

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**ESTUDIO COMPARATIVO DE ANÁLISIS Y DISEÑO
ESTRUCTURAL DE LOS EDIFICIOS METÁLICOS: LOAIZA,
UNACH Y PLUS 1, USANDO LOS PROGRAMAS: RISA 3D,
RCBE Y ETABS2015, UTILIZANDO EL NEC 15 COMO NORMA
DE DISEÑO.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
MENCIÓN ESTRUCTURAS**

DIEGO BLADIMIR PAILLACHO CUÑAS
diego.paillacho90@gmail.com

DIRECTOR: ING. JORGE RICARDO VINTIMILLA JARAMILLO MSc.
jvintimillaj@gmail.com

Quito, Junio 2016

DECLARACIÓN

Yo, Diego Bladimir Paillacho Cuñas declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

DIEGO BLADIMIR PAILLACHO CUÑAS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diego Bladimir Paillacho Cuñas, bajo mi supervisión.

**ING. JORGE VINTIMILLA MSc.
DIRECTORA DEL PROYECTO**

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por la fuerza que me ha brindado durante todo este tiempo.

A mis padres por todo su esfuerzo, amor, confianza y apoyo incondicional durante toda mi formación profesional.

A la Escuela Politécnica Nacional, la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, a su cuerpo docente y administrativo por todos sus servicios prestados.

Al Ingeniero Jorge Vintimilla por todo su guía, apoyo y colaboración con la elaboración de este estudio.

Finalmente, a mis compañeros y amigos.

DEDICATORIA

Dedico el siguiente trabajo a:

Mis padres, Isidro Paillacho y Maria Cuñas por su confianza y apoyo incondicional durante toda mi formacion profesional.

Mis hermanos, Dario, Alison y Daniela que siempre estan a mi lado.

Mi familia, abuelitos, tios y primos que siempre me poyaron y prestado su ayuda.

De igual manera a mis compañeros y amigos mas cercanos.

Diego Bladimir Paillacho Cuñas

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
CONTENIDO	VI
ÍNDICE DE CUADROS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
RESUMEN	XIX
ABSTRACT	XX
PRESENTACIÓN	XXI
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 DEFINICIÓN GENERAL PROYECTOS	3
1.4.1 EDIFICIO LOAIZA	3
1.4.2 EDIFICIO UNACH	7
1.4.3 EDIFICIO PLUS 1	10
CAPÍTULO 2. MATERIALES	14
2.1 ACERO COMO ELEMENTO ESTRUCTURAL	14
2.1.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO ESTRUCTURAL	14
2.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS EL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL	15
2.1.3 TIPOS DE MIEMBROS ESTRUCTURALES DE ACERO	16
2.2 ELEMENTOS COMPUESTOS	17
2.2.1 VIGAS COMPUESTAS	17
2.2.2 COLUMNAS COMPUESTAS RELLENAS	20
2.3 NORMA DE DISEÑO NEC 2015.	22
CAPÍTULO 3. CALCULOS Y PREDIMENSIONAMIENTO	24

3.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	24
3.1.1 HIPÓTESIS DE CARGA	24
3.2 EDIFICIO LOAIZA	25
3.2.1 PREDIMENSIONAMIENTO LOSA.....	25
3.2.2 PREDIMENSIONAMIENTO VIGUETAS	26
3.2.3 PREDIMENSIONAMIENTO VIGAS PRINCIPALES.....	30
3.2.4 PREDIMENSIONAMIENTO COLUMNAS	33
3.3 EDIFICIO UNACH	35
3.3.1 PREDIMENSIONAMIENTO LOSA.....	35
3.3.2 PREDIMENSIONAMIENTO VIGUETAS	36
3.3.3 PREDIMENSIONAMIENTO VIGAS PRINCIPALES.....	39
3.3.4 PREDIMENSIONAMIENTO COLUMNAS	42
3.4 EDIFICIO PLUS 1	43
3.4.1 PREDIMENSIONAMIENTO LOSA.....	43
3.4.2 PREDIMENSIONAMIENTO VIGUETAS	44
3.4.3 PREDIMENSIONAMIENTO VIGAS PRINCIPALES.....	47
3.4.4 PREDIMENSIONAMIENTO COLUMNAS	50
3.5 PRUEBA Y COMPARATIVA DEL MODELAMIENTO DE COLUMNAS DE SECCION COMPUESTA.....	51
3.6 PRUEBA Y COMPARATIVA DEL MODELAMIENTO DE VIGAS DE ACERO DE SECCION TRANSVERSAL I.....	56
3.7 MODELAMIENTO DE LOSA	60
CAPÍTULO 4. CARACTERISTICAS DE LOS PROGRAMAS	61
4.1 CARACTERISTICAS ETABS 2015	61
4.2 CARACTERISTICAS RISA-3D	62
4.3 CARACTERISTICAS RCBE	63
CAPÍTULO 5. MODELACIÓN EN LOS PROGRAMAS	64
5.1 ETABS 2015	64
5.1.1 DEFINIR UNIDADES	64
5.1.2 DIMENSIONAMIENTO GRILLA.....	65
5.1.3 OPCIÓN DEFINIR.....	66
5.1.4 OPCIÓN ASIGNAR	76
5.1.5 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS.....	80
5.1.6 DISEÑO DE ELEMENTOS	82

5.2 RISA 3D.....	83
5.2.1 DEFINIR UNIDADES	83
5.2.2 DEFINIR GRILLA	84
5.2.3 CUADRO DE INGRESO DE DATOS DEL MODELO.....	85
5.2.4 CONDICIONES DE APOYO	95
5.2.5 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS.....	96
5.2.6 DISEÑO DE ELEMENTOS	99
5.3 RCBE.....	100
5.3.1 VENTANA DE INICIO	100
5.3.2 DEFINIR GRILLA	101
5.3.3 DEFINIR UNIDADES	102
5.3.4 DEFINICIÓN SECCIONES	103
5.3.5 CARGAS ESTÁTICAS (GRAVITACIONALES Y LATERALES)	105
5.3.6 COMBINACIONES DE CARGA	109
5.3.7 CONDICIONES DE APOYO	109
5.3.8 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS.....	111
CAPÍTULO 6. COMPARATIVA DE RESULTADOS Y COMPORTAMIENTO	
ESTRUCTURAL EN LOS DIFERENTES PROGRAMAS.....	114
6.1 RESULTADOS EDIFICIO LOAIZA	114
6.2 RESULTADOS EDIFICIO UNACH	125
6.3 RESULTADOS EDIFICIO PLUS 1.....	136
6.4 DIFERENCIA PORCENTUAL.....	147
6.4.1 EDIFICIO LOAIZA	147
6.4.2 EDIFICIO UNACH	149
6.4.2 EDIFICIO PLUS 1	151
6.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PROGRAMAS.....	153
6.5.1 PROGRAMA ETBAS 2015.....	153
6.5.2 PROGRAMA RISA 3D	154
6.5.3 PROGRAMA RCBE	155
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	156
7.1 CONCLUSIONES	156
7.2 RECOMENDACIONES.....	159
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	160
ANEXOS	161

ANEXO No 1. FICHA TÉCNICA KUBILOSA.....	162
ANEXO No 2. MODELOS DEFINITIVOS COMPARACIÓN DE RESULTADO Y DISEÑO EDIFICIO LOAIZA	164
ANEXO No 3. MODELOS DEFINITIVOS COMPARACIÓN DE RESULTADO Y DISEÑO EDIFICIO UNACH	170
ANEXO No 4. MODELOS DEFINITIVOS COMPARACIÓN DE RESULTADOS Y DISEÑO EDIFICIO PLUS 1.....	176
ANEXO No 5. RESUMEN DE RESULTADOS Y GRÁFICOS	182

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.1 EDIFICIO LOAIZA.....	4
CUADRO 1.2 EDIFICIO UNACH.....	7
CUADRO 1.3 EDIFICIO PLUS 1.....	10
CUADRO 2.1 PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO ESTRUCTURAL...	14
CUADRO 3.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....	24
CUADRO 3.2 HIPÓTESIS DE CARGA.....	24
CUADRO 3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA PLACA COLABORANTE (DECK)...	25
CUADRO 3.4 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE LA VIGUETA EDIFICIO LOAIZA.....	26
CUADRO 3.5 NOMENCLATURA PARA EL CALCULO DEL ELEMENTO COMPUESTO EDIFICIO LOAIZA.....	29
CUADRO 3.6 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS PRINCIPALES EDIFICIO LOAIZA.....	31
CUADRO 3.7 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE UNA COLUMNA EDIFICIO LOAIZA.....	34
CUADRO 3.8 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE LA VIGUETA EDIFICIO UNACH.....	36
CUADRO 3.9 NOMENCLATURA PARA EL CALCULO DEL ELEMENTO COMPUESTO EDIFICIO UNACH.....	38
CUADRO 3.10 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS PRINCIPALES EDIFICIO UNACH.....	40
CUADRO 3.11 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE UNA COLUMNA EDIFICIO UNACH.....	42
CUADRO 3.12 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE LA VIGUETA EDIFICIO PLUS 1.....	44
CUADRO 3.13 NOMENCLATURA PARA EL CALCULO DEL ELEMENTO COMPUESTO EDIFICIO PLUS 1.....	46
CUADRO 3.14 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS PRINCIPALES EDIFICIO PLUS 1.....	48
CUADRO 3.15 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE UNA COLUMNA EDIFICIO PLUS 1.....	50
CUADRO 3.16 COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE CALCULO Y PROGRAMAS (COLUMNAS).....	56
CUADRO 3.17 COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE CALCULO Y PROGRAMAS (VIGAS).....	60

CUADRO 3.18 DESCRIPCIÓN Y NOMENCLATURA PARA LOS CÁLCULOS DE LOSA EQUIVALENTE.....	60
CUADRO 5.1 CARGAS ESTÁTICAS.....	71
CUADRO 5.2 COEFICIENTE DEL CORTE BASAL EDIFICIO LOAIZA.....	72
CUADRO 5.3 COEFICIENTE DEL CORTE BASAL EDIFICIO UNACH.....	72
CUADRO 5.4 COEFICIENTE DEL CORTE BASAL EDIFICIO PLUS 1.....	73
CUADRO 5.5 VALORES DE k.....	73
CUADRO 5.6 HERRAMIENTAS DE DIBUJO ETABS 2015.....	76
CUADRO 5.7 HERRAMIENTAS PARA VISUALIZAR RESULTADOS ETABS2015.....	80
CUADRO 5.8 HERRAMIENTAS DE DISEÑO.....	82
CUADRO 5.9 HERRAMIENTAS DE DIBUJO RISA 3D.....	87
CUADRO 5.10 CARGAS ESTÁTICAS.....	89
CUADRO 5.11 CÁLCULO DE FUERZAS SÍSMICAS EDIFICIO LOAIZA CON AYUDA DEL PROGRAMA MICROSOFT EXCEL.....	93
CUADRO 5.12 CÁLCULO DE FUERZAS SÍSMICAS EDIFICIO UNACH CON AYUDA DEL PROGRAMA MICROSOFT EXCEL.....	93
CUADRO 5.13 CÁLCULO DE FUERZAS SÍSMICAS EDIFICIO PLUS1 CON AYUDA DEL PROGRAMA MICROSOFT EXCEL.....	94
CUADRO 5.14 PARÁMETROS DE DISEÑO.....	99
CUADRO 5.15 HERRAMIENTAS DE DIBUJO RCBE.....	103
CUADRO 5.16 CARGAS ESTÁTICAS.....	105
CUADRO 6.1 COMPARACIÓN DE RESULTADOS EDIFICIO LOAIZA.....	114
CUADRO 6.2 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL.....	115
CUADRO 6.3 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL.....	115
CUADRO 6.4 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL.....	115
CUADRO 6.5 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X.....	117
CUADRO 6.6 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Z.....	117
CUADRO 6.7 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X.....	117
CUADRO 6.8 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Y.....	118
CUADRO 6.9 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X.....	118

CUADRO 6.10 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Y.....	118
CUADRO 6.11 COMPARACIÓN DE RESULTADOS EDIFICIO UNACH.....	125
CUADRO 6.12 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL.....	126
CUADRO 6.13 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL.....	126
CUADRO 6.14 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL.....	126
CUADRO 6.15 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X.....	128
CUADRO 6.16 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Z.....	128
CUADRO 6.17 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X.....	128
CUADRO 6.18 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Y.....	129
CUADRO 6.19 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X.....	129
CUADRO 6.20 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Y.....	129
CUADRO 6.21 COMPARACIÓN DE RESULTADOS EDIFICIO PLUS 1.....	136
CUADRO 6.22 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL.....	137
CUADRO 6.23 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL.....	137
CUADRO 6.24 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL.....	137
CUADRO 6.25 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X.....	139
CUADRO 6.26 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Z.....	139
CUADRO 6.27 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Y.....	139
CUADRO 6.28 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Y.....	140
CUADRO 6.29 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X.....	140
CUADRO 6.30 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X.....	140
CUADRO 6.31 COMPARATIVA DE RESULTADOS EDIFICIO LOAIZA.....	147
CUADRO 6.32 DIFERENCIA PORCENTUAL – DESPLAZAMIENTOS EDIFICIO LOAIZA.....	148

CUADRO 6.33 COMPARATIVA DE RESULTADOS EDIFICIO UNACH.....	149
CUADRO 6.34 DIFERENCIA PORCENTUAL – DESPLAZAMIENTOS EDIFICIO UNACH.....	150
CUADRO 6.35 COMPARATIVA DE RESULTADOS EDIFICIO PLUS 1.....	151
CUADRO 6.36 DIFERENCIA PORCENTUAL – DESPLAZAMIENTOS EDIFICIO PLUS 1.....	152

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 CORTE LONGITUDINAL EDIFICIO LOAIZA.....	4
FIGURA 1.2 PLANTA ARQUITECTÓNICA EDIFICIO LOAIZA.....	5
FIGURA 1.3 CONFIGURACION ESTRUCTURAL LOSA EDIFICIO LOAIZA.....	6
FIGURA 1.4 CORTE LONGITUDINAL EDIFICIO UNACH.....	8
FIGURA 1.5 PLANTA ARQUITECTÓNICA EDIFICIO UNACH.....	8
FIGURA 1.6 CONFIGURACION ESTRUCTURAL LOSA EDIFICIO LOAIZA.....	9
FIGURA 1.7 CORTE LONGITUDINAL EDIFICIO PLUS 1.....	11
FIGURA 1.8 PLANTA ARQUITECTÓNICA EDIFICIO PLUS 1.....	12
FIGURA 1.6 CONFIGURACION ESTRUCTURAL LOSA EDIFICIO PLUS 1....	13
FIGURA 2.1 PERFILES ESTÁNDAR LAMINADOS EN CALIENTE.....	16
FIGURA 2.2 PERFILES DE LÁMINA DELGADA.....	17
FIGURA 2.3 PLACA COLABORANTE.....	18
FIGURA 2.4 RAZON ANCHO–ESPESOR: ELEMENTOS EN COMPRESIÓN DE MIEMBRO EN FLEXIÓN.....	19
FIGURA 2.5 RAZON ANCHO – ESPESOR LIMITES PARA ELEMENTOS DE ACERO COMPRIMIDOS EN MIEMBROS COMPUESTOS SUJETOS A FLEXIÓN.....	21
FIGURA 3.1 DISPOSICIÓN DE LAS VIGUETAS EDIFICIO LOAIZA.....	26
FIGURA 3.2 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME SOBRE UNA VIGUETA EDIFICIO LOAIZA.....	27
FIGURA 3.3 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES I (EDIFICIO LOAIZA).....	28
FIGURA 3.4 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME SOBRE EL ELEMENTO COMPUESTO EDIFICIO LOAIZA.....	29
FIGURA 3.5 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA DISEÑO DE SECCIONES COMPUESTAS (EDIFICIO LOAIZA)	30
FIGURA 3.6 DISPOSICIÓN DE LAS VIGAS PRINCIPALES EDIFICIO LOAIZA.....	31
FIGURA 3.7 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LAS CARGAS SOBRE UNA VIGA PRINCIPAL EDIFICIO LOAIZA.....	32
FIGURA 3.8 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES I (EDIFICIO LOAIZA)... ..	33

FIGURA 3.9 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE COLUMNAS DE SECCION COMPUESTA (EDIFICIO LOAIZA).....	35
FIGURA 3.10 DISPOSICIÓN DE LAS VIGUETAS EDIFICIO UNACH.....	36
FIGURA 3.11 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME SOBRE UNA VIGUETA EDIFICIO UNACH.....	37
FIGURA 3.12 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES I (EDIFICIO UNACH).....	37
FIGURA 3.13 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME SOBRE EL ELEMENTO COMPUESTO EDIFICIO UNACH.....	38
FIGURA 3.14 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA DISEÑO DE SECCIONES COMPUESTAS (EDIFICIO UNACH)	39
FIGURA 3.15 DISPOSICIÓN DE LAS VIGAS PRINCIPALES EDIFICIO UNACH.....	39
FIGURA 3.16 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LAS CARGAS SOBRE UNA VIGA PRINCIPAL EDIFICIO UNACH.....	40
FIGURA 3.17 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES I (EDIFICIO UNACH)	41
FIGURA 3.18 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE COLUMNAS DE SECCION COMPUESTA (EDIFICIO UNACH).....	43
FIGURA 3.19 DISPOSICIÓN DE LAS VIGUETAS EDIFICIO PLUS 1.....	44
FIGURA 3.20 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME SOBRE UNA VIGUETA EDIFICIO PLUS 1.....	45
FIGURA 3.21 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES I (EDIFICIO PLUS 1)	45
FIGURA 3.22 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME SOBRE EL ELEMENTO COMPUESTO EDIFICIO PLUS 1.....	46
FIGURA 3.23 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA DISEÑO DE SECCIONES COMPUESTAS (EDIFICIO PLUS 1).....	47
FIGURA 3.24 DISPOSICIÓN DE LAS VIGAS PRINCIPALES EDIFICIO PLUS 1.....	47
FIGURA 3.25 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LAS CARGAS SOBRE UNA VIGA PRINCIPAL EDIFICIO PLUS 1.....	48
FIGURA 3.26 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT	

EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES I (EDIFICIO PLUS 1).....	49
FIGURA 3.27 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE COLUMNAS DE SECCION COMPUESTA (EDIFICIO PLUS1).....	51
FIGURA 3.28 COLUMNA COMPUESTA.....	51
FIGURA 3.29 VIGA DE ACERO.....	56
FIGURA 5.1 PANTALLA PRINCIPAL ETABS 2015.....	64
FIGURA 5.2 VENTANA INICIO DE MODELACIÓN.....	65
FIGURA 5.3 VENTANA INICIO DE MODELACIÓN DE GRILLA.....	65
FIGURA 5.4 GRILLA.....	66
FIGURA 5.5 DEFINICIÓN DE MATERIALES.....	67
FIGURA 5.6 DEFINICIÓN DE SECCIÓN VIGAS Y VIGUETAS.....	68
FIGURA 5.7 DEFINICIÓN DE SECCIÓN COLUMNAS.....	68
FIGURA 5.8 DEFINICIÓN DE LOSA DE PLACA COLABORANTE DECK.....	69
FIGURA 5.9 DEFINICIÓN DE SECCIONES MUROS.....	70
FIGURA 5.10 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS.....	71
FIGURA 5.11 DEFINICIÓN DE CARGAS SISMICAS.....	74
FIGURA 5.12 DEFINICIÓN DE CONBINACIONES DE CARGA.....	74
FIGURA 5.13 DEFINICIÓN DE FUENTE DE MASA.....	75
FIGURA 5.14 DEFINICIÓN APOYOS.....	76
FIGURA 5.15 CONDICIONES DE APOYO DE LAS VIGUETAS.....	77
FIGURA 5.16 ASIGNACIÓN DE CARGAS.....	78
FIGURA 5.17 ASIGNACIÓN DE DIAFRAGMA HORIZONTAL.....	78
FIGURA 5.18 DIBUJO COMPLETO ETABS 2015 EDIFICIO LOAIZA.....	79
FIGURA 5.19 DIBUJO COMPLETO ETABS 2015 EDIFICIO UNACH.....	79
FIGURA 5.20 DIBUJO COMPLETO ETABS 2015 EDIFICIO PLUS 1.....	80
FIGURA 5.21 VISUALIZAR DESPLAZAMIENTO ETABS 2015.....	81
FIGURA 5.22 VISUALIZAR REACCIONES ETABS 2015.....	81
FIGURA 5.23 VISUALIZAR DIAGRAMAS ETABS 2015.....	81
FIGURA 5.24 PANTALLA PRINCIPAL RISA 3D.....	83
FIGURA 5.25 VENTANA DE SELECCIÓN DE UNIDADES.....	84
FIGURA 5.26 VENTANA DE DIBUJO DE GRILLA.....	84
FIGURA 5.27 CUADRO DE INGRESO DE DATOS DEL MODELO.....	85
FIGURA 5.28 DEFINICIÓN DE MATERIALES.....	85

FIGURA 5.29 DEFINICIÓN DE SECCIÓN VIGAS Y VIGUETAS.....	86
FIGURA 5.30 DEFINICIÓN DE SECCIÓN COLUMNAS.....	87
FIGURA 5.31 DIBUJAR ELEMENTOS.....	88
FIGURA 5.32 DEFINICIÓN DE SECCIONES MUROS.....	88
FIGURA 5.33 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS.....	89
FIGURA 5.34 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS.....	90
FIGURA 5.35 DEFINICIÓN DE LOS DIAFRAGMAS.....	91
FIGURA 5.36 DEFINICIÓN DE COMBINACIONES DE CARGA.....	91
FIGURA 5.37 DEFINICIÓN DE CARGA SISMICA.....	92
FIGURA 5.38 INGRESO DE FUERZAS SISMICAS.....	94
FIGURA 5.39 DEFINICIÓN APOYOS.....	95
FIGURA 5.40 DIBUJO COMPLETO RISA 3D EDIFICIO LOAIZA.....	95
FIGURA 5.41 DIBUJO COMPLETO RISA 3D EDIFICIO UNACH.....	96
FIGURA 5.42 DIBUJO COMPLETO RIS 3D EDIFICIO PLUS 1.....	96
FIGURA 5.43 VENTA DE SELECCION DE SOLUCIÓN.....	97
FIGURA 5.44 VENTA DE OPCIONES DE RESULTADOS.....	97
FIGURA 5.45 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS GRÁFICOS (DIAGRAMAS)	98
FIGURA 5.46 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS GRÁFICOS (DEFLEXIONES).....	98
FIGURA 5.47 CÁLCULO DE LOS PERIODOS DE VIBRACIÓN RISA 3D.....	99
FIGURA 5.48 PANTALLA PRINCIPAL RCBE.....	100
FIGURA 5.49 VENTANA DE INICIO.....	101
FIGURA 5.50 VENTANA PARA CREAR NUEVA ESTRUCTURA.....	101
FIGURA 5.51 DEFINICIÓN DE LA GRILLA.....	101
FIGURA 5.52 VENTANA DE SELECCIÓN DE UNIDADES.....	102
FIGURA 5.53 DIBUJAR ELEMENTOS COLUMNAS Y VIGAS.....	103
FIGURA 5.54 DEFINICIÓN DE SECCIONES MUROS.....	104
FIGURA 5.55 DEFINICIÓN DE LOSA.....	104
FIGURA 5.56 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS GRAVITACIONALES.....	105
FIGURA 5.57 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS LATERALES EDIFICIO LOAIZA.....	106
FIGURA 5.58 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS LATERALES EDIFICIO UNACH.....	107

FIGURA 5.59 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS LATERALES EDIFICIO PLUS1.....	108
FIGURA 5.60 DEFINICIÓN DE COMBINACIONES DE CARGA.....	109
FIGURA 5.61 DEFINICIÓN APOYOS.....	109
FIGURA 5.62 DIBUJO COMPLETO RCEBE EDIFICIO LOAIZA.....	110
FIGURA 5.63 DIBUJO COMPLETO RCBE EDIFICIO UNACH.....	110
FIGURA 5.64 DIBUJO COMPLETO RCBE EDIFICIO PLUS 1.....	111
FIGURA 5.65 VENTAS DE SELECCION DE SOLUCIÓN.....	112
FIGURA 5.66 VENTA DE OPCIONES DE RESULTADOS.....	112
FIGURA 5.67 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS GRÁFICOS.....	113

RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto es realizar un estudio comparativo de análisis y diseño estructural en edificios metálicos usando programas que en la actualidad existen para análisis y diseño. Los programas, que facilitan y agilitan el proceso de cálculo, considerados para el presente estudio son: RISA 3D, RCBE y ETABS 2015.

Estos programas presentan variaciones en lo que respecta a su manejo y resultados, por tanto resulta necesario establecer cuan significativos e influyentes son estos cambios para el diseño de los elementos que conforman la estructura.

Para conocer las variaciones y factores que pueden modificar el diseño de los elementos estructurales se procederá a modelar tres diferentes estructuras con diferentes características cada una de estas edificaciones, las cuales variaran el número de pisos, el número de subsuelos y su geometría.

Para el estudio mencionado se contemplan los requerimientos que establece la actual norma ecuatoriana de la construcción NEC 2015 y el código AISC 360-10 como norma de diseño.

Finalmente, se presenta información de ventajas y desventajas del uso de cada programa, con los resultados se realizó una diferencia porcentual y se comparó el diseño de los elementos que presenta cada programa.

ABSTRACT

The main objective of this research is to conduct a comparative study of the structural analysis and design of steel buildings using the available software in the market. The programs, which facilitate and expedite the calculation process, considered for this study are: RISA 3D, RCBE and ETABS 2015.

These programs have different features to model and do not present the final results on a similar way. Therefore, it is necessary to establish how significant and influential these differences are in order to rely on the design of the structural elements.

To identify the variations and factors that can modify the design of the structural elements, it is modeled three different buildings with different characteristics each of one. The structures vary on the number of floors, number of underground levels and geometry.

For this project, the current Ecuadorian Construction Standard, NEC 2015, and the American Institute of Steel Construction Standard, AISC 360-10, are considered to design the different elements of the analyzed structures.

Finally, there is information with the advantages and disadvantages about the use of each software. With the results taken from the software, it was computed a percentual difference in order to compare the design of the elements, which the software shows.

PRESENTACIÓN

El presente estudio consta de 7 capítulos distribuidos de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se presenta de manera introductoria y resumida lo que se va a realizar en el presente trabajo así como los objetivos y su justificación, además se presenta los objetos de estudios en una definición general de proyectos.

En el capítulo 2 se presenta los fundamentos teóricos que se utilizaran como: tipos de estructuras, materiales sus propiedades mecánicas, ventajas y desventajas, también se presenta toda la teoría con respecto a los elementos compuestos y la revisión de los requerimientos de los códigos de diseño.

En el capítulo 3 se presenta el cálculo y predimensionamiento de los elementos estructurales en estudio, para esto se tomo en cuenta los parámetros: propiedades de los materiales y las hipótesis de carga, así podemos dimensionar elementos: viguetas, vigas y columnas, también se realiza el cálculo de secciones equivalentes.

En el capítulo 4 se presenta las características, funciones y todo lo que puede realizar cada uno de los programas a utilizarse.

En el capítulo 5 se presenta una guía de como modelar las estructuras en cada programa, aquí se incluye la manera en la que se deben definir cada parámetro que va desde definir las unidades hasta como visualizar los resultados.

En el capítulo 6 se presenta los resultados obtenidos con cada programa y se realiza una comparación mediante una diferencia porcentual, además se presenta las ventajas y desventajas al modelar en cada programa.

En el capítulo 7 se presenta las conclusiones y recomendaciones seguidas por los anexos.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El estudio comparativo de análisis y diseño estructural es parte fundamental de la ingeniería civil, donde su principal objetivo es cumplir con requerimientos de seguridad, funcionalidad, serviciabilidad y estética, para cumplir estos requerimientos existen métodos de cálculo estructural que dependiendo de la geometría de la edificación se vuelven más complejos.

Actualmente existen varios programas para el análisis y diseño estructural de edificaciones, que facilitan y agilitan el proceso de cálculo. Estos programas presentan variaciones en lo que respecta a su manejo y resultados, por tanto resulta necesario establecer cuan significativos e influyentes son estos cambios en el diseño de los elementos que conforman la estructura.

Para conocer los factores que influye el cambio en los resultados entre los programas se realizará una comparación de análisis estructural de los edificios:

LOAIZA edificio cuyas características son: aporticado, con muros de corte, irregular en planta y regular en elevación, consta de: 1 subsuelo y 4 pisos.

UNACH cuyas características son: aporticado, con muros de corte, irregular en planta y en elevación consta de: 1 subsuelo, 8 pisos incluida planta baja.

PLUS 1 edificio cuyas características son: aporticado, con muros de corte, regular en planta y en elevación consta de: 5 subsuelos y 12 pisos.

Esto se realizará utilizando los programas: RISA 3D, RCBE y ETABS 2015 resolverá las incertidumbres en cuanto a lo que se refiere interpretación y precisión de resultados obtenidos, además de establecer capacidades y deficiencias que los paquetes computacionales poseen. Para el estudio mencionado se contemplan los requerimientos que establece la actual norma

ecuatoriana de la construcción NEC 15 y el código AISC 360-10 como norma de diseño.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer información mediante un estudio comparativo de Análisis y Diseño estructural en edificios metálicos usando los programas: Risa 3D, RCBE y ETABS 2015, que ayude a estudiantes y profesionales de Ingeniería Civil-Estructural a conocer sus ventajas y desventajas.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar las diferentes herramientas de diseño que brinda cada programa para entender su funcionamiento.
- Dar a conocer los diferentes programas y su importancia en el ámbito del diseño estructural.
- Establecer ventajas y desventajas del uso de los programas, identificando los motivos de diferencias, entendiendo con qué variables trabajó el programa y bajo qué circunstancias se recomendaría su uso.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto pretende comparar diferentes programas que existen para el análisis y diseño estructural en edificios metálicos mediante la modelación de los edificios: Loaiza, Plus 1 y Unach, usando los programas: Risa 3D, RCBE y ETABS 2015, ya que existen diferencias entre estos programas.

Con el desarrollo de este proyecto se ayudará a tener conocimiento de las herramientas que nos ofrece cada uno de los programas.

Al finalizar este proyecto y con los resultados obtenidos, se pueden proponer la implementación de estos programas en el curriculum académico con lo que se ayudara a los futuros ingenieros a tener más herramientas para el uso en su vida profesional.

1.4 DEFINICIÓN GENERAL PROYECTOS

Los proyectos que se tomaron como ejemplo para la realización de este trabajo son estructuras existentes.

La estructuración de estos edificios está compuesta por pórticos resistentes que se forman por la unión de: columnas tubulares y vigas de perfil “W”, con muros de corte los cuales ayudan como arriostramiento a la estructura, este tipo de sistema estructural se le conoce como un sistema dual.

Tienen un sistema de losa de placa colaborante (Deck) que se apoya en vigas y viguetas.

Las cimentaciones de los edificios constan de zapatas aisladas o combinadas.

A continuación se describe los edificios:

1.4.1 EDIFICIO LOAIZA

1.4.1.1 Descripción Arquitectónica

El edificio LOAIZA es un edificio de departamentos, consta de 1 subsuelo y 5 plantas.

En planta el edificio tiene forma de un polígono irregular de 6 lados en forma de “L”, en elevación se observa que tiene diferentes volados para cada piso por lo se considerara como un edificio irregular en elevación,

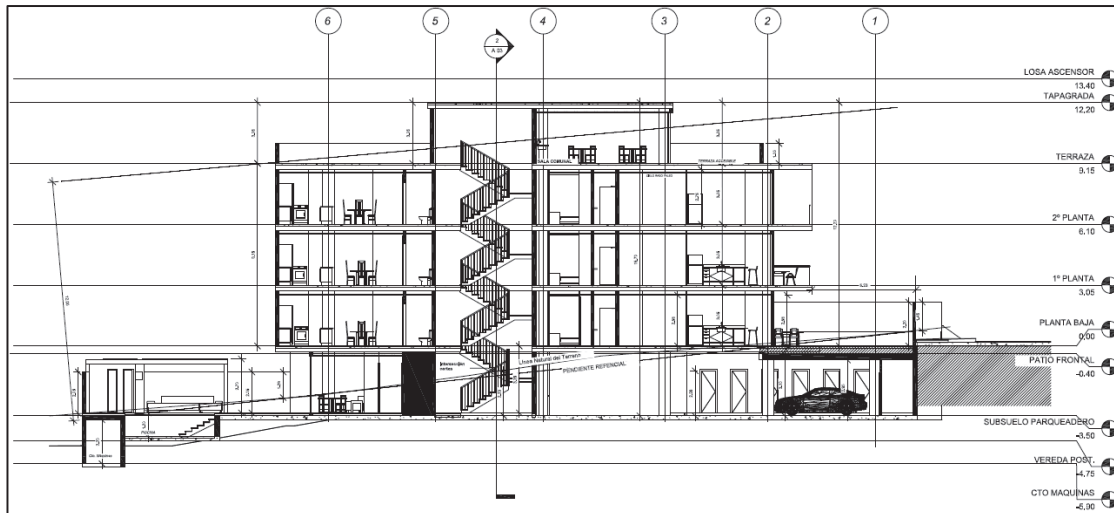
A continuación se muestra un cuadro con detalles del edificio:

CUADRO 1.1 EDIFICIO LOAIZA

Piso	Uso	Área
Quinta Planta N + 12.20	Ultima Losa tapa Gradas	146.67 m ²
Cuarto Planta N + 9.15	Terraza	533.65 m ²
Tercer Planta N + 6.10	Departamentos 7, 8 y 9	516.88 m ²
Segundo Planta N + 3.05	Departamentos 4, 5 y 6	519.77 m ²
Primer Planta N + 0.00	Departamentos 1, 2 y 3	777.87 m ²
Subsuelo N - 3.50	Parqueadero	832.02 m ²

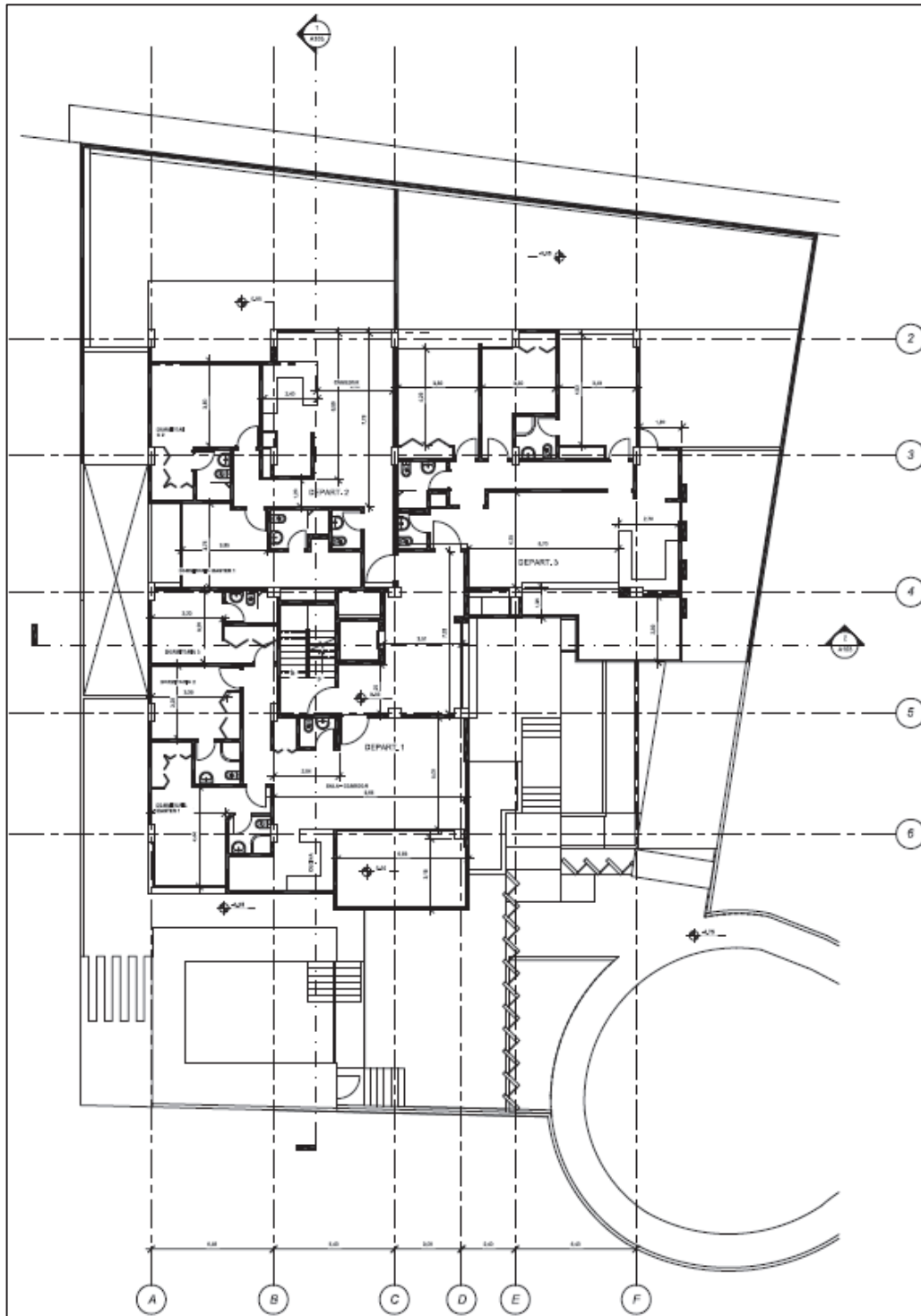
FUENTE: Planos Arquitectónicos Edificio LOAIZA

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 1.1 CORTE LONGITUDINAL EDIFICIO LOAIZA

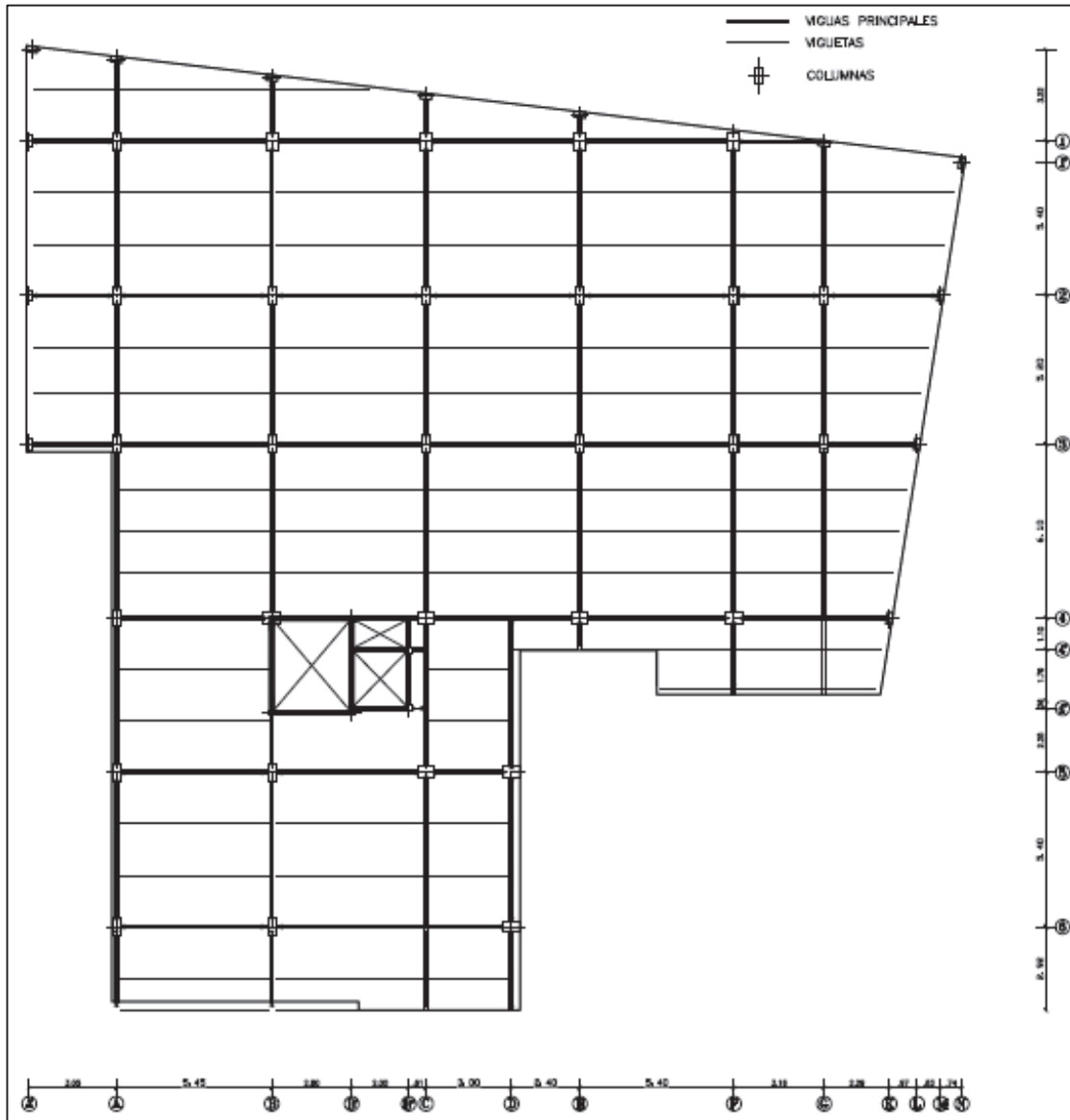
FUENTE: Planos Arquitectónicos Edificio LOAIZA

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 1.2 PLANTA ARQUITECTÓNICA EDIFICIO LOAIZA

FUENTE: Planos Arquitectónicos Edificio LOAIZA
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 1.3 CONFIGURACION ESTRUCTURAL LOSA EDIFICIO LOAIZA



FUENTE: Planos Arquitectónicos Edificio LOAIZA

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

1.4.2 EDIFICIO UNACH

1.4.2.1 Descripción Arquitectónica

En el edificio UNACH funciona la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnológicas, de la Universidad Nacional de Chimborazo, consta: 1 subsuelo y 8 plantas.

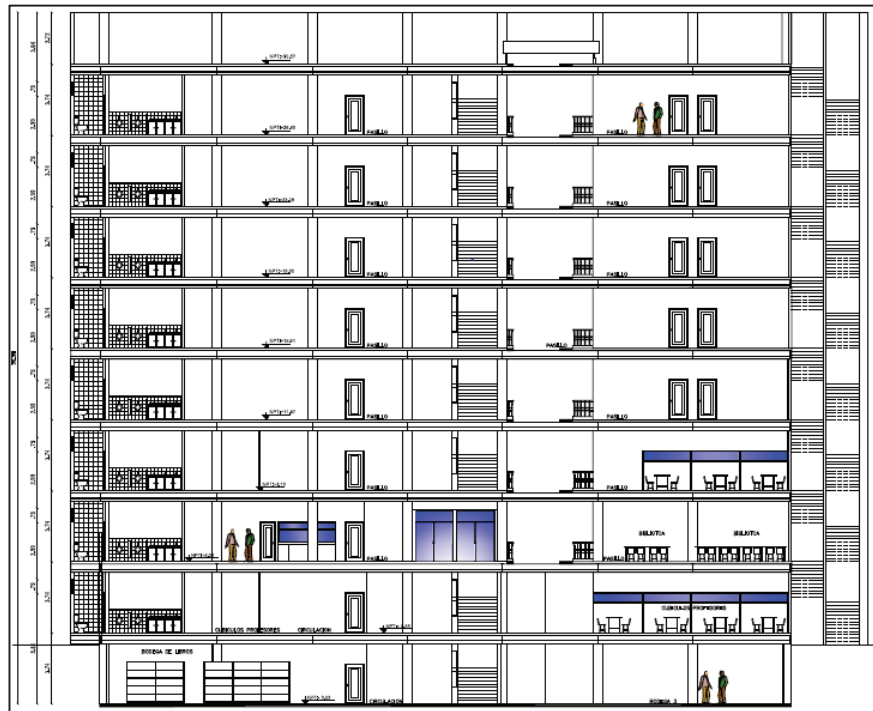
En planta tiene la forma de un polígono irregular y no tiene irregularidades en elevación, A continuación se muestra una tabla con detalles del edificio:

CUADRO 1.2 EDIFICIO UNACH

Piso	Uso	Área
Octava Planta N + 30.57	Ultima Losa tapa gradas	48.10 m ²
Séptima Planta N + 26.83	Aulas	793.73 m ²
Sexta Planta N + 23.09	Aulas	793.73 m ²
Quinta Planta N + 19.35	Aulas	800.42 m ²
Cuarto Planta N + 15.61	Aulas	800.42 m ²
Tercer Planta N + 11.87	Aulas	800.42 m ²
Segundo Planta N + 8.13	Cubículos	800.42 m ²
Primer Planta N + 4.39	Biblioteca y Cubículos	793.73 m ²
Planta Baja N + 0.65	Sala de Espera	793.73 m ²
Subsuelo N – 3.09	Bodega	688.49 m ²

FUENTE: Planos Arquitectónicos Edificio LOAIZA
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

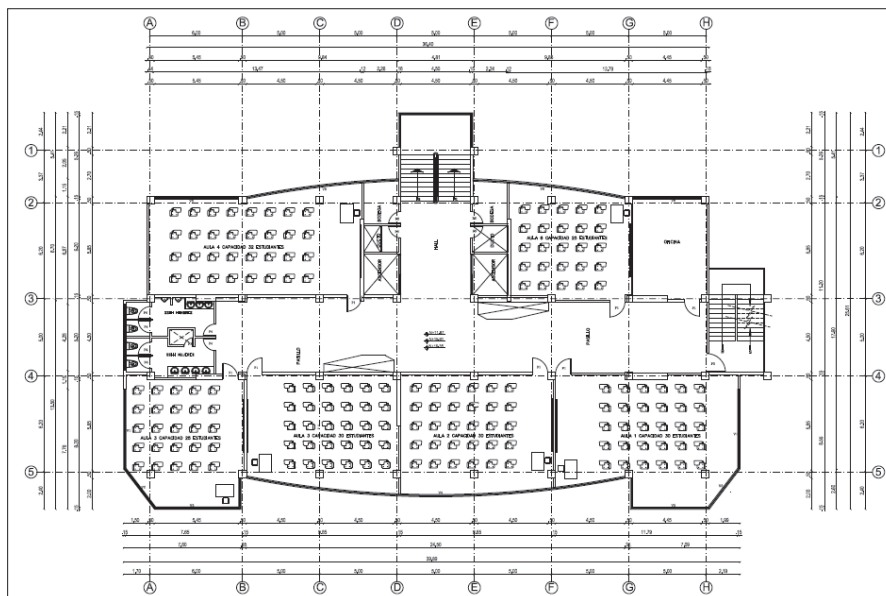
FIGURA 1.4 CORTE LONGITUDINAL EDIFICIO UNACH



FUENTE: Planos Arquitectónicos Edificio UNACH

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

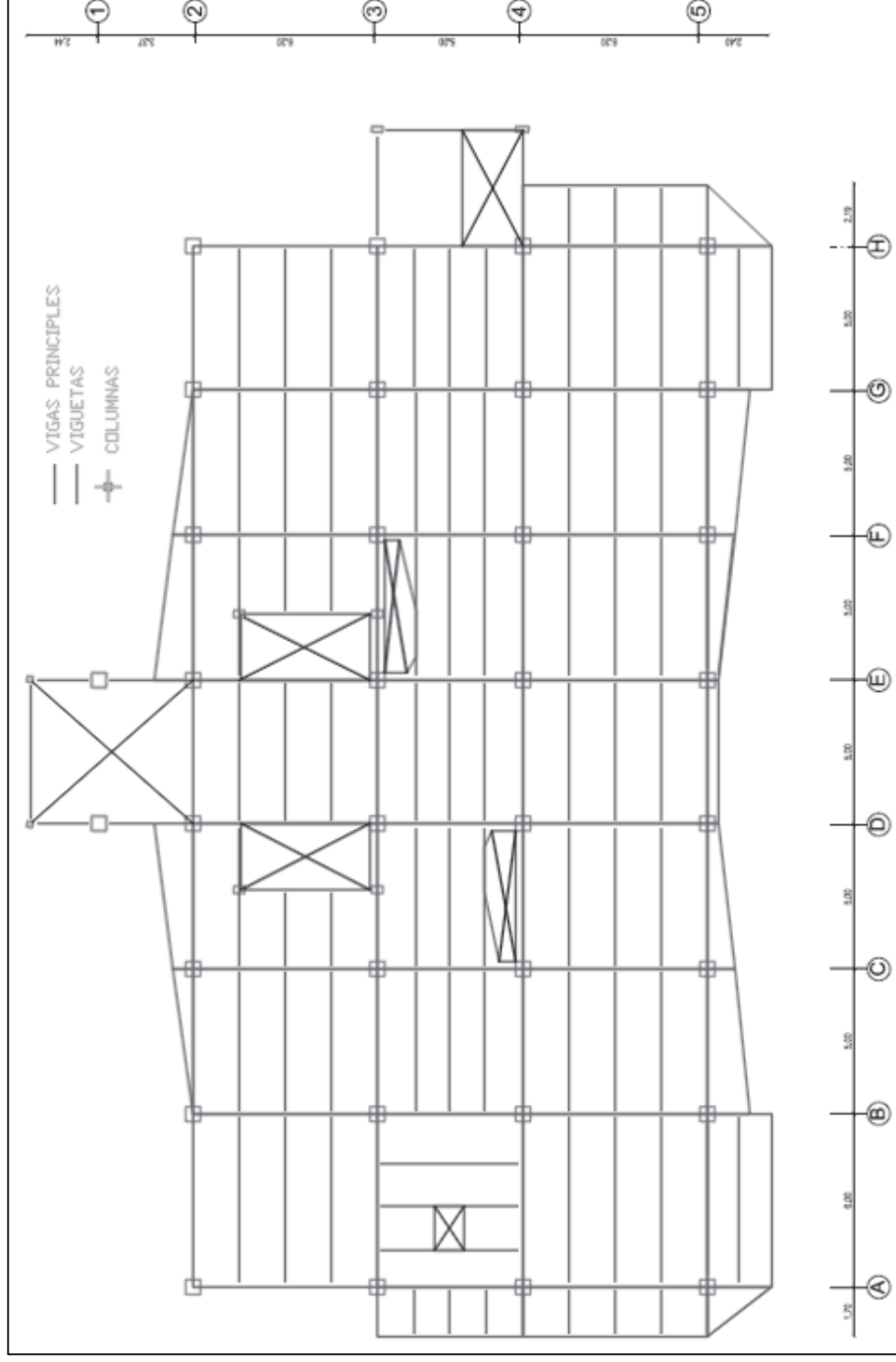
FIGURA 1.5 PLANTA ARQUITECTÓNICA EDIFICIO UNACH



FUENTE: Planos Arquitectónicos Edificio UNACH

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 1.6 CONFIGURACION ESTRUCTURAL LOSA EDIFICIO UNACH



FUENTE: Planos Arquitectónicos Edificio UNACH
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

1.4.3 EDIFICIO PLUS 1

1.4.3.1 Descripción Arquitectónica

El edificio Plus destinado al uso de oficinas, consta de 5 subsuelos y 12 plantas. Tiene forma rectangular por lo que se considerara regular en planta y a su vez es regular en elevación

A continuación se muestra una tabla detallando el edificio:

CUADRO 1.3 EDIFICIO PLUS 1

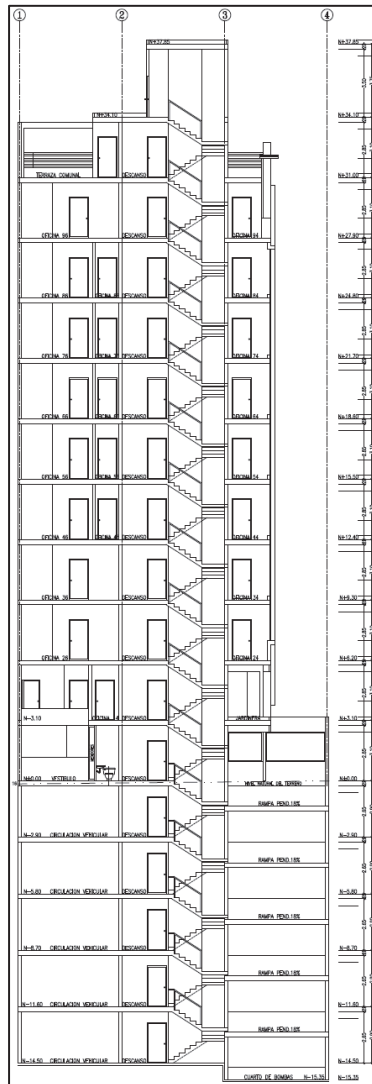
Piso	Uso	Área
Décimo Segunda Planta N +37.85	Ultima Losa tapa gradas	67.67 m ²
Décimo Primera Planta N +34.10	Cuarto de Maquinas	67.76 m ²
Décima Planta N + 31.00	Terraza Comunal	315.48 m ²
Novena Planta N +27.90	Salón Comunal Oficinas	315.48 m ²
Octava Planta N +24.80	Oficinas	319.95 m ²
Séptima Planta N +21.70	Oficinas	319.95 m ²
Sexta Planta N +18.60	Oficinas	319.95 m ²
Quinta Planta N +15.50	Oficinas	319.95 m ²
Cuarto Planta N +12.40	Oficinas	319.95 m ²
Tercer Planta N +9.30	Oficinas	319.95 m ²
Segundo Planta N +6.20	Oficinas	319.95 m ²
Primer Planta N +3.10	Oficinas	266.70 m ²
Planta Baja N +0.00	Vestíbulo Oficinas	326.20 m ²
Subsuelo 1 N -2.90 y -3.75	Parqueadero	512.00 m ²
Subsuelo 2 N -5.80y -6.65	Parqueadero	512.00 m ²

CUADRO 1.3 CONTINUACIÓN

Subsuelo 3 N -8.70 y -9.55	Parqueadero	512.00 m ²
Subsuelo 4 N -11.60 y -12.45	Parqueadero	512.00 m ²
Subsuelo 5 N -14.50 y -15.35	Parqueadero	512.00 m ²

FUENTE: Planos Arquitectónicos Edificio PLUS 1

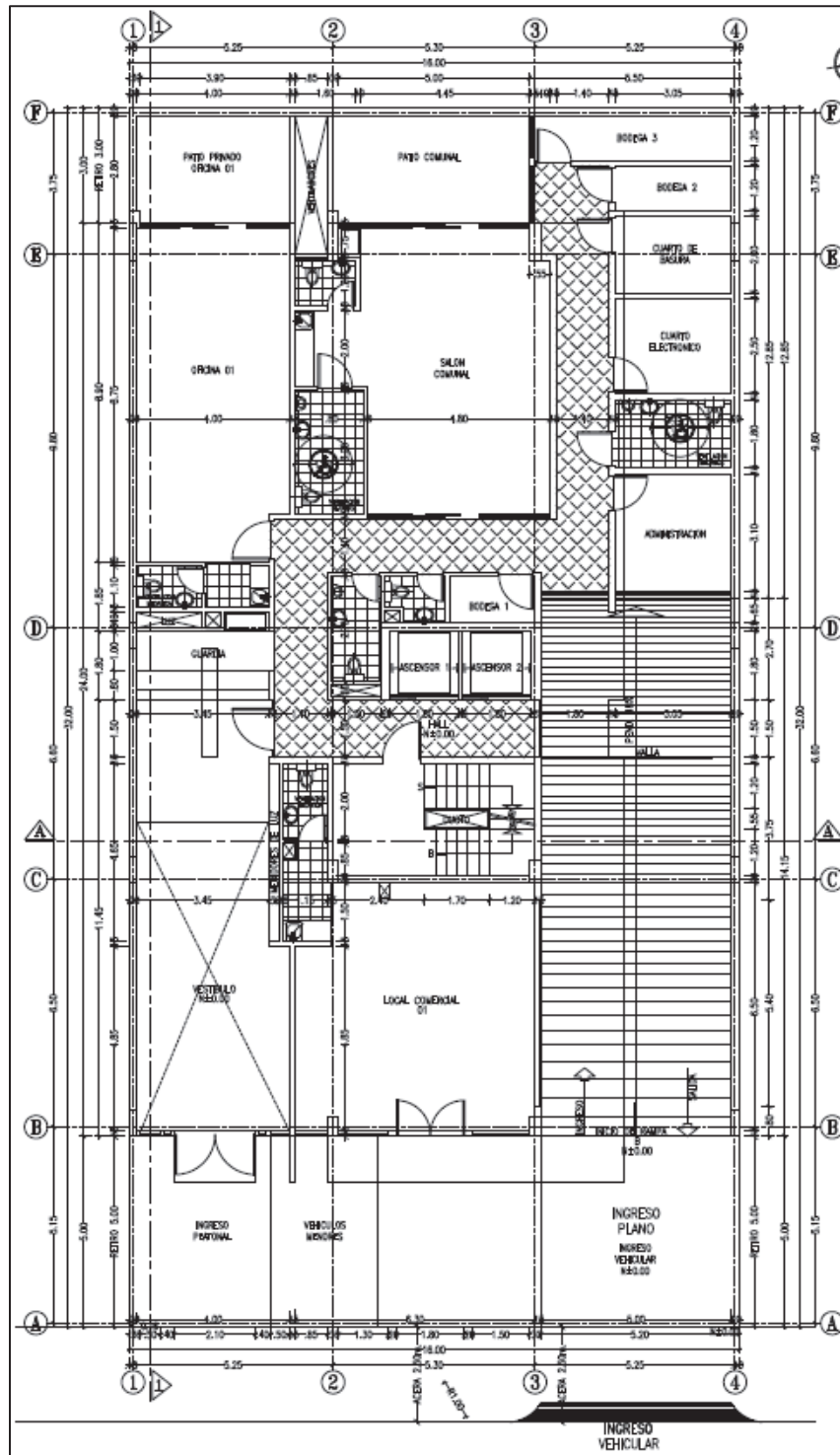
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 1.7 CORTE LONGITUDINAL EDIFICIO PLUS 1

FUENTE: Planos Arquitectónicos Edificio PLUS 1

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

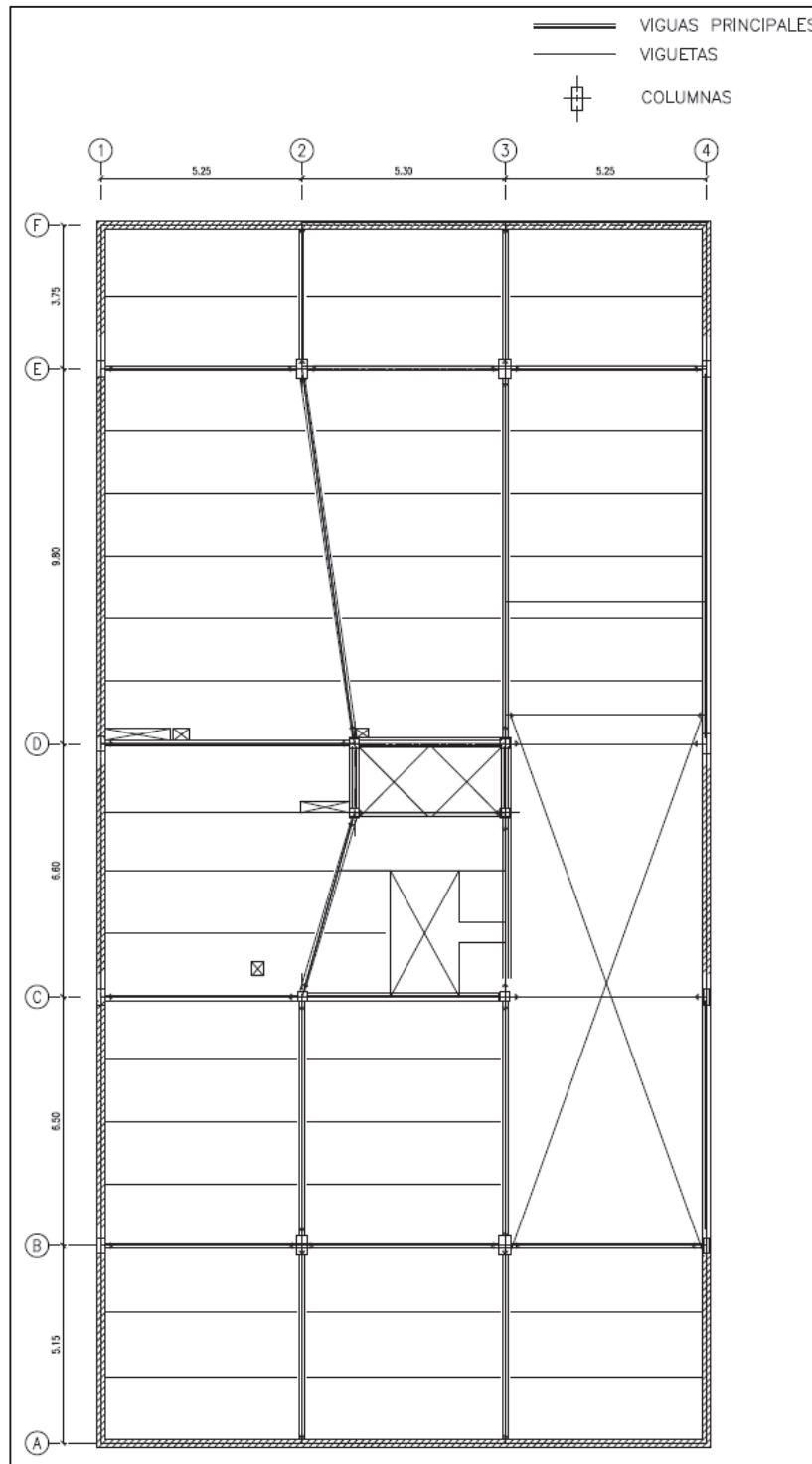
FIGURA 1.8 PLANTA ARQUITECTÓNICA EDIFICIO PLUS 1



FUENTE: Planos Arquitectónicos Edificio PLUS 1

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 1.6 CONFIGURACION ESTRUCTURAL LOSA EDIFICIO PLUS 1



FUENTE: Planos Arquitectónicos Edificio PLUS 1
 ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CAPÍTULO 2

MATERIALES

2.1 ACERO COMO ELEMENTO ESTRUCTURAL

El acero estructural tiene una gran demanda en la Industria de la Construcción debido a que es un material que tiene propiedades estructurales importantes como son: su alta resistencia y su ductilidad. Es un material que se utiliza en múltiples construcciones por su rapidez de montaje como en Edificios, Puentes, Cubiertas, Torres, etc. Es una aleación elaborada industrialmente utilizando como materia prima básica el hierro y el carbono, además de otros metales en pequeña cantidad, que se funden en las proporciones adecuadas y a temperaturas estrictamente controladas.

2.1.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO ESTRUCTURAL

Se presenta las principales propiedades mecánicas del acero estructural ya que estas son de gran importancia para el comportamiento de la estructura:

CUADRO 2.1 PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO ESTRUCTURAL

Esfuerzo de Fluencia mínimo específico (F_y)	
Resistencia a la tracción mínima especificada (F_u)	
Módulo de Elasticidad:	E = 29000 [ksi] E = 200000 [Mpa] E = 2043000 [kg/cm ²]
Módulo de Elasticidad por Corte:	G = 11200 [ksi] G = 77200 [Mpa] G = 789110 [kg/cm ²]
Módulo de Poisson:	$\mu = 0.30$
Deformación unitaria en la rotura:	$\epsilon_u = 1$ [ksi] $\epsilon_u = 1000$ [lb/plg ²] $\epsilon_u = 70.454545$ [kg/cm ²]

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

2.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS EL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

Sus principales ventajas son:

- **Su alta resistencia por unidad de peso:** Este índice identifica las posibilidades que tiene un material para ser un elemento estructural y para una estructura de acero implica que el peso es menor que el de otros materiales.
- **Uniformidad:** Las propiedades del acero estructural no cambian con el paso del tiempo.
- **Ductilidad:** El acero estructural tiene una capacidad de soporta grandes deformaciones sin fallar ante grandes esfuerzos de tensión.
- **Durabilidad:** Si el mantenimiento de la estructura de acero es buena esta puede durar indefinidamente.
- **Tenacidad:** Es la capacidad que tiene un material para absorber energía y el acero estructural es un material con alta tenacidad, es decir tiene una gran resistencia y ductilidad.
- **Facilidades Constructivas:** Permite prefabricaciones, existe uniformidad en las propiedades de los elementos, posibilidad de laminarse en grandes tamaños y formas, facilidad para unir diversos miembros por medio de varios tipos de conectores, soldadura y pernos.
- **Facilidad de Montaje y Reutilización:** Tiene una facilidad de desmontar y posibilidad de reutilizar los elementos estructurales.

Las principales desventajas son:

- **Costo de mantenimiento alto:** La mayoría de los elementos estructurales están expuestos al agua y viento por lo que son susceptibles a la corrosión y se debe dar periódicamente un mantenimiento.
- **Necesidad de protección contra el fuego:** Aun cuando algunos de estos elementos de acero estructural son incombustibles se debe dar una protección contra el fuego, porque durante un incendio la temperatura

puede aumentar hasta el punto en el que el acero pierde su resistencia y se comporta plásticamente. Además el acero estructural es un buen conductor de calor y este puede permitir que un incendio se propague.

- **Susceptibilidad al pandeo:** Entre más esbeltos sean los elementos a compresión, mayor es el peligro de pandeo, como el acero estructural tiene una alta resistencia por unidad de peso al utilizarse como columnas no resulta muy económico ya que debe usarse bastante material, para hacer más rígidas las columnas contra el posible pandeo.

2.1.3 TIPOS DE MIEMBROS ESTRUCTURALES DE ACERO

- **Perfiles estándar laminados en caliente.**

Los perfiles laminados en caliente se obtienen mediante el proceso de laminación el cual consiste en calentar previamente los lingotes de acero fundido a una temperatura que permita la deformación del lingote y de esta manera dar la forma del perfil.

Estos elementos estructurales son muy buenos debido a que tienen una gran uniformidad estructural, no poseen soldaduras o costuras y existe una mínima concentración de esfuerzos residual de tensión.

FIGURA 2.1 PERFILES ESTÁNDAR LAMINADOS EN CALIENTE.



FUENTE: Catalogo DIPAC Manta.

- **Perfiles de lámina delgada**

Los perfiles de lámina delgada conformadas en frío se realiza mediante el dobles de planchas planas sin cambiar su temperatura y se da forma dependiendo de las especificaciones de diseño.

Estos elementos estructurales no tienen esfuerzos debido a enfriamiento, pero se reduce el límite de proporcionalidad y ductilidad del acero, son mucho más livianos que los perfiles laminados y debido al conformado en frío estos elementos tienen esfuerzos residuales importantes.

FIGURA 2.5 PERFILES DE LÁMINA DELGADA.



FUENTE: Catalogo DIPAC Manta.

2.2 ELEMENTOS COMPUESTOS

Desde hace varias décadas se vio que se puede obtener un aumento importante de resistencia haciendo que los dos materiales trabajen en conjunto. Una viga de acero que actúa como sección compuesta con la losa puede, con frecuencia, resistir cargas mucho mayores que las que soportaría por sí sola, y la resistencia de una columna de acero ahogada en concreto, o de una sección tubular rellena de ese material, es también apreciablemente mayor que la de la sección de acero aislada o la de una columna de concreto del mismo tamaño.

Las hipótesis de diseño de los elementos compuestos en su mayoría se tomarán del libro “Diseño de Estructuras de Acero Construcción Compuesta” de Oscar de Buen López de Heredia.

2.2.1 VIGAS COMPUESTAS

En la construcción compuesta se usa la alta resistencia en compresión del concreto de una manera muy eficiente, pues se logra que una gran parte de la losa, o toda ella, trabaje en compresión, y el porcentaje del área de la viga de acero en tensión es mayor que si la viga estuviese sola, pues la contribución del concreto hace que suba el eje neutro de la sección.

Este sistema está compuesto por la losa de placa metálica colaborante (Deck) la cual está conectada a los patines superiores de las viguetas, con lo que aumenta apreciablemente el momento de inercia y la resistencia del sistema de piso.

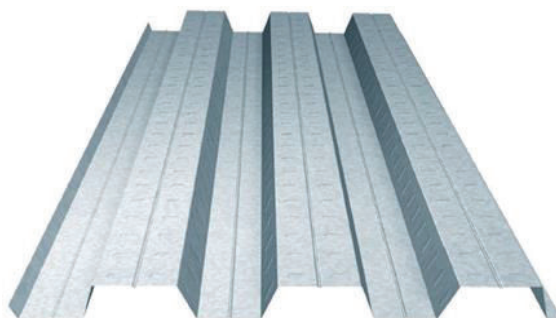
2.2.1.1 Losa de Placa Metálica Colaborante (Deck)

Es un sistema de losa unidireccional que consta de una placa o lamina acanalada con corrugaciones que permite la adherencia del hormigón a este, y actúa como

refuerzo a momento positivo de la losa por lo que no necesita la colocación de varilla inferior.

El uso de este sistema es recurrente en la construcción ecuatoriana debido a la reducción de encofrados, de igual manera que reduce el tiempo de ejecución comparado con los sistemas de losas de hormigón macizas o alivianadas.

FIGURA 2.3 PLACA COLABORANTE



FUENTE: Kubiec – Conduit, Catalogo “Kubilosa”

2.2.1.2 Especificaciones técnicas para losas con Deck

El uso de este sistema consta de Placa Colaborante (Deck), Viguetas y Conectores de Corte con esto se obtiene un correcto funcionamiento.

Para realizar el análisis de la placa colaborante se utilizara las especificaciones de la Ficha Técnica propuestas por Kubiec – Conduit que se adjunta como Anexo número 1, la cual es diseñada y fabricada de acuerdo a la norma INEN 1623 (Perfiles Estructurales conformados en frio).

2.2.1.3 Elementos sometidos a Flexión

El código AISC clasifica a las secciones como compactas, no compactas o esbeltas.

Las disposiciones son las siguientes:

Para que una sección sea considera como compacta, sus alas deben estar continuamente conectadas al alma o las almas y la razón ancho-espesor de sus elementos comprimidos no debe exceder la razón ancho-espesor λ_p de la tabla B4.1b.

Si la razón ancho espesor de uno o más de uno de los elementos comprimidos excede λ_p , pero no supera λ_r de la tabla B4.1b, la sección se denomina no compacta.

Si la razón ancho-espesor de cualquier elemento comprimido excede λ_r , la

sección califica como esbelta¹.

La siguiente tabla B4.1b del código AISC muestra los límites ancho-espesor para la clasificación de las secciones.

FIGURA 2.4 RAZON ANCHO-ESPEJOR: ELEMENTOS EN COMPRESIÓN DE MIEMBRO EN FLEXIÓN.

TABLA B4.1b Razones Ancho-Espesor: Elementos en Compresión de miembros en flexión						
Caso	Descripción del elemento	Razón Ancho-Espesor	Razones Ancho-Espesor Límite		Ejemplos	
			λ_c (compacta-no compacta)	λ_p (esbelta-no esbelta)		
Elementos No-Ateados	10	Flexión en alas de perfiles I laminados, canales y tes.	b/t	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	11	Alas de secciones I soldadas con doble y simple simetría.	b/t	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.85 \sqrt{\frac{k_c E}{F_y}}$ ^{(a) (b)}	
	12	Alas de ángulos simples	b/t	$0.54 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.91 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	13	Alas de toda doble T y canal en torno a su eje más débil.	b/t	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	14	Almas de tes	d/t	$0.84 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.03 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Elementos Ateados	15	Almas de doble T simétricas y canales.	h/t_w	$3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	16	Almas de secciones doble T con un solo eje de simetría.	h/t_w	$\frac{h_c \sqrt{E}}{t_w \sqrt{F_y}} \leq \lambda_c$ ^(a) $\left(\frac{0.54 M_x}{M_y} - 0.09 \right)^2 \leq \lambda_c$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	17	Alas de secciones tubulares y secciones cajón de espesor uniforme.	b/t	$1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	18	Alas de sobre planchas y planchas diafragma entre líneas de conectores y soldadura.	b/t	$1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	19	Almas de tubos rectangulares y secciones cajón.	h/t	$2.42 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
20	Tubos redondos.	D/t	$0.07 \frac{E}{F_y}$	$0.31 \frac{E}{F_y}$		

FUENTE: Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero.

¹FUENTE: Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero.

El cálculo de resistencia nominal de flexión, M_n , se va aplicar a miembros de sección transversal I con simetría doble y canales flectados en torno a su eje mayor, teniendo almas y alas compactas, y se obtenido de acuerdo con:

$$M_n = M_p = F_y Z_x \quad (2.1)$$

F_y Tensión de fluencia mínima especificada del tipo de acero utilizado.

Z_x Modulo de sección plástico en torno al eje x.

2.2.1.4 Vigas de Sección Compuesta

Para determinar las fuerzas en miembros y conexiones de estructuras con vigas compuestas se tiene en cuenta la sección efectiva en el instante en que se aplica cada incremento de carga.

Para lo cual en el presente trabajo se tomara como referencias la investigación del libro de: “Diseño de Estructuras de Acero Construcción Compuesta de Oscar de Buen López de Heredia, Capítulo 8, secciones del 8.3.4 a la 8.3.8.1.1”.

Con la revisión de dicha investigación se realizará el predimensionamiento de las viguetas indicado en el Capítulo 3.

2.2.2 COLUMNAS COMPUESTAS RELLENAS²

Para compresión, las secciones compuestas rellenas se clasifican como compactas, no compactas o esbeltas. Para que una sección califique como compacta, la máxima razón ancho-espesor entre sus elementos de acero sujetos a compresión no debe exceder la razón ancho-espesor límite, λ_p , de la Figura 2.15.

Para flexión, las secciones compuestas rellenas son clasificadas como compactas, no compactas y esbeltas. Para que una sección califique como compacta, la máxima razón ancho - espesor entre sus elementos de acero

² FUENTE: Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero.

sujetos a compresión no debe exceder la razón ancho-espesor límite, λ_p , de la Tabla I1.1b del código AISC.

FIGURA 2.5 RAZON ANCHO – ESPESOR LIMITES PARA ELEMENTOS DE ACERO COMPRIMIDOS EN MIEMBROS COMPUESTOS SUJETOS A FLEXIÓN

TABLA I1.1b Razones Ancho-Espesor límites para elementos de acero comprimidos en miembros compuestos sujetos a flexión Para Uso con Sección I3.4				
Descripción del Elemento	Razón Ancho-espesor	λ_x Compacto/ No compacto	λ_y No compacto/ Esbelto	Máximo Permitido
Alas de secciones tubulares rectangulares (HSS) y de cajón de espesor uniforme	b/t	$2.26 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$3.00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Almas de secciones tubulares rectangulares (HSS) y de cajón de espesor uniforme	D/t	$3.00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Secciones tubulares (HSS) redondas	D/t	$\frac{0.09E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$

FUENTE: Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero.

Para miembros compuestos rellenos, el área transversal de la sección de acero deberá contener por lo menos un 1% del área total de sección compuesta.

Los miembros compuestos rellenos deberán ser clasificados para pandeo local de acuerdo con la Sección I1.4. AISC 360-10.

Resistencia de Compresión

La resistencia de compresión disponible de miembros compuestos rellenos con doble simetría cargados axialmente deberá ser determinada para el estado límite de pandeo por flexión basado en Sección I2.1b AISC 360-10 con las siguientes modificaciones:

Para secciones compactas:

$$P_{no} = P_p \quad (2.2)$$

$$P_p = F_y A_s + C_2 f'_c \left(A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c} \right) \quad (2.3)$$

$C_2 = 0,85$ para secciones rectangulares y $0,95$ para secciones circulares.

a) Cuando $\frac{P_{no}}{P_e} \leq 2.25$

$$P_n = P_{no} \left[0.658 \frac{P_{no}}{P_e} \right] \quad (2.4)$$

b) Cuando $\frac{P_{no}}{P_e} > 2.25$

$$P_n = 0.877P_e \quad (2.5)$$

Donde:

$$P_{no} = F_y A_s + F_{yr} A_{sr} + 0,85 f'_c A_c \quad (2.6)$$

$$P_e = \pi^2 (E I_{eff}) / (KL)^2 \quad (2.7)$$

La rigidez efectiva de una sección compuesta rellena, $E I_{eff}$, para todas las secciones debe ser de:

$$E I_{eff} = E_s I_s + C_3 E_c I_c \quad (2.8)$$

$$C_3 = 0,6 + 2 \left(\frac{A_s}{A_c + A_s} \right) \leq 0,9 \quad (2.9)$$

- P_e Carga crítica de pandeo elástico.
- A_c Área de concreto.
- A_s Área de la sección de acero.
- E_c Módulo de elasticidad del concreto.
- E_s Módulo de elasticidad del acero.
- F_y Tensión de fluencia mínima especificada de la sección de acero.
- I_c Momento de inercia de la sección de concreto sobre el eje neutro elástico de la sección compuesta.
- I_s Momento de inercia del perfil de acero sobre el eje neutro elástico de la sección compuesta.
- K Factor de longitud efectiva.
- L Longitud no arriostrada lateralmente del miembro.
- f'_c Resistencia a compresión especificada del concreto.
- C_3 Coeficiente para el cálculo de la rigidez efectiva de miembros compuestos rellenos en compresión.

2.3 NORMA DE DISEÑO NEC 2015.

Las disposiciones del código NEC 2015 presentan los requerimientos y metodologías que deben ser aplicadas al diseño sismo resistente en edificios complementando con normas extranjeras reconocidas. Esto pone a disposición de los calculistas, diseñadores y profesionales, las herramientas de cálculo, basadas en conceptos de Ingeniería Sísmica que les permiten la toma de

decisiones en la etapa de diseño.

Los capítulos que se consideraran en el presente trabajo son: capítulo **NEC-SE-CG** (Cargas no Sísmicas), trata de las cargas permanentes (principalmente debidas al peso propio), de las cargas variables (cargas vivas y cargas climáticas) y sus combinaciones, y el capítulo **NEC-SE-DS** (Peligro Sísmico), trata de los parámetros que se deben tomar en cuenta para el diseño Sismorresistente.

CAPÍTULO 3

CALCULOS Y PREDIMENSIONAMIENTO

3.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

CUADRO 3.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

PROPIEDADES DEL HORMIGÓN	
Resistencia a la compresión del Hormigón:	$f'c = 240 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
Módulo de Elasticidad:	$E_c = 13500 \sqrt{f'c} \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
Peso Específico:	$\gamma = 2,4 \text{ [T/m}^3\text{]}$
PROPIEDADES DEL ACERO A50	
Esfuerzo de Fluencia mínimo específico:	$F_y = 3520 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
Resistencia a la tracción mínima especificada:	$F_u = 4938 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

3.1.1 HIPÓTESIS DE CARGA

Los valores de carga que se muestran y que se consideran a continuación corresponden a los pesos de materiales y cargas más comunes que se presentan en una estructura.

CUADRO 3.2 HIPÓTESIS DE CARGA

Hipótesis de Carga			
Carga Muerta			
Descripción	Valor	Unidad	FUENTE
Peso Deck	6,37	kg/m ²	Kubiec – Conduit, Ficha Técnica “Kubilosa”.
Volumen de Hormigón	0,0695	m ³ /m ²	
Peso del Hormigón	166,80	kg/m ²	
Mampostería	200	kg/m ²	Apuntes de clases Configuraciones Estructurales; Ing. Patricio Placencia.
Acabados y Otros	150	kg/m ²	Apuntes de clases Estructuras de Acero II; Ing. Jorge Vintimilla.
Carga Muerta en Cubiertas	250	kg/m ²	Ing. Jorge Vintimilla.

CUADRO 3.2 CONTINUACIÓN-

Carga Viva			
Carga Viva (Residencia)	200	kg/m ²	Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC15.
Carga Viva (Oficinas)	250	kg/m ²	Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC15.
Carga Viva (Aulas)	300	kg/m ²	Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC15.
Carga Viva (Cubierta)	150	kg/m ²	Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC15.

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

3.2 EDIFICIO LOAIZA**3.2.1 PREDIMENSIONAMIENTO LOSA**

Del Cuadro 3.2 obtenemos los valores para obtener la carga viva sobre impuesta:

1. Peso del Hormigón	=	166,80 kg/m ²
2. Mampostería	=	200,00 kg/m ²
3. Acabados y Otros	=	150,00 kg/m ²
4. Carga Viva	=	200,00 kg/m ²
Carga viva sobre impuesta =		716,80 kg/m ²

Con la obtención de la carga viva sobreimpuesta se procede a la selección de la losa tipo Deck que se utilizara la cual tendrá las siguientes características tomadas del Anexo número 1 y se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA PLACA COLABORANTE (DECK)

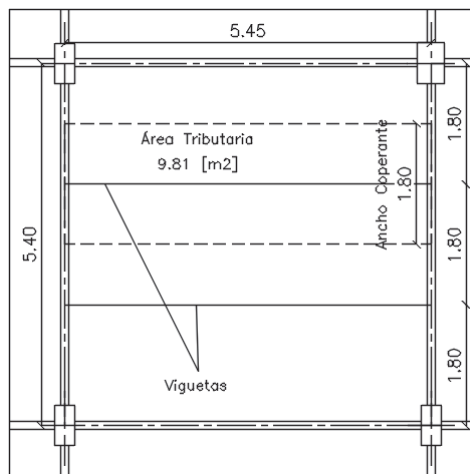
CARGA VIVA SOBRE IMPUESTA [kg/m²]				Máxima Luz sin Apuntalar		
Espesor Kubilosa	Espesor Losa	Separación entre apoyos [m]		1	2	3
[mm]	[cm]	1,6	1,8	2	Luz	Luces
0,65	5	1940	1487	1164	1,58	2,1
Propiedades del Panel						
Espesor [mm]	Peso [kg/m ²]	Is(+) [cm ⁴ /m]	Is(+) [cm ⁴ /m]	Ss(+) [cm ³ /m]	Ss(+) [cm ³ /m]	Volumen Hormigón /m ²
0,65	6,37	29,3	28,86	9,61	14,54	0,0695

FUENTE: Kubiec – Conduit, Ficha Técnica “Kubilosa”

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

3.2.2 PREDIMENSIONAMIENTO VIGUETAS

FIGURA 3.1 DISPOSICIÓN DE LAS VIGUETAS EDIFICIO LOAIZA



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Se considera viguetas de sección transversal I simplemente apoyadas, en estas se aplicara una Carga Mayorada (W_u) distribuida uniformemente a lo largo de la longitud de la vigueta, W_u es la carga que la vigueta tendrá que soportar antes de que trabaje como sección compuesta durante la construcción.

Con esto se calculara el momento en el centro de las viguetas (ecu. 3.2), luego se obtendra el modulo plástico de una sección de acero (ecu 3.3), la cual se comparara con el modulo plástico de una sección de acero comercial (sección transversal I) que se obtiene con la ayuda de un programa realizado en Microsoft Excel para el prediseño de secciones I, con esto se obtendra las dimensiones de la vigueta de sección transversal I.

CUADRO 3.4 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE LA VIGUETA EDIFICIO LOAIZA

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Carga Muerta (Construcción – Peso Losa Deck)	W_D	0,173	T/m ²
Carga Viva	W_L	0,200	T/m ²
Carga Mayorada	W_u	Ecu. (3.1)	T/m
Ancho Colaborante a las Viguetas	a_c	1,8	m
Longitud de Viguetas	L	5,45	m
Solicitud de Momento	M_u	Ecu. (3.2)	T-m
Esfuerzo del Acero de Fluencia del Acero Estructural	F_y	35200	T/m ²
Factor de Resistencia	ϕ_b	0,9	
Módulo de Sección Plástico entrono al eje X	Z_x	Ecu. (3.3)	cm ³

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

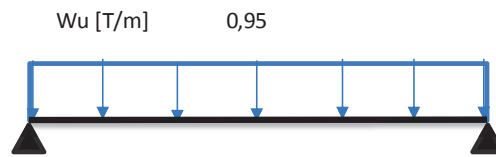
Se obtienen la Carga Mayorada (ecu. 3.1):

$$W_u = 1,2 \cdot W_D \cdot a_c + 1,6 \cdot W_L \cdot a_c \quad (3.1)$$

$$W_u = 1,2 \cdot 0,173 \cdot 1,80 + 1,6 \cdot 0,200 \cdot 1,80$$

$$W_u = 0,95$$

FIGURA 3.2 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME SOBRE UNA VIGUETA EDIFICIO LOAIZA



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$M_u = \frac{W_u \cdot L^2}{8} \quad (3.2)$$

$$M_u = \frac{0,95 \cdot 5,45^2}{8}$$

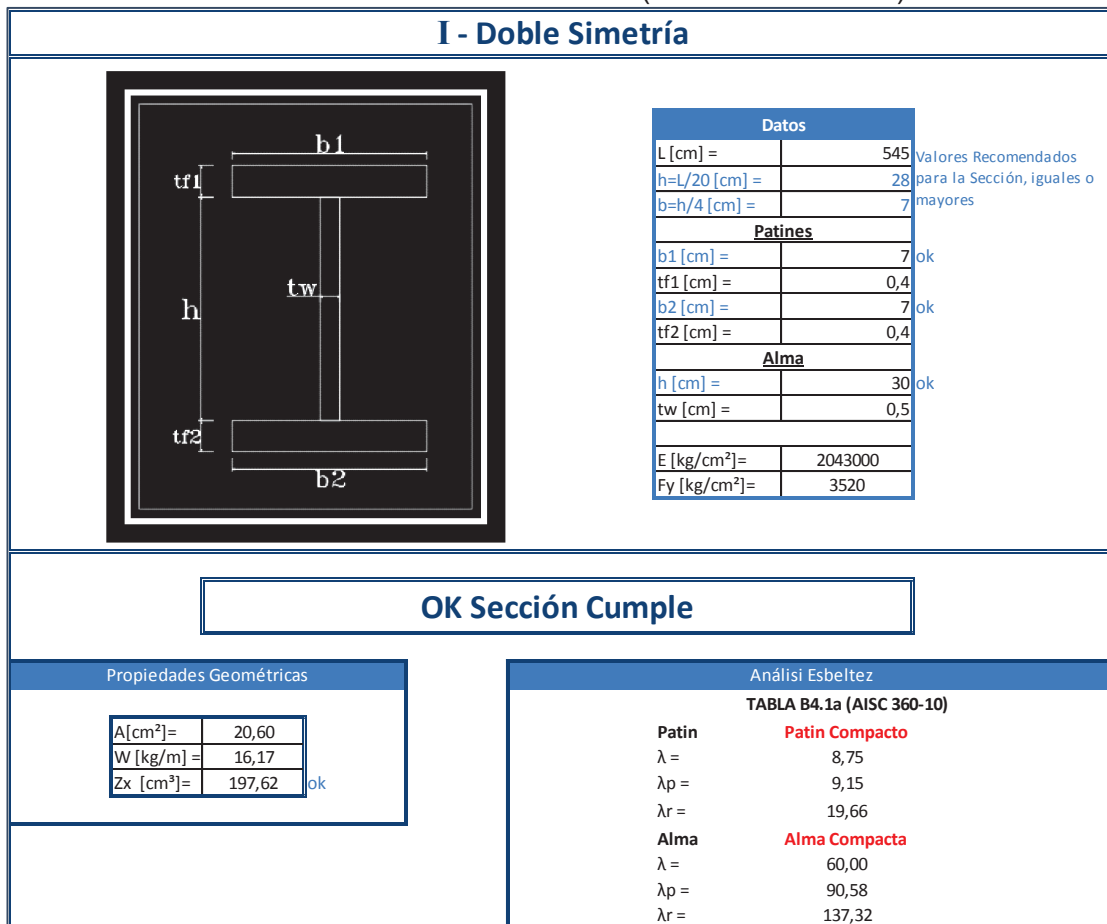
$$M_u = 3,53 \text{ [T-m]}$$

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b F_y} \quad (3.3)$$

$$Z_x = \frac{3,53 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 35200}$$

$$Z_x = 111,34 \text{ [cm}^3\text{]}$$

FIGURA 3.3 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES I (EDIFICIO LOAIZA).



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Se debe cumplir que el momento plástico de la sección de acero obtenido con el programa en Excel sea mayor al obtenido con la ecu. 3.3.

$$197,62 \geq 111,34$$

3.2.2.1 Verificación de las Viguetas como Elementos Compuestos

Una vez obtenidas las dimensiones de la vigueta de acero y el hormigón de la losa haya fraguado, este se convierte en un elemento compuesto, en esta actuara una Carga Mayorada (W_u), W_u es la carga total que tendrá que soportar el elemento compuesto, para el calculo de la máxima capacidad a momento que tiene el elemento compuesto se realizara un programa en Microsoft Excel.

CUADRO 3.5 NOMENCLATURA PARA EL CALCULO DEL ELEMENTO COMPUESTO EDIFICIO LOAIZA

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Carga Muerta	W_D	0,523	T/m ²
Carga Viva	W_L	0,200	T/m ²
Carga Mayorada	W_u	Ecu. (3.4)	T/m
Ancho Colaborante a las Viguetas	a_c	1,8	M
Longitud de Viguetas	L	5,45	M
Solicitud de Momento	M_u	Ecu. (3.5)	T-m
Momento de Diseño	M_r	Fig. (3.5)	T-m

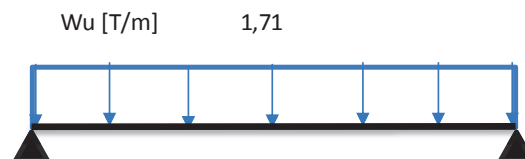
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$W_u = 1,2 \cdot W_D \cdot a_c + 1,6 \cdot W_L \cdot a_c \quad (3.4)$$

$$W_u = 1,2 \cdot 0,523 \cdot 1,80 + 1,6 \cdot 0,200 \cdot 1,80$$

$$W_u = 1,71$$

FIGURA 3.4 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME SOBRE EL ELEMENTO COMPUESTO EDIFICIO LOAIZA



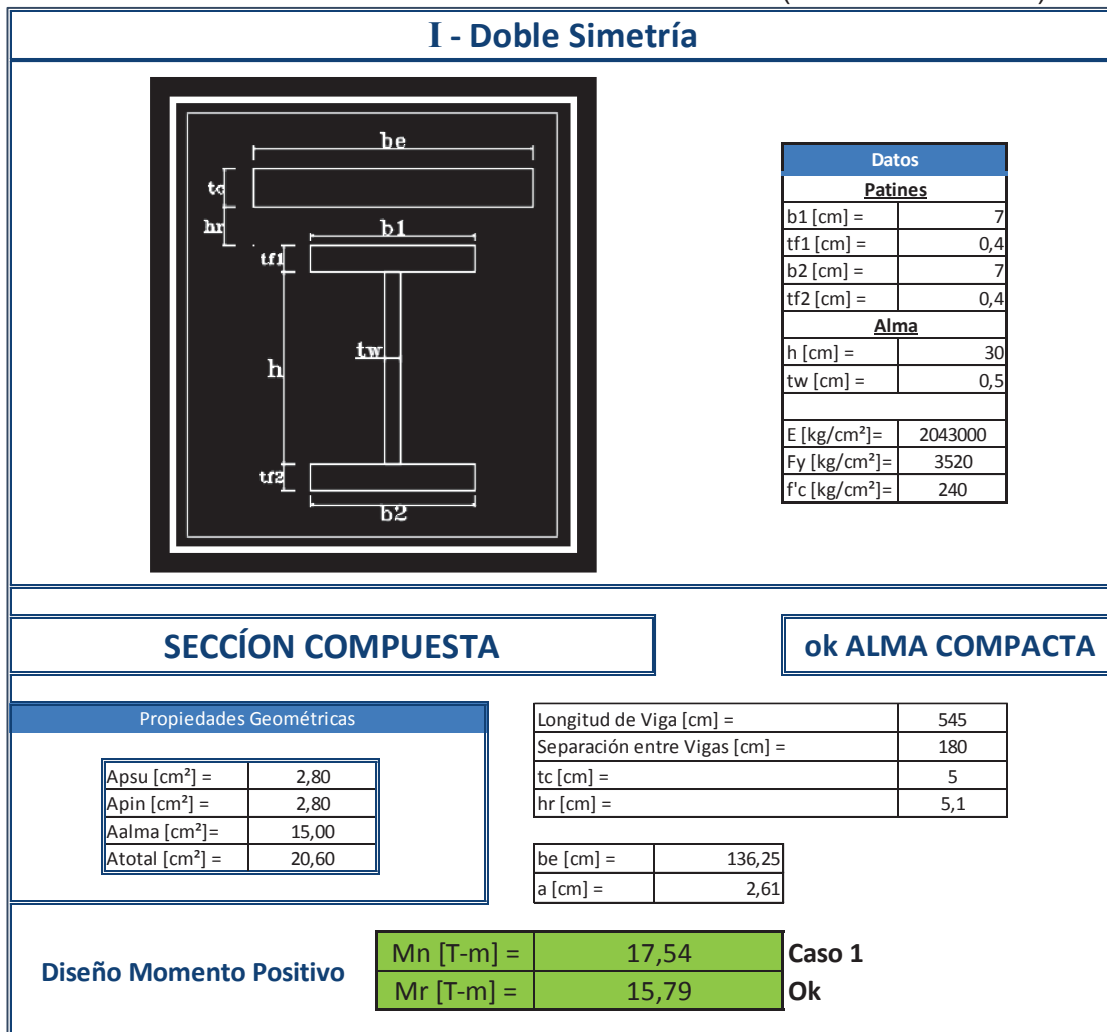
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$M_u = \frac{W_u \cdot L^2}{8} \quad (3.5)$$

$$M_u = \frac{1,71 \cdot 5,45^2}{8}$$

$$M_u = 6,33 \text{ [T-m]}$$

FIGURA 3.5 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA DISEÑO DE SECCIONES COMPUESTAS (EDIFICIO LOAIZA).



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Se debe cumplir $M_r \geq M_u$

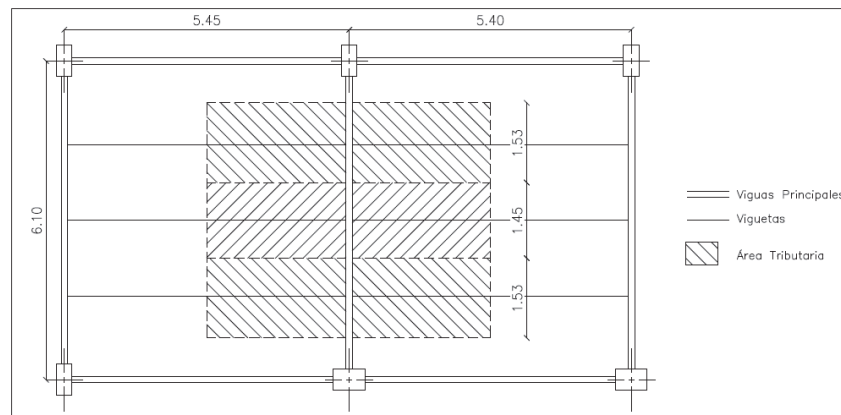
$$15,79 \geq 6,33$$

3.2.3 PREDIMENSIONAMIENTO VIGAS PRINCIPALES

Para el predimensionamiento de las vigas principales se considera únicamente las reacciones producidas por las viguetas que están simplemente apoyadas sobre estas, las reacciones serán el resultado del área colaborante que toma cada vigueta y que se transmite a las vigas principales como cargas puntuales. Consideraremos a las vigas principales como vigas con empotramiento perfecto

con lo cual calculamos los momentos en la viga y tomamos el mayor momento, con esto obtendremos el modulo plástico de una sección de acero, la cual se comparara con el modulo plástico de una sección de acero comercial (sección transversal I) que se obtiene con la ayuda de un programa realizado en Microsoft Excel para el prediseño de secciones I, y se obtiene las dimensiones de la viga principal.

FIGURA 3.6 DISPOSICIÓN DE LAS VIGAS PRINCIPALES EDIFICIO LOAIZA



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CUADRO 3.6 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS PRINCIPALES EDIFICIO LOAIZA

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Carga Muerta	W_D	0,523	T/m ²
Carga Viva	W_L	0,200	T/m ²
Carga Mayorada	$Pu1$	Ecu. (3.6)	T
Carga Mayorada	$Pu2$	Ecu. (3.7)	T
Área Colaborante	A_{C1}	8,28	m ²
Área Colaborante	A_{C2}	7,87	m ²
Longitud de Viga Principal	L	6,10	m
Separación entre cargas puntuales	a	1,60	m
Separación entre cargas puntuales	b	1,45	m
Solicitud de Momento	M_u	Ecu. (3.8) o Ecu. (3.9)	T-m
Esfuerzo del Acero de Fluencia del Acero Estructural	F_y	35200	T/m ²
Factor de Resistencia	ϕ_b	0,9	
Módulo de Sección Plástico entrono al eje X	Z_x	Ecu. (3.10)	cm ³

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$Pu1 = 1,2 \cdot W_D \cdot A_{C1} + 1,6 \cdot W_L \cdot A_{C1} \quad (3.6)$$

$$Pu1 = 1,2 \cdot 0,523 \cdot 8,28 + 1,6 \cdot 0,200 \cdot 8,28$$

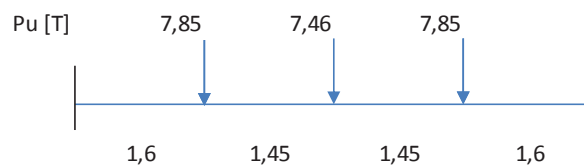
$$Pu1 = 7,85$$

$$Pu2 = 1,2 * W_D * A_c2 + 1,6 * W_L * A_c2 \quad (3.7)$$

$$Pu2 = 1,2 * 0,523 * 7,87 + 1,6 * 0,200 * 7,87$$

$$Pu2 = 7,46$$

FIGURA 3.7 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LAS CARGAS SOBRE UNA VIGA PRINCIPAL EDIFICIO LOAIZA



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Momento en los extremos de una viga con empotramiento perfecto, con tres cargas puntuales (**figura 3.7**).

$$M = \frac{Pu2 * L}{8} + \frac{Pu1 * a * (L-a)}{L} \quad (3.8)$$

$$M = \frac{7,46 * 6,10}{8} + \frac{7,85 * 1,6 * (6,10 - 1,6)}{6,10}$$

$$M = 14,95 \text{ [T-m]}$$

Momento en el centro de una viga con empotramiento perfecto, con tres cargas puntuales (**figura 3.7**).

$$M = \frac{Pu2 * L}{8} + \frac{Pu1 * a^2}{L} \quad (3.9)$$

$$M = \frac{7,46 * 6,10}{8} + \frac{7,85 * 1,6^2}{6,10}$$

$$M = 8,98 \text{ [T-m]}$$

Como $14,95 > 8,98$, el momento de sollicitud es:

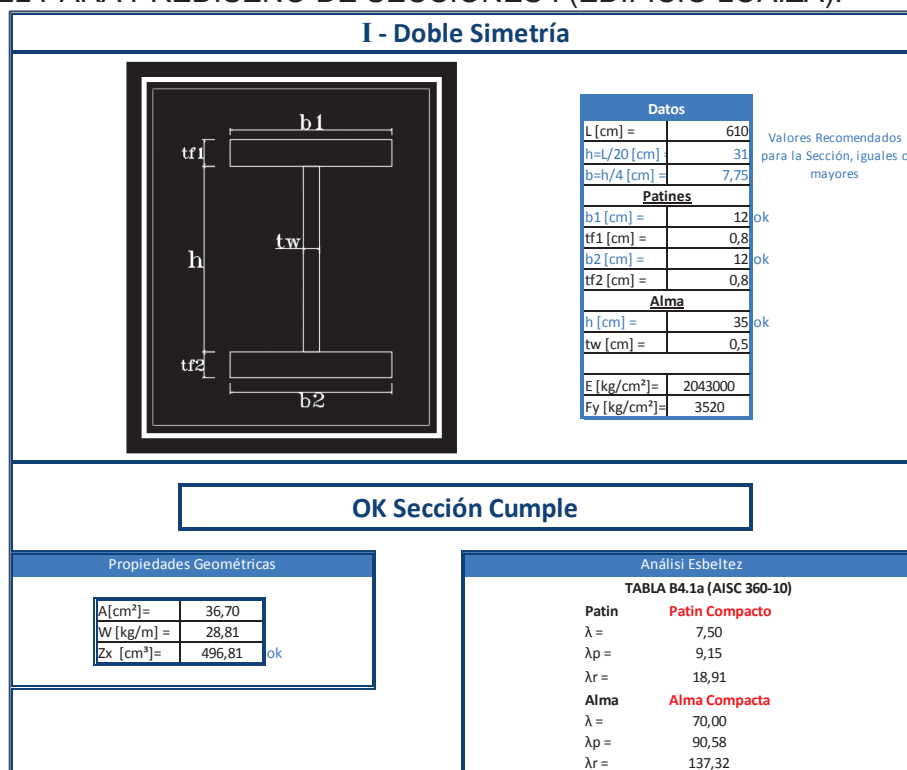
$$M_u = 14,95 \text{ [T-m]}$$

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b F_y} \quad (3.10)$$

$$Z_x = \frac{14,95 * 10^3}{0,9 * 35200}$$

$$Z_x = 472,03 \text{ [cm}^3\text{]}$$

FIGURA 3.8 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES I (EDIFICIO LOAIZA).



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Se debe cumplir que el momento plástico de la sección de acero obtenido con el programa en Excel sea mayor al obtenido con la ecu. 3.10.

$$496,81 \geq 472,03$$

3.2.4 PREDIMENSIONAMIENTO COLUMNAS

Para el predimensionamiento de las columnas se tiene que considera el peso que aporta cada área tributaria alrededor de cada columna en cada planta del edificio.

En el presente trabajo se tomara una columna para predimensionar.

CUADRO 3.7 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE UNA COLUMNA EDIFICIO LOAIZA

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Carga Muerta	W_D	0,523	T/m ²
Carga Viva	W_L	0,200	T/m ²
Carga Mayorada	P_u	Ecu. (3.11)	T
Altura Columna	L	3,50	m
Área Tributaria (Planta 1 a la Planta 4)	A_{T1}	30,67	m ²
Área Tributaria Terraza	A_{T2}	11,53	m ²
Esfuerzo del Acero de Fluencia del Acero Estructural	F_y	3520	Kg/cm ²
Área de Acero	A_s	Ecu. (3.12)	cm ²

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$P_u = 1,2 \cdot W_D \cdot (A_{T1} \cdot 4 + A_{T2}) + 1,6 \cdot W_L \cdot (A_{T1} \cdot 4 + A_{T2}) \quad (3.11)$$

$$P_u = 1,2 \cdot 0,523 \cdot (30,67 \cdot 4 + 11,53) + 1,6 \cdot 0,200 \cdot (30,67 \cdot 4 + 11,53)$$

$$P_u = 127,20 \text{ [T]}$$

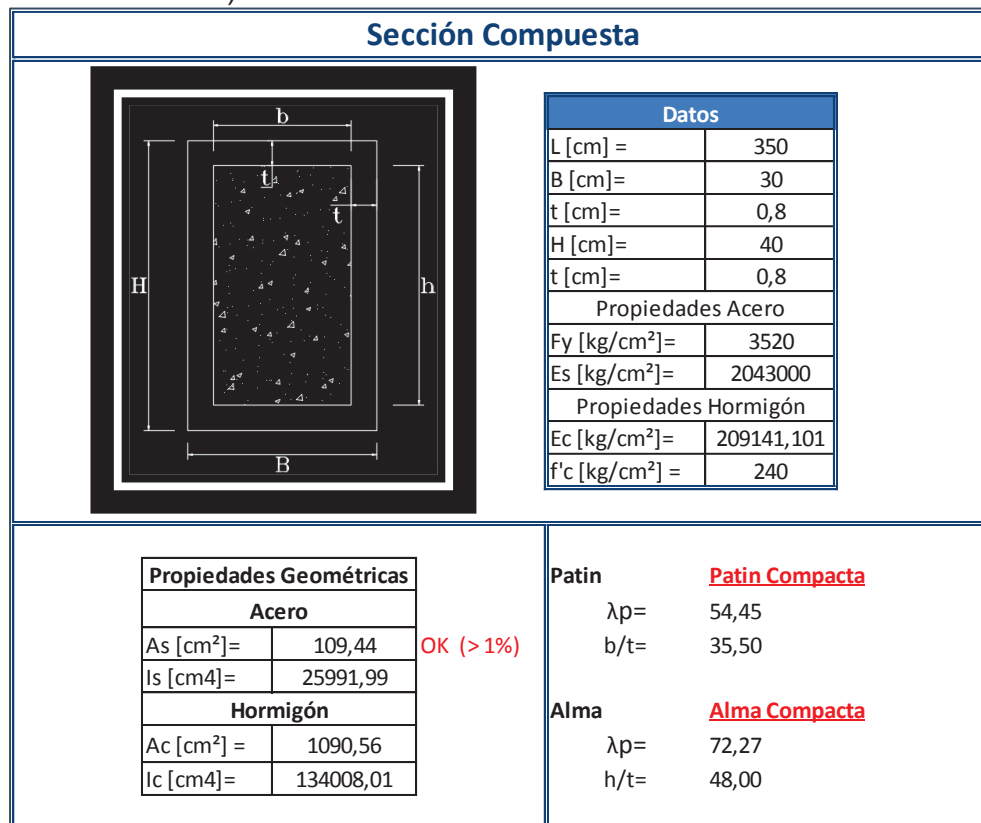
$$A_s = \frac{P_u}{0,6 \cdot F_y} \quad (3.12)$$

$$A_s = \frac{127,20}{0,6 \cdot 3520} \cdot 1000$$

$$A_s = 60,23 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Como ya se mencionó en la sección **2.2.2** para miembros compuestos rellenos, el área transversal de la sección de acero deberá contener por lo menos un 1% del área total de sección compuesta, por lo que se tomara las siguientes dimensiones para la sección compuesta con la ayuda de un programa realizado en Microsoft Excel para el prediseño de columnas de sección compuesta.

FIGURA 3.9 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE COLUMNAS DE SECCION COMPUESTA (EDIFICIO LOAIZA)



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

3.3 EDIFICIO UNACH

Para el predimensionamiento del Edificio Unach se seguirá el mismo procedimiento de la sección anterior (sección 3.2).

3.3.1 PREDIMENSIONAMIENTO LOSA

Del Cuadro 3.2 obtenemos los valores para obtener la carga viva sobre impuesta:

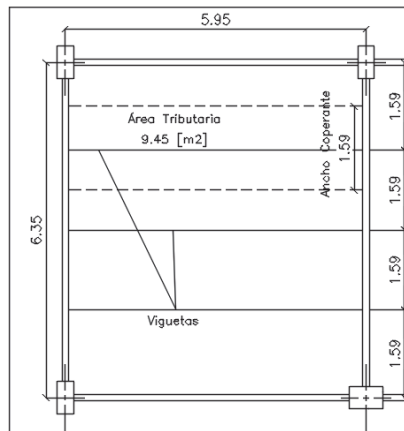
1. Peso del Hormigón	=	166,80 kg/m ²
2. Mampostería	=	200,00 kg/m ²
3. Acabados y Otros	=	150,00 kg/m ²
4. Carga Viva	=	300,00 kg/m ²
Carga viva sobre impuesta	=	816,80 kg/m ²

Se selecciona las características de la placa colaborante con la ayuda del cuadro 3.3 que se realizó con los datos del Anexo 1.

3.3.2 PREDIMENSIONAMIENTO VIGUETAS

Las viguetas estarán dispuestas como se muestra en la figura 3.10 y se procederá de igual forma que en la sección 3.1.2.

FIGURA 3.10 DISPOSICIÓN DE LAS VIGUETAS EDIFICIO UNACH



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CUADRO 3.8 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE LA VIGUETA EDIFICIO UNACH

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Carga Muerta (Construcción – Peso Losa Deck)	W_D	0,173	T/m ²
Carga Viva	W_L	0,300	T/m ²
Carga Mayorada	W_u	Ecu. (3.13)	T/m
Ancho Colaborante a las Viguetas	a_c	1,59	m
Longitud de Viguetas	L	5,95	m
Solicitud de Momento	M_u	Ecu. (3.14)	T-m
Esfuerzo del Acero de Fluencia del Acero Estructural	F_y	35200	T/m ²
Factor de Resistencia	Φ_b	0,9	
Módulo de Sección Plástico entrono al eje X	Z_x	Ecu. (3.15)	cm ³

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

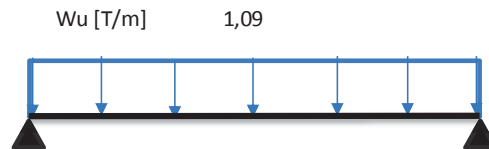
Se obtienen la Carga Mayorada (ecu. 3.1):

$$W_u = 1,2 \cdot W_D \cdot a_c + 1,6 \cdot W_L \cdot a_c \quad (3.13)$$

$$W_u = 1,2 \cdot 0,173 \cdot 1,59 + 1,6 \cdot 0,300 \cdot 1,59$$

$$W_u = 1,09$$

FIGURA 3.11 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME SOBRE UNA VIGUETA EDIFICIO UNACH



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$M_u = \frac{W_u \cdot L^2}{8} \quad (3.14)$$

$$M_u = \frac{1,09 \cdot 5,95^2}{8}$$

$$M_u = 4,83 \text{ [T-m]}$$

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b F_y} \quad (3.15)$$

$$Z_x = \frac{4,83 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 35200}$$

$$Z_x = 152,52 \text{ [cm}^3\text{]}$$

FIGURA 3.12 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES I (EDIFICIO UNACH)

I - Doble Simetría

Datos	
L [cm] =	595
h=L/20 [cm] =	30
b=h/4 [cm] =	7,5
Patines	
b1 [cm] =	8
tf1 [cm] =	0,5
b2 [cm] =	8
tf2 [cm] =	0,5
Alma	
h [cm] =	30
tw [cm] =	0,4
E [kg/cm²] =	2043000
Fy [kg/cm²] =	3520

Valores Recomendados para la Sección, iguales o mayores

OK Sección Cumple

Propiedades Geométricas

A [cm²] =	20.00
W [kg/m] =	15.70
Zx [cm³] =	212.00

ok

Análisis Esbeltez

TABLA B4.1a (AISC 360-10)

Patin	Patin Compacto
λ =	8.00
λp =	9.15
λr =	18.59
Alma	Alma Compacta
λ =	75.00
λp =	90.58
λr =	137.32

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Se debe cumplir que el momento plástico de la sección de acero obtenido con el programa en Excel sea mayor al obtenido con la ecu. 3.15.

$$212,00 \geq 152,52$$

3.3.2.1 Verificación de las Viguetas como Elementos Compuestos

CUADRO 3.9 NOMENCLATURA PARA EL CALCULO DEL ELEMENTO COMPUESTO EDIFICIO UNACH

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Carga Muerta	W_D	0,523	T/m ²
Carga Viva	W_L	0,300	T/m ²
Carga Mayorada	W_u	Ecu. (3.16)	T/m
Ancho Colaborante a las Viguetas	a_c	1,59	M
Longitud de Viguetas	L	5,95	M
Solicitud de Momento	M_u	Ecu. (3.17)	T-m
Momento de Diseño	M_r	Fig. (3.14)	T-m

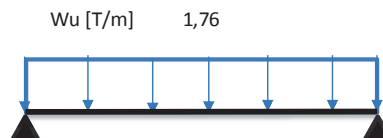
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$W_u = 1,2 \cdot W_D \cdot a_c + 1,6 \cdot W_L \cdot a_c \quad (3.16)$$

$$W_u = 1,2 \cdot 0,523 \cdot 1,59 + 1,6 \cdot 0,300 \cdot 1,59$$

$$W_u = 1,76$$

FIGURA 3.13 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME SOBRE EL ELEMENTO COMPUESTO EDIFICIO UNACH



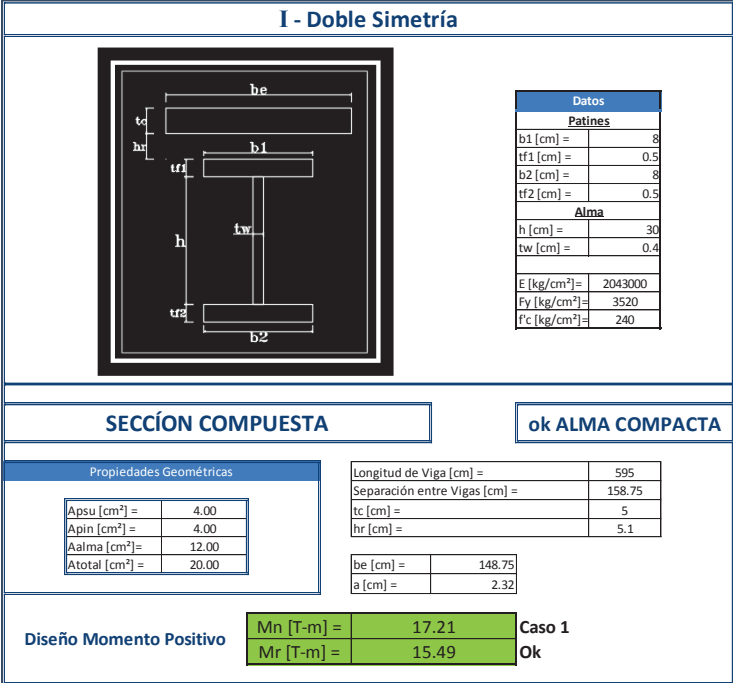
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$M_u = \frac{W_u \cdot L^2}{8} \quad (3.17)$$

$$M_u = \frac{1,76 \cdot 5,95^2}{8}$$

$$M_u = 7,79 \text{ [T-m]}$$

FIGURA 3.14 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES COMPUESTAS (EDIFICIO UNACH).



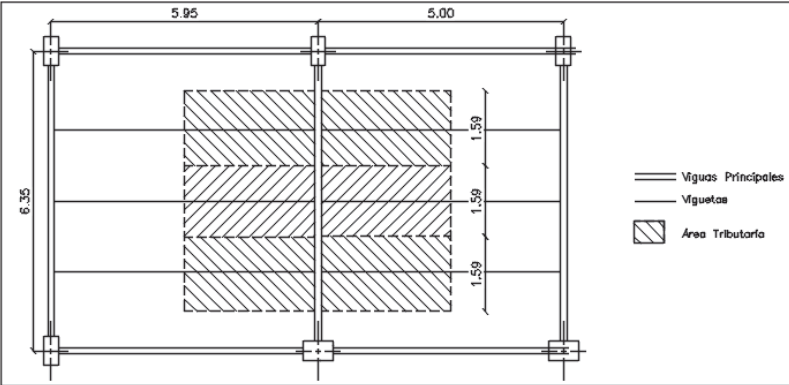
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Se debe cumplir $M_r \geq M_u$: $15,49 \geq 7,79$

3.3.3 PREDIMENSIONAMIENTO VIGAS PRINCIPALES

Se realizará igual procedimiento de la sección 3.2.3.

FIGURA 3.15 DISPOSICIÓN DE LAS VIGAS PRINCIPALES EDIFICIO UNACH



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CUADRO 3.10 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS PRINCIPALES EDIFICIO UNACH

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Carga Muerta	W_D	0,523	T/m ²
Carga Viva	W_L	0,300	T/m ²
Carga Mayorada	P_u	Ecu. (3.18)	T
Área Colaborante	A_C	8,69	m ²
Longitud de Viga Principal	L	6,35	m
Separación entre cargas puntuales	a	1,59	m
Solicitud de Momento	M_u	Ecu. (3.19) o Ecu. (3.20)	T-m
Esfuerzo del Acero de Fluencia del Acero Estructural	F_y	35200	T/m ²
Factor de Resistencia	Φ_b	0,9	
Módulo de Sección Plástico entrono al eje X	Z_x	Ecu. (3.21)	cm ³

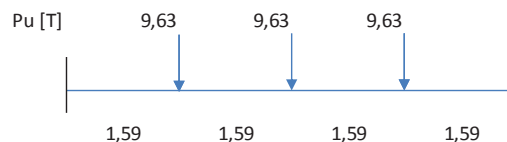
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$P_u = 1,2 \cdot W_D \cdot A_C + 1,6 \cdot W_L \cdot A_C \quad (3.18)$$

$$P_u = 1,2 \cdot 0,523 \cdot 8,69 + 1,6 \cdot 0,300 \cdot 8,69$$

$$P_u = 9,63$$

FIGURA 3.16 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LAS CARGAS SOBRE UNA VIGA PRINCIPAL EDIFICIO UNACH



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Momento en los extremos de una viga con empotramiento perfecto, con tres cargas puntuales (**figura 3.16**).

$$M = \frac{P_u \cdot L}{8} + \frac{P_u \cdot a \cdot (L-a)}{L} \quad (3.19)$$

$$M = \frac{9,63 \cdot 6,35}{8} + \frac{9,63 \cdot 1,59 \cdot (6,35-1,59)}{6,35}$$

$$M = 19,11 \text{ [T-m]}$$

Momento en el centro de una viga con empotramiento perfecto, con tres cargas puntuales (**figura 3.16**).

$$M = \frac{P_u \cdot L}{8} + \frac{P_u \cdot a^2}{L} \quad (3.20)$$

$$M = \frac{9,63 * 6,35}{8} + \frac{9,63 * 1,59^2}{6,35}$$

$$M = 11,46 \text{ [T-m]}$$

Como $14,95 > 8,98$, el momento de solicitud es:

$$M_u = 19,11 \text{ [T-m]}$$

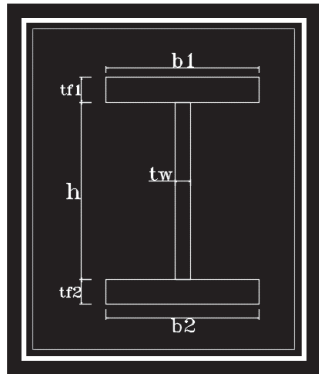
$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b F_y} \quad (3.21)$$

$$Z_x = \frac{19,11 * 10^3}{0,9 * 35200}$$

$$Z_x = 603,11 \text{ [cm}^3\text{]}$$

FIGURA 3.17 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES I (EDIFICIO UNACH).

I - Doble Simetría



Datos	
L [cm] =	635
h=L/20 [cm]	32
b=h/4 [cm] =	8
Patines	
b1 [cm] =	15 ok
tf1 [cm] =	1
b2 [cm] =	15 ok
tf2 [cm] =	1
Alma	
h [cm] =	35 ok
tw [cm] =	0,5
E [kg/cm ²] =	2043000
Fy [kg/cm ²] =	3520

Valores Recomendados para la Sección, iguales o mayores

OK Sección Cumple

Propiedades Geométricas	
A [cm ²] =	47,50
W [kg/m] =	37,29
Zx [cm ³] =	693,13 ok

Análisi Esbeltez	
TABLA B4.1a (AISC 360-10)	
Patin	Patin Compacto
λ =	7,50
λp =	9,15
λr =	18,91
Alma	Alma Compacta
λ =	70,00
λp =	90,58
λr =	137,32

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Se debe cumplir que el momento plástico de la sección de acero obtenido con el programa en Excel sea mayor al obtenido con la ecu. 3.21.

$$693,13 \geq 603,11$$

3.3.4 PREDIMENSIONAMIENTO COLUMNAS

Se realizará igual procedimiento de la sección 3.2.4.

CUADRO 3.11 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE UNA COLUMNA EDIFICIO UNACH

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Carga Muerta	W_D	0,523	T/m ²
Carga Viva	W_L	0,300	T/m ²
Carga Mayorada	P_u	Ecu. (3.22)	T
Altura Columna	L	3,74	m
Área Tributaria (Planta1 a la Planta8)	A_T	28,37	m ²
Esfuerzo del Acero de Fluencia del Acero Estructural	F_y	3520	Kg/cm ²
Área de Acero	A_s	Ecu. (3.23)	cm ²

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$P_u = 1,2 \cdot W_D \cdot (A_T \cdot 8) + 1,6 \cdot W_L \cdot (A_T \cdot 8) \quad (3.22)$$

$$P_u = 1,2 \cdot 0,523 \cdot (28,37 \cdot 8) + 1,6 \cdot 0,300 \cdot (28,37 \cdot 8)$$

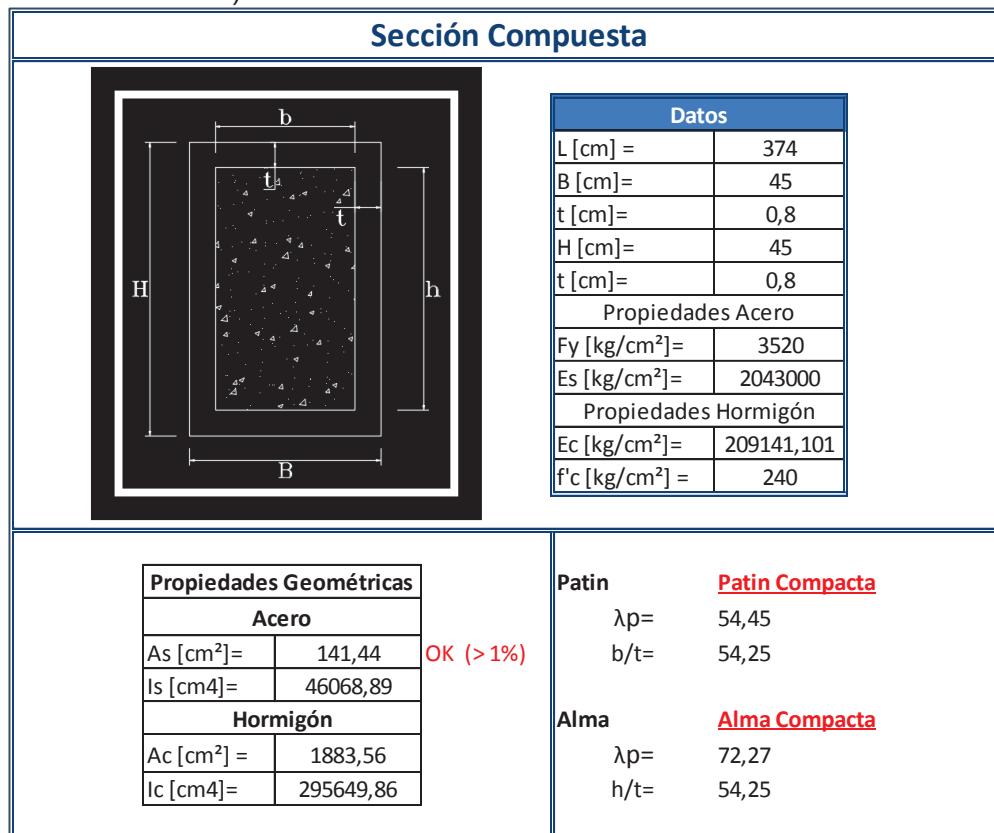
$$P_u = 251,47 \text{ [T]}$$

$$A_s = \frac{P_u}{0,6 \cdot F_y} \quad (3.23)$$

$$A_s = \frac{251,47}{0,6 \cdot 3520} \cdot 1000$$

$$A_s = 119,07 \text{ [cm}^2\text{]}$$

FIGURA 3.18 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE COLUMNAS DE SECCION COMPUESTA (EDIFICIO UNACH)



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

3.4 EDIFICIO PLUS 1

Para el predimensionamiento del Edificio Plus 1 se seguirá el mismo procedimiento de las secciones anteriores (sección 3.2 y sección 3.3).

3.4.1 PREDIMENSIONAMIENTO LOSA

Del Cuadro 3.2 obtenemos los valores para obtener la carga viva sobre impuesta:

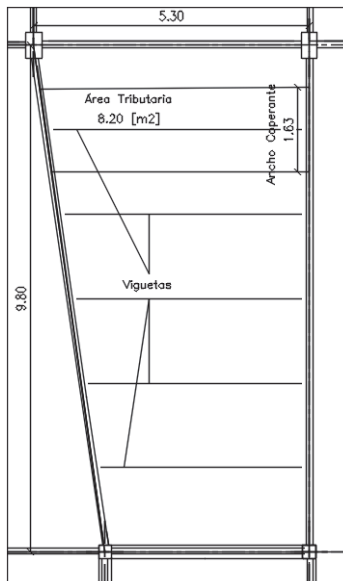
1. Peso del Hormigón	=	166,80 kg/m ²
2. Mampostería	=	200,00 kg/m ²
3. Acabados y Otros	=	150,00 kg/m ²
4. Carga Viva	=	250,00 kg/m ²
Carga viva sobre impuesta	=	766,80 kg/m ²

Seleccionamos las características de la placa colaborante con la ayuda del cuadro 3.3 que se realizó con la ayuda del Anexo 1.

3.4.2 PREDIMENSIONAMIENTO VIGUETAS

Las viguetas estarán dispuestas como se muestra en la figura 3.12 y se procederá de igual forma que en la sección 3.1.2.

FIGURA 3.19 DISPOSICIÓN DE LAS VIGUETAS EDIFICIO PLUS 1



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CUADRO 3.12 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE LA VIGUETA EDIFICIO PLUS 1

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Carga Muerta (Construcción)	W_D	0,173	T/m ²
Carga Viva	W_L	0,250	T/m ²
Carga Mayorada	W_u	Ecu. (3.24)	T/m
Ancho Colaborante a las Viguetas	a_c	1,63	m
Longitud de Viguetas	L	5,07	m
Solicitud de Momento	M_u	Ecu. (3.25)	T-m
Esfuerzo del Acero de Fluencia del Acero Estructural	F_y	35200	T/m ²
Factor de Resistencia	Φ_b	0,9	
Módulo de Sección Plástico entorno al eje X	Z_x	Ecu. (3.26)	cm ³

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

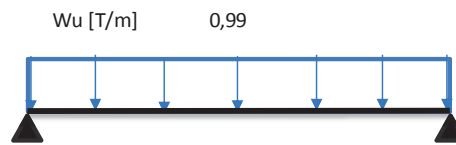
Se obtienen la Carga Mayorada (ecu. 3.1):

$$W_u = 1,2 \cdot W_D \cdot a_c + 1,6 \cdot W_L \cdot a_c \quad (324)$$

$$W_u = 1,2 \cdot 0,173 \cdot 1,63 + 1,6 \cdot 0,250 \cdot 1,63$$

$$W_u = 0,99$$

FIGURA 3.20 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME SOBRE UNA VIGUETA EDIFICIO PLUS 1



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$Mu = \frac{Wu \cdot L^2}{8} \quad (3.25)$$

$$Mu = \frac{0,99 \cdot 5,07^2}{8}$$

$$Mu = 3,18 \text{ [T-m]}$$

$$Z_x = \frac{Mu}{\phi_b F_y} \quad (3.26)$$

$$Z_x = \frac{3,18 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 35200}$$

$$Z_x = 100,48 \text{ [cm}^3\text{]}$$

FIGURA 3.21 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES I (EDIFICIO PLUS 1)

I - Doble Simetría

Datos	
L [cm] =	507
h=L/20 [cm] =	26
b=h/4 [cm] =	6,5
Patines	
b1 [cm] =	8 ok
tf1 [cm] =	0,6
b2 [cm] =	8 ok
tf2 [cm] =	0,6
Alma	
h [cm] =	30 ok
tw [cm] =	0,4
E [kg/cm²] =	2043000
Fy [kg/cm²] =	3520

valores Recomendados para la Sección, iguales o mayores

OK Sección Cumple

Propiedades Geométricas	
A [cm²] =	21,60
W [kg/m] =	16,96
Zx [cm³] =	236,88 ok

Análisi Esbeltez	
TABLA B4.1a (AISC 360-10)	
Patin	Patin Compacto
λ =	6,67
λp =	9,15
λr =	18,59
Alma	Alma Compacta
λ =	75,00
λp =	90,58
λr =	137,32

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Se debe cumplir que el momento plástico de la sección de acero obtenido con el programa en Excel sea mayor al obtenido con la ecu. 3.26.

$$236,88 \geq 100,48$$

3.4.2.1 Verificación de las Viguetas como Elementos Compuestos

CUADRO 3.13 NOMENCLATURA PARA EL CALCULO DEL ELEMENTO COMPUESTO EDIFICIO PLUS 1

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Carga Muerta	W_D	0,523	T/m ²
Carga Viva	W_L	0,250	T/m ²
Carga Mayorada	W_u	Ecu. (3.27)	T/m
Ancho Colaborante a las Viguetas	a_c	1,63	m
Longitud de Viguetas	L	5,07	m
Solicitud de Momento	M_u	Ecu. (3.28)	T-m
Momento de Diseño	M_r	Fig. (3.23)	T-m

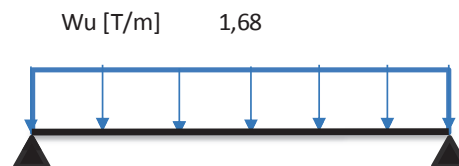
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$W_u = 1,2 \cdot W_D \cdot a_c + 1,6 \cdot W_L \cdot a_c \quad (3.27)$$

$$W_u = 1,2 \cdot 0,523 \cdot 1,63 + 1,6 \cdot 0,250 \cdot 1,63$$

$$W_u = 1,68$$

FIGURA 3.22 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME SOBRE EL ELEMENTO COMPUESTO EDIFICIO PLUS 1



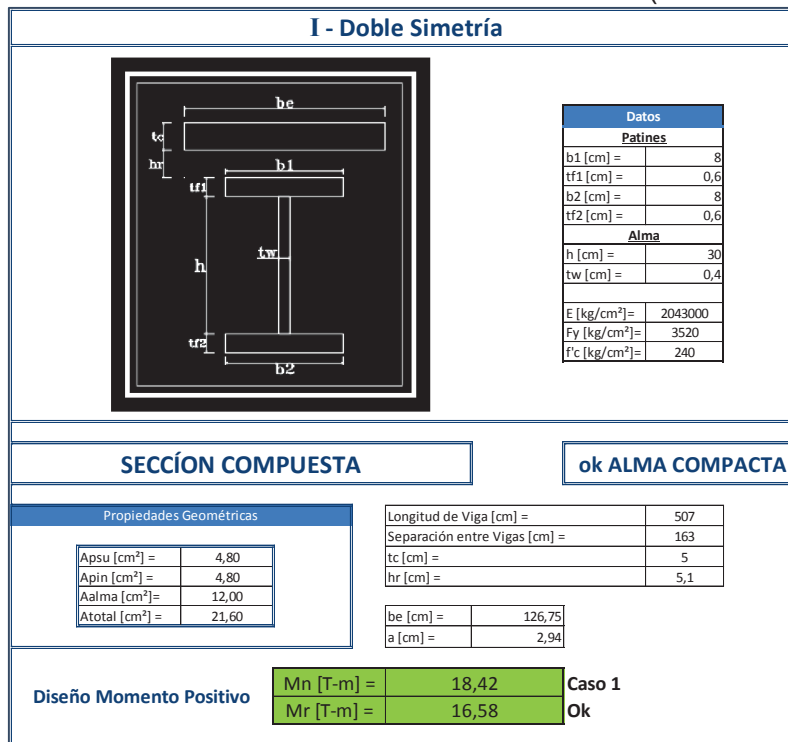
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$M_u = \frac{W_u \cdot L^2}{8} \quad (3.28)$$

$$M_u = \frac{1,68 \cdot 5,07^2}{8}$$

$$M_u = 5,38 \text{ [T-m]}$$

FIGURA 3.23 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA DISEÑO DE SECCIONES COMPUESTAS (EDIFICIO PLUS 1)



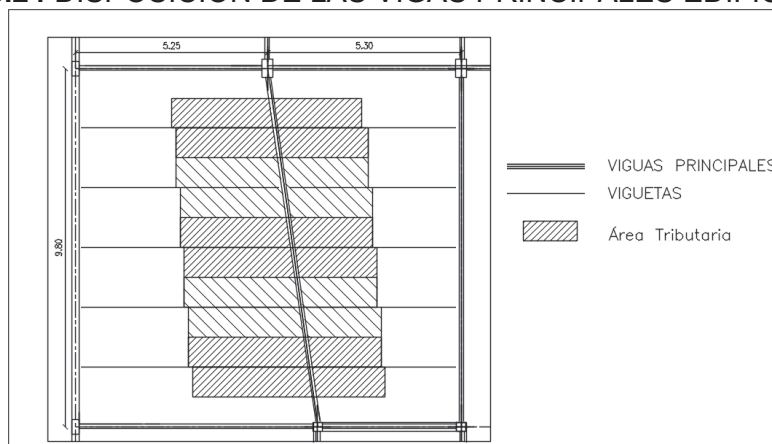
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Se debe cumplir $M_r \geq M_u$

$$16,58 \geq 5,38$$

3.4.3 PREDIMENSIONAMIENTO VIGAS PRINCIPALES

FIGURA 3.24 DISPOSICIÓN DE LAS VIGAS PRINCIPALES EDIFICIO PLUS 1



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CUADRO 3.14 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS PRINCIPALES EDIFICIO PLUS 1

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Carga Muerta	W_D	0,523	T/m ²
Carga Viva	W_L	0,250	T/m ²
Carga Mayorada	P_u	Ecu. (3.29)	T
Área Colaborante	A_C	8,62	m ²
Longitud de Viga Principal	L	9,89	m
Separación entre cargas puntuales	a	1,63	m
Solicitud de Momento	M_u	Ecu. (3.30) o Ecu. (3.31)	T-m
Esfuerzo del Acero de Fluencia del Acero Estructural	F_y	35200	T/m ²
Factor de Resistencia	ϕ_b	0,9	
Módulo de Sección Plástico entrono al eje X	Z_x	Ecu. (3.32)	cm ³

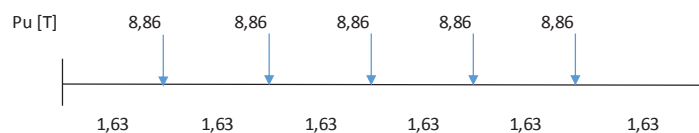
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$P_u = 1,2 \cdot W_D \cdot A_C + 1,6 \cdot W_L \cdot A_C \quad (3.29)$$

$$P_u = 1,2 \cdot 0,523 \cdot 8,62 + 1,6 \cdot 0,250 \cdot 8,62$$

$$P_u = 8,86$$

FIGURA 3.25 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LAS CARGAS SOBRE UNA VIGA PRINCIPAL EDIFICIO PLUS 1



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Momento en los extremos de una viga con empotramiento perfecto, con cinco cargas puntuales (**figura 3.25**).

$$M = \frac{P_u \cdot L}{8} + \frac{P_u \cdot a \cdot (L-a)}{L} + \frac{P_u \cdot 2a \cdot (L-2a)}{L} \quad (3.30)$$

$$M = \frac{8,86 \cdot 9,89}{8} + \frac{8,86 \cdot 1,63 \cdot (9,89-1,63)}{9,89} + \frac{8,86 \cdot 2 \cdot 1,63 \cdot (9,89-2 \cdot 1,63)}{9,89}$$

$$M = 42,38 \text{ [T-m]}$$

Momento en el centro de una viga con empotramiento perfecto, con cinco cargas puntuales (**figura 3.25**).

$$M = \frac{P_u \cdot L}{8} + \frac{P_u \cdot a^2}{L} + \frac{P_u \cdot (2a)^2}{L} \quad (3.31)$$

$$M = \frac{8,86 * 9,89}{8} + \frac{8,86 * 1,63^2}{9,89} + \frac{8,86 * (2*1,63)^2}{9,89}$$

$$M = 22,85 \text{ [T-m]}$$

Como $14,95 > 8,98$, el momento de solicitud es:

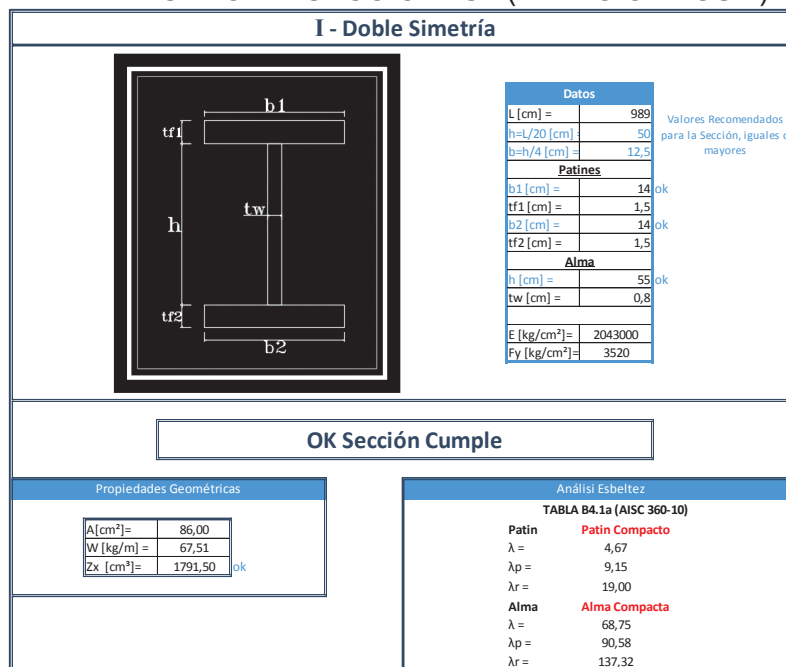
$$M_u = 42,38 \text{ [T-m]}$$

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b F_y} \quad (3.32)$$

$$Z_x = \frac{42,38 * 10^3}{0,9 * 35200}$$

$$Z_x = 1337,63 \text{ [cm}^3\text{]}$$

FIGURA 3.26 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE SECCIONES I (EDIFICIO PLUS 1)



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Se debe cumplir que el momento plástico de la sección de acero obtenido con el programa en Excel sea mayor al obtenido con la ecu. 3.32.

$$1791,50 \geq 1337,63$$

3.4.4 PREDIMENSIONAMIENTO COLUMNAS

Se realizará igual procedimiento de la sección 3.2.4 y sección 3.3.4.

CUADRO 3.15 NOMENCLATURA PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE UNA COLUMNA EDIFICIO PLUS 1

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Carga Muerta	W_D	0,523	T/m ²
Carga Viva	W_L	0,250	T/m ²
Carga Mayorada	P_u	Ecu. (3.33)	T
Altura Columna	L	2,90	m
Área Tributaria (Subsuelos 1-5)	A_{T1}	36,29	m ²
Área Tributaria (Planta1 a la Planta10)	A_{T2}	31,27	m ²
Esfuerzo del Acero de Fluencia del Acero Estructural	F_y	3520	Kg/cm ²
Área de Acero	A_s	Ecu. (3.34)	cm ²

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$P_u = 1,2 \cdot W_D \cdot (A_{T1} \cdot 5 + A_{T2} \cdot 10) + 1,6 \cdot W_L \cdot (A_{T1} \cdot 5 + A_{T2} \cdot 10) \quad (3.33)$$

$$P_u = 1,2 \cdot 0,523 \cdot (36,29 \cdot 5 + 31,27 \cdot 10) + 1,6 \cdot 0,250 \cdot (36,29 \cdot 5 + 31,27 \cdot 10)$$

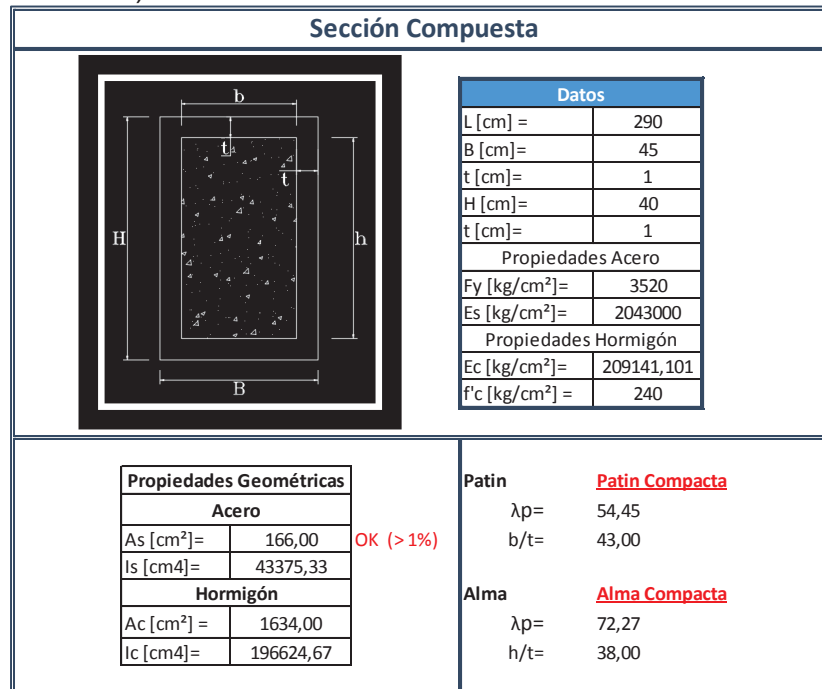
$$P_{u1} = 507,89 \text{ [T]}$$

$$A_s = \frac{P_u}{0,6 \cdot F_y} \quad (3.34)$$

$$A_s = \frac{507,89}{0,6 \cdot 3520} \cdot 1000$$

$$A_s = 240,48 \text{ [cm}^2\text{]}$$

FIGURA 3.27 INTERFAZ DEL PROGRAMA REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL PARA PREDISEÑO DE COLUMNAS DE SECCION COMPUESTA (EDIFICIO PLUS1)

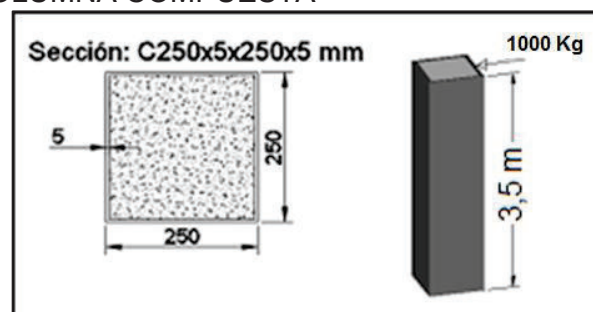


ELABORACIÓN: Diego Paillacho

3.5 PRUEBA Y COMPARATIVA DEL MODELAMIENTO DE COLUMNAS DE SECCION COMPUESTA

En esta sección se revisará la forma de modelar una columna de sección compuesta (Columna metálica hueca rellena de hormigón) en los programas RISA 3D y RCBE debido a que los programas no poseen elementos de sección compuesta, para esto se realizará una comparación entre un método numérico y los resultados obtenidos mediante el software ETABS 2015, RISA 3D y RCBE para obtener los desplazamientos, rigideces y el peso de la columna.

FIGURA 3.28 COLUMNA COMPUESTA



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Calculo de desplazamiento y Rigidez de una columna al aplicar una fuerza.

Ecuación de desplazamiento:

$$\Delta = \frac{P L^3}{3EI} \quad (3.35)$$

Donde:

P: Carga Puntual.

L: Altura de la Columna.

E: Modulo de Elasticidad de la Columna.

I: Momento de Inercia de la Columna.

Ecuación de Rigidez:

$$K = \frac{3EI}{L^3} \quad (3.36)$$

Donde:

L: Altura de la Columna.

E: Modulo de Elasticidad de la Columna.

I: Momento de Inercia de la Columna.

Para calcular el desplazamiento y rigidez de la columna compuesta se utilizara el módulo de elasticidad de un material base, el hormigón. Para lo cual se llevará a cabo la sección trasformada de la sección compuesta, para esto se transforma el área de acero en área equivalente de hormigón de esta manera la sección compuesta tendrá un momento de inercia en función de la sección de hormigón para lo cual se utilizara la siguiente ecuación propuesta (3.37), (n es la relación de los modulos de elasticidad de los materiales de la sección compuesta).

$$I_{tr} = n \cdot I_s + I_c \quad (3.37)$$

1. Módulos de elasticidad de los Materiales.

$$E_s = 2043000 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$E_c = 209141,10 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

2. Momentos de Inercia del Acero y Hormigón.

Memento de Inercia de la sección de Hormigón:

$$I_c = \frac{bh^3}{12} \quad (3.38)$$

$$I_c = \frac{(24)(24)^3}{12} = 27648 \text{ [cm}^4\text{]}$$

Memento de Inercia de la sección de Acero:

$$I_s = \frac{bh^3}{12} - I_c \quad (3.39)$$

$$I_s = \frac{(25)(25)^3}{12} - 27648 = 4904,08 \text{ [cm}^4\text{]}$$

Calculo de "n"

$$n = \frac{2043000}{209141,10} = 9,77$$

$$I_{tr} = 9,77 \cdot 4904,08 + 27648 = 75553,65 \text{ [cm}^4\text{]}$$

3. Calculo de Desplazamiento.

$$\Delta = \frac{1000 \cdot 350^3}{3 \cdot 209141,10 \cdot 75553,65} = 9,04 \text{ [mm]}$$

4. Calculo de Rigidez.

$$K = \frac{3 \cdot 209141,10 \cdot 75553,65}{350^3} = 1105,63 \text{ [kg/cm]}$$

5. Desplazamiento obtenido con el programa ETABS 2015.

$$\Delta = 9,10 \text{ [mm]}$$

6. Calculo de Rigidez de la columna.

$$K_{ETABS\ 2015} = \frac{1000}{0,91} = 1098,90 \text{ [kg/cm]}$$

7. Desplazamiento obtenido con el programa RISA 3D.

$$\Delta = 9,07 \text{ [mm]}$$

8. Calculo de Rigidez de la columna.

$$K_{RISA3D} = \frac{1000}{0,907} = 1102,53 \text{ [kg/cm]}$$

9. Desplazamiento obtenido con el programa RCBE.

$$\Delta = 9,11 \text{ [mm]}$$

10. Calculo de Rigidez de la columna.

$$K_{RCBE} = \frac{1000}{0,911} = 1097,69 \text{ [kg/cm]}$$

Calculo del peso de la Columna

Para esto primero se obtendra un área equivalente de la columna de la sección transformada que poseerá el mismo peso de la columna de sección compuesta.

$$A_{eq} = \frac{P_{sc}}{\bar{\delta}_c} \quad (3.40)$$

$$P_{sc} = \bar{\delta}_c A_c + \bar{\delta}_s A_s \quad (3.41)$$

Donde:

P_{sc} : Peso Sección Compuesta por metro.

$\bar{\delta}_c$: Peso específico del Hormigón.

$\bar{\delta}_s$: Peso específico del Acero.

A_c : Área de Hormigón

A_s : Área de Acero

1. Calculo del peso de la Sección Compuesta por metro.

Peso específico del Hormigón	= 2,4 [t/m ³]
Peso específico del Acero	= 7,849 [t/m ³]
Área de Hormigón	= 576 [cm ²]
Área de Acero	= 49 [cm ²]

$$P_{sc} = \frac{576 \cdot 2,4 + 49 \cdot 7,849}{100^2} = 0,176 [T/m]$$

2. Calculo del Área Equivalente de la sección transformada.

$$A_{eq} = \frac{0,176}{2,4} * 100^2 = 736,25 [cm^2]$$

3. Peso de la columan de la seccion trasformada:

$$P_{ctr} = A_{eq} \delta_c h \quad (3.42)$$

Donde:

P_{ctr} : Peso de la columna transformada.

h : Altura de la columna

$$P_{ctr} = \frac{736,25}{100^2} * 2,4 * 3,5 * 1000 = 618,45 [kg]$$

4. Peso obtenido con el programa ETABS 2015:

$$\text{Peso de la Columna Compuesta} = 618,45 [kg]$$

5. Peso obtenido con el programa RISA 3D:

$$\text{Peso de la Columna Compuesta} = 618,45 [kg]$$

6. Peso obtenido con el programa RCBE:

$$\text{Peso de la Columna Compuesta} = 618,5 [kg]$$

CUADRO 3.16 COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE CALCULO Y PROGRAMAS (COLUMNAS)

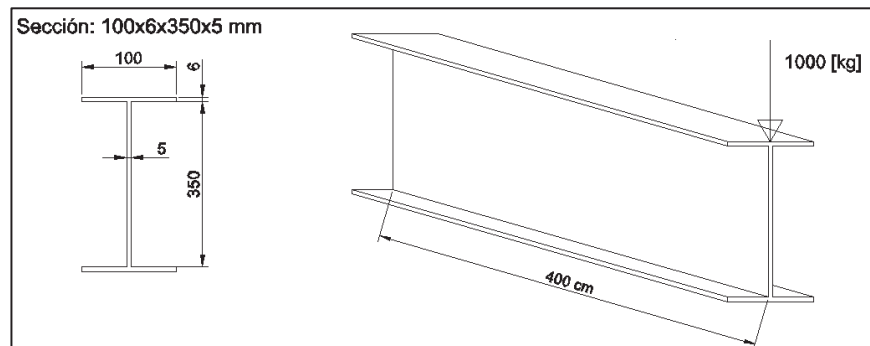
	Calculo	ETABS 2015	RISA 3D	RCBE	Diferencia Porcentual		
					ETAB2015 /CALCULO	RISA 3D /CALCULO	RCBE /CALCULO
Desplazamiento [mm]	9,04	9,1	9,07	9,11	0,66%	0,33%	0,77%
Rigidez [kg/cm]	1105,63	1098,9	1102,53	1097,69	0,61%	0,28%	0,72%
Peso [kg]	618,45	618,45	618,45	618,5	0,00%	0,00%	0,01%

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

3.6 PRUEBA Y COMPARATIVA DEL MODELAMIENTO DE VIGAS DE ACERO DE SECCION TRANSVERSAL I

En esta sección se revisará la forma de modelar una viga de acero de sección transversal I en el programa RCBE debido a que el programa no posee elementos metálicos, para esto se realizará una comparación entre un método numérico y los resultados obtenidos mediante el software ETABS 2015 y RCBE para obtener los desplazamientos, rigideces y el peso de la viga.

FIGURA 3.29 VIGA DE ACERO



ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Calculo de desplazamiento y Rigidez de una viga en volado al aplicar una fuerza.

Ecuación de desplazamiento:

$$\Delta = \frac{P L^3}{3EI} \quad (3.43)$$

Donde:

P: Carga Puntual.

L: Longitud de la Viga.

E: Modulo de Elasticidad de la Viga.

I: Momento de Inercia de la Viga.

Ecuación de Rigidez:

$$K = \frac{3EI}{L^3} \quad (3.44)$$

Donde:

L: Altura de la Viga.

E: Modulo de Elasticidad de la Viga.

I: Momento de Inercia de la Viga.

Para calcular el desplazamiento y rigidez de la viga se utilizara el módulo de elasticidad de un material base, el hormigón. Se procederá a realizar los cálculos de forma similar a lo que se realizó para el cálculo de las columnas equivalentes. Para lo cual se llevará a cabo la sección trasformada de la viga de acero, para esto se transforma el área de acero en área equivalente de hormigón de esta manera se tendrá un momento de inercia en función de la sección de hormigón para lo cual se utilizara la ecuación (3.48), pero únicamente se tomara de esta ecuación las variables que están en función de la sección de acero ($n \cdot I_s$) debido a que la viga en su totalidad es conformada por acero y esto hace nulo la participación de las variables de hormigón (I_c) en la ecuación, quedando así la ecuación (3.5).

$$I_{tr} = n \cdot I_s \quad (3.45)$$

Donde:

I_{tr} : Momento de Inercia de las sección transformada.

n: Relación entre los módulos de elasticidad del acero y hormigón.

I_s : Momento de Inercia de la viga de acero.

1. Módulos de elasticidad de los Materiales.

$$E_s = 2043000 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$E_c = 209141,10 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

2. Momentos de Inercia del Acero y Hormigón.

Memento de Inercia de la Viga de Acero (Obtenido de las propiedades de la sección dadas por el programa ETABS 2015)

$$I_s = 5588,90 \text{ [cm}^4\text{]}$$

Calculo de "n"

$$n = \frac{2043000}{209141,10} = 9,77$$

$$I_{tr} = 9,77 * 5588,90 = 54595,29 \text{ [cm}^4\text{]}$$

3. Calculo de Desplazamiento.

$$\Delta = \frac{1000 * 400^3}{3 * 209141,10 * 54595,29} = 1.87 \text{ [cm]}$$

4. Calculo de Rigidez.

$$K = \frac{3 * 209141,10 * 54595,29}{400^3} = 535.22 \text{ [kg/cm]}$$

5. Desplazamiento obtenido con el programa ETABS 2015.

$$\Delta = 1,89 \text{ [cm]}$$

6. Calculo de Rigidez de la viga.

$$K_{ETABS\ 2015} = \frac{1000}{1,89} = 529.10 \text{ [kg/cm]}$$

7. Desplazamiento obtenido con el programa RCBE.

$$\Delta = 1,93 \text{ [cm]}$$

8. Calculo de Rigidez de la viga.

$$K_{RCBE} = \frac{1000}{1,93} = 518.13 \text{ [kg/cm]}$$

Calculo del peso de la Viga

Para esto primero obtendremos un área equivalente de la viga de la sección transformada que poseerá el mismo peso de la viga de acero.

$$A_{eq} = \frac{P_v}{\delta_c} \quad (3.46)$$

$$P_v = \delta_s A_s \quad (3.47)$$

Donde:

P_v : Peso Viga acero por metro.

δ_s : Peso específico del Acero.

A_s : Área transversal de la Viga de Acero

1. Calculo del peso de la Viga de acero por metro.

Peso específico del Acero = 7,849 [t/m³]

Área transversal de la Viga de Acero = 29,5 [cm²]

$$P_v = \frac{29,5 \cdot 7,849}{100^2} = 0,0231 \text{ [T/m]}$$

2. Calculo del Área Equivalente de la sección transformada.

$$A_{eq} = \frac{0,0231}{2.4} * 100^2 = 96,48 \text{ [cm}^2\text{]}$$

3. Peso de la Viga de la seccion trasformada:

$$P_{Vtr} = A_{eq} \delta_c L \quad (3.48)$$

Donde:

P_{Vtr} : Peso de la Viga transformada.

L: Longitud de la Viga

$$P_{Vtr} = \frac{96,48}{100^2} * 2,4 * 4 * 1000 = 92,61 \text{ [kg]}$$

4. Peso obtenido con el programa ETABS 2015:

$$\text{Peso de la Viga de Acero} = 92,61 \text{ [kg]}$$

5. Peso obtenido con el programa RCBE:

$$\text{Peso de la Viga de Acero} = 92,61 \text{ [kg]}$$

CUADRO 3.17 COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE CALCULO Y PROGRAMAS (VIGAS)

	Calculo	ETABS 2015	RCBE	Diferencia Porcentual	
				ETAB2015/CALCULO	RCBE/CALCULO
Desplazamiento [cm]	1,87	1,89	1,93	1,07%	3,21%
Rigidez [kg/cm]	535,22	529,1	518,13	1,16%	3,30%
Peso [kg]	92,61	92,61	92,61	0,00%	0,00%

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

3.7 MODELAMIENTO DE LOSA

En esta sección se revisará la forma de modelar las losas en el programa RCBE esto debido a que el programa no posee una opción para modelar losas Deck a detalle con las especificaciones del Anexo 1, pero posee una opción de modelar losas macizas en una dirección que reparte la carga de una forma muy similar a lo que hace el programa ETABS 2015, con esto se procede a calcular la altura de una losa equivalente maciza lo cual significa que tendrá el mismo peso por metro cuadrado que una losa de tipo Deck.

CUADRO 3.18 DESCRIPCIÓN Y NOMENCLATURA PARA LOS CÁLCULOS DE LOSA EQUIVALENTE

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidades
Peso Losa Deck/m ²	W_{deck}	173,17	kg/m ²
Peso específico del hormigón	δ_c	2400	kg/m ³
Altura losa Equivalente	h_{eq}	Ec. (3.49)	cm

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

$$h_{eq} = \frac{W_{deck}}{\delta_c} \quad (3.49)$$

$$h_{eq} = \frac{173,17}{2400} * 100 = 7.215 \text{ [cm]}$$

CAPÍTULO 4

CARACTERÍSTICAS DE LOS PROGRAMAS

4.1 CARACTERÍSTICAS ETABS 2015³

- ETABS - Programa de Análisis Tridimensional Extendido y diseño de Edificaciones.
- Definición de manera automática o manual las características de los materiales.
- Amplia base de datos de secciones de acero, posibilidad de crear secciones de hormigón o madera, consta de un editor con el cual se puede crear cualquier forma de sección y también se puede crear secciones compuestas.
- Plantillas predefinidas de sistemas de losas planas, losas en una dirección, losas reticulares o con nervaduras y casetones, cubiertas, etc.
- Definición de Diafragmas de Pisos Rígidos, Semirrígidos y Flexibles.
- Categoría de Cargas Independientes, posibilidad de cargar elementos por losas mediante sistemas de Pisos, Áreas, Elementos, Nodos etc.
- Calculo automático de coordenadas de centros de masas (X_m , Y_m).
- Calculo automático de coordenadas de centros de rigideces (X_t , Y_t).
- Calculo automático de fuerzas sísmicas, sus excentricidades y aplicación en el centro de masas.
- Calculo automático de masas del edificio a partir de los casos de carga elegidos.
- Análisis Sísmico Estático y Modal Dinámico con espectros variables de Diseño.
- Calculo automático de Frecuencias, Modos de Vibración, Deformaciones.
- Animación de las Deformaciones y Modos de Vibración de la Estructura.

³ FUENTE: Computers & Structures, Inc. (<http://www.csimexico.mx/software/etabs>).

4.2 CARACTERÍSTICAS RISA-3D⁴

- Solucionador acelerado para análisis estático.
- Análisis estático considerando el efecto P-Delta.
- Análisis dinámico y con espectro de respuesta múltiple.
- Inclusión automática de compensación de masas (5% o definido por el usuario) para análisis dinámico.
- Modelamiento real de elementos físicos. (Los elementos están advertidos de la existencia de nodos interiores).
- Modelamiento automático de diafragmas rígidos.
- Cargas de área con distribución axial o biaxial.
- Resortes que operan en un sentido para suelos de cimentación, y con generación automática.
- Cálculo de desplazamientos de entrepiso absoluto o relativo.
- Cálculo automático del peso propio de elementos y elementos finitos.
- Optimización del diseño para concreto, acero laminado, soldado o plegado, mampostería, madera y aluminio.
- Detallamiento de vigas de concreto (Rectangular, T y L).
- Diagramas de interacción para columnas de concreto.
- Diseño de refuerzo completo para muros de concreto fuera o dentro del plano y muros de carga.

⁴ FUENTE: RISA. (http://www.risaespanol.com/p_3dspecs.html#).

4.3 CARACTERISTICAS RCBE⁵

- RCBE es un software de ingeniería estructural para el análisis y diseño de edificios en 3D.
- Funcionalidad para adicionar y remover pisos, insertar y remover pórticos (ejes), remover y adicionar nudos, etc. Además, es posible modificar las coordenadas X,Y,Z de nudos individuales permitiendo modelar niveles de cimentación variable, pisos inclinados, vigas inclinadas, etc.
- El usuario puede especificar cuales son los pórticos o elementos estructurales que resisten las fuerzas laterales. A cada uno de los elementos se les puede asignar una propiedad que indica a que sistema estructural pertenece. Un elemento dado puede pertenecer al sistema de resistencia lateral solamente, al sistema de resistencia vertical solamente, o a los dos sistemas estructurales.
- Permite realizar diseños mas económicos en conformidad con reglamentos sísmicos recientes.
- Los muros se pueden modelar usando tres tipos de elementos finitos. Elemento tipo cascarón (shell), elemento tipo membrana (membrane), y elemento tipo placa (plate).
- El análisis P-Delta se realiza en forma exacta incorporando directamente en la formulación de la matriz de rigidez de cada elemento la corrección de rigidez geométrica.
- Es posible tener en cuenta los efectos de los esfuerzos iniciales en las frecuencias naturales y modos de vibración del modelo estructural.

⁵ FUENTE: EngSolutions, Inc.

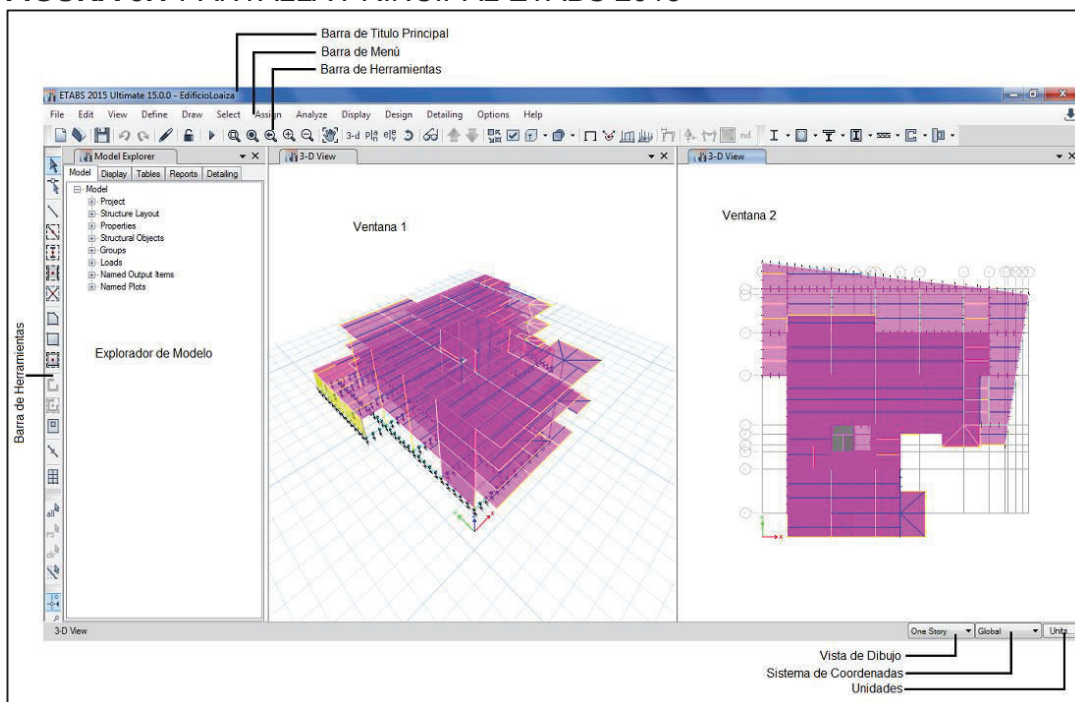
CAPÍTULO 5

MODELACIÓN EN LOS PROGRAMAS

5.1 ETABS 2015

Para el estudio de estructuras complejas es necesario empezar reconociendo las herramientas útiles del programa Etabs 2015, por ello a continuación se muestra la ventana principal del programa esto ayudará a familiarizarse con el programa.

FIGURA 5.1 PANTALLA PRINCIPAL ETABS 2015

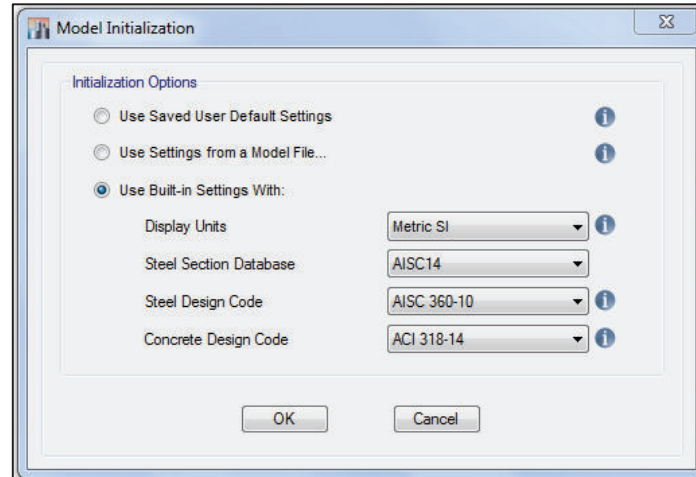


FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.1.1 DEFINIR UNIDADES

Para modelar en el programa Etabs se debe definir primero las unidades con las que se va a trabajar, para el presente trabajo se adoptaron las unidades métricas.

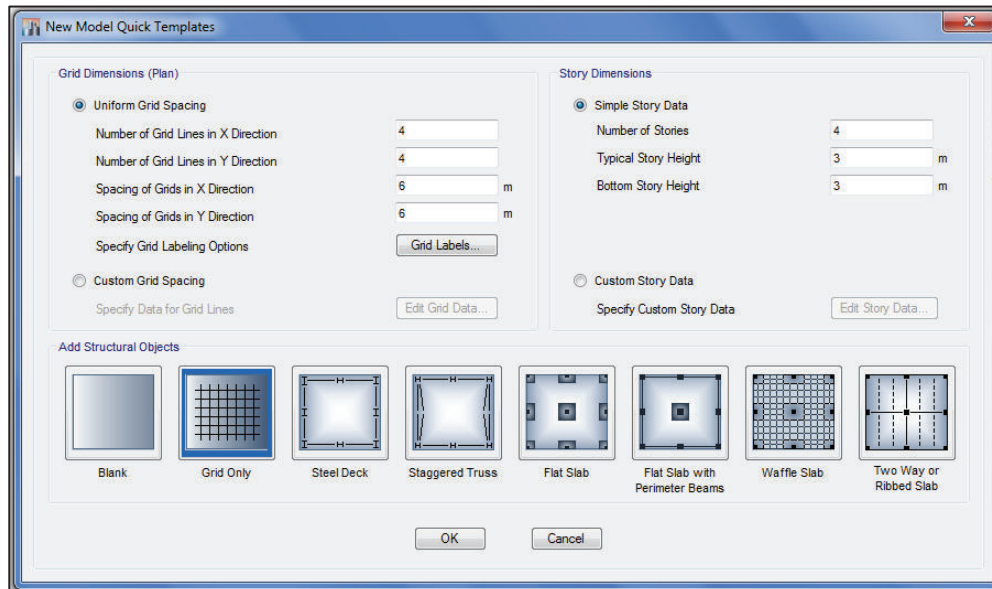
FIGURA 5.2 VENTANA INICIO DE MODELACIÓN

FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

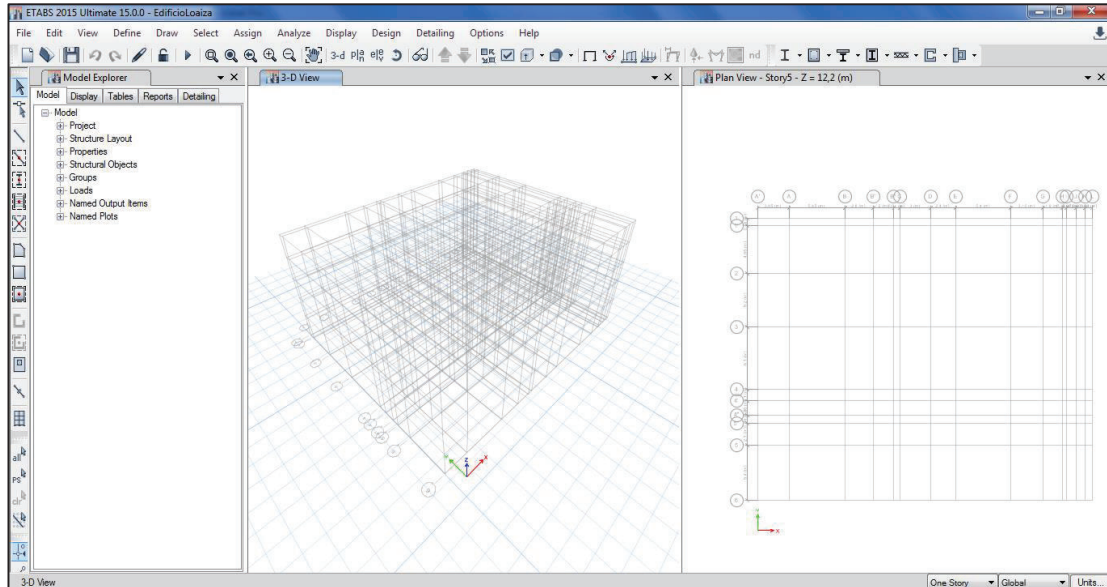
5.1.2 DIMENSIONAMIENTO GRILLA

En este paso se define los ejes y la distancia entre estos, en dirección X e Y, de igual manera que el número de pisos y su altura según la necesidad del modelo Estructural.

FIGURA 5.3 VENTANA INICIO DE MODELACIÓN DE GRILLA

FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.4 GRILLA

FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.1.3 OPCIÓN DEFINIR

En la barra de herramientas existe la opción “*Define*” de la cual se despliega varias opciones con las cuales el usuario puede definir las condiciones del modelo Estructural como:

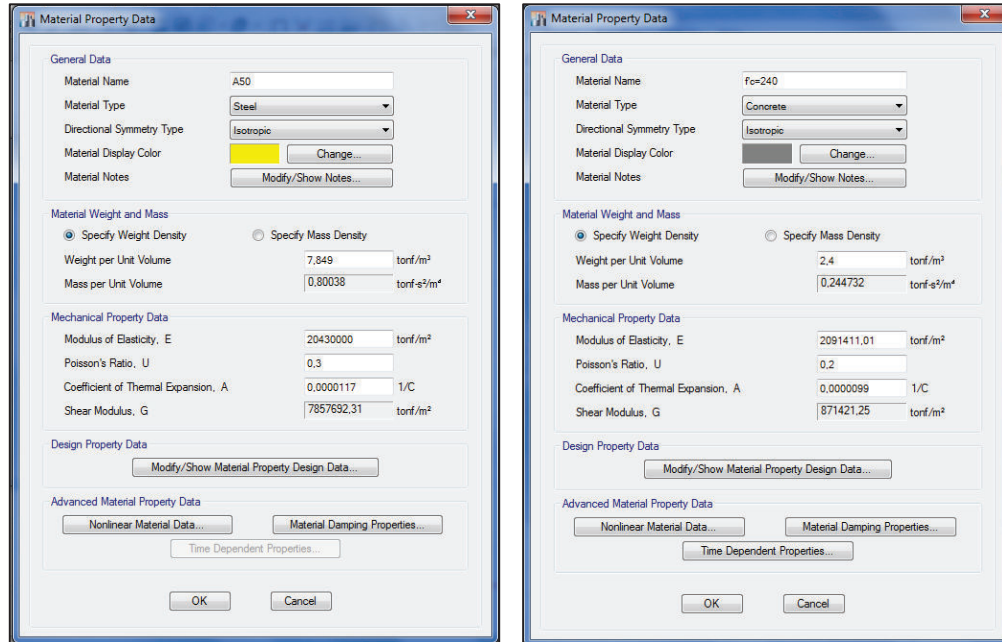
5.1.3.1 Materiales

La opción “*Define > Material Properties...*” despliega varias opciones de materiales predefinidos por el programa los cuales el usuario puede modificar o crear nuevos materiales.

Los materiales que se definen en el presente trabajo son:

- Acero Estructural A50
- Hormigón Simple de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$

FIGURA 5.5 DEFINICIÓN DE MATERIALES



FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.1.3.2 Secciones

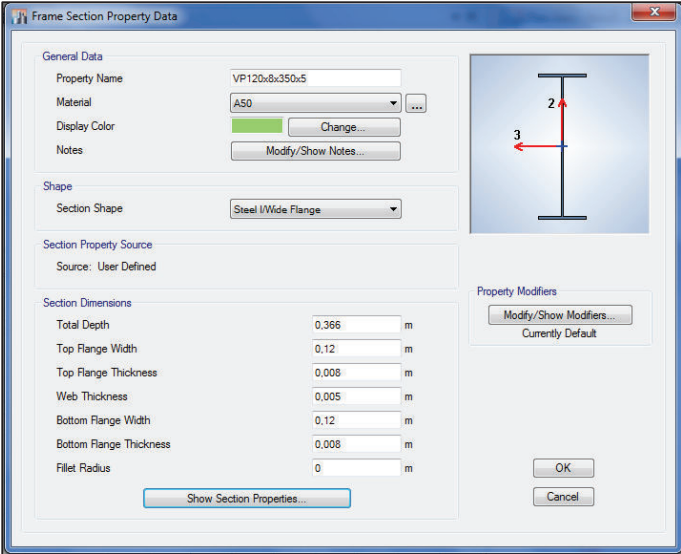
La opción “*Define > Section Properties...*” despliega varias opciones de secciones que conforman la estructura.

Los elementos principales que conforman la estructura y que se definirán en el presente trabajo son: Vigas, Viguetas, Columnas, Losa de placa colaborante Deck, Diafragmas, Muros de Corte y Muros de subsuelo.

El programa ya contiene secciones con dimensiones estándar o el usuario puede personalizar las dimensiones, las mismas que se utilizarán para definir los elementos de la estructura ya mencionados.

Para definir las secciones de vigas y viguetas se utilizará la opción “*Define > Section Properties...> Frame Sections...*” y serán secciones tipo “I” de Acero Estructural A50, a las cuales se deberá revisar los límites de esbeltez (relación ancho – espesor) de alma y patín, especificados en el Capítulo 2 sección 2.3.1.3.

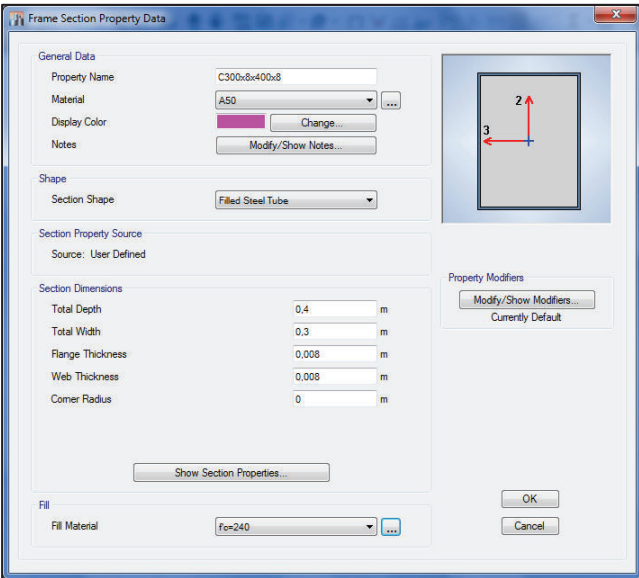
FIGURA 5.6 DEFINICIÓN DE SECCIÓN VIGAS Y VIGUETAS



FUENTE: ETABS 2015
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Para las columnas se utilizará de igual manera “*Define > Section Properties...> Frame Sections...*” y la opción de sección compuesta, columnas tubulares huecas de acero rellenas de hormigón, se utilizará Acero A50 y Hormigón de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$.

FIGURA 5.7 DEFINICIÓN DE SECCIÓN COLUMNAS

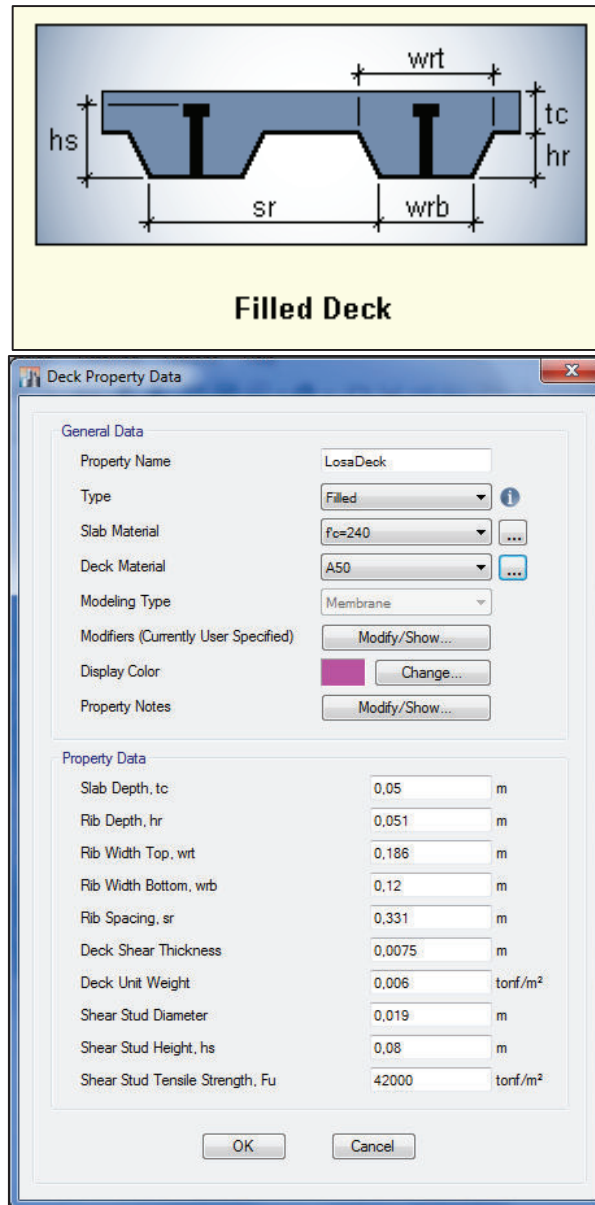


FUENTE: ETABS 2015
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Se utilizara para la Losa la opción “*Define > Section Properties...> Deck*”

Sections...”, en la cual se ingresara las características que ya se mencionaron en el Capítulo 3 sección 3.2.2 y Anexo1, adicional a esto se definirá la losa como un elemento tipo membrana para que la carga sea transmitida correctamente a las vigas.

FIGURA 5.8 DEFINICIÓN DE LOSA DE PLACA COLABORANTE DECK



FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Para definir los Muros de Corte y Muros de Subsuelo se utiliza la opción “Define > Section Properties...> Wall Sections...”, se definirá el espesor de los muros, será un elemento tipo Shell-Thin y tendrá por material

Hormigón de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$.

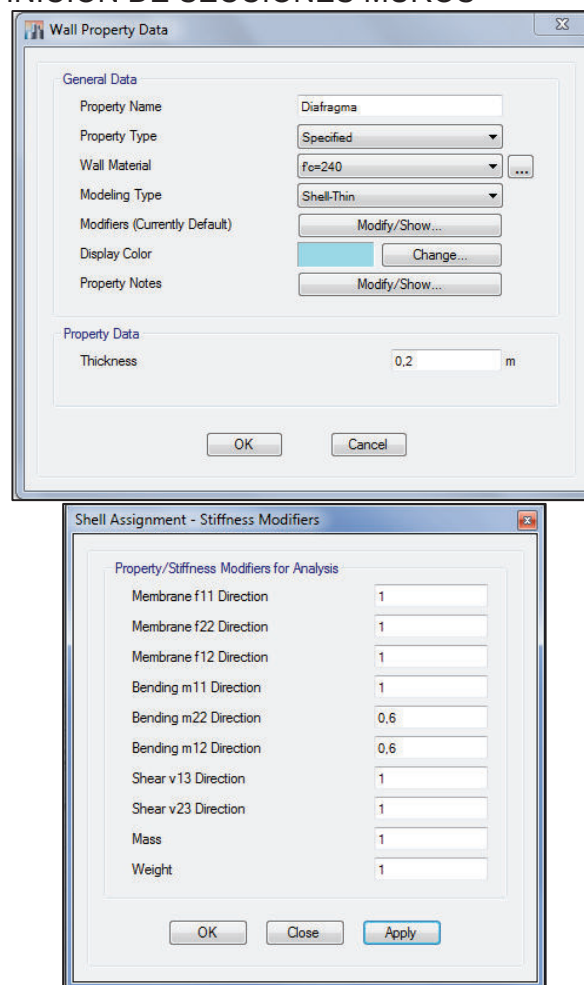
La NEC 2015 en el capítulo de “*Peligro Sísmico sección 6.1.6. Modelación Estructural*” establece el valor para la inercia de las secciones agrietada en muros estructurales de hormigón armado $I_g = 0,6$ la misma que se aplicara de la siguiente manera:

Edificio Loaiza: 2 primeros pisos.

Edificio Unach: Subsuelo y los 2 primeros pisos.

Edificio Plus 1: El primer subsuelo y los 3 primeros pisos.

FIGURA 5.9 DEFINICIÓN DE SECCIONES MUROS



FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.1.3.3 Cargas Estáticas (Gravitacionales y Laterales)

Para definir las cargas estáticas utilizaremos la opción “*Define > Load Patterns...*” en la cual estableceremos los siguientes estados de carga:

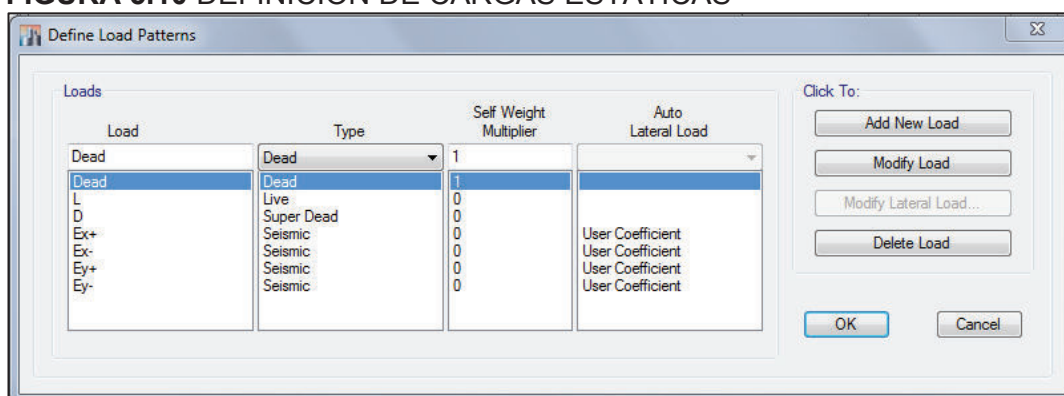
CUADRO 5.1 CARGAS ESTÁTICAS

Nombre	Descripción	Tipo	Opción
Dead	Peso propio de los Elementos	Dead	
L	Carga Viva	Live	
D	Carga Muerta Sobreimpuesta	Superimposed Dead	
Ex+	Sismo Actuante en la dirección X excentricidad positiva.	Seismic	User Coefficient
Ex-	Sismo Actuante en la dirección X excentricidad negativa.	Seismic	User Coefficient
Ey+	Sismo Actuante en la dirección Y excentricidad positiva.	Seismic	User Coefficient
Ey-	Sismo Actuante en la dirección Y excentricidad negativa.	Seismic	User Coefficient

FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.10 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS



FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Como se observa en la figura 5.10 la carga de nombre “*Dead*” es la única multiplicada con un factor de 1 con esto el programa considera el peso propio de los elementos.

Las cargas sísmicas se definirán según los requerimientos del código NEC2015, con lo cual calcularemos el coeficiente para el cálculo del Corte Basal, el cual se define en la opción “*Modify Lateral Load...*” que se puede

ver en la figura 5.10, se dará una dirección diferente a las cargas sísmicas.

CUADRO 5.2 COEFICIENTE DEL CORTE BASAL EDIFICIO LOAIZA

Análisis Sísmico			
Descripción	Símbolo	Valor	Fuente
Factor de Zona Sísmica	Z =	0,40	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, Capítulo NEC-SE-DS (Peligro Sísmico).
Clasificación de Perfil de Suelo	Tipo =	D	
Coeficientes de Amplificación Dinámica	Fa=	1,20	
	Fd=	1,19	
	Fs=	1,28	
Período Fundamental de Vibración	T =	0,48	
Altura máxima	hn =	12,20	
Tipo de Arriostamiento	Ct =	0,073	
	α =	0,75	
Exponente de la Ecuación de Sa	r =	1,00	
Coeficiente de Región	n =	2,48	
Aceleración Espectral	Sa=	1,19	
Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico	Tc=	0,70	
Factor de Importancia	I =	1,00	
Coeficiente de Configuración Estructural en Planta	Φ_P =	0,90	
Coeficiente de Configuración Estructural en Elevación	Φ_E =	1,00	
Factor de Reducción de Respuesta Estructural	R =	7,00	
Coeficiente de Corte Basal	% V =	0,189	

FUENTE: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CUADRO 5.3 COEFICIENTE DEL CORTE BASAL EDIFICIO UNACH

Análisis Sísmico			
Descripción	Símbolo	Valor	Fuente
Factor de Zona Sísmica	Z =	0,40	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, Capítulo NEC-SE-DS (Peligro Sísmico).
Clasificación de Perfil de Suelo	Tipo =	D	
Coeficientes de Amplificación Dinámica	Fa=	1,20	
	Fd=	1,19	
	Fs=	1,28	
Período Fundamental de Vibración	T =	0,95	
Altura máxima	hn =	30,57	
Tipo de Arriostamiento	Ct =	0,073	
	α =	0,75	
Exponente de la Ecuación Sa	r =	1,00	
Coeficiente de Región	n =	2,48	
Aceleración Espectral	Sa=	0,88	
Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico	Tc=	0,70	
Factor de Importancia	I =	1,00	

CUADRO 5.3 CONTINUACIÓN

Coefficiente de Configuración Estructural en Planta	$\Phi_P =$	1,00	
Coefficiente de Configuración Estructural en Elevación	$\Phi_E =$	1,00	
Factor de Reducción de Respuesta Estructural	R =	7,00	
Coefficiente de Corte Basal	% V =	0,125	

FUENTE: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CUADRO 5.4 COEFICIENTE DEL CORTE BASAL EDIFICIO PLUS 1

Análisis Sísmico			
Descripción	Símbolo	Valor	Fuente
Factor de Zona Sísmica	Z =	0,40	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, Capítulo NEC-SE-DS (Peligro Sísmico).
Clasificación de Perfil de Suelo	Tipo =	D	
Coefficientes de Amplificación Dinámica	Fa=	1,20	
	Fd=	1,19	
	Fs=	1,28	
Período Fundamental de Vibración	T =	1,11	
Altura máxima	hn =	37,85	
Tipo de Arriostamiento	Ct =	0,073	
	$\alpha =$	0,75	
Exponente de la Ecuación de Sa	r =	1,00	
Coefficiente de Región	n =	2,48	
Aceleración Espectral	Sa=	0,75	
Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico	Tc=	0,70	
Factor de Importancia	I =	1,00	
Coefficiente de Configuración Estructural en Planta	$\Phi_P =$	1,00	
Coefficiente de Configuración Estructural en Elevación	$\Phi_E =$	1,00	
Factor de Reducción de Respuesta Estructural	R =	7,00	
Coefficiente de Corte Basal	% V =	0,107	

FUENTE: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Para una mejor distribución de fuerzas verticales utilizando el coeficiente de corte basal y para que se asemeje a una distribución lineal (triangular), similar al modo fundamental de vibración, se introduce un coeficiente k que depende del período fundamental de vibración T_a , la NEC 2015.

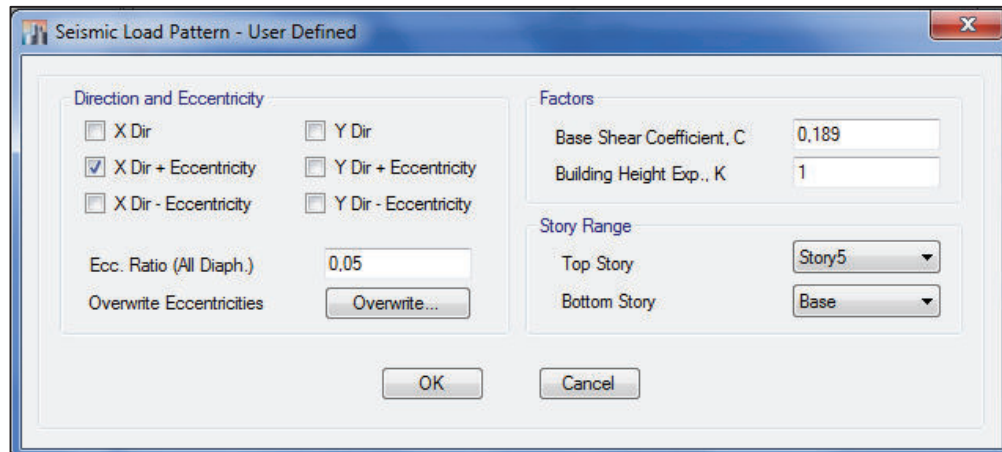
CUADRO 5.5 VALORES DE k

Valores de T (s)	k
$\leq 0,5$	1
$0,5 < T \leq 2,5$	$0,75 + 0,50 T$
$> 2,5$	2

FUENTE: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015

Edificio Loaiza: $k = 1$
 Edificio Unach: $k = 1,22$
 Edificio Plus 1: $k = 1,31$

FIGURA 5.11 DEFINICIÓN DE CARGAS SISMICAS



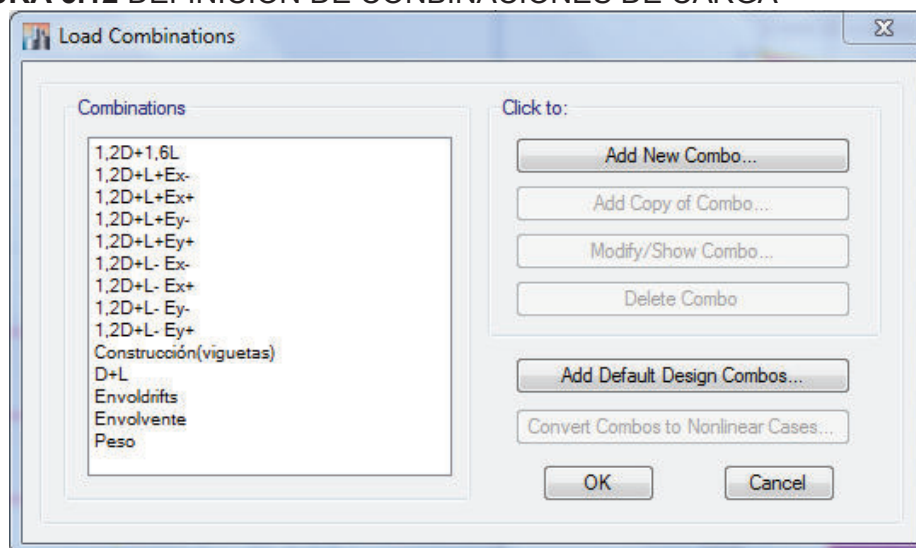
FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.1.3.4 Combinaciones de Carga

Se define en la opción “*Define > Load Combinations...*”, aquí se crearan las combinaciones según las disposiciones del Código NEC 2015, también se creó combinaciones que se utilizaran únicamente para el diseño de las viguetas que son elementos de sección compuesta.

FIGURA 5.12 DEFINICIÓN DE CONBINACIONES DE CARGA



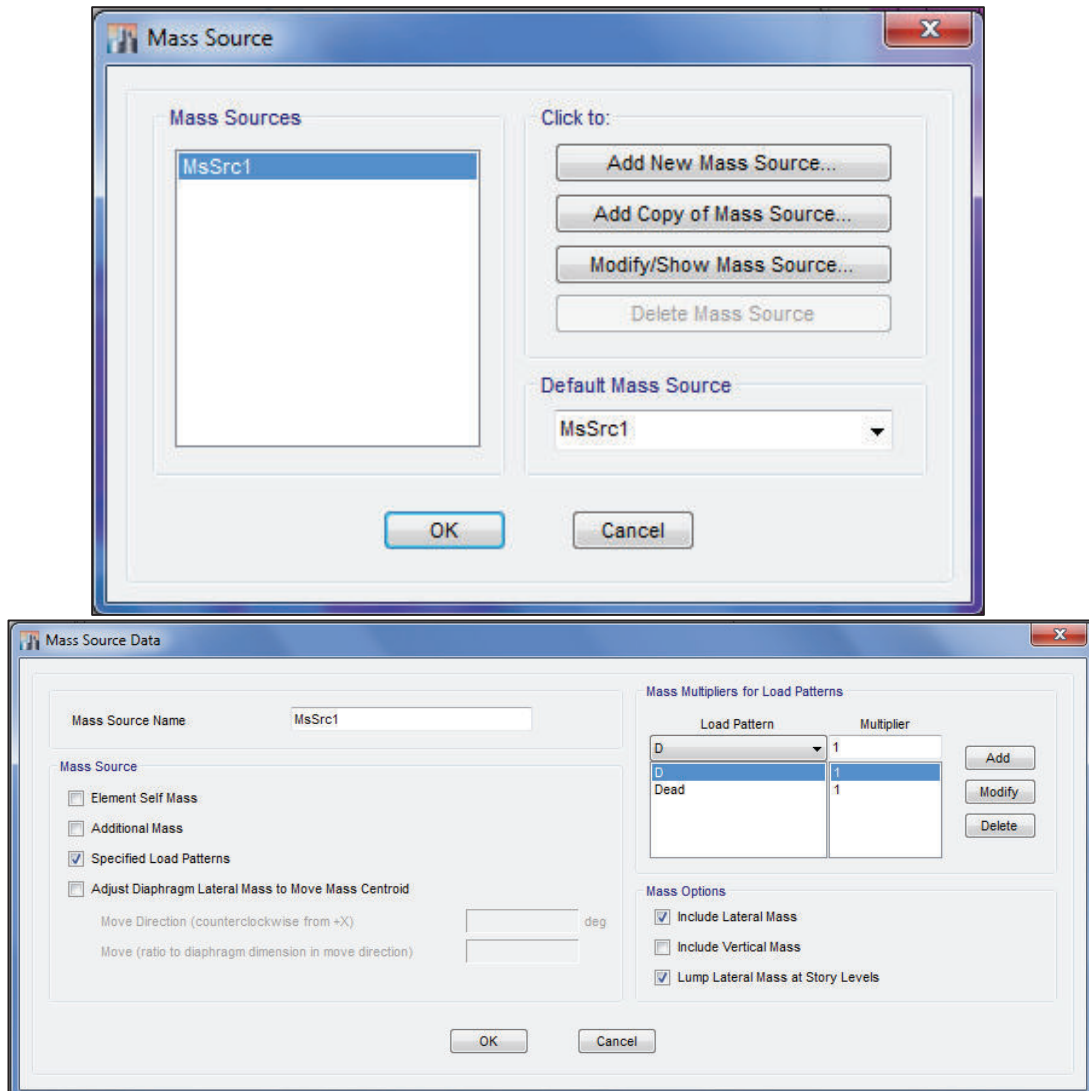
FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.1.3.5 Fuente de Masa

Para definir esto tomamos la opción “*Define > Mass Source...*”, este ítem se refiere a la carga sísmica reactiva, se selecciona “*Modify/Show Mass Source...*”.

FIGURA 5.13 DEFINICIÓN DE FUENTE DE MASA










FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Una vez que ya se ha definido los materiales y las secciones se procede a dibujar la estructura para lo cual el programa ETABS 2015 tiene herramientas que permite un modelado rápido y fácil.

CUADRO 5.6 HERRAMIENTAS DE DIBUJO ETABS 2015

Icono	Herramientas para dibujar elementos Tipo Frame
	Dibuja un objeto de línea en detalle en una vista en planta, elevación o 3D.
	Dibuja un objeto de línea de forma rápida en una vista en planta, elevación o 3D al hacer clic sobre una línea de la grilla.
	Dibuja una columna en cualquier ubicación siempre que esté una vista en planta.
	Dibuja de forma rápida las vigas secundarias dentro de un cuadrante limitado por líneas de grilla.
Icono	Herramientas para dibujar elementos Tipo Área
	Dibuja un objeto área en detalle en una vista en planta, elevación o 3D.
	Dibuja un objeto área rectangular en una vista en planta o elevación al definir dos esquinas.
	Dibuja de forma rápida áreas dentro de un cuadrante limitado por líneas de grilla.

FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

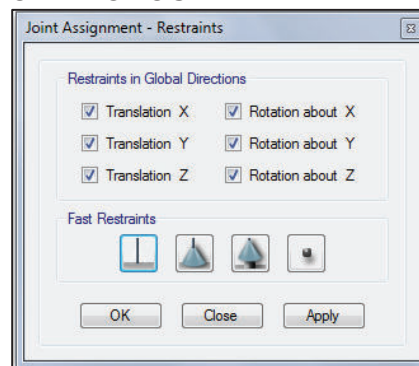
5.1.4 OPCIÓN ASIGNAR

Una vez se tiene realizado el dibujo de la estructura se procede a asignar las propiedades correspondientes a cada uno de los elementos, para lo cual en la opción “Assign” nos presenta opciones para asignar restricciones, secciones, cargas, diafragmas entre otras propiedades para cada elemento estructural.

5.1.4.1 Condiciones de Apoyo

Iremos la opción “Assign > Join > Restraints”, y seleccionaremos la opción empotrado.

FIGURA 5.14 DEFINICIÓN APOYOS



FUENTE: ETABS 2015

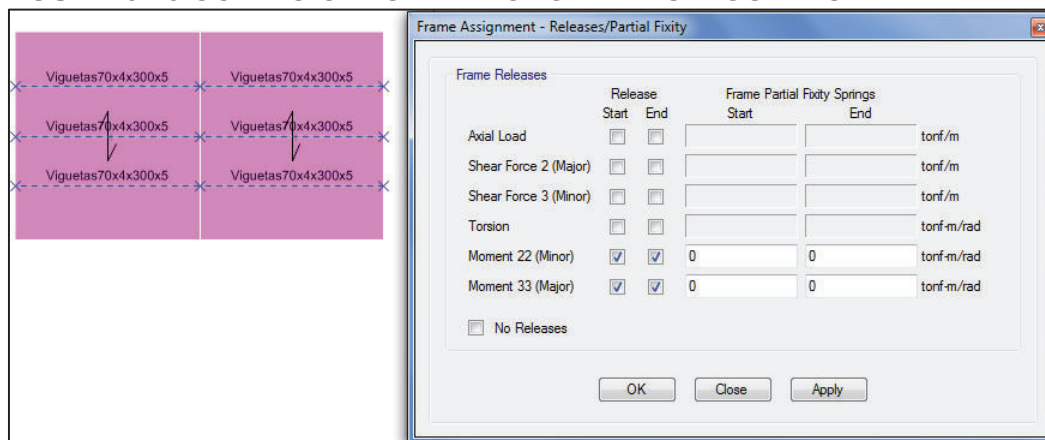
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.1.4.2 Secciones

Una vez que tenemos dibujada la estructura se asigna la sección correspondiente a cada elemento con la opción “Assign > Frame” para elementos tipo línea o “Assign > Shell” elemento tipo área.

Existe una consideración que se debe realizar una vez que se tiene dibujadas las viguetas, como ya se mencionó en el predimensionamiento de las viguetas se considerara a estos elementos como vigas simplemente apoyadas para lo cual se debe seleccionar las viguetas y utilizar la opción “Assign > Frame > Release/Partial Fixity...” donde se cambian las condiciones de apoyo de las viguetas como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 5.15 CONDICIONES DE APOYO DE LAS VIGUETAS



FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.1.4.3 Cargas

La asignación de cargas vivas y muertas se realizará mediante una carga distribuida en los elementos tipo losas, ya que estos elementos son de tipo membrana y se encargan de repartir las cargas a todos los elementos en las que se encuentre apoyada.

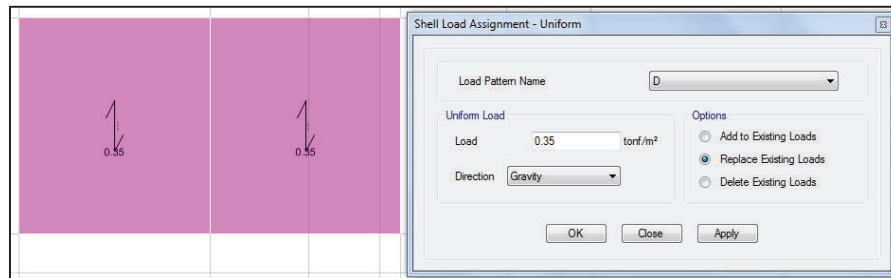
Para realizar la asignación de carga se debe seleccionar previamente todos los elementos a los que se va a asignar las cargas, para esto se utiliza la opción “Assign > Shell Loads > Uniform...” en la cual se ingresa

el tipo de carga y su magnitud.

Al asignar las cargas se debe tener en cuenta lo siguiente:

ETABS 2015 considera el peso propio de los elementos dibujados por lo que al ingresar la magnitud de la carga muerta esta debe ser solo el peso de la carga sobre impuesta: Mampostería, Acabados y Otros (cuadro 3.2)

FIGURA 5.16 ASIGNACIÓN DE CARGAS



FUENTE: ETABS 2015

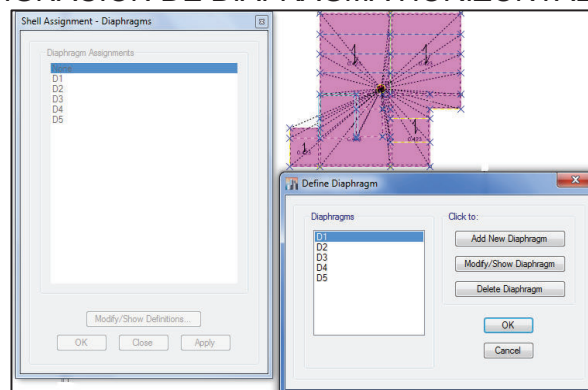
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.1.4.4 Diafragma Horizontal

El sistema de piso de la estructura se debe considerar como un diafragma horizontal rígido, de esta manera todos los elementos tipo área se combinarán en un solo elemento, esto es necesario para que el programa pueda asignar las cargas horizontales en el centro de gravedad del diafragma horizontal.

Para asignar un diafragma horizontal se selecciona previamente todos los elementos de un mismo piso y se utiliza la opción “Assign > Shell > Diaphragms...”, se da un nombre a este diafragma y se selecciona la opción rígido, se conviene colocar un diafragma distinto para cada piso.

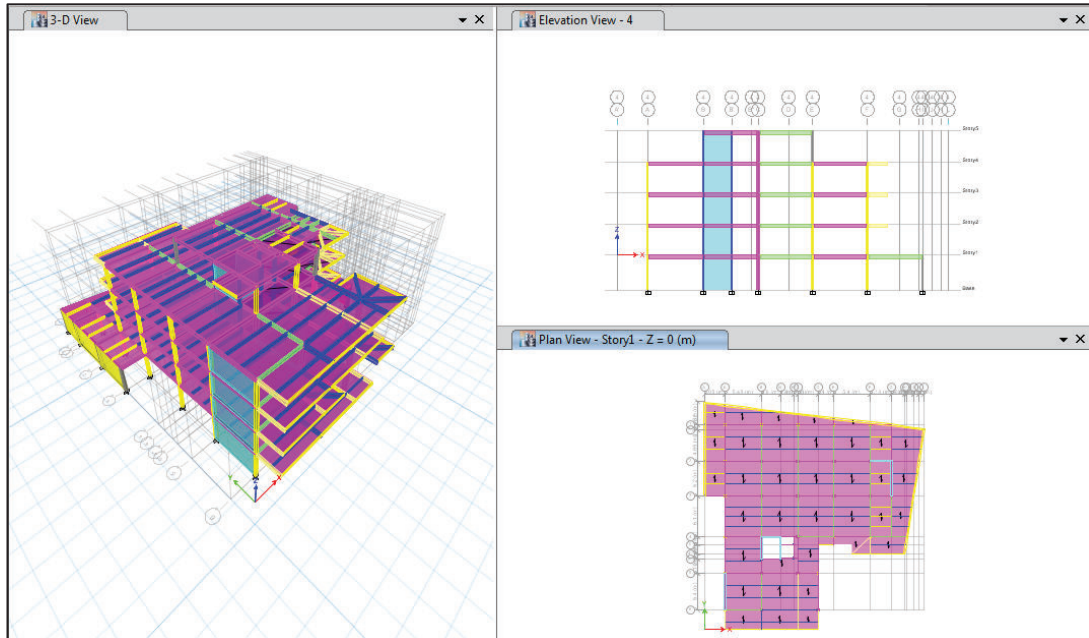
FIGURA 5.17 ASIGNACIÓN DE DIAFRAGMA HORIZONTAL



FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

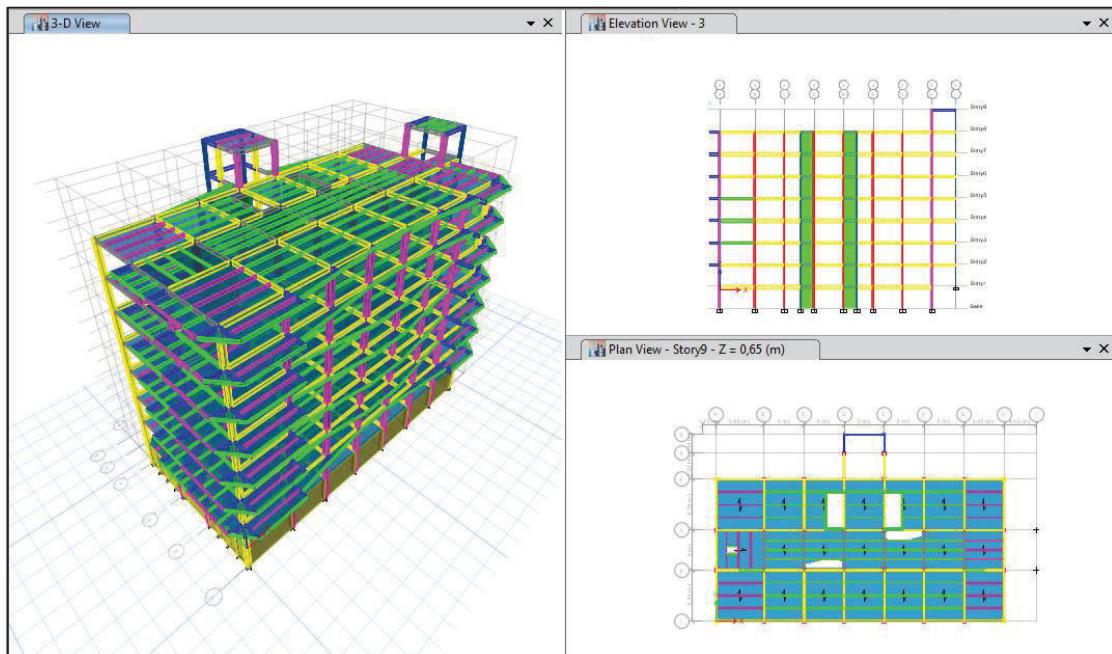
FIGURA 5.18 DIBUJO COMPLETO ETABS 2015 EDIFICIO LOAIZA



FUENTE: ETABS 2015

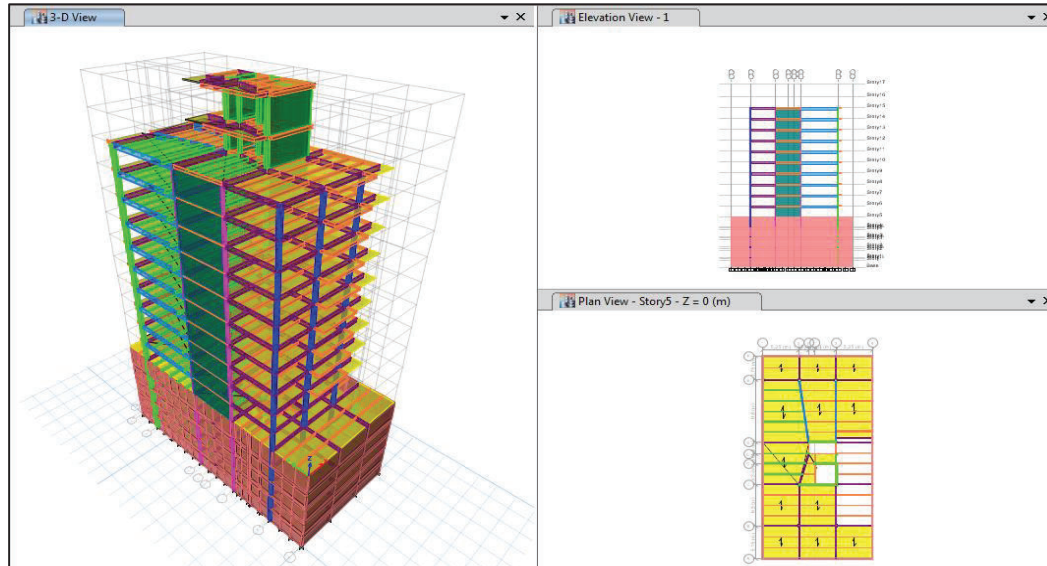
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.19 DIBUJO COMPLETO ETABS 2015 EDIFICIO UNACH



FUENTE: ETABS 2015


ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.20 DIBUJO COMPLETO ETABS 2015 EDIFICIO PLUS 1

FUENTE: ETABS 2015





ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.1.5 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS

Una vez terminado el modelo el programa podrá efectuar el análisis para esto podemos usar la opción “*Analyze > Run Analysis*” o dar clic en el icono  de la barra de herramientas, o simplemente presionar la tecla **F5**.

Para poder observar los resultados se puede utilizar los siguientes iconos:

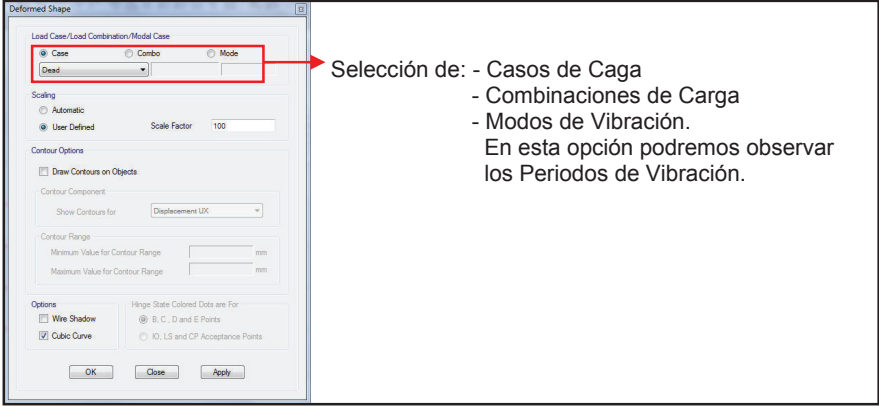
CUADRO 5.7 HERRAMIENTAS PARA VISUALIZAR RESULTADOS ETABS 2015

Icono	Herramientas para visualizar resultados
	Permite visualizar los desplazamientos que se producen en la estructura debido a la aplicación de diferentes casos de cargas, combinaciones cargas y modos de vibración.
	Permite visualizar las reacciones en las restricciones que se colocaron en la estructura, estas reacciones son resultantes de la aplicación de las diferentes cargas, combinaciones de carga y modos de vibración.
	Permite visualizar los diagramas de Fuerzas, Momento, Cortante, Axial y Torsión que se presentan en los diferentes elementos de la estructura debido a la aplicación de diferentes casos de cargas, combinaciones cargas y modos de vibración
	Permite visualizar la distribución de esfuerzos que se presentan en los elementos losas y muros de la estructura debido a la aplicación de diferentes casos de cargas, combinaciones cargas y modos de vibración

FUENTE: ETABS 2015

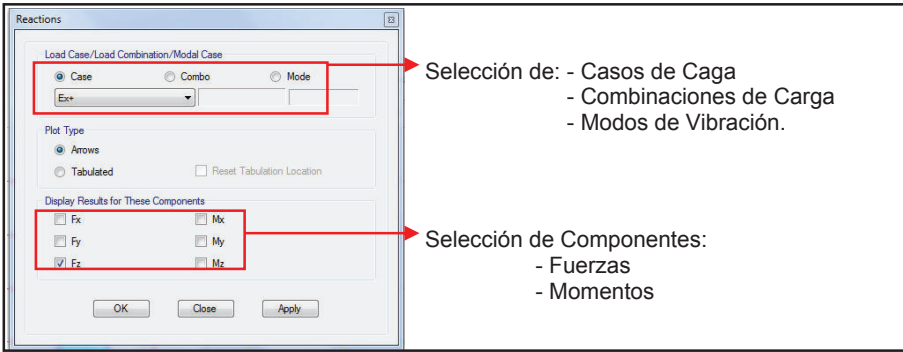
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.21 VISUALIZAR DESPLAZAMIENTO ETABS 2015



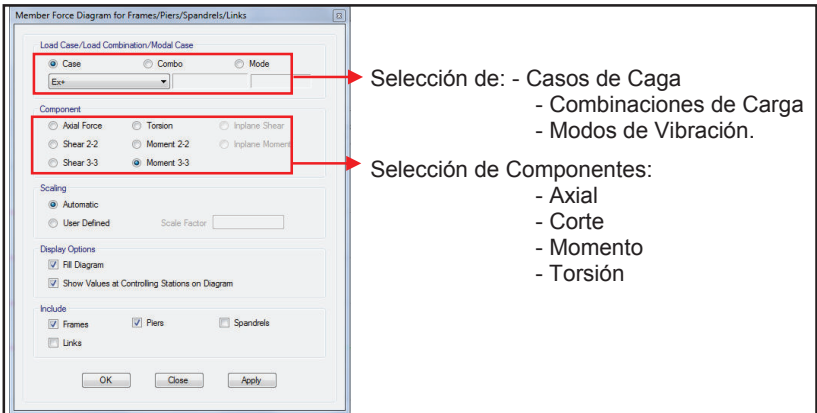
FUENTE: ETABS 2015
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.22 VISUALIZAR REACCIONES ETABS 2015



FUENTE: ETABS 2015
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.23 VISUALIZAR DIAGRAMAS ETABS 2015








































































FUENTE: ETABS 2015
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.1.6 DISEÑO DE ELEMENTOS

En el siguiente cuadro se observa las opciones de diseño que posee el programa:

CUADRO 5.8 HERRAMIENTAS DE DISEÑO

Icono	Herramientas de Diseño																											
	<p>Permite diseñar elementos de sección de acero con parámetros de diseño que poseen los códigos de la base de datos del programa.</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>View/Revise Preferences...</td> <td>- Permite seleccionar o ingresar los parámetros de diseño de uno o todos los elementos de acero.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>View/Revise Overwrites...</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Lateral Bracing...</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Select Design Groups...</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Select Design Combinations...</td> <td>- Permite seleccionar las combinaciones de carga para el diseño del elemento.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Start Design/Check</td> <td>Shift+F5</td> <td>- Inicia el diseño de los elementos de acero.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Interactive Design</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Display Design Info...</td> <td>Shift+Ctrl+F5</td> <td>- Permite seleccionar los resultados a visualizarse en los elementos de acero.</td> </tr> </table>		View/Revise Preferences...	- Permite seleccionar o ingresar los parámetros de diseño de uno o todos los elementos de acero.		View/Revise Overwrites...			Lateral Bracing...			Select Design Groups...			Select Design Combinations...	- Permite seleccionar las combinaciones de carga para el diseño del elemento.		Start Design/Check	Shift+F5	- Inicia el diseño de los elementos de acero.		Interactive Design				Display Design Info...	Shift+Ctrl+F5	- Permite seleccionar los resultados a visualizarse en los elementos de acero.
	View/Revise Preferences...	- Permite seleccionar o ingresar los parámetros de diseño de uno o todos los elementos de acero.																										
	View/Revise Overwrites...																											
	Lateral Bracing...																											
	Select Design Groups...																											
	Select Design Combinations...	- Permite seleccionar las combinaciones de carga para el diseño del elemento.																										
	Start Design/Check	Shift+F5	- Inicia el diseño de los elementos de acero.																									
	Interactive Design																											
	Display Design Info...	Shift+Ctrl+F5	- Permite seleccionar los resultados a visualizarse en los elementos de acero.																									
	<p>Permite diseñar vigas de sección compuesta (hormigón y acero) con parámetros de diseño que poseen los códigos de la base de datos del programa.</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>View/Revise Preferences...</td> <td>- Permite seleccionar o ingresar los parámetros de diseño de una o todas las vigas compuestas.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>View/Revise Overwrites...</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Select Design Groups...</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Select Design Combinations...</td> <td>- Permite seleccionar las combinaciones de carga para el diseño de la viga compuesta.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Start Design/Check</td> <td>Shift+F7</td> <td>- Inicia el diseño de las vigas compuestas.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Interactive Design</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Display Design Info...</td> <td>Shift+Ctrl+F7</td> <td>- Permite seleccionar los resultados a visualizarse en las vigas compuestas.</td> </tr> </table>		View/Revise Preferences...	- Permite seleccionar o ingresar los parámetros de diseño de una o todas las vigas compuestas.		View/Revise Overwrites...			Select Design Groups...			Select Design Combinations...	- Permite seleccionar las combinaciones de carga para el diseño de la viga compuesta.		Start Design/Check	Shift+F7	- Inicia el diseño de las vigas compuestas.		Interactive Design				Display Design Info...	Shift+Ctrl+F7	- Permite seleccionar los resultados a visualizarse en las vigas compuestas.			
	View/Revise Preferences...	- Permite seleccionar o ingresar los parámetros de diseño de una o todas las vigas compuestas.																										
	View/Revise Overwrites...																											
	Select Design Groups...																											
	Select Design Combinations...	- Permite seleccionar las combinaciones de carga para el diseño de la viga compuesta.																										
	Start Design/Check	Shift+F7	- Inicia el diseño de las vigas compuestas.																									
	Interactive Design																											
	Display Design Info...	Shift+Ctrl+F7	- Permite seleccionar los resultados a visualizarse en las vigas compuestas.																									
	<p>Permite diseñar columnas de sección compuesta (hormigón y acero) con parámetros de diseño que poseen los códigos de la base de datos del programa.</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>View/Revise Preferences...</td> <td>- Permite seleccionar o ingresar los parámetros de diseño de una o todas las columnas compuestas.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>View/Revise Overwrites...</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Select Design Groups...</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Select Design Combinations...</td> <td>- Permite seleccionar las combinaciones de carga para el diseño de la viga compuesta.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Start Design/Check</td> <td>Shift+F8</td> <td>- Inicia el diseño de las columnas compuestas.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Interactive Design</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Display Design Info...</td> <td>Shift+Ctrl+F8</td> <td>- Permite seleccionar los resultados a visualizarse en las columnas compuestas.</td> </tr> </table>		View/Revise Preferences...	- Permite seleccionar o ingresar los parámetros de diseño de una o todas las columnas compuestas.		View/Revise Overwrites...			Select Design Groups...			Select Design Combinations...	- Permite seleccionar las combinaciones de carga para el diseño de la viga compuesta.		Start Design/Check	Shift+F8	- Inicia el diseño de las columnas compuestas.		Interactive Design				Display Design Info...	Shift+Ctrl+F8	- Permite seleccionar los resultados a visualizarse en las columnas compuestas.			
	View/Revise Preferences...	- Permite seleccionar o ingresar los parámetros de diseño de una o todas las columnas compuestas.																										
	View/Revise Overwrites...																											
	Select Design Groups...																											
	Select Design Combinations...	- Permite seleccionar las combinaciones de carga para el diseño de la viga compuesta.																										
	Start Design/Check	Shift+F8	- Inicia el diseño de las columnas compuestas.																									
	Interactive Design																											
	Display Design Info...	Shift+Ctrl+F8	- Permite seleccionar los resultados a visualizarse en las columnas compuestas.																									

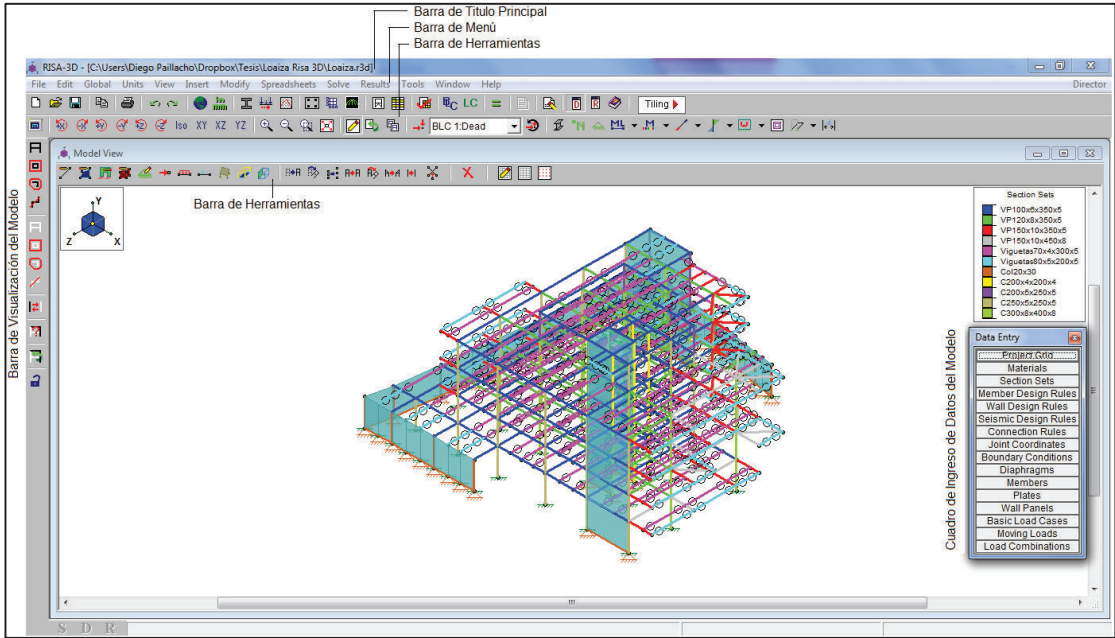
FUENTE: ETABS 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.2 RISA 3D


Se empezará reconociendo las herramientas útiles del programa Risa 3D, por ello a continuación se muestra la ventana principal del programa esto ayudará a familiarizarnos con el programa.

FIGURA 5.24 PANTALLA PRINCIPAL RISA 3D



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

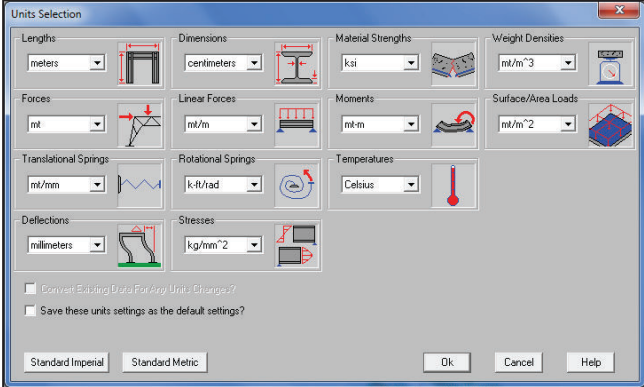
5.2.1 DEFINIR UNIDADES

Primero definimos las unidades utilizando el icono  y nos aparecer una ventana en la cual nosotros podemos definir las unidades de:

- Los Elementos “Propiedades Geométricas y Mecánicas”.
- Las Fuerzas
- Los Esfuerzos y
- Las Deformaciones

Las unidades que se tomaron son las que se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 5.25 VENTANA DE SELECCIÓN DE UNIDADES



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.2.2 DEFINIR GRILLA


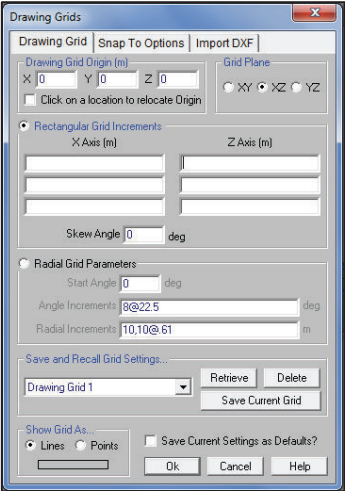
En este paso se define los ejes y la distancia entre estos, pero para esto cabe mencionar que el programa RISA 3D tiene una notación diferente de las direcciones de los ejes globales en elevación tenemos el eje “Y” y en planta los ejes “X” y “Z”, el usuario puede trabajar únicamente con una grilla definida ya sea en elevación con los ejes “XY”, “ZY” o en planta ejes “XZ”. Esto se define utilizando el icono  de la barra de herramientas o utilizando cuadro de Ingreso de Datos del Modelo el cual nos muestra una ventana como la que se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 5.26 VENTANA DE DIBUJO DE GRILLA

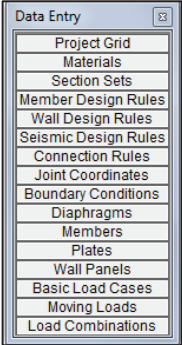


FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.2.3 CUADRO DE INGRESO DE DATOS DEL MODELO

En la cual se muestra varias opciones con las cuales el usuario puede definir las condiciones del modelo Estructural como:

FIGURA 5.27 CUADRO DE INGRESO DE DATOS DEL MODELO



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

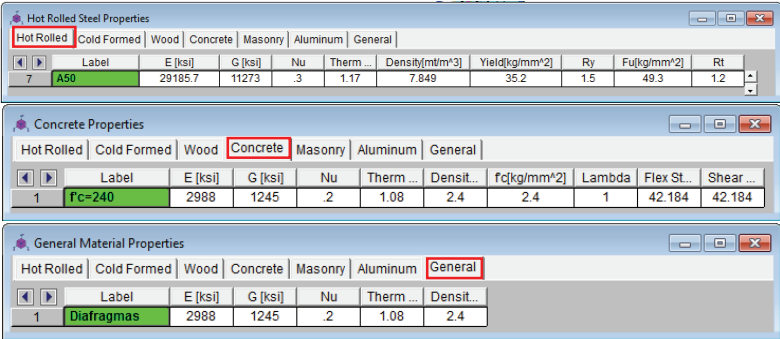
5.2.3.1 Materiales

La opción “Materials” despliega varias opciones de materiales predefinidos por el programa los cuales el usuario puede modificar o crear nuevos materiales.

Los materiales que se definen el presente trabajo son:

- Acero Estructural A50
- Hormigón Simple de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$

FIGURA 5.28 DEFINICIÓN DE MATERIALES



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

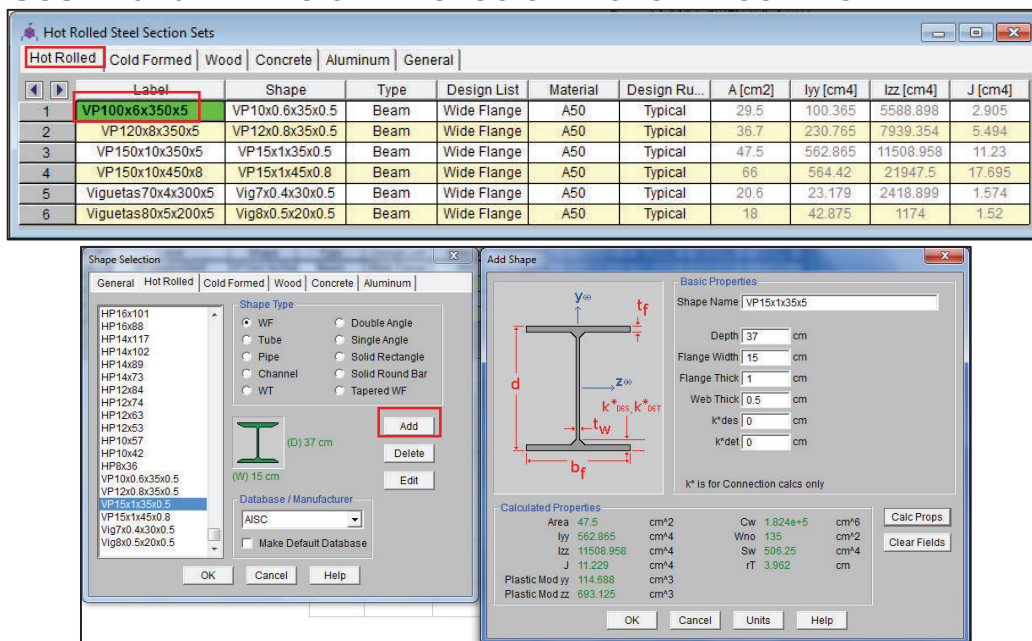
5.2.3.2 Secciones

La opción “*Section Sets*” despliega varias opciones de secciones que conforman la estructura.

Los elementos principales que conforman la estructura y que se definirán en el presente trabajo son: Vigas, Viguetas, Columnas, Losa de placa colaborante Deck, Diafragmas, Muros de Corte y Muros de subsuelo.

El programa ya contiene secciones con dimensiones estándar o el usuario puede personalizar las dimensiones, las mismas que se utilizarán para definir los elementos de la estructura ya mencionados.

FIGURA 5.29 DEFINICIÓN DE SECCIÓN VIGAS Y VIGUETAS

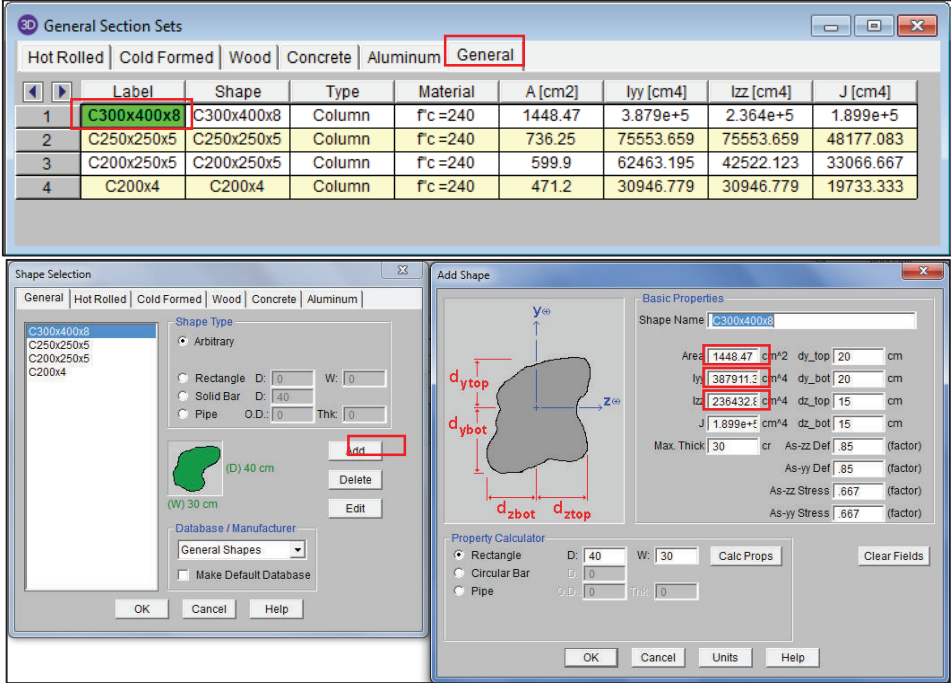


FUENTE: RISA 3D

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Para ingresar las columnas debido a que el programa RISA 3D no tiene una opción de secciones compuestas se utilizara las propiedades de las secciones equivalentes que se calcularon como se indicó con anterioridad en la **sección 3.5** con las que se creara secciones de forma arbitrarias en las que se ingresara las propiedades calculadas y tendrán propiedades mecánicas del hormigón de $f'c = 240$ [kg/cm²].

FIGURA 5.30 DEFINICIÓN DE SECCIÓN COLUMNAS









FUENTE: RISA 3D
 ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Una vez definido los materiales y las secciones procedemos a dibujar la estructura para lo cual el programa Risa 3D tiene las siguientes herramientas.

CUADRO 5.9 HERRAMIENTAS DE DIBUJO RISA 3D

Icono	Herramientas de dibujo
	Dibuja un objeto de línea (Vigas, Viguetas, Columnas) en detalle en una vista en planta, elevación o 3D.
	Dibuja un objeto área (Muros) en detalle en elevación o 3D.
	Dibuja las restricciones que posee la estructura.
	Asigna la carga de área de la losa.
	Mueve miembros seleccionados a coordenadas especificadas por el usuario.
	Copia miembros seleccionados a coordenadas especificadas por el usuario.
	Selecciona y habilita todos los miembros del modelo.
	Selecciona y habilita todos los miembros del modelo que se encuentre dentro del cuadro dibujado por esta opción.
	Selecciona y habilita todos los miembros del modelo que se encuentre dentro de una figura regular o irregular dibujado por esta opción.
	Selecciona y habilita todos los miembros del modelo que se encuentre señalados con una línea trazada con esta opción.

CUADRO 5.9 CONTINUACIÓN-

   	Quita la selección y deshabilita todos los miembros del modelo.
	Quita la selección y deshabilita todos los miembros del modelo que se encuentre dentro del cuadro dibujado por esta opción.
	Quita la selección y deshabilita a todos los miembros del modelo que se encuentre dentro de una figura regular o irregular dibujado por esta opción.
	Quita la selección y deshabilita a todos los miembros del modelo que se encuentre señalados con una línea trazada con esta opción.
	Invierte la selección.
	Bloque el modelo permitiendo trabajar en los miembros que se encuentren seleccionados y habilitados.

FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho


Para dibujar los elementos vigas, viguetas y columnas se utiliza el icono  de la barra de herramientas.

FIGURA 5.31 DIBUJAR ELEMENTOS



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho


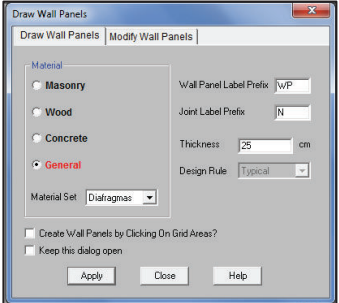

Para definir los Muros de Corte y Muros de Subsuelo se utiliza el icono  de la barra de herramientas, se definirá el espesor de los muros, tendrá por material Diafragma “Hormigón de f’c= 240 kg/cm²”.

FIGURA 5.32 DEFINICIÓN DE SECCIONES MUROS



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

El programa RISA 3D no tiene una opción para crear una losa de tipo Deck y debido a que en el presente trabajo las estructuras analizadas tiene losa tipo Deck se procede a realizar lo siguiente:

Se utilizará el icono  de la barra de herramienta que aplica una carga de área tipo membrana la cual reparte la carga de la misma manera que se espera de una losa tipo Deck.

También se puede indicar la dirección de la losa que posea la estructura es decir una dirección o dos direcciones, para esto primero se debe definir los estados de carga estáticos.

5.2.3.3 Cargas Estáticas (Gravitacionales y Laterales)

Para definir las cargas estáticas utilizaremos la opción “*Basic Load Cases*” en la cual estableceremos los siguientes estados de carga:

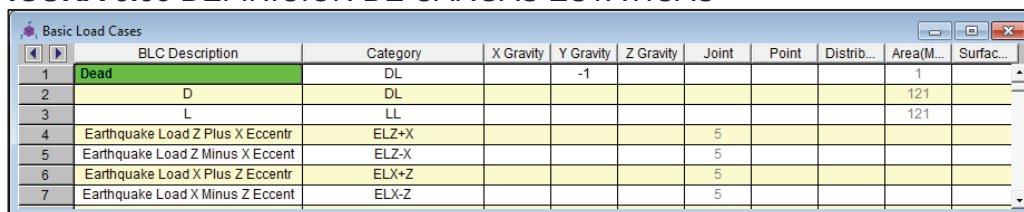
CUADRO 5.10 CARGAS ESTÁTICAS

Nombre	Descripción	Tipo
Dead	Peso propio de los Elementos	DL
D	Carga Muerta Sobreimpuesta	DL
L	Carga Viva	LL
Earthquake Load Z Plus X Eccentr	Sismo en la dirección Z excentricidad positiva	ELZ+X
Earthquake Load Z Minus X Eccentr	Sismo en la dirección Z excentricidad negativa	ELZ-X
Earthquake Load X Plus Z Eccentr	Sismo en la dirección X excentricidad positiva	ELX+Z
Earthquake Load X Minus Z Eccentr	Sismo en la dirección X excentricidad negativa	ELX-Z

FUENTE: RISA 3D

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.33 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS



	BLC Description	Category	X Gravity	Y Gravity	Z Gravity	Joint	Point	Distrib...	Area(M...	Surfac...
1	Dead	DL		-1					1	
2	D	DL							121	
3	L	LL							121	
4	Earthquake Load Z Plus X Eccentr	ELZ+X				5				
5	Earthquake Load Z Minus X Eccentr	ELZ-X				5				
6	Earthquake Load X Plus Z Eccentr	ELX+Z				5				
7	Earthquake Load X Minus Z Eccentr	ELX-Z				5				

FUENTE: RISA 3D

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Como se observa en la figura 5.33 la carga de nombre “*Dead*” es la única multiplicada con un factor de -1 con esto el programa considera el peso propio de los elementos.

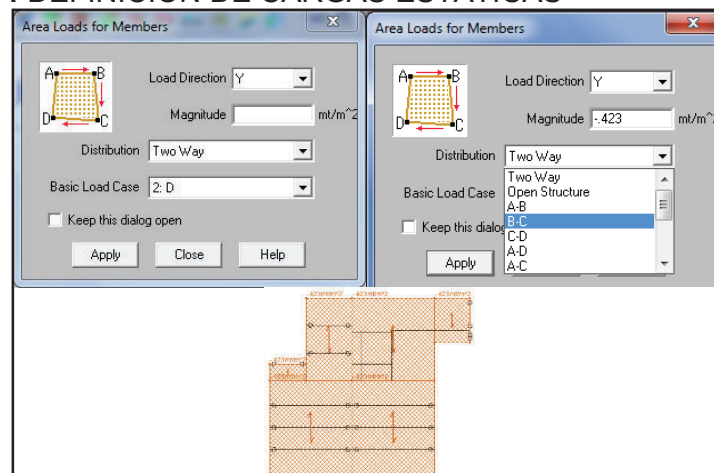
Una vez definido esto se procede a colocar la losa, la forma de indicar la dirección de la losa es en la opción “*Distribution*”, se puede colocar dos direcciones “*Two Way*” o una dirección “*A-B, B-C, C-D, A-D, A-C*”, para el presente trabajo se considerara una losa en una dirección que es la que puede representar mejor a una losa tipo Deck, la dirección será paralela



a la opción que se escoja, la figura indica la forma en la que se debe asignar la carga ya que esta se va asignando por paneles dando click en cada esquina del panel, dependiendo en la esquina del panel que se empiece dando click este se convertirá en el punto A y el que sigue B y así hasta completar el punto D.

Como se quiere representar las acciones producidas al utilizar una losa tipo Deck se debe ingresar el valor de la carga muerta sobrepuesta en la casilla “*Magnitud*” este valor debe incluir el peso de la lámina de la losa Deck mas el peso del hormigón que se obtuvo del Anexo 1.

FIGURA 5.34 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS



FUENTE: RISA 3D

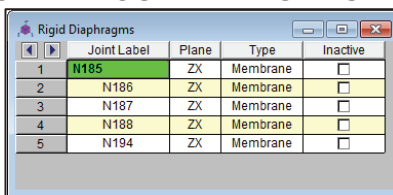
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Para asignar las cargas sísmicas estáticas se debe realizar lo siguiente:

Primero en el programa Risa 3D se debe definir los Diafragmas Horizontales, para esto utilizaremos la opción “*Diaphragms*” del cuadro de ingreso de datos del modelo, aquí lo único que se debe realizar es colocar

el nombre de un “Joint” (articulación) que pertenezca al piso que se desea que sea considerado un diafragma horizontal, con esto el programa reconocerá a todos los puntos del piso perteneciente a este diafragma.

FIGURA 5.35 DEFINICIÓN DE LOS DIAFRAGMAS



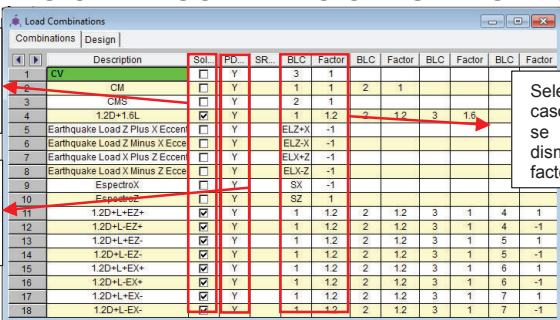
	Joint Label	Plane	Type	Inactive
1	N185	ZX	Membrane	<input type="checkbox"/>
2	N186	ZX	Membrane	<input type="checkbox"/>
3	N187	ZX	Membrane	<input type="checkbox"/>
4	N188	ZX	Membrane	<input type="checkbox"/>
5	N194	ZX	Membrane	<input type="checkbox"/>

FUENTE: RISA 3D

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Luego se realizará las combinaciones de carga con la opción “Load Combinations” del cuadro de ingreso de datos del modelo y se crearan las combinaciones.

FIGURA 5.36 DEFINICIÓN DE COMBINACIONES DE CARGA



	Description	Sol	PD	SR	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor
1	CV	<input type="checkbox"/>	Y	3	1							
2	CM	<input type="checkbox"/>	Y	1	1	2	1					
3	CMS	<input type="checkbox"/>	Y	2	1							
4	1.2D+1.6L	<input checked="" type="checkbox"/>	Y	1	1.2	2	1.2	3	1.6			
5	Earthquake Load Z Plus X Eccen	<input type="checkbox"/>	Y	ELZ+X	-1							
6	Earthquake Load Z Minus X Eccen	<input type="checkbox"/>	Y	ELZ-X	-1							
7	Earthquake Load X Plus Z Eccen	<input type="checkbox"/>	Y	ELX+Z	-1							
8	Earthquake Load X Minus Z Eccen	<input type="checkbox"/>	Y	ELX-Z	-1							
9	EspectroX	<input type="checkbox"/>	Y	SX	-1							
10	EspectroZ	<input type="checkbox"/>	Y	SZ	1							
11	1.2D+1.0EZ+	<input checked="" type="checkbox"/>	Y	1	1.2	2	1.2	3	1	4	1	
12	1.2D+1.0EZ-	<input checked="" type="checkbox"/>	Y	1	1.2	2	1.2	3	1	4	-1	
13	1.2D+1.0EX+	<input checked="" type="checkbox"/>	Y	1	1.2	2	1.2	3	1	5	1	
14	1.2D+1.0EX-	<input checked="" type="checkbox"/>	Y	1	1.2	2	1.2	3	1	5	-1	
15	1.2D+1.0EY+	<input checked="" type="checkbox"/>	Y	1	1.2	2	1.2	3	1	6	1	
16	1.2D+1.0EY-	<input checked="" type="checkbox"/>	Y	1	1.2	2	1.2	3	1	6	-1	
17	1.2D+1.0EY+	<input checked="" type="checkbox"/>	Y	1	1.2	2	1.2	3	1	7	1	
18	1.2D+1.0EY-	<input checked="" type="checkbox"/>	Y	1	1.2	2	1.2	3	1	7	-1	

Selección del caso de carga o combinación de cargas que el programa resolverá, sea esta una o varias selecciones.

Selección del caso de carga o combinación de cargas para el cual se realizará el diseño de los elementos.

Selección y definición del caso de carga estática la cual se puede aumentar o disminuir con el ingreso de un factor.

FUENTE: RISA 3D

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Posterior a esto se utilizara una herramienta muy útil del Programa risa 3D que es encuentra en “Barra de Menu > Insert > Seismic Load...”, la cual nos ayudara al cálculo de las fuerzas laterales, el programa calcula el peso de la estructura utilizando una combinación de carga para lo cual se creó una combinación de carga “CM” la cual contiene la carga sísmica reactiva.

El programa Risa 3D puede calcular las fuerzas sísmicas utilizando los códigos predefinidos en el programa pero no contiene el código ecuatoriano NEC15, por lo tanto se procede a hacer lo siguiente:

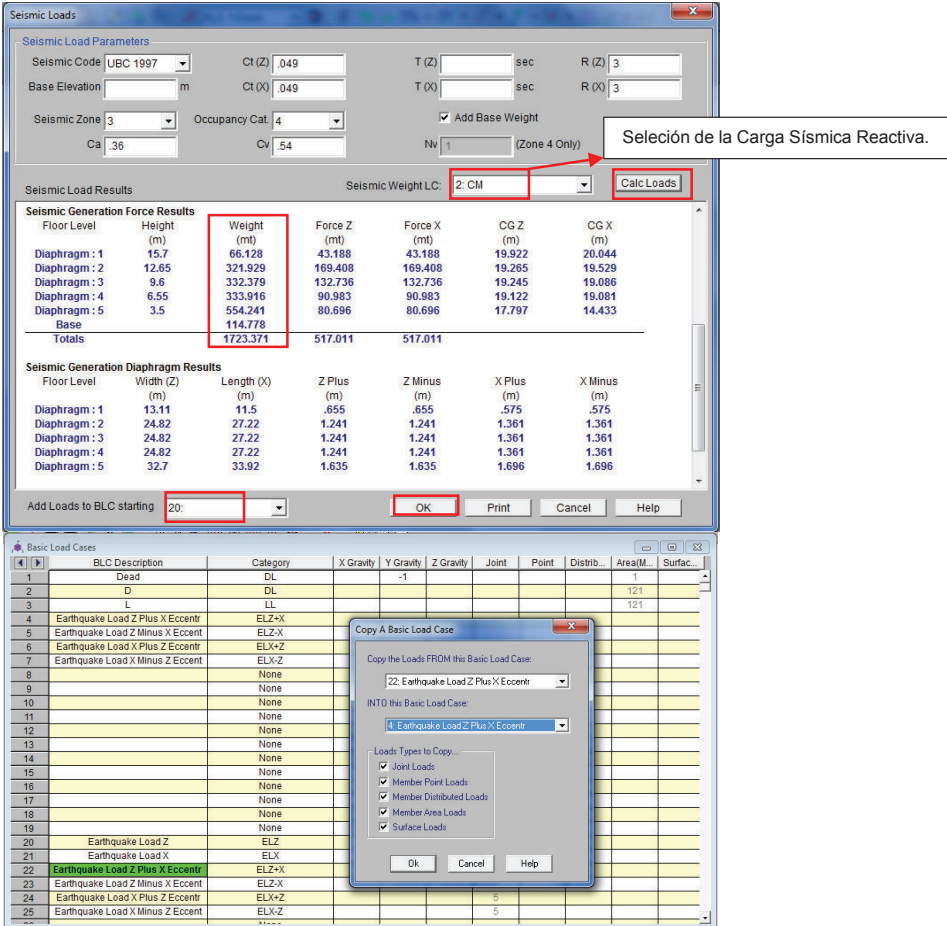
Se selecciona la combinación de carga en la opción “Seismic Weight LC”, damos click en “Calc Loads” y el programa calcula: pesos por diafragmas

definidos, fuerzas laterales, centro de gravedad y excentricidades, luego presionamos "OK".

El programa creara las cargas sísmicas pero estas no serán las verdaderas ya que estas están calculadas con los parámetros de los códigos predefinidos en el programa Risa 3D.

Una vez que el programa calcula las fuerzas sísmicas no permite la edición de estas fuerzas por lo que se debe realizar una copia de estas fuerzas en un cuadro diferente para que de esta forma se puedan editar y se pueda colocar las fuerzas sísmicas calculadas con el código NEC15, para esto damos click derecho en la carga que creó el programa y utilizamos la opción "Copy Basic Load Case" con esto el programa copia todos los parámetros de estas cargas (coordenadas de centro de masa y coordenadas de excentricidades) y ya no se debe realizar esto manualmente.

FIGURA 5.37 DEFINICIÓN DE CARGA SISMICA



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Una vez que se tiene definidas las cargas sísmicas estas ya se pueden editar y colocaremos las cargas sísmicas calculadas según los requerimientos del código NEC 2015, utilizando los datos obtenidos en los cuadros 5.11, cuadros 5.12 y cuadros 5.13 de cada uno de los edificios.

Para el cálculo de las fuerzas sísmicas utilizaremos los pesos obtenidos del Programa Risa 3D.

CUADRO 5.11 CÁLCULO DE FUERZAS SÍSMICAS EDIFICIO LOAIZA CON AYUDA DEL PROGRAMA MICROSOFT EXCEL

Planta	Peso
5	63,957
4	312,917
3	319,351
2	320,813
1	525,427

Pesos obtenidos del Programa Risa 3D

W [Ton] =	1542,465
V [Ton] =	291,452

Planta	Pi [Ton]	hi [m]	Hi [m]	Pi*Hi^k	Pi*hi/ΣPi*hi	Fi	V
5	63,957	3,05	15,7	1004,1249	0,084	24,452	24,452
4	312,917	3,05	12,65	3958,40005	0,331	96,393	120,844
3	319,351	3,05	9,6	3065,7696	0,256	74,656	195,500
2	320,813	3,05	6,55	2101,32515	0,176	51,170	246,670
1	525,427	3,5	3,5	1838,9945	0,154	44,782	291,452
Σ	1542,465			11968,6142			

FUENTE: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CUADRO 5.12 CÁLCULO DE FUERZAS SÍSMICAS EDIFICIO UNACH CON AYUDA DEL PROGRAMA MICROSOFT EXCEL

Planta	Peso
8	28.625
7	456.460
6	513.576
5	513.113
4	513.365
3	513.561
2	513.556
1	514.067

Pesos obtenidos del Programa Risa 3D

W [Ton] =	3,566.323
V [Ton] =	446.128

Planta	Pi [Ton]	hi [m]	Hi [m]	Pi*Hi^k	Pi*hi/ΣPi*hi	Fi	V
8	28.625	3.74	29.92	1836.98657	0.018	8.111	8.111
7	456.460	3.74	26.18	24874.2666	0.246	109.831	117.942
6	513.576	3.74	22.44	23172.5523	0.229	102.317	220.259
5	513.113	3.74	18.7	18519.2029	0.183	81.770	302.029
4	513.365	3.74	14.96	14098.2831	0.140	62.250	364.280
3	513.561	3.74	11.22	9916.09484	0.098	43.784	408.064
2	513.556	3.74	7.48	6035.41678	0.060	26.649	434.713
1	514.067	3.74	3.74	2585.34598	0.026	11.415	446.128
Σ	3566.323			101038.149			

FUENTE: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CUADRO 5.13 CÁLCULO DE FUERZAS SÍSMICAS EDIFICIO PLUS1 CON AYUDA DEL PROGRAMA MICROSOFT EXCEL

Planta	Peso
12	71.88
11	68.537
10	225.673
9	225.673
8	225.673
7	225.673
6	225.673
5	225.673
4	225.673
3	225.673
2	225.67
1	219.64

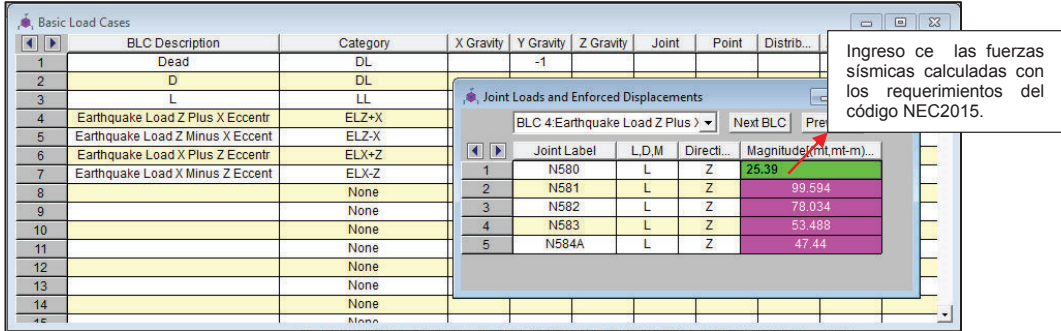
Pesos obtenidos del Programa Risa 3D

W [Ton] =	2,391.111
V [Ton] =	254.836

Planta	Pi [Ton]	hi [m]	Hi [m]	Pi*Hi^k	Pi*hi/ΣPi*hi	Fi	V
12	71.880	3.75	37.85	8300.68693	0.074	18.817	18.817
11	68.537	3.1	34.1	6905.73121	0.061	15.655	34.472
10	225.673	3.1	31	20075.4195	0.179	45.510	79.982
9	225.673	3.1	27.9	17492.8409	0.156	39.655	119.637
8	225.673	3.1	24.8	14997.0157	0.133	33.997	153.634
7	225.673	3.1	21.7	12595.3527	0.112	28.553	182.187
6	225.673	3.1	18.6	10297.0302	0.092	23.343	205.530
5	225.673	3.1	15.5	8113.78342	0.072	18.393	223.923
4	225.673	3.1	12.4	6061.26999	0.054	13.741	237.664
3	225.673	3.1	9.3	4161.7	0.037	9.434	247.098
2	225.670	3.1	6.2	2449.72108	0.022	5.553	252.651
1	219.640	3.1	3.1	963.636027	0.009	2.185	254.836
Σ	2391.111			112414.188			

FUENTE: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015
 ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.38 INGRESO DE FUERZAS SISMICAS



FUENTE: RISA 3D
 ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.2.4 CONDICIONES DE APOYO


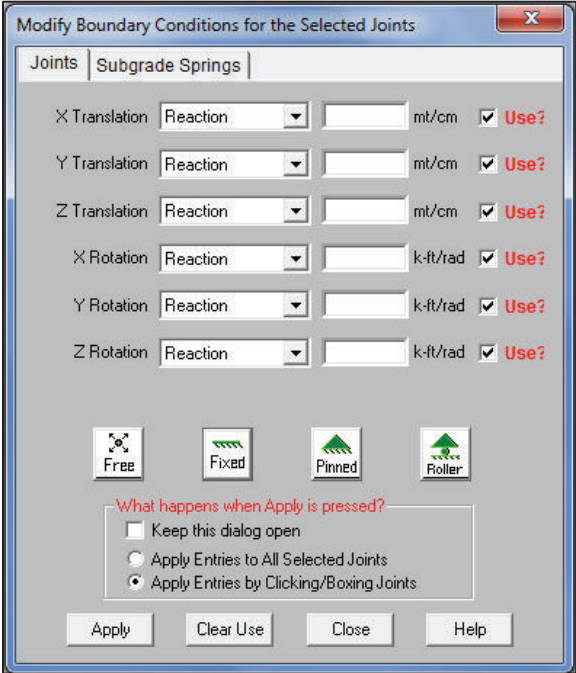
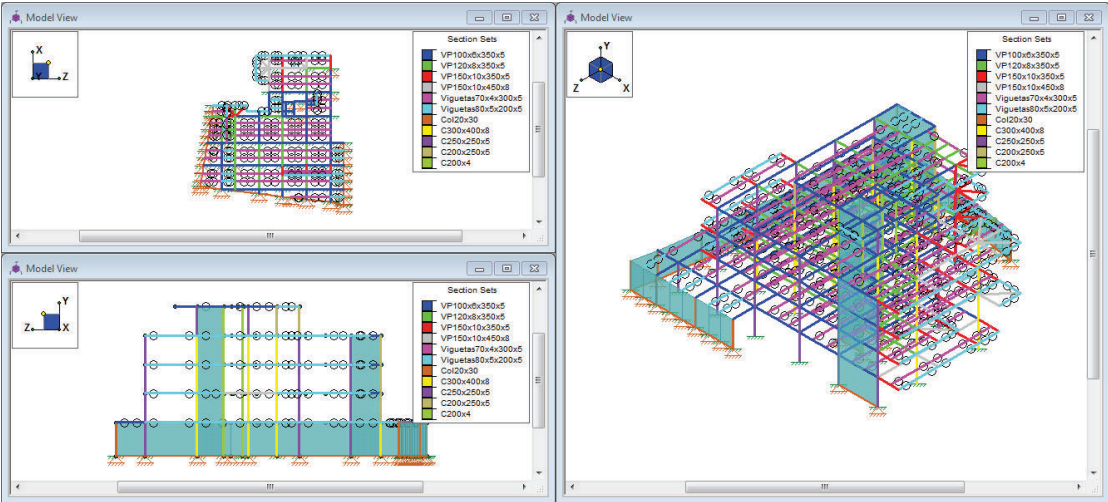
Utilizaremos el icono  de la barra de herramientas que permite dar las condiciones de apoyo a la estructura.

FIGURA 5.39 DEFINICIÓN APOYOS



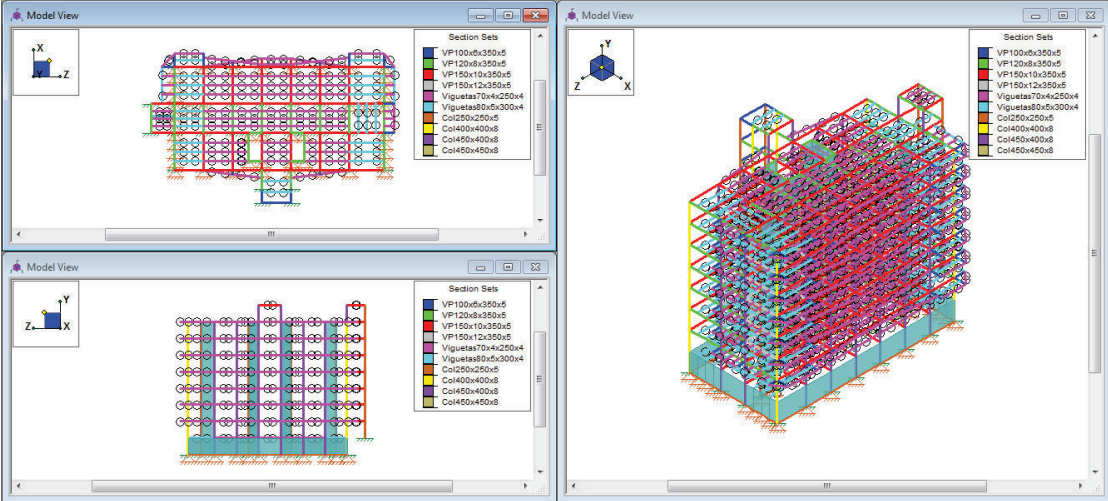
FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.40 DIBUJO COMPLETO RISA 3D EDIFICIO LOAIZA



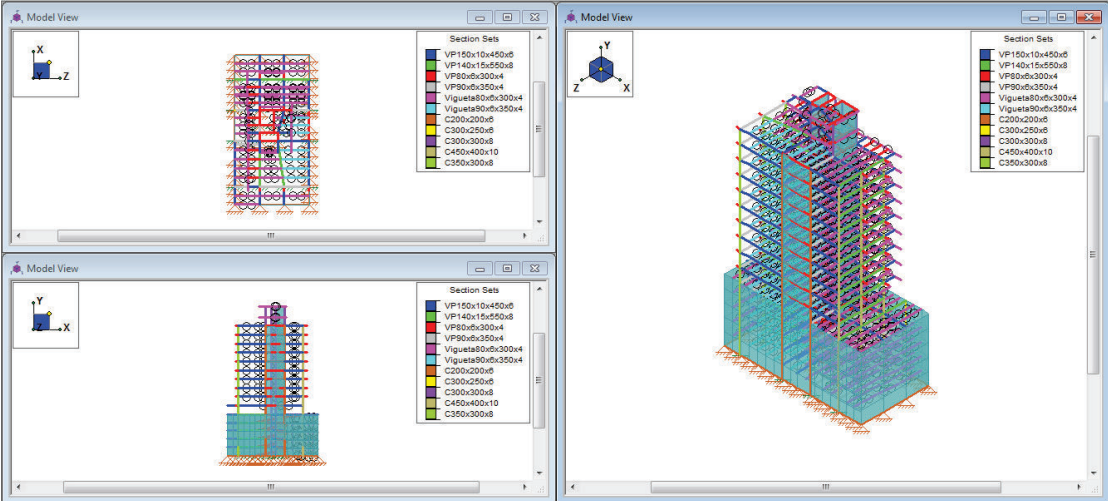
FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.41 DIBUJO COMPLETO RISA 3D EDIFICIO UNACH



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.42 DIBUJO COMPLETO RIS 3D EDIFICIO PLUS 1



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.2.5 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS


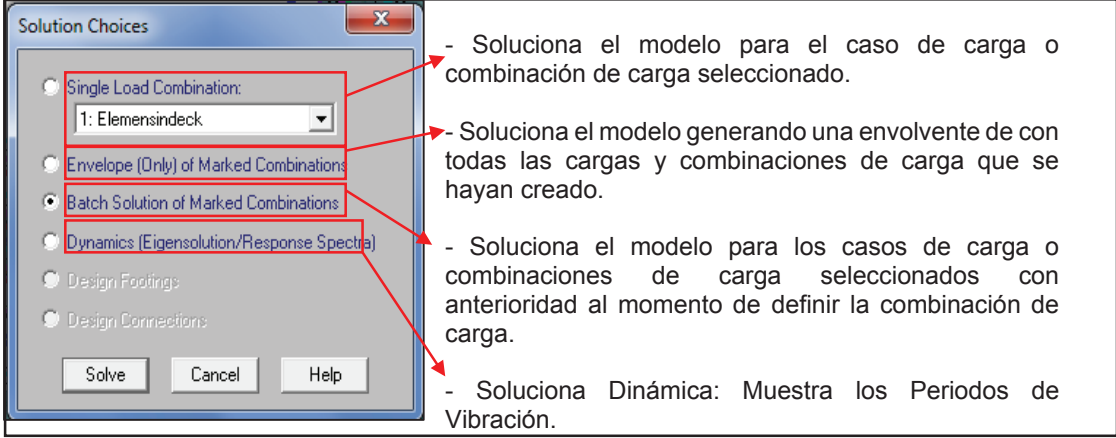
Una vez terminado el modelo el programa podrá efectuar el análisis, para esto podemos usar la opción “*Solve*” de la barra de menús o dar clic en el icono  de la barra de herramientas, inmediatamente se aparece una ventana en la cual existe varias opciones como se muestra en la siguiente figura:

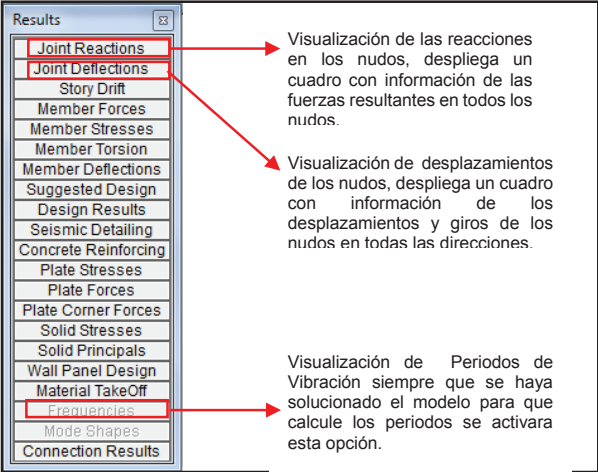
FIGURA 5.43 VENTA DE SELECCION DE SOLUCIÓN



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Al momento que el programa termina de analizar la estructura nos aparecerá una ventana con opciones para observar los resultados.

FIGURA 5.44 VENTA DE OPCIONES DE RESULTADOS



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho



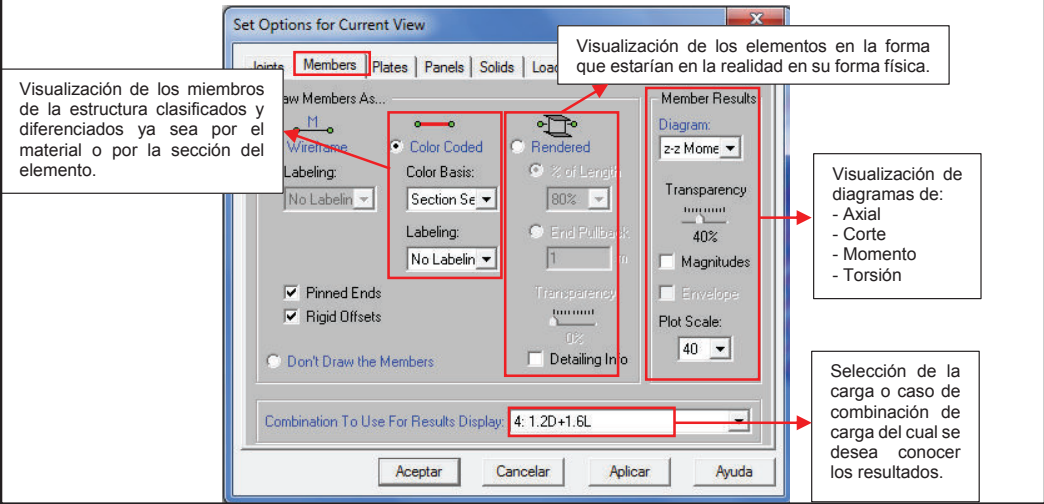
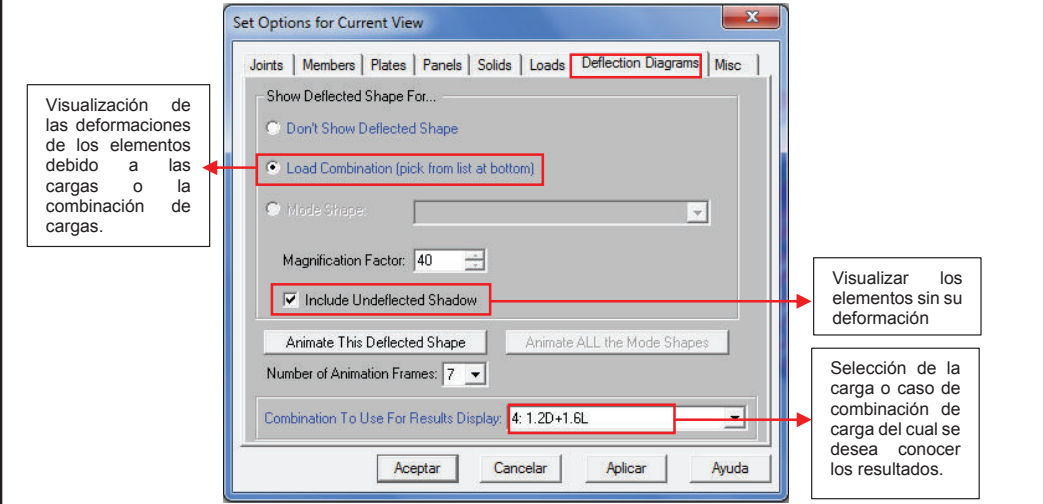
Para poder visualizar a detalle los diagramas de fuerzas y el diseño de cada elemento se utiliza el siguiente icono  este icono aparece una vez ejecutado el análisis y para poder observar los resultados gráficos en todo el modelo se utiliza el icono  el cual nos permite tener un control en la visualización de todo el modelo como se indica en la siguiente figura:

FIGURA 5.45 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS GRÁFICOS (DIAGRAMAS)



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.46 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS GRÁFICOS (DEFLEXIONES)



FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Para poder observar los resultados de Periodo de Vibración el Programa RISA 3D se necesita especificar la carga sísmica reactiva, para lo cual se creó una combinación que contenga esta carga. Para poder observar los resultados de periodos de vibración se debe indicar al programa que realice la solución dinámica mostrada en la figura 5.43.

En la siguiente figura se muestra como se debe solicitar al programa RISA 3D el cálculo de los periodos de vibración.

FIGURA 5.47 CÁLCULO DE LOS PERIODOS DE VIBRACIÓN RISA 3D

The figure shows the 'Dynamics' dialog box in RISA 3D. The 'Eigenolution' section has 'Number of Modes' set to 10 and 'Load Combination for Mass' set to '2: Carga Reactiva'. The 'Response Spectra Analysis' section has 'Combination Method' set to 'CQC' and 'Damping Ratio (%)' set to 5. To the right, a table titled 'Resultados Periodos de Vibración' shows the following data:

Mode	Freque...	Period...	SX Partic...	SY Parti...	SZ Partic...
1	1.262	.792		.011	
2	1.263	.792			
3	1.263	.792		.019	
4	1.264	.791		.071	
5	2.622	.381	.022	.015	48.479
6	2.768	.361		.098	.46
7	2.836	.353		.753	.28

Annotations with red arrows point to the 'Number of Modes' (10), 'Load Combination for Mass' (2: Carga Reactiva), and 'Damping Ratio (%)' (5). A text box explains that the fundamental vibration period is the one with the highest mass participation in the X or Z direction.

FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.2.6 DISEÑO DE ELEMENTOS

En el siguiente cuadro se observa las opciones de diseño que posee el programa:

CUADRO 5.14 PARÁMETROS DE DISEÑO

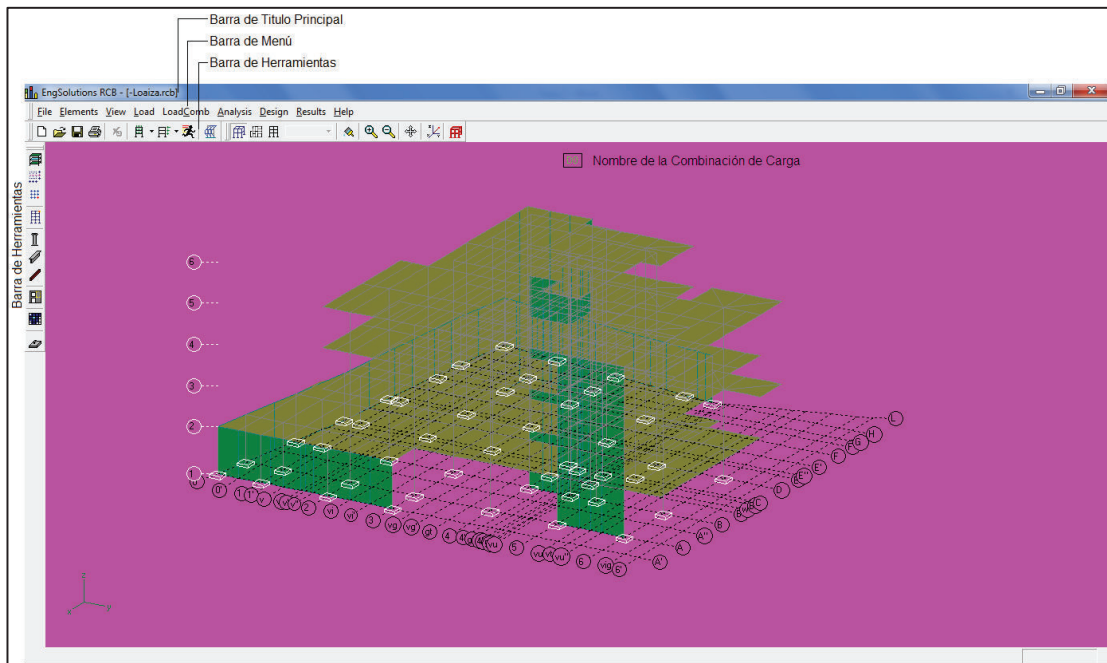
The figure shows two dialog boxes. The left one is 'Global Parameters' with the 'Codes' tab selected, showing material options for HR Steel, CF Steel, Wood, Concrete, Masonry, and Aluminum. The right one is 'Information for Member M407' showing design parameters like 'Unbraced Lengths' (Lb yy, Lb zz, Lcomp top, Lcomp bot, L Torque), 'Effective Length Factors' (K yy, K zz), and 'Direct Analysis' (Function: Lateral (Adjust Stiffness), Seismic Design Rule: SCBF).

FUENTE: RISA 3D
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.3 RCBE

Se empezará reconociendo las herramientas útiles del programa RCBE, por ello a continuación se muestra la ventana principal del programa esto ayudará a familiarizarnos con el programa.

FIGURA 5.48 PANTALLA PRINCIPAL RCBE



FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.3.1 VENTANA DE INICIO

Al iniciar el programa nos aparece una ventana en la cual se nos pide ingresar los datos de:

- Nombre de la Empresa
- Nombre de Usuario
- El País en el que se Encuentra.

Estos datos son necesarios para que el programa se ejecute de lo contrario el programa no se ejecutara, esto se debe a que el programa necesita estos datos para genera reportes con un encabezado en el que incluye dichos datos.

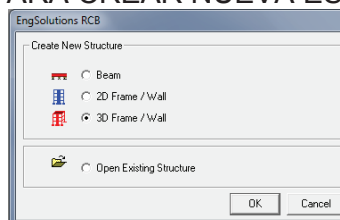
FIGURA 5.49 VENTANA DE INICIO

FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

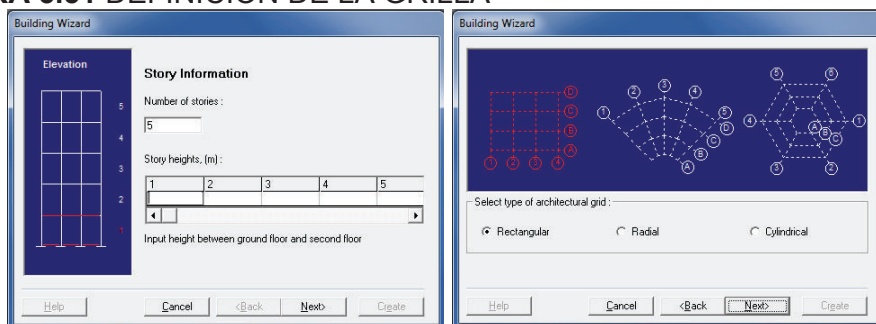
5.3.2 DEFINIR GRILLA

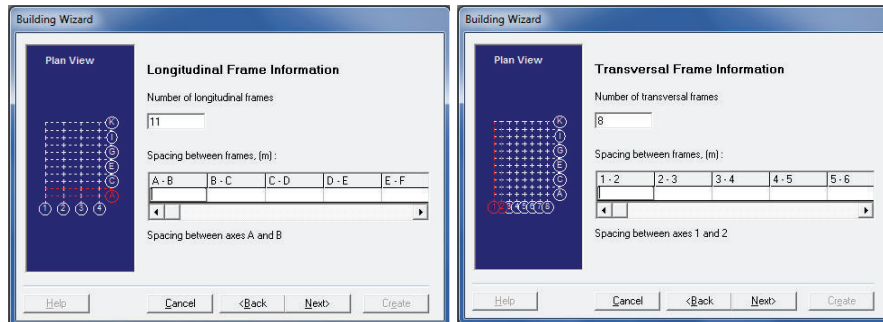
Una vez ingresado los datos en la ventana de inicio se aparece la ventana que se indica en la figura 5. , nos muestra opciones de crear una estructura nueva o abrir una existente, elegimos la opción “3D Frame / Wall”, luego se define el número de pisos de la estructura y la altura entre pisos, la forma regular o irregular en planta de la estructura y el número de ejes y la distancia entre estos en este paso se debe ser cuidadoso ya que si se ingresa de manera errónea los datos y se genera la grilla no se podrá efectuar cambios en esta y se debe realizar todo el proceso nuevamente.

FIGURA 5.50 VENTANA PARA CREAR NUEVA ESTRUCTURA

FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.51 DEFINICIÓN DE LA GRILLA



FUENTE: RCBE
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Una vez que se define los valores de la grilla el programa dibuja de manera automática los elementos de la primera planta de la estructura la cual nosotros podemos cambiar según el requerimiento de la estructura.

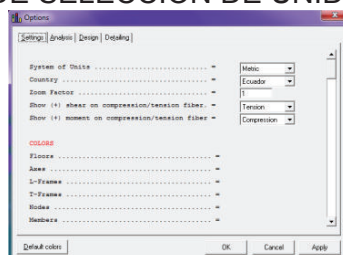
5.3.3 DEFINIR UNIDADES

Podemos definir las unidades utilizando la opción “*View > Options...*” de la barra de menú, seleccionamos esto y nos aparecerá una ventana en la cual se puede observar:

- La Unidad de Sistema que utilizara el programa.
- Los parámetros de análisis y diseño del programa.

Las unidades que se tomaron son las establecidas por defecto en el programa (Sistema Métrico), en el caso de los parámetros de análisis se utilizara las propiedades mecánicas que se establecieron con anterioridad para el hormigón de $f'c=240$ [kg/cm²], para los parámetros de diseño cabe mencionar que los parámetros de diseño son únicamente para realizar diseño en hormigón armado ya que el programa no posee parámetros de diseño en Acero.

FIGURA 5.52 VENTANA DE SELECCIÓN DE UNIDADES












FUENTE: RCBE
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.3.4 DEFINICIÓN SECCIONES

Para definir las secciones de los elementos de la estructura se utilizara las propiedades de las secciones equivalentes que se calcularon como se indicó con anterioridad en la **sección 3.5** y se ingresara las propiedades calculadas y tendrán propiedades mecánicas del “Hormigón de $f'c= 240 \text{ kg/cm}^2$ ” esto debido a que el programa RCBE no tiene una opción de secciones compuestas ni posee secciones de acero.

Para dibujar la estructura el programa RCBE tiene las siguientes herramientas:

CUADRO 5.15 HERRAMIENTAS DE DIBUJO RCBE

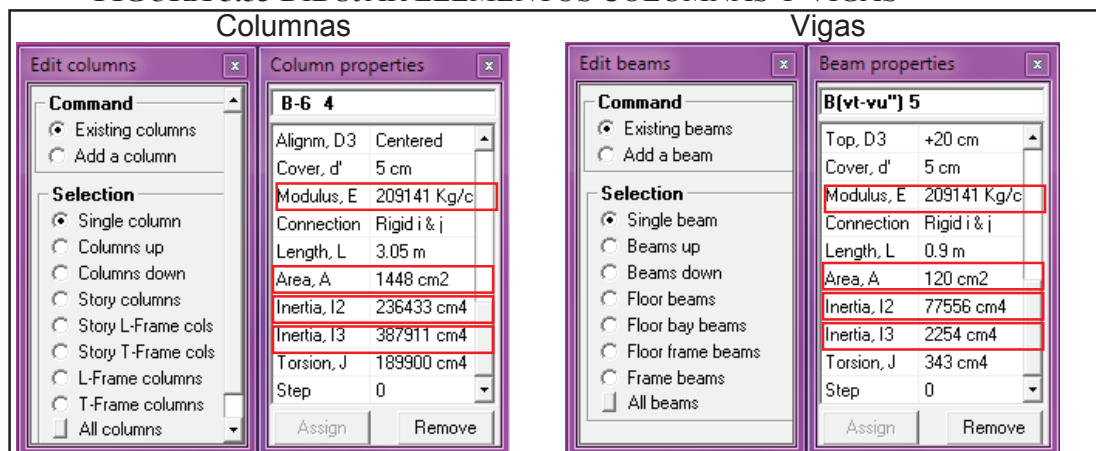
Icono	Herramientas de dibujo
	Permite Editar las propiedades de los pisos de la estructura o Insertar nuevos pisos en la estructura.
	Permite Editar los ejes de la estructura.
	Permite Editar las intersecciones de los ejes de la estructura.
	Permite Editar o Insertar los nudos de estructura en la intersección de los ejes.
	Permite editar o dibujar las Columnas con una vista en planta, elevación o 3D.
	Permite editar o dibujar las Vigas con una vista en planta, elevación o 3D.
	Permite editar o dibujar Muros con una vista en planta, elevación o 3D.
	Permite editar o dibujar Losas con una vista en planta o 3D.
	Permite editar o dibujar las restricciones que posee la estructura.

FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Al momento de dibujar los elementos vigas, viguetas y columnas se cambiaran las propiedades que se muestran a continuación en la figura 5.53.

FIGURA 5.53 DIBUJAR ELEMENTOS COLUMNAS Y VIGAS

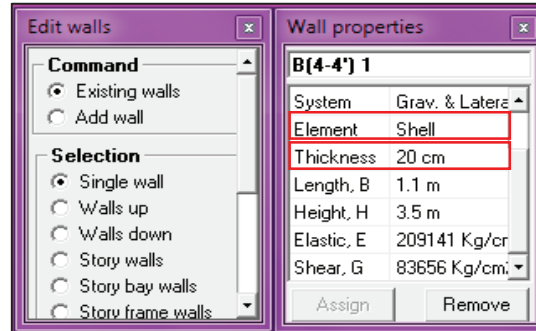


FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Para dibujar los Muros de Corte y Muros de Subsuelo se define el tipo de elemento “Tipo Shell” y el espesor de los muros, estos tendrán las propiedades mecánicas del “Hormigón de $f'c= 240 \text{ kg/cm}^2$ ”.

FIGURA 5.54 DEFINICIÓN DE SECCIONES MUROS

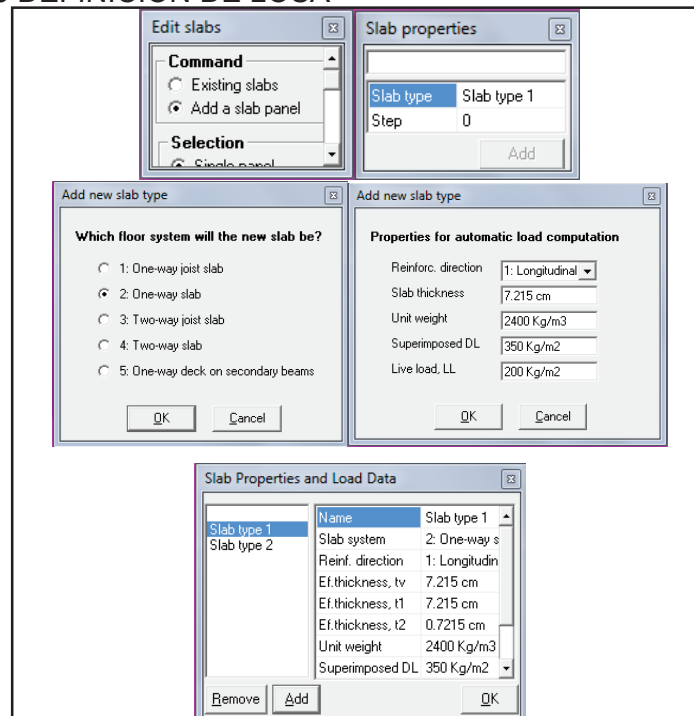


FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Como ya se mencionó en la **sección 3.7** para definir las Losas en el programa RCBE se utilizará una losa equivalente maciza con las propiedades del “Hormigón $f'c=240\text{kg/cm}^2$ ”. Al momento de ingresar las propiedades de la losa maciza (altura de la losa) el programa RCBE también nos pide ingresar el valor de las cargas que la losa transmitirá a los elementos de la estructura, estas cargas son: carga viva y carga muerta sobreimpuesta.

FIGURA 5.55 DEFINICIÓN DE LOSA



FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.3.5 CARGAS ESTÁTICAS (GRAVITACIONALES Y LATERALES)

Para definir las cargas estáticas el programa RCBE posee la opción “*Load > Automatic*” en la cual el programa automáticamente puede establecer las siguientes estados de carga:

CUADRO 5.16 CARGAS ESTÁTICAS

Nombre	Descripción	Tipo
SELPW	Peso propio de los Elementos	D0
DEAD	Carga Muerta Sobreimpuesta	DL
LIVE	Carga Viva	LL
EQUAKE X1	Sismo en la dirección X excentricidad positiva	EQX1
EQUAKE X2	Sismo en la dirección X excentricidad negativa	EQX2
EQUAKE Y1	Sismo en la dirección Y excentricidad positiva	EQY1
EQUAKE Y2	Sismo en la dirección Y excentricidad negativa	EQY2

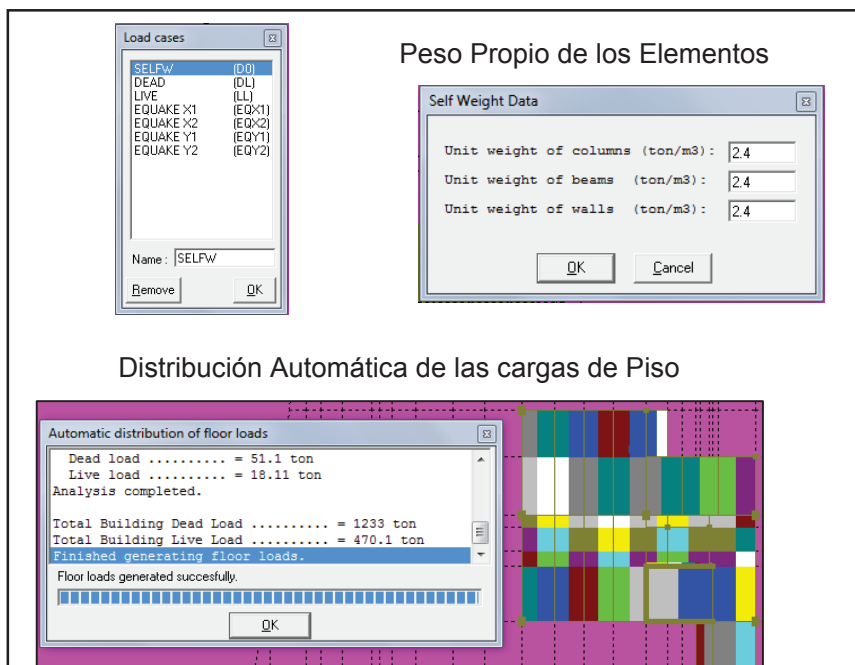
FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Como ya se mencionó previamente el programa RCBE trabaja únicamente con elementos de hormigón y debido a esto para asignar la carga por peso propio de los elementos el programa nos preguntara el valor de la densidad del hormigón de los elementos columnas, vigas y muros.

Para la asignar la carga muerta sobreimpuesta y carga viva el programa utiliza los valores de las cargas que se ingresaron con anterioridad al momento de definir la losa y realiza la distribución de estas cargas.

FIGURA 5.56 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS GRAVITACIONALES



FUENTE: RCBE

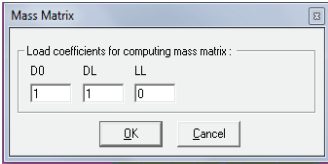
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Para asignar las cargas estáticas laterales el programa RCBE posee varios códigos en su base de datos para el cálculo de fuerzas laterales pero no posee el código Ecuatoriano, debido a esto y por recomendación del Ing. Jorge Vintimilla se utilizara el código Peruano ya que este código es muy similar al código Ecuatoriano. Para que el resultado del cálculo de las fuerzas laterales con el código Peruano sea similares a los que se obtendría con el código Ecuatoriano se procederá a modificar algunos valores de los parámetros que toma en cuenta el código Peruano, de tal manera que el valor del porcentaje que se toma de la carga reactiva de la estructura sea aproximadamente igual para ambos códigos, dicho de otra forma debe tratarse de que se cumpla lo siguiente:


$$\frac{ZUCS}{R} \cong \frac{ISa(Ta)}{R\phi_P\phi_E}$$

FIGURA 5.57 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS LATERALES EDIFICIO LOAIZA

1. Se define la Masa



2. Numero de Subsuelos



3. Parámetros para el cálculo del Corte Basal Según Código Peruano 2000.

SEISMIC PARAMETERS

Seismic zone factor, Z =

ZONE	3	2	1
Z	0.4	0.3	0.15

Importance / Use factor, U =

A - Essential facilities	1.5
B - Important buildings	1.3
C - Common buildings	1.0
D - Minor buildings	(*)

Site coefficient, S =

TYPE	SOIL PROPERTIES	S Coef.
S1	Rock or very rigid soil	1.0
S2	Intermediate soils	1.2
S3	Flexible soils	1.4
S4	Exceptional conditions	(*)

(*) To be determined by specialist

Soil related period, Tp, (sec) ... =

Soil type	S1	S2	S3	S4
Tp (sec)	0.4	0.6	0.9	(*)

	X-direction	Y-direction															
Seismic reduction coefficient, R =	<input center;"="" text-align:="" type="text" value="7</input></td> <td style="/> <input center;"="" text-align:="" type="text" value="7</input></td> </tr> <tr> <td>T = hn/ 35</td> <td style="/> .45	.45															
T = hn/ 6026	.26															
Fundamental period, T	<input center;"="" text-align:="" type="text" value=".26</input></td> <td style="/> <input 1px="" 48%;="" 5px;"="" black;="" border:="" padding:="" solid="" type="text" value=".26</input></td> </tr> </table> </div> <div style=" width:=""/> <p>Reduction in R for Irregular Buildings:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>ELEVATION IRREGULARITIES</td> <td>PLAN IRREGULARITIES</td> </tr> <tr> <td>Stiffness</td> <td>Torsional</td> </tr> <tr> <td>Mass</td> <td>Reentrant corners</td> </tr> <tr> <td>Geometrical</td> <td>Diaph.Discontinuity</td> </tr> <tr> <td>Discontinuity</td> <td></td> </tr> </table> <p>Reduction factor: <input type="text" value="6"/></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>TYPE OF BUILDING</td> <td>FACTOR</td> </tr> <tr> <td>Regular building</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>Irregular building</td> <td>0.75</td> </tr> </table>	ELEVATION IRREGULARITIES	PLAN IRREGULARITIES	Stiffness	Torsional	Mass	Reentrant corners	Geometrical	Diaph.Discontinuity	Discontinuity		TYPE OF BUILDING	FACTOR	Regular building	1.0	Irregular building	0.75
ELEVATION IRREGULARITIES	PLAN IRREGULARITIES																
Stiffness	Torsional																
Mass	Reentrant corners																
Geometrical	Diaph.Discontinuity																
Discontinuity																	
TYPE OF BUILDING	FACTOR																
Regular building	1.0																
Irregular building	0.75																

4. Calculo del Corte Basal

TOTAL BASE SHEAR

Building Weight, W, (ton) = 1648.16

Zone factor, Z = .4
 Importance factor, U . . . = 1
 Site coefficient, S . . . = 1.2
 Soil related period, Tp = .6

	X-direction	Y-direction
Seismic reduc. coef. R =	6.3	6.3
Period, T, (sec) =	.26	.26
2.5 (Tp/T) =	5.769	5.769
C =	2.5	2.5
(2 U S C / R) =	.19	.19
Total Base Shear, V, (ton) =	<input type="text" value="313.94"/>	<input type="text" value="313.94"/>

FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.58 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS LATERALES EDIFICIO UNACH

2. Se define la Masa

2. Numero de Subsuelos

4. Parámetros para el cálculo del Corte Basal Según Código Peruano 2000.

SEISMIC PARAMETERS

Seismic zone factor, Z =

ZONE	3	2	1
Z	0.4	0.3	0.15

Importance / Use factor, U =

A - Essential facilities	1.5
B - Important buildings	1.3
C - Common buildings	1.0
D - Minor buildings	(*)

Site coefficient, S =

TYPE	SOIL PROPERTIES	S Coef.
S1	Rock or very rigid soil	1.0
S2	Intermediate soils	1.2
S3	Flexible soils	1.4
S4	Exceptional conditions	(*)

(*) To be determined by specialist

Soil related period, Tp, (sec) ... =

Soil type	S1	S2	S3	S4
Tp (sec)	0.4	0.6	0.9	(*)

	X-direction	Y-direction
Seismic reduction coefficient, R =	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="7"/>
T = hn/ 35	= .85	.85
T = hn/ 60	= .5	.5
Fundamental period, T	<input type="text" value="0.5"/>	<input type="text" value="0.5"/>

Reduction in R for Irregular Buildings:

ELEVATION IRREGULARITIES	PLAN IRREGULARITIES
Stiffness	Torsional
Mass	Reentrant corners
Geometrical	Diaph.Discontinuity
Discontinuity	

Reduction factor:

TYPE OF BUILDING	FACTOR
Regular building	1.0
Irregular building	0.75

4. Calculo del Corte Basal

TOTAL BASE SHEAR

Building Weight, W, (ton) = 3661.1

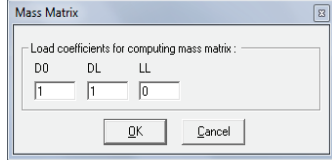
Zone factor, Z = .4
 Importance factor, U . . . = 1
 Site coefficient, S . . . = 1.1
 Soil related period, Tp = .4

	X-direction	Y-direction
Seismic reduc. coef. R =	7	7
Period, T, (sec) . . . =	.5	.5
2.5 (Tp/T) =	2	2
C =	2	2
(Z U S C / R) =	.126	.126
Total Base Shear, V, (ton) =	<input type="text" value="460.25"/>	<input type="text" value="460.25"/>

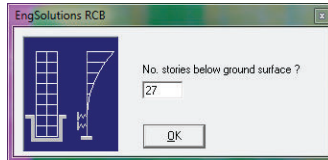
FUENTE: RCBE
 ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.59 DEFINICIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS LATERALES EDIFICIO PLUS1

3. Se define la Masa



2. Numero de Subsuelos



5. Parámetros para el cálculo del Corte Basal Según Código Peruano 2000.

SEISMIC PARAMETERS

Seismic zone factor, Z =

ZONE	3	2	1
Z	0.4	0.3	0.15

Importance / Use factor, U =

A - Essential facilities 1.5
 B - Important buildings 1.3
 C - Common buildings 1.0
 D - Minor buildings (*)

Site coefficient, S =

TYPE	SOIL PROPERTIES	S Coef.
S1	Rock or very rigid soil	1.0
S2	Intermediate soils	1.2
S3	Flexible soils	1.4
S4	Exceptional conditions	(*)

(*) To be determined by specialist

Soil related period, Tp, (sec) ... =

Soil type	S1	S2	S3	S4
Tp (sec)	0.4	0.6	0.9	(*)

	X-direction	Y-direction
Seismic reduction coefficient, R	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="7"/>
T = hn/ 35	1.08	1.08
T = hn/ 60	.63	.63
Fundamental period, T	<input type="text" value="0.63"/>	<input type="text" value="0.63"/>

Reduction in R for Irregular Buildings:

ELEVATION IRREGULARITIES	PLAN IRREGULARITIES
Stiffness	Torsional
Mass	Reentrant corners
Geometrical	Diaph.Discontinuity
Discontinuity	

Reduction factor:

TYPE OF BUILDING	FACTOR
Regular building	1.0
Irregular building	0.75

4. Calculo del Corte Basal

TOTAL BASE SHEAR

Building Weight, W, (ton) = 2381

Zone factor, Z = .4
 Importance factor, U . . . = 1
 Site coefficient, S . . . = 1.2
 Soil related period, Tp = .4

	X-direction	Y-direction
Seismic reduc. coef. R	7	7
Period, T, (sec)63	.63
2.5 (Tp/T)	1.587	1.587
C	1.587	1.587
(2 U S C / R)	.109	.109
Total Base Shear, V, (ton) =	<input type="text" value="259.16"/>	<input type="text" value="259.16"/>

FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

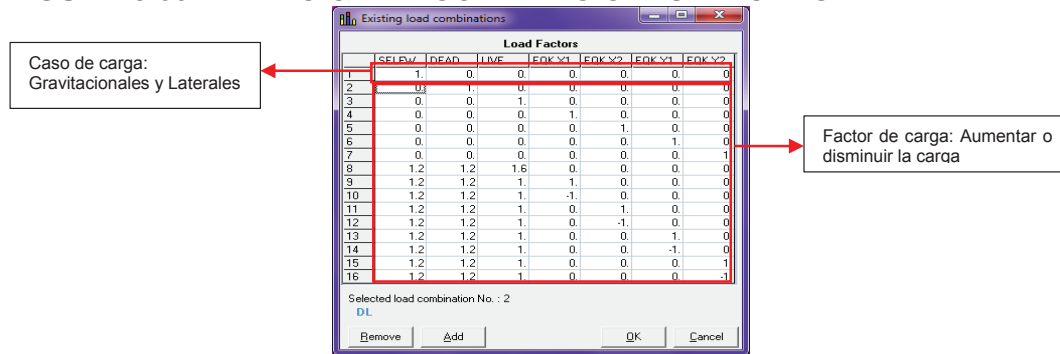
Nota: Para la asignación de las cargas laterales estáticas para el edificio Plus 1 se debe considerar lo siguiente:

Al ingresar el número de subsuelos que posee la estructura se ingresó 27 a pesar de que la estructura solo posee 5 subsuelos, esto porque en la modelación se debió crear varios pisos auxiliares y el programa no diferenciar entre estos pisos auxiliares.

5.3.6 COMBINACIONES DE CARGA

Luego se realizará las combinaciones de carga con la opción “LoadComb” de la barra de menús y se crearan las combinaciones de carga que dispone el código NEC 2015:

FIGURA 5.60 DEFINICIÓN DE COMBINACIONES DE CARGA



FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.3.7 CONDICIONES DE APOYO


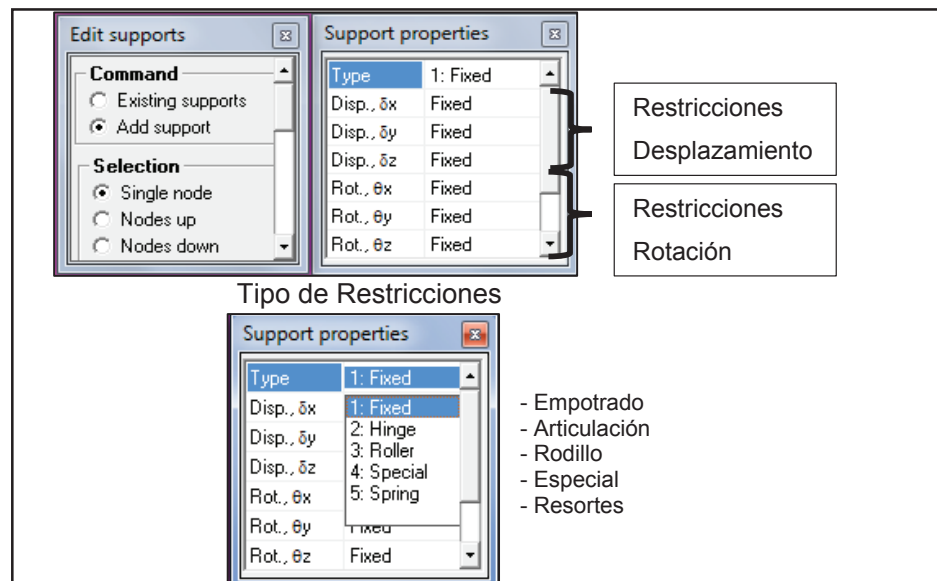
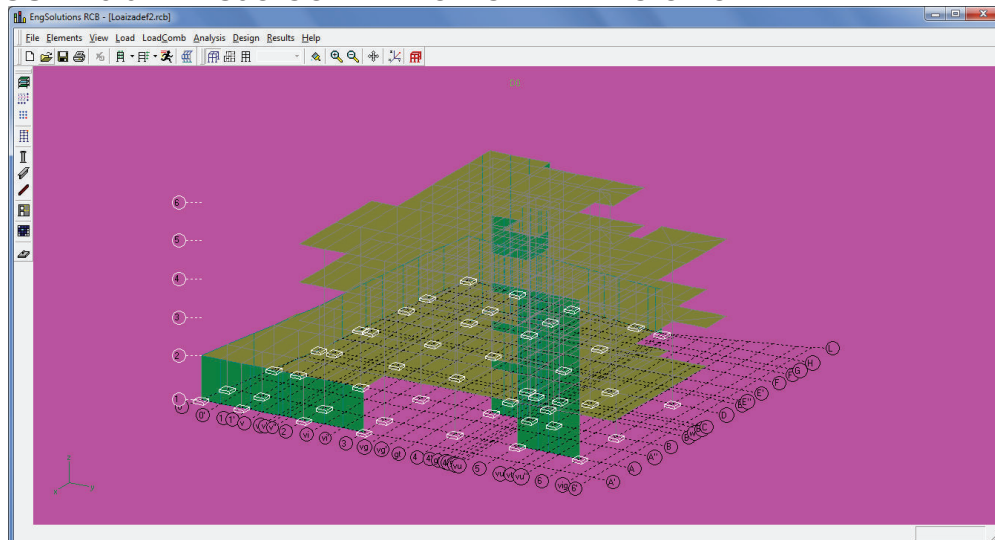
Utilizaremos el icono  de la barra de herramientas que permite dar las condiciones de apoyo a la estructura.

FIGURA 5.61 DEFINICIÓN APOYOS



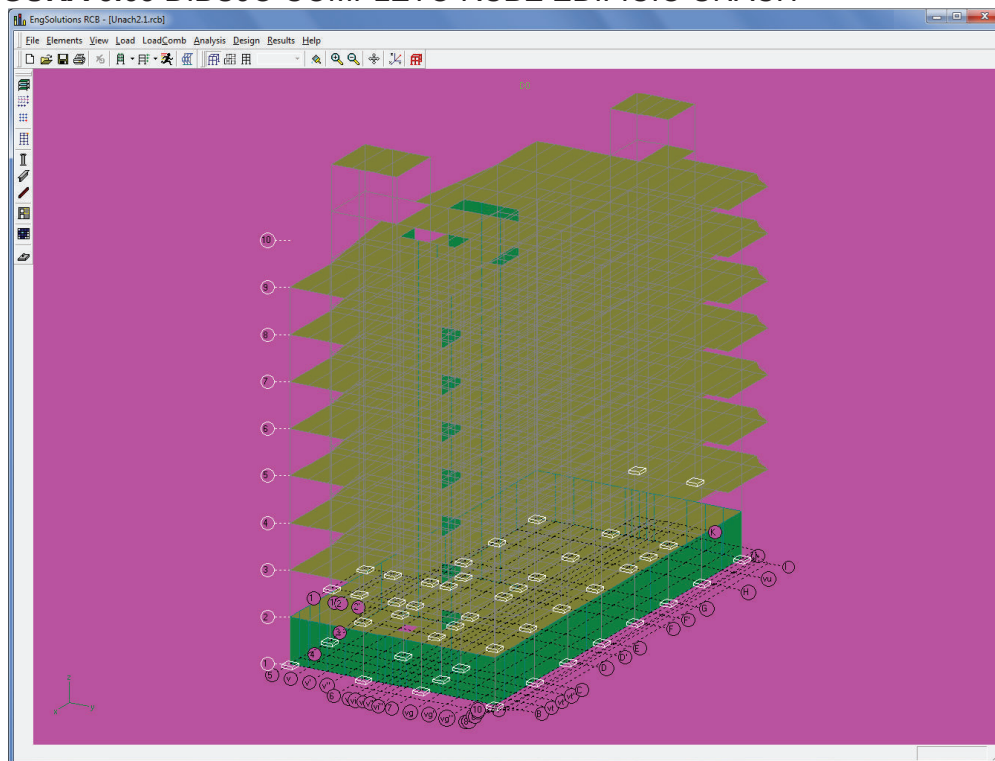
FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.62 DIBUJO COMPLETO RCBE EDIFICIO LOAIZA

FUENTE: RCBE

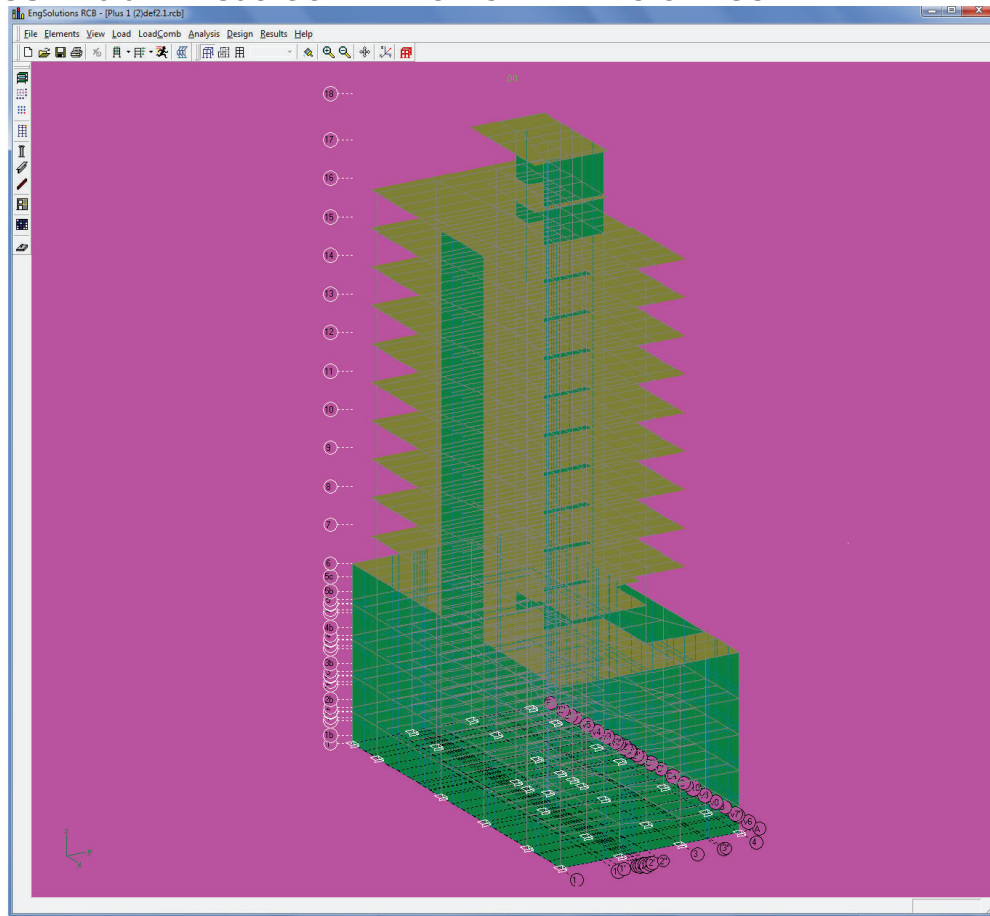
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.63 DIBUJO COMPLETO RCBE EDIFICIO UNACH

FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

FIGURA 5.64 DIBUJO COMPLETO RCBE EDIFICIO PLUS 1



FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

5.3.8 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS

Una vez terminado el modelo el programa podrá efectuar los siguientes análisis:



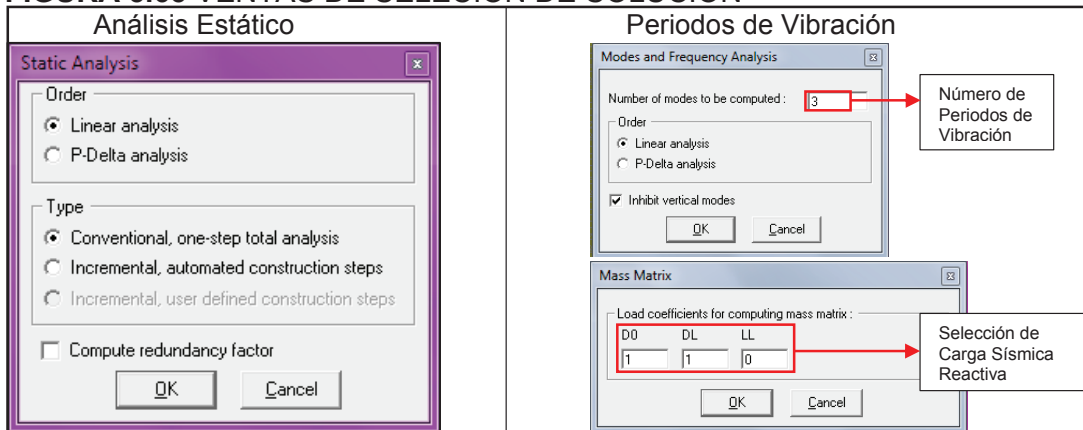
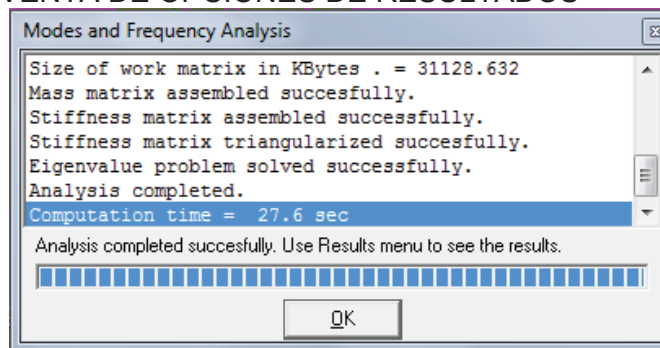
1. Análisis Estático con la opción “*Analysis > Estatic*” de la barra de menús o dar clic en el icono  de la barra de herramientas.
2. Análisis de Periodos de Vibración con la opción “*Analysis > Modes/freq*” de la barra de menús o dar clic en el icono  de la barra de herramientas.

FIGURA 5.65 VENTAS DE SELECCION DE SOLUCIÓN

FUENTE: RCBE

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Al terminar de analizar la estructura se aparece una ventana que nos indica si el análisis se ha realizado con éxito o si hubo errores.

FIGURA 5.66 VENTA DE OPCIONES DE RESULTADOS

FUENTE: RCBE

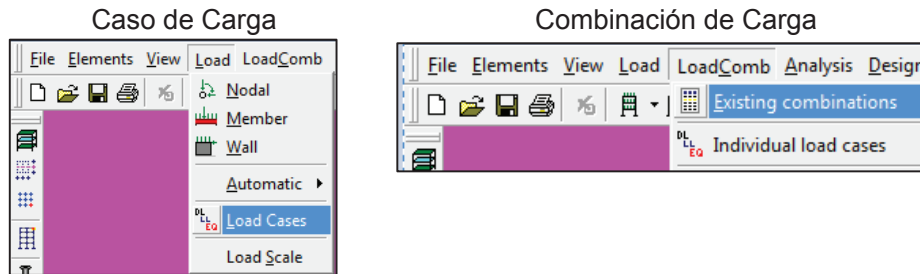
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

Para poder observar los resultados gráficos se debe realizar de los siguientes pasos:

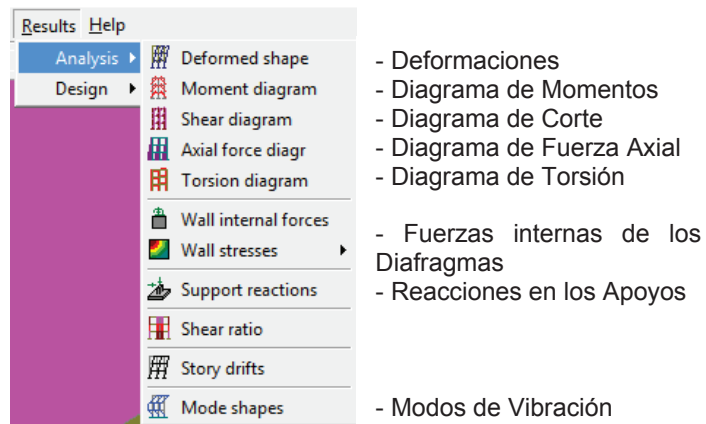
- Selección del Caso de Carga o Combinación de Carga y
- Selección del resultado que se quiere observar (deformaciones, diagramas de Momento, Corte etc...)

FIGURA 5.67 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS GRÁFICOS

1- Seleccionamos el caso de carga o la combinación de cargas de la que se quiere conocer los resultados.



2- Seleccionamos el resultado que se desea observar.



FUENTE: RCBE

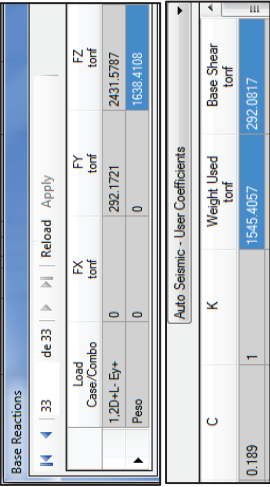
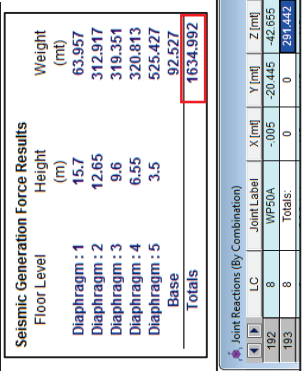
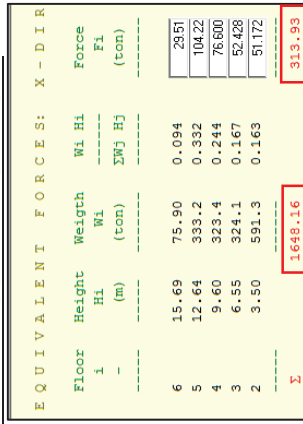
ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CAPÍTULO 6

COMPARATIVA DE RESULTADOS Y COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LOS DIFERENTES PROGRAMAS

6.1 RESULTADOS EDIFICIO LOAIZA

CUADRO 6.1 COMPARACIÓN DE RESULTADOS EDIFICIO LOAIZA

ETABS 2015	RISA 3D	RCBE
<p>Peso de la Estructura = 1637,67 T Carga Reactiva = 1545,41 T Corte Basal = 292,08 T</p> <p>ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE: PESO DE LA ESTRUCTURA, CARGA REACTIVA Y CORTE BASAL ETABS 2015</p>  <p>0.189 C K 1 1545,4057 Weight Used 292,0817 Base Shear tonf</p> <p style="text-align: right;">FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Peso de la Estructura = 1634,99 T Carga Reactiva = 1542,47 T Corte Basal = 291,44 T</p> <p>ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE: PESO DE LA ESTRUCTURA, CARGA REACTIVA Y CORTE BASAL RISA 3D</p>  <p style="text-align: right;">FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Peso de la Estructura = 1648,16 T Carga Reactiva = 1647,90 T Corte Basal = 313,93 T</p> <p>ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE: PESO DE LA ESTRUCTURA, CARGA REACTIVA Y CORTE BASAL RCBE</p>  <p style="text-align: right;">FUENTE: RCBE</p>

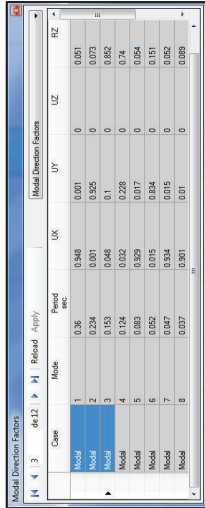
CUADRO 6.1 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

ETABS 2015			
CUADRO 6.2 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL			
Piso	Fi [T]	Vi [T]	
Quinta Planta	24.49	24.49	
Cuarta Planta	96.71	121.21	
Tercera Planta	74.90	196.11	
Segunda Planta	51.24	247.34	
Primera Planta	44.83	292.17	

FUENTE: ETABS 2015

Periodo Modo 1 = 0.36
 Periodo Modo 2 = 0.234
 Periodo Modo 3 = 0.153

ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE PERIODOS MODALES



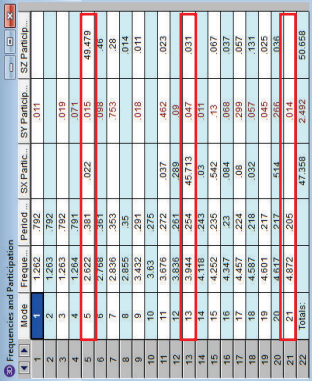
FUENTE: ETABS 2015

RISA 3D			
CUADRO 6.3 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL			
Piso	Fi [T]	Vi [T]	
Quinta Planta	24.45	24.45	
Cuarta Planta	96.39	120.84	
Tercera Planta	74.66	195.50	
Segunda Planta	51.17	246.67	
Primera Planta	44.78	291.45	

FUENTE: RISA 3D

Periodo Modo 1 = 0.381
 Periodo Modo 2 = 0.254
 Periodo Modo 3 = 0.205

ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE PERIODOS MODALES



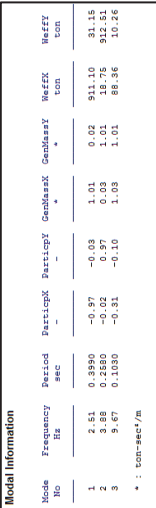
FUENTE: RISA 3D

RCBE			
CUADRO 6.4 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL			
Piso	Fi [T]	Vi [T]	
Quinta Planta	29.51	29.51	
Cuarta Planta	104.22	133.73	
Tercera Planta	76.60	210.33	
Segunda Planta	52.43	262.76	
Primera Planta	51.17	313.93	

FUENTE: RCBE

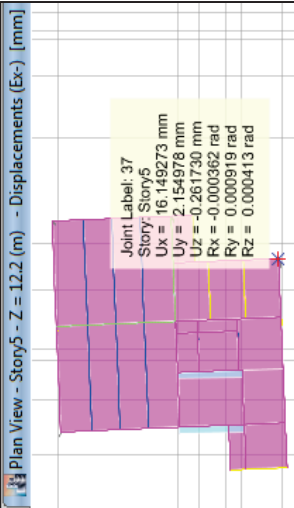
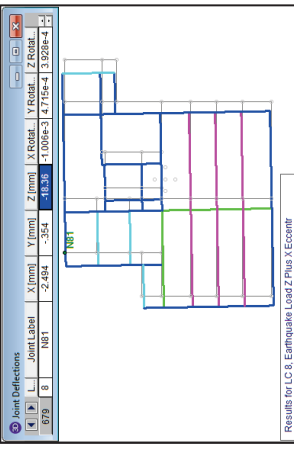
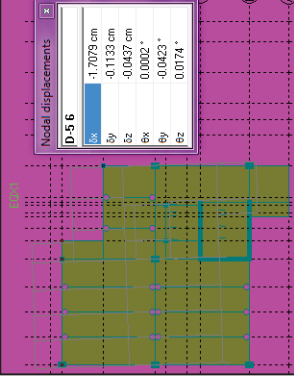
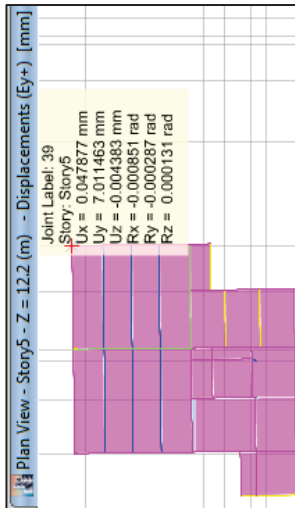
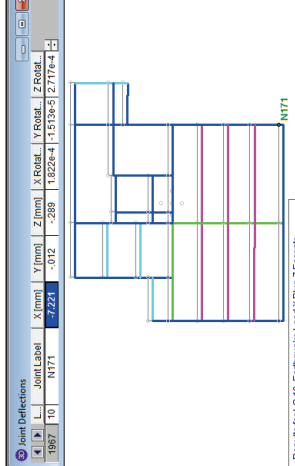
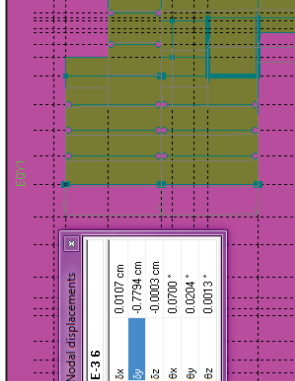
Periodo Modo 1 = 0.399
 Periodo Modo 2 = 0.258
 Periodo Modo 3 = 0.103

ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE PERIODOS MODALES

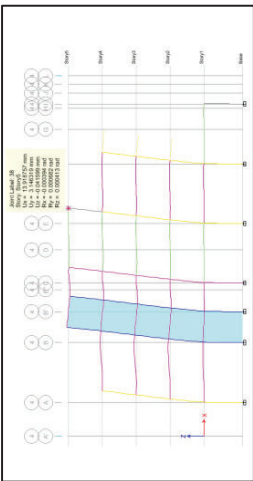
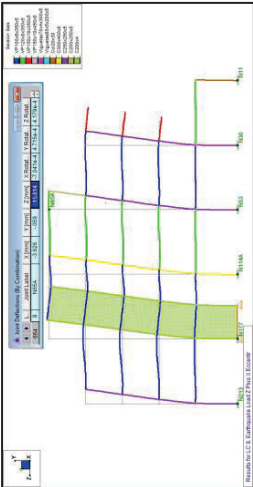
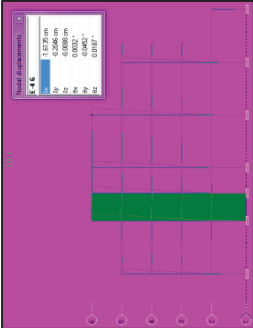


FUENTE: RCBE

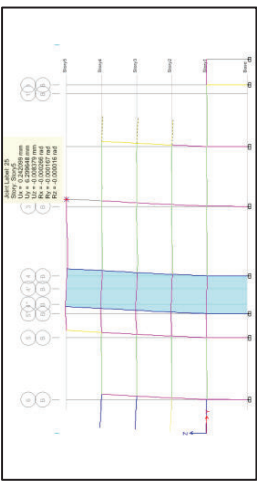
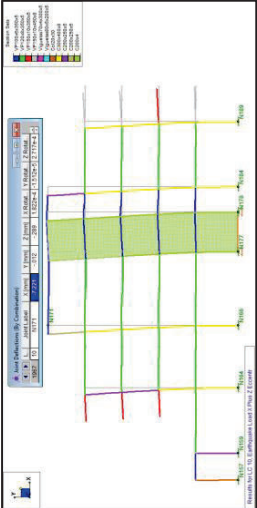
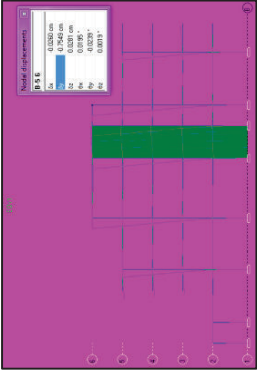
CUADRO 6.1 CONTINUACIÓN –

<p>ETABS 2015</p>	<p>RISA 3D</p>	<p>RCBE</p>
<p>Desplazamiento Max. dirección X = 16,15mm</p> <p>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN X – SISMO EN X"</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Desplazamiento Max. dirección Z = 18,36mm</p> <p>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN Z – SISMO EN Z"</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Desplazamiento Max. dirección X = 17,08mm</p> <p>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN X – SISMO EN X"</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>
<p>Desplazamiento Max. dirección Y = 7,01mm</p> <p>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN Y – SISMO EN Y"</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Desplazamiento Max. dirección X = 7.22mm</p> <p>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN Z – SISMO EN Z"</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Desplazamiento Max. dirección Y = 7,79mm</p> <p>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN Y – SISMO EN Y"</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>

CUADRO 6.1 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE																																																																									
DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO 4 "DIRECCIÓN X - SISMO EN X"		DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO 4 "DIRECCIÓN Z - SISMO EN Z"		DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO 4 "DIRECCIÓN X - SISMO EN X"																																																																									
FUENTE: ETABS 2015	FUENTE: ETABS 2015	FUENTE: RISA 3D	FUENTE: RISA 3D	FUENTE: RCBE	FUENTE: RCBE																																																																								
CUADRO 6.5 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X	CUADRO 6.6 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Z	CUADRO 6.7 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento X [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quinta Planta</td> <td>13.919</td> <td>0.0011</td> <td>0.0058</td> </tr> <tr> <td>Cuarta Planta</td> <td>10.562</td> <td>0.0012</td> <td>0.0063</td> </tr> <tr> <td>Tercera Planta</td> <td>6.879</td> <td>0.0012</td> <td>0.0062</td> </tr> <tr> <td>Segunda Planta</td> <td>3.273</td> <td>0.0009</td> <td>0.0048</td> </tr> <tr> <td>Primera Planta</td> <td>0.497</td> <td>0.0001</td> <td>0.0007</td> </tr> </tbody> </table>	Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM	Quinta Planta	13.919	0.0011	0.0058	Cuarta Planta	10.562	0.0012	0.0063	Tercera Planta	6.879	0.0012	0.0062	Segunda Planta	3.273	0.0009	0.0048	Primera Planta	0.497	0.0001	0.0007	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento Z [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quinta Planta</td> <td>15.814</td> <td>0.0012</td> <td>0.0065</td> </tr> <tr> <td>Cuarta Planta</td> <td>12.044</td> <td>0.0014</td> <td>0.0072</td> </tr> <tr> <td>Tercera Planta</td> <td>7.890</td> <td>0.0013</td> <td>0.0071</td> </tr> <tr> <td>Segunda Planta</td> <td>3.776</td> <td>0.0011</td> <td>0.0056</td> </tr> <tr> <td>Primera Planta</td> <td>0.543</td> <td>0.0002</td> <td>0.0008</td> </tr> </tbody> </table>	Piso	Desplazamiento Z [mm]	ΔE	ΔM	Quinta Planta	15.814	0.0012	0.0065	Cuarta Planta	12.044	0.0014	0.0072	Tercera Planta	7.890	0.0013	0.0071	Segunda Planta	3.776	0.0011	0.0056	Primera Planta	0.543	0.0002	0.0008	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento X [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quinta Planta</td> <td>15.444</td> <td>0.0012</td> <td>0.0061</td> </tr> <tr> <td>Cuarta Planta</td> <td>11.907</td> <td>0.0013</td> <td>0.0068</td> </tr> <tr> <td>Tercera Planta</td> <td>7.939</td> <td>0.0013</td> <td>0.0069</td> </tr> <tr> <td>Segunda Planta</td> <td>3.935</td> <td>0.0011</td> <td>0.0056</td> </tr> <tr> <td>Primera Planta</td> <td>0.694</td> <td>0.0002</td> <td>0.0010</td> </tr> </tbody> </table>	Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM	Quinta Planta	15.444	0.0012	0.0061	Cuarta Planta	11.907	0.0013	0.0068	Tercera Planta	7.939	0.0013	0.0069	Segunda Planta	3.935	0.0011	0.0056	Primera Planta	0.694	0.0002	0.0010	FUENTE: ETABS 2015		
Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM																																																																										
Quinta Planta	13.919	0.0011	0.0058																																																																										
Cuarta Planta	10.562	0.0012	0.0063																																																																										
Tercera Planta	6.879	0.0012	0.0062																																																																										
Segunda Planta	3.273	0.0009	0.0048																																																																										
Primera Planta	0.497	0.0001	0.0007																																																																										
Piso	Desplazamiento Z [mm]	ΔE	ΔM																																																																										
Quinta Planta	15.814	0.0012	0.0065																																																																										
Cuarta Planta	12.044	0.0014	0.0072																																																																										
Tercera Planta	7.890	0.0013	0.0071																																																																										
Segunda Planta	3.776	0.0011	0.0056																																																																										
Primera Planta	0.543	0.0002	0.0008																																																																										
Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM																																																																										
Quinta Planta	15.444	0.0012	0.0061																																																																										
Cuarta Planta	11.907	0.0013	0.0068																																																																										
Tercera Planta	7.939	0.0013	0.0069																																																																										
Segunda Planta	3.935	0.0011	0.0056																																																																										
Primera Planta	0.694	0.0002	0.0010																																																																										
NOTA: Cálculos de los cuadros (6.5, 6.6 y 6.7) realizados según lo especificado en la sección 2.3.3.9.																																																																													

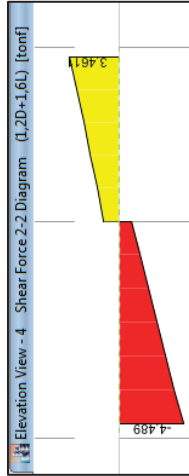
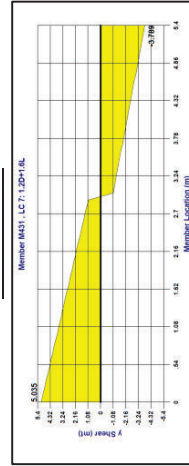
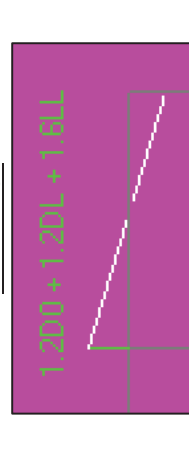
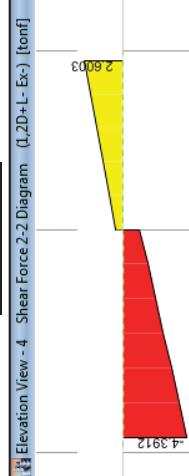
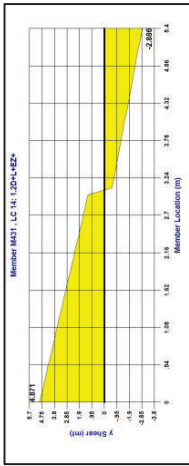
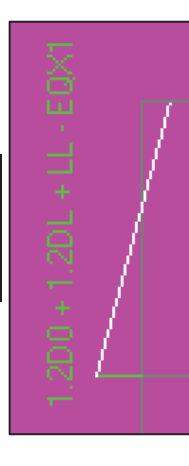
CUADRO 6.1 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE																																																																									
DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO B "DIRECCIÓN Y - SISMO EN Y"		DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO B "DIRECCIÓN X - SISMO EN X"		DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO B "DIRECCIÓN Y - SISMO EN Y"																																																																									
FUENTE: ETABS 2015	FUENTE: ETABS 2015	FUENTE: RISA 3D	FUENTE: RISA 3D	FUENTE: RCBE	FUENTE: RCBE																																																																								
CUADRO 6.8 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Y	CUADRO 6.9 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X	CUADRO 6.10 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Y																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento Y [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quinta Planta</td> <td>6.299</td> <td>0.0005</td> <td>0.0027</td> </tr> <tr> <td>Cuarta Planta</td> <td>4.739</td> <td>0.0005</td> <td>0.0029</td> </tr> <tr> <td>Tercera Planta</td> <td>3.067</td> <td>0.0005</td> <td>0.0027</td> </tr> <tr> <td>Segunda Planta</td> <td>1.498</td> <td>0.0004</td> <td>0.0021</td> </tr> <tr> <td>Primera Planta</td> <td>0.295</td> <td>0.0001</td> <td>0.0004</td> </tr> </tbody> </table>	Piso	Desplazamiento Y [mm]	ΔE	ΔM	Quinta Planta	6.299	0.0005	0.0027	Cuarta Planta	4.739	0.0005	0.0029	Tercera Planta	3.067	0.0005	0.0027	Segunda Planta	1.498	0.0004	0.0021	Primera Planta	0.295	0.0001	0.0004	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento X [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quinta Planta</td> <td>7.221</td> <td>0.0006</td> <td>0.0030</td> </tr> <tr> <td>Cuarta Planta</td> <td>5.453</td> <td>0.0006</td> <td>0.0033</td> </tr> <tr> <td>Tercera Planta</td> <td>3.543</td> <td>0.0006</td> <td>0.0031</td> </tr> <tr> <td>Segunda Planta</td> <td>1.740</td> <td>0.0005</td> <td>0.0024</td> </tr> <tr> <td>Primera Planta</td> <td>0.332</td> <td>0.0001</td> <td>0.0005</td> </tr> </tbody> </table>	Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM	Quinta Planta	7.221	0.0006	0.0030	Cuarta Planta	5.453	0.0006	0.0033	Tercera Planta	3.543	0.0006	0.0031	Segunda Planta	1.740	0.0005	0.0024	Primera Planta	0.332	0.0001	0.0005	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento Y [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quinta Planta</td> <td>7.542</td> <td>0.0006</td> <td>0.0030</td> </tr> <tr> <td>Cuarta Planta</td> <td>5.797</td> <td>0.0007</td> <td>0.0034</td> </tr> <tr> <td>Tercera Planta</td> <td>3.812</td> <td>0.0006</td> <td>0.0033</td> </tr> <tr> <td>Segunda Planta</td> <td>1.915</td> <td>0.0006</td> <td>0.0030</td> </tr> <tr> <td>Primera Planta</td> <td>0.177</td> <td>0.0001</td> <td>0.0003</td> </tr> </tbody> </table>	Piso	Desplazamiento Y [mm]	ΔE	ΔM	Quinta Planta	7.542	0.0006	0.0030	Cuarta Planta	5.797	0.0007	0.0034	Tercera Planta	3.812	0.0006	0.0033	Segunda Planta	1.915	0.0006	0.0030	Primera Planta	0.177	0.0001	0.0003			
Piso	Desplazamiento Y [mm]	ΔE	ΔM																																																																										
Quinta Planta	6.299	0.0005	0.0027																																																																										
Cuarta Planta	4.739	0.0005	0.0029																																																																										
Tercera Planta	3.067	0.0005	0.0027																																																																										
Segunda Planta	1.498	0.0004	0.0021																																																																										
Primera Planta	0.295	0.0001	0.0004																																																																										
Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM																																																																										
Quinta Planta	7.221	0.0006	0.0030																																																																										
Cuarta Planta	5.453	0.0006	0.0033																																																																										
Tercera Planta	3.543	0.0006	0.0031																																																																										
Segunda Planta	1.740	0.0005	0.0024																																																																										
Primera Planta	0.332	0.0001	0.0005																																																																										
Piso	Desplazamiento Y [mm]	ΔE	ΔM																																																																										
Quinta Planta	7.542	0.0006	0.0030																																																																										
Cuarta Planta	5.797	0.0007	0.0034																																																																										
Tercera Planta	3.812	0.0006	0.0033																																																																										
Segunda Planta	1.915	0.0006	0.0030																																																																										
Primera Planta	0.177	0.0001	0.0003																																																																										
FUENTE: ETABS 2015	FUENTE: RISA 3D	FUENTE: RCBE																																																																											
NOTA: Cálculos de los cuadros (6.8, 6.9 y 6.10) realizados según lo especificado en la sección 2.3.3.9.																																																																													

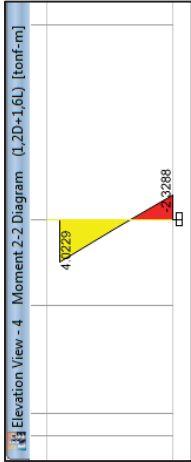
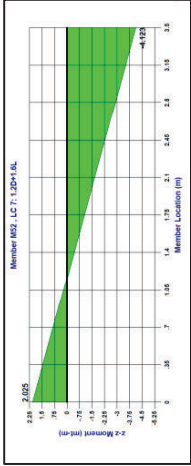
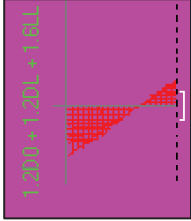
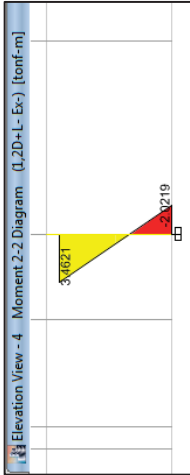
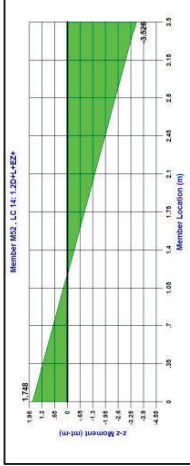
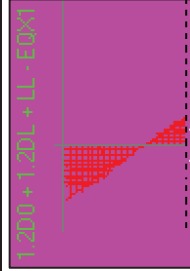
CUADRO 6.1 CONTINUACIÓN –

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE	
MOMENTOS – VIGA PORTICO4 ENTRE EJES(C-D) 5° PISO					
Mizq=4,37 Mcen=3,06 Mder= 2,10 [T-m]	<p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + 1.6L</p>	<p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + 1.6L</p>	<p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + 1.6L</p>	Mizq=5,46 Mcen=2,92 Mder= 2,30 [T-m]	FUENTE: ETABS 2015
Mizq=4,98 Mcen=2,79 Mder= 0,72 [T-m]	<p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + L - EX</p>	<p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + L + Ez</p>	<p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + L - Ex</p>	Mizq=6,50 Mcen=2,73 Mder= 0,42 [T-m]	FUENTE: ETABS 2015

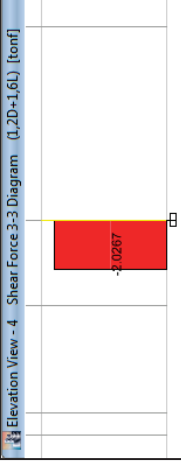
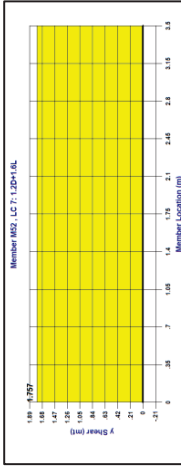
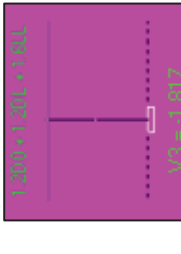
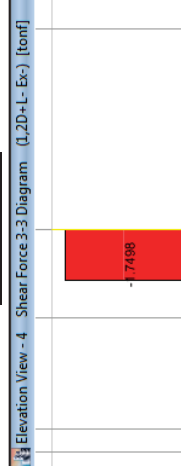
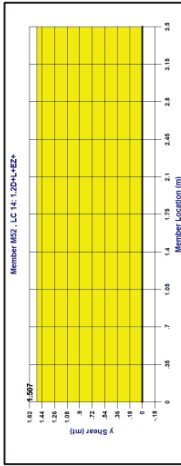
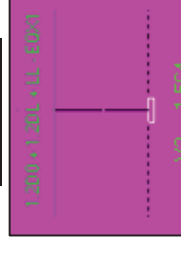
CUADRO 6.1 CONTINUACIÓN –

ETABS 2015	RISA 3D	RCBE
CORTANTE – VIGA PORTICOA ENTRE EJES(C-D) 5° PISO		
<p>Vizq=4,49 Vder= 3,46 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Vizq=5,03 Vder= 3,78 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Vizq=4,67 Vder= 3,43 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>
<p>Vizq=4,39 Vder= 2,60 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + L - Ex</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Vizq=4,87 Vder=2,89 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + L + Ez</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Vizq=4,73 Vder= 2,42 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + L - Ex</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>

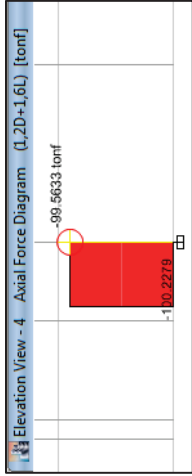
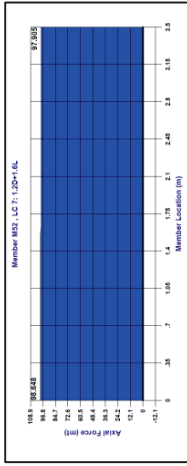
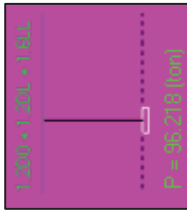
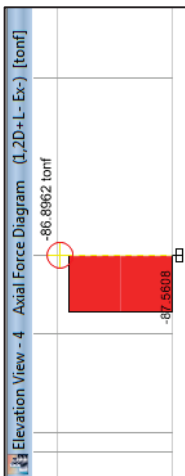
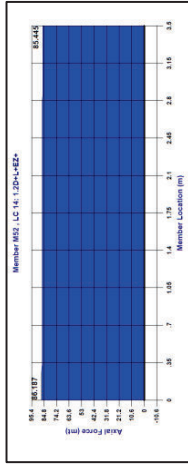
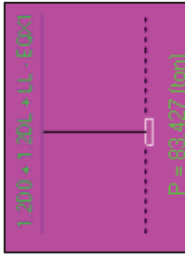
CUADRO 6.1 CONTINUACIÓN –

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE	
MOMENTO – COLUMNA PORTICO 4 (EJE E) SUBSUELO					
<p>Minf=2,32 Msup= 4,02 [T-m]</p> <p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + 1.6L</u></p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Minf=2,03 Msup= 4,12 [T-m]</p> <p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + 1.6L</u></p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Minf=2,08 Msup= 4,28 [T-m]</p> <p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + 1.6L</u></p>  <p>FUENTE: RCBE</p>			
<p>Minf=2,02 Msup= 3,46 [T-m]</p> <p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + L – EX</u></p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Minf=1,75 Msup= 3,53 [T-m]</p> <p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + L + Ez</u></p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Minf=1,81 Msup= 3,66 [T-m]</p> <p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + L - Ex</u></p>  <p>FUENTE: RCBE</p>			

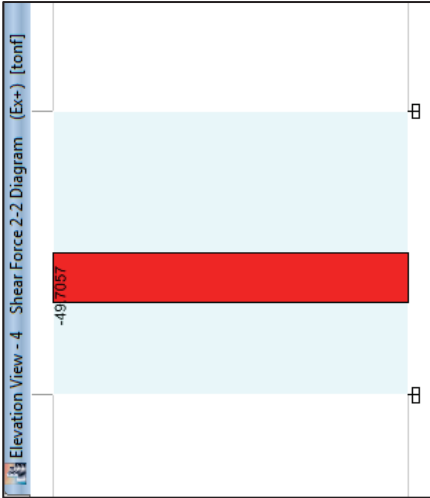

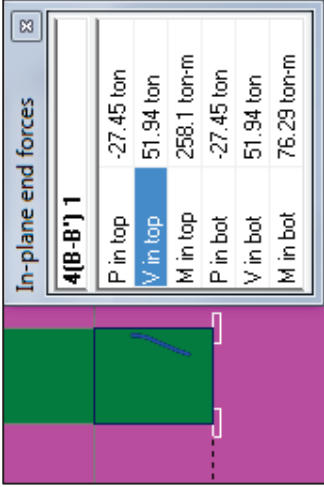
CUADRO 6.1 CONTINUACIÓN –

ETABS 2015	RISA 3D	RCBE
CORTANTE – COLUMNA PORTICO4 (EJE E) SUBSUELO		
<p>V= 2,03 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + 1.6L</p>  <p>Elevation View - 4 Shear Force-3 Diagram (1.2D+1.6L) [tonf]</p> <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>V= 1,76 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + 1.6L</p>  <p>Member MS2, LC 7: 1.2D+1.6L</p> <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>V= 1,82 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + 1.6L</p>  <p>1.2D + 1.6L + 1.6LL</p> <p>FUENTE: RCBE</p>
<p>V= 1,75 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + L – Ex</p>  <p>Elevation View - 4 Shear Force-3 Diagram (1.2D+L-Ex) [tonf]</p> <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>V= 1,51 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + L + Ez</p>  <p>Member MS2, LC 14: 1.2D+L+Ez</p> <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>V= 1,56 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + L - Ex</p>  <p>1.2D + L - Ex + 1.6LL</p> <p>FUENTE: RCBE</p>

CUADRO 6.1 CONTINUACIÓN –

ETABS 2015	RISA 3D	RCBE
AXIAL – COLUMNA PORTICO4 (EJE E) SUBSUELO		
<p>Ainf= 100,23 Asup= 99,56 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Ainf= 98,65 Asup= 97,91 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Ainf=96,22 Asup= 99,22 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>
<p>Ainf= 87,56 Asup= 86,89 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION</u> 1.2D + L – Ex</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Ainf= 86,19 Asup= 85,45 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION</u> 1.2D + L + Ez</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Ainf= 83,43 Asup= 83,43 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION</u> 1.2D + L - Ex</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>

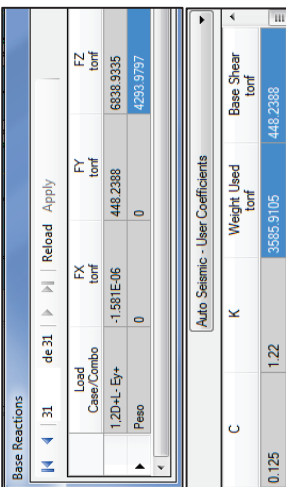
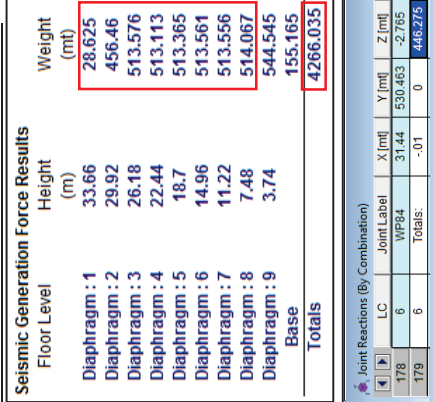
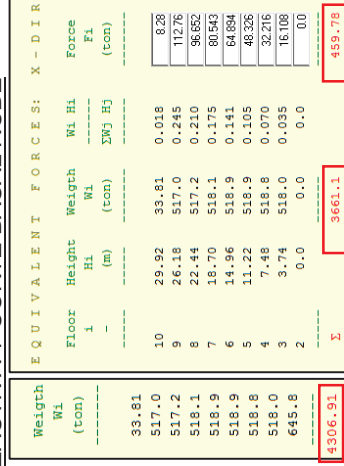
CUADRO 6.1 CONTINUACIÓN –

ETABS 2015	RISA 3D	RCBE
<p>Cortante= 49,71 [T]</p> <p>FUERZAS ACTUANTES EN EL DIAFRAGMA SISMO Ex</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Cortante= 43,43 [T]</p> <p>FUERZAS ACTUANTES EN EL DIAFRAGMA SISMO Ez</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Cortante= 51,94 [T]</p> <p>FUERZAS ACTUANTES EN EL DIAFRAGMA SISMO Ex</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

6.2 RESULTADOS EDIFICIO UNACH

CUADRO 6.11 COMPARACIÓN DE RESULTADOS EDIFICIO UNACH

ETABS 2015	RISA 3D	RCBE
<p>Peso de la Estructura = 4293,98 T Carga Reactiva = 3585,91 T Corte Basal = 448,24 T</p> <p>ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE: PESO DE LA ESTRUCTURA, CARGA REACTIVA Y CORTE BASAL ETABS 2015</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Peso de la Estructura = 4266,04 T Carga Reactiva = 3566,32 T Corte Basal = 446,28 T</p> <p>ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE: PESO DE LA ESTRUCTURA, CARGA REACTIVA Y CORTE BASAL RISA 3D</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Peso de la Estructura = 4306,91 T Carga Reactiva = 3661,10 T Corte Basal = 459,78 T</p> <p>ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE: PESO DE LA ESTRUCTURA, CARGA REACTIVA Y CORTE BASAL RCBE</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>

CUADRO 6.11 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

Planta	Fi [T]	Vi [T]
Octava Planta	8.24	8.24
Séptima Planta	102.35	110.59
Sexta Planta	105.11	215.70
Quinta Planta	84.07	299.77
Cuarta Planta	64.04	363.81
Tercera Planta	45.10	408.91
Segunda Planta	27.51	436.42
Primera Planta	11.82	448.23

FUENTE: ETABS 2015

Periodo Modo 1 = 1,35
 Periodo Modo 2 = 1,09
 Periodo Modo 3 = 0,844

ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE PERIODOS MODALES

Mode	FX	FY	FZ
1	1.35	0.08	0
2	1.09	0.927	0
3	0.844	0	1
4	0.398	0.103	0
5	0.329	0.058	0
6	0.207	0.077	0
7	0.255	0.340	0
8	0.246	0.111	0

FUENTE: ETABS 2015

RISA 3D

CUADRO 6.13 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL

Planta	Fi [T]	Vi [T]
Octava Planta	8.11	8.11
Séptima Planta	109.83	117.94
Sexta Planta	102.32	220.26
Quinta Planta	81.77	302.03
Cuarta Planta	62.25	364.28
Tercera Planta	43.78	408.06
Segunda Planta	26.65	434.71
Primera Planta	11.42	446.13

FUENTE: ETABS 2015

Periodo Modo 1 = 1,173
 Periodo Modo 2 = 0,879
 Periodo Modo 3 = 0,286

ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE PERIODOS MODALES

Mode	Freq.	SX Partic.	SY Partic.	SZ Partic.
1	1.173	0.07	0.05	0.07
2	0.879	0.34	0.691	0.05
3	0.286	0.58311	0.03	0.03
4	0.286	0.0504	0.07	0.169
5	0.286	0.02	0.02	0.02
6	0.286	0.035	0.035	0.035
7	0.286	0.052	0.052	0.052
8	0.286	0.0284	0.0284	0.0284
9	0.286	0.0284	0.0284	0.0284
10	0.286	0.0284	0.0284	0.0284
11	0.286	0.0284	0.0284	0.0284
12	0.286	0.0284	0.0284	0.0284
13	0.286	0.0284	0.0284	0.0284
14	0.286	0.0284	0.0284	0.0284
15	0.286	0.0284	0.0284	0.0284
16	0.286	0.0284	0.0284	0.0284
17	0.286	0.0284	0.0284	0.0284
18	0.286	0.0284	0.0284	0.0284
19	0.286	0.0284	0.0284	0.0284
20	0.286	0.0284	0.0284	0.0284

FUENTE: RISA 3D

RCBE

CUADRO 6.14 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL

Planta	Fi [T]	Vi [T]
Octava Planta	8.28	8.28
Séptima Planta	112.76	121.04
Sexta Planta	96.65	217.69
Quinta Planta	80.54	298.24
Cuarta Planta	64.89	363.13
Tercera Planta	48.33	411.46
Segunda Planta	32.22	443.67
Primera Planta	16.11	459.78

FUENTE: ETABS 2015

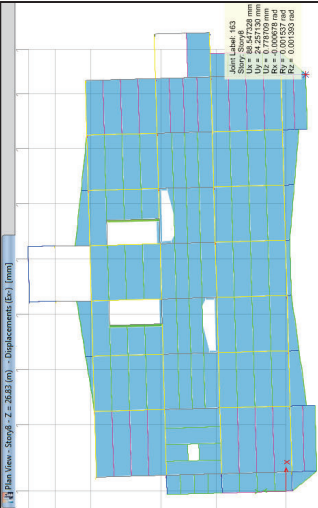
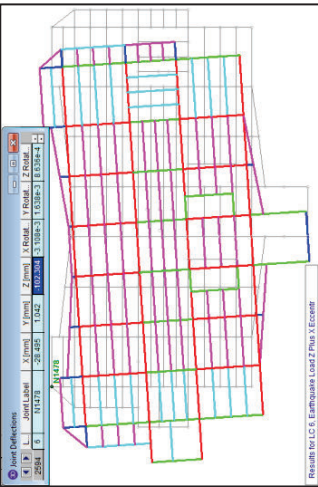
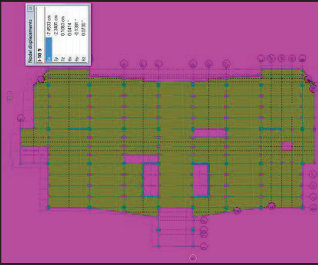
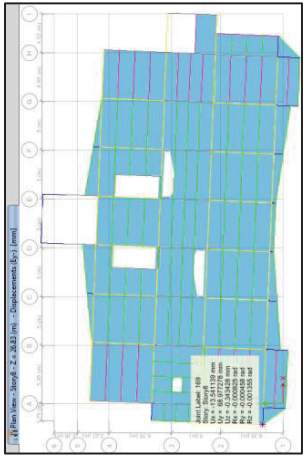
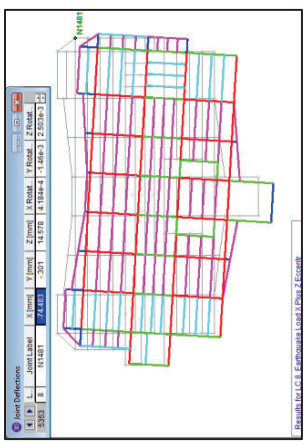
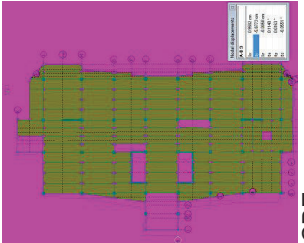
Periodo Modo 1 = 1,124
 Periodo Modo 2 = 0,861
 Periodo Modo 3 = 0,815

ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE PERIODOS MODALES

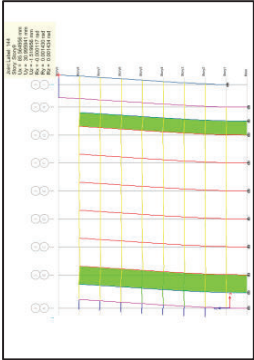
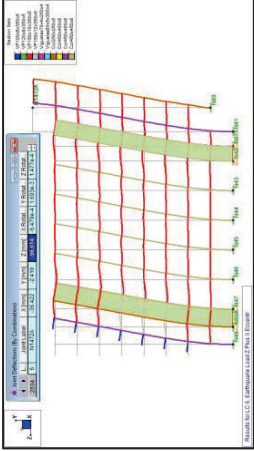
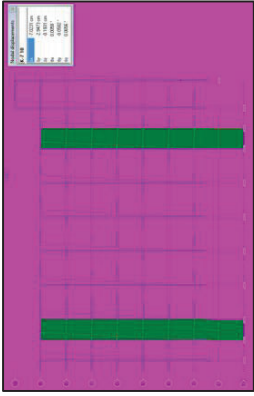
Mode	Frequency Hz	Period sec	ParticipX	ParticipY	ParticipZ	GenMassX	GenMassY	GenMassZ	RefFX ton	RefFY ton	RefFZ ton
1	0.89	1.1240	-0.54	-0.03	0.39	0.16	2677.47	11.17	1888.93	1888.93	11.17
2	1.23	0.8150	0.22	0.74	0.48	1.81	97.33	296.16	97.33	296.16	97.33

FUENTE: RCBE

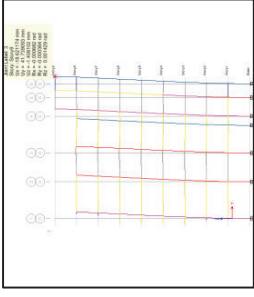
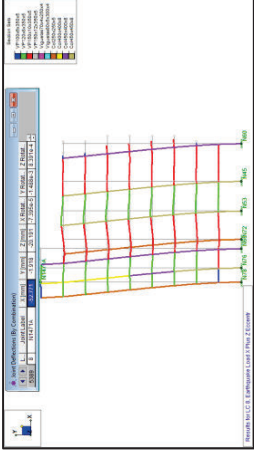
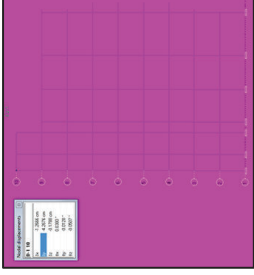
CUADRO 6.11 CONTINUACIÓN –

<p>ETABS 2015</p>	<p>RISA 3D</p>	<p>RCBE</p>
<p>Desplazamiento Max. dirección X = 88,55mm</p> <p>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN X – SISMO EN X"</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Desplazamiento Max. dirección Z = 102,3mm</p> <p>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN Z – SISMO EN Z"</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Desplazamiento Max. dirección X = 74,53mm</p> <p>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN X – SISMO EN X"</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>
<p>Desplazamiento Max. dirección Y = 68,98mm</p> <p>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN Y – SISMO EN Y"</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Desplazamiento Max. dirección X = 74,48mm</p> <p>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN X – SISMO EN X"</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Desplazamiento Max. dirección Y = 56,77mm</p> <p>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN Y – SISMO Y"</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>

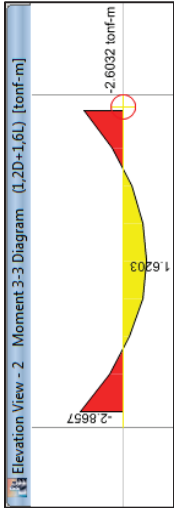
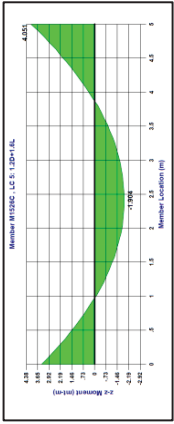
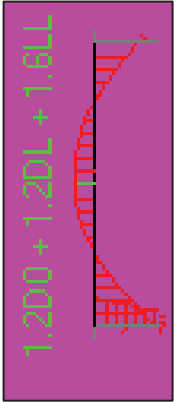
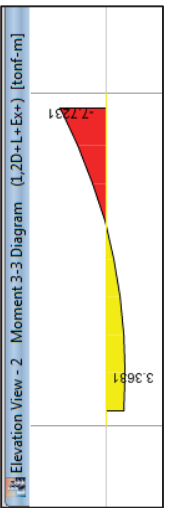
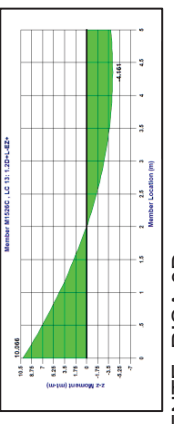
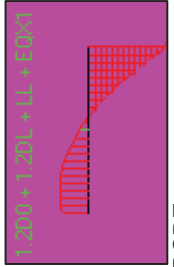
CUADRO 6.11 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE																																																																																																													
<p>DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO 2 "DIRECCIÓN X - SISMO EN X"</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>		<p>DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO 2 "DIRECCIÓN Z - SISMO EN Z"</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>		<p>DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO 2 "DIRECCIÓN X - SISMO EN X"</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>																																																																																																													
<p>CUADRO 6.15 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento X [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Octava Planta</td> <td>85.565</td> <td>0.0024</td> <td>0.0126</td> </tr> <tr> <td>Séptima Planta</td> <td>76.570</td> <td>0.0031</td> <td>0.0165</td> </tr> <tr> <td>Sexta Planta</td> <td>64.801</td> <td>0.0033</td> <td>0.0172</td> </tr> <tr> <td>Quinta Planta</td> <td>52.538</td> <td>0.0033</td> <td>0.0175</td> </tr> <tr> <td>Cuarta Planta</td> <td>40.079</td> <td>0.0033</td> <td>0.0171</td> </tr> <tr> <td>Tercera Planta</td> <td>27.909</td> <td>0.0030</td> <td>0.0157</td> </tr> <tr> <td>Segunda Planta</td> <td>16.759</td> <td>0.0025</td> <td>0.0130</td> </tr> <tr> <td>Primera Planta</td> <td>7.496</td> <td>0.0020</td> <td>0.0105</td> </tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: ETABS 2015</p>		Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM	Octava Planta	85.565	0.0024	0.0126	Séptima Planta	76.570	0.0031	0.0165	Sexta Planta	64.801	0.0033	0.0172	Quinta Planta	52.538	0.0033	0.0175	Cuarta Planta	40.079	0.0033	0.0171	Tercera Planta	27.909	0.0030	0.0157	Segunda Planta	16.759	0.0025	0.0130	Primera Planta	7.496	0.0020	0.0105	<p>CUADRO 6.16 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Z</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento Z [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Octava Planta</td> <td>96.614</td> <td>0.0022</td> <td>0.0118</td> </tr> <tr> <td>Séptima Planta</td> <td>88.223</td> <td>0.0034</td> <td>0.0179</td> </tr> <tr> <td>Sexta Planta</td> <td>75.459</td> <td>0.0036</td> <td>0.0189</td> </tr> <tr> <td>Quinta Planta</td> <td>61.971</td> <td>0.0037</td> <td>0.0195</td> </tr> <tr> <td>Cuarta Planta</td> <td>48.090</td> <td>0.0037</td> <td>0.0193</td> </tr> <tr> <td>Tercera Planta</td> <td>34.332</td> <td>0.0034</td> <td>0.0180</td> </tr> <tr> <td>Segunda Planta</td> <td>21.489</td> <td>0.0029</td> <td>0.0154</td> </tr> <tr> <td>Primera Planta</td> <td>10.506</td> <td>0.0028</td> <td>0.0147</td> </tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: RISA 3D</p>		Piso	Desplazamiento Z [mm]	ΔE	ΔM	Octava Planta	96.614	0.0022	0.0118	Séptima Planta	88.223	0.0034	0.0179	Sexta Planta	75.459	0.0036	0.0189	Quinta Planta	61.971	0.0037	0.0195	Cuarta Planta	48.090	0.0037	0.0193	Tercera Planta	34.332	0.0034	0.0180	Segunda Planta	21.489	0.0029	0.0154	Primera Planta	10.506	0.0028	0.0147	<p>CUADRO 6.17 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento X [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Octava Planta</td> <td>70.231</td> <td>0.0018</td> <td>0.0093</td> </tr> <tr> <td>Séptima Planta</td> <td>63.579</td> <td>0.0026</td> <td>0.0135</td> </tr> <tr> <td>Sexta Planta</td> <td>53.970</td> <td>0.0027</td> <td>0.0142</td> </tr> <tr> <td>Quinta Planta</td> <td>43.826</td> <td>0.0028</td> <td>0.0146</td> </tr> <tr> <td>Cuarta Planta</td> <td>33.391</td> <td>0.0028</td> <td>0.0145</td> </tr> <tr> <td>Tercera Planta</td> <td>23.065</td> <td>0.0026</td> <td>0.0134</td> </tr> <tr> <td>Segunda Planta</td> <td>13.495</td> <td>0.0021</td> <td>0.0112</td> </tr> <tr> <td>Primera Planta</td> <td>5.511</td> <td>0.0015</td> <td>0.0077</td> </tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: RCBE</p>		Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM	Octava Planta	70.231	0.0018	0.0093	Séptima Planta	63.579	0.0026	0.0135	Sexta Planta	53.970	0.0027	0.0142	Quinta Planta	43.826	0.0028	0.0146	Cuarta Planta	33.391	0.0028	0.0145	Tercera Planta	23.065	0.0026	0.0134	Segunda Planta	13.495	0.0021	0.0112	Primera Planta	5.511	0.0015	0.0077
Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM																																																																																																														
Octava Planta	85.565	0.0024	0.0126																																																																																																														
Séptima Planta	76.570	0.0031	0.0165																																																																																																														
Sexta Planta	64.801	0.0033	0.0172																																																																																																														
Quinta Planta	52.538	0.0033	0.0175																																																																																																														
Cuarta Planta	40.079	0.0033	0.0171																																																																																																														
Tercera Planta	27.909	0.0030	0.0157																																																																																																														
Segunda Planta	16.759	0.0025	0.0130																																																																																																														
Primera Planta	7.496	0.0020	0.0105																																																																																																														
Piso	Desplazamiento Z [mm]	ΔE	ΔM																																																																																																														
Octava Planta	96.614	0.0022	0.0118																																																																																																														
Séptima Planta	88.223	0.0034	0.0179																																																																																																														
Sexta Planta	75.459	0.0036	0.0189																																																																																																														
Quinta Planta	61.971	0.0037	0.0195																																																																																																														
Cuarta Planta	48.090	0.0037	0.0193																																																																																																														
Tercera Planta	34.332	0.0034	0.0180																																																																																																														
Segunda Planta	21.489	0.0029	0.0154																																																																																																														
Primera Planta	10.506	0.0028	0.0147																																																																																																														
Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM																																																																																																														
Octava Planta	70.231	0.0018	0.0093																																																																																																														
Séptima Planta	63.579	0.0026	0.0135																																																																																																														
Sexta Planta	53.970	0.0027	0.0142																																																																																																														
Quinta Planta	43.826	0.0028	0.0146																																																																																																														
Cuarta Planta	33.391	0.0028	0.0145																																																																																																														
Tercera Planta	23.065	0.0026	0.0134																																																																																																														
Segunda Planta	13.495	0.0021	0.0112																																																																																																														
Primera Planta	5.511	0.0015	0.0077																																																																																																														
<p>NOTA: Cálculos de los cuadros (6.15, 6.16 y 6.17) realizados según lo especificado en la sección 2.3.3.9.</p>																																																																																																																	

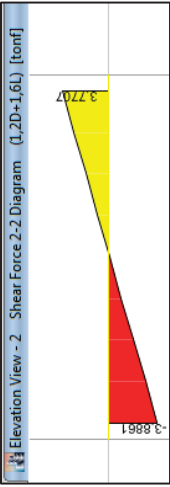
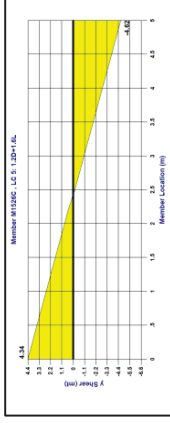
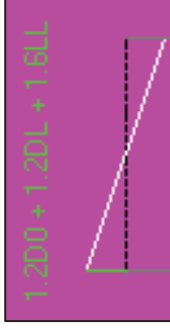

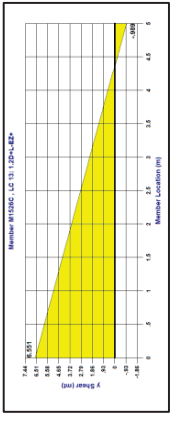
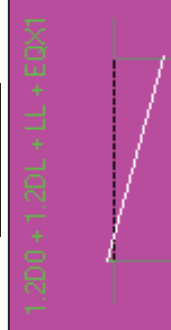
CUADRO 6.11 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE																																																																																																													
<p>DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO D "DIRECCIÓN Y - SISMO EN Y"</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>		<p>DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO D "DIRECCIÓN X - SISMO EN X"</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>		<p>DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO D "DIRECCIÓN Y - SISMO EN Y"</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>																																																																																																													
<p>CUADRO 6.18 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Y</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento Y [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Octava Planta</td> <td>41.739</td> <td>0.0009</td> <td>0.0048</td> </tr> <tr> <td>Séptima Planta</td> <td>38.334</td> <td>0.0016</td> <td>0.0082</td> </tr> <tr> <td>Sexta Planta</td> <td>32.521</td> <td>0.0016</td> <td>0.0086</td> </tr> <tr> <td>Quinta Planta</td> <td>26.386</td> <td>0.0016</td> <td>0.0085</td> </tr> <tr> <td>Cuarta Planta</td> <td>20.296</td> <td>0.0016</td> <td>0.0082</td> </tr> <tr> <td>Tercera Planta</td> <td>14.440</td> <td>0.0014</td> <td>0.0075</td> </tr> <tr> <td>Segunda Planta</td> <td>9.118</td> <td>0.0012</td> <td>0.0063</td> </tr> <tr> <td>Primera Planta</td> <td>4.608</td> <td>0.0012</td> <td>0.0065</td> </tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: ETABS 2015</p>		Piso	Desplazamiento Y [mm]	ΔE	ΔM	Octava Planta	41.739	0.0009	0.0048	Séptima Planta	38.334	0.0016	0.0082	Sexta Planta	32.521	0.0016	0.0086	Quinta Planta	26.386	0.0016	0.0085	Cuarta Planta	20.296	0.0016	0.0082	Tercera Planta	14.440	0.0014	0.0075	Segunda Planta	9.118	0.0012	0.0063	Primera Planta	4.608	0.0012	0.0065	<p>CUADRO 6.19 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento X [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Octava Planta</td> <td>52.771</td> <td>0.0011</td> <td>0.0058</td> </tr> <tr> <td>Séptima Planta</td> <td>48.638</td> <td>0.0020</td> <td>0.0103</td> </tr> <tr> <td>Sexta Planta</td> <td>41.320</td> <td>0.0020</td> <td>0.0107</td> </tr> <tr> <td>Quinta Planta</td> <td>33.717</td> <td>0.0020</td> <td>0.0107</td> </tr> <tr> <td>Cuarta Planta</td> <td>26.073</td> <td>0.0020</td> <td>0.0104</td> </tr> <tr> <td>Tercera Planta</td> <td>18.671</td> <td>0.0018</td> <td>0.0095</td> </tr> <tr> <td>Segunda Planta</td> <td>11.886</td> <td>0.0015</td> <td>0.0081</td> </tr> <tr> <td>Primera Planta</td> <td>6.109</td> <td>0.0016</td> <td>0.0086</td> </tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: RISA 3D</p>		Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM	Octava Planta	52.771	0.0011	0.0058	Séptima Planta	48.638	0.0020	0.0103	Sexta Planta	41.320	0.0020	0.0107	Quinta Planta	33.717	0.0020	0.0107	Cuarta Planta	26.073	0.0020	0.0104	Tercera Planta	18.671	0.0018	0.0095	Segunda Planta	11.886	0.0015	0.0081	Primera Planta	6.109	0.0016	0.0086	<p>CUADRO 6.20 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Y</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento Y [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Octava Planta</td> <td>42.676</td> <td>0.0008</td> <td>0.0044</td> </tr> <tr> <td>Séptima Planta</td> <td>39.515</td> <td>0.0015</td> <td>0.0081</td> </tr> <tr> <td>Sexta Planta</td> <td>33.734</td> <td>0.0017</td> <td>0.0090</td> </tr> <tr> <td>Quinta Planta</td> <td>27.338</td> <td>0.0017</td> <td>0.0090</td> </tr> <tr> <td>Cuarta Planta</td> <td>20.891</td> <td>0.0017</td> <td>0.0087</td> </tr> <tr> <td>Tercera Planta</td> <td>14.690</td> <td>0.0015</td> <td>0.0081</td> </tr> <tr> <td>Segunda Planta</td> <td>8.928</td> <td>0.0013</td> <td>0.0069</td> </tr> <tr> <td>Primera Planta</td> <td>4.037</td> <td>0.0011</td> <td>0.0057</td> </tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: RCBE</p>		Piso	Desplazamiento Y [mm]	ΔE	ΔM	Octava Planta	42.676	0.0008	0.0044	Séptima Planta	39.515	0.0015	0.0081	Sexta Planta	33.734	0.0017	0.0090	Quinta Planta	27.338	0.0017	0.0090	Cuarta Planta	20.891	0.0017	0.0087	Tercera Planta	14.690	0.0015	0.0081	Segunda Planta	8.928	0.0013	0.0069	Primera Planta	4.037	0.0011	0.0057
Piso	Desplazamiento Y [mm]	ΔE	ΔM																																																																																																														
Octava Planta	41.739	0.0009	0.0048																																																																																																														
Séptima Planta	38.334	0.0016	0.0082																																																																																																														
Sexta Planta	32.521	0.0016	0.0086																																																																																																														
Quinta Planta	26.386	0.0016	0.0085																																																																																																														
Cuarta Planta	20.296	0.0016	0.0082																																																																																																														
Tercera Planta	14.440	0.0014	0.0075																																																																																																														
Segunda Planta	9.118	0.0012	0.0063																																																																																																														
Primera Planta	4.608	0.0012	0.0065																																																																																																														
Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM																																																																																																														
Octava Planta	52.771	0.0011	0.0058																																																																																																														
Séptima Planta	48.638	0.0020	0.0103																																																																																																														
Sexta Planta	41.320	0.0020	0.0107																																																																																																														
Quinta Planta	33.717	0.0020	0.0107																																																																																																														
Cuarta Planta	26.073	0.0020	0.0104																																																																																																														
Tercera Planta	18.671	0.0018	0.0095																																																																																																														
Segunda Planta	11.886	0.0015	0.0081																																																																																																														
Primera Planta	6.109	0.0016	0.0086																																																																																																														
Piso	Desplazamiento Y [mm]	ΔE	ΔM																																																																																																														
Octava Planta	42.676	0.0008	0.0044																																																																																																														
Séptima Planta	39.515	0.0015	0.0081																																																																																																														
Sexta Planta	33.734	0.0017	0.0090																																																																																																														
Quinta Planta	27.338	0.0017	0.0090																																																																																																														
Cuarta Planta	20.891	0.0017	0.0087																																																																																																														
Tercera Planta	14.690	0.0015	0.0081																																																																																																														
Segunda Planta	8.928	0.0013	0.0069																																																																																																														
Primera Planta	4.037	0.0011	0.0057																																																																																																														
<p>NOTA: Cálculos de los cuadros (6.18, 6.19 y 6.20) realizados según lo especificado en la sección 2.3.3.9.</p>																																																																																																																	

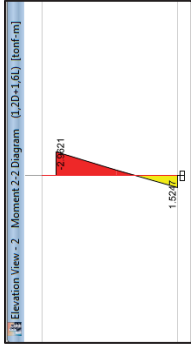
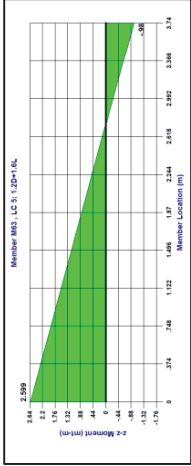
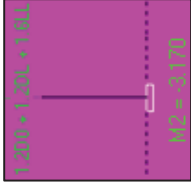
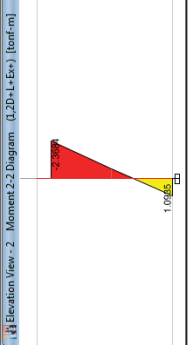
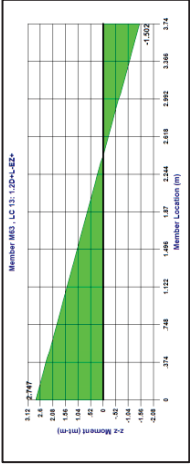
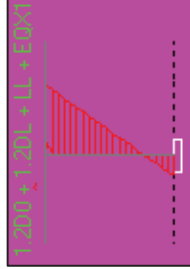
CUADRO 6.11 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE	
MOMENTOS – VIGA PORTICO2 ENTRE EJES(D - E) 7° PISO					
Mizq=2,87 Mcen=1,62 Mder= 2,60 [T-m]		Mizq=4,05 Mcen=1,90 Mder= 3,35 [T-m]		Mizq=4,08 Mcen=1,42 Mder=3,17 [T-m]	
<p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + 1.6L</u></p> <p>FUENTE: ETABS 2015</p>		<p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + 1.6L</u></p> <p>FUENTE: RISA 3D</p>		<p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + 1.6L</u></p> <p>FUENTE: RCBE</p>	
Mizq=3,37 Mcen=1,37 Mder= 7,72 [T-m]		Mizq=4,16 Mcen=1,60 Mder= 10,05 [T-m]		Mizq=3,36 Mcen=1,20 Mder= 9,47 [T-m]	
<p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + L + EX</u></p> <p>FUENTE: ETABS 2015</p>		<p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + L - EZ</u></p> <p>FUENTE: RISA 3D</p>		<p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + L + EX</u></p> <p>FUENTE: RCBE</p>	

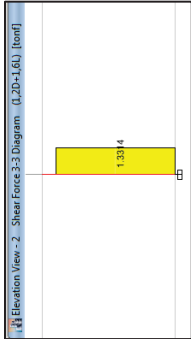
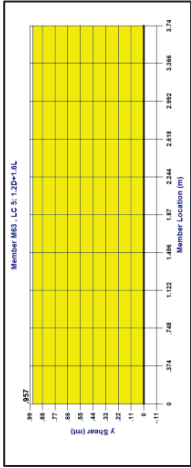
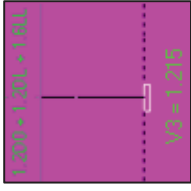
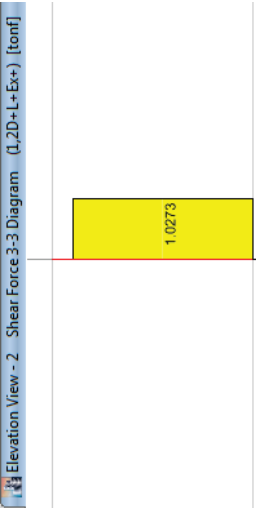
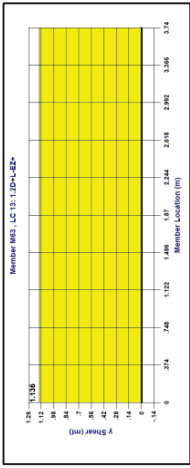
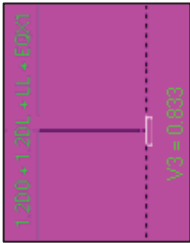
**CUADRO 6.11 CONTINUACIÓN –
ETABS 2015**

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE	
CORTANTE – VIGA PORTICO2 ENTRE EJES(D - E) 7º PISO					
<p>Vizq=3,89 Vder= 3,77 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Vizq=4,62 Vder= 4,34 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Vizq=4,22 Vder= 3,86 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>	<p>Vizq=0,85 Vder= 5,61 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + L + Ex</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Vizq=0,98 Vder=6,55 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + L - Ez</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Vizq=0,84 Vder= 5,97 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + L + Ex</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>

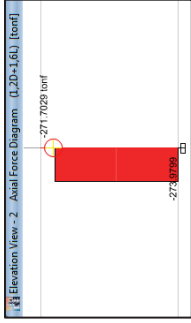
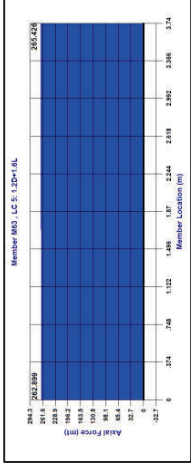
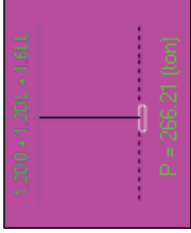
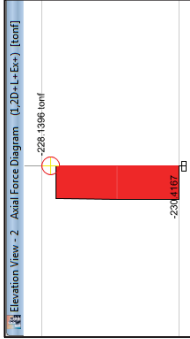
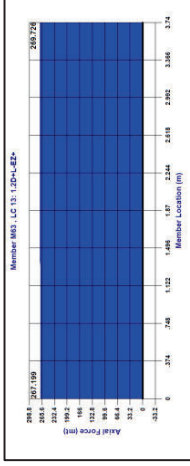
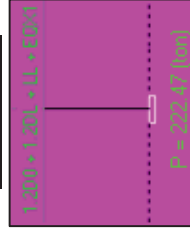
CUADRO 6.11 CONTINUACIÓN –

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE	
MOMENTO – COLUMNA PORTICO2 (EJE E) SUBSUELO					
<p>Minf=1,52 Msup= 2,96 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Minf=0,98 Msup= 2,56 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Minf=1,37 Msup= 3,17 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>			
<p>Minf=1,09 Msup= 2,37 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + L + EX</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Minf=1,50 Msup= 2,75 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + L - Ez</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Minf=0,91 Msup= 2,20 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + L + Ex</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>			

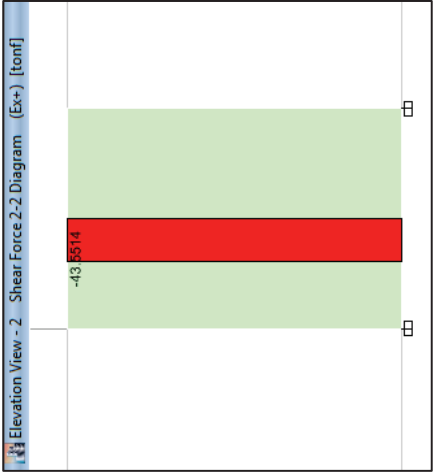

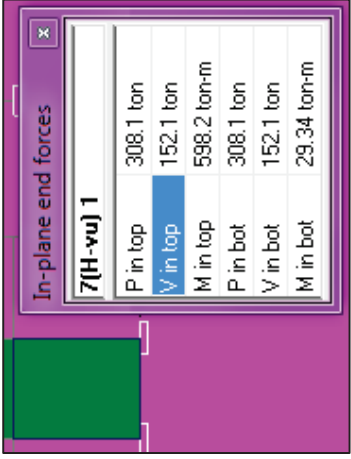
CUADRO 6.11 CONTINUACIÓN –

ETABS 2015	RISA 3D	RCBE
CORTANTE – COLUMNA PORTICO2 (EJE E) SUBSUELO		
<p>V= 1,33 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>V= 0,96 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>V= 1,22 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>
<p>V= 1,03 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + L + Ex</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>V= 1,13 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + L - Ez</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>V= 0,83 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + L + Ex</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>

CUADRO 6.11 CONTINUACIÓN –

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE	
AXIAL – COLUMNA PORTICO2 (EJE E) SUBSUELO					
<p>Ainf= 273,98 Asup= 271,70 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Ainf= 265,43 Asup= 262,90 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Ainf=266,21 Asup= 266,21 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>			
<p>Ainf= 230,42 Asup= 228,14 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION</u> 1.2D + L + Ex</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Ainf= 269,73 Asup= 267,20 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION</u> 1.2D + L - Ez</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Ainf= 222,47 Asup= 226,47 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION</u> 1.2D + L + Ex</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>			

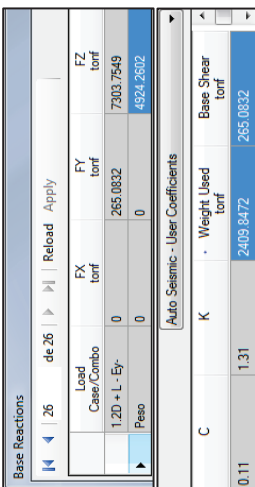
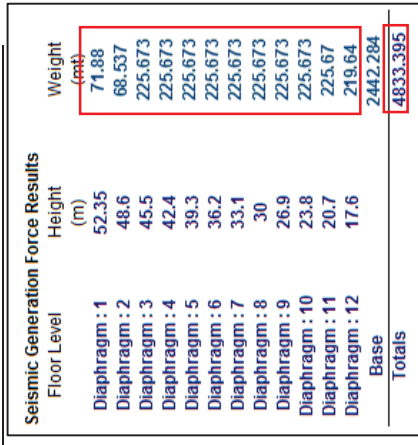
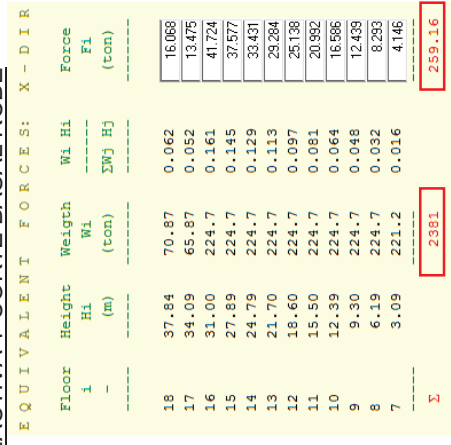
CUADRO 6.11 CONTINUACIÓN –

ETABS 2015	RISA 3D	RCBE
<p style="text-align: center;">Cortante= 43,55 [T]</p> <p style="text-align: center;"><u>FUERZAS ACTUANTES EN EL DIAFRAGMA SISMO Ex</u></p>  <p style="text-align: right;">FUENTE: ETABS 2015</p>	<p style="text-align: center;">Cortante= 43,06 [T]</p> <p style="text-align: center;"><u>FUERZAS ACTUANTES EN EL DIAFRAGMA SISMO Ez</u></p>  <p style="text-align: right;">FUENTE: RISA 3D</p>	<p style="text-align: center;">Cortante= 51,94 [T]</p> <p style="text-align: center;"><u>FUERZAS ACTUANTES EN EL DIAFRAGMA SISMO Ex</u></p>  <p style="text-align: right;">FUENTE: RCBE</p>

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

6.3 RESULTADOS EDIFICIO PLUS 1

CUADRO 6.21 COMPARACIÓN DE RESULTADOS EDIFICIO PLUS 1

ETABS 2015	RISA 3D	RCBE
<p>Peso de la Estructura = 4924,26 T Carga Reactiva = 2409,85 T Corte Basal = 265,08 T</p> <p>ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE: PESO DE LA ESTRUCTURA, CARGA REACTIVA Y CORTE BASAL ETABS 2015</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Peso de la Estructura = 4833,39 T Carga Reactiva = 2391,11 T Corte Basal = 254,82 T</p> <p>ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE: PESO DE LA ESTRUCTURA, CARGA REACTIVA Y CORTE BASAL RISA 3D</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Peso de la Estructura = 4445,52 T Carga Reactiva = 2381,00 T Corte Basal = 259,16 T</p> <p>ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE: PESO DE LA ESTRUCTURA, CARGA REACTIVA Y CORTE BASAL RCBE</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>

CUADRO 6.21 CONINUACIÓN – ETABS 2015

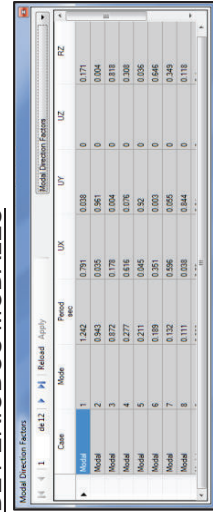
CUADRO 6.22 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL

Planta	Fi [T]	Vi [T]
12° Planta	13.38	13.38
11° Planta	17.62	31.00
10° Planta	46.86	77.86
9° Planta	42.50	120.37
8° Planta	36.43	156.79
7° Planta	30.58	187.37
6° Planta	24.99	212.36
5° Planta	19.68	232.04
4° Planta	14.69	246.74
3° Planta	10.08	256.81
2° Planta	5.93	262.74
1° Planta	2.34	265.08

FUENTE: ETABS 2015

Periodo Modo 1 = 1,242
 Periodo Modo 2 = 0,943
 Periodo Modo 3 = 0,872

ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE PERIODOS MODALES



FUENTE: ETABS 2015

RISA 3D

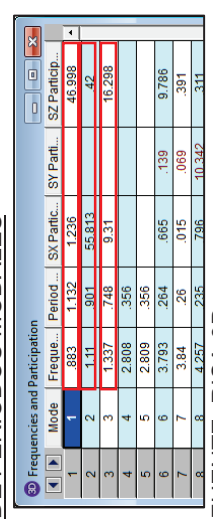
CUADRO 6.23 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL

Planta	Fi [T]	Vi [T]
12° Planta	18.82	18.82
11° Planta	15.65	34.47
10° Planta	45.51	79.98
9° Planta	39.66	119.64
8° Planta	34.00	153.63
7° Planta	28.55	182.19
6° Planta	23.34	205.53
5° Planta	18.39	223.92
4° Planta	13.74	237.66
3° Planta	9.43	247.10
2° Planta	5.55	252.65
1° Planta	2.18	254.84

FUENTE: ETABS 2015

Periodo Modo 1 = 1,132
 Periodo Modo 2 = 0,901
 Periodo Modo 3 = 0,748

ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE PERIODOS MODALES



FUENTE: RISA 3D

RCBE

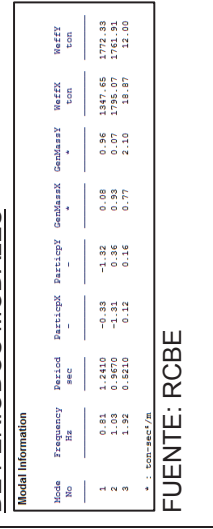
CUADRO 6.24 FUERZAS LATERALES Y CORTE BASAL

Planta	Fi [T]	Vi [T]
12° Planta	16.07	16.07
11° Planta	13.48	29.55
10° Planta	41.72	71.27
9° Planta	37.58	108.85
8° Planta	33.43	142.28
7° Planta	29.28	171.56
6° Planta	25.14	196.70
5° Planta	20.99	217.69
4° Planta	16.59	234.28
3° Planta	12.44	246.72
2° Planta	8.29	255.01
1° Planta	4.15	259.16

FUENTE: ETABS 2015

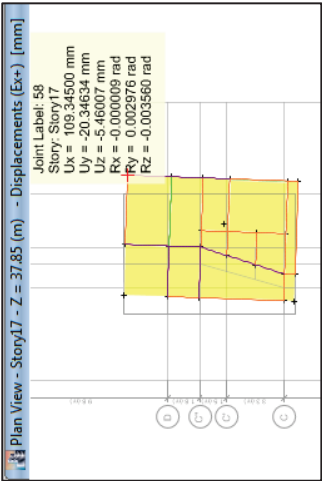
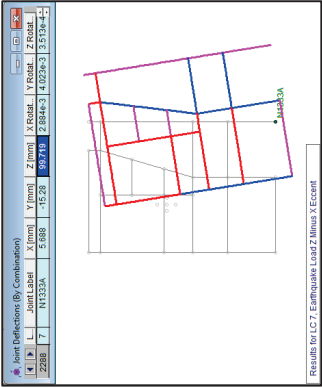
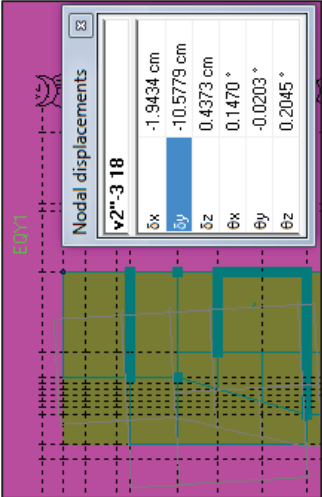
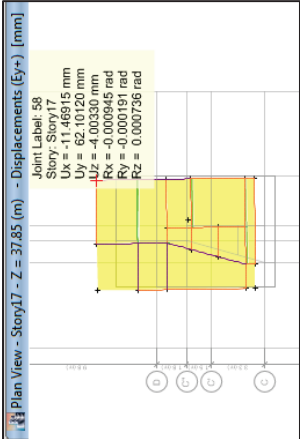
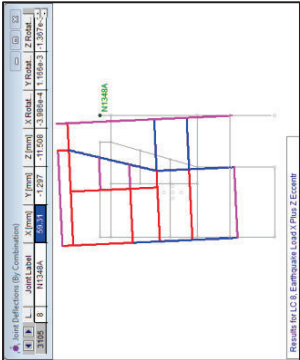
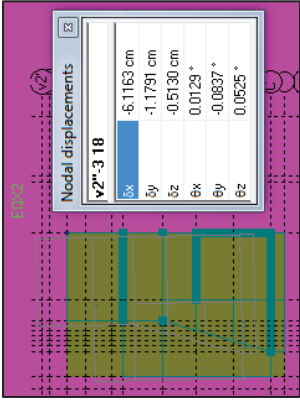
Periodo Modo 1 = 1,241
 Periodo Modo 2 = 0,967
 Periodo Modo 3 = 0,521

ARCHIVOS DE SALIDA CON RESULTADOS DE PERIODOS MODALES

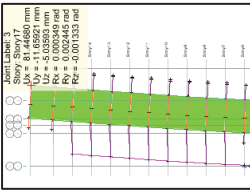
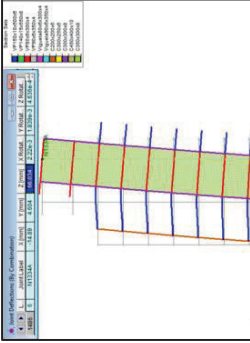
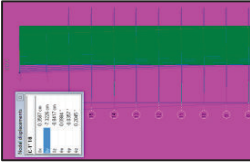


FUENTE: RCBE

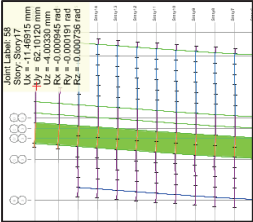
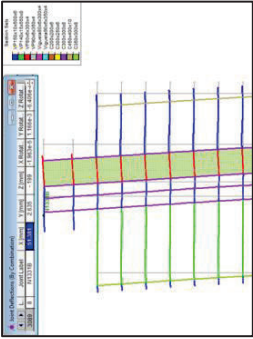
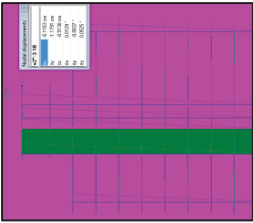
CUADRO 6.21 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

	RISA 3D	RCBE
<p>Desplazamiento Max. dirección X = 109,35mm</p> <p><u>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN X –SISMO EN X"</u></p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Desplazamiento Max. dirección Z =99,71mm</p> <p><u>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN Z – SISMO EN Z"</u></p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Desplazamiento Max. dirección Y = 105,78mm</p> <p><u>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN Y – SISMO EN Y"</u></p>  <p>FUENTE: RCBE</p>
<p>Desplazamiento Max. dirección Y = 62,10mm</p> <p><u>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN Y –SISMO EN Y"</u></p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Desplazamiento Max. dirección X = 59,31mm</p> <p><u>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN X – SISMO EN X"</u></p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Desplazamiento Max. dirección X = 61,16mm</p> <p><u>DESPLAZAMIENTO MAXIMO "DIRECCIÓN X – SISMO X"</u></p>  <p>FUENTE: RCBE</p>

CUADRO 6.21 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

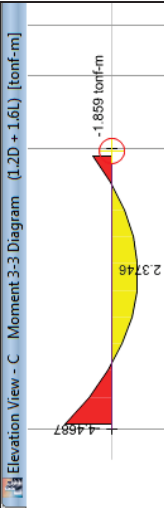
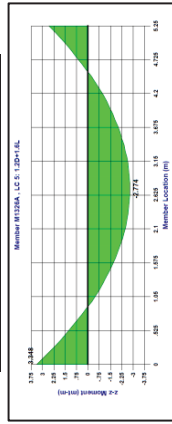
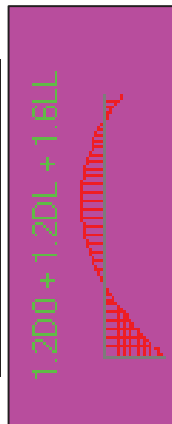
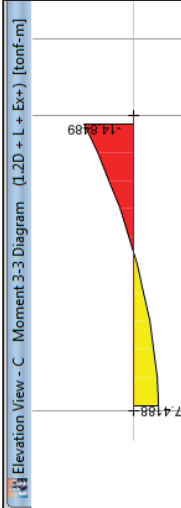
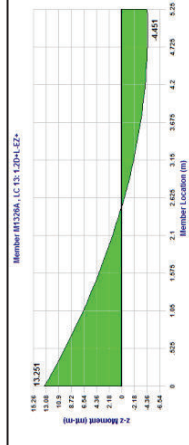

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE																																																																																																																																																													
<p>DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO C "DIRECCIÓN X - SISMO EN X"</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>		<p>DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO C "DIRECCIÓN Z - SISMO EN Z"</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>		<p>DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO C "DIRECCIÓN Y - SISMO EN Y"</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>																																																																																																																																																													
<p>CUADRO 6.25 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento X [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>12° Planta</td><td>81.447</td><td>0.0024</td><td>0.0128</td></tr> <tr><td>11° Planta</td><td>72.271</td><td>0.0024</td><td>0.0129</td></tr> <tr><td>10° Planta</td><td>64.683</td><td>0.0024</td><td>0.0129</td></tr> <tr><td>9° Planta</td><td>57.092</td><td>0.0024</td><td>0.0129</td></tr> <tr><td>8° Planta</td><td>49.497</td><td>0.0024</td><td>0.0128</td></tr> <tr><td>7° Planta</td><td>41.962</td><td>0.0027</td><td>0.0142</td></tr> <tr><td>6° Planta</td><td>33.580</td><td>0.0020</td><td>0.0103</td></tr> <tr><td>5° Planta</td><td>27.470</td><td>0.0022</td><td>0.0113</td></tr> <tr><td>4° Planta</td><td>20.780</td><td>0.0020</td><td>0.0103</td></tr> <tr><td>3° Planta</td><td>14.676</td><td>0.0017</td><td>0.0090</td></tr> <tr><td>2° Planta</td><td>9.347</td><td>0.0014</td><td>0.0074</td></tr> <tr><td>1° Planta</td><td>4.997</td><td>0.0010</td><td>0.0055</td></tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: ETABS 2015</p>		Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM	12° Planta	81.447	0.0024	0.0128	11° Planta	72.271	0.0024	0.0129	10° Planta	64.683	0.0024	0.0129	9° Planta	57.092	0.0024	0.0129	8° Planta	49.497	0.0024	0.0128	7° Planta	41.962	0.0027	0.0142	6° Planta	33.580	0.0020	0.0103	5° Planta	27.470	0.0022	0.0113	4° Planta	20.780	0.0020	0.0103	3° Planta	14.676	0.0017	0.0090	2° Planta	9.347	0.0014	0.0074	1° Planta	4.997	0.0010	0.0055	<p>CUADRO 6.26 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Z</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento Z [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>12° Planta</td><td>63.106</td><td>0.0021</td><td>0.0112</td></tr> <tr><td>11° Planta</td><td>55.116</td><td>0.0021</td><td>0.0112</td></tr> <tr><td>10° Planta</td><td>48.519</td><td>0.0021</td><td>0.0112</td></tr> <tr><td>9° Planta</td><td>41.920</td><td>0.0021</td><td>0.0111</td></tr> <tr><td>8° Planta</td><td>35.359</td><td>0.0021</td><td>0.0109</td></tr> <tr><td>7° Planta</td><td>28.918</td><td>0.0020</td><td>0.0105</td></tr> <tr><td>6° Planta</td><td>22.707</td><td>0.0019</td><td>0.0099</td></tr> <tr><td>5° Planta</td><td>16.872</td><td>0.0017</td><td>0.0090</td></tr> <tr><td>4° Planta</td><td>11.580</td><td>0.0015</td><td>0.0077</td></tr> <tr><td>3° Planta</td><td>7.026</td><td>0.0012</td><td>0.0061</td></tr> <tr><td>2° Planta</td><td>3.421</td><td>0.0008</td><td>0.0041</td></tr> <tr><td>1° Planta</td><td>0.996</td><td>0.0003</td><td>0.0017</td></tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: RISA 3D</p>		Piso	Desplazamiento Z [mm]	ΔE	ΔM	12° Planta	63.106	0.0021	0.0112	11° Planta	55.116	0.0021	0.0112	10° Planta	48.519	0.0021	0.0112	9° Planta	41.920	0.0021	0.0111	8° Planta	35.359	0.0021	0.0109	7° Planta	28.918	0.0020	0.0105	6° Planta	22.707	0.0019	0.0099	5° Planta	16.872	0.0017	0.0090	4° Planta	11.580	0.0015	0.0077	3° Planta	7.026	0.0012	0.0061	2° Planta	3.421	0.0008	0.0041	1° Planta	0.996	0.0003	0.0017	<p>CUADRO 6.27 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Y</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento Y [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>12° Planta</td><td>73.226</td><td>0.0022</td><td>0.0113</td></tr> <tr><td>11° Planta</td><td>65.159</td><td>0.0022</td><td>0.0113</td></tr> <tr><td>10° Planta</td><td>58.491</td><td>0.0022</td><td>0.0114</td></tr> <tr><td>9° Planta</td><td>51.784</td><td>0.0022</td><td>0.0114</td></tr> <tr><td>8° Planta</td><td>45.078</td><td>0.0022</td><td>0.0113</td></tr> <tr><td>7° Planta</td><td>38.413</td><td>0.0021</td><td>0.0111</td></tr> <tr><td>6° Planta</td><td>31.859</td><td>0.0020</td><td>0.0107</td></tr> <tr><td>5° Planta</td><td>25.515</td><td>0.0019</td><td>0.0102</td></tr> <tr><td>4° Planta</td><td>19.506</td><td>0.0018</td><td>0.0094</td></tr> <tr><td>3° Planta</td><td>13.975</td><td>0.0016</td><td>0.0083</td></tr> <tr><td>2° Planta</td><td>9.093</td><td>0.0013</td><td>0.0068</td></tr> <tr><td>1° Planta</td><td>5.054</td><td>0.0016</td><td>0.0086</td></tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: RCBE</p>		Piso	Desplazamiento Y [mm]	ΔE	ΔM	12° Planta	73.226	0.0022	0.0113	11° Planta	65.159	0.0022	0.0113	10° Planta	58.491	0.0022	0.0114	9° Planta	51.784	0.0022	0.0114	8° Planta	45.078	0.0022	0.0113	7° Planta	38.413	0.0021	0.0111	6° Planta	31.859	0.0020	0.0107	5° Planta	25.515	0.0019	0.0102	4° Planta	19.506	0.0018	0.0094	3° Planta	13.975	0.0016	0.0083	2° Planta	9.093	0.0013	0.0068	1° Planta	5.054	0.0016	0.0086
Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM																																																																																																																																																														
12° Planta	81.447	0.0024	0.0128																																																																																																																																																														
11° Planta	72.271	0.0024	0.0129																																																																																																																																																														
10° Planta	64.683	0.0024	0.0129																																																																																																																																																														
9° Planta	57.092	0.0024	0.0129																																																																																																																																																														
8° Planta	49.497	0.0024	0.0128																																																																																																																																																														
7° Planta	41.962	0.0027	0.0142																																																																																																																																																														
6° Planta	33.580	0.0020	0.0103																																																																																																																																																														
5° Planta	27.470	0.0022	0.0113																																																																																																																																																														
4° Planta	20.780	0.0020	0.0103																																																																																																																																																														
3° Planta	14.676	0.0017	0.0090																																																																																																																																																														
2° Planta	9.347	0.0014	0.0074																																																																																																																																																														
1° Planta	4.997	0.0010	0.0055																																																																																																																																																														
Piso	Desplazamiento Z [mm]	ΔE	ΔM																																																																																																																																																														
12° Planta	63.106	0.0021	0.0112																																																																																																																																																														
11° Planta	55.116	0.0021	0.0112																																																																																																																																																														
10° Planta	48.519	0.0021	0.0112																																																																																																																																																														
9° Planta	41.920	0.0021	0.0111																																																																																																																																																														
8° Planta	35.359	0.0021	0.0109																																																																																																																																																														
7° Planta	28.918	0.0020	0.0105																																																																																																																																																														
6° Planta	22.707	0.0019	0.0099																																																																																																																																																														
5° Planta	16.872	0.0017	0.0090																																																																																																																																																														
4° Planta	11.580	0.0015	0.0077																																																																																																																																																														
3° Planta	7.026	0.0012	0.0061																																																																																																																																																														
2° Planta	3.421	0.0008	0.0041																																																																																																																																																														
1° Planta	0.996	0.0003	0.0017																																																																																																																																																														
Piso	Desplazamiento Y [mm]	ΔE	ΔM																																																																																																																																																														
12° Planta	73.226	0.0022	0.0113																																																																																																																																																														
11° Planta	65.159	0.0022	0.0113																																																																																																																																																														
10° Planta	58.491	0.0022	0.0114																																																																																																																																																														
9° Planta	51.784	0.0022	0.0114																																																																																																																																																														
8° Planta	45.078	0.0022	0.0113																																																																																																																																																														
7° Planta	38.413	0.0021	0.0111																																																																																																																																																														
6° Planta	31.859	0.0020	0.0107																																																																																																																																																														
5° Planta	25.515	0.0019	0.0102																																																																																																																																																														
4° Planta	19.506	0.0018	0.0094																																																																																																																																																														
3° Planta	13.975	0.0016	0.0083																																																																																																																																																														
2° Planta	9.093	0.0013	0.0068																																																																																																																																																														
1° Planta	5.054	0.0016	0.0086																																																																																																																																																														
<p>NOTA: Cálculos de los cuadros (6.25, 6.26 y 6.27) realizados según lo especificado en la sección 2.3.3.9.</p>																																																																																																																																																																	

CUADRO 6.21 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE																																																																																																																																																													
<p>DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO.3 "DIRECCIÓN Y - SISMO EN Y"</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>		<p>DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO.3 "DIRECCIÓN X - SISMO EN X"</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>		<p>DESPLAZAMIENTOS DEL PORTICO.3 "DIRECCIÓN X - SISMO EN X"</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>																																																																																																																																																													
<p>CUADRO 6.28 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN Y</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento Y [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>12° Planta</td><td>62.101</td><td>0.0017</td><td>0.0090</td></tr> <tr><td>11° Planta</td><td>55.642</td><td>0.0017</td><td>0.0092</td></tr> <tr><td>10° Planta</td><td>50.223</td><td>0.0018</td><td>0.0093</td></tr> <tr><td>9° Planta</td><td>44.739</td><td>0.0018</td><td>0.0095</td></tr> <tr><td>8° Planta</td><td>39.102</td><td>0.0018</td><td>0.0097</td></tr> <tr><td>7° Planta</td><td>33.376</td><td>0.0019</td><td>0.0097</td></tr> <tr><td>6° Planta</td><td>27.639</td><td>0.0018</td><td>0.0095</td></tr> <tr><td>5° Planta</td><td>22.001</td><td>0.0017</td><td>0.0092</td></tr> <tr><td>4° Planta</td><td>16.591</td><td>0.0016</td><td>0.0085</td></tr> <tr><td>3° Planta</td><td>11.560</td><td>0.0014</td><td>0.0076</td></tr> <tr><td>2° Planta</td><td>7.081</td><td>0.0012</td><td>0.0064</td></tr> <tr><td>1° Planta</td><td>3.325</td><td>0.0009</td><td>0.0048</td></tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: ETABS 2015</p>		Piso	Desplazamiento Y [mm]	ΔE	ΔM	12° Planta	62.101	0.0017	0.0090	11° Planta	55.642	0.0017	0.0092	10° Planta	50.223	0.0018	0.0093	9° Planta	44.739	0.0018	0.0095	8° Planta	39.102	0.0018	0.0097	7° Planta	33.376	0.0019	0.0097	6° Planta	27.639	0.0018	0.0095	5° Planta	22.001	0.0017	0.0092	4° Planta	16.591	0.0016	0.0085	3° Planta	11.560	0.0014	0.0076	2° Planta	7.081	0.0012	0.0064	1° Planta	3.325	0.0009	0.0048	<p>CUADRO 6.29 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento X [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>12° Planta</td><td>51.381</td><td>0.0016</td><td>0.0084</td></tr> <tr><td>11° Planta</td><td>45.402</td><td>0.0016</td><td>0.0085</td></tr> <tr><td>10° Planta</td><td>40.407</td><td>0.0016</td><td>0.0085</td></tr> <tr><td>9° Planta</td><td>35.400</td><td>0.0016</td><td>0.0086</td></tr> <tr><td>8° Planta</td><td>30.299</td><td>0.0017</td><td>0.0087</td></tr> <tr><td>7° Planta</td><td>25.178</td><td>0.0016</td><td>0.0085</td></tr> <tr><td>6° Planta</td><td>20.133</td><td>0.0016</td><td>0.0082</td></tr> <tr><td>5° Planta</td><td>15.290</td><td>0.0014</td><td>0.0076</td></tr> <tr><td>4° Planta</td><td>10.797</td><td>0.0013</td><td>0.0067</td></tr> <tr><td>3° Planta</td><td>6.819</td><td>0.0011</td><td>0.0055</td></tr> <tr><td>2° Planta</td><td>3.545</td><td>0.0008</td><td>0.0040</td></tr> <tr><td>1° Planta</td><td>1.182</td><td>0.0004</td><td>0.0020</td></tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: RISA 3D</p>		Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM	12° Planta	51.381	0.0016	0.0084	11° Planta	45.402	0.0016	0.0085	10° Planta	40.407	0.0016	0.0085	9° Planta	35.400	0.0016	0.0086	8° Planta	30.299	0.0017	0.0087	7° Planta	25.178	0.0016	0.0085	6° Planta	20.133	0.0016	0.0082	5° Planta	15.290	0.0014	0.0076	4° Planta	10.797	0.0013	0.0067	3° Planta	6.819	0.0011	0.0055	2° Planta	3.545	0.0008	0.0040	1° Planta	1.182	0.0004	0.0020	<p>CUADRO 6.30 CALCULO DE DERIVA MAXIMA INELASTICA DIRECCIÓN X</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Piso</th> <th>Desplazamiento X [mm]</th> <th>ΔE</th> <th>ΔM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>12° Planta</td><td>61.163</td><td>0.0017</td><td>0.0091</td></tr> <tr><td>11° Planta</td><td>54.680</td><td>0.0017</td><td>0.0091</td></tr> <tr><td>10° Planta</td><td>49.313</td><td>0.0017</td><td>0.0090</td></tr> <tr><td>9° Planta</td><td>43.978</td><td>0.0018</td><td>0.0093</td></tr> <tr><td>8° Planta</td><td>38.508</td><td>0.0018</td><td>0.0094</td></tr> <tr><td>7° Planta</td><td>32.963</td><td>0.0018</td><td>0.0094</td></tr> <tr><td>6° Planta</td><td>27.403</td><td>0.0018</td><td>0.0093</td></tr> <tr><td>5° Planta</td><td>21.920</td><td>0.0017</td><td>0.0090</td></tr> <tr><td>4° Planta</td><td>16.631</td><td>0.0016</td><td>0.0084</td></tr> <tr><td>3° Planta</td><td>11.671</td><td>0.0014</td><td>0.0076</td></tr> <tr><td>2° Planta</td><td>7.210</td><td>0.0012</td><td>0.0064</td></tr> <tr><td>1° Planta</td><td>3.412</td><td>0.0011</td><td>0.0058</td></tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: RCBE</p>		Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM	12° Planta	61.163	0.0017	0.0091	11° Planta	54.680	0.0017	0.0091	10° Planta	49.313	0.0017	0.0090	9° Planta	43.978	0.0018	0.0093	8° Planta	38.508	0.0018	0.0094	7° Planta	32.963	0.0018	0.0094	6° Planta	27.403	0.0018	0.0093	5° Planta	21.920	0.0017	0.0090	4° Planta	16.631	0.0016	0.0084	3° Planta	11.671	0.0014	0.0076	2° Planta	7.210	0.0012	0.0064	1° Planta	3.412	0.0011	0.0058
Piso	Desplazamiento Y [mm]	ΔE	ΔM																																																																																																																																																														
12° Planta	62.101	0.0017	0.0090																																																																																																																																																														
11° Planta	55.642	0.0017	0.0092																																																																																																																																																														
10° Planta	50.223	0.0018	0.0093																																																																																																																																																														
9° Planta	44.739	0.0018	0.0095																																																																																																																																																														
8° Planta	39.102	0.0018	0.0097																																																																																																																																																														
7° Planta	33.376	0.0019	0.0097																																																																																																																																																														
6° Planta	27.639	0.0018	0.0095																																																																																																																																																														
5° Planta	22.001	0.0017	0.0092																																																																																																																																																														
4° Planta	16.591	0.0016	0.0085																																																																																																																																																														
3° Planta	11.560	0.0014	0.0076																																																																																																																																																														
2° Planta	7.081	0.0012	0.0064																																																																																																																																																														
1° Planta	3.325	0.0009	0.0048																																																																																																																																																														
Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM																																																																																																																																																														
12° Planta	51.381	0.0016	0.0084																																																																																																																																																														
11° Planta	45.402	0.0016	0.0085																																																																																																																																																														
10° Planta	40.407	0.0016	0.0085																																																																																																																																																														
9° Planta	35.400	0.0016	0.0086																																																																																																																																																														
8° Planta	30.299	0.0017	0.0087																																																																																																																																																														
7° Planta	25.178	0.0016	0.0085																																																																																																																																																														
6° Planta	20.133	0.0016	0.0082																																																																																																																																																														
5° Planta	15.290	0.0014	0.0076																																																																																																																																																														
4° Planta	10.797	0.0013	0.0067																																																																																																																																																														
3° Planta	6.819	0.0011	0.0055																																																																																																																																																														
2° Planta	3.545	0.0008	0.0040																																																																																																																																																														
1° Planta	1.182	0.0004	0.0020																																																																																																																																																														
Piso	Desplazamiento X [mm]	ΔE	ΔM																																																																																																																																																														
12° Planta	61.163	0.0017	0.0091																																																																																																																																																														
11° Planta	54.680	0.0017	0.0091																																																																																																																																																														
10° Planta	49.313	0.0017	0.0090																																																																																																																																																														
9° Planta	43.978	0.0018	0.0093																																																																																																																																																														
8° Planta	38.508	0.0018	0.0094																																																																																																																																																														
7° Planta	32.963	0.0018	0.0094																																																																																																																																																														
6° Planta	27.403	0.0018	0.0093																																																																																																																																																														
5° Planta	21.920	0.0017	0.0090																																																																																																																																																														
4° Planta	16.631	0.0016	0.0084																																																																																																																																																														
3° Planta	11.671	0.0014	0.0076																																																																																																																																																														
2° Planta	7.210	0.0012	0.0064																																																																																																																																																														
1° Planta	3.412	0.0011	0.0058																																																																																																																																																														

NOTA: Cálculos de los cuadros (6.28, 6.29 y 6.30) realizados según lo especificado en la sección 2.3.3.9.

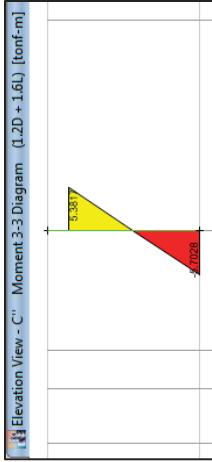
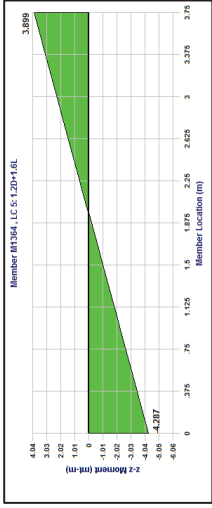
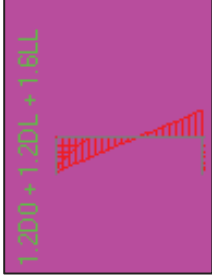
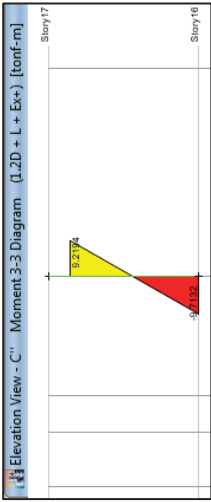
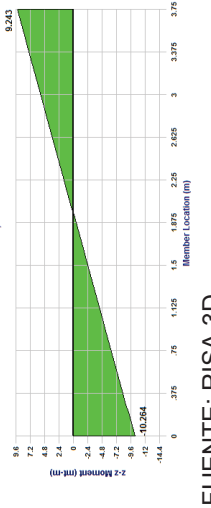
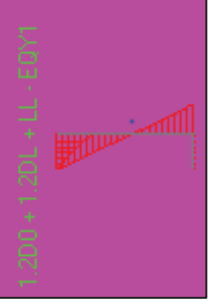
CUADRO 6.21 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE	
MOMENTOS – VIGA PORTICO C ENTRE EJES(1-2) 15° PISO					
Mizq=4,47 Mcen=2,37 Mder= 1,86 [T-m]		Mizq=2,55 Mcen=2,77 Mder= 3,34 [T-m]		Mizq=2,66 Mcen=2,41 Mder= 4,91 [T-m]	
<p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + 1.6L</p> <p>FUENTE: ETABS 2015</p>		<p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + 1.6L</p> <p>FUENTE: RISA 3D</p>		<p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + 1.6L</p> <p>FUENTE: RCBE</p>	
Mizq=7,42 Mder= 14,85 [T-m]		Mizq=4,45 Mder= 13,25 [T-m]		Mizq=7,88 Mder= 16,68 [T-m]	
<p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + L + EX</p> <p>FUENTE: ETABS 2015</p>		<p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + L - EZ</p> <p>FUENTE: RISA 3D</p>		<p>DIAGRAMA DE MOMENTOS COMBINACION 1.2D + L - EY</p> <p>FUENTE: RCBE</p>	

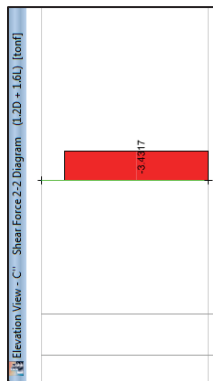
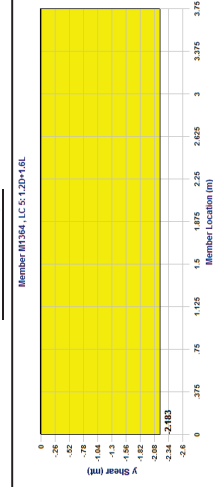
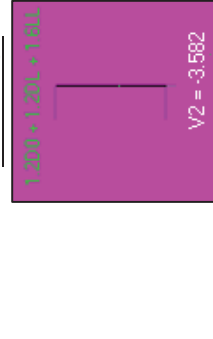
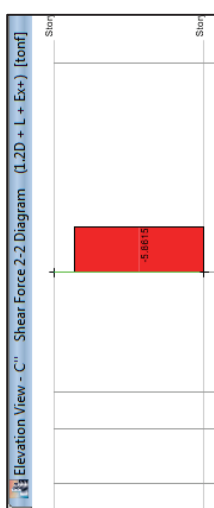
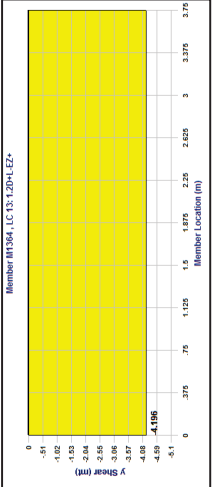
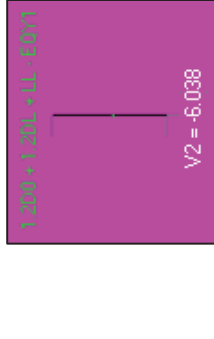
CUADRO 6.21 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE	
CORTANTE – VIGA PORTICOC ENTRE EJES(1-2) 15° PISO					
Vizq=4,92	Vder= 3,88	[T]	Vizq=4,20	Vder= 4,51	[T]
<p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + 1.6L</p> <p>Elevation View - C Shear Force 2-2 Diagram (1.2D + 1.6L) [tonf]</p>		<p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + 1.6L</p> <p>Member M133A, LC15 (1.2D+1.6L)</p>		<p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + 1.6L</p> <p>1.2D + 1.6L</p>	
FUENTE: ETABS 2015		FUENTE: RISA 3D		FUENTE: RCBE	
Vizq=0,66	Vder= 8,23	[T]	Vizq=-0,38	Vder=7,10	[T]
<p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + L + EX</p> <p>Elevation View - C Shear Force 2-2 Diagram (1.2D + L + EX) [tonf]</p>		<p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + L - Ez</p> <p>Member M133A, LC15 (1.2D+L-Ez)</p>		<p>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</p> <p>1.2D + L - Ey</p> <p>1.2D + L - Ey</p>	
FUENTE: ETABS 2015		FUENTE: RISA 3D		FUENTE: RCBE	

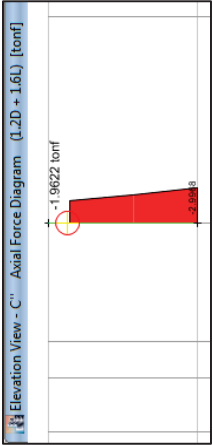
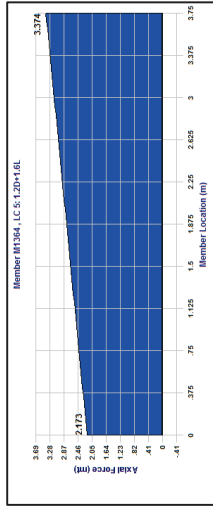
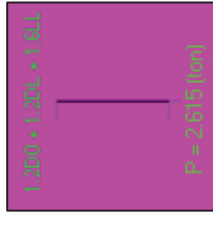
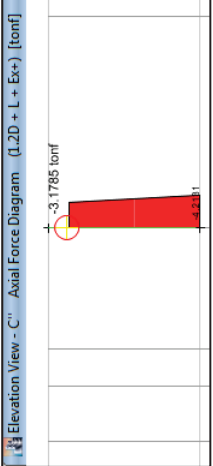
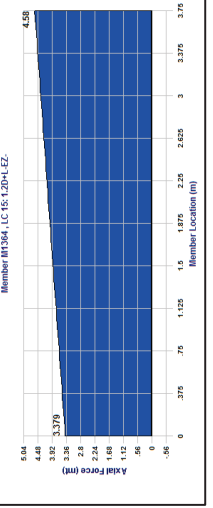
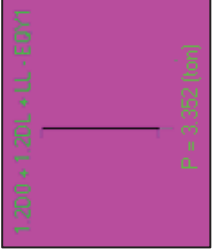
CUADRO 6.21 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

ETABS 2015		RISA 3D		RCBE	
MOMENTO – COLUMNA PORTICO C” (EJE 3) 16° PLANTA					
<p>Minf=5,70 Msup= 5,38 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + 1.6L</u></p>  <p>Elevation View - C” Moment 3-3 Diagram (1.2D + 1.6L) [tonf-m]</p> <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Minf=3,90 Msup= 4,29 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + 1.6L</u></p>  <p>Member M1384, LC 15: 1.2D+1.6L</p> <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Minf=6,31 Msup= 7,13 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + 1.6L</u></p>  <p>Member M1384, LC 15: 1.2D+1.6L</p> <p>FUENTE: RCBE</p>	<p>Minf=9,71 Msup= 9,21 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + L + EX</u></p>  <p>Elevation View - C” Moment 3-3 Diagram (1.2D + L + Ex) [tonf-m]</p> <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Minf=9,24 Msup= 10,26 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + L - EZ</u></p>  <p>Member M1384, LC 15: 1.2D+L-EZ</p> <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Minf=10,61 Msup= 12,03 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE MOMENTOS</u> <u>COMBINACION 1.2D + L - EY</u></p>  <p>Member M1384, LC 15: 1.2D+L-EY</p> <p>FUENTE: RCBE</p>

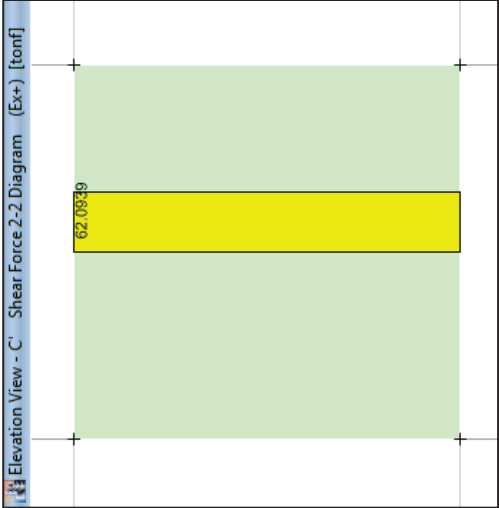

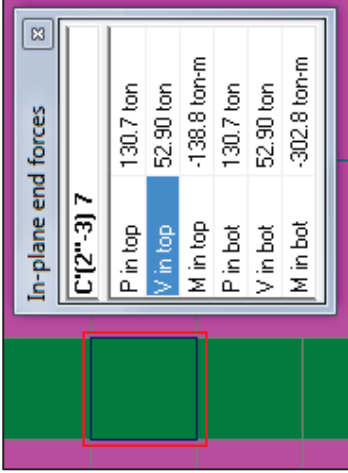
CUADRO 6.21 CONTINUACIÓN – ETABS 2015

ETABS 2015	RISA 3D	RCBE
CORTANTE – COLUMNA PORTICO C” (EJE 3) 17° PLANTA		
<p>V= 3,43 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>V= 2,18 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>V= 3,58 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>
<p>V= 5,86 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + L + Ex</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>V= 4,20 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + L - Ez</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>V= 6,04 [T]</p> <p><u>DIAGRAMA DE CORTE COMBINACION</u> 1.2D + L - Ex</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>

CUADRO 6.21 CONTINUACIÓN –

ETABS 2015	RISA 3D	RCBE
<p>Ainf= 2,99 Asup= 1,96 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Ainf= 3,37 Asup= 2,17 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Ainf=2,62 Asup= 2,62 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION 1.2D + 1.6L</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>
<p>Ainf=4,21 Asup= 3,18 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION 1.2D + L - Ex</p>  <p>FUENTE: ETABS 2015</p>	<p>Ainf= 4,58 Asup= 3,38 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION 1.2D + L + Ez</p>  <p>FUENTE: RISA 3D</p>	<p>Ainf= 3,35 Asup= 3,35 [T]</p> <p>DIAGRAMA DE AXIAL COMBINACION 1.2D + L - Ex</p>  <p>FUENTE: RCBE</p>

CUADRO 6.21 CONTINUACIÓN –

ETABS 2015	RISA 3D	RCBE
<p style="text-align: center;">Cortante= 62,09 [T]</p> <p style="text-align: center;"><u>FUERZAS ACTUANTES EN EL DIAFRAGMA SISMO Ex</u></p>  <p style="text-align: center;">FUENTE: ETABS 2015</p>	<p style="text-align: center;">Cortante= 65,22 [T]</p> <p style="text-align: center;"><u>FUERZAS ACTUANTES EN EL DIAFRAGMA SISMO Ez</u></p>  <p style="text-align: center;">FUENTE: RISA 3D</p>	<p style="text-align: center;">Cortante= 52,90 [T]</p> <p style="text-align: center;"><u>FUERZAS ACTUANTES EN EL DIAFRAGMA SISMO Ey</u></p>  <p style="text-align: center;">FUENTE: RCBE</p>

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

6.4 DIFERENCIA PORCENTUAL

A continuación se realizará una comparación de los resultados obtenidos con los diferentes programas, esto nos ayudara más adelante en el capítulo de conclusiones para poder explicar el porqué de las diferencias o similitudes entre los resultados.

6.4.1 EDIFICIO LOAIZA

CUADRO 6.31 COMPARATIVA DE RESULTADOS EDIFICIO LOAIZA

PARÁMETRO A COMPARAR	VALORES			DIFERENCIA PORCENTUAL		
	ETABS 2015	RISA 3D	RCBE	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Peso Estructura [T]	1637.67	1634.99	1648.16	0.16%	0.64%	0.81%
Carga Reactiva [T]	1545.41	1542.47	1647.9	0.19%	6.63%	6.84%
Corte Basal [T]	292.08	291.44	313.93	0.22%	7.48%	7.72%
Fuerzas Laterales [T]						
Quinta Planta	24.49	24.45	29.51	0.17%	20.48%	20.69%
Cuarta Planta	96.71	96.39	104.22	0.33%	7.76%	8.12%
Tercera Planta	74.90	74.66	76.6	0.33%	2.27%	2.60%
Segunda Planta	51.23	51.17	52.43	0.12%	2.34%	2.46%
Primera Planta	44.83	44.78	51.17	0.12%	14.13%	14.26%
Periodo Fundamental [s]	0.36	0.381	0.399	5.83%	10.83%	4.72%
MOMENTOS – VIGA PORTICO 4 ENTRE EJES (C-E) 5° PISO						
COMBINACION 1.2D + 1.6L						
Momento izq. [T-m]	4.37	5.41	5.46	23.80%	24.94%	0.92%
Momento cen. [T-m]	3.06	3.43	2.92	12.09%	4.79%	17.47%
Momento der. [T-m]	2.1	2.41	2.3	14.76%	9.52%	4.78%
COMBINACION 1.2D + L – Ex						
Momento izq. [T-m]	4.98	5.99	6.5	20.28%	30.52%	8.51%
Momento cen. [T-m]	2.79	3.09	2.73	10.75%	2.20%	13.19%
Momento der. [T-m]	0.72	0.95	0.42	31.94%	71.43%	126.19%

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CUADRO 6.32 DIFERENCIA PORCENTUAL – DESPLAZAMIENTOS EDIFICIO LOAIZA

DESPLAZAMIENTOS - PORTICO 4												
Piso	ETABS 2015			RISA 3D			RCBE			Diferencia Porcentual		
	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. Z [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Quinta Planta	15.81	0.0012	0.0065	13.92	0.0011	0.0058	15.44	0.0012	0.0061	12.30%	6.59%	5.36%
Cuarta Planta	12.04	0.0014	0.0072	10.56	0.0012	0.0063	11.91	0.0013	0.0068	12.79%	4.69%	7.74%
Tercera Planta	7.89	0.0013	0.0071	6.88	0.0012	0.0062	7.94	0.0013	0.0069	14.09%	2.75%	11.04%
Segunda Planta	3.78	0.0011	0.0056	3.27	0.0009	0.0048	3.94	0.0011	0.0056	16.46%	0.25%	16.75%
Primera Planta	0.54	0.0002	0.0008	0.50	0.0001	0.0007	0.69	0.0002	0.0010	9.26%	27.81%	39.64%
DESPLAZAMIENTOS - PORTICO B												
Piso	ETABS 2015			RISA 3D			RCBE			Diferencia Porcentual		
	Desplaza. Y [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. Y [mm]	ΔE	ΔM	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Quinta Planta	7.221	0.0006	0.0030	6.299	0.0005	0.0027	7.542	0.0006	0.0030	13.33%	1.32%	11.86%
Cuarta Planta	5.453	0.0006	0.0033	4.739	0.0005	0.0029	5.797	0.0007	0.0034	14.23%	3.93%	18.72%
Tercera Planta	3.543	0.0006	0.0031	3.067	0.0005	0.0027	3.812	0.0006	0.0033	14.91%	5.21%	20.91%
Segunda Planta	1.74	0.0005	0.0024	1.498	0.0004	0.0021	1.915	0.0006	0.0030	17.04%	23.44%	44.47%
Primera Planta	0.332	0.0001	0.0005	0.295	0.0001	0.0004	0.177	0.0001	0.0003	12.54%	87.57%	66.67%

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

6.4.2 EDIFICIO UNACH

CUADRO 6.33 COMPARATIVA DE RESULTADOS EDIFICIO UNACH

PARÁMETRO A COMPARAR	VALORES			DIFERENCIA PORCENTUAL		
	ETABS 2015	RISA 3D	RCBE	ETABS2015 /RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Peso Estructura [T]	4293.98	4266.04	4306.91	0.65%	0.30%	0.96%
Carga Reactiva [T]	3585.91	3566.32	3661.1	0.55%	2.10%	2.66%
Corte Basal [T]	448.24	445.28	459.78	0.66%	2.57%	3.26%
Fuerzas Laterales [T]						
Octava Planta	8.24	8.11	8.28	1.57%	0.52%	2.10%
Séptima Planta	102.35	109.83	112.76	7.31%	10.17%	2.67%
Sexta Planta	105.11	102.32	96.65	2.73%	8.75%	5.86%
Quinta Planta	84.07	81.77	80.54	2.81%	4.38%	1.52%
Cuarta Planta	64.04	62.25	64.89	2.88%	1.33%	4.25%
Tercera Planta	45.10	43.78	48.33	3.02%	7.15%	10.38%
Segunda Planta	27.51	26.65	32.22	3.21%	17.12%	20.89%
Primera Planta	11.82	11.42	16.11	3.48%	36.30%	41.05%
Periodo Fundamental [s]	1.35	1.173	1.124	15.09%	20.11%	4.36%
MOMENTOS – VIGA PORTICO 2 ENTRE EJES(D - E) 7° PISO						
COMBINACION 1.2D + 1.6L						
Momento izq. [T-m]	2.87	4.05	4.08	41.11%	42.16%	0.74%
Momento cen. [T-m]	1.62	1.9	1.42	17.28%	14.08%	33.80%
Momento der. [T-m]	2.6	3.35	3.17	28.85%	21.92%	5.68%
COMBINACION 1.2D + L + Ex						
Momento izq. [T-m]	3.37	4.16	3.36	23.44%	0.30%	23.81%
Momento cen. [T-m]	1.37	1.6	1.2	16.79%	14.17%	33.33%
Momento der. [T-m]	7.72	10.05	9.47	30.18%	22.67%	6.12%

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CUADRO 6.34 DIFERENCIA PORCENTUAL – DESPLAZAMIENTOS EDIFICIO UNACH

DESPLAZAMIENTOS - PORTICO 2												
Piso	ETABS 2015			RISA 3D			RCBE			Diferencia Porcentual		
	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. Z [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Octava Planta	85.57	0.0024	0.0126	96.61	0.0022	0.0118	70.23	0.0018	0.0093	7.20%	35.22%	26.14%
Séptima Planta	76.57	0.0031	0.0165	88.22	0.0034	0.0179	63.58	0.0026	0.0135	8.45%	22.48%	32.83%
Sexta Planta	64.80	0.0033	0.0172	75.46	0.0036	0.0189	53.97	0.0027	0.0142	9.99%	20.89%	32.97%
Quinta Planta	52.54	0.0033	0.0175	61.97	0.0037	0.0195	43.83	0.0028	0.0146	11.41%	19.40%	33.02%
Cuarta Planta	40.08	0.0033	0.0171	48.09	0.0037	0.0193	33.39	0.0028	0.0145	13.05%	17.86%	33.24%
Tercera Planta	27.91	0.0030	0.0157	34.33	0.0034	0.0180	23.07	0.0026	0.0134	15.18%	16.51%	34.20%
Segunda Planta	16.76	0.0025	0.0130	21.49	0.0029	0.0154	13.50	0.0021	0.0112	18.57%	16.02%	37.56%
Primera Planta	7.50	0.0020	0.0105	10.51	0.0028	0.0147	5.51	0.0015	0.0077	40.15%	36.02%	90.64%

DESPLAZAMIENTOS - PORTICO D												
Piso	ETABS 2015			RISA 3D			RCBE			Diferencia Porcentual		
	Desplaza. Y [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. Y [mm]	ΔE	ΔM	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Octava Planta	41.74	0.0009	0.0048	52.77	0.0011	0.0058	42.68	0.0008	0.0044	21.38%	7.72%	30.75%
Séptima Planta	38.33	0.0016	0.0082	48.64	0.0020	0.0103	39.52	0.0015	0.0081	25.89%	0.55%	26.59%
Sexta Planta	32.52	0.0016	0.0086	41.32	0.0020	0.0107	33.73	0.0017	0.0090	23.93%	4.25%	18.87%
Quinta Planta	26.39	0.0016	0.0085	33.72	0.0020	0.0107	27.34	0.0017	0.0090	25.52%	5.86%	18.57%
Cuarta Planta	20.30	0.0016	0.0082	26.07	0.0020	0.0104	20.89	0.0017	0.0087	26.40%	5.89%	19.37%
Tercera Planta	14.44	0.0014	0.0075	18.67	0.0018	0.0095	14.69	0.0015	0.0081	27.49%	8.27%	17.75%
Segunda Planta	9.12	0.0012	0.0063	11.89	0.0015	0.0081	8.93	0.0013	0.0069	28.09%	8.45%	18.11%
Primera Planta	4.61	0.0012	0.0065	6.11	0.0016	0.0086	4.04	0.0011	0.0057	32.57%	14.14%	51.33%

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

6.4.2 EDIFICIO PLUS 1

CUADRO 6.35 COMPARATIVA DE RESULTADOS EDIFICIO PLUS 1

PARÁMETRO A COMPARAR	VALORES			DIFERENCIA PORCENTUAL		
	ETABS 2015	RISA 3D	RCBE	ETABS2015 /RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Peso Estructura [T]	4924.26	4833.39	4445.52	1.88%	10.77%	8.72%
Carga Reactiva [T]	2409.85	2391.11	2381	0.78%	1.21%	0.42%
Corte Basal [T]	265.08	254.82	259.16	4.03%	2.28%	1.70%
Fuerzas Laterales [T]						
12° Planta	13.38	21.00	16.07	56.92%	20.10%	30.66%
11° Planta	17.62	17.61	13.48	0.08%	30.79%	30.68%
10° Planta	46.86	51.57	41.72	10.06%	12.30%	23.60%
9° Planta	42.50	45.31	37.58	6.59%	13.11%	20.57%
8° Planta	36.43	39.20	33.43	7.61%	8.96%	17.25%
7° Planta	30.58	33.26	29.28	8.77%	4.43%	13.59%
6° Planta	24.99	27.52	25.14	10.13%	0.59%	9.48%
5° Planta	19.68	21.99	20.99	11.75%	6.67%	4.77%
4° Planta	14.69	16.72	16.59	13.78%	12.89%	0.78%
3° Planta	10.08	11.74	12.44	16.44%	23.42%	5.99%
2° Planta	5.93	7.13	8.29	20.30%	39.95%	16.33%
1° Planta	2.34	2.96	4.15	26.28%	76.95%	40.12%
Periodo Fundamental [s]	1.35	1.173	1.124	15.09%	20.11%	4.36%
MOMENTOS – VIGA PORTICO C ENTRE EJES(1 - 2) 15° PISO						
COMBINACION 1.2D + 1.6L						
Momento izq. [T-m]	4.47	2.55	2.66	75.29%	68.05%	4.31%
Momento cen. [T-m]	2.37	2.77	2.41	16.88%	1.69%	14.94%
Momento der. [T-m]	1.86	3.34	4.91	79.57%	163.98%	47.01%
COMBINACION 1.2D + L – Ex						
Momento izq. [T-m]	7.42	4.45	7.88	66.74%	6.20%	77.08%
Momento der. [T-m]	14.85	13.25	16.68	12.08%	12.32%	25.89%

ELABORACIÓN: Diego Paillacho

CUADRO 6.36 DIFERENCIA PORCENTUAL – DESPLAZAMIENTOS EDIFICIO PLUS 1

DESPLAZAMIENTOS - PORTICO C													
Piso	ETABS 2015			RISA 3D			RCBE			Diferencia Porcentual			
	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. Z [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE	
12° Planta	81.45	0.0024	0.0128	63.11	0.0021	0.0112	73.23	0.0022	0.0113	14.84%	13.74%	0.96%	
11° Planta	72.27	0.0024	0.0129	55.12	0.0021	0.0112	65.16	0.0022	0.0113	15.03%	13.81%	1.08%	
10° Planta	64.68	0.0024	0.0129	48.52	0.0021	0.0112	58.49	0.0022	0.0114	15.03%	13.18%	1.64%	
9° Planta	57.09	0.0024	0.0129	41.92	0.0021	0.0111	51.78	0.0022	0.0114	15.76%	13.25%	2.21%	
8° Planta	49.50	0.0024	0.0128	35.36	0.0021	0.0109	45.08	0.0022	0.0113	16.98%	13.05%	3.48%	
7° Planta	41.96	0.0027	0.0142	28.92	0.0020	0.0105	38.41	0.0021	0.0111	34.97%	27.90%	5.52%	
6° Planta	33.58	0.0020	0.0103	22.71	0.0019	0.0099	31.86	0.0020	0.0107	4.70%	3.84%	8.72%	
5° Planta	27.47	0.0022	0.0113	16.87	0.0017	0.0090	25.52	0.0019	0.0102	26.42%	11.33%	13.55%	
4° Planta	20.78	0.0020	0.0103	11.58	0.0015	0.0077	19.51	0.0018	0.0094	34.03%	10.35%	21.45%	
3° Planta	14.68	0.0017	0.0090	7.03	0.0012	0.0061	13.98	0.0016	0.0083	47.83%	9.16%	35.42%	
2° Planta	9.35	0.0014	0.0074	3.42	0.0008	0.0041	9.09	0.0013	0.0068	79.41%	7.72%	66.56%	
1° Planta	5.00	0.0010	0.0055	1.00	0.0003	0.0017	5.05	0.0016	0.0086	225.75%	55.77%	407.43%	
DESPLAZAMIENTOS - PORTICO 3													
Piso	ETABS 2015			RISA 3D			RCBE			Diferencia Porcentual			
	Desplaza. Y [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. Y [mm]	ΔE	ΔM	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE	
12° Planta	62.10	0.0017	0.0090	51.38	0.0016	0.0084	61.16	0.0017	0.0091	8.03%	0.37%	8.43%	
11° Planta	55.64	0.0017	0.0092	45.40	0.0016	0.0085	54.68	0.0017	0.0091	8.49%	0.97%	7.45%	
10° Planta	50.22	0.0018	0.0093	40.41	0.0016	0.0085	49.31	0.0017	0.0090	9.52%	2.79%	6.55%	
9° Planta	44.74	0.0018	0.0095	35.40	0.0016	0.0086	43.98	0.0018	0.0093	10.51%	3.06%	7.23%	
8° Planta	39.10	0.0018	0.0097	30.30	0.0017	0.0087	38.51	0.0018	0.0094	11.82%	3.27%	8.28%	
7° Planta	33.38	0.0019	0.0097	25.18	0.0016	0.0085	32.96	0.0018	0.0094	13.71%	3.18%	10.21%	
6° Planta	27.64	0.0018	0.0095	20.13	0.0016	0.0082	27.40	0.0018	0.0093	16.43%	2.84%	13.21%	
5° Planta	22.00	0.0017	0.0092	15.29	0.0014	0.0076	21.92	0.0017	0.0090	20.40%	2.28%	17.72%	
4° Planta	16.59	0.0016	0.0085	10.80	0.0013	0.0067	16.63	0.0016	0.0084	26.47%	1.43%	24.69%	
3° Planta	11.56	0.0014	0.0076	6.82	0.0011	0.0055	11.67	0.0014	0.0076	36.83%	0.42%	36.26%	
2° Planta	7.08	0.0012	0.0064	3.55	0.0008	0.0040	7.21	0.0012	0.0064	58.93%	1.13%	60.73%	
1° Planta	3.32	0.0009	0.0048	1.18	0.0004	0.0020	3.41	0.0011	0.0058	137.43%	21.58%	188.66%	

ELABORACION: Diego Paillacho

6.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PROGRAMAS

6.5.1 PROGRAMA ETBAS 2015

Ventajas

- Interfaz de usuario fácil de entender y utilizar.
- Se puede definir una grilla en tres dimensiones (X, Y, Z).
- Posee diferentes materiales (hormigón, acero, elementos compuestos) para modelar una estructura.
- Facilidad de crear cualquier material.
- Modelación de diferentes sistemas de piso (losa alivianada, losa maciza, Deck).
- Posee varias vistas del modelo en elevación y planta.
- Posibilidad de declarar nudos rígidos de manera automática.
- Facilidad del ingreso de inercias agrietadas.
- Ingreso de Fuerzas Laterales mediante: calculo automático utilizando el coeficiente de Corte Basal o ingreso de fuerzas calculadas manualmente (Coeficiente y fuerzas laterales calculadas utilizando el Código NEC2015).
- Facilidad al momento de cambiar las dimensiones y geometría de las secciones de la Estructura.
- Declaración fácil y rápida de excentricidad Torsional.
- Permite modelar cualquier tipo de Sistema Estructural.
- Permite rigidizar cualquier sistema de piso de manera rápida.
- Calculo automático de masas de entepiso.
- Calculo automático de Centros de Masas y Rigidez.
- Se puede crear una envolvente de las combinaciones del código.
- Permite una visualización de datos muy amplia y rápida.

Desventajas

- Posee varios códigos en su base de datos pero no el código Ecuatoriano.
- Es complicado modelar estructuras muy irregulares.
- Al modelar estructuras que posee subsuelos el programa no considera al subsuelo como una sección de la estructura sumamente rígida y presenta deformaciones laterales mínimas en los subsuelos.
- No diseña vigas compuestas a momento negativo.

6.5.2 PROGRAMA RISA 3D

Ventajas

- Posee diferentes materiales (hormigón, acero, madera) para modelar una estructura.
- Facilidad de crear cualquier material.
- Ingreso de Fuerzas Laterales mediante calculo manual (utilizando el Código NEC2015).
- Calculo automático de excentricidad Torsional.
- Permite modelar cualquier tipo de Sistema Estructural.
- Permite rigidizar el sistema de piso de manera rápida.
- Calculo automático de masas de entrepiso.
- Calculo automático de Centros de Masas y Rigidez.

Desventajas

- Interfaz de usuario un poco complicada.
- No permite definir secciones compuestas.
- Dificultad al momento de cambiar las dimensiones y geometría de las secciones de la Estructura.
- Posee varios códigos en su base de datos pero no el código Ecuatoriano.
- Es complicado el modelar las estructuras ya que no se puede definir una grilla en tres dimensiones.
- No posee losas Tipo Deck.
- No se puede ingresar el Coeficiente de Corte Basal para el cálculo de las fuerzas laterales.
- No posee vistas rápidas de elevación y planta de la estructura.
- Al modelar estructuras que posee subsuelos el programa no considera al subsuelo como una sección de la estructura sumamente rígida y presenta deformaciones laterales en los subsuelos que generan desplazamientos excesivos en los pisos superiores.
- La visualización de los datos es muy amplia pero no se puede observar de una manera rápida y sencilla.

6.5.3 PROGRAMA RCBE

Ventajas

- Interfaz de usuario fácil de entender y utilizar.
- Se puede definir una grilla en tres dimensiones (X, Y, Z).
- Rápida modelación de estructuras regulares.
- Posee vistas rápidas de elevación y planta de la estructura.
- Calculo automático de excentricidad Torsional.
- Permite modelar cualquier tipo de Sistema Estructural.
- Rigidiza el sistema de piso de manera automática.
- Calculo automático de masas de entrepiso.
- Calculo automático de Centros de Masas y Rigidez.
- Al modelar estructuras que posee subsuelos el programa puede considera al subsuelo como una sección de la estructura sumamente rígida y presenta deformaciones laterales en los subsuelos mínimas.

Desventajas

- Posee únicamente el material hormigón.
- No permite definir secciones compuestas.
- Posee varios códigos en su base de datos pero no el código Ecuatoriano.
- Es complicado el modelar estructuras irregulares debido a que se debe editar las dimensiones de la grilla y esto es requiere mucho tiempo.
- Dificultad al momento de cambiar las dimensiones y geometría de las secciones de la Estructura ya que se debe seleccionar de elemento en elemento para modificar sus propiedades.
- Divide automáticamente los elementos en los nudos generados al momento de realizar la grilla, esto no es muy conveniente ya que dificulta el visualizar los resultados.
- Posee losas Tipo Deck pero no se pueden editar todas las propiedades que posee esta losa.
- No se puede ingresar el Coeficiente de Corte Basal para el cálculo de las fuerzas laterales.
- La visualización de los datos es muy amplia pero no se puede observar de una manera rápida y sencilla.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Después de haber realizado la modelación de los edificios en cada programa, obtener los resultados y realizar la comparación del análisis y diseño de los elementos estructurales de cada edificio, se puede señalar aspectos que son importantes para el correcto uso de los programas.

Primero mencionare que de los 3 programas utilizados (ETABS 2015, RISA 3D Y RCBE) para la realización del presente trabajo, el programa que posee una leve ventaja entre estos es el programa ETABS 2015 que es uno de los programas que se ha utilizado en la carrera, es la mejor opción para modelar cualquier tipo edificación por presentar facilidad de manejo y poseer mayor número de herramientas para el análisis y diseño.

Al modelar las edificaciones en los programas y obtener los resultados se puede apreciar que los programas al poseer o no ciertas herramientas que permite definir parámetros como: materiales, elementos compuestos, losas, nudos rígidos, diafragmas horizontales, fuerzas sísmicas y número de subsuelos, todos estos parámetros modifican los resultados obtenidos entre estos programas.

Se puede definir de manera muy fácil el tipo de material que se va a usar para modelar en el programa ETABS 2015 y RISA 3D pero no se puede definir el tipo de material en el programa RCBE debido a que es un programa de análisis y diseño en hormigón, pero pese a esto se puede realizar el análisis en el programa RCBE lo único que se debe realizar es la modificación de las propiedades mecánicas del material predefinido en el programa, modificando su densidad y módulo de elasticidad.

En los programas RISA 3D Y RCBE que no poseen elementos compuestos y con la finalidad de que no presente grandes variaciones al comparar los resultados se debe crear una sección equivalente que posea una rigidez y peso similar o igual a la del elemento compuesto, como se especifica en la **sección 3.5** del presente trabajo, con esto se genera una sección prismática a la cual se le dará dichas características mediante la modificación de sus inercias, área transversal, densidad y módulo de elasticidad, para el caso de las secciones equivalentes en columnas se puede observar los resultados en el **cuadro 3.16** del ejemplo que se da en la **sección 3.5** que la diferencia porcentual de rigideces entre lo calculado y lo obtenido con los programas no es mayor al **1%**, mientras que en el programa RCBE también se tuvo que realizar un procedimiento parecido para las vigas y viguetas debido a lo mencionado en el párrafo anterior (RCBE realiza análisis estructural con elementos

de hormigón), y se realizó lo especificado en la **sección 3.6** de igual manera con un ejemplo cuyos resultados se pueden observar en el **cuadro 3.17** y se aprecia que la diferencia porcentual de rigideces en estos elementos aumento a un máximo de **3.30%**, por lo tanto se puede concluir que el uso de secciones equivalentes en los programas que no poseen secciones compuestas permitirá un análisis similar.

La comparación de resultados que se realiza en la **sección 6.4 Diferencia Porcentual**, en los cuadros que se presentan en esta sección (del **cuadro 6.31** al **cuadro 6.36**) se puede apreciar que no existe mayor diferencia en los parámetros: Peso de la estructura, Carga reactiva y Corte Basal, excepto en el edificio PLUS 1, en el cual el Peso de la Estructura es muy diferente y esto es debido a que en el programa RCBE no se puede colocar losa inclinadas, estas losas son parte del subsuelo por lo que no influye en la Carga Reactiva ni el Corte Basal.

En la distribución de las Fuerzas laterales se puede apreciar que el haber modelado los edificios con tapa gradas distorsiona esta distribución, esto se puede apreciar con mayor facilidad en el edificio Plus 1, esta distorsión también se debe a las diferentes maneras de ingresar las fuerzas laterales que posee cada programa como se indica en el **Capítulo 5**.

La diferencia que existen entre resultados de fuerzas internas de los elementos vigas y columnas que se puede observar en los resultados visuales y numéricos de los **cuadro 6.1, cuadro 6.11, cuadro 6.21 y cuadro 6.31** al **cuadro 6.36**, se debe a la manera en que se modela en los programas, en el programa ETABS 2015 se utilizó la opción nudos rígidos lo cual reduce la longitud de los elementos y por ende se obtienen valores menores de fuerzas internas que en los programas RISA 3D y RCBE, mientras que los resultados entre estos 2 programas son más similares.

Se puede concluir que la diferencia entre derivas de piso de los pórticos que se tomaron como ejemplo en cada edificio se debe a 3 factores.

El primer factor es el modelamiento de las losas, en el programa ETABS 2015 se puede modelar cualquier tipo de losa con las características que el usuario desee es nuestro caso se utilizó losas tipo Deck la cual se encarga de repartir la carga, mientras que en el programa RISA 3D no se pudo representar físicamente la losa sino que se utilizó una membrana que representa la losa y es la que se encarga de repartir la carga, y en el programa RCBE se puede modelar la losa pero no posee una losa tipo Deck así que se debe ingresar una losa con una altura equivalente como se indica en la **sección 3.7** del presente trabajo y esta repartirá la carga.

El segundo factor es la consideración de los subsuelos como una zona rígida, y el único programa que considera los subsuelos de esta forma es el RCBE.

Por último esta la altura de la edificación como se explicó anteriormente en los programas RISA 3D y RCBE se utilizó para modelar las columnas secciones equivalentes y si bien se demostró que la diferencia porcentual no es muy significativa conforme el edificio sea de mayor altura esta diferencia seguirá creciendo como se observa en los resultados de los edificios Unach y Plus 1.

La diferencia de resultados del periodo fundamental de un mismo edificio entre los programas se debe a lo referido en el párrafo anterior, además de haberse modelado con las losas tapa gradas.

Por recomendaciones del Ingeniero Jorge Vintimilla a los modelos originales se les retiro las losas tapa gradas para que se dé una mejor distribución de las fuerzas laterales y obtener un periodo fundamental menor, también se cambió las viguetas que en un principio se consideraron como vigas simplemente apoyadas a vigas continuas, además de estas modificaciones también en el programa ETABS 2015 se modelara sin nudos rígidos para que haya mayor similitud de resultados de fuerzas internas entre los programas, los resultados y modelos con estas modificaciones se encuentran en la sección **Anexos**.

Debido a esto las secciones de los elementos estructurales se modificaron, los mayores cambios se dieron en el edificio Unach ya que en este edificio se debió aumentar diafragmas para controlar el problema de torsión en planta y en el edificio Plus 1 se cambió de posición todo un eje de columna y se dio otra disposición a los diafragmas, y en todos los edificios las secciones de las viguetas se redujeron debido a que el momento máximo que una viga continua debe soportar es menor (entre 25% – 37,5%) que para una viga simplemente apoyada, esto se compensa debido a que este momento no va a ser soportado únicamente por la viga sino que va a tener colaboración de la losa, esta colaboración aumenta la capacidad a la viga en un 30% este valor es una recomendación del Ingeniero Jorge Vintimilla.

Con las nuevas modificaciones se puede evidenciar en los resultados (**Anexos 2, 3 y 4**) de los parámetros: Peso de la estructura, Carga reactiva y Corte Basal, para el programa ETABS 2015 se aumenta la diferencia porcentual con respecto a los otros programas y a lo obtenido con anterioridad, porque el programa estaría tomando dos veces el peso del material en las uniones viga – columna, pero se mantiene la diferencia porcentual de peso de la estructura para el edificio PLUS 1 por la misma razón que se explicado con anterioridad.

La diferencia porcentual en la distribución de fuerzas laterales mejoro con estas modificaciones y si aún se mantiene una diferencia grande es debido a lo explicado con anterioridad acerca de la manera en que el programa obtuvo estas fuerzas.

El periodo fundamental y las derivas de piso de los pórtico de las estructuras tiene una mejora al haber retirado las losas tapa gradas de los edificios, pero para el edificio Plus 1 se observa diferencias porcentuales grandes y esto ocurre por los 3 factores (modelación de losas, subsuelos y altura del edificio) mencionados en un párrafo anterior.

Las fuerzas internas en los elementos mejoraron pero aún se tiene una diferencia porcentual grande esto se debe en gran parte a los 3 factores mencionado en el párrafo anterior, pero se puede concluir que adicional a estos existe un parámetro que influye de mayor forma en los resultados de fuerzas internas, derivas y periodo

fundamental, tiene que ver con la excentricidad accidental, esto se debe a que cada programa lo define e interpreta de diferente manera, los programas ETABS 2015 y RISA 3D permite introducir el coeficiente de excentricidad accidental que establece el código NEC 2015 que es el 5% de la mayor longitud en planta del piso, el programa ETABS 2015 y el programa RISA 3D se puede ingresar este coeficiente, en el caso del programa RCBE presenta diferentes opciones de excentricidades por ejemplo toma el 5% de la mayor longitud en planta del edificio y a este valor le suma o resta la excentricidad estática la cual el programa define como la diferencia entre el centro de masa y el centro de rigidez.

7.2 RECOMENDACIONES

En la modelación de edificios es mejor considerar nudos rígidos ya que esto reduce las fuerzas internas en los elementos, con esto se podrá reducir las secciones de los elementos y tener una estructura mucho más liviana lo cual mejora el diseño Sismorresistente y podría reducir costos en la construcción.

Es mejor considerar a las viguetas como vigas continuas y no simplemente apoyadas por la reducción de fuerzas internas en las mismas y la reducción de sección por ende reducción de costos.

Al ingresar las fuerzas laterales es preferible ingresar manualmente las fuerzas y no permitir que el programa calcule.

Al considerar la excentricidad accidental es mejor realizar el cálculo según como especifica el código NEC 2015 y no permitir que el programa calcule.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kubiec-Conduit, (s.f.), Catalogo “Kubilosa”. Quito, Ecuador.
- American Institute of Steel Construction, (2010), Specification for Structural Steel Buildings. Chicago, Illinois.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción, (2015).
- Buen López O., (2004), Diseño de Estructuras de Acero Construcción Compuesta. México D.F., Fundación ICA.
- Crisafulli F, (2014), Diseño Sismorresistente de Construcciones de Acero. Mendoza, Argentina.
- Tisalema M, (2004), Diseño estructural de un edificio de 15 pisos de estructuras metálicas con aplicación del programa SAP 2000 aplicando el método LRFD. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Armenta J, Mendoza E y A Ramírez, (2007), Análisis Comparativo (Staad Pro 2006 vs Etabs V.9.0) de superestructura para diseño de edificios de 8 niveles con columnas de sección compuesta y trabes metálicas ubicado en la zona IIIa según RCDF 2004. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Zacatenco, México D.F.

ANEXOS

ANEXO No 1

FICHA TÉCNICA KUBILOSA

FICHA TÉCNICA



KUBILOSA

Placa colaborante para losas con diseño moderno y fácil de instalar

CARACTERÍSTICAS:

- Elimina el uso de encofrados y apuntalamientos
- Instalación ultra rápida
- Reduce consumo de hormigón y hierro
- Sustituye el acero de refuerzo positivo
- Gran ahorro de mano de obra
- Fabricación a medida
- Sismo resistente



Unión con sistema de fijación más fácil y seguro apoyado por el SISE Steel Deck Institute

TABLA DE PROPIEDADES KUBILOSA:

PROPIEDADES DEL PANEL					
ESPESOR (mm)	PESO (kg/m ²)	Is(+) (cm ² /m)	Is(-) (cm ² /m)	Ss(+) (cm ² /m)	Ss(-) (cm ² /m)
0.65	6.37	29.30	28.86	9.61	14.54
0.70	6.85	32.29	31.83	10.72	15.71
0.76	7.44	35.97	35.47	12.10	17.13

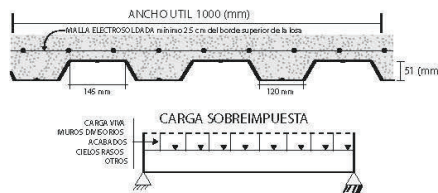
VOLUMEN HORMIGÓN/m ²	
*ESPESOR DE LOSA (cm)	HORMIGÓN (m ³ /m ²)
5	0.06950
6	0.07954
7	0.08954
8	0.09954
10	0.11954
12	0.13954

TABLA DE AYUDA PARA DISEÑO KUBILOSA:

ESPESOR KUBILOSA (mm)	ESPESOR LOSA (cm)	CARGA VIVA SOBREPUESTA (kg/m ²)										
		SEPARACION ENTRE APOYOS (m)										
		1.4	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	
0.65	5	1940	1487	1164	924	742	600	488	397	323	261	
	6	2252	1734	1364	1089	881	719	590	486	401	331	
	7	2252	1981	1564	1255	1020	837	692	575	479	400	
	8	2252	2228	1764	1420	1159	955	794	664	557	469	
	10	2252	2252	2164	1751	1437	1192	998	842	714	608	
0.70	5	2252	1612	1265	1008	812	660	530	442	362	296	
	6	2252	1879	1481	1186	962	788	650	538	447	371	
	7	2252	2145	1687	1365	1112	916	760	634	531	446	
	8	2252	2252	1912	1543	1262	1043	870	730	615	521	
	10	2252	2252	2252	199	1562	1299	1090	922	784	670	
0.76	5	2252	1740	1384	1107	895	731	601	495	409	338	
	6	2252	2050	1619	1301	1059	870	720	600	501	419	
	7	2252	2252	1854	1496	1222	1009	840	704	593	500	
	8	2252	2252	2089	1689	1385	1148	960	809	685	582	
	10	2252	2252	2252	2078	1711	1426	1200	1016	868	744	
12	2252	2252	2252	2252	2036	1704	1440	1226	1052	907		

MAXIMA LUZ SIN APUNTALAR SEGUN CONDICIONES DE APOYO

ESPESOR KUBILOSA (mm)	ESPESOR LOSA (cm)	1 LUZ (m)	2 LUCES (m)	3 LUCES (m)
0.65	5	1.58	2.10	1.94
	6	1.51	2.02	1.86
	7	1.46	1.95	1.80
	8	1.40	1.89	1.74
	10	1.33	1.79	1.65
0.70	5	1.61	2.16	2.00
	6	1.55	2.08	1.91
	7	1.49	2.00	1.85
	8	1.45	1.94	1.79
	10	1.37	1.83	1.69
0.76	5	1.66	2.23	2.00
	6	1.59	2.14	1.97
	7	1.53	2.06	1.90
	8	1.48	2.00	1.83
	10	1.41	1.88	1.74
12	1.34	1.79	1.65	



Tolerancias según norma INEN 2 221:99
Tolerancia longitud: la tolerancia en longitud para paneles de hasta 7m. será de +40mm, para longitudes mayores a 7m. se añadirá 5mm, por cada incremento de 1m.
Tolerancia ancho útil: Está entre 3 y 5mm, de acuerdo a los espesores de materia prima de los que disponemos.
 KUBIEC se reserva el derecho de modificar las especificaciones de sus productos sin previo aviso.

Fabricado por: **KUBIEC**



Vademécum de la Construcción y Decoración

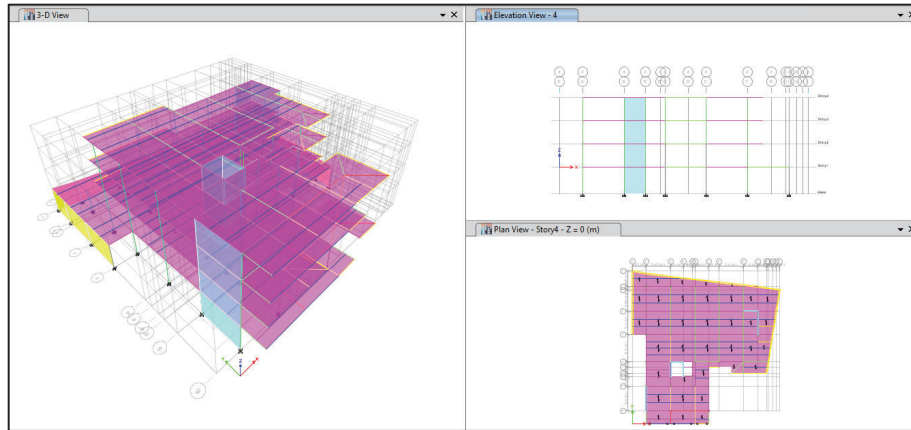
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

ANEXO No 2

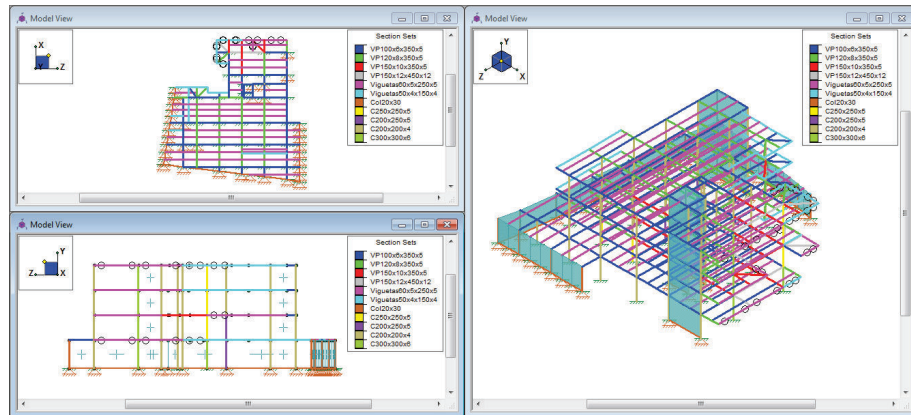
MODELOS DEFINITIVOS

**COMPARACIÓN DE RESULTADO Y DISEÑO EDIFICIO
LOAIZA**

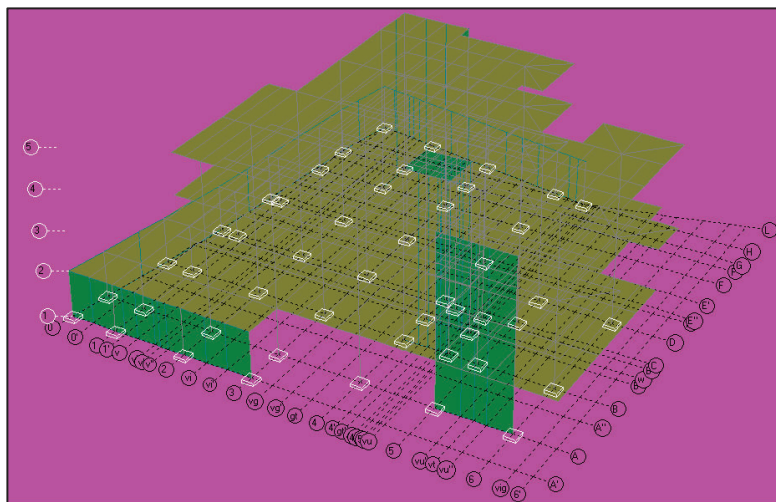
MODELO DEFINITIVO EDIFICIO LOAIZA - ETABS 2015



MODELO DEFINITIVO EDIFICIO LOAIZA - RISA 3D



MODELO DEFINITIVO EDIFICIO LOAIZA - RCBE



DIFERENCIA PORCENTUAL

PARÁMETRO A COMPARAR	VALORES			DIFERENCIA PORCENTUAL		
	ETABS 2015	RISA 3D	RCBE	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Peso Estructura [T]	1508.95	1469.38	1474.47	2.69%	2.34%	0.35%
Carga Reactiva [T]	1423.21	1383.52	1474.47	2.87%	3.60%	6.57%
Corte Basal [T]	268.99	261.42	280.85	2.89%	4.41%	7.43%
Fuerzas Laterales [T]						
Cuarta Planta	86.14	82.10	91.56	4.92%	6.29%	11.52%
Tercera Planta	81.30	78.37	80.32	3.73%	1.22%	2.49%
Segunda Planta	53.98	53.66	54.77	0.60%	1.45%	2.06%
Primera Planta	47.57	47.29	53.92	0.59%	13.36%	14.03%
Periodo Fundamental [s]	0.327	0.337	0.348	3.06%	6.42%	3.26%
MOMENTOS – VIGA PORTICO 4 ENTRE EJES (C-E) 4° PISO						
COMBINACION 1.2D + 1.6L						
Momento izq. [T-m]	2.749	2.652	2.53	3.66%	8.66%	4.82%
Momento cen. [T-m]	3.035	3.033	2.724	0.07%	11.42%	11.34%
Momento der. [T-m]	4.312	4.315	4.144	0.07%	4.05%	4.13%
COMBINACION 1.2D + L – Ex						
Momento izq. [T-m]	2.293	2.131	1.867	7.60%	22.82%	14.14%
Momento cen. [T-m]	2.584	2.576	2.282	0.31%	13.23%	12.88%
Momento der. [T-m]	4.189	4.242	4.277	1.27%	2.10%	0.83%

DESPLAZAMIENTOS - PORTICO 4												
Piso	ETABS 2015			RISA 3D			RCBE			Diferencia Porcentual		
	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. Z [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Cuarta Planta	9.60	0.0011	0.0056	10.41	0.0011	0.0059	10.99	0.0012	0.0062	6.53%	11.15%	4.33%
Tercera Planta	6.37	0.0011	0.0056	6.96	0.0012	0.0061	7.40	0.0012	0.0064	8.08%	12.74%	4.32%
Segunda Planta	3.09	0.0009	0.0045	3.42	0.0010	0.0051	3.70	0.0010	0.0053	11.75%	16.77%	4.49%
Primera Planta	0.46	0.0002	0.0008	0.48	0.0002	0.0008	0.63	0.0002	0.0011	4.35%	36.09%	30.42%
DESPLAZAMIENTOS - PORTICO B												
Piso	ETABS 2015			RISA 3D			RCBE			Diferencia Porcentual		
	Desplaza. Y [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. Y [mm]	ΔE	ΔM	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Cuarta Planta	4.18	0.0005	0.0025	4.60	0.0005	0.0027	5.12	0.0006	0.0030	8.33%	19.10%	9.94%
Tercera Planta	2.74	0.0005	0.0024	3.04	0.0005	0.0026	3.41	0.0005	0.0029	10.43%	21.45%	9.97%
Segunda Planta	1.36	0.0004	0.0019	1.52	0.0004	0.0021	1.73	0.0005	0.0024	12.48%	26.79%	12.72%
Primera Planta	0.27	0.0001	0.0005	0.29	0.0001	0.0005	0.35	0.0001	0.0006	8.52%	28.89%	18.77%

CUADRO COMPARATIVO DE DISEÑO			
VIGUETA PRIMER PLANTA PANEL-EJES (C-E Y 1-2)			
Viga: Patines = 60x5 [mm]			
Alma = 250x5 [mm]			
ETABS 2015			
Maximo momento por combnacion: 1.2 D + 1.6 L			
Momento requerido : Mu [T- m] = 4.693			
Momento de diseo: Mr [T- m] = 4.609			
Capacidad: 1.018			
Parameters for Lateral Torsion Buckling			
L_{lb}	K_{lb}	C_b	
0.1	1	1	
Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)			
D/C Ratio =	$(P_r / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$		
1.018 =	0 + 1.018 + 0		
Axial Force and Capacities			
P_r Force (tonf)	φP_{nc} Capacity (tonf)	φP_{nt} Capacity (tonf)	
0	43.0629	58.608	
Moments and Capacities			
	M_u Moment (tonf-m)	φM_n Capacity (tonf-m)	φM_n No L_{TBD} (tonf-m)
Major Bending	4.6926	4.6094	4.8985
Minor Bending	0	0.3085	
Shear Design			
	V_u Force (tonf)	φV_n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	5.1069	24.7104	0.207
Minor Shear	0	11.4048	0
RISA 3D			
Maximo momento por combnacion: 1.2 D + 1.6 L			
Momento requerido : Mu [T- m] = 4.647			
Momento de diseo: Mr [T- m] = 4.622			
Capacidad: 1.005			
AISC 14th(360-10): LRFD Code Check			
Direct Analysis Method			
Max Bending Check	1.005	Max Shear Check	0.184 (y)
Location	0 m	Location	0 m
Equation	H1-1b	Max Defl Ratio	L/236
Bending Flange	Compact	Compression Flange	Non-Slender Qs=1
Bending Web	Compact	Compression Web	Slender Qa=.858
Fy	35.2 kg/mm^2	y-y	.54 m
phi*Pnc	48.032 mt	Lb	.54 m
phi*Pnt	58.608 mt	KL/r	27.177
phi*Mny	.309 mt-m	Z-z	.54 m
phi*Mnz	4.622 mt-m	L Comp Flange	.54 m
phi*Vny	27.456 mt	Warp Length	32.246 m
phi*Vnz	11.405 mt	L-torque	.54 m
Cb	1	Tau_b	1
RCBE			
Desventaja del programa no realiza diseo de secciones de acero.			

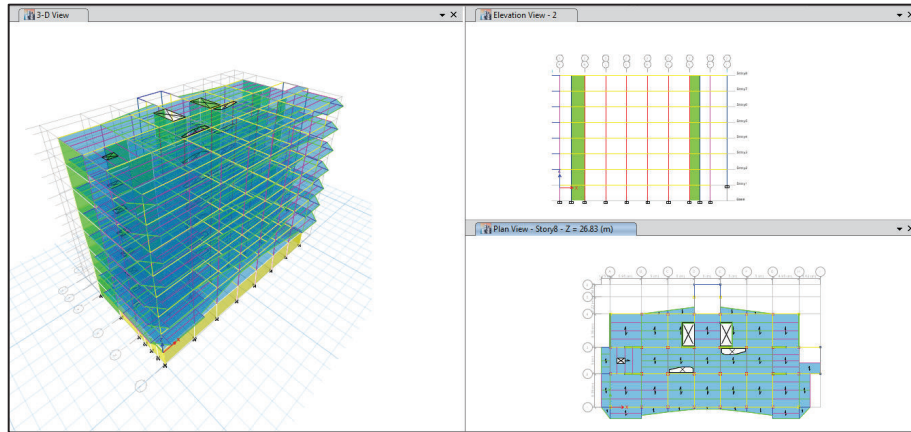
CUADRO COMPARATIVO DE DISEÑO			
VIGA PORTICO 4 ENTRE EJES(C-E) 4° PISO			
Viga: Patines = 100x6 [mm]			
Alma = 350x5 [mm]			
ETABS 2015			
Maximo momento por combnacion: 1.2 D + 1.6 L			
Momento requerido : Mu [T- m] = 4.312			
Momento de diseño: Mr [T- m] = 10.451			
Capacidad: 0.274			
Parameters for Lateral Torsion Buckling			
L_{tb}	K_{tb}	C_b	
0.5	1	1	
Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1.3a,H1-1b)			
D/C Ratio =	(P_r/2P_c) + (M_{r33}/M_{c33}) + (M_{r22}/M_{c22})		
0.274 =	0 + 0.274 + 0		
Axial Force and Capacities			
P_u Force (tonf)	φP_{nc} Capacity (tonf)	φP_{nt} Capacity (tonf)	
0	49.0461	116.2656	
Moments and Capacities			
	M_u Moment (tonf-m)	φM_n Capacity (tonf-m)	φM_n No L_{TBD} (tonf-m)
Major Bending	4.3122	10.4515	15.7388
Minor Bending	0	1.8941	
Shear Design			
	V_u Force (tonf)	φV_n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	4.3702	29.4463	0.148
Minor Shear	0	36.4954	0
RISA 3D			
Maximo momento por combnacion: 1.2 D + 1.6 L			
Momento requerido: Mu [T- m] = 4.315			
Momento de diseño: Mr [T- m] = 10.447			
Capacidad: 0.431			
AISC 14th(360-10): LRFD Code Check			
Direct Analysis Method			
Max Bending Check	0.431	Max Shear Check	0.150 (y)
Location	5.4 m	Location	5.4 m
Equation	H1-1b	Max Defl Ratio	L/1011
Bending Flange	Compact	Compression Flange	Non-Slender Qs=1
Bending Web	Compact	Compression Web	Slender Qa=.828
Fy	35.2 kg/mm²	y-y	2.7 m
phi*Pnc	80.774 mt	z-z	2.7 m
phi*Pnt	116.265 mt	Lb	2.7 m
phi*Mny	1.894 mt-m	KL/r	53.837
phi*Mnz	10.447 mt-m	L Comp Flange	2.7 m
phi*Vny	29.446 mt	Warp Length	5.4 m
phi*Vnz	36.495 mt	L-torque	2.7 m
Cb	1	Tau _b	1
RCBE			
Desventaja del programa no realiza diseño de secciones de acero.			

ANEXO No 3

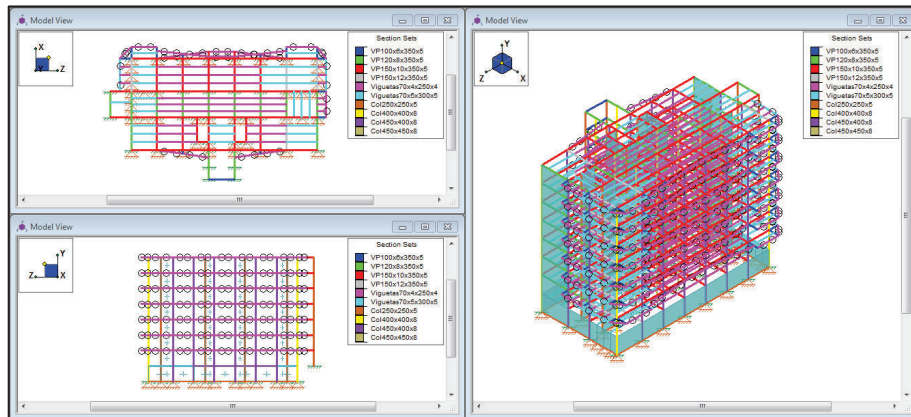
MODELOS DEFINITIVOS

**COMPARACIÓN DE RESULTADO Y DISEÑO EDIFICIO
UNACH**

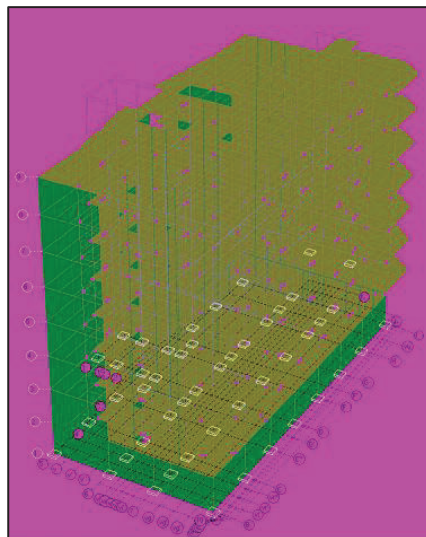
MODELO DEFINITIVO EDIFICIO UNACH - ETABS 2015



MODELO DEFINITIVO EDIFICIO UNACH - RISA 3D



MODELO DEFINITIVO EDIFICIO UNACH - RCBE



DIFERENCIA PORCENTUAL

PARÁMETRO A COMPARAR	VALORES			DIFERENCIA PORCENTUAL		
	ETABS 2015	RISA 3D	RCBE	ETABS2015 /RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Peso Estructura [T]	4636.23	4548.65	4598	1.93%	0.83%	1.09%
Carga Reactiva [T]	3886.03	3808.14	3931.52	2.05%	1.17%	3.24%
Corte Basal [T]	536.27	525.36	541.22	2.08%	0.92%	3.02%
Fuerzas Laterales [T]						
Séptima Planta	128.66	124.89	135.3	3.02%	5.16%	8.33%
Sexta Planta	125.02	122.82	115.82	1.79%	7.94%	6.05%
Quinta Planta	100.73	98.96	96.877	1.79%	3.98%	2.15%
Cuarta Planta	77.41	76.07	77.393	1.76%	0.03%	1.74%
Tercera Planta	55.15	54.19	57.91	1.77%	5.01%	6.86%
Segunda Planta	34.19	33.59	38.967	1.80%	13.97%	16.02%
Primera Planta	15.11	14.84	19.483	1.80%	28.98%	31.30%
Periodo Fundamental [s]	1.037	1.094	1.021	5.50%	1.57%	7.15%
MOMENTOS – VIGA PORTICO2 ENTRE EJES(D - E) 7° PISO						
COMBINACION 1.2D + 1.6L						
Momento izq. [T-m]	3.636	4.114	4.258	13.15%	17.11%	3.50%
Momento cen. [T-m]	1.712	1.899	1.426	10.94%	20.04%	33.17%
Momento der. [T-m]	3.328	3.287	2.992	1.26%	11.24%	9.86%
COMBINACION 1.2D + L + Ex						
Momento izq. [T-m]	2.106	2.96	2.316	40.56%	9.98%	27.81%
Momento cen. [T-m]	1.444	1.599	1.2	10.75%	20.32%	33.25%
Momento der. [T-m]	7.980	9.19	8.42	15.17%	5.52%	9.14%

DESPLAZAMIENTOS - PORTICO 2												
Piso	ETABS 2015			RISA 3D			RCBE			Diferencia Porcentual		
	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. Z [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Séptima Planta	71.24	0.0030	0.0157	85.57	0.0034	0.0180	55.91	0.0023	0.0121	14.65%	29.95%	48.98%
Sexta Planta	60.04	0.0031	0.0162	72.73	0.0036	0.0187	47.29	0.0024	0.0126	15.72%	28.20%	48.34%
Quinta Planta	48.51	0.0031	0.0163	59.39	0.0036	0.0190	38.29	0.0025	0.0129	16.85%	26.40%	47.70%
Cuarta Planta	36.90	0.0030	0.0158	45.82	0.0036	0.0187	29.11	0.0024	0.0127	18.20%	24.65%	47.34%
Tercera Planta	25.65	0.0027	0.0144	32.52	0.0033	0.0172	20.08	0.0022	0.0117	19.99%	23.22%	47.86%
Segunda Planta	15.42	0.0022	0.0118	20.25	0.0030	0.0157	11.78	0.0018	0.0096	32.96%	22.43%	62.79%
Primera Planta	7.02	0.0015	0.0078	9.08	0.0017	0.0087	4.92	0.0012	0.0062	11.63%	26.79%	41.54%
DESPLAZAMIENTOS - PORTICO D												
Piso	ETABS 2015			RISA 3D			RCBE			Diferencia Porcentual		
	Desplaza. Y [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. Y [mm]	ΔE	ΔM	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Séptima Planta	26.61	0.0012	0.0061	30.74	0.0013	0.0070	26.54	0.0011	0.0060	14.03%	2.29%	16.64%
Sexta Planta	22.24	0.0012	0.0062	25.76	0.0014	0.0071	22.27	0.0012	0.0061	13.96%	1.99%	16.23%
Quinta Planta	17.79	0.0012	0.0061	20.69	0.0013	0.0070	17.91	0.0012	0.0061	14.38%	1.13%	15.68%
Cuarta Planta	13.41	0.0011	0.0058	15.68	0.0013	0.0067	13.58	0.0011	0.0058	14.60%	0.29%	14.93%
Tercera Planta	9.26	0.0010	0.0052	10.92	0.0011	0.0060	9.44	0.0010	0.0052	15.65%	1.52%	13.92%
Segunda Planta	5.58	0.0008	0.0042	6.66	0.0009	0.0049	5.70	0.0008	0.0043	16.51%	3.72%	12.33%
Primera Planta	2.60	0.0005	0.0026	3.19	0.0006	0.0032	2.61	0.0006	0.0030	22.04%	14.09%	6.97%

CUADRO COMPARATIVO DE DISEÑO			
VIGUETA PRIMER PLANTA PANEL-EJES (A-B Y 1-2)			
Viga: Patines = 70x5 [mm] Alma = 300x5 [mm]			
ETABS 2015			
Maximo momento por combnacion: 1.2 D + 1.6 L Momento requerido : Mu [T- m] = 5.266 Momento de diseño: Mr [T- m] = 6.623 Capacidad: 0.758			
Parameters for Lateral Torsion Buckling			
L _{lb}	K _{lb}	C _b	
0.1	1	1	
Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1.3a,H1-1b)			
D/C Ratio =	$(P_u / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$		
0.758 =	0 + 0.758 + 0		
Axial Force and Capacities			
P _u Force (tonf)	φP _{nc} Capacity (tonf)	φP _{nt} Capacity (tonf)	
0	48.171	69.696	
Moments and Capacities			
	M _u Moment (tonf-m)	φM _n Capacity (tonf-m)	φM _n No L _{TBD} (tonf-m)
Major Bending	5.2657	6.623	6.9458
Minor Bending	0	0.4185	
Shear Design			
	V _u Force (tonf)	φV _n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	5.7868	29.0976	0.199
Minor Shear	0	13.3056	0
RISA 3D			
Maximo momento por combnacion: 1.2 D + 1.6 L Momento requerido : Mu [T- m] = 5.302 Momento de diseño: Mr [T- m] = 6.624 Capacidad: 0.815			
AISC 14th(360-10): LRFD Code Check			
Direct Analysis Method			
Max Bending Check	0.815	Max Shear Check	0.191 (y)
Location	5.95 m	Location	5.95 m
Equation	H1-1b	Max Defl Ratio	L/321
Bending Flange	Compact	Compression Flange	Non-Slender Qs=1
Bending Web	Compact	Compression Web	Slender Qa=.811
Fy	35.2 kg/mm²	Lb	.595 m
phi*Pnc	48.171 mt	KL/r	51.917
phi*Pnt	69.696 mt		5.319
phi*Mny	.418 mt-m	L Comp Flange	.595 m
phi*Mnz	6.624 mt-m	Warp Length	35.9 m
phi*Vny	29.097 mt	L-torque	.595 m
phi*Vnz	13.306 mt	Tau _b	1
Cb	1		
RCBE			
Desventaja del programa no realiza diseño de secciones de acero.			

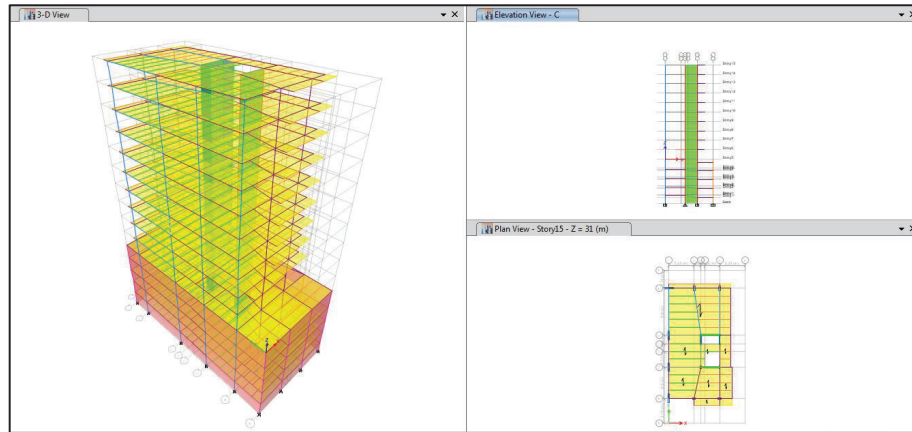
CUADRO COMPARATIVO DE DISEÑO			
VIGA PORTICO 2 ENTRE EJES (D - E) 7° PISO			
Viga: Patines = 150x10 [mm]			
Alma = 350x5 [mm]			
ETABS 2015			
Maximo momento por combinacion: 1.2 D + L – Ex-			
Momento requerido : Mu [T- m] = 8.239			
Momento de diseño: Mr [T- m] = 21.958			
Capacidad: 0.375			
Parameters for Lateral Torsion Buckling			
L_{lb}	K_{lb}	C_b	
0.5	1	1.766	
Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)			
D/C Ratio =	$(P_u / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$		
0.375 =	0 + 0.375 + 0		
Axial Force and Capacities			
P_u Force (tonf)	φP_n Capacity (tonf)	φP_n Capacity (tonf)	
0	35.8323	150.48	
Moments and Capacities			
	M_u Moment (tonf-m)	φM_n Capacity (tonf-m)	φM_n No L_{TBD} (tonf-m)
Major Bending	8.2395	21.9582	21.9582
Minor Bending	0	3.6333	
Shear Design			
	V_u Force (tonf)	φV_n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	5.6692	29.7681	0.19
Minor Shear	0	57.024	0
RISA 3D			
Maximo momento por combinacion: 1.2 D + L + Ez+			
Momento requerido: Mu [T- m] = 9.455			
Momento de diseño: Mr [T- m] = 21.958			
Capacidad: 0.431			
AISC 14th(360-10): LRFD Code Check			
Direct Analysis Method			
Max Bending Check	0.431	Max Shear Check	0.212 (y)
Location	5 m	Location	5 m
Equation	H1-1b	Max Defl Ratio	L/2346
Bending Flange	Compact	Compression Flange	Non-Slender Qs=1
Bending Web	Compact	Compression Web	Slender Qa=.885
Fy	35.2 kg/mm²	Lb	2.5 m
phi*Pnc	68.221 mt	KL/r	72.625
phi*Pnt	150.479 mt		16.061
phi*Mny	3.633 mt-m	L Comp Flange	5 m
phi*Mnz	21.958 mt-m	Warp Length	5 m
phi*Vny	29.768 mt	L-torque	5 m
phi*Vnz	57.024 mt	Tau _b	1
Cb	2.437		
RCBE			
Desventaja del programa no realiza diseño de secciones de acero.			

ANEXO No 4

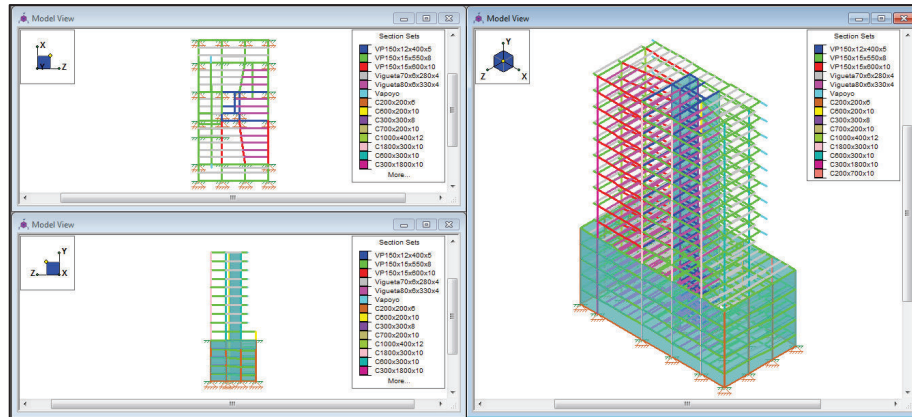
MODELOS DEFINITIVOS

**COMPARACIÓN DE RESULTADOS Y DISEÑO EDIFICIO
PLUS 1**

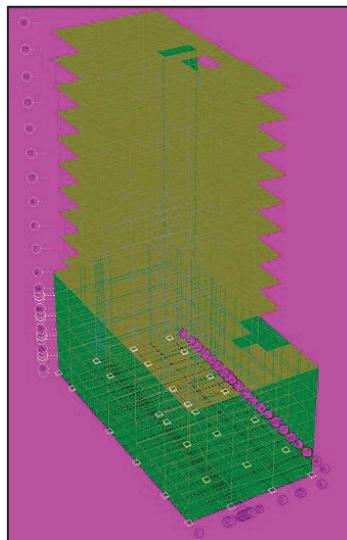
MODELO DEFINITIVO EDIFICIO UNACH - ETABS 2015



MODELO DEFINITIVO EDIFICIO UNACH - RISA 3D



MODELO DEFINITIVO EDIFICIO UNACH - RCBE



DIFERENCIA PORCENTUAL

PARÁMETRO A COMPARAR	VALORES			DIFERENCIA PORCENTUAL		
	ETABS 2015	RISA 3D	RCBE	ETABS2015 /RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Peso Estructura [T]	4843.31	4696.17	4376.66	3.13%	10.66%	7.30%
Carga Reactiva [T]	2274.58	2247.40	2219.08	1.21%	2.50%	1.28%
Corte Basal [T]	282.05	278.21	274.34	1.38%	2.81%	1.41%
Fuerzas Laterales [T]						
10° Planta	50.78	49.99	50.49	1.57%	0.57%	1.00%
9° Planta	50.95	50.26	45.49	1.39%	12.01%	10.47%
8° Planta	44.08	43.48	40.49	1.38%	8.87%	7.38%
7° Planta	37.41	36.90	35.23	1.38%	6.18%	4.74%
6° Planta	30.95	30.53	30.24	1.37%	2.35%	0.96%
5° Planta	24.73	24.40	25.24	1.36%	2.08%	3.46%
4° Planta	18.79	18.54	20.25	1.35%	7.75%	9.20%
3° Planta	13.19	13.02	15.23	1.34%	15.41%	16.95%
2° Planta	8.01	7.91	9.99	1.32%	24.64%	26.28%
1° Planta	3.23	3.18	4.72	1.34%	46.14%	48.09%
Periodo Fundamental [s]	1.314	1.188	1.349	10.61%	2.66%	13.55%
MOMENTOS – VIGA PORTICO D ENTRE EJES(1 - 2) 10° PISO						
COMBINACION 1.2D + 1.6L						
Momento izq. [T-m]	7.060	6.416	5.51	10.04%	28.14%	16.44%
Momento cen. [T-m]	3.454	3.936	3.397	13.94%	1.69%	15.87%
Momento der. [T-m]	6.102	6.988	7.506	14.51%	23.00%	7.41%

DESPLAZAMIENTOS - PORTICO C												
Piso	ETABS 2015			RISA 3D			RCBE			Diferencia Porcentual		
	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. Z [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
10° Planta	91.14	0.0030	0.0155	70.11	0.0027	0.0142	67.19	0.0022	0.0115	9.46%	34.72%	23.08%
9° Planta	81.96	0.0030	0.0159	61.72	0.0028	0.0146	60.38	0.0023	0.0120	9.10%	32.82%	21.75%
8° Planta	72.56	0.0031	0.0162	53.10	0.0028	0.0148	53.30	0.0023	0.0123	9.39%	31.25%	19.98%
7° Planta	63.00	0.0031	0.0163	44.37	0.0028	0.0148	46.02	0.0024	0.0126	10.41%	29.60%	17.38%
6° Planta	53.36	0.0031	0.0162	35.63	0.0027	0.0144	38.58	0.0024	0.0126	12.54%	28.28%	13.99%
5° Planta	43.79	0.0030	0.0158	27.13	0.0026	0.0135	31.12	0.0024	0.0124	16.35%	27.38%	9.48%
4° Planta	34.49	0.0028	0.0149	19.14	0.0023	0.0121	23.82	0.0022	0.0117	23.11%	27.24%	3.36%
3° Planta	25.70	0.0026	0.0135	12.00	0.0019	0.0100	16.91	0.0020	0.0105	35.72%	28.33%	5.76%
2° Planta	17.71	0.0022	0.0117	6.11	0.0014	0.0071	10.69	0.0017	0.0088	65.59%	33.06%	24.44%
1° Planta	10.78	0.0019	0.0098	1.93	0.0006	0.0033	5.48	0.0012	0.0063	201.30%	57.05%	91.84%

DESPLAZAMIENTOS - PORTICO 3												
Piso	ETABS 2015			RISA 3D			RCBE			Diferencia Porcentual		
	Desplaza. Y [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. X [mm]	ΔE	ΔM	Desplaza. Y [mm]	ΔE	ΔM	ETABS2015/ RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
10° Planta	90.62	0.0024	0.0127	99.68	0.0030	0.0155	70.63	0.0018	0.0095	22.11%	34.31%	64.00%
9° Planta	83.12	0.0027	0.0140	90.52	0.0032	0.0170	65.05	0.0020	0.0106	21.28%	32.06%	60.16%
8° Planta	74.84	0.0030	0.0155	80.48	0.0035	0.0186	58.78	0.0023	0.0119	19.92%	30.31%	56.27%
7° Planta	65.67	0.0032	0.0169	69.48	0.0038	0.0201	51.74	0.0025	0.0132	18.68%	28.38%	52.35%
6° Planta	55.69	0.0034	0.0179	57.64	0.0040	0.0210	43.97	0.0027	0.0141	16.80%	26.98%	48.31%
5° Planta	45.10	0.0035	0.0183	45.27	0.0040	0.0210	35.63	0.0028	0.0146	14.83%	25.29%	43.87%
4° Planta	34.30	0.0034	0.0178	32.87	0.0038	0.0199	27.01	0.0027	0.0144	11.64%	24.04%	38.49%
3° Planta	23.77	0.0031	0.0162	21.11	0.0033	0.0173	18.52	0.0025	0.0132	6.74%	22.96%	31.25%
2° Planta	14.18	0.0025	0.0132	10.88	0.0024	0.0128	10.72	0.0020	0.0107	3.11%	23.36%	19.64%
1° Planta	6.36	0.0017	0.0087	3.29	0.0011	0.0056	4.38	0.0012	0.0064	55.78%	36.76%	13.91%

CUADRO COMPARATIVO DE DISEÑO			
VIGUETA DECIMA PLANTA PANEL-EJES (C-D Y 1-2')			
Viga: Patines = 80x6 [mm] Alma = 330x4 [mm]			
ETABS 2015			
Maximo momento por combinacion: 1.2 D + 1.6 L Momento requerido : Mu [T- m] = 6.561 Momento de diseño: Mr [T- m] = 8.485 Capacidad: 0.767			
Parameters for Lateral Torsion Buckling			
L _{lb}	K _{lb}	C _b	
0.1	1	1	
Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1.3a,H1-1b)			
D/C Ratio =	$(P_u / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$		
0.767 =	0 + 0.767 + 0		
Axial Force and Capacities			
P _u Force (tonf)	φP _{nc} Capacity (tonf)	φP _{nt} Capacity (tonf)	
0	47.6729	72.2304	
Moments and Capacities			
	M _u Moment (tonf-m)	φM _n Capacity (tonf-m)	φM _n No L _{TBD} (tonf-m)
Major Bending	6.5608	8.4845	8.5593
Minor Bending	0	0.6501	
Shear Design			
	V _u Force (tonf)	φV _n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	0.0643	16.7412	0.004
Minor Shear	0	18.2477	0
RISA 3D			
Maximo momento por combinacion: 1.2 D + 1.6 L Momento requerido : Mu [T- m] = 6.857 Momento de diseño: Mr [T- m] = 8.485 Capacidad: 0.808			
AISC 14th(360-10): LRFD Code Check			
Direct Analysis Method			
Max Bending Check	0.808	Max Shear Check	0.420 (y)
Location	6.62 m	Location	6.62 m
Equation	H1-1b	Max Defl Ratio	L/159
Bending Flange	Compact	Compression Flange	Non-Slender Qs=1
Bending Web	Compact	Compression Web	Slender Qa=.732
Fy	35.2 kg/mm^2	y-y	.662 m
phi*Pnc	47.673 mt	Lb	.662 m
phi*Pnt	72.23 mt	KL/r	44.101
phi*Mny	.65 mt-m	Z-Z	.662 m
phi*Mnz	8.485 mt-m	L Comp Flange	.662 m
phi*Vny	16.741 mt	Warp Length	12.9 m
phi*Vnz	18.248 mt	L-torque	.662 m
Cb	1	Tau_b	1
RCBE			
Desventaja del programa no realiza diseño de secciones de acero.			

CUADRO COMPARATIVO DE DISEÑO			
VIGA PORTICO2 D ENTRE EJES(1 – 2') 10° PISO			
Viga: Patines = 150x12 [mm]			
Alma = 400x5 [mm]			
ETABS 2015			
Maximo momento por combnacion: 1.2 D + L – Ex+			
Momento requerido : Mu [T- m] = 14.682			
Momento de diseño: Mr [T- m] = 21.796			
Capacidad: 0.492			
Parameters for Lateral Torsion Buckling			
L_{lb}	K_{lb}	C_b	
0.5	1	1	
Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1.3a,H1-1b)			
D/C Ratio =	(P_r/2P_c) + (M_{r23}/M_{c33}) + (M_{r22}/M_{c22})		
0.492 =	0 + 0.492 + 0		
Axial Force and Capacities			
P_u Force (tonf)	φP_{nc} Capacity (tonf)	φP_{nt} Capacity (tonf)	
0	87.4437	177.408	
Moments and Capacities			
	M_u Moment (tonf-m)	φM_n Capacity (tonf-m)	φM_n No L_{TBD} (tonf-m)
Major Bending	14.6824	21.7958	29.8299
Minor Bending	0	4.356	
Shear Design			
	V_u Force (tonf)	φV_n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	7.989	27.5908	0.29
Minor Shear	0	68.4288	0
RISA 3D			
Maximo momento por combnacion: 1.2 D + L + Ez-			
Momento requerido: Mu [T- m] = 13.516			
Momento de diseño: Mr [T- m] = 21.762			
Capacidad: 0.623			
AISC 14th(360-10): LRFD Code Check			
Direct Analysis Method			
Max Bending Check	0.623	Max Shear Check	0.284 (y)
Location	0 m	Location	0 m
Equation	H1-1b	Max Defl Ratio	L/1600
Bending Flange	Compact	Compression Flange	Non-Slender Qs=1
Bending Web	Compact	Compression Web	Slender Qa=.89
Fy	35.2 kg/mm²	y-y	3.31 m
phi*Pnc	87.443 mt	z-z	3.31 m
phi*Pnt	177.407 mt	Lb	3.31 m
phi*Mny	4.356 mt-m	KL/r	95.309
phi*Mnz	21.762 mt-m	L Comp Flange	3.31 m
phi*Vny	27.591 mt	Warp Length	6.62 m
phi*Vnz	68.429 mt	L-torque	3.31 m
Cb	1	Tau_b	1
RCBE			
Desventaja del programa no realiza diseño de secciones de acero.			

ANEXO No 5

RESUMEN DE RESULTADOS Y GRÁFICOS

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS

Parámetro a Comparar	Valores			Error		
	ETABS 2015	RISA 3D	RCBE	ETABS2015 /RISA3D	ETABS2015/ RCBE	RISA3D/ RCBE
Edificio Loaiza						
Peso Estructura [T]	1508.95	1469.38	1474.47	2.69%	2.34%	0.35%
Carga Reactiva [T]	1423.21	1383.52	1474.47	2.87%	3.60%	6.57%
Corte Basal [T]	268.99	261.42	280.85	2.89%	4.41%	7.43%
Periodo Fundamental [T]	0.327	0.337	0.348	3.06%	6.42%	3.26%
Máxima deriva	0.0072	0.0078	0.0079	7.60%	8.93%	1.24%
Edificio Unach						
Peso Estructura [T]	4636.23	4548.65	4598	1.93%	0.83%	1.09%
Carga Reactiva [T]	3886.03	3808.14	3931.52	2.05%	1.17%	3.24%
Corte Basal [T]	536.27	525.36	541.22	2.08%	0.92%	3.02%
Periodo Fundamental [T]	1.037	1.094	1.021	5.50%	1.57%	7.15%
Máxima deriva	0.01672	0.0180	0.0167	7.65%	0.13%	7.78%
Edificio Plus 1						
Peso Estructura [T]	4843.31	4696.17	4376.66	3.13%	10.66%	7.30%
Carga Reactiva [T]	2274.58	2247.40	2219.08	1.21%	2.50%	1.28%
Corte Basal [T]	282.05	278.21	274.34	1.38%	2.81%	1.41%
Periodo Fundamental [T]	1.314	1.188	1.349	10.61%	2.66%	13.55%
Máxima deriva	0.02160	0.0215	0.0166	0.37%	30.14%	29.67%

