

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE **INGENIERÍA CIVIL**

“COMPORTAMIENTO NO LINEAL DE LOS SISTEMAS  
ESTRUCTURALES EMMEDUE Y MURO DE DUCTILIDAD  
LIMITADA APLICADA AL HOTEL COSTA BLANCA -  
VICHAYITO - PIURA 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

Juan Eduardo Campos Pizarro

Kevin Abel Ibañez Minaya

**Asesor:**

Dr. Ing. Omar Demetrio Tello Malpartida

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5043-6510>

Lima - Perú

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>JULIO QUESADA LLANTO</b>	<b>42831273</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>GERSON VEGA RIVERA</b>	<b>10390118</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>JUAN DE LA TORRE OSTOS</b>	<b>09634918</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## **DEDICATORIA**

El siguiente trabajo de investigación se la quiero dedicar a Dios, por haberme entregado una madre tan trabajadora, ella me inspira a ser mejor cada día porque gran parte de lo que soy se lo debo a ella, a mi hermosa familia, a todas aquellas personas que me dieron una palabra de ánimo en tiempos difíciles, a mis papitos por ser mis ejemplos a seguir desde que era un niño.

IBAÑEZ MINAYA KEVIN ABEL

Dedico el siguiente trabajo de investigación a mis padres y hermanos, por sus consejos, su apoyo constante y su confianza depositada en mí; a mi abuela que estando lejos siempre veló por mí y por mi bienestar; a Dios por no abandonarme en los momentos más importante de mi vida; y a todas mis amistados, en especial a mis compañeros Gustavo Apaza y Enrique Ibarra, por sus palabras de ánimos en tiempos difíciles.

CAMPOS PIZARRO JUAN EDUARDO



## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer al Dr. Omar Tello y profesores Jorge Luis Canta y Christian Domínguez que me apoyaron en el desarrollo de este trabajo de investigación, si no fuese por ellos, su vocación y su entrega, tal vez este informe no se hubiese desarrollado, agradecerles por inspirarme a ser un buen profesional, a los Ingenieros Jane Alvarez y Julio Chuna por encontrar en ellos un de compañerismo que nos ayudó a seguir adelante.

**IBAÑEZ MINAYA KEVIN ABEL**

Con mucho cariño y un profundo agradecimiento a mis padres, hermanos y mi abuela, por todo el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida; sin ello, que son el motor y motivo de mi día a día, no podría haber concluido este trabajo de investigación.

A mi asesor Phd. Ing. Omar Tello Malpartida, por su apoyo y amabilidad brindada durante el tiempo que duró esta investigación.

**CAMPOS PIZARRO JUAN EDUARDO**

## Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR .....	2
DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTO .....	5
Tabla de contenido .....	7
ÍNDICE DE TABLAS .....	13
ÍNDICE DE FIGURAS .....	15
RESUMEN.....	21
ABSTRACT .....	22
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	23
1.1.    Realidad problemática .....	23
1.1.1.    Antecedentes .....	28
1.2.    Formulación del problema .....	32
1.2.1.    Problema General.....	32
1.2.2.    Problemas Específicos .....	32
1.3.    Justificación del Estudio .....	33
1.4.    Límites del Estudio .....	34
1.5.    Objetivos.....	34
1.5.1.    Objetivo General:.....	34
1.5.2.    Objetivo Específicos:.....	34
1.6.    Hipótesis .....	35
1.6.1.    Hipótesis General:.....	35
1.6.2.    Hipótesis Específicas:.....	35
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....	36
2.1.    Tipo de Investigación .....	36
2.1.1.    Según su propósito .....	36
2.1.2.    Por su enfoque .....	36

2.1.3.	Por su diseño .....	37
2.1.4.	Nivel de investigación .....	38
2.2.	Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos) .....	38
2.2.1.	Población: .....	38
2.2.2.	Muestra: .....	38
2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	39
2.3.1.	Técnicas de recolección e instrumentos .....	39
2.4.	Marco teórico .....	41
2.4.1.	Sistema Estructural Emmedue .....	41
2.4.1.1.	Materiales que componen al Sistema Emmedue .....	42
2.4.1.1.1.	Micro Concreto.....	42
2.4.1.1.2.	Núcleo Central.....	43
2.4.1.1.3.	Acero de Refuerzo .....	43
2.4.1.2.	Clasificación de los Paneles .....	44
2.4.1.2.1.	Panel Simple .....	44
2.4.1.2.2.	Panel Doble.....	47
2.4.1.2.3.	Panel para Losas Estructurales .....	48
2.4.1.2.4.	Panel para Escalera .....	51
2.4.1.2.5.	Panel Rellenado .....	52
2.4.1.2.6.	Panel Curvo.....	53
2.4.1.3.	Clasificación de Acero de Refuerzo .....	54
2.4.1.3.1.	Mallas Angulares (MRA) .....	54
2.4.1.3.2.	Mallas Planas (MRP) .....	55
2.4.1.3.3.	Mallas U (MRU-P) .....	56
2.4.1.4.	Consideraciones para Panel Tipo Losa .....	57
2.4.1.4.1.	Mortero.....	57
2.4.1.4.2.	Refuerzo Adicional .....	58
2.4.1.4.3.	Cuantía Mínima .....	59
2.4.1.5.	Propiedades del Sistema .....	59

2.4.1.6.	Propiedades del Sistema para Análisis Sísmico .....	59
2.4.1.7.	Peso del Panel Muro y Losa .....	59
2.4.1.8.	Módulo de Elasticidad del Concreto.....	60
2.4.2.	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada .....	60
2.4.2.1.	Materiales que componen el Sistema Muro de Ductilidad Limitada .....	61
2.4.2.1.1.	Concreto .....	61
2.4.2.1.2.	Acero Corrugado .....	62
2.4.2.1.3.	Malla Electrosoldada.....	63
2.4.2.2.	Elementos Estructurales del Sistema MDL .....	64
2.4.2.2.1.	Platea de Cimentación .....	64
2.4.2.2.2.	Muros Estructurales .....	64
2.4.2.2.3.	Losa Maciza .....	66
2.4.2.3.	Propiedades Mecánicas del Sistema .....	66
2.4.3.	Normativa E030.....	67
2.4.3.1.	Zonificación .....	67
2.4.3.2.	Condiciones Geotécnicas .....	68
2.4.3.3.	Perfiles de Suelos .....	69
2.4.3.4.	Categoría de Edificación.....	69
2.4.3.5.	Factor de Amplificación Sísmica .....	70
2.4.3.6.	Sistemas estructurales y coeficientes de reducción de las fuerzas sísmicas (R). .....	72
2.4.4.	Análisis Estático .....	75
2.4.4.1.	Fuerza Cortante en la Base.....	75
2.4.4.2.	Peso de la Estructura .....	75
2.4.5.	Análisis Dinámico.....	76
2.4.5.1.	Modos de Vibración .....	76
2.4.5.2.	Aceleración Espectral .....	76
2.4.6.	Análisis Sísmico no Lineal.....	77
2.4.6.1.	Normativa FEMA 365 y FEMA 440 .....	78
2.4.6.1.1	Espectro de diseño .....	78

2.4.6.1.2	Pseudo – aceleración .....	79
2.4.6.1.3	Cálculo de Fuerza Equivalente .....	79
2.4.6.1.4	Distribución vertical de la Carga Pseudo - lateral.....	83
2.4.6.2.	Análisis Pushover.....	84
2.4.7.	Análisis Estadístico .....	85
2.4.7.1.	Bases para la elección de una prueba estadística .....	86
2.4.7.1.1	Escala de mención de las Variables .....	87
2.4.7.1.2	Número de Menciones.....	87
2.4.7.1.3	Diseño de la Investigación .....	88
2.4.7.2.	Prueba T de Muestras Independientes .....	89
2.4.7.3.	U de Mann Whitney .....	89
2.4.7.4.	IMB SPSS STATISTICS 21 .....	90
2.5.	Desarrollo de la investigación .....	93
2.5.1.	Análisis Estructural de Sistema Emmedue.....	93
2.5.1.1.	Parámetros Sísmicos:.....	93
2.5.1.2.	Análisis Estático .....	98
2.5.1.3.	Análisis Dinámico.....	101
2.5.1.4.	Estructuración.....	105
2.5.1.5.	Modelización del Sistema Emmedue.....	124
2.5.2.	Análisis Estructural del sistema Muro de Ductilidad Limitada.....	125
2.5.2.1.	Parámetros Sísmicos:.....	125
2.5.2.2.	Análisis Estático .....	129
2.5.2.3.	Análisis Dinámico.....	132
2.5.2.4.	Estructuración.....	136
2.5.2.5.	Modelización del Sistema MDL .....	148
2.5.2.6.	Análisis Pushover.....	149
CAPÍTULO III: RESULTADOS .....		155
3.1.	Objetivo específico 1 .....	155
3.1.1.	Marco Teórico .....	155

Distorsiones de Entrepiso .....	155
3.1.2. Procedimiento.....	156
3.1.2.1. Resultados del Análisis Dinámico Lineal – Sistema Emmedue.....	156
3.1.2.1.1. Desplazamientos laterales de entrepiso .....	156
3.1.2.2. Resultados del Análisis Dinámico Lineal – Sistema .....	159
3.1.2.2.1. Desplazamientos laterales de entrepiso .....	159
3.2. Objetivo específico 2.....	161
3.2.1. Marco Teórico .....	162
3.2.2. Procedimiento:.....	166
3.2.2.1. Resultados del Analisis Pushover – Sistema Emmedue.....	166
3.2.2.1.1. Curva de Capacidad .....	166
3.2.2.1.2. Punto de Desempeño.....	167
3.2.2.2. Resultados del Análisis Pushover – Sistema MDL .....	169
3.2.2.2.1. Curva de Capacidad .....	169
3.2.2.2.2. Punto de Desempeño.....	170
3.3. Objetivo específico 3.....	172
3.3.1. Marco Teórico .....	172
3.3.2. Procedimiento.....	174
3.3.2.1. Desempeño de la Estructura – Sistema Emmedue .....	174
3.3.2.1.1. Ductilidad .....	174
3.3.2.2. Desempeño de la Estructura – Sistema MDL .....	177
3.3.2.2.1. Ductilidad .....	177
3.4. Objetivo específico 4.....	180
3.4.1. Marco Teórico .....	180
3.4.2. Procedimiento.....	181
3.4.2.1. Desempeño de la Estructura – Sistema Emmedue .....	181
3.4.2.1.1. Sobrerresistencia Emmedue .....	181
3.4.2.2. Desempeño de la Estructura – Sistema MDL .....	182
3.4.2.2.1. Sobrerresistencia MDL.....	182

3.5.	Resumen de resultados para ambos sistemas .....	183
3.5.1.	Distorsiones.....	183
3.5.2.	Punto de Desempeño .....	184
3.5.3.	Ductilidad.....	185
3.5.4.	Sobrerresistencia .....	186
3.6.	Análisis de Datos Estadísticos .....	187
3.6.1.	Hipótesis General.....	187
3.6.1.1.	Prueba de Normalidad .....	187
3.6.1.2.	U de Mann Whitney .....	188
3.6.2.	Hipótesis N°1 .....	189
3.6.2.1.	Prueba de Normalidad .....	190
3.6.2.2.	T-Student para las Muestras Independientes .....	191
3.6.3.	Hipótesis N°2 .....	192
3.6.3.1.	Prueba de Normalidad .....	192
3.6.3.2.	T-Student para Muestras Independientes .....	193
3.6.4.	Hipótesis N°3 .....	194
3.6.4.1.	Prueba de Normalidad .....	195
3.6.4.2.	T-Student para Muestras Independiente.....	196
3.6.5.	Hipótesis N°4 .....	197
3.6.5.1.	Prueba de Normalidad .....	197
3.6.5.2.	T-Student para Muestras Independiente.....	199
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....		200
4.1.	DISCUSIONES .....	200
4.2.	CONCLUSIONES .....	203
REFERENCIAS.....		205
ANEXOS .....		210



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características térmicas de algunos tipos de muros estructurales EMMEDUE ....	45
Tabla 2 Características técnicas del panel superior de muro estructural (PSME).....	45
Tabla 3 Características técnicas del panel premium para muro estructural (PPME) .....	46
Tabla 4 Características técnicas del panel premium para muro estructural (PEME) .....	46
Tabla 5 Características técnicas del panel doble para muro estructural .....	48
Tabla 6 Características técnicas del panel para losa estructural con nervaduras .....	50
Tabla 7 Características técnicas del panel para escalera estructural.....	52
Tabla 8 Características técnicas del panel de descanso. ....	53
Tabla 9 Características técnicas de mallas planas. ....	55
Tabla 10 Características técnicas de mallas planas. ....	56
Tabla 11 Características técnicas de mallas tipo U. ....	57
Tabla 12 Tipos de mezcla de concreto. ....	61
Tabla 13 Normativas que rigen los aceros peruanos.....	62
Tabla 14 Dimensiones de barra de acero ASTM A 615 - PERU. ....	62
Tabla 15 Características de la norma ASTM A 496. ....	63
Tabla 16 Presentación de mallas electrosoldadas.....	63
Tabla 17 Distribución de acero de refuerzo en losa maciza para EDML.....	65
Tabla 18 Comprobación de irregularidad de rigidez – piso blando.....	96
Tabla 19 Evaluación del análisis estático en ambas direcciones. ....	100
Tabla 20 Parámetros Sísmicos. ....	101
Tabla 21 Esquema de Participación modal de la masa. ....	102
Tabla 22 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección X. (Sistema MDL).....	103
Tabla 23 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección Y. (Sistema MDL).....	103
Tabla 24 Factor de escala cociente del 80%Vestática y la Vdinámica. ....	104
Tabla 25 “Cálculo de abertura en plantas”. ....	127
Tabla 26 Evaluación del análisis estático en ambas direcciones. ....	131

Tabla 27 Parámetros Sísmicos. ....	132
Tabla 28 Esquema de Participación modal de la masa. ....	133
<i>Tabla 29 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección X. (Sistema MDL).....</i>	<i>134</i>
Tabla 30 Factor de escala cociente del 80%Vestática y la Vdinámica. ....	135
Tabla 31 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección X. (Sistema Emmedue). ....	158
Tabla 32 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección Y. (Sistema Emmedue). ....	158
Tabla 33 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección X. (Sistema MDL). ....	161
Tabla 34 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección Y. (Sistema MDL). ....	161
Tabla 35 Rangos de la curva de capacidad para niveles de desempeño – Sistema Emmedue. ....	176
Tabla 36 Rangos de la curva de capacidad para niveles de desempeño – Sistema Emmedue. ....	178
Tabla 37 Distorsiones máximas para cada sistema estructural. ....	183
Tabla 38 Punto y nivel de desempeño para cada sistema estructural. ....	184
Tabla 39 Ductilidad para cada sistema estructural. ....	185
Tabla 40 Sobrerresistencia para cada sistema estructural. ....	186

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Componentes del sistema de paneles estructurales .....	42
Figura 2 Sección típica del panel simple.....	44
Figura 3 Sección típica del panel doble .....	47
Figura 4 Sección típica del panel losa.....	48
Figura 5 Panel losa con una nervadura para armado de viga (PL1) .....	49
Figura 6 Panel losa con dos nervaduras para armado de viga (PL2).....	49
Figura 7 Panel losa con tres nervaduras para armado de viga (PL3) .....	50
Figura 8 Sección típica del panel escalera.....	51
Figura 9 Sección típica del panel rellano. ....	52
Figura 10 Sección típica del panel curvo. ....	53
Figura 11 Malla angular MRA.....	54
Figura 12 Malla plana MRP .....	55
Figura 13 Malla U (MRU-P) .....	56
Figura 14 Detalle de morteros en muros. ....	57
Figura 15 Detalle de morteros en losas. ....	58
Figura 16 Colocación del refuerzo adicional. ....	58
Figura 17 Configuración típica del refuerzo de muros de ductilidad limitada. ....	60
Figura 18 Platea de cimentación para EDML.....	64
Figura 19 Muros de Ductilidad Limitada.....	65
Figura 20 Losa maciza para EDML. ....	66
Figura 21 Mapa de zonas sísmicas del Perú. ....	67
Figura 22 Zonificación Sísmica del Perú.....	68
Figura 23 Factor del suelo "S". ....	68
Figura 24 Periodos $T_p$ y $T_l$ . ....	69
Figura 25 Categorías de una Edificación según su tipo.....	70
Figura 26 Cálculo del periodo según el tipo de sistema estructural.....	71
Figura 27 Cálculo del periodo según el tipo el modo de Vibración.....	72

Figura 28 Asignación de Coeficiente Básico de reducción por el tipo de sistema estructural.	72
Figura 29.altura según la Edificación en estudio.....	73
Figura 30 Factores de Irregularidad en planta según la Edificación en estudio. ....	74
Figura 31 Respuesta análisis lineal y no lineal. ....	78
Figura 32 Fórmula para determinar el parámetro C1 a través de su periodo. ....	80
Figura 33 Fórmula para determinar el parámetro C2 a través de su periodo. ....	81
Figura 34 Fórmula para determinar el parámetro Cm a través de su periodo. ....	81
Figura 35 Fórmula para determinar el parámetro Cm a través del material del sistema. ...	81
Figura 36 Fórmula para determinar el parámetro W a través de su masa efectiva. ....	82
Figura 37 Fórmulas para determinar la carga lateral y el factor de distribución vertical. ....	83
Figura 38 Esquema utilizado para el análisis no lineal “Pushover”.....	84
Figura 39 Esquema Niveles de desempeño como resultado de análisis “Pushover”.....	85
Figura 40 Proceso de selección de una prueba estadística. ....	86
Figura 41 Ítems para colocar datos de Análisis. ....	90
Figura 42 Secuencia a seguir para la comprobación de la normalidad de nuestros datos. 91	
Figura 43 Secuencia a seguir para la prueba T de Muestras Independientes. ....	92
Figura 44 Secuencia a seguir para la prueba U Mann Whitney.....	92
Figura 45 Vista de planta del Hotel Vichayito.....	94
Figura 46 “Vista de perfil y frontal del hotel Emmedue”. ....	97
Figura 47 Periodos y participación de masas. ....	98
Figura 48 Elaborado en base a los parámetros del análisis estático.....	102
Figura 49 Vista de planta del hotel con el sistema EMEDUE. ....	105
Figura 50 Vista de perfil de ambos lados del hotel con el sistema EMEDUE.....	105
Figura 51 “Datos de las propiedades del material para Muro”. ....	107
Figura 52 “Datos de materiales no lineales para Muro”. ....	108
Figura 53 “Gráfico Tensión – Deformación del material para Muro”. ....	108
Figura 54 “Datos de las propiedades del material para losa”. ....	109
Figura 55 “Datos de materiales no lineales para Losa”. ....	109

Figura 56 “Gráfico Tensión – Deformación del material para Losa”	110
Figura 57 “Datos de las propiedades del material para Refuerzo”	111
Figura 58 “Datos de materiales no lineales para Refuerzo”	112
Figura 59 “Gráfico Tensión – Deformación del material para Refuerzo”	112
Figura 60 “Muro Emmedue de 15 de espesor”	113
Figura 61 “Muro Emmedue de 20 de espesor”	113
Figura 62 Esquema de la sección para panel de 15cm de espesor”	114
Figura 63 Propiedades de muro de 15cm de espesor Emmedue”	116
Figura 64 Propiedades para modificación de membrana”	117
Figura 65 Esquema de la sección para panel de 20 cm de espesor”	117
Figura 66 Propiedades de losa 20cm de espesor Emmedue”	120
Figura 67 Propiedades para modificación de membrana”	120
Figura 68 Creación de los 2 casos que se va asignar el acero”	121
Figura 69 Cuantía mínima del refuerzo	121
Figura 70 Resistencia del concreto, espaciamiento y diámetro del refuerzo	122
Figura 71 Selección del caso 2 en la que se seleccionará “Layered”	122
Figura 72 Distribución de acero, resistencia de concreto, orientación y números muros	123
Figura 73 Resumen de los valores ingresado en “Inicio rápido paramétrico”	123
Figura 74 “Distribución de muros”	124
Figura 75 Vista de planta del Hotel Vichayito	126
Figura 76 “Vista de perfil y frontal del hotel”	129
Figura 77 Ratio modal de Masa Participativa	130
Figura 78 Elaborado en base a los parámetros del análisis estático	133
Figura 79 Vista de planta del hotel con el sistema MDL	136
Figura 80 Cortes en la edificación	136
Figura 81 Grillas definidas en el programa Etabs	137
Figura 82 “Datos de las propiedades del material para Muro”	138
Figura 83 “Datos de materiales no lineales para Muro”	139
Figura 84 “Gráfico Tensión – Deformación del material para Muro”	139

Figura 85 “Datos de las propiedades del material para losa” .	140
Figura 86 “Datos de materiales no lineales para Losa” .	140
Figura 87 “Gráfico Tensión – Deformación del material para Losa” .	141
Figura 88 “Datos de las propiedades del material para Refuerzo” .	142
Figura 89 “Datos de materiales no lineales para Refuerzo” .	142
Figura 90 “Gráfico Tensión – Deformación del material para Refuerzo” .	143
Figura 91 Propiedades de muro de 15cm de espesor- sistema MDL .	144
Figura 92 Propiedades de losa 20cm de espesor – sistema MDL .	144
Figura 93 Creación de los 2 casos que se va asignar el acero” .	145
Figura 94 Cuantía mínima del refuerzo .	145
Figura 95 Resistencia del concreto, espaciamiento y diámetro del refuerzo .	146
Figura 96 Selección del caso 2 en la que se seleccionará “Layered” .	146
Figura 97 Distribución de acero, resistencia de concreto, orientación y números muros .	147
Figura 98 Resumen de los valores ingresado en “Inicio rápido paramétrico” .	147
Figura 99 “Distribución de muros” .	148
Figura 100 Creación de los Pushover estáticos lineales .	149
Figura 101 Definición de los Pushover estáticos lineales .	149
Figura 102 Definición del Mass Source .	150
Figura 103 Creación de los Load Cases para posteriormente realizar el análisis pushover .	150
Figura 104 Definición del Pushover estático lineal para la dirección X .	151
Figura 105 Definición de la Carga Gravitacional No Lineal .	151
Figura 106 Definición del pushover estático no lineal .	152
Figura 107 Desplazamiento aplicado a nuestro punto de control Joint 45 .	153
Figura 108 Espectro Elástico .	154
Figura 109 Desplazamientos y derivas de una edificación .	155
Figura 110 Desplazamiento elástico por el sismo dinámico en dirección X. (Sistema Emmedue) .	157

Figura 111 Desplazamiento elástico por el sismo dinámico en dirección Y. (Sistema Emmedue).....	157
Figura 112 Desplazamiento elástico por el sismo dinámico en dirección X. (Sistema MDL). .....	159
Figura 113 Desplazamiento elástico por el sismo dinámico en dirección Y. (Sistema MDL). .....	160
Figura 114 Representación bilineal de la curva de capacidad.....	162
Figura 115 Espectro de capacidad de un edificio. ....	163
Figura 116 Obtención del punto de desempeño para diferentes casos de aceleración básica. .....	165
Figura 117 Obtención del punto de desempeño para diferentes casos de aceleración básica. .....	165
Figura 118 Curva de capacidad de la edificación para el caso Pushover X – Sistema Emmedue. ....	166
Figura 119 Espectro de diseño con $R=1$ – Sistema Emmedue. ....	167
Figura 120 Punto de desempeño ubicado en el gráfico de espectro de capacidad y espectro de demanda – Sistema Emmedue. ....	168
Figura 121 Punto de desempeño ubicado en la curva de capacidad – Sistema Emmedue. .....	169
Figura 122 Curva de capacidad de la edificación para el caso Pushover X – Sistema MDL. .....	170
Figura 123 Espectro de diseño con $R=1$ – Sistema MDL. ....	171
Figura 124 Punto de desempeño ubicado en el gráfico de espectro de capacidad y espectro de demanda – Sistema MDL. ....	171
Figura 125 Punto de desempeño ubicado en la curva de capacidad – Sistema MDL. ....	172
Figura 126 Diagrama tensión-deformación típico del acero. ....	173
Figura 127 Curva bilineal de la curva de capacidad – Sistema Emmedue.....	175
Figura 128 Sectorización de la curva de capacidad y ubicación del punto de desempeño – Sistema MDL. ....	176
Figura 129 Curva bilineal de la curva de capacidad – Sistema MDL.....	177
Figura 130 Sectorización de la curva de capacidad y ubicación del punto de desempeño – Sistema MDL. ....	179

Figura 131 Curva bilineal de la curva de capacidad – Sistema Emmedue.....	181
Figura 132 Curva bilineal de la curva de capacidad – Sistema MDL.....	182
Figura 133 Procesamiento de los casos. ....	187
Figura 134 Prueba de normalidad para los casos.....	188
Figura 135 Estadísticos de contraste. ....	189
Figura 136 Procesamiento de los casos. ....	190
Figura 137 Prueba de normalidad para los casos.....	190
Figura 138 Homostecidad. ....	191
Figura 139 Procesamiento de los casos. ....	192
Figura 140 Prueba de normalidad para los casos.....	193
Figura 141 Homostecidad .....	194
Figura 142 Procesamiento de los casos. ....	195
Figura 143 Prueba de normalidad para los casos.....	195
Figura 144 Homostecidad. ....	196
Figura 145 Procesamiento de los casos. ....	198
Figura 146 Prueba de normalidad para los casos.....	198
Figura 147 Homostecidad .....	199



## RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de los sistemas estructurales Emmedue y Muros de Ductilidad Limitada en el comportamiento no lineal del hotel Costa Blanca ubicado en Vichayito, Piura; el tipo de investigación fue aplicada, cuantitativa, de nivel explicativa, con un diseño cuasi experimental; la población estuvo conformada por las edificaciones para hoteles cuyo sistema estructural este basado en Emmedue o Muros de Ductilidad Limitada en Vichayito, Piura; mientras que la muestra estuvo constituida por el hotel Costa Blanca la cual será analizada bajo los sistemas Emmedue y Muros de Ductilidad Limitada. Con la ayuda del programa Etabs V19, se modelizó la edificación para ambos sistemas con la finalidad de poder conocer el comportamiento no lineal estático de la estructura, obteniendo los siguientes resultados: El sistema Emmedue presento una distorsión máxima inelástica de 0.00017, con un punto de desempeño y una ductilidad de 3.5 cm y 24.33 respectivamente, encontrándose dentro de un nivel de desempeño operacional, además de una capacidad de sobrerresistencia de 1.13; mientras que el sistema MDL presenta una distorsión máxima de 0.00012, con un punto de desempeño y una ductilidad de 1.28 cm y 22.58 respectivamente, encontrándose dentro del nivel de desempeño operacional, además de una capacidad de sobrerresistencia de 1.62. De este modo se concluyó que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada tendrá una mayor influencia para su comportamiento no lineal.

Palabras clave: Comportamiento no lineal, Emmedue, MDL, Pushover.

## ABSTRACT

The research work aimed to determine the influence of structural systems Emmedue and Limited Ductility Walls on the non-linear behavior of the hotel Costa Blanca located in Vichayito, Piura; the type of research was applied, quantitative, explanatory level, with a quasi-experimental design; the population was made up of buildings for hotels whose structural system is based on Emmedue or Limited Ductility Walls in Vichayito, Piura; while the sample was constituted by the Costa Blanca hotel to which it will be analyzed under the systems Emmedue and Limited Ductility Walls. With the help of the Etabs V19 program, the building was modeled for both systems in order to be able to know the static nonlinear behavior of the structure, obtaining the following results: The Emmedue system presented a maximum inelastic distortion of 0.00017, with a performance point and ductility of 3.5 cm and 24.33 respectively, being within an operational performance level, in addition to an overresistance capacity of 1.13; while the Limited Ductility Walls system has a maximum distortion of 0.00012, with a performance point and ductility of 1.28 cm and 22.58 respectively, being within the level of operational performance, in addition to an overresistance capacity of 1.62. Thus, it was concluded that: In this way it was concluded that the system of Walls of Limited Ductility will have a greater influence on the influence for its non-linear behavior.

Keywords: nonlinear behavior, Emmedue, MDL, pushover

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Según CNN canal en español (2012). Es importante reconocer que en los últimos 100 años de nuestra historia hemos pasado por una serie de eventos sísmicos considerables en todas las partes del mundo, presentándose en los últimos 10 años los más severos. Solo por dar un ejemplo en el año 2004 cerca del litoral norte de Sumatra - Indonesia se manifestó una de las actividades tectónicas más fuertes conocidas hasta el momento, registrado el 26 de diciembre con una magnitud de 9.1 escala de Richter provocó una serie de desafortunados desastres. Por dar otro ejemplo, en Japón se produjo un sismo el 11 de marzo del año 2011 con una magnitud de 8.9 grados escala de Richter siendo el responsable de las pérdidas de muchas vidas. Del mismo modo, Chile registró, el 27 de febrero del año 2010, un evento sísmico de magnitud 8.8 escala de Richter que ocasionó un deceso de más de 500 habitantes.

UNISDR y Corporación OSSO (2013). Teniendo en cuenta que las pérdidas humanas son las consecuencias más lamentables, a ello se le debe sumar los cuantiosos desastres en infraestructura, solo en Latinoamérica aproximadamente en la década de los 90 y la primera década del siglo 21 se registró que el 27% de personas afectadas y el 54% de las viviendas colapsadas estuvieron relacionadas con manifestaciones de gran impacto producido por los sismos.

Evaluación del Peligro Sísmico en Perú, Instituto geofísico del Perú (2015) Perú es uno de los países de Sudamérica con más actividad

sísmica, esta tiene origen a la fricción que existe entre las placas de Nazca y Sudamericana, también conocida como zona sismogénica.

Apaza (2021) De modo que el Perú se encuentra en el denominado “Cinturón de Fuego” la probabilidad de ocurrencia de una actividad sísmica es alta, por esta razón las estructuras deben ser contempladas exhaustivamente en sus investigaciones para que puedan disminuir los efectos negativos producidos por sismos de magnitud considerables o severos.

Gálvez (2011) Las edificaciones de Perú usualmente se diseñan utilizando el análisis elástico a pesar de que la mayoría de estas experimentan deformaciones inelásticas durante sismos severos. Los diseños modernos basados en desempeño requieren procedimientos para predecir el comportamiento real de estructuras en tales condiciones. Los análisis No Lineales, junto con el avance de computación e información obtenida de ensayos, nos dan los medios para calcular la respuesta estructural más allá del rango elástico, incluyendo el deterioro de la resistencia y de la rigidez asociado con el comportamiento inelástico de los materiales y grandes desplazamientos. Es por ello que el análisis No Lineal juega un papel importante en los diseños de nuevas estructuras y verificación de las existentes teniendo en cuenta el análisis Pushover para edificaciones de pocos niveles.

Artega (2018) El Perú ha experimentado un crecimiento poblacional notable en las últimas 2 décadas, esto ha impulsado la búsqueda de alternativas diferentes de sistemas estructurales, cuyo enfoque prioritario

es la aplicación de esquemas ya predefinidos; estas tienen que cumplir con unos parámetros importantes como el factor económico y la resistencia de la estructura, sino también otros factores como la practicidad de su ejecución y durabilidad del proyecto. Dentro del marco peruano ha sido visible el uso y combinación de diferentes tipos de sistemas constructivos, estas como opciones a lo que habitualmente se viene construyendo.

Elías (2020) El Reglamento Nacional de Edificaciones da las pautas para realizar el análisis sísmico estático y dinámico lineal para los sistemas estructurales más conocidos, esto significa que si se produce un sismo la estructura tendrá un comportamiento lineal. Sin embargo, al ocurrir un evento sísmico se muestra el verdadero comportamiento, desempeño y vulnerabilidad de las edificaciones, generalmente siendo este tipo de comportamiento no lineal. Las distintas estructuras concebidas en el Perú al ser sometidas a eventos sísmicos estas son capaces de deformarse y disipar energía, esto ocurre debido al comportamiento elastoplástico de los materiales que se utilizan en la construcción de las edificaciones, ya sea de concreto armado o de acero estructural.

Gálvez (2008). Los Sistemas constructivos a base de muros de ductilidad limitada así como otros sistemas, cada vez más toman mayor importancia en nuestro país, esto como resultado del incremento poblacional que a su vez se traduce como un incremento en la necesidad del sector inmobiliario, se ha generado que las autoridades pertinentes tomen en cuenta la adopción y regulación de una manera más extensa en lo que

refiere a su comportamiento, la inclusión del factor “R” en la normativa peruana tras una serie de construcciones realizadas con este sistema está impulsando la necesidad de investigar más sobre estos sistemas no convencionales en nuestro país y poder ir adoptando poco a poco a medida que se va conociendo más sobre su desempeño ante los sismos.

Jaramillo R. y Villamizar J. (2011). Es notorio la escasa información que se tiene respecto del análisis no lineal del sistema estructural Emmduue, podemos recoger lo que según profesan los tesisistas Rafael Jaramillo & Jorge Villamizar en su trabajo de investigación “Evaluación sismorresistente del sistema constructivo 3D-Panel aplicado a viviendas de interés social” sostienen que debería de realizarse su estudio en el campo inelástico con las mismas características del proyecto con el mínimo error posible para poder ahondar en el estudio de este sistema no convencional.

Paredes (2016). El comportamiento no lineal de las estructuras es tan importante como el comportamiento lineal en la práctica de un diseño sismorresistente por las siguientes razones: la estructura de un edificio debe comportarse sin experimentar daños bajo sismos pequeños o medianos que puedan ocurrir durante su existencia. Además, no debe sufrir un colapso con un fuerte movimiento sísmico que tenga recurrencias de 50 años o más. A menudo, las estructuras diseñadas con esta filosofía están sujetas a fuerzas sísmicas medianas que las llevan al

rango inelástico. En algunas ocasiones, las fuerzas observadas han sido de tres a cuatro veces mayores que las que se especifican en los reglamentos. Así mismo, diseñar estructuras que permanezcan elásticas bajo grandes movimientos sísmicos es muy costoso y se considera poco realista. Por esta razón, el modelamiento de las estructuras ante eventos sísmicos es complejo y hace que no exista aún un único procedimiento para su análisis. Los métodos de análisis no lineales se clasifican en dos grupos bastante definidos: análisis dinámicos no lineales y análisis estáticos no lineales, siendo este último el cual daremos uso en el presente trabajo de investigación.

Salcedo Y. (2017). Por otro lado, es importante destacar que el análisis estático no lineal a través del método pushover se vuelve poco intuitivo para edificaciones de varios niveles, pero este mismo método es recomendado como una poderosa herramienta para el desarrollo de procesamiento de datos para proyectos de 6 niveles a menos, con ello podremos comprender mejor el comportamiento estructural en el rango inelástico de una estructura, debido a que este método viene siendo un estudio más cercano a la realidad, con la cual podemos obtener el nivel de desempeño de la estructura de los sistemas estructurales en estudio.

Por todo lo anteriormente mencionado, estando en una zona altamente sísmica, se ha tomado un proyecto que esté en la costa peruana para su evaluación, en la provincia de Piura, la cual se encuentra en zona sísmica

tipo 4, teniendo como contexto que Vichayito es un balneario y que en su mayoría las edificaciones son hoteles frente al mar en este sector, se evaluará el Hotel Costa Blanca de Vichayito como modelo de estudio al ser este el único en su tipo con el sistema estructural Emmedue.

### **1.1.1. Antecedentes**

Soto (2018) Tiene como objetivo principal Evaluar la aplicación de la norma sismorresistente E.030 2018 y análisis Pushover en edificaciones de muros de ductilidad limitada de 6 pisos en el distrito Rímac-Lima-Perú; por ello consideró a esta investigación como orientación aplicada, con un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y con un diseño observacional, retrospectivo y longitudinal. La población a considerar fueron los edificios construidos con el sistema estructural de muros de ductilidad limitada del Perú, siendo la muestra un edificio con muro de ductilidad limitada de 6 pisos ubicado en el distrito Rímac-Lima. Como resultados obtuvo un punto de desempeño para una fuerza cortante de 1031.67Tn y un desplazamiento aproximado de 1.5cm; además con el programa Etabs pudo calcular la curva bilineal correspondiente a la curva Pushover determinando un punto de fluencia de  $D_y=0.629\text{cm}$  y un desplazamiento máximo  $D_u=2.412\text{cm}$ , por lo cual pudo hallar la ductilidad que dividiendo ambos factores resultando en una ductilidad de 3.83; por otro lado teniendo el punto de desempeño de 1.5cm se pudo determinar que la estructura se encontraba en un rango de seguridad de vida. Para finalizar concluye en base a los resultados obtenidos que la edificación no excedía el límite de deriva establecido por la norma que es de 0.005, tanto como para un análisis estático como dinámico, observando que la estructura es bastante rígida para ambas direcciones.



Chávez D. (2021) Se enfoca en la evaluación del desempeño estructural y la afectación de la estructura por sismo de un edificio estructurado a base de muros de ductilidad limitada (MDL), del condominio Ciudad Verde 4ta Etapa, Lima 2021; para ello, aplicó una investigación de tipo descriptiva debido a que manifestó su toma de datos en base a normas extranjeras para poder mejorar el desempeño esperado de la edificación, siendo también, cualitativo puesto que el nivel de desempeño fue definido en una escala ordinario. Debido a su diseño la investigación fue cuasi-experimental, porque se realizó una manipulación de los valores de las variables mediante técnicas y métodos para determinar el nivel de desempeño estructural. Su población a considerar fueron todos los edificios con sistema estructural a base de Muros de Ductilidad Limitada (MDL), del condominio residencial ciudad verde Puente Piedra; siendo la muestra de su investigación el pabellón G del condominio residencial Ciudad Verde – 4ta Etapa – Puente Piedra. Los resultados obtenidos para esta investigación fue que el punto de desempeño resultó de 0.007156m lo cual se considera que está dentro del parámetro seguridad de vida establecido por comité visión 2000, por otro lado para el sismo de igual magnitud al de Ancash 1970 se encontró el punto de desempeño de 0.01591m lo cual estaría considerado dentro del parámetro pre colapso; además al analizar la estructura con 3 sismos diferentes se obtuvieron en total 4 distorsiones de las cuales fueron para el sismo de Ancash 1970 las distorsiones obtenidas son de 0.46% y 0.33% para las direcciones X e Y respectivamente; para el sismo de Callao 1996 fueron de 0.45% y 0.74% para las direcciones X e Y respectivamente. Esta investigación concluyó que, para poder mejorar el desempeño de la estructura, de seguridad de vida a operacional, se deben estructurar elementos a mayor fluencia, para que se pueda tener mayores desplazamientos sin entrar a la plasticidad.

Cirilo Quispe (2019) Tiene como objetivo principal el comparar el comportamiento no lineal estático de una edificación de 5 niveles con el sistema estructural Durapanel y Muros de Ductilidad Limitada en la ciudad de Huancavelica, 2017. Para ello usó un tipo de investigación aplicada, perteneciendo al nivel de tipo descriptivo – comparativo, con un diseño de investigación de tipo no experimental – transversal; debido a que, no se manipularon las variables y su recolección de datos será tal como se presentan en la realidad. La población estuvo constituida por todas las edificaciones construidas con el sistema estructural Durapanel y Muros de Ductilidad Limitada en la ciudad de Huancavelica, tomando como muestra una edificación de 5 niveles ubicada en la Av. Celestino Manchego Muñoz; el cual fue diseñado estructuralmente bajo el sistema estructural Durapanel y Muros de Ductilidad Limitada. Como resultados pudo obtener para el sistema estructural Durapanel un punto de desempeño de 4.2cm para una cortante de 29.72Tn, además observa que su comportamiento estructural incursiona en el rango inelástico a partir de del punto (29.8392tn,-0.0232m) hasta llegar al punto de colapso en (65.5821tn,-0.1217m); por otro lado, para el sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada el punto de desempeño fue en 4.8cm para una cortante de 45.53Tn, observando que el comportamiento estructural incursiona en el rango inelástico a partir del punto (47.1479tn,0.0196m) llegando hasta el punto de colapso en (51.003tn,0.02m). Concluyendo así que el sistema estructural Durapanel presenta una mayor deformación y capacidad estructural a comparación del sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada.

Coca J. (2019) Determinó qué sistema estructural es más efectivo técnico y económicamente para el edificio “El Sol” Huancayo – 2019, evaluando el comportamiento no lineal del sistema estructural de muros de ductilidad limitada y

albañilería confinada. Según su metodología a seguir, consideró que la investigación era de tipo aplicada, de un nivel descriptivo comparativo, con un diseño no experimental transversal descriptivo. Su población está conformada por los edificios de Muros de Ductilidad Limitada y albañilería confinada en la ciudad de Huancayo, siendo su muestra un edificio de 5 pisos de nombre “El Sol”, con un área de 140m<sup>2</sup>, diseñada con ambos sistemas estructurales. Como resultados de su investigación obtuvo que las distorsiones fueron de 0.00132 en dirección X y 0.00118 en dirección Y para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada, además con respecto a la sobre resistencia de la estructura pudo observar que el factor en la dirección X resultó de 2.79 mientras que en la dirección Y fue de 2.90, y con respecto a la cortante de diseño dio como resultado una sobre resistencia de 3.92; por otro lado, la ductilidad obtenida de los análisis fue de 9.83 respecto a la fluencia efectiva. Al concluir su tesis evaluó que de los dos sistemas estructurales estudiados el de Muros de Ductilidad Limitada es más efectivo en cuanto su análisis estructural, diseño estructural y diseño por desempeño; así como también, siendo económicamente mejor frente al otro sistema.

Calderón C. y Gamarra C. (2020). Planteó como uno de sus objetivos el realizar los cálculos de derivas o distorsiones inelásticas para verificar que sistema estructural cuenta con un mejor comportamiento; de diseño no experimental, de tipo transversal y siendo de tipo causal comparativa. Su población corresponde a todas las viviendas de iguales características en las cuales estos dos sistemas estructurales puedan ser aplicados, a la cual se le aplicarán estos dos sistemas para finalmente poder hacer una comparación. Como principales resultados obtuvieron las distorsiones máximas inelásticas, para el sistema estructural Emmedue  $d_{xx} = 0.086\%$  y  $d_{yy} = 0.204\%$  y para el sistema MDL fue de  $d_{xx} = 0.028\%$  y  $d_{yy} = 0.029\%$ . Para finalizar, concluyeron que

tanto el sistema Emmedue como el de MDL cumplían satisfactoriamente con las derivas máximas inelásticas, además pudieron verificar que de ambos sistemas el Emmedue es más liviano, representando un 74% con respecto al peso del sistema MDL, esto debido a su composición estructural que es de panel, losa y muro.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿En qué medida los sistemas estructurales EMMEDUE y MDL influyen en el comportamiento no lineal, hotel Costa Blanca -Vichayito Piura 2022?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿En qué forma los sistemas estructurales EMMEDUE y MDL influyen en su punto de desempeño, hotel Costa Blanca - Vichayito, Piura 2022?
- ¿Cómo los sistemas estructurales EMMEDUE y MDL influyen en su distorsión de entresijos, hotel Costa Blanca - Vichayito, Piura 2022?
- ¿De qué manera los sistemas estructurales EMMEDUE y MDL influyen en ductilidad, hotel Costa Blanca - Vichayito, Piura 2022?
- ¿En qué punto los sistemas estructurales EMMEDUE y MDL influyen en su capacidad de sobrerresistencia, hotel Costa Blanca - Vichayito, Piura 2022?

### 1.3. Justificación del Estudio

El siguiente trabajo de investigación sustentaremos la siguiente la justificación práctica. El eje principal es intentar ahondar en el estudio del comportamiento no lineal en el uso de sistemas estructurales no convencionales específicamente en los sistemas Emmedue y Mdl, esto a partir de una problemática que a la fecha es necesario abordarlo de manera inmediata, nos sustentamos a las numerosas pérdidas económicas y humanas que son provocadas por el colapso de las edificaciones que si bien es cierto son varios factores los que determinan el colapso de las edificaciones, dar a conocer nuevas alternativas para la construcción de edificaciones de pocos niveles intentaremos ampliar el conocimiento en este campo dentro del análisis inelástico específicamente con el método Pushover “consiste en una serie de procedimientos de análisis elásticos secuenciales” y así de esta manera impulsar el uso de estas en un marco nacional y contribuir con el avance de la investigación de estas.

. Podemos ver de investigaciones pasadas que en gran parte se debe a la aplicación inadecuada del método de diseño y uso de sistemas tradicionales ante eventos de actividad sísmica de alta o mediana intensidad. Según estos autores estas estructuras llegan a sufrir daños reparables y en muchos casos hasta irreversibles, de modo que es necesario utilizar nuevas tecnologías de diseño tal como lo es el “diseño por desempeño”, también es de suma importancia utilice herramientas de análisis como el análisis no lineal estático, esto porque su análisis es el más parecido a la realidad la normativa lo contempla dentro de un rango elástico conociendo muy bien que dentro de la realidad no aplica en muchos casos al momento de presentarse una actividad sísmica, las implementaremos en las edificaciones del tipo hotel, ya que estas son una de las que más personas alberga y es acorde la aplicación de estas nuevas tecnologías en estructuras de baja carga gravitacional como lo es el sistema Emedue y MDL que por factores ideológicos no son muy difundidos en nuestro país.

En presente trabajo titulado “*Comportamiento no lineal de los sistemas estructurales emmedue y muro de ductilidad limitada aplicada al hotel costa blanca - Vichayito - Piura*” es importante porque permitirá evaluar el comportamiento sísmico no lineal de

ambos sistemas estructurales, de este modo elegir el sistema estructural más adecuada para la edificación de pocos niveles.

#### **1.4. Límites del Estudio**

Debido a que no se encuentra con la información de las pruebas de suelos donde se ubica el edificio ni sobre las características de la cimentación del edificio, se suponen las condiciones óptimas para su construcción, por lo cual se toma en cuenta un terreno tipo 3 y no se consideran los efectos de interacción suelo- estructura.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo General:**

- Determinar en qué medida los sistemas estructurales EMMEDUE y MDL influyen en el comportamiento no lineal, hotel Vichayito Piura 2022

##### **1.5.2. Objetivo Específicos:**

- Identificar en qué medida los sistemas estructurales EMMEDUE y MDL influyen en la distorsión de entrepisos, hotel Vichayito, Piura 2022
- Determinar en qué medida los sistemas estructurales EMMEDUE y MDL influyen en su punto de desempeño, hotel Vichayito, Piura 2022
- Calcular en qué medida los sistemas estructurales EMMEDUE y MDL influyen en la ductilidad global, hotel Vichayito, Piura 2022
- Demostrar en qué medida los sistemas estructurales EMMEDUE y MDL influyen en su capacidad sobrerresistente, hotel Vichayito, Piura 2022

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis General:**

- El sistema MDL influirá de una manera más positiva que el sistema Emmedue en el comportamiento no lineal del hotel Costa Blanca.

### **1.6.2. Hipótesis Específicas:**

- El sistema Emmedue tendrá una distorsión de entre pisos mayor que el sistema MDL, en el hotel Costa Blanca.
- El sistema MDL influirá en el punto de desempeño más que el sistema Emmedue para el hotel Costa Blanca.
- El sistema Emmedue presentará una mejor capacidad dúctil que el sistema MDL, en el hotel Costa Blanca.
- La capacidad de sobrerresistencia del sistema MDL será mayor a la del sistema Emmedue, para el hotel Costa Blanca.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de Investigación

#### 2.1.1. Según su propósito

El presente trabajo pertenece al tipo de investigación aplicada, debido a que es considerada de acuerdo con, Quispe C. (2019) “La investigación que resuelve una problemática de manera rápida”. Se respalda en las investigaciones, hallazgos y descubrimientos de la investigación básica, asimismo los resultados pueden ser aplicados para brindar solución directa a los problemas que puedan aquejar.

En nuestro trabajo de investigación tomamos como referencia las tesis relacionadas a los descubrimientos de diseño por desempeño en el comportamiento no lineal estático y los sistemas estructurales (Muros de Ductilidad Limitada y sistema Emmedue), asimismo se utilizó la Norma Técnica E – 020 “Cargas”, Norma Técnica E – 030 “diseño Sismorresistente”, Norma Técnica E – 050 “Suelos cimentaciones”, Norma Técnica E – 060 “Concreto armado” y las publicaciones de la Agencia de la Dirección de Emergencia Federal (Reporte FEMA-356), del Consejo Aplicado de la Tecnología (Reporte ACT-40) y La Asociación de ingenieros estructurales de California Visión 2000).

#### 2.1.2. Por su enfoque

Según Alan D. y Cortez L. (2017) nos indican que en una investigación cuantitativa vamos a poder disponer de la correlación o asociación que existe entre las variables; además de generalizar y objetivizar los resultados a través de una muestra.



Una investigación cuantitativa, o también conocida como empírico-analítico, es aquella que para poder analizar y poder comprobar tanto datos como informaciones se basará en aspectos numéricos.

Por ello, al poder obtener datos medibles de la evaluación del comportamiento no lineal de los sistemas estructurales, que luego serán procesados mediante tablas para posteriormente ser interpretados, es que decimos que la presente tesis debido a su enfoque es de tipo cuantitativa.

### **2.1.3. Por su diseño**

#### **- Experimental**

Arias F. (2012) define: La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente). Existen 3 tipos Pura, Cuasi- experimental y Pre experimental, estas se diferencian según el tipo de muestra que en este caso sería No aleatoria de modo que experimentamos con una edificación en específica.

Fernández P. (2014). Define investigación cuasi-experimental a aquella que tiene como objetivo poner a prueba una hipótesis causal manipulando (al menos) una variable independiente donde por razones logísticas o éticas no se puede asignar las unidades de investigación aleatoriamente a los grupos

Por su diseño damos por concluida que es de tipo cuasi experimental por la manipulación de las variables Emmedue y MDL.

#### **2.1.4. Nivel de investigación**

##### **- Explicativa**

Según Hernández et al. (2006) Su interés se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se encuentra, o porque se relacionan dos o más variables.

De modo que en el presente documento investigativo pretende procesar datos para su posterior análisis a través de un software escogido a criterio, se interpretará y explicará el fenómeno observado.

#### **2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

##### **2.2.1. Población:**

Según Arias J. (2016), la población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra que cumple con una serie de criterios predeterminados

Nuestra población son todas las edificaciones para hoteles cuyo sistema estructural es de Emmedue o Muro de ductilidad limitada en Piura - Vichayito.

##### **2.2.2. Muestra:**

Según Tamayo y Tamayo (2006), define la muestra como: "el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada" (p.176)

Según el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2018). Durante el 2018, según la Encuesta Trimestral de Turismo Interno, se estima que se realizaron alrededor de 3 millones de viajes por turismo interno con destino a la región Piura, lo que representa el 6,6% del total de viajes a nivel nacional, ocupando el puesto 4 del total de visitas por turismo interno. Siendo uno de sus principales destinos, Talara.

Se comparará con el sistema de Muro de Ductilidad Limitada debido a que estos comparten el criterio de uso de muros de concreto de menor espesor, daremos paso al siguiente trabajo de investigación el análisis del comportamiento no lineal

La muestra que tomaremos en este caso son los sistemas estructurales Emmedue y MDL en hoteles costeros de Piura, específicamente el Hotel Costa Blanca Vichayito.

## **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **2.3.1. Técnicas de recolección e instrumentos**

- **Ficha de registro de observación**, según Behar (2008), es un instrumento que permite realizar registros sistemáticos válidos y confiables de observaciones relevantes, asimismo es considerada como un instrumento de medición no obstructiva, ya que solo registran acontecimientos estimulados ajenos al instrumento de medición (págs. 68-69). En nuestro caso se registran los resultados obtenidos de la simulación computacional de la edificación de 3 niveles con ayuda del software Etabs.

- **Instrumentos:** Bernardo y Calderero (2000) su definición de instrumentos son aquellas herramientas que facilitarán al investigador extraer información. Dentro de cada instrumento pueden distinguirse dos aspectos diferentes: una forma y un contenido. La forma del instrumento se refiere al tipo de aproximación que establecemos con lo empírico, a las técnicas que utilizamos para esta tarea. En cuanto al contenido, éste queda expresado en la especificación de los datos concretos que necesitamos conseguir. Para su recopilación se elaboró un formato para poder transcribir la información que se desea obtener, con un total de 4 fichas están adjuntadas en el apartado de anexos de la siguiente manera:

- ANEXO N°1 – Ficha Técnica para Distorsiones
- ANEXO N°2 – Ficha Técnica para Punto de Desempeño
- ANEXO N°3 – Ficha Técnica para Ductilidad
- ANEXO N°4 – Ficha Técnica para Sobrerresistencia

### **Técnicas de análisis de datos**

La técnica a usar en el siguiente trabajo de investigación es la Observación, este es un proceso que tiene como función inmediata recoger información sobre algún objetivo de interés en consideración. Este proceso tiene un propósito que es la de codificarla y poder transmitirlo a uno mismo o a alguien. En este método se establece una relación concreta entre el investigador y el hecho social o los actores sociales, de los que se logra obtener información, estas se sintetizan para su posterior desarrollo. (María S. Fabbri, 2020)

## 2.4. Marco teórico

### 2.4.1. Sistema Estructural Emmedue

Angelo Candiracci (2014) nos habla que el sistema Emmedue cuenta con una experiencia de aproximadamente unos 40 años alrededor de todo el mundo, siendo de origen italiano, contando con un extenso desarrollo exitoso en la industria edilicia debido a los diversos ensayos realizados en los distintos laboratorios ambientales y estructurales del mundo.

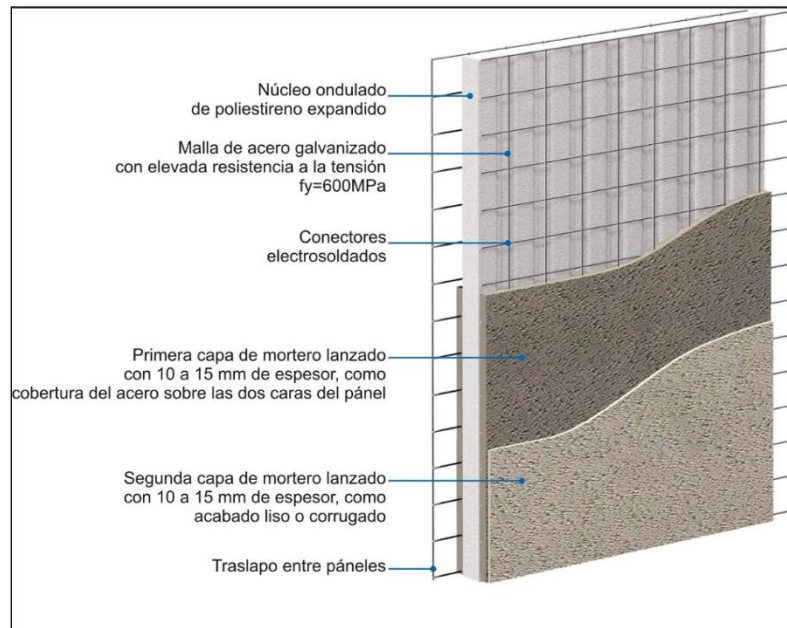
Es un sistema licenciado por EMMEDUE® (Italia), consiste de un sistema constructivo sismo resistente innovador que consta de paneles estructurales de poliestireno expandido ondulado, adosada en sus caras con una armadura básica, además de contar con una malla electrosoldada de alta resistencia, que están conectadas entre sí por aceros electro-soldados. Debido a sus diversas características que este sistema ofrece como son facilidad a la hora de manipular los paneles, su simplicidad de montaje y su extrema ligereza, hacen que este sistema sea de una ágil ejecución para cualquier edificación, ya sea de uso comercial, industrial o habitacional.

San Bartolomé (2012), nos menciona que este sistema fue introducido en el Perú, en el año 2012, junto a la empresa Paneles y Construcciones Panecons S.A. la cual se ha encargado de hacer los estudios pertinentes para que este sistema sea certificado estructuralmente haciendo adecuaciones para que cuente con un adecuado desempeño, en base a las especificaciones de nuestro Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

### 2.4.1.1. Materiales que componen al Sistema Emmedue

Los materiales de los cuales está conformado el sistema estructural Emmedue, según Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez (2014) son:

*Figura 1 Componentes del sistema de paneles estructurales*



*Nota: Tomado de*

*([https://www.aconstructoras.com/product\\_info.php?products\\_id=4785](https://www.aconstructoras.com/product_info.php?products_id=4785))*

#### 2.4.1.1.1. Micro Concreto

Consiste en el recubrimiento del poliestireno expandido y las mallas de acero de refuerzo, a base de una mezcla de arena, agua y cemento, la cual consta con una resistencia a la compresión mínima de  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de edad de la mezcla, por lo que le brinda buena resistencia y rigidez al panel. Dependiendo de la resistencia requerida por el calculista estructural los espesores de ambas caras puede ser de 2.5 y 3 cm, siendo el de 2.5 cm usados para elementos de tabiquerías o divisorios, mientras que los de 3 cm

cuando el panel constituye el elemento estructural principal (Manual técnico del sistema M2, 2014).

#### **2.4.1.1.2. Núcleo Central**

El alma principal del panel estructura está conformado por un núcleo central de poliestireno o también llamado E.P.S. siendo un material no tóxico, inerte químicamente y auto extingible, su morfología puede ser variable dependiendo del modelo a usar con una densidad de 13 kg/cm<sup>3</sup>. Sus espesores pueden variar desde los 4 a los 40 cm, por lo que puede evitar el paso del agua y la humedad, además de generar una barrera térmica evitando la condensación de muros (Manual técnico del sistema M2, 2014).

#### **2.4.1.1.3. Acero de Refuerzo**

Consiste en una malla electrosoldada conformada por alambres lisos de acero galvanizado, las cuales son colocadas en ambas caras del núcleo central siendo unidas entre sí mediante conectores del mismo material. Sus diámetros pueden variar desde los 2mm hasta los 2.50mm, los conectores cuentan con un diámetro de 3mm integrando un total de 60 unidades por m<sup>2</sup> (Manual técnico del sistema M2, 2014).

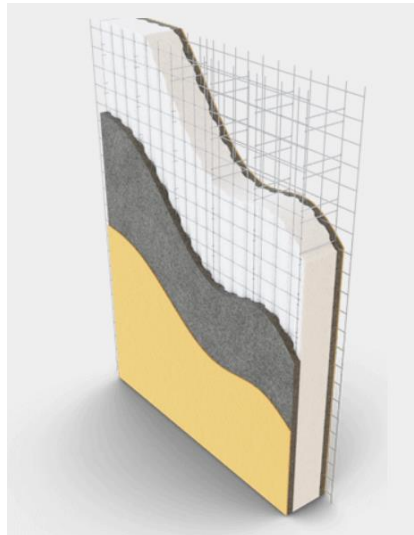
### 2.4.1.2. Clasificación de los Paneles

Según el Manual técnico del sistema M2 (2014), los paneles podrán ser clasificados según las exigencias que el cliente requiera, pudiendo ser hechos a medida y con espesores especiales, los cuales se detallarán a continuación.

#### 2.4.1.2.1. Panel Simple

Para M2 Emmedue (s.f.) este tipo de paneles es el corazón del sistema Emmedue, el cual consta de un alma de poliestireno expandido encerrado entre dos mallas de acero galvanizado, unidas entre sí mediante conectores; siendo completadas en obra con la adición de dos capas de mortero proyectado. Utilizada como una estructura portante, en edificaciones de hasta 4 niveles, siendo ideales para tabiques, cerramientos, forjados y paredes.

*Figura 2 Sección típica del panel simple*



*Nota: Tomado de M2 Emmedue – Sistema Constructivo (s.f.)  
(<https://www.mdue.it/es/paneles-emmedue>)*



*Tabla 1 Características térmicas de algunos tipos de muros estructurales EMMEDUE*

TIPO DE PANEL	ESPESOR DE PARED TERMINADA (cm)	COEF DE AISLAMIENTO TERMICO	RESIST. AL FUEGO REI	INDICE DE AISLAM. ACUSTICO
PSME40	11	0.947 (0.852)		41
PSME60	13	0.713 (0.618)		
PSME80	15	0.584 (0.489)	150	41

*Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez*

*Tabla 2 Características técnicas del panel superior de muro estructural (PSME)*

MALLA DE ACERO GALVANIZADA	
Acero longitudinal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (60 unidades por m2)
Tensión caract. de fluencia	Fy>6120Kgf/cm2
Tensión caract. de rotura	Fu>6935Kgf/cm2
CARACTERISTICAS DEL EPS	
Densidad de la plancha	13 Kg/m3
Espesor de la plancha	Variable (de 40 a 400 mm)
Espesor de la pared terminada	Variable (espesor poliestireno + 70 mm)

*Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez*

*Tabla 3 Características técnicas del panel premium para muro estructural (PPME)*

MALLA DE ACERO GALVANIZADA	
<b>Acero longitudinal</b>	$\Phi$ 2.30 mm cada 95 mm
<b>Acero transversal</b>	$\Phi$ 2.30 mm cada 100 mm
<b>Acero de conexión</b>	$\Phi$ 3.00 mm (60und por m2)
<b>Tensión caract. de fluencia</b>	$F_y > 6120 \text{Kgf/cm}^2$
<b>Tensión caract. de rotura</b>	$F_u > 6935 \text{Kgf/cm}^2$
CARACTERISTICAS DEL EPS	
<b>Densidad de la plancha</b>	13 kg/m <sup>3</sup>
<b>Espesor de la plancha</b>	Variable (de 40 a 400 mm)
<b>Espesor de la pared terminada</b>	(espesor poliestireno + 70 mm)

*Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez*

*Tabla 4 Características técnicas del panel premium para muro estructural (PEME)*

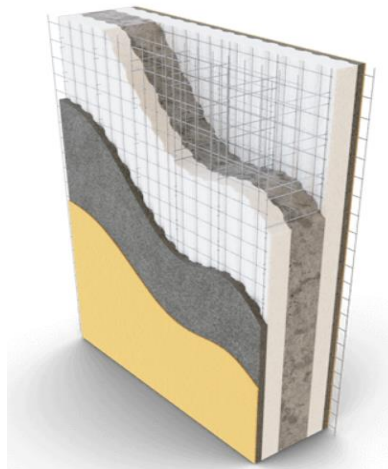
MALLA DE ACERO GALVANIZADA	
<b>Acero longitudinal</b>	$\Phi$ 2.00 mm cada 95 mm
<b>Acero transversal</b>	$\Phi$ 2.00 mm cada 100 mm
<b>Acero de conexión</b>	$\Phi$ 3.00 mm (60 unidades por m2)
<b>Tensión caract. de fluencia</b>	$F_y > 6120 \text{Kgf/cm}^2$
<b>Tensión caract. de rotura</b>	$F_u > 6935 \text{Kgf/cm}^2$
CARACTERISTICAS DEL EPS	
<b>Densidad de la plancha</b>	13 kg/m <sup>3</sup>
<b>Espesor de la plancha</b>	Variable (de 40 a 400 mm)
<b>Espesor de la pared terminada</b>	Variable (espesor poliestireno + 70 mm)

*Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez*

#### 2.4.1.2.2. Panel Doble

Según M2 Emmedue (s.f.), corresponde a un panel el cual está constituido por dos paneles simples, los cuales mediante conectores dobles horizontales están unidos entre sí, rellenando el espacio interior con hormigón. Las características y los espesores de este hormigón serán dadas de acuerdo a las exigencias estructurales que se requieran. Este tipo de paneles es ideal para paredes como muros portantes y muros de contención.

*Figura 3 Sección típica del panel doble*



*Nota: Tomado de M2 Emmedue – Sistema Constructivo  
(s.f.) (<https://www.mdue.it/es/paneles-emmedue>)*

*Tabla 5 Características técnicas del panel doble para muro estructural*

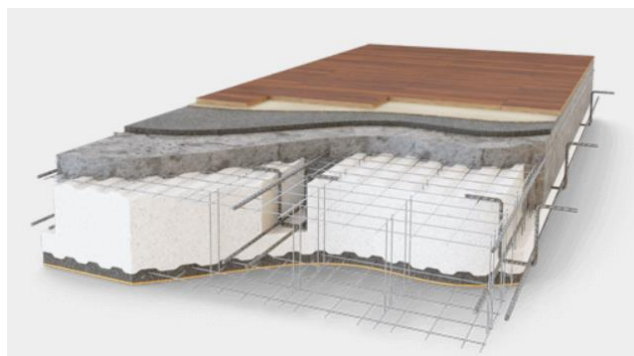
MALLA DE ACERO GALVANIZADA	
<b>Acero longitudinal</b>	Φ 2.40 mm cada 80 mm
<b>Acero transversal</b>	Φ 2.40 mm cada 80 mm
<b>Acero de conexión</b>	Φ 3.00 mm (60 unidades por m <sup>2</sup> )
<b>Tensión caract. de fluencia</b>	F <sub>y</sub> >6120Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Tensión caract. de rotura</b>	F <sub>u</sub> >6935Kg/cm <sup>2</sup>
CARACTERISTICAS DEL EPS	
<b>Densidad de la plancha</b>	13 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Espesor de la pared terminada</b>	I > 38 dB en 500 Hz

*Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez*

### 2.4.1.2.3. Panel para Losas Estructurales

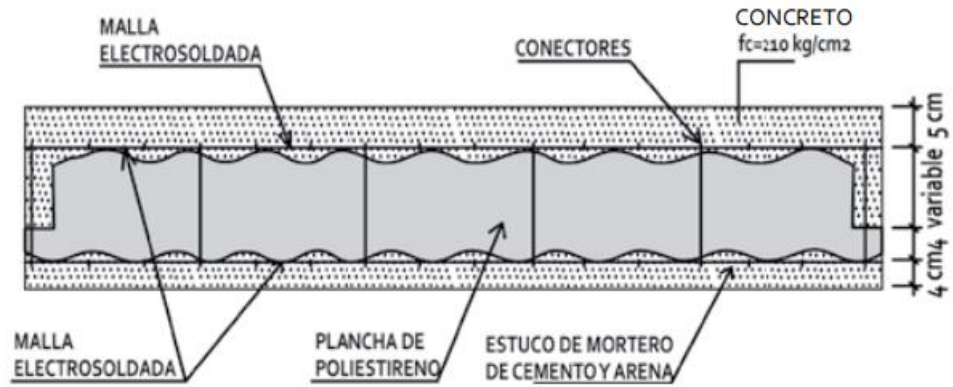
De acuerdo con lo expuesto por M2 Emmedue (s.f.), este tipo de panel es óptimo para coberturas con viguetas en cemento armado; debido a que, presenta características ventajosas como su velocidad de montaje, aislamiento y ligereza. Está compuesto por una plancha perfilada de poliestireno expandido, con el añadido de un acero integrado y sucesivamente el aditamento de cemento hecho en obra. Su resistencia mínima es de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  mientras que la del mortero será  $f'm=140 \text{ Kg/cm}^2$ , siendo la luz máxima de 9.50m.

*Figura 4 Sección típica del panel losa.*



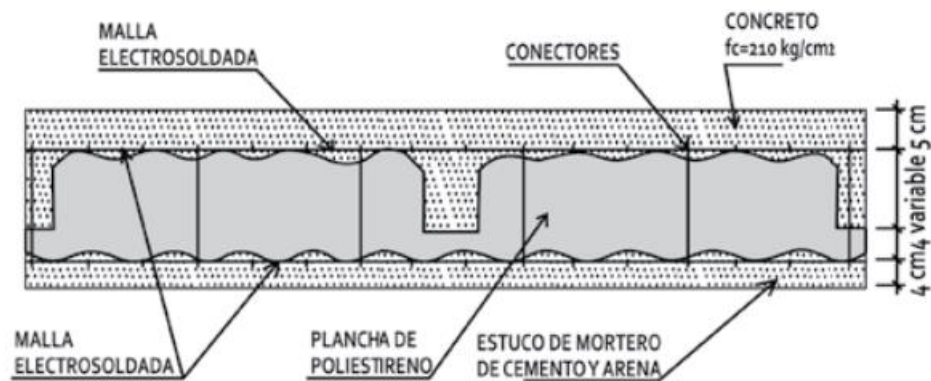
*Nota: Tomado de M2 Emmedue – Sistema Constructivo (s.f.) (<https://www.mdue.it/es/paneles-emmedue>)*

Figura 5 Panel losa con una nervadura para armado de viga (PL1)



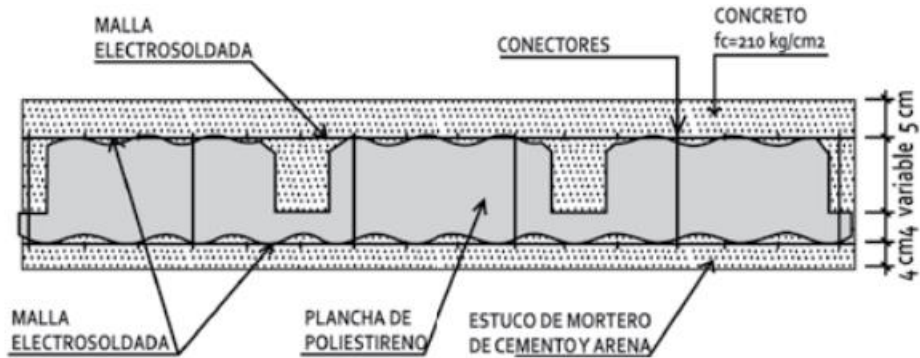
Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por  
Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez

Figura 6 Panel losa con dos nervaduras para armado de viga (PL2)



Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por  
Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez

Figura 7 Panel losa con tres nervaduras para armado de viga (PL3)



Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por  
Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez

Tabla 6 Características técnicas del panel para losa estructural con nervaduras

MALLA DE ACERO GALVANIZADA	
<b>Acero longitudinal</b>	$\Phi$ 2.40 mm cada 80 mm
<b>Acero transversal</b>	$\Phi$ 2.40 mm cada 80 mm
<b>Acero de conexión</b>	$\Phi$ 3.00 mm (60 unidades por m <sup>2</sup> )
<b>Tensión caract. de fluencia</b>	Fy > 6120 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Tensión caract. de rotura</b>	Fu > 6935 Kg/cm <sup>2</sup>
CARACTERISTICAS DEL EPS	
<b>Densidad de la plancha</b>	13 kg/m <sup>3</sup>
<b>Índice de aislamiento acústico</b>	I > 38 dB en 500 Hz

Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por  
Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez

#### 2.4.1.2.4. Panel para Escalera

Según M2 Emmedue (s.f.), este elemento está constituido por un bloque de poliestireno expandido, el cual estará perfilado en función de lo que requiera el diseño, siendo revestido por dos redes metálicas que son ensambladas con puntadas de hilos de acero soldadas con electrofusión. Este panel es utilizado debido a su facilidad y velocidad de colocación en obra; además, por su especial ligereza y resistencia estructural.

*Figura 8 Sección típica del panel escalera.*



*Nota: Tomado de M2 Emmedue – Sistema Constructivo  
(s.f.) (<https://www.mdue.it/es/paneles-emmedue>)*

*Tabla 7 Características técnicas del panel para escalera estructural.*

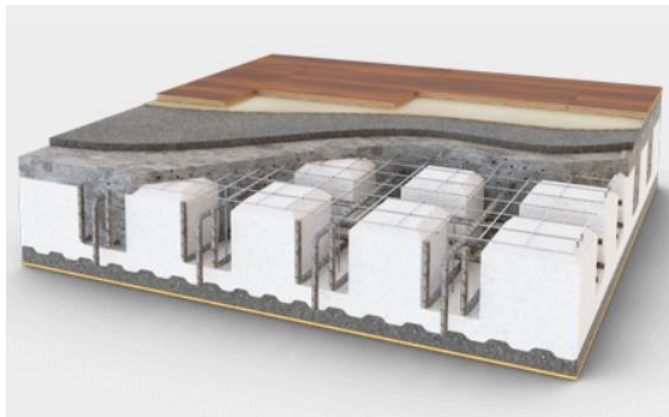
MALLA DE ACERO GALVANIZADA	
<b>Acero longitudinal</b>	Φ 2.40 mm cada 80 mm
<b>Acero transversal</b>	Φ 2.40 mm cada 80 mm
<b>Acero de conexión</b>	Φ 3.00 mm
<b>Tensión caract. de fluencia</b>	Fy>6120Kgf/cm2
<b>Tensión caract. de rotura</b>	Fu>6935Kgf/cm2
CARACTERISTICAS DEL EPS	
<b>Densidad de la plancha</b>	13 kg/m3
<b>Resistencia al fuego REI</b>	120 (Ensayo realizado en la universidad de Santiago de Chile)

*Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez*

#### 2.4.1.2.5. Panel Rellenado

Según M2 Emmedue (s.f.), este tipo otorga un aislamiento continuo en el intradós del panel, siendo una excelente solución como descansillo a las escaleras fabricadas con panel Emmedue.

*Figura 9 Sección típica del panel rellano.*



*Nota: Tomado de M2 Emmedue – Sistema Constructivo (s.f.) (<https://www.mdue.it/es/paneles-emmedue>)*



*Tabla 8 Características técnicas del panel de descanso.*

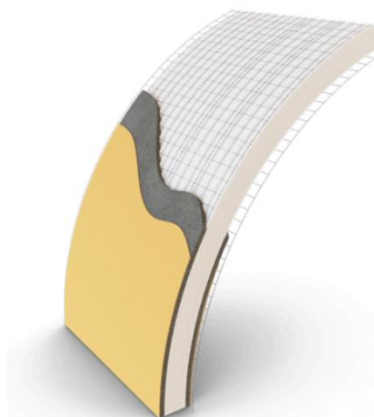
MALLA DE ACERO GALVANIZADA	
<b>Acero longitudinal</b>	$\Phi$ 2.40 mm cada 80 mm
<b>Acero transversal</b>	$\Phi$ 2.40 mm cada 80 mm
<b>Acero de conexión</b>	$\Phi$ 3.00 mm
<b>Tensión caract. de fluencia</b>	$F_y > 6120 \text{ Kg/cm}^2$
<b>Tensión caract. de rotura</b>	$F_u > 6935 \text{ Kg/cm}^2$
CARACTERISTICAS DEL EPS	
<b>Densidad de la plancha</b>	13 kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistencia al fuego REI</b>	120 (Ensayo realizado en la universidad de Santiago de Chile)

*Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez*

#### 2.4.1.2.6. Panel Curvo

Panel de grande espesor y dimensiones, las cuales son producidas de forma plana para posteriormente ser curvado en obra. Una de sus ventajas es poder cubrir de forma veloz y eficiente grandes superficies; además de que, debido a su superficie curvada puede mejorar la circulación del aire, mejorando la resistencia térmica de los ambientes y disminuyendo su humedad. (M2 Emmduue, s.f.)

*Figura 10 Sección típica del panel curvo.*



*Nota: Tomado de M2 Emmduue – Sistema Constructivo (s.f.) (<https://www.mdue.it/es/paneles-emmedue>)*

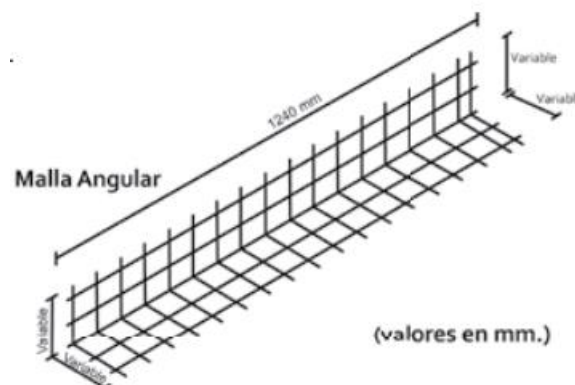
### 2.4.1.3. Clasificación de Acero de Refuerzo

Son aquellas conformadas por aceros galvanizados y trefilados, de diámetro 2.5mm, que son utilizadas para el refuerzo de vanos y los encuentros en ángulo entre paneles, para dar continuidad a la malla estructural, siendo amarradas con grapas o alambres de acero. (Manual técnico para el sistema M2, 2014).

#### 2.4.1.3.1. Mallas Angulares (MRA)

Es aquella que va a reforzar las uniones en las esquinas, necesitándose de 4 unidades por esquina (dos unidades externas y dos internas). (Manual técnico para el sistema M2, 2014).

*Figura 11 Malla angular MRA*



*Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por  
Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez*

*Tabla 9 Características técnicas de mallas angulares.*

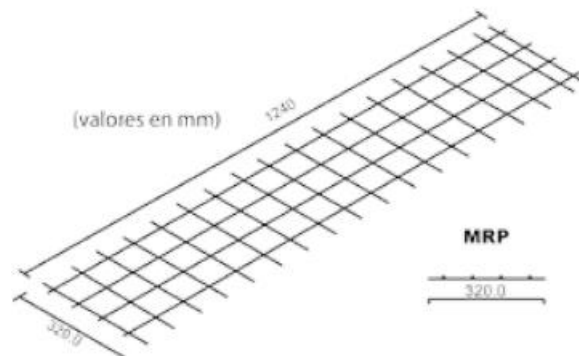
<b>LISTA DE MALLAS ANGULARES</b>			
<b>TIPO</b>	<b>DIMENSIONES (mm)</b>	<b>SEPARACION ACERO (mm)</b>	<b>DIAMETRO ACERO (mm)</b>
<b>MRA (1)</b>	150X150X1240	80 x 80	2.40
<b>MRA (2)</b>	200X200X1240	80 x 80	2.40
<b>MRA (3)</b>	250X250X1240	80 x 80	2.40

*Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por  
Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez*

#### **2.4.1.3.2. Mallas Planas (MRP)**

Reconstituye mallas cortadas, usadas como refuerzos de 45° para los vértices de los vanos. Siendo la cantidad necesaria para usar en puertas de 2 unidades, y para ventanas de 4 unidades. (Manual técnico para el sistema M2, 2014).

*Figura 12 Malla plana MRP*



*Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2  
(2014) por Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y  
Julio Maltez*

*Tabla 10 Características técnicas de mallas planas.*

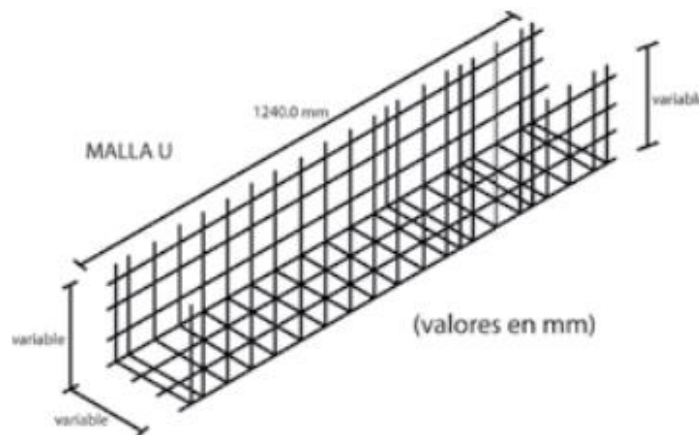
<b>LISTA DE MALLAS PLANAS</b>			
<b>TIPO</b>	<b>DIMENSIONES (mm)</b>	<b>SEPARACION ACERO (mm)</b>	<b>DIAMETRO ACERO (mm)</b>
<b>MRA (1)</b>	240 x 1240	80 x 80	2.40
<b>MRA (2)</b>	320 x 1240	80 x 80	2.40

*Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por  
Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio Maltez*

#### **2.4.1.3.3. Mallas U (MRU-P)**

Es utilizada en todo borde libre que pueda necesitar reforzamiento, reconstituyendo la continuidad de paneles en los costados de ventanas y puertas. (Manual técnico para el sistema M2, 2014).

*Figura 13 Malla U (MRU-P)*



*Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2  
(2014) por Angelo Candiracci, Gilberto Lacayo y Julio  
Maltez*

Tabla 11 Características técnicas de mallas tipo U.

LISTA DE MALLAS TIPO U			
TIPO	DIMENSIONES (mm)	SEPARACION ACERO (mm)	DIAMETRO ACERO (mm)
MRU – P40	175X50X175X1240	80 x 80	2.40
MRU – P60	165X70X165X1240	80 x 80	2.40
MRU – P80	155X90X155X1240	80 x 80	2.40
MRU – P100	185X110X185X1240	80 x 80	2.40

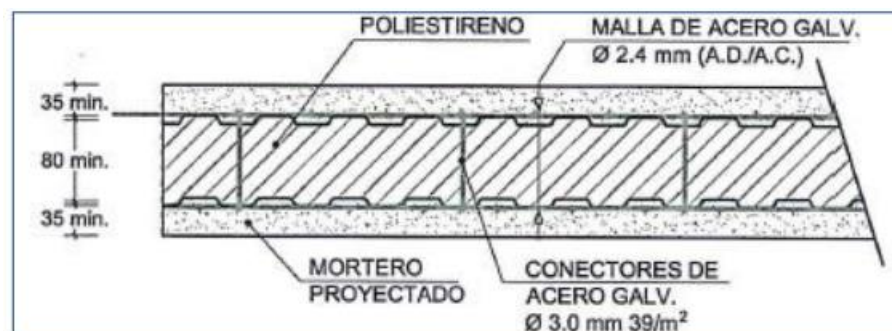
Nota: Tomado del Manual técnico del sistema M2 (2014) por Angelo

#### 2.4.1.4. Consideraciones para Panel Tipo Losa

##### 2.4.1.4.1. Mortero

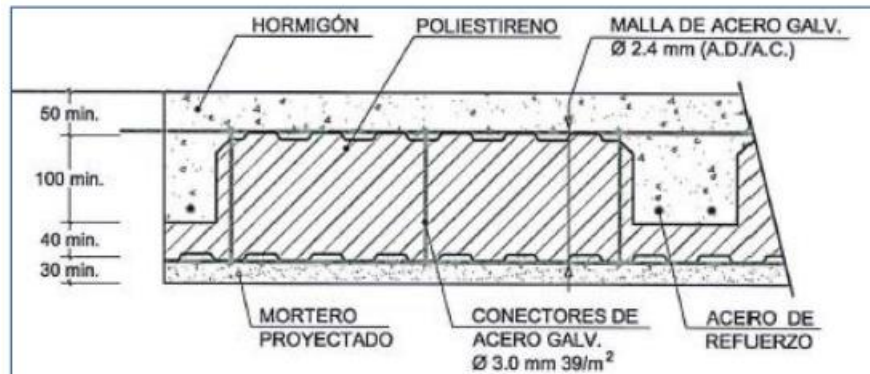
El espesor mínimo recomendado de mortero para paneles que serán utilizados como muros será de 30mm, mientras que para los paneles que serán utilizados como losas el mínimo será de 30 mm para la zona inferior y de 50mm para la zona superior. (Dirección General de Reglamentos y Sistemas-Republica Dominicana [MOPC], 2015).

Figura 14 Detalle de morteros en muros.



Nota: Tomado de Criterios para el diseño de estructuras utilizando el sistema de paneles aligerados con núcleo de poliestireno, por Dirección General de Reglamentos y Sistemas-Republica Dominicana [MOPC], 2015

Figura 15 Detalle de morteros en losas.

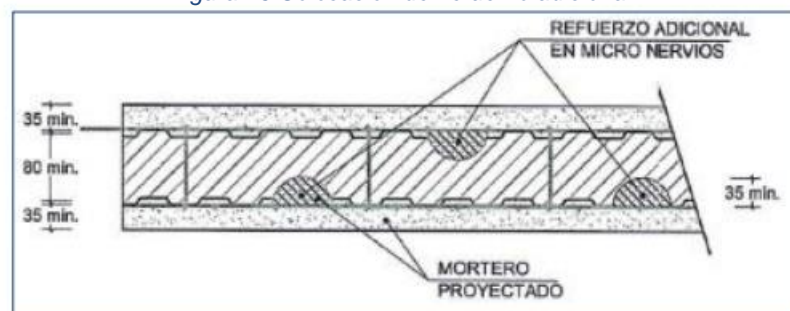


*Nota: Tomado de Criterios para el diseño de estructuras utilizando el sistema de paneles aligerados con núcleo de poliestireno, por Dirección General de Reglamentos y Sistemas-Republica Dominicana [MOPC], 2015*

#### 2.4.1.4.2. Refuerzo Adicional

A las mallas de acero electrosoldadas se le podrán añadir barras de acero de refuerzo, las cuales servirán para reforzar los paneles de muros aumentando así su resistencia nominal de flexo compresión. Estos refuerzos deberán ser colocados de tal manera que las mallas sirvan de arriostamiento lateral, formándose unos micro nervios de por lo menos 35mm. (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones [MOPC], 2015).

Figura 16 Colocación del refuerzo adicional.



*Nota: Tomado de Criterios de Dirección General de Reglamentos y Sistemas-Republica Dominicana [MOPC], 2015*

#### **2.4.1.4.3. Cuantía Mínima**

Según el [MOPC, 2015] la cuantía mínima para muros será de 0.0017 y para losas será de 0.0014.

#### **2.4.1.5. Propiedades del Sistema**

Según San Bartolomé A. (2009), propone usar las siguientes propiedades para los muros del sistema M2 como fines prácticos.

- $E = 30,000 \text{ kg/cm}^2$ , para sección compuesta mortero-Tecnopor-mortero.
- $\nu = 0.15$ , módulo de Poisson.
- $t = 6 \text{ cm}$ , espesor proporcionado para las 2 capas de mortero.

#### **2.4.1.6. Propiedades del Sistema para Análisis Sísmico**

La deriva inelástica máxima a tomar en cuenta para este sistema será de 0.003 mientras que su factor de reducción de las fuerzas sísmicas será de  $R = 2.5$ . (San Bartolomé A., 2009).

#### **2.4.1.7. Peso del Panel Muro y Losa**

Según San Bartolomé A. (2009), los pesos estimados para muros de espesor 10 cm y losas de espesor 20 cm, sin contar sobrecargas o acabados, son:

- Muros =  $150 \text{ kg/m}^2$ .
- Losas =  $200 \text{ kg/m}^2$ .

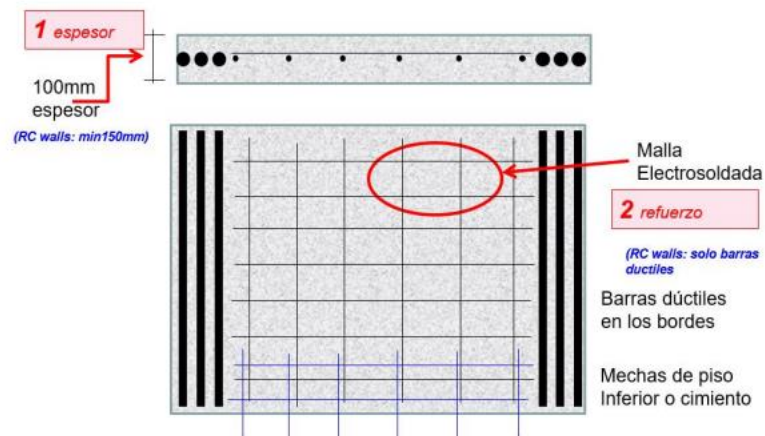
#### 2.4.1.8. Módulo de Elasticidad del Concreto

Pérez M. (2005). Este tipo de mortero al ser proyectado se podrá diferenciar del concreto convencional, haciendo que el valor a considerar para su módulo de elasticidad sea de un 60% a 80% del módulo de elasticidad del concreto convencional.

#### 2.4.2. Sistema de Muros de Ductilidad Limitada

Diaz M. (2021). Los muros de este sistema son de concreto armado de pared delgada en los cuales se relega de extremos confinados, por lo cual el refuerzo longitudinal se coloca generalmente de una sola capa. El refuerzo en ambos sentidos, que corresponde al alma del muro, puede estar conformadas por una malla electrosoldada tipo CA50 ( $F_y = 5000 \text{ kgf/cm}^2$ ) y aceros de grado 60 ( $F_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ ). Este tipo de sistema cuenta con dos ventajas sismorresistentes que la caracterizan; como son, la resistencia y la rigidez debido a su alta densidad de muros; sin embargo, está dotando de una ductilidad limitada a dicha estructura, significando una baja capacidad de deformación; esta última es una de las más importante para poder evitar un daño severo o hasta un colapso.

Figura 17 Configuración típica del refuerzo de muros de ductilidad limitada.



Nota: Tomado de Análisis Comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y muros de Ductilidad Limitada para edificación de 5 Niveles, por Cirilo Quispe, 2019.



### 2.4.2.1. Materiales que componen el Sistema Muro de Ductilidad Limitada

#### 2.4.2.1.1. Concreto

Quispe C. (2019) Para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada serán requeridas mezclas de concreto con características especiales; tales como, resistencia, durabilidad y trabajabilidad, para ello se utilizan plastificantes y retardadores de fragua.

*Tabla 12 Tipos de mezcla de concreto.*

	<b>LOSA DE CIMENTACION</b>	<b>MUROS</b>	<b>LOSA DE TECHO</b>
<b>Resistencia nominal a la compresión</b>	Se especifican concretos de 175 o 210 kg/cm <sup>2</sup> , sin embargo, es más común el uso de concretos de 175 kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Resistencia de probeta a los 28 días</b>	30% más de la resistencia especificada		
<b>Slump</b>	3" a 4"	6" a 8"	3" a 4"
<b>Tamaño máximo de partícula</b>	HUSO N°57 de la norma ASTM (1")	HUSO N° 67 de la norma ASTM (3/4")	HUSO N° 57 de la norma ASTM (1")
<b>Aditivo</b>	Se emplean aditivos plastificantes y en algunos casos fibras de polipropileno para disminuir la aparición de fisuras	Se emplean aditivos plastificantes de rango medio y a veces se emplean aditivos superplastificantes. En algunos casos se añaden fibras de polipropileno para minimizar fisuras, generalmente en el primer y último piso.	Se suelen emplear aditivos plastificantes y súper plastificantes. En algunos casos se añaden fibras de polipropileno para controlar la aparición de fisuras, generalmente en el último techo.

*Nota: Tomado de Revisión de criterios de diseño de edificaciones con Muros de Ductilidad Limitada, establecidos en las normas de estructuras peruanas y planteamiento de propuesta de actualización, por Miguel A. Díaz, 2021.*

### 2.4.2.1.2. Acero Corrugado

Quispe C. (2019). Se usan aceros de grado de 60 como refuerzo vertical para este tipo de sistema, cumpliendo con lo demandado por la Norma Técnica Peruana E 0.60 Concreto Armado.

*Tabla 13 Normativas que rigen los aceros peruanos.*

ESPECIFICACION	NORMA
Acero Grado 60 convencional	ITINTEC 341.031
Acero Grado 60 convencional (MDL)	ASTM A 615
Acero de baja aleación, soldable de Grado 60	ASTM A 706

*Nota: Tomado de Análisis Comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y muros de Ductilidad Limitada para edificación de 5 Niveles, por Cirilo Quispe, 2019.*

*Tabla 14 Dimensiones de barra de acero ASTM A 615 - PERU.*

DIMENSIONES				
Diam. Nominal en pulgadas	Diam. Nominal en mm	PERIMETRO (mm)	PESO (kg)	LONGITUD (m)
-	6	18.8	0.222	9 y 12
-	8	25.1	0.395	9 y 12
3/8"	8.5	29.9	0.56	9 y 12
-	12	37.7	0.888	9 y 12
1/2"	12.7	39.9	0.994	9 y 12
5/8"	15.9	49.9	1.552	9 y 12
3/4"	19.1	59.8	2.235	9 y 12
1"	25.4	79.8	3.973	9 y 12
1 3/8"	33.5	112.5	7.907	9 y 12

*Nota: Tomado de Análisis Comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y muros de Ductilidad Limitada para edificación de 5 Niveles, por Cirilo Quispe, 2019.*

### 2.4.2.1.3. Malla Electrosoldada

Quispe C. (2019). Las mallas electrosoldadas están conformadas por varillas corrugadas o lisas; estas deben cumplir con la Norma Técnica Peruana E 0.60 en concordancia con la Norma ASTM A 496.

*Tabla 15 Características de la norma ASTM A 496.*

CARACTERISTICAS	NORMA
Límite de Fluencia mínimo (fy)	4,900 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la Tracción mínima (fu)	5,600 kg/cm <sup>2</sup>
Elongación a la Rotura	Valor no especificado

*Nota: Tomado de Análisis Comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y muros de Ductilidad Limitada para edificación de 5 Niveles, por Cirilo Quispe, 2019.*

*Tabla 16 Presentación de mallas electrosoldadas.*

TIPO	TAMAÑO ESTANDAR (m)	PRESENTACION
Mallas para losas	2.40 X 6.00	-
Mallas para muros	2.40 X 3.05	-
Dowels y suples	0.80 X 2.40	Planchas de 2.14 x 2.40m las cuales se cortan en tres tramos

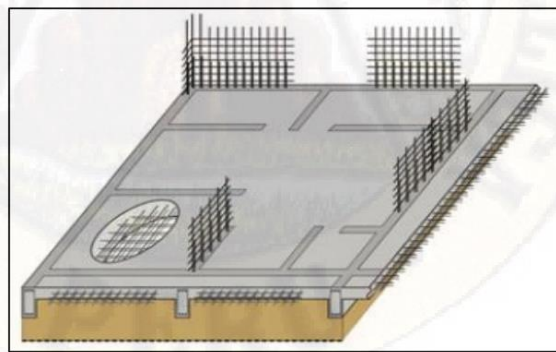
*Nota: Tomado de Análisis Comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y muros de Ductilidad Limitada para edificación de 5 Niveles, por Cirilo Quispe, 2019.*

## 2.4.2.2. Elementos Estructurales del Sistema MDL

### 2.4.2.2.1. Platea de Cimentación

Quispe C. (2019). Son construidas sobre un material mejorado con espesores de concreta variable entre 15 a 20 cm, para evitar los asentamientos y rotación se presentan dentaduras perimetrales por debajo de los muros.

*Figura 18 Platea de cimentación para EDML.*

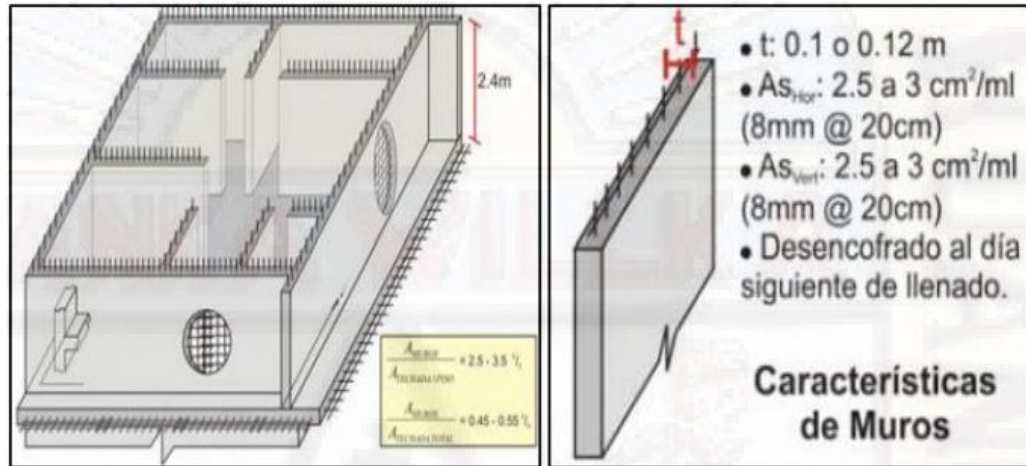


*Nota: Tomado de Análisis Comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y muros de Ductilidad Limitada para edificación de 5 Niveles, por Cirilo Quispe, 2019.*

### 2.4.2.2.2. Muros Estructurales

Quispe C. (2019). En base a la altura de entrepiso, con espesores variables entre 10 a 12 cm; presenta refuerzo horizontal y vertical con separaciones que varían entre los 5 a 10 cm, en caso de usarse mallas electrosoldadas es recomendable 8 mm @ 20cm.

Figura 19 Muros de Ductilidad Limitada.



Nota: Tomado de Análisis Comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y muros de Ductilidad Limitada para edificación de 5 Niveles, por Cirilo Quispe, 2019.

Tabla 17 Distribución de acero de refuerzo en losa maciza para EDML.

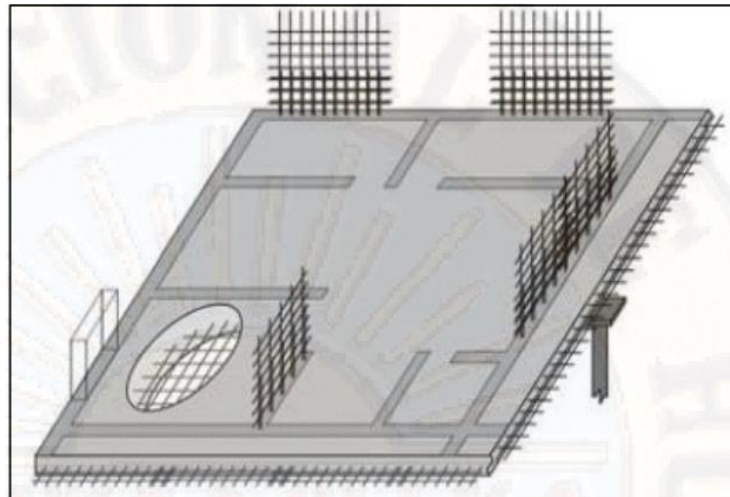
LOSA MACIZA PARA MDL	
<b>Espesor = 10cm</b>	<b>Espesor = 12cm</b>
<b>Malla Centrada</b>	<b>Acero Negativo</b>
1.88 cm <sup>2</sup> /ml (8mm @ 25cm)	Malla: 2 a 2.5cm <sup>2</sup> /ml (3/8" @ 30cm)
<b>Bastones Negativos</b>	Bastones: 3 a 3.5cm <sup>2</sup> /ml (8mm @ 15cm)
2 a 2.5 cm <sup>2</sup> /ml (8mm @ 25cm)	<b>Acero Positivo</b>
<b>Bastones Positivos</b>	Malla: 2 a 2.5cm <sup>2</sup> /ml (3/8" @ 30cm)
4.5 a 5 cm <sup>2</sup> /ml (12mm @ 25cm)	Bastones: 5cm <sup>2</sup> /ml (2 8mm @ 40cm)

Nota: Tomado de Análisis Comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y muros de Ductilidad Limitada para edificación de 5 Niveles, por Cirilo Quispe, 2019.

### 2.4.2.2.3. Losa Maciza

Quispe C. (2019). Losas con espesores que varían entre los 10 a 12.5 cm, generalmente se usan espesores de 12 cm. Para espesores de 10 cm se utilizan una capa de mallas electrosoldadas mientras que para las de 12cm se utilizan 2 capas de este tipo de mallas, con un recubrimiento mínimo de 2cm.

*Figura 20 Losa maciza para EDML.*



*Nota: Tomado de Análisis Comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y muros de Ductilidad Limitada para edificación de 5 Niveles, por Cirilo Quispe, 2019.*

### 2.4.2.3. Propiedades Mecánicas del Sistema

La deriva máxima inelástica para este tipo de sistema será de 0.005 mientras que su coeficiente básico de reducción sísmica será de  $R = 4$ . (Reglamento Nacional de Edificaciones E 0.30, 2019).

De acuerdo con Carlos A. Calderón y Christian D. Gamarra (2020) se trabaja con un Módulo de Poisson = 0.2

### 2.4.3. Normativa E030

#### 2.4.3.1. Zonificación

Según nuestra normativa el país de Perú se encuentra dividida en 4 zonas, estas clasificadas por su movimiento sísmico y su la atenuación de estas en con su distancia al epicentro esta información expresada en la siguiente imagen.

Figura 21 Mapa de zonas sísmicas del Perú.



Nota: extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030,2020)

Para poder obtener el factor “Z” debemos de recurrir a la Figura 22, se extrae la interpretación de la aceleración máxima horizontal en el suelo rígido que tendría una actividad sísmica del 10% de ser excedida en 50 años. (Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030,2020)

Figura 22 Zonificación Sísmica del Perú.

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Nota: extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030,2020)

### 2.4.3.2. Condiciones Geotécnicas

Los perfiles del terreno se clasifican por sus propiedades mecánicas que estas presenten, de acuerdo a ello se determinó previamente en la tabla N1 el factor Z. Estas Pueden ser:

- Perfil Tipo suelo S0 (Roca Dura)
- Perfil Tipo suelo S1 (Roca o Suelos Muy Rígidos)
- Perfil Tipo suelo S2 (Suelos Intermedios)
- Perfil Tipo suelo S3 (Suelos Blandos)

Figura 23 Factor del suelo "S".

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

Nota: extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030,2020)



### 2.4.3.3. Perfiles de Suelos

Figura 24 Periodos  $T_p$  y  $T_l$ .

Tabla N° 4 PERÍODOS " $T_p$ " Y " $T_l$ "				
	Perfil de suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_p$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_l$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota: extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030,2020)

### 2.4.3.4. Categoría de Edificación

Es la categorización que se da a las estructuras, que dependerán de su uso e importancia (U). Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas''. (Reglamento Nacional Edificaciones E.030,2016, p.8).

Figura 25 Categorías de una Edificación según su tipo.

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.</li> <li>- Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> <li>- Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</li> <li>- Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</li> <li>- Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</li> </ul>	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota: extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030,2020)

#### 2.4.3.5. Factor de Amplificación Sísmica

Dependiendo del tipo de suelo y la zona en que se encuentre según las Figuras 22, 23 y 24 se determina por los valores de  $T_p$  y  $T_L$  el factor de amplificación sísmica

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

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

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

T es el periodo fundamental, para la determinación de este valor se debe tomar como referencia los artículos 28.4 y 29 la cual se detallará a través de las siguientes imágenes.

*Figura 26 Cálculo del periodo según el tipo de sistema estructural.*

#### **28.4. Período Fundamental de Vibración**

28.4.1. El período fundamental de vibración para cada dirección se estima con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

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

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

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

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$  Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

*Nota: extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030,2018)*

Figura 27 Cálculo del periodo según el tipo el modo de Vibración.

### Artículo 29.- Análisis Dinámico Modal Espectral

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

#### 29.1. Modos de Vibración

29.1.1. Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

29.1.2. En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

*Nota: extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030,2018)*

### 2.4.3.6. Sistemas estructurales y coeficientes de reducción de las fuerzas sísmicas

(R).

Dependiendo de la edificación por su tipo de sistema estructural a esta le corresponde un factor de reducción de fuerza sísmica “R” esta es denominada también como  $R_0$ , dicho valor deberá multiplicarse con otros dos factores  $I_p$  (Irregularidad en planta) y  $I_a$  irregularidad en altura este criterio se basará a través de las figuras N° 29 y N° 30.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

Figura 28 Asignación de Coeficiente Básico de reducción por el tipo de sistema estructural.

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción $R_s$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

*Nota: extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030,2018)*

Figura 29. Factor de irregularidades en alturas

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad $I_a$
<p><b>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</b> Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p>	0,75
<p><b>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</b> Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,50
<p><b>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p>	0,90
<p><b>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,90
<p><b>Irregularidad de Masa o Peso</b> Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,80
<p><b>Irregularidad Geométrica Vertical</b> La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,60
<p><b>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</b> Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,60
<p><b>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10)</b> Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.</p>	0,60

Nota: extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030,2018)



Figura 30 Factores de Irregularidad en planta

<b>Tabla N° 9</b> <b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</b>	<b>Factor de Irregularidad</b> $I_r$
<p><b>Irregularidad Torsional</b>            Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (<math>\Delta_{max}</math>) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{prom}</math>).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<b>0,75</b>
<p><b>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)</b>            Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (<math>\Delta_{max}</math>) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{prom}</math>).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<b>0,60</b>
<p><b>Esquinas Entrantes</b>            La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	<b>0,90</b>
<p><b>Discontinuidad del Diafragma</b>            La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	<b>0,85</b>
<p><b>Sistemas no Paralelos</b>            Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.</p>	<b>0,90</b>

Nota: extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030,2018)

## 2.4.4. Análisis Estático

### 2.4.4.1. Fuerza Cortante en la Base

Es aquella fuerza que incide de manera directa a la base de la estructura, esta otorga efectos inerciales horizontales que son productos del movimiento sísmico de diseño, esta es entregable en 2 direcciones para efectos del estudio una de estas ingresara con un porcentaje considerable respecto de la otra de la fuerza total que llega. (Reglamento Nacional Edificaciones E.030,2016).

Previamente el cociente de C y R debe ser mayor que 0.11

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \qquad S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \times P$$

### 2.4.4.2. Peso de la Estructura

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera (Reglamento Nacional Edificaciones E.030.2018):

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

### 2.4.5. Análisis Dinámico

Villareal G. (2015). El análisis sísmico dinámico es el producto de haber sumado ambos análisis, tanto el espectral como el modal, para esto se requiere los periodos de vibración, la cantidad mínima de modos de vibración, desplazamientos laterales y fuerzas de diseño por sismo, estos valores se obtienen del análisis modal mientras que del análisis espectral tendremos los valores de las fuerzas laterales de diseño y los desplazamientos.

#### 2.4.5.1. Modos de Vibración

Considerando apropiadamente las rigideces y sus características se podrá calcular los modos de vibración por medio de un procedimiento de análisis adecuado en conjunto con sus masas. Como mínimo en los 3 primeros modos más relevantes en cada una de las direcciones se considerarán únicamente los modos de vibración cuya suma de masas efectivas sean como mínimo el 90% de la masa en su totalidad. (Reglamento Nacional Edificaciones E.030, 2016).

#### 2.4.5.2. Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo - aceleración definido por la siguiente expresión: (Reglamento Nacional Edificaciones E.030,2016).

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \times g$$



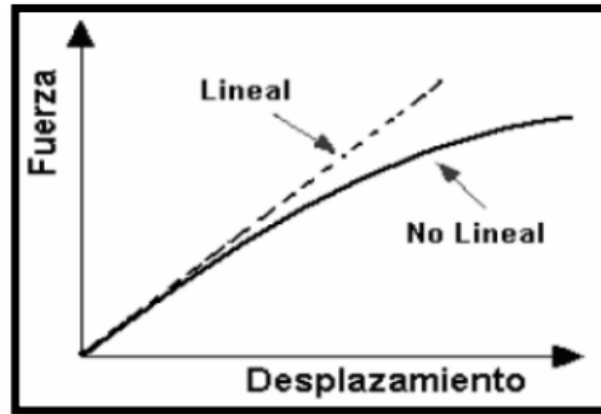
#### 2.4.6. Análisis Sísmico no Lineal

Jaramillo R. y Riveros C. (2011) nos habla que en un análisis lineal la resultante de la relación entre desplazamientos y cargas será lineal, cumpliéndose así un principio de superposición; por lo cual, al duplicar la magnitud de carga, se podrá obtener el doble de respuesta de modelo como resultante entre los desplazamientos y fuerzas internas. A partir de un determinado nivel de carga toda estructura real se comportará de forma no lineal, si bien en muchos casos puede ser adecuado hacer un análisis lineal, en muchos otros este tipo de análisis estimulará resultados equívocos, por lo cual se deberá realizar un análisis no lineal.

Según Ocaña A. (2016) un análisis no lineal será de suma importancia para el diseño de edificios nuevos y existentes, debido a que este tipo de análisis proporciona un medio adecuado para poder calcular una respuesta estructural más allá del rango elástico. Existen dos tipos de no linealidad; la no linealidad física, referida que el material no es lineal y la no linealidad geométrica, referida a que los desplazamientos de la edificación no son pequeños. Este tipo de análisis se aplica para poder evaluar lo siguiente:

- Evaluar soluciones de refuerzo antisísmicos para los edificios existentes.
- Diseñar nuevos edificios con sistemas que no se ajustan a los códigos actuales de construcción.
- Evaluar el desempeño de edificios de acuerdo a los requerimientos de propietarios o interesados.

Figura 31 Respuesta análisis lineal y no lineal.



*Nota: Tomado de Análisis no lineal dinámico tridimensional de edificios en concreto reforzado sometidos a los registros del sismo de Quito (2008), por Ricardo Jaramillo y Carlos E. Riveros, 2011.*

#### 2.4.6.1. Normativa FEMA 365 y FEMA 440

Analizar el desplazamiento máximo y punto de desempeño considerando la aplicación de carga pseudo lateral. Además, estos se evaluarán con los procedimientos estáticos no lineales.

##### 2.4.6.1.1 Espectro de diseño

Para los parámetros en consideración se tomó en cuenta la norma internacional del ASCE 7-10 o la normativa local que es E.030. El espectro se considera elástico:

- R no se considera (o considerar  $R=1$ ,  $I_e=1$ ). De modo que se desea castigar a la estructura con una situación en la cual asuma toda la capacidad del sismo. Los desplazamientos obtenidos en el software, se consideran directamente.
- 5% de amortiguamiento crítico.
- Factor de importancia

- 10% de probabilidad de excedencia para un periodo de vida de 50 años de la edificación.
- Factor de aceleración sísmica
- Factor de suelo
- Cálculo del  $T_c$  y  $T_l$  (para calcular la amplificación sísmica)

#### **2.4.6.1.2 Pseudo – aceleración**

Tomando en cuenta de sección no agrietada (rigidez inicial) el software requerirá con los siguientes valores encontraremos la pseudo aceleración que se utilizará para el análisis Pushover:

- Masa participativa
- Frecuencias
- Aceleraciones espectrales

#### **2.4.6.1.3 Cálculo de Fuerza Equivalente**

Tomaremos como referencia la norma internacional FEMA 356 y 440 FEMA para el cálculo de los coeficientes respectivos. La pseudo carga lateral en una dirección horizontal dada de un edificio se determinará mediante la Ecuación siguiente. Esta carga se también se puede utilizar para diseñar los elementos verticales del sistema resistente a fuerzas laterales. Tomando como forma de acotación se hace la salvedad en la FEMA 440-2005 encontraremos la fórmula más actualizada.

- Carga Pseudo Lateral basal FEMA 356-2000:

$$V = C_1 C_2 C_3 C_m S_a W$$

La normativa FEMA 440-2005 deja de lado el factor C3 por la razón que esta puede causar inestabilidad en toda la estructura de la edificación en mención.

- Carga Pseudo Lateral FEMA 440-2005:

$$V = C_1 C_2 C_m S_a W$$

Por tal motivo esta última es la que procederemos a definir cada uno de sus parámetros con los siguientes parámetros.

- Cálculo del C1 según FEMA 440:

*Figura 32 Fórmula para determinar el parámetro C1 a través de su periodo.*

### **5.2.1 Simplified Expression**

For most structures the following simplified expression may be used for the coefficient  $C_1$ :

$$C_1 = 1 + \frac{R-1}{aT_e^2} \quad (5-1)$$

where  $T_e$  is the effective fundamental period of the SDOF model of the structure in seconds and  $R$  is the strength ratio computed with Equation 3-16 of the FEMA 356 document. The constant  $a$  is equal to 130, 90, and 60 for site classes B, C, and D, respectively. For periods less than 0.2 s, the value of the coefficient  $C_1$  for 0.2 s may be used. For periods greater than 1.0 s,  $C_1$  may be assumed to be 1.0.

*Nota: Tomado de Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis  
Procedures FEMA 440, 2005.*

- Cálculo del C2 según FEMA 440:

*Figura 33 Fórmula para determinar el parámetro C2 a través de su periodo.*

$$C_2 = 1 + \frac{1}{800} \left( \frac{R-1}{T} \right)^2 \quad (5-2)$$

For periods less than 0.2 s, the value of the coefficient  $C_2$  for 0.2 s may be used. For periods greater than 0.7 sec,  $C_2$  may be assumed equal to 1.0. The expression is plotted in Figure 5-3. The coefficient  $C_2$  need only be applied to structures that exhibit significant stiffness and/or strength degradation.

*Nota: Tomado de Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures FEMA 440, 2005.*

- Cálculo del Cm según FEMA 356:

Continuaremos tomando las consideraciones del FEMA 356 de modo que estas no han sufrido modificaciones.

*Figura 34 Fórmula para determinar el parámetro Cm a través de su periodo.*

$C_m$  = Effective mass factor to account for higher mode mass participation effects obtained from Table 3-1.  $C_m$  shall be taken as 1.0 if the fundamental period,  $T$ , is greater than 1.0 second.

*Nota: Tomado de Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures FEMA 356, 2000.*

*Figura 35 Fórmula para determinar el parámetro Cm a través del material del sistema.*

No. of Stories	Concrete Moment Frame	Concrete Shear Wall	Concrete Pier-Spandrel	Steel Moment Frame	Steel Concentric Braced Frame	Steel Eccentric Braced Frame	Other
1-2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3 or more	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0

1.  $C_m$  shall be taken as 1.0 if the fundamental period,  $T$ , is greater than 1.0 second.

*Nota: Tomado de Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures FEMA 356, 2000.*

- Cálculo de  $W$  según FEMA 440:

*Figura 36 Fórmula para determinar el parámetro  $W$  a través de su masa efectiva.*

- $W$  = Effective seismic weight of the building including the total dead load and applicable portions of other gravity loads listed below:
1. In areas used for storage, a minimum 25% of the floor live load shall be applicable. The live load shall be permitted to be reduced for tributary area as approved by the code official. Floor live load in public garages and open parking structures is not applicable.
  2. Where an allowance for partition load is included in the floor load design, the actual partition weight or a minimum weight of 10 psf of floor area, whichever is greater, shall be applicable.
  3. Total operating weight of permanent equipment.
  4. Where the design flat roof snow load calculated in accordance with *ASCE 7* exceeds 30 psf, the effective snow load shall be taken as 20% of the design snow load. Where the design flat roof snow load is less than 30 psf, the effective snow load shall be permitted to be zero.

*Nota: Tomado de Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures FEMA 440, 2005.*

#### 2.4.6.1.4 Distribución vertical de la Carga Pseudo - lateral

Figura 37 Fórmulas para determinar la carga lateral y el factor de distribución vertical.

##### 3.3.1.3.2 Vertical Distribution of Seismic Forces

The vertical distribution of the pseudo lateral load shall be as specified in this section for all buildings except unreinforced masonry buildings for which the pseudo lateral loads shall be permitted to be distributed in accordance with Section 3.3.1.3.5. The lateral load  $F_x$  applied at any floor level  $x$  shall be determined in accordance with Equation (3-11) and Equation (3-12):

$$F_x = C_{vx}V \quad (3-11)$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (3-12)$$

where:

$C_{vx}$  = Vertical distribution factor

$k$  = 2.0 for  $T \geq 2.5$  seconds

= 1.0 for  $T \leq 0.5$  seconds

Linear interpolation shall be used to calculate values of  $k$  for intermediate values of  $T$

$V$  = Pseudo lateral load from Equation (3-10)

$w_i$  = Portion of the total building weight  $W$  located on or assigned to floor level  $i$

$w_x$  = Portion of the total building weight  $W$  located on or assigned to floor level  $x$

$h_i$  = Height (in ft) from the base to floor level  $i$

$h_x$  = Height (in ft) from the base to floor level  $x$

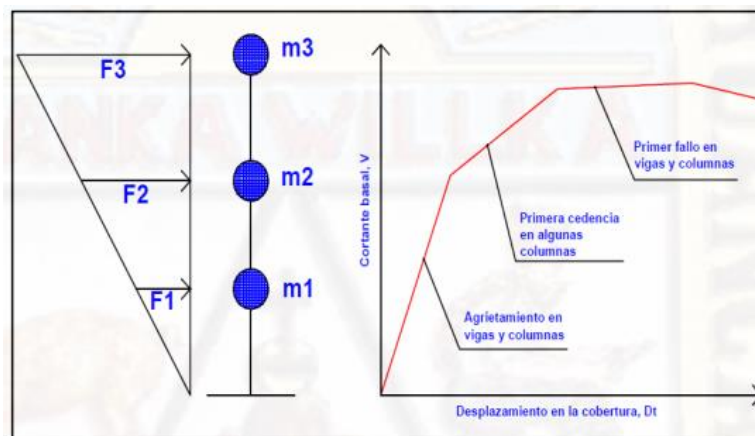
Nota: Tomado de Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures FEMA 356, 2000.

### 2.4.6.2. Análisis Pushover

Según Zabala A. (2017), es también llamada análisis de colapso, comprende un análisis estático no lineal que se basa en un diseño por desempeño, utilizando patrones de carga laterales que se van incrementando que cada iteración, llevando de esa manera la estructura a un rango mayor que el elástico, hasta una deformación máxima o colapso. De este tipo de análisis se obtendrá una gráfica conocida como curva de capacidad o curva Pushover. Lo característico de este método es su capacidad gráfica y simplicidad a la hora de obtener el comportamiento de la edificación ante las cargas horizontales de origen sísmico, para poder así estimar un punto de desempeño y analizar sus potenciales mecanismos de fallos.

Quispe C. (2019). Las fuerzas aplicables a la edificación podrán ser distribuidas de forma constante, lineal, parabólica; lo cual influirá en la determinación de la curva de capacidad.

*Figura 38 Esquema utilizado para el análisis no lineal "Pushover".*



*Nota: Tomado de Análisis no lineal dinámico tridimensional de edificios en concreto reforzado sometidos a los registros del sismo de Quito (2008), por Ricardo Jaramillo y Carlos E. Riveros, 2011.*



Figura 39 Esquema Niveles de desempeño como resultado de análisis "Pushover".

	NIVEL DE DESEMPEÑO			
	OL (Operacional)	IO (Ocupación inmediata)	LS (Seguridad de vida)	CP (Prevención de colapso)
¿La estructura puede seguir siendo utilizada?	SI	SI	Con función restringida	NO
¿Se deben realizar reparaciones?	NO	Leves a nivel no estructural	Evaluación contra daños observados	No son viables
¿Se perciben daños?	No hay grietas estructurales.	Daños no estructurales leves. Grietas estructurales leves.	Daños no estructurales visibles. Grietas estructurales moderadas en mecanismos de falla	Grandes daños no estructurales. Grietas y deformaciones permanentes en la estructura.

Nota: Adaptado de Taylor Devices India (2018).

#### 2.4.7. Análisis Estadístico

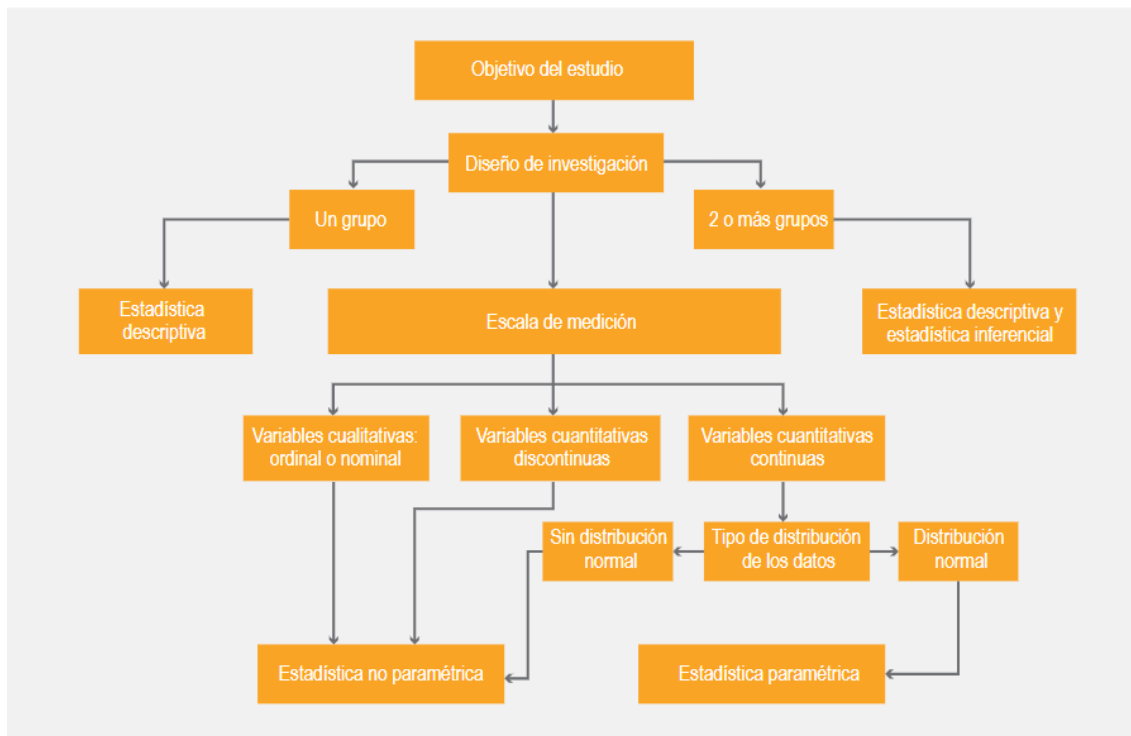
Según Flores Ruíz E. *et al* (2017) lo básico en un protocolo de investigación será la parte del análisis estadístico, por lo cual el investigado no debería obviarlos a la hora de realizar su investigación. Este análisis se puede subdividir en 2 tipos, que son: el análisis descriptivo y el análisis inferencial. El análisis estadístico debería ser usado de una manera adecuada conforme el diseño de estudio y los objetivos de la investigación, para poder hacer la comprobación de las hipótesis.

Un análisis descriptivo es aquel que va a formar parte de la mayoría, por no decir todos, los trabajos de investigación; mientras que un análisis inferencial será usado cuando exista una relación de comparación para los resultados de 2 o más grupos; también podrá ser usado para poder establecer permutaciones en un mismo grupo, ya sea después de un evento o una intervención terapéutica.

### 2.4.7.1. Bases para la elección de una prueba estadística

Para Flores Ruiz E. *et al* (2017) podemos encontrar 3 aspectos para poder elegir una prueba estadística. En la figura 40 podemos observar una secuencia para hacer una apropiada elección de una prueba estadística a utilizar de acuerdo a la investigación de estudio que se requiera.

Figura 40 Proceso de selección de una prueba estadística.



Nota: Extraído de *El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. Estadística inferencia*. Por Flores Ruiz E. *et al*, 2017.

#### **2.4.7.1.1 Escala de mención de las Variables**

Es uno de los factores usados para elegir una prueba estadística, para ello este factor nos indica que tenemos que conocer la naturaleza de cada uno de los datos o en su defecto las mediciones que se van realizando a lo largo del desarrollo de la investigación; estas se pueden dividir en cuantitativas (que a su vez se subdividen en continuas y discontinuas) y cualitativas (que a su vez se subdividen en nominales y ordinales); las cualitativas nominales son aquellas que juntan similares características entre una y otra sin que haya una diferencia entre ellas; como por ejemplo, estado civil (soltero/casado), sexo (masculino, femenino), entre otros. Las variables cualitativas ordinales son aquellas que ya están dimensionadas; como por ejemplo la gravedad de una enfermedad (leve, moderada o grave). (Flores E. *et al*, 2017).

#### **2.4.7.1.2 Número de Menciones**

Otro factor a considerar a la hora de seleccionar una prueba estadística, con este aspecto los investigadores podrán analizar de maneras diferentes los cambios que puedan encontrar en una variable durante un periodo; por ejemplo, una respuesta a un tratamiento de una enfermedad duramente ciertos meses en pacientes con dicha enfermedad, a esto se le puede efectuar un

análisis empezando el tratamiento y un análisis final pasados los meses; o se puede hacer un análisis mensual durante el tiempo que dure el tratamiento. (Flores E. *et al*, 2017).

### 2.4.7.1.3 Diseño de la Investigación

En este aspecto encontramos dos apartados; el primero cuando encontramos solo un grupo y el objetivo de la investigación será el de evaluar o especificar las características que se puedan encontrar de dicha población, a este tipo de estudio se le llama un análisis descriptivo, basado como su nombre lo indica en una estadística descriptiva. Por otro lado, aquellos que evalúan 2 o mas grupos son llamados estudios comparativos y se debe tener en cuenta que también es necesario poder identificar los cambios que sufrirán las variables antes y después del análisis. (Flores E. *et al*, 2017).

Según Jiménez A. (2019), nos indica que para diseños cuasi experimentales las pruebas a escoger serán dos: La prueba T de muestras Independientes y la U de Mann Whitney.

#### **2.4.7.2. Prueba T de Muestras Independientes**

Este tipo de pruebas consiste en la comparación de dos medias de dos grupos de casos, siendo algo ideal una asignación aleatoria de sujetos de pruebas a dos grupos con la finalidad de que al haber alguna diferencia en el análisis esta sea debido al tratamiento o a la falta de ello y no a otros factores. (International Business Machines Corporation [IBM], 2021)

Según Jiménez A. (2019), para poder usar una prueba T de muestras independientes las variables de los grupos tomados tienen que ser de distribución normal, de esa manera aseguramos que será un análisis certero.

#### **2.4.7.3. U de Mann Whitney**

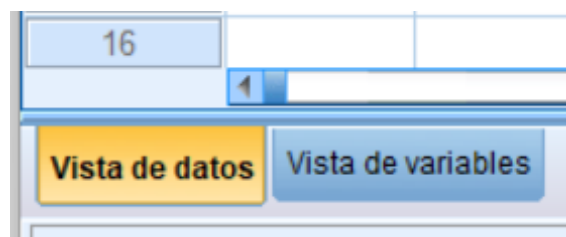
Villatoro J. (2002). Esta prueba pertenece a un tipo de prueba no paramétrica la cual corresponde a la comparación de dos muestras independientes; por lo que, se puede inferir que será una prueba libre de curva ya que no necesita una distribución específica, además de que la variable dependiente será de nivel ordinal. Este tipo de prueba es utilizada para poder hacer una comparación entre dos grupos de rangos (medianas) y poder establecer que la diferencia no se deberá a un azar.

#### 2.4.7.4. IMB SPSS STATISTICS 21

Este software es capaz de adquirir datos de casi cualquier tipo de archivo y a su vez tiene la capacidad de poder obtener informes tabulados, diagrama de distribuciones, entre otro; por lo que, este software es conocido también como un sistema global para poder analizar los datos. Este programa es muy intuitivo para personas principiantes además de ser muy práctico para las personas más expertas. (IBM, 2010)

- Antes de empezar a realizar el análisis correspondiente para los diferentes tipos de prueba, tenemos que colocar nuestros respectivos datos de análisis, de la figura 41 podemos observar dos ítems; el primero (vista de datos) será el panel donde colocaremos nuestros datos y en el apartado de vista de variables se colocará el nombre del grupo de tus datos y su medida, como cosas básicas.

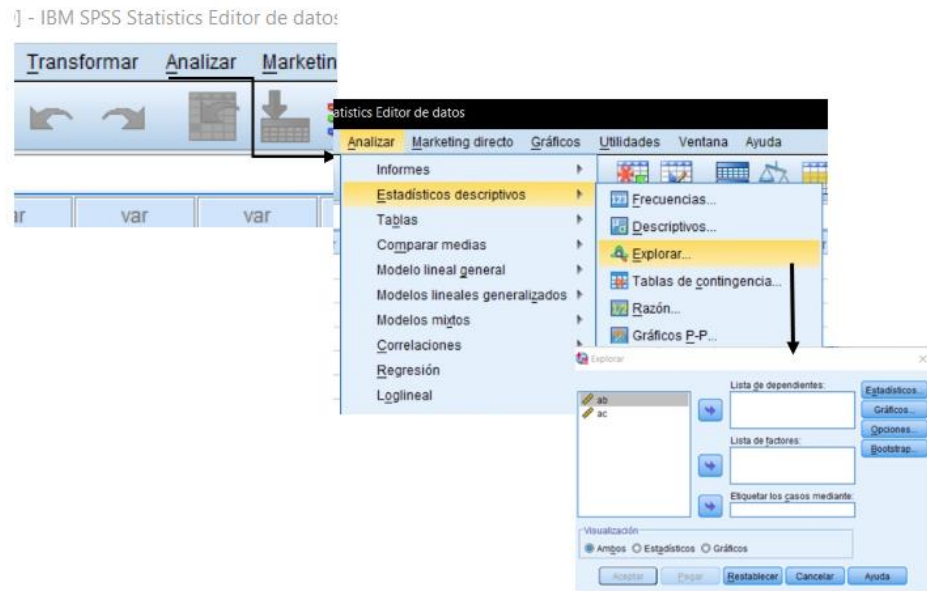
*Figura 41 Ítems para colocar datos de Análisis.*



*Nota: Extraído del programa IBM SPSS 21.*

- Una vez definidos nuestros datos se procederá a evaluar si la data ingresada al programa será de distribución normal o no, para ello según la figura 42 podemos ver que basta con seguir unos sencillos pasos para conocer la distribución de nuestros datos.

Figura 42 Secuencia a seguir para la comprobación de la normalidad de nuestros datos.

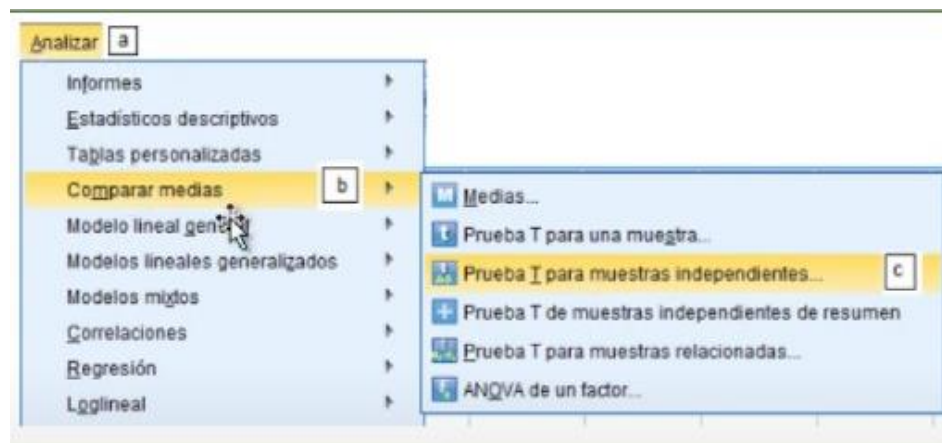


*Nota: El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. Estadística inferencia. Por Flores Ruiz E. et al, 2017.*

- Para poder comprobar la distribución normal de nuestros datos se tendrán en cuenta la cantidad de datos utilizados; si  $n < 50$ , se usará la prueba Shapiro – Wilk, por otro lado, si  $n > 50$  se usará la prueba Kolmogorov – Smirnov.
- Al hacer la comprobación de la normalidad de datos, si ambas muestras tienen variables con distribución normal, se usará la Prueba T de Muestras Independientes; por el contrario, si al menos una de ellas resulta ser que no tiene distribución normal se usará la prueba U de Mann Whitney

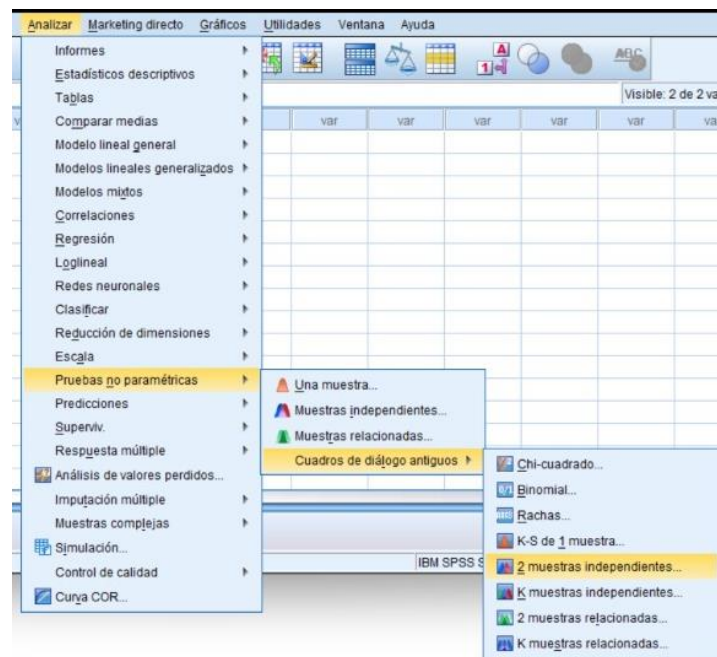
- Para la prueba T de Muestras Independientes se usará el apartado que se ve en la figura 43, si por el contrario utilizamos la prueba U de Mann Whitney se usará el apartado de la figura 44.

Figura 43 Secuencia a seguir para la prueba T de Muestras Independientes.



Nota: Extraído del programa IBM SPSS 21.

Figura 44 Secuencia a seguir para la prueba U Mann Whitney.



Nota: Extraído del programa IBM SPSS 21.



## 2.5. Desarrollo de la investigación

### 2.5.1. Análisis Estructural de Sistema Emmedue

#### 2.5.1.1. Parámetros Sísmicos:

##### 2.5.1.1.1 Zonificación

RNE 030 (2018). Para el valor del parámetro “Z” valor de zonificación según la Norma E.030 por su ubicación geográfica de la estructura es de 0.45 por ubicarse en una zona costera.

##### 2.5.1.1.2 Condiciones geotécnicas

RNE 030 (2018). De acuerdo con la información proporcionada del propietario en el lugar donde se encontraba es de tipo arenoso y esto se comprueba por la distancia hacia el mar y las fotos comprobadas a través de la herramienta Google earth, corresponde el S3, según la tabla 12 se le asigna un valor de 1.1.

##### 2.5.1.1.3 Categorización de la edificación

Según la Tabla 5 de la norma E030, la estructura clasifica como categoría C (Edificaciones comunes) siendo un Hotel correspondiéndole un factor de uso o importancia de  $U=1$ .

##### 2.5.1.1.4 Regularidad Estructural

###### 2.5.1.1.4.1 Irregularidad en Planta " $I_p$ "

- ✓ Irregularidad torsional y torsional extrema

En la vivienda modelada, debido a que los desplazamientos relativos de entrepiso según de distorsiones del análisis

estático son inferiores a 50%  $(0.003) = 0.0015$  teniendo en cuenta que el valor del límite para la distorsión no se encuentra en la norma E30 para el sistema Emmedue, tomaremos el valor de 0.003 (Norma Sismo Resistente) tomando que la mayor deriva elástica de los 2 casos xx, yy, esta no debe ser mayor al 50% del límite máximo permitido.

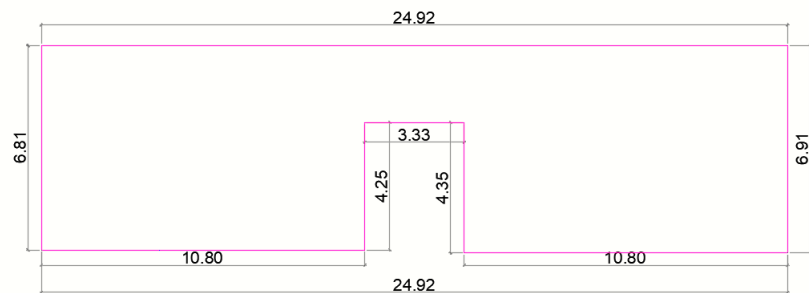
$$\left( \frac{\Delta_i}{h_{ei}} \right) = 0.0010 < 0.0015 \rightarrow OK.$$

No presenta irregularidad torsional extrema.

✓ Irregularidad de esquina entrante

No presenta esta irregularidad debido a que la estructura no tiene esquinas entrantes que superen el 20% en ambas direcciones.

*Figura 45 Vista de planta del Hotel Vichayito.*



*Nota: Elaboración propia*

✓ Irregularidad por discontinuidad de diafragma

Tomando como referencia el eje de coordenadas colocaremos las medidas de los 3 niveles y encontraremos si en alguno de ellos las aberturas superan al 50% del área bruta al área total en dicha planta.

✓ Irregularidad por sistemas no paralelos

Todos los muros se encuentran en disposición ortogonal, ningún muro se encuentra en disposición oblicua o pies inclinados.

#### 2.5.1.1.4.2 Irregularidad en Altura " $I_a$ "

✓ Irregularidad de rigidez-piso blando

Comprobando sus rigideces laterales de entrepisos inferiores y superiores notaremos que en nuestro sistema al ser de planta típica estas poseen una misma rigidez cumpliendo con lo establecido en la norma no teniendo como limitante que un piso inferior sea menor al 70% del piso superior adyacente.

*Tabla 18 Comprobación de irregularidad de rigidez – piso blando*

<b>Techo</b>	<b>Diafragma Rígido (m2)</b>	<b>Long X (m)</b>	<b>Long X (m)</b>	<b>Área de discount. (m2)</b>	<b>% de abertura</b>	<b>Irreg máx. permitida</b>	
<b>Story 3</b>	169.71	3.33	4.35	14.49	9%	50%	Regular
<b>Story 2</b>	169.71	3.33	4.35	14.49	9%	50%	Regular
<b>Story 1</b>	169.71	3.33	4.35	14.49	9%	50%	Regular

*Nota: Elaboración propia*

✓ Irregularidad de resistencia -piso débil

Comprobando la resistencia de entrepiso a esfuerzos cortantes entre sus entrepisos inferiores y superiores, notaremos que en nuestro sistema al ser de planta típica estas poseen la misma resistencia cumpliendo con lo establecido en la norma que el piso superior no puede ser menor al 80% al piso adyacente superior. Irregularidad extrema de rigidez

✓ Irregularidad extrema de rigidez

El siguiente modelo no presenta irregularidad de extrema rigidez por lo expuesto en Irregularidad por rigidez - piso blando.

✓ Irregularidad extrema de resistencia

El siguiente modelo no presenta irregularidad de extrema rigidez por lo expuesto en Irregularidad por – Piso Débil.

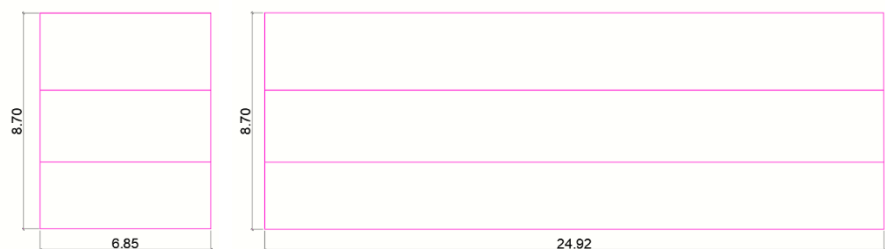
✓ Irregularidad de masa o de peso

No presenta irregularidad de masa (o peso) debido a que el peso del primer, segundo y tercer nivel son los mismos, lo cual su relación es 1.00 menor al límite ya que esta exige que no sea mayor a 1.5 de cociente entre estas.

✓ Irregularidad geométrica vertical si

De la figura siguiente observamos que en ambas direcciones la dimensión en planta de los 3 niveles es idénticos en toda la estructura de ello podemos extrapolar que no presenta esta irregularidad vertical.

*Figura 46 "Vista de perfil y frontal del hotel".*



*Nota: Elaboración propia*

✓ Irregularidad por discontinuidad en los sistemas resistentes

No presenta esta irregularidad No presenta irregularidad por discontinuidad debido a que los muros son continuos en altura.

✓ Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

No tiene este tipo de irregularidad por discontinuidad de modo que todos sus muros son continuos en toda su altura.

## 2.5.1.2. Análisis Estático

### 2.5.1.2.1. Determinación del Periodo Fundamental de la Estructura “T”

Cálculo en ambas direcciones su periodo fundamental, en dirección  $X$  es 0.063 seg, con una masa participativa de 36.93%, mientras que en la dirección  $Y$  es 0.055 seg, con una masa participativa de 64.43%, tal como se muestra en la Figura 47.

Figura 47 Periodos y participación de masas.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Modal	1	0.063	0.3693	0.0874	0	0.3693	0.0874
Modal	2	0.055	0.0517	0.6443	0	0.421	0.7317
Modal	3	0.04	0.3653	1.845E-06	0	0.7863	0.7317
Modal	4	0.02	0.0695	0.0069	0	0.8558	0.7386
Modal	5	0.017	0.0025	0.1527	0	0.8582	0.8913
Modal	6	0.014	0.026	5.666E-06	0	0.8843	0.8913
Modal	7	0.012	0.0204	0.0002	0	0.9047	0.8915
Modal	8	0.01	4E-05	0.0173	0	0.9047	0.9088
Modal	9	0.009	0.0041	2.687E-06	0	0.9088	0.9088
Modal	10	0.006	0	0	0	0.9088	0.9088
Modal	11	0.006	0	0	0	0.9088	0.9088
Modal	12	0.005	0	0	0	0.9088	0.9088

Nota: Elaboración propia, extraído del Etabs.

### 2.5.1.2.2 Cálculo del Factor de Amplificación sísmica “C”

Este factor depende de las características propias del terreno local, se obtuvieron los siguientes periodos  $T_p=1 \text{ seg}$  y  $T_L=1.6 \text{ seg}$ , según la Tabla 13.

El valor del Factor de Amplificación Sísmica “C”, obtenido para ambas direcciones será igual a  $C=2.5$ , debido a que se cumple

que los periodos fundamentales de ambas direcciones no superan el al periodo “Tp”, de acuerdo con la Norma E.030.

#### 2.5.1.2.3 Evaluación del valor de C/R

Comprobaremos que el cociente entre el factor de amplificación y el factor de reducción sísmica esto para el eje x y el eje y no excedan de 0.125

$$\frac{C_x}{R_x} + \frac{C_y}{R_y} = \frac{2.5}{2.5} = 1$$

$$1 \geq 0.125 \rightarrow Ok$$

#### 2.5.1.2.4 Cálculo del valor del factor exponencial de distribución.

Según la norma E030 podemos calcular el factor exponencial de distribución “K” teniendo como dato que nuestro periodo fundamental 0.063seg no supera los 0.5seg que la norma pone como hito el valor de K será igual a 1

$$\begin{cases} 1.0 & , & T < 0.50seg \\ 0.75 + 0.5T \leq 2.0, & & T \geq 0.50seg \end{cases}$$

#### 2.5.1.2.5 Cálculo de Cortante en la Base.

Con la ayuda del software extraemos la información de la cortante basal y del peso sísmico, teniendo en cuenta los parámetros anteriores presentados previamente para su desarrollo.

*Tabla 19 Evaluación del análisis estático en ambas direcciones.*

<b>Tipo de Carga</b>	<b>Dirección</b>	<b>C</b>	<b>K</b>	<b>Peso (Ton)</b>	<b>Cortante Basal (Ton)</b>
<b>SX</b>	X + Ecc. Y	0.495	1	522.98	235.96
<b>SY</b>	Y + Ecc. X	0.495	1	522.98	235.96

*Nota: Elaboración propia*

Como observamos en la tabla 19 comprobamos los valores del peso total de la edificación modelada tomando como referencia que su  $W_L$  en su 25% de carga y la  $W_d$  al 100% da un peso de 522.98Ton.



### 2.5.1.3. Análisis Dinámico

#### 2.5.1.3.1 Cálculo de Cortante en la Base

Para este punto recurriremos a los valores que se calcularon en el análisis estático y se colocaran a manera de resumen.

*Tabla 20 Parámetros Sísmicos.*

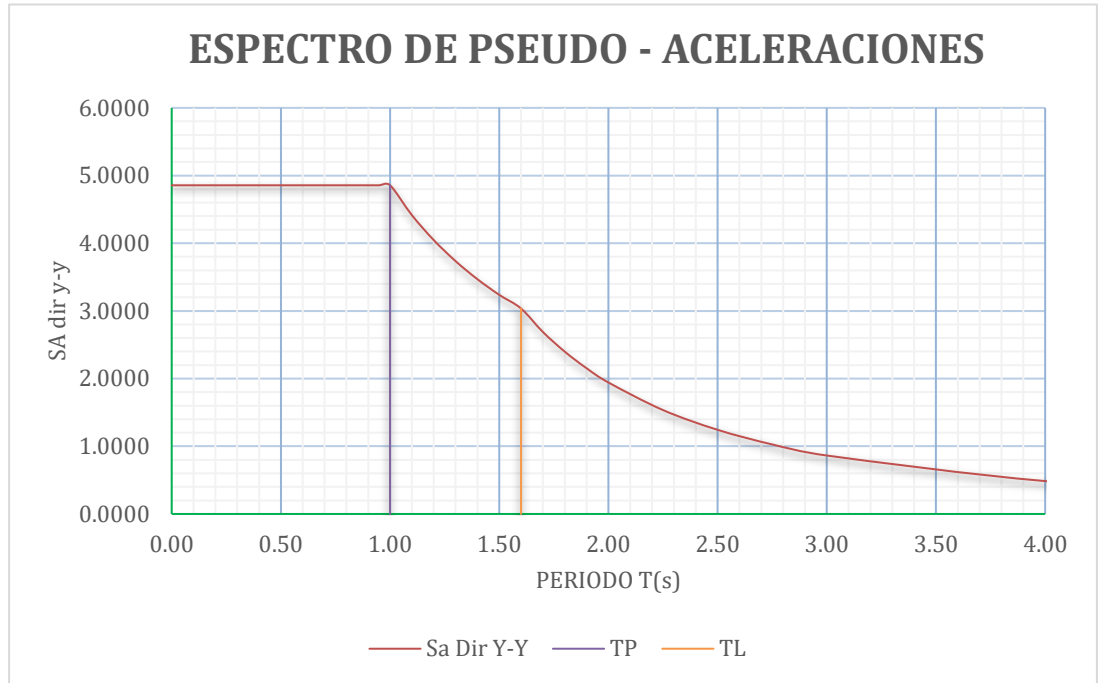
Factor de Zona Sísmica	$Z = 0.45$
Categoría de la edificación "C"	$U = 1.00$
Tipo de Suelo	$S3=1.10$
Irregularidad en planta	$I_p = 1.00$
Irregularidad en altura	$I_a = 1.00$
Coefficiente de reducción sísmica para en "X" y "Y"	$R=2.5$
Periodo para $T_p$	$T_p = 1 \text{ seg}$
Periodo para $T_l$	$T_l = 1.6 \text{ seg}$
Factor de Amplificación Sísmica	$C=2.5$

*Nota: Elaboración propia*

#### 2.5.1.3.2 Espectro de Diseño

De la tabla de resumen de parámetros sísmicos según la Norma peruana E030 podemos realizar el siguiente espectro con la ayuda del programa Excel.

Figura 48 Elaborado en base a los parámetros del análisis estático.



Nota: Elaboración propia

### 2.5.1.3.3 Periodo de Vibración

Considerando 8 modos logramos obtener en sus dos direcciones el 90% de la masa total tal como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21 Esquema de Participación modal de la masa.

Modo	T	UX	UY
1	0.062	0.4624	0.0318
2	0.056	0.0209	0.7577
3	0.04	0.3833	0
4	0.019	0.085	0.0001
5	0.016	0	0.186
		0.9516	0.9756

Nota: Elaboración propia

#### 2.5.1.3.4 Derivas de Entre Piso

Comprobamos que el límite para entre pisos en el sistema Emmedue según el informe técnico del Ing. San Bartolomé profesa que estas no deben exceder en ninguno de los casos los desplazamientos laterales relativos admisibles a 0.003.

*Tabla 22 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección X.*

PISO	ALTURA (m)	DERIVAS ELASTICAS	DERIVAS INELASTICAS (0.75*R*D.E.)	DERIVAS INELASTICAS (%)	<	DERIVAS INELASTICAS LIMITE (%)
Piso 1	2.9	0.000086	0.00016	0.016%	<	0.300%
Piso 2	5.8	0.000089	0.00017	0.017%	<	0.300%
Piso 3	8.7	0.000062	0.00012	0.012%	<	0.300%

*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

*Tabla 23 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección Y.*

PISO	ALTURA (m)	DERIVAS ELASTICAS	DERIVAS INELASTICAS (0.75*R*D.E.)	DERIVAS INELASTICAS (%)	<	DERIVAS INELASTICAS LIMITE (%)
Piso 1	2.9	0.000082	0.00015	0.015%	<	0.300%
Piso 2	5.8	0.000087	0.00016	0.016%	<	0.300%
Piso 3	8.7	0.000064	0.00012	0.012%	<	0.300%

*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

Con las dos tablas podemos comprobar que en ninguno de los 2 sentidos las derivas no sobrepasan el límite permitido.

#### 2.5.1.3.5 Fuerza Cortante Mínima

Para efectos de diseño, se comprobará con la Normas E030 la fuerza cortante mínima como pasos previos haber ejecutado correctamente el análisis sísmico y dinámico de la edificación y haber comprobado las rigideces. La estructura es regular en su planta y altura a este le corresponde que la cortante mínima hallada en el análisis dinámico debe ser mayor o igual que el 80% de la cortante estática.

*Tabla 24 Factor de escala cociente del 80% Vestática y la Vdinámica.*

	Cortante Estática (Ton)	Cortante Dinámica (Ton)	0.8 x Cortante Estática	Factor de Escala
Dirección XX	235.96	143.96	188.76	1.31
Dirección YY	235.96	184.74	188.76	1.01

*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

### 2.5.1.4. Estructuración

Figura 49 Vista de planta del hotel con el sistema EMEDUE.

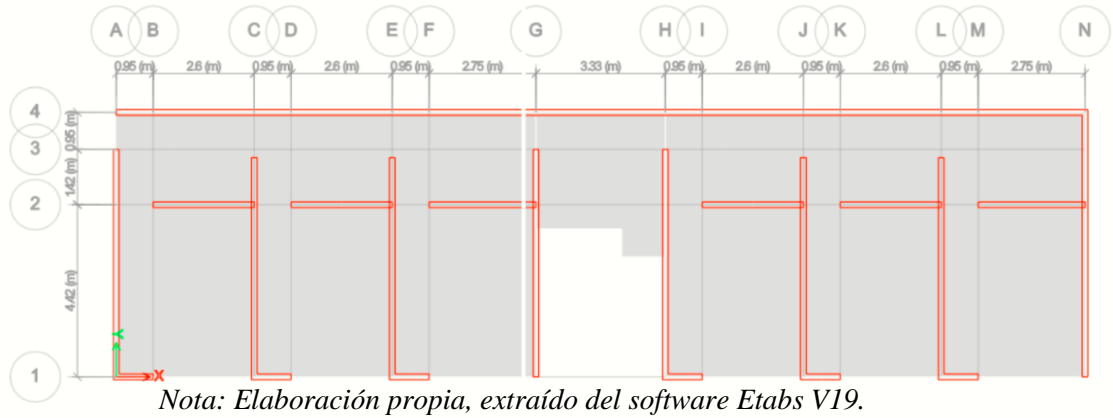
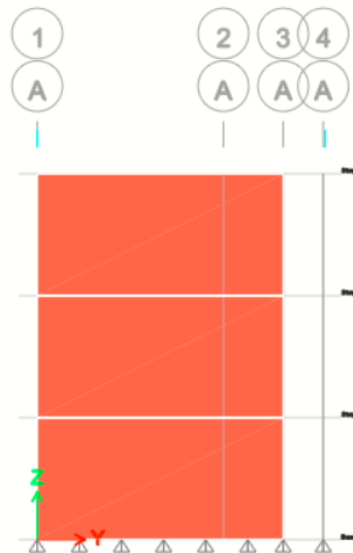
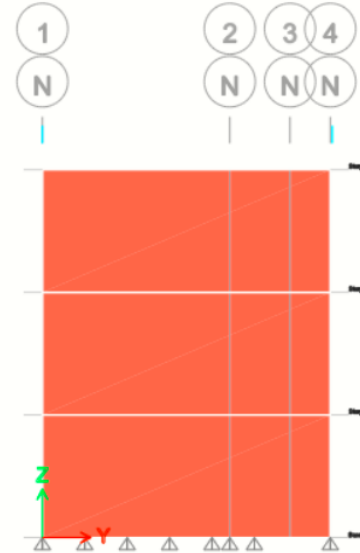


Figura 50 Vista de perfil de ambos lados del hotel con el sistema EMEDUE.

“Corte en el eje A-A”.



“Corte en el eje N-N”.



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

#### 2.5.1.4.1 Definición de grillas

Según los planos de arquitectura proporcionados y dada a la estructuración de esta se generó las grillas con los cuales permitieron modelar los muros según la disposición de los ambientes.

#### 2.5.1.4.2 Definición de material

Una vez realizada la definición de las grillas, se prosiguió a definir el material. En nuestro caso se definió tres nuevos materiales denominados “Panel E=0.15m y Panel losa”, el cual consistió en la asignación de las propiedades mecánicas correspondientes de cada uno de los paneles empleados en la modelización de la estructura. Posteriormente la idealización de la curva esfuerzo/deformación del material tomada de los ensayos realizados por (Jaramillo & Villamizar,2011).

Las propiedades mecánicas de cada uno de los paneles empleados fueron tomadas de la investigación que realizó Bartolomé (2009), donde recomienda utilizar un módulo de elasticidad equivalente a  $15000\sqrt{f_c}$  y factor de reducción sísmica de 2.5 para este tipo de material debido a que no tiene ductilidad (págs. 63). El módulo de Poisson de 0.15 fue tomado del trabajo de investigación de (San Bartolomé, 2009, pág. 53). Asimismo, se tomó como referencia (SUMINSA, 2014, pág. 69).

La densidad o peso por unidad de volumen del material fue calculado de acuerdo a su participación de volumen de material “concreto y poliestireno expandido” como parte del volumen global. El cual permitió determinar la densidad equivalente del material no homogéneo como son los paneles de poliestireno expandido con refuerzo de malla electro soldada revestida con capa de concreto en ambas caras.

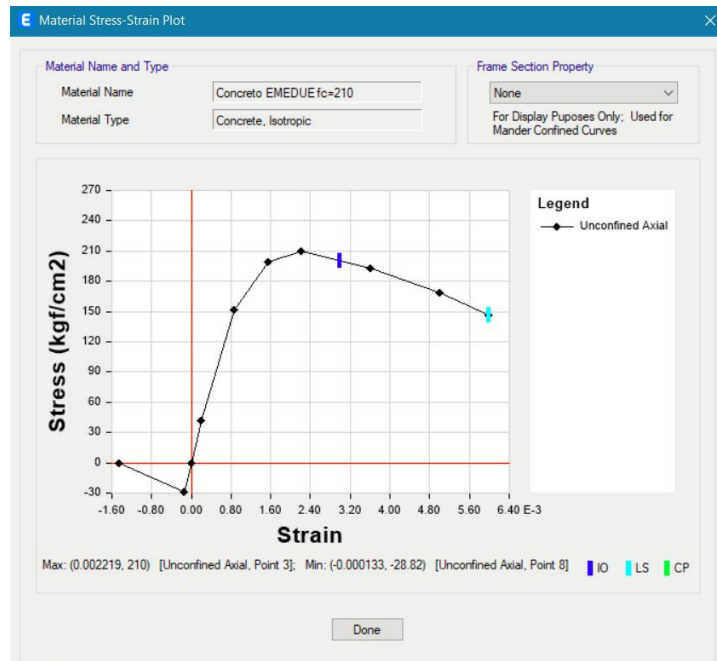
Figura 51 “Datos de las propiedades del material para Muro”.

Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

Figura 53 "Datos de materiales no lineales para Muro".

Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

Figura 52 "Gráfico Tensión – Deformación del material para Muro".



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.



Figura 54 "Datos de las propiedades del material para losa".

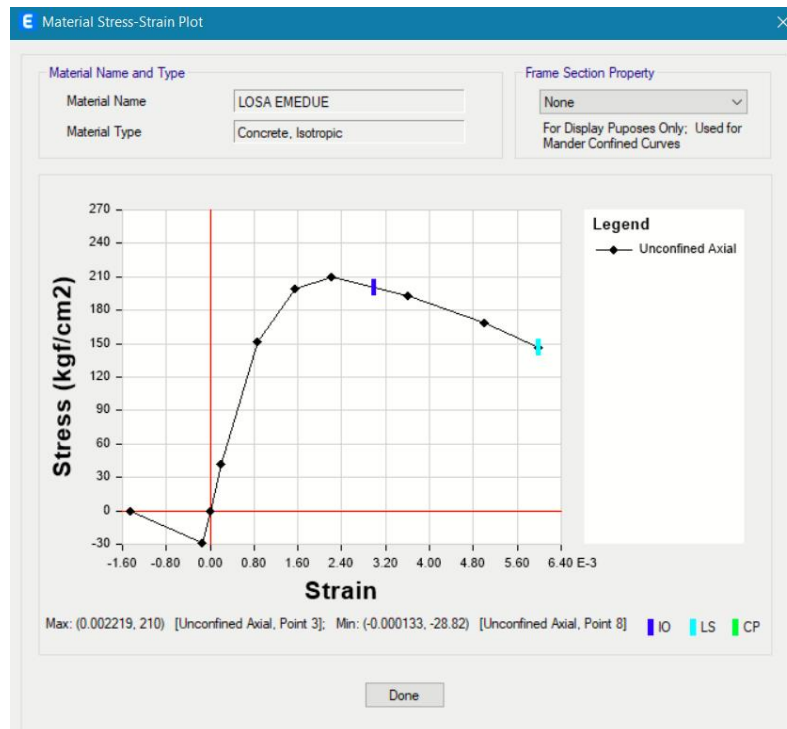
Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

Figura 55 "Datos de materiales no lineales para Losa".

	Tension	Compression	Unit
IO	0.01	-0.003	cm/cm
LS	0.02	-0.006	cm/cm
CP	0.05	-0.015	cm/cm

Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

Figura 56 “Gráfico Tensión – Deformación del material para Losa”.



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

Tomamos en cuenta para las propiedades mecánicas de los elementos que componen el muro Emmedue, con la ayuda del Manual Técnico M2, sistema constructivo avanzado 2014, donde encontraremos el esfuerzo de fluencia del acero ( $f_y=6120 \text{ kg/cm}^2$ ) es como mínimo y tensión de rotura ( $f_u=6935 \text{ kg/cm}^2$ ) mínima.

Los paneles del sistema Emmedue tiene la característica en su malla electrosoldada se adhiere muy bien a la mezcla de hormigón que se le aplica a ambas paredes que rodea el núcleo de poliestireno, que a su vez es la encargada de

disipar el esfuerzo cortante que esta pueda presentarse ante la presencia de una actividad sísmica.

Tener en cuenta que, según el manual, las propiedades de la malla electrosoldada son similares a los conectores que unen ambas caras.

En la actualidad podemos encontrar diferentes materiales para la fabricación de mallas electrosoldadas, estas se diferencian desde el diámetro del acero galvanizado como por espaciamiento entre estos.

*Figura 57 "Datos de las propiedades del material para Refuerzo".*

*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

Figura 58 "Datos de materiales no lineales para Refuerzo".

**Nonlinear Material Data**

**Material Name and Type**  
Material Name: REFUERZO EMEDUE  
Material Type: Rebar, Uniaxial

**Miscellaneous Parameters**  
Hysteresis Type: Kinematic

**Acceptance Criteria Strains**

	Tension	Compression	cm/cm
IO	0.01	-0.005	cm/cm
LS	0.02	-0.01	cm/cm
CP	0.05	-0.02	cm/cm

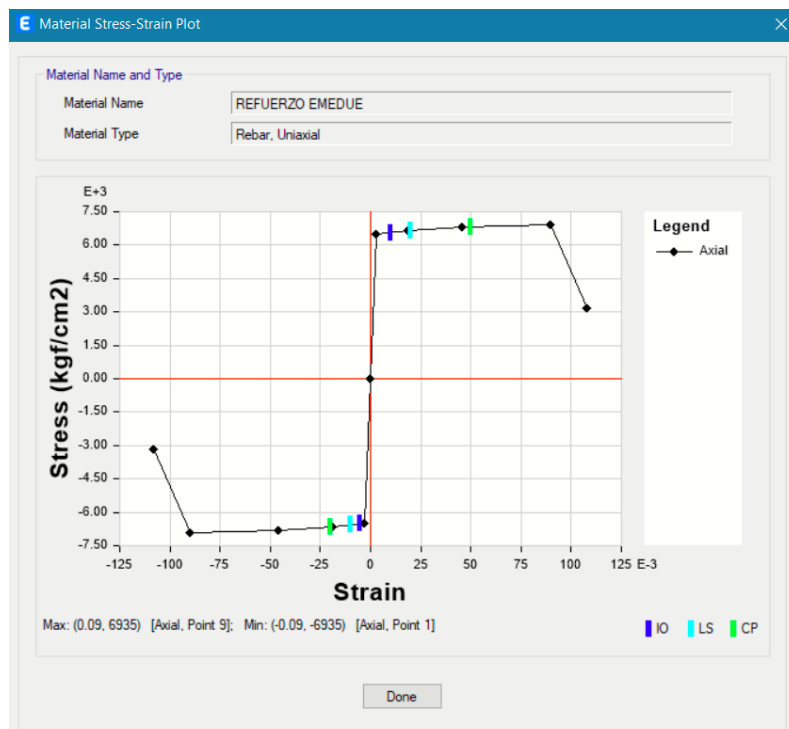
**Stress Strain Curve Definition Options**  
 Parametric: Simple  
 User Defined  
 Convert to User Defined

**Parametric Strain Data**  
 Strain at Onset of Strain Hardening: 0.01  
 Ultimate Strain Capacity: 0.09  
 Final Slope (Multiplier on E): -0.1

Show Stress-Strain Plot...  
OK Cancel

Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

Figura 59 "Gráfico Tensión – Deformación del material para Refuerzo".



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

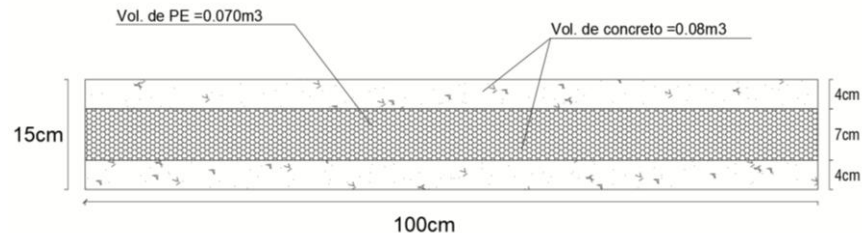
### 2.5.1.4.3 Definición de Secciones - Emmedue

#### 2.5.1.4.3.1 Sección del Muro - Emmedue

Se determinó el área transversal de los paneles que serían utilizados para la modelización de la estructura hotelera utilizando la herramienta que nos posibilite insertar elementos del tipo área como es el caso de “Shell Layered/Non Linear”, lo que vendría a considerarse como un muro con comportamiento dentro del rango inelástico.

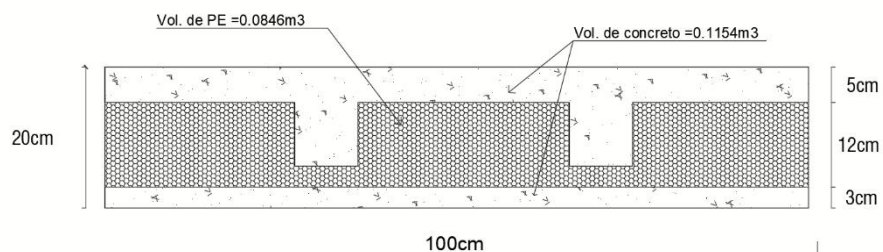
En la modelización de estos se debe considerar con un material no homogéneo de refuerzo de 3.5mm de conector y la malla en ambas direcciones con un distanciamiento de 7.5 cm.

*Figura 60 “Muro Emmedue de 15 de espesor”.*



*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

*Figura 61 “Muro Emmedue de 20 de espesor”.*

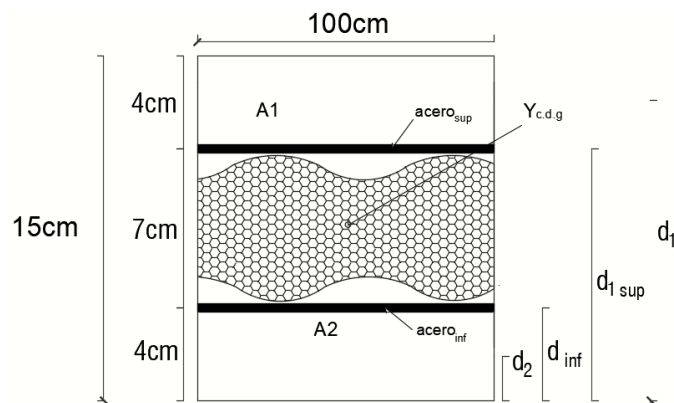


*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

Para la definición de los elementos tomaremos para elementos tipo losa en el software como “Membrane” mientras que los muros serán de tipo “Shell-Thin”.

Teniendo en cuenta que la particularidad de este sistema está basada en dos muros de concreto con un alma de poliestireno para su modelamiento será necesario tomar en cuenta un espesor equivalente para este caso se realizará el siguiente calculo en base a su inercia respecto de su centro de gravedad tanto para el panel de muro como para el de losa.

Figura 62 Esquema de la sección para panel de 15cm de espesor".



Nota: Elaboración propia

Calculó el área de acero inferior y superior del panel, para 1m de ancho.

$$N^{\circ} \text{ de barras} = 100 / 7.5 + 1 = 14$$

$$\phi_{\text{barra}} = 2.5 \text{ mm}$$

$$A_{\text{barra}} = \frac{\pi * (0.25)^2}{4} = 0.0491 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{total}} = 0.0491 * 14 = 0.687 \text{ cm}^2$$

Se extrajo los módulos de elasticidad del micro concreto y de las mallas electrosoldadas del manual técnico M2 Emmedue esto nos ayudará a través del cociente a resolver la ecuación de inercias.

Como el micro concreto al ser aplicado shotcrete este tiene un índice menor al módulo del concreto convencional oscilando entre el 80% al 60% del módulo de

elasticidad del concreto convencional, en nuestro caso por temas de factor de seguridad usaremos el más desfavorable (60 %).

$$E_s = 2100000 \text{ cm}^2$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c} = 15000 \sqrt{210} = 217370.65 \text{ cm}^2$$

$$E_m = 60\% E_c = 0.60 * 217370.65 = 130422.39 \text{ cm}^2$$

$$n_1 = \frac{E_s}{E_m} = \frac{2100000}{130422.39} = 16.10$$

La inercia respecto a su centro de gravedad para la sección:

$$I_x = \frac{100 * 4^3}{12} + 100 * 4(13 - 7.5)^2 +$$

$$\frac{100 * 4^3}{12} + 100 * 4 * (7.5 - 2)^2 + 16.10 * 0.687 * (11.125 - 7.5)^2 +$$

$$16.10 * 0.687 * (7.5 - 4)^2$$

$$I_x = 25547.50 \text{ cm}^2$$

Una vez obtenida la inercia procederemos a calcular el espesor equivalente con el cual podremos modelar en el software.

$$I_x = \frac{b * t_{equivalente}^3}{12} \rightarrow t_{equivalente} = \sqrt[3]{\frac{12 * I_x}{b}}$$

$$t_{equivalente} = \sqrt[3]{\frac{12 * 25547.50}{100}} = 14.53 \text{ cm}$$

$$t_{equivalente} = 14.53 \text{ cm}$$

Además de hallar el espesor equivalente será necesario encontrar el factor que tendrá incidencia en todos los elementos tipo muro se desarrollará en su membrana, la cual calcularemos de la siguiente manera.

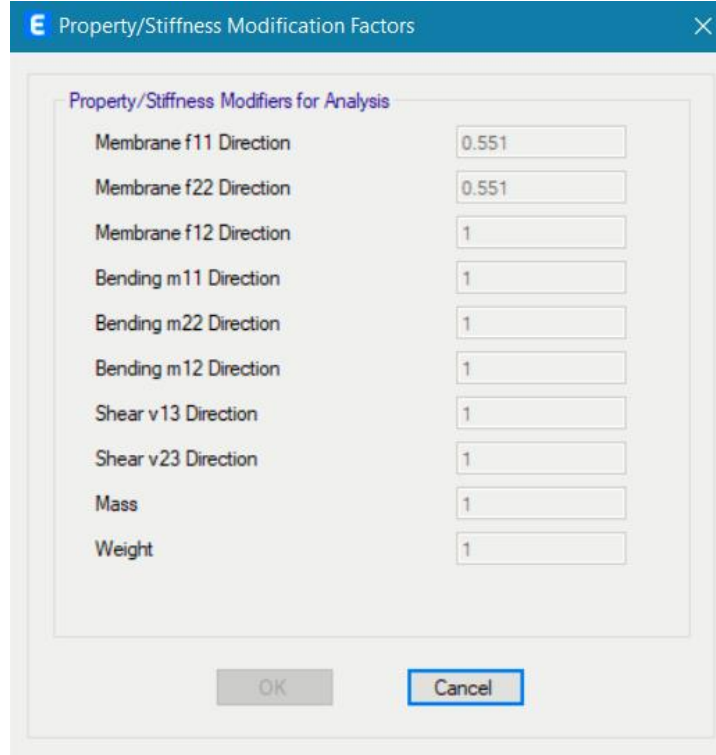
$$f = \frac{t_{efectivo}}{t_{equivalente}} = \frac{8}{14.53} = 0.55$$

Figura 63 Propiedades de muro de 15cm de espesor Emmedue”.

Nota: Extraído del software Etabs 19.1

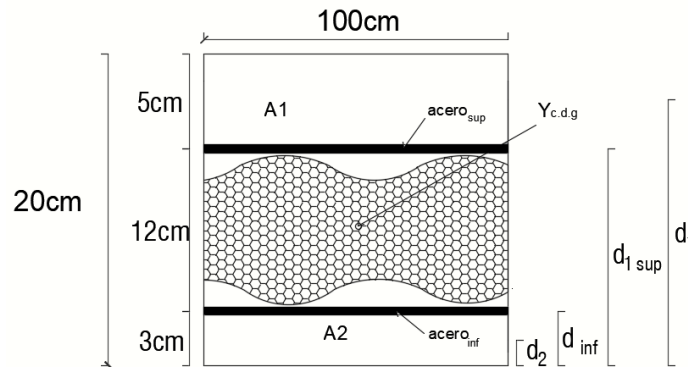


Figura 64 Propiedades para modificación de membrana”.



Nota: Extraído del software Etabs 19.1

Figura 65 Esquema de la sección para panel de 20 cm de espesor”.



Nota: Elaboración propia

Del mismo modo realizaremos el mismo paso para el elemento losa compuesta por dos capas de 5cm en su extremo superior en la parte inferior de 3cm y un

alma de 12cm para una sección de 1m de longitud como podemos apreciarlo en el siguiente corte.

Calculó el área de acero inferior y superior del panel, para 1m de ancho.

$$N^{\circ} \text{ de barras} = 100/7.5 + 1 = 14$$

$$\varnothing_{\text{barra}} = 3 \text{ mm}$$

$$A_{\text{barra}} = \frac{\pi * (0.3)^2}{4} = 0.071 \text{ cm}^2$$

Cálculo del cociente “n” que es la división entre módulos de elasticidad del mortero, concreto y del acero.

$$E_s = 2100000 \text{ cm}^2$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'c} = 15000 \sqrt{210} = 217370.65 \text{ cm}^2$$

$$E_m = 60\% E_c = 0.60 * 217370.65 = 130422.39 \text{ cm}^2$$

$$n_{sc} = \frac{E_s}{E_m} = \frac{2100000}{130422.39} = 16.10$$

$$n_{cc} = \frac{E_s}{E_m} = \frac{217370.65}{130422.39} = 1.67$$

Para este caso será necesario calcular el eje centroidal de la sección transformada, de modo que estas dos placas son de diferente espesor:

$$\tilde{y} = h_{cdy} = \frac{100 * 1.67 * 5 * 17.5 + 16.10 * 0.994 * 15.15 + 16.10 * 0.994 * 3 + 100 * 3 * 1.5}{100 * 1.67 * 5 + 16.10 * 0.994 + 16.10 * 0.994 + 100 * 3}$$

$$\tilde{y} = 13.16 \text{ cm}^4$$

La inercia respecto a su centro de gravedad para la sección:

$$I_x = \frac{100 * 1.67 * 5^3}{12} + 100 * 1.67 * 5 * (17.5 - 13.16)^2 +$$

$$16.10 * 0.994 * (15.15 - 13.16)^2 + 16.10 * 0.994 * (13.16 - 3)^2 +$$

$$\frac{100 * 3^3}{12} + 100 * 3 * (13.16 - 1.5)^2$$

$$I_x = 60194.32cm^2$$

Una vez obtenida la inercia procederemos a calcular el espesor equivalente con el cual podremos modelar en el software.

$$I_x = \frac{b * t_{equivalente}^3}{12} \rightarrow t_{equivalente} = \sqrt[3]{\frac{12 * I_x}{b}}$$

$$t_{equivalente} = \sqrt[3]{\frac{12 * 60194.32}{100}} = 19.33cm$$

$$t_{equivalente} = 19.33cm$$

Además de hallar el espesor equivalente será necesario encontrar el factor que tendrá incidencia en todos los elementos tipo muro se desarrollará en su membrana, la cual calcularemos de la siguiente manera.

$$f = \frac{t_{efectivo}}{t_{equivalente}} = \frac{8}{19.33} = 0.41$$

Figura 66 Propiedades de losa 20cm de espesor Emmedue”.

Nota: Extraído del software Etabs 19.1

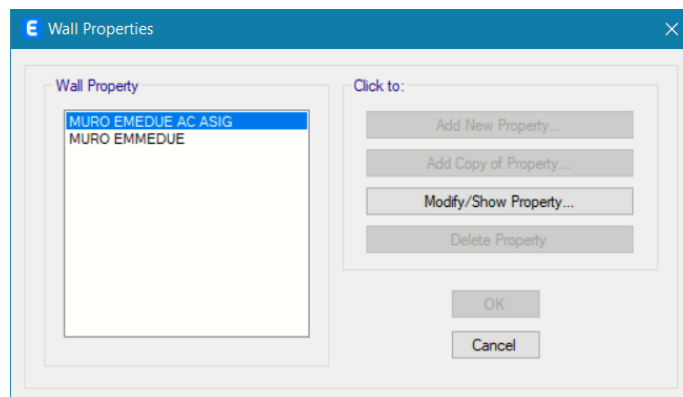
Figura 67 Propiedades para modificación de membrana”.

Nota: Extraído del software Etabs 19.1

#### 2.5.1.4.2.2 Sección del Acero de refuerzo

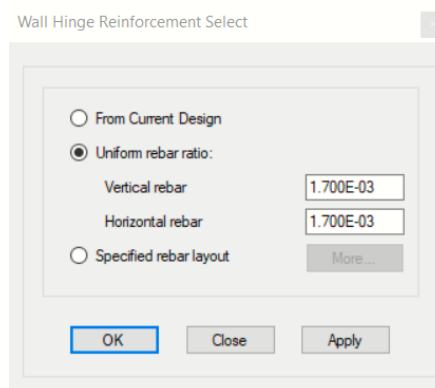
Para el ingreso de la información de la cuantía de la edificación Emmedue se podrá realizar a través de dos maneras teniendo en cuenta en el apartado de “define” la selección de “material properties” da la opción de ingresar el material acero para los muros, teniendo en el primer paso crear 2 tipos uno para modelarlo tipo “Shell-Thin” y otro con “Layered”, luego de ello se procede a asignar la cuantía mínima del acero del sistema. Para el primer caso se introducirá la resistencia a la compresión del concreto, distanciamiento y diámetro del acero que se tomará en cuenta.

*Figura 68 Creación de los 2 casos que se va asignar el acero”.*



*Nota: Extraído del software Etabs 19.1*

*Figura 69 Cuantía mínima del refuerzo.*



*Nota: Extraído del software Etabs 19.1*

Figura 70 Resistencia del concreto, espaciamiento y diámetro del refuerzo.

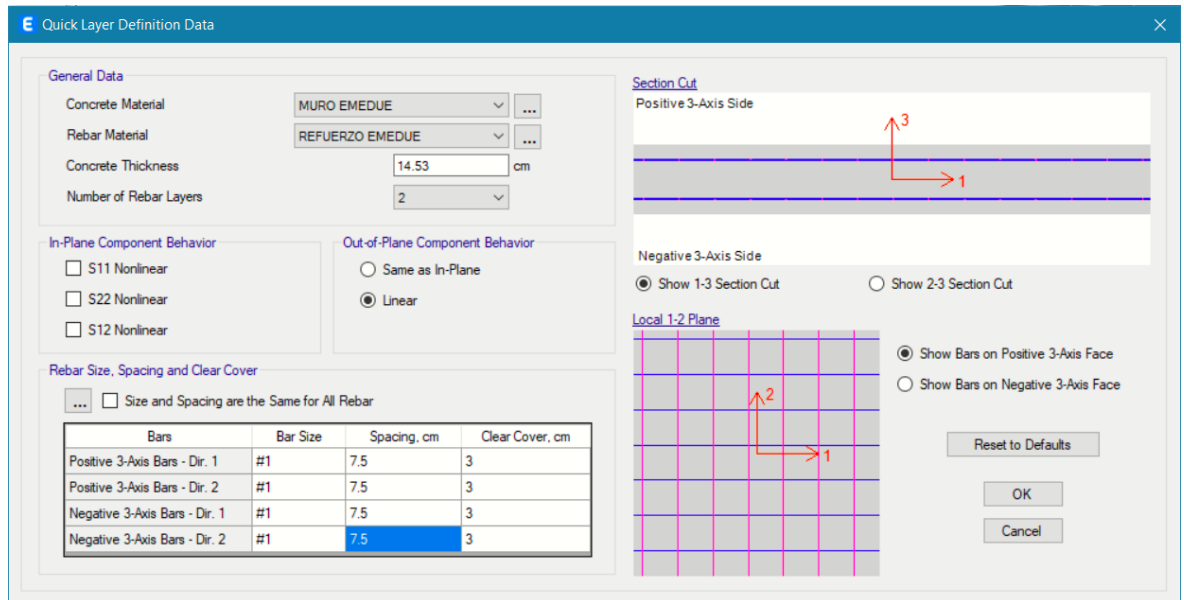
Nota: Extraído del software Etabs 19.1

Figura 71 Selección del caso 2 en la que se seleccionará "Layered".

Nota: Extraído del software Etabs 19.1

Para este caso se requerirá tener el diseño previo sobre la disposición espacial y composición a detalle del acero de refuerzo de este sistema.

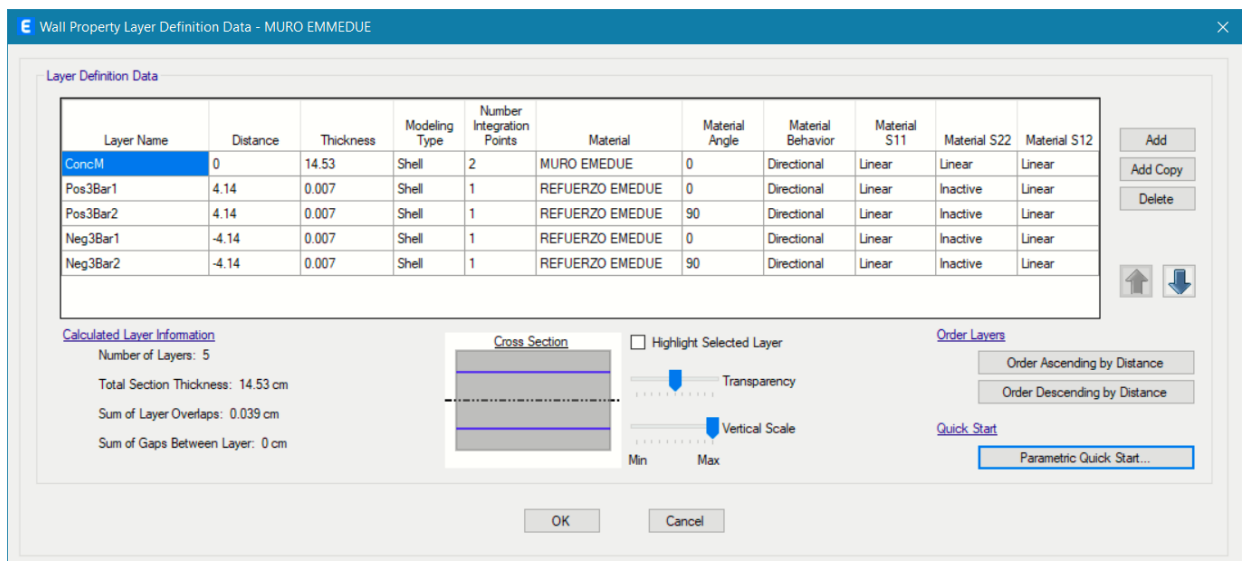
Figura 72 Distribución de acero, resistencia de concreto, orientación y números muros.



Nota: Extraído del software Etabs 19.1

Automáticamente se generará la definición de otros parámetros dentro del desplegable definición de la información de propiedades el muro.

Figura 73 Resumen de los valores ingresado en "Inicio rápido paramétrico"

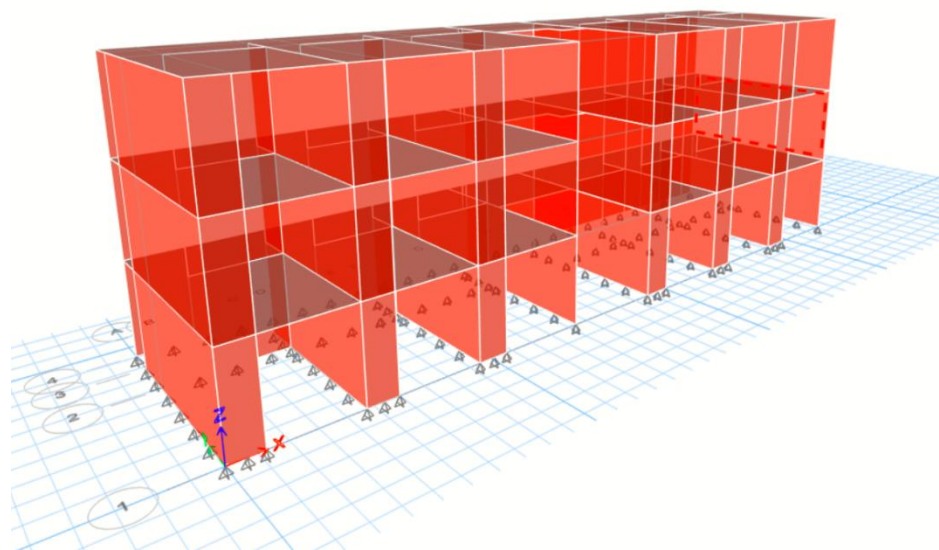


### 2.5.1.5. Modelización del Sistema Emmedue

Este proceso requirió el uso de los planos tanto de la especialidad de Arquitectura como el de Estructuras, así mismo se empleó para su modelización el elemento área “Shell Layered/Non Linear”. Con el objetivo de crear la estructura en 3D.

Luego de que se modele la losas de entre piso y muros, en la base de la estructura se colocaron estructuras de apoyos empotrados esto se realizara por motivos que en este trabajo investigativo no tendrá en cuenta la interacción que pueda existir entre el suelo de cimentación y la estructura total. Luego de ello se procedió a designar como diafragma rígido a las losas con el objetivo de que estas se integren a los muros portantes y así de esta manera compatibilizar los desplazamientos laterales.

*Figura 74 “Distribución de muros”.*



*Nota: Extraído del software Etabs 19.1*



## 2.5.2. Análisis Estructural del sistema Muro de Ductilidad Limitada

### 2.5.2.1. Parámetros Sísmicos:

#### 2.5.2.1.1 Zonificación

Para el valor del parámetro “Z” valor de zonificación según la Norma E.030 por su ubicación geográfica de la estructura es de 0.45 por ubicarse en una zona costera.

#### 2.5.2.1.2 Condiciones geotécnicas

De acuerdo con la información proporcionada del propietario en el lugar donde se encontraba es de tipo arenoso y esto se comprueba por la distancia hacia el mar y las fotos comprobadas a través de la herramienta Google earth, corresponde el S3, según la tabla 12 se le asigna un valor de 1.1.

#### 2.5.2.1.3 Categorización de la edificación

Según la Tabla 5 de la norma E030, la estructura clasifica como categoría C (Edificaciones comunes) siendo un Hotel correspondiéndole un factor de uso o importancia de  $U=1$ .

#### 2.5.2.1.4 Regularidad Estructural

##### 2.5.2.1.4.1 Irregularidad en Planta " $I_p$ "

###### ✓ Irregularidad torsional y torsional extrema

En la vivienda modelada, debido a que los desplazamientos relativos de entrepiso según la de su diseño estático son inferiores a 50% ( $0.005$ ) =  $0.0025$  teniendo en cuenta que

el valor del límite para la distorsión de 0,005 (Norma E030  
Diseño Sismorresistente)

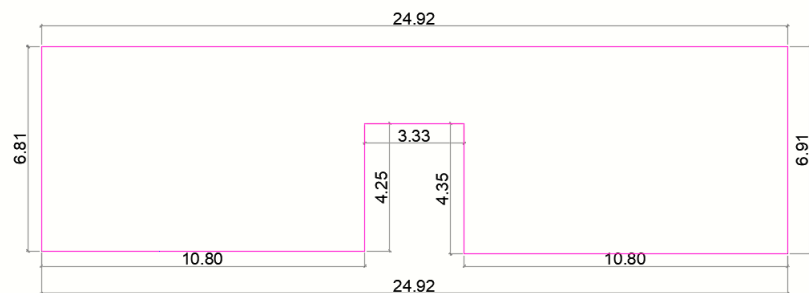
Tomando que la mayor deriva elástica de los 2 casos xx, yy,  
esta no debe ser mayor al 50% del límite máximo permitido.

No presenta irregularidad torsional extrema.

✓ Irregularidad de esquina entrante

No presenta esta irregularidad debido a que la estructura no  
tiene esquinas entrantes que superen el 20% en ambas  
direcciones de la en ese eje.

*Figura 75 Vista de planta del Hotel Vichayito.*



*Nota: Elaboración propia*

✓ Irregularidad por discontinuidad de diafragma

Tomando como referencia el eje de coordenadas  
colocaremos las medidas de los 3 niveles y encontraremos  
si en alguno de ellos las aberturas superan al 50% del área  
bruta superan al área total en dicha planta.

✓ Irregularidad por sistemas no paralelos

Todos los muros se encuentran en disposición ortogonal, ninguno muro se encuentra en disposición oblicua o pies inclinados.

2.5.2.1.4.2 Irregularidad en Altura " $I_a$ "

*Tabla 25 "Cálculo de abertura en plantas".*

Techo	Diafragma Rígido (m <sup>2</sup> )	Long X (m)	Long X (m)	Área de discontin. (m <sup>2</sup> )	% de abertura	Irreg máx. permitida
Story 3	169.71	3.33	4.35	14.49	9%	50% Regular
Story 2	169.71	3.33	4.35	14.49	9%	50% Regular
Story 1	169.71	3.33	4.35	14.49	9%	50% Regular

*Nota: Elaboración propia*

✓ Irregularidad de rigidez-piso blando

Comprobando sus rigideces laterales de entrepisos inferiores y superiores notaremos que en nuestro sistema al ser de planta típica estas poseen una misma rigidez cumpliendo con lo establecido en la norma no teniendo como limitante que un piso inferior sea menor al 70% del piso superior adyacente.

✓ Irregularidad de resistencia -piso débil

Comprobando la resistencia de entrepiso a esfuerzos laterales a cortantes entre sus entrepisos inferiores y superiores notaremos que en nuestro sistema al ser de planta típica estas poseen la misma resistencia cumpliendo con lo establecido en la norma que el piso superior no puede ser menor al 80% al piso adyacente superior. Irregularidad extrema de rigidez

✓ Irregularidad extrema de rigidez

El siguiente modelo no presenta irregularidad de extrema rigidez por lo expuesto en Irregularidad por rigidez - piso blando.

✓ Irregularidad extrema de resistencia

El siguiente modelo no presenta irregularidad de extrema rigidez por lo expuesto en Irregularidad por – Piso Débil.

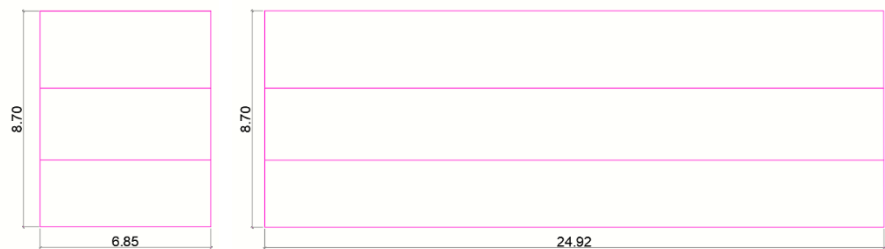
✓ Irregularidad de masa o de peso

No presenta irregularidad de masa (o peso) debido a que el peso del primer, segundo y tercer nivel son los mismos, lo cual su relación es 1.00 menor al límite ya que esta exige que no sea mayor a 1.5 de cociente entre estas.

✓ Irregularidad geométrica vertical si

De la figura siguiente observamos que en ambas direcciones la dimensión en planta de los 3 niveles es idénticos en toda la estructura de ello podemos extrapolar que no presenta esta irregularidad vertical.

*Figura 76 "Vista de perfil y frontal del hotel".*



*Nota: Elaboración propia*

✓ Irregularidad por discontinuidad en los sistemas resistentes

No presenta irregularidad por discontinuidad debido a que los muros son continuos en altura.

✓ Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

No tiene este tipo de irregularidad por discontinuidad de modo que todos sus muros son continuos en toda su altura.

## 2.5.2.2. Análisis Estático

### 2.5.2.2.1 Determinación del Periodo Fundamental de la Estructura "T"

Cálculo en ambas direcciones su periodo fundamental, en dirección X es 0.054 seg, con una masa participativa de 33.80%, mientras que en la dirección Y es 0.047 seg, con una masa participativa de 62.00%, tal como se muestra.

Figura 77 Ratio modal de Masa Participativa.

Modal Participating Mass Ratios

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Modal	1	0.054	0.338	0.0952	0	0.338	0.0952
Modal	2	0.047	0.0516	0.62	0	0.3896	0.7152
Modal	3	0.035	0.3796	4.02E-05	0	0.7692	0.7152
Modal	4	0.017	0.0616	0.008	0	0.8309	0.7232
Modal	5	0.015	0.0027	0.1443	0	0.8335	0.8675
Modal	6	0.012	0.0287	2.733E-05	0	0.8622	0.8676
Modal	7	0.01	0.0174	0.0003	0	0.8796	0.8679
Modal	8	0.009	3.564E-05	0.0157	0	0.8796	0.8836
Modal	9	0.008	0.004	9.42E-07	0	0.8836	0.8836
Modal	10	0.005	0	0	0	0.8836	0.8836
Modal	11	0.005	1.684E-06	0	0	0.8836	0.8836
Modal	12	0.005	6.687E-07	0	0	0.8836	0.8836
Modal	13	0.005	3.138E-06	0	0	0.8836	0.8836

Nota: Elaboración propia, extraído del sistema EMEDUE

#### 2.5.2.2.2 Cálculo del Factor de Amplificación sísmica “C”

Este factor depende de las características propias del terreno local, se obtuvieron los siguientes periodos  $Tp=1 \text{ seg}$  y  $TL=1.6 \text{ seg}$ , según la Tabla 13.

El valor del Factor de Amplificación Sísmica “C”, obtenido para ambas direcciones será igual a  $C=2.5$ , debido a que se cumple que los periodos fundamentales de ambas direcciones no superan el al periodo “Tp”, de acuerdo con la Norma E.030.

#### 2.5.2.2.3 Evaluación del valor de C/R

Comprobaremos que el cociente entre el factor de amplificación y el factor de reducción sísmica esto para el eje x y el eje y no excedan de 0.125

$$\frac{C_x}{R_x} + \frac{C_y}{R_y} = \frac{2.5}{2.5} = 1$$

$$1 \geq 0.125 \rightarrow Ok$$

#### 2.5.2.2.4 Cálculo del valor del factor exponencial de distribución.

Según la norma E030 podemos calcular el factor exponencial de distribución “K” teniendo como dato que nuestro periodo fundamental 0.063seg no supera los 0.5seg que la norma pone como hito el valor de K será igual a 1

$$\begin{cases} 1.0 & , & T < 0.50\text{seg} \\ 0.75 + 0.5T \leq 2.0, & & T \geq 0.50\text{seg} \end{cases}$$

#### 2.5.2.2.5 Cálculo de Cortante en la Base.

Con la ayuda del software extraemos la información de la cortante basal y del peso sísmico, teniendo en cuenta los parámetros anteriores presentados previamente para su desarrollo.

*Tabla 26 Evaluación del análisis estático en ambas direcciones.*

<b>Tipo de Carga</b>	<b>Dirección</b>	<b>C</b>	<b>K</b>	<b>Peso (Ton)</b>	<b>Cortante Basal (Ton)</b>
<b>SX</b>	X + Ecc. Y	0.309	1	422.85	115.45
<b>SY</b>	Y + Ecc. X	0.309	1	422.85	115.45

*Nota: Elaboración propia*

Como observamos en la tabla 26 comprobamos los valores del peso total de la edificación modelada tomando como referencia que su  $W_L$  en su 25% de carga y la  $W_d$  al 100% da un peso de 4.22.85Ton.

### 2.5.2.3. Análisis Dinámico

#### 2.5.2.3.1 Cálculo de Cortante en la Base

Para este punto recurriremos a los valores que se calcularon en el análisis estático y se colocaran a manera de resumen.

*Tabla 27 Parámetros Sísmicos.*

Factor de Zona Sísmica	$Z = 0.45$
Categoría de la edificación "C"	$U = 1.00$
Tipo de Suelo	$S_3 = 1.10$
Irregularidad en planta	$I_p = 1.00$
Irregularidad en altura	$I_a = 1.00$
Coficiente de reducción sísmica para en "X" y "Y"	$R = 4$
Periodo para $T_p$	$T_p = 1 \text{ seg}$
Periodo para $T_l$	$T_l = 1.6 \text{ seg}$
Factor de Amplificación Sísmica	$C = 2.5$

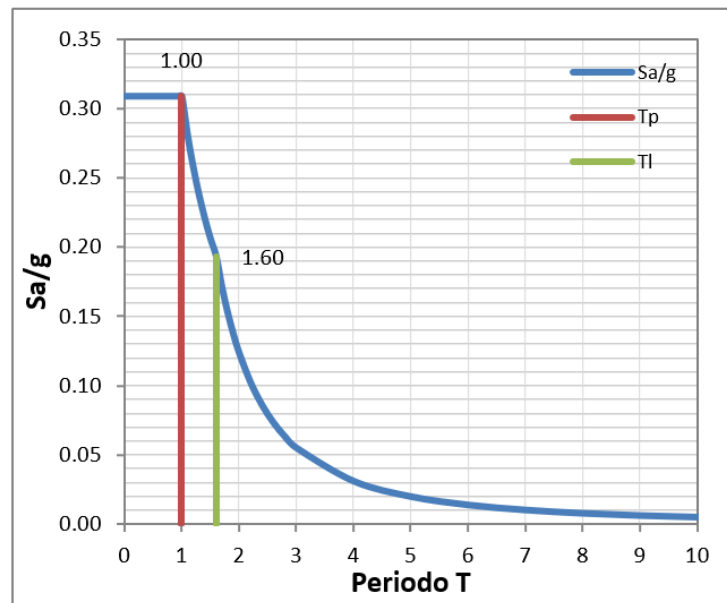
*Nota: Elaboración propia*



### 2.5.2.3.2 Espectro de Diseño

De la tabla de resumen de parámetros sísmicos según la Norma peruana E030 podemos realizar el siguiente espectro con la ayuda del programa Excel.

Figura 78 Elaborado en base a los parámetros del análisis estático.



Nota: Elaboración propia

### 2.5.2.3.3 Periodo de Vibración

Considerando 8 modos logramos obtener en sus dos direcciones el 90% de la masa total tal como se muestra en la tabla 28.

Tabla 28 Esquema de Participación modal de la masa.

Modo	T	UX	UY
1	0.063	0.3693	0.0874
2	0.055	0.0517	0.6443
3	0.04	0.3653	0
4	0.02	0.0695	0.0069
5	0.017	0.0025	0.1527
6	0.014	0.026	0
7	0.012	0.0204	0.0002
8	0.01	0	0.0173
		0.9047	0.9088

Nota: Elaboración propia

#### 2.5.2.3.4 Derivas de Entre Piso

Comprobamos que el límite para entre pisos en el sistema MDL según la norma E. 030 indica que estas no deben exceder en ninguno de los casos los desplazamientos laterales relativos admisibles a 0.005.

*Tabla 29 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección X. (Sistema MDL).*

PISO	ALTURA (m)	DERIVAS ELASTICAS	DERIVAS INELASTICAS (0.75*R*D.E.)	DERIVAS INELASTICAS (%)	<	DERIVAS INELASTICAS LIMITE (%)
Piso 1	2.9	0.000036	0.00011	0.011%	<	0.500%
Piso 2	5.8	0.000039	0.00012	0.012%	<	0.500%
Piso 3	8.7	0.000028	0.00008	0.008%	<	0.500%

*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

*Tabla 30 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección Y. (Sistema MDL).*

PISO	ALTURA (m)	DERIVAS ELASTICAS	DERIVAS INELASTICAS (0.75*R*D.E.)	DERIVAS INELASTICAS (%)	<	DERIVAS INELASTICAS LIMITE (%)
Piso 1	2.9	0.000035	0.00011	0.011%	<	0.500%
Piso 2	5.8	0.000038	0.00011	0.011%	<	0.500%
Piso 3	8.7	0.000029	0.00009	0.009%	<	0.500%

*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

Con las dos tablas podemos comprobar que en ninguno de los 2 sentidos las derivas no sobrepasan el límite permitido.

### 2.5.2.3.5 Fuerza Cortante Mínima

Para efectos de diseño, se comprobará con la Normas E030 la fuerza cortante mínima como pasos previos haber ejecutado correctamente el análisis sísmico y dinámico de la edificación y haber comprobado las rigideces. La estructura es regular en su planta y altura a este le corresponde que la cortante mínima hallada en el análisis dinámico debe ser mayor o igual que el 80% de la cortante estática.

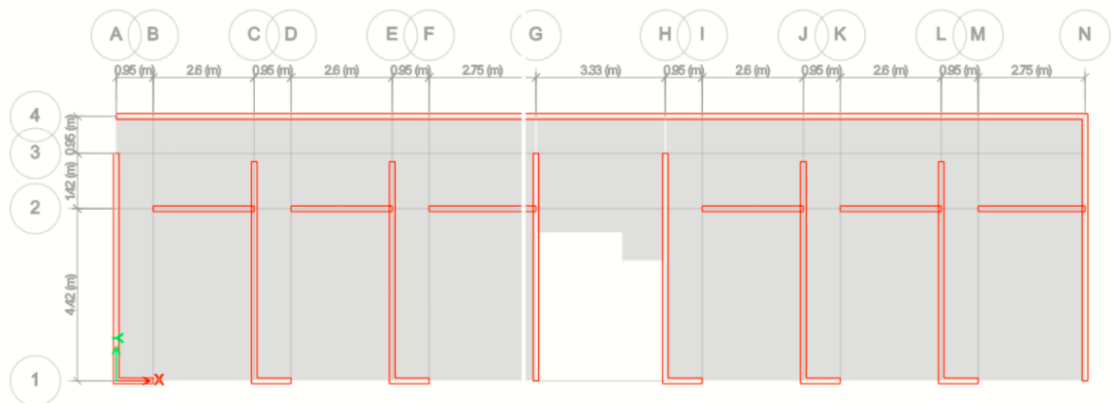
*Tabla 30 Factor de escala cociente del 80% Vestática y la Vdinámica.*

	Cortante Estática (Ton)	Cortante Dinámica (Ton)	0.8 x Cortante Estática	Factor de Escala
Dirección XX	115.45	71.82	92.36	1.29
Dirección YY	115.45	89.16	92.36	1.04

*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

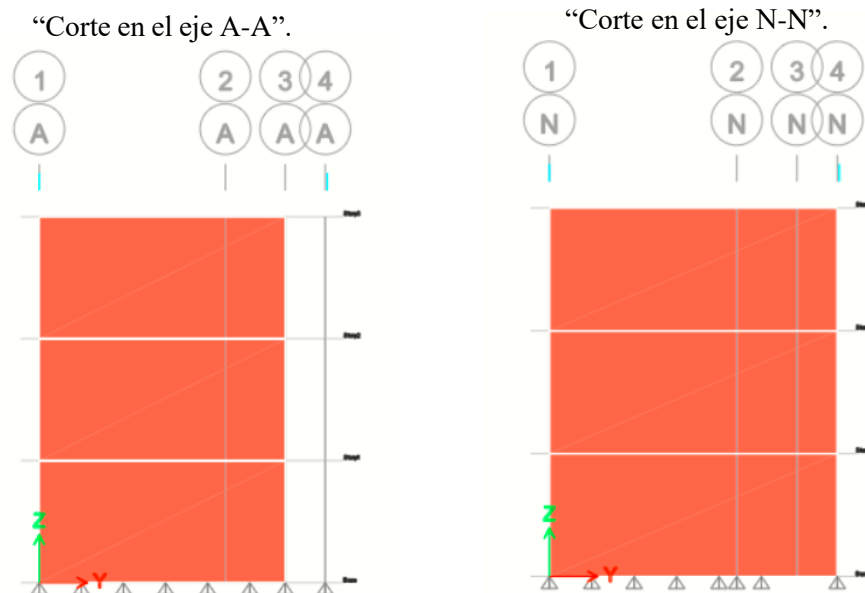
### 2.5.2.4. Estructuración

Figura 79 Vista de planta del hotel con el sistema MDL



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

Figura 80 Cortes en la edificación.

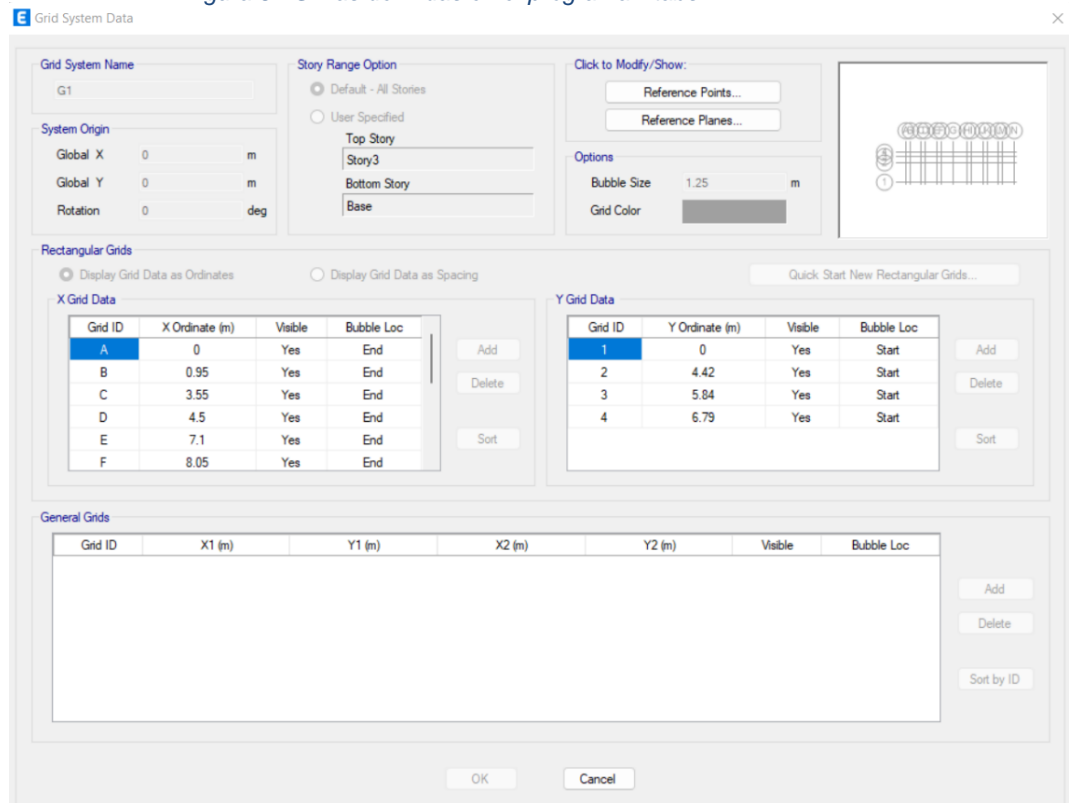


Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

#### 2.5.2.4.1 Definición de grillas

Según los planos de arquitectura proporcionados y dada a la estructuración de esta se generó las grillas con los cuales permitieron modelar los muros según la disposición de los ambientes.

Figura 81 Grillas definidas en el programa Etabs.



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

#### 2.5.2.4.2 Definición de material

Una vez realizada la definición de las grillas, se prosiguió a definir el material. En nuestro caso se definieron nuevos materiales denominados “Refuerzo MDL, Losa MDL, Muro MDL”, el cual consistió en la asignación de las propiedades

mecánicas correspondientes de cada uno de los paneles empleados en la modelización de la estructura. Posteriormente la idealización de la curva esfuerzo/deformación del material tomada de los ensayos realizados por (Jaramillo & Villamizar,2011).

Las propiedades mecánicas de cada uno de los paneles empleados fueron tomadas de norma E. 060, donde recomienda utilizar un módulo de elasticidad equivalente a  $15000\sqrt{f_c}$ , factor de reducción sísmica de 4 y un módulo de Poisson de 0.150.

Figura 82 "Datos de las propiedades del material para Muro".

Nota: Información extraída del software ETABS v19

Figura 83 "Datos de materiales no lineales para Muro".

**Nonlinear Material Data**

Material Name and Type  
Material Name: MURO MDL  
Material Type: Concrete, Isotropic

Miscellaneous Parameters  
Hysteresis Type: Concrete  
Drucker-Prager Parameters  
Friction Angle: 0 deg  
Dilatational Angle: 0 deg

Acceptance Criteria Strains

	Tension	Compression	Unit
IO	0.01	-0.003	cm/cm
LS	0.02	-0.006	cm/cm
CP	0.05	-0.015	cm/cm

Ignore Tension Acceptance Criteria

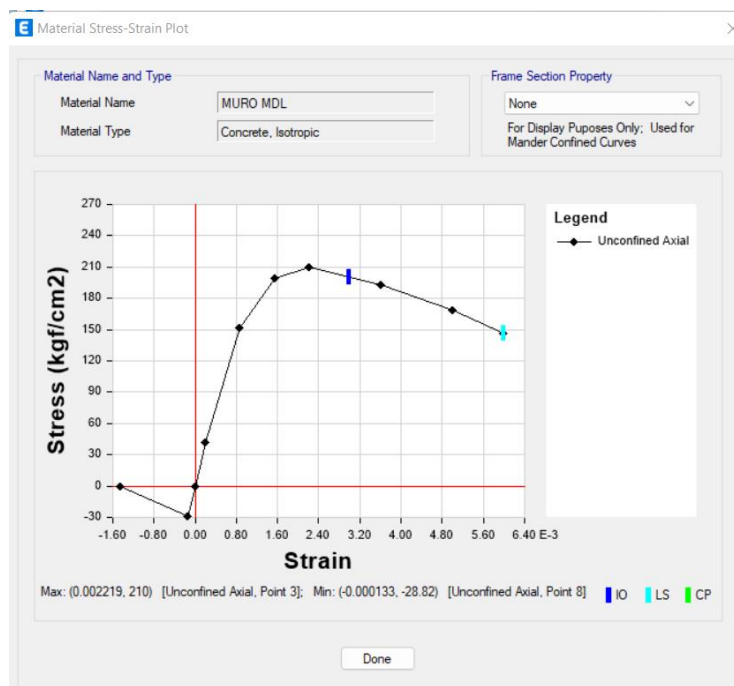
Stress Strain Curve Definition Options  
 Parametric: Mander  
 User Defined

Parametric Strain Data  
Strain at Unconfined Compressive Strength,  $f_c$ : 0.002219  
Ultimate Unconfined Strain Capacity: 0.005  
Final Compression Slope (Multiplier on E): -0.1

Show Stress-Strain Plot...  
OK Cancel

Nota: Información extraída del software ETABS v19

Figura 84 "Gráfico Tensión – Deformación del material para Muro"



Nota: Información extraída del software ETABS v19

Figura 85 "Datos de las propiedades del material para losa".

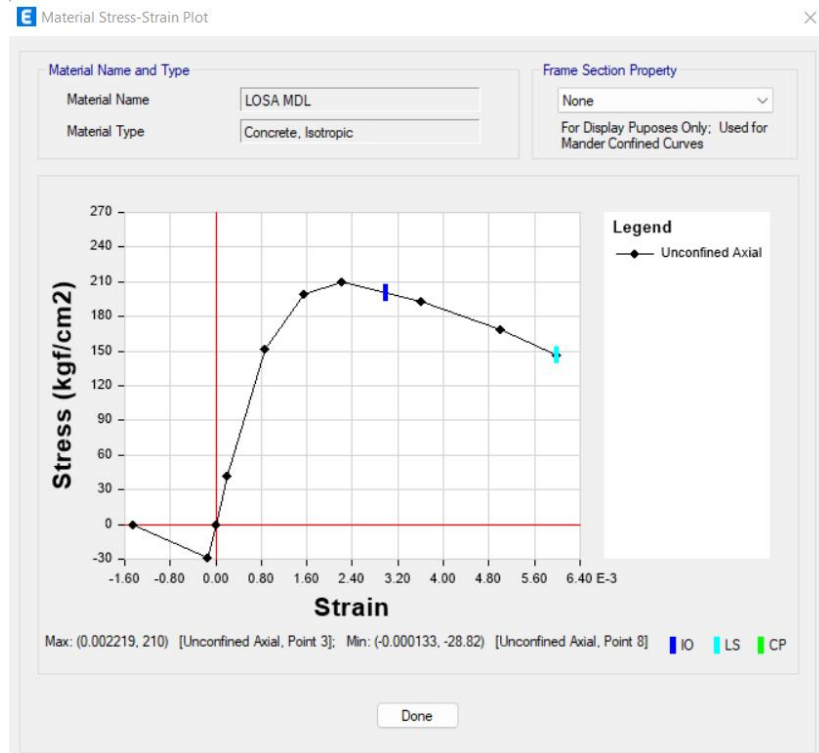
Nota: Información extraída del software ETABAS v19

Figura 86 "Datos de materiales no lineales para Losa".

Nota: Información extraída del software ETABAS v19



Figura 87 "Gráfico Tensión – Deformación del material para Losa".



Nota: Información extraída del software ETABAS v19

Tomamos en cuenta para las propiedades mecánicas de los elementos que componen el muro MDL, donde encontraremos el esfuerzo de fluencia del acero ( $f_y=5000$  kg/cm<sup>2</sup>) es como mínimo y tensión de rotura ( $f_u=5600$  kg/cm<sup>2</sup>) mínima. (Cirilo Quispe, 2019)

Figura 88 "Datos de las propiedades del material para Refuerzo".

Nota: Información extraída del software ETABS v19

Figura 89 "Datos de materiales no lineales para Refuerzo".

	Tension	Compression	
IO	0.01	-0.005	m/m
LS	0.02	-0.01	m/m
CP	0.05	-0.02	m/m

Nota: Información extraída del software ETABS v19

Figura 90 “Gráfico Tensión – Deformación del material para Refuerzo”.



Nota: Información extraída del software ETABAS v19

#### 2.5.2.4.2 Definición de Secciones - MDL

##### 2.5.2.4.2.1 Sección del Muro - MDL

Se determinó el área transversal de los muros que serían utilizados para la modelización de la estructura hotelera utilizando la herramienta que nos posibilite insertar elementos del tipo área como es el caso de “Shell Layered/Non Linear”, lo que vendría a considerarse como un muro con comportamiento dentro del rango inelástico.

En la modelización de estos se debe considerar con un material homogéneo con capa de refuerzo central de 8.0 mm y separación de 200 mm en ambas direcciones.

Para la definición de los elementos tomaremos para elementos tipo losa en el software como “Membrane” mientras que los muros serán de tipo “Shell-Thin”.

*Figura 91 Propiedades de muro de 15cm de espesor- sistema MDL.*

*Nota: Extraído del software Etabs 19.1*

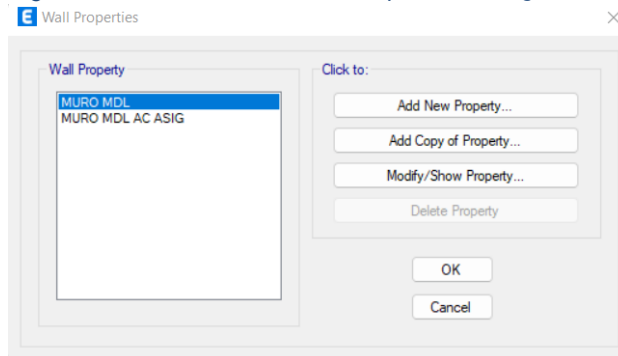
*Figura 92 Propiedades de losa 20cm de espesor – sistema MDL.*

*Nota: Extraído del software Etabs 19.1*

#### 2.5.2.4.2.2 Sección del Acero de refuerzo

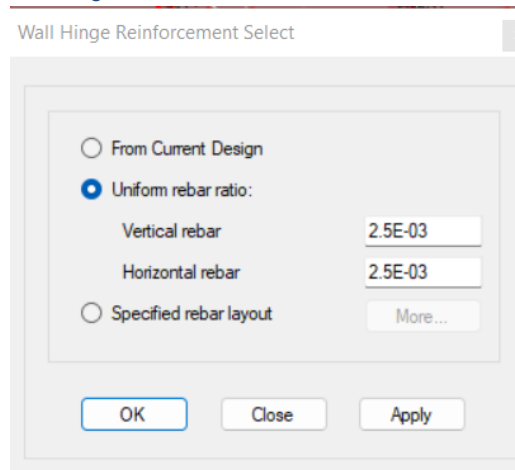
Para el ingreso de la información de la cuantía de la edificación MDL se podrá realizar a través de dos maneras teniendo en cuenta en el apartado de “define” la selección de “material properties” da la opción de ingresar el material acero para los muros, teniendo en el primer paso crear 2 tipos uno para modelarlo tipo “Shell-Thin” y otro con “Layered”, luego de ello se procede a asignar la cuantía mínima del acero del sistema. Para el primer caso se introducirá la resistencia a la compresión del concreto, distanciamiento y diámetro del acero que se tomará en cuenta.

*Figura 93 Creación de los 2 casos que se va asignar el acero”.*



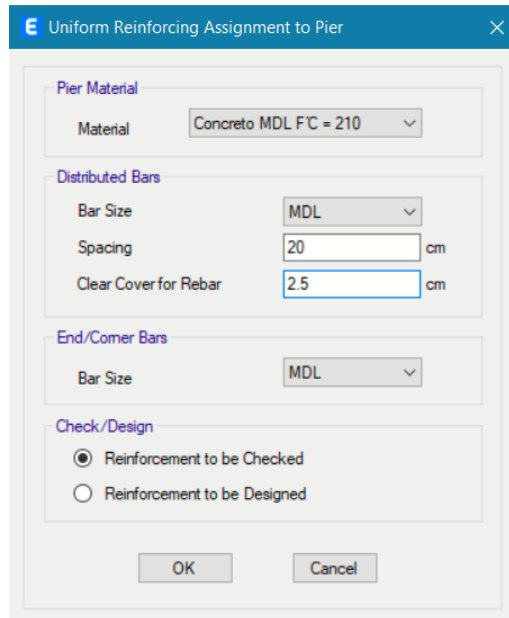
*Nota: Extraído del software Etabs 19.1*

*Figura 94 Cuantía mínima del refuerzo*



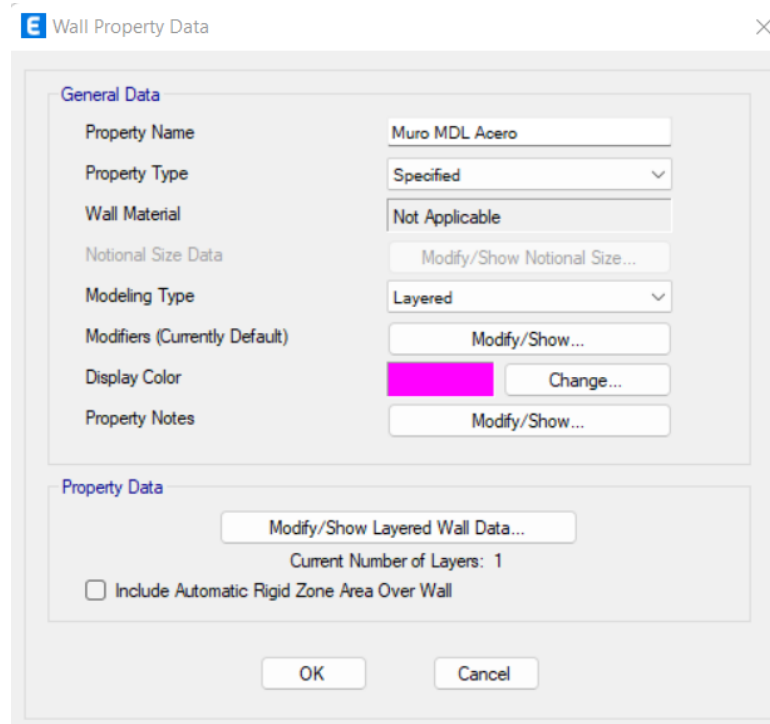
*Nota: Extraído del software Etabs 19.1*

Figura 95 Resistencia del concreto, espaciamiento y diámetro del refuerzo



Nota: Extraído del software Etabs 19.1

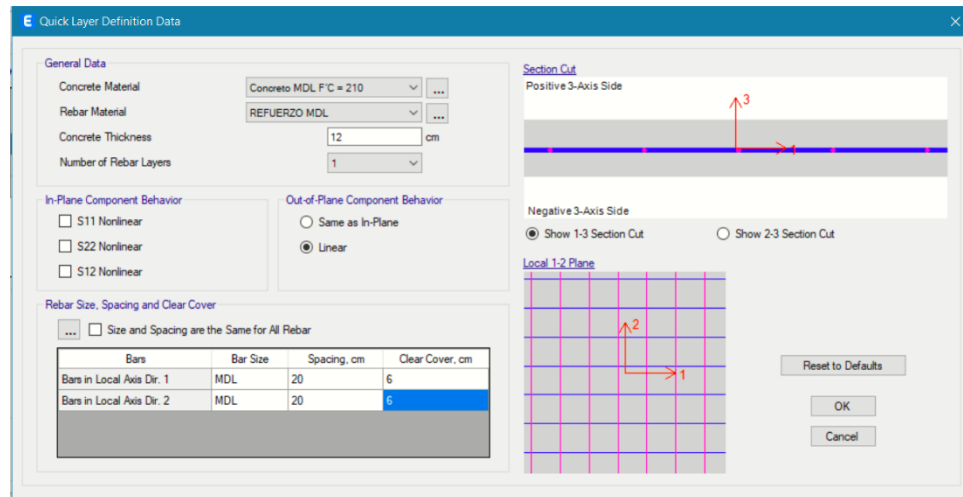
Figura 96 Selección del caso 2 en la que se seleccionará "Layered"



Nota: Extraído del software Etabs 19.1

Para este caso se requerirá tener el diseño previo sobre la disposición espacial y composición a detalle del acero de refuerzo de este sistema.

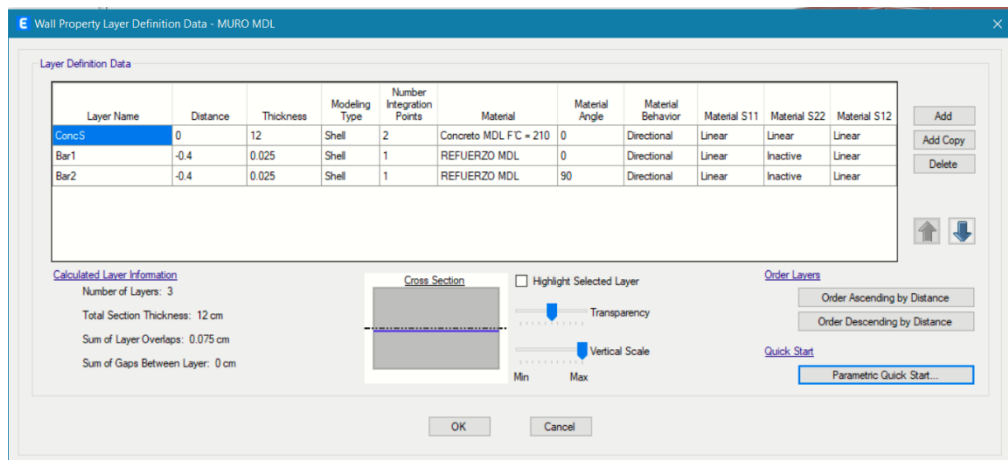
Figura 97 Distribución de acero, resistencia de concreto, orientación y números muros



Nota: Extraído del software Etabs 19.1

Automáticamente se generará la definición de otros parámetros dentro del desplegable definición de la información de propiedades el muro.

Figura 98 Resumen de los valores ingresado en “Inicio rápido paramétrico”



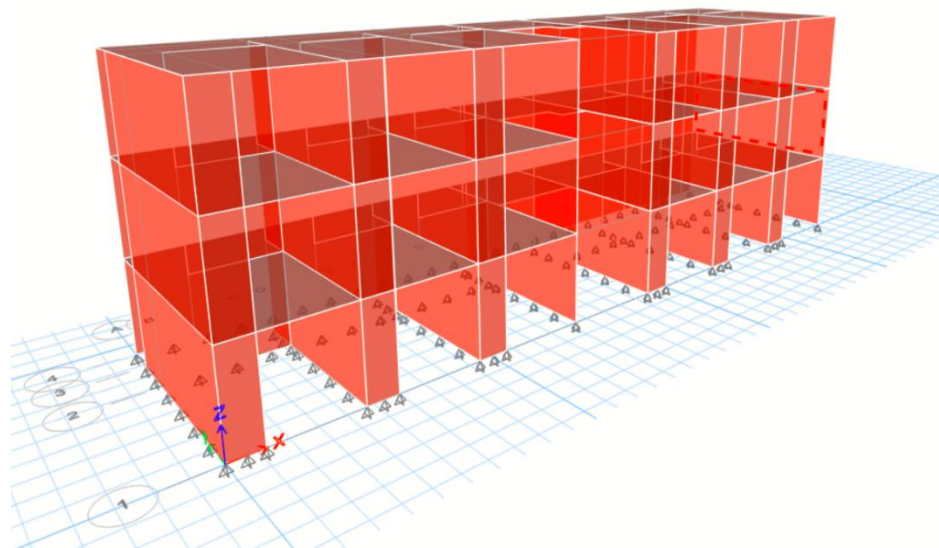
Nota: Extraído del software Etabs 19.1

### 2.5.2.5. Modelización del Sistema MDL

Este proceso requirió el uso de los planos tanto de la especialidad de Arquitectura como el de Estructuras, así mismo se empleó para su modelización el elemento área “Shell Layered/Non Linear”. Con el objetivo de crear la estructura en 3D.

Luego de que se modele la losas de entre piso y muros, en la base de la estructura se colocaron estructuras de apoyos empotrados esto se realizara por motivos que en este trabajo investigativo no tendrá en cuenta la interacción que pueda existir entre el suelo de cimentación y la estructura total. Luego de ello se procedió a designar como diafragma rígido a las losas con el objetivo de que estas se integren a los muros portantes y así de esta manera compatibilizar los desplazamientos laterales.

*Figura 99 “Distribución de muros”.*



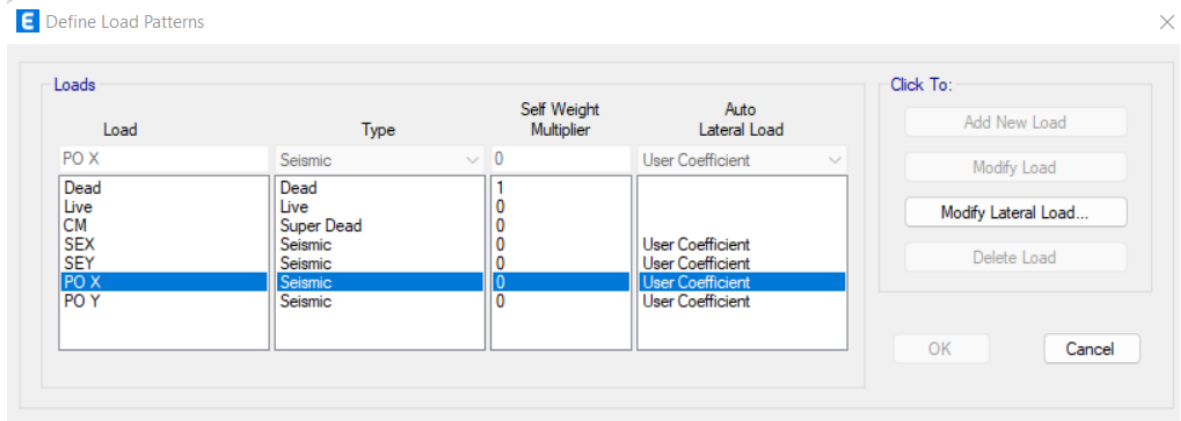
*Nota: Extraído del software Etabs 19.1*



### 2.5.2.6. Análisis Pushover

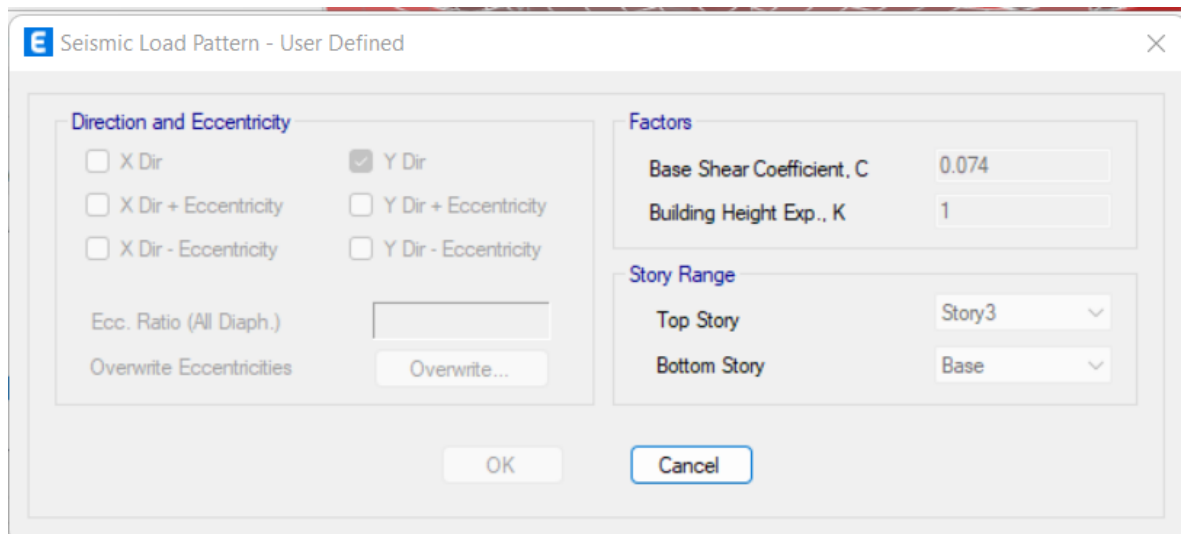
Para poder analizar la estructura en el rango no lineal, se utilizó el análisis Pushover en el software Etabs; para ello se crearon diferentes “Load cases” y “Load combination” siendo las más importantes el caso CGNL (carga gravitacional no lineal), Pushover estático no lineal para las direcciones X e Y, PO X e Y que viene siendo un Pushover estático lineal que se introducirá al pushover no lineal X e Y.

Figura 100 Creación de los Pushover estáticos lineales.



Nota: Extraído del software Etabs 19.1

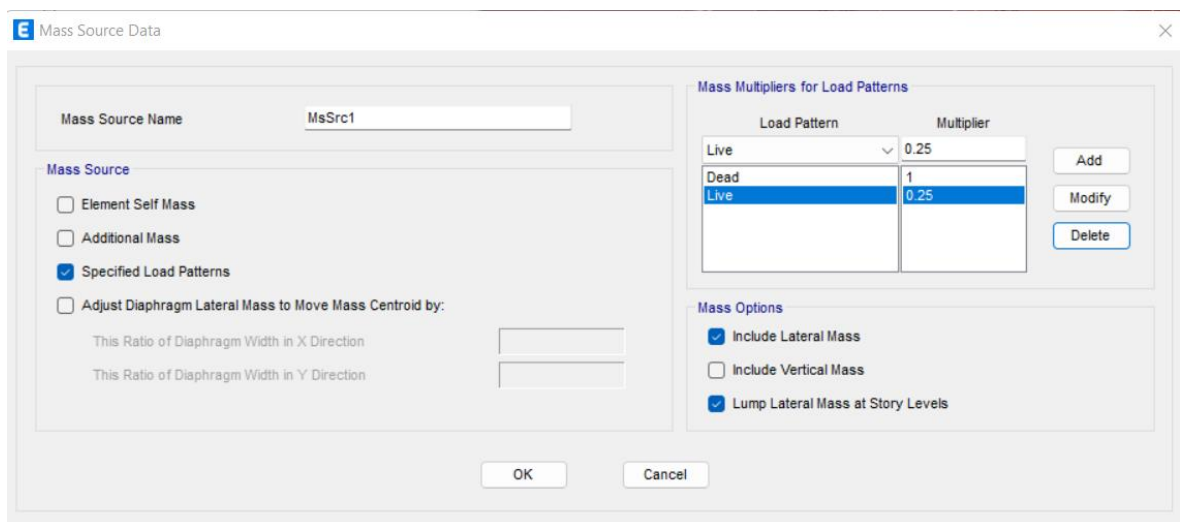
Figura 101 Definición de los Pushover estáticos lineales.



Nota: Extraído del software Etabs 19.1

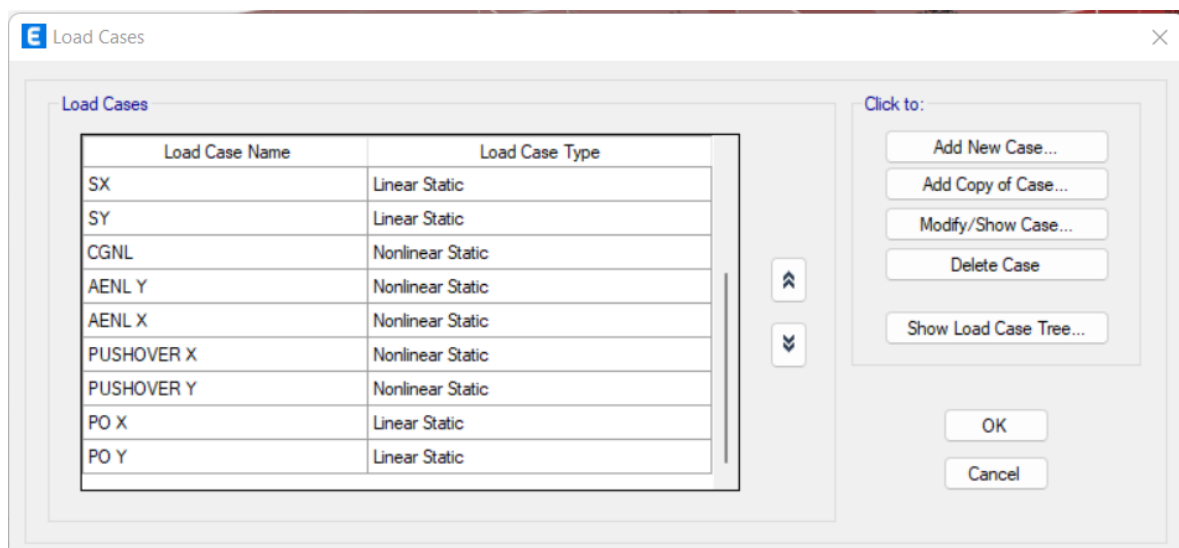
Para la creación del “mass source” la norma E. 030 nos indica que para edificaciones con categoría C se deberá tomar el 100% de la carga muerta y un 25% de la carga viva; esta creación le indicara al programa cuales y cuanto de las cargas se van a tomar en cuenta.

Figura 102 Definición del Mass Source.



Nota: Extraído del software Etabs 19.1

Figura 103 Creación de los Load Cases para posteriormente realizar el análisis pushover.



Nota: Extraído del software Etabs 19.1

Figura 104 Definición del Pushover estático lineal para la dirección X.

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following settings:

- General:** Load Case Name: PO X; Load Case Type: Linear Static; Mass Source: MsSrc1; Analysis Model: Default.
- P-Delta/Nonlinear Stiffness:** Use Preset P-Delta Settings (selected), Nonlinear Case: None.
- Loads Applied:** A table with one entry: Load Type: Load Pattern, Load Name: PO X, Scale Factor: 1.

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	PO X	1

Nota: Extraído del software Etabs 19.1

Figura 105 Definición de la Carga Gravitacional No Lineal.

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following settings:

- General:** Load Case Name: CGNL; Load Case Type: Nonlinear Static; Mass Source: MsSrc1; Analysis Model: Default.
- Initial Conditions:** Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State (selected).
- Loads Applied:** A table with two entries: Load Type: Load Pattern, Load Name: Dead, Scale Factor: 1; Load Type: Load Pattern, Load Name: Live, Scale Factor: 0.25.
- Other Parameters:** Modal Load Case: Modal; Geometric Nonlinearity Option: None; Load Application: Full Load; Results Saved: Final State Only; Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis; Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event.

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	Dead	1
Load Pattern	Live	0.25

Nota: Extraído del software Etabs 19.1

Para la definición del Pushover estático no lineal X e Y, se usarán dentro de ella lo que es el “Mass Source” creado anteriormente en la figura 102, adicionalmente a ello incluirá también la carga gravitacional no lineal vista en la figura 105 y la carga Pushover estática lineal en su dirección correspondiente vista en la figura 104; por otra parte, en este apartado se asignará la distancia de desplazamiento el cual estará aplicada a nuestro punto de control visto con anterioridad.

*Figura 106 Definición del pushover estático no lineal.*

**Load Case Data**

**General**

Load Case Name: PUSHOVER X [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Mass Source: MsSrc1

Analysis Model: Default

**Initial Conditions**

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: CGNL

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	PO X	1

[Add] [Delete]

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

*Nota: Extraído del software Etabs 19.1*

Figura 107 Desplazamiento aplicado a nuestro punto de control Joint 45.

**E** Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

**Load Application Control**

Full Load

Displacement Control

Quasi-Static (run as time history)

**Control Displacement**

Use Conjugate Displacement

Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of  cm

**Monitored Displacement**

DOF/Joint

Generalized Displacement

**Additional Controlled Displacements**

**Quasi-static Parameters**

Time History Type

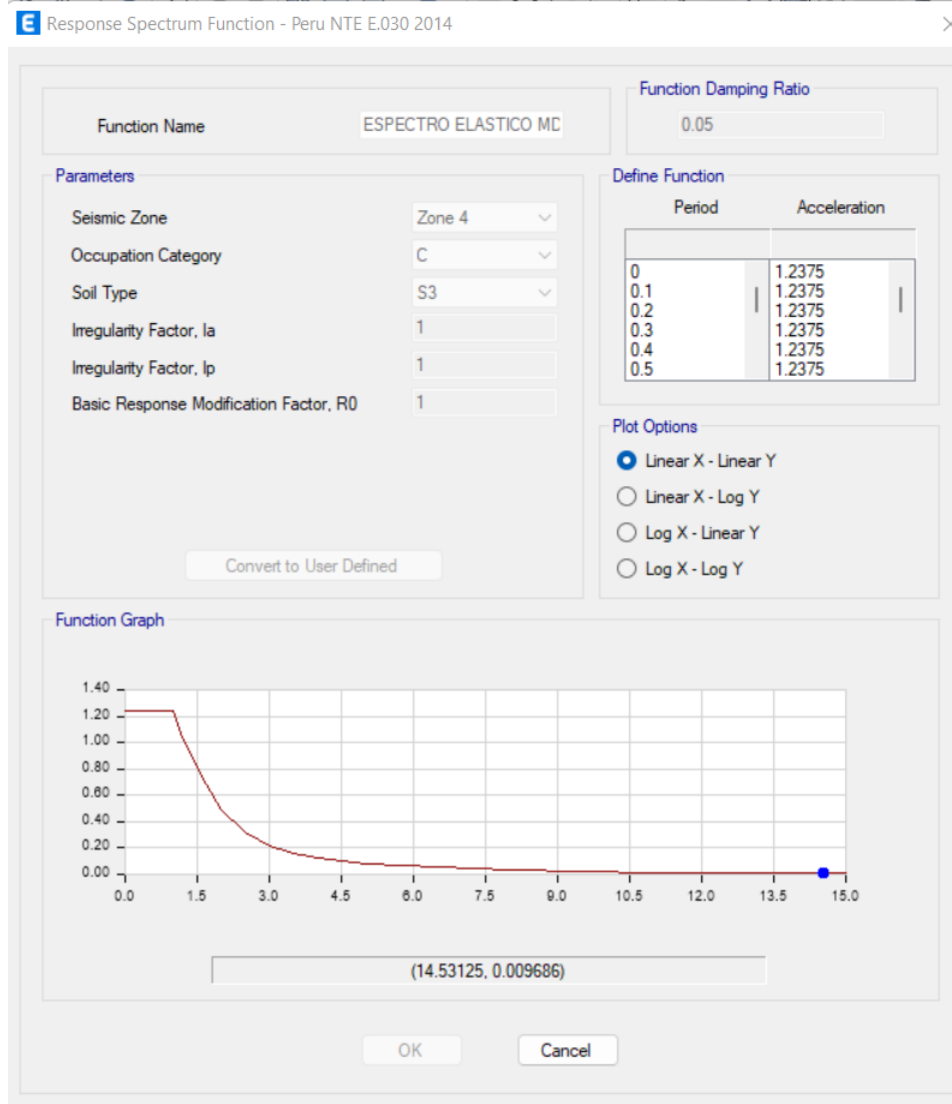
Output Time Step Size  sec

Mass Proportional Damping  1/sec

Hilber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha

Nota: El desplazamiento para el monitoreo. Extraído del software Etabs 19.1

Figura 108 Espectro Elástico.



*Nota: Se usará un factor de reducción sísmica  $R = 1$  simulando el caso de un sismo severo. Extraído del software Etabs 19.1*

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Objetivo específico 1

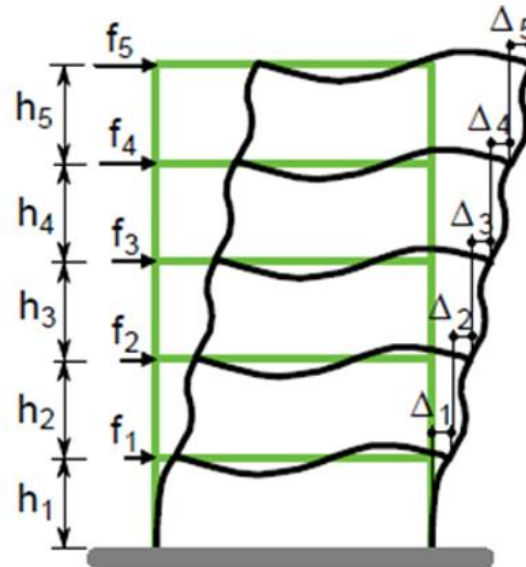
Identificar en qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en la distorsión de entrepisos, hotel Vichayito, Piura 2022

#### 3.1.1. Marco Teórico

##### Distorsiones de Entrepiso

También conocida como deriva angular de piso, corresponde a la diferencia de desplazamiento entre dos pisos entre la altura del piso. (Servicio Nacional de Construcción para la Industria de la Construcción [SENCICO], 2018).

Figura 109 Desplazamientos y derivas de una edificación.



Nota: Tomado del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente [NSR-10].

Extraído

de

([https://andresceballos2019.wixsite.com/inicio/post/derivas#:~:text=Se%20entien de%20por%20deriva%20el,niveles%20consecutivos%20de%20la%20edificaci3n](https://andresceballos2019.wixsite.com/inicio/post/derivas#:~:text=Se%20entien%20por%20deriva%20el,niveles%20consecutivos%20de%20la%20edificaci%C3%B3n))

Ceballos A. (2019). Estas se analizan debido a que cada estructura presentará unas distorsiones máximas límites, expuestas en las normas de cada país, al no cumplir o sobrepasarse de estas distorsiones máximos será necesario rigidizar aún más la estructura para poder así reducir su desplazamiento horizontal, para ello se puede emplear diferentes métodos como, aumentar dimensiones de los elementos estructurales, agregar nuevos elementos o usar materiales de mayor resistencia a la propuesta.

Según Awad R. (2012) el cálculo de las distorsiones no es simplemente un concepto matemático; sino que, al poder conocer los límites de estas, nos podrán garantizar que, ante un sismo, el desplazamiento de la estructura sea tan poco haciendo que los elementos no estructurales no puedan sufrir graves daños; garantizando así que pueda haber un ahorro a la hora de reparar dicha edificación ante un evento sísmico.

### **3.1.2. Procedimiento**

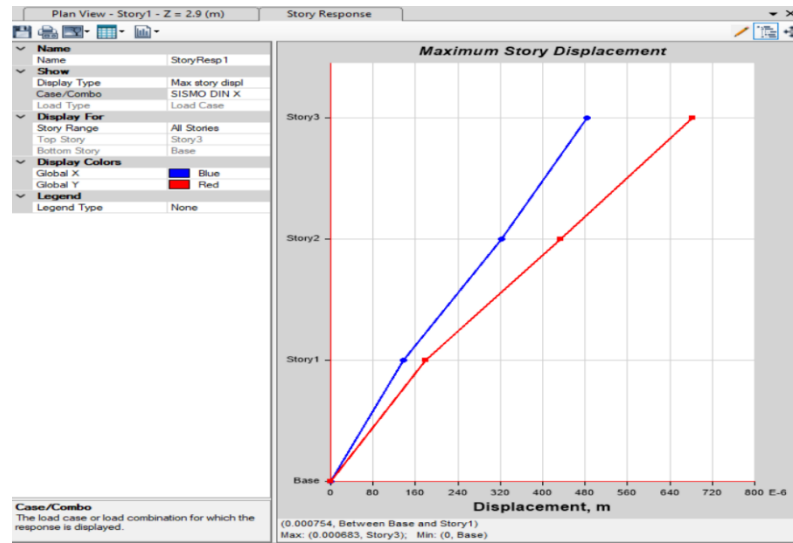
#### **3.1.2.1. Resultados del Análisis Dinámico Lineal – Sistema Emmedue**

##### **3.1.2.1.1. Desplazamientos laterales de entrepiso**

Para poder calcular los desplazamientos laterales de los entrepisos se harán a partir de un cago de carga del análisis sísmico sin escalar; el cual según la norma E.030 se multiplicará por  $0.75R$  para estructuras regulares y  $0.85R$  para estructuras irregulares, para poder asumir un desplazamiento inelástico.



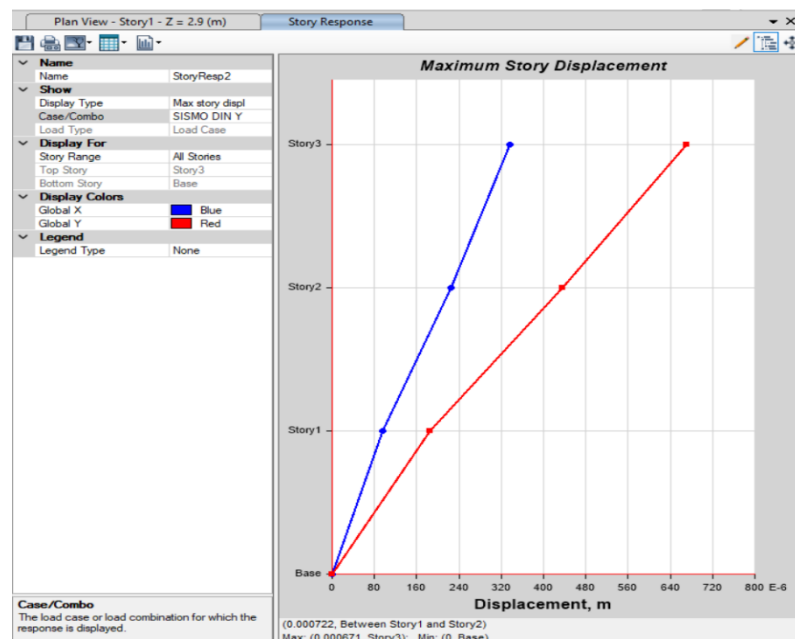
Figura 110 Desplazamiento elástico por el sismo dinámico en dirección X. (Sistema Emmedue).



Nota: Elaboración propia, sacado del software Etabs V19

De la Figura 110 podemos obtener un desplazamiento máximo para el sismo dinámico en X, que para nuestro caso será de 0.683mm, y al ser multiplicado por 0.75R, debido a que nuestra edificación es regular, obtenemos un valor de 1.281mm como un desplazamiento máximo inelástico.

Figura 111 Desplazamiento elástico por el sismo dinámico en dirección Y. (Sistema Emmedue).



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19

De la Figura 111 podemos obtener un desplazamiento máximo para el sismo dinámico en X, que para nuestro caso será de 0.671mm, y al ser multiplicado por 0.75R, debido a que nuestra edificación es regular, obtenemos un valor de 1.258mm como un desplazamiento máximo inelástico.

*Tabla 31 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección X. (Sistema Emmedue).*

PISO	ALTURA (m)	DERIVAS ELASTICAS	DERIVAS INELASTICAS (0.75*R*D.E.)	DERIVAS INELASTICAS (%)	<	DERIVAS INELASTICAS LIMITE (%)
<b>Piso 1</b>	2.9	0.000086	0.00016	0.016%	<	0.300%
<b>Piso 2</b>	5.8	0.000089	0.00017	0.017%	<	0.300%
<b>Piso 3</b>	8.7	0.000062	0.00012	0.012%	<	0.300%

*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

San Bartolomé (2009). Para conocer las derivas inelásticas estos valores se tomarán de las derivas máximas directamente del programa Etabs, los cuales serán multiplicados por 0.75R, no debiendo superar el 0.003 recomendado.

*Tabla 32 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección Y. (Sistema Emmedue).*

PISO	ALTURA (m)	DERIVAS ELASTICAS	DERIVAS INELASTICAS (0.75*R*D.E.)	DERIVAS INELASTICAS (%)	<	DERIVAS INELASTICAS LIMITE (%)
<b>Piso 1</b>	2.9	0.000082	0.00015	0.015%	<	0.300%
<b>Piso 2</b>	5.8	0.000087	0.00016	0.016%	<	0.300%
<b>Piso 3</b>	8.7	0.000064	0.00012	0.012%	<	0.300%

*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

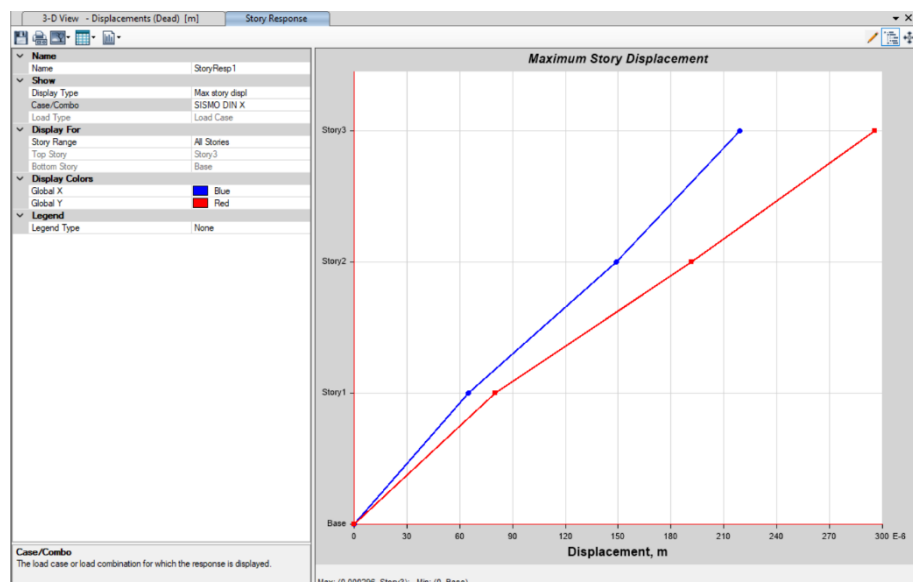
De las dos graficas podemos observar que las distorsiones no exceden del límite permitido que es 0.003 para ninguna de las direcciones X e Y del análisis dinámico.

### 3.1.2.2. Resultados del Análisis Dinámico Lineal – Sistema

#### 3.1.2.2.1. Desplazamientos laterales de entrepiso

Para poder calcular los desplazamientos laterales de los entrepisos se harán a partir de un cago de carga del análisis sísmico sin escalar; el cual según la norma E.030 se multiplicará por 0.75R para estructuras regulares y 0.85R para estructuras irregulares, para poder asumir un desplazamiento inelástico.

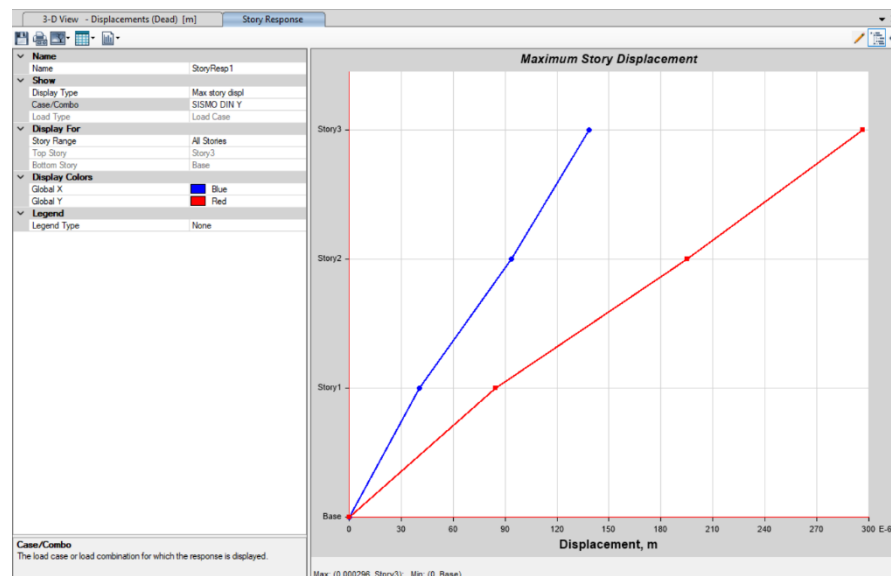
Figura 112 Desplazamiento elástico por el sismo dinámico en dirección X. (Sistema MDL).



*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

Del gráfico podemos obtener un desplazamiento máximo para el sismo dinámico en X, que para nuestro caso será de 0.296mm, y al ser multiplicado por 0.75R, debido a que nuestra edificación es regular, obtenemos un valor de 0.888mm como un desplazamiento máximo inelástico.

Figura 113 Desplazamiento elástico por el sismo dinámico en dirección Y. (Sistema MDL).



*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

Del gráfico podemos obtener un desplazamiento máximo para el sismo dinámico en X, que para nuestro caso será de 0.296mm, y al ser multiplicado por 0.75R, debido a que nuestra edificación es regular, obtenemos un valor de 0.888mm como un desplazamiento máximo inelástico. Para conocer las derivas inelásticas estos valores se tomarán de las derivas máximas directamente del programa Etabs, los cuales serán multiplicados por 0.75R, no debiendo superar el 0.005 recomendado por la norma E 030.

*Tabla 33 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección X. (Sistema MDL).*

PISO	ALTURA (m)	DERIVAS ELASTICAS	DERIVAS INELASTICAS (0.75*R*D.E.)	DERIVAS INELASTICAS (%)	<	DERIVAS INELASTICAS LIMITE (%)
<b>Piso 1</b>	2.9	0.000036	0.00011	0.011%	<	0.500%
<b>Piso 2</b>	5.8	0.000039	0.00012	0.012%	<	0.500%
<b>Piso 3</b>	8.7	0.000028	0.00008	0.008%	<	0.500%

Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

*Tabla 34 Distorsiones para el sismo dinámico en dirección Y. (Sistema MDL).*

PISO	ALTURA (m)	DERIVAS ELASTICAS	DERIVAS INELASTICAS (0.75*R*D.E.)	DERIVAS INELASTICAS (%)	<	DERIVAS INELASTICAS LIMITE (%)
<b>Piso 1</b>	2.9	0.000035	0.00011	0.011%	<	0.500%
<b>Piso 2</b>	5.8	0.000038	0.00011	0.011%	<	0.500%
<b>Piso 3</b>	8.7	0.000029	0.00009	0.009%	<	0.500%

Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

De las dos graficas podemos observar que las distorsiones no exceden del límite permitido que es 0.005 para ninguna de las direcciones X e Y del análisis dinámico.

### 3.2. Objetivo específico 2

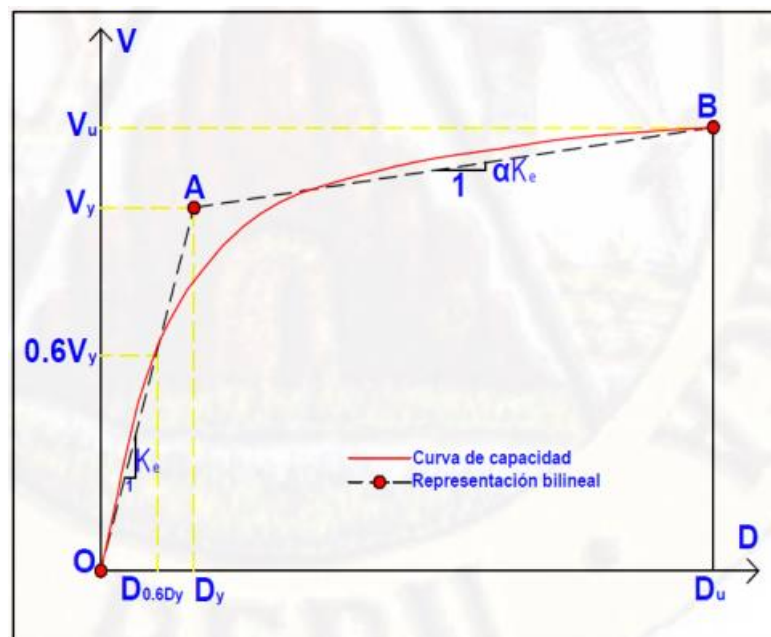
Determinar en qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en su punto de desempeño, hotel Vichayito, Piura 2022

### 3.2.1. Marco Teórico

#### Curva de capacidad

Es un gráfico que muestra el esfuerzo-desplazamiento de la edificación; para ello se deben definir una distribución de fuerzas por altura en los diafragmas de los pisos, esta carga se irá incrementando y se tomará como un punto de control el desplazamiento de un nodo de la edificación. Este tipo de curva cuenta con dos zonas; la zona elástica y la zona inelástica que va de acorde a la aparición de las rotulas plásticas. (Carlos A. Soto, 2018).

Figura 114 Representación bilineal de la curva de capacidad.



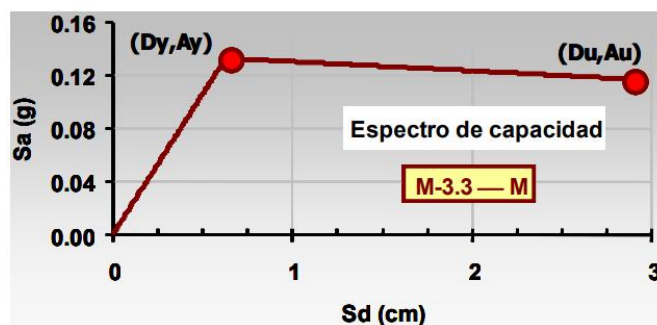
*Nota: Tomado de análisis comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y muros de ductilidad limitada para edificación de 5 niveles, por Cirilo Quispe, 2019.*

## Espectro de Capacidad

Soto C. (2018). Es considerada como una transformación de la curva de demanda (esfuerzo-desplazamiento) a una curva de aceleración (espectral-desplazamiento espectral).

Hernández G. (2007). Este tipo de curva encontraremos dos coordenadas características que son; el punto de fluencia ( $D_y, A_y$ ) y el punto de resistencia ultima ( $D_u, A_u$ ).

*Figura 115 Espectro de capacidad de un edificio.*



*Nota: Tomado de Análisis comparativo de los espectros de diseño y de los acelerogramas reales. Aplicación a España y Europa, por Gustavo Hernández, 2007.*

### **Espectro de Demanda**

Soto C. (2018). El espectro de demanda se podrá obtener mediante un espectro de pseudo aceleraciones sísmicas según la norma con la que se trabaje, para el caso de la Norma Técnica Peruana E 0.30 se tomará el espectro de diseño sin incluir el factor de reducción sísmica R. Con este tipo de espectro se harán cálculos teniendo en consideración el amortiguamiento efectivo de la edificación en un punto tomado de la curva de capacidad.

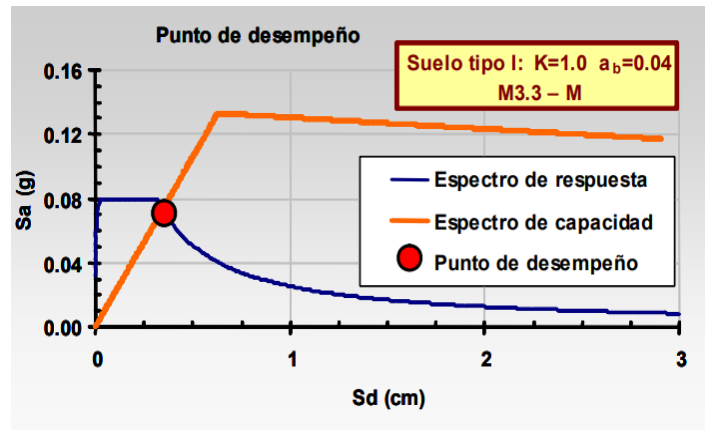
### **Punto de Desempeño**

Soto C. (2018). Considerado como la intersección del espectro de demanda con el espectro de capacidad, en el cual se podrá observar cual será el desempeño de la edificación frente a la influencia de un sismo determinado.

Hernández G. (2007) Cuando esta intersección se encuentra dentro del rango lineal, no será necesario hacer la reducción de dicho espectro por inelasticidad y el punto hallarlo será el punto de desempeño, que será definido como el desplazamiento máximo que tendrá la edificación frente a una acción considerada. Pero en el caso más frecuente, esta intersección se hallará dentro del rango inelástico y su determinación requerirá un procedimiento para obtener el punto de desempeño de la acción considerada.

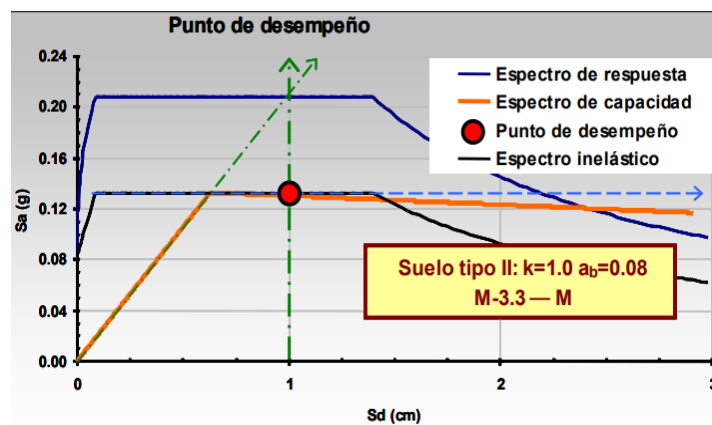


Figura 116 Obtención del punto de desempeño para diferentes casos de aceleración básica.



Nota: Tomado de Análisis comparativo de los espectros de diseño y de los acelerogramas reales. Aplicación a España y Europa, por Gustavo Hernández, 2007.

Figura 117 Obtención del punto de desempeño para diferentes casos de aceleración básica.



Nota: Tomado de Análisis comparativo de los espectros de diseño y de los acelerogramas reales. Aplicación a España y Europa, por Gustavo Hernández, 2007.

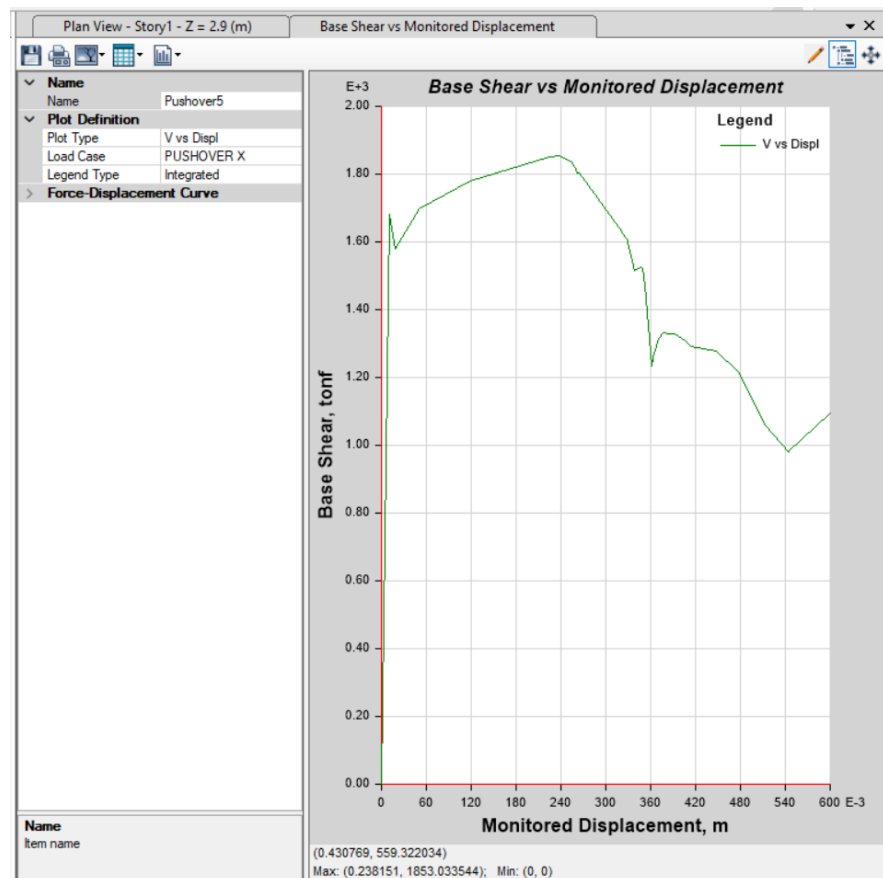
### 3.2.2. Procedimiento:

#### 3.2.2.1. Resultados del Analisis Pushover – Sistema Emmedue

##### 3.2.2.1.1. Curva de Capacidad

Esta curva de capacidad fue obtenida del programa Etabs V19. después de haber modelado la edificación asignando las rotulas plásticas a los elementos, además de haber definido diferentes casos como el de carga gravitacional no lineal además de indicar las curvas de esfuerzo-deformación de los materiales.

Figura 118 Curva de capacidad de la edificación para el caso Pushover X – Sistema Emmedue.



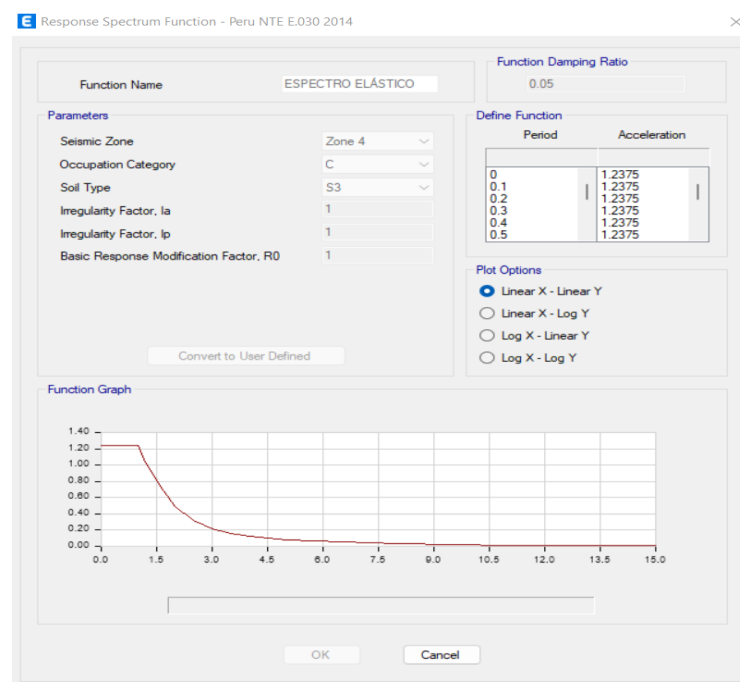
Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

De la gráfica podemos observar que el desplazamiento máximo para la curva Pushover X fue de 23.82cm debido a una fuerza cortante de 1853.03Tn.

### 3.2.2.1.2. Punto de Desempeño

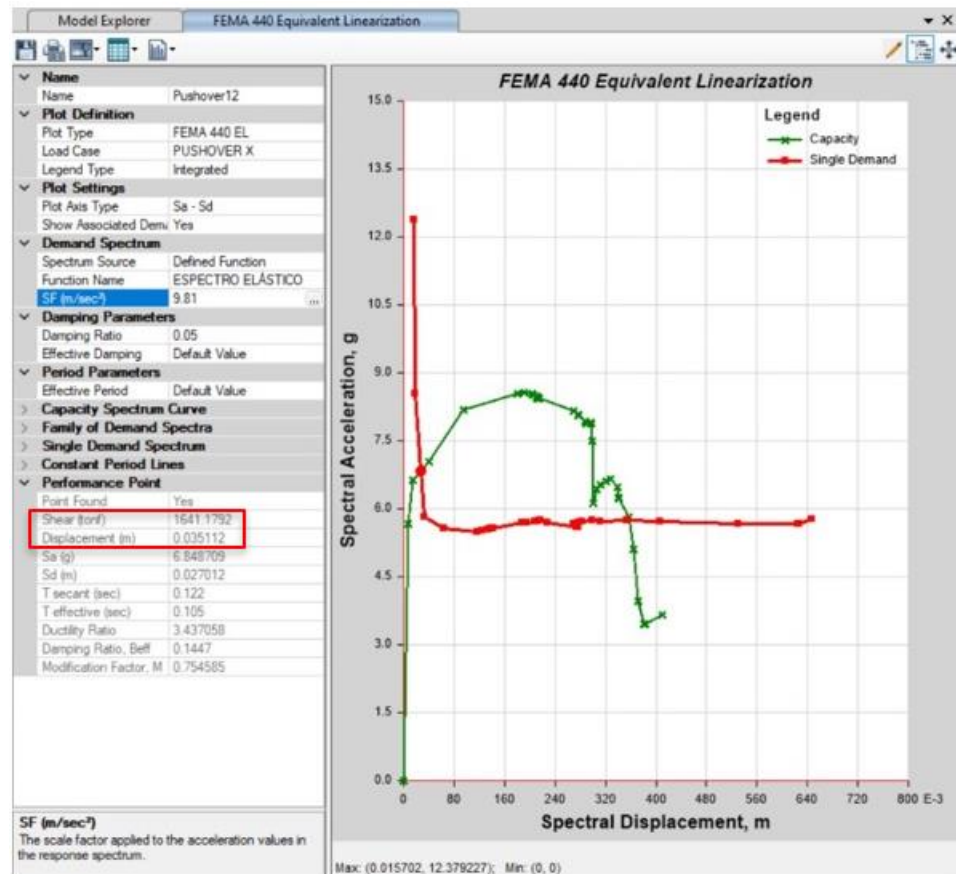
El valor del punto de desempeño se calculó a través del programa Etabs V19 mediante un método de linealización equivalente, el cual está indicado en el mismo programa en base a la norma FEMA 440. Para poder obtener el valor del punto de desempeño nuestro espectro de demanda deberá ser ingresado con un factor de reducción sísmica  $R=1$ , para que pueda simular un sismo severo.

Figura 119 Espectro de diseño con  $R=1$  – Sistema Emmedue.



*Nota: En este espectro de diseño no se ha tomado en cuenta el factor de la gravedad, esta será considerada a la hora de analizar su curva correspondiente, extraído del software Etabs V19.*

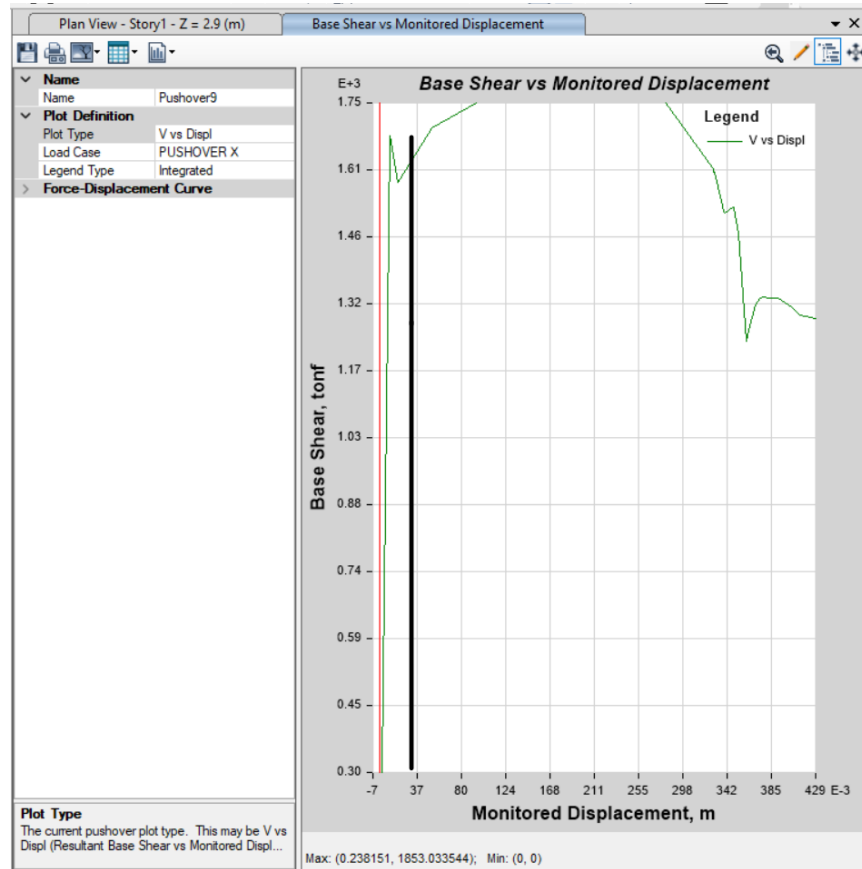
Figura 120 Punto de desempeño ubicado en el gráfico de espectro de capacidad y espectro de demanda – Sistema Emmedue.



*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

De esta gráfica podemos obtener nuestro punto de desempeño, el cual estará conformado por un desplazamiento aproximado de 3.5cm para una fuerza cortante de 1641.18Tn.

Figura 121 Punto de desempeño ubicado en la curva de capacidad – Sistema Emmedue.



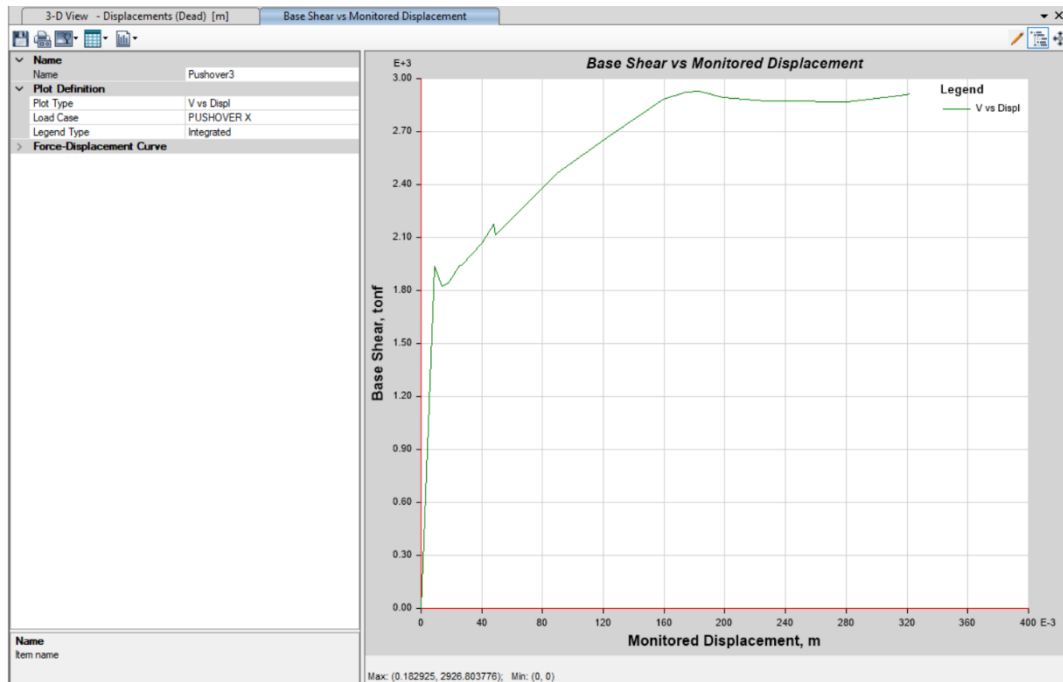
*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

### 3.2.2.2. Resultados del Análisis Pushover – Sistema MDL

#### 3.2.2.2.1. Curva de Capacidad

Esta curva de capacidad fue obtenida del programa Etabs V19. después de haber modelado la edificación asignando las rotulas plásticas a los elementos, además de haber definido diferentes casos como el de carga gravitacional no lineal además de indicar las curvas de esfuerzo-deformación de los materiales.

Figura 122 Curva de capacidad de la edificación para el caso Pushover X – Sistema MDL.



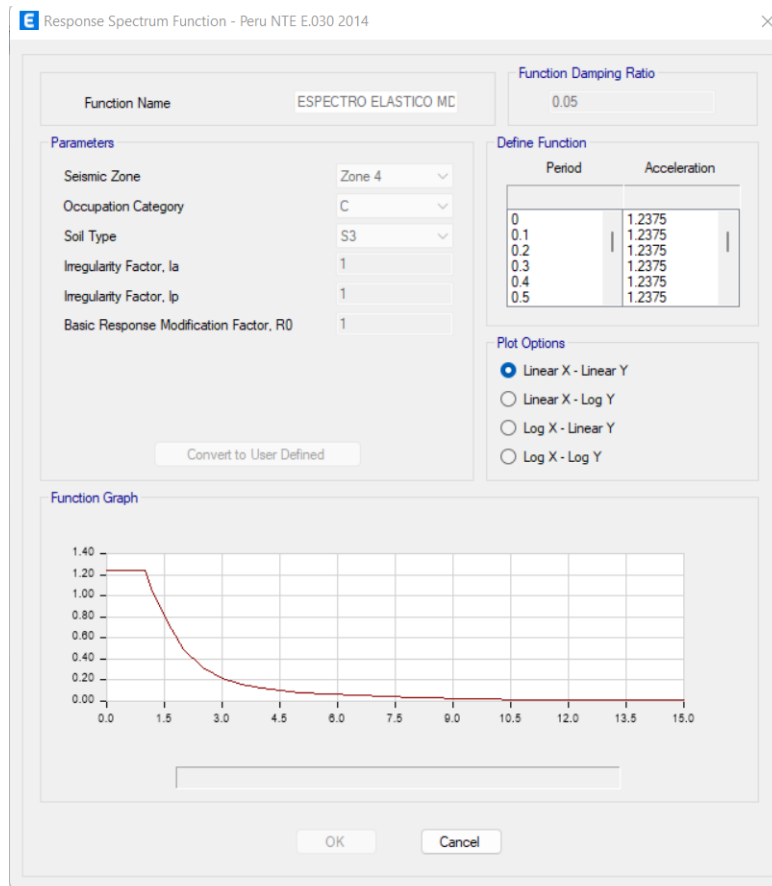
*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

De la gráfica podemos observar que el desplazamiento máximo para la curva Pushover X fue de 18.29cm debido a una fuerza cortante de 2926.80Tn.

### 3.2.2.2.2. Punto de Desempeño

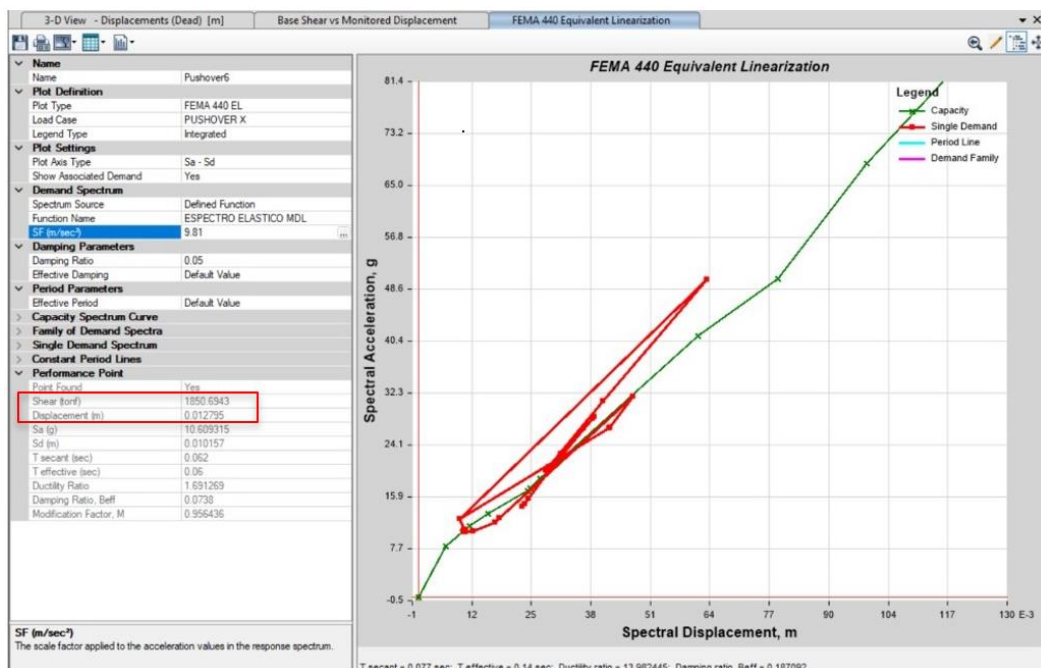
El valor del punto de desempeño se calculó a través del programa Etabs V19 mediante un método de linealización equivalente, el cual está indicado en el mismo programa en base a la norma FEMA 440. Para poder obtener el valor del punto de desempeño nuestro espectro de demanda deberá ser ingresado con un factor de reducción sísmica  $R=1$ , para que pueda simular un sismo severo.

Figura 123 Espectro de diseño con  $R=1$  – Sistema MDL.



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

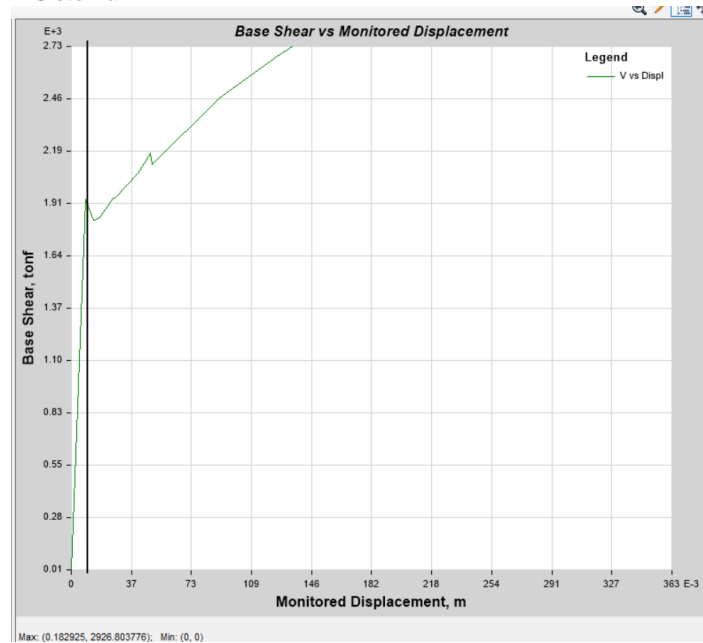
Figura 124 Punto de desempeño ubicado en el gráfico de espectro de capacidad y espectro de demanda – Sistema MDL.



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

De esta gráfica podemos obtener nuestro punto de desempeño, el cual estará conformado por un desplazamiento aproximado de 1.28cm para una fuerza cortante de 1850.69Tn.

*Figura 125 Punto de desempeño ubicado en la curva de capacidad – Sistema MDL.*



*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

### 3.3. Objetivo específico 3

Calcular en qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en la ductilidad global, hotel Vichayito, Piura 2022

#### 3.3.1. Marco Teórico

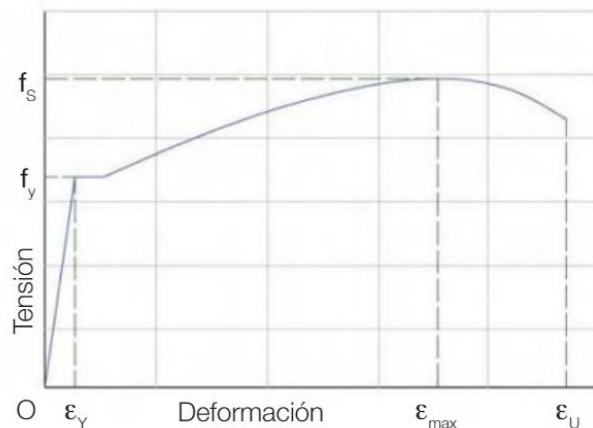
##### **Ductilidad Limitada**

Se entiende como la capacidad de las estructuras, componentes o materiales que la constituyen, para poder acumular energía durante las histéresis (ciclos de carga) y su deformación más allá del rango elástico.



Cuando hablamos de ductilidad nos referimos generalmente al acero, debido a que una de sus características principales es su capacidad de deformarse plásticamente sin que este mismo pueda disminuir su resistencia antes de que pueda llegar a la rotura; siendo una de las contribuciones más importantes la de resistir la tracción los elementos de hormigón armado y la capacidad de las secciones a deformarse de forma dúctil. (Barbat A., Vielma J. y Oller S., 2007)

Figura 126 Diagrama tensión-deformación típico del acero.



*Nota: Tomado de Confinamiento y ductilidad de los edificios de hormigón armado, Alex H. Barbat, Juan C. Vielma y Sergio Oller, 2007.*

(Barbat A., Vielma J. y Oller S., 2007). Por ello se entiende a la ductilidad de los materiales como unas deformaciones, al conocer la deformación de plastificación  $\epsilon_y$ , que es la deformación a partir de cual un material cambia su comportamiento de elástico a plástico, en una dirección establecida y su  $\epsilon_u$ , que viene siendo la deformación última, se podrá determinar la ductilidad como una división de estas dos deformaciones.

Según Mejía R. (2018), si el desplazamiento de colapso ( $X_c$ ) es mayor en relación al desplazamiento límite elástico ( $X_y$ ), significa que la estructura contará con una mayor capacidad de deformación inelástica, por lo cual tendrá una mayor capacidad de soportar los sismos severos.

### **3.3.2. Procedimiento**

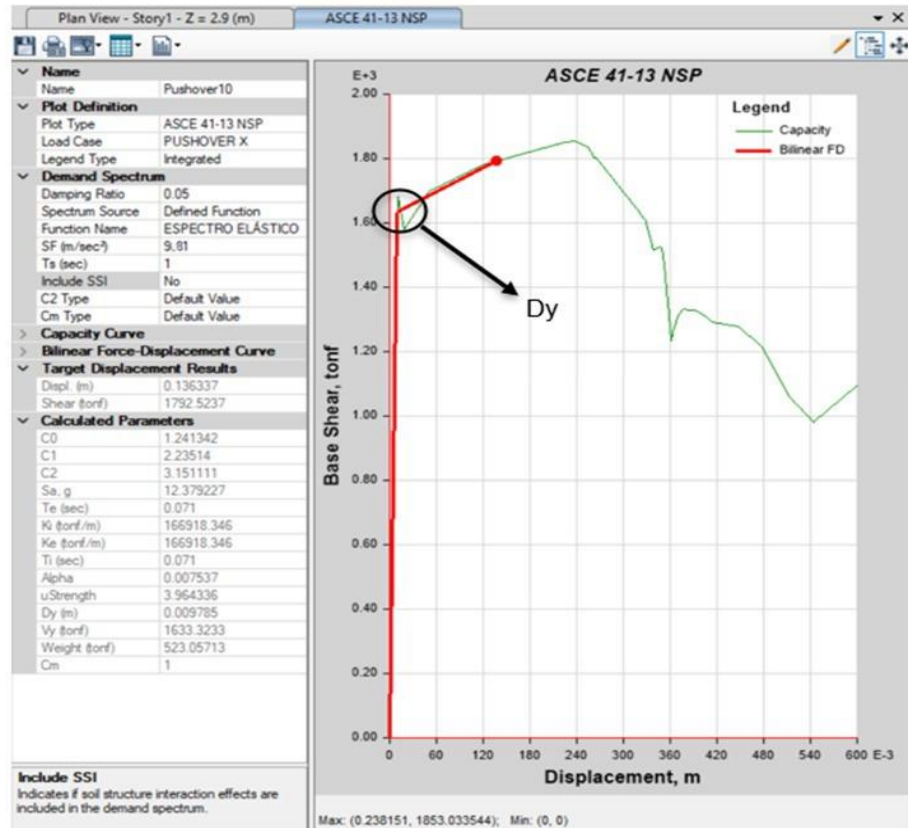
#### **3.3.2.1. Desempeño de la Estructura – Sistema Emmedue**

##### **3.3.2.1.1. Ductilidad**

En el software Etabs V19, después de haber aplicado nuestro análisis Pushover, podremos encontrar una curva la cual es llamada curva bilineal; de la cual podremos encontrar un punto de fluencia, denominado  $D_y$  o  $X_y$ , y un punto de desplazamiento máximo, el cual es denominado como  $D_u$  o  $X_u$ .

Para poder obtener la ductilidad de la estructura bastará dividir el desplazamiento máximo sobre el punto de fluencia.

Figura 127 Curva bilineal de la curva de capacidad – Sistema Emmedue.



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

De esta gráfica podemos obtener el punto de fluencia que es  $D_y = 0.98 \text{ cm}$  un desplazamiento máximo que es  $D_u = 23.82 \text{ cm}$ , entonces para poder hallar la ductilidad  $D_u / D_y = 24.31$

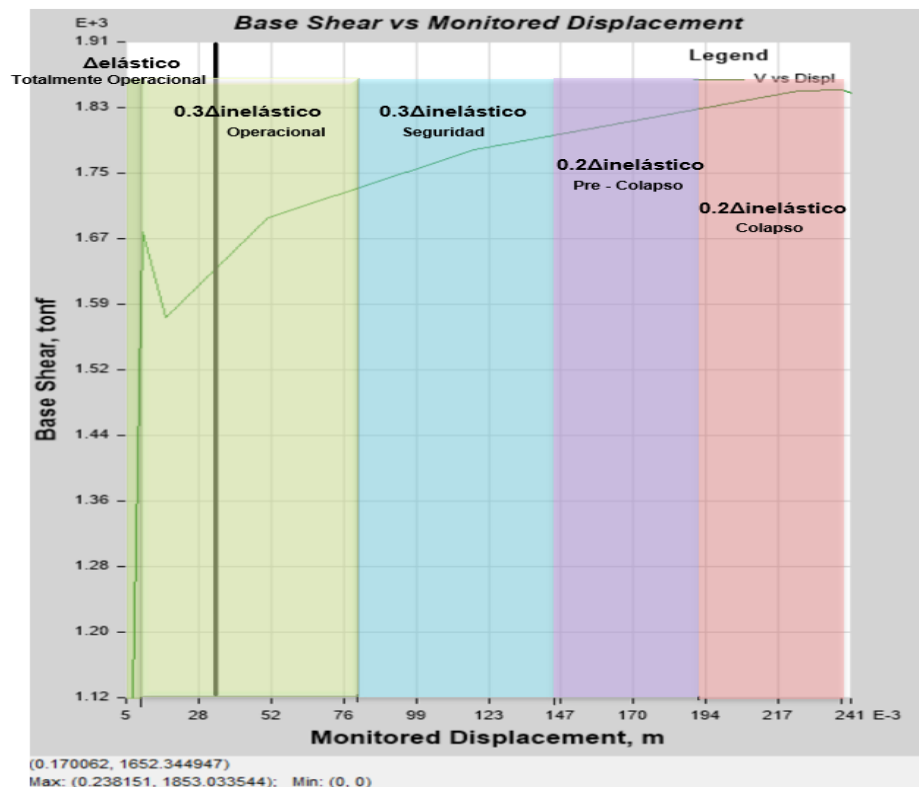
Al poder conocer el punto de fluencia y el desplazamiento máximo junto a nuestro punto de desempeño podemos determinar en qué nivel de desempeño se encuentra nuestra estructura.

Tabla 35 Rangos de la curva de capacidad para niveles de desempeño – Sistema Emmedue.

NIVEL DE DESEMPEÑO	RANGOS (cm)	DESPLAZAMIENTO (cm)
Totalmente operacional	$\Delta$ elástico	0.980
Operacional	30% $\Delta$ inelástico	7.832
Seguridad	30% $\Delta$ inelástico	14.684
Pre colapso	20% $\Delta$ inelástico	19.252

Nota: Modificado de Carlos A. Soto, Aplicación de la norma sismorresistente E. 030 2018 y análisis Pushover para la evaluación del comportamiento estructural en edificios de mdl de 6 pisos, 2018 – Perú.

Figura 128 Sectorización de la curva de capacidad y ubicación del punto de desempeño – Sistema MDL.



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

Nuestro punto de desempeño de 3.5cm se encuentra dentro del nivel de desempeño operacional.

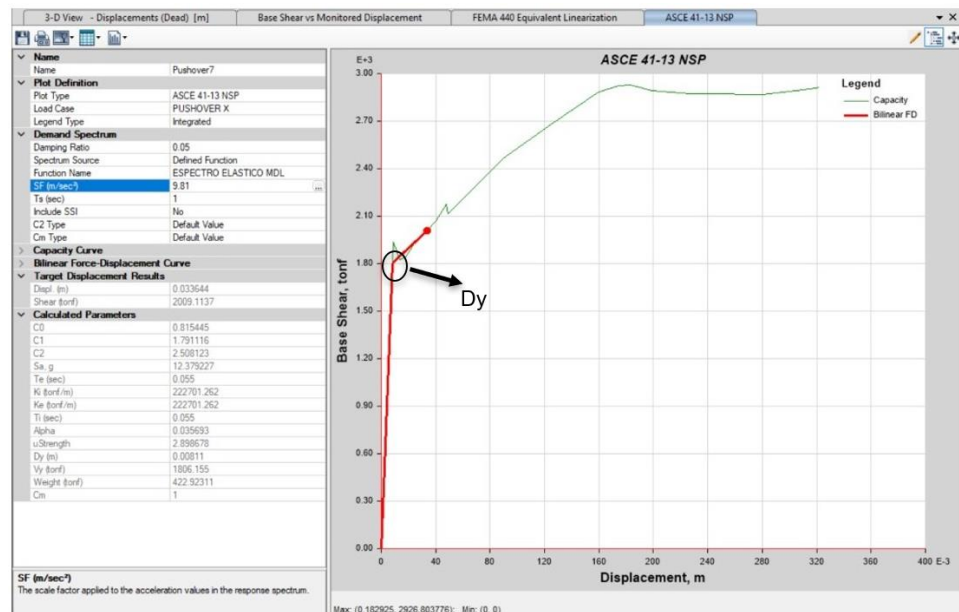
### 3.3.2.2. Desempeño de la Estructura – Sistema MDL

#### 3.3.2.2.1. Ductilidad

En el software Etabs V19, después de haber aplicado nuestro análisis Pushover, podremos encontrar una curva la cual es llamada curva bilineal; de la cual podremos encontrar un punto de fluencia, denominado  $D_y$  o  $X_y$ , y un punto de desplazamiento máximo, el cual es denominado como  $D_u$  o  $X_u$ .

Para poder obtener la ductilidad de la estructura bastará dividir el desplazamiento máximo sobre el punto de fluencia.

*Figura 129 Curva bilineal de la curva de capacidad – Sistema MDL.*



*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

De esta gráfica podemos obtener el punto de fluencia que es  $D_y = 0.81$  cm un desplazamiento máximo que es  $D_u = 18.29$  cm, entonces para poder hallar la ductilidad  $D_u / D_y = 22.58$

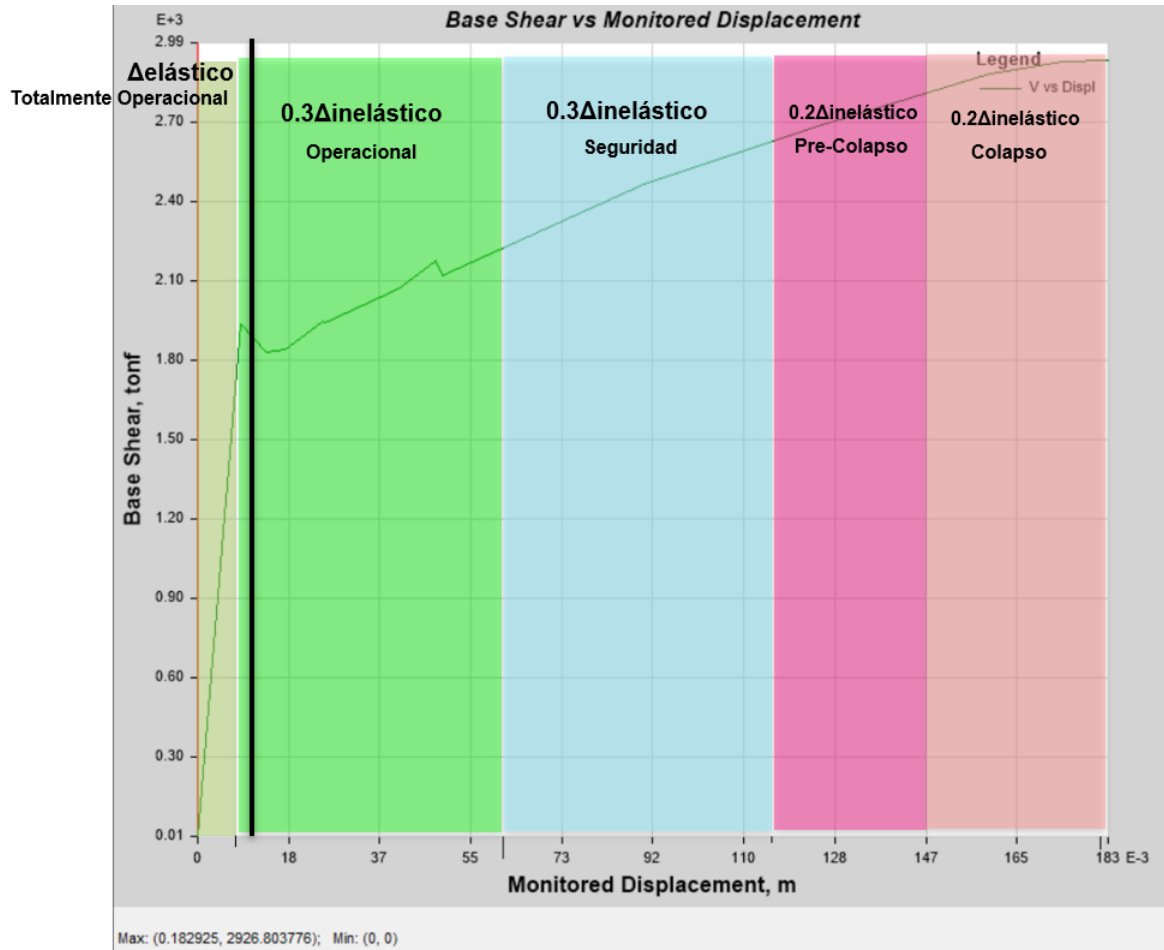
Al poder conocer el punto de fluencia y el desplazamiento máximo junto a nuestro punto de desempeño podemos determinar en qué nivel de desempeño se encuentra nuestra estructura.

*Tabla 36 Rangos de la curva de capacidad para niveles de desempeño – Sistema Emmedue.*

<b>NIVEL DE DESEMPEÑO</b>	<b>RANGOS (cm)</b>	<b>DESPLAZAMIENTO (cm)</b>	
<b>Totalmente operacional</b>	$\Delta$ elástico	0.810	0.810
<b>Operacional</b>	30% $\Delta$ inelástico	5.244	6.054
<b>Seguridad</b>	30% $\Delta$ inelástico	5.244	11.298
<b>Pre colapso</b>	20% $\Delta$ inelástico	3.496	14.794
<b>Colapso</b>	20% $\Delta$ inelástico	3.496	18.290
		<b><math>\Sigma 18.29</math></b>	

*Nota: Modificado de Carlos A. Soto, Aplicación de la norma sismorresistente E. 030 2018 y análisis Pushover para la evaluación del comportamiento estructural en edificios de muros de ductilidad limitada*

Figura 130 Sectorización de la curva de capacidad y ubicación del punto de desempeño – Sistema MDL.



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

Nuestro punto de desempeño de 1.28cm se encuentra dentro del nivel de desempeño operacional.

### 3.4. Objetivo específico 4

Demostrar en qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en la liberación de sobre resistencia, hotel Vichayito, Piura 2022

#### 3.4.1. Marco Teórico

##### **Sobrerresistencia**

Mejía R. (2018). Una representación simple que podemos tener de la sobrerresistencia es el cociente entre la fuerza lateral máxima en la que se puede desenvolver una estructura y la fuerza que inicia el comportamiento inelástico. Las estructuras generalmente luego de la fase elástica suelen recibir fuerzas laterales superiores al valor de la fuerza máxima en el rango elástico ( $V_y$ ); a este incremento se le suele denominar sobrerresistencia y son de suma importancia para las estructuras bien proyectadas.

Desde otra perspectiva, Park R. (1996), la consideración de la sobrerresistencia será fundamental para los elementos estructurales a la hora de usar un enfoque de diseño por capacidad, debido a que un buen proporcionamiento de la resistencia relativa de los diversos elementos estructurales de una edificación permitirá desarrollar niveles adecuados para un comportamiento plástico a la hora de un sismo severo, resultando así que el nivel de cargas sísmicas de diseño sean consistentes con lo esperado en una estructura durante el sismo.



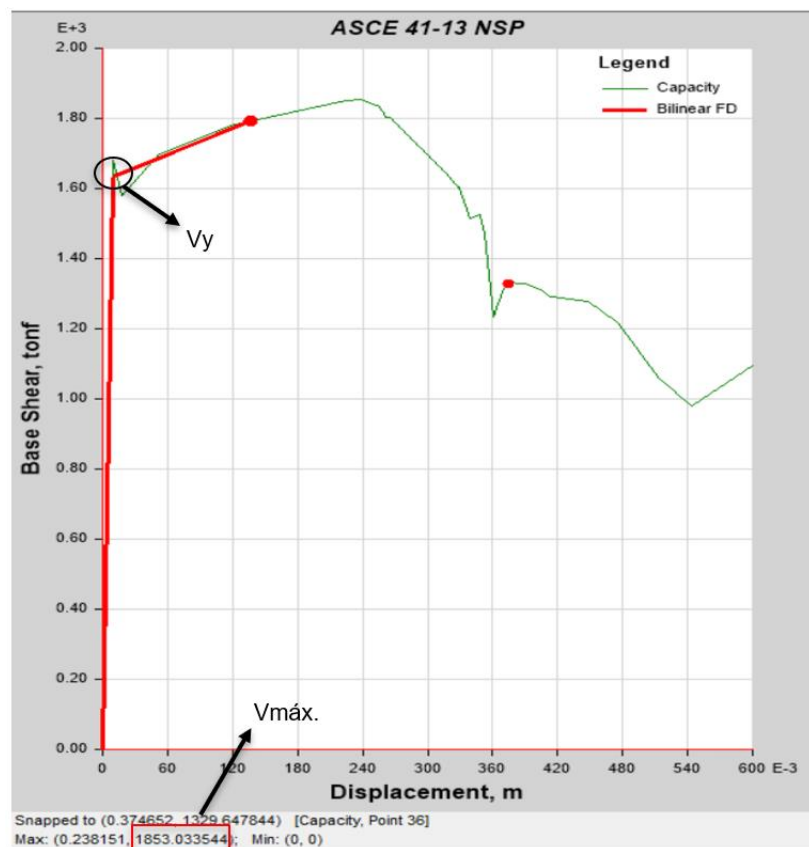
### 3.4.2. Procedimiento

#### 3.4.2.1. Desempeño de la Estructura – Sistema Emmedue

##### 3.4.2.1.1. Sobrerresistencia Emmedue

Para poder hallar la sobrerresistencia de la estructura se utilizó la gráfica bilineal del análisis Pushover, del mismo modo que para poder hallar la ductilidad, pero esta vez enfocándonos en valores de fuerzas; tales como, la fuerza lateral máxima que puede desarrollar la estructura ( $V_{m\acute{a}x.}$ ) y la fuerza con la que inicia en el comportamiento inelástico ( $V_y$ ), nuestro valor de sobrerresistencia será el cociente entre estas dos fuerzas sacadas de la curva bilineal.

*Figura 131 Curva bilineal de la curva de capacidad – Sistema Emmedue.*



*Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.*

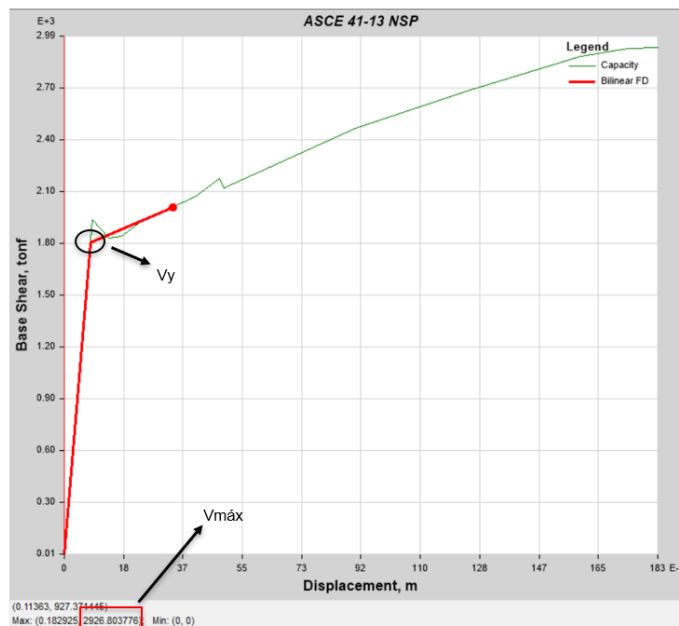
De esta gráfica podemos obtener la fuerza con la que inicia en el comportamiento inelástico que es  $V_y = 1633.32$  Tn y la fuerza máxima que es  $V_{m\acute{a}x} = 1853.03$  Tn, entonces para poder hallar la ductilidad  $V_{m\acute{a}x} / V_y = 1.13$ .

### 3.4.2.2. Desempeño de la Estructura – Sistema MDL

#### 3.4.2.2.1. Sobrerresistencia MDL

Para poder hallar la sobrerresistencia de la estructura se utilizó la gráfica bilineal del análisis Pushover, del mismo modo que para poder hallar la ductilidad, pero esta vez enfocándonos en valores de fuerzas; tales como, la fuerza lateral máxima que puede desarrollar la estructura ( $V_{m\acute{a}x}$ ) y la fuerza con la que inicia en el comportamiento inelástico ( $V_y$ ), nuestro valor de sobrerresistencia será el cociente entre estas dos fuerzas sacadas de la curva bilineal.

Figura 132 Curva bilineal de la curva de capacidad – Sistema MDL.



Nota: Elaboración propia, extraído del software Etabs V19.

De esta gráfica podemos obtener la fuerza con la que inicia en el comportamiento inelástico que es  $V_y = 1806.16$  Tn y la fuerza máxima que es  $V_{m\acute{a}x} = 2926.80$  Tn, entonces para poder hallar la ductilidad  $V_{m\acute{a}x} / V_y = 1.62$ .

### 3.5. Resumen de resultados para ambos sistemas

#### 3.5.1. Distorsiones

*Tabla 37 Distorsiones máximas para cada sistema estructural.*

DISTORSIONES MÁXIMAS	EMMEDUE				MDL			
	SIS. DIN. X		SIS. DIN. Y		SIS. DIN. X		SIS. DIN. Y	
	PISO 2	0.00017	PISO 2	0.00016	PISO 2	0.00012	PISO 2	0.00011

*Nota: Elaboración propia.*

Como bien se puede saber, las distorsiones vienen siendo un parámetro importante en el comportamiento de una edificación, debido a que estas pueden indicar el nivel de desplazamiento de entre pisos y los daños que la edificación presentará en sus elementos estructurales. De los resultados podemos rescatar que el sistema MDL presenta resultados más satisfactorios; puesto que, las distorsiones del sistema Emmedue se acercan más a las distorsiones límites de 0.003.

### 3.5.2. Punto de Desempeño

*Tabla 38 Punto y nivel de desempeño para cada sistema estructural.*

<b>PUNTO DE DESEMPEÑO</b>	<b>EMMEDUE</b>		<b>MDL</b>	
	DESPLAZAMIENTO	3.5 cm	DESPLAZAMIENTO	1.28 cm
	FUERZA	1641.18 Tn	FUERZA	1850.69 Tn
	NIVEL DE DESEMPEÑO	Ocupacional	NIVEL DE DESEMPEÑO	Ocupacional

*Nota: Elaboración propia.*

De los diferentes métodos para poder determinar el punto de desempeño se dio a lección el método “Pushover” debido a las características de nuestra edificación, esta propone 4 estados de servicio, (Operacional, Seguridad, Pre-colapso, Colapso) en los 2 sistemas da como resultado, nivel ocupacional esto determina que la estructura se encuentra lejos del colapso ante sollicitaciones de sismos severo teniendo en cuenta su desplazamiento son aceptables para la magnitud expresada

### 3.5.3. Ductilidad

*Tabla 39 Ductilidad para cada sistema estructural.*

	<b>EMMEDUE</b>		<b>MDL</b>	
<b>DUCTILIDAD</b>	Punto de fluencia (Dy)	0.98 cm	Punto de fluencia (Dy)	0.81 cm
	Desplazamiento Máximo (Du)	23.82 cm	Desplazamiento Máximo (Du)	18.29 cm
	Du / Dy	24.31	Du / Dy	22.58

*Nota: Elaboración propia.*

La norma Española de Construcción Sismorresistente [NCSE-02] (2017), presenta una clasificación en base a cuatro coeficientes de ductilidad, que fueron de: Clase 4, refiriéndose a una edificación con un grado de ductilidad muy alto ( $\mu = 4$ ), Clase 3, refiriéndose a una edificación con un grado de ductilidad alto ( $\mu = 3$ ), Clase 2, refiriéndose a una edificación con un grado de ductilidad bajo ( $\mu = 2$ ) y Clase 1, refiriéndose a una edificación que carece de ductilidad ( $\mu = 1$ ); por lo que podemos inferir de esta clasificación que a mayor número la estructura será considerada más dúctil por lo que podemos decir que el sistema Emmedue podrá soportar una tensión máxima sin sufrir deformaciones permanentes.

### 3.5.4. Sobrerresistencia

Tabla 40 Sobrerresistencia para cada sistema estructural.

	EMMEDUE		MDL	
<b>SOBRERRESISTENCIA</b>	Fuerza de inicio al rango inelástico (Vy)	1633.32 Tn	Fuerza de inicio al rango inelástico (Vy)	1806.16 Tn
	Fuerza lateral máxima (Vmáx)	1853.03 cm	Fuerza lateral máxima (Vmáx)	2926.80 Tn
	Vmáx / Vy	1.13	Vmáx / Vy	1.62

Nota: Elaboración propia.

Se define a la sobrerresistencia como la capacidad ultima de una estructura frente a su capacidad de diseño, a través de nuestra revisión bibliográfica podemos observar como el factor de sobrerresistencia aun no es usada en los países sudamericanos dejando en evidencia lo mucho que aún nos falta por comprender bien estos factores en el rango no lineal, el euro código menciona y lo refiere en su factor R de reducción global relacionada a la sobrerresistencia y el amortiguamiento pero que no da una referencia directa a esta, de manera según los resultados podemos deducir que el sistema MDL presenta un mejor comportamiento en su sobrerresistencia por ser capaz de someterse a una fuerza lateral mucho más considerable que el Emedue constatando que ambos sistemas tienen una similitud en su fuerza de inicio al rango inelástico.

### 3.6. Análisis de Datos Estadísticos

#### 3.6.1. Hipótesis General

Para poder validar nuestra hipótesis general realizaremos un análisis estadístico, para ello primero debemos comprobar una prueba de normalidad para poder definir que método estadístico vamos a utilizar; esto lo haremos con la ayuda del programa estadístico para ciencias sociales SPSS.

##### 3.6.1.1. Prueba de Normalidad

Asignamos nuestra hipótesis nula y del investigador para poder comprobar si son pruebas de normalidad.

- Ho = El sistema MDL influirá de una manera más positiva que el sistema Emmedue en el comportamiento no lineal del Hotel Blanca.

- Ha = El sistema Emmedue influirá de una manera más positiva que el sistema MDL en el comportamiento no lineal del Hotel Blanca.

*Figura 133 Procesamiento de los casos.*

**Resumen del procesamiento de los casos**

Sistema	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
1,00	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%
2,00	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%

*Nota: Siendo 1: Sistema Emmedue y 2: Sistema MDL. Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.*

Figura 134 Prueba de normalidad para los casos.

Sistema		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CNL	1,00	,387	5	,014	,661	5	,004
	2,00	,439	5	,002	,617	5	,001

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Nota: Siendo 1: Sistema Emmedue y 2: Sistema MDL. Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.

- $p_1 = 0.004$  ,  $p_2 = 0.001$
- Observamos de la figura 134 que las significancias calculadas 0.004 y 0.001 son menores que 0.05. Por lo tanto, se cumple que ambos grupos provienen de una prueba de no normalidad.

### 3.6.1.2. U de Mann Whitney

- $H_0$  = El sistema MDL influirá de una manera más positiva que el sistema Emmedue en el comportamiento no lineal del Hotel Blanca.
- $H_a$  = El sistema Emmedue influirá de una manera más positiva que el sistema MDL en el comportamiento no lineal del Hotel Blanca.



Figura 135 Estadísticos de contraste.

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	CNL
U de Mann-Whitney	10,000
W de Wilcoxon	25,000
Z	-,522
Sig. asintót. (bilateral)	,602
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,690 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación:  
Sistema

b. No corregidos para los  
empates.

Nota: Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.

De la figura 135 se observa que la significancia asintótica calculada 0.602 es mayor que 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

Con un nivel de confianza del 95% existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que: El sistema MDL influirá de una manera más positiva que el sistema Emmedue en el comportamiento no lineal del Hotel Blanca.

### 3.6.2. Hipótesis N°1

Para poder validar nuestra hipótesis N° 1 realizaremos un análisis estadístico, para ello primero debemos comprobar una prueba de normalidad para poder definir que método estadístico vamos a utilizar; esto lo haremos con la ayuda del programa estadístico para ciencias sociales SPSS.

### 3.6.2.1. Prueba de Normalidad

Asignamos nuestra hipótesis nula y del investigador para poder comprobar si son pruebas de normalidad.

- Ho = El sistema MDL tendrá una distorsión de entre pisos mayor que el sistema Emmedue, en el hotel Costa Blanca.

- Ha = El sistema Emmedue tendrá una distorsión de entre pisos mayor que el sistema MDL, en el hotel Costa Blanca.

Figura 136 Procesamiento de los casos.

Resumen del procesamiento de los casos						
Sistemas	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Distorsiones 1,00	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
2,00	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%

Nota: Siendo 1: Sistema Emmedue y 2: Sistema MDL. Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.

Figura 137 Prueba de normalidad para los casos.

Sistemas	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Distorsiones 1,00	,231	6	,200*	,840	6	,129
2,00	,338	6	,031	,866	6	,212

Nota: Siendo 1: Sistema Emmedue y 2: Sistema MDL. Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.

$$- p_1 = 0.129 , p_2 = 0.212$$

- Observamos de la figura 137 que las significancias calculadas 0.129 y 0.212 son mayores que 0.05. Por lo tanto, se cumple que ambos grupos provienen de una prueba de normalidad.

### 3.6.2.2. T-Student para las Muestras Independientes

- $H_0$  = El sistema MDL tendrá una distorsión de entre pisos mayor que el sistema Emmedue, en el hotel Costa Blanca.
- $H_a$  = El sistema Emmedue tendrá una distorsión de entre pisos mayor que el sistema MDL, en el hotel Costa Blanca.

Figura 138 Homostecidad.

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueb		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Distorsiones	Se han asumido varianzas iguales	1,374	,268	4,031	10	,002
	No se han asumido varianzas iguales			4,031	8,930	,003

Nota: Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.

De la figura 138 se observa que la significancia calculada 0.268 es mayor que 0.05. Por lo tanto, se cumple que las muestras provienen de poblaciones con similares varianzas.

De la figura 138 se observa que la significancia calculada es menor que 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Con un nivel de confianza del 95% existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que: El sistema Emmedue tendrá una distorsión de entre pisos mayor que el sistema MDL, en el hotel Costa Blanca.

### 3.6.3. Hipótesis N°2

Para poder validar nuestra hipótesis N° 2 realizaremos un análisis estadístico, para ello primero debemos comprobar una prueba de normalidad para poder definir que método estadístico vamos a utilizar; esto lo haremos con la ayuda del programa estadístico para ciencias sociales SPSS.

#### 3.6.3.1. Prueba de Normalidad

Asignamos nuestra hipótesis nula y alternativa para poder empezar con la prueba

- Ho = El sistema MDL influirá en el punto de desempeño más que el sistema Emmedue para el hotel Costa Blanca.

- Ha = El sistema Emmedue influirá en el punto de desempeño más que el sistema MDL para el hotel Costa Blanca.

Figura 139 Procesamiento de los casos.

Resumen del procesamiento de los casos							
Sistemas		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desplazamientos	1,00	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%
	2,00	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%

*Nota: Siendo 1: Sistema Emmedue y 2: Sistema MDL. Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.*

Figura 140 Prueba de normalidad para los casos.

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desplazamientos	1,00	,160	5	,200*	,976	5	,911
	2,00	,160	5	,200*	,976	5	,911

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

*Nota: Siendo 1: Sistema Emmedue y 2: Sistema MDL. Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.*

- $p_1 = 0.911$  ,  $p_2 = 0.911$
- Observamos de la figura 140 que las significancias calculadas 0.911 y 0.911 son mayores que 0.05. Por lo tanto, se cumple que ambos grupos provienen de una prueba de normalidad.

### 3.6.3.2. T-Student para Muestras Independientes

$H_0$  = El sistema MDL influirá en el punto de desempeño más que el sistema Emmedue para el hotel Costa Blanca.

- $H_a$  = El sistema Emmedue influirá en el punto de desempeño más que el sistema MDL para el hotel Costa Blanca.

Figura 141 Homostecidad

		Prueba de muestras independientes				
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prue		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Desplazamientos	Se han asumido varianzas iguales	,465	,514	,599	8	,566
	No se han asumido varianzas iguales			,599	7,489	,567

Nota: Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.

De la figura 141 se observa que la significancia calculada 0.514 es mayor que 0.05. Por lo tanto, se cumple que las muestras provienen de poblaciones con similares varianzas.

De la figura 141 se observa que la significancia calculada es mayor que 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

Con un nivel de confianza del 95% existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que: El sistema MDL influirá en el punto de desempeño más que el sistema Emmedue para el hotel Costa Blanca.

### 3.6.4. Hipótesis N°3

Para poder validar nuestra hipótesis N° 3 realizaremos un análisis estadístico, para ello primero debemos comprobar una prueba de normalidad para poder definir que método estadístico vamos a utilizar; esto lo haremos con la ayuda del programa estadístico para ciencias sociales SPSS.

### 3.6.4.1. Prueba de Normalidad

Asignamos nuestra hipótesis nula y alternativa para poder empezar con la prueba

- Ho = El sistema Emmedue presentará una mejor capacidad dúctil que el sistema MDL, en el hotel Costa Blanca.

- Ha = El sistema MDL presentará una mejor capacidad dúctil que el sistema Emmedue, en el hotel Costa Blanca.

Figura 142 Procesamiento de los casos.

		Resumen del procesamiento de los casos					
		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
Sistema	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
Ductilidad 1,00	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%	
2,00	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%	

Nota: Siendo 1: Sistema Emmedue y 2: Sistema MDL. Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.

Figura 143 Prueba de normalidad para los casos.

Sistema		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ductilidad 1,00		,228	5	,200*	,897	5	,395
2,00		,213	4	.	,964	4	,802

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Nota: Siendo 1: Sistema Emmedue y 2: Sistema MDL. Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.

- $p_1 = 0.395$  ,  $p_2 = 0.802$
- Observamos de la figura 143 que las significancias calculadas 0.395 y 0.802 son mayores que 0.05. Por lo tanto, se cumple que ambos grupos provienen de una prueba de normalidad.

### 3.6.4.2. T-Student para Muestras Independiente

- $H_0$  = El sistema Emmedue presentará una mejor capacidad dúctil que el sistema MDL, en el hotel Costa Blanca.
- $H_a$  = El sistema MDL presentará una mejor capacidad dúctil que el sistema Emmedue, en el hotel Costa Blanca.

*Figura 144 Homostecidad.*

		Prueba de muestras independientes				
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prue		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Ductilidad	Se han asumido varianzas iguales	,176	,687	,286	7	,783
	No se han asumido varianzas iguales			,290	6,865	,780

*Nota: Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.*

De la figura 144 se observa que la significancia calculada 0.687 es mayor que 0.05. Por lo tanto, se cumple que las muestras provienen de poblaciones con similares varianzas.



De la figura 144 se observa que la significancia calculada es mayor que 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

Con un nivel de confianza del 95% existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que: El sistema Emmedue presentará una mejor capacidad dúctil que el sistema MDL, en el hotel Costa Blanca.

### **3.6.5. Hipótesis N°4**

Para poder validar nuestra hipótesis N° 4 realizaremos un análisis estadístico, para ello primero debemos comprobar una prueba de normalidad para poder definir que método estadístico vamos a utilizar; esto lo haremos con la ayuda del programa estadístico para ciencias sociales SPSS.

#### **3.6.5.1. Prueba de Normalidad**

Asignamos nuestra hipótesis nula y alternativa para poder empezar con la prueba

-  $H_0$  = La capacidad de sobrerresistencia del sistema MDL será mayor a la del sistema Emmedue, para el hotel Costa Blanca.

-  $H_a$  = La capacidad de sobrerresistencia del sistema MDL será menor a la del sistema Emmedue, para el hotel Costa Blanca.

Figura 145 Procesamiento de los casos.

**Resumen del procesamiento de los casos**

Sistema	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Sobrerresistencia 1,00	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%
2,00	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

*Nota: Siendo 1: Sistema Emmedue y 2: Sistema MDL. Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.*

Figura 146 Prueba de normalidad para los casos.

**Pruebas de normalidad**

Sistema	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sobrerresistencia 1,00	,203	5	,200*	,893	5	,374
2,00	,268	9	,062	,884	9	,172

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

*Nota: Siendo 1: Sistema Emmedue y 2: Sistema MDL. Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.*

- $p_1 = 0.374$  ,  $p_2 = 0.172$
- Observamos de la figura 146 que las significancias calculadas 0.374 y 0.172 son mayores que 0.05. Por lo tanto, se cumple que ambos grupos provienen de una prueba de normalidad.

### 3.6.5.2. T-Student para Muestras Independiente

- $H_0$  = La capacidad de sobrerresistencia del sistema MDL será mayor a la del sistema Emmedue, para el hotel Costa Blanca.
- $H_a$  = La capacidad de sobrerresistencia del sistema MDL será menor a la del sistema Emmedue, para el hotel Costa Blanca.

Figura 147 Homostecidad

		Prueba de muestras independientes				
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prue		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Sobrerresistencia	Se han asumido varianzas iguales	9,969	,008	-,844	12	,415
	No se han asumido varianzas iguales			-1,108	9,727	,294

Nota: Elaboración propia, extraído del programa IBM SPSS Statistics Visor.

De la figura 147 se observa que la significancia calculada 0.008 es menor que 0.05. Por lo tanto, se cumple que las muestras provienen de poblaciones con desiguales varianzas.

De la figura 147 se observa que la significancia calculada es mayor que 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

Con un nivel de confianza del 95% existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que: La capacidad de sobrerresistencia del sistema MDL será mayor a la del sistema Emmedue, para el hotel Costa Blanca

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. DISCUSIONES

- De los resultados del análisis dinámico podemos obtener las derivas inelásticas máximas de la estructura, la distorsión máxima inelástica para el sistema estructural Emmedue fue de 0.00017 mientras que para el sistema estructural MDL fue de 0.00012, de lo cual se puede afirmar que ambas estructuras cumplen con las distorsiones límites admitidas de 0.003 para el caso del sistema Emmedue, según lo evaluado por San Bartolomé en su “informe técnico para la evaluación experimental del sistema constructivo M2”, y de 0.005 para el caso del sistema MDL, según lo expuesto en la norma E. 030. En su trabajo de investigación Calderón C. y Gamarra C. (2020) obtienen como derivas inelásticas máximas de 0.00204 para el sistema Emmedue mientras que para el sistema MDL fue de 0.00029. En ambos sistemas se observó que las distorsiones máximas del sistema Emmedue se acercaban más a la distorsión límite permitida, además en su investigación analizaron una estructura de dos niveles por lo cual puede influir en los resultados obtenidos.
- El sistema Emmedue presenta un punto de desempeño de 3.5 cm mientras que el sistema MDL presenta un punto de desempeño de 1.28 cm, lo cual podemos observar que están en relación de 2.73, pero ambos sistemas estructurales están dentro del rango Operacional, lo cual significa que el daño de será leve y moderado, por lo que los sistemas de seguridad y evacuación podrán funcionar de manera normal. Por otro lado, en lo analizado de la tesis

“Análisis comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y muros de ductilidad limitada para edificación de 5 niveles en la ciudad de Huancavelica” por Cirilo Q. Hilario (2019), observamos que para el sistema Emmedue o también llamado Durapanel, obtiene un punto de desempeño de 2.3cm; mientras que para el sistema MDL, su punto de desempeño será de 1.9cm, los cuales están en relación de 1.21, de acuerdo a sus puntos de desempeño obtuvo que el rango de nivel de desempeño de cada estructura será Operacional a Seguridad para el sistema Emmedue, y de Totalmente Operación a Operacional, lo que guardaría relación con nuestra investigación debido a que se tomaron datos similares, por lo cual aseguraría que su estructura no presente daños más allá de los leves y moderados y era lo que se pretendía evaluar y determinar dentro del contexto de la presencia de un sismo severo en sistemas estructurales.

- La relación entre la ductilidad del Sistema Emmedue con el sistema MDL es de 0.93, lo cual indicaría que la edificación con el sistema Emmedue será más dúctil que con la del sistema MDL; lo mismo ocurre para la tesis de Cirilo Q. Hilario (2019), ya que la relación de las ductilidades para ambos sistemas, Durapanel y MDL, es de 0.19; siendo de igual manera el sistema Durapanel una estructura más dúctil. La edificación estudiada por Hilario C. (2019), constaba de 5 niveles; por lo que, esto influirá en los resultados de ambas investigaciones, pero a la par guardan relación debido a que en ambos estudios el sistema Emmedue presentó un valor mayor de ductilidad frente al sistema MDL.

- En nuestra investigación pudimos observar que la sobrerresistencia hallada para el sistema estructural Emmedue fue de 1.13 mientras que el sistema MDL presentaba una sobrerresistencia de 1.62, infiriendo que el sistema MDL presenta una “mayor” sobrerresistencia respecto a la del sistema Emmedue. Por otro lado, Hilario C. (2019) en su trabajo de investigación llamada “Análisis comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y muros de ductilidad limitada para edificación de 5 niveles en la ciudad de Huancavelica” presenta que la sobrerresistencia del sistema MDL es de 1.08 mientras que el sistema Emmedue presentó una sobrerresistencia de 2.20, notaremos que difieren en cuanto a sobrerresistencia indica lo contrario a nuestra propuesta, realizando la contrastación respectiva implícitamente exponen que la relación de ductilidad con la sobrerresistencia es directamente proporcional mientras que en la teoría observamos que esto no es así, validando la información obtenida en la presente investigación.

## 4.2. CONCLUSIONES

- El sistema de Muros de Ductilidad Limitada es el que presentará una mayor influencia para la edificación hotelera Costa Blanca, debido a que, al entrar la estructura en el rango inelástico, esta presentará una buena sobrerresistencia y sus distorsiones estarán alejadas de la distorsión límite, además de encontrarse en un rango operacional muy cerca del rango Totalmente Operacional, por lo que los daños ocasionados por los sismos serán leves y moderados haciendo que el sistema de evacuación y seguridad puedan seguir funcionando con normalidad.
- El sistema estructural Emmedue presentó una distorsión máxima para el sismo dinámico X de 0.017% y para el sismo dinámico en Y una distorsión máxima de 0.016%; por otro lado, el sistema estructural MDL presentó una distorsión máxima de 0.012% para el sismo dinámico X mientras que para el sismo dinámico en Y la distorsión máxima fue de 0.011%, según los valores obtenidos vistos en la Tabla 37; por ello se concluye que el sistema estructural MDL tuvo una mayor influencia debido a que las distorsiones analizadas se encontraban más alejadas de la distorsión límite.
- El sistema estructural Emmedue presenta una resistencia de 219.71 Tn en el rango inelástico hasta llegar a un punto de colapso, presentando un punto de desempeño de 3.5 cm; mientras que por otro lado la resistencia del sistema estructural MDL en el rango inelástico hasta llegar al punto de colapso fue de 1120.65 Tn, presentando un punto de desempeño de 1.28 cm, si bien ambos

casos cuentan con un nivel de desempeño operacional el sistema MDL se encontrará más cerca del rango Totalmente Operacional.

- El desplazamiento que obtuvo el sistema Emmedue al entrar pasar del rango elástico al inelástico fue de 0.98 cm mientras que su desplazamiento máximo hasta alcanzar el colapso fue 23.82 cm, por lo que el sistema Emmedue presentará una ductilidad de 24.31 cm; por otro lado, el desplazamiento para pasar del rango elástico al inelástico del sistema MDL fue de 0.81 cm mientras que el desplazamiento máximo hasta llegar al colapso fue de 18.29 cm, obteniendo así una ductilidad de 22.58 cm, resultados vistos en la Tabla 39. Por lo cual podemos concluir que el sistema Emmedue tendrá una influencia mayor en la edificación al presentar una mayor ductilidad frente al sistema MDL.
- El sistema estructural Emmedue presentó una fuerza de inicio al rango inelástico 1633.32 Tn mientras que la fuerza que la llevara al colapso fue de 1853.03 Tn, obteniéndose así una sobrerresistencia de 1.13; por el contrario, el sistema MDL presentó una fuerza de inicio al rango inelástico de 1806.16 Tn y una fuerza máxima que la llevara al colapso de 2926.80 Tn, por lo que su capacidad de sobrerresistencia será de 1.62. partiendo que la sobrerresistencia es la capacidad última de la estructura con respecto a la capacidad por la que fue diseñada, se concluye que el sistema MDL tendrá menor probabilidad de colapso que el sistema Emmedue ante la presencia de un sismo severo.



## REFERENCIAS

- Awad R. (2012) Análisis y diseños sísmico de edificios. Segunda Edición
- American Society of Civil Engineers (ASCE) (2005) ASCE 7-16: Minimum Design
- Alan D. y Cortez L. (2017). Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica. Universidad Técnica de Machala.
- American Society of Civil Engineers. ASCE 41-13 (2013). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. Virginia, Estados Unidos.
- Apaza D. (2021), Influencia de la aplicación de disipadores de fluido viscoso para el reforzamiento estructural del Palacio Municipal en el distrito de Miraflores, Arequipa.
- Arias F. (2012), Introducción a la metodología científica. Sexta Edición.
- Arias-Gómez, Jesús; Villasís-Keever, Miguel Ángel; Miranda Novales, María Guadalupe. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México, vol. 63, núm. 2, abril-junio, 2016
- Barbat A., Vielma J. y Oller S. (2007) Confinamiento y ductilidad de los edificios de hormigón armado. Volumen 5 de Arcer monografía

- Bernardo y Calderero (2000). Guía para la elaboración de proyectos de investigación. Departamento de investigación. Universidad Sede Sapientiae.
- Behar D. (2008). Metodología de la Investigación. Edición: A. Rubeira Diseño: M. Sanabri
- CIENCI3. Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Ingenieria (CIMNE).
- CNN canal en Español. (11 de abril de 2012). CNN canal en Español. Obtenido de CNN canal en Español: <http://cnnespanol.cnn.com/2012/04/11/los-10-sismos-mas-poderososen-los-ultimos-100-anos/#0>
- Coca J. (2019) Evaluación técnico económica del sistema de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada del edificio El Sol, Huancayo – 2019.
- Chávez D. (2021) Evaluación del desempeño estructural y la afectación de la estructura por sismo de un edificio estructurado a base de MDL del Condominio Ciudad Verde 4TA Etapa, Lima 2021
- Calderón C. y Gamarra C. (2020) Análisis comparativo del diseño sismorresistente estructural y costo de los sistemas constructivos Emmedue y MDL, en la ciudad de Trujillo.
- Candiracci A. (2014) Manual Técnico Emmedue. 2014 Suminsa.
- Candiracci A., Lacayo G. y Maltez J. (2014) M2 EMMEDUE. (s.f.). El Sistema Constructivo. El Panel Emmedue <https://www.mdue.it/es/paneles-emmedue>.

Delgado R. y Peña C. (2009) Edificios peruanos con muros de concreto de ductilidad limitada

Diaz M. (2021). Revisión de criterios de diseño de Edificaciones con Muros de Ductilidad Limitada, establecidos en las normas de estructuras peruanas y planteamiento de propuesta de Actualización.

Evaluación del Peligro Sísmico en Perú, Instituto geofísico del Perú (2015), pág. 9

Fabbri M. (2020). Las técnicas de investigación: la observación. Edited Wordpress

Fernández S. (2017). Influencia del comportamiento por ductilidad en el coste estructural de edificios sometidos a la acción sísmica.

Gálvez V. (2011) Evaluación del desempeño sismorresistente usando análisis no lineal en el tiempo.

Gálvez A. (2008) Propuesta del factor de reducción de fuerza sísmica para sistemas estructurales en concreto armado con muros reforzados por barras dúctiles y mallas electrosoldadas. Lima – Perú.

Hernández et al. (2006) Metodología de la investigación Sexta Edición

Instituto geofísico del Perú (2015) Evaluación del Peligro Sísmico en Perú

Instituto Científico del Pacífico Manual Diseño Automatizado de edificaciones en Etabs Avanzado. (2020)

Iglesias, D (2013). Elementos amovibles y fijos no estructurales. Edited Wordpress

- Jaramillo R. y Villamizar J. (2011). Evaluación sismorresistente del sistema constructivo 3-D panel aplicado a viviendas de interés social. Bucaramanga.
- Paredes E. (2020). Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de muros estructurales de 14 niveles mediante análisis estático no lineal, “Pushover”, Trujillo.
- Mejía R. (2018). Ingeniería Sismorresistente. Presentación Office Microsoft Power Point. Para el departamento de Ingeniería Civil.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2018). Estadística de Turismo. 2017
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Reglamento nacional de edificaciones. Recuperado de:<http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/varios/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>, el 1 de abril de 2019.
- Loads for Buildings and Other Structures. (2016 Edition). Reston, VA.
- Núñez, A (2017). Diseño por desempeño de un edificio de hormigón armado utilizando el método de análisis tiempo-historia. Ecuador, UTA.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente [NSR-10]. 2019
- Federal Emergency Management Agency (2000). Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of building.
- Flores E. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. Estadística inferencial

- Salcedo Y. (2017). Desempeño sísmico por el método PUSH-OVER de un edificio construido en la ciudad de Barranquilla bajo la norma NSR-10.
- San Bartolomé A. (2009) Informe técnico. Evaluación Experimental Del Sistema Constructivo “M2”. Departamento de Investigación. PUCP.
- Soto C. (2018) Aplicación de la norma sismorresistente E.030 2018 y análisis Pushover para la evaluación del comportamiento estructural en edificios de Muros de Ductilidad Limitada de 6 pisos en el distrito de Rímac – Lima, Perú.
- Park R. (1996) La serie de relatos del Instituto de Investigación de Ingeniería Sísmica (EERI). Traducción al español por Claudia Llopiz.
- Roberto Aguiar. (2001). Evaluación del daño en edificios y desempeño sísmico de ordenador
- Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030 (2020)
- Quispe C. (2019) Análisis comparativo no lineal estático del sistema estructural Durapanel y Muros de Ductilidad Limitada para edificación de 5 niveles en la ciudad de Huancavelica, 2017.
- Tamayo y Tamayo (2006), El Proceso de investigación científica. (pág. 176)
- UNISDR y Corporación OSSO. (2013). Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe, 1990-2011.

## **ANEXOS**

## ANEXO N°1

### FICHA TECNICA: "DISTORSIONES"

#### Formato para Sistema Emmedue:

PISO	ALTURA (m)	DERIVAS ELASTICAS	DERIVAS INELASTICAS (0.75*R*D.E.)	DERIVAS INELASTICAS (%)		DERIVAS INELASTICAS LIMITE (%)
Piso n					<	0.300
Piso n-1					<	0.300
.	.	.	.	.		.
.	.	.	.	.		.
.	.	.	.	.		.
Piso 3					<	0.300
Piso 2					<	0.300
Piso 1					<	0.300

#### Formato para Sistema Muro de Ductilidad Limitada:

PISO	ALTURA (m)	DERIVAS ELASTICAS	DERIVAS INELASTICAS (0.75*R*D.E.)	DERIVAS INELASTICAS (%)		DERIVAS INELASTICAS LIMITE (%)
Piso n					<	0.500
Piso n-1					<	0.500
.	.	.	.	.		.
.	.	.	.	.		.
.	.	.	.	.		.
Piso 3					<	0.500
Piso 2					<	0.500
Piso 1					<	0.500

## ANEXO N°2

### FICHA TECNICA: "DUCTILIDAD"

PUNTO DE DESEMPEÑO	Desplazamiento (cm)			
	Fuerza Cortante (Tn)			
NIVEL DE DESEMPEÑO (SEAOC)	TOTALMENTE OPERACIONAL	$\Delta_{elastico}$		
	OPERACIONAL	$0.3 \cdot \Delta_{inelástico}$		
	SEGURIDAD	$0.3 \cdot \Delta_{inelástico}$		
	PRE-COLAPSO	$0.2 \cdot \Delta_{inelástico}$		
	COLAPSO	$0.2 \cdot \Delta_{inelástico}$		

Formato para Sistema Emedue:

PUNTO DE DESEMPEÑO	Desplazamiento (cm)			
	Fuerza Cortante (Tn)			
NIVEL DE DESEMPEÑO (SEAOC)	TOTALMENTE OPERACIONAL	$\Delta_{elastico}$		
	OPERACIONAL	$0.3 \cdot \Delta_{inelástico}$		
	SEGURIDAD	$0.3 \cdot \Delta_{inelástico}$		
	PRE-COLAPSO	$0.2 \cdot \Delta_{inelástico}$		
	COLAPSO	$0.2 \cdot \Delta_{inelástico}$		

Formato para Sistema Muro de Ductilidad Limitada:



ANEXO N°3

FICHA TECNICA: "DUCTILIDAD"

<b>CAPACIDAD DUCTILIDAD ( <math>\mu_e</math> )</b>	
<p><b>REQUISITOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Análisis No Lineal</li> <li>Carga Gravitacional</li> <li>Pushover estático lineal</li> <li>Pushover estático no lineal</li> <li>-Curva de capacidad</li> </ul>	<p><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>A mayor desplazamiento de colapso ( <math>x_c</math> ) en relación con el desplazamiento límite elástico ( <math>x_y</math> ), la estructura tendrá mayor capacidad de deformación elástica y, por consiguiente, mayor capacidad de sobrellevar actividad de sismos severos. Esta capacidad de deformación más allá del límite elástico se denomina ductilidad.</p>
<p><b>FÓRMULA:</b></p> $\mu_e = \frac{x_c}{x_y}$	<p><b>MODELO DE CURVA DE CAPACIDAD:</b></p> <p>Cortante Basal</p> <p>Desplazamiento</p>
<p><b>CAPACIDAD SOBRERRESISTENTE SISTEMA EMEDUE:</b></p> $\mu_e = \frac{\square\square}{\square\square}$	<p><b>CURVA DE CAPACIDAD EMEDUE:</b></p>
<p><b>CAPACIDAD SOBRERRESISTENTE SISTEMA MDL:</b></p> $\mu_e = \frac{\square\square}{\square\square}$	<p><b>MODELO DE CURVA DE MDL:</b></p>

ANEXO N°4

**FICHA TECNICA: "SOBRERESISTENCIA"**

<b>SOBRERESISTENCIA (<math>\Omega</math>)</b>	
<p><b>REQUISITOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Análisis No Lineal</li> <li>Carga Gravitacional</li> <li>Pushover estático lineal</li> <li>Pushover estático no lineal</li> <li>-Curva de capacidad</li> </ul>	<p><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Fuera del rango elástico, las estructuras pueden recibir fuerzas laterales superiores a la fuerza máxima que lo hizo entrar al rango inelástico, a este incremento se le denomina sobrerresistencia se calculará de la siguiente forma.</p>
<p><b>FÓRMULA:</b></p> $\Omega_f = \frac{V_{m\acute{a}x}}{V_y}$	<p><b>MODELO DE CURVA DE CAPACIDAD:</b></p> <p style="text-align: center;">Cortante Basal</p> <p style="text-align: center;">Desplazamiento</p>
<p><b>CAPACIDAD SOBRERRESISTENTE SISTEMA EMEDUE:</b></p> $\Omega_f = \frac{D_{0g}}{D_{0g}}$	<p><b>CURVA DE CAPACIDAD EMEDUE:</b></p>
<p><b>CAPACIDAD SOBRERRESISTENTE SISTEMA MDL:</b></p> $\Omega_f = \frac{D_{0g}}{D_{0g}}$	<p><b>MODELO DE CURVA DE MDL:</b></p>

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "Evaluación del comportamiento no lineal de los sistemas estructurales Emmedue y Muro de ductilidad limitada aplicada al Hotel Vichayito, Piura 2022

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES INDICADORES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	INDICE	DISEÑO
<b>PREGUNTA GENERAL</b>  ¿En qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en el comportamiento no lineal, hotel Vichayito Piura 2022?	<b>OBJETIVO GENERAL</b>  Determinar en qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en el comportamiento no lineal, hotel Vichayito Piura 2022	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>  El sistema MDL influirá de una manera más positiva que el sistema Emmedue en el comportamiento no lineal del hotel Costa Blanca.	<b>VARIABLE INDEPENDENTE</b>  Sistemas estructurales Emmedue y MDL	Sistema Emmedue	Información de Emmedue	Tesis, Artículos	Und	SEGÚN EL PROPÓSITO:  Tipo Aplicada  POR SU ENFOQUE:  Cuantitativa  SEGÚN EL DISEÑO:  Cuasi - Experimental  NIVEL DE INVESTIGACIÓN:  Explicativo
				Sistema Muro de Ductilidad Limitada	Información de MDL	Tesis, Artículos	Und	
<b>PREGUNTAS ESPECÍFICAS</b>  PE1: ¿En qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en su distorsión de entrepisos, hotel Vichayito, Piura 2022?	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>  OE1: Identificar en qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en la distorsión de entrepisos, hotel Vichayito, Piura 2022	<b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b>  HE1: El sistema Emmedue tendrá una distorsión de entre pisos mayor que el sistema MDL, en el hotel Costa Blanca.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  Comportamiento No Lineal	Propiedades Locales	Distorsión de entrepisos	Desplazamiento Máximo	cm	
					Punto de Desempeño	Espectro de Capacidad / Espectro de Demanda	cm	
PE2: ¿En qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en su punto de desempeño, hotel Vichayito, Piura 2022?	OE2: Determinar en qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en su punto de desempeño, hotel Vichayito, Piura 2022	HE2: El sistema MDL influirá en el punto de desempeño más que el sistema Emmedue para el hotel Costa Blanca.		Propiedades Globales	Ductilidad Global	Desplazamiento de fluencia	cm/cm	
					Sobre resistencia	Coeficiente sísmico de diseño	Tn/Tn	
PE3: ¿En qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en la ductilidad global, hotel Vichayito, Piura 2022?	OE3: Calcular en qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en la ductilidad global, hotel Vichayito, Piura 2022	HE3: El sistema Emmedue presentará una mejor capacidad dúctil que el sistema MDL, en el hotel Costa Blanca.						
PE4: ¿En qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en la liberación de su sobre resistencia, hotel Vichayito, Piura 2022?	OE4: Demostrar en qué medida los sistemas estructurales EMEDUE y MDL influyen en la liberación de sobre resistencia, hotel Vichayito, Piura 2022	HE4: La capacidad de sobrerresistencia del sistema MDL será mayor a la del sistema Emmedue, para el hotel Costa Blanca.						

## ANEXO N°6

### **(Plano de Ubicación - Sistema Estructural Durapanel)**



ASESORIA Y CONSULTORIA EN SANEAMIENTO FISICO LEGAL

**AV. PIURA N° 677 MANCORA**  
**TELF. 073-788688**  
**CEL.: 073-968470986**  
**073-968731004**  
**NEXTEL : 408\*8117**  
**geointegral.eirl@gmail.com**

PROPIETARIO:

**JAIME ARMANDO  
NOVOA LARRAGAN**

PROYECTO:

**LEVANTAMIENTO  
TOPOGRAFICO**

PLANO:

**PERIMETRICO  
UBICACION**

PROVINCIA : TALARA

DISTRITO : LOS ORGANOS

AV. CALLE O JR.  
Antigua Carretera  
Panamericana  
Km. 1213+210 y Km.  
1213+234.13 Vichayito

REVISADO POR :

Walter Fernández Aguirre

DATUM:	PROYECCION:	HEMISFERIO:	ZONA:
PSAD 56	UTM	SUR	17

ESCALA:  
1/200

LÁMINA:

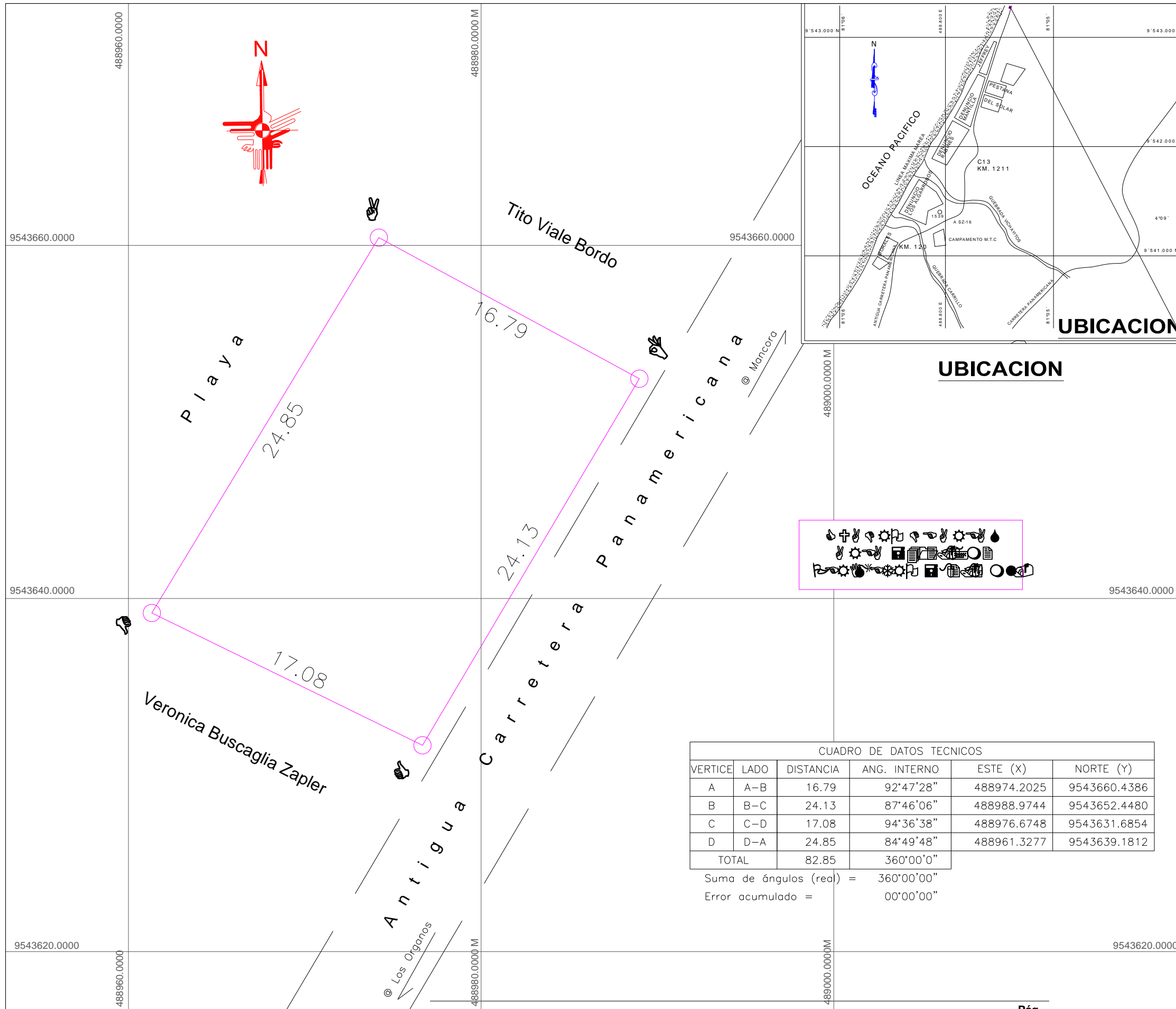
**P<sub>1</sub>**

DIBUJO:  
Sariva

Codigo de archivo:  
0080.0-2010

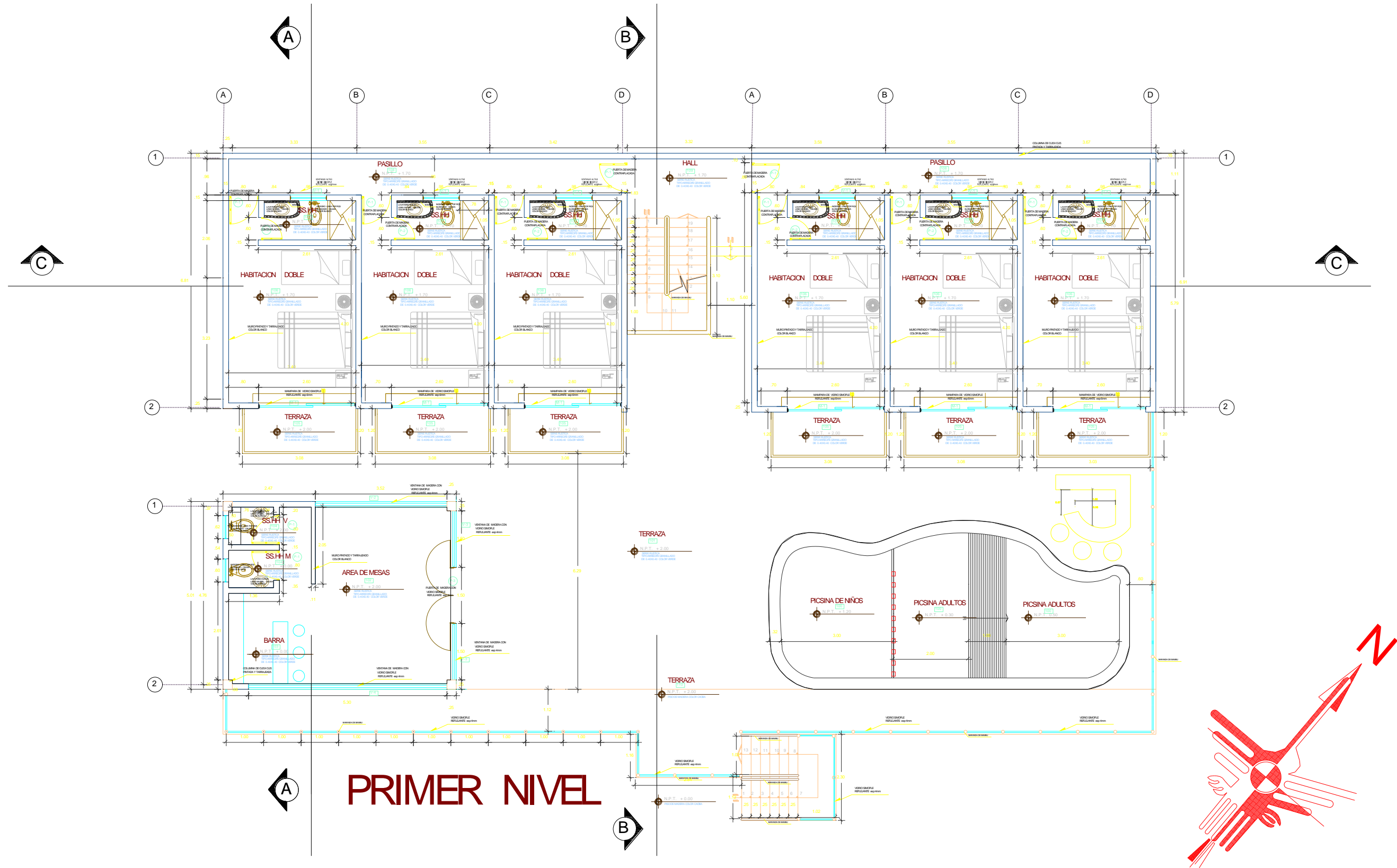
FECHA:  
JULIO 2010

**HOSPEDAJE**



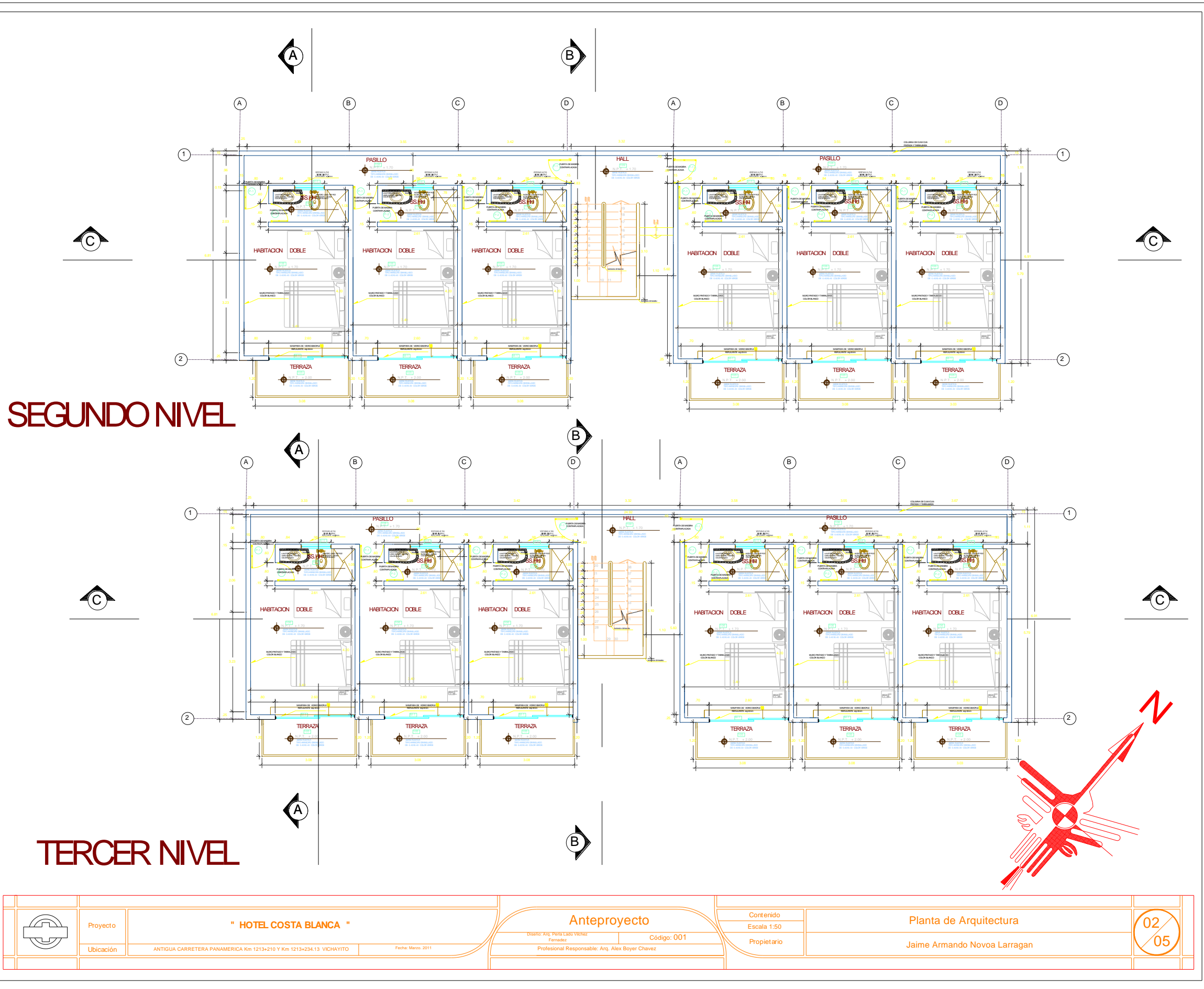
ANEXO N°7

**(Plano de Arquitectura - Sistema Estructural Durapanel)**



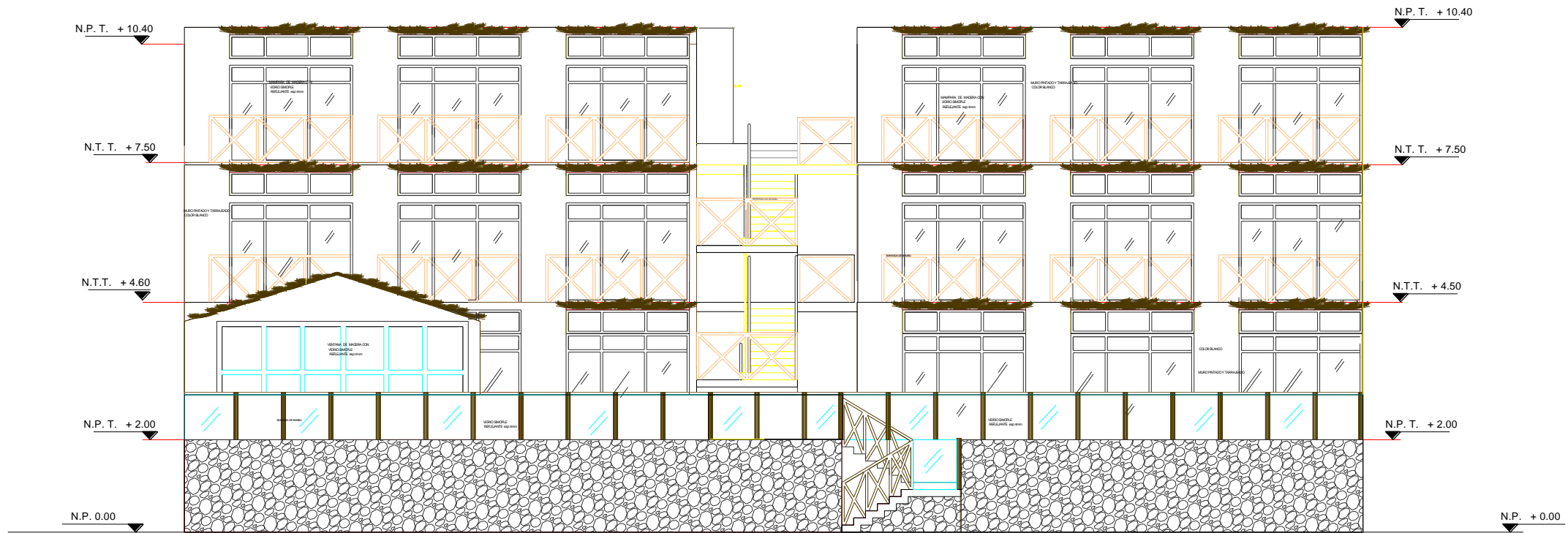
**PRIMER NIVEL**

	Proyecto	<b>" HOTEL COSTA BLANCA "</b>		Anteproyecto Diseño: Arq. Perla Lado Vichez Fernandez Código: 001 Profesional Responsable: Arq. Alex Boyer Chavez.	Contenido	Planta de Arquitectura	
	Ubicación	ANTIGUA CARRETERA PANAMERICA Km 1213+210 Y Km 1213+234.13 VICHAYITO	Fecha: Marzo, 2011		Propietario		

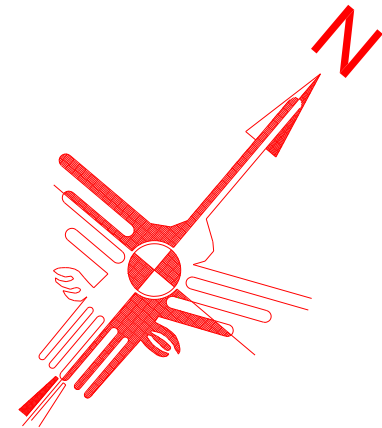


	Proyecto	" HOTEL COSTA BLANCA "		Anteproyecto		Contenido	Planta de Arquitectura	02 / 05
	Ubicación	ANTIGUA CARRETERA PANAMERICA Km 1213+216 Y Km 1213+234.13 VICHAYITO	Fecha: Marzo, 2011	Diseno: Arq. Pólo César Viquez Firmado:	Código: 001	Escala 1:50		

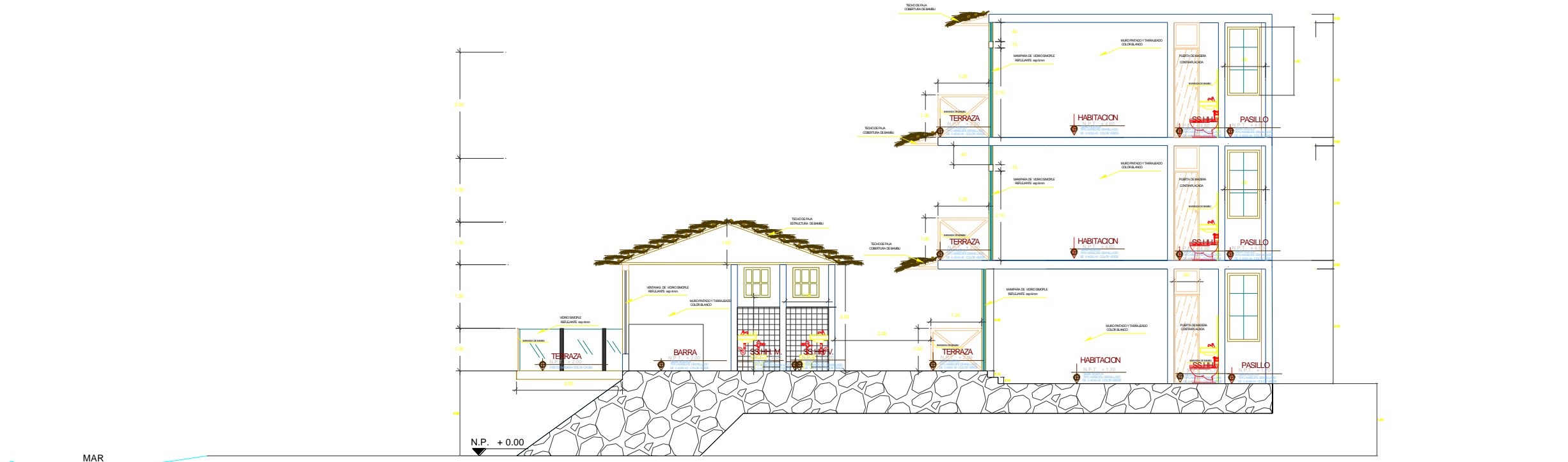




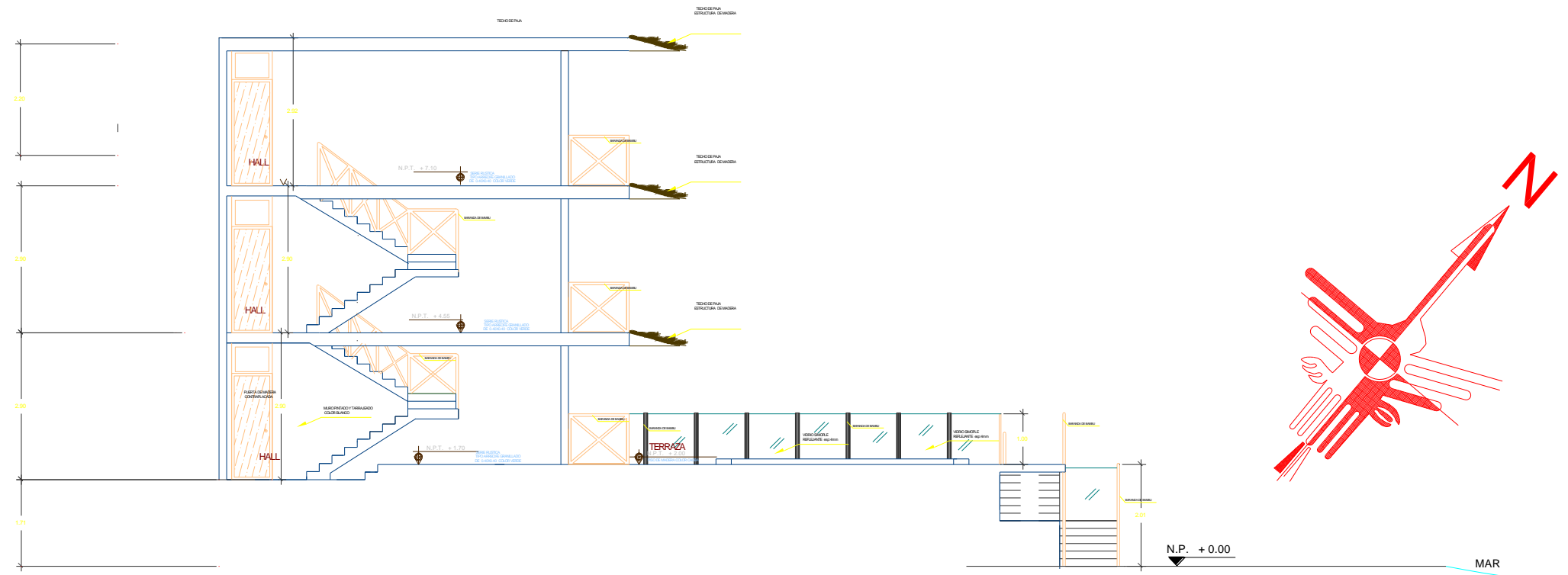
**ELEVACION PRINCIPAL**



	Proyecto	<b>" HOTEL COSTA BLANCA "</b>		<b>Anteproyecto</b> <small>Diseño: Arq. Piedad Lidia Vichez Fernandez</small>	Contenido	Planta de Elevaciones	
	Ubicación	ANTIGUA CARRETERA PANAMERICA Km 1213+210 Y Km 1213+234.13 VICHAYITO	Fecha: Marzo, 2011		<small>Código: 001</small> <small>Profesional Responsable: Arq. Alex Boyer Chavez.</small>		



**CORTE A-A**

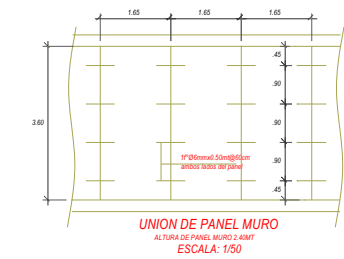
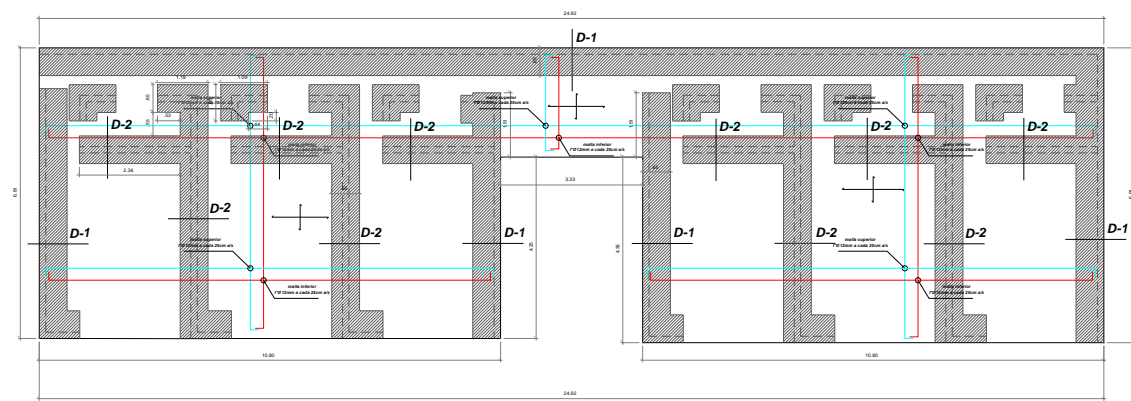


**CORTE B-B**

	<b>Proyecto</b> " HOTEL COSTA BLANCA "	<b>Anteproyecto</b> Diseño: Arq. Perla Lada Vichez Fernandez Código: 001 Profesional Responsable: Arq. Alex Boyer Chavez.		<b>Contenido</b> Escala 1:50	<b>Planta de Cortes</b> Jaime Armando Novoa Larragan	
	<b>Ubicación</b> ANTIGUA CARRETERA PANAMERICA Km 1213+210 Y Km 1213+234.13 VICHAYITO			Fecha: Marzo, 2011		

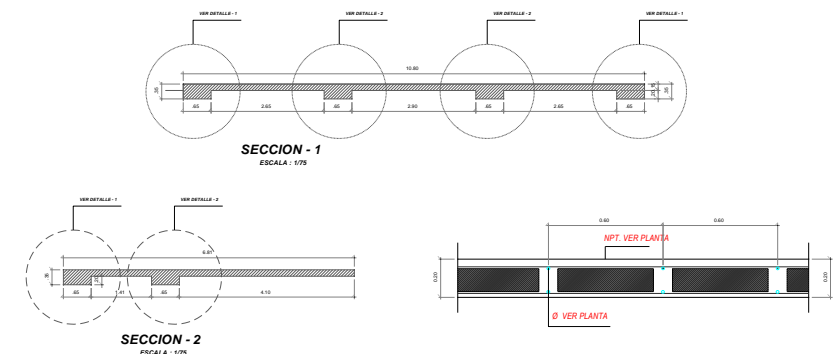
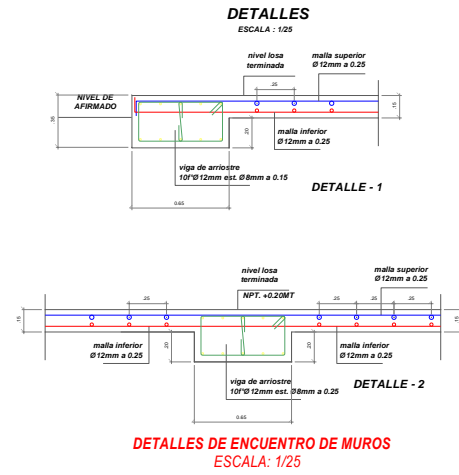
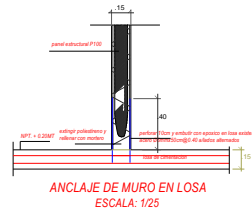
## ANEXO N°8

### **(Plano de Estructuras - Sistema Estructural Durapanel)**



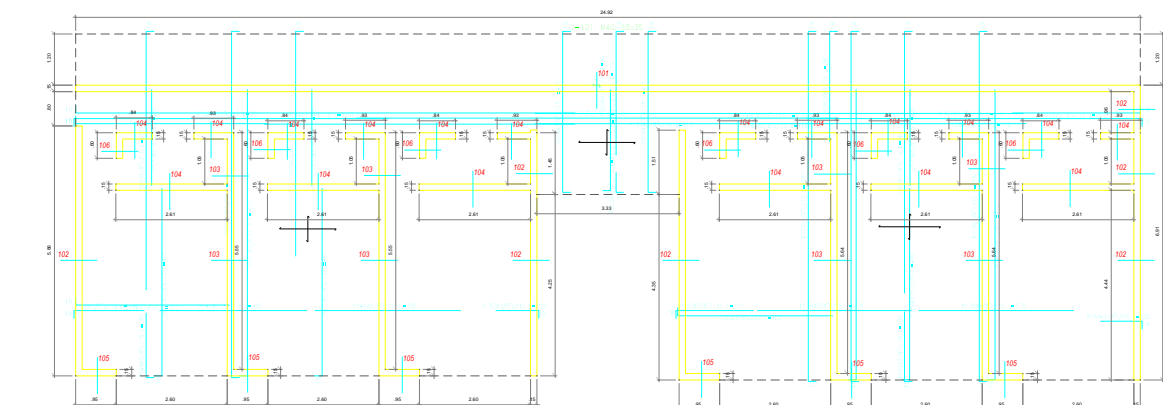
**ESPECIFICACIONES TECNICAS**  
CONCRETO Y MORTERO SISTEMA PEM

- MORTERO PARA MUROS E=3.00CM X LADO C.A.: 1:4
- MORTERO PARA CIELO RASO E=3.0CM C.A.: 1:4
- CONCRETO ESTRUCTURAL PARA LOSA SUPERIOR DE ENTREPISO F<sub>ck</sub>= 210 Kg/cm<sup>2</sup>, E=50CM
- CONCRETO PARA COLUMNAS F<sub>ck</sub>= 210 Kg/cm<sup>2</sup>
- MORTERO PARA CONTRAPISOS E=2.5CM C.A.: 1:4
- CONCRETO PARA VIGAS DE AMARRIE EN LOSA DE ENTREPISO F<sub>ck</sub>= 210 Kg/cm<sup>2</sup>
- ACERO CORRUGADO F<sub>y</sub>=4200KG/CM<sup>2</sup> GRADO 60

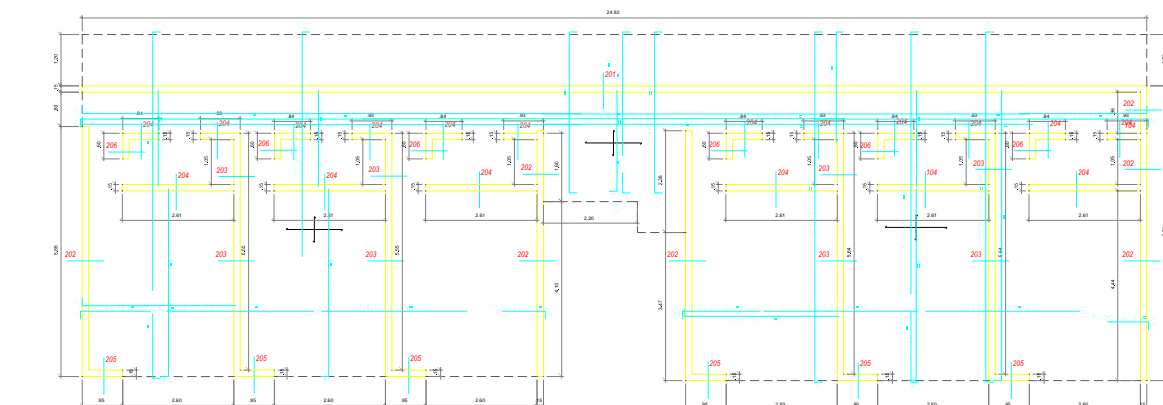


**SISTEMA PEM EVG-3D**  
CARACTERISTICAS TECNICAS

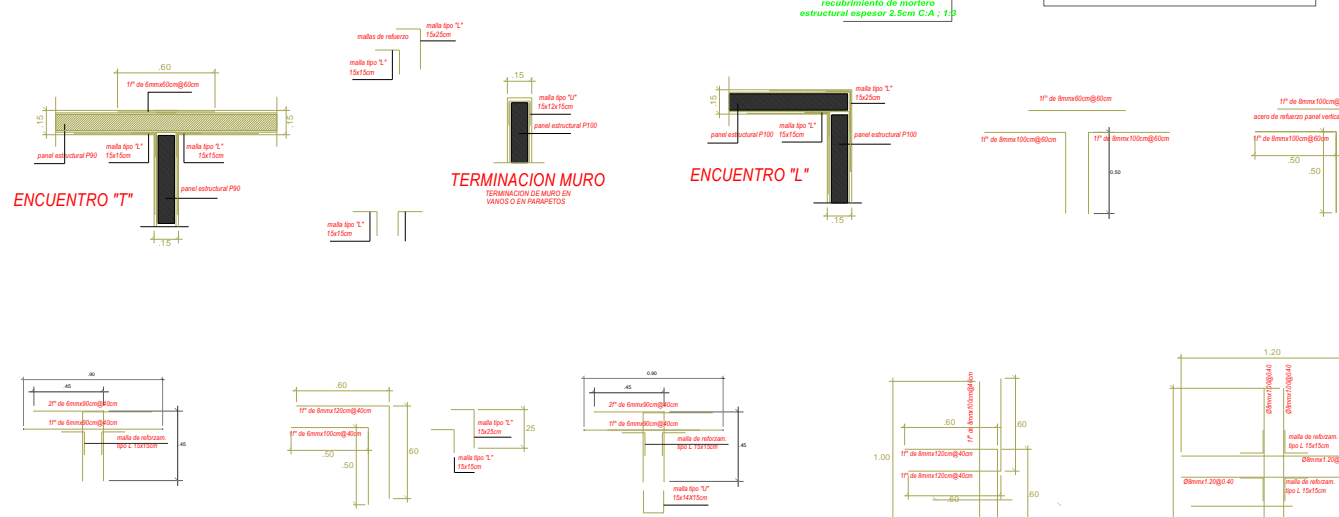
DEL PANEL ESTRUCTURAL  
ANCHO DE PANEL : 1.20MT  
LARGO STANDARD : SEGUN REQUERIMIENTO 3.00MT  
ESPESOR EPS MUROS : 8CM  
ESPESOR EPS TECHO : 12CM  
DENSIDAD EPS : 15KG/M<sup>3</sup>  
DOBLE MALLA DE ACERO : CAL. 12 @8CM AMBOS SENTIDOS  
PESO STANDARD DE PANEL : 3KG/M<sup>2</sup>  
CONECTORES DE ACERO : CAL. 12  
ESPESOR DE RECURRAMIENTO MURO : 3.0CM POR LADO  
LOSA SUPERIOR DE ENTREPISO : 5CM  
ESPESOR DE RECURRAMIENTO CIELO RASO : 3CM  
ESPESOR DE LOSA TERMINADA : 20CM  
PESO TERMINADO DE PANEL MURO : 105KG/M<sup>2</sup> APPROX.  
PESO DE LOSA DE ENTREPISO TERMINADA : 210KG/M<sup>2</sup> APPROX.  
AISLAMIENTO ACUSTICO : +60DB  
CONDUCTIVIDAD TERMICA : 0.070Kcal/mh°C



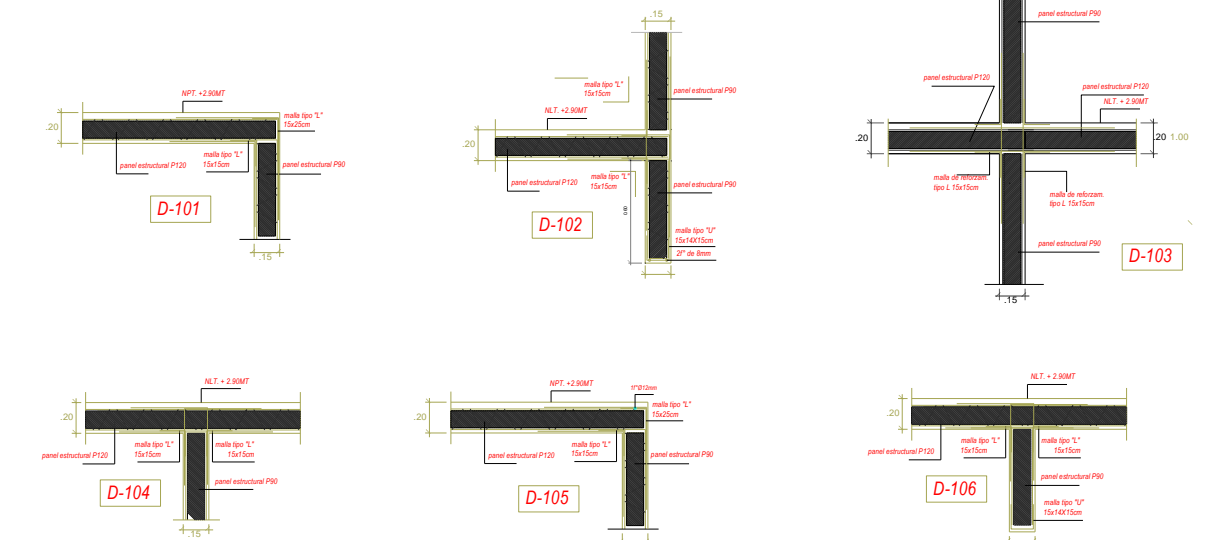
LOSA DE ENTREPISO - PRIMER NIVEL  
NPT. + 2.90MT  
ESCALA: 1/75



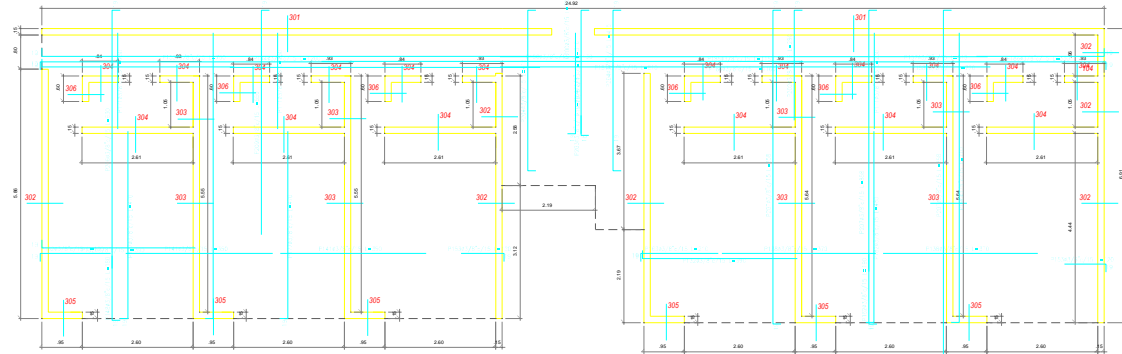
LOSA DE ENTREPISO - SEGUNDO NIVEL  
NPT. + 3.80MT  
ESCALA: 1/75



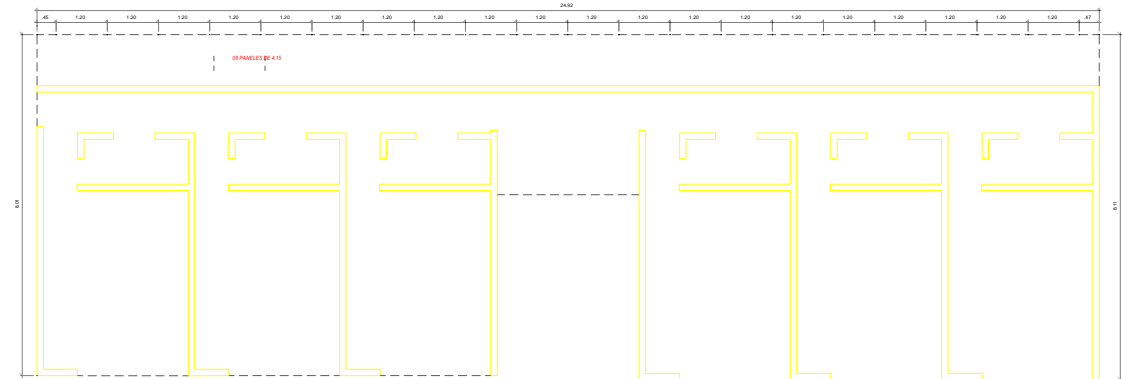
DETALLES ESTRUCTURALES - CONPANEL  
ESCALA: 1/25



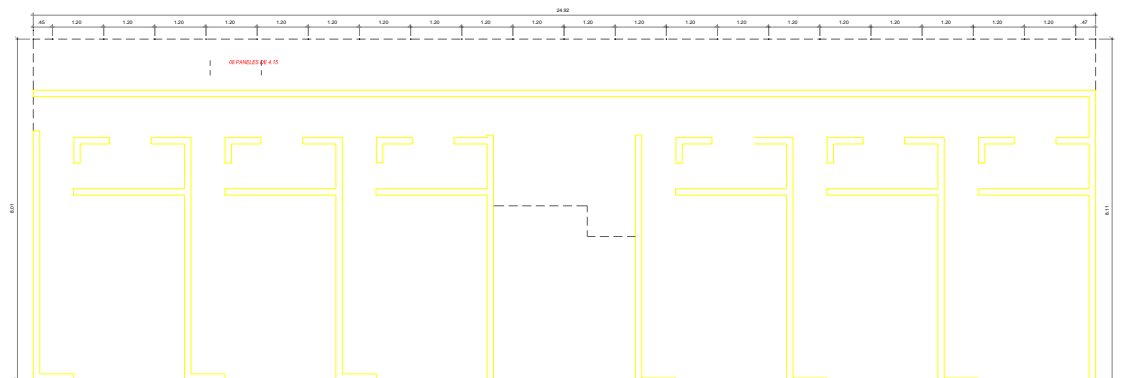
PLANO DE UBICACION:
EMPRESA:
PROPIETARIO: <b>JAIME ARMANDO NOVOA LARRAGAN</b>
AREA DE TERRENO: 413.87M <sup>2</sup> PERIMETRO : 82.85 ML
DATOS DEL PROYECTO: PROYECTO: HOTEL CASA BLANCA DESCRIPCION: 4 NIVELES
DIRECCION DEL PROYECTO: PROVINCIA: TALARA DISTRITO: LOS ORGANOS REFERENCIA: Av. Calle o Jr. Antigua Carretera Panamericana Km 1213+210 y Km 1213+234.13 Vichayito DATUM: PSAD 56 PROYECCION: UTM HEMISFERIO: SUR ZONA: 17
<b>ESPECIALIDAD :</b>  <b>PLANO DE ESTRUCTURAS</b>
SELLO Y FIRMA PROPIETARIO:
SELLO Y FIRMA PROYECTISTA :
ESCALA : INDICADA
FECHA : JUNIO 2012
N° DE LAMINA: <b>E-01</b> DE 02



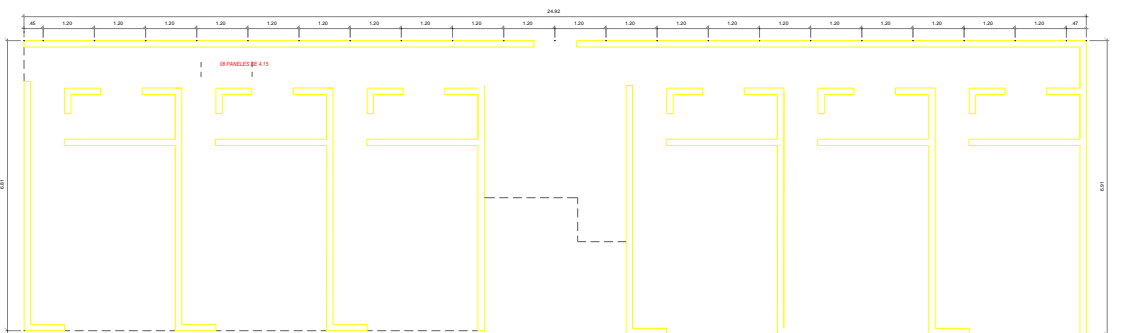
**LOSA DE ENTREPISO - TERCER NIVEL**  
NPT. = 3.45MT  
ESCALA: 1/75



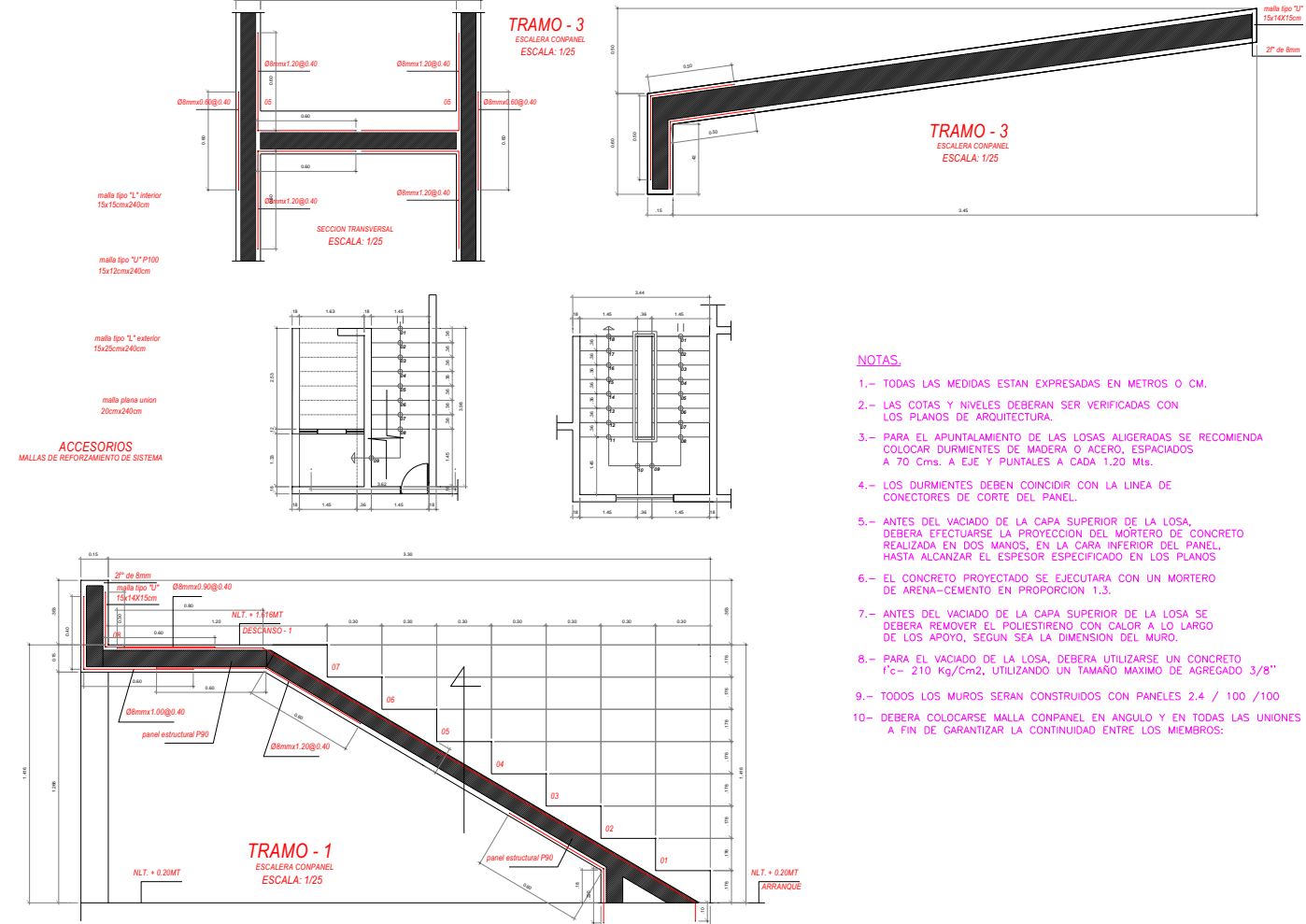
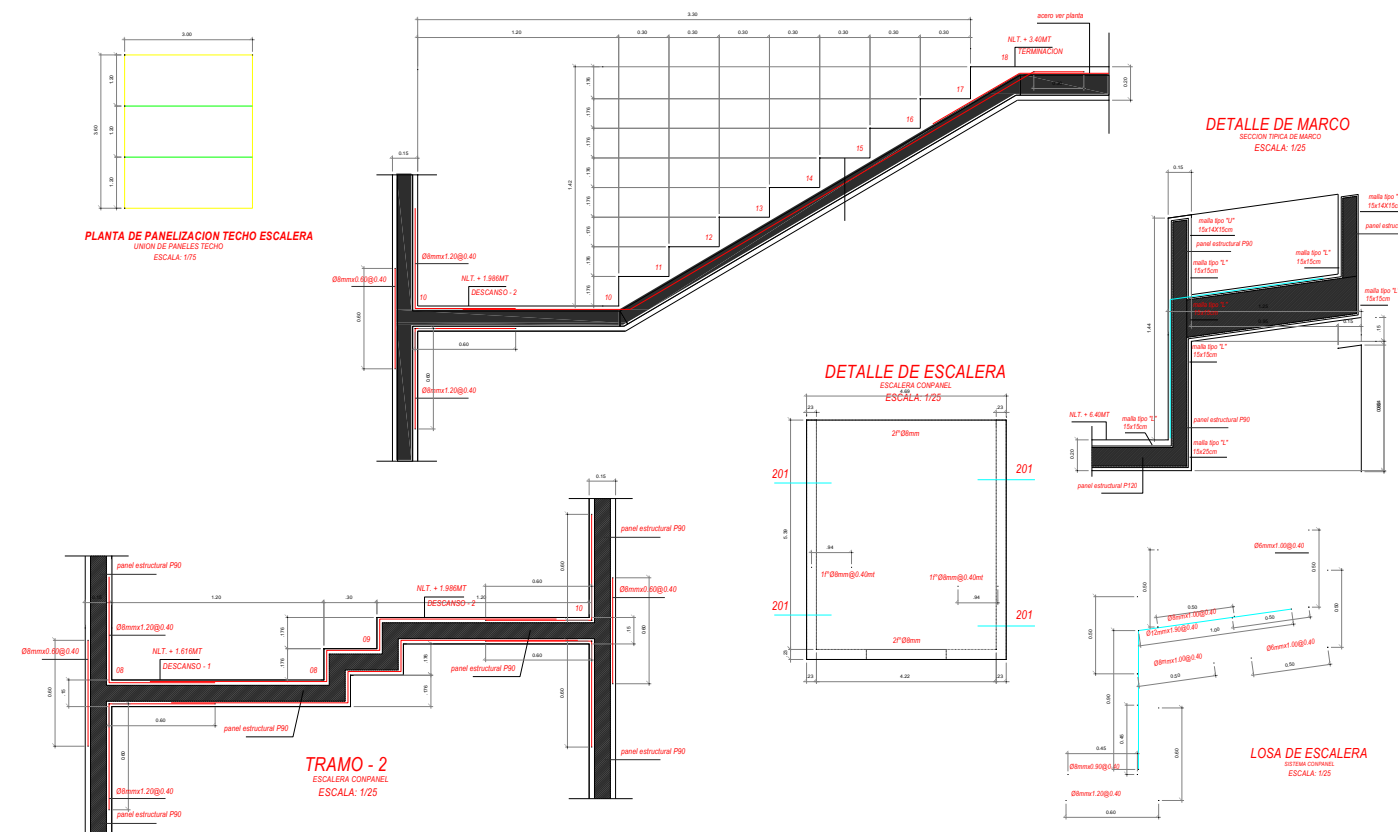
**PLANTA DE PANELIZACION TECHO 1º PISO**  
UNION DE PANELES TECHO  
ESCALA: 1/75



**PLANTA DE PANELIZACION TECHO 2º PISO**  
UNION DE PANELES TECHO  
ESCALA: 1/75



**PLANTA DE PANELIZACION TECHO 3º PISO**  
UNION DE PANELES TECHO  
ESCALA: 1/75



**ACCESORIOS**  
MALLAS DE REFORZAMIENTO DE SISTEMA

- NOTAS:**
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN METROS O CM.
  - LAS COTAS Y NIVELES DEBERAN SER VERIFICADAS CON LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.
  - PARA EL APUNTALAMIENTO DE LAS LOSAS ALIGERADAS SE RECOMIENDA COLOCAR DURMIENTES DE MADERA O ACERO, ESPACIADOS A 70 Cms. A EJE Y PUNTALES A CADA 1.20 Mts.
  - LOS DURMIENTES DEBEN COINCIDIR CON LA LINEA DE CONECTORES DE CORTE DEL PANEL.
  - ANTES DEL VACIADO DE LA CAPA SUPERIOR DE LA LOSA, DEBERA EFECTUARSE LA PROYECCION DEL MORTERO DE CONCRETO REALIZADA EN DOS MANOS, EN LA CARA INFERIOR DEL PANEL, HASTA ALCANZAR EL ESPESOR ESPECIFICADO EN LOS PLANOS.
  - EL CONCRETO PROYECTADO SE EJECUTARA CON UN MORTERO DE ARENA-CEMENTO EN PROPORCION 1.3.
  - ANTES DEL VACIADO DE LA CAPA SUPERIOR DE LA LOSA SE DEBERA REMOVER EL POLIESTIRENO CON CALOR A LO LARGO DE LOS APOYO, SEGUN SEA LA DIMENSION DEL MURO.
  - PARA EL VACIADO DE LA LOSA, DEBERA UTILIZARSE UN CONCRETO f'c= 210 Kg/Cm2, UTILIZANDO UN TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO 3/8"
  - TODOS LOS MUROS SERAN CONSTRUIDOS CON PANELES 2.4 / 100 / 100
  - DEBERA COLOCARSE MALLA CONPANEL EN ANGULO Y EN TODAS LAS UNIONES A FIN DE GARANTIZAR LA CONTINUIDAD ENTRE LOS MIEMBROS:

<b>PLANO DE UBICACION:</b>
<b>EMPRESA:</b>
<b>PROPIETARIO:</b> <b>JAIME ARMANDO NOVOA LARRAGAN</b>
<b>AREA DE TERRENO:</b> 413.87M2 <b>PERIMETRO:</b> 82.85 ML
<b>DATOS DEL PROYECTO:</b> <b>PROYECTO:</b> HOTEL CASA BLANCA <b>DESCRIPCION:</b> 4 NIVELES
<b>DIRECCION DEL PROYECTO:</b> <b>PROVINCIA:</b> TALARÁ <b>DISTRITO:</b> LOS ORGANOS <b>REFERENCIA:</b> Av. Calle o Jr. Antigua Carretera Panamericana Km 1213+210 y Km 1213+234,13 Vichayito <b>DATUM:</b> PSAD 56 <b>PROYECCION:</b> UTM <b>HEMISFERIO:</b> SUR <b>ZONA:</b> 17
<b>ESPECIALIDAD:</b> <b>PLANO DE ESTRUCTURAS</b>
<b>SELLO Y FIRMA PROPIETARIO:</b>
<b>SELLO Y FIRMA PROYECTISTA:</b>
<b>ESCALA:</b> INDICADA
<b>FECHA:</b> JUNIO 2012
<b>Nº DE LAMINA:</b> <b>E-02 DE 02</b>



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA**



Yo Johnny Alexander Hidalgo Tang  
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)  
identificado con DNI 42331433 en mi calidad de EJECUTOR DEL PROYECTO  
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)  
del área de PROYECTOS  
(Nombre del área de la empresa)  
de la empresa/institución WOLF.COM COMPANY SRL  
(Nombre de la empresa)  
con R.U.C N° 20557324349 ubicada en la ciudad de LIMA

**OTORGO LA AUTORIZACIÓN,**

Al señor Juan Eduardo Campos Pizarro  
(Nombre completo del Egresado/Bachiller)  
identificado con DNI N° 74026016 egresado de la () Carrera profesional o () Programa de  
Postgrado de Ingeniería Civil  
(Nombre de la carrera o programa) para

que utilice la siguiente información de la empresa:  
Planos del Hotel Costa Blanca como planos de arquitectura,  
sanitarios, eléctricos; entre otros.  
(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su () Trabajo de Investigación, () Tesis o () Trabajo de  
suficiencia profesional para optar al grado de () Bachiller, () Maestro, () Doctor o () Título Profesional.

Adjunto a esta carta, está la siguiente documentación:

- Ficha RUC
- \*Vigencia de Poder (Para informes de suficiencia profesional)
- Otro (ROF, MOF, Resolución, etc. para el caso de empresas públicas válido tanto para Tesis, Trabajo de Investigación o Trabajo de Suficiencia Profesional).

\* Nota: En el caso este formato se use como regularización o continuidad del trámite durante la coyuntura de emergencia - Covid19, se debe de omitir la "Vigencia de Poder" requerido para los informes de Suficiencia Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

- Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
- Mencionar el nombre de la empresa.

  
Firma y sello del Representante Legal  
DNI: 42331433

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente, asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

  
Firma del Egresado  
DNI: 74026016