

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA- PUENTE PIEDRA, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Patrick Nestor Bouby Herrera

Asesor:

Ing. Diaz Garcia, Gonzalo H.

Lima - Perú

2021



ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Diaz Garcia, Gonzalo H, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Civil, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- BOUBY HERRERA, PATRICK NESTOR

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: *COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA- PUENTE PIEDRA, 2021* para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, AUTORIZA al o a los interesados para su presentación.

Ing. /Lic./Mg./Dr. Nombre y Apellidos
Asesor



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante: *Patrick Nestor Bouby Herrera*, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA- PUENTE PIEDRA, 2021*

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos

Jurado

Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos

Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos

Jurado



DEDICATORIA

Tú, quien ha sido mi mano derecha durante todo este tiempo, mi confidente y la fuerza que necesitaba para seguir adelante; te agradezco por tu desinteresada ayuda, por levantarme el aliento cuanto más lo necesite, por apoyarme en todas las decisiones tomadas durante mi carrera. Te agradezco no solo la ayuda brindada, sino por darme la vida.

Eres una gran persona, y me encanta tenerte como mi madre, te amo.



AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es la vida y lo justa que puede llegar a ser; gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis. Gracias por creer en mí y gracias a Dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.



TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN.....	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	11
RESUMEN.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	54
CAPÍTULO III. RESULTADOS	69
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	131
REFERENCIAS	134
ANEXOS.....	136



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_o).....	40
Tabla 2: Dimensionamiento de las unidades de albañilería a base de Tetrapak reciclado (polialuminio).....	56
Tabla 3: Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería a base de Tetrapak reciclado (polialuminio).....	57
Tabla 4: Modulo elástico de las unidades de albañilería a base de Tetrapak reciclado (polialuminio).....	57
Tabla 5: Leyenda de codificación de acuerdo con los objetivos.....	60
Tabla 6: Formato de la tabla de estudio clasificados.....	61
Tabla 7: Calculo de rigidez en el eje XX en la estructura con muros estructurales a base arcilla (King Kong 18 huecos).....	72
Tabla 8: Calculo de rigidez en el eje YY en la estructura con muros estructurales a base arcilla (King Kong 18 huecos).....	73
Tabla 9: Calculo de irregularidad torsional en el eje XX en la estructura con muros estructurales a base arcilla (King Kong 18 huecos).....	74
Tabla 10: Calculo de irregularidad torsional en el eje YY en la estructura con muros estructurales a base arcilla (King Kong 18 huecos).....	74
Tabla 11: Peso de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18 huecos.....	75
Tabla 12: Cortante sísmico estático en el eje XX con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....	76
Tabla 13: Cortante sísmico estático en el eje YY con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....	77
Tabla 14: Cortante sísmico dinámico en el eje XX con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....	78
Tabla 15: Cortante sísmico dinámico en el eje YY con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....	78
Tabla 16: Centro de masa para la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....	79
Tabla 17: Centro de rigidez para la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....	80
Tabla 18: Cumplimiento de las excentricidades para la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....	80
Tabla 19: Cortante en cada elemento de la estructura en le XX para la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....	81
Tabla 20: Cortante en cada elemento de la estructura en le YY para la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....	82
Tabla 21: Definimos el espectro de aceleraciones XX e incorporar al programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos.....	94
Tabla 22: Definimos el espectro de aceleraciones YY e incorporar al programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos.....	96
Tabla 23: Desplazamiento de la estructura en el eje XX que cuenta con muros estructurales a base de arcilla King Kong 18 huecos.....	99
Tabla 24: Desplazamiento de la estructura en el eje YY que cuenta con muros estructurales a base de arcilla King Kong 18 huecos.....	100
Tabla 25: Calculo de rigidez en el eje XX en la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio).....	103
Tabla 26: Calculo de rigidez en el eje YY en la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio).....	104
Tabla 27: Calculo de irregularidad torsional en el eje XX de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio).....	105



<i>Tabla 28: Cálculo de irregularidad torsional en el eje YY de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 29: Peso de la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 30: Cálculo de la cortantes estático en eje XX de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 31: Cálculo de la cortantes estático en eje YY de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 32: Cálculo de la cortantes dinámico en eje XX de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 33: Cálculo de la cortantes dinámico en eje YY de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 34: Cálculo del centro de masa de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 35: Cálculo del centro de rigidez de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 36: Cumplimiento de las excentricidades para la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 37: Cálculo de la cortante en los muros portantes en el eje XX de la edificación a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 38: Cálculo de la cortante en los muros portantes en el eje YY de la edificación a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 39: Definimos el espectro de aceleraciones XX e incorporar al programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 40: Definimos el espectro de aceleraciones YY e incorporar al programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 41: Incorporación del espectro en el eje XX hacia el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 42: Incorporación del espectro en el eje YY hacia el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 43: Proceso de ejecución del programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 44: Cálculo del desplazamiento en el eje XX en la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 45: Cálculo del desplazamiento en el eje YY en la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 46: Velocidades de corte, MASW</i>	<i>151</i>
<i>Tabla 47: Velocidades de corte, MASW</i>	<i>151</i>



ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

<i>Ilustración 1: materiales no biodegradables</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 2: Químico Nakayama mostrando probetas de madera de pino (izquierda) y de guayule con HDPE (derecha) expuestas a termitas Fuente: Agriculture Research Service</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 3: componentes de las barreras de protección del envase de Tetrapak</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 4: Curva digitalizada de respuesta espectral.....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 5: Diagrama de flujo.....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 6: Unidades con la que se calculó la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 7: Propiedades de la unidad de albañilería en la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 8: Resistencia de la unidad de albañilería en la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 9: propiedades del concreto de $f'c=210$ para el cálculo de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....</i>	<i>86</i>
<i>Ilustración 10: resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ para el cálculo de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 11: propiedades del acero grado 60 para el cálculo de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 12: propiedades de resistencia del acero grado 60 para el cálculo de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18.....</i>	<i>89</i>
<i>Ilustración 13: Propiedades de las vigas y columnas para el cálculo de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos.....</i>	<i>89</i>
<i>Ilustración 14: Propiedades de las losas para el cálculo de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos.....</i>	<i>90</i>
<i>Ilustración 15: propiedades de los muros, de 13 y 15 es de albañilería y el de 23 es de concreto en la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos</i>	<i>90</i>
<i>Ilustración 16: Distribución de la planta típica de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos</i>	<i>91</i>
<i>Ilustración 17: Vista del diseño en 3d en el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos.....</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 18: Incorporación del espectro en el eje XX hacia el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos.....</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 19: Incorporación del espectro en el eje YY hacia el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos.....</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 20: Proceso de ejecución del programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos.....</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 21: Cuadro de desplazamiento de la estructura en el eje XX que cuenta con muros estructurales a base de arcilla King Kong 18 huecos</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 22: Cuadro de desplazamiento de la estructura en el eje YY que cuenta con muros estructurales a base de arcilla King Kong 18 huecos</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 23: Definición de unidades para realizar el análisis en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio).....</i>	<i>114</i>
<i>Ilustración 24: Propiedades de la unidad de albañilería en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>115</i>
<i>Ilustración 25: Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería $f'm=340$ en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>116</i>
<i>Ilustración 26: Propiedades del concreto de $f'c=210$ en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)</i>	<i>117</i>



Ilustración 27: Resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) 118

Ilustración 28: Propiedades del acero grado 60 en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) 119

Ilustración 29: Propiedades de resistencia del acero grado 60 en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)..... 120

Ilustración 30: propiedades de las vigas y columnas en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) 121

Ilustración 31: Propiedades de las losas en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) 121

Ilustración 32: propiedades de los muros, de 13 y 15 es de albañilería y el de 23 es de concreto en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)..... 122

Ilustración 33: Desplazamiento de la estructura en el eje XX que cuenta con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) 129

Ilustración 34: Desplazamiento de la estructura en el eje YY que cuenta con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) 130

Ilustración 35: Espesor de la muestra :7cm 152

Ilustración 36: Longitud de la unidad de albañilería de Tetrapak reciclado L:20cm 152

Ilustración 37: Ancho de la muestra de Tetrapak reciclado b:10cm 153

Ilustración 38: Muestras a analizar de la unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado 153

Ilustración 39: Estudio de mecánica de suelo 148

Ilustración 40: Calculo de capacidad portante del suelo en que va a estar cimentado la estructura 149

Ilustración 41: Calculo del asentamiento y coeficiente de balasto en del suelo en que va a estar cimentado la estructura..... 150

Ilustración 42: Primere ensayo de materiales, fuerza de compresión de la unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) 142

Ilustración 43: Segundo ensayo de materiales, fuerza de compresión de la unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) 143



ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Cortante de basal.....</i>	<i>38</i>
<i>Ecuación 2: Valor del C/R.....</i>	<i>38</i>
<i>Ecuación 3: Fuerza sísmica horizontal.....</i>	<i>38</i>
<i>Ecuación 4: Constante de repartición.....</i>	<i>38</i>
<i>Ecuación 5: Periodo fundamental de vibración teórico.....</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación 6: Periodo fundamental de vibración.....</i>	<i>41</i>
<i>Ecuación 7: Momento torsor accidental.....</i>	<i>42</i>
<i>Ecuación 8: Equilibrio dinámico.....</i>	<i>42</i>
<i>Ecuación 9: Aceleración espectral.....</i>	<i>49</i>
<i>Ecuación 10: Respuesta máxima elástica esperada.....</i>	<i>50</i>
<i>Ecuación 11: Coeficientes de correlación.....</i>	<i>50</i>
<i>Ecuación 12: Respuesta máxima elástica esperada.....</i>	<i>50</i>



RESUMEN

En los últimos años según el Ministerio del Ambiente (Perú) la tasa de la producción de los residuos va incrementándose considerablemente, originando un problema de contaminación ambiental de diferentes tipos como el agua, aire, suelo, auditivo y entre otros.

Para este proyecto se realizará un análisis sísmico comparativo de un material no convencional como es el Tetrapak reciclado (polialuminio) y de la unidad de albañilería de arcilla (king kong 18 huecos) según los datos arrojados por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), la cual se analizará como un muro portante.

Para ello se utilizarán los principios de la norma de albañilería de manera que podamos analizar el comportamiento, también se analizaran con los principios de la norma de diseño sismorresistente, cuyo fin será de resolver la pregunta: ¿cuáles es el comportamiento sísmico de los muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) para edificaciones de 4 pisos en la ciudad de Lima-Puente Piedra en el 2021?

Los resultados obtenidos fueron válidos y se concluyó que un muro portante a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) tiene un buen comportamiento frente a un sismo, tanto así que tiene un mejor comportamiento que el de la unidad de albañilería de arcilla (king kong 18 huecos)

Palabras clave: Tetrapak, Elemento estructural, Análisis sísmico.



CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

El más grande reto de la ingeniería de la construcción es buscar innovar sus métodos al descubrir materiales que además de ser buenos estructuralmente, favorezcan el desarrollo sostenible mitigando los impactos ambientales generados por la factoría de la construcción. (SUSUNAGA MONROY, 2014)

La contaminación, el calentamiento Global, el Desarrollo Sostenible, las Tecnologías Verdes, las Eco-soluciones y el cuidado del Medio Ambiente parecen ser palabras muy usadas en la actualidad por diversas razones y factores. (VILCHES, 2014)

Dada al aumento de contaminación que se genera cada año y existen pocas soluciones para reducir el impacto ambiental, sobre todo en el Tetrapak que es un material muy difícil de reciclar, puesto que en estos años como el 2021 se sigue construyendo de la misma forma convencional y no existe algún método nuevo que pueda ayudar a reducir el impacto ambiental. En el departamento de Lima, provincia de Lima especialmente en el distrito de Puente Piedra se tiene pocas cadenas de reciclaje tanto formales que creo dicho distrito para poder dar una mejor forma de vida a las personas que se dedican a este oficio y también encontramos de manera informal forman una cadena que maneja considerable cantidad de productos.

El abasto empieza por los recolectores en forma individual, posteriormente estos los llevan a centros de avituallamiento y estos a mayoristas para su venta final a diversas empresas que lo procesaran, todo esto genera una cadena económica no muy insignificante, la basura de algunos se convierte en un ingreso económico para otros. Los residuos sólidos inorgánicos son los abanderados en la incipiente cadena de reciclaje.



El Presente trabajo trata de investigar y de mostrar un nuevo uso al Tetrapak reciclado(polialuminio) respecto al sector de construcción, que tiene muy pocas aplicaciones y de manera directa competiría con las construcciones tradicionales desarrolladas hoy en día, siendo una excelente alternativa debido a sus propiedades y su bajo precio.

Una alternativa para tratar este problema es el reciclaje de estos envases no para volver a reprocesarlos en sus componentes originales, sino para procesarlos y darles un segundo uso en la industria, es así como se crea las placas de Tetrapak reciclado, ChipTec o Tectan (madera sintética). Diversos países como Estados Unidos, China y Alemania, incluso países de Sudamérica como Brasil, Colombia, Ecuador y Chile están remplazando progresivamente a la madera y el plástico con este nuevo material. Se calcula que en la contratación peruana existen alrededor de 9,000 toneladas de envases post consumo de Tetra Pak® al año.

(Tetra Pak®, 2014)

Al hacer la búsqueda de la información de los artículos científicos no encontramos datos exactos o algún artículo científico al cual guiarnos y con esto nos lleva a preguntarnos que: ¿Qué se conoce sobre los diseños de un muro estructural a base de Tetrapak reciclado(polialuminio) sin que este afecte su comportamiento y/o su rendimiento al ser evaluado con un muro estructural convencional en evidencia científica respecto a los últimos 10 años?



1.2 ANTECEDENTES

Internacionales

Se puede definir que el material compuesto obtenido supera las propiedades deseadas, a su vez esperaba una tendencia de comportamiento uniforme y similar en ambas composiciones del material compuesto en términos de sus matrices poliméricas. (ALBARACIN CARRERA, 2020)

Según la revista ingeniería de construcción (RIC) nos especifica de los resultados obtenidos al hacer los diferentes ensayos destructivos y esto nos arroja la curva del comportamiento lineal que representa un comportamiento lineal predecible para las columnas armadas con tornillos. En todos los casos ensayados, después de alcanzar una carga máxima promedio de 49,37 kN (M. Quintero *, 2017)

La empresa Ecuaplastic nos dice las que: Los productos Ecopak tienen diferentes propiedades, entre de ellas: Térmica: debido a su materia prima se obtiene un alto nivel de reflexión y reducción de conductividad térmica logrando reducir un 30% la temperatura presentada en el medio ambiente versus la interior en la superficie de la cubierta. (ECUAPLASTIC, 2018)

Según el artículo de investigación, La curva tensión-deformación para una de las muestras mostró un comportamiento no lineal con dos comportamientos lineales iniciales. Se estableció un módulo de elasticidad promedio primario de $E_{prim}=747,2\text{MPa}$ que duró un rango de tensión de entre 0,0002mm/mm y 0,000475mm/mm, tensión en el que un se



mantuvo un comportamiento lineal secundario para un rango mayor de tensión ($E_{seg}=238,02$ MPa). El material no tiene un límite elástico. Más bien tiene un comportamiento no lineal hasta que alcanza el esfuerzo que rompe la sección transversal con el avance de una grieta perpendicular al eje de carga. (M. Quintero *, 2017)

En el área de la construcción el proceso constructivo VIVIENDA ECOPLAK® se constituye en la mejor solución técnico-económica, moldeable a cualquier ambiente, clima y estrato social. ® EL ECOPLAK se distribuye en láminas de espesores de diferentes espesores para diferentes usos, tanto estructurales como arquitectónicos. (ECOPLAK, 2010)

Nacionales

Los envases de Tetra Pak están conformados por 75% de cartón de ápice larga y 25% de polietileno. Gracias al reciclaje de estos envases nacen dos alternativas: el cartón y las tejas y planchas de poli aluminio. Con este nuevo material, tan eficiente como la madera, se puede fabricar todo tipo de mobiliario. "Las planchas de poli aluminio pueden ser distintos espesores, entusiasmo que permite originar una diversidad de productos en formas y diseños" (GONZALES, 2010)

Para uno plantear el análisis sísmico, tenemos que tener en consideración la conducta del material a usar, entre ellos unos de los más importantes está el módulo de elasticidad, ya que con ello podemos calibrar los desplazamientos que tendrá nuestra estructura, de esto nos explica Juárez que: Las placas aglomeradas de HDPE-Tetra Pak reciclados muestran un módulo de elasticidad subjetivo en flexión, relativamente más reducido que el de los materiales comerciales exceptuando los tableros Ecoplak. (JUAREZ, 2014)



Todas estas valorizaciones y ensayos tienen que obedecer con el patrón del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Al determinarse los esfuerzos en la albañilería se tendrán en cuenta los efectos producidos por las cargas muertas, cargas vivas, sismo, vientos, excentricidad de cargas, torsiones, cambios de temperatura, asentamientos diferenciales, etc. El análisis sísmico contemplará lo estipulado en la Norma Técnica de Edificación E.030 (BUSTAMANTE, 2019)

1.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

Desechos Sólidos

Las impurezas sólidas también son llamados comúnmente como basura. Según la Real Academia Española (RAE) una basura o chatarra es “todo lo que queda después de haber recolectado lo mejor y más valioso de algo, o algo que usaste o por cualquier otra razón, no sirve a la persona para quien se hizo.” El aumento de desechos sólidos tiene una relación directa al crecimiento poblacional y económico de una región, con esto aumenta los riesgos que causa el manejo inadecuado de los desechos sólidos inorgánicos. Los desechos sólidos inorgánicos y orgánicos usualmente se pueden clasificar en dos grandes grupos: biodegradables y no biodegradables. (EDUARDO, 2015)

Biodegradables

Los desechos biodegradables u orgánico son un “tipo de desperdicios que se originan de plantas y animales, los cuales son descompuestos por la acción de agentes biológicos que los rodean.”(RAE., 2010)Estos agentes orgánicos habitualmente son el sol, el agua, las bacterias, las plantas, etc. La degradación puede darse de dos formas: aeróbica o anaeróbica. Para la



degradación aeróbica es esencial el oxígeno diatómico para que el componente se degrade, mientras que los componentes anaeróbicos no requieren el oxígeno para que este altere en su descomposición.

No Biodegradables

Los desechos no biodegradables o inorgánicos son todos aquellos que no se descomponen mediante un proceso natural o que se tardan muchos años para descomponerse. (RAE., 2010)

Los residuos más frecuentes de este tipo son los plásticos, el vidrio, los desechos químicos, etc. (FIER, 2011)

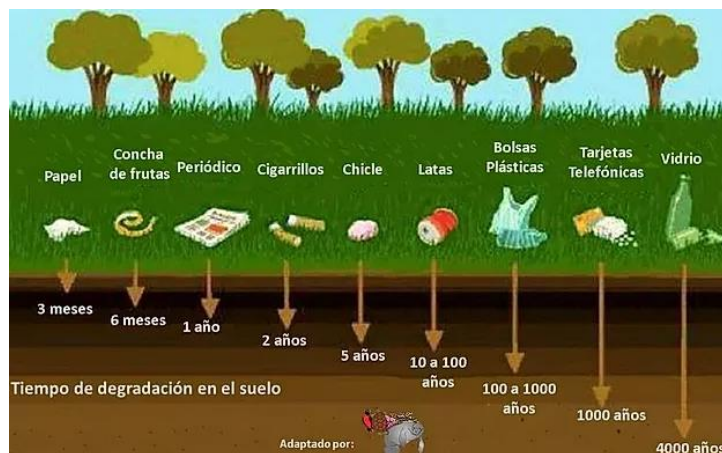


Ilustración 1: materiales no biodegradables

Tetrapak.

Es una empresa sueca que dieron sus primeros inicios en los años 1951 por Ruben Rausing y Erick Wallenberg, que produce material de envase para alimentos. La empresa es parte de la Tetra Laval Group, además incluye Sidel, que se dedica en los envases de plástico.

Actualmente existen más de 70 sucursales de representación mercantil alrededor del planeta.

El producto es vendido en más de 165 mercados. (Tetra Pak: historia, 2010, www.tetrapak.com) Los envases de Tetra Pak, nombre también de la empresa productora,



son unos revolucionarios empaques asépticos para líquidos que al ser combinados con un procesamiento de Ultra-Alta Temperatura (UTH, Ultra High Temperature), ayuda que los fluidos puedan ser envasados y guardados a temperatura óptima hasta por más de un año. Este proceso permite que el presupuesto de los materiales que utilizan este sistema y modelo sean más bajos, dándole un alto margen de competitividad, alcanzando mercados globales mayores y ampliando los grilletes de distribución. Este material ha revolucionado no solo la industria alimenticia común incluyendo los procesos de empaqueo, distribución, almacenaje e incluso consumo de los diversos productos. (GIOVANNETTI VIDALES, 2003)

Antecedentes

La empresa (Tetra Pak®, 2014) nos dice que: Actualmente alrededor del mundo entero, en especial en las últimas dos décadas se ha visto el despertar hacia una conciencia ecológica, la cual ha llevado a que los consumidores cada vez más exijan productos ecológicos que no sean nocivos para el medio ambiente y que a la vez ayuden a reducir las emisiones de basura y contaminantes que afectan de manera negativa el medio ambiente, por medio del reciclaje y reutilización de los desechos. Tal es el caso del Tectán que es un material aglomerado fabricado a partir de la trituración y prensado de los envases de Tetra Pak. Su composición es la misma que la de los envases originales: cartón, polietileno de baja densidad y aluminio, cuyas propiedades características son:

- Resistente a la humedad
- Termo formable, flexible y manejable
- Libre de resinas y formaldehidos: no contamina el aire, el suelo o el agua
- Inmune a las plagas y hongos



- Material térmico: resiste un de temperatura de hasta 135°C hasta -58°C
- Material Acústico: filtra hasta un 69% los ruidos
- Solidez: resistente a impactos de todo tipo de material
- Puede ser aserrado, modelado, pegado, atornillado
- Puede ser trabajado con herramientas utilizadas en carpintería y herramientas caseras
- Vida útil muy larga



Ilustración 2: Químico Nakayama mostrando probetas de madera de pino (izquierda) y de guayule con HDPE (derecha) expuestas a termitas Fuente: Agriculture Research Service

En el caso de nuestro país, no hay registros de fabricación de Tectán, sin embargo, en el año 2008 se inicia por acción de la empresa transnacional Tetra Pak en alianza con la empresa Cartoteck, la fabricación de un material de construcción llamado “Poli aluminio”. El Poli aluminio también proviene de los envases de Tetra Pak de desecho, y se diferencia del Tectán en el proceso de fabricación, debido a que se busca obtener dos productos de las múltiples capas de los envases de Tetra Pak, el cartón (celulosa) y el Poli aluminio (aluminio y plástico) material con el cual se fabrican calaminas , tejas, etc.



Esta planta se encuentra en el distrito de San Juan de Lurigancho en Lima, cuya capacidad de procesamiento es de 8640 toneladas por año. Cabe indicar que esta iniciativa es sin fines de lucro y que, junto con la municipalidad de Chorrillos, han lanzado el programa social “De envase a envase, la escuela se hace”, que busca el tratamiento de estos residuos para la construcción de mobiliario escolar, que posteriormente es entregado a una institución educativa.

Disponibilidad de plásticos residuales

Según (Alicia, 2019), A nivel nacional se tiene una producción diaria de residuos sólidos urbanos que sobrepasa las 20 000 toneladas diarias.

En el departamento de lima, distrito de puente piedra se generan alrededor de 120 toneladas al día de residuos sólidos. Cantidad de la cual, solo es aprovechado el 30 % de los residuos sólidos estos en su mayoría Polietileno Tereftalato (PET), Polietileno de Alta Densidad (HDPE) y Polipropileno (PP). De estas cifras podemos concluir que, la ciudad de Huánuco-Tingo Marías cuenta con un buen potencial diario de desechos plásticos reciclables, que, con una buena gestión de residuos sólidos urbanos, pueden ser bien aprovechados para la generación de nuevos productos provenientes de materiales 100% reciclados. Pero lamentablemente en muchos casos estos residuos plásticos no son reciclados para su posterior reutilización, o en todo caso no son dispuestos de manera correcta y son desechados de manera indiscriminada, convirtiéndose así en desechos contaminantes para el medio ambiente como para las mismas personas.



Antecedentes de este material en otros países.

Al buscar información sobre este material encontramos que otros países ya elaboran este tipo de materiales (tableros). Alemania es el país que propuso la tecnología para su fabricación y tuvo su origen en ella, gracias a la colaboración y ayuda brindada por la empresa TETRAPAK, China y algunos países sudamericanos como Chile y Ecuador que han promovido su desarrollo y uso como Materiales recomendados para proteger el medio ambiente. A continuación, mencionaremos algunos nombres por los cuales los tableros de partículas basados en Tetrapak son conocidos en diferentes países: (LEIDA, 2010)

Según Smart Garbage, mencionaremos algunos nombres con los que se les conoce a los tableros aglomerados a base de Tetrapak en los diferentes países que los producen. (GARBAGE, 2006)

- a) Alemania: Conocido como Tectán, Empresa EDV.
- b) España: Conocido como Maplar, Empresa RDB.
- c) Chile: Conocidos como Tectán, Empresa Tecaplak,
- d) Ecuador: Conocido como ECOPAK, Empresa Ecuaplastic.
- e) Argentina: Conocido como T-Plak, Empresa Rezagos Industriales.
- f) China: Conocido como Chiptek.
- g) Pakistán: Conocido como Chiptek.
- h) Turquía: Conocido como Yekpan.



Componentes

Según la empresa Tetra Laval Group (TETRAPAK, 2010) Nos dice que los envases de Tetra Pak están formados por diferentes capas:

1. Capa superficial de polímero (polietileno): Polietileno de Baja Densidad que impermeabiliza el envase y protege los alimentos de la humedad atmosférica externa
2. Capa de cartón: Cartón (celulosa) que le da forma, estabilidad y rigidez al envase y en donde se realiza la impresión del diseño
3. Capa de polietileno: Polietileno de Baja Densidad que permite la adhesión entre el cartón y la capa de Aluminio.
4. Capa de aluminio: Aluminio que actúa como barrera contra la luz y el oxígeno, es la capa más importante del envase. Gracias a este material, los alimentos permanecen completamente protegidos del medio ambiente, se garantiza la protección de sus vitaminas y nutrientes, evitando la formación de bacterias. La capa de Aluminio es el elemento que marca la diferencia en los envases de Tetra Pak.
5. Capa de adhesivo: Polietileno de Baja Densidad que optimiza la adhesión del aluminio.
6. Capa interna de plástico (polietileno): Polietileno de Baja Densidad que previene el contacto del producto con las otras capas del material de envase

Está compuesto en un 75% de papel dúplex (un papel de mayor gramaje) de 239 g/m² que contiene 2/3 de papel sin blanquear y 1/3 de papel con blanqueo libre de cloro elemental. El papel le da la rigidez necesaria al envase y es sobre esta superficie que se imprime la marca y publicidad del producto. Otro elemento importante en la composición del envase de Tetra Pak es el aluminio, que representa un 5% del peso del envase, y que por sus propiedades especiales evita que los agentes medioambientales (luz y el oxígeno)

lleguen hasta el líquido o alimento y puedan dañarlo, permitiendo su conservación sin necesidad de ser refrigerado. El tercer componente que se encuentra entre estos dos materiales, en el exterior del empaque y en contacto directo con el líquido, es el plástico (polietileno) que representa un 20% del peso total del envase. Una vez que se obtienen el producto final de los empaques, se distribuyen a las fábricas donde los envases son llenados con máquinas diseñadas y distribuidas por la misma empresa. Para poder envasar los productos con el método aséptico y los empaques Tetra Pak es necesario seguir varios pasos de higienización:

- La esterilización del producto antes del llenado a través del proceso UHT.
- La esterilización del empaque antes de ser llenado por medio de calor, químicos, radiación, etc.
- La esterilización de las instalaciones (lugar de trabajo, líneas de producción, máquinas de llenado, etc.).

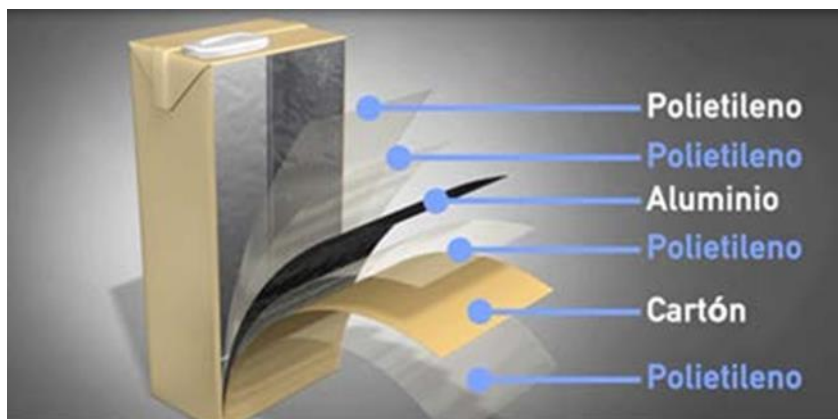


Ilustración 3: componentes de las barreras de protección del envase de Tetrapak

Tratamiento del Tetrapak reciclado según (Tetra Pak®, 2014)

donde el proceso comienza por:

1. Recolectar los envases de Tetrapak posconsumo.



2. Sumergir los trozos del Tetrapak en agua para desprender el cartón del poli aluminio por 2 horas.
3. Licuar los trozos de Tetrapak durante 20 minutos y así poder retirar todo el cartón del poli aluminio
4. Después de pasar por un colador, donde el poli aluminio quedara sin cartón dejar secar el material del agua.
5. Poner el material ya seco sobre un molde metálico para tener las dimensiones exactas.
6. Colocar el material limpio y triturado sobre una placa y pasar la lámina a una compresora a base de calor que tendrá una temperatura de 170° c durante 20 minutos para que los componentes se fundan y se compacten.

Crisis Medioambiental

La discusión sobre la crisis medioambiental y el cambio climático que está pasando en el planeta iniciaron hace aproximadamente veintiocho años cuando las consecuencias de la revolución y el desarrollo industrial empezaron a hacerse notar con cambios sin precedentes en el medio ambiente global. Como parte de los cambios efectuados en el medio ambiente creció una conciencia ambiental mundial en la cual se pretendía frenar este cambio climático, reduciendo las emisiones de gases, la contaminación del agua, la disminución del consumo energético, etc. Desde el 2001 se ha observado un incremento gradual de los gases invernadero en el país. (GRUPO DE TRABAJO MULTISECTORIAL PREPARACION DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2008)



Vertederos de Basura

Los vertederos de basura son comúnmente conocidos como vertederos y estos son “lugares en los cuales se depositan los desechos sólidos orgánicos o inorgánicos más conocidos como basura” (RAE., 2010). Existen dos tipos de vertederos de desechos:

- **Clandestinos:** son lugares que, sin consideraciones reglamentarias medioambientales, son elegidos para depositar los desechos sólidos causando graves problemas medioambientales y de salud.
- **Municipales o urbanos:** son vertederos que son elegidos bajo ciertas importancias reglamentarias y estudios de tipo socioeconómicos y medio ambientales. La mayoría de los basureros usualmente contienen de forma revuelta los desechos orgánicos e inorgánicos y como consecuencia del proceso de descomposición de la basura se forman lixiviados que arrastran los productos tóxicos presentes en la basura, contaminando las aguas subterráneas. Los vertederos también liberan a la atmósfera gases como el CO₂, el CH₄, y el N₂O, gases invernadero que dañan la capa de ozono. La mayor parte de las actividades humanas generan desperdicios, sin embargo, no todos los desechos son sólidos.

Con el crecimiento de la población y la economía global se han aumentado el número de productos que se consumen lo cual ha aumentado proporcionalmente los desechos en el país. (EDUARDO, 2015)



SEGÚN LA NORMA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES (BUSTAMANTE, 2019)

El objeto de esta Norma es establecer los requisitos mínimos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los EMS se ejecutan con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

Obligatoriedad de los Estudios

Todo proyecto de edificación debe contar con EMS o ITS según sea el caso, Los casos donde existe obligatoriedad de un EMS son los siguientes:

- Edificaciones en general, que alojen gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos, tales como: colegios, universidades, hospitales y clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos, centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, subestaciones eléctricas, silos, tanques de agua (incluyendo reservorios enterrados y tanques elevados), casetas de estaciones de bombeo de pozos (superficiales y subterráneas), estaciones de expendio de combustible, tanques y reservorios de combustible. Cuando las excavaciones para las siguientes obras: redes de agua y alcantarillado, instalaciones eléctricas, gas y telecomunicaciones requieran una excavación mayor a 1.50 m. Empresas prestadoras de servicios públicos, entidades públicas y privadas e instalaciones militares y policiales en general.



- Cualquier edificación no mencionada en ítems antes mencionado, de uno a tres pisos, que ocupen individual o conjuntamente más de 500 m² de área techada en planta.
- Cualquier edificación no mencionada en el primer en ítems antes mencionado, de cuatro o más pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- Edificaciones industriales, fábricas, talleres o similares.

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Al tener una variedad muy amplia con que los suelos se presentan en la naturaleza, se obtiene una complejidad para dicha clasificación, cualquier intento de sistematización científica, debe ir precedido por otro de clasificación completa. Claramente la Mecánica de Suelos ha desarrollado diversos sistemas de clasificación desde un inicio. En primer lugar, dado el poco conocimiento que sobre los suelos se tenía, fundándose en criterios puramente descriptivos; nacieron así varios sistemas, de los cuales, los basados en las características granulométricas fueron tomando una posición muy estable y con ello ganaron popularidad rápidamente. (Juárez, 2009)

Sistema unificado de clasificación de suelos

Este sistema cubre desde los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el tamizado a través de la malla N° 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas, menores. Un suelo se considera “grueso” si más



del 50% de sus partículas son gruesas y el suelo se considera “fino” si más del 50% de sus partículas son finas.

Se describirán en primer lugar los diferentes grupos referentes a suelos gruesos. (Juárez, 2009)

a. Suelos gruesos

El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de ese grupo. El significado se especifica abajo.

a) Gravas y suelos en que predominen éstas. Símbolo genérico G.

b) Arenas y suelos arenosos. Símbolo genérico S.

Las gravas y las arenas se separan con la malla N° 4, de manera que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50% de su fracción gruesa no pasa la malla N° 4 y es del grupo genérico S, en caso contrario (Juárez, 2009)

b. Suelos finos

También en este caso el Sistema a los suelos agrupados, formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos gruesos y dando lugar a las siguientes divisiones:

a) Limos inorgánicos, de símbolo genérico M

b) Arcillas inorgánicas, de símbolo genérico C



c) Limos y arcilla orgánicas, de símbolo genérico O

Cada uno de estos tres tipos de suelos se subdivide, según su límite líquido, en dos grupos. Si éste es menor de 50%, es decir, si son suelos de compresibilidad baja o media, se añade al símbolo genérico la letra L obteniéndose por esta combinación los grupos ML, CL y OL. Los suelos finos con límite líquido mayor de 50% o sea de alta compresibilidad, llevan tras el símbolo genérico la letra H, teniéndose así los grupos MH, CH y OH.

Ha de notarse que las letras L y H no se refieren a baja o alta plasticidad, pues esta propiedad del suelo, como se ha dicho, ha de expresarse en función de dos parámetros (Límite Líquido e Índice de Plasticidad), mientras que en el caso actual

sólo el valor del límite líquido interviene. Por otra parte, ya se hizo notar que la compresibilidad de un suelo es una función directa del límite líquido, de modo que un suelo es más compresible a mayor límite líquido. (Juárez, 2009)



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO. Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% - >GW,GP,SW,SP. >12% - >GM,GC,SM,SC. 5 al 12% ->casos límite que requieren usar doble símbolo.	$Cu=D_{60}/D_{10}>4$ $Cc=(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
			GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP<4$.	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
		GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP>7$.			
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		$Cu=D_{60}/D_{10}>6$ $Cc=(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
			SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP<4$.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
			SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP>7$.	
SUELOS DE GRANO FINO. Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	<p>Ábaco de Casagrande</p> <p>The chart plots Liquid Limit (Límite líquido) on the x-axis (0 to 100) against Plasticity Index (Índice de Plasticidad) on the y-axis (0 to 60). It features two diagonal lines: Línea A (top) and Línea B (bottom). A vertical line is drawn at Límite líquido = 50. The regions are labeled as follows: CH (high plasticity clay) above Línea A and to the right of Límite líquido = 50; CL (low plasticity clay) above Línea A and to the left of Límite líquido = 50; MH (high plasticity silt) below Línea B and to the right of Límite líquido = 50; ML (low plasticity silt) below Línea B and to the left of Límite líquido = 50; and OH or MH (organic high plasticity silt/clay) below Línea B and to the right of Límite líquido = 50. A shaded region exists between Línea A and Línea B for Límite líquido > 50.</p>			
		CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.				
		OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.				
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				
		CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.				
		OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.				
Suelos muy orgánicos		PT Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.				



Tipos de construcciones

De acuerdo con (DIRECCIÓN NACIONAL DE URBANISMO, 2011) dispone de la ordenanza de urbanismo y construcción general, existen distintos tipos y categorías de construcción, según como siguiente:

Clase A: Son construcciones con estructura soportante de acero

Clase B: Son aquellas edificaciones con estructuras de hormigón armado

Clase C: Construcciones con muros portantes de albañilería

Clase D: Construcciones con muros portantes de albañilería de bloques o de piedra

Clase E: Construcciones con estructura soportante de madera

Clase F: Construcciones de adobe

Clase G: Construcciones prefabricadas con estructuras metálicas

Clase H: Construcciones prefabricadas de madera

Clase I: Construcciones de placa o paneles

Estas jerarquías o clases se utilizan para precisar el costo y presupuesto neto de la construcción de acuerdo con el cuestionario de atributo de la construcción. (PEREZ, 2009)

Las que se clasifican de acuerdo con su material predominante y al tipo de estructura en 9 clases, a su vez también se puede catalogar como edificaciones de material convencional y no convencional

Sistemas constructivos convencionales y no convencionales

Es un grupo de elementos, materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos, que son propiedades para un tipo de edificación en especial, un ejemplo claro, de



elemento, es el denominado “ladrillo”. Esta unidad de albañilería permite levantar muros, hacer pisos y techos. Además, tiene la facultad de innovar muchas formas, con el mismo material; como bóvedas, arcos, etc. (DONAL R. ASKELAND, 2019)

Construcciones convencionales

El progreso tecnológico en la manufactura de la construcción introduce recientes sistemas constructivos, también se han desarrollado nuevos materiales para sistemas convencionales como la mampostería confinada y el de ductilidad limitada. Estas nuevas opciones se describen como como soluciones con ventajas como la reducción del peso de las estructuras, menores costos de producción, fácil manejo y reducción de las cantidades de materiales utilizado.

Estructura de muros de carga: Ladrillos, piedra, o bloques, u hormigón armado.

Paredes de mampostería: ladrillos, bloques, piedra, o ladrillo portante, etc. (DONAL R. ASKELAND, 2019)

Construcciones no convencionales

Aparte del conocido “ladrillo”, hay otros materiales para la construcción que deben considerarse, tanto por sus propiedades saludables, por su huella ecológica o su contribución a un consumo responsable de energía en las viviendas, entre ellas se encuentran los diferentes materiales como: Madera, Tierra curada, Arcillas expansivas, Barro crudo, Barro cocido, etc. (LIROLA, 2020)

PRUEBAS SEGÚN LA NORMA E.070 (BUSTAMANTE, 2019)



De acuerdo con lo especificado en la norma de albañilería E.070: 2019, los ladrillos serán sometidos a las siguientes pruebas:

- Muestreo: Será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.
- Resistencia a la Compresión: para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las normas NTP 399.613 Y 399.604. La resistencia característica a la compresión axial de la unidad de albañilería (f'_b) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra
- Variación Dimensional. Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.
- Alabeo. Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613. El mayor alabeo del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta, disminución de la adherencia con el mortero y puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad.
- Absorción. Los ensayos de absorción se hacen de acuerdo a lo indicado en la Norma NTP 399.604my 399.613. Se aconseja que la absorción no sobrepase de 22% y una succión comprendida entre 10 y 20 gr/200 cm²-min, antes de asentarlas.



DEFINICION Y COMPONENTES SEGÚN LA NORMA E.070 ALBAÑILERIA

(BUSTAMANTE, 2019)

De acuerdo con la norma E.070 albañilería podemos encontrar distintas definiciones, pero de la cual nos especificaremos son:

- **Albañilería confinada:** Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería.
La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel
- **Confinamiento:** Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es proveer ductilidad a un muro portante
- **Construcciones de albañilería:** Edificaciones cuya estructura esta construida predominante mente por muros portantes de albañilería.
- **Muro portante:** Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel a un nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical
- **Unidad de albañilería sólida:** Unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor al 70% del área bruta en el mismo plano

Según especifica la norma E.070 albañilería como características generales, se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere el uso de ambas manos para su manipulación.



ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD SEGÚN LA NORMA E.070 ALBAÑILERÍA (BUSTAMANTE, 2019)

De acuerdo con lo estipulado en la norma de albañilería E.070, 2019, para la aceptación de la unidad se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.
- La absorción de las unidades de arcilla y sílice calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase P, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.
- El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.
- La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras, grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.



Análisis sísmico

El análisis sísmico o Ingeniería sismo-resistente es la combinación de una serie de conceptos, que, considerados de manera integrada, permiten que el diseño de una construcción sea capaz de resistir los efectos de los “sismos razonablemente más fuertes” que se puedan presentar en el futuro en la localidad. Para hacer un buen análisis sísmico se debe tener en cuenta estas filosofías de diseño sismorresistente

- evitar pérdidas de vidas humanas
- asegurar la continuidad de los servicios básicos
- minimizar los daños a la propiedad principios del diseño sismorresistente
- la estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que pueden ocurrir en el sitio
- la estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su tiempo de servicio, experimentando posibles daños dentro de los límites aceptables (VILLARREAL CASTRO, 2008)

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO SEGÚN LA NORMA E.030 (BUSTAMANTE, 2019)

Generalidades

Este método representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación. Podrán analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1, las estructuras clasificadas como regulares según el numeral 3.5 de no más de 30 m de altura y las estructuras de



muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares.

Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

Ecuación 1: Cortante de basal

El valor de $\frac{C}{R}$ no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

Ecuación 2: Valor del C/R

Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i , correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i * V$$

Ecuación 3: Fuerza sísmica horizontal.

$$\alpha = \frac{P_i(h_i)^K}{\sum_{j=1}^n P_i(h_i)^J}$$

Ecuación 4: Constante de repartición



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

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

Coefficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_0)

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la siguiente tabla

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema estructural	R_0
acero	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	5
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	4
Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)	7
Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF)	4
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	8
Concreto armado	
Pórticos	8
Dual	7
Muros estructurales	6



Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
madera	7

Tabla 1: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_o)

Período Fundamental de Vibración

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

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

Ecuación 5: Período fundamental de vibración teórico

Donde:

h_n = altura total del edificio.

$C_T = 35$ 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.

Alternativamente podrá usarse la siguiente expresión:



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n p_i d_i^2}{g \sum_{i=1}^n f_i d_i}}$$

Ecuación 6: Periodo fundamental de vibración

Donde:

- f_i es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.

- d_i es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i . Los desplazamientos se calcularán suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

Cuando el análisis no considere la rigidez de los elementos no estructurales, el período fundamental T deberá tomarse como 0,85 del valor obtenido con la fórmula precedente.

Excentricidad Accidental

Para estructuras con diafragmas rígidos, se supondrá que la fuerza en cada nivel (F_i) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y debe considerarse además de la excentricidad propia de la estructura el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación:

- a) En el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplicará un momento torsor accidental (M_{ti}) que se calcula como:



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

Ecuación 7: Momento torsor accidental

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

- b) Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se considerarán únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

ASPECTO CONCEPTUAL DEL ANALISIS MODAL ESPECTRAL

Según el CSI Análisis Reference Manual (2015), el análisis modal espectral es un tipo de análisis estadístico para la determinación de la probable respuesta de una estructura ante carga sísmica.

Generalidades

Las ecuaciones del equilibrio dinámico asociadas con la respuesta de una estructura con suelo en movimiento están dadas por:

$$Ku(t) + C\dot{u}(t) + M\ddot{u}(t) = m_x\ddot{u}_{g_x}(t) + m_y\ddot{u}_{g_y}(t) + m_z\ddot{u}_{g_z}(t)$$

Ecuación 8: Equilibrio dinámico



Donde K es la matriz de rigidez, C es la matriz de amortiguamiento proporcional,

M es la matriz de masa diagonal, u , \dot{u} y \ddot{u} son los desplazamientos relativos, velocidades y aceleraciones con respecto al suelo, m_x , m_y y m_z son las cargas unitarias de aceleración, \ddot{u}_x , \ddot{u}_y y \ddot{u}_z son los componentes de la aceleración uniforme del suelo.

El análisis de respuesta espectral busca la máxima respuesta probable de estas ecuaciones en lugar de la historia completa. La aceleración del suelo de un terremoto en cada dirección está dada como una curva digitalizada de respuesta espectral de respuesta de aceleración pseudo-espectral versus periodo de la estructura.

Aunque las aceleraciones pueden ser especificadas en las tres direcciones, solo una, de resultado positivo es producida para cada cantidad de respuesta. Las cantidades de respuesta incluyen desplazamiento, fuerzas y esfuerzos. Cada resultado calculado representa una medida estadística de la magnitud máxima probable para esa cantidad de respuesta. La respuesta puede ser esperada para variar en un rango de un valor positivo a negativo.

Ninguna correspondencia entre dos cantidades de respuesta está disponible. No existe información disponible en cuanto a cuando este valor extremo se produce durante la carga sísmica, o en cuanto a lo que los valores de otras magnitudes de respuesta son en ese momento.

El análisis de respuesta espectral se realiza usando el modo de superposición (Wilson y Button, 1982). Los Modos pueden haber sido calculados usando el análisis eigenvector o el



análisis de vector Ritz. Los vectores Ritz son recomendados dado que éstos arrojan resultados más exactos para el mismo número de Modos. Usted debe definir un Caso de Carga Modal que calcule los modos y luego referir ese Caso de Carga Modal en la definición del Caso de Espectro de Respuesta.

El espectro de respuesta puede considerar respuesta rígida de alta frecuencia si se lo requiere y si los modos apropiados han sido calculados. Cuando el modo eigen es usado, usted debe requerir el cálculo de los vectores de corrección estática. Esta información está automáticamente disponible en la generación de modos Ritz para la aceleración del suelo. En cualquier caso, usted debe estar seguro de tener suficientes modos dinámicos debajo de la frecuencia rígida del movimiento del suelo.

Cualquier número de casos de carga de respuesta espectral puede ser definido. Cada caso puede diferir en la aceleración espectral aplicada y de alguna forma los resultados son combinados. Diferentes casos pueden también estar basados en diferentes configuraciones de modos calculados en diferentes Casos de Carga Modal. Por ejemplo, esto le permitiría considerar la respuesta en diferentes etapas de construcción, o para comparar los resultados usando los eigenvectores o los vectores Ritz.

Función de respuesta espectral

La curva de respuesta espectral para una dirección dada está definida por puntos digitalizados de aceleración de respuesta pseudo-espectral versus periodo de la estructura. La forma de esta curva está dada especificando el nombre de una función. Todos los valores de las

abscisas y ordenadas de esta función necesariamente deben de ser cero o positivas. Ver ilustración 2

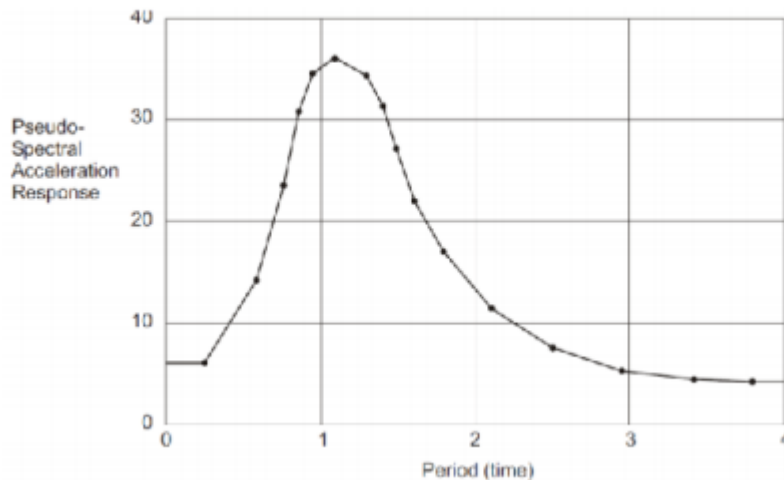


Ilustración 4: Curva digitalizada de respuesta espectral

La función se asume ser normalizada con respecto a la gravedad. Usted debe especificar un factor de escala s_f para multiplicar las ordenadas (aceleración de respuesta pseudo-espectral) de la función. Esto debe ser utilizado para convertir la aceleración normalizada a unidades consistentes con el resto del modelo. El factor de escala tiene por sí mismo unidades de aceleración y será automáticamente convertido si usted cambia las unidades de longitud.

Si la curva del espectro de respuesta no es definida para un periodo suficientemente grande para cubrir los modos de vibración de la estructura, la curva es extendida para periodos grandes y pequeños usando una constante de aceleración igual al valor más cercano del periodo definido.



Combinación modal

Para una dirección de aceleración dada, los máximos desplazamiento, fuerzas y esfuerzos son calculados en toda la estructura para cada Modo de Vibración. Estos valores modales para una cantidad de respuesta dada son combinados para producir un único y positivo resultado la dirección de aceleración dada. Esta respuesta tiene dos partes: periodicidad y rigidez. Usted puede controlar las contribuciones de estas dos partes especificando los controles de frecuencias que son propiedades de una carga sísmica.

Además, usted puede escoger el método estadístico usado para calcular la respuesta periódica. El amortiguamiento modal, como se describió en el tópico previo, puede afectar el acoplamiento entre dos modos, dependiendo del método escogido para la combinación periódica modal.

Combinación direccional

Para cada desplazamiento, fuerza o cantidad de esfuerzo en la estructura, la combinación modal produce un único y positivo resultado para cada dirección de aceleración. Estos valores direccionales para una cantidad de respuesta dada son combinados para producir un único resultado positivo. Tres métodos están disponibles para combinar la respuesta direccional, SRSS, CQC3 y la Suma Absoluta.

Salida de resultados del análisis de respuesta espectral

La información sobre cada caso de carga de respuesta espectral está disponible para mostrar, imprimir y exportar usando las tablas de las bases de datos del ETABS.



Amortiguamiento y aceleraciones

El amortiguamiento modal y la aceleración actuante del suelo en cada dirección son dados para cada Modo.

El valor del amortiguamiento para cada Modo es la suma del amortiguamiento especificado por el Caso de Carga, más el amortiguamiento modal contribuido por el amortiguamiento efectivo en los elementos enlace/soporte, si lo hay, y el amortiguamiento modal compuesto especificado en las Propiedades de Material, si los hay.

Las aceleraciones mostradas para cada Modo son los valores interpolados en el periodo modal de las curvas de respuesta espectral después de escalar por los valores especificados de s_f y modificación de amortiguamiento. Las aceleraciones son siempre referidas a los ejes locales del análisis de respuesta espectral. Estos son identificados en los resultados como U1, U2 y U3.

Amplitudes modales

Las amplitudes modales de respuesta espectral dan los multiplicadores de las formas modales que contribuyen a la forma desplazada de la estructura en cada dirección de aceleración. Para un Modo dado en una dirección dada de aceleración, este es el producto del factor de participación modal y la aceleración de la respuesta espectral, dividida entre el eigenvalor, ω^2 , del Modo.

Esta amplitud, multiplicada por cualquier cantidad de respuesta modal (desplazamiento, fuerza, esfuerzo, etc.), da la contribución del ese modo al valor de la misma cantidad de respuesta reportada para el caso de carga de respuesta espectral.



La dirección de aceleración es siempre referida a los ejes locales del análisis de respuesta espectral. Estos son identificados como U1, U2 y U3.

Reacciones en la base

Las reacciones en la base son las fuerzas totales y momentos sobre el origen global requerido de los soportes (restricciones, resortes, y elementos de enlace/soporte) para resistir las fuerzas de inercia debido a la carga de respuesta espectral.

Éstas son reportadas separadamente de cada Modo individual y cada dirección de carga sin ninguna combinación. El total de reacciones de respuesta espectral son reportadas después de realizar la combinación modal y la combinación direccional.

Las fuerzas de reacción y momentos son siempre referidas a los ejes locales del análisis de respuesta espectral. Estas son identificadas como F1, F2, F3, M1, M2 y M3.

ASPECTO NORMATIVO DEL ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL, NORMA E.030. (BUSTAMANTE, 2019)

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

Modos de Vibración

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



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

Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo aceleraciones definido por:

$$S = \frac{ZUCS}{R} g$$

Ecuación 9: Aceleración espectral

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

Criterios de Combinación

Mediante los criterios de combinación que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima elástica esperada (r) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) podrá determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.



$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

Ecuación 10: Respuesta máxima elástica esperada

Donde r representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas. Los coeficientes de correlación están dados por:

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\gamma)\gamma^{\frac{3}{2}}}{(1-\gamma^2)^2 + 4\beta^4\gamma(1+\gamma)^2}$$

$$\gamma = \frac{\omega_j}{\omega_i}$$

Ecuación 11: Coeficientes de correlación

fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0,05 ω_i , ω_j son las frecuencias angulares de los modos i ,
j. Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la siguiente expresión.

$$r = 0.25 \sum_{i=1}^m |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

Ecuación 12: Respuesta máxima elástica esperada.

Fuerza Cortante Mínima



Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

Excentricidad Accidental (Efectos de Torsión)

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema general

¿cuáles serían los resultados del comportamiento sísmico de los muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) para edificaciones de 4 pisos, Lima-Puente Piedra, 2021?

1.4.2 Problema específico

- ¿De qué manera va a influir la utilización del Tetrapak reciclado respecto a capacidad cortante de los demás elementos estructurales?



- ¿De qué manera influye en las deformaciones al usar el Tetrapak reciclado(polialuminio) en las edificaciones de 4 pisos en el departamento de Lima, distrito de Puente Piedra?
- ¿Tiene un buen comportamiento las unidades de la albañilería de Tetrapak reciclado(polialuminio) en los ensayos físicos y características mecánicas para ser evaluado en las edificaciones de 4 pisos en el departamento de Lima, distrito de Puente Piedra?

1.5 OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar el análisis del comportamiento sísmico de los muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) para edificaciones de 4 pisos, Lima-Puente Piedra, 2021.

Objetivos específicos

- Elaborar el plano modelo para análisis del comportamiento sísmico de los muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) para edificaciones de 4 pisos, Lima-Puente Piedra, 2021.
- Determinar la fuerza cortante de la estructura al utilizar del Tetrapak reciclado(polialuminio) para edificaciones de 4 pisos en la ciudad de Lima-Puente Piedra.
- Determinar las derivas utilizando el Tetrapak reciclado para poder obtener una estructura más rígida de edificaciones de 4 pisos en la ciudad de Lima-Puente Piedra.



- Determinar las propiedades mecánicas y físicas de las unidades de albañilería para análisis del comportamiento sísmico de los muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) para edificaciones de 4 pisos, Lima-Puente Piedra, 2021.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis general

Se plantea que, usando muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) a la edificación, este tendrá un mejor o igual comportamiento sísmico, frente a los de la unidad de albañilería a base de ladrillos King Kong para edificaciones de 4 pisos en la ciudad de Lima-Puente Piedra, 2021.

1.6.2 Hipótesis específicas

- Mediante el plano modelo verificar que tenga un buen comportamiento sísmico estructural.
- Mediante el uso de Tetrapak reciclado (polialuminio) como materia prima se podrá reducir la fuerza cortante en los muros portantes de la edificación
- Mediante el uso de Tetrapak reciclado (polialuminio) como materia prima se podrá reducir la deriva de la edificación al ser evaluado con un muro estructural convencional.
- Verificar las propiedades mecánicas y físicas de las unidades de albañilería adecuado de los muros de Tetrapak reciclado (polialuminio) para que este tenga un mejor comportamiento estructural.



CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Dentro de esta metodología de esta investigación, llegamos a encontrar que este proyecto de grado tiene como objetivo incorporar una nueva alternativa en la construcción de viviendas con un mayor comportamiento estructural las cuales estas unidades de albañilería están echo a base de Tetrapak reciclado(polialuminio), Para esta investigación se encontró diferentes procesos que nos ayudó a obtener dichos resultados, siendo así una metodología investigativa preexperimental

2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según (CRUZ, 2018) el tipo de investigación que se desarrollara va a ser analizado por su:

- Propósito: la cual va a ser **aplicativa**, ya que, está centrada a encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto.
- Profundidad: la cual va a ser **exploratoria**, ya que, persigue explorar un fenómeno o aspecto.
- Naturaleza de datos: la cual va a ser **cuantitativa**, ya que, se centra en el estudio y análisis de la realidad a través de diversos procedimientos basados en la medición. Permite un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación, siendo posible realizar experimentos y obtener explicaciones contrastadas a partir de hipótesis
- Manipulación de variable: la cual va a ser **preexperimental**, ya que, se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas, replicando un



fenómeno concreto y observando el grado en que la o las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado

Línea de Investigación

La línea de investigación es la cual queremos enfocar nuestro proyecto de título y que abarca conocimientos, inquietudes, prácticas y perspectivas del análisis que permitan el desarrollo de este es el “COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021”

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.2.1. Población

La población con la que se realizó esta investigación fue a todas las unidades de albañilería de los muros estructurales a base de Tetrapak reciclado(polialuminio) de una edificación de 4 pisos en el departamento de Lima, distrito de puente piedra para ellos se tomara como referencia la norma E.070 ALBAÑILERIA, La cual nos dice por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se realizaran diversas pruebas, tanto físicas como mecánicas.

Se seleccionará de manera aleatoria 10 unidades sobre las que se efectuaran los diversos ensayos como: Para las 10 unidades se realizaran los ensayos de variación dimensional y de alabeo, de las cuales Cinco de estas unidades se ensayaran a compresión y las otras las analizaremos para determinar el módulo elástico



DIMENSIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Unidades analizadas	Base(b)	Longitud(L)	Área(S)
Muestra 1	202	101	20402
Muestra 2	201	102	20502
Muestra 3	202	106	20806
Muestra 4	201	102	20502
Muestra 5	202	102	20604
Muestra 6	201	102	20502
Muestra 7	202	101	20402
Muestra 8	202	102	20604
Muestra 9	201	101	20301
Muestra 10	200	101	20200

Fuente: propia

Tabla 2: Dimensionamiento de las unidades de albañilería a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Unidades analizadas	CARGA (MPa)
Muestra 1	36.7
Muestra 2	33.6
Muestra 3	36.4
Muestra 4	37.0



Muestra 5	33.3
Muestra 6	32.9
Muestra 7	30.4
Muestra 8	30.6
Muestra 9	31.6
Muestra 10	30.9
PROMEDIO	33.35

Fuente: propia

Tabla 3: Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería a base de Tetrapak reciclado(polialuminio)

MODULO ELÁSTICO UNITARIO	
Unidades Analizadas	(MPa)
Muestra 1	244.37
Muestra 2	241.46
Muestra 3	247.25
Muestra 4	248.82
Muestra 5	243.10
PROMEDIO	245.00

Fuente: propia

Tabla 4: Modulo elástico de las unidades de albañilería a base de Tetrapak reciclado(polialuminio)

2.2.2. Muestra



El muestreo utilizado para la presente investigación es un muestreo preexperimental no probabilístico, esta es una técnica de muestreo en la cual el investigador selecciona muestras basadas en un juicio subjetivo en lugar de hacer la selección al azar.

La muestra con que se realizó esta investigación fue hacia las unidades de albañilería a base de Tetrapak(polialuminio), que cuentan con un dimensionamiento de 10*20*7cm estas muestras utilizadas como objeto de investigación fueron tomadas por que cumplen con el requisito necesario.

A las unidades de albañilería(muestras) se les hizo diversos ensayos para verificar sus propiedades físicas y mecánicas entre esos ensayos tenemos:

- Dimensionamiento: se realizarán a todas las muestras
- Alabeo: se realizarán a todas las muestras
- Resistencia a la compresión: se realizarán a las 10 muestras a analizar
- Modulo elástico: se realizará a 5 muestras

2.3. MATERIALES, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS

2.3.1. Aspectos generales

Para empezar, durante todo el proceso de esta etapa, se realizó diversas evaluación de criterios y requisitos en cuanto a la propuesta de nuestra problemática y así poder llegar a una posible solución que daría respuesta a problemas como: materia de vivienda, medio ambiente y economía, aspectos que han sido analizados desde un punto de vista sostenible y tecnológico, lo que nos llevó a formular nuestro proyecto de investigación centrado en la fabricación de una unidad de albañilería prefabricado a base de Tetrapak reciclado(polialuminio) para muros estructurales.



Esta investigación se realizará utilizando software de cálculo estructural denominado ETABS (Extended Tridimensional Analysis of Building Systems) de la compañía estadounidense CSI Computers & Structures. Con este software se realizará todos los cálculos matemáticos aplicados al modelo matemático definido en el programa antes mencionado teniendo en cuenta las medidas de los muros, los cuales se pueden ver en los resultados, así como asignaciones de material, secciones, funciones de aceleración y casos de carga.

Para la comparación y el análisis de resultados se utilizó una hoja de cálculo Excel de la compañía estadounidense Microsoft; con la cual aplicando filtros a la información exportada del ETABS, se logró separar los datos necesarios para realizar las comparaciones para luego analizarlos a través de tablas dinámicas, las cuales permiten ordenar la información de manera que podamos comparar en una misma tabla muchos datos correspondientes a diferentes elementos estructurales que en este caso serían los muros principalmente.

2.3.2. Instrumentos

Estrategia y proceso de recolección de información:

Criterios de inclusión.

Se realizó la búsqueda sistematizada de información por medio de las diferentes bases de datos tales como: artículos científicos de universidades al interior y exterior del país, Microsoft academic, empresas dedicadas a la construcción con Tetrapak, eco tesis,



workat, Google, Dialnet, Google scholar, se encontró de diferentes años (de los últimos 10 años en adelante) y diferentes usos, el cual se tomó solo los que tienen un objetivo similar en la construcción de este proyecto.

2.3.3. Métodos

Estrategia de búsqueda.

Según el proceso para hacer la recolección de datos se obtuvo mediante las palabras claves el cual es esencial para poder llegar a los objetivos planteados y fue de la siguiente manera:

- Tetrapak: proceso de fabricación y materiales obtenido después de la elaboración del Tetrapak
- Elemento estructural: edificaciones construidas a base de Tetrapak
- Análisis sísmico: comportamiento de los elementos a diferentes pruebas realizadas en campo y en laboratorio.

CODIGO	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
A	Proceso y creación del Tetrapak
B	Comportamiento del Tetrapak
C	Edificaciones echas a base de Tetrapak

Fuente: propia

Tabla 5: Leyenda de codificación de acuerdo con los objetivos



Seguidamente se presenta la tabla de procesamiento de clasificación de los estudios elegidos con sus respectivas características principales de cada estudio para realizar el análisis respectivo.

Nro	Autores	Tipo de fuente	País y año	Antigüedad
-----	---------	----------------	------------	------------

Fuente: propia

Tabla 6: Formato de la tabla de estudio clasificados

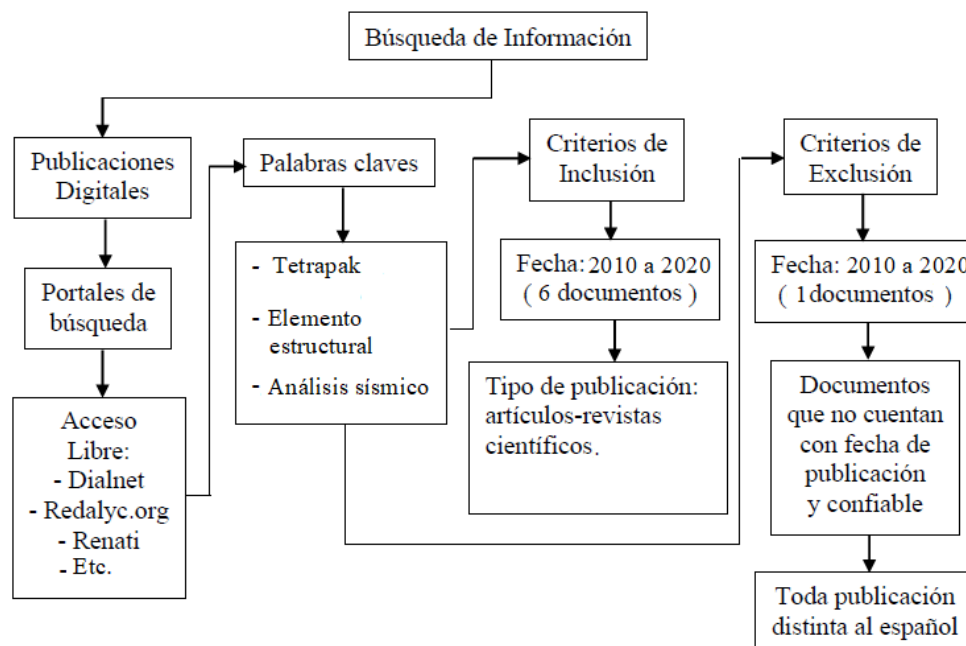
Descarte.

Con el tema globalizado para poder tener una mejor variedad con respecto al tema de investigación el cual es de “edificación hechos de Tetrapak” y también el “comportamiento que tiene el Tetrapak” (análisis como elemento estructural y/o mecánico) para poder investigar qué tipo de comportamiento tiene respecto a diferentes pruebas elaboradas, de las herramientas antes mencionadas no se ha encontrado información alguna con respecto al tema a investigar que trata sobre “estudio de análisis sísmico de elementos estructurales a base de Tetrapak”, esta investigación que se hizo fue tanto nacional como internacional, es por ello que se incluyó artículos científicos, el cual hacían pruebas y median el comportamiento respecto a cargas que influyen en un análisis estructural sísmico.

Selección de datos.

Se hizo búsquedas con el nombre de usos del Tetrapak reciclado para el cual poder descartar muchos documentos cuyo enfoque es diferente al tema a investigar, entonces se procedió a la búsqueda de algunos artículos científicos con el nombre puntual de “análisis sísmico de una edificación hecho de Tetrapak”.

Ilustración 5: procedimiento de búsqueda de información



fuelle: propia

FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA A BASE DE TETRAPAK RECICLADO(POLIALUMINIO)

Recolectar los envases de Tetrapak posconsumo.

En este proceso se busca recolectar los envases de Tetrapak, ya sea, de empresas encargadas a la recolección o a vendedores individuales con el fin de poder dar mayor margen laboral para las diferentes personas.

Licadora

El proceso más conocido para reciclar los envases multicapas es el hidropultado. En este sistema se añade agua y los envases multicapas en un tanque en donde a través de la acción de alta velocidad de las hojas de corte montado sobre un rotor en la parte inferior del tanque



permite separar las fibras de papel que se encuentra en un 75%, se agita entre 15 y 45 minutos convirtiéndola en una mezcla que por diferencia de densidades separa la celulosa queda suspendida en el agua, del poli aluminio. El polietileno y el aluminio son retenidos posteriormente por una serie de filtros que dejan pasar el agua y la celulosa que se utiliza para nuevos productos de papel reciclado.

Centrifuga

Esta etapa es para de hacer el poli aluminio en partes muy pequeñas, con la finalidad que al momento de ser compacto este homogéneo, pues las partículas con muy pequeñas y pueden ocupar todos los espacios pequeños

Comprensión con alta temperatura

Este proceso sirve para unir todas las partículas del polialuminio, pues esta máquina cumple con dos funciones una de las cuales es cuando se deja el poli aluminio por 20 minutos a 170° C el cual hace que el plástico se derrita y también cumple esta expuesto a una presión entre bloques,

Cortadora

Este es el último proceso, por el cual sirve para nivelar y sacar el exceso de material y dar las dimensiones adecuadas a los bloques tipo lego

2.4. PROCEDIMIENTO

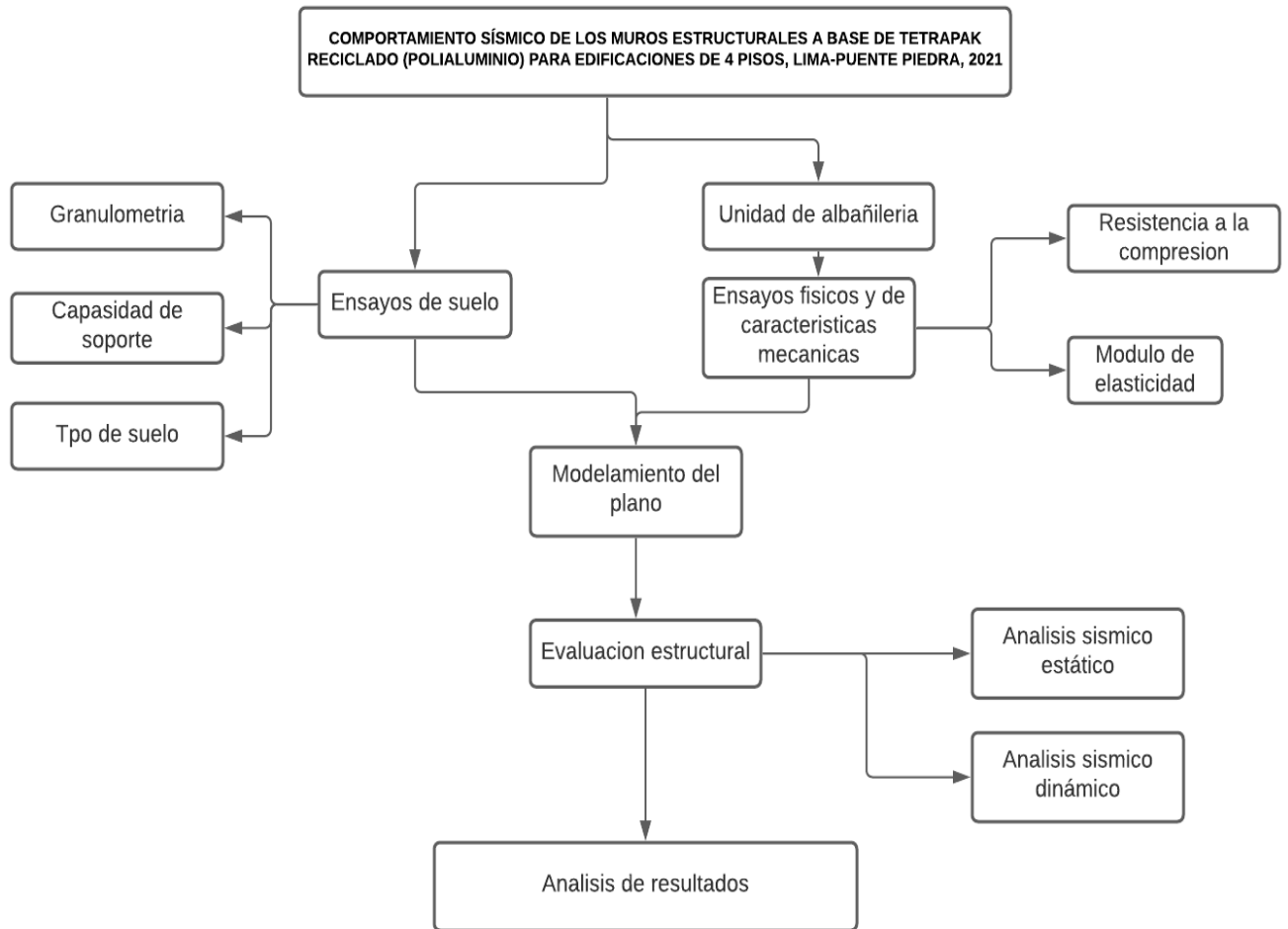


Ilustración 5: Diagrama de flujo

Procedimiento del diseño conceptual de la edificación

Ensayo de suelos

Para empezar, hacer los cálculos de una edificación deberemos tener en cuenta el tipo de suelo y por tanto realizar distintos ensayos, las cuales son:

- Granulometría: Este ensayo nos arrojará el análisis granulométrico por tamizado según la norma MTC E 107
- Tipo de suelo: este ensayo nos servirá para determinar el tipo de suelo y se guiará por el ensayo anterior, puesto este tipo de ensayo se basa según la clasificación de suelo es SUCS



- Capacidad de soporte: Es la capacidad portante de la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno, nos ayuda a evitar el asentamiento diferencial y con ello evitar fallos del terreno.
- Velocidad de corte: este cálculo nos ayuda para determinar el perfil de suelo respecto a la velocidad promedio de propagación de onda

Unidad de albañilería

Empezaremos por obtener las muestras y las llevaremos al laboratorio para poder hacer sus ensayos de dimensionamiento, alabeo y los ensayos de destrucción, con el fin de poder analizar sus tanto su comportamiento físico como mecánicos.

Reconocimiento de planos

analizar si el plano tiene todos los componentes básicos para poder hacer una buena estructuración los cuales corresponde a planos estructurales, planos arquitectónicos o de distribución, planos de losas

Análisis sísmico estático

1. Chequeamos la densidad de muros de albañilería.
2. Determinamos el peso de la estructura, teniendo en cuenta la norma E.030.
determinar las diferentes cargas actuantes en la estructura, las cuales son 2
carga viva: para hallar la carga viva nos ayudaremos con el Reglamento Nacional de Edificaciones “E.020 cargas” cullo capítulo 3 artículo 6(cargas vivas) nos proporciona un cuadro para poder determinar el uso del establecimiento y su carga repartida para dicho análisis y para la obtención de la carga viva de la última losa superior nos dirigimos al artículo 7 (carga viva de techo).



carga muerta: para hallar la carga muerta se tiene que sumar todos los pesos que tiene la estructura tanto en acabados, columnas, vigas, losas y muros teniendo en cuenta su peso específico de cada material y el volumen de cada uno de ellos excepto el de acabados.

3. Determinamos los factores Z, U, C, S y R, usando las tablas dadas en la norma E.030. para poder determinar los factores tenemos que tener en cuenta.

Factor sísmico (Z): este valor se obtiene analizando el lugar donde se va construir la edificación y para ello tenemos que saber qué tipo de zona sísmica es y ese valor nos da el cuadro que se encuentra en el anexo 2 de la norma E 0.30(diseño sismorresistente), el cual en dicho cuadro nos indica la región, provincia, distrito y la zona sísmica. Luego de obtener dicho valor nos dirigimos al capítulo 2(pelegrino sísmico), luego al artículo 10(zonificación) de dicha norma para así obtener el valor del factor “Z”

Factor de uso (U): este valor se obtiene analizando el tipo de uso que va a ser usado dicha estructura, para ello nos dirigimos al capítulo 3(categoría, sistema estructural y regularidad de las edificaciones), luego al artículo 15(categoría de las edificaciones y factor “U”), pues ahí encontramos la tabla numero 5 el cual nos categoriza las edificaciones y respecto a ellos nos da dicho factor.

Factor de amplificación sísmica “C”: este valor se obtiene analizando las características de sitio, para ello se tiene que analizar el artículo 14, para ello se tiene que tener en cuenta la tabla número 4.

Factor de perfiles de suelo “S”: este valor se obtiene analizando el artículo 12(condiciones geotécnicas) para ello se tiene que tener un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS)

Factor de coeficiente básico de reducción “R”: este valor se obtiene analizando el artículo 18, tabla 7



4. Calculamos la rigidez de muros y con éstos el centro de rigidez de la estructura

Para el cálculo de la rigidez se usó las fórmulas convencionales, para los muros portantes de albañilería intervienen el E, L y h, para el cálculo de rigidez de la columna intervienen I, h y E

Para el cálculo del centro de rigidez de la estructura se suma todas las rigideces que interviene en la estructura por el centro de gravedad de cada estructura para luego ser dividida entre la suma de toda la rigidez de la estructura, esto solo se hace solo para el primer piso y para cada de las direcciones estudiadas.

5. Calculamos las excentricidades teóricas, accidental y de diseños. Para determinar las excentricidades de cada dirección estudiada se resta el centro de masa y el centro de rigidez de la estructura y esto tiene que ser menor al 5% de la dirección perpendicular analizada

6. Determinamos el cortante en cada piso de la edificación, excentricidades accidental y momento torsor de diseño.

Para calcular la cortante de basal se analizó con respecto a sus pesos por cada piso con sus alturas correspondientes y este se analizará para las direcciones consideradas para el análisis.

Para calcular la cortante en la base se usará la formula $V = \frac{ZUCS}{R} * P$ la cual se analizará para ambas direcciones consideradas

7. Calculamos el centro de masa y centro de rigidez

Para determinar el centro de masa de la estructura se halló por el método de áreas

8. Determinamos los cortantes finales de cada muro



Análisis sísmico modal espectral

1. Definimos las unidades (de longitud y peso) que vamos a utilizar en el modelo.
2. Definimos los materiales que vamos a utilizar (atributos) y sus propiedades físicas.
3. Definimos los elementos que vamos a utilizar en el modelo.
4. Dibujamos el modelo con los elementos definidos.
5. Definimos el espectro de aceleraciones que vamos a utilizar en el modelo con la ayuda de una hoja de cálculo.
6. Importamos el espectro definido al modelo que estamos utilizando.
7. Corremos el modelo.
8. Determinamos los resultados finales



CAPÍTULO III. RESULTADOS

En este capítulo se detallarán los resultados obtenidos mediante los programas ETABS y Excel de la comparación sísmica de la misma edificación, pero con diferente material en los muros portantes y así poder determinar cuál es un mejor material para usar en las edificaciones.

Se analizará el comportamiento de los muros portantes con ladrillos de concreto y se hará una comparación con muros portantes a base de Tetrapak para obtener dicha comparación empezó calculando el análisis sísmico estático, para ello se calculó los factores que se requiere como la zonificación, el tipo de uso, el tipo de suelo, etc., luego se pasó con el cálculo de la rigidez de los elementos a analizar, después se determinó el peso de la estructura para luego poder hallar la cortante de basal para cada piso y con ello la cortante en cada muro.

Con ayuda del programa ETABS determinaremos el análisis modal espectral para ello, se introducirá al programa las dimensiones de la edificación y se determinaran las propiedades físicas de todos los elementos a analizar, una vez ya obtenido todos los modelos de los elementos pasaremos a dibujar tal cual los indica el plano, luego definimos el peso de la estructura e insertamos las combinaciones de las cargas que se someterá la estructura, para finalizar se corre el modelo y se determina las fuerzas actuantes en los muros

Reconocimiento de planos, características y especificaciones generales:

El edificio se encuentra ubicado en el departamento de lima provincia de puente de puente piedra (zona sísmica 4), cimentado sobre suelo tipo S2 (suelo intermedio).



Número de pisos: $N = 4$

Altura de la primera planta: $h = 2.80$ m.

Altura de la planta típica: $h = 2.80$ m.

Espesor de la losa aligerada: $e = 0.20$ m.

Espesor de muros de albañilería: $t = 0.14$ m, 0.13 m y 0.20 m.

Materiales de la edificación convencional

- Albañilería

-Ladrillos: King Kong 18 huecos

-Pilas: resistencia característica a compresión $f'm = 65$ kg/cm² = 650 T/m²

- Módulo de elasticidad: $E_m = 500 f'm = 32500$ kg/cm² = 325000 T/m²

- Concreto

- Resistencia nominal a compresión $f'c = 210$ kg/cm²

- Módulo de elasticidad: $E_c = 15000 \sqrt{f'c}$ kg/cm² = $217\ 370.6$ kg/cm² $\approx 2\ 173\ 706$ T/m²

- Acero de Refuerzo

- Corrugado, grado 60, esfuerzo de fluencia $f_y = 4200$ kg/cm² = $42\ 000$ T/m²

Materiales para usar como nueva propuesta

- Albañilería

-Unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado.

-Pilas: resistencia característica a compresión $f'm = 340$ kg/cm² = 3400.75 T/m²

- Módulo de elasticidad UNITARIA: $E_m = E_m = 245$ MPa

Modulo elástico $E_m = 1200 f'm = 408000$ kg/cm² = 4080000 T/m²



ANÁLISIS PARA LA EDIFICACIÓN CON MUROS A BASE DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS

análisis sísmico estático

1. Chequeamos la densidad de muros de albañilería.

$$\frac{\sum L_T}{A_p} \geq \frac{Z U S N}{56}$$

- según normativa

$$Z= 0.45$$

$$U= 1.00$$

$$S= 1.05$$

$$N= 4.00$$

- Eje “x”

4.93% (parámetros de control de densidad de muros)

- eje “y”

3.24% (parámetros de control de densidad de muros)

2. Determinamos el periodo fundamental de la estructura.

El periodo para analizar será con el del programa y no con lo indicado según la norma, ya que el uso de dicha formula de la norma es para hacer cálculos a sumaalzada y es más para cálculos empíricos

$$T_{xx}=0.2$$

$$T_{yy}=0.125$$

3. Determinamos los factores Z, U, C, S y R, usando las tablas dadas en la norma

E.030.



según normativa

$$Z= 0.45$$

$$U= 1.00$$

$$S= 1.05$$

$$\text{Área}= 128.01$$

Factor de ampliación sísmica

$$T_p= 0.6$$

$$T_I= 2.00$$

$$C= 2.5$$

4. Cálculo de la rigidez de la edificación en ambas direcciones (x, y)

EJE XX

Story	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	rigidez por piso
	tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	tonf/m
AZOTEA	52.2247	0.001316	39680.468	2.1465	1.12E-04	0	39680.5
TECHO3	101.6958	0.001632	62330.927	4.2742	1.49E-04	0	22650.5
TECHO2	134.3483	0.001712	7847.514	5.7003	1.76E-04	0	16144.6
TECHO1	150.9579	0.001347	112079.061	6.4117	1.58E-04	0	33603.5

Tabla 7: Calculo de rigidez en el eje XX en la estructura con muros estructurales a base arcilla (King Kong 18 huecos)

EJE YY



Story	Shear	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	rigidez por piso
	X						
	tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	tonf/m
AZOTEA	2.2678	8.4E-05	0	52.5291	4.13E-04	127264.0	127264.0
TECHO3	4.2541	1.02E-04	0	105.0542	5.88E-04	178741.8	52477.8
TECHO2	5.6278	1.19E-04	0	141.310	6.73E-04	210078.4	31336.5
TECHO1	6.4117	1.07E-04	0	160.6864	6.08E-04	264219.58	54141.2

Tabla 8: Cálculo de rigidez en el eje YY en la estructura con muros estructurales a base arcilla (King Kong 18 huecos)

Irregularidades

- **Irregularidad torsional**

Según nos especifica la norma, que el siguiente criterio se aplica en diafragma rígido como es nuestra estructura, existe irregularidad torsional cuando, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo de un edificio, 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

EJEXX

Story	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
AZOTEA	Diaph AZOTEA X	0.001205	0.001079	1.117
TECHO3	Diaph TECHO 3 X	0.001605	0.001337	1.2
TECHO2	Diaph TECHO 2 X	0.001784	0.001403	1.272
TECHO1	Diaph TECHO 1 X	0.001468	0.001104	1.33



Tabla 9: Cálculo de irregularidad torsional en el eje XX en la estructura con muros estructurales a base arcilla (King Kong 18 huecos)

EJEYY

Story	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
AZOTEA	Diaph AZOTEA Y	0.000352	0.000338	1.04
TECHO3	Diaph TECHO 3 Y	0.000487	0.000482	1.012
TECHO2	Diaph TECHO 2 Y	0.000579	0.000551	1.051
TECHO1	Diaph TECHO 1 Y	0.000537	0.000498	1.077

Tabla 10: Cálculo de irregularidad torsional en el eje YY en la estructura con muros estructurales a base arcilla (King Kong 18 huecos)

- **Irregularidad en altura**

Se analizó como una estructura regular y su factor es de 1, con el fin de analizar y verificar el cumplimiento de dicha estructura

- **Irregularidad en planta**

Se analizó como una estructura regular y su factor es de 0.9 (esquinas entrantes), con el fin de analizar y verificar el cumplimiento de dicha estructura

Cálculo del coeficiente básico de reducción para ambas direcciones

Este coeficiente se clasifica respecto al sistema estructural, este depende del material usado y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis.

- **Porcentaje de columnas y placas en el primer piso para la dirección x**

El sistema es de albañilería, por ende, ya no se calcula para determinar qué tipo de sistema es.

Rpt.: $R_0 = 3$



Peso de cada piso

En este punto podemos observar que el peso total de la edificación de 4 pisos es de 509.056 tn en total y en la tabla se aprecia el acumulado en la columna P y el peso individual en la última columna de la tabla 11

Para la verificación de los pesos si están dentro del parámetro me divide el peso del piso entre el área techada tiene que ser menor a 1.8, esta estructura esta entre un rango de 0.98 y 1

STORY	LOAS	P	VX	VY	T	MX	MY	PESO POR
								PISO
CASE/COMBO		tonf	tonf	tonf	tonf	Tonf-m	Tonf-m	ton
AZOTEA	100CM+25CV	125.2813	0	0	0	1009.9067	-563.0773	125.2813
TECHO3	100CM+25CV	253.2062	0	0	0	2041.8349	-1138.798	127.9249
TECHO2	100CM+25CV	381.1311	0	0	0	3073.7631	-1714.518	127.9249
TECHO1	100CM+25CV	509.056	0	0	0	4105.6913	-2290.239	127.9249

Tabla 11: Peso de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18 huecos

Cortante en cada piso

CORTANTE CON SISMO ESTATICO

En la mayoría de los casos el cortante estático tiene a ser mayor que el cortante dinámico si se analiza en estructuras de concreto armado, de igual forma pasa con la construcción de albañilería, en caso de que este sea menor que el dinámico será por muy poco.

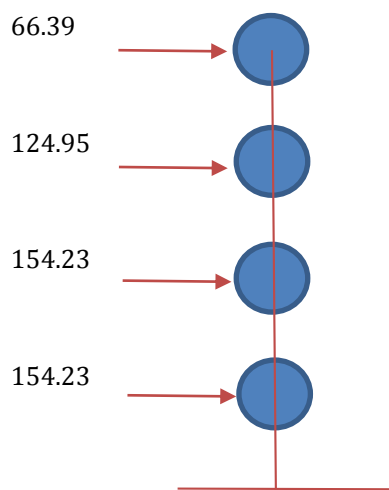
- Cortante sísmico estático en el eje X



Para poder obtener las cortantes estáticas máximas en el eje X tenemos que considerar que el eje Y tiene que estar en cero para así poder obtener las cortantes máximas estáticas en dicho eje

STORY	LOAS	P	VX		VY		T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf			
	CASE/COMBO							Tonf-m	Tonf-m
AZOTEA	Sismo estático "X"	0	-66.3852	0	612.2649	0	-185.8785		
TECHO3	Sismo estático "X"	0	-124.9479	0	1168.9082	0	-535.733		
TECHO2	Sismo estático "X"	0	-154.2293	0	1447.2299	0	-967.575		
TECHO1	Sismo estático "X"	0	-154.2293	0	1447.2299	0	-1399.42		

Tabla 12: Cortante sísmico estático en el eje XX con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18



CORTANTE CON SISMO ESTATICO

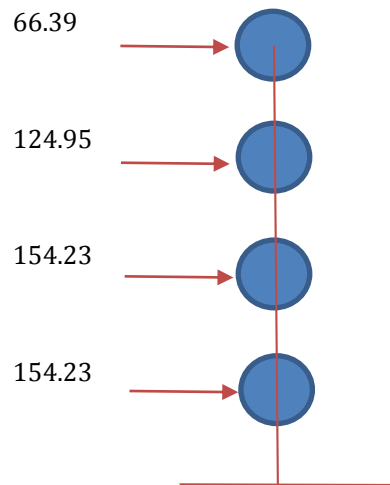
- Cortante sísmico estático en el eje Y



Para poder obtener las cortantes estáticas máximas en el eje Y tenemos que considerar que el eje X tiene que estar en cero para así poder obtener las cortantes máximas estáticas en dicho eje

STORY	LOAS	P	VX	VY	T	MX	MY
AZOTEA	Sismo estático "Y"	0	0	-66.3852	-338.8531	185.8785	0
TECHO3	Sismo estático "Y"	0	0	-124.9479	-638.0907	535.733	0
TECHO2	Sismo estático "Y"	0	0	-154.2293	-787.7095	967.575	0
TECHO1	Sismo estático "Y"	0	0	-154.2293	-787.7095	1399.42	0

Tabla 13: Cortante sísmico estático en el eje YY con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18

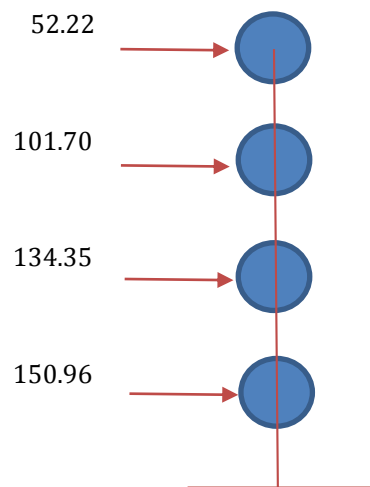




CORTANTE CON SISMO DINAMICO

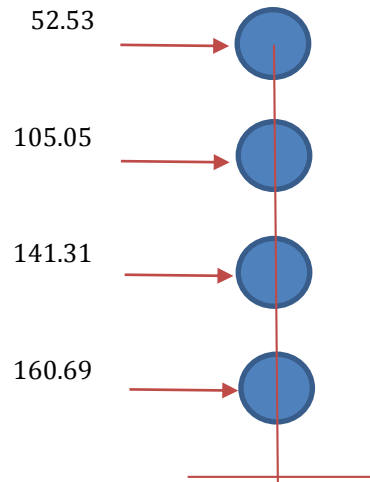
STORY	LOAS	P	VX	VY	T	MX	MY
	CASE/COMBO	tonf	tonf	tonf	tonf	Tonf-m	Tonf-m
AZOTEA	Sismo estático "X"	0.000E+00	52.2247	2.1465	507.8108	6.0103	146.2292
TECHO3	Sismo estático "X"	0.000E+00	101.696	4.2742	999.8504	17.9326	18.1499
TECHO2	Sismo estático "X"	0.000E+00	134.3483	5.7003	1328.03	33.7665	798.1398
TECHO1	Sismo estático "X"	0.000E+00	150.9579	6.4117	1494.669	51.5329	1211.5868

Tabla 14: Cortante sísmico dinámico en el eje XX con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18



STORY	LOAS	P	VX	VY	T	MX	MY
	CASE/COMBO	tonf	tonf	tonf	tonf	Tonf-m	Tonf-m
AZOTEA	Sismo estático "Y"	0.000E+00	2.2678	52.5291	261.6214	147.0813	6.3499
TECHO3	Sismo estático "Y"	0.000E+00	4.2541	105.0542	531.185	439.0193	18.1499
TECHO2	Sismo estático "Y"	0.000E+00	5.6278	141.310	721.5584	828.4464	33.5575
TECHO1	Sismo estático "Y"	0.000E+00	6.4117	160.6864	822.5518	1269.5542	51.0337

Tabla 15: Cortante sísmico dinámico en el eje YY con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18



5. Calculamos el centro de masa y centro de rigidez

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ $E_c = 2173706.5 \text{ ton/m}^2$
 $f_m = 65 \text{ Kg/m}^2$ $E_a = 325000 \text{ ton/m}^2$

- Centro de masa

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	X CM	Y CM	Cumulative		XCCM	YCCM
						X	Y		
		Tnf-s2/m	Tnf-s2/m	m	m	Tnf-s2/m	Tnf-s2/m	m	m
AZOTEA	AZOTEA	7.11309	7.11309	4.9738	10.5176	7.11309	7.11309	4.9738	10.5176
TECHO3	TECHO3	8.28853	8.28853	4.7829	9.3919	8.28853	8.28853	4.7829	9.3919
TECHO2	TECHO2	10.1728	10.1728	4.9130	10.2793	10.17279	10.17279	4.9130	10.2792
TECHO1	TECHO1	10.1728	10.1728	4.9130	10.2793	10.17279	10.17279	4.9130	10.2792

Tabla 16: Centro de masa para la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong
18

- Centro de rigidez



Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	X CM	Y CM	Cumulative	Cumulative	XCR	YCR
		Tnf-s2/m	Tnf-s2/m	m	m	Tnf-s2/m	Tnf-s2/m	m	m
AZOTEA	AZOTEA	7.11309	7.11309	4.9738	10.5176	7.11309	7.11309	5.1726	8.3196
TECHO3	TECHO3	8.28853	8.28853	4.7829	9.3919	8.28853	8.28853	4.7813	7.7224
TECHO2	TECHO2	10.1728	10.1728	4.9130	10.2793	10.17279	10.17279	4.878	7.8391
TECHO1	TECHO1	10.1728	10.1728	4.9130	10.2793	10.17279	10.17279	5.0263	8.0744

Tabla 17: Centro de rigidez para la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18

Se calcula el centro de masa y centro de rigidez para poder calcular la excentricidad accidental

Story	$E_x < 0.05 * 8$	$E_y < 0.05 * 20$
AZOTEA	-0.1988	2.198
TECHO3	0.0016	1.6695
TECHO2	0.035	2.4401
TECHO1	-0.1132	2.2048

Tabla 18: Cumplimiento de las excentricidades para la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18

6. Determinamos los cortantes finales de cada muro

a. Cortante en cada elemento estructural en el eje “X”

Para determinar la cortante en el eje x se trabaja con la v2, pero en el caso que se analice los otros elementos estructurales que tienen otra dirección a la de la dirección del análisis se tomará el v3

Story	pie	P	V2	V3	T	M2	M3
-------	-----	---	----	----	---	----	----



		Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
TECHO 1	Y1	23.471	20.5466	0.35	0.5534	0.2289	57.0681
TECHO 1	Y2	5.3655	0.5257	0.0537	0.0072	0.0025	1.5832
TECHO 1	Y3	22.2548	0.088	0.1233	0.0186	0.2301	5.0096
TECHO 1	Y4	12.4546	1.6956	0.053	0.0153	0.0494	1.9948
TECHO 1	Y5	14.2693	0.686	0.0181	0.0036	0.0165	1.2851
TECHO 1	Y6	3.04	3.0748	0.0828	0.0436	0.0869	0.0853
TECHO 1	Y7	60.9637	16.2266	0.2318	0.1297	0.0363	23.4911
TECHO 1	Y8	5.0938	1.0432	0.0132	0.0634	0.016	1.5872
TECHO 1	X1	8.4819	8.7333	9.0079	0.0075	0.0024	16.0635
TECHO 1	X2	1.3202	26.5922	0.0017	0.0099	0.003	47.5763
TECHO 1	X3	7.457	11.0899	0.0133	0.0122	0.0115	19.1045
TECHO 1	X4	5.1177	10.2951	0.005	0.0022	0.0014	16.7617
TECHO 1	X5	4.8016	45.0381	0.0136	0.0563	0.0233	121.3588
TECHO 1	X6	8.6203	14.0869	0.0065	0.005	0.0035	24.3287
TECHO 1	X7	4.2307	15.111	0.0206	0.0114	0.0297	27.5136
TECHO 1	X8	6.9627	12.0361	0.0181	0.0118	0.0278	23.4329

Tabla 19: Cortante en cada elemento de la estructura en le XX para la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18

a. CORTANTE MUROS PORTANTES CON SISMO DINAMICO Y



Para determinar la cortante en el eje x se trabaja con la v2, pero en el caso que se analice los otros elementos estructurales que tienen otra dirección a la de la dirección del análisis se tomará el v3

Story	pier	P	V2	V3	T	M2	M3
		Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
TECHO 1	Y1	4.6192	71.2857	0.015	0.2361	0.0321	261.4699
TECHO 1	Y2	5.5797	8.446	0.0096	0.0022	0.0005	14.6362
TECHO 1	Y3	4.8866	11.8779	0.0101	0.0046	0.0183	22.9146
TECHO 1	Y4	2.3973	8.4771	0.0064	0.0021	0.0037	13.0874
TECHO 1	Y5	3.923	5.2059	0.0028	0.0019	0.0012	8.5839
TECHO 1	Y6	0.636	11.2405	0.009	0.0045	0.0039	20.5037
TECHO 1	Y7	5.0849	27.4595	0.0276	0.0291	0.0419	80.8754
TECHO 1	Y8	1.1303	4.7924	0.028	0.0021	0.0035	7.4593
TECHO 1	X1	5.5644	0.7042	0.0134	0.0024	0.0125	1.3405
TECHO 1	X2	1.9395	2.5554	0.0421	0.0077	0.0605	2.6876
TECHO 1	X3	0.253	0.3639	0.0191	0.0017	0.0138	0.4164
TECHO 1	X4	3.097	0.1726	0.0086	0.0011	0.0162	0.2706
TECHO 1	X5	13.6211	3.3923	0.0895	0.0138	0.142	10.3332
TECHO 1	X6	2.1138	0.7068	0.0224	0.0035	0.0237	1.3544
TECHO 1	X7	0.4768	1.9766	0.0567	0.0079	0.0851	3.4403
TECHO 1	X8	9.209	2.7342	0.0483	0.0049	0.0779	5.1898

Tabla 20: Cortante en cada elemento de la estructura en le YY para la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18



Análisis sísmico modal espectral

1. Definimos las unidades (de longitud y peso) que vamos a utilizar en el modelo.

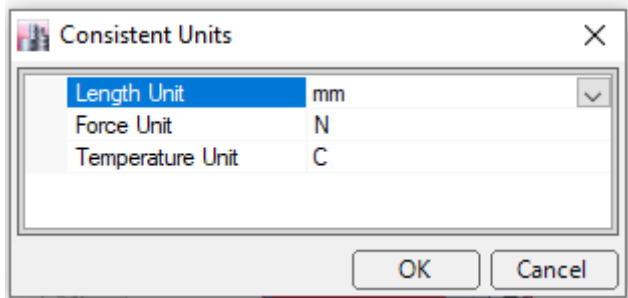


Ilustración 6: Unidades con la que se calculó la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18

2. Definimos los materiales que vamos a utilizar (atributos) y sus propiedades físicas.



Material Property Data

General Data

Material Name: ALB FM 65kg/cm2

Material Type: Masonry

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Yellow] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.000018 N/mm³

Mass per Unit Volume: 0 N-s²/mm⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 3187.16 MPa

Poisson's Ratio, U: 0.25

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000081 1/C

Shear Modulus, G: 1274.86 MPa

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Ilustración 7: Propiedades de la unidad de albañilería en la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18

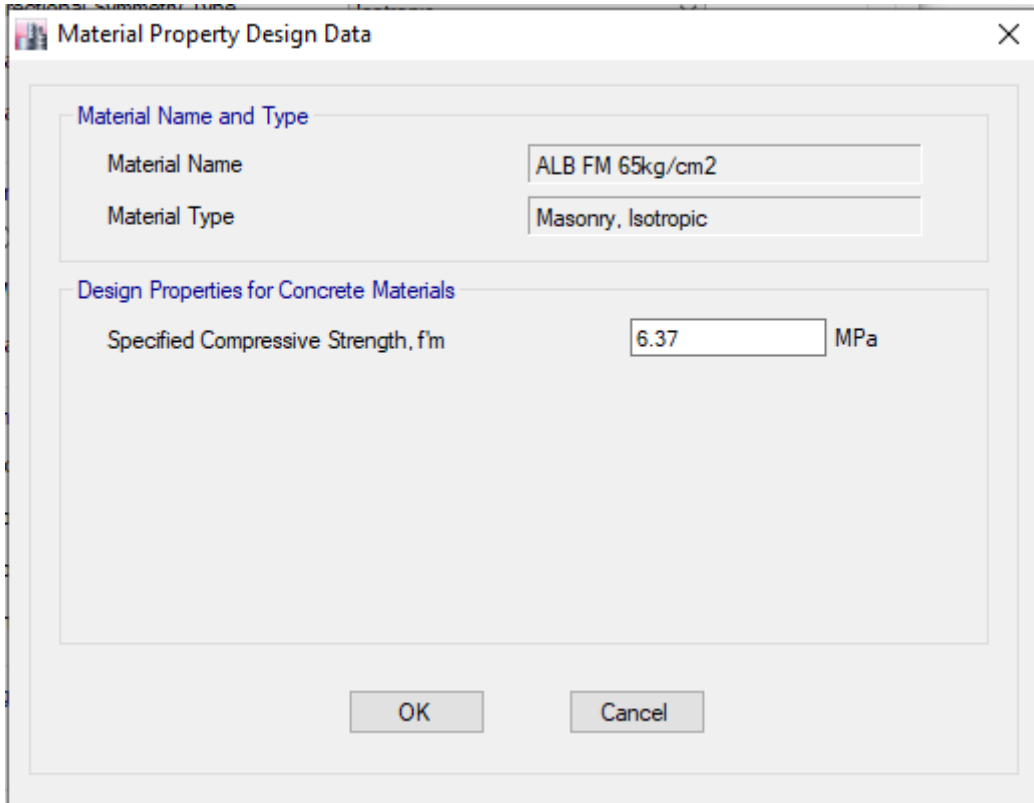


Ilustración 8: Resistencia de la unidad de albañilería en la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18



Material Property Data

General Data

Material Name: FC=210

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Selection] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.000024 N/mm³

Mass per Unit Volume: 0 N-s²/mm⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 21316.78 MPa

Poisson's Ratio, U: 0.15

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 9268.16 MPa

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Ilustración 9: propiedades del concreto de $f'c=210$ para el cálculo de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18



Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: FC=210

Material Type: Concrete, Isotropic

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'_c : 20.59 MPa

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor: [Empty]

OK Cancel

Ilustración 10: resistencia a la compresión del concreto de $f'_c=210$ para el cálculo de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18

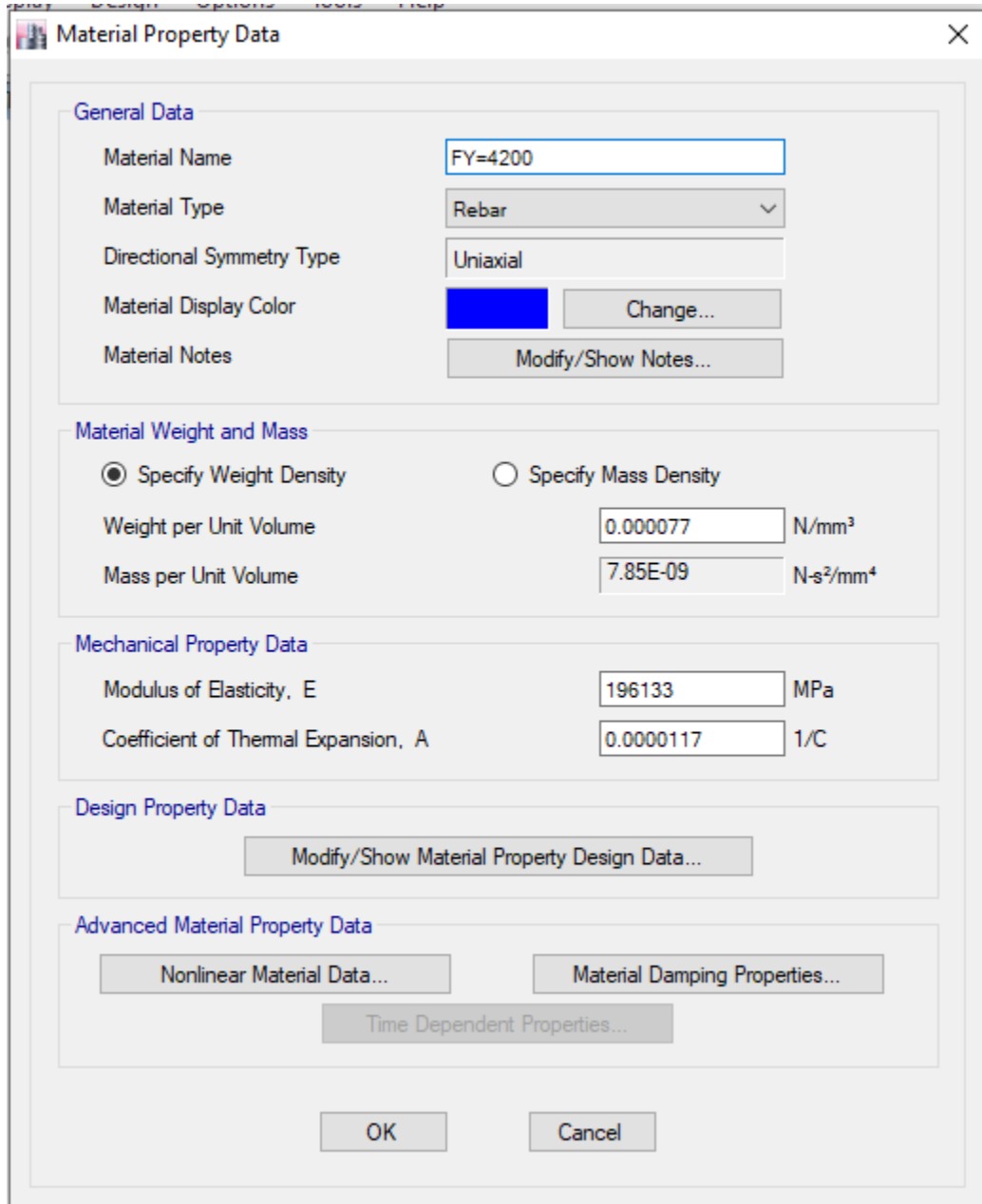


Ilustración 11: propiedades del acero grado 60 para el cálculo de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18

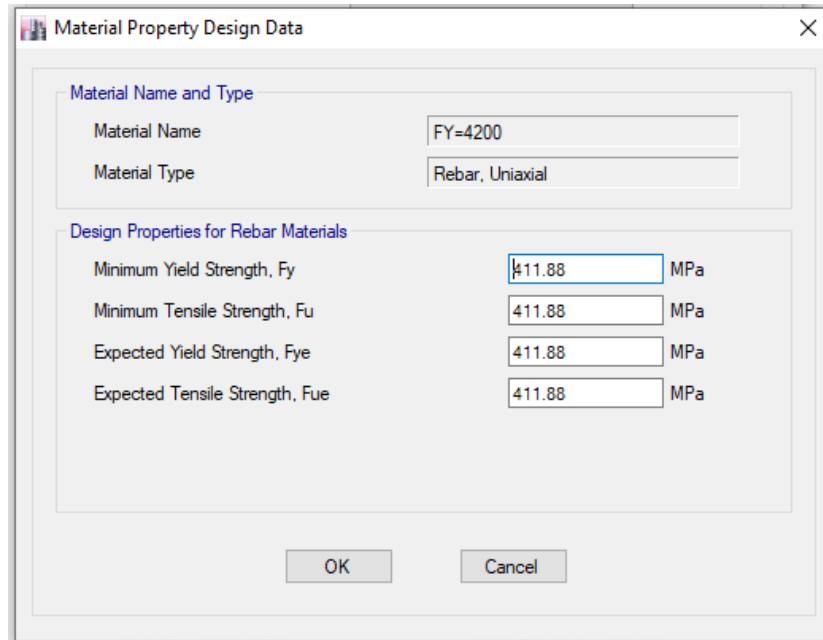


Ilustración 12: propiedades de resistencia del acero grado 60 para el cálculo de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18

3. Definimos los elementos que vamos a utilizar en el modelo.

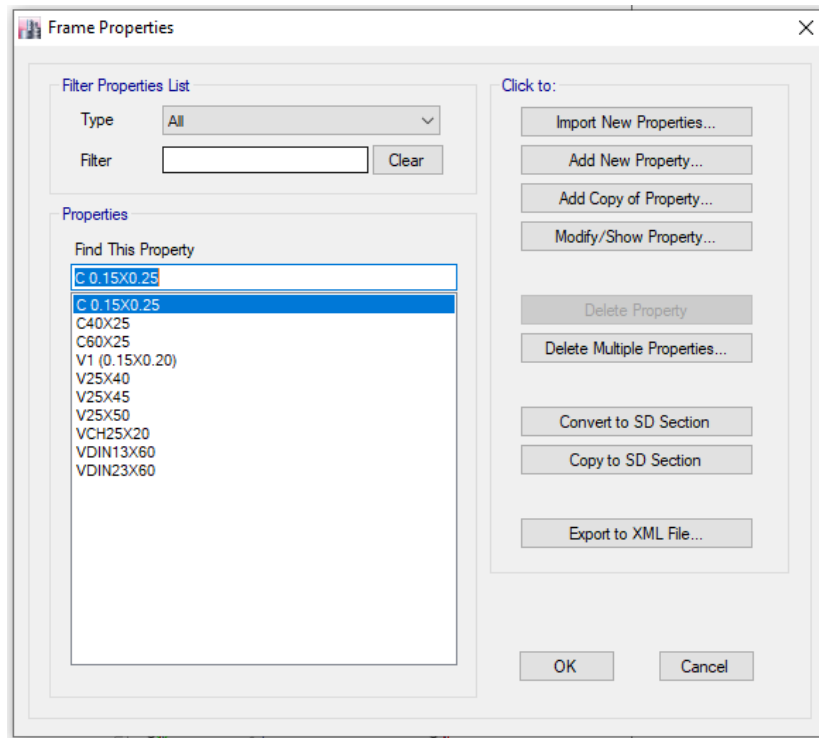


Ilustración 13: Propiedades de las vigas y columnas para el cálculo de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos

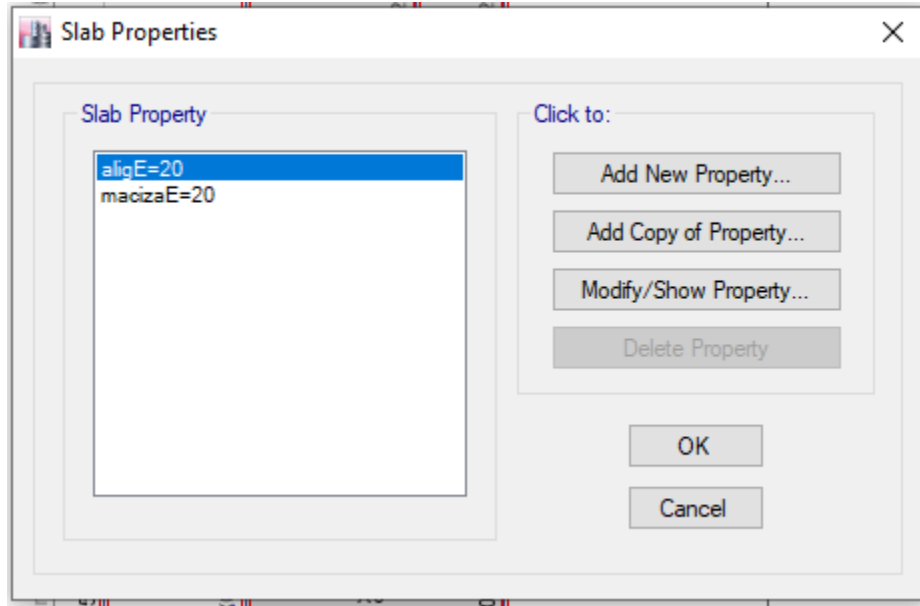


Ilustración 14: Propiedades de las losas para el cálculo de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos

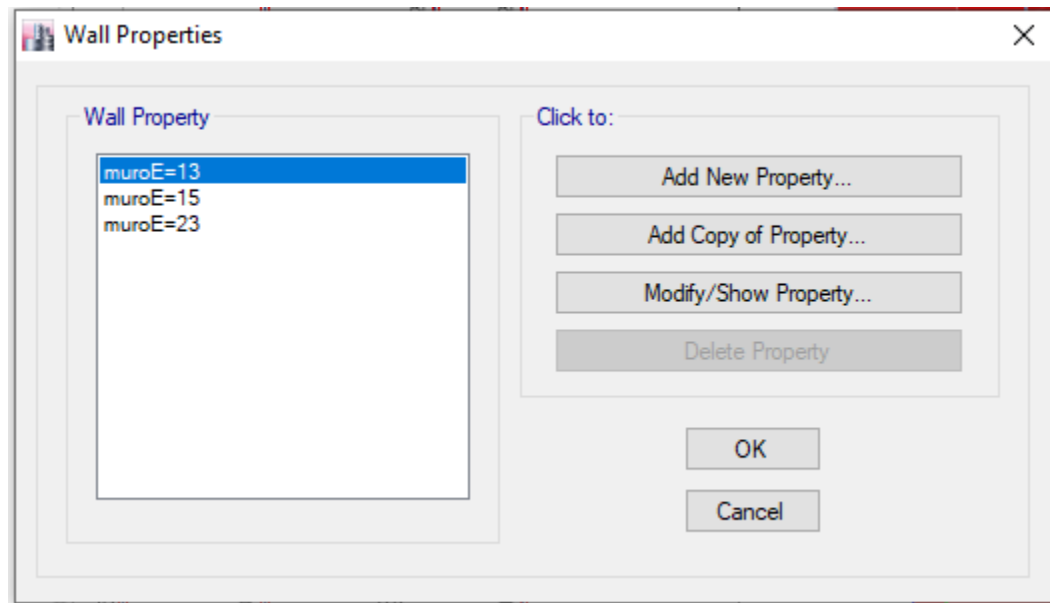


Ilustración 15: propiedades de los muros, de 13 y 15 es de albañilería y el de 23 es de concreto en la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos

4. Dibujamos el modelo con los elementos definidos.

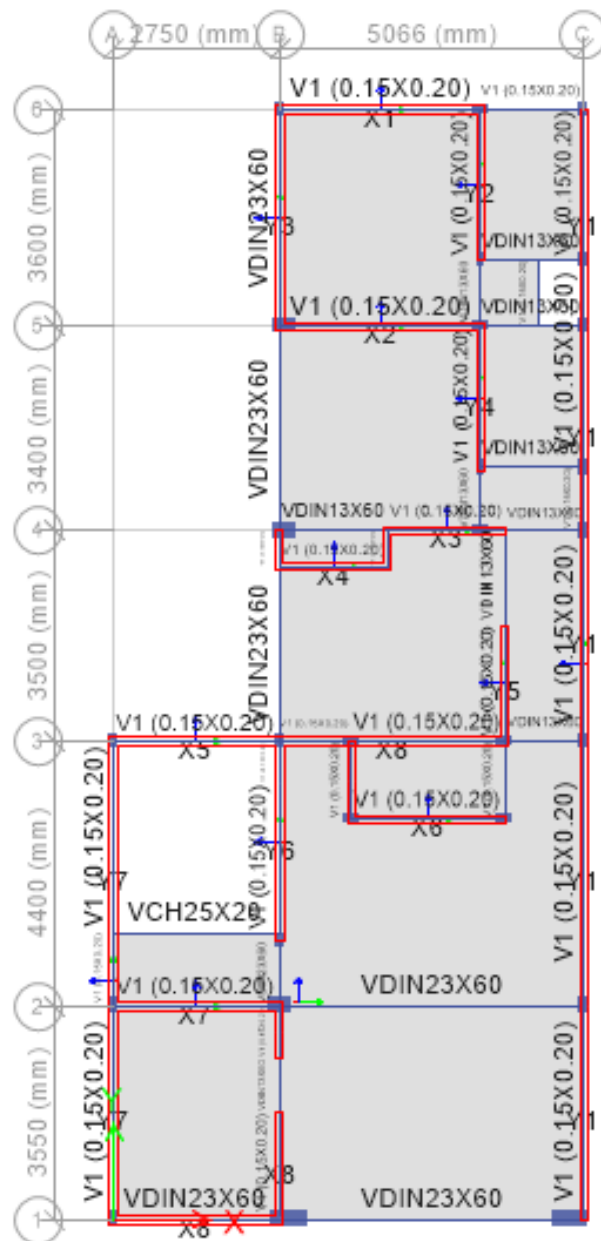


Ilustración 16: Distribución de la planta típica de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos

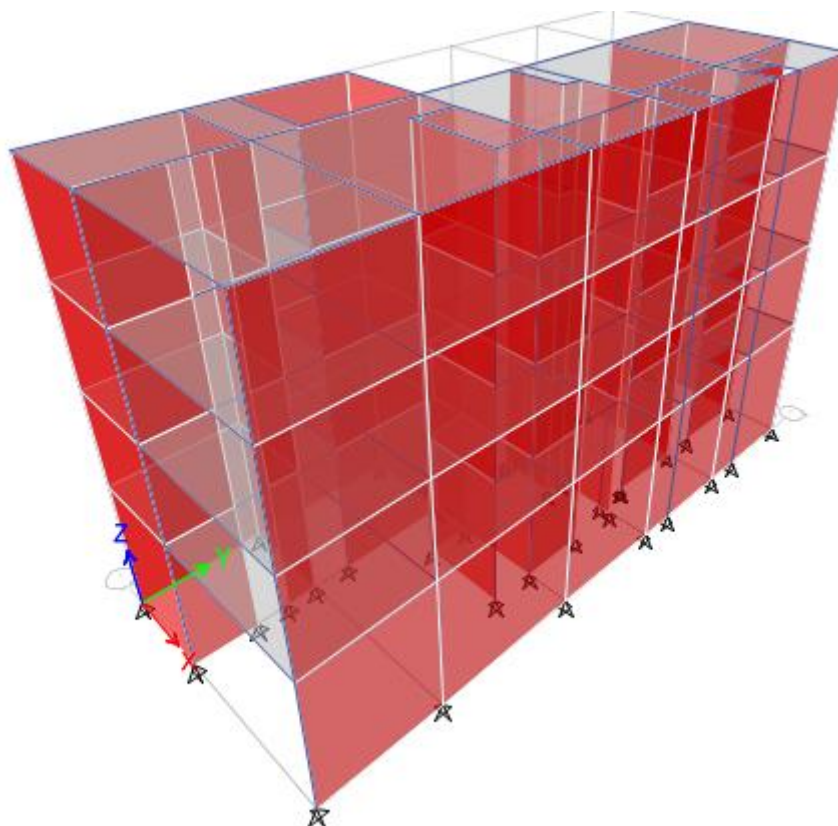


Ilustración 17: Vista del diseño en 3d en el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos

5. Definimos el espectro de aceleraciones que vamos a utilizar en el modelo con la ayuda de una hoja de cálculo.

SISMO DIRECCIÓN X - X		
T	CX	SA [X-X]
0.00	2.500	2.453
0.01	2.500	2.453
0.03	2.500	2.453



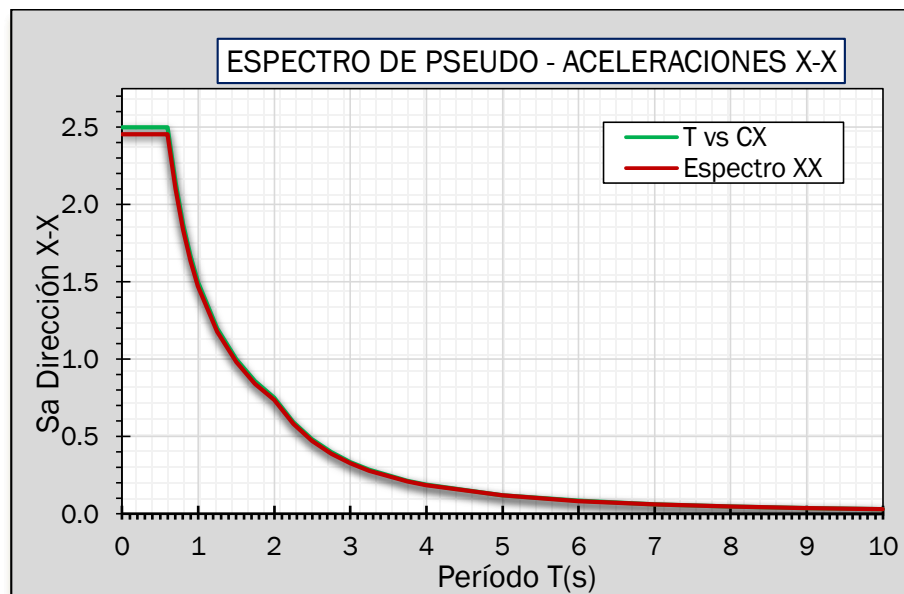
COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

0.05	2.500	2.453
0.08	2.500	2.453
0.10	2.500	2.453
0.20	2.500	2.453
0.30	2.500	2.453
0.40	2.500	2.453
0.50	2.500	2.453
0.60	2.500	2.453
0.70	2.143	2.102
0.80	1.875	1.839
0.90	1.667	1.635
1.00	1.500	1.472
1.25	1.200	1.177
1.50	1.000	0.981
1.75	0.857	0.841
2.00	0.750	0.736
2.25	0.593	0.581
2.50	0.480	0.471
2.75	0.397	0.389
3.00	0.333	0.327
3.25	0.284	0.279
3.75	0.213	0.209
4.00	0.188	0.184



5.00	0.120	0.118
6.00	0.083	0.082
7.00	0.061	0.060
8.00	0.047	0.046
9.00	0.037	0.036
10.00	0.030	0.029

Tabla 21: Definimos el espectro de aceleraciones XX e incorporamos al programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos



SISMO DIRECCIÓN Y - Y		
T	CY	SA [Y-Y]
0.00	2.500	2.453
0.01	2.500	2.453
0.03	2.500	2.453
0.05	2.500	2.453



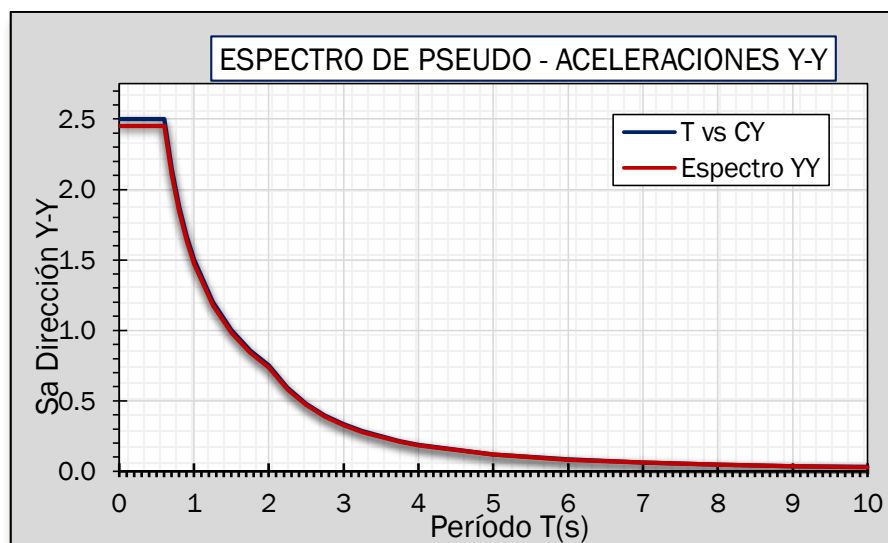
COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

0.08	2.500	2.453
0.10	2.500	2.453
0.20	2.500	2.453
0.30	2.500	2.453
0.40	2.500	2.453
0.50	2.500	2.453
0.60	2.500	2.453
0.70	2.143	2.102
0.80	1.875	1.839
0.90	1.667	1.635
1.00	1.500	1.472
1.25	1.200	1.177
1.50	1.000	0.981
1.75	0.857	0.841
2.00	0.750	0.736
2.25	0.593	0.581
2.50	0.480	0.471
2.75	0.397	0.389
3.00	0.333	0.327
3.25	0.284	0.279
3.75	0.213	0.209
4.00	0.188	0.184
5.00	0.120	0.118



6.00	0.083	0.082
7.00	0.061	0.060
8.00	0.047	0.046
9.00	0.037	0.036
10.00	0.030	0.029

Tabla 22: Definimos el espectro de aceleraciones YY e incorporar al programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos



6. Importamos el espectro definido al modelo que estamos utilizando.

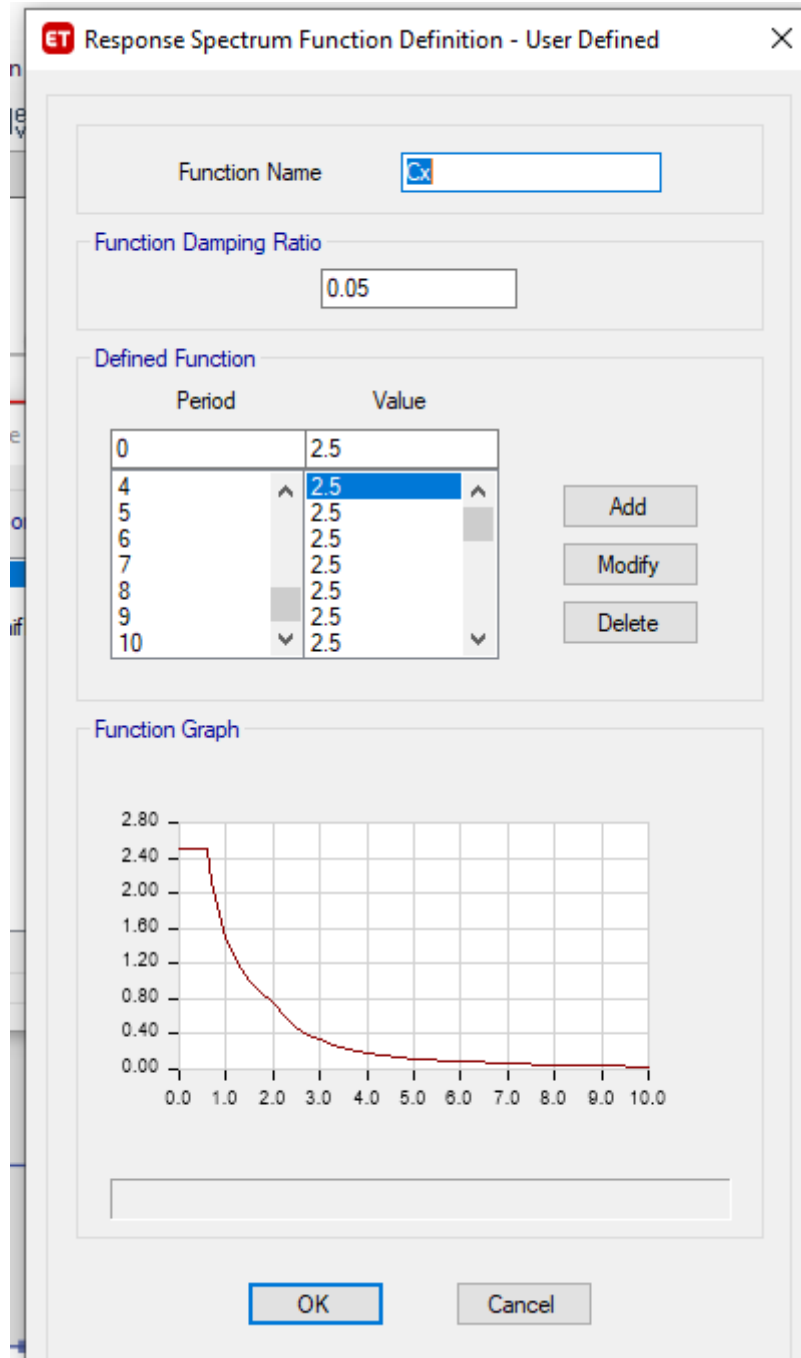


Ilustración 18: Incorporación del espectro en el eje XX hacia el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos

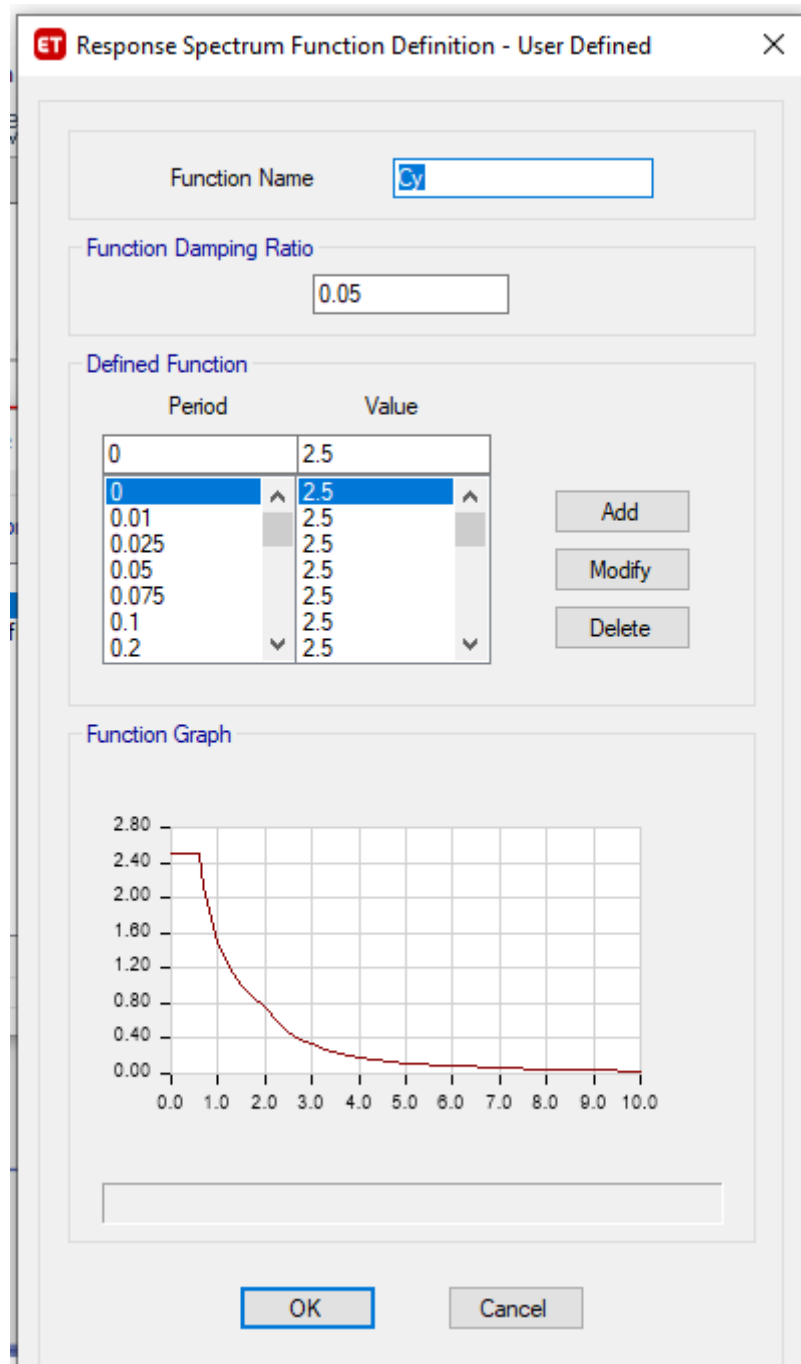


Ilustración 19: Incorporación del espectro en el eje YY hacia el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos

7. Corremos el modelo.

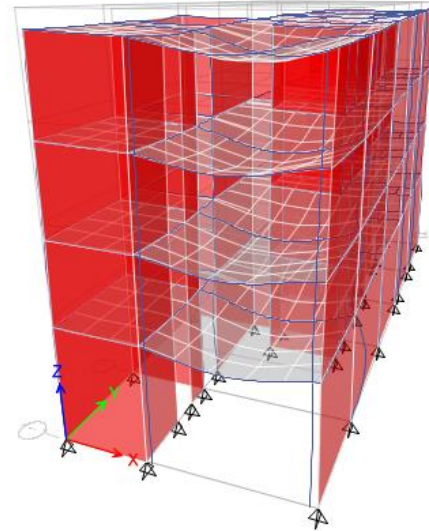
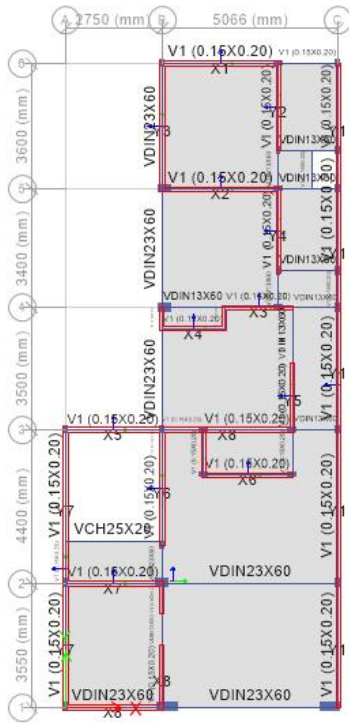


Ilustración 20: Proceso de ejecución del programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos

7. Calculamos de drift y determinamos los resultados finales

DERIVAS XX

STORY	Drift
AZOTEA	0.001205
TECHO3	0.001605
TECHO2	0.001784
TECHO1	0.001468

Tabla 23:: Desplazamiento de la estructura en el eje XX que cuenta con muros estructurales a base de arcilla King Kong 18 huecos



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

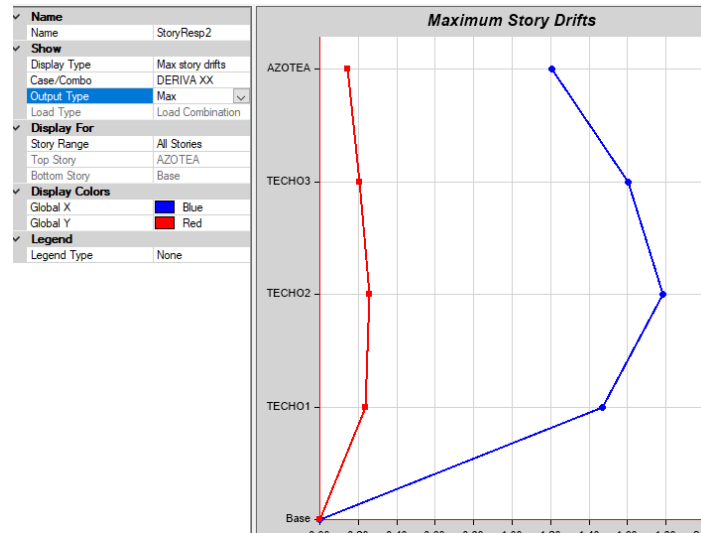


Ilustración 21: Cuadro de desplazamiento de la estructura en el eje XX que cuenta con muros estructurales a base de arcilla King Kong 18 huecos

DERIVAS YY

STORY	Drift
AZOTEA	0.000352
TECHO3	0.000487
TECHO2	0.000579
TECHO1	0.000537

Tabla 24:Desplazamiento de la estructura en el eje YY que cuenta con muros estructurales a base de arcilla King Kong 18 huecos



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

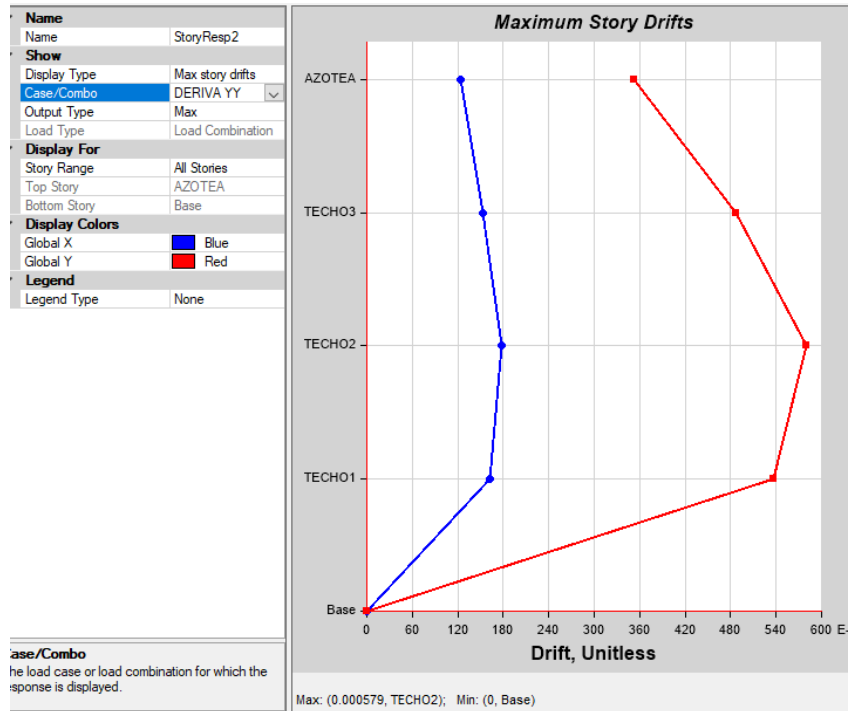


Ilustración 22: Cuadro de desplazamiento de la estructura en el eje YY que cuenta con muros estructurales a base de arcilla King Kong 18 huecos



ANÁLISIS PARA LA EDIFICACIÓN CON MUROS A BASE DE LADRILLOS DE TETRAPAK RECICLADO(POLIALUMINIO)

análisis sísmico estático

1. Chequeamos la densidad de muros de albañilería.

$$\frac{\sum L_T}{A_p} \geq \frac{Z U S N}{56}$$

- según normativa

Z= 0.45

U= 1.00

S= 1.05

N= 4.00

- Eje “x”

4.93% (parámetros de control de densidad de muros)

- eje “y”

3.24% (parámetros de control de densidad de muros)

2. Determinamos el periodo fundamental de la estructura.

El periodo para analizar será con el del programa y no con lo indicado según la norma, ya que el uso de dicha formula de la norma es para hacer cálculos a sumaalzada y es más para cálculos empíricos

T_{xx}=0.071

T_{yy} =0.042



3. Determinamos los factores Z , U , C , S y R , usando las tablas dadas en la norma

E.030.

según normativa

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.00$$

$$S = 1.05$$

$$\text{Área} = 128.01$$

Factor de ampliación sísmica

$$T_p = 0.6$$

$$T_l = 2.00$$

$$C = 2.5$$

4. Cálculo de la rigidez de la edificación en ambas direcciones (x, y)

EJE XX

Story	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	rigidez por piso
	tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	tonf/m
AZOTEA	50.7334	1.82E-04	278186.852	2.021	1.10E-05	0	278186.9
TECHO3	92.3043	1.98E-04	466954.92	3.7879	8.00E-06	0	188768.1
TECHO2	118.5946	1.84E-04	644404.818	4.847	5.00E-06	0	177449.9
TECHO1	131.7625	1.18E-04	1112976.627	5.2879	4.00E-07	0	468571.8

Tabla 25: Cálculo de rigidez en el eje XX en la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



EJE YY

Story	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	rigidez por piso
	tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	tonf/m
AZOTEA	1.7388	1.10E-05	0	48.9456	5.10E-05	968729.569	968729.6
TECHO3	3.4118	1.30E-05	0	92.4486	6.30E-05	1469913.27	501183.7
TECHO2	4.6533	1.40E-05	0	121.420	6.60E-05	1838699.72	368786.5
TECHO1	5.2879	1.10E-05	0	136.2949	5.00E-05	2699153.94	860454.2

Tabla 26: Calculo de rigidez en el eje YY en la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

Irregularidades

Según nos especifica la norma, que el siguiente criterio se aplica en diafragma rígido como es nuestra estructura, existe irregularidad torsional cuando, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo de un edificio, 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

- **Irregularidad torsional**

EJEXX

Story	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
AZOTEA	Diaph AZOTEA X	1.62E-04	1.49E-04	1.082
TECHO3	Diaph TECHO 3 X	1.68E-04	1.62E-04	1.035
TECHO2	Diaph TECHO 2 X	1.55E-04	1.51E-04	1.027
TECHO1	Diaph TECHO 1 X	1.03E-04	9.70E-05	1.063



Tabla 27: *Calculo de irregularidad torsional en el eje XX de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)*

EJEYY

Story	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
AZOTEA	Diaph AZOTEA Y	4.20E-05	4.10E-05	1.005
TECHO3	Diaph TECHO 3 Y	5.30E-05	5.20E-05	1.026
TECHO2	Diaph TECHO 2 Y	5.70E-05	5.40E-05	1.05
TECHO1	Diaph TECHO 1 Y	4.50E-05	4.10E-05	1.082

Tabla 28: *Calculo de irregularidad torsional en el eje YY de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)*

- **Irregularidad en altura**

Se analizo como una estructura regular y su factor es de 1, con el fin de analizar y verificar el cumplimiento de dicha estructura

- **Irregularidad en planta**

Se analizo como una estructura regular y su factor es de 0.9 (esquinas entrantes), con el fin de analizar y verificar el cumplimiento de dicha estructura

Cálculo del coeficiente básico de reducción para ambas direcciones

Este coeficiente se clasifica respecto al sistema estructural, este depende del material usado y el sistema estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis.

- **Porcentaje de columnas y placas en el primer piso para la dirección x**

El sistema es de albañilería, por ende, ya no se calcula para determinar qué tipo de sistema es

Rpt.: $R_0 = 3$

5. Peso de cada piso



En este punto podemos observar que el peso total de la edificación de 4 pisos es de 441.52 tn en total y en la tabla se aprecia el acumulado en la columna P y el peso individual en la última columna de la tabla 29.

Para la verificación de los pesos si están dentro del parámetro me divide el peso del piso entre el área techada tiene que ser menor a 1.8, esta estructura esta entre 0.85 y 0.98

STORY	LOAS	P	VX	VY	T	MX	MY	PESO POR
			CASE/COMBO					
		Tonf	tonf	tonf	tonf	Tonf-m	Tonf-m	ton
AZOTEA	100CM+25CV	108.3967	0	0	0	862.4807	-491.0597	108.3967
TECHO3	100CM+25CV	219.437	0	0	0	1746.9829	-994.7626	111.0403
TECHO2	100CM+25CV	330.4773	0	0	0	2631.4851	-1498.466	111.0403
TECHO1	100CM+25CV	441.5176	0	0	0	3515.9873	-2002.168	111.0403

Tabla 29: Peso de la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

6. Cortante en cada piso

CORTANTE CON SISMO ESTATICO

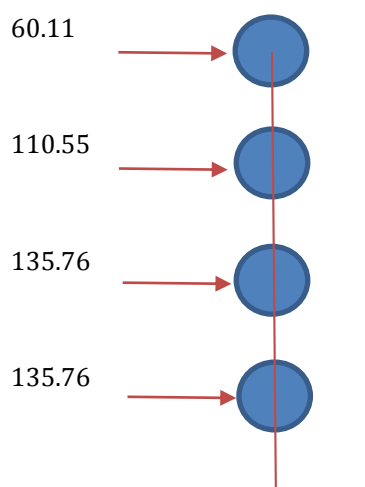
- Cortante sísmico estático en el eje x

Para poder obtener las cortantes estáticas máximas en el eje X tenemos que considerar que el eje Y tiene que estar en cero para así poder obtener las cortantes máximas estáticas en dicho eje

STORY	P	VX	VY	T	MX	MY
-------	---	----	----	---	----	----

LOAS		tonf	tonf	tonf	tonf	Tonf-m	Tonf-m
CASE/COMBO							
AZOTEA	Sismo estático "X"	0	-60.1116	0	546.6194	0	-168.3125
TECHO3	Sismo estático "X"	0	-110.545	0	1017.7775	0	-477.839
TECHO2	Sismo estático "X"	0	-135.7618	0	1253.3565	0	-857.972
TECHO1	Sismo estático "X"	0	-135.7618	0	1253.3565	0	-1238.11

Tabla 30: Cálculo de la cortantes estático en eje XX de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



- Cortante sísmico estático en el eje y

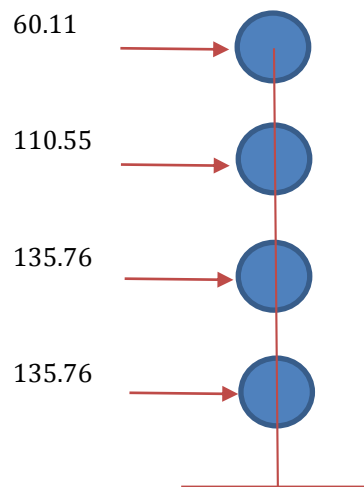
Para poder obtener las cortantes estáticas máximas en el eje Y tenemos que considerar que el eje X tiene que estar en cero para así poder obtener las cortantes máximas estáticas en dicho eje

STORY	P	VX	VY	T	MX	MY
-------	---	----	----	---	----	----



LOAS		tonf	tonf	tonf	tonf	Tonf-m	Tonf-m
CASE/COMBO							
AZOTEA	Sismo estático "X"	0	0	-60.1116	-307.1610	168.313	0
TECHO3	Sismo estático "X"	0	0	-110.545	-565.3421	477.839	0
TECHO2	Sismo estático "X"	0	0	-135.7618	-694.4326	857.972	0
TECHO1	Sismo estático "X"	0	0	-135.7618	-694.4326	1238.11	0

Tabla 31: Cálculo de la cortantes estático en eje YY de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

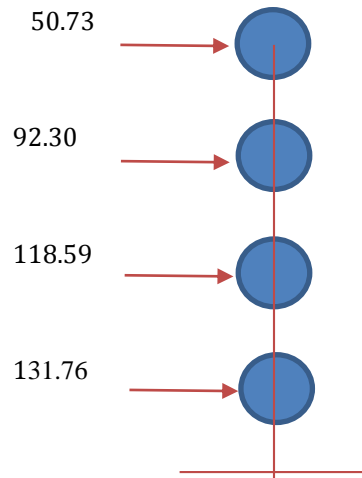


CORTANTE CON SISMO DINAMICO

STORY	LOAS	P	VX	VY	T	MX	MY
	CASE/COMBO	tonf	tonf	tonf	tonf	Tonf-m	Tonf-m
AZOTEA	Sismo estático "X"	0.000E+00	50.7334	2.021	438.8705	5.6588	142.0537
TECHO3	Sismo estático "X"	0.000E+00	92.3043	3.7879	801.7653	16.2468	397.4412

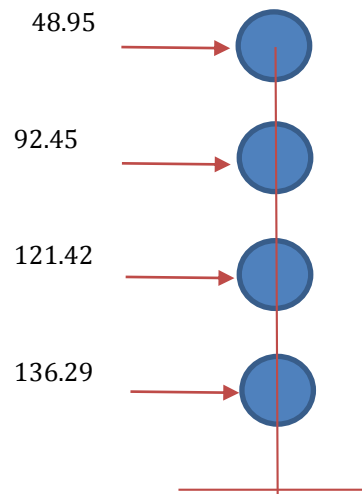
TECHO2	Sismo estático "X"	0.000E+00	118.5946	4.847	1034.177	29.7747	721.3127
TECHO1	Sismo estático "X"	0.000E+00	131.7625	5.2879	1151.968	44.5177	1079.3786

Tabla 32: Cálculo de la cortantes dinámico en eje XX de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



STORY	LOAS	P	VX	VY	T	MX	MY
	CASE/COMBO	tonf	tonf	tonf	tonf	Tonf-m	Tonf-m
AZOTEA	Sismo estático "Y"	0.000E+00	1.7388	48.9456	252.6563	137.0477	4.8686
TECHO3	Sismo estático "Y"	0.000E+00	3.4118	92.4486	481.5377	393.4701	14.3174
TECHO2	Sismo estático "Y"	0.000E+00	4.6533	121.42	634.9455	726.747	27.1614
TECHO1	Sismo estático "Y"	0.000E+00	5.2879	136.2949	712.8427	1099.2666	41.7532

Tabla 33: Cálculo de la cortantes dinámico en eje YY de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



7. Calculamos el centro de masa y centro de rigidez

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ $E_c = 2173706.5 \text{ ton/m}^2$
 $f_m = 340.75 \text{ Kg/cm}^2$ $E_a = 4080000 \text{ ton/m}^2$

- Centro de masa

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	X CM	Y CM	Cumulative		X CCM	Y CCM
						X	Y		
		Tnf-s2/m	Tnf-s2/m	m	m	Tnf-s2/m	Tnf-s2/m	m	m
AZOTEA	AZOTEA	6.25222	6.25222	5.0176	10.637	6.25222	6.25222	5.0176	10.6365
TECHO3	TECHO3	6.58796	6.58796	4.8158	9.3555	6.58796	6.58796	4.8158	9.3555
TECHO2	TECHO2	8.45104	8.45104	4.9653	10.407	8.45104	8.45104	4.9653	10.4066
TECHO1	TECHO1	8.45104	8.45104	4.9653	10.407	8.45104	8.45104	4.9653	10.4068

Tabla 34: Cálculo del centro de masa de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

- Centro de rigidez



Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	X CM	Y CM	Cumulative		XCR	YCR
						X	Y		
		Tnf-s2/m	Tnf-s2/m	m	m	Tnf-s2/m	Tnf-s2/m	m	m
AZOTEA	AZOTEA	6.25222	6.25222	5.0176	10.637	6.25222	6.25222	5.2098	8.7085
TECHO3	TECHO3	6.58796	6.58796	4.8158	9.3555	6.58796	6.58796	4.8145	8.1116
TECHO2	TECHO2	8.45104	8.45104	4.9653	10.407	8.45104	8.45104	4.9561	8.1488
TECHO1	TECHO1	8.45104	8.45104	4.9653	10.407	8.45104	8.45104	5.0959	8.4402

Tabla 35: Cálculo del centro de rigidez de la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

Se calcula el centro de masa y centro de rigidez para poder calcular la excentricidad accidental

Story	$E_x < 0.05 * 8$	$E_y < 0.05 * 20$
AZOTEA	-0.1922	1.928
TECHO3	0.0013	1.2439
TECHO2	0.0092	2.2578
TECHO1	-0.1306	1.9666

Tabla 36: Cumplimiento de las excentricidades para la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

8. Determinamos los cortantes finales de cada muro

a. Cortante en los muros portantes en el eje X



Para determinar la cortante en el eje x se trabaja con la v2, pero en el caso que se analice los otros elementos estructurales que tienen otra dirección a la de la dirección del análisis se tomará el v3

Story	pier	P	V2	V3	T	M2	M3
		Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
TECHO 1	Y1	14.7515	6.503	0.3044	0.7845	0.25498	38.3484
TECHO 1	Y2	5.0633	0.2332	0.0215	0.0072	0.0007	0.7066
TECHO 1	Y3	37.0087	1.7184	0.104	0.0059	0.2125	1.1458
TECHO 1	Y4	23.9234	2.3456	0.0389	0.0074	0.0314	1.8389
TECHO 1	Y5	27.5749	1.1481	0.0068	0.0078	0.0158	0.7306
TECHO 1	Y6	5.9846	0.9311	0.059	0.0514	0.0672	1.0627
TECHO 1	Y7	100.5006	4.9249	0.239	0.0781	0.4347	26.7517
TECHO 1	Y8	18.0378	1.3936	0.0164	0.0056	0.0236	1.3069
TECHO 1	X1	3.4756	5.759	0.0034	0.0009	0.0023	12.0576
TECHO 1	X2	2.2791	20.6021	0.0067	0.0035	0.0055	47.7582
TECHO 1	X3	16.9685	8.0124	0.009	0.0091	0.0065	17.0281
TECHO 1	X4	10.0486	7.9583	0.0049	0.0026	0.0009	15.1782
TECHO 1	X5	2.6869	46.1613	0.0034	0.0115	0.0054	179.1949
TECHO 1	X6	25.4862	11.6192	0.0068	0.0051	0.0047	27.3433
TECHO 1	X7	4.3119	15.5339	0.0037	0.0061	0.0047	36.1294
TECHO 1	X8	2.5993	14.5722	0.0088	0.0023	0.01	35.0569

Tabla 37: Cálculo de la cortante en los muros portantes en el eje XX de la edificación a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



b. Cortante de los muros portantes en el eje y

Para determinar la cortante en el eje x se trabaja con la v2, pero en el caso que se analice los otros elementos estructurales que tienen otra dirección a la de la dirección del análisis se tomará el v3

Story	pier	P	V2	V3	T	M2	M3
		Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
TECHO 1	Y1	1.7355	67.9608	0.0185	0.2858	0.0292	537.83
TECHO 1	Y2	3.955	5.4427	0.0143	0.0064	0.0006	13.5572
TECHO 1	Y3	6.4059	10.3265	0.0143	0.0056	0.0263	24.9497
TECHO 1	Y4	7.6811	5.9885	0.0132	0.0022	0.0044	11.9533
TECHO 1	Y5	7.1947	3.7289	0.0021	0.0028	0.0012	7.4803
TECHO 1	Y6	4.6289	8.5182	0.0077	0.005	0.0032	21.9486
TECHO 1	Y7	6.284	26.2291	0.0235	0.0293	0.0404	102.0368
TECHO 1	Y8	2.4741	3.2054	0.0029	0.0025	0.0039	6.1013
TECHO 1	X1	8.3265	0.8787	0.0072	0.0026	0.0106	1.5548
TECHO 1	X2	3.7512	3.8163	0.0318	0.0043	0.0547	3.9893
TECHO 1	X3	1.0129	0.5474	0.224	0.0042	0.0138	0.8007
TECHO 1	X4	3.3185	0.3382	0.005	0.0015	0.0161	0.5977
TECHO 1	X5	20.6304	4.411	0.0708	0.0187	0.1288	14.6616
TECHO 1	X6	3.0363	0.4487	0.0144	0.0032	0.0153	1.2242
TECHO 1	X7	0.6902	1.586	0.0377	0.0037	0.0692	3.5314
TECHO 1	X8	15.5573	2.4889	0.0404	0.0045	0.0724	5.552

Tabla 38: Cálculo de la cortante en los muros portantes en el eje YY de la edificación a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



Análisis sísmico modal espectral

9. Definimos las unidades (de longitud y peso) que vamos a utilizar en el modelo.

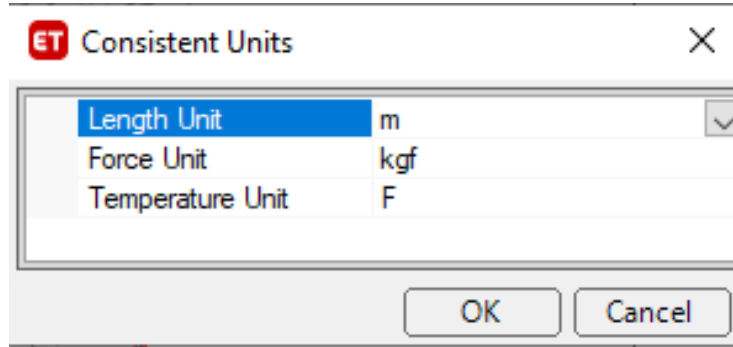


Ilustración 23: Definición de unidades para realizar el análisis en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

10. Definimos los materiales que vamos a utilizar (atributos) y sus propiedades físicas.



Material Property Data

General Data

Material Name: TETRAPACK

Material Type: Masonry

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 1.162 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.118491 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 408000 kgf/cm²

Poisson's Ratio, U: 0.25

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000081 1/C

Shear Modulus, G: 1632000 tonf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Ilustración 24: Propiedades de la unidad de albañilería en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado(polialuminio)



Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: TETRAPACK

Material Type: Masonry, Isotropic

Design Properties for Concrete Materials

Specified Compressive Strength, $f'm$: 3400 tonf/m²

OK Cancel

Ilustración 25: Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería $f'm=340$ en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



Material Property Data

General Data

Material Name: FC=210

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Selection] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2.4 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.244732 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 217370.65 kgf/cm²

Poisson's Ratio, U: 0.15

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 945089.79 tonf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Ilustración 26: Propiedades del concreto de $f'c=210$ en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: FC=210

Material Type: Concrete, Isotropic

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'_c : 2100 tonf/m²

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor: [Empty]

OK Cancel

Ilustración 27: Resistencia a la compresión del concreto de $f'_c=210$ en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

Material Property Data

General Data

Material Name: FY=4200

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: [Blue] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7.85 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.800477 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2000000 kgf/cm²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Ilustración 28: Propiedades del acero grado 60 en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

Property	Value	Unit
Material Name	FY=4200	
Material Type	Rebar, Uniaxial	
Minimum Yield Strength, Fy	42000	tonf/m ²
Minimum Tensile Strength, Fu	42000	tonf/m ²
Expected Yield Strength, Fye	42000	tonf/m ²
Expected Tensile Strength, Fue	42000	tonf/m ²

Ilustración 29: Propiedades de resistencia del acero grado 60 en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

11. Definimos los elementos que vamos a utilizar en el modelo.

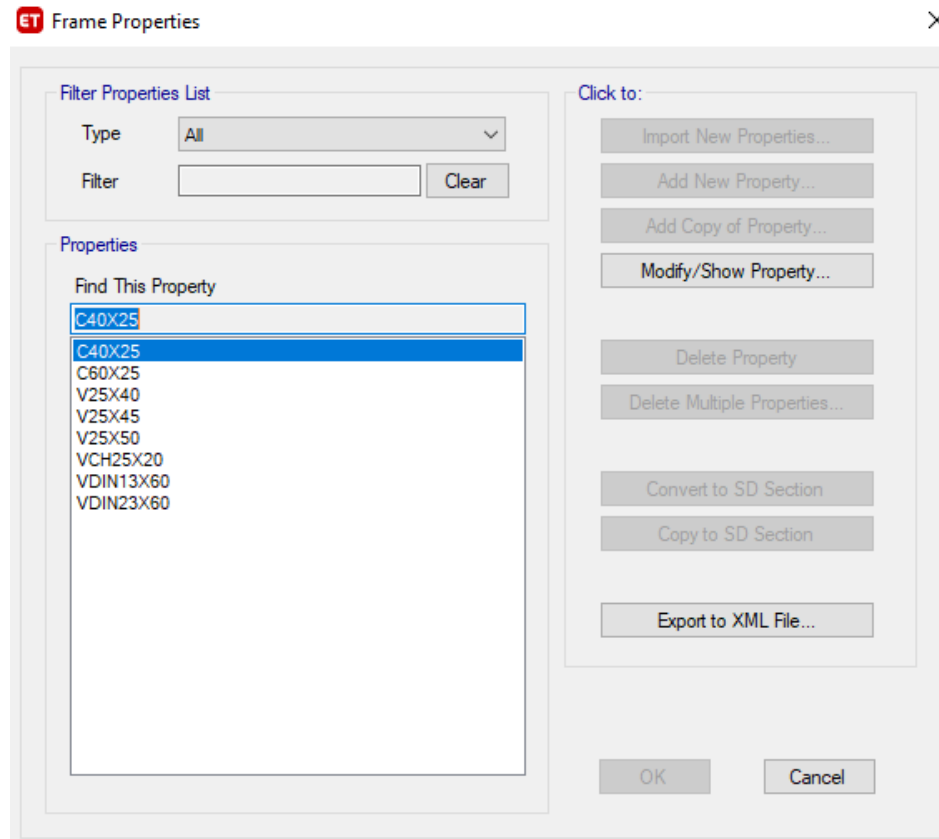


Ilustración 30: propiedades de las vigas y columnas en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

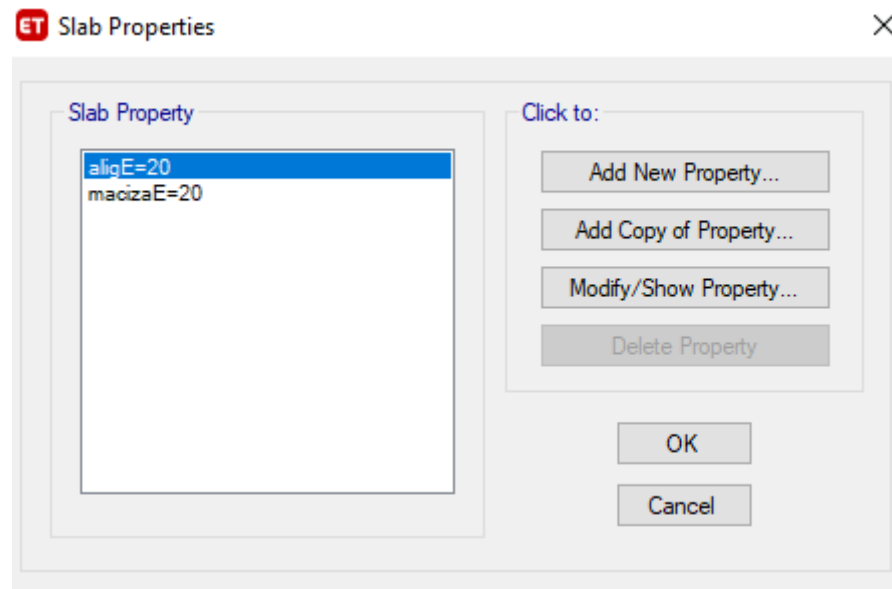


Ilustración 31: Propiedades de las losas en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

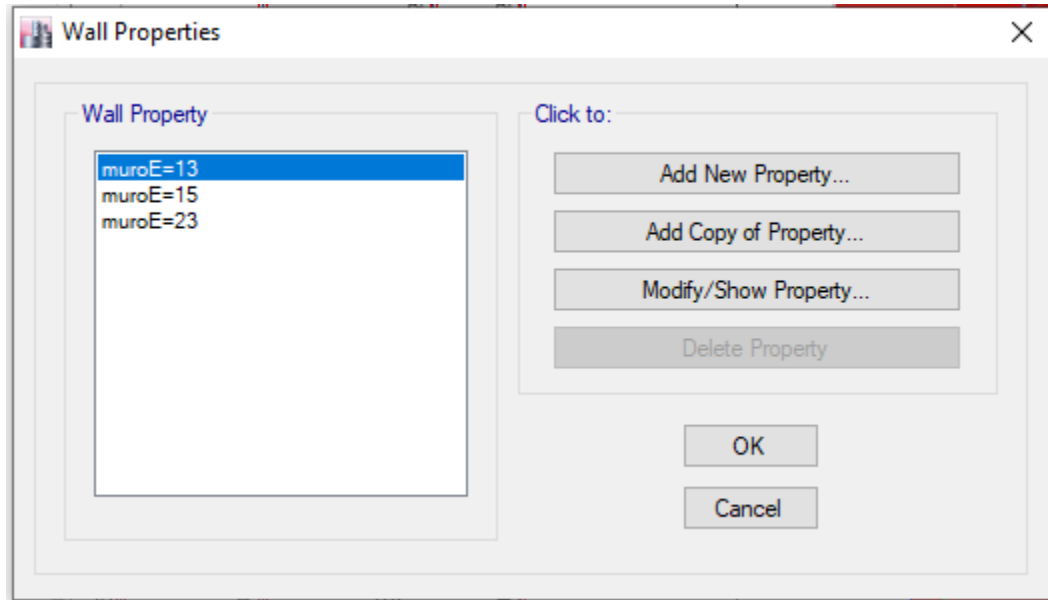


Ilustración 32: propiedades de los muros, de 13 y 15 es de albañilería y el de 23 es de concreto en la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

12. Dibujamos el modelo con los elementos definidos.

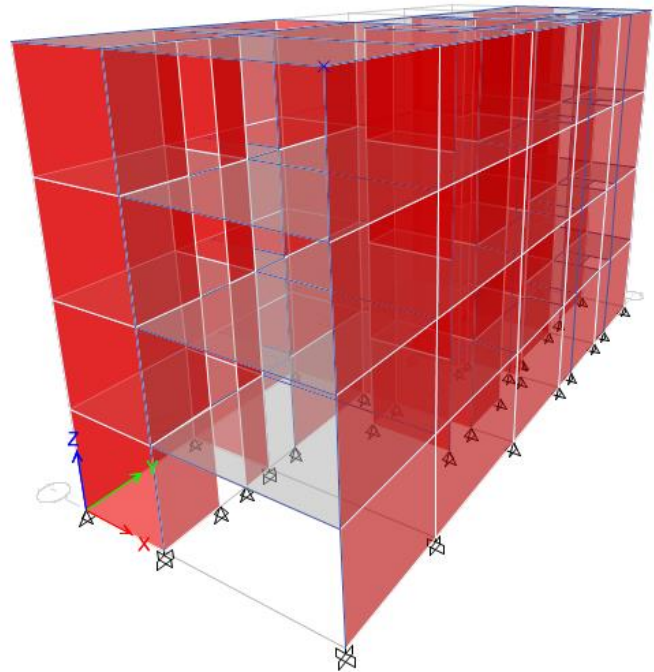
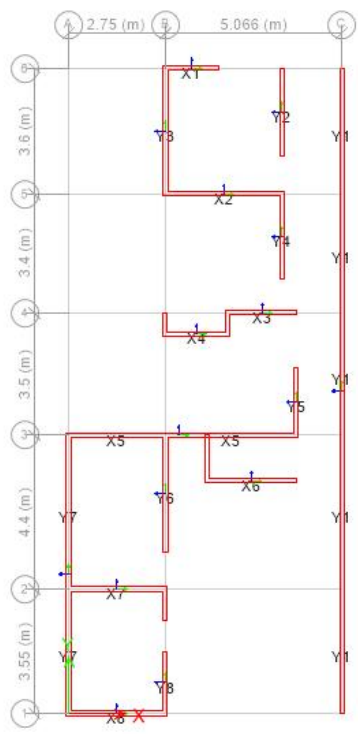


Ilustración 20: distribución de la planta típica y vista del diseño en 3d en el programa ETABS



13. Definimos el espectro de aceleraciones que vamos a utilizar en el modelo con la ayuda de una hoja de cálculo.

SISMO DIRECCIÓN X - X		
T	CX	SA [X-X]
0.00	2.500	2.453
0.01	2.500	2.453
0.03	2.500	2.453
0.05	2.500	2.453
0.08	2.500	2.453
0.10	2.500	2.453
0.20	2.500	2.453
0.30	2.500	2.453
0.40	2.500	2.453
0.50	2.500	2.453
0.60	2.500	2.453
0.70	2.143	2.102
0.80	1.875	1.839
0.90	1.667	1.635
1.00	1.500	1.472
1.25	1.200	1.177
1.50	1.000	0.981
1.75	0.857	0.841
2.00	0.750	0.736



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

2.25	0.593	0.581
2.50	0.480	0.471
2.75	0.397	0.389
3.00	0.333	0.327
3.25	0.284	0.279
3.75	0.213	0.209
4.00	0.188	0.184
5.00	0.120	0.118
6.00	0.083	0.082
7.00	0.061	0.060
8.00	0.047	0.046
9.00	0.037	0.036
10.00	0.030	0.029

Tabla 39: Definimos el espectro de aceleraciones XX e incorporar al programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

SISMO DIRECCIÓN Y - Y		
T	CY	SA [Y-Y]
0.00	2.500	2.453
0.01	2.500	2.453
0.03	2.500	2.453
0.05	2.500	2.453
0.08	2.500	2.453



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

0.10	2.500	2.453
0.20	2.500	2.453
0.30	2.500	2.453
0.40	2.500	2.453
0.50	2.500	2.453
0.60	2.500	2.453
0.70	2.143	2.102
0.80	1.875	1.839
0.90	1.667	1.635
1.00	1.500	1.472
1.25	1.200	1.177
1.50	1.000	0.981
1.75	0.857	0.841
2.00	0.750	0.736
2.25	0.593	0.581
2.50	0.480	0.471
2.75	0.397	0.389
3.00	0.333	0.327
3.25	0.284	0.279
3.75	0.213	0.209
4.00	0.188	0.184
5.00	0.120	0.118
6.00	0.083	0.082

7.00	0.061	0.060
8.00	0.047	0.046
9.00	0.037	0.036
10.00	0.030	0.029

Tabla 40: Definimos el espectro de aceleraciones YY e incorporar al programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

14. Importamos el espectro definido al modelo que estamos utilizando.

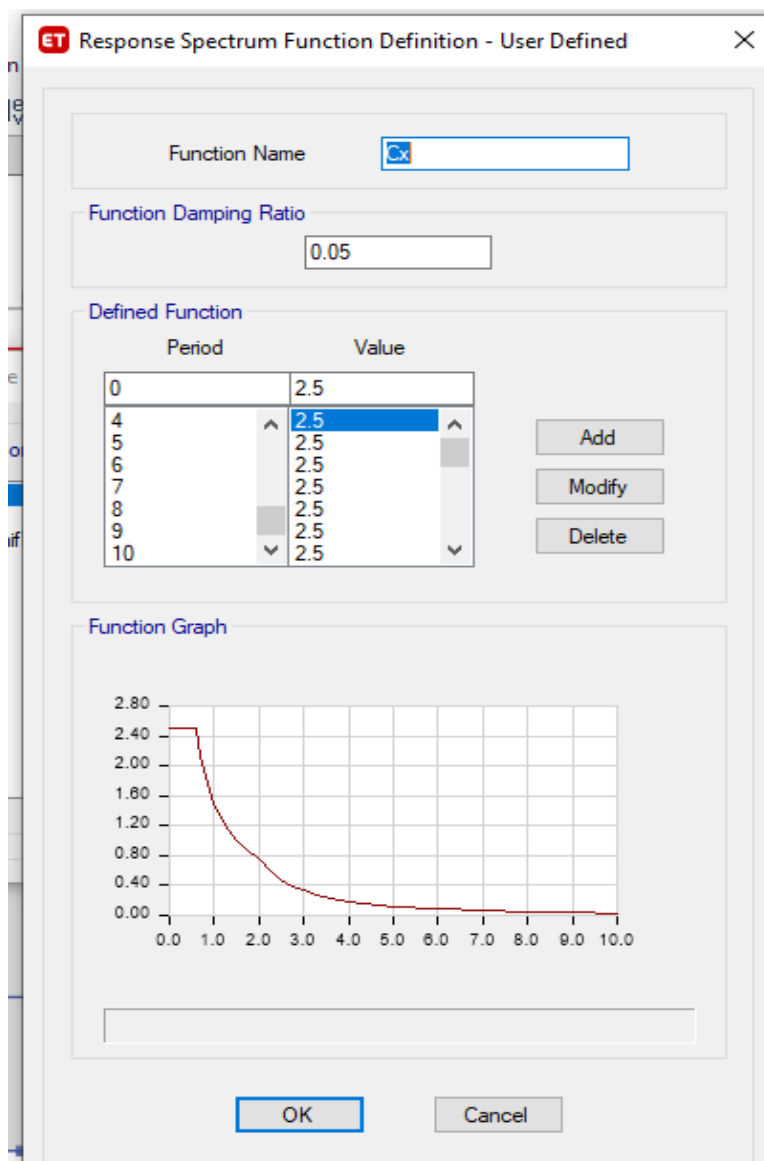


Tabla 41: Incorporación del espectro en el eje XX hacia el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base Tetrapak reciclado (polialuminio)

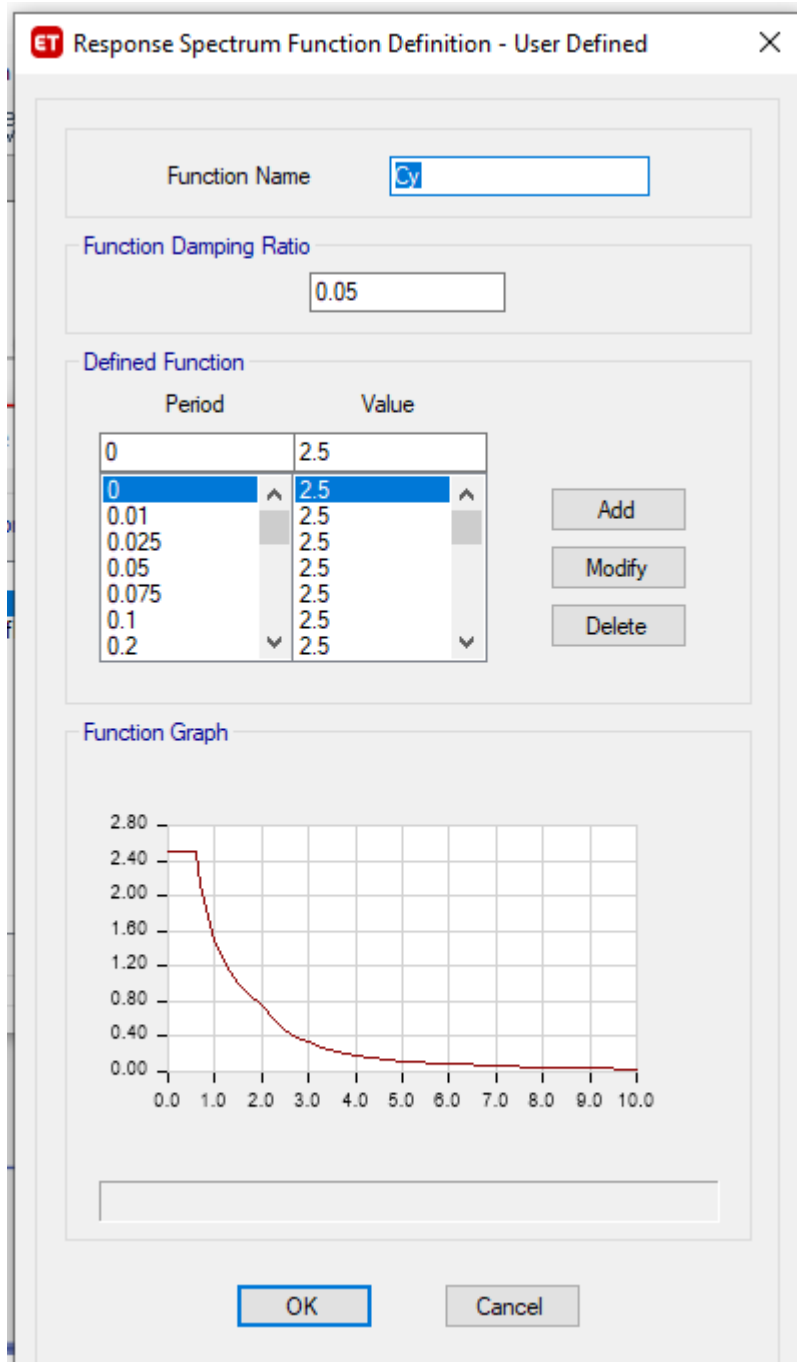


Tabla 42: Incorporación del espectro en el eje YY hacia el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

15. Corremos el modelo.

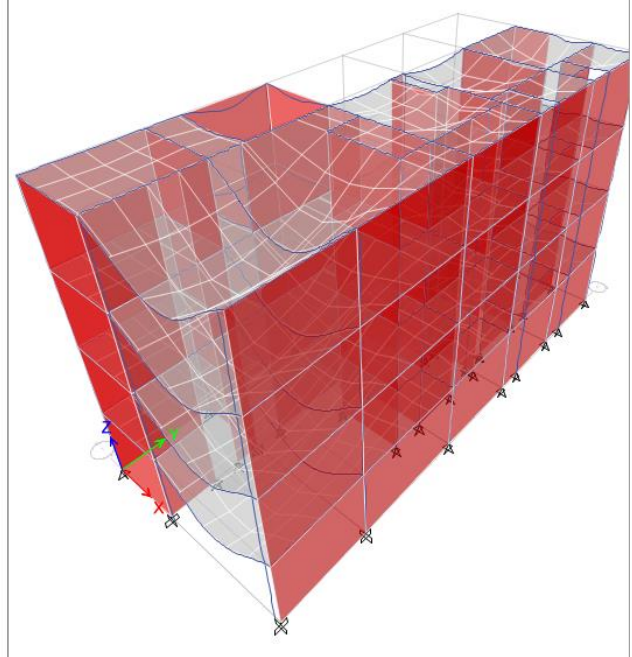
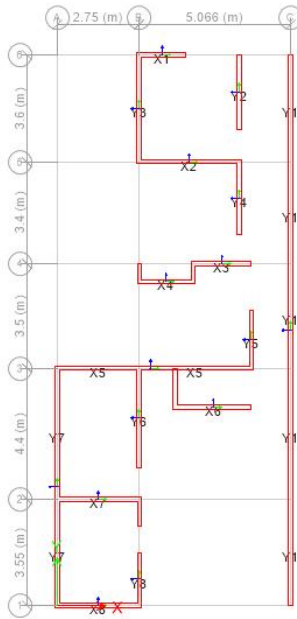


Tabla 43: Proceso de ejecución del programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

16. Calculamos de drift y determinamos los resultados finales

DERIVAS XX

STORY	Drift
AZOTEA	0.000162
TECHO3	0.000168
TECHO2	0.000155
TECHO1	0.000103

Tabla 44: Calculo del desplazamiento en el eje XX en la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

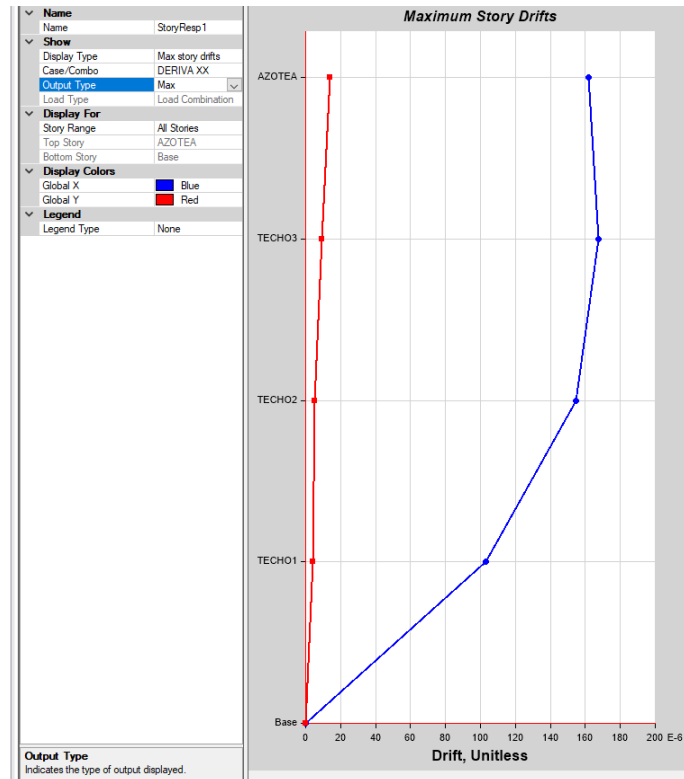


Ilustración 33: Desplazamiento de la estructura en el eje XX que cuenta con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)

DERIVAS YY

STORY	Drift
AZOTEA	0.000042
TECHO3	0.000053
TECHO2	0.000057
TECHO1	0.000045

Tabla 45: Cálculo del desplazamiento en el eje YY en la estructura con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

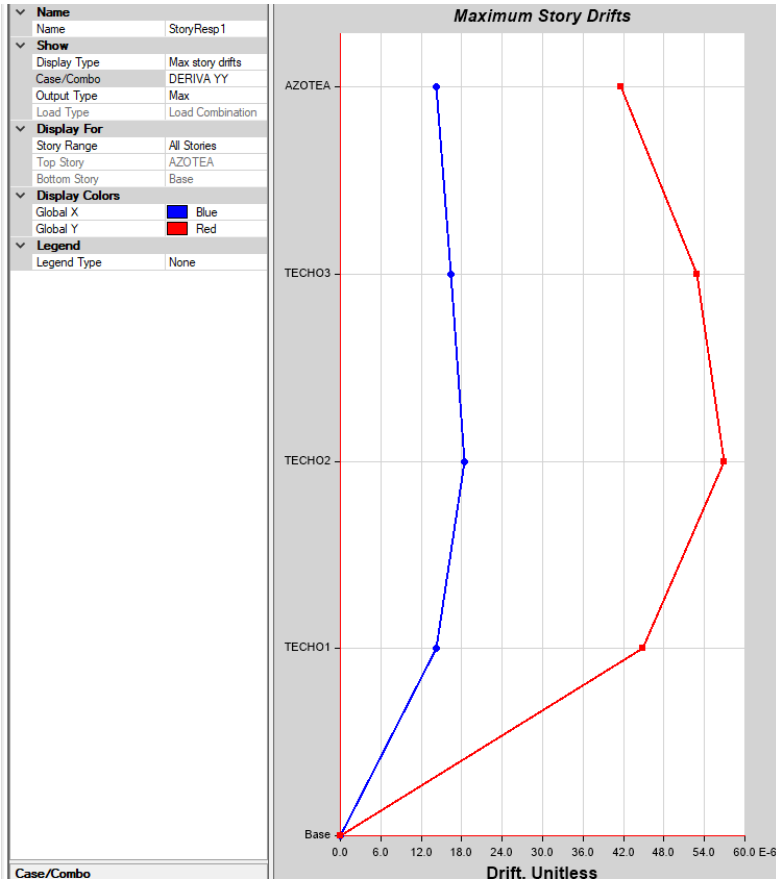


Ilustración 34: Desplazamiento de la estructura en el eje YY que cuenta con muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSION

- La unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado(polialuminio) al ser comparada la resistencia de compresión con el ladrillo industrial obtuvimos una diferencia muy amplia de 33.35 Mpa y de 6.5 Mpa respectivamente, también encontramos una diferencia entre sus densidades que son de 1.162g/cm³ para el Tetrapak y de 1.8 para la unidad de albañilería a base de arcilla King Kong 18 huecos, pues esto nos dice que influye de manera positiva la utilización de los ladrillos de Tetrapak reciclado(polialuminio) ,ya que, los resultados mostrados nos da una reducción muy considerable como nos muestra las tablas 23, 24 y tablas 44, 45.
- A mayor rigidez que tiene la edificación es costoso, ya que para la rigidizar los elementos estructurales se agregan nuevas dosificaciones, pero en este caso no será necesario, ya que nuestra edificación elaborada con e Tetrapak reciclado (polialuminio) tiene mayor rigidez que la unidad de albañilería de arcilla King Kong.
- Respecto a lo que nos dice (M & P, 2010) al diseñar el Tetrapak tiene un buen comportamiento solo para construcciones pequeñas y si se incorpora otro material como el HDPE (polietileno de alta densidad) al Tetrapak tiene un mejor comportamiento que tiende a igualar y/o superar a un elemento estructural respecto a los diferentes ensayos destructivos dinámicos (flexión, comportante, tracción, torsión, etc.) realizados en un laboratorio.

Según el análisis nos arroja como resultado que la unidad de albañilería de Tetrapak reciclado(polialuminio) tiene un mejor comportamiento sísmico en comparación a la unidad de albañilería de arcilla King Kong normatizado de manera industrial, pues en la



tabla 23- tabla 24 y tabla 44- tabla 45 podemos observar que el material propuesto se reduce los desplazamientos hasta en 10 veces menos, todos estos valores superan lo que nos especifica la norma E0.30

- Según la empresa ecoplak con el tema de “sistema de construcción ligera de calidad, confortable, económico y digno. Technology, Business” nos informa que por su fabricación tiene una eficiencia respecto a la rapidez de montaje, ya que estos son elementos prefabricados en las cuales se pueden usar planchas de Tetrapak como separador de ambientes, también, se pueden usar como elementos estructurales y solo se necesitaría hacer el montaje y anclaje correspondiente, ya que esto no necesita ser curado o ser tratado luego del montaje, como otros métodos convencionales de construcción.



CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos de los ensayos físicos mecánicos se obtuvieron como resultado favorable, siendo resultados muy favorables y estando entre los parámetros de la norma E0.70
- Se concluyó que, al usar muro estructural a base de Tetrapak reciclado(polialuminio) frente a los muros estructurales con unidad de albañilería de cemento, este tendrá un mejor comportamiento estático y dinámico según lo reflejado en los cálculos anteriores.
- Respecto a los datos obtenidos en el análisis sísmico estático, se puede demostrar que, al usar como un muro estructural a base de Tetrapak reducirá las cortantes en cada nivel de la estructura frente a la de un muro estructural a base de unidades de albañilería de cemento, según se muestra en los resultados.
- Respecto a los datos obtenidos en el análisis sísmico dinámico, se concluye que, al usar como un muro estructural a base de Tetrapak reducirá las deformaciones en ambas direcciones de análisis de cada nivel de la estructura frente a la de un muro estructural a base de unidades de albañilería de cemento, según se muestra en los resultados.



REFERENCIAS

- TETRAPAK. (2010). MATERIAELS PARA ENVASADO PARA ENVASES DE CARTON TETRAPAK. PERU: . <https://www.tetrapak.com/pe/packaging/materials>.
- ALBARACIN CARRERA, P. (2020). *caracterizacion mecanica y modelamiento del material compuesto entre polialuminio tetrapak*. ECUADOR: universidad de las fuerzas armadas. Obtenido de albaracin carrera, p. (2020). caracterizacion mecanica y modelamiento del material compuesto entre polialuminio tetrapak. ecuador: universidad de las fuerzas armadas .
- BUSTAMANTE, O. V. (2019). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES*. LIMA, PERU: COLEGIO DE INGENIERO CIVILES.
- DONAL R. ASKELAND, W. J. (2019). *CEINCIA E INGENIERIA DE MATERIALES*. CEANGAGE LEARNING. Obtenido de udocz: <https://www.udocz.com/book/read/1133/ciencia-e-ingenieria-de-materiales>
- ECOPLAK. (2010). *sistema de construccion ligera de calidad, comfortable, economico y digno. bogota, colombia*. COLOMBIA, BOGOTA : Technology, Business.
- ECUAPLASTIC. (2018). *Ecuador innova en construcción de viviendas con materiales reciclados de tetra pak*. . ECUADOR: América economía , 2.
- EDUARDO, O. I. (2015). *DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA ELABORACION DEL CHIPTEC*. TRUJILLO, PERU: universidad nacional de trujillo .
- FIER, J. (04 de ABRIL de 2011). *How Long Does it Take to Decompose?* Obtenido de <http://behealthyandrelax.com/2007/11/how-long-does-it-taketo-decompose/>
- GARBAGE, S. (15 de SEPTIEMBRE de 2006). *smart garbage*. Obtenido de <http://smartgarbageulima.blogspot.com/2006/09/informe-especial-el-tectn-en-el-mundo.html>
- GIOVANNETTI VIDALES, M. D. (2003). *EL MUNDO DEL ENVACE*. . BARCELONA, ESPAÑA: GUSTAVO GILI.
- GONZALES, J. (2010). *Tetra Pak y Cartotek: alianza para el reciclado de envases*. *FOODPACK*. Obtenido de <http://www.packaging.enfasis.com/notas/15287-tetrapak-y-cartotek-alianza-el-reciclado-envases>.
- GRUPO DE TRABAJO MULTISECTORIAL PREPARACION DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2008). *DIAGNOTICO AMBIENTAL*. LIMA, PERU: MINISTERIO DEL AMBIENTE .
- Juárez, E. R. (2009). *MECANICA DE SUELOS- Fundamentos de la mecanica de muelos*. Mexico .
- JUAREZ, R. A. (2014). *ELABORACION Y EVALUACION DE PLACAS AGLOMERADAS A BASE DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD RECICLADO Y ENVASES DE TETRA PAK*. . AREQUIPA- PERU: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA .
- LEIDA, V. (30 de MARZO de 2010). *econoticias* . Obtenido de <https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/24369/El-tectan-un-material-para-la-sostenibilidad>



- LIROLA, C. (15 de JUNIO de 2020). *autopromotores*. Obtenido de <https://www.autopromotores.com/materiales-de-construccion/>
- M. Quintero *, P. R.-e.-M. (2017). *Bending and compression characterization of hollow structural elements made of recycled Tetra Pak™-Based Boards (RTPBB) and an approximated calculation of the carbon footprint involved in their production*. 142: revista ingeniería de construcción (RIC), 142.
- PEREZ, M. a. (2009). *categorias y tipos de construcciones*. CHILE.
- RAE. (2010). *www.rae.es*. Obtenido de www.rae.es.
- SUSUNAGA MONROY, J. M. (2014). *Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario*. COLOMBIA: Universidad Católica de Colombia.
- Tetra Pak®. (14 de 05 de 2014). *Tetra Pak® incentiva e incrementa el reciclaje en el Perú*. Obtenido de <https://www.tetrapak.com/pe/about/newsarchive/environment->
- VILCHES, A. G. (2014). . *PROGRAMA DE ACCION GLOBAL*. Obtenido de [http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=3:](http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=3)
<http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=3>



ANEXOS

matriz de consistencia

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA	POBLACION
INTERROGANTE GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE		
¿cuáles serían los resultados del comportamiento sísmico de los muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) para edificaciones de 4 pisos, Lima-Puente Piedra, 2021?	Realizar el análisis del comportamiento sísmico de los muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) para edificaciones de 4 pisos, Lima-Puente Piedra, 2021.	Se plantea que, usando muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) a la edificación, este tendrá un mejor o igual comportamiento sísmico, frente a los de la unidad de albañilería a base de ladrillos King Kong para edificaciones de 4 pisos en la ciudad de Lima-Puente Piedra, 2021.	modelamiento y análisis sísmico	diseño de investigación exploratoria-cuantitativa	La población con la que se resolvió esta investigación fue a todas las unidades de albañilería de los muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) de una edificación de 4 pisos en el departamento de Lima, distrito de puente piedra.
INTERROGANTE ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICO	VARIABLE DEPENDIENTE		
¿De qué manera va a influir la utilización del Tetrapak reciclado (polialuminio) respecto a capacidad cortante de los demás elementos estructurales?	Determinar la fuerza cortante de la estructura al utilizar del Tetrapak reciclado (polialuminio) para edificaciones de 4 pisos en la ciudad de Lima-Puente Piedra.	Mediante el uso de Tetrapak reciclado (polialuminio) como materia prima se podrá reducir la fuerza cortante en los muros portantes de la edificación	resistencia estructural (fuerza cortante)	diseño de investigación aplicada	
¿De qué manera influye en las deformaciones al usar el Tetrapak reciclado (polialuminio) en las edificaciones de 4 pisos en el departamento de Lima, distrito de Puente Piedra?	Determinar las derivas utilizando el Tetrapak reciclado para poder obtener una estructura más rígida de edificaciones de 4 pisos en la ciudad de Lima-Puente Piedra.	Mediante el uso de Tetrapak como materia prima se podrá reducir el desplazamiento de la edificación al ser evaluado con un muro a base de arcilla (king kong 18 huecos industrial)	rigidez estructural	diseño de investigación cuantitativa	
¿Tiene un buen comportamiento las unidades de la albañilería de Tetrapak reciclado (polialuminio) en los ensayos físicos y características mecánicas para ser evaluado en las edificaciones de 4 pisos en el departamento de Lima, distrito de Puente Piedra?	Determinar las propiedades mecánicas y físicas de las unidades de albañilería para análisis del comportamiento sísmico de los muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) para edificaciones de 4 pisos, Lima-Puente Piedra, 2021.	Verificar las propiedades mecánicas y físicas de las unidades de albañilería adecuadas de los muros de Tetrapak reciclado (polialuminio) para que este tenga un mejor comportamiento estructural.	características mecánicas y físicas	diseño de investigación cuantitativa	

Fuente: propia

Ilustración 35: Matriz de consistencia

Matriz operacional

	variable	definición conceptual	dimensiones	indicadores	unidad	instrumento
independiente	modelamiento y análisis sísmico	uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una edificación	muros estructurales	análisis modal espectral		ETABS
dependiente	resistencia estructural (fuerza cortante)	resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico	resistencia a ensayos destructivos	compresion modulo de elasticidad	kg/cm ² kg/cm ²	ensayos destructivos
	rigidez estructural	predice la flexibilidad de los conjuntos formados por cuerpos rígidos conectados	resistencia al sismo	modulo de elasticidad	t/m ²	ETABS

Fuente: propia

Ilustración 36: Matriz operacional

Certificación de ensayos



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 Informe N°: JM 2021-022
 Fecha de Emisión: 10/11/2021
 Realizado por: Tte. José L. Quispe M.
 Certificado N°: LEM 40-49322

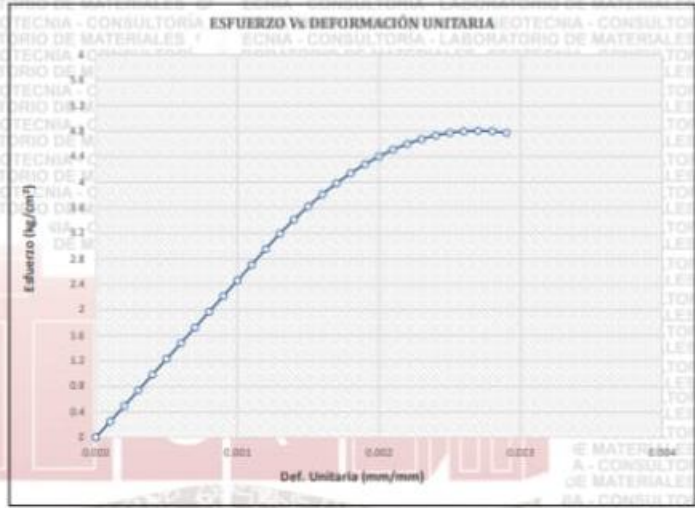
PROYECTO: COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS LIMA- PUENTE PIEDRA, 2021.
SOLICITANTE: BOUBY HERRERA, PATRICK NESTOR
UBICACIÓN: PUENTE PIEDRA- LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA:
IDENTIFICACIÓN: L-02 **PRESENTACIÓN:** Muestra de ladrillo

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE TRACCIÓN DE LOS PLÁSTICOS
 ASTM D 638**

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA:
ANCHO: 10 cm **LARGO:** 20 cm
ÁREA INICIAL: 200.00 cm²
LONGITUD: 70 mm **EQUIPO UTILIZADO:** UTEST 5KN SERIE: 18/003281

Esfuerzo kg/cm ²	Deformación Unitaria mm/mm
0.00	0.0000
0.25	0.0001
0.49	0.0002
0.74	0.0003
0.98	0.0004
1.23	0.0005
1.48	0.0006
1.72	0.0007
1.97	0.0008
2.22	0.0009
2.46	0.0010
2.71	0.0011
2.95	0.0012
3.19	0.0013
3.42	0.0014
3.62	0.0015
3.81	0.0016
3.98	0.0017
4.14	0.0018
4.28	0.0019
4.40	0.0020
4.51	0.0021
4.60	0.0022
4.68	0.0023
4.73	0.0024
4.78	0.0025
4.80	0.0026
4.81	0.0027
4.80	0.0028
4.78	0.0029



RESULTADOS	TIPO DE FALLA
E: 241.46 MPa	

OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ENSAYOS REALIZADOS POR: Ramón Torreal, JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
 RUC: 20600792114
 Dirección: Calle 2. N°. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.

José Luis Quispe Mendoza
 Tte. Laboratorio de Mecánica de Suelos

WIDMAR SAavedra SAavedra
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 115668

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com

Ilustración 38: Modulo elástico unitario M2 de la unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Informe N°: JR 2021 - 322
Fecha de Emisión: 08/11/2021
Realizado por: Tec. José L. Quispe M.
Certificado N°: LEM 85-85322

PROYECTO: "COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS LIMA- PUENTE PIEDRA- 2021"

SOLICITANTE: BOUBY HERRERA, PATRICK NÉSTOR

UBICACIÓN: PUENTE PIEDRA- LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA: L-03 PRESENTACIÓN: Muestra de ladrillo

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE TRACCIÓN DE LOS PLÁSTICOS
ASTM D 638**

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

ANCHO: 100 cm LARGO: 200 cm
ÁREA INICIAL: 20000 cm²
LONGITUD: 70 mm EQUIPO UTILIZADO: UTEST SKN SERIE:18/003241

Esfuerzo kg/cm ²	Deformación Unitaria mm/mm
0.00	0.0000
0.25	0.0001
0.50	0.0002
0.76	0.0003
1.01	0.0004
1.26	0.0005
1.51	0.0006
1.76	0.0007
2.02	0.0008
2.27	0.0009
2.52	0.0010
2.77	0.0011
3.03	0.0012
3.31	0.0013
3.57	0.0014
3.76	0.0015
3.94	0.0016
4.09	0.0017
4.21	0.0018
4.32	0.0019
4.40	0.0020
4.45	0.0021
4.49	0.0022
4.50	0.0023
4.49	0.0024
4.45	0.0025
4.40	0.0026
4.32	0.0027
4.21	0.0028
4.09	0.0029

RESULTADOS	TIPO DE FALLA
E: 247.25 MPa	

OBSERVACIONES:
Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ENSAYOS REALIZADOS POR:
Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
RUC: 20600792114
Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

WIDMAR SAAVEDRA SAAVEDRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 116668

982 840 339 / 956 363 147
rdiaz@jrgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP

Ilustración 39: Modulo elástico unitario M3 de la unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA- PUEBLO PIEDRA, 2021

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		Informe N°: JR 2021-322 Fecha de Emisión: 10/11/2021 Realizado por: Ttc. José L. Quispe M. Certificado N°: LEM 0449222																																																													
PROYECTO: COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS LIMA- PUEBLO PIEDRA, 2021. SOLICITANTE: BOUBY HERRERA, PATRICK NÉSTOR UBICACIÓN: PUEBLO PIEDRA- LIMA																																																															
REFERENCIAS DE LA MUESTRA: L-04 PRESENTACIÓN: Muestra de fábrica.																																																															
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE TRACCIÓN DE LOS PLÁSTICOS ASTM D 638																																																															
DATOS INICIALES DE LA MUESTRA ANCHO: 10 cm LARGO: 20 cm ÁREA INICIAL: 200.00 cm ² LONGITUD: 70 mm EQUIPO UTILIZADO: UTEST 5KN SERIE-18/003281																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Esfuerzo kg/cm²</th> <th>Deformación Unitaria mm/mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>0.0000</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>0.0001</td></tr> <tr><td>0.51</td><td>0.0002</td></tr> <tr><td>0.76</td><td>0.0003</td></tr> <tr><td>1.01</td><td>0.0004</td></tr> <tr><td>1.27</td><td>0.0005</td></tr> <tr><td>1.52</td><td>0.0006</td></tr> <tr><td>1.78</td><td>0.0007</td></tr> <tr><td>2.03</td><td>0.0008</td></tr> <tr><td>2.28</td><td>0.0009</td></tr> <tr><td>2.54</td><td>0.0010</td></tr> <tr><td>2.79</td><td>0.0011</td></tr> <tr><td>3.04</td><td>0.0012</td></tr> <tr><td>3.33</td><td>0.0013</td></tr> <tr><td>3.59</td><td>0.0014</td></tr> <tr><td>3.83</td><td>0.0015</td></tr> <tr><td>4.04</td><td>0.0016</td></tr> <tr><td>4.24</td><td>0.0017</td></tr> <tr><td>4.41</td><td>0.0018</td></tr> <tr><td>4.57</td><td>0.0019</td></tr> <tr><td>4.70</td><td>0.0020</td></tr> <tr><td>4.80</td><td>0.0021</td></tr> <tr><td>4.89</td><td>0.0022</td></tr> <tr><td>4.96</td><td>0.0023</td></tr> <tr><td>5.00</td><td>0.0024</td></tr> <tr><td>5.02</td><td>0.0025</td></tr> <tr><td>5.02</td><td>0.0026</td></tr> <tr><td>5.00</td><td>0.0027</td></tr> <tr><td>4.96</td><td>0.0028</td></tr> <tr><td>4.89</td><td>0.0029</td></tr> </tbody> </table>	Esfuerzo kg/cm ²	Deformación Unitaria mm/mm	0.00	0.0000	0.25	0.0001	0.51	0.0002	0.76	0.0003	1.01	0.0004	1.27	0.0005	1.52	0.0006	1.78	0.0007	2.03	0.0008	2.28	0.0009	2.54	0.0010	2.79	0.0011	3.04	0.0012	3.33	0.0013	3.59	0.0014	3.83	0.0015	4.04	0.0016	4.24	0.0017	4.41	0.0018	4.57	0.0019	4.70	0.0020	4.80	0.0021	4.89	0.0022	4.96	0.0023	5.00	0.0024	5.02	0.0025	5.02	0.0026	5.00	0.0027	4.96	0.0028	4.89	0.0029	
Esfuerzo kg/cm ²	Deformación Unitaria mm/mm																																																														
0.00	0.0000																																																														
0.25	0.0001																																																														
0.51	0.0002																																																														
0.76	0.0003																																																														
1.01	0.0004																																																														
1.27	0.0005																																																														
1.52	0.0006																																																														
1.78	0.0007																																																														
2.03	0.0008																																																														
2.28	0.0009																																																														
2.54	0.0010																																																														
2.79	0.0011																																																														
3.04	0.0012																																																														
3.33	0.0013																																																														
3.59	0.0014																																																														
3.83	0.0015																																																														
4.04	0.0016																																																														
4.24	0.0017																																																														
4.41	0.0018																																																														
4.57	0.0019																																																														
4.70	0.0020																																																														
4.80	0.0021																																																														
4.89	0.0022																																																														
4.96	0.0023																																																														
5.00	0.0024																																																														
5.02	0.0025																																																														
5.02	0.0026																																																														
5.00	0.0027																																																														
4.96	0.0028																																																														
4.89	0.0029																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADOS</th> <th>TIPO DE FALLA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> E: 248.82 MPa </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		RESULTADOS	TIPO DE FALLA	E: 248.82 MPa																																																											
RESULTADOS	TIPO DE FALLA																																																														
E: 248.82 MPa																																																															
OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por el solicitante.																																																															
ENSAYOS REALIZADOS POR: Razon Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L. RUC: 2660790214 Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.																																																															
José Luis Quispe Mendoza Ttc. Laboratorio de Mecánica de Suelos		WIDMAR SAavedra SAavedra INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 115668 982 840 339 / 956 363 147 jr.diaz@jrgeoconsultores.com jrgeoconsultores@gmail.com proyectos@jrgeoconsultores.com Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP																																																													

Ilustración 40: Modulo elástico unitario M4 de la unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA- PUEBLO PIEDRA, 2021

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		Forma N°	JN 2021 - 322
		Fecha de Emisión	10/11/2021
		Realizado por	Tec. Jose L Quijpe II
		Certificado N°	LEM 05-03322
PROYECTO	COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS LIMA - PUEBLO PIEDRA - 2021		
SOLICITANTE	BOUBY HERRERA PATRICK NÉSTOR		
UBICACIÓN	PUEBLO PIEDRA - LIMA		
REFERENCIAS DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	L-05	PRESENTACIÓN	Muestra de ladrillo

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE TRACCIÓN DE LOS PLÁSTICOS ASTM D 638

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA
ANCHO 10 cm **LARGO** 20 cm **ÁREA INICIAL** 200.00 cm²
LONGITUD 70 mm **EQUIPO UTILIZADO** UTTEST 5KN SERIE: 160003281

Esfuerzo kg/cm ²	Deformación Unitaria mm/mm
0.00	0.0000
0.25	0.0001
0.50	0.0002
0.74	0.0003
0.99	0.0004
1.24	0.0005
1.49	0.0006
1.74	0.0007
1.98	0.0008
2.23	0.0009
2.48	0.0010
2.73	0.0011
2.97	0.0012
3.21	0.0013
3.43	0.0014
3.63	0.0015
3.82	0.0016
3.99	0.0017
4.14	0.0018
4.27	0.0019
4.38	0.0020
4.48	0.0021
4.56	0.0022
4.62	0.0023
4.68	0.0024
4.70	0.0026
4.69	0.0027
4.66	0.0028
4.62	0.0029



RESULTADOS	TIPO DE FALLA
E: 243.10 MPa	

OBSERVACIONES:
 Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ENSAYOS REALIZADOS POR:
 Rector Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
 RUC: 26400792114
 Dirección: Calle 2. N° D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.

El solicitante asume toda responsabilidad del contenido de la información contenida en este documento.

Jose Luis Quijpe
Jose Luis Quijpe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Widmar Saavedra Saavedra
WIDMAR SAAVEDRA SAAVEDRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 115668

982 840 339 / 956 363 147
 rdiaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP

Ilustración 41: Modulo elástico unitario M5 de la unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

SOLICITANTE: Bouby Herrera, Patrick Néstor
PROYECTO: COMPORTAMIENTO SISMICO DE LOS MUSTRUTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICIOS DE 4 PISOS LIMA - PUENTE PIEDRA - 2021
UBICACIÓN: PUENTE PIEDRA - LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN: 02/11/2021
FECHA DE EMISIÓN: 11/11/2021

INFORME (PÁGINA 1 DE 1)

Código: NTP 399.613: 2005
Título: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Método de ensayo: Resistencia a la Compresión

IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm ²)	W (N)	C (MPa)
1	202	101	20402	748442	36.7
2	201	102	20502	689210	33.6
3	202	103	20806	756778	36.4
4	201	102	20502	758739	37.0
5	202	102	20604	686268	33.3
PROMEDIO					35.4

FORMULA: $C = \frac{W}{A}$

DONDE:
 C = Resistencia compresión del espécimen, MPa.
 W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo.
 A = Promedio del área bruta en mm².

1N = 0.102 kg 1lb = 4.448 N 1MPa = 10.2 kg/cm²

NOTA:
 EL ENSAYO A LA COMPRESIÓN SE REALIZÓ SOBRE LADRILLO ENTERO

OBSERVACIONES:
 1) SEGÚN LO INDICADO POR EL PETICIONARIO, EL LADRILLO A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) (LADRILLO EL LADRILLO A BASE DE TETRAPAK RECICLADO - CABEZA 7X10X20)
 2) EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: G004 : 1993)

TÉCNICO LAC-LEM: J.Q.M
JEFE DEL LAC - LEM: ING.W.S.S
FECHA DE EJECUCIÓN ENSAYO: 06/11/2021

José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

WIDMAR SAAVEDRA SAAVEDRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 115668

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP

Ilustración 42: Primere ensayo de materiales, fuerza de compresión de la unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado(polialuminio)



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

SOLICITANTE: Bouby Herrera, Patrick Néstor
PROYECTO: COMPORTAMIENTO SISMICO DE LOS MURSTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICIOS DE 4 PISOS LIMA - PUENTE PIEDRA - 2021
UBICACIÓN: PUENTE PIEDRA - LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN: 02/11/2021
FECHA DE EMISIÓN: 11/11/2021

INFORME (PÁGINA 1 DE 1)

Código: NTP 399.613: 2005
Título: UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos a base de Tetrapak reciclado (Polialuminio)
Método de ensayo: Resistencia a la Compresión

IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm ²)	W (N)	C (MPa)
1	201	102	20502	673598	32.9
2	202	101	20402	620289	30.4
3	202	102	20604	631382	30.6
4	201	101	20301	641048	31.6
5	200	101	20200	623357	30.9
PROMEDIO					31.3

FORMULA:
$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, MPa.
W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo.
A = Promedio del área bruta en mm².

1N = 0,102 kg 1lb = 4,448 N 1MPa = 10,2 kg/ cm²

NOTA:
EL ENSAYO A LA COMPRESIÓN SE REALIZÓ SOBRE LADRILLO ENTERO

OBSERVACIONES:

- 1) SEGÚN LO INDICADO POR EL PETICIONARIO, EL LADRILLO A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) (LADRILLO EL LADRILLO A BASE DE TETRAPAK RECICLADO - CABEZA 7X10X20)
- 2) EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: G004 : 1993)

TÉCNICO LAC-LEM: J.Q.M
JEFE DEL LAC - LEM: ING W.S.S
FECHA DE EJECUCIÓN ENSAYO: 06/11/2021



Ilustración 43: Segundo ensayo de materiales, fuerza de compresión de la unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



Normas utilizadas



Ilustración 44: Norma de E.020 CARGAS



Ilustración 45: Norma de E.030 SISMORRESISTENTE



Ilustración 46: Norma de E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES



Ilustración 47: Norma de E.070 ALBAÑILERÍA



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA- PUENTE PIEDRA, 2021

Ensayo de suelos

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS		Informe N° : JR 2021- 273
		Fecha de Emisión : 19/11/2021
		Realizado por : Tec. Jose L. Quispe M.
		Certificado N° : LEM 05-15273

PROYECTO : COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICIOS DE 4 PISOS LIMA - PUENTEPIEDRA - 2021
SOLICITANTE : Bouby Herrera, Patrick Néstor
UBICACIÓN : PUENTEPIEDRA - LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	
IDENTIFICACIÓN : Calicata C-03 Muestra 02/ Prof.: 1,00 m - 3,00 m	PESO DE MUESTRA RECEP. : 33,850.0 g
COORDENADAS UTM :	PESO MUESTRA DE ENSAYO : 33,850.0 g
	PESO FRACCIÓN < N° 4 : 436.7 g

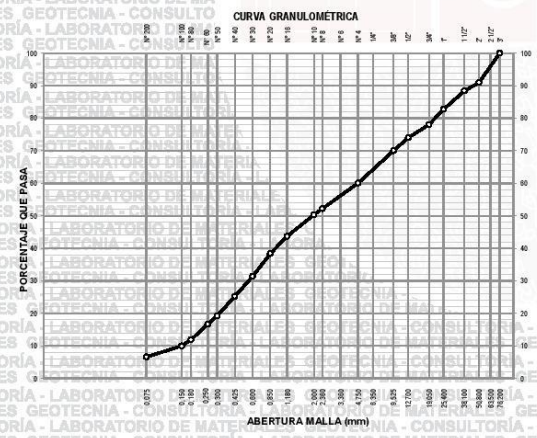
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107					
SERIE AMERICANA	MILLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO		PASA (%)
			PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	
3"	76.200				100.0
Z"	50.800	2,748.8	9.0	9.0	91.0
1 1/2"	38.100	882.1	2.6	11.6	88.4
1"	25.400	1,889.7	5.6	17.2	82.8
3/4"	19.050	1,594.3	4.7	21.9	78.1
1/2"	12.700	1,357.0	4.0	26.0	74.0
3/8"	9.525	1,357.0	4.0	30.0	70.0
N° 4	4.750	3,392.4	10.0	40.0	60.0
N° 8	2.360	34.1	7.8	47.8	52.2
N° 10	2.000	8.3	1.9	49.7	50.3
N° 16	1.180	28.9	6.6	56.3	43.7
N° 20	0.850	23.2	5.3	61.6	38.4
N° 30	0.600	30.6	7.0	68.7	31.3
N° 40	0.425	26.7	6.1	74.8	25.2
N° 50	0.300	28.3	6.0	80.8	19.2
N° 60	0.250	11.4	2.6	83.4	16.6
N° 80	0.180	20.6	4.7	88.1	11.9
N° 100	0.150	8.3	1.9	90.0	10.0
N° 200	0.075	14.9	3.4	93.4	6.6
< N° 200	FONDO	28.8	6.6	100.0	

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	7,852.5
Peso del Recipiente + Suelo Seco (g)	7,821.1
Peso del Agua (g)	31.4
Peso del Recipiente (g)	1,935.0
Peso de Suelo Seco (g)	5,886.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO	
Tamaño Máximo (mm-pulg)	3"
Porcentaje de Grava 3" > N° 4 (%)	40.0
Porcentaje de Arena N° 200 < N° 4 (%)	53.4
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	6.6

DETERMINACION DE MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ DE 75 µm (N° 200) EN SUELOS MTC E 137	
Peso Seco antes del Lavado + Tarro (Fracción Fina < N° 4) (g)	452.5
Peso Seco después del Lavado + Tarro (g)	415.1
Peso del Tarro (g)	111.8
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) (%)	6.6

CLASIFICACION DE SUELOS		DESCRIPCION DEL SUELO
SUCS	ASTM D 2487-05	SP-SM
AASHTO	ASTM D 2382	A-1-b (0)
		Bueno



DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS (MTC E 110, MTC E 111)		
DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLÁSTICO (%)
Suelo Húmedo + Peso de Cápsula		
Peso de Cápsula + Suelo Seco		
Peso del Agua		
Peso de la Cápsula		
Peso de Suelo Seco		
Contenido de humedad		
Número de golpes		
RESULTADOS	NP	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP	



OBSERVACIONES : Muestra tomada e identificada por personal de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

ENSAYOS REALIZADOS POR : Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
 RUC: 20600792114
 Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.
 El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

José Luis Quispe Mendoza - Tte. Laboratorio de Mecánica de Suelos
WIDMAR SAAVEDRA SAAVEDRA - INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 115668
 982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP

Ilustración 48: Estudio de mecánica de suelo

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO SISMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICIOS DE 4 PISOS LIMA - PUENTE PIEDRA - 2021
IDENTIFICACIÓN	: C - 03 / M - 02, Prof: 1.00 m - 3.00 m
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO	
Descripción: Arena pobremente gradada	
Clasificación: SUCS: "SP-SM"	
ZAPATA CUADRADA	

Cohesión.....	C	=	0.00	Kg/cm²
Angulo de fricción	φ	=	23.10	°
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ_s	=	1.80	g/cm³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ	=	1.80	g/cm³
Ancho de la cimentación.....	B	=	1.50	m
Largo de la cimentación.....	L	=	1.50	m
Profundidad de la cimentación.....	D_f	=	1.80	m
Factor de seguridad.....	FS	=	3.00	

$$q_{ult} = CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carga

N_q =	8.75
N_c =	18.17
N_γ =	8.32
N_q/N_c =	0.48
tanφ =	0.43
K_p =	2.29

Factores de forma

S_q =	1.43
S_c =	1.48
S_γ =	0.60

$$S_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c}\right) \times \left(\frac{B}{L}\right)$$

$$S_q = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \times \text{Tg}\phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \times \left(\frac{B}{L}\right)$$

Reemplazando en la formula se tiene:

$$q_{ult} = 4.72 \text{ Kg/cm}^2$$

Capacidad admisible de carga

$$q_{adm} = 1.57 \text{ Kg/cm}^2$$

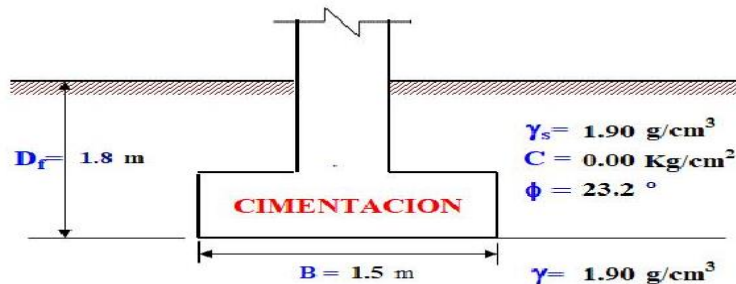


Ilustración 49: Calculo de capacidad portante del suelo en que va a estar cimentado la estructura

CALCULO DEL ASENTAMIENTO Y COEFICIENTE DE BALASTO	
PROYECTO :	COMPORTAMIENTO SISMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICIOS DE 4 PISOS LIMA - PUENTE PIEDRA - 2021
IDENTIFICACIÓN :	C - 03 / M - 02, Prof: 1.00 m - 3.00 m
ASENTAMIENTO	
Descripción: Arena pobremente gradada	
Clasificación: SUCS: *SP-SM*	
ZAPATA CUADRADA	

Presión de carga admisible.....	$q_{adm} =$	1.57 Kg/cm ²	$S_r = \frac{B q_{adm} \times [1 - \mu_s^2] \times I_f}{E_s}$
Relación de Poisson.....	$\mu =$	0.30	
Modulo de Elasticidad.....	$E_s =$	400.00 Kg/cm ²	
Asentamiento Permisible.....	$S_{perm} =$	2.50 cm	
Ancho de la cimentación.....	$B =$	1.50 m	
Factor de forma.....	$I_f =$	1.12 m/m	
Asentamiento.....	$S_s =$	6.02 mm	
Asentamiento.....	$S_s =$	0.60 cm	

Cumple!

COEFICIENTE DE BALASTO METODO 1

Carga de Trabajo.....	$q_{adm} =$	1.57 Kg/cm ²	$K_s = 0.40 \times FS \times q_{adm}$
Factor de seguridad.....	$FS =$	3.0	
Coefficiente de Balasto.....	$K_s =$	1.89 Kg/cm ³	

COEFICIENTE DE BALASTO METODO 2

Relación de Poisson.....	$\mu =$	0.30	$k_s = \frac{E_s}{(1 - \mu_s^2) \times B}$
Ancho de la cimentación.....	$B =$	1.50 m	
Modulo de Elasticidad.....	$E_s =$	400.00 Kg/cm ²	
Coefficiente de Balasto.....	$K_s =$	2.93 Kg/cm ³	

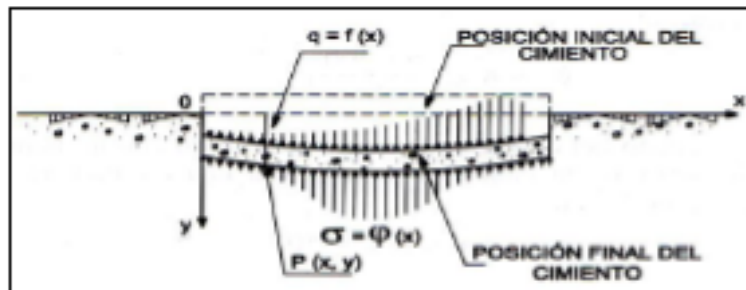


Ilustración 50: Calculo del asentamiento y coeficiente de balasto en del suelo en que va a estar cimentado la estructura



COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES A BASE DE TETRAPAK RECICLADO (POLIALUMINIO) PARA EDIFICACIONES DE 4 PISOS, LIMA-PUENTE PIEDRA, 2021

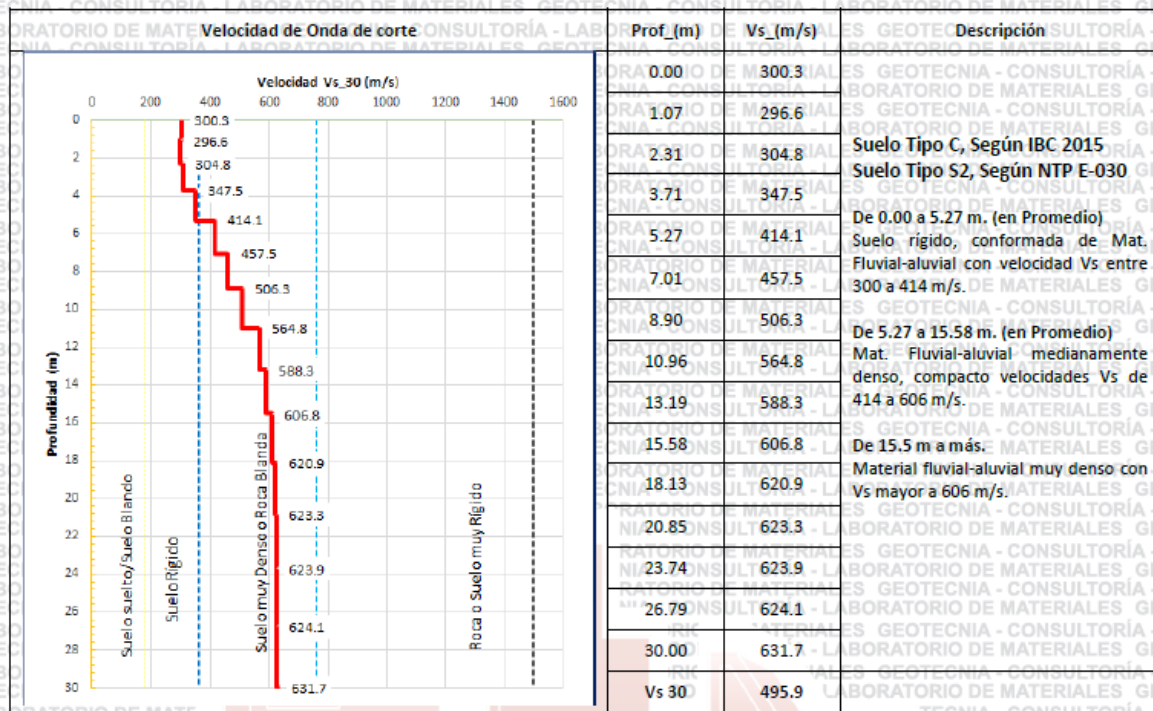


Tabla 46: Velocidades de corte, MASW

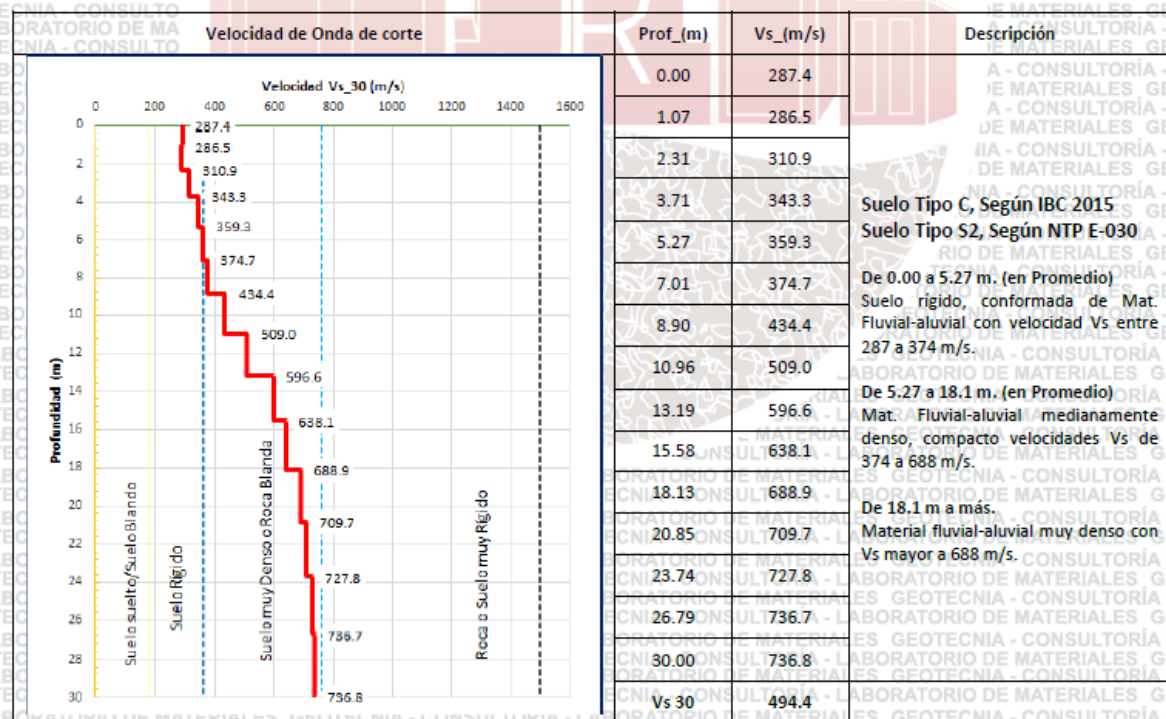


Tabla 47: Velocidades de corte, MASW



Panel fotográfico



Ilustración 51: Espesor de la muestra :7cm

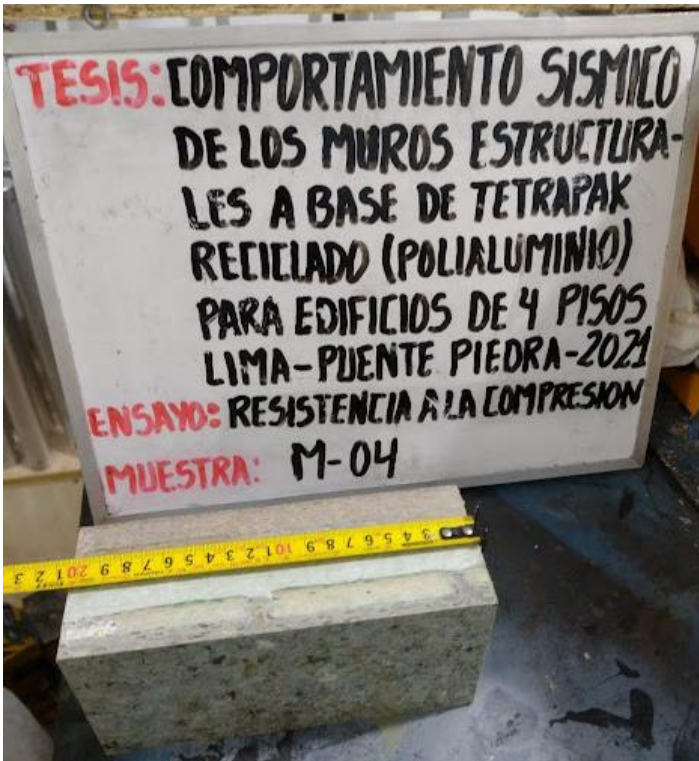


Ilustración 52: Longitud de la unidad de albañilería de Tetrapak reciclado L:20cm

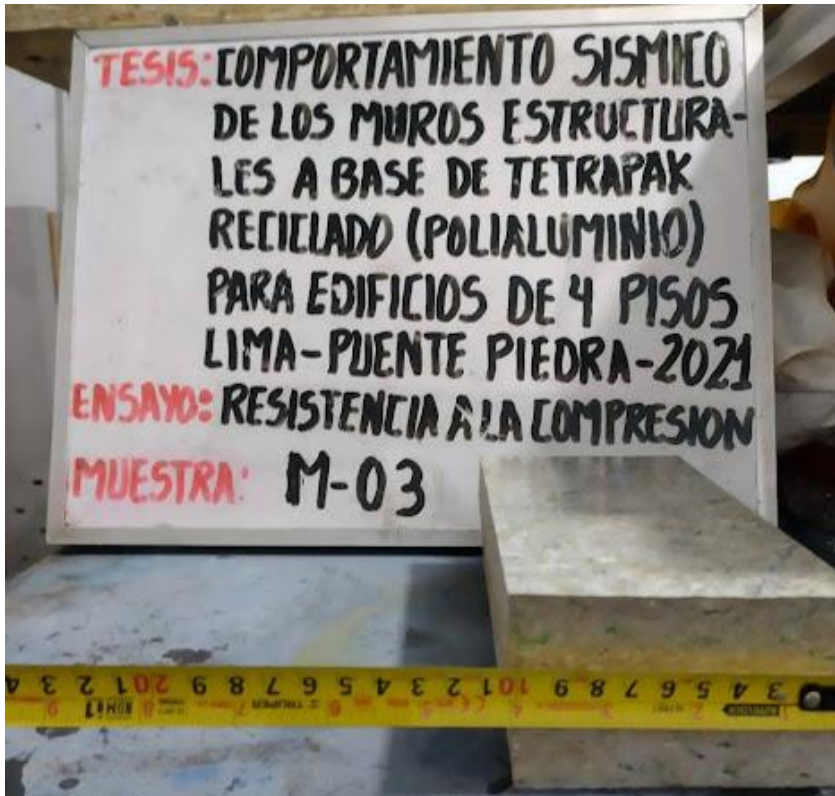


Ilustración 53: Ancho de la muestra de Tetrapak reciclado $b: 10\text{cm}$



Ilustración 54: Muestras a analizar de la unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado (polialuminio)



Ilustración 55: Ensayo de compresión de la unidad de albañilería a base de Tetrapak reciclado(polialuminio)



Planos