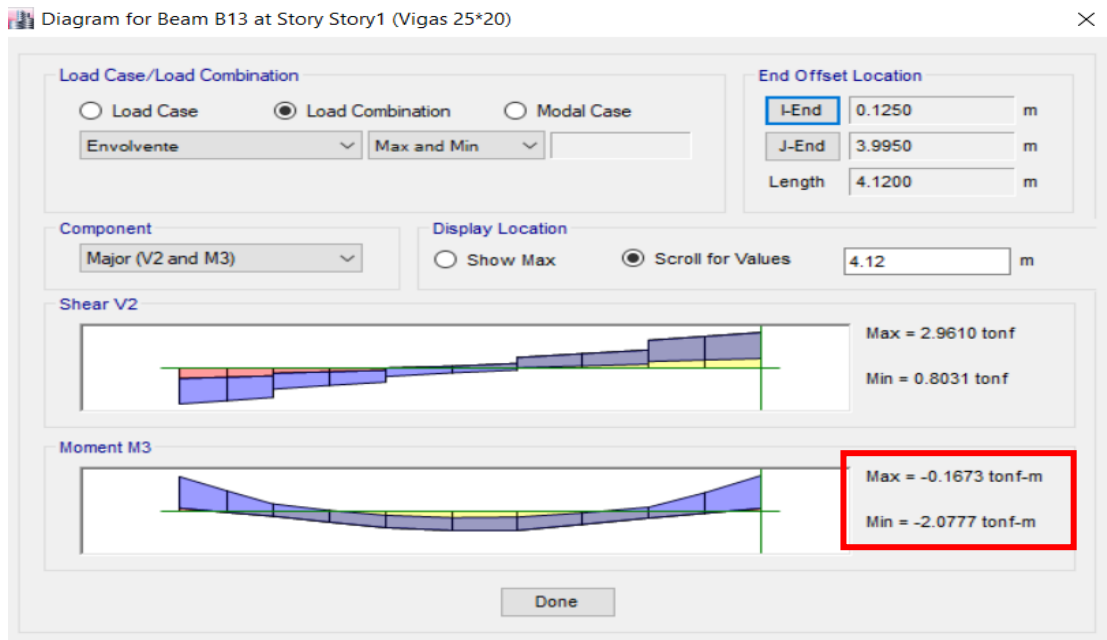
Calculo manual	Software ETABS	Software DIANSCA
As (cm2)	As (cm2)	As (cm2)
3.83	3.86	3.85

Fuente: Elaboración propia

Para tener una corroboración más exacta realizamos el mismo procedimiento para una distancia de 4.12m



Figura 52: Momentos para la viga del eje 1-1 entre A y B cuando la distancia es igual a cero



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## Verificación Manual

Datos

$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$b = 25 \text{ cm}$

$h = 20 \text{ cm}$

$\phi = 90$

$M_u = 2.0777 \text{ Ton/m}$

$Rec = 4 \text{ cm}$

Cuantía mecánica ( $w$ )

$$w = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * Mu}{\phi * f'c * b * (h - rec)^2}}$$

$$w = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * 2.0777 * 10^5}{0.9 * 175 * 25 * (20 - 4)^2}}$$

$$w = 0.24$$

Cuantía de Acero ( $\rho$ )

$$\rho = w * \frac{f'c}{f'y}$$

$$\rho = 0.24 * \frac{175}{4200}$$

$$\rho = 0.01$$

Área de acero requerido ( $A_s$ )

$$A_s = \rho * b * (h - rec)$$

$$A_s = 0.01 * 25 * (20 - 4)$$

$$A_s = 4.00 \text{ cm}^2$$

### Verificación mediante el software DIANSCA

Este software fue desarrollado por el Ing. Gianfranco Ottazi y nos ayuda a determinar el área de acero requerido con tan solo ingresar los datos del elemento estructural y el momento, además nos ayuda a calcular el área de acero mínimo y máximo.

Figura 53: Calculo del As, As min., y As máx. mediante el Software DIANSCA

```

DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIAN...
> DISEÑO EN FLEXION
Ancho Alma = 25.0          f'c = 175
Altu.Total = 20.0         fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           ϕ Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0          E acero = 2000000
R1 = 4.0                 Def.Max. del Concreto = 0.0030
R2 = 4.0                 Beta1 = 0.85
                          RhoMin = 0.7 √f'c / fy

Mu es positivo si produce compresiones en la fibra superior (ala)
Mu (kg-mt) = 2077.7

Viga Rectangular - Compresion en la fibra Superior
No necesita Acero en Compresion
As = 4.00      d = 16.0
As' = 0.00    d' = 4.0
f's = 0       0.000 Veces fy
As min = 0.88
As max = 5.31
As bal = 7.08

Otro Diseño ? [SI] :
    
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Si comparamos los datos obtenidos del Software ETABS, calculo manual y el software DIANSCA, nos damos cuenta que los valores obtenidos son relativamente iguales. La variación que puede existir se debe a los decimales que toma cada método.

Tabla 90: Área de acero requerido (As)

Calculo manual	Software ETABS	Software DIANSCA
As (cm2)	As (cm2)	As (cm2)
4.00	4.01	4.00

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, damos como verídicos los resultados de área de acero requerido que nos brinda el software ETABSV.16.2.1.

## **Verificación del acero existente**

De acuerdo a verificación y las consultas realizadas in situ, obtuvimos la información que los aceros que componen las vigas existentes son 2  $\emptyset 1/2$ " en la parte superior y dos 2  $\emptyset 1/2$ " en la parte inferior; obteniendo un área de  $2 \times 1.29 = 2.58 \text{cm}^2$  para ambas partes.

Entonces procedimos a realizar la verificación con los datos del software ETABS mostrados en la figura 0000000, con los cuales pudimos comprobar que nuestras vigas ubicadas en los ejes A-A, B-B, C-C, D-D (a los cuales denominamos vigas secundarias por estar en dirección paralelos a las viguetas), en su mayoría cumplen con el acero requerido y las que no cumplen es por un porcentaje mínimo. Por lo que se concluyó que nuestras vigas secundarias no necesitan reforzamiento.

Además, se realizó la verificación de las vigas ubicadas en los ejes 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6, 7-7 (a los cuales denominamos vigas principales por estar perpendicularmente a la dirección de las viguetas), y se encontró que la mayoría de vigas no cumplía con el acero requerido.

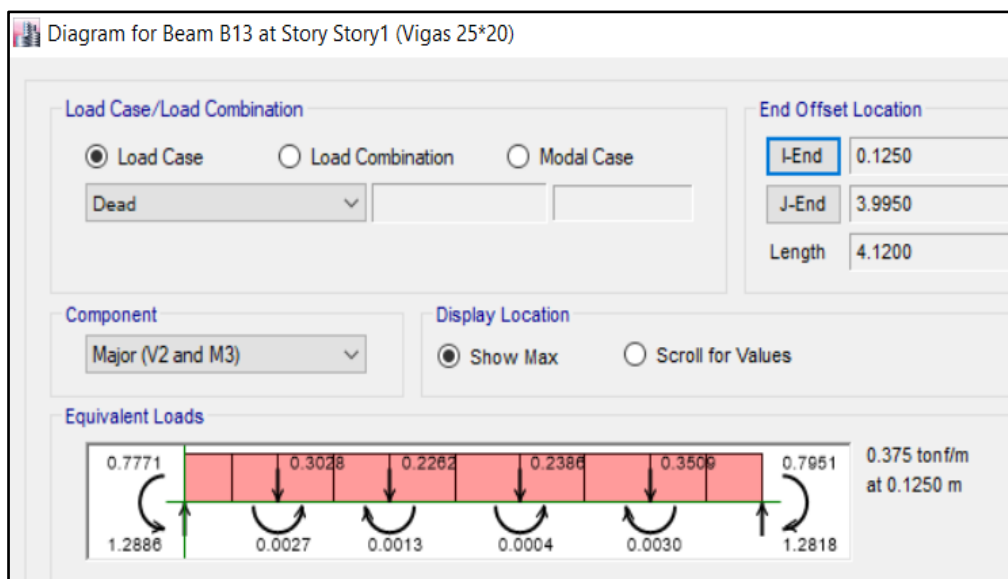
## VERIFICACION PARA POSIBLE REFORZAMIENTO DE LAS VIGAS EXISTENTES MEDIANTE EL SOFTWARE SIKA CARBODUR

Al comprobar que el acero existente para las vigas principales es insuficiente, se procedió a utilizar el software SIKA CARBODUR para calcular el reforzamiento que necesitan las vigas mediante la fibra de carbono o si en caso el reforzamiento con esta fibra no logra suplir la necesidad para soportar las cargas, se procederá a incrementar las secciones de las mismas.

### Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 1-1 entre Ay B

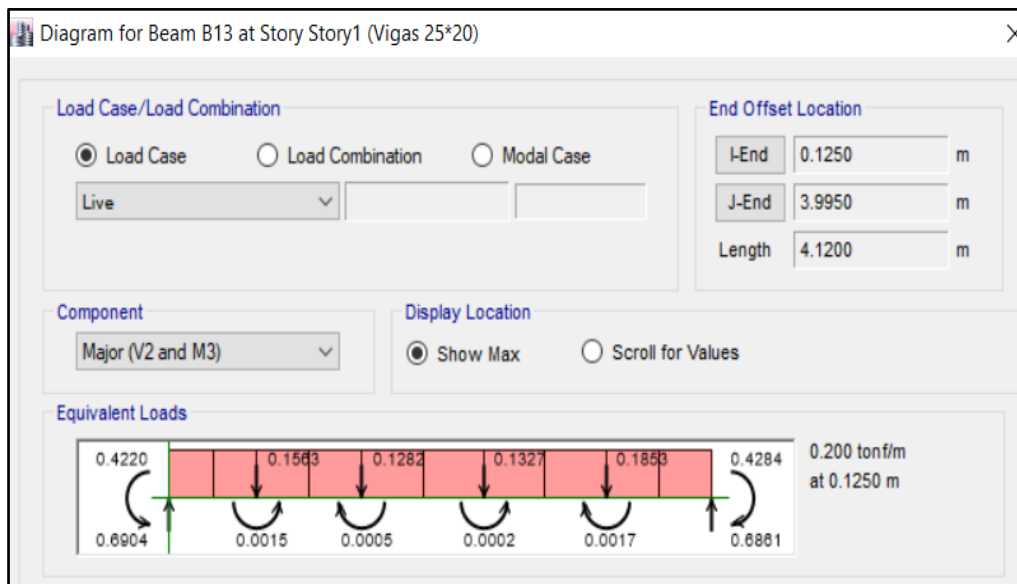
Una vez ingresado al software SIKA CARBODUR llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Figura 54: Cargas muertas para ingresar al software SIKA CARBODUR



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Figura 55: Cargas vivas para ingresar al software SIKA CARBODUR



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Una vez obtenido los datos de cargas muertas y cargas vivas, se procedió a llevarlo al software Microsoft Excel para su conversión, ya que el software SIKA CARBODUR pide que las cargas estén en Kn/m. Es así como se elaboró las siguientes tablas:

Tabla 91: Cargas muertas de la viga (eje 1-1 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.78	7.62
Puntual	0.75	0.30	2.97
Puntual	1.5	0.23	2.22
Puntual	2.37	0.24	2.34
Puntual	3.25	0.35	3.44
Momento	4.12	0.80	7.80

Fuente: Elaboración propia

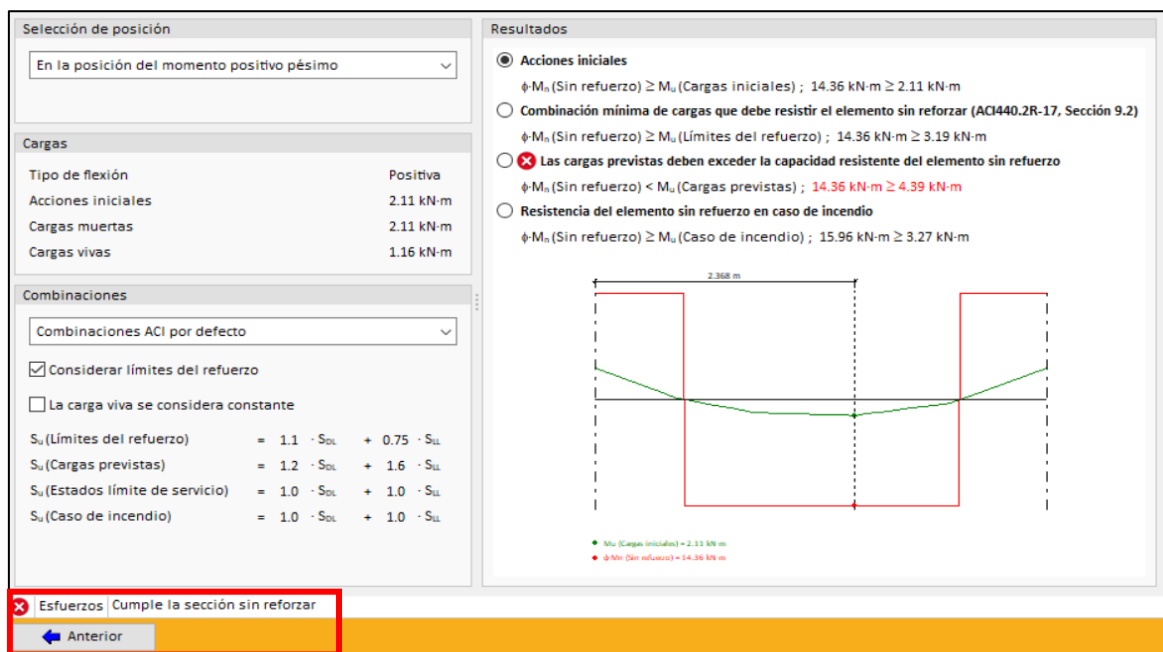
Tabla 92: Cargas vivas de la viga (eje 1-1 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.42	4.14
Puntual	0.75	0.16	1.53
Puntual	1.5	0.13	1.26
Puntual	2.37	0.13	1.30
Puntual	3.25	0.19	1.82
Momento	4.12	0.43	4.20

Fuente: Elaboración propia

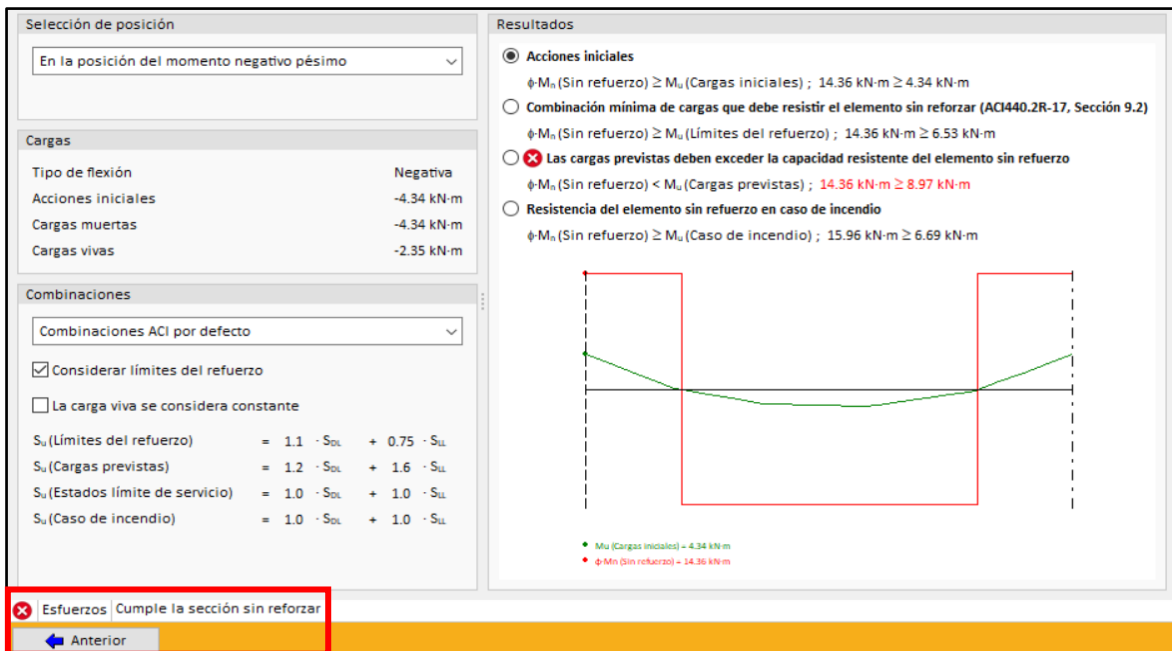
Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar este elemento estructural, ni incrementar las secciones, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

Figura 56: Resultados de la viga eje 1-1 entre A y B en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 57: Resultados de la viga eje 1-1 entre A y B en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKKA CARBODUR

## Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 2-2 entre Ay B

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:



Tabla 93: Cargas muertas de la viga (eje 2-2 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	1.12	11.02
Puntual	0.87	0.99	9.72
Puntual	1.22	0.42	4.15
Puntual	1.75	0.10	1.01
Puntual	1.92	0.11	1.10
Momento	2.62	0.61	5.96

Fuente: Elaboración propia

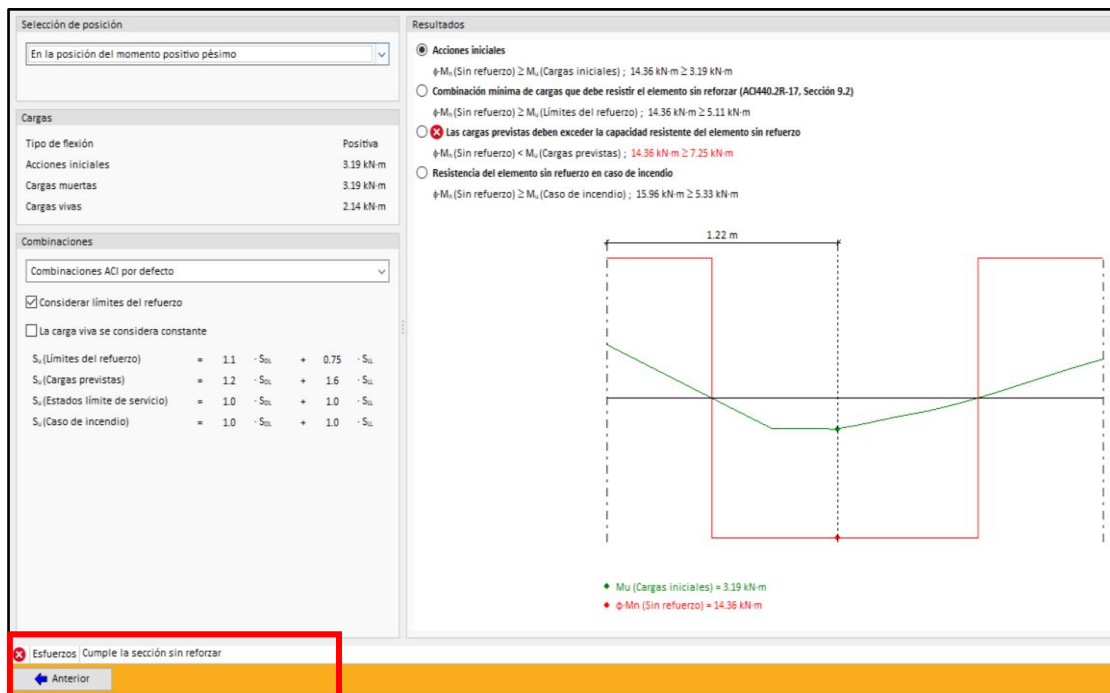
Tabla 94: Cargas vivas de la viga (eje 2-2 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.41	3.99
Puntual	0.87	0.48	4.73
Puntual	1.22	0.27	2.64
Puntual	1.75	0.10	0.98
Puntual	1.92	0.49	4.82
Momento	2.62	0.24	2.34

Fuente: Elaboración propia

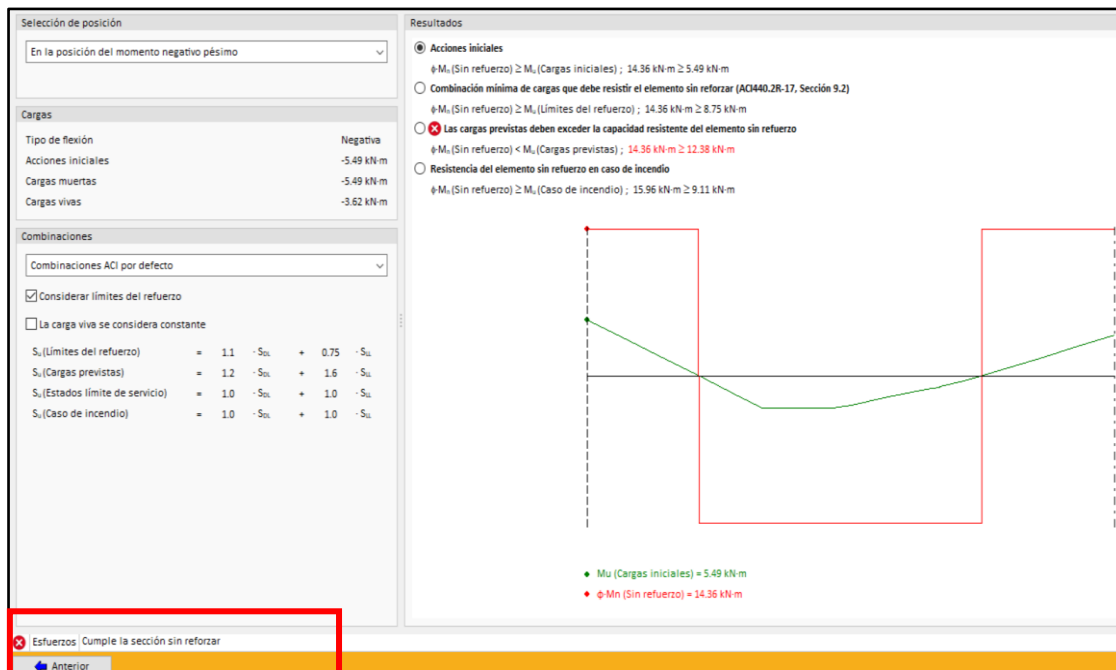
Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar este elemento estructural, ni incrementar las secciones, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

Figura 58: Resultados de la viga eje 2-2 entre A y B en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKI CARBODUR

Figura 59: Resultados de la viga eje 2-2 entre A y B en el momento negativo máximo.



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKI CARBODUR

## Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 3-3 entre Ay B

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 95: Cargas muertas de la viga (eje 3-3 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Puntual	0.75	0.03	0.25
Puntual	1.5	0.25	2.50
Puntual	2.72	0.69	6.80
Puntual	3.42	0.88	8.60
Momento	4.12	2.25	22.09

Fuente: Elaboración propia

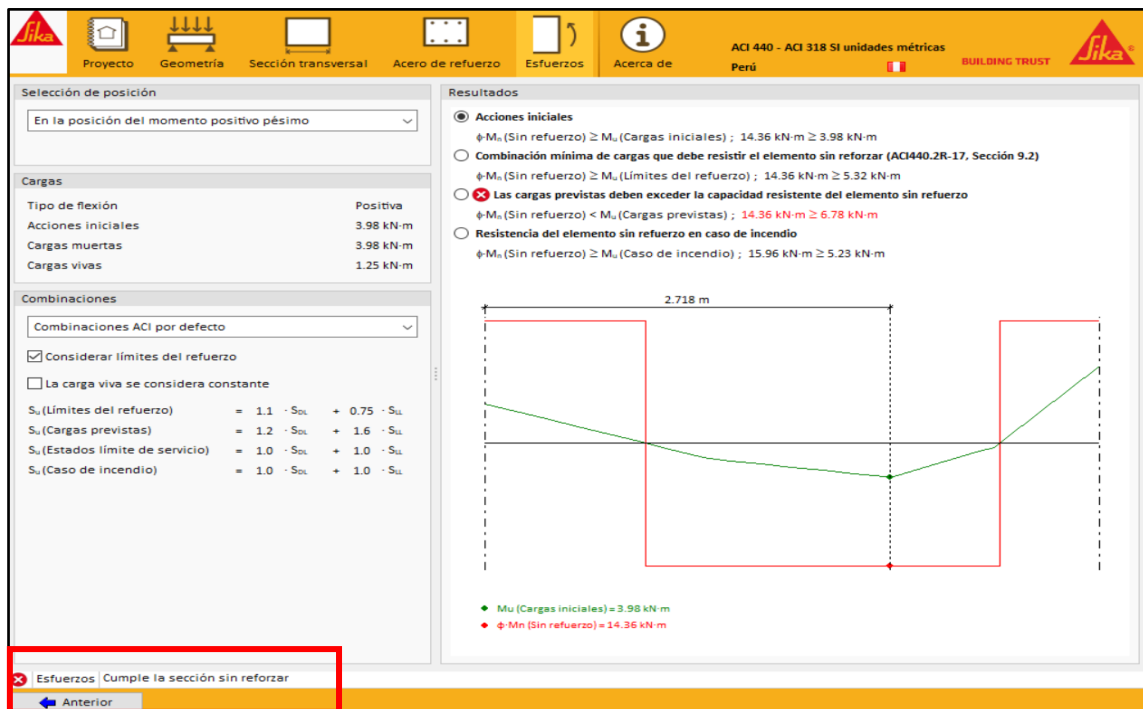
Tabla 96: Cargas vivas de la viga (eje 3-3 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Puntual	0.75	0.07	0.72
Puntual	1.5	0.19	1.88
Puntual	2.72	0.17	1.68
Puntual	3.42	0.38	3.70
Momento	4.12	0.72	7.07

Fuente: Elaboración propia

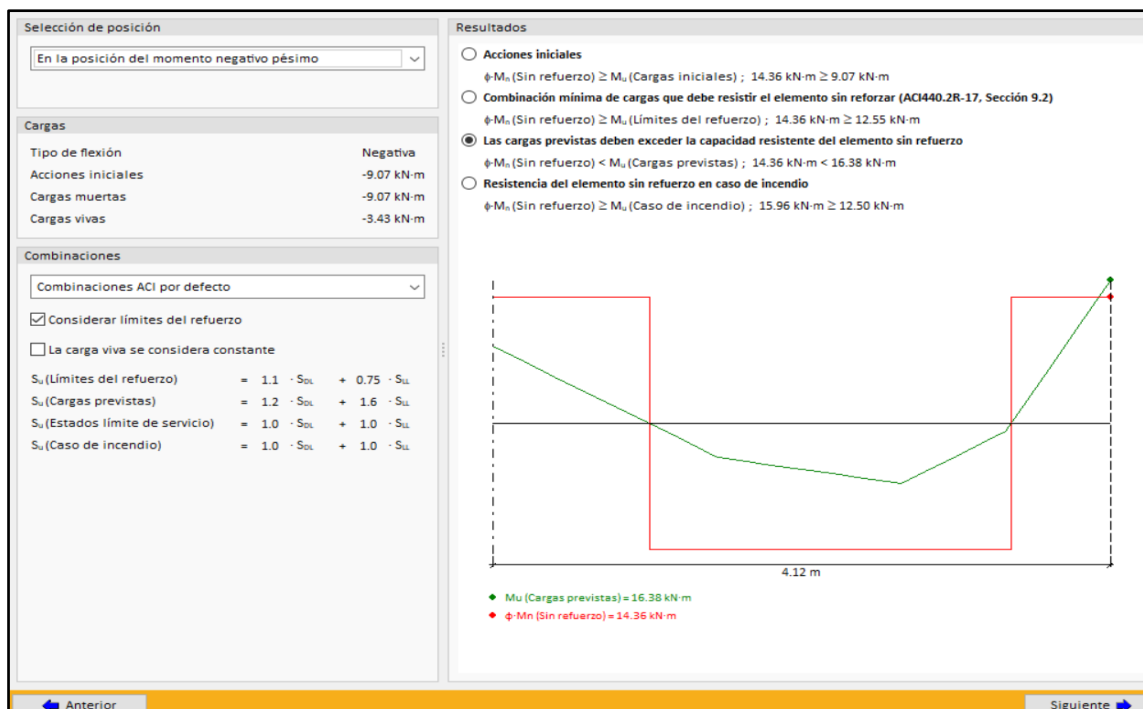
Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar para un momento máximo positivo, pero si es necesario el reforzamiento para un momento máximos negativo, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

Figura 60: Resultados de la viga eje 3-3 entre A y B en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKa CARBODUR

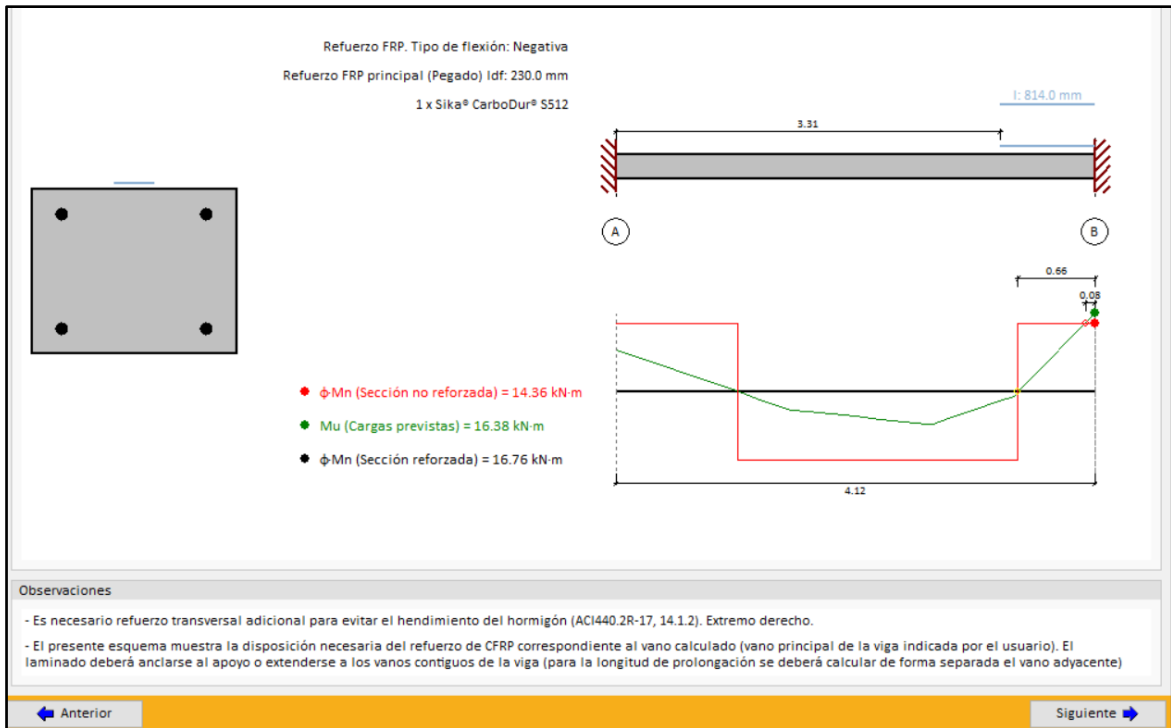
Figura 61: Resultados de la viga eje 3-3 entre A y B en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKa CARBODUR

Como podemos observar en la figura anterior el  $M_u:16.38 > \phi M_n:14.36$ , por lo que se procederá a calcular el reforzamiento con la fibra de carbono. Obteniendo como resultado, que necesita 1 platina de SIKKA CARBODUR el cual tendrá una dimensión de 0.66 m, de la manera que se muestra a continuación.

Figura 62: Resultados de la viga eje 3-3 entre A y B (Reforzamiento de fibra de Carbono)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKKA CARBODUR

### Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 4-4 entre Ay B

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 97: Cargas muertas de la viga (eje 4-4 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Puntual	0.9	0.43	4.24
Puntual	1.81	0.59	5.75
Puntual	2.71	1.46	14.30
Puntual	3.41	1.59	15.64
Momento	4.12	2.72	26.64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98: Cargas vivas de la viga (eje 4-4 entre A y B)

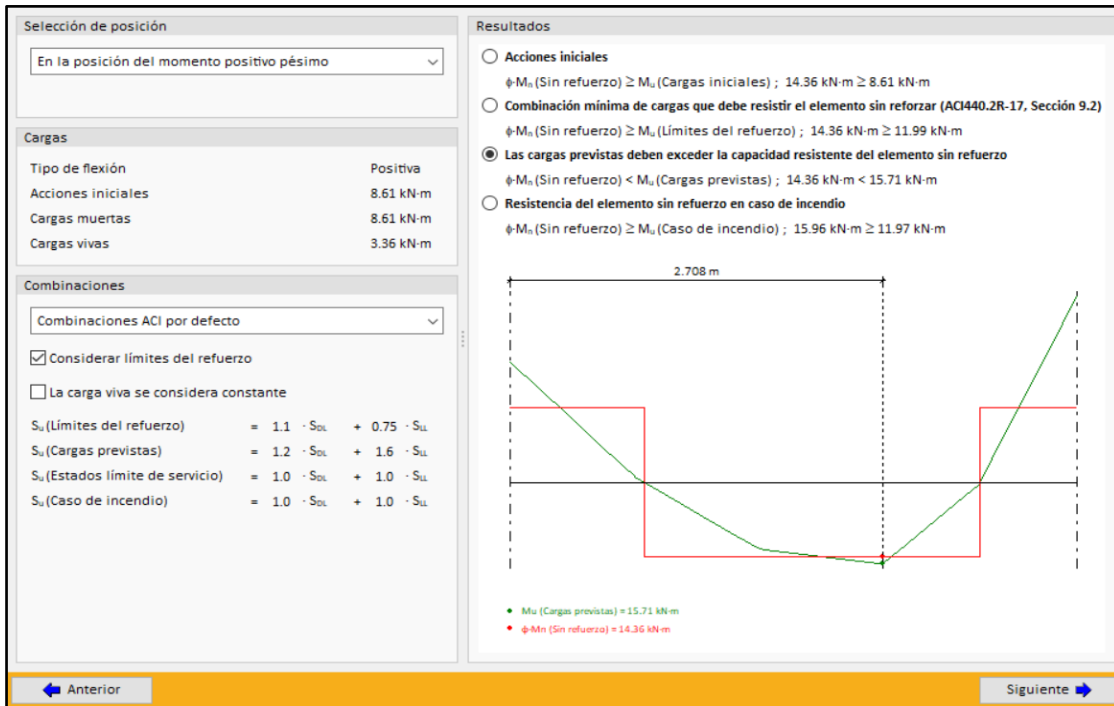
Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Puntual	0.9	0.26	2.58
Puntual	1.81	0.34	3.38
Puntual	2.71	0.52	5.06
Puntual	3.41	0.67	6.58
Momento	4.12	0.91	8.88

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que, si es necesario reforzar para un momento máximo positivo dado que cumple con las condiciones requeridas por el software SIKA CARBODUR para un reforzamiento con fibra.

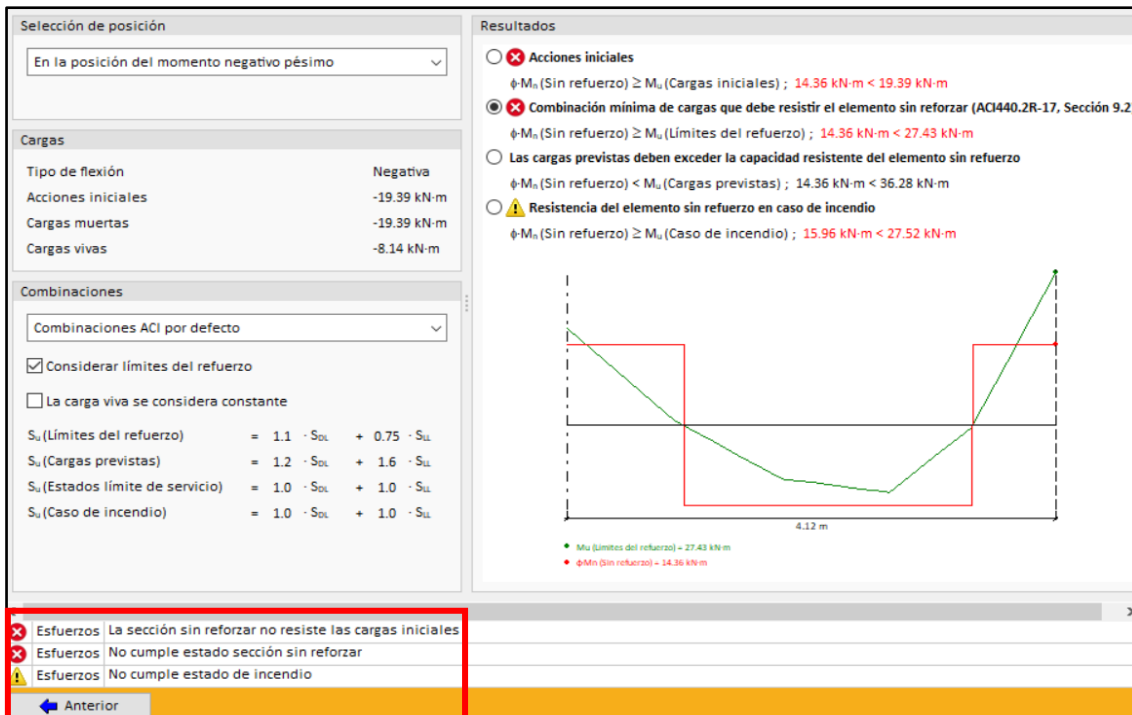
Pero si nos ubicamos en un momento máximos negativo nos dice que no cumple con 3 condiciones requeridas, las cuales nos dicen que la sección del elemento estructural no resiste las cargas iniciales, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación. Por lo que concluimos que esta viga necesita el incremento de sus secciones para que puedan soportar las cargas de la estructura.

Figura 63: Resultados de la viga eje 4-4 entre A y B en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKa CARBODUR

Figura 64: Resultados de la viga eje 4-4 entre A y B en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKa CARBODUR

## Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 5-5 entre Ay B

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 99: Cargas muertas de la viga (eje 5-5 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.00	0.00
Puntual	0.9	0.62	6.09
Puntual	1.81	0.76	7.44
Puntual	2.71	0.66	6.52
Puntual	3.41	0.46	4.53
Momento	4.12	1.88	18.44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 100: Cargas vivas de la viga (eje 5-5 entre A y B)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.00	0.00
Puntual	0.9	0.33	3.21
Puntual	1.81	0.41	4.01
Puntual	2.71	0.34	3.38
Puntual	3.41	0.21	2.07
Momento	4.12	0.61	5.93

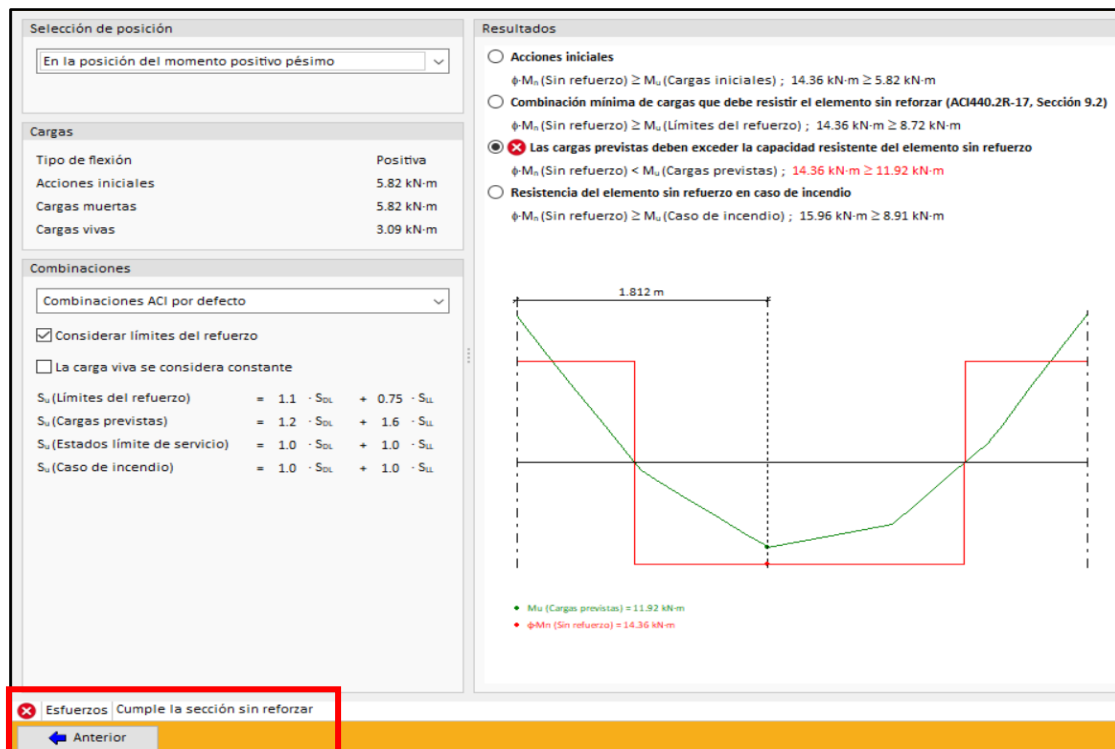
Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que, no es necesario reforzar para un momento máximo positivo.



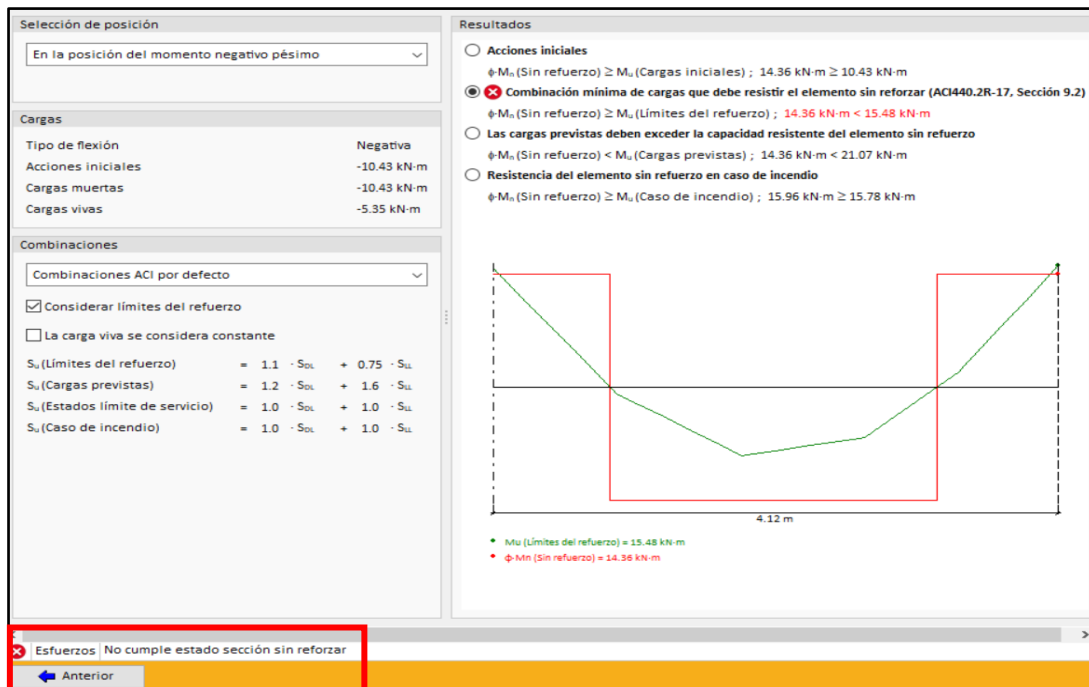
Pero si nos ubicamos en un momento máximo negativo nos dice que no cumple con una condición requerida para reforzamiento, la cual nos advierte que la sección de la viga no es suficiente para soportar las cargas de la estructura, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación. Por lo que podemos concluir que esta viga necesita el incremento de sus secciones para que puedan soportar las cargas de la estructura.

Figura 65: Resultados de la viga eje 5-5 entre A y B en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 66: Resultados de la viga eje 5-5 entre A y B en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

### Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 2-2 entre C y D

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 101: Cargas muertas de la viga (eje 2-2 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	2.37	23.23
Puntual	1.15	0.68	6.65
Puntual	2.28	0.46	4.47
Puntual	3.43	0.36	3.55

Fuente: Elaboración propia

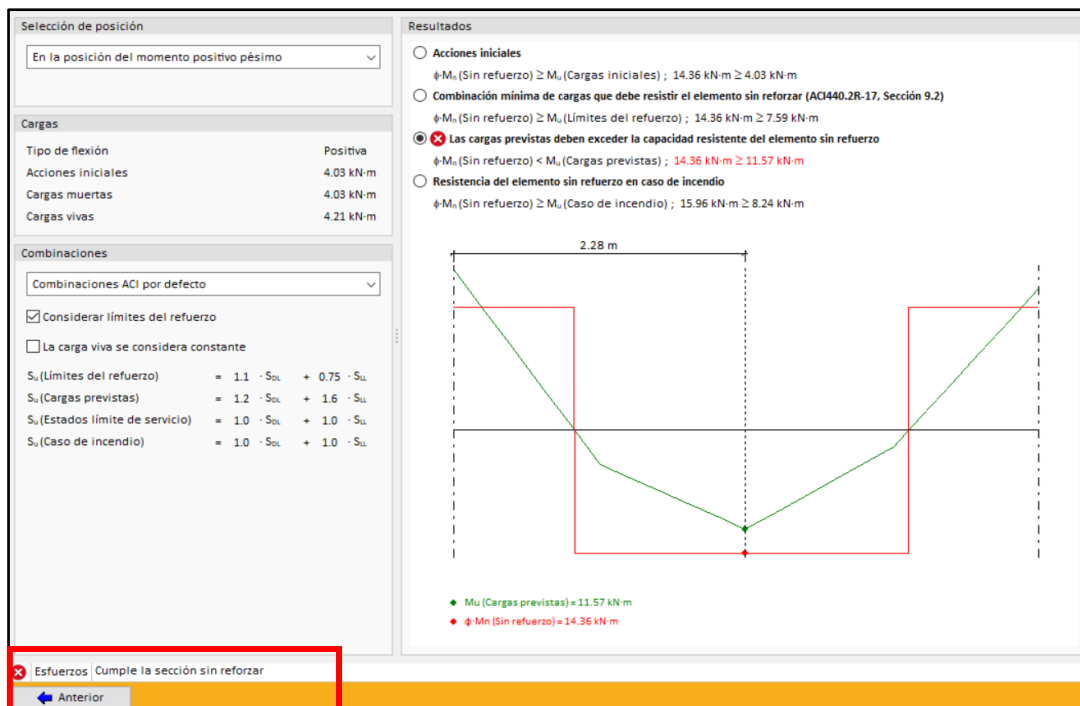
Tabla 102: Cargas vivas de la viga (eje 2-2 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.98	9.57
Puntual	1.15	0.34	3.30
Puntual	2.28	0.61	5.93
Puntual	3.43	0.24	2.34

Fuente: Elaboración propia

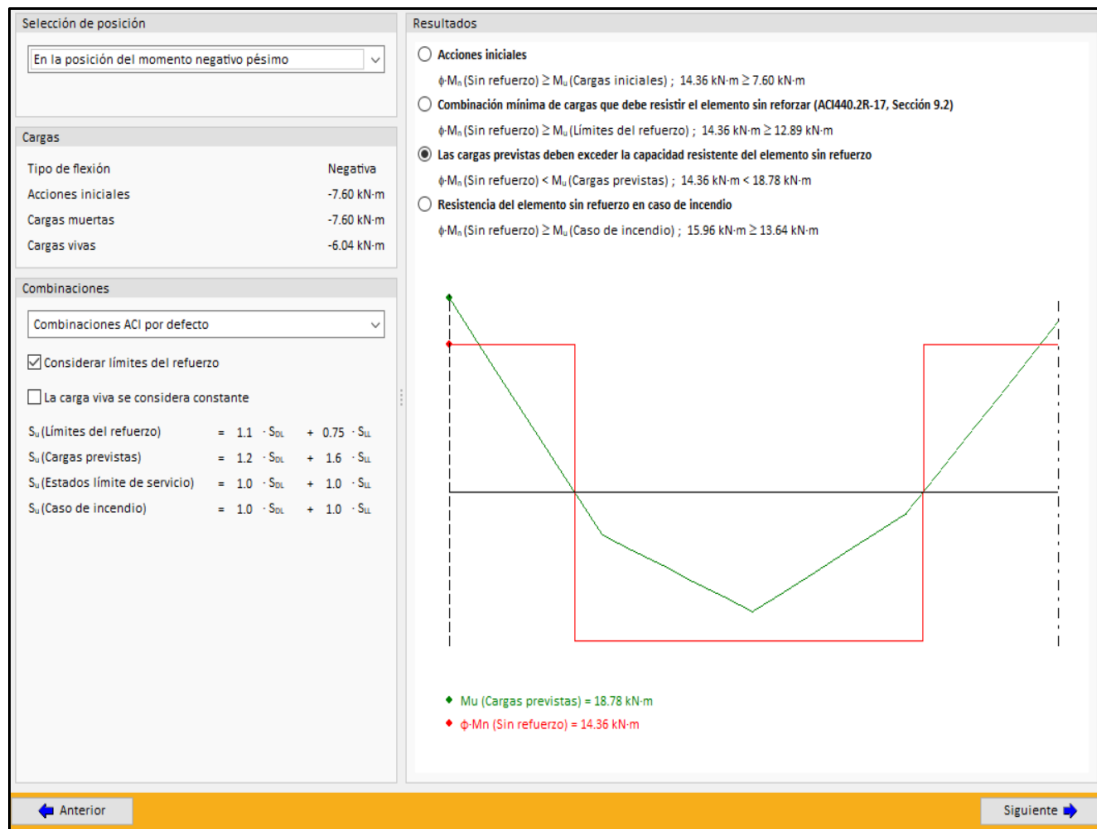
Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar para un momento máximo positivo, pero si es necesario el reforzamiento con fibra de carbono para un momento máximos negativo, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

Figura 67: Resultados de la viga eje 2-2 entre C y D en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

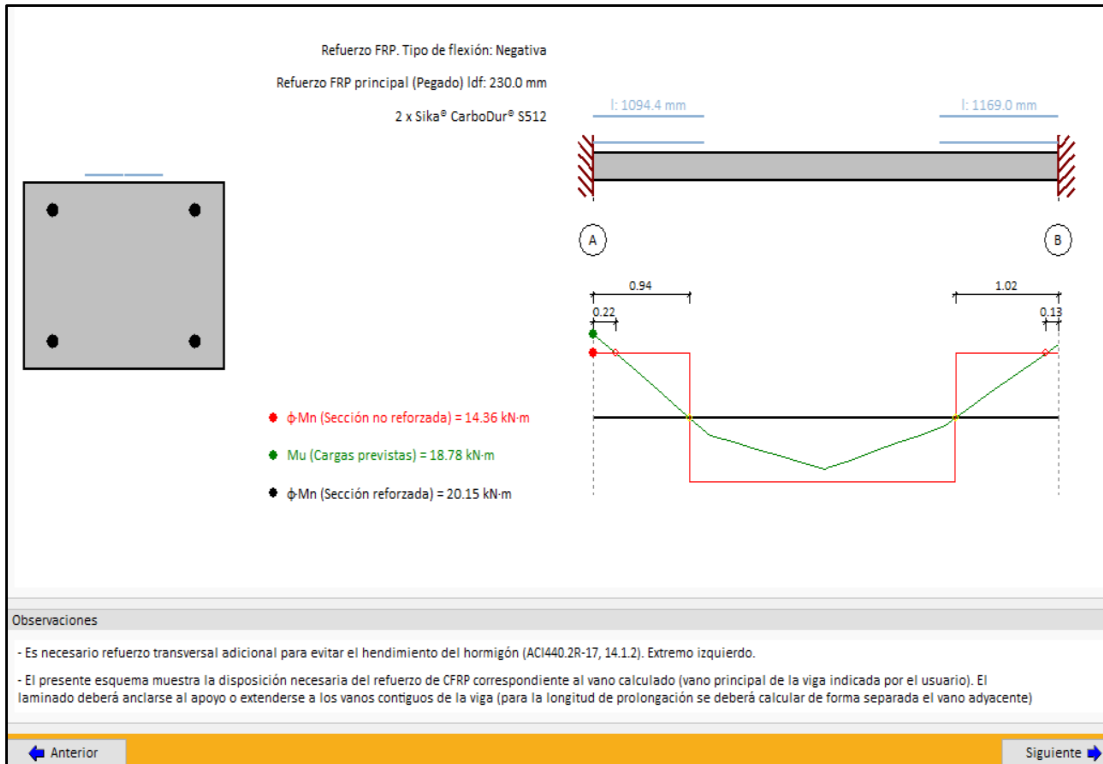
Figura 68: Resultados de la viga eje 2-2 entre C y D en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Como podemos observar en la figura anterior el  $M_u: 18.78 > \phi M_n: 14.36$ , por lo que se procederá a calcular el reforzamiento con la fibra de carbono. Obteniendo como resultado, que necesita 2 platina de SIKA CARBODUR el cual tendrá una dimensión de 0.94 m y 1.02m, así como se muestra a continuación.

Figura 69: Resultados de la viga eje 2-2 entre C y D (detalle de refuerzo de fibra de Carbono)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

### Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 3-3 entre C y D

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 103: Cargas muertas de la viga (eje 3-3 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	2.21	21.70
Puntual	1.15	1.83	17.95
Puntual	2.28	1.21	11.91
Puntual	3.43	2.06	20.16
Momento	4.58	2.16	21.21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104: Cargas vivas de la viga (eje 3-3 entre C y D)

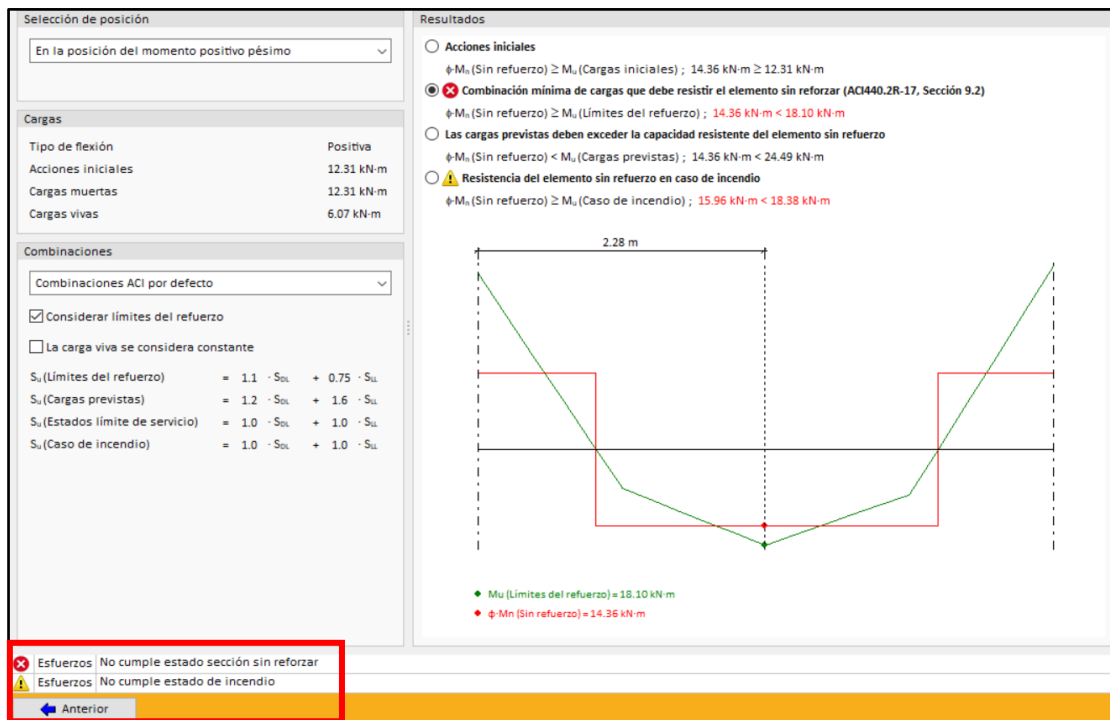
Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.97	9.49
Puntual	1.15	0.82	8.08
Puntual	2.28	0.63	6.21
Puntual	3.43	0.96	9.39
Momento	4.58	0.96	9.42

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que para un momento máximo positivo las secciones que presenta el elemento estructural son insuficientes, ya que no cumple con el estado de la sección sin reforzar y no cumple con el estado de incendio.

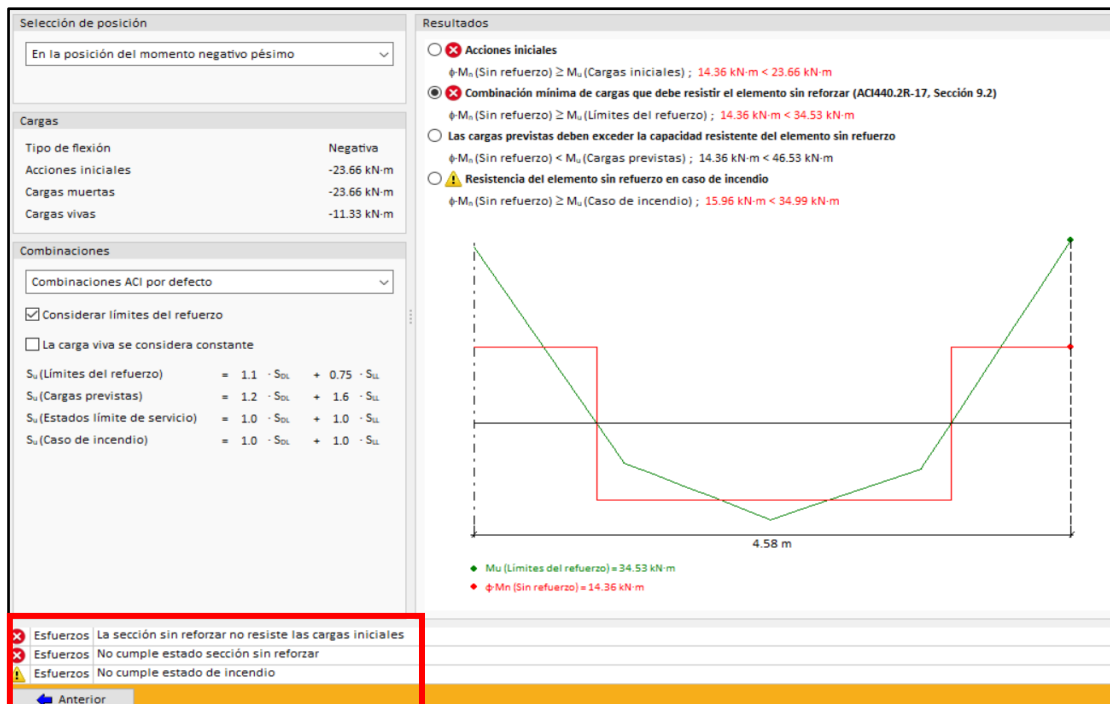
Además, si nos ubicamos en el momento máximo negativo nos dice que no cumple con 3 requisitos para el reforzamiento con fibra de Carbono, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación. Por lo que podemos concluir que esta viga necesita el incremento de sus secciones para que puedan soportar las cargas que demanda la estructura.

Figura 70: Resultados de la viga eje 3-3 entre C y D en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKa CARBODUR

Figura 71: Resultados de la viga eje 3-3 entre C y D en el momento negativo máximo



Fuente 67: Elaboración propia obtenido del software SIKa CARBODUR

## Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 4-4 entre C y D

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento a analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 105: Cargas muertas de la viga (eje 4-4 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	2.03	19.93
Puntual	1.15	0.49	4.85
Puntual	2.28	0.34	3.36
Puntual	3.43	0.26	2.53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 106: Cargas vivas de la viga (eje 4-4 entre C y D)

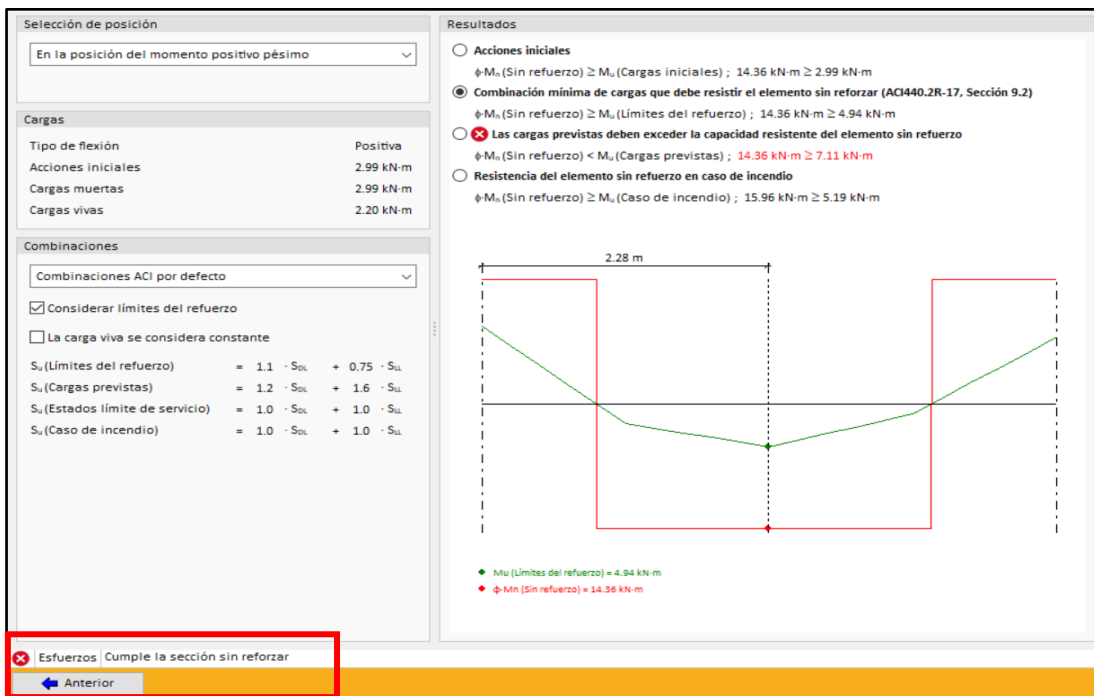
Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.47	4.61
Puntual	1.15	0.28	2.70
Puntual	2.28	0.26	2.60
Puntual	3.43	0.23	2.23

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar este elemento estructural, ni incrementar las secciones, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

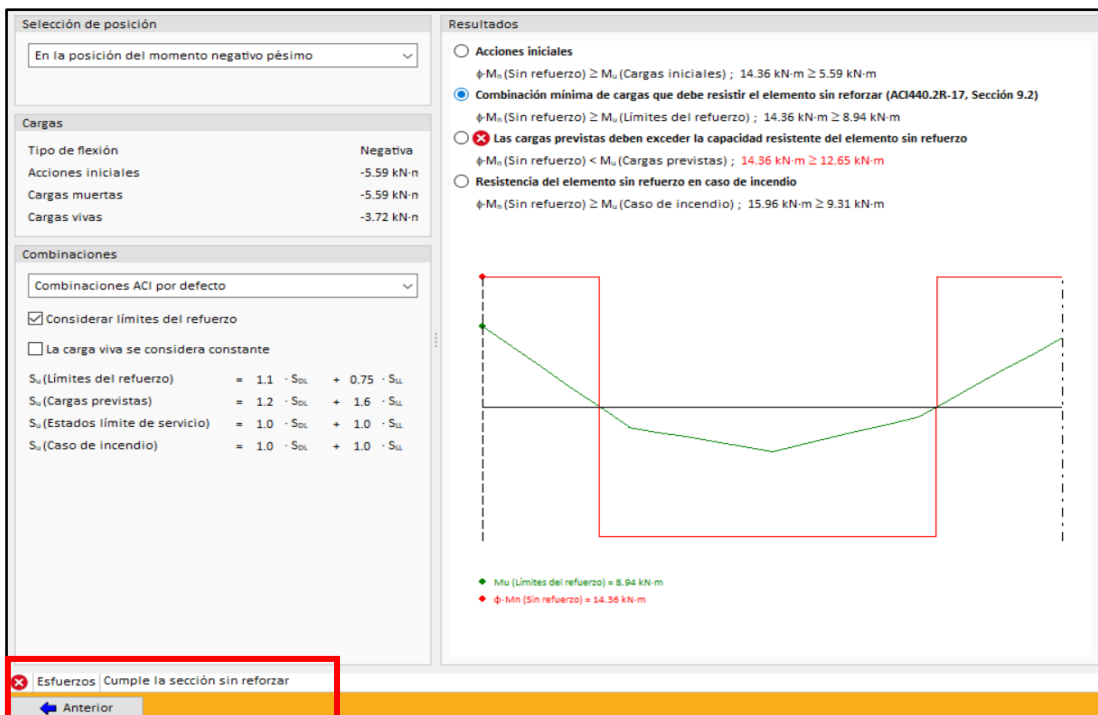


Figura 72: Resultados de la viga eje 4-4 entre C y D en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 73: Resultados de la viga eje 4-4 entre C y D en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

## Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 5-5 entre C y D

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 107: Cargas muertas de la viga (eje 5-5 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	2.13	20.94
Puntual	1.15	1.59	15.61
Puntual	2.28	1.30	12.75
Puntual	3.43	1.96	19.24
Momento	4.58	2.10	20.62

Fuente: Elaboración propia

Tabla 108: Cargas vivas de la viga (eje 5-5 entre C y D)

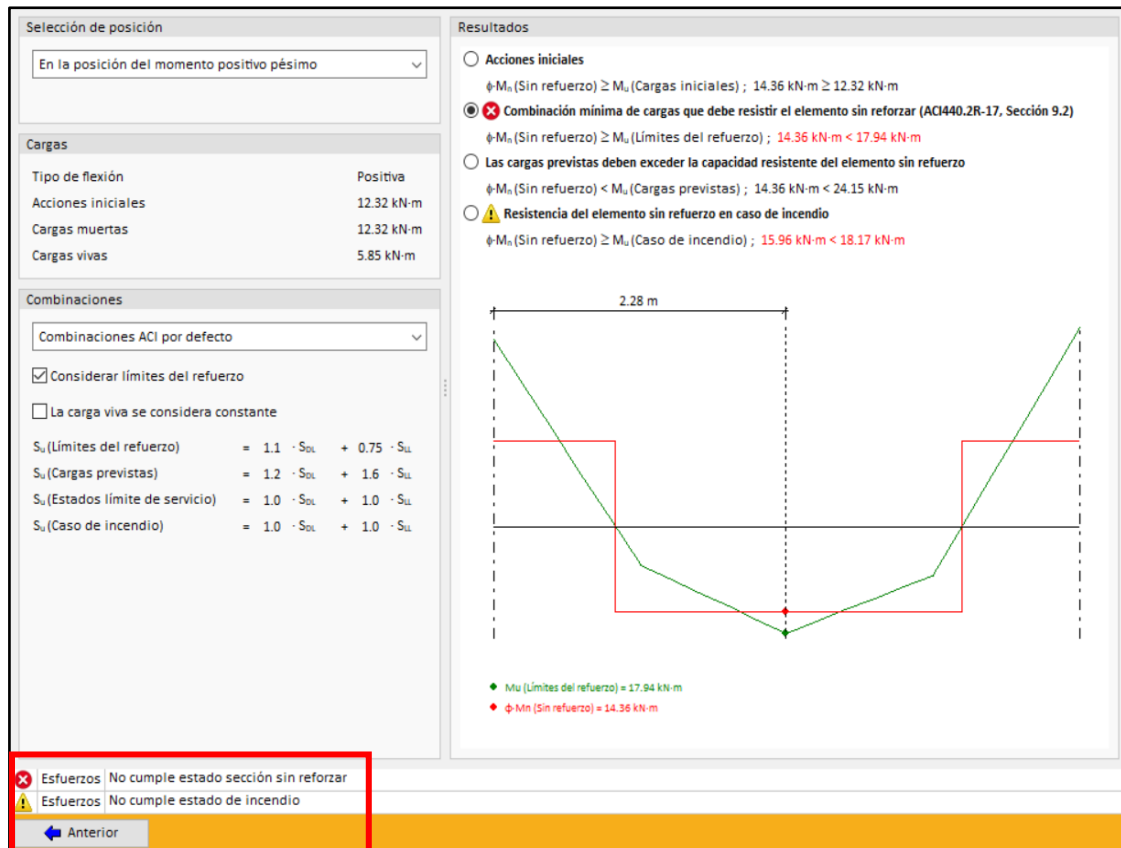
Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.93	9.09
Puntual	1.15	0.77	7.52
Puntual	2.28	0.62	6.07
Puntual	3.43	0.92	8.99
Momento	4.58	0.92	9.03

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que para un momento máximo positivo las secciones que presenta el elemento estructural son insuficientes, ya que no cumple con el estado de la sección sin reforzar y no cumple con el estado de incendio.

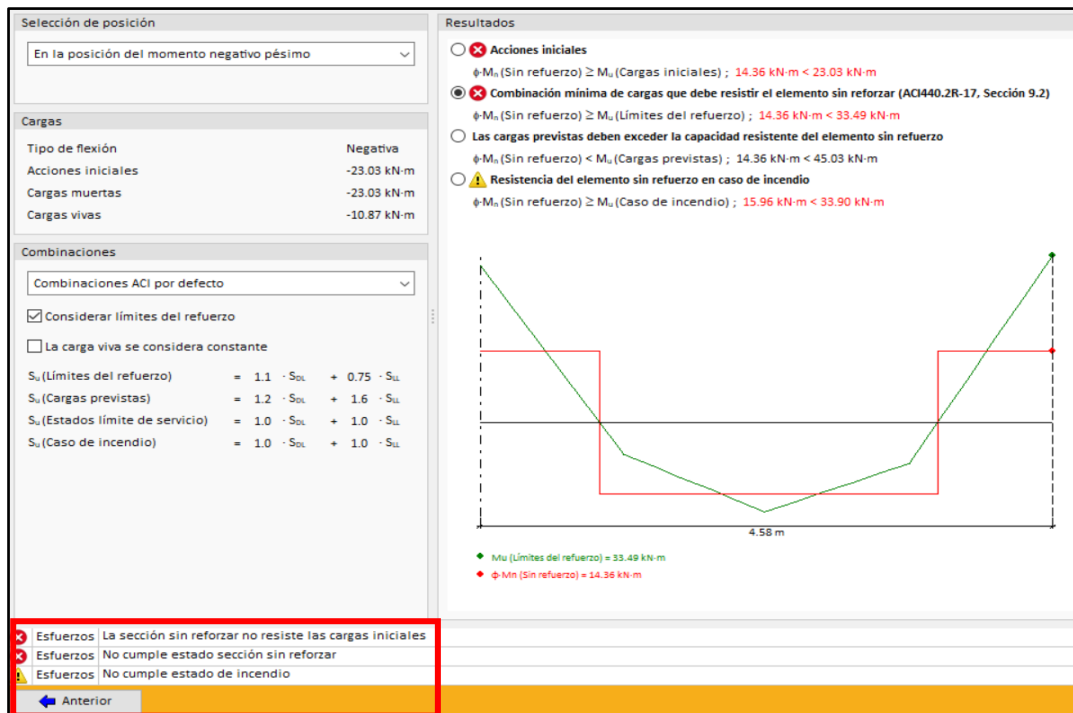
Además, si nos ubicamos en el momento máximo negativo nos dice que no cumple con 3 requisitos para el reforzamiento con fibra de Carbono, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación. Por lo que podemos concluir que esta viga necesita el incremento de sus secciones para que puedan soportar las cargas que demanda la estructura.

Figura 74: Resultados de la viga eje 5-5 entre C y D en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Figura 75: Resultados de la viga eje 5-5 entre C y D en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

### Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 6-6 entre C y D

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento estructural analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 109: Cargas muertas de la viga (eje 6-6 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	1.34	13.09
Puntual	1.03	0.35	3.43
Puntual	2.05	0.35	3.43
Puntual	2.3	0.21	2.04
Puntual	3.43	0.49	4.82

Fuente: Elaboración propia

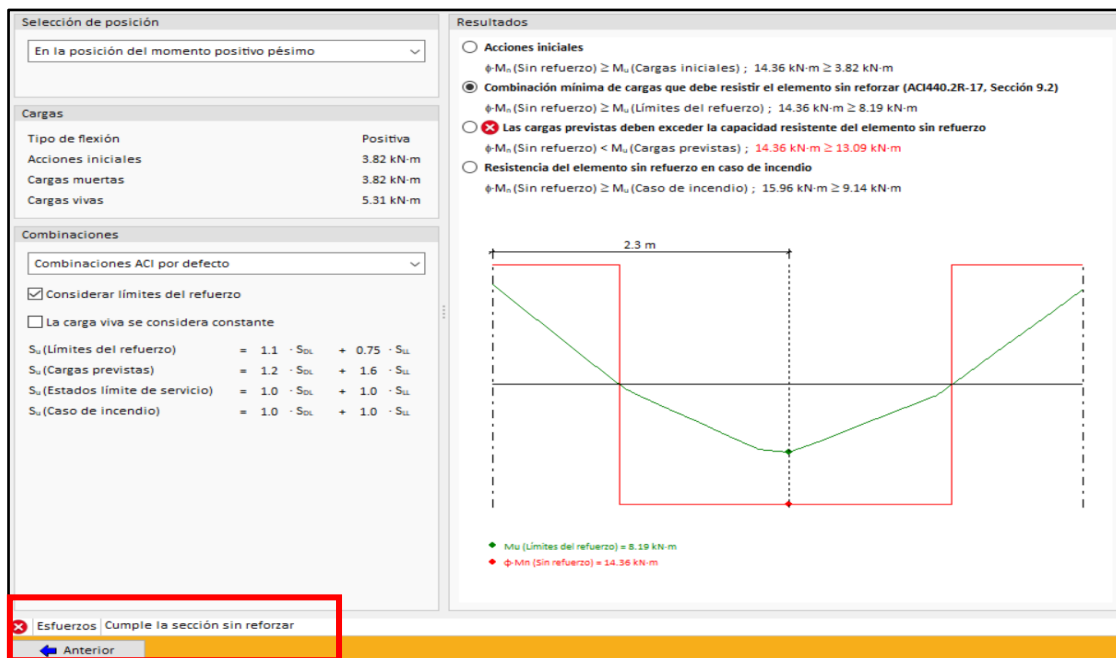
Tabla 110: Cargas vivas de la viga (eje 6-6 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.65	6.37
Puntual	1.03	0.20	1.96
Puntual	2.05	0.20	1.96
Puntual	2.3	0.75	7.34
Puntual	3.43	0.28	2.76

Fuente: Elaboración propia

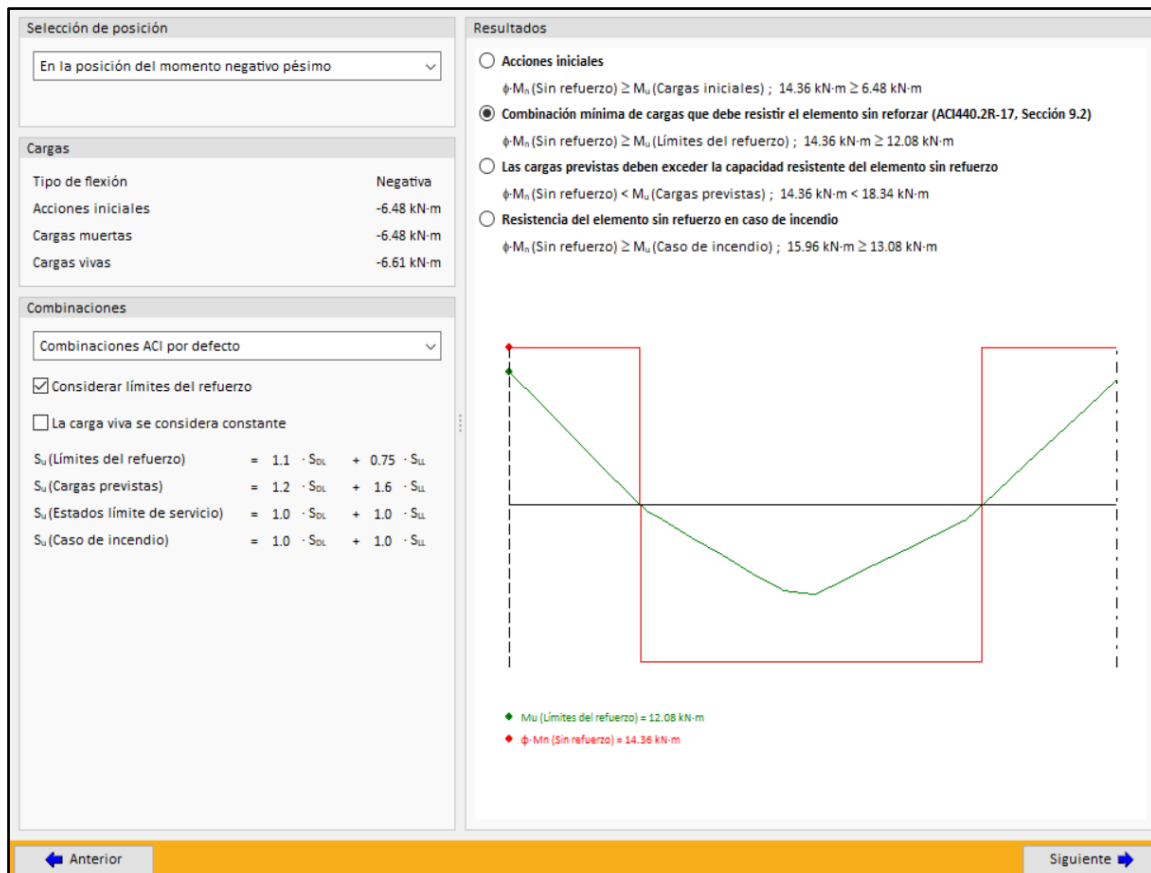
Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar para un momento máximo positivo, pero si es necesario el reforzamiento para un momento máximos negativo, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

Figura 76: Resultados de la viga eje 6-6 entre C y D en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKACAD

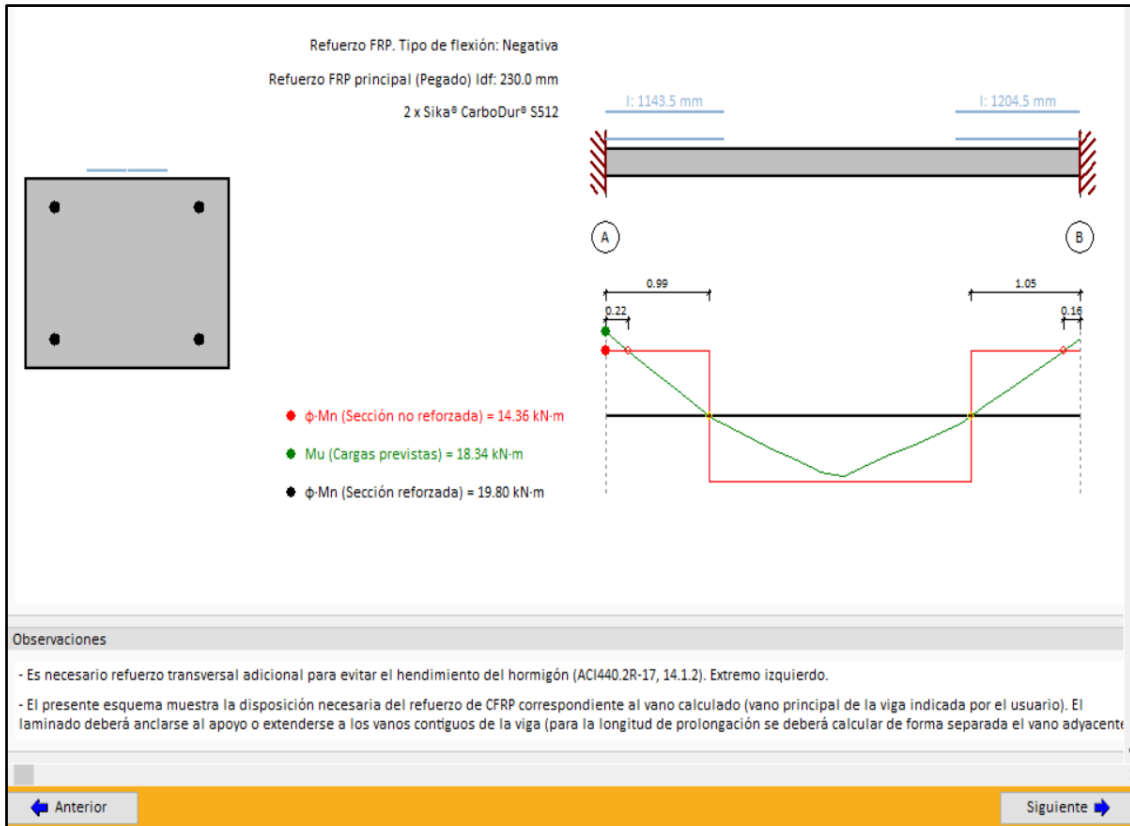
Figura 77: Resultados de la viga eje 6-6 entre C y D en el momento negativo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

Como podemos observar en la figura anterior el  $M_u: 18.84 > \phi M_n: 14.36$ , por lo que se procederá a calcular el reforzamiento con la fibra de carbono. Obteniendo como resultado, que necesita 2 platina de SIKA CARBODUR el cual tendrá una dimensión de 0.99 m y 1.05m, así como se muestra a continuación.

Figura 78: Resultados de la viga eje 6-6 entre C y D (detalle de refuerzo de fibra de Carbono)



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR

### Verificación para posible reforzamiento de la viga ubicada en el eje 7-7 entre C y D

Una vez ingresado al software llenamos los datos del proyecto, definimos la exposición del elemento estructural, seleccionamos el tipo de elemento estructural analizar, y añadimos las cargas que se muestran a continuación:

Tabla 111: Cargas muertas de la viga (eje 7-7 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.56	5.45
Puntual	1.03	0.40	3.97
Puntual	2.05	0.43	4.19
Momento	3.08	0.74	7.25

Fuente: Elaboración propia

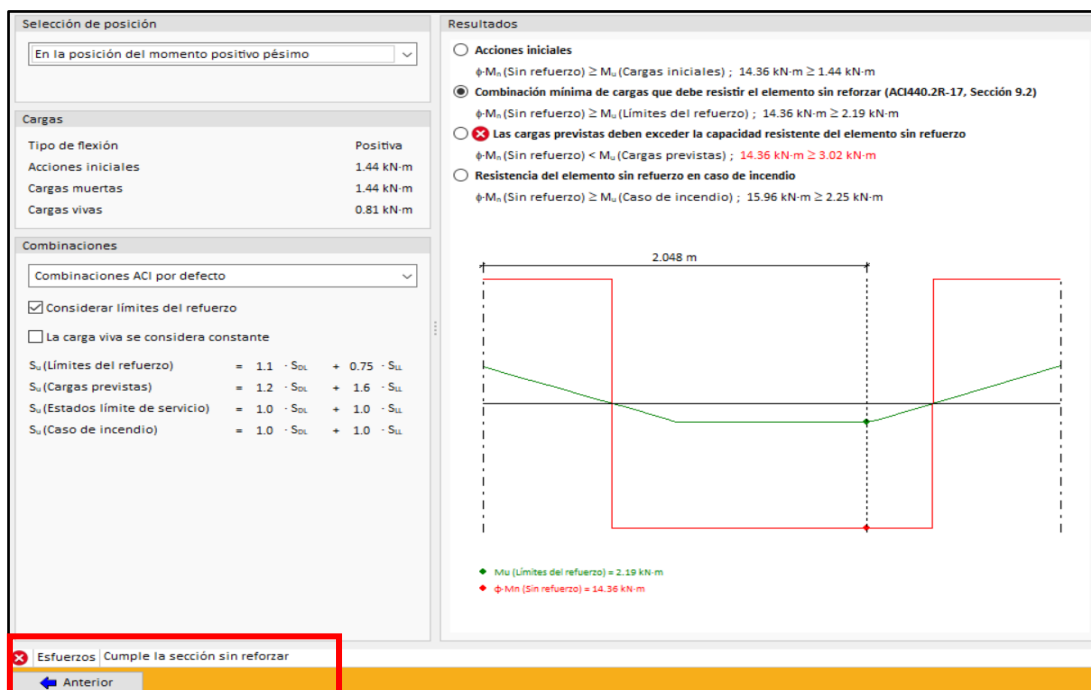
Tabla 112: Cargas vivas de la viga (eje 7-7 entre C y D)

Tipo	Distancia	Valor tn/m	Valor kn/m
Momento	0	0.12	1.22
Puntual	1.03	0.23	2.29
Puntual	2.05	0.24	2.37
Momento	3.08	0.16	1.56

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos listos procedemos a asignar las cargas, definir la sección del elemento, y asignar el acero de refuerzo existente, para poder obtener los resultados para un momento máximo positivo y momento máximo negativo, el cual nos indica que no es necesario reforzar este elemento estructural, ni incrementar las secciones, así como detallada las siguientes figuras que se muestran a continuación.

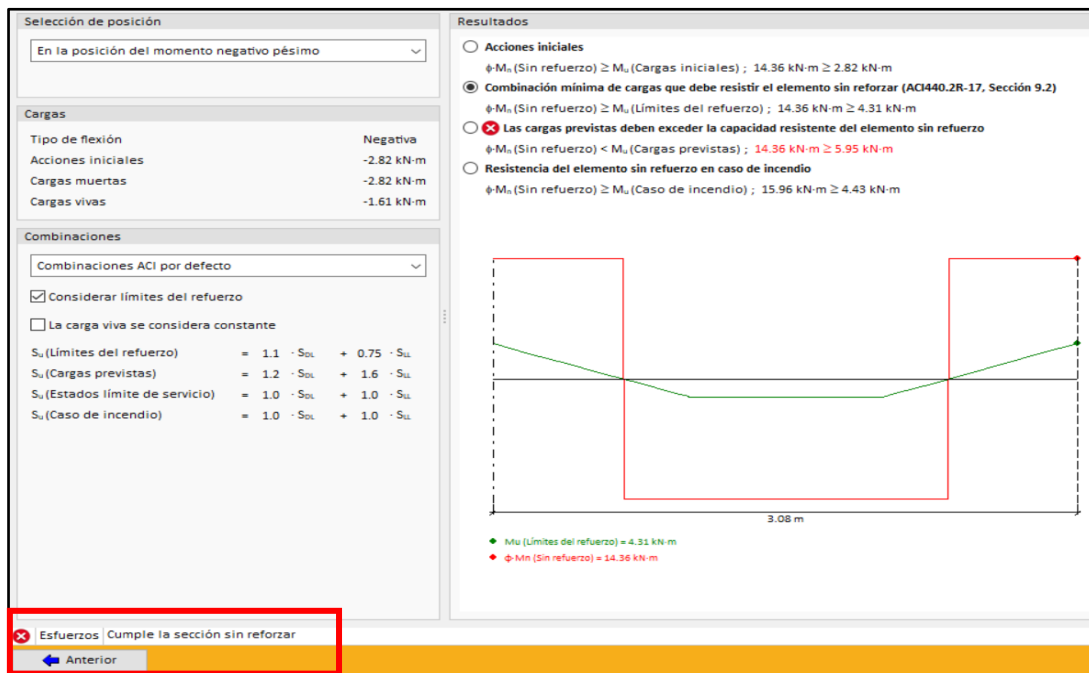
Figura 79: Resultados de la viga eje 7-7 entre C y D en el momento positivo máximo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKA CARBODUR



Figura 80: Resultados de la viga eje 7-7 entre C y D en el momento negativo máximo.



Fuente: Elaboración propia obtenido del software SIKACARBODUR

Después de haber realizado la verificación de las vigas para un posible reforzamiento obtuvimos la siguiente información.

Tabla 113: Resumen de verificación de vigas para posible reforzamiento

No necesita reforzamiento con fibra de Carbono	Si necesita Reforzamiento con fibra de Carbono	Necesita incrementar secciones
✓ Viga Eje1-1 entre A y B	✓ Viga Eje3-3 entre A y B	✓ Viga Eje4-4 entre A y B
✓ Viga Eje2-2 entre A y B	✓ Viga Eje2-2 entre C y D	✓ Viga Eje5-5 entre A y B
✓ Viga Eje4-4 entre C y D	✓ Viga Eje6-6 entre C y D	✓ Viga Eje3-3 entre C y D
✓ Viga Eje7-7 entre C y D		✓ Viga Eje5-5 entre C y D

Fuente: Elaboración propia

De los cuales podemos concluir que de las once vigas más críticas evaluadas, cuatro no necesitan reforzamiento con fibra de carbono ya que sus secciones si soportan las cargas que está transmitiendo la estructura, tres si necesitan el reforzamiento con fibra y las cuatro restantes que necesitan incrementar las secciones ya que estas son muy pequeñas para para soportar las cargas de la estructura.

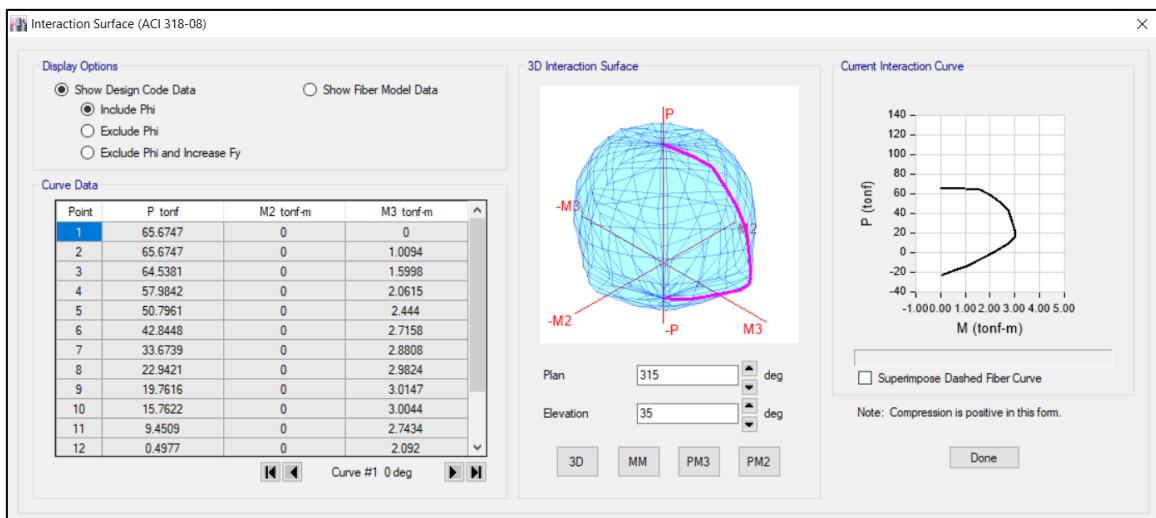
## VERIFICACIÓN DE DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXISTENTES (COLUMNAS)

Para realizar la verificación de acero de las columnas se configuro los datos de software ETABS.V.16.2.1, para poder apoyarnos en algunos datos para poder encontrar nuestros diagramas de iteración, la cual se realizó de acuerdo a la norma ACI 318-08 que es muy parecida a nuestra norma E060, como muestra la figura 31.

Luego se procedió a configurar los datos de la columna para poder obtener los resultados que muestra la figura a continuación.

- Secciones: 25cm x 25cm
- $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$
- Acero existente:  $6\phi 1/2''=7.74\text{cm}^2$

Figura 81: Curvas de Iteración para las columnas del primer nivel



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Una vez obtenido esos datos se procedió a realizar la verificación para poder determinar si el acero existente era suficiente para dicho elemento estructural.

## Verificación Manual

Se verificó si la cuantía existente cumplía con los parámetros de cuantía que nos brinda la norma E060, la cual debería estar entre 1% y 6%.

$$\rho_{\min} = 0.01 * 25\text{cm} * 25\text{cm}$$

$$\rho_{\min} = 6.25 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{exis}} > \rho_{\min}$$

$$7.74 \text{ cm}^2 > 6.25 \text{ cm}^2$$

Como podemos verificar la cuantía existente supera la cuantía mínima requerida por la norma, la cual nos da un buen indicio de que la cantidad de acero colocado es el correcto.

## VERIFICACION PARA POSIBLE REFORZAMIENTO DE LAS COLUMNAS EXISTENTES MEDIANTE EL SOFTWARE MICROSOFT EXCEL Y SIKI CARBODUR.

Al comprobar que el acero existente es suficiente se procedió a realizar la verificación de la columna más crítica (que de acuerdo a nuestras áreas tributarias es la columna (3C)), para corroborar los datos calculados anteriormente. Si en caso necesita reforzamiento con fibra de carbono o aumento de secciones, se procederá a verificar todas las columnas; o si no solo se evaluara la columna más crítica.

### Verificación para posible reforzamiento de la columna (3C) – Microsoft Excel

Para la verificación con este software se obtuvo los datos de ETABS V.16.2.1, los cuales se muestran en la tabla siguientes:

Tabla 114: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 3C

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C17	Dead	-22.2221	-0.2654	0.0694	0.0882	-0.3539
Story1	C17	Live	-5.907	-0.1103	0.0119	0.0145	-0.1464
Story1	C17	SDiseño xx Max	-3.3818	0.15	0.0643	0.151	0.3943
Story1	C17	SDiseño yy Max	-0.5545	0.0502	0.1811	0.4217	0.1347

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 115: Combinaciones de Diseño – Columna 3C

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	0.55907	-0.7443	-0.1716
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	0.61963	-0.2311	0.286575
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	0.31963	-1.0197	-0.582825
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	0.38886	0.07579	0.34515
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	0.08886	-0.7128	-0.52425
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	0.51983	-0.4907	-0.013525
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	0.41943	-0.7601	-0.282725
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	0.28906	-0.1838	0.04505
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	0.18866	-0.4532	-0.22415

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 116: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 3C

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	0.55907	-0.7443	-0.1716
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	0.619625	-0.23108	0.286575
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	0.319625	-1.01968	-0.582825
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	0.38886	0.07579	0.34515
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	0.08886	-0.71281	-0.52425
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	0.619625	0.231075	-0.286575
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	0.319625	1.019675	0.582825
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	0.38886	-0.07579	-0.34515
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	0.08886	0.71281	0.52425

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

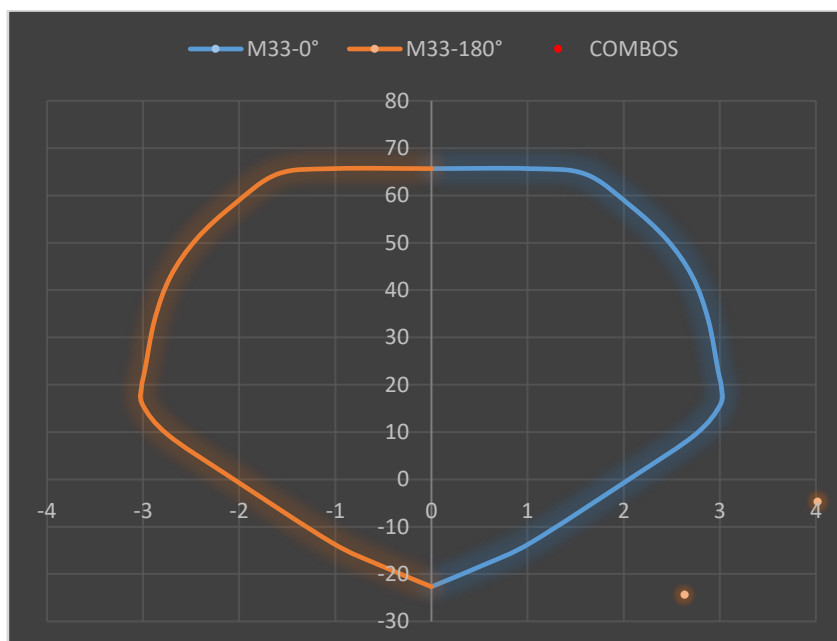
Tabla 117: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 3C

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	0.55907	-0.7443	-0.1716
<b>SISMO YY POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	0.519825	-0.49068	-0.01353
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	0.419425	-0.76008	-0.28273
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	0.28906	-0.18381	0.04505
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	0.18866	-0.45321	-0.22415
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	0.519825	0.490675	0.013525
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	0.419425	0.760075	0.282725
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	0.28906	0.18381	-0.04505
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	0.18866	0.45321	0.22415

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

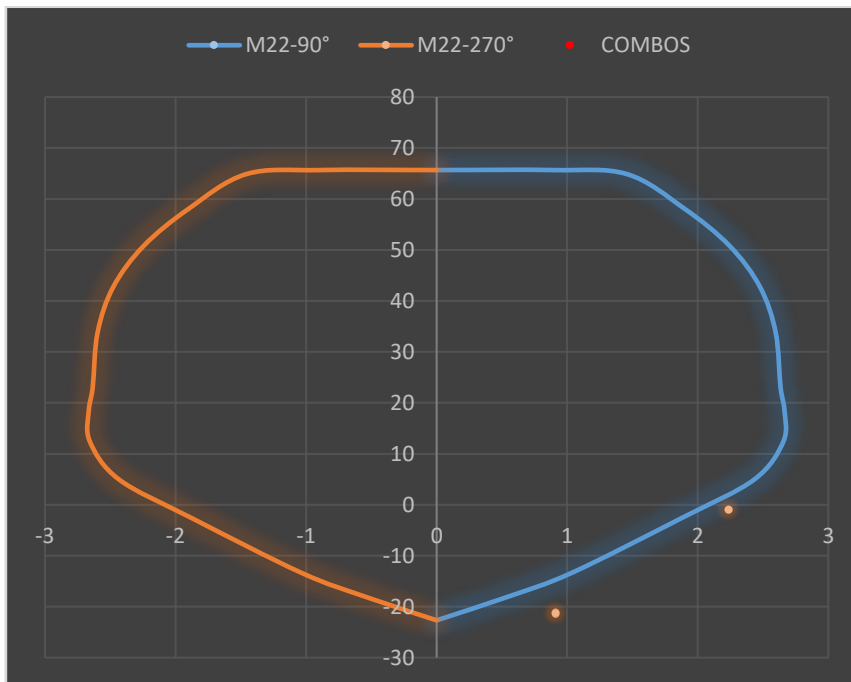
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la imagen 00000, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 37: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



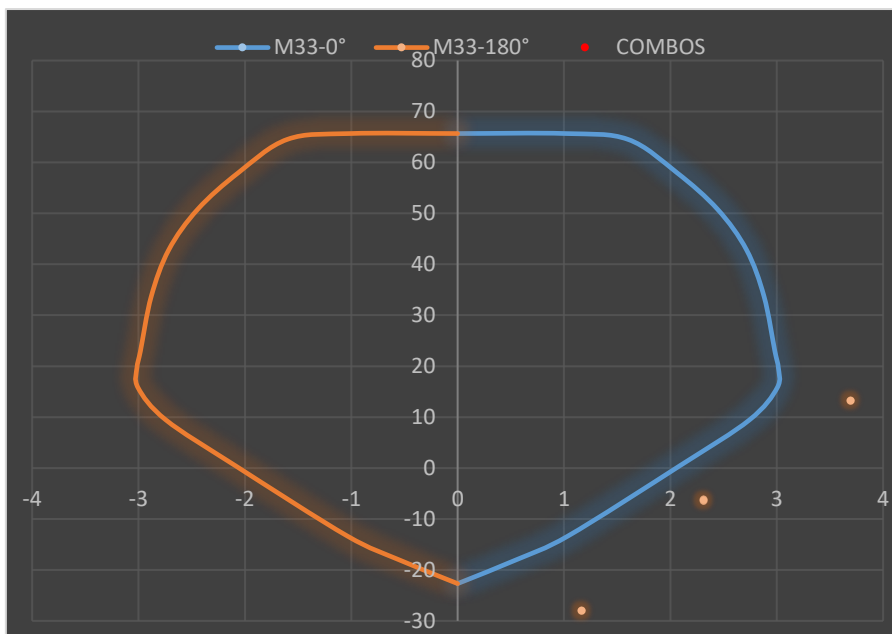
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 38: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



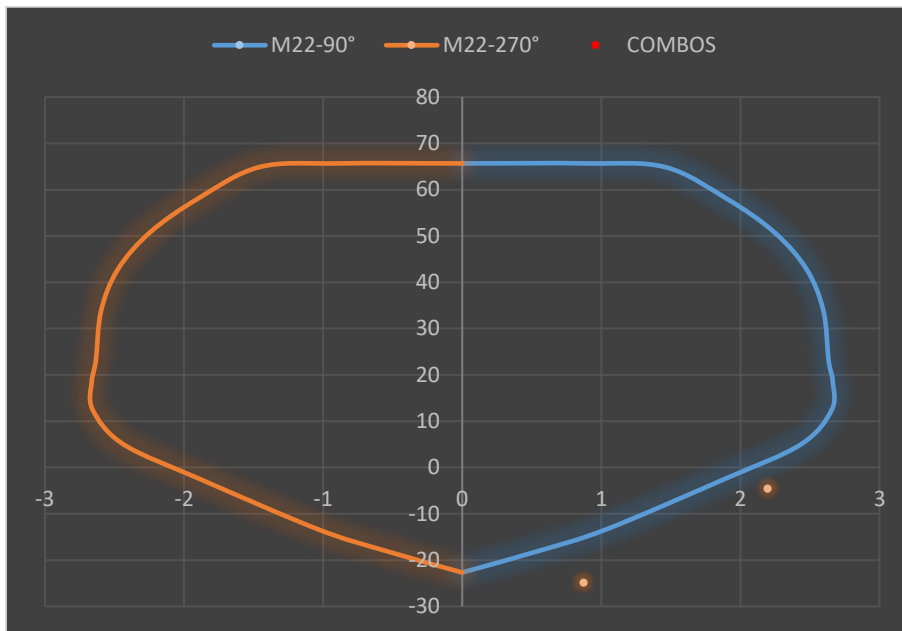
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 39: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 40: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Como podemos observar en los diagramas de iteración, todos los puntos están dentro del mismo, por lo que se determina que el acero existente es suficiente para soportar las cargas actuantes de la estructura para casos de sismo.



## Verificación para posible reforzamiento de la columna (3C) – SIKA CARBODUR

Para la verificación con este software se obtuvo los datos de ETABS V.16.2.1, los cuales se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 118: Cargas axiales(P) y Momentos (M) de la columna 3C en Tn

Story	Column	Load Case/Combo	P	M2	M3
			tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C17	Dead	-22.22	0.09	-0.35
Story1	C17	Live	-5.91	0.01	-0.15

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

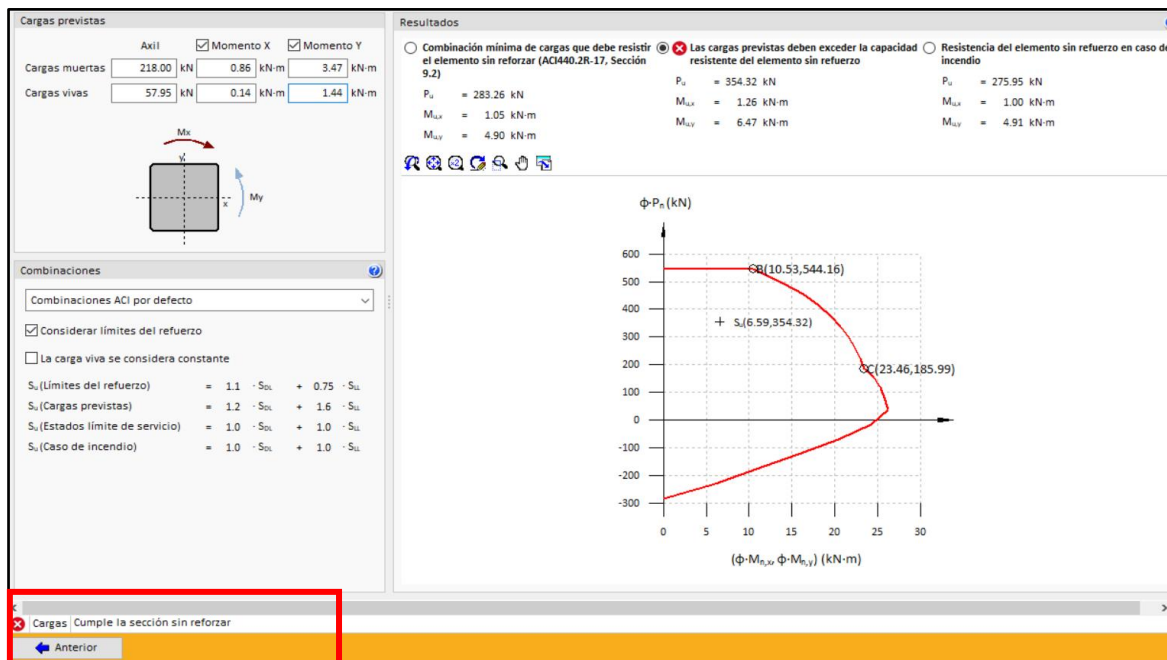
Tabla 119: Cargas axiales(P) y Momentos (M) de la columna 3C en Kn

Story	Column	Load Case/Combo	P	M2	M3
			kN	KN-m	KN-m
Story1	C17	Dead	218.00	0.87	-3.47
Story1	C17	Live	-57.95	0.14	-1.44

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Los cuáles fueron convertidos a la unidad de medida que requiere el software SIKA CARBODUR, para su posterior ingreso.

Figura 82: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

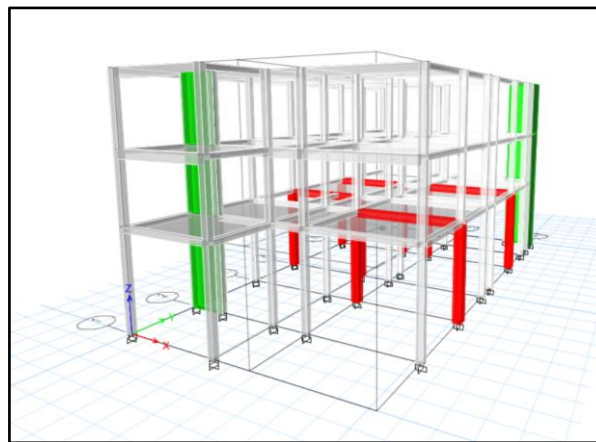
Luego de haber ingresado los datos al software de las secciones de la columna, el acero de refuerzo existente e ingresado las cargas, obtuvimos como resultado que la columna no necesita reforzamiento, ni aumento de secciones.

Por lo que se concluye que todas columnas tienen las secciones y el acero suficiente para soportar las cargas producidas por la estructura, pero como hubo cuatro vigas que aumentaron sus secciones, se procederá a aumentar las secciones de las columnas que están soportando dichas vigas. Estas son la columna 3C, 3D, 4A, 4B, 5A, 5B, 5C, 5D.

## ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA REFORZADA PARA FLEXIÓN

Después de haber verificado que se necesitaba aumentar las secciones de cuatro vigas y por lo mismo aumentar las secciones de ocho columnas que soportan esas vigas, se procedió a ingresar esos datos al software ETABS V.16.2.1. Considerando las vigas encamisadas de 35cm x 30cm y las columnas encamisadas de 35cm x 35cm obtuvimos la gráfica que se

Figura 83: Modelo de la vivienda 3D con vigas y columnas encamisadas



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## FUERZA CORTANTE EN LA BASE

Procedimos a encontrar la nueva fuerza cortante, ya que al incrementar las secciones de los elementos modifiqué el peso de la estructura, quedando de la manera que sigue:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$

$$V_x = V_y = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1.05}{6} * 473.4619$$

$$V_x = V_y = 93.21 \text{ ton}$$

## Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

Además, se verifico las derivas máximas, los cuales variaron en un mínimo, ya que las que se están encargando de rigidizar la estructura son las placas.

Tabla 120: Límites para la distorsión del entrepiso (derivadas) en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAxx Max	X	0.006322	Si cumple
Story2	DERIVAxx Max	X	0.006355	Si cumple
Story1	DERIVAxx Max	X	0.003395	Si cumple

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

Tabla 121: Límites para la distorsión del entrepiso (derivadas) en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Verificación
Story3	DERIVAyy Max	Y	0.005989	Si cumple
Story2	DERIVAyy Max	Y	0.005954	Si cumple
Story1	DERIVAyy Max	Y	0.003166	Si cumple

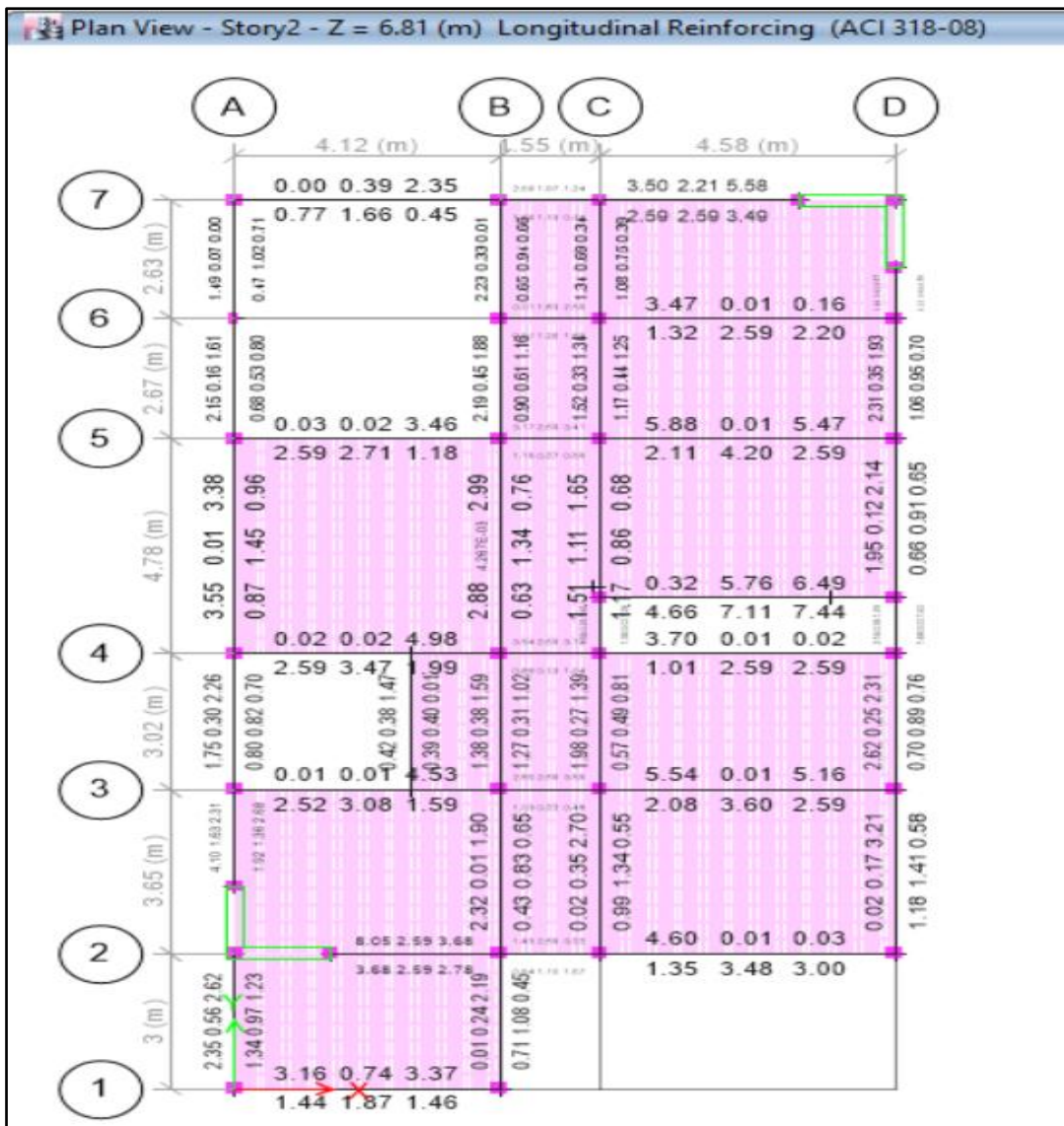
Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS V.16.02.

# DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROYECTADOS (VIGAS)

## Diseño por Flexión (Vigas Principales)

Como el Software ETABS está configurado para que nos arroje el resultado del acero, tan solo procedimos a correr el programa y obtenemos los datos que se muestra a continuación.

Figura 84: Acero que requiere las vigas de la estructura proyectada



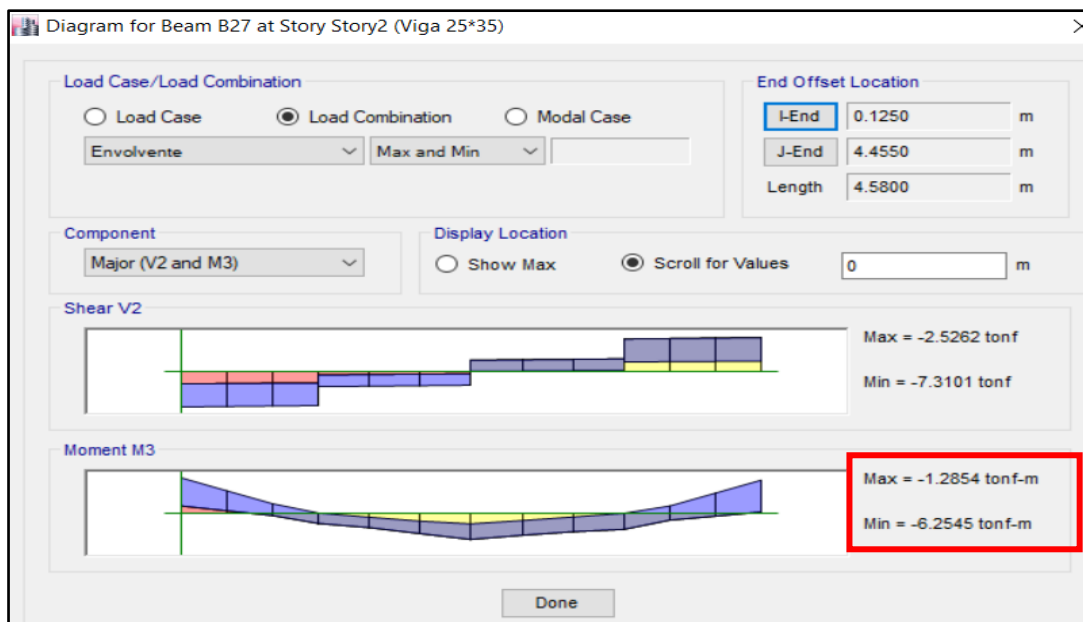
Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Además, con la ayuda de los momentos que nos arroja el software ETABS V.16.2.1. realizamos la verificación, considerando el caso más crítico para vigas libres, ya que para las vigas que están ancladas a las placas se considerara un nuevo diseño porque tiene momentos más críticos, los cuales son el resultado de las transferencias de cargas de la placa a la viga.

### Viga eje 5-5 entre C y D

Para comenzar el diseño se verifico los resultados arrojados por el Software ETABS, de una manera manual y con un programa. Para lo cual se sacó los momentos que se muestran a continuación.

Figura 85: Momentos para la viga del eje 5-5 entre C y D cuando la distancia es igual a cero.



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

## Verificación Manual

Datos

$$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$b=25\text{cm}$$

$$h=35\text{cm}$$

$$\emptyset=90$$

$$Mu= 6.2545 \text{ Ton/m}$$

$$Rec= 4\text{cm}$$

Cuantía mecánica ( $w$ )

$$w = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * Mu}{\emptyset * f'c * b * (h - rec)^2}}$$

$$w = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * 6.2545 * 10^5}{0.9 * 210 * 25 * (35 - 4)^2}}$$

$$w = 0.15$$

Cuantía de Acero ( $\rho$ )

$$\rho = w * \frac{f'c}{f'y}$$

$$\rho = 0.15 * \frac{210}{4200}$$

$$\rho = 7.5 * 10^{-3}$$

Área de acero requerido ( $A_s$ )

$$A_s = \rho * b * (h - rec)$$

$$A_s = 7.5 * 10^{-3} * 25 * (35 - 4)$$

$$A_s = 5.81 \text{ cm}^2$$

## Verificación mediante el software DIANSCA

Este software fue desarrollado por el Ing. Gianfranco Ottazi y nos ayuda a determinar el área de acero requerido con tan solo ingresar los datos del elemento estructural y el momento, además nos ayuda a calcular el área de acero mínimo y máximo.

Figura 86: Calculo del  $A_s$ ,  $A_{s\ min.}$ , y  $A_{s\ máx.}$  mediante el Software DIANSCA

```

DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIAN...
> DISEÑO EN FLEXIÓN <
Ancho Alma = 25.0          f'c = 210
Altu.Total = 35.0         fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           ϕ Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0          E acero = 2000000
      R1 = 4.0            Def.Max. del Concreto = 0.0030
      R2 = 4.0            Beta1 = 0.85
                          RhoMin = 0.7 √f'c / fy

Mu es positivo si produce compresiones en la fibra superior (ala)
Mu (kg-mt) = 6254.5

Uiga Rectangular - Compresion en la fibra Superior
No necesita Acero en Compresion
As = 5.86          d = 31.0
As' = 0.00        d' = 4.0
fs = 0           0.000 Veces fy
As min = 1.87
As max = 12.35
As bal = 16.47

Otro Diseño ? [SI] : _
  
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Si comparamos los datos obtenidos del Software ETABS, calculo manual y el software DIANSCA, nos damos cuenta que los valores obtenidos son relativamente iguales. La variación que puede existir se debe a los decimales que toma cada método.

Tabla 122: Área de acero requerido ( $A_s$ )

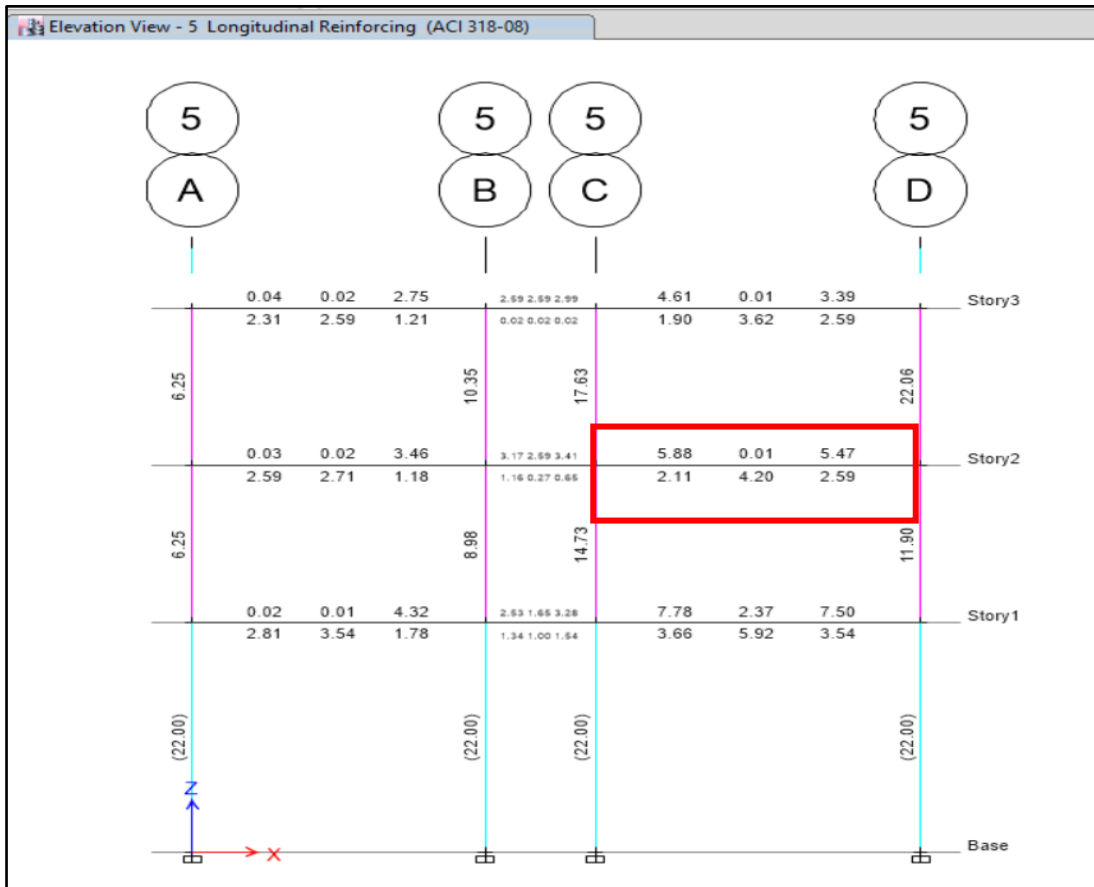
Calculo manual	Software ETABS	Software DIANSCA
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )
5.81	5.88	5.86

Fuente: Elaboración propia



Por lo tanto, damos como verídicos los resultados de área de acero requerido que nos brinda el software ETABSV.16.2.1. Entonces para el diseño de la viga se tomará los valores que se muestra a continuación.

Figura 87: Resultados del acero requerido para las vigas principales



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Así que se requiere  $2 \varnothing 5/8'' = 3.98\text{cm}^2$  para el acero corrido a tensión y compresión. Y como nos falta el área de acero requerido, se colocará  $1 \varnothing 5/8''$  en forma de bastón para compresión y  $1 \varnothing 1/2''$  para tensión. Las distancias de los bastones se calcularán a continuación

## Longitud de Corte

Para calcular las distancias de los bastones tenemos que encontrar el momento resistente de la viga  $M_R$ , lo cual se calcula de la siguiente manera:

Datos

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$\emptyset = 90$$

$$A_s = 2 \emptyset 5/8 = 3.98 \text{ cm}^2$$

$$M_R = \emptyset M_n$$

Calculando el valor de "a"

$$a = \frac{f'_y * A_s}{0.85 * f'_c * b}$$

$$a = \frac{4200 * 3.58}{0.85 * 210 * 25}$$

$$a = 3.37 \text{ cm}$$

Calculando el valor de " $M_n$ "

$$M_n = f'_y * A_s * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_n = 4200 * 3.58 * \left(31 - \frac{3.37}{2}\right) * 10^{-5}$$

$$M_n = 4.408 \text{ Tn - m}$$

Finalmente reemplazamos valores

$$M_R = \phi M_n$$

$$M_R = 0.90 * 4.408$$

$$M_R = 3.967 \text{ Tn} - m$$

También podemos determinar el momento resistente ( $M_R$ ), mediante el software DIANSCA, solamente tenemos que ingresar los datos del elemento estructural y el software lo calcula automáticamente.

Figura 88: Resultados del  $\phi M_n = M_R$

```

> ANALISIS EN FLEXION <
Ancho Alma = 25.0          f'c      = 210
Altu.Total = 35.0          fy       = 4200
Ancho Ala   = 0.0          phi Flex. = 0.90
Espe. Ala  = 0.0          E acero  = 2000000
              d = 31.0      Def.Max. del Concreto = 0.0030
              d' = 4.0      Beta1     = 0.85

Se asume compresiones en la fibra superior (ala)

As = 3.58
A's = 3.58

Momento Nominal Resistente (Mn) = 4408 kg-mt
Resistencia de Diseño (phi Mn) = 3968 kg-mt

Profundidad del Eje Neutro (c) = 3.99
Profundidad Bloque Equiv. (a) = 3.39

Deformaciones del Acero (fracción de la defor. de fluencia) (+ Tracción)
Acero Superior = 0.005
Acero Inferior = 9.684

Otro Análisis ? [S] :
    
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

Luego de haber calculado el  $\phi M_n$  de una manera manual y mediante el software DIANSCA comprobamos que los resultados son relativamente iguales, así como se muestra en la siguiente tabla, dando como verídicos ambos resultados.

Tabla 123: Calculo de  $\phi M_n$

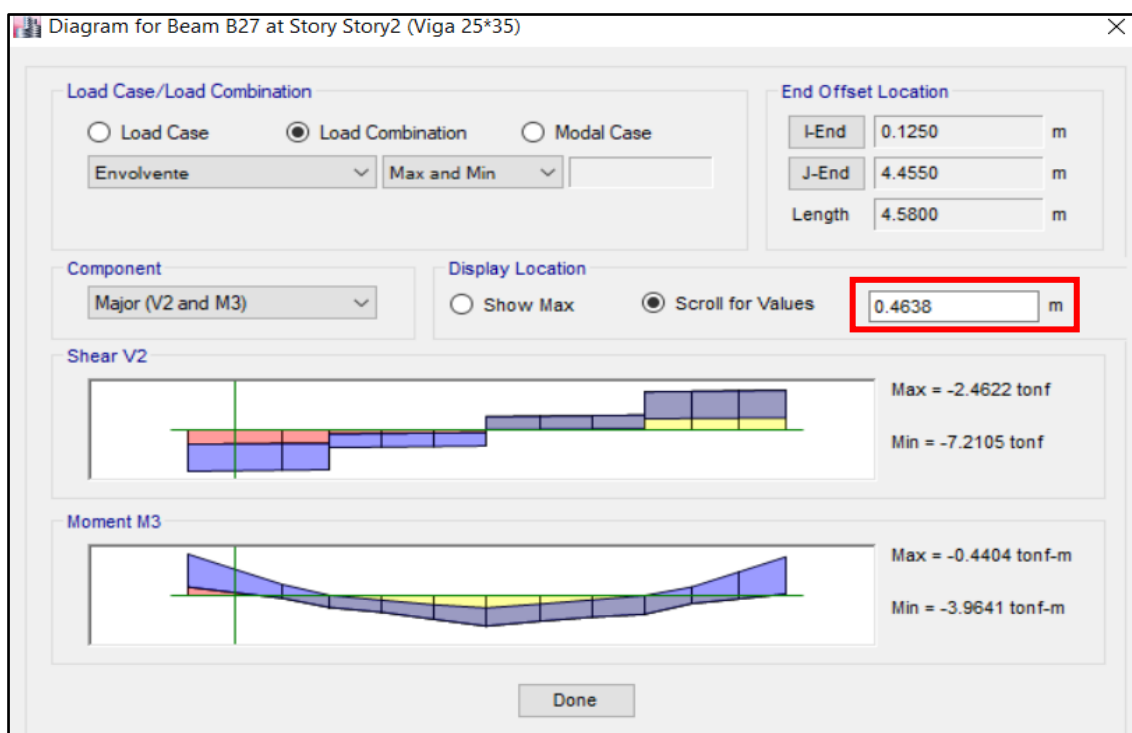
Calculo manual	Software DIANSCA
$M_R = \phi M_n \text{ (Tn-m)}$	$M_R = \phi M_n \text{ (Tn - m)}$
3.967	3.968

Fuente: Elaboración propia

Posterior a ello se procedió a interceptar los momentos en el software ETABS para que de esa manera podamos encontrar la distancia de la longitud de corte. Además, por un factor de seguridad se debe añadir a dicha longitud  $d$  ó  $12 \cdot \phi_{barra}$  (el mayor). Si  $d=31$  y  $12 \cdot \phi_{barra} = 19.05$ , por lo que se añadirá 31cm.

En la siguiente figura podemos observar que la distancia de la longitud de corte es de 46 cm, a eso le añadimos 31cm de factor de seguridad. Por lo que la longitud de corte a compresión para el lado izquierdo es de 77cm, quedando en 80cm por ser múltiplo de 5.

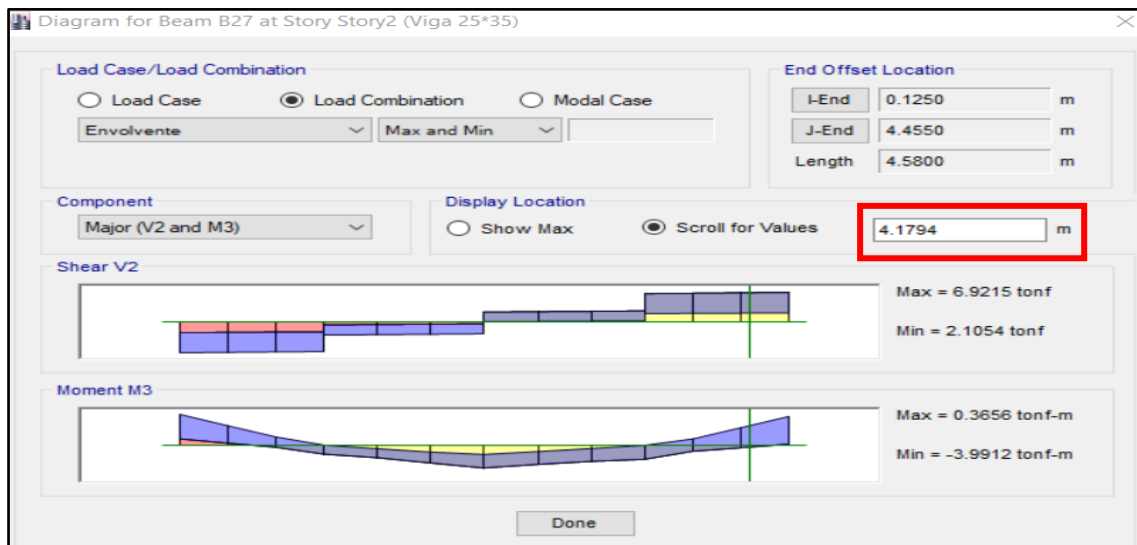
Figura 89: Distancia de Longitud de Corte (Compresión) para lado izquierdo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Para compresión del lado derecho se resta la longitud total= 4.58m con la distancia interceptada=4.18m. El resultado = 40cm se le añade los 31 cm del factor de seguridad, obteniendo el valor longitud de corte igual a 71cm, quedando en 70cm por ser múltiplo de 5.

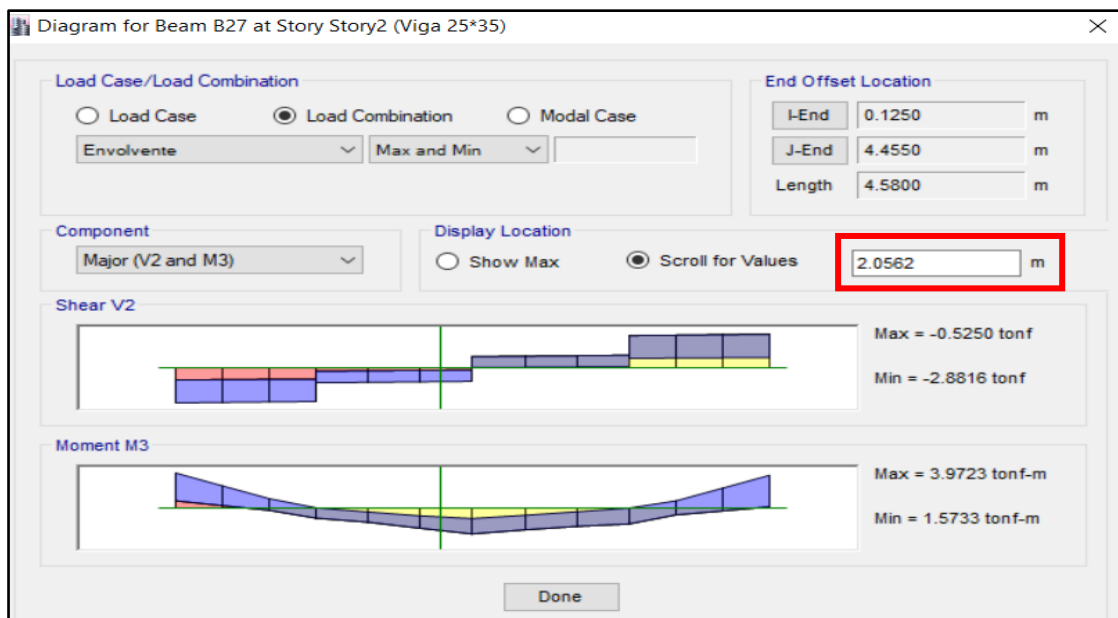
Figura 90: Distancia de Longitud de Corte (Compresión) para lado derecho



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

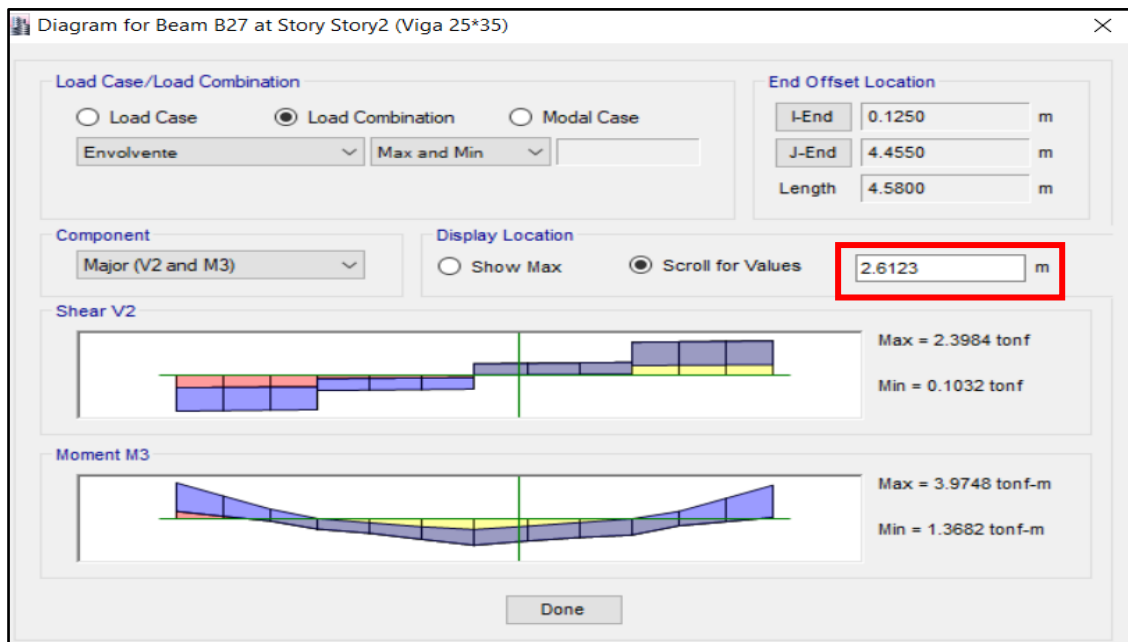
Para flexión se resta los valores interceptados en ambos lados =2.61m-2.06m =55cm, para luego añadirlo el factor de seguridad; dando como resultado la longitud de corte igual a 85cm, ubicado a 2.06 m – (31/2) cm = 1.91m de izquierda a derecha.

Figura 91: Distancia de Longitud de Corte (tensión) para el centro



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Figura 92: Distancia de Longitud de Corte (tensión) para el centro



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con el mismo procedimiento que se utilizó para calcular el acero en la viga eje 5-5 entre C y D, también se utilizó para calcular las vigas que están ancladas a las placas, ya que estas transmiten más cargas, incrementando de esa manera el área de acero requerido para las vigas.

### Viga eje 2-2 entre A y B

Luego de realizado el cálculo obtenemos que requiere  $2 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8'' = 3.98\text{cm}^2$  para el acero corrido a tensión y compresión. Y como nos falta el área de acero requerido, se colocará  $2 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$  en forma de bastón para compresión (lado izquierdo),  $1 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$  para compresión (lado derecho) y  $1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2''$  para tensión. En lo que respecta a longitud de corte, solamente variará para el acero a compresión (lado izquierdo), el cual será de 1m; el resto de longitudes se mantienen igual a lo calculado en la viga anterior.

## Viga eje 7-7 entre C y D

En lo que respecta a esta viga se mantienen los mismos datos obtenidos para la viga eje 5-5 entre C y D, ya que al realizar la verificación con la ayuda del software ETABS corroboramos que no necesita más refuerzo.

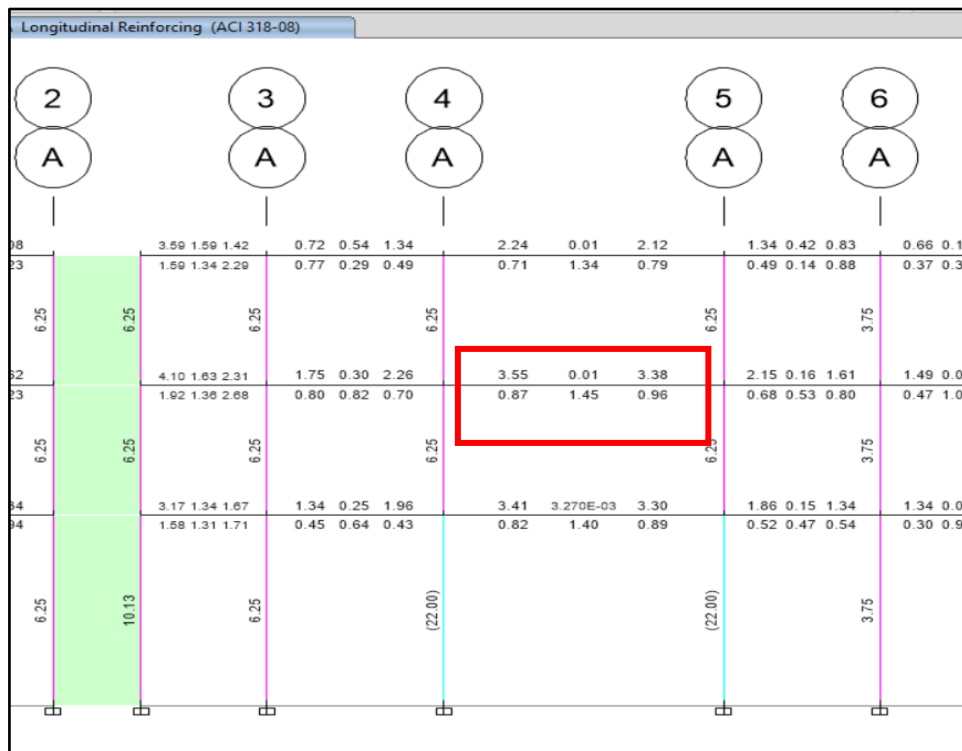
## Diseño por flexión (Vigas Secundarias)

Con la ayuda de los momentos que nos arroja el software ETABS V.16.2.1. realizamos la verificación, considerando el caso más crítico para vigas libres, ya que para las vigas que están ancladas a las placas se considerara un nuevo diseño porque tiene momentos más críticos, los cuales son el resultado de las transferencias de cargas de la placa a la viga.

## Viga eje A-A entre 4 y 5

Para el diseño de la viga se tomará los valores que se muestra a continuación.

Figura 93: Resultados del acero requerido para las vigas secundarias



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los datos mostrados en la figura anterior determinamos que se requiere  $2 \varnothing 1/2'' = 2.58 \text{ cm}^2$  para el acero corrido a tensión y compresión. Y como nos falta el área de acero requerido, se colocará  $1 \varnothing 1/2''$  en forma de bastón para compresión (lado izquierdo y derecho) haciendo un total de  $A_s = 3.87 \text{ cm}^2$ ; y lo que respecta a acero por flexión observamos que no necesita más acero. Las distancias de los bastones se calcularán a continuación

### Longitud de Corte

Se calculo el momento resistente de la viga ( $M_R$ ), mediante el software DIANSCA con los datos de la viga que se muestra a continuación:

Datos:

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$b = 25 \text{ cm}$

$h = 20 \text{ cm}$

$\varnothing = 90$

$A_s = 2 \varnothing 1/2'' = 2.58 \text{ cm}^2$

Figura 94: Resultados del  $\varnothing M_n = M_R$  para viga eje A-A entre 4 y 5

```
DOSBox 0.73, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DIAN...
> ANALISIS EN FLEXION <
Ancho Alma = 25.0          f'c = 210
Altu.Total = 20.0         fy = 4200
Ancho Ala = 0.0           phi Flex. = 0.90
Espe. Ala = 0.0          E acero = 2000000
      d = 16.0           Def.Max. del Concreto = 0.0030
      d' = 4.0           Beta1 = 0.85

Se asume compresiones en la fibra superior (ala)
As = 2.58
A's = 2.58

Momento Nominal Resistente (Mn) = 1633 kg-mt
Resistencia de Diseño (phi Mn) = 1470 kg-mt

Profundidad del Eje Neutro (c) = 3.47
Profundidad Bloque Equiv. (a) = 2.95

Deformaciones del Acero (fracción de la defor. de fluencia) (+ Tracción)
Acero Superior = 0.216
Acero Inferior = 5.150

Otro Analisis ? [S] :
```

Fuente: Elaboración propia obtenido del software DIANSCA

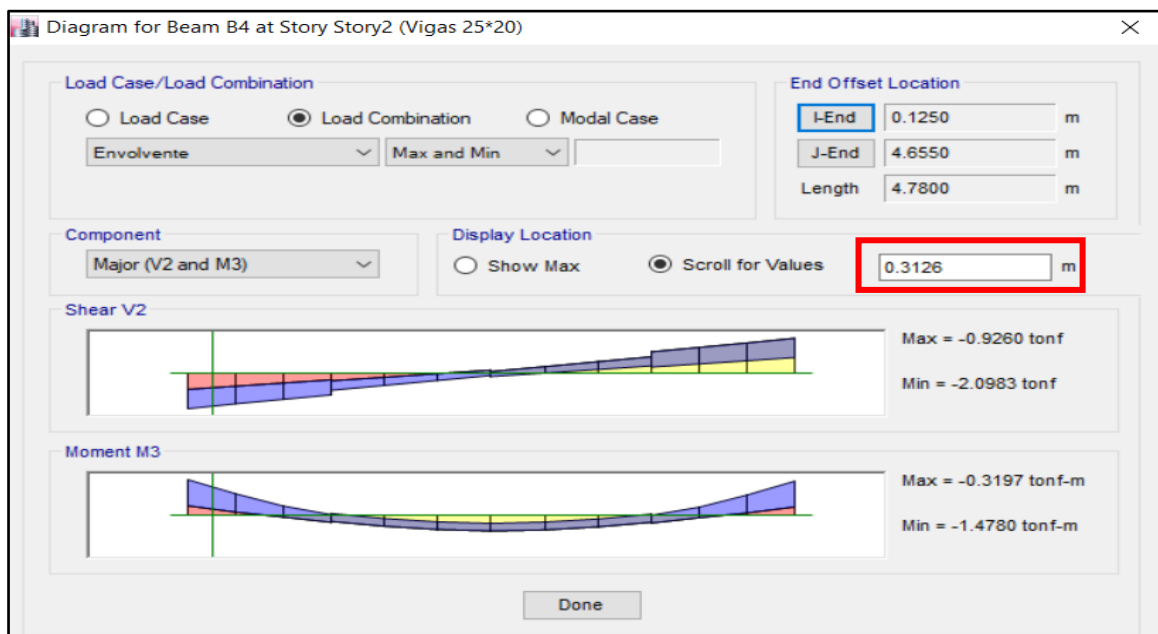


Con el que obtuvimos un  $M_{R=} = \phi M_n = 1.47 Tn - m$

Posterior a ello se procedió a interceptar los momentos en el software ETABS para que de esa manera podamos encontrar la distancia de la longitud de corte. Además, por un factor de seguridad se debe añadir a dicha longitud  $d$  ó  $12 * \phi_{barra}$  (el mayor). Si  $d=16$  y  $12 * \phi_{barra} = 15.24$ , por lo que se añadirá 16 cm.

En la siguiente figura podemos observar que la distancia de la longitud de corte es de 31 cm, a eso le añadimos 16cm de factor de seguridad. Por lo que la longitud de corte a compresión para el lado izquierdo es de 47cm, quedando en 50cm por ser múltiplo de 5.

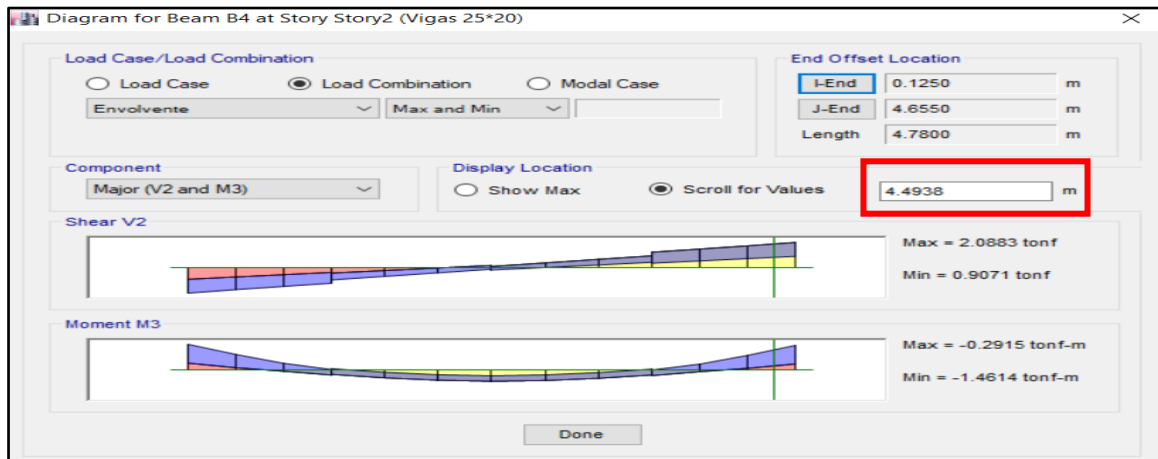
Figura 95: Distancia de Longitud de Corte (Compresión) para lado izquierdo



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Para compresión del lado derecho se resta la longitud total= 4.78m con la distancia interceptada=4.49m. Al resultado = 29 cm se le añade los 16 cm del factor de seguridad, obteniendo el valor longitud de corte igual a 45cm

Figura 96: Distancia de Longitud de Corte (Compresión) para lado derecho



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con el mismo procedimiento que se utilizó para calcular el acero en la viga eje A-A entre 4 y 5, también se utilizó para calcular las vigas que están ancladas a las placas, ya que estas transmiten más cargas, incrementando de esa manera el área de acero requerido para las vigas.

### Viga eje A-A entre 4 y 5

Luego de realizado el cálculo obtenemos que requiere  $2 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2'' = 2.58 \text{ cm}^2$  para el acero corrido a tensión y compresión. Y como nos falta el área de acero requerido, se colocará  $1 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$  en forma de bastón para compresión (lado izquierdo),  $1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2''$  para compresión (lado derecho). En lo que respecta a longitud de corte, solamente variará para el acero a compresión (lado izquierdo), el cual será de 54cm; el resto de longitudes se mantienen igual a lo calculado en la viga anterior.

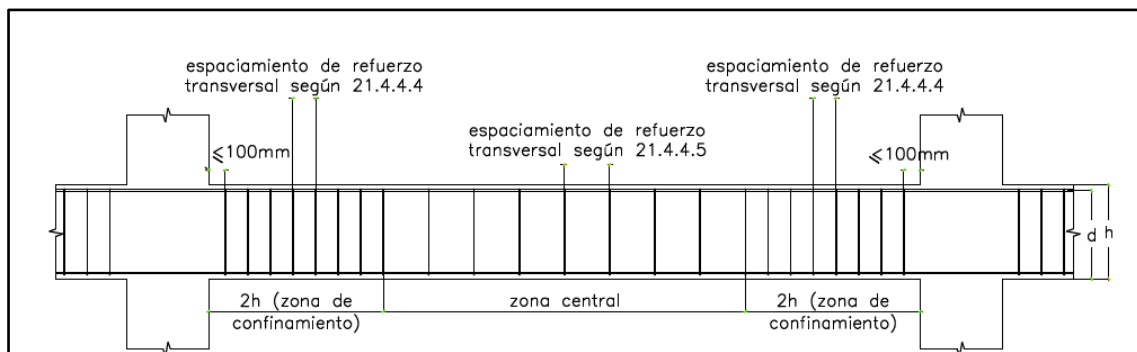
### Viga eje D-D entre 6 y 7

En lo que respecta a esta viga obtenemos que requiere  $2 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2'' = 2.58 \text{ cm}^2$  para el acero corrido a tensión y compresión. Y como nos falta el área de acero requerido, se colocará  $1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2''$  en forma de bastón para compresión (lado izquierdo),  $2 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$  para compresión (lado derecho) y para tensión se necesita  $1 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$  (lado izquierdo y derecho). En lo que respecta a longitud de corte; el acero a compresión lado izquierdo estará ubicado a 35 cm, el acero a compresión lado derecho estará ubicado a 55cm, el acero a tensión lado izquierdo estará ubicado a 45cm y el acero a tensión lado derecho estará ubicado a 45 cm.

## Diseño por cortante (Vigas principales)

Para el diseño por cortante y teniendo en cuenta que nuestra estructura es de muros estructurales, la norma E060 brinda requisitos mínimos para su diseño, los cuales se detallaran a continuación:

Figura 97: Consideraciones mínimas para la distribución de acero de refuerzo.



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E060

- ✓ El primer estribo de confinamiento debe estar situado a no de 100mm o 10 cm de la cara del elemento de apoyo
- ✓ El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder del menor de los puntos considerados a continuación.
  - e)  $d/4 = 31/4 = 7.75$
  - f)  $10 * \phi_{barra\ longitudinal} = 10 * \phi 5/8" = 10 * (5/8 * 2.54) = 15.88$
  - g)  $24 * \phi_{barra\ estribo} = 24 * \phi 3/8" = 24 * (3/8 * 2.54) = 22.86$
  - h) 30 cm
- ✓ El espaciamiento de los estribos en la zona central debe estar espaciados a no más de  $0.5d = 15.5$
- ✓ Y por último, la separación de los estribos no deberá ser mayor que la fuerza cortante requerida.

Con las consideraciones que nos brinda la norma E060 y teniendo un valor para la zona de confinamiento de  $2h = 2 * 35 = 70\text{cm}$ ; nuestra distribución de estribos para vigas principales queda de la siguiente manera:

Estribo  $\phi 3/8"$ , 1@ 0.05, 7@ 0.10, Resto @ 15

Luego de haber obtenido nuestra distribución de estribos realizamos la verificación de la última condición  $V_u \leq \phi V_n$ .

#### DENTRO DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

Calculando el valor de " $V_c$ "

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_c = 0.53\sqrt{210} * 25 * 31$$

$$V_c = 5952.33 \text{ Kg}$$

$$V_c = 5.95 \text{ Tn}$$

Calculando el valor de " $V_s$ "

$$V_s = \frac{A_{Estribo}}{S} * f'y * d$$

$$V_s = \frac{0.71}{10} * 4200 * 31$$

$$V_s = 9244.2 \text{ Kg}$$

$$V_s = 9.24 \text{ Tn}$$

Reemplazando valores:

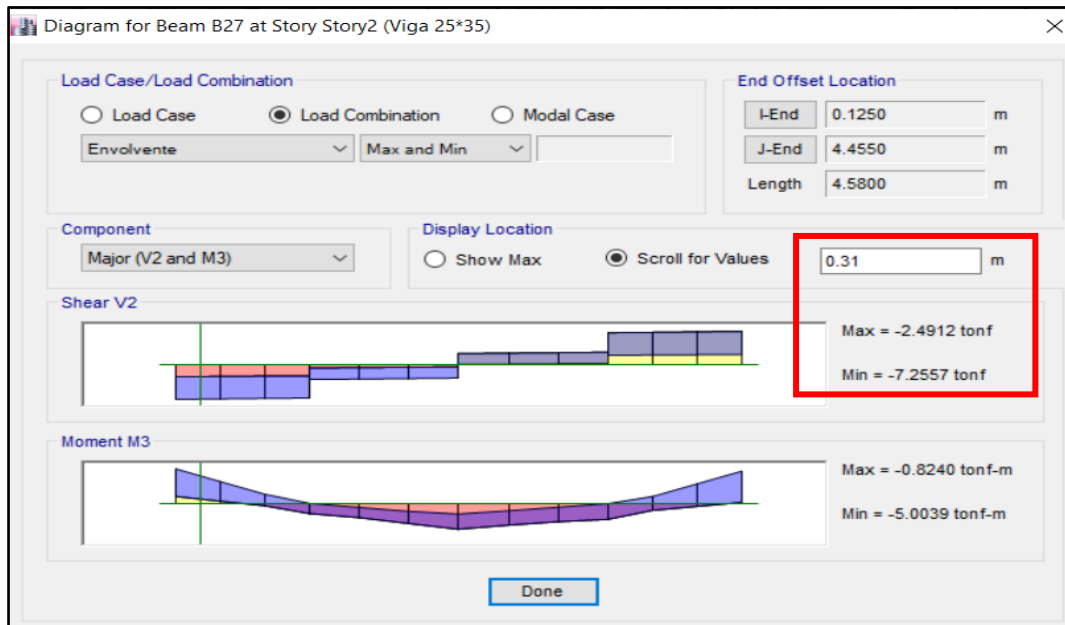
$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

$$\phi V_n = 0.85(5.95 + 9.24)$$

$$\phi V_n = 12.90 \text{ Tn}$$

Posterior a aquello se obtuvo el valor de  $V_u$ , considerando una distancia a  $d=0.31\text{m}$  de la cara como se muestra en la figura a continuación.

Figura 98: Resultados de  $V_u$  considerando una distancia de  $d=0.31m$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Finalmente se comprobó que el acero colocado por cortante si cumple con todos los requisitos determinados en la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones

$$V_u \leq \phi V_n.$$

$$7.26 Tn \leq 12.90 Tn \dots Ok$$

FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

Calculando el valor de " $V_s$ "

$$V_s = \frac{A_{Estribo}}{S} * f' y * d$$

$$V_s = \frac{0.71}{15} * 4200 * 31$$

$$V_s = 6162.8 Kg$$

$$V_s = 6.16 Tn$$

Reemplazando valores:

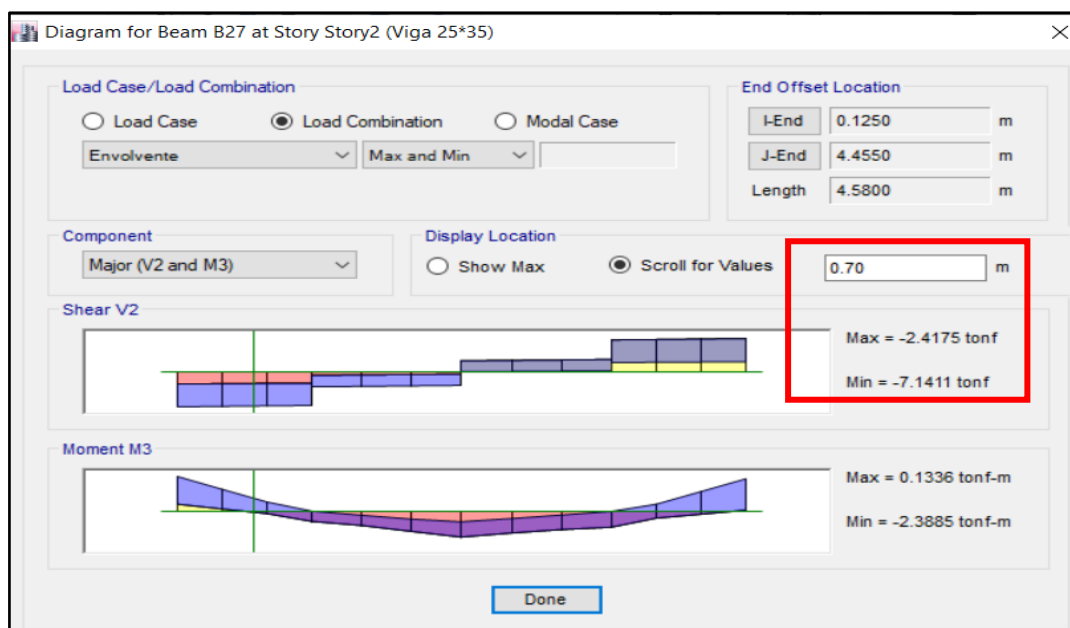
$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

$$\phi V_n = 0.85(5.95 + 6.16)$$

$$\phi V_n = 10.29 Tn$$

Posterior a aquello se obtuvo el valor de  $V_u$ , considerando una distancia de  $2h=0.70m$  de la cara como se muestra en la figura a continuación.

Figura 99: Resultados de  $V_u$  considerando una distancia de  $2h=0.70m$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Finalmente se comprobó que el acero colocado por cortante si cumple con todos los requisitos determinados en la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones

$$V_u \leq \phi V_n.$$

$$7.14 Tn \leq 10.29 Tn \dots \text{Ok}$$

## Diseño por cortante (Vigas secundarias)

Para el diseño por cortante y teniendo en cuenta que nuestra estructura es de muros estructurales, la norma E060 brinda requisitos mínimos para su diseño, los cuales se detallaran a continuación:

- ✓ El primer estribo de confinamiento debe estar situado a no de 100mm o 10 cm de la cara del elemento de apoyo
- ✓ El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder del menor de los puntos considerados a continuación.
  - i)  $d/4 = 16/4 = 4$
  - j)  $10 * \phi_{barra\ longitudinal} = 10 * \phi_{1/2"} = 10 * (1/2 * 2.54) = 12.7$
  - k)  $24 * \phi_{barra\ estribo} = 24 * \phi_{3/8"} = 24 * (3/8 * 2.54) = 22.86$
  - l) 30 cm
- ✓ El espaciamiento de los estribos en la zona central debe estar espaciados a no más de  $0.5d = 0.5 * 16 = 8$
- ✓ Y por último, la separación de los estribos no deberá ser mayor que la fuerza cortante requerida.

Con las consideraciones que nos brinda la norma E060 y teniendo un valor para la zona de confinamiento de  $2h = 2 * 20 = 40\text{cm}$ ; nuestra distribución de estribos para vigas principales queda de la siguiente manera:

Estribo  $\phi_{3/8"}$ , 1@ 0.05, 7@ 0.05, Resto @ 8

Como podemos observar la distribución de los estribos es demasiado cercana, Por lo que se procede a realizar una nueva distribución, considerando que son vigas secundarias y no necesitan tanto confinamiento. Por lo que nuestra distribución de estribos queda de la siguiente manera.

Estribo  $\phi_{3/8"}$ , 1@ 0.05, 7@ 0.10, Resto @ 25

Luego de haber obtenido nuestra distribución de estribos realizamos la verificación de la última condición  $V_u \leq \phi V_n$ .

#### DENTRO DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

Calculando el valor de " $V_c$ "

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0.53\sqrt{210} * 25 * 16$$

$$V_c = 3072.17 \text{ Kg}$$

$$V_c = 3.07 \text{ Tn}$$

Calculando el valor de " $V_s$ "

$$V_s = \frac{A_{\text{Estribo}}}{S} * f'_y * d$$

$$V_s = \frac{0.71}{10} * 4200 * 16$$

$$V_s = 4771.2 \text{ Kg}$$

$$V_s = 4.77 \text{ Tn}$$

Reemplazando valores:

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

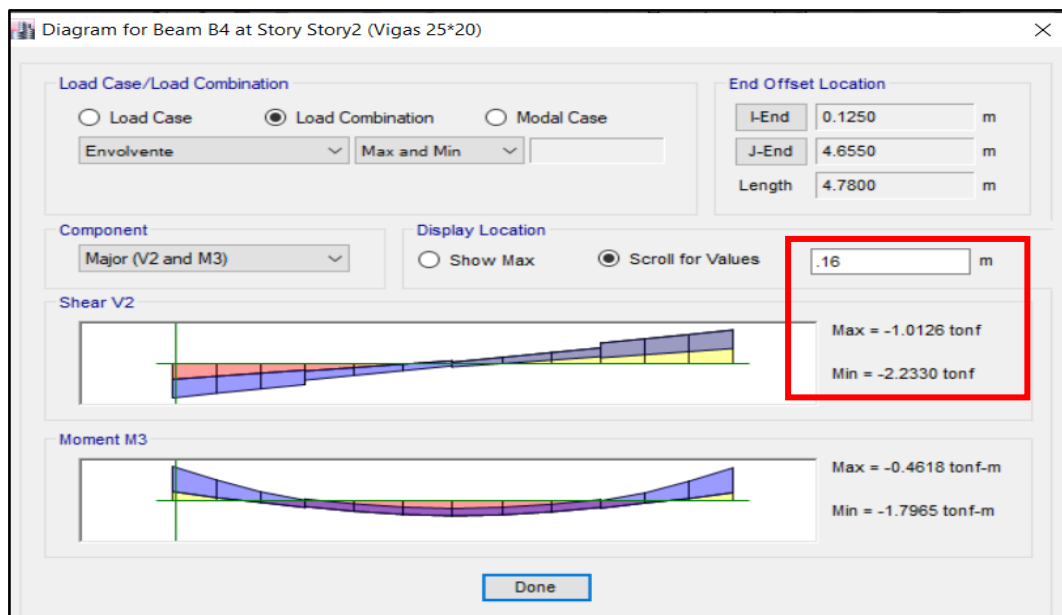
$$\phi V_n = 0.85(3.07 + 4.77)$$

$$\phi V_n = 6.66 \text{ Tn}$$

Posterior a aquello se obtuvo el valor de  $V_u$ , considerando una distancia a  $d=0.16\text{m}$  de la cara como se muestra en la figura a continuación.



Figura 100: Resultados de  $V_u$  considerando una distancia de  $d=0.16m$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Finalmente se comprobó que el acero colocado por cortante si cumple con todos los requisitos determinados en la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones

$$V_u \leq \phi V_n.$$

$$2.23 Tn \leq 6.66 Tn \dots Ok$$

FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

Calculando el valor de " $V_s$ "

$$V_s = \frac{A_{Estribo}}{S} * f' y * d$$

$$V_s = \frac{0.71}{25} * 4200 * 16$$

$$V_s = 1908.48 Kg$$

$$V_s = 1.91 Tn$$

Reemplazando valores:

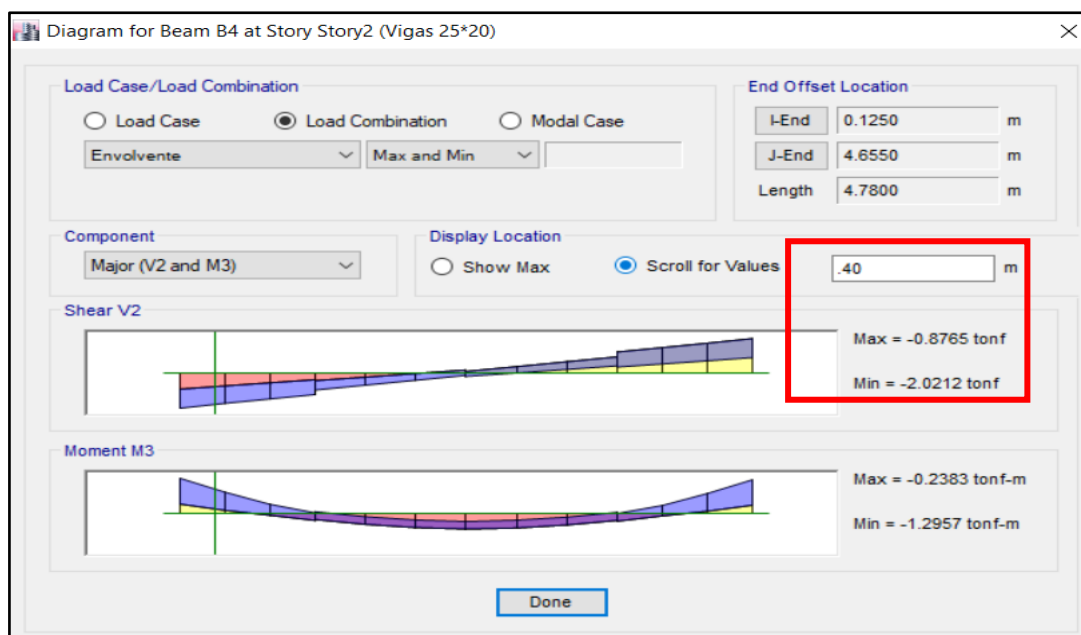
$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

$$\phi V_n = 0.85(3.07 + 1.91)$$

$$\phi V_n = 4.23 Tn$$

Posterior a aquello se obtuvo el valor de  $V_u$ , considerando una distancia de  $2h=0.40m$  de la cara como se muestra en la figura a continuación.

Figura 101: Resultados de  $V_u$  considerando una distancia de  $2h=0.40m$



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Finalmente se comprobó que el acero colocado por cortante si cumple con todos los requisitos determinados en la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones

$$V_u \leq \phi V_n.$$

$$2.02 Tn \leq 4.23 Tn \dots \text{Ok}$$

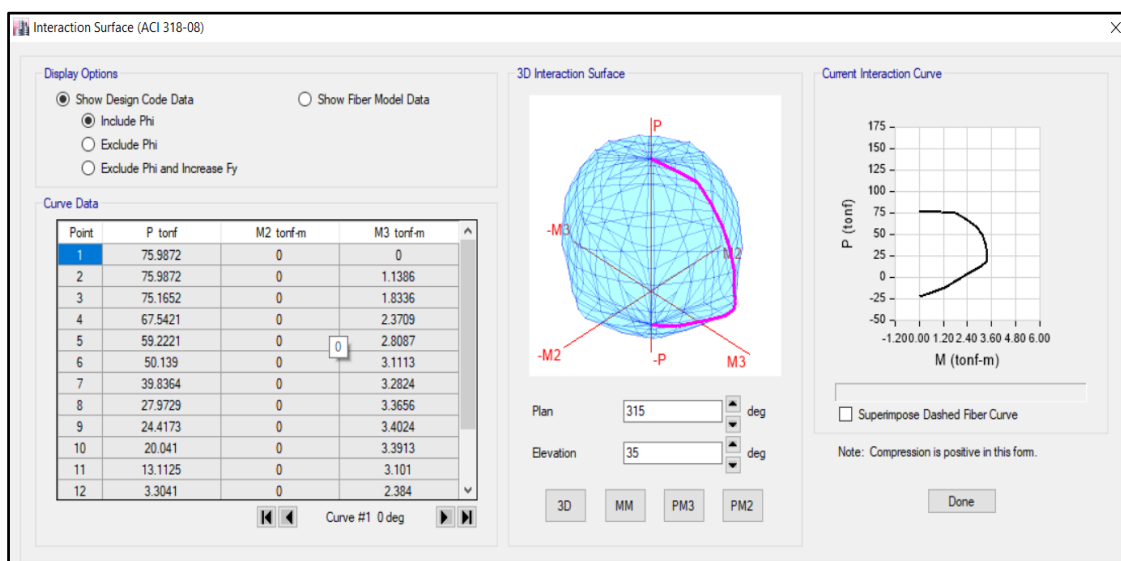
## DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROYECTADOS (COLUMNAS)

De acuerdo a la verificación de acero que se realizó para la columna más crítica ubicada en punto 3C, nos arrojó que la configuración de acero existente  $6\phi 1/2''$ , era suficiente para dicho elemento estructural. Por lo cual se comprobará si es la misma cantidad de acero para el segundo nivel y por consiguiente el tercer nivel.

Como ya se tiene configurado el software de acuerdo a la norma ACI 318-08, la cual es muy parecida a nuestra norma E060. Ingresamos los datos de la columna para poder obtener los resultados que muestra la figura a continuación.

- Secciones: 25cm x 25cm
- $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero propuesto:  $6\phi 1/2''=7.74\text{cm}^2$

Figura 102: Curvas de Iteración para las columnas del segundo nivel



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Una vez obtenido esos datos se procedió a realizar la verificación para poder determinar si el acero propuesto es suficiente para dicho elemento estructural.

## Verificación Manual

Se verificó si la cuantía existente cumplía con los parámetros de cuantía que nos brinda la norma E060, la cual debería entre 1% y 6%.

$$\rho_{\min}=0.01*25\text{cm}*25\text{cm}$$

$$\rho_{\min}= 6.25 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{axis}} > \rho_{\min}$$

$$7.74 \text{ cm}^2 > 6.25 \text{ cm}^2$$

Como podemos verificar la cuantía de acero propuesta supera la cuantía mínima requerida por la norma, la cual nos da un buen indicio de que la cantidad de acero colocado es el correcto.

## Verificación mediante los diagramas de iteración

Luego de realizar los procedimientos anteriormente mencionados se obtuvo los datos de ETABS V.16.2.1, los cuales se muestran en la tabla siguientes:

Tabla 124: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la columna 3C – 2nivel

Story	Column	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story2	C17	Dead	-15.5047	-0.6263	0.2561	0.2952	-0.8411
Story2	C17	Live	-3.9725	-0.275	0.037	0.0427	-0.3576
Story2	C17	SDiseño xx Max	-2.5674	1.1245	0.2472	0.31	1.3156
Story2	C17	SDiseño yy Max	-0.3622	0.4079	0.6683	0.8369	0.4761

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 125: Combinaciones de Diseño – Columna 3C – 2Nivel

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	28.4598	0.48587	-1.78546
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	21.7791	0.73238	-0.182775
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	26.9139	0.11238	-2.813975
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	11.3868	0.57568	0.55861
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	16.5216	-0.0443	-2.07259
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	23.9843	1.25928	-1.022275
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	24.7087	-0.4145	-1.974475
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	13.592	1.10258	-0.28089
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	14.3164	-0.5712	-1.23309

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 126: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Columna 3C – 2Nivel

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	28.4598	0.48587	-1.78546
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	21.7791	0.732375	-0.182775
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	26.9139	0.112375	-2.813975
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	11.38683	0.57568	0.55861
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	16.52163	-0.04432	-2.07259
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	21.7791	-0.73238	0.182775
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	26.9139	-0.11238	2.813975
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	11.38683	-0.57568	-0.55861
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	16.52163	0.04432	2.07259

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

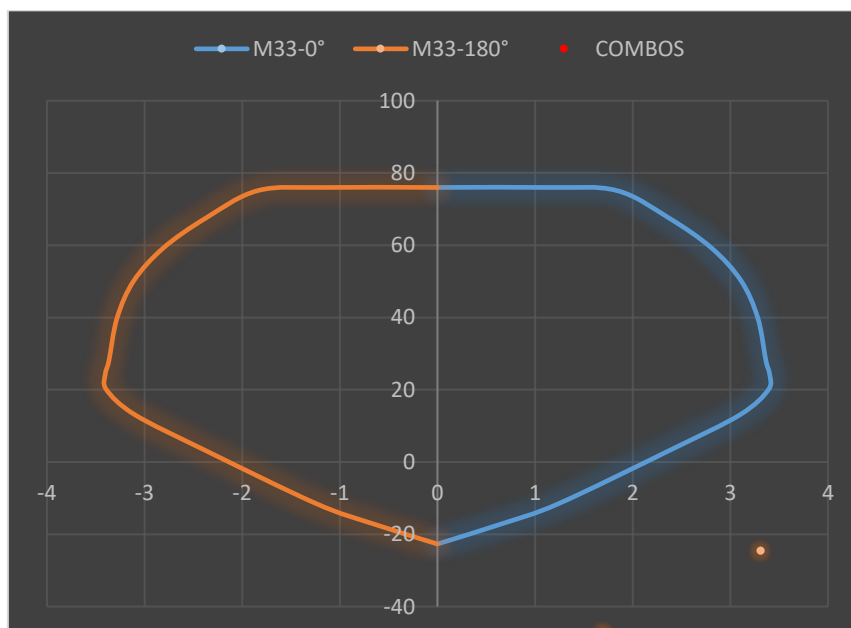
Tabla 127: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Columna 3C – 2Nivel

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	28.45983	0.48587	-1.7855
<b>SISMO YY POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	23.9843	1.259275	-1.02228
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	24.7087	-0.41453	-1.97448
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	13.59203	1.10258	-0.28089
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	14.31643	-0.57122	-1.23309
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	23.9843	-1.25928	1.022275
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	24.7087	0.414525	1.974475
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	13.59203	-1.10258	0.28089
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	14.31643	0.57122	1.23309

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

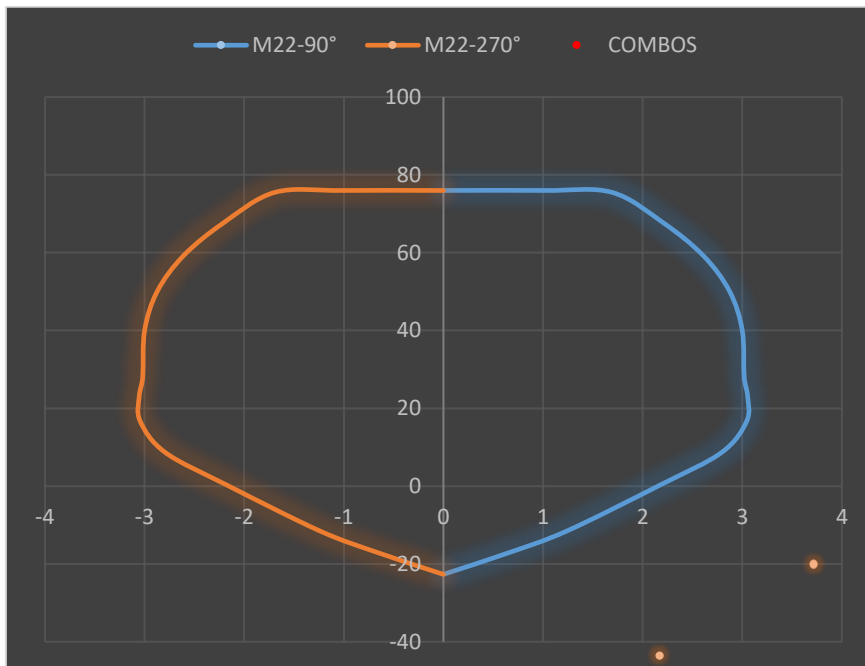
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 98, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 41: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



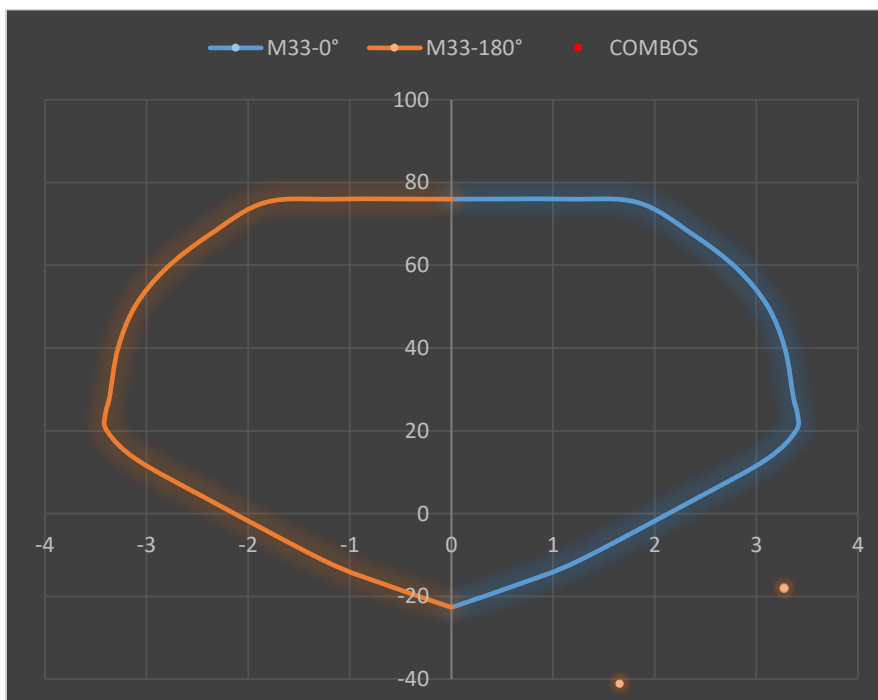
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 42: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



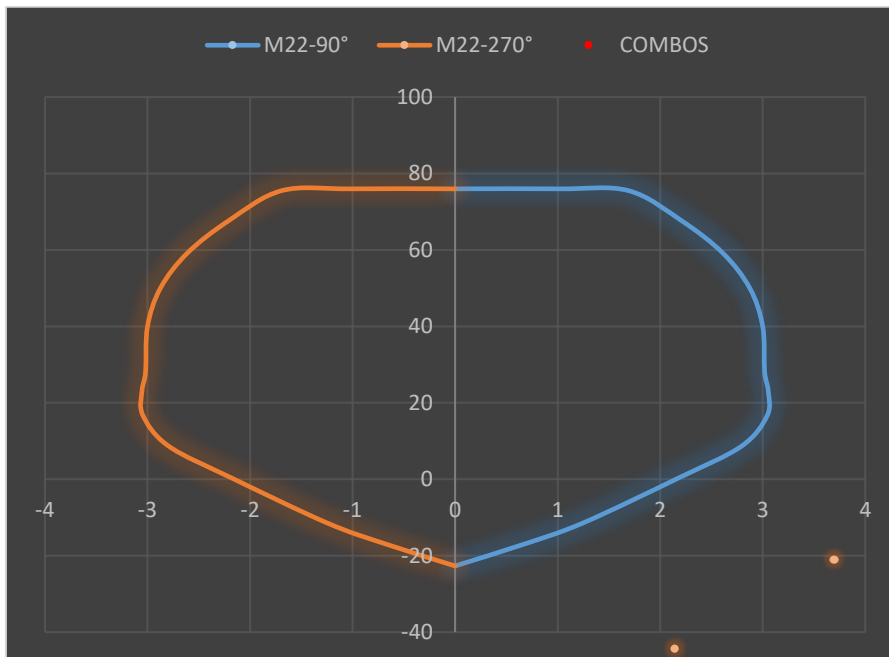
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 43: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 44: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

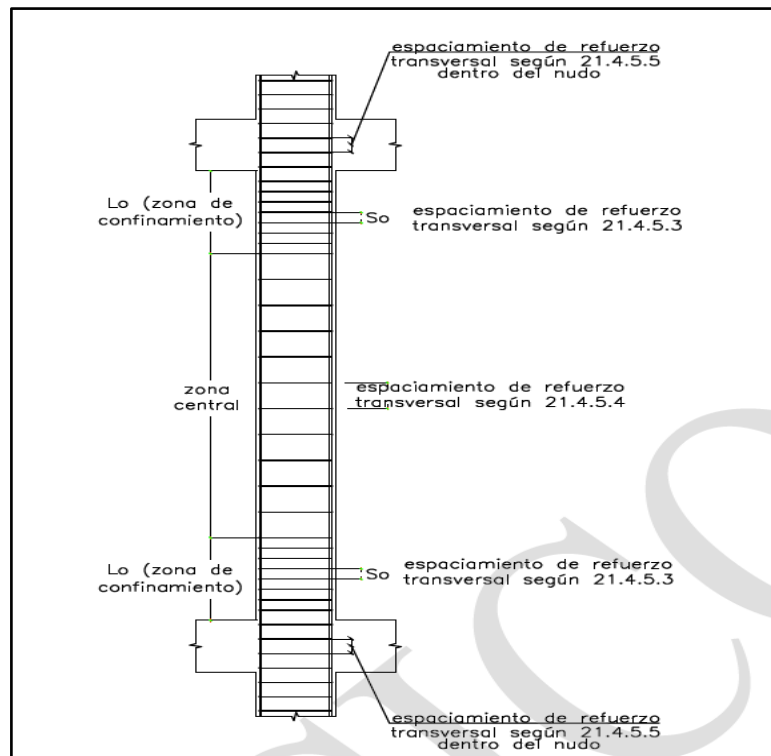
Como podemos observar en los diagramas de iteración, todos los puntos están dentro del mismo, por lo que se determina que el acero propuesto es suficiente para soportar las cargas actuantes de la estructura para casos de sismo. Por lo que se concluye que todas columnas proyectadas estarán compuestas por 6Ø1/2”.

### **Diseño por cortante (COLUMNAS)**

Para el diseño por cortante y teniendo en cuenta que nuestra estructura es de muros estructurales, la norma E060 brinda requisitos mínimos para su diseño, los cuales se detallaran a continuación:



Figura 103: Consideraciones mínimas para la distribución de acero de refuerzo (Columnas)



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E060

DEFINIENDO LA LONGITUD ( $L_0$ ). Esta no debe ser menor que el mayor entre:

- ✓  $(1/6)$  parte de la luz del elemento =  $(1/6) * 2.57 = 43$  cm
- ✓ La mayor dimensión de la sección transversal del elemento = 25cm
- ✓ 500mm = 50cm

DEFINIENDO EL ESPACIAMIENTO ( $S_0$ ). Esta no debe exceder al menor entre:

- ✓  $8 * \phi_{\text{barra longitudinal}} = 8 * \phi_{1/2"} = 8 * (1/2 * 2.54) = 10.16$  cm
- ✓ La mitad de la menor dimensión de la sección transversal del elemento =  $25/2 = 12.5$  cm
- ✓ 100mm = 10cm

DEFINIENDO EL ESPACIAMIENTO FUERA DE ( $L_0$ ). Esta debe cumplir con:

- ✓  $V_u \leq \phi V_n$ .
- ✓ No debe ser mayor que 300mm = 30cm

Con las consideraciones que nos brinda la norma E060 y teniendo un valor para la zona de confinamiento  $L_o = 50\text{cm}$ ; nuestra distribución de estribos para columnas queda de la siguiente manera:

Estribo  $\emptyset 3/8"$ , 1@ 0.05, 5@ 0.10, Resto @ 25

Luego de haber obtenido nuestra distribución de estribos realizamos la verificación de la última condición  $V_u \leq \phi V_n$ .

### **CORTANTE ULTIMA ( $V_u$ )**

Se procedió a encontrar los valores de las cortantes, para que mediante las combinaciones encontremos las cortantes que están produciéndose en la estructura, ya sea por carga viva, carga muerta o por los sismos en "X" o "Y". De las cuales se elegirá el mayor para el diseño, y este será en valor absoluto, así como muestran las tablas a continuación.

Tabla 128: Cortantes (V) de la columna 3C – 2nivel

Story	Column	Load Case/Combo	V2	V3
			tonf	tonf
Story2	C17	Dead	-0.6263	0.2561
Story2	C17	Live	-0.275	0.037
Story2	C17	SDiseño xx Max	1.1245	0.2472
Story2	C17	SDiseño yy Max	0.4079	0.6683

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones.

Tabla 129: Combinaciones de Diseño para cortante– Columna 3C – 2Nivel

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO	
		V2	V3
	U1=1.4CM+1.7CV	-1.3443	0.42144
SISMO XX	U2=1.25(CM+CV) + SISXX	-0.0021	0.61358
	U3=1.25(CM+CV) - SISXX	-2.2511	0.11918
	U4=0.9CM + SISXX	0.56083	0.47769
	U5=0.9CM - SISXX	-1.6882	-0.0167
SISMO YY	U2=1.25(CM+CV) + SISYY	-0.7187	1.03468
	U3=1.25(CM+CV) - SISYY	-1.5345	-0.3019
	U4=0.9CM + SISYY	-0.1558	0.89879
	U5=0.9CM - SISYY	-0.9716	-0.4378

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Luego, al observar de la tabla anterior podemos encontrar la cortante máxima ubicada en V2= 2.25 ton. Por lo tanto, nuestra  $V_u = 2.25 \text{ ton}$ .

Posterior a ello, realizamos la verificación de la condición  $V_u \leq \phi V_n$ .

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

Calculando el valor de “ $V_c$ ”

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g}\right) * b * d$$

$$V_c = 0.53\sqrt{210} * \left(1 + \frac{15.50 * 1000}{140 * 25 * 25}\right) * 25 * 16$$

$$V_c = 3616.39 \text{ Kg}$$

$$V_c = 3.62 \text{ Tn}$$

Calculando el valor de " $V_S$ "

$$V_S = \frac{A_{Estribo}}{S} * f' y * d$$

$$V_S = \frac{0.71}{10} * 4200 * 16$$

$$V_S = 4771.2 \text{ Kg}$$

$$V_S = 4.77 \text{ Tn}$$

Reemplazando valores:

$$\phi V_n = \phi (V_c + V_S)$$

$$\phi V_n = 0.85(3.62 + 4.77)$$

$$\phi V_n = 7.13 \text{ Tn}$$

Finalmente se comprobó que el acero colocado por cortante si cumple con todos los requisitos determinados en la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones

$$V_u \leq \phi V_n.$$

$$2.25 \text{ Tn} \leq 7.13 \text{ Tn} \dots \text{Ok}$$

## DISEÑO DE ACERO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROYECTADOS (MUROS ESTRUCTURALES O PLACAS)

### Diseño por Flexo compresión Placa N°1

Para realizar el diseño de las placas se tuvo en cuenta los lineamientos de la norma E060. La cual nos menciona que la cuantía mínima para los aceros verticales y horizontales a lo largo de la placa debe ser de la manera que sigue:

$$\rho_{min}=0.0025$$

Por lo tanto, consideramos lo que nos dice la norma y determinamos que nuestro acero mínimo será de la manera que sigue. Teniendo que analizar dicha placa tendremos en cuenta un valor de  $b=100\text{cm}$ , ya que es constante.

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * h$$

$$A_{s_{min}} = 0.0025 * 100 * 25$$

$$A_{s_{min}} = 6.25\text{cm}^2$$

Una vez obtenido el acero mínimo, procedemos a determinar la separación de barras la cual se calculará de la manera que sigue:

$$S = \frac{A_{s_{colocado}}}{A_{s_{requerido}}}$$

$$S = \frac{2 * 0.71\text{cm}^2}{6.25\text{cm}^2/\text{m}}$$

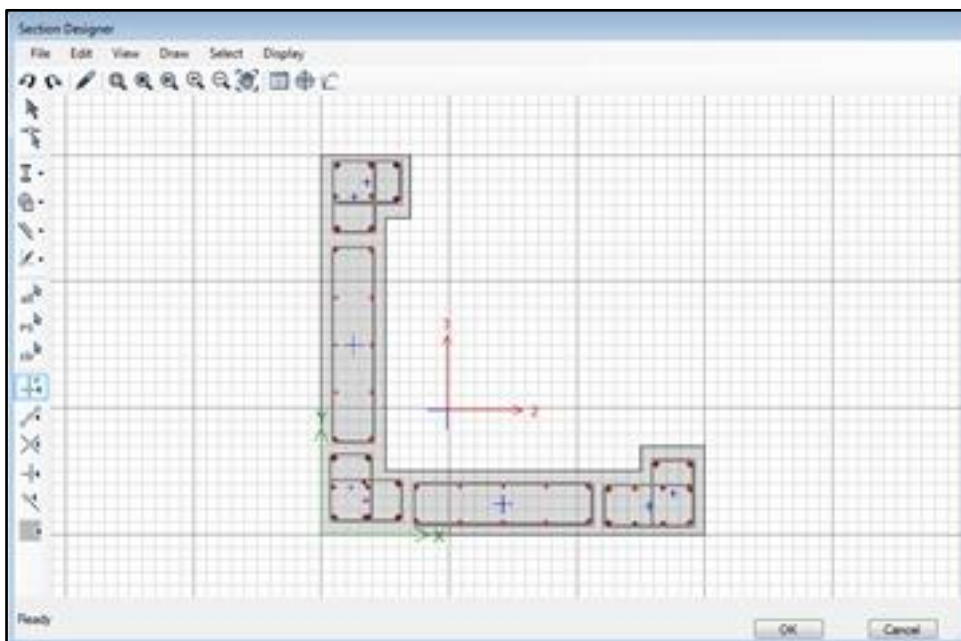
$$S = 0.22 \text{ m}$$

Por lo tanto, nuestra distribución de aceros verticales y horizontales para placas queda de la siguiente manera:

$\varnothing 3/8"$ , @ 0.20m

Luego de haber calculado la distribución de nuestros aceros verticales y horizontales en nuestra placa, procedemos a realizar el tanteo para verificar el acero que irán en los núcleos de borde de la placa. Para eso utilizamos el Software ETABS V.16.2.1, el cual nos ayudara a graficar las curvas de iteración para dicha placa, así como se muestra a continuación.

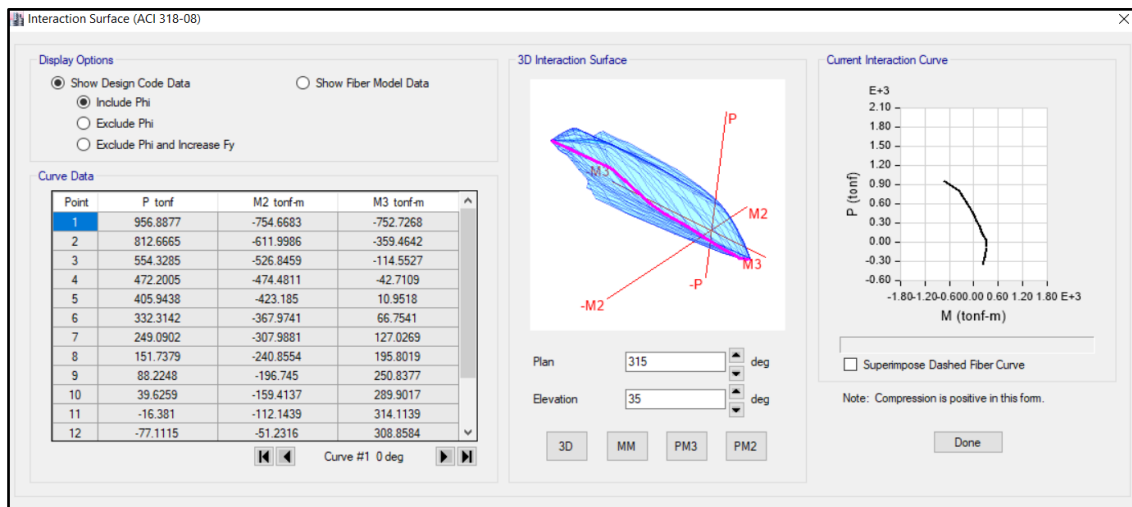
Figura 104: Acero en Muro Estructural o Placa N°1



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

En la figura anterior se muestra el diseño de la placa n°1, para lo cual se consideró acero de  $\varnothing 5/8"$  y  $\varnothing 1/2"$  para los elementos de borde, acero de  $\varnothing 3/8"$  a lo largo de la placa (vertical y horizontal), y un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Luego de ello procedemos a calcular en el mismo software las curvas de iteración que se muestran a a continuación.

Figura 105: Curvas de Iteración para la placa N°1



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Una vez obtenido esos datos se procedió a realizar la verificación para poder determinar si el acero propuesto es suficiente para dicho elemento estructural. Para ello se obtuvo los datos de la placa N°1 que se muestran a continuación.

Tabla 130: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la placa N°1

Story	Pier	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story2	PLACA 01	Dead	-36.0862	-0.8739	-0.4298	-6.2809	2.6944
Story2	PLACA 01	Live	-5.4373	-0.2951	-0.152	-2.2506	1.2364
Story2	PLACA 01	SDiseño xx Max	22.723	34.6803	-1.4239	-20.9051	146.5158
Story2	PLACA 01	SDiseño yy Max	18.5211	1.1665	30.8818	130.4904	-11.3799

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 131: Combinaciones de Diseño – Placa N°1

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	59.7641	-12.619	5.87404
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	74.6274	-31.569	151.429
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	29.1814	10.2407	-141.6
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	55.2006	-26.558	148.941
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	9.75458	15.2523	-144.09
		<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	70.4255	119.826
<b>SISMO YY</b>	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	33.3833	-141.15	16.2934
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	50.9987	124.838	-8.9549
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	13.9565	-136.14	13.8049

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 132: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Placa N°1

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	59.7641	-12.619	5.87404
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	74.62738	-31.5695	151.4293
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	29.18138	10.24073	-141.602
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	55.20058	-26.5579	148.9408
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	9.75458	15.25229	-144.091
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	74.62738	31.56948	-151.429
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	29.18138	-10.2407	141.6023
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	55.20058	26.55791	-148.941
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	9.75458	-15.2523	144.0908

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel



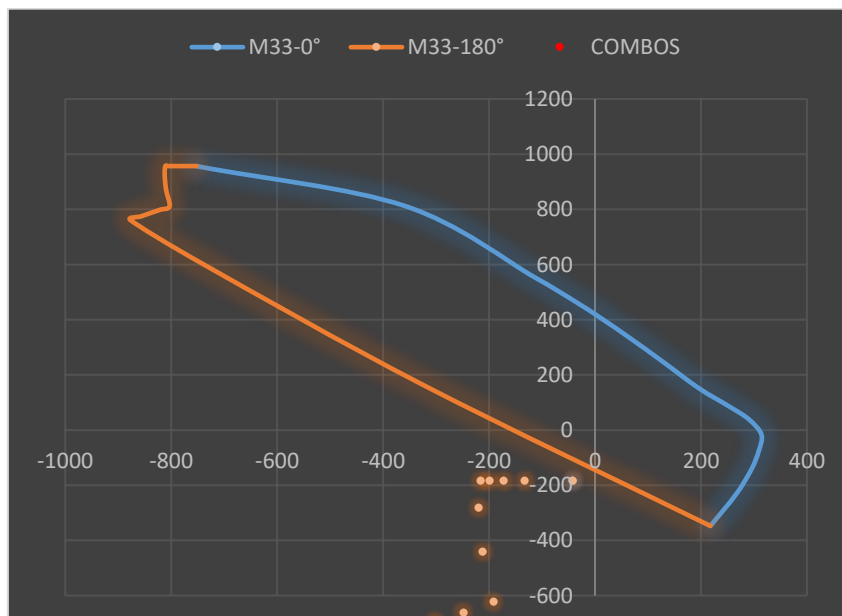
Tabla 133: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Placa N°1

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	59.76409	-12.619	5.87404
<b>SISMO YY POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	70.425475	119.826	-6.4664
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	33.383275	-141.155	16.2934
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	50.99868	124.8376	-8.95494
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	13.95648	-136.143	13.80486
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	70.425475	-119.826	6.4664
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	33.383275	141.1548	-16.2934
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	50.99868	-124.838	8.95494
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	13.95648	136.1432	-13.8049

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

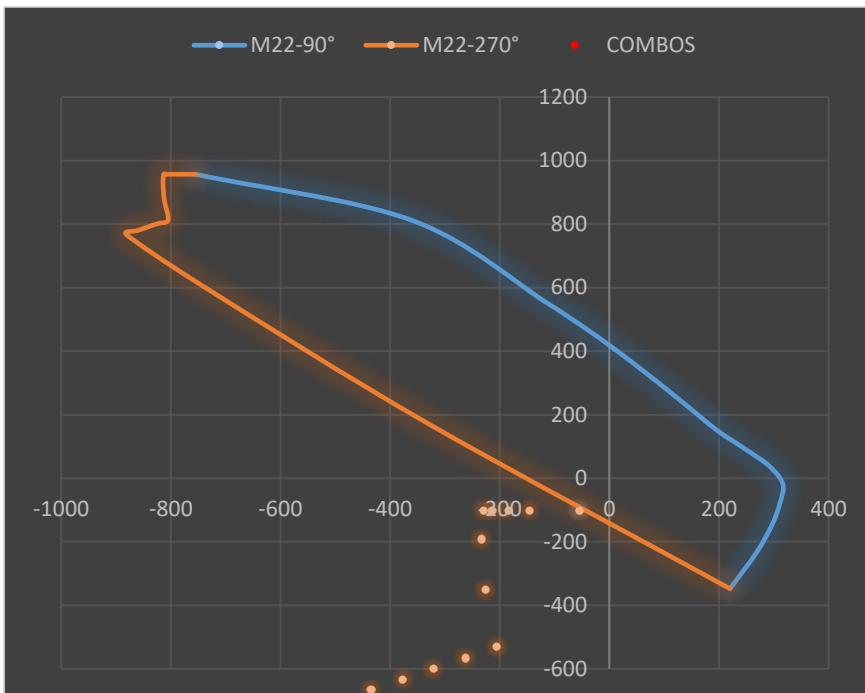
Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 105, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

Gráfico 45: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



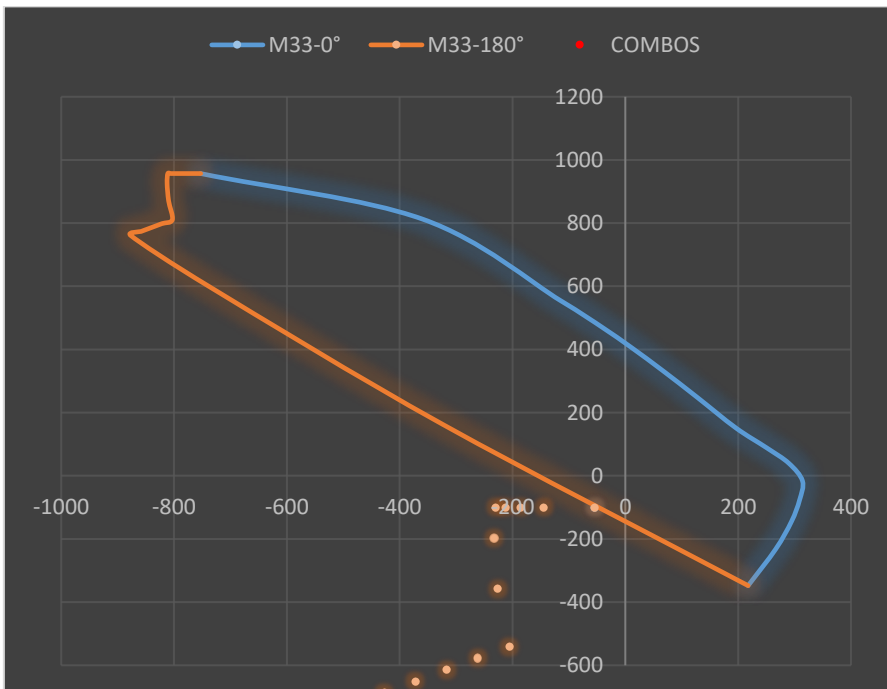
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 46: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



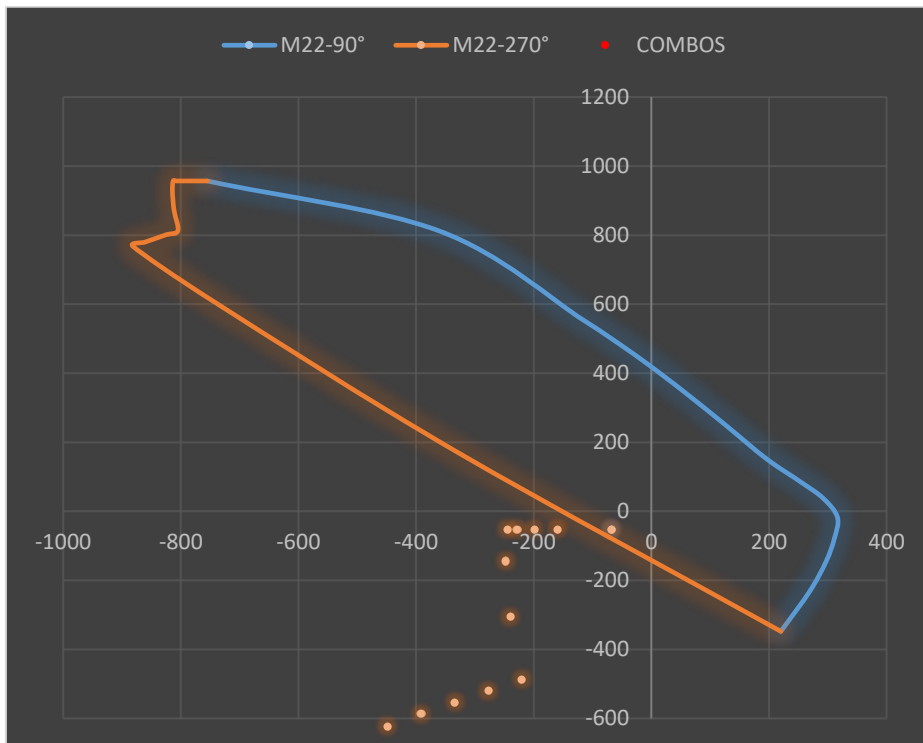
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 47: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Exce

Gráfico 48: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Como podemos observar en los diagramas de iteración, todos los puntos están dentro del mismo, por lo que se determina que el acero propuesto es suficiente para soportar las cargas actuantes de la estructura para casos de sismo. Por lo que se concluye que la placa N°1 tendrá acero de  $\varnothing 5/8''$  y  $\varnothing 1/2''$  para los elementos de borde, acero de  $\varnothing 3/8''$  a lo largo de la placa (vertical y horizontal).

## Diseño por Flexo compresión Placa N°2

Para realizar el diseño de las placas se tuvo en cuenta los lineamientos de la norma E060. La cual nos menciona que la cuantía mínima para los aceros verticales y horizontales a lo largo de la placa debe ser de la manera que sigue:

$$\rho_{min}=0.0025$$

Por lo tanto, consideramos lo que nos dice la norma y determinamos que nuestro acero mínimo será de la manera que sigue. Teniendo que analizar dicha placa tendremos en cuenta un valor de  $b=100\text{cm}$ , ya que es constante.

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * h$$

$$A_{s_{min}} = 0.0025 * 100 * 25$$

$$A_{s_{min}} = 6.25\text{cm}^2$$

Una vez obtenido el acero mínimo, procedemos a determinar la separación de barras la cual se calculará de la manera que sigue:

$$S = \frac{A_{s_{colocado}}}{A_{s_{requerido}}}$$

$$S = \frac{2 * 0.71\text{cm}^2}{6.25\text{cm}^2/\text{m}}$$

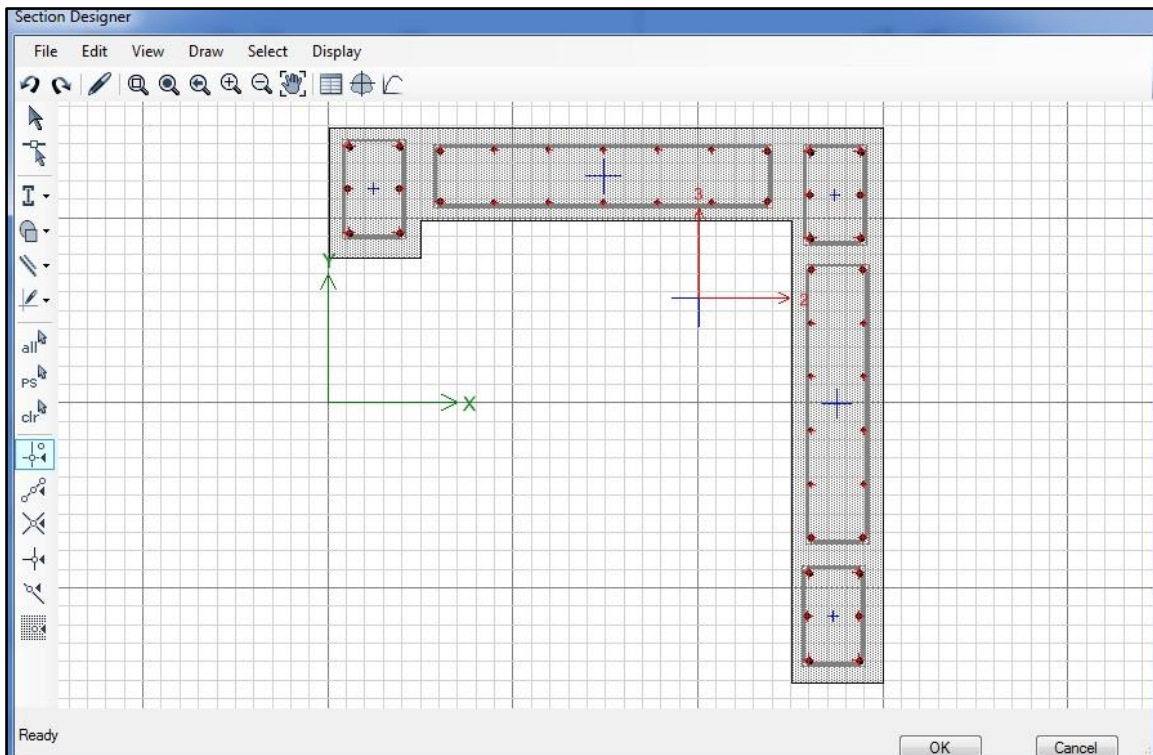
$$S = 0.22 \text{ m}$$

Por lo tanto, nuestra distribución de aceros verticales y horizontales para placas queda de la siguiente manera:

$\varnothing 3/8"$ , @ 0.20m

Luego de haber calculado la distribución de nuestros aceros verticales y horizontales en nuestra placa, procedemos a realizar el tanteo para verificar el acero que irán en los núcleos de borde de la placa. Para eso utilizamos el Software ETABS V.16.2.1, el cual nos ayudara a graficar las curvas de iteración para dicha placa, así como se muestra a continuación.

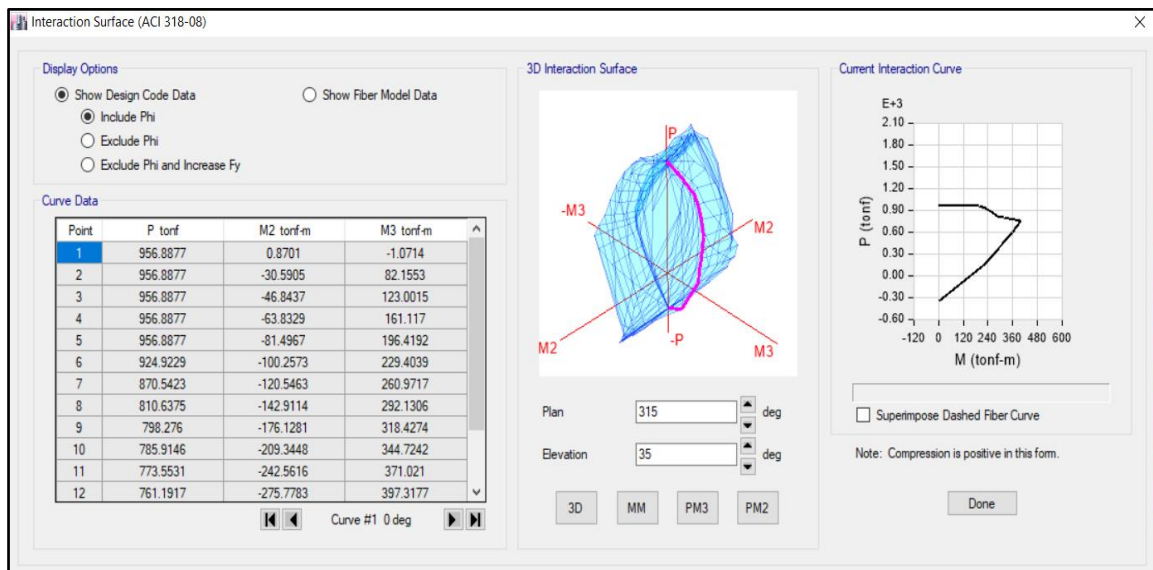
Figura 106: Acero en Muro Estructural o Placa N°2



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

En la figura anterior se muestra el diseño de la placa n°2, para lo cual se consideró acero de  $\varnothing 5/8"$  para los elementos de borde, acero de  $\varnothing 3/8"$  a lo largo de la placa (vertical y horizontal), y un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Luego de ello procedemos a calcular en el mismo software las curvas de iteración que se muestran a continuación.

Figura 107: Curvas de Iteración para la placa N°2



Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Una vez obtenido esos datos se procedió a realizar la verificación para poder determinar si el acero propuesto es suficiente para dicho elemento estructural. Para ello se obtuvo los datos de la placa N°2 que se muestran a continuación.

Tabla 134: Cargas axiales(P), Cortantes (V) y Momentos (M) de la placa N°2

Story	Pier	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story2	PLACA 02	Dead	-27.8665	-0.2085	0.3552	2.7767	-4.8195
Story2	PLACA 02	Live	-3.1824	-0.0528	0.1105	0.5407	-0.9803
Story2	PLACA 02	SDiseño xx Max	-23.2478	32.22	0.3701	-16.0559	140.0808
Story2	PLACA 02	SDiseño yy Max	-29.7879	-2.1579	33.8508	139.3069	-21.4807

Fuente: Elaboración propia obtenido del software ETABS

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procedió a crear combinaciones de diseño en el software Excel para poder obtener los diagramas de iteración.

Tabla 135: Combinaciones de Diseño – Placa N°2

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	44.4232	4.80657	-8.4138
<b>SISMO XX</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	15.5633	-11.909	132.831
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	62.0589	20.2027	-147.33
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	1.83205	-13.557	135.743
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	48.3277	18.5549	-144.42
<b>SISMO YY</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	9.02323	143.454	-28.73
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	68.599	-135.16	14.231
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	-4.7081	141.806	-25.818
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	54.8678	-136.81	17.1432

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 136: Combinaciones de Diseño – Sismo xx – Placa N°2

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	44.4232	4.80657	-8.4138
<b>SISMO XX POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	15.56333	-11.9092	132.8311
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	62.05893	20.20265	-147.331
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	1.83205	-13.5569	135.7433
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	48.32765	18.55493	-144.418
<b>SISMO XX NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISXX</b>	15.56333	11.90915	-132.831
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISXX</b>	62.05893	-20.2027	147.3306
	<b>U4=0.9CM + SISXX</b>	1.83205	13.55687	-135.743
	<b>U5=0.9CM - SISXX</b>	48.32765	-18.5549	144.4184

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

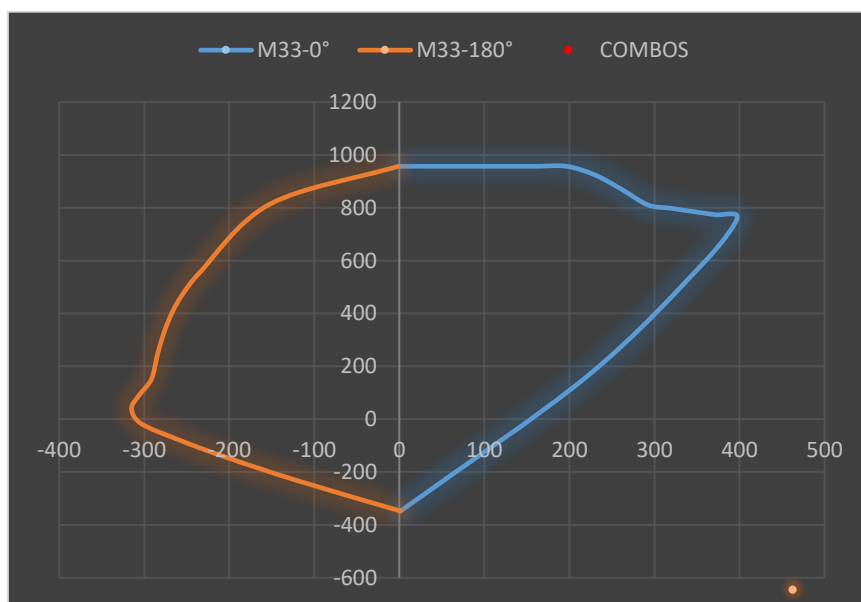
Tabla 137: Combinaciones de Diseño – Sismo yy – Placa N°2

	COMBOS	COMBINACIONES DE DISEÑO		
		P	M2	M3
	<b>U1=1.4CM + 1.7CV</b>	44.42318	4.80657	-8.4138
<b>SISMO YY POSITIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	9.023225	143.4537	-28.7305
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	68.599025	-135.16	14.23095
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	-4.70805	141.8059	-25.8183
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	54.86775	-136.808	17.14315
<b>SISMO YY NEGATIVO</b>	<b>U2=1.25(CM+CV) + SISYY</b>	9.023225	-143.454	28.73045
	<b>U3=1.25(CM+CV) - SISYY</b>	68.599025	135.1602	-14.231
	<b>U4=0.9CM + SISYY</b>	-4.70805	-141.806	25.81825
	<b>U5=0.9CM - SISYY</b>	54.86775	136.8079	-17.1432

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Con los resultados de las combinaciones de diseño y las curvas de iteración que encontramos en la figura 107, obtuvimos nuestros diagramas de iteración mostrados a continuación.

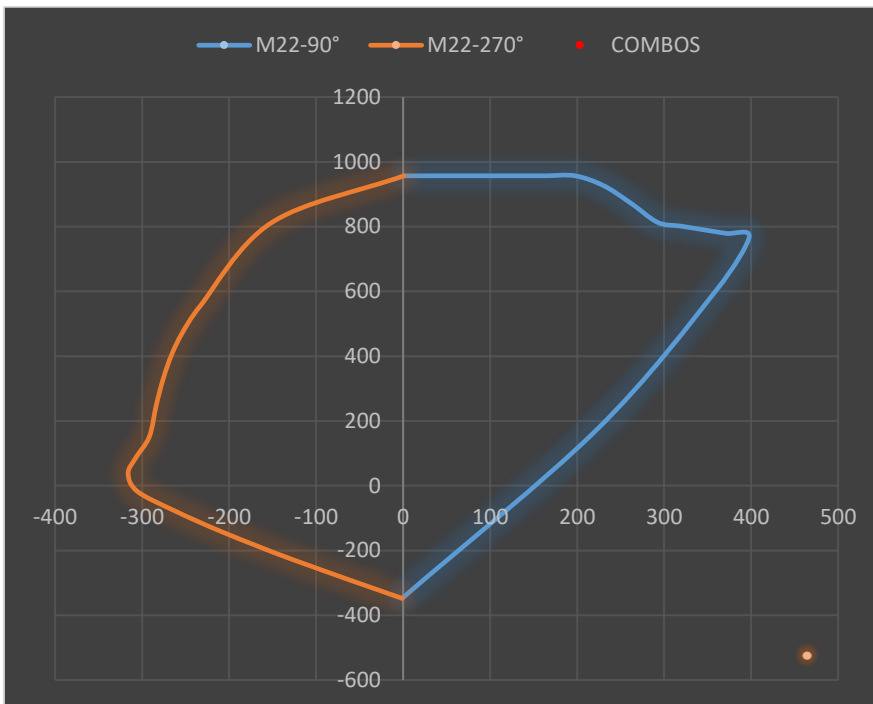
Gráfico 49: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo xx



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

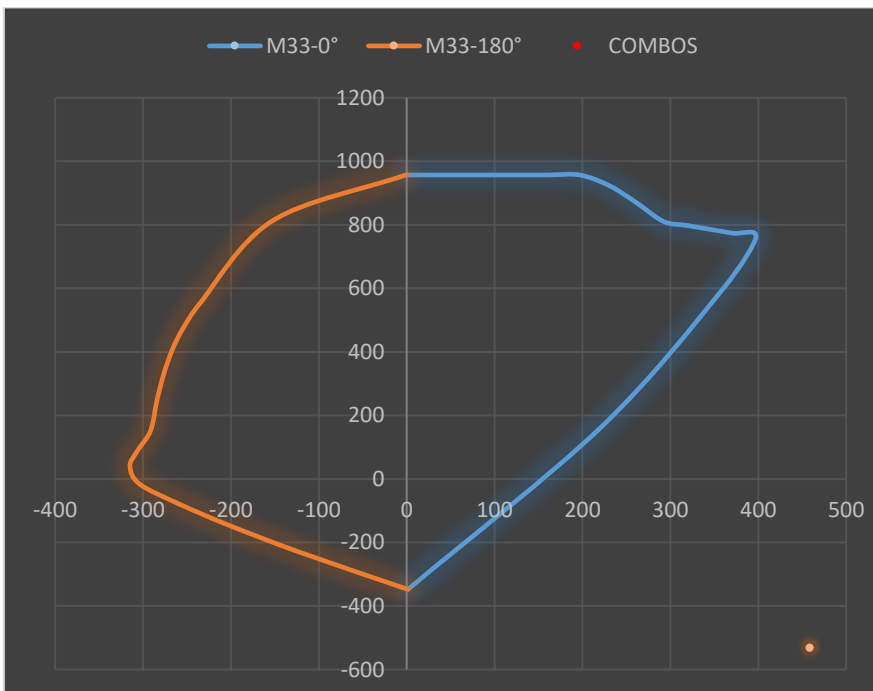


Gráfico 50: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo xx



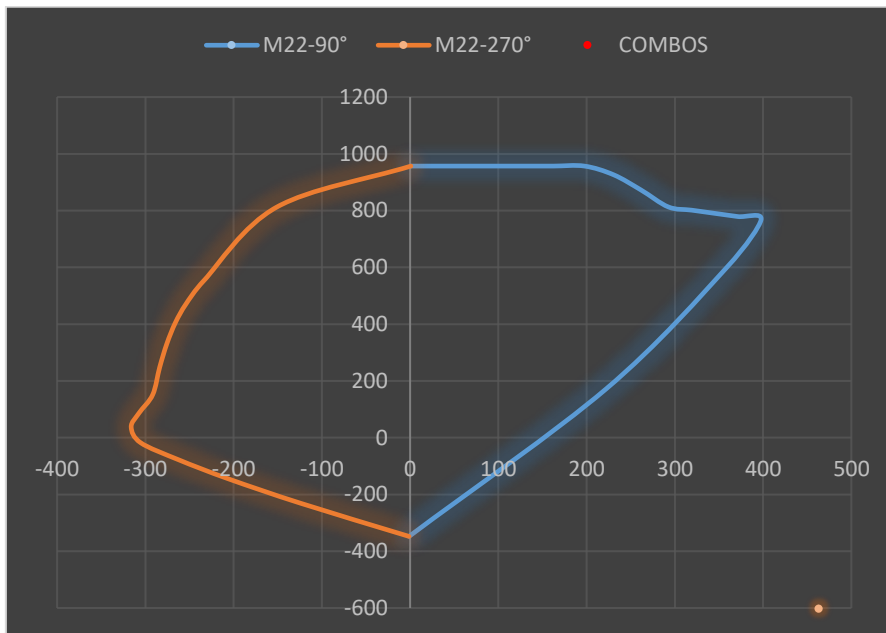
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 51: Diagramas de Iteración – M33 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 52: Diagramas de Iteración – M22 vs P para caso de sismo yy



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Como podemos observar en los diagramas de iteración, todos los puntos están dentro del mismo, por lo que se determina que el acero propuesto es suficiente para soportar las cargas actuantes de la estructura para casos de sismo. Por lo que se concluye que la placa N°2 tendrá acero de  $\varnothing 5/8''$  para los elementos de borde, acero de  $\varnothing 3/8''$  a lo largo de la placa (vertical y horizontal).

### Diseño a cortante (PLACA 1)

Descripción del muro:

- Longitud de mayor momento: 1.50 m
- Espesor: 0.25 m
- F'c de concreto: 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Fy acero grado 60: 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Según RNE E060 del artículo 21.9.5.3:

$$Vu \geq \frac{Mn}{Mua}$$

Datos de Etabs:

Cortante ultimo actuante:  $V_{ua}: 23.79 T$

Momento ultimo actuante:  $M_{ua}: 123.60 T.m$

$$\frac{M_{ur}}{\phi} = M_n$$

$$M_n = \frac{220}{0.7}$$

$$M_n: 314.28 T.m$$

Comprobación:

$$M_n/M_{ua} < R$$

$$\frac{314.28 T.m}{123.60 T.m} < 6$$

$$2.54 < 6$$

Calculo  $V_{u\phi}$

$$V_{u\phi} = \frac{\left(\frac{M_n}{M_{ua}} * V_{ua}\right)}{\phi}$$

$$V_{u\phi} = 71.19 T$$

Se cumple que:

$$V_u \geq \frac{M_n}{M_{ua}}$$

$$23.79 T \geq 2.54 T$$

Según RNE E: 0.60 11.10.5:

$$V_c = A_c w (a_c * \sqrt{f'c})$$

Dónde: hm/lm

$$\frac{9.58}{1.59} < 6.00$$

$$\alpha c = 0.17$$

Entonces:

$$V_c = 1.5 \text{ m} * 0.25 \text{ m} * 0.17 * \sqrt{210} * 10$$

$$V_c = 9.23 \text{ T}$$

Calculo Vs:

$$V_s = Vu\phi/V_c$$

$$V_s = 48.15 \text{ T}$$

Según RNE E060 del artículo 11.5.7.9

En ningún caso considerar Vs mayor a:

$$Vs_{max} < 2.1 * \sqrt{f'c} * bw * d:$$

$$Vs_{max} = 91.29 \text{ T}$$

Según RNE E060 del artículo 21.9.4.3

Los muros deben contar con dos hileras si es mayor a 20 cm

Acero mínimo según norma RNE E: 0.60 11.10.7:

$$Vu < 0.27 * \sqrt{f'c} * Acw$$

$$23.79 \text{ T} > 14.67 \text{ T}$$

Entonces se aplicará refuerzo horizontal según RNE E060 del artículo 11.10.10.1

$$\rho h = \frac{V_s}{A_{cw} * f_y}$$

$$\rho h = 0.00305$$

$$V_s = A_{cw} * \rho h * f_y$$

$$V_s = 48.15 T$$

Para refuerzo horizontal:

Con  $\emptyset 3/8$ ":

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.00305 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.15 m$$

2  $\emptyset 3/8$ " @ 0.15 m

Comprobación  $V_n$  según RNE E: 0.60 11.10.4

$$V_{nreal} < V_n$$

$$V_{nreal} = V_s + V_c$$

$$V_{nreal} = 48.15 + 9.23$$

$$V_{nreal} = 57.38 T$$

$$V_n = 2.6 * \sqrt{f'_c} * A_{cw}$$

$$V_n = 141.29 T$$

Refuerzo vertical según RNE E: 0.60 11.10.10.3:

$$\rho > 0.0025$$

Usando  $\phi 3/8''$

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.0025 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.20 \text{ m}$$

$$2 \phi 3/8'' @ 0.20 \text{ m}$$

Confinamiento de los bordes:

B: 0.15 m

H: 0.25 m

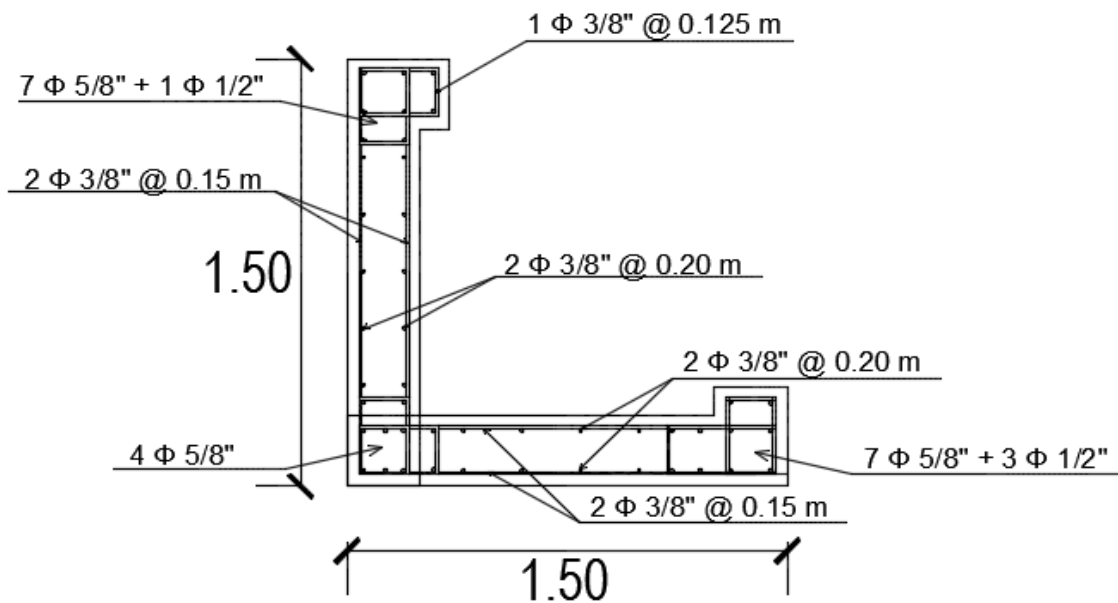
Separación de estribos según RNE E: 0.60 21.9.7.6:

El espaciamiento es igual:

$$S = 10 * 1.27$$

$$S = 12.5 \text{ cm}$$

Diseño estructural:



## Diseño a cortante (PLACA 2)

Descripción del muro:

- Longitud de mayor momento: 1.50 m
- Espesor: 0.25 m
- F'c de concreto: 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Fy acero grado 60: 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Según RNE E: 0.60 21.9.5.3:

$$V_u \geq \frac{M_n}{M_{ua}}$$

Datos de Etabs:

Cortante ultimo actuante:  $V_{ua}$ : 14.27 T

Momento ultimo actuante:  $M_{ua}$ : 71.95 T.m

$$\frac{M_{ur}}{\phi} = M_n$$

$$M_n = \frac{180}{0.7}$$

$$M_n: 257.14 T.m$$

Comprobación:

$$M_n/M_{ua} < R$$

$$\frac{257.14 T.m}{71.95 T.m} < 6$$

$$3.57 < 6$$

Calculo  $V_{u\phi}$

$$V_{u\phi} = \frac{\left(\frac{M_n}{M_{ua}} * V_{ua}\right)}{\phi}$$

$$Vu\emptyset = 59.98 T$$

Se cumple que:

$$Vu \geq \frac{Mn}{Mua}$$

$$14.27 T \geq 2.54 T$$

Según RNE E060 del artículo 11.10.5:

$$Vc = Acw (\alpha c * \sqrt{f'c})$$

Dónde: hm/lm

$$\frac{9.58}{1.59} < 6.00$$

$$\alpha c = 0.17$$

Entonces:

$$Vc = 1.5 m * 0.25 m * 0.17 * \sqrt{210} * 10$$

$$Vc = 9.23 T$$

Calculo Vs:

$$Vs = Vu\emptyset/Vc$$

$$Vs = 50.75 T$$

Según RNE E060 del artículo 11.5.7.9

En ningún caso considerar Vs mayor a:

$$Vsmax < 2.1 * \sqrt{f'c} * bw * d:$$

$$Vsmax = 91.29 T$$



Según RNE E060 del artículo 21.9.4.3

Los muros deben contar con dos hileras si es mayor a 20 cm

Acero mínimo según norma RNE E: 0.60 11.10.7:

$$Vu < 0.27 * \sqrt{f'c} * Acw$$

$$14.27 T > 14.67 T$$

Entonces se aplicará refuerzo horizontal según RNE E: 0.60 11.10.10.1

$$\rho h = \frac{Vs}{Acw * fy}$$

$$\rho h = 0.00322$$

$$Vs = Acw * \rho h * fy$$

$$Vs = 50.74 T$$

Para refuerzo horizontal:

Con  $\emptyset 3/8''$ :

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.00322 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.20 m$$

2  $\emptyset 3/8''$  @ 0.20 m

Comprobación Vn según RNE E: 0.60 11.10.4

$$Vnreal < Vn$$

$$Vn real = Vs + Vc$$

$$Vn real = 48.15 + 9.23$$

$$Vn real = 50.75 T$$

$$Vn = 2.6 * \sqrt{f'c} * Acw$$

$$Vn = 141.29 T$$

Refuerzo vertical según RNE E: 0.60 11.10.10.3:

$$\rho > 0.0025$$

Usando  $\emptyset 3/8''$

$$S = \frac{2 * 0.71}{0.0025 * 100 * 0.25 * 100}$$

$$S = 0.20 m$$

$$2 \emptyset 3/8'' @ 0.20 m$$

Confinamiento de los bordes:

B: 0.15 m

H: 0.25 m

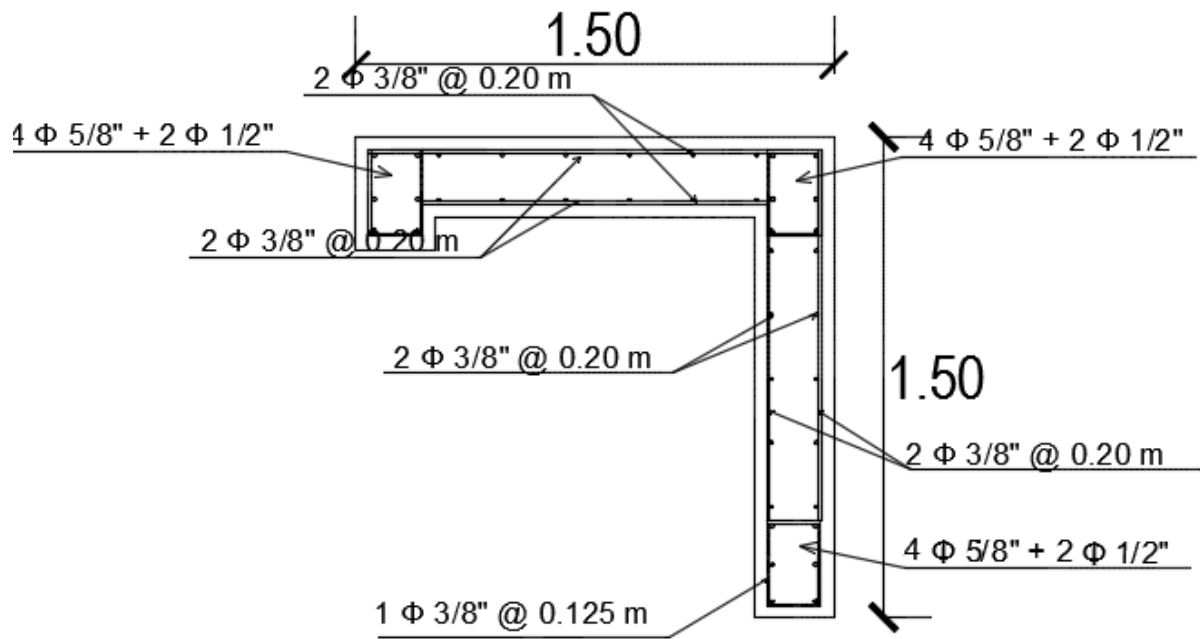
Separación de estribos según RNE E: 0.60 21.9.7.6:

El espaciamiento es igual:

$$S = 10 * 1.27$$

$$S = 12.5 cm$$

Diseño estructural:



Fuente: Elaboración propia

## COMPARACION DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE VIDRIO Y FIBRA DE CARBONO

Después de obtenidos todos los resultados se procedió a verificar cuál de las dos fibras analizadas rigidizan más a la estructura. De las cuales obtuvimos la siguiente información.

### Desplazamientos con fibra de vidrio

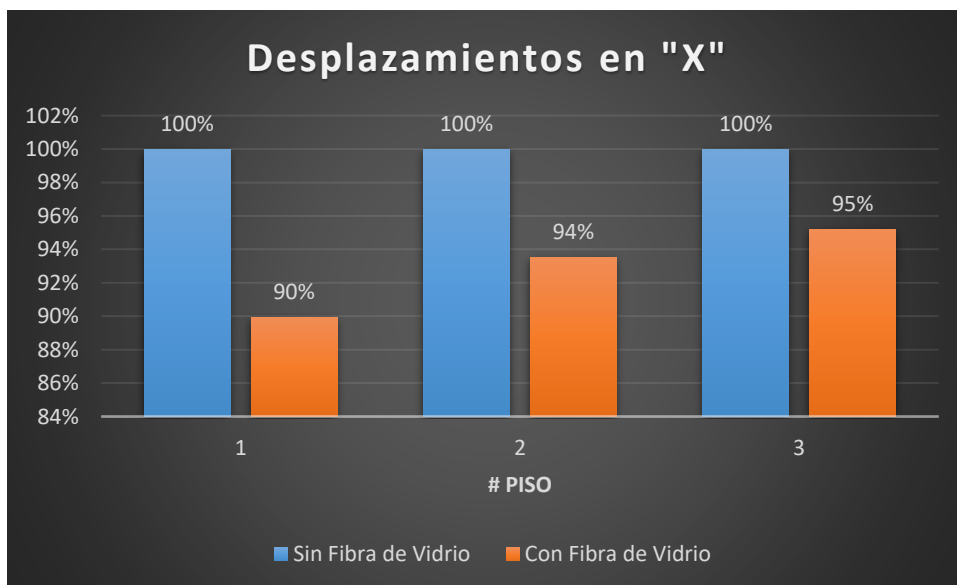
Se cogió los datos de los desplazamientos de la estructura sin reforzar y reforzado con fibra de vidrio obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 138: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de vidrio en "X"

Desplazamientos en X				
# Piso	Sin Fibra de Vidrio		Con Fibra de Vidrio	
Story1	0.036396	100%	0.032733	90%
Story2	0.034879	100%	0.03262	94%
Story3	0.022412	100%	0.021337	95%

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 53: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de vidrio en "X"



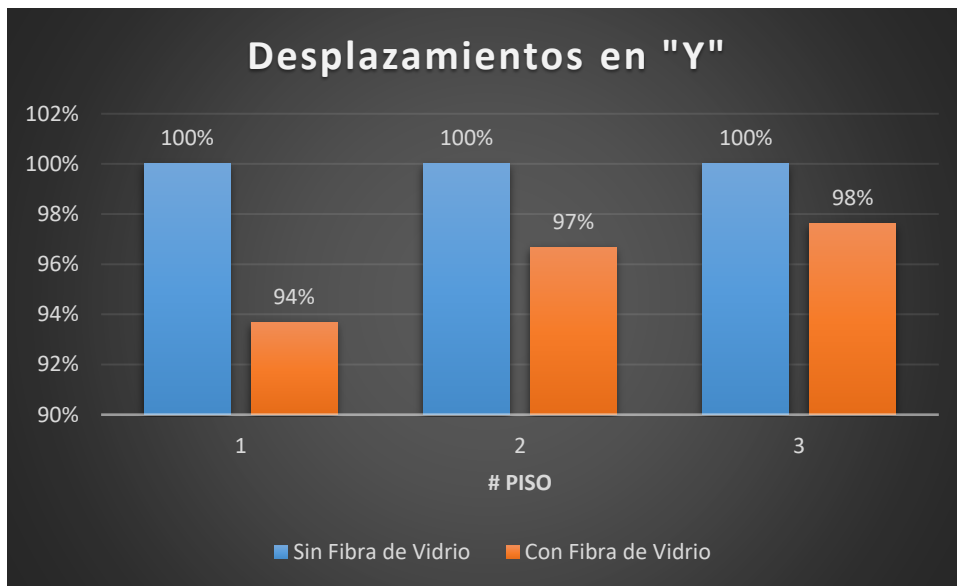
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 139: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de vidrio en "Y"

Desplazamientos en Y				
# Piso	Sin Fibra de Vidrio		Con Fibra de Vidrio	
Story1	0.02373	100%	0.022228	94%
Story2	0.019445	100%	0.018799	97%
Story3	0.011546	100%	0.011271	98%

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 54: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de vidrio en "Y"



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

## Desplazamientos con fibra de carbono

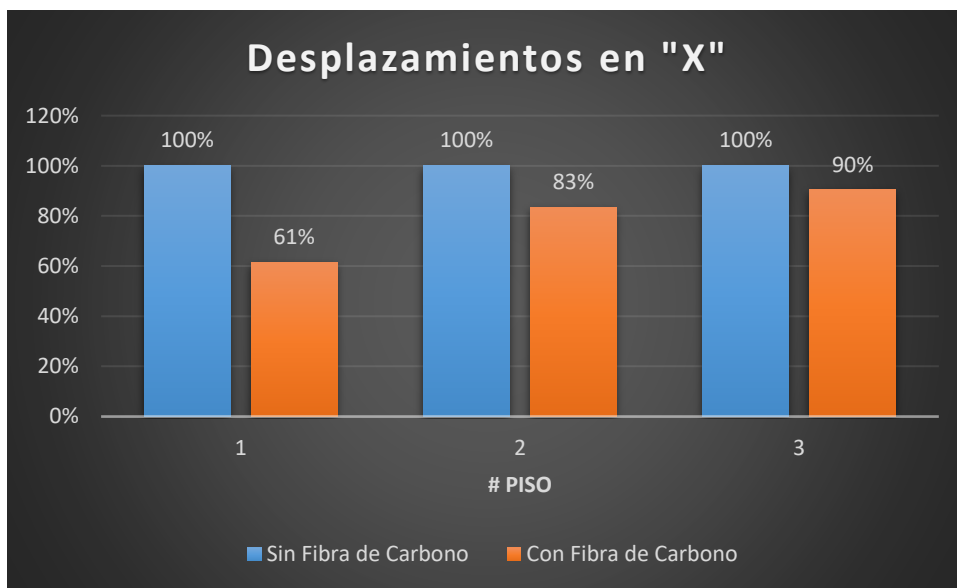
También se verifico los desplazamientos que presenta la estructura sin reforzar y reforzada con fibra de carbono obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 140: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de carbono en "X"

Desplazamientos en X				
# Piso	Sin Fibra de Carbono		Con Fibra de Carbono	
Story1	0.03069	100%	0.018835	61%
Story2	0.031239	100%	0.025999	83%
Story3	0.021157	100%	0.019114	90%

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 55: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de carbono en "X"



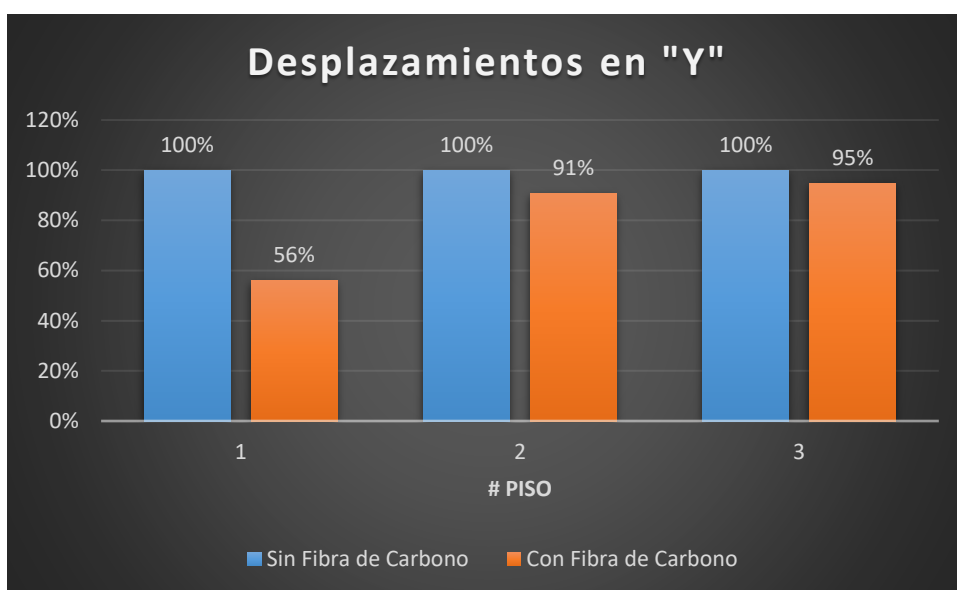
Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Tabla 141: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de carbono en "Y"

Desplazamientos en Y				
# Piso	Sin Fibra de Carbono		Con Fibra de Carbono	
Story1	0.026077	100%	0.014653	56%
Story2	0.018123	100%	0.01647	91%
Story3	0.010049	100%	0.009529	95%

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Gráfico 56: Comparación de desplazamientos reforzando con fibra de carbono en "Y"



Fuente: Elaboración propia obtenido del software Microsoft Excel

Con el cual concluimos que la fibra de carbono rigidiza mejor a la estructura, en comparación a la fibra de vidrio. Con unos valores para "X" reforzando con fibra de vidrio igual a 90%, 94% y 95%; y reforzando con fibra de carbono igual a 61%, 83% y 90% para el nivel 1, 2, 3 respectivamente.

Y para el eje "Y" obtuvimos valores reforzando con fibra de vidrio igual a 94%, 97% y 98%; y reforzando con fibra de carbono obtuvimos 56%, 91% y 95% para el nivel 1, 2, 3 respectivamente.

## V. DISCUSIÓN

En esta parte del proyecto de investigación se redactará las discusiones, las cuales son el contraste con las investigaciones realizadas.

En la tesis presentada por (Espinoza, 2018) “Vulnerabilidad sísmica y refuerzo estructural con fibra de carbono (CFRP) de las unidades educativas: “Nuestra familia” y “Alberto Andrade Arizaga Brummel””, menciona que luego de analizar los resultados con el software SAP2000 se comprobó que una de las dos estructuras en estudio no cumplía con las derivas de entrepiso. De la misma manera en nuestra investigación se analizaron las estructuras existentes con el software ETABS V.16.2.1, en el cual se encontró que las estructuras analizadas no cumplían con las derivas de entrepiso. Por lo cual necesitaban reforzamiento.

(Castro, 2019) “Reforzamiento estructural con fibra de carbono como alternativa económica para aumentar la resistencia a la compresión de las columnas en la galería comercial FULLMARKET en el 2019” concluye que luego de analizar la estructura existente de la galería se logró comprobar que cumple con las solicitaciones de carga y desplazamientos que nos brinda las Normas E030 y E060 del RNE. En comparación a nuestros resultados, que luego de evaluar las dos viviendas existentes no cumplen con las solicitaciones de carga y desplazamiento que brinda las normas, llegando a la conclusión que para una galería comercial se tienen en cuenta las normas del RNE; pero para viviendas comunes no se cumple con los requerimientos de las normas.

En el proyecto de investigación que realizó (Calderón, 2019) “Reforzamiento estructural de viviendas autoconstruidas con sistema estructural de albañilería confinada mediante el análisis de la vulnerabilidad sísmica, Chorrillos, Lima - 2020” encontró que luego de realizar la verificación de vulnerabilidad sísmica mediante las fichas de INDECI, el 91% de viviendas encuestadas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica muy alta, 9% con vulnerabilidad sísmica alta, 0% con vulnerabilidad sísmica moderada y 0% con vulnerabilidad sísmica baja. De la misma manera en la presente tesis se realizó la misma verificación obteniendo como resultado que 24% tienen nivel muy alto, 44% tienen nivel de vulnerabilidad alto, 21% tienen nivel de vulnerabilidad moderado y 12% no presenta viviendas.



## VI. CONCLUSIONES

- Se determinó la vulnerabilidad de la vivienda para casos de sismo mediante la ficha de verificación desarrollado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), con los cuales obtuvimos los siguientes resultados. Que 24% tienen nivel de vulnerabilidad muy alto, 44% tienen vulnerabilidad alto, 21% tienen vulnerabilidad moderado y 12% no presenta viviendas.
- Al realizar el análisis sísmico de las viviendas autoconstruidas existentes (Vivienda 1 y 2 elegidas por ser las más vulnerables ante un evento sísmico de acuerdo a la verificación mediante las fichas de INDECI) se obtuvo lo siguiente. Para las dos viviendas en mención, no cumplen con los desplazamientos laterales relativos admisibles que nos brinda la norma E030. Dándonos como primer dato que nuestras estructuras existentes necesitan ser reforzadas, y que además nuestra vivienda 2 necesita realizar una ampliación de 2 niveles más, la cual tampoco cumplió con los desplazamientos permitidos.
- Después de verificar que nuestros desplazamientos superan los permitidos, se reforzó la vivienda 1 con fibra de vidrio en los tres niveles existentes; arrojándonos como resultado que tampoco cumple con los desplazamientos máximos; llegando a la conclusión que la fibra de vidrio no aporta mucha rigidez a la estructura y que necesita incrementar sus secciones o agregar otros elementos estructurales que si ayuden a rigidizar la estructura.
- Se reforzó la vivienda 2 con fibra de carbono en el primer nivel existente. Del cual obtuvimos los resultados que no cumplían con las derivas máximas permitidas por norma. Por lo que al igual que el reforzamiento en la vivienda 1 con fibra de vidrio, la fibra de carbono aporta muy poca rigidez a la estructura, a lo cual se tiene que incrementar las secciones de los elementos estructurales o agregar otros como los muros estructurales o también llamado placas que ayuden a rigidizar la estructura.
- Al verificar que nuestras viviendas evaluadas no cumplían con las derivas máximas permitidas, se procedió a realizar un predimensionamiento. En donde obtuvimos

que en la vivienda 1 necesitaban incrementar las secciones de las vigas y columnas, y por otro lado la vivienda 2 cumplía con el predimensionamiento en lo que se refiere a las columnas, pero para el tema de vigas necesitaba incrementar sus secciones.

- Se iteró en busca de cuáles eran las dimensiones de nuestros elementos estructurales (basándonos en el predimensionamiento) y se llegó a la conclusión que las edificaciones necesitaban placas de concreto armado para llegar a cumplir con los desplazamientos que nos brinda la norma E030.
  
- Al realizar la verificación del acero para las vigas existentes de la vivienda 1, se obtuvo que el eje 2-2 y 3-3 necesitaban incrementar sus secciones, dado las secciones que tenían eran insuficientes para soportar las cargas. También se verificó el acero de la vivienda 2 en la cual pudimos comprobar que nuestras vigas ubicadas en los ejes A-A, B-B, C-C, D-D (a los cuales denominamos vigas secundarias por estar en dirección paralelas a las viguetas), cumplen con el acero requerido y las que no cumplen es por un porcentaje mínimo. Por lo que se determinó que nuestras vigas secundarias no necesitan reforzamiento. Después, se realizó la verificación de las vigas ubicadas en los ejes 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6, 7-7 (a los cuales denominamos vigas principales por estar perpendicularmente a la dirección de las viguetas), y se encontró que la mayoría de vigas no cumplía con el acero requerido. Entonces se realizó una verificación con el software SIKACARBODUR de los cuales obtuvimos los siguientes resultados.

Tabla: Resumen de verificación de vigas para posible reforzamiento

No necesita reforzamiento con fibra de Carbono	Si necesita Reforzamiento con fibra de Carbono	Necesita incrementar secciones
Viga Eje1-1 entre A y B Viga Eje2-2 entre A y B Viga Eje4-4 entre C y D Viga Eje7-7 entre C y D	Viga Eje3-3 entre A y B Viga Eje2-2 entre C y D Viga Eje6-6 entre C y D	Viga Eje4-4 entre A y B Viga Eje5-5 entre A y B Viga Eje3-3 entre C y D Viga Eje5-5 entre C y D

Fuente: Elaboración propia

- También se verificó el acero de las columnas existentes las dos viviendas evaluadas. En las cuales obtuvimos que para la vivienda 1 no necesita incrementar secciones ni reforzar con fibra, ya que el acero y las secciones existentes eran suficientes para soportar las cargas, pero como hubo vigas que aumentaron sus secciones, se incrementara las secciones de las columnas ubicadas en el eje 2-2 y 3-3. Y en el que respecta a la vivienda 2 obtuvimos como resultado que la columna no necesita reforzamiento, ni aumento de secciones. Por lo que se concluye que todas columnas tienen las secciones y el acero suficiente para para soportar las cargas producidas por la estructura, pero como hubo cuatro vigas que aumentaron sus secciones, se procederá a aumentar las secciones de las columnas que están soportando dichas vigas. Estas son la columna 3C, 3D, 4A, 4B, 5A, 5B, 5C, 5D.
- Se diseñó el acero para las vigas proyectadas de la vivienda 2, de las cuales obtuvimos que, para las vigas principales requiere 2  $\emptyset$  5/8" para el acero corrido a tensión y compresión, 1  $\emptyset$  5/8" con una longitud de corte de 80 cm para el lado izquierdo y 70cm para el lado derecho. También 1  $\emptyset$  1/2" para tensión con una longitud de corte de 85 cm. Además, se calculó los aceros para las vigas secundarias dando como resultado que se necesita 2  $\emptyset$  1/2" para el acero corrido a tensión y compresión. Y 1  $\emptyset$  1/2" en forma de bastón para compresión lado izquierdo con una medida igual a 50cm y 45cm para el lado derecho. Estribo  $\emptyset$ 3/8", 1@ 0.05, 7@ 0.10, Resto @ 15 para vigas principales y Estribo  $\emptyset$ 3/8", 1@ 0.05, 7@ 0.10, Resto @ 25 para vigas secundarias.
- Se calculo acero de  $\emptyset$  5/8" y  $\emptyset$  1/2" para los elementos de núcleos de borde, acero de  $\emptyset$  3/8" a lo largo de la placa (vertical y horizontal), y un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> en lo referente al diseño de placas para la vivienda 1 y 2.
- Finalmente se realizó la comparación de los dos reforzamientos (fibra de vidrio y fibra de carbono) con el cual concluimos que la fibra de carbono rigidiza mejor a la estructura, en comparación a la fibra de vidrio. Con unos valores para "X" reforzando con fibra de vidrio igual a 90%, 94% y 95%; y reforzando con fibra de carbono igual a 61%, 83% y 90% para el nivel 1, 2, 3 respectivamente. Y para el eje "Y" obtuvimos valores reforzando con fibra de vidrio igual a 94%, 97% y 98%; y reforzando con fibra de carbono igual a 56%, 91% y 95% para el nivel 1, 2, 3 respectivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- De acuerdo al estudio de mecánica de suelos (EMS). El lugar estudiado presenta altos niveles de sales sulfatos y cloruros, por lo que se recomienda usar un cemento portland tipo V, para evitarse problemas con dichos agentes químicos y de esa manera la construcción no sufra daños.
  
- Es necesario que antes de construir los niveles adicionales para la vivienda 2 se tiene que reforzar, ya que por tener una edificación autoconstruida no cumple con los requisitos mínimos que nos brinda la norma y es muy vulnerable ante cualquier evento sísmico.
  
- Realizar charlas de concientización a la población del AA. HH. Portada de Mamacona, para que tengan presente que la autoconstrucción no es el camino correcto para construir una vivienda y que es necesario la participación de un profesional para que los pueda guiar desde un inicio hasta el final de la construcción; y de esa manera tengan un lugar seguro donde vivir ellos y su familia.