

partículas orgánicas, paja y algunos mechones de lana de oveja que los trabajadores colocan para tener una mejor consistencia en los adobes.

3.6.2.5. LÍMITES DE PLASTICIDAD – MANUAL DE LABORATORIO DE SUELOS. JOSEPH E. BOWLES.

3.6.2.5.1. Cálculos de límites de plasticidad del material conformante del adobe colonial

Tabla 81 Límite plástico del material conformante del adobe colonial

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DEL MATERIAL CONFORMANTE DE LAS UNIDADES DE ADOBE							
Adobe colonial							
Tara (T)	Peso Total Húmedo + (T) (gr)	Peso Total seco + (T) (gr)	Peso Agua (gr)	Tara (gr)	Muestra PESO SECO (gr)	Contenido de agua	Límite plástico %
P-07	30.62	27.62	3.00	15.62	12.00	25.00	13.387
P-11	30.75	27.58	3.17	15.74	11.84	26.77	
P-40	30.57	27.57	3.00	15.57	12.00	25.00	

Fuente: Propia

3.6.2.5.2. Tabla de límites de plasticidad del material conformante del colonial

Tabla 82 Límite de consistencia del material conformante del adobe colonial

LL	39.8
LP	13.4
IP	26.4

Fuente: Propia

3.6.2.5.3. Análisis del ensayo de límites de plasticidad del material conformante del adobe

Con los datos de límite plástico y límite líquido en el Abaco de Casagrande determinamos que ambas muestras están conformadas por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad y limos inorgánicos de mediana compresibilidad.

3.6.2.6. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DEL MATERIAL CONFORMANTE DEL ADOBE – MANUAL DE LABORATORIO DE SUELOS. JOSEPH E. BOWLES.

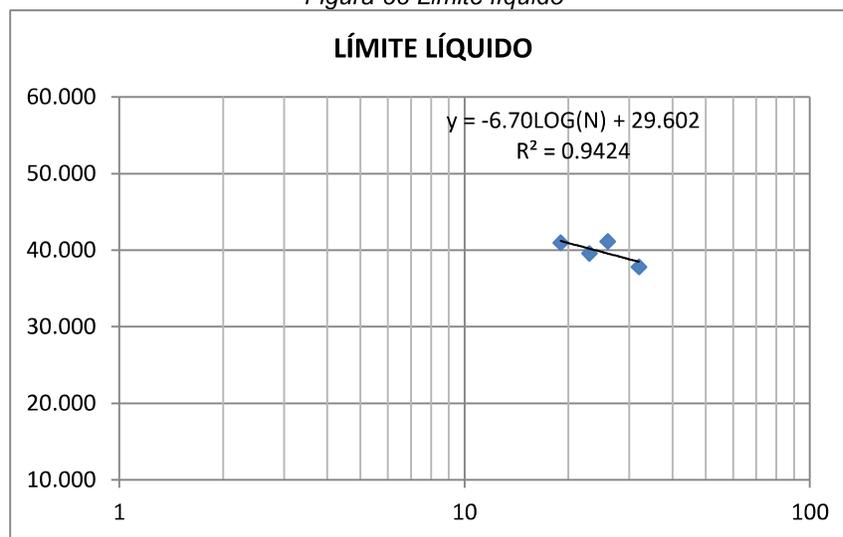
3.6.2.6.1. Cálculos de la determinación del límite líquido del material conformante del adobe

Tabla 83 Límite Líquido del material conformante del adobe colonial

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DEL MATERIAL CONFORMANTE DE LAS UNIDADES DE ADOBE							
Adobe colonial							
Tara (T)	Nº de golpes	Peso Total Húmedo + (T) (gr)	Peso Total seco + (T) (gr)	Peso Agua (gr)	Tara (gr)	Muestra PESO SECO (gr)	Y = % de humedad
C-26	26	42.76	34.86	7.90	15.65	19.21	41.12
P-16	19	47.46	38.16	9.30	15.46	22.70	40.97
P-15	26	47.45	38.41	9.04	15.56	22.85	39.56
P-08	32	47.37	38.66	8.71	15.60	23.06	37.77

Fuente: Propia

Figura 88 Limite líquido



Fuente: Propia

3.6.2.6.2. Análisis de la determinación del límite líquido del material conformante del adobe

Con los datos de límite plástico y límite líquido en el Abaco de Casagrande determinamos que ambas muestras están conformadas por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad y limos inorgánicos de mediana compresibilidad.

3.6.2.7. ESPESOR MÍNIMO DE LOS MUROS DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES

3.6.2.7.1. Cálculos del espesor mínimo de los muros del templo

$$t \geq \frac{h}{20}$$

Tabla 84 Espesor de los muros del templo

CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE LOS MUROS DEL TEMPLO				
Muro	Altura (cm)	Espesor mínimo (cm)	Espesor del muro (cm)	Cumple
Muro del Evangelio	686.00	34.30	131.00	ok
Muro de la Epístola	686.00	34.30	151.00	ok
Muro de Pies	686.00	34.30	74.00	ok
Muro Testero	686.00	34.30	114.00	ok
Muros de la Torre				
X1	1245.00	62.25	130.00	ok
Y1	1245.00	62.25	267.00	ok
Y2	1245.00	62.25	151.00	ok
Muro de la Sacristía				
X1	386.00	19.30	110.00	ok
Y1	386.00	19.30	86.00	ok
Y2	386.00	19.30	110.00	ok

Fuente: Propia

3.6.2.7.2. Análisis del espesor mínimo del templo San Cosme y San Damián de lares

Según la norma E.070 Albañilería, para que un muro portante cumpla los requisitos estructurales mínimos de espesor efectivo “t”, deberá cumplir lo siguiente:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad \text{Para las Zonas Sísmicas 2 y 3}$$

Donde “h” es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo. Los muros del templo cumplen la condición del espesor efectivo mínimo, incluso en algunos casos son el triple del mínimo.

3.6.2.8. ANÁLISIS DE LOS ESFUERZOS AXIALES EN LOS MUROS DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES

3.6.2.8.1. Cálculos de los esfuerzos axiales del templo

❖ Esfuerzo axial en los muros:

$$f_a = P_g / Lt$$

Donde

- P_g**: Carga gravitacional de servicio en un muro
- t**: Espesor efectivo del muro
- L**: Longitud total del muro

Tabla 85 Esfuerzo axial en los muros del templo

CÁLCULO DEL ESFUERZO AXIAL EN LOS MUROS DEL TEMPLO				
Muro	Carga (Tn)	Espesor efectivo (m)	Longitud del muro (m)	Esfuerzo axial (Tn/m ²)
Muro del Evangelio	748.66	1.31	34.32	16.65
Muro de la Epístola	887.85	1.51	34.09	17.25
Muro de Pies	99.20	0.75	7.44	17.78
Muro Testero	145.77	1.14	7.44	17.19
Muros de la Torre				
X1	91.30	1.30	2.78	25.26
Y1	371.36	2.67	5.75	24.19
Y2	248.09	1.51	5.75	28.57
Muro de la Sacristía				
X1	61.69	1.11	6.00	9.26
Y1	48.34	0.86	5.42	10.37
Y2	58.62	1.10	5.42	9.83

Fuente: Propia

3.6.2.8.2. Análisis de los esfuerzos axiales del templo

Los muros del templo presentan un esfuerzo admisible a compresión de 1.08 Kg/cm², valor que, según la norma, debe ser mayor igual al esfuerzo axial del muro. Y que de no cumplirse esta expresión habrá que mejorar la calidad de la albañilería.

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35 t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f_m$$

En la mayoría de muros del templo, no cumple esta expresión, siendo los valores más altos los de la torre con 2.5 Kg/cm², 2.4 Kg/cm² y 2.8 Kg/cm², lo que demuestra la necesidad de mejorar la calidad de los muros de adobe.

3.6.2.9. DETERMINACIÓN DE LA ESBELTEZ DE LOS MUROS DEL TEMPLO

3.6.2.9.1. Cálculos de la esbeltez de los muros del templo

❖ Esbeltez de los muros del templo

Tabla 86 Esbeltez en los muros del templo

CÁLCULO DE LA ESBELTEZ DE LOS MUROS DEL TEMPLO			
Muro	Altura (cm)	Espesor del muro (cm)	Esbeltez
Muro del Evangelio	686.00	131.00	5
Muro de la Epístola	686.00	151.00	5
Muro de Pies	686.00	75.00	9
Muro Testero	686.00	114.00	6
Muros de la Torre			
X1	1245.00	130.00	10

	Y1	1245.00	267.00	5
	Y2	1245.00	151.00	8
Muro de la Sacristía				
	X1	386.00	110.00	4
	Y1	386.00	86.00	4
	Y2	386.00	110.00	4

Fuente: Propia

3.6.2.9.2. Análisis de la esbeltez de los muros del templo

La norma nos dice que es aconsejable que los muros tengan una esbeltez vertical igual o menor a 6. Sin embargo, la esbeltez vertical podrá llegar a ser máximo 8. El muro de Pies presenta una esbeltez de 9, el más alto de la nave del templo. En el caso de la torre el muro X1 tiene una esbeltez de 10.

3.6.2.10. DETERMINACIÓN DE LA CARGA CRÍTICA EN LOS MUROS DEL TEMPLO DEL DISTRITO DE LARES

3.6.2.10.1. Cálculos de la carga crítica en los muros del templo

$$P_{crítica} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{4 \cdot h^2}$$

Donde:

- E: Modulo de Young del adobe

$$E_{adobe} = 500 \cdot \sqrt{f_{ak}} \quad [MPa]$$

E adobe= 4110700 Mpa

- I: inercia del muro

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot l \cdot b^3$$

❖ Carga crítica en los muros del templo

Tabla 87 Carga crítica en los muros del templo

CÁLCULO DE LA CARGA CRÍTICA DE LOS MUROS DEL TEMPLO						
Muro	Altura (m)	Longitud del muro (m)	Espesor del muro (m)	Inercia del muro	Carga Crítica (kg)	Carga Crítica (Tn)
Muro del Evangelio	6.86	34.32	1.31	6.43	1385763.94	1385.76
Muro de la Epístola	6.86	34.09	1.51	9.78	2108074.40	2108.07
Muro de Pies	6.86	7.44	0.75	0.26	56374.77	56.37
Muro Testero	6.86	7.44	1.14	0.92	197977.38	197.98

Muros de la Torre						
X1	12.45	2.78	1.30	0.51	33305.23	33.31
Y1	12.45	5.75	2.67	9.12	596814.34	596.81
Y2	12.45	5.75	1.51	1.65	107953.40	107.95
Muro de la Sacristía						
X1	3.86	6.00	1.10	0.67	453034.23	453.03
Y1	3.86	5.42	0.86	0.29	195567.35	195.57
Y2	3.86	5.42	1.11	0.62	420503.81	420.50

Fuente: Propia

3.6.2.10.2. Análisis de la carga crítica en los muros del templo

Si la carga que soportan los muros del templo es superior a la crítica, se presenta una situación inestable en la estructura del templo. La carga crítica hallada está por encima de la carga actuante de los muros, a excepción del muro de Pies, cuya carga es 42.83 Tn mayor que su carga crítica, lo que hace que este muro sea vulnerable al pandeo.

3.6.2.11. ANÁLISIS SÍSMICO DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES

3.6.2.11.1. Cálculo del periodo del templo

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Donde:

- m = Masa de la estructura (281435.27 Kg/s)
- k = Rigidez

$$k = \frac{V}{\Delta}$$

Donde:

- V = Cortante en la base del templo V = 538,371 Kg
- Δ = Desplazamiento Δ = 0.1054 m

$$k = \frac{538,371}{0.1054}$$

$$k = 5.17 \times 10^6 \text{ Kg/m}$$

Entonces:

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{281435.27}{5.17 \times 10^6}}$$
$$T = 1.46 \text{ sg}$$

**3.6.2.11.2. Cálculo del coeficiente de amplificación sísmica del templo****❖ Cálculo de periodo para suelo tipo S2**

$$T_p = \frac{h}{60}$$

Donde:

- h : altura total de la edificación en metros

$$T_p = \frac{6.86}{60}$$

$$T_p = 0.11$$

❖ Cálculo del coeficiente de amplificación sísmica

$$C = \frac{T}{T_p} \times 2.5$$

Donde:

- C : coeficiente de amplificación sísmica

$$C = \frac{1.46}{0.11} \times 2.5$$

$$C = 33.18 \geq 2.5$$

$$C = 2.5$$

El coeficiente de amplificación sísmica representa la amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración en el suelo, si este es mayor que 2.5, se tomará como valor el 2.5

3.6.2.11.3. Cálculo de la fuerza cortante en la base del templo

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

Donde:

- | | |
|---|----------------|
| • Z : Factor de zona | Zona 2 = 0.3 |
| • U : Factor de uso e importancia | U = 1.3 |
| • C: Coeficiente de amplificación sísmica | C = 2.5 |
| • S : Factor de suelo | S2 = 1.2 |
| • P : Peso de la estructura del templo | P= 2'760,880Kg |
| • R : Coeficiente de reducción | R = 6 |



$$V = \frac{0.3 \times 1.3 \times 2.5 \times 1.2}{6} \times P$$

$$V = 0.195 \times P$$

$$V = 0.195 \times 2'760,880$$

$$V = 538,371 \text{ Kg}$$

3.6.2.11.4. Cálculo del espectro del templo

$$Sa = \frac{ZUCS}{R} \times g$$

Tabla 88 Valores de Periodo y Aceleración Espectral

ACELERACIÓN ESPECTRAL			
Cálculo de la aceleración espectral			
T (s)	C	C	Sa
0.010	150.000	2.500	0.195
0.020	75.000	2.500	0.195
0.030	50.000	2.500	0.195
0.040	37.500	2.500	0.195
0.050	30.000	2.500	0.195
0.060	25.000	2.500	0.195
0.070	21.429	2.500	0.195
0.080	18.750	2.500	0.195
0.090	16.667	2.500	0.195
0.100	15.000	2.500	0.195
0.200	7.500	2.500	0.195
0.300	5.000	2.500	0.195
0.400	3.750	2.500	0.195
0.500	3.000	2.500	0.195
0.600	2.500	2.500	0.195
0.700	2.143	2.143	0.167
0.800	1.875	1.875	0.146
0.900	1.667	1.667	0.130
1.000	1.500	1.500	0.117
2.000	0.750	0.750	0.059
3.000	0.500	0.500	0.039
4.000	0.375	0.375	0.029
5.000	0.300	0.300	0.023

Fuente: Elaboración Propia

Figura 89 Espectro de Diseño



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.11.5. Análisis del análisis sísmico del templo

Se calculó una cortante basal del templo de 538.371 Kg, tomando en cuenta un Factor de zona 2, Factor de uso 1.3 por ser un lugar donde se reúne gran cantidad de personas, Coeficiente de amplificación sísmica de 2.5, Factor de suelo S2, y un Coeficiente de reducción de 6.

Para el cálculo de la aceleración espectral se utilizaron periodos que van de los 0.01 hasta los 5 segundos, pudiéndose observar que a partir de los 0.07 s la aceleración espectral disminuye.

3.6.2.12. MODELAMIENTO DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES EN EL SAP2000

Para el modelamiento del templo San Cosme y San Damián de Lares se empleó el programa SAP2000, se programó el modelo de manera de que la estructura del templo sea analizada dinámicamente en tres distintos escenarios: la estructura actual del templo, la estructura del templo más empastado de fibras de polipropileno y la estructura del templo rigidizada.

3.6.2.12.1. Cálculos del modelamientos del templo San Cosme y San Damián de Lares en el SAP2000



Estos son los valores característicos de los materiales que se emplean en el modelamiento del templo San Cosme y San Damián de Lares:

❖ **Valores característicos de los muros portantes de adobe**

- **Tensión de rotura del adobe colonial**

$$f'_{o} = 6.76 \text{ Kg/cm}^2$$

- **Módulo de Young**

$$E_{\text{adobe}} = 500 \cdot \sqrt{f_c} \quad [MPa]$$

- **Coefficiente de Poisson**

$$\mu = 0,3$$

❖ **Valores característicos de los sobrecimientos**

- **Tensiones de rotura de los sobrecimientos corridos de piedra**

$$f_c = 300 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 30MPa$$

- **Módulo de Young**

$$E_s = 140000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 14000MPa$$

- **Coefficientes de Poisson**

$$\mu = 0,20$$

- **Densidad**

$$\delta_s = 2800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

3.6.2.12.2. Definición de los materiales

Antes de iniciar el modelamiento del templo San Cosme y San Damián de Lares, se definieron los materiales utilizados en la construcción del templo: Adobe colonial, Adobe colonial más empastado con fibras de polipropileno, sobrecimiento de piedra y madera de eucalipto.

Figura 90 Definición de las propiedades del adobe colonial y adobe colonial más empastado

Property	ADOBE COLONIAL	ADOBE mas empastado
Material Name and Display Color	ADOBE COLONIAL	ADOBE mas empastado
Material Type	Other	Other
Weight per Unit Volume	1740	1740
Mass per Unit Volume	177.4306	177.4306
Units	Kgf, m, C	Kgf, m, C
Modulus of Elasticity, E	41107000	47257200
Poisson's Ratio, U	0.3	0.3
Coefficient of Thermal Expansion, A	1.170E-05	1.170E-05
Shear Modulus, G	15810385	875846

Fuente: Elaboración Propia

Figura 91 Definición de las propiedades del material sobrecimiento

Property	sobrecimiento
Material Name and Display Color	sobrecimiento
Material Type	Other
Weight per Unit Volume	2800
Mass per Unit Volume	285.5205
Units	Kgf, m, C
Modulus of Elasticity, E	1.400E+09
Poisson's Ratio, U	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	1.100E-05
Shear Modulus, G	5.833E+08

Fuente: Elaboración Propia

Figura 92 Definición de las propiedades del material eucalipto

Property	eucalipto
Material Name and Display Color	eucalipto
Material Type	Other
Weight per Unit Volume	1100
Mass per Unit Volume	112.1688
Units	Kgf, m, C
Modulus of Elasticity, E	1.380E+09
Poisson's Ratio, U	0.3
Coefficient of Thermal Expansion, A	1.170E-05
Shear Modulus, G	5.308E+08

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.12.3. Definición de las secciones

Se definieron las secciones de los elementos estructurales del templo San Cosme y San Damián de Lares: muro de adobe, del sobrecimiento de piedra, y los rollizos de eucalipto de la estructura del techo. Las secciones fueron las mismas para el modelamiento de los tres escenarios: el templo actual, el templo más empastado con fibras de polipropileno y el templo rigidizado.

Figura 93 Definición de sección de área del muro de la Epístola y muro del Evangelio del templo

Parameter	muro EPISTOLA	muro EVANGELIO
Section Name	muro EPISTOLA	muro EVANGELIO
Section Notes	Modify/Show...	Modify/Show...
Display Color	Green	Green
Type	Shell - Thick	Shell - Thick
Material Name	ADOBE COLONIAL	ADOBE COLONIAL
Material Angle	0	0
Membrane Thickness	0.76	0.66
Bending Thickness	0.76	0.66

Fuente: Elaboración Propia

Figura 94 Definición de sección de área tipo Shell del muro de Pies

Parameter	muro PIES
Section Name	muro PIES
Section Notes	Modify/Show...
Display Color	Green
Type	Shell - Thick
Material Name	ADOBE COLONIAL
Material Angle	0
Membrane Thickness	0.38
Bending Thickness	0.38

Fuente: Elaboración Propia

Figura 95 Definición de sección de los muros de la torre: torre1, torre2, torre3.

Section Name	Material Name	Membrane Thickness	Bending Thickness
muro TORRE 1	ADOBE COLONIAL	0.65	0.65
muro TORRE 2	ADOBE COLONIAL	1.34	1.34
muro TORRE 3	ADOBE COLONIAL	0.76	0.76

Fuente: Elaboración Propia

Figura 96 Definición de sección de los muros de la sacristía.

Section Name	Material Name	Membrane Thickness	Bending Thickness
muro sacristia 1	ADOBE COLONIAL	0.56	0.56
muro sacristia 2	ADOBE COLONIAL	0.43	0.43
muro sacristia 3	ADOBE COLONIAL	0.55	0.55

Fuente: Elaboración Propia

Figura 97 Definición de sección de del sobrecimiento de la Epístola y del Evangelio del templo

Section Name	Material Name	Membrane Thickness	Bending Thickness
sobre epistola	sobrecimiento	0.76	0.76
sobre evangelio	sobrecimiento	0.66	0.66

Fuente: Elaboración Propia

Figura 98 Definición de sección de del sobrecimiento del muro de Pies y muro Testero del templo

Section Name	Material Name	Membrane Thickness	Bending Thickness
sobre pies	sobrecimiento	0.38	0.38
sobre testero	sobrecimiento	0.57	0.57

Fuente: Elaboración Propia

Figura 99 Definición de sección de área tipo Shell del sobrecimiento de la torre

Section Name	Material Name	Membrane Thickness	Bending Thickness
sobre torre 1	sobrecimiento	0.65	0.65
sobre torre 2	sobrecimiento	1.34	1.34
sobre torre 3	sobrecimiento	0.76	0.76

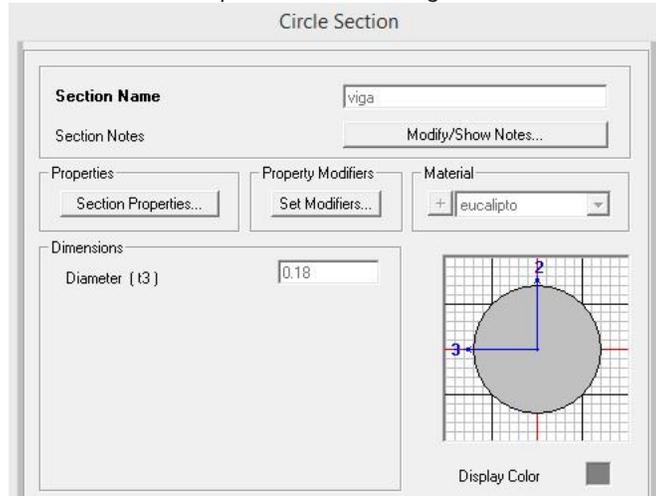
Fuente: Elaboración Propia

Figura 100 Definición de sección del sobrecimiento de la sacristía.

Section Name	Material Name	Membrane Thickness	Bending Thickness
sobre sacrista 1	sobrecimiento	0.56	0.56
sobre sacrista 2	sobrecimiento	0.43	0.43
sobre sacrista 3	sobrecimiento	0.55	0.55

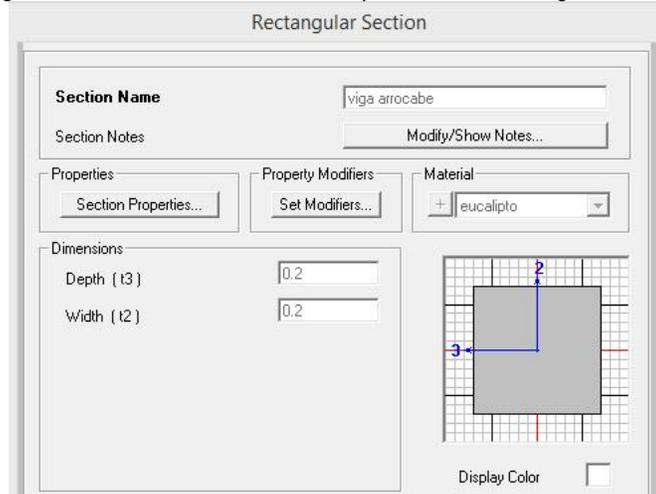
Fuente: Elaboración Propia

Figura 101 Definición de sección tipo Frame de las vigas tirantes de la estructura de techo.



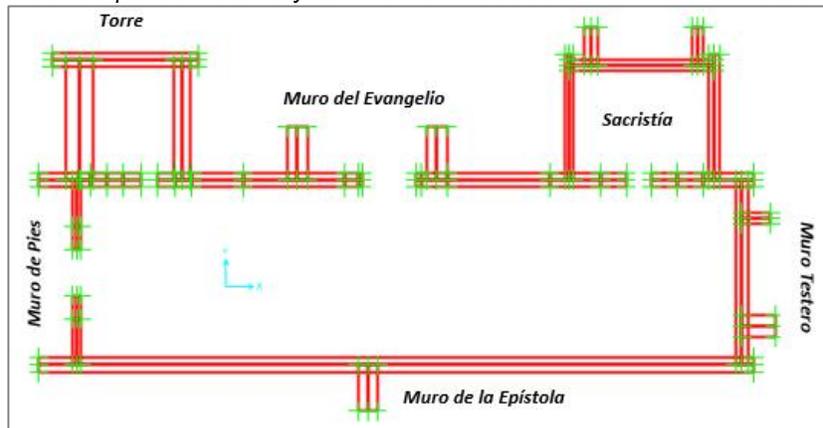
Fuente: Elaboración Propia

Figura 102 Definición de sección tipo Frame de la viga arrocabe.



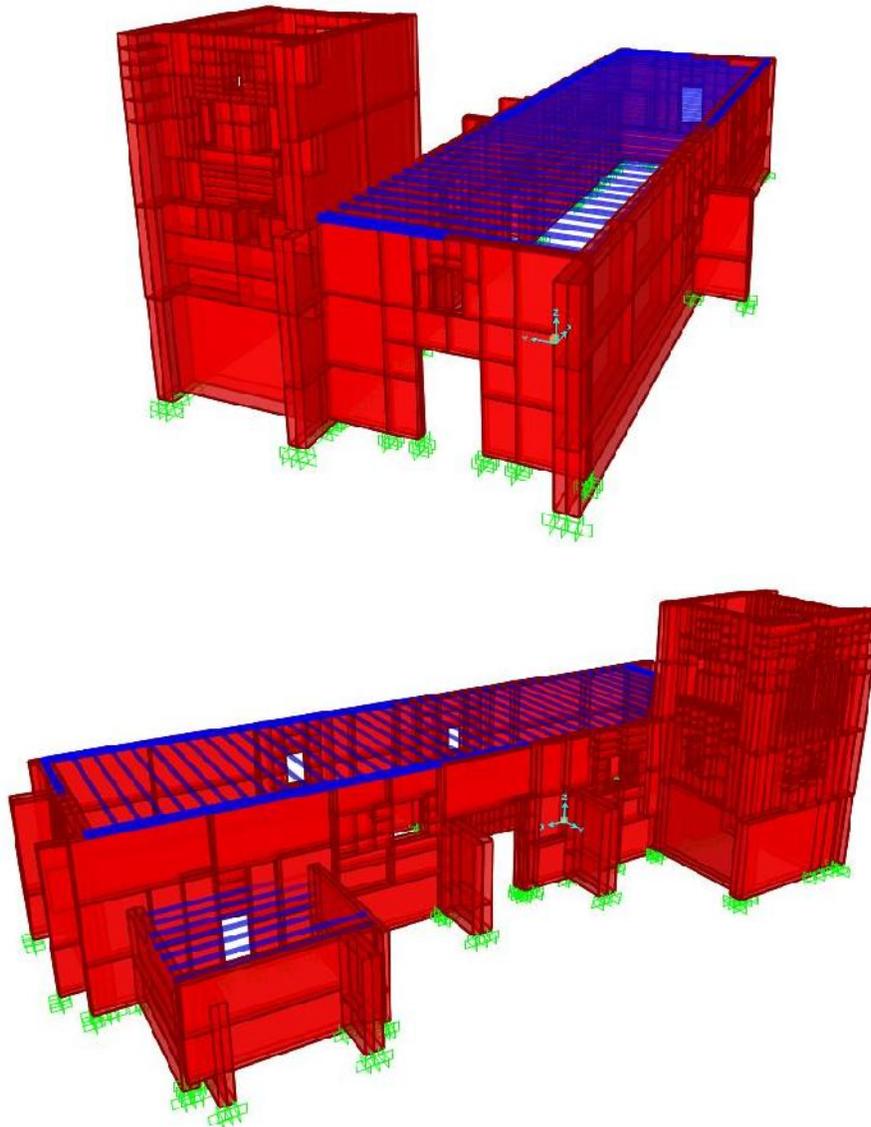
Fuente: Elaboración Propia

Figura 103 Templo San Cosme y San Damián modelado en SAP2000 – vista en planta



Fuente: Elaboración Propia

Figura 104 Templo San Cosme y San Damián modelado en SAP2000 en 3D



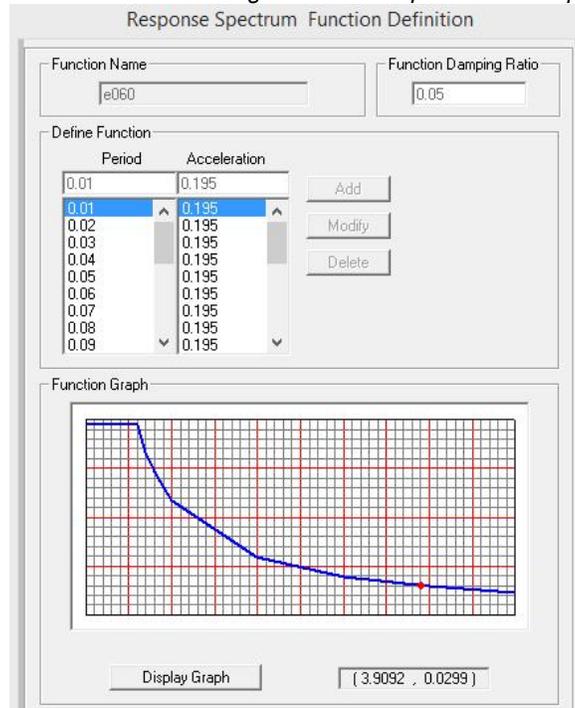
Fuente: Elaboración Propia – SAP2000

3.6.2.13. ANÁLISIS DINÁMICO DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES

3.6.2.13.1. Definición del espectro de respuesta

Para hacer interactuar al sismo con el modelo realizado del templo San Cosme y San Damián de Lares en el software, se tuvo que ingresar la aceleración espectral con periodos de 0.01 s hasta 5 s en forma de una función matemática como se aprecia en la figura 105.

Figura 105 Ventana de Asignación del Espectro de Respuesta



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.13.2. Definición de las combinaciones de carga

Se definió las combinaciones de carga, considerando las combinaciones que nos da la norma E.060 de Concreto Armado y la combinación de la respuesta máxima esperada (r) de la norma E. 030.

Figura 106 Ventana de Asignación del Sismo

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated): sismo

Notes: Modify/Show Notes...

Load Combination Type: Linear Add

Options: Convert to User Load Combo, Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
ABS	Response Spectrum	0.25
ABS	Response Spectrum	0.25
SRSS	Response Spectrum	0.75

Add, Modify, Delete

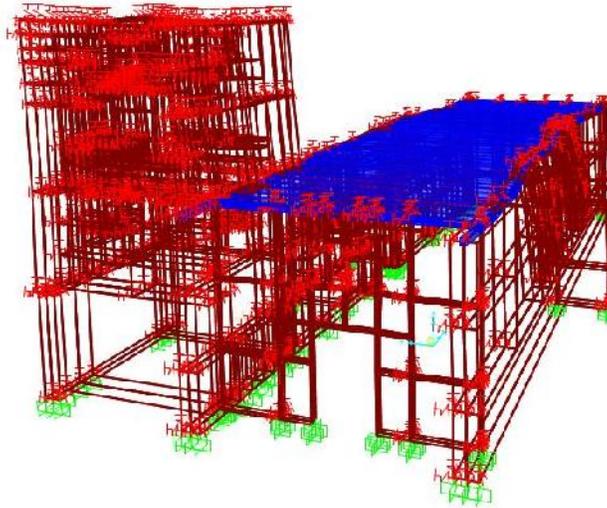
Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.14. CÁLCULO DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE LOS MUROS DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN.

3.6.2.14.1. Desplazamientos del templo San Cosme y San Damián con carga tipo SISMO

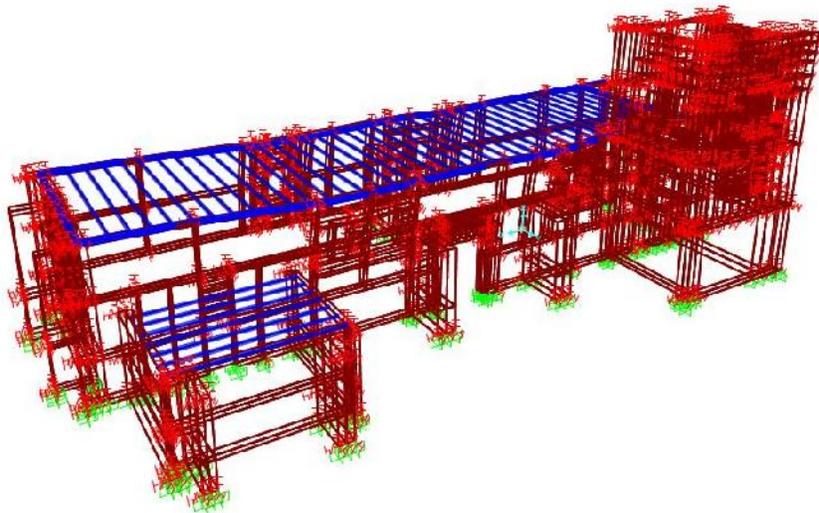
Tras realizar el análisis estructural del templo San Cosme y San Damián de Lares en el programa SAP2000, se sometió a la estructura actual a carga tipo sismo y se recopiló los desplazamientos recuperados en cm que presentaba en las direcciones X y Y en la tabla 90.

Figura 107 Estructura actual del templo sometida a carga tipo SISMO, Geometría deformada – Vista frontal



Fuente: Propia.

Figura 108 Estructura actual del templo sometida a carga tipo SISMO, Geometría deformada – Vista del muro del Evangelio



Fuente: Propia.

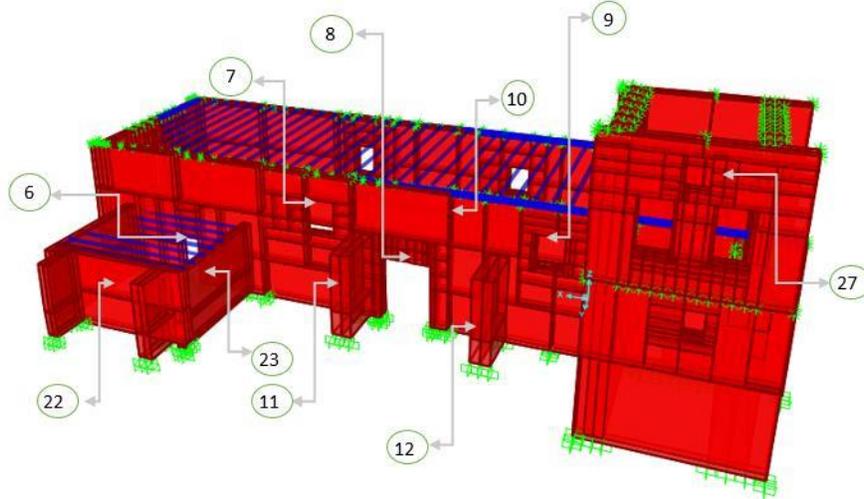
**3.6.2.14.2. Tabla de desplazamientos del templo San Cosme y San
Damián con carga tipo SISMO**

Tabla 89 Desplazamientos laterales recuperados para carga tipo SISMO en la dirección X y Y

ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES				
Desplazamientos recuperados (cm)				
Tipo de carga SISMO				
Zona del templo			Desplazamiento cm	
			X	Y
Muro Testero	1	Parte superior central	6.7521	5.6097
	2	Ventanal	3.5741	4.8947
	3	1er contrafuerte	3.9755	2.8378
	4	2do contrafuerte	6.1504	4.4350
Muro del evangelio	5	Extremo libre	0.3081	1.0156
	6	Puerta de la Sacristía	0.3070	0.5147
	7	1era ventana	8.9089	30.8431
	8	Puerta al exterior	3.2575	2.7665
	9	2da ventana	4.5089	11.9543
	10	Parte superior central	10.5471	34.7820
	11	1er contrafuerte	3.7366	7.3640
	12	2do contrafuerte	0.6897	1.5390
Muro de Pies	13	Puerta de la Torre	0.0351	0.5221
	14	Puerta principal	0.8233	1.1289
	15	Ventana	4.7591	1.5729
Muro de la Epístola	16	Parte superior central	5.8984	1.4915
	17	Extremo libre	11.1672	2.6416
	18	1era ventana	2.6911	15.2774
	19	2da ventana	5.0970	30.0017
	20	Parte superior central	3.6591	31.8946
Muros de sacristía	21	Contrafuerte	0.5557	7.6149
	22	Muro X1	0.0804	0.0716
	23	Muro Y1	0.0750	0.1369
	24	Muro Y2	0.0809	0.1193
	25	1er contrafuerte	0.0624	0.3266
	26	2do contrafuerte	0.0500	0.4046
Muro de la Torre	27	Muro X1	1.6341	1.5447
	28	Muro Y1	2.6938	1.9535
	29	Muro Y2	2.6037	4.0078
	30	Muro X2	2.6557	1.4592

Fuente: Propia.

Figura 109 Zonas del Templo modelado en SAP2000, Vista del muro del Evangelio



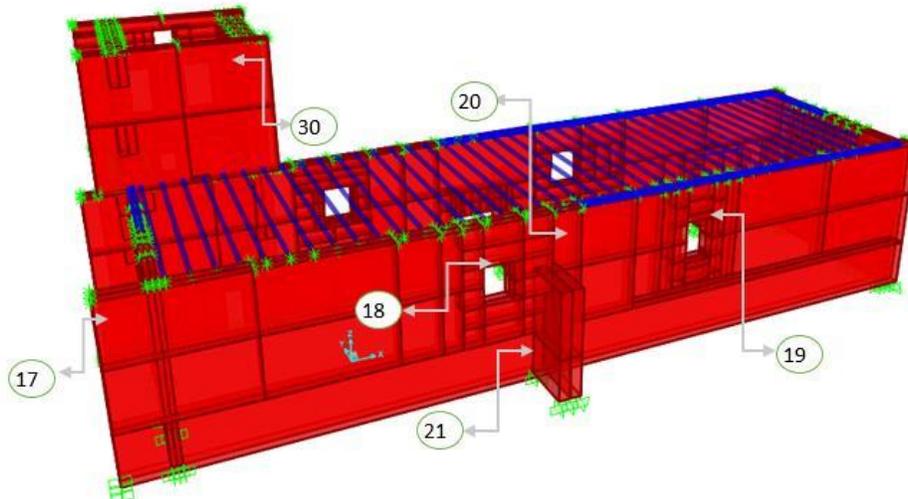
Fuente: Propia

Figura 110 Zonas del Templo modelado en SAP2000, Vista frontal



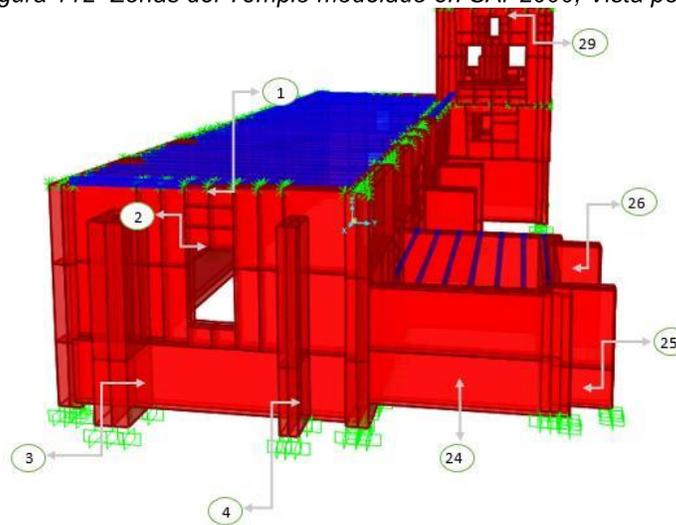
Fuente: Propia

Figura 111 Zonas del Templo modelado en SAP2000, Vista del muro de la Epístola



Fuente: Propia

Figura 112 Zonas del Templo modelado en SAP2000, Vista posterior



Fuente: Propia

3.6.2.15. CÁLCULO DE REACCIONES EN LOS APOYOS DE LOS MUROS DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES

3.6.2.15.1. Reacciones en los apoyos del templo San Cosme y San Damián con carga tipo SISMO

Se recopilieron las reacciones en los apoyos del modelo de la estructura actual del templo San Cosme y San Damián de Lares en Kg, en las direcciones X y Y, producto de una carga tipo sismo en la tabla 92.

3.6.2.15.2. Tabla de reacciones en los apoyos del templo San Cosme y San Damián con carga tipo SISMO

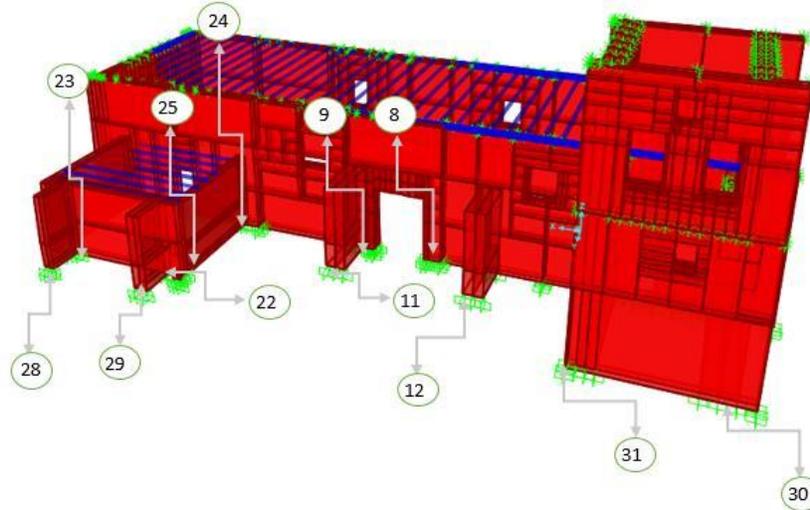


Tabla 90 Reacciones en los apoyos para carga tipo SISMO en dirección X y Y

ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES				
Reacciones en los apoyos Kg				
Tipo de carga SISMO				
Zona del templo			X	Y
Muro Testero	1	Primer contrafuerte	52,653.20	58,697.85
	2	Segundo contrafuerte	16,065.98	15,040.18
	3	Extremo derecho	144,931.77	61,997.69
	4	Extremo izquierdo	100,247.47	69,667.83
Muro del evangelio	5	Extremo izquierdo	30,979.41	5,430.38
	6	Puerta sacristía (lado derecho)	7,543.37	11,609.67
	7	Puerta sacristía (lado izquierdo)	9,941.37	19,122.96
	8	Puerta lateral (lado derecho)	5,570.58	2,967.91
	9	Puerta lateral (lado izquierdo)	40,201.94	22,331.65
	10	Extremo derecho	9,305.49	12,758.71
	11	Primer contrafuerte	139,013.25	34,873.19
	12	Segundo contrafuerte	12,849.66	20,326.45
	13	Puerta torre (lado derecho)	12,060.74	9,247.84
	14	Puerta torre (lado izquierdo)	28,416.47	5,065.65
Muro de Pies	15	Puerta principal (lado derecho)	24,635.33	22,309.37
	16	Puerta principal (lado izquierdo)	8,128.30	3,678.89
	17	Extremo derecho	82,361.05	18,403.68
	18	Extremo izquierdo	44,661.68	9,526.43
Muro de la Epístola	19	Extremo izquierdo	215,992.46	48,294.18
	20	Contrafuerte	35,955.60	13,080.58
	21	Extremo derecho	246,548.57	71,438.22
Muros de sacristía	22	Muro X1 (extremo derecho)	43,382.85	1,064,265.79
	23	Muro X1 (extremo izquierdo)	26,173.11	68,209.22
	24	Muro Y1 (extremo derecho)	58,326.84	10,593.30
	25	Muro Y1 (extremo izquierdo)	10,517.24	61,597.95
	26	Muro Y2 (extremo derecho)	26,672.14	10,015.70
	27	Muro Y2(extremo izquierdo)	12,751.65	15,567.43
	28	Primer contrafuerte	7,721.07	3,970.30
	29	Segundo contrafuerte	8,658.33	2,910.66
Muro de la Torre	30	Muro X1 (extremo derecho)	22,254.96	22,254.96
	31	Muro X1 (extremo izquierdo)	12,950.58	12,950.58
	32	Muro Y1 (extremo derecho)	160,950.20	160,950.20
	33	Muro Y1 (extremo izquierdo)	81,911.14	81,911.14
	34	Muro Y2 (extremo derecho)	211,619.14	211,619.14
	35	Muro Y2(extremo izquierdo)	203,800.40	203,800.40

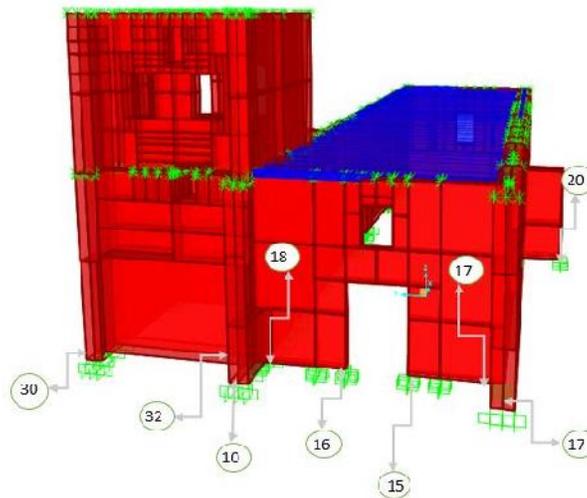
Fuente: Propia.

Figura 113 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro del Evangelio



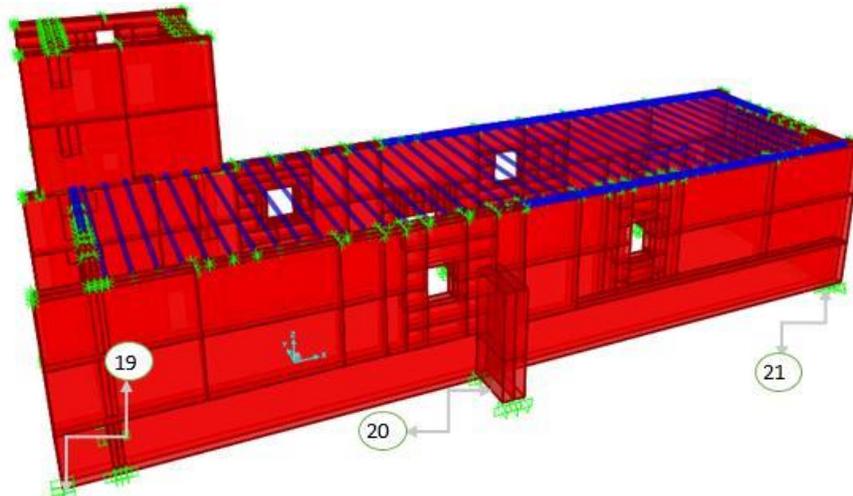
Fuente: Propia.

Figura 114 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista frontal



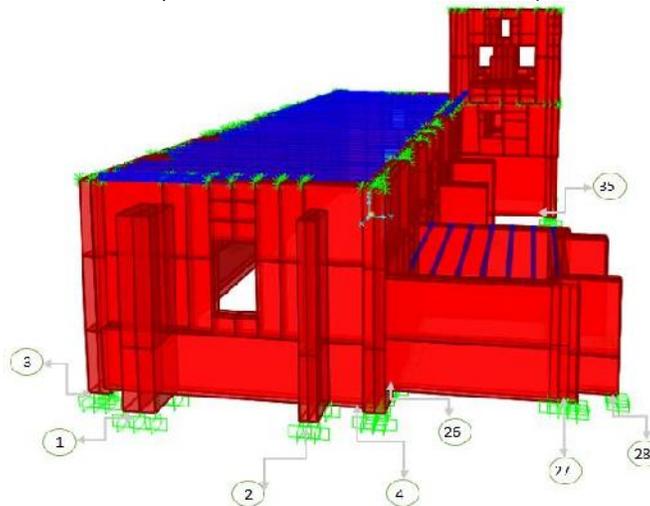
Fuente: Propia.

Figura 115 Zonas del Templo modelado en SAP2000, Vista del muro de la Epístola



Fuente: Propia.

Figura 116 Zonas del Templo modelado en SAP2000, Vista posterior – muro testero



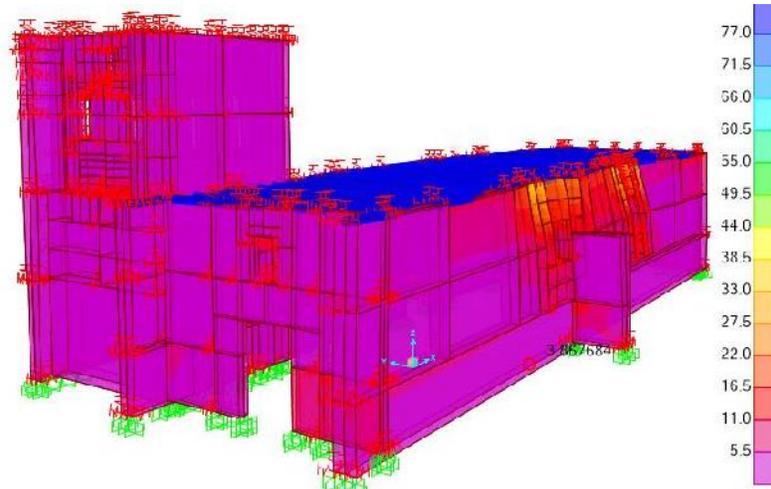
Fuente: Propia

3.6.2.16. CÁLCULO DE ESFUERZOS EN EL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES

3.6.2.16.1. Esfuerzos del templo San Cosme y San Damián de Lares sometido a carga tipo SISMO zona del muro, sobrecimiento y la unión del muro con el sobrecimiento

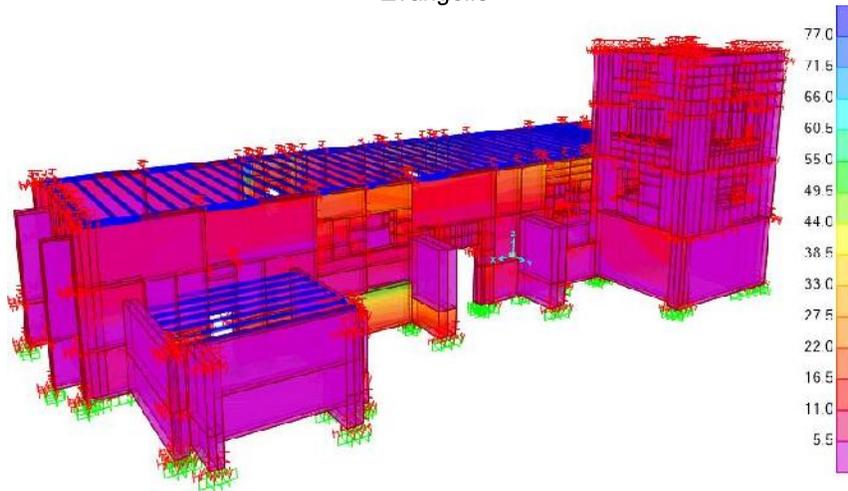
Se recopilaron los esfuerzos en los muros de adobe, en el sobrecimiento de piedra y en la unión de ambos del modelo de la estructura actual del templo San Cosme y San Damián de Lares en Kg/cm², producto de una carga tipo sismo S11, S22 y S33 en las tabla 94, y .

Figura 117 Estructura actual del templo sometida a carga SISMO S11 – vista frontal



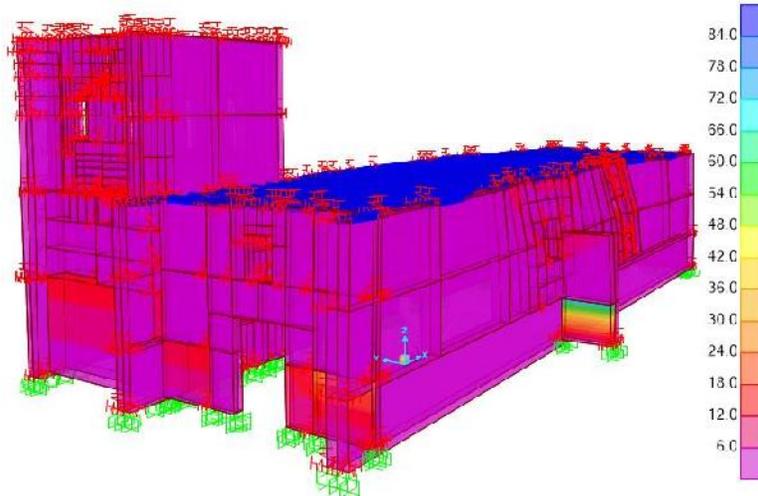
Fuente: Propia.

Figura 118 Estructura actual del templo sometida a carga SISMO S11 – vista del muro del Evangelio



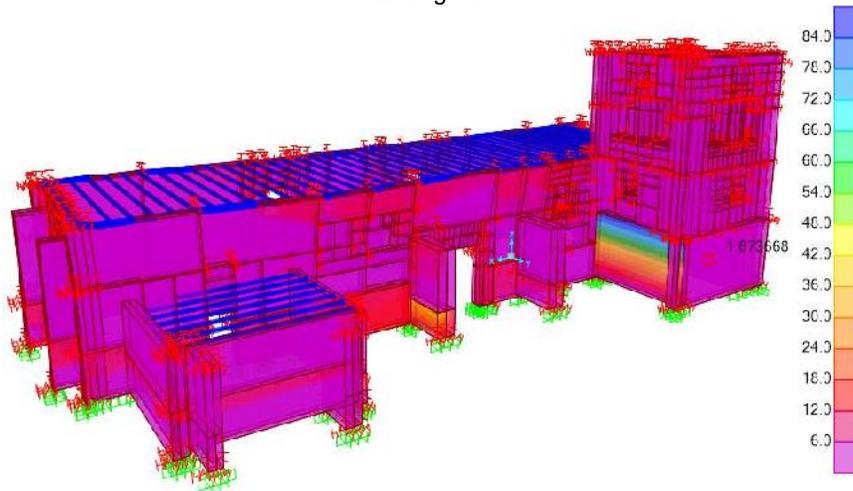
Fuente: Propia.

Figura 119 Estructura actual del templo sometida a carga SISMO S22 – vista frontal



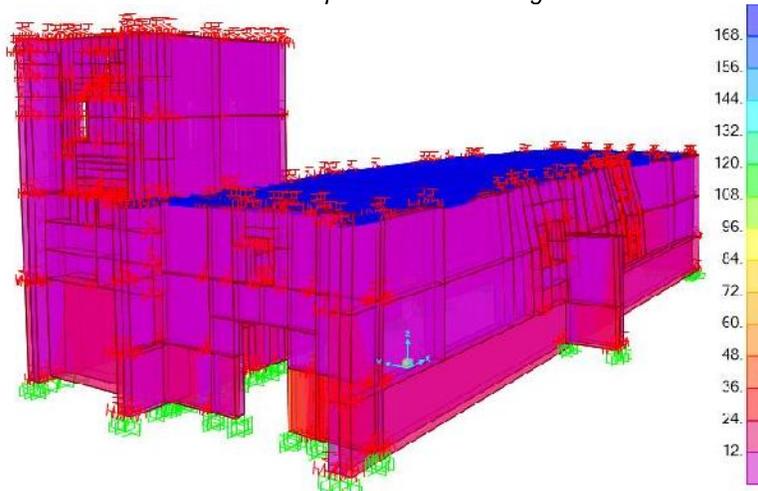
Fuente: Propia.

Figura 120 Estructura actual del templo sometida a carga SISMO S22 – vista del muro del Evangelio



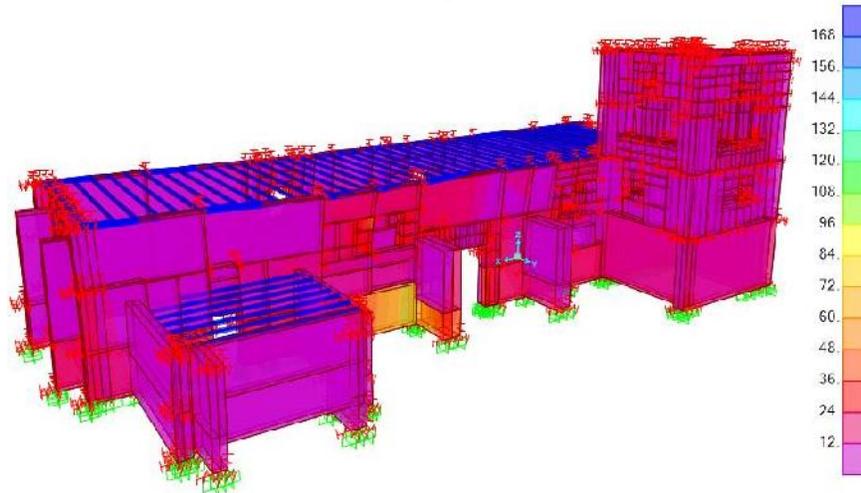
Fuente: Propia.

Figura 121 Estructura actual del templo sometida a carga SISMO S33 – Vista frontal



Fuente: Propia.

Figura 122 Estructura actual del templo sometida a carga SISMO, S33 – Vista del muro del Evangelio



Fuente: Propia.

3.6.2.16.2. Tabla de esfuerzos en el muro de adobe del templo San Cosme y San Damián con carga tipo SISMO S11, S22 y S33

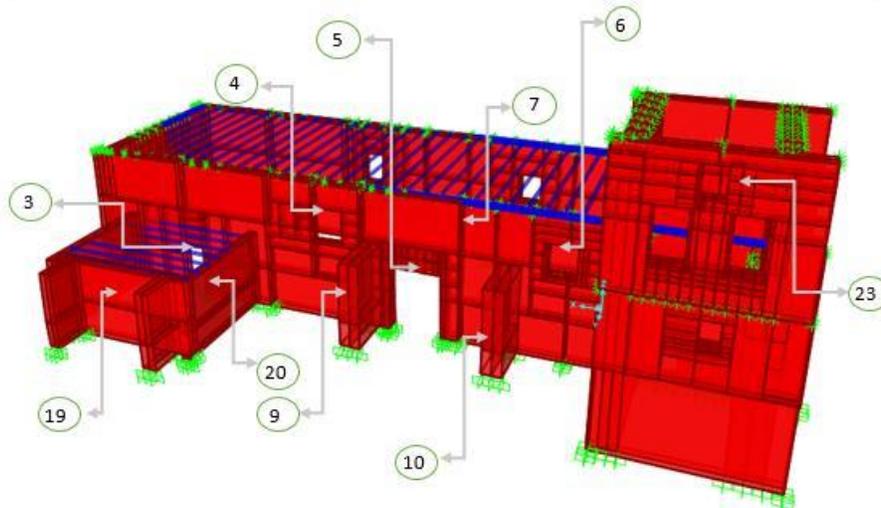
Tabla 91 Esfuerzos del templo en el muro sometido a carga tipo SISMO S11, S22 y S33

ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES					
Esfuerzos en el muro (Kg /cm2)					
Tipo de carga SISMO					
	Zona del templo		S11	S22	S33
Muro Testero	1	Zona superior central	1.110	1.070	0.500
	2	Ventana	2.910	11.920	1.990
Muro del evangelio	3	Puerta de la Sacristía	27.180	9.670	30.440
	4	1er ventana	22.110	13.010	26.700
	5	Puerta lateral	1.870	1.300	1.000
	6	2da ventana	12.710	1.990	2.400
	7	Zona superior central	10.250	5.570	10.740
	8	Extremo libre	3.890	1.300	1.730
	9	1er contrafuerte	3.000	6.150	11.830
	10	2do contrafuerte	0.390	0.970	2.400
Muro de Pies	11	Puerta principal	0.720	1.980	0.540
	12	Ventana	2.510	2.920	1.580
	13	Zona superior central	0.630	1.770	0.200
Muro de la Epístola	14	1era ventana	15.630	4.230	11.820
	15	2da ventana	2.640	4.920	5.100
	16	Zona superior central	7.790	4.580	2.910
	17	Extremo libre	1.120	0.610	12.670
Muros de sacristía	18	Contrafuerte	3.820	4.970	12.190
	19	Muro X1	0.750	2.490	0.230
	20	Muro Y1	0.680	2.100	0.220
	21	Muro Y2	0.580	1.710	0.100

Muro de la Torre	22	Zona superior muro X1	0.079	0.180	0.130
	23	Ventana superior	0.250	1.240	0.170
	24	Ventana intermedia derecha	0.570	1.730	0.170
	25	Ventana intermedia izquierda	0.130	0.440	0.210
	26	Ventana inferior	0.095	2.340	0.580
	27	Zona superior muro Y1	0.490	0.075	0.240
	28	Ventana superior	0.029	0.200	0.063
	29	Ventana intermedia derecha	0.280	0.250	0.056
	30	Ventana intermedia izquierda	0.310	0.063	0.051
	31	Ventana inferior	0.500	0.200	0.360
	32	Zona superior muro Y2	1.850	0.850	1.020
	33	Ventana superior	0.021	0.200	0.180
	34	Ventana intermedia derecha	0.450	2.050	0.069
	35	Ventana intermedia izquierda	0.078	0.760	0.760
	36	Ventana inferior	1.930	2.600	3.930
	37	Zona superior muro X2	0.410	0.220	0.430

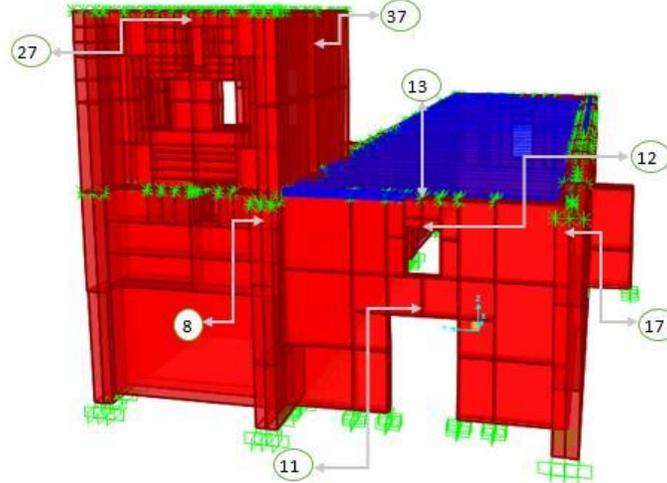
Fuente: Propia.

Figura 123 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro del Evangelio



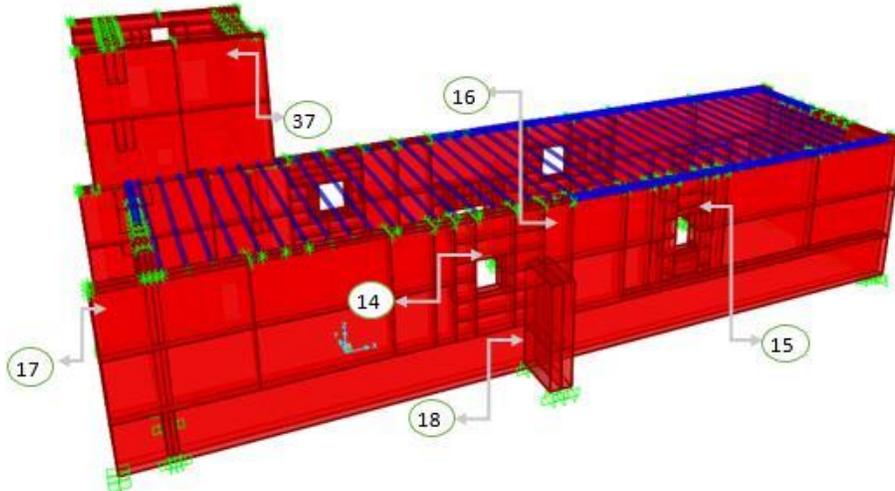
Fuente: Propia.

Figura 124 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista frontal



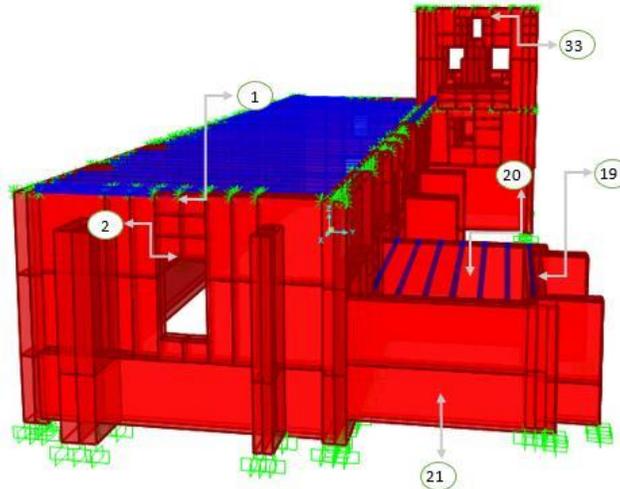
Fuente: Propia.

Figura 125 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro de la Epístola



Fuente: Propia

Figura 126 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista posterior



Fuente: Propia

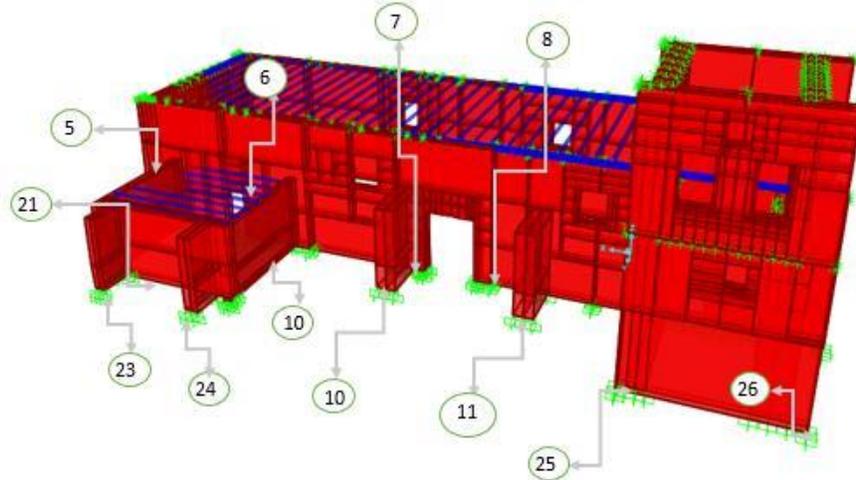
3.6.2.16.3. Tabla de esfuerzos en el sobrecimiento del templo San Cosme y San Damián de Lares con carga tipo SISMO S11, S22 y S33

Tabla 92 Esfuerzos del templo en el sobrecimiento sometido a carga tipo SISMO S11, S22 y S33

ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES					
Esfuerzos en el sobrecimiento (Kg /cm2)					
Tipo de carga SISMO					
Zona del templo			S11	S22	S33
Muro Testero	1	Extremo derecho	2.030	1.880	9.540
	2	1er contrafuerte	1.940	1.880	7.630
	3	2do contrafuerte	3.230	3.030	11.600
	4	Extremo izquierdo	3.380	2.230	15.270
Muro del evangelio	5	Extremo izquierdo	0.170	0.130	0.450
	6	Puerta de la Sacristía	6.220	6.310	29.700
	7	Puerta lateral	1.480	1.290	4.170
	8	Zona central	7.080	7.450	37.390
	9	Extremo libre	3.430	1.290	17.900
	10	1er contrafuerte	10.570	3.350	41.850
	11	2do contrafuerte	1.300	1.320	6.760
	12	Puerta de la Torre	4.860	1.730	25.660
Muro de Pies	13	Puerta (lado derecho)	11.100	10.230	42.550
	14	Puerta (lado izquierdo)	5.230	4.360	22.900
	15	Extremo derecho	7.730	6.180	32.700
	16	Extremo izquierdo	4.200	2.120	1.920
Muro de la Epístola	17	Extremo libre	0.150	0.240	0.630
	18	Parte central	2.010	2.970	9.410
	19	Contrafuerte	1.100	3.470	8.430
	20	Extremo derecho	2.910	2.600	17.520
Muros de sacristía	21	Muro X1	0.830	0.530	2.080
	22	Muro Y2	0.120	0.085	0.300
	23	1er contrafuerte	0.910	0.400	4.440
	24	2do contrafuerte	1.050	0.660	4.590
Muro de la Torre	25	Muro X1 (lado derecho)	3.090	3.010	13.370
	26	Muro X1 (lado izquierdo)	3.620	1.520	18.450
	27	Muro Y1 (lado derecho)	3.430	1.290	17.900
	28	Muro Y1 (lado izquierdo)	2.740	1.130	11.890
	29	Muro Y2 (lado derecho)	3.790	1.380	20.540
	30	Muro Y2 (lado izquierdo)	0.310	0.170	0.920

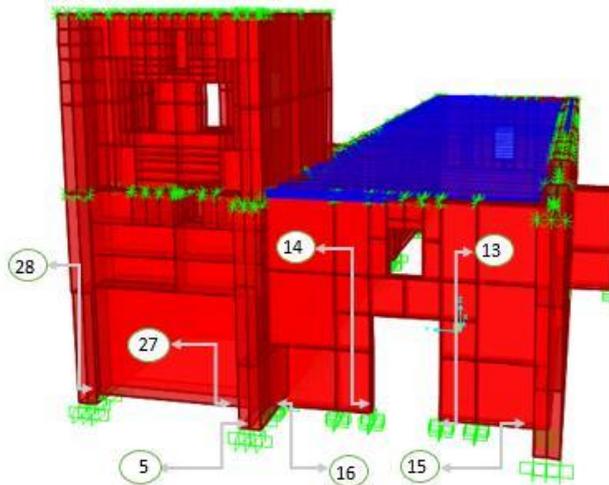
Fuente: Propia

Figura 127 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro del Evangelio



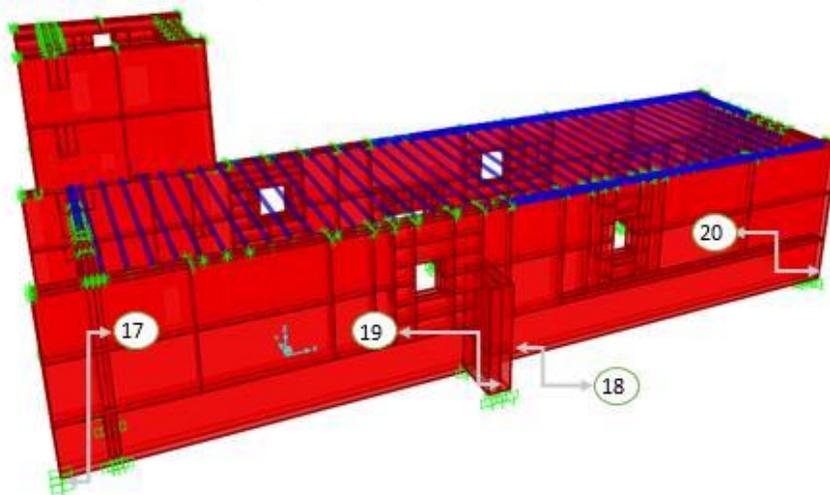
Fuente: Propia.

Figura 128 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista frontal



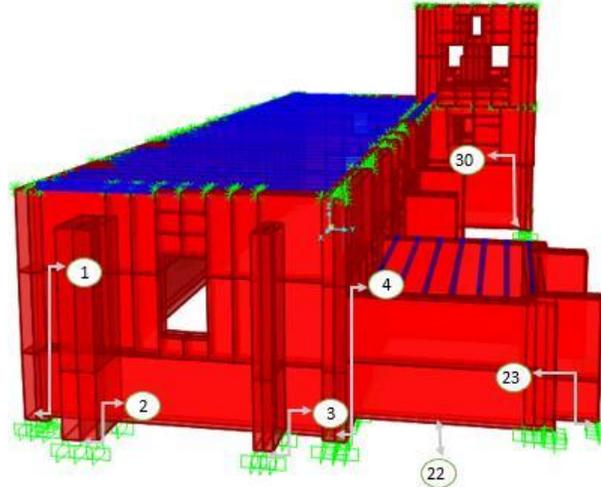
Fuente: Propia.

Figura 129 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro de la Epístola



Fuente: Propia

Figura 130 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista posterior



Fuente: Propia

3.6.2.16.4. Tabla de esfuerzos en la unión del muro de adobe con el sobrecimiento del templo San Cosme y San Damián de Lares con carga tipo SISMO S11, S22 y S33

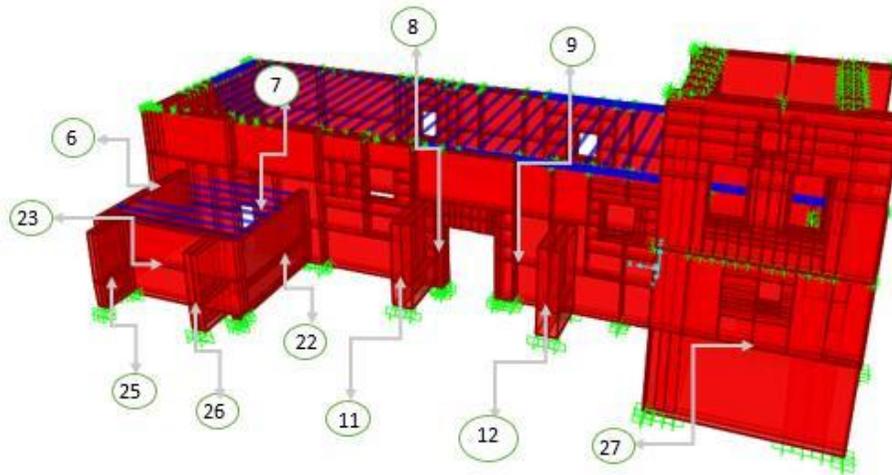
Tabla 93 Esfuerzos del templo en el encuentro del muro y sobrecimiento, sometido a carga tipo SISMO S11, S22 y S33

ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES					
Esfuerzos en la unión muro- sobrecimiento (Kg /cm2)					
Tipo de carga SISMO					
Zona del templo		S11	S22	S33	
Muro Testero	1	Zona central	1.850	2.250	2.630
	2	Extremo derecho	7.250	10.850	9.690
	3	1er contrafuerte	6.030	11.370	7.660
	4	2do contrafuerte	3.720	10.030	11.640
	5	Extremo izquierdo	0.290	0.380	0.340
Muro del evangelio	6	Extremo izquierdo	3.490	10.610	15.120
	7	Puerta de la Sacristía	27.180	9.670	30.440
	8	Puerta lateral	14.840	21.540	168.380
	9	Zona central	20.370	6.420	42.070
	10	Extremo libre	0.470	0.900	0.710
	11	1er contrafuerte	2.160	0.680	8.420
	12	2do contrafuerte	0.440	0.390	1.830
Muro de Pies	13	Puerta (lado derecho)	12.320	14.840	38.960
	14	Puerta (lado izquierdo)	2.590	4.230	14.580
	15	Extremo derecho	2.690	3.050	6.890
	16	Extremo izquierdo	0.640	0.860	1.420
	17	Extremo libre	0.480	1.000	0.720

Muro de la Epístola	18	Unión con el muro de Pies	0.340	0.180	0.940
	19	Parte central	2.380	2.070	6.260
	20	Contrafuerte	17.540	70.630	10.030
	21	Extremo derecho	0.380	0.470	0.360
Muros de sacristía	22	Muro X1	4.960	8.720	1.870
	23	Muro Y1	9.840	7.780	2.430
	24	Muro Y2	0.220	0.300	0.094
	25	1er contrafuerte	0.160	0.200	0.160
	26	2do contrafuerte	0.170	0.170	1.870
Muro de la Torre	27	Muro X1	0.690	0.610	1.470
	28	Muro Y1	0.510	0.650	1.520
	29	Muro Y2	2.200	2.570	6.730

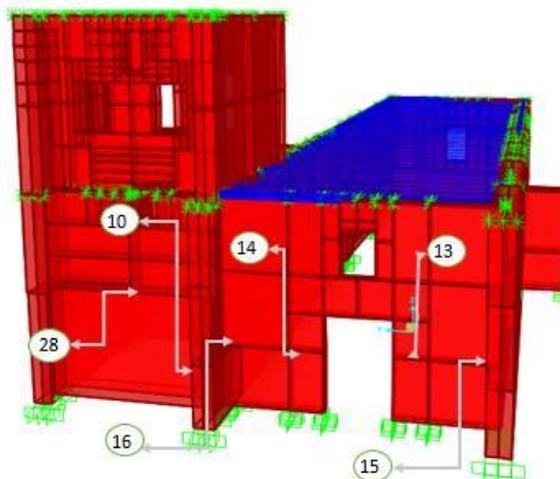
Fuente: Propia.

Figura 131 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro del Evangelio



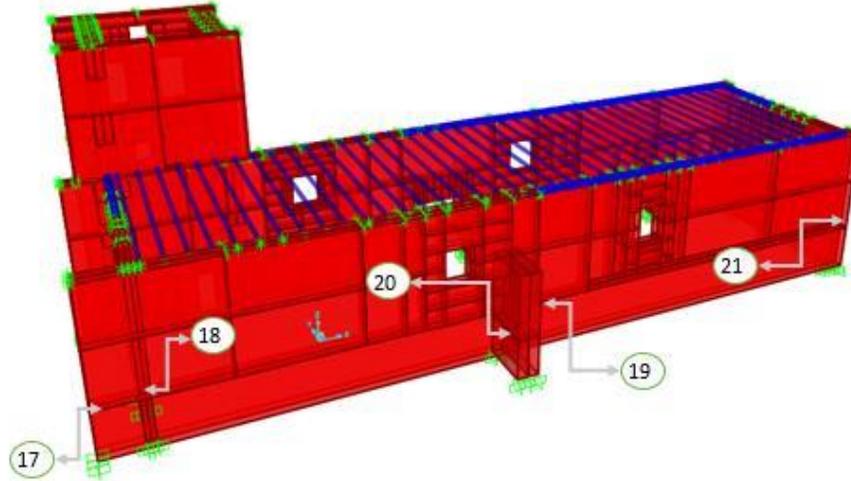
Fuente: Propia.

Figura 132 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista frontal



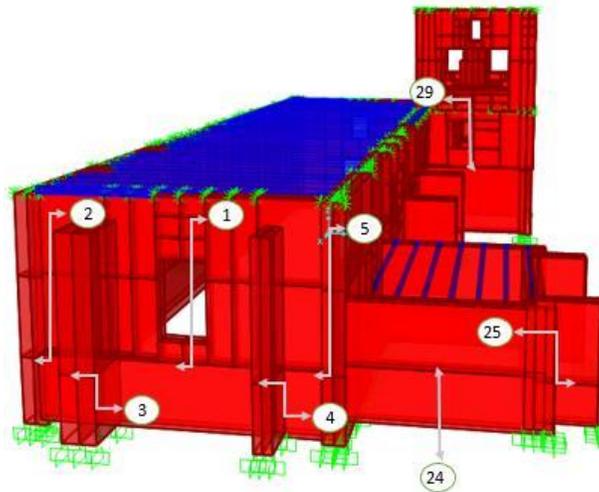
Fuente: Propia.

Figura 133 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro de la Epístola



Fuente: Propia

Figura 134 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista posterior



Fuente: Propia

3.6.3. ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL NORMADA

ANÁLISIS CUANTITATIVO

3.6.3.1. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE – N.T.P 331.202. ELEMENTOS DE SUELO SIN COCER.

3.6.3.1.1. Cálculos de la prueba

La resistencia a compresión se calcula de la siguiente forma:

$$R_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- RC: resistencia a la compresión expresada en Kg/cm²
- P: carga de rotura expresada en Kg
- A: área de la sección transversal promedio, en cm²

3.6.3.1.2. Tabla del ensayo de compresión de abobe colonial con empastado con fibras de polipropileno

Tabla 94 Ensayo de compresión de adobe colonial con empastado

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE					
Adobe colonial más empastado de fibras de polipropileno					
Adobe	Carga de rotura Kg	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	Desviación estándar	f'o Kg/cm ²	
A-01	955	9.27	1.04	8.23	
A-02	987	9.39	1.04	8.35	
				F'o	8.29
B-01	1050	10.09	1.04	9.05	
B-02	1020	9.85	1.04	8.81	
				f'o	8.93

Fuente: Propia

3.6.3.1.3. Análisis del ensayo de compresión de abobe colonial con empastado de fibras de polipropileno

Con los resultados del ensayo se pudo observar que los adobes con caras de empaste con fibras de polipropileno mejoraron su resistencia en un 22.7 % en el primer caso y en un 32% en el segundo a comparación del adobe colonial simple.

3.6.3.2. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ADOBE – N.T.P 399.605 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.

3.6.3.2.1. Cálculos de la prueba

La resistencia a compresión se calcula de la siguiente forma:

$$R_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- RC: resistencia a la compresión expresada en Kg/cm²
- P: carga de rotura expresada en Kg
- A: área de la sección transversal promedio, en cm²

Se calcula para cada prisma la relación h_p/t_p , entre la altura (h_p) y la menor dimensión lateral (t_p) de ese prisma. Se determinara de factor de corrección.

Tabla 95 Factor de correccion de los prismas de adobe

h_p/t_p	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Factor de corrección	0.75	0.86	1.0	1.04	1.07	1.15	1.22

Fuente: N.T.P 399.605

Se multiplicará la resistencia del prisma de albañilería por el factor de corrección del respectivo prisma. Se calculará la resistencia en compresión de la albañilería, f'_m para cada muestra de prismas.

El esfuerzo admisible a compresión del muro (f_m) se obtendrá con la siguiente expresión:

$$f_m = 0,25 f'_m$$

Donde:

- f'_m : esfuerzos de compresión última de la pila.

3.6.3.2.2. Tabla del ensayo de compresión de pilas adobe con empastado con fibras de polipropileno

Tabla 96 Factor de corrección de los prismas de adobe más empaste de fibras de polipropileno

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ADOBE MÁS EMPASTE DE FIBRAS DE POLIPROPILENO						
Factor de corrección de los prismas de adobe colonial						
Prisma	Altura (cm)	Altura mortero (cm)	Unidades	Espesor (cm)	Esbeltez (hp/tp)	Factor de corrección
1	29.5	2	2	14.45	2.04	1
3	28	2	2	14.4	1.94	1
Factor de corrección de los prismas de adobe actual						
Prisma	Altura (cm)	Altura mortero (cm)	Unidades	Espesor (cm)	Esbeltez (hp/tp)	Factor de corrección
2	30.7	2	2	15.55	1.97	1
4	31.5	2	2	13.8	2.28	1
5	31.2	2	2	15.85	1.97	1

Fuente: Propia

Tabla 97 Resistencia a compresión de los prismas de adobe más empaste de fibras de polipropileno

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ADOBE MÁS EMPASTE DE FIBRAS DE POLIPROPILENO					
Resistencia a compresión de la albañilería de adobe colonial (f'_m)					
Prisma	Carga de ensayo (Kg)	Área (cm ²)	Factor de corrección	f'_m (Kg/cm ²)	Esfuerzo admisible a compresión del muro $f_m = 0.25 * f'_m$
1	1130	230.48	1	4.90	1.23
3	1470	216.00	1	6.81	1.70
Resistencia a compresión de la albañilería de adobe actual (f'_m)					
Prisma	Carga de ensayo (Kg)	Área (cm ²)	Factor de corrección	f'_m (Kg/cm ²)	Esfuerzo admisible a compresión del muro $f_m = 0.25 * f'_m$
2	1310	269.02	1	4.87	1.22
4	1280	227.70	1	5.62	1.41
5	1190	240.13	1	4.96	1.24

Fuente: Propia

3.6.3.2.3. Análisis del ensayo de compresión de adobe colonial con empastado de fibras de polipropileno

El ensayo se realizó con una velocidad de compresión de 680 Kg/s. Los prismas de adobe colonial aumentaron su resistencia mínimamente, aun no pudiendo alcanzar el valor establecido en la norma adobe E. 080 (2 Kg/cm²).

3.6.3.3. ANÁLISIS DE LA CARGA CRÍTICA EN LOS MUROS DEL TEMPLO

**3.6.3.3.1. Cálculos de la prueba**

$$P_{crítica} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{4 \cdot h^2}$$

Donde:

- E: Modulo de Young del adobe

$$E_{adobe} = 500 \cdot \sqrt{f_{ak}} \quad [MPa]$$

E adobe= 4724933.86 Mpa

- I: inercia del muro

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot l \cdot b^3$$

3.6.3.3.2. Tabla de carga crítica en los muros del templo con empastado de fibras de polipropileno

Tabla 98 Carga crítica en los muros del templo con empastado de fibras de polipropileno

Cálculo de la carga crítica de los muros del templo						
Muro	Altura (m)	Longitud del muro (m)	Espesor del muro (m)	Inercia del muro	Carga Crítica (kg)	Carga Crítica (Tn)
Muro del Evangelio	6.86	34.32	1.31	6.43	1592829.20	1592.83
Muro de la Epístola	6.86	34.09	1.51	9.78	2423069.58	2423.07
Muro de Pies	6.86	7.44	0.75	0.26	64798.47	64.80
Muro Testero	6.86	7.44	1.14	0.92	227559.79	227.56
Muros de la Torre						
X1	12.45	2.78	1.30	0.51	38281.80	38.28
Y1	12.45	5.75	2.67	9.12	685992.23	685.99
Y2	12.45	5.75	1.51	1.65	124084.13	124.08
Muro de la Sacristía						
X1	3.86	6.00	1.10	0.67	520728.05	520.73
Y1	3.86	5.42	0.86	0.29	224789.65	224.79
Y2	3.86	5.42	1.11	0.62	483336.83	483.34

Fuente: Propia

3.6.3.3.3. Análisis de la carga crítica en los muros del templo con empastado de fibras de polipropileno

Si la carga que soportan los muros del templo es superior a la crítica, se presenta una situación inestable en la estructura del templo. La carga crítica hallada en los muros del templo más el empaste de fibras de polipropileno está por encima de la carga actuante de los muros, a

excepción del muro de Pies, cuya carga es 34.62 Tn mayor que su carga crítica. Esta diferencia es menor que la presente en la carga crítica de los muros del templo en su estado actual.

3.6.3.4. ANÁLISIS DINÁMICO DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES

3.6.3.4.1. Diafragma rígido

Se vio por conveniente la utilización de un diafragma rígido para representar la acción de rigidización que el templo presentaría con una intervención estructural de restauración en sus muros, como son tensores o el zunchado de la parte superior de sus muros con fibra de carbono. En el modelo se colocaron en total dos diafragmas, el primero se colocó a la altura de los muros de la nave del templo (6.76 m de altura), incluyendo la torre, ya que a esta altura, presenta un entablado que forma el piso del campanario. El segundo diafragma se asignó a la parte superior de la torre.

Figura 135 Asignación de diafragma rígido en la parte superior de la nave y de la torre



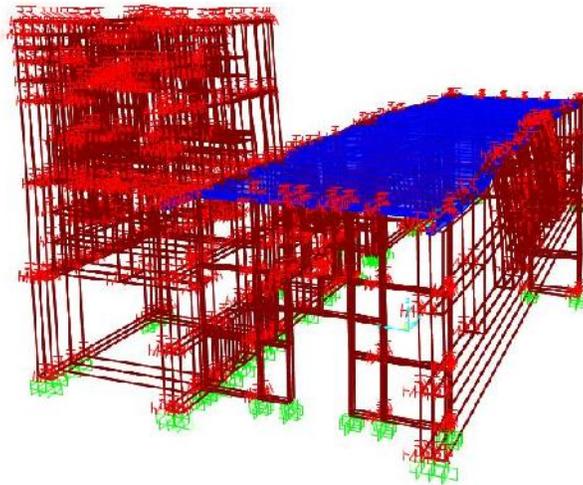
Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.5. CÁLCULO DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE LOS MUROS DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN

3.6.3.5.1. Desplazamientos del templo San Cosme y San Damián con carga tipo SISMO en las direcciones X y Y

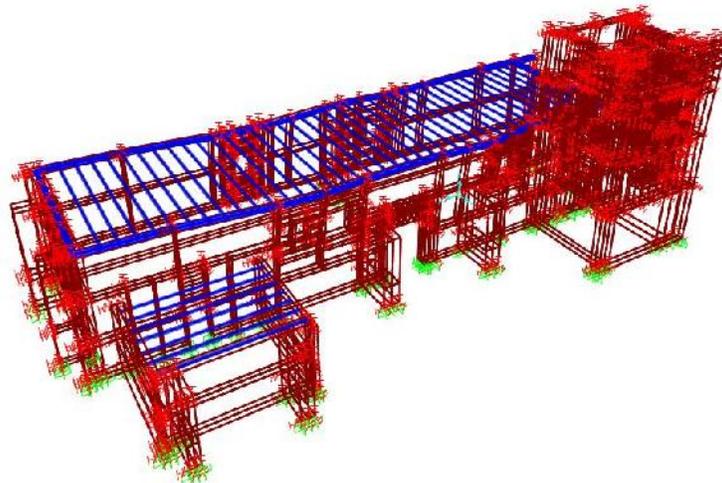
Tras realizar el análisis estructural del templo San Cosme y San Damián en el software, se sometieron la estructura del templo con el empaste de fibras de polipropileno en sus muros y la estructura del templo rigidizada, a cargas tipo sismo y se recopiló los desplazamientos recuperados en cm que presentaba en las direcciones X y Y en la tabla 90.

Figura 136 Estructura del templo con empaste de fibras de polipropileno sometida a carga tipo SISMO, Geometría deformada – vista frontal



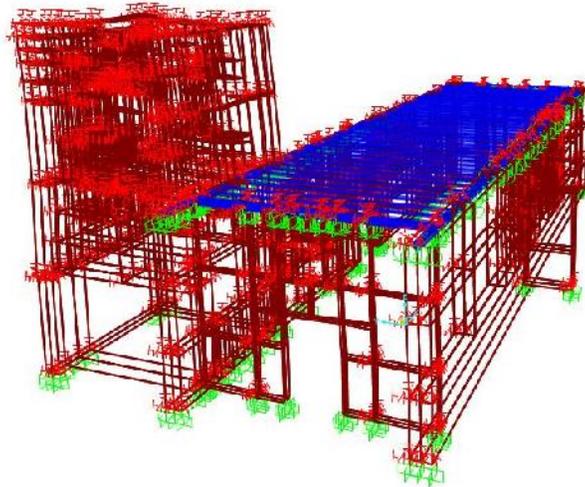
Fuente: Propia.

Figura 137 Estructura del templo con empaste de fibras de polipropileno sometida a carga tipo SISMO, Geometría deformada – vista del muro del Evangelio



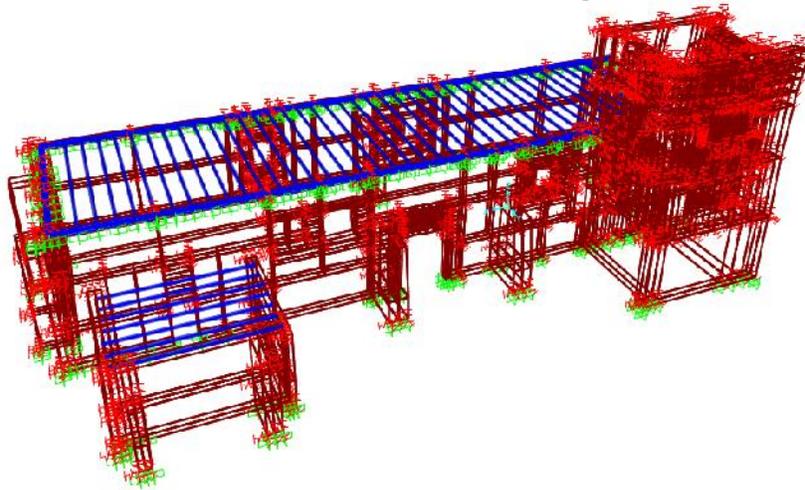
Fuente: Propia.

Figura 138 Estructura del templo rigidizada sometida a carga tipo SISMO, Geometría deformada – vista frontal



Fuente: Propia.

Figura 139 Estructura del templo rigidizada sometida a carga tipo SISMO, Geometría deformada – vista del muro del evangelio



Fuente: Propia.

3.6.3.5.2. Tabla de desplazamientos de la estructura del templo San Cosme y San Damián de Lares posterior a una intervención estructural de restauración en las direcciones X y Y

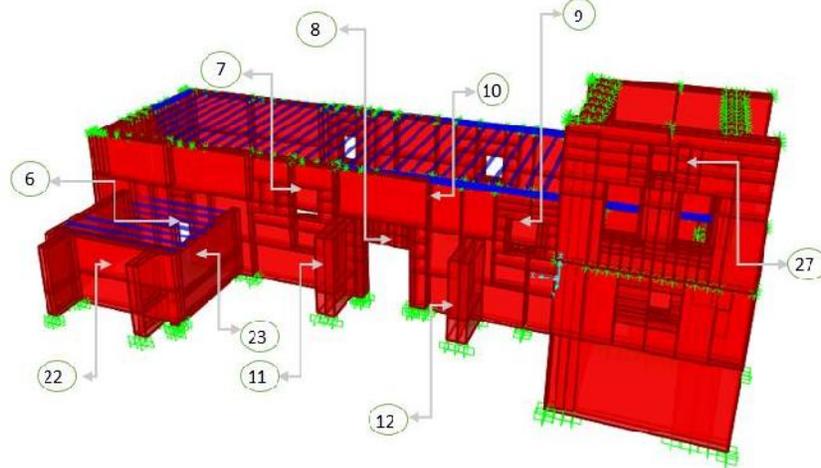


Tabla 99 Desplazamientos laterales recuperados para carga tipo SISMO en la dirección X y Y
ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA
INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN

Desplazamientos recuperados (cm)						
Tipo de carga SISMO						
Zona del templo			X (cm)		Y (cm)	
			Estructura más empaste	Estructura rigidizada	Estructura más empaste	Estructura rigidizada
Muro Testero	1	Parte superior central	6.2195	5.0395	5.1298	18.6221
	2	Ventanal	3.3063	3.9380	4.5220	14.8748
	3	1er contrafuerte	3.7795	4.2774	2.5712	11.4885
	4	2do contrafuerte	5.6916	2.8883	4.1374	11.3921
Muro del evangelio	5	Extremo libre	0.2928	4.8145	0.9795	5.0291
	6	Puerta de la Sacristía	0.3176	0.2364	0.5153	0.7603
	7	1era ventana	8.5030	3.2168	29.5290	7.6020
	8	Puerta al exterior	3.2008	1.5243	2.6050	1.5817
	9	2da ventana	4.2499	5.2625	11.2956	5.6757
	10	Parte superior central	10.0305	4.8145	32.5610	9.3876
	11	1er contrafuerte	3.6831	1.0757	7.0950	2.5962
	12	2do contrafuerte	0.6582	0.9860	1.4499	1.7896
Muro de Pies	13	Puerta de la Torre	0.0326	0.2528	0.5074	1.3558
	14	Puerta principal	0.7927	0.6857	1.1598	3.0750
	15	Ventana	4.4598	3.9346	1.6168	5.1564
Muro de la Epístola	16	Parte superior central	5.4996	5.0395	1.5458	5.2403
	17	Extremo libre	10.8017	6.3482	2.3714	5.0291
	18	1era ventana	2.5794	3.3199	14.2668	5.3655
	19	2da ventana	4.9668	5.4029	28.8714	6.6314
	20	Parte superior central	3.4612	6.3482	30.1599	10.4037
Muros de sacristía	21	Contrafuerte	0.5477	0.3761	7.0362	3.5284
	22	Muro X1	0.0864	0.0486	0.0742	0.0628
	23	Muro Y1	0.0808	0.0441	0.1321	0.1081
	24	Muro Y2	0.0870	0.0500	0.1191	0.1171
	25	1er contrafuerte	0.0679	0.0383	0.3152	0.2768
	26	2do contrafuerte	0.0552	0.0251	0.3845	0.2796
Muro de la Torre	27	Muro X1	1.4861	6.2348	1.5101	5.0816
	28	Muro Y1	2.4150	4.9110	1.8740	5.2596
	29	Muro Y2	2.3255	4.9492	3.7295	6.4914
	30	Muro X2	1.4300	4.8145	1.4300	5.0816

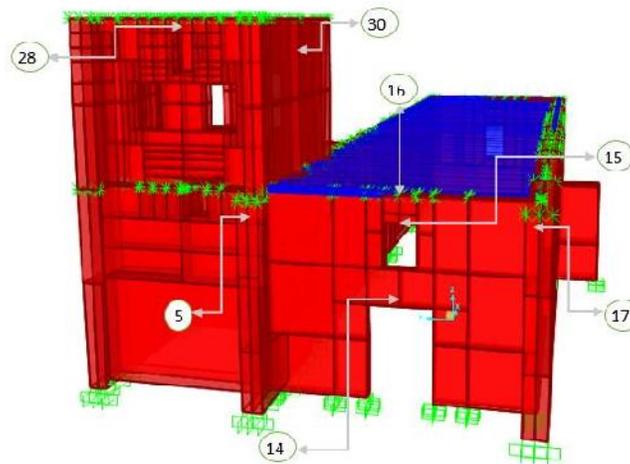
Fuente: Propia.

Figura 140 Zonas del Templo modelado en SAP2000, Vista del muro del Evangelio



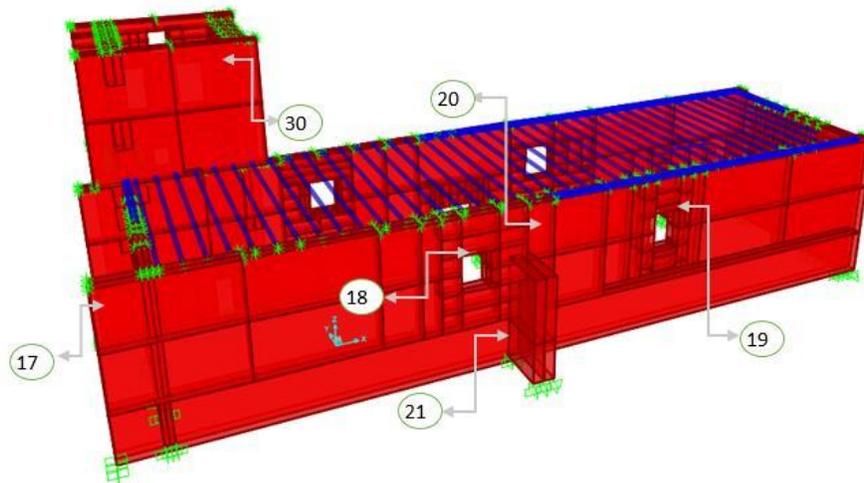
Fuente: Propia

Figura 141 Zonas del Templo modelado en SAP2000, Vista frontal



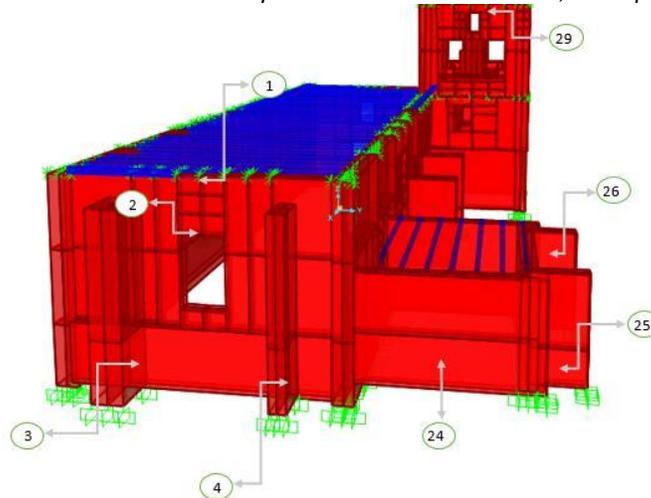
Fuente: Propia

Figura 142 Zonas del Templo modelado en SAP2000, Vista del muro de la Epístola



Fuente: Propia

Figura 143 Zonas del Templo modelado en SAP2000, Vista posterior



Fuente: Propia

3.6.4. CÁLCULO DE REACCIONES EN LOS APOYOS DE LOS MUROS DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN

3.6.4.1. Reacciones en los apoyos del templo San Cosme y San Damián con carga tipo SISMO

Se recopilamos las reacciones en los apoyos del modelo de la estructura del templo San Cosme y San Damián de Lares con el empaste de fibras de polipropileno en sus muros y de la estructura del templo rigidizada en Kg, en las direcciones X y Y, producto de una carga tipo sismo.

3.6.4.1.1. Tabla de reacciones de la estructura del templo San Cosme y San Damián de Lares posterior a una intervención estructural de restauración en las direcciones X y Y

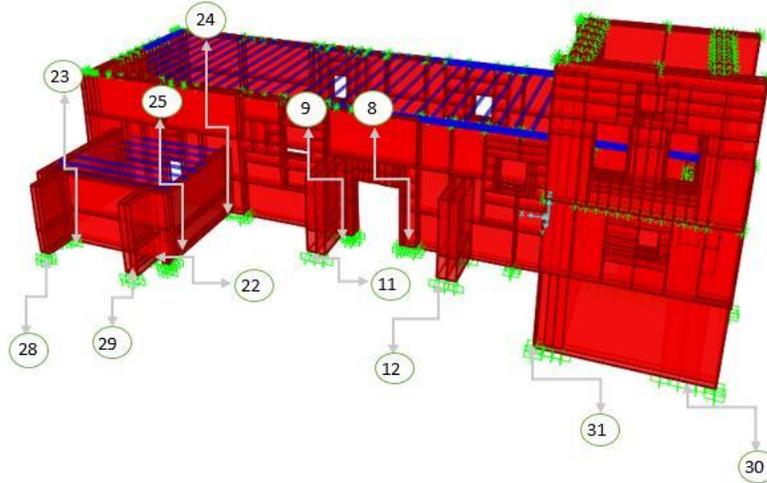
Tabla 100 Reacciones en los apoyos para carga tipo SISMO en dirección X y Y

ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN						
Reacciones en los apoyos Kg						
Tipo de carga SISMO						
Zona del templo			X (kg)		Y (kg)	
			Estructura más empaste	Estructura rigidizada	Estructura más empaste	Estructura rigidizada
Muro Testero	1	Primer contrafuerte	58,325.38	23,607.38	60,189.46	114,867.05
	2	Segundo contrafuerte	18,039.57	8,361.14	15,747.85	32,148.42
	3	Extremo derecho	156,148.23	83,531.86	65,357.53	138,402.61
	4	Extremo izquierdo	110,089.71	118,508.78	72,964.29	155,501.02
	5	Extremo izquierdo	32,183.85	28,415.86	5,638.27	10,272.26



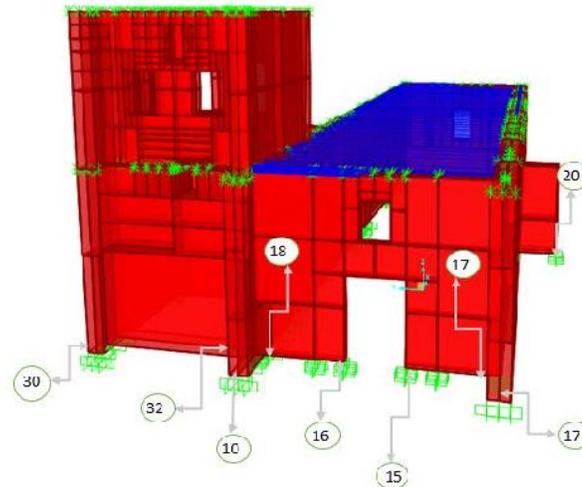
Muro del evangelio	6	Puerta sacristía (lado derecho)	7,782.20	8,662.16	11,669.21	11,934.82
	7	Puerta sacristía (lado izquierdo)	10,720.20	5,311.45	20,112.54	14,616.99
	8	Puerta lateral (lado derecho)	5,612.56	8,349.43	2,893.13	4,356.86
	9	Puerta lateral (lado izquierdo)	40,799.91	22,109.58	22,297.72	12,659.63
	10	Extremo derecho	9,252.24	30,200.10	12,407.28	77,052.85
	11	Primer contrafuerte	143,203.00	53,331.77	39,496.15	10,194.68
	12	Segundo contrafuerte	14,744.69	23,455.20	21,579.89	21,885.34
	13	Puerta torre (lado derecho)	11,440.18	20,874.52	8,387.69	13,936.67
Muro de Pies	14	Puerta torre (lado izquierdo)	26,219.81	43,799.70	4,560.42	23,194.26
	15	Puerta principal (lado derecho)	26,053.20	24,752.58	23,536.90	12,401.74
	16	Puerta principal (lado izquierdo)	8,662.50	35,575.65	4,015.78	21,865.19
	17	Extremo derecho	82,709.11	53,774.67	19,062.84	15,005.54
Muro de la Epístola	18	Extremo izquierdo	43,342.02	159,322.24	9,493.46	23,227.03
	19	Extremo izquierdo	236,580.60	286,529.64	51,476.03	115,563.37
	20	Contrafuerte	35,851.63	48,819.60	10,813.03	7,754.68
Muros de sacristía	21	Extremo derecho	271,642.56	291,086.72	73,278.05	89,879.30
	22	Muro X1 (extremo derecho)	48,146.51	25,151.03	1,120,448.76	589,702.16
	23	Muro X1 (extremo izquierdo)	26,253.50	13,374.20	73,087.42	69,064.87
	24	Muro Y1 (extremo derecho)	58,835.20	19,462.96	11,252.30	13,752.42
	25	Muro Y1 (extremo izquierdo)	11,721.75	4,723.69	63,648.39	14,476.88
	26	Muro Y2 (extremo derecho)	29,958.03	39,028.67	10,280.32	11,456.61
	27	Muro Y2(extremo izquierdo)	14,078.43	12,743.33	16,873.15	28,523.61
	28	Primer contrafuerte	8,425.23	4,443.02	4,301.65	1,848.26
Muro de la Torre	29	Segundo contrafuerte	9,434.58	5,259.45	3,054.14	2,221.09
	30	Muro X1 (extremo derecho)	22,308.08	53,123.06	32,731.25	91,308.60
	31	Muro X1 (extremo izquierdo)	12,667.86	55,694.26	15,862.41	58,887.42
	32	Muro Y1 (extremo derecho)	173,005.22	1,278,088.93	199,770.19	1,128,362.40
	33	Muro Y1 (extremo izquierdo)	82,020.76	250,033.12	173,220.84	484,827.87
	34	Muro Y2 (extremo derecho)	203,354.06	141,785.79	1,723,925.93	2,560,050.11
	35	Muro Y2(extremo izquierdo)	194,098.71	449,258.51	146,746.20	189,853.91

Figura 144 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro del Evangelio



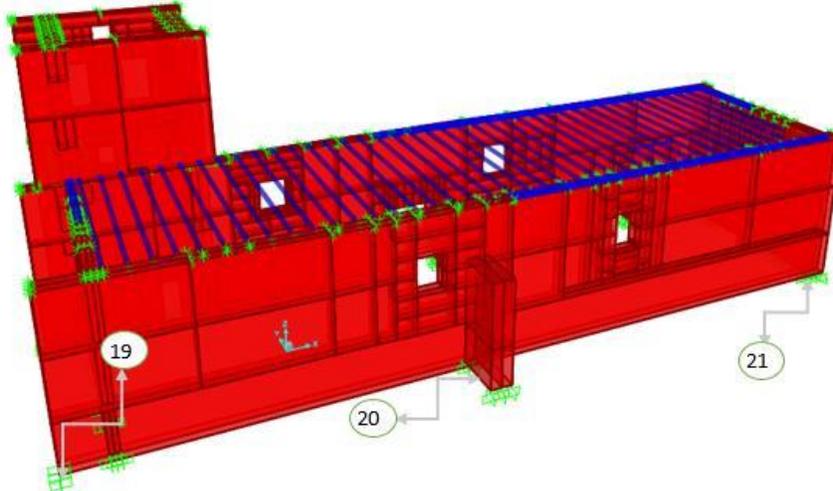
Fuente: Propia.

Figura 145 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista frontal



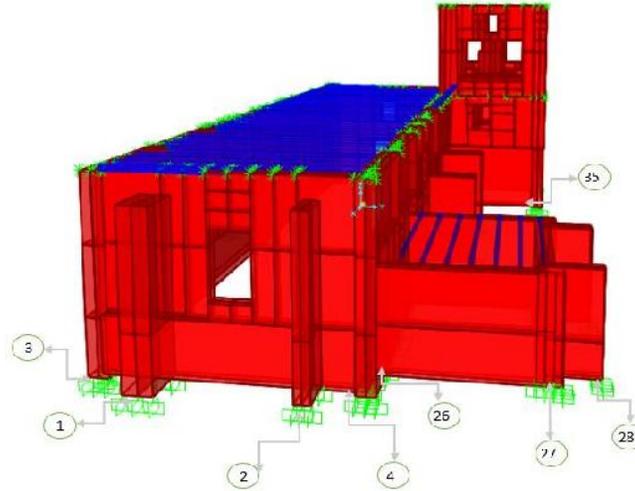
Fuente: Propia.

Figura 146 Zonas del Templo modelado en SAP2000 Vista del muro de la Epístola



Fuente: Propia.

Figura 147 Zonas del Templo modelado en SAP2000 Vista posterior – muro testero



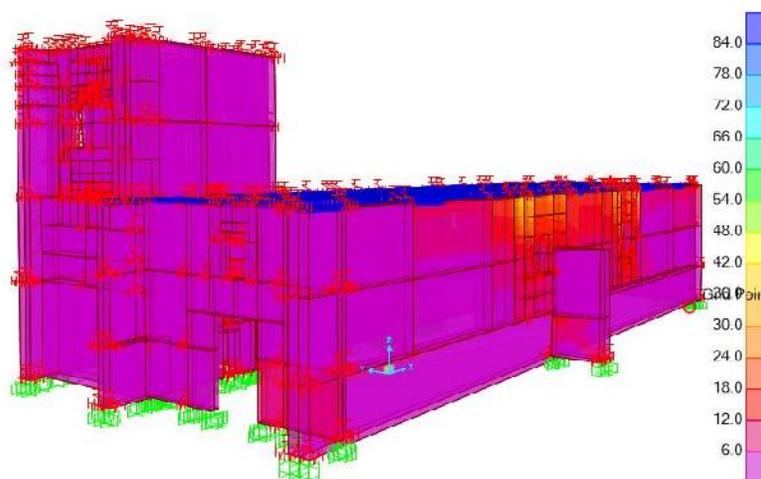
Fuente: Propia

3.6.4.2. CÁLCULO DE ESFUERZOS DE LOS MUROS DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN

3.6.4.2.1. Esfuerzos del templo San Cosme y San Damián de Lares sometido a carga tipo SISMO zona del muro, sobrecimiento y la unión del muro con el sobrecimiento

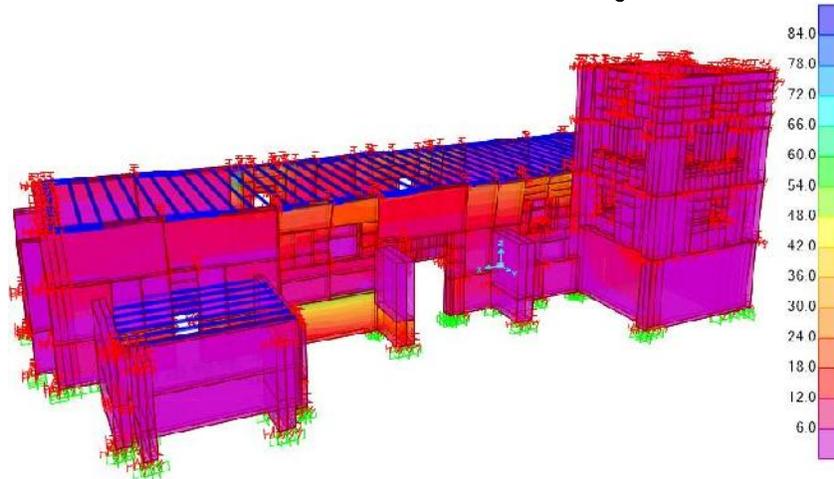
Se recopilaron los esfuerzos en los muros de adobe, en el sobrecimiento de piedra y en la unión de ambos, del modelo de la estructura del templo San Cosme y San Damián de Lares más el empastado de fibras de polipropileno y del modelo de la estructura del templo rigidizada en Kg/cm², producto de una carga tipo sismo S11, S22 y S33.

Figura 148 Estructura del templo reforzada con empaste con polipropileno sometida a carga SISMO S11 – Vista frontal



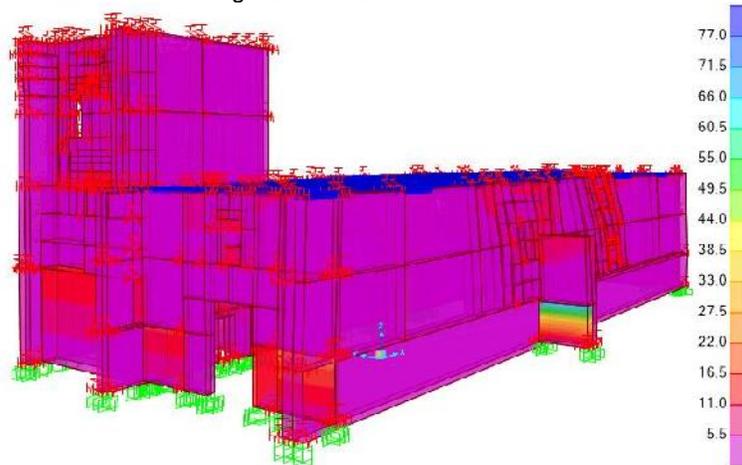
Fuente: Propia.

Figura 149 Estructura del templo reforzada con empaste con polipropileno sometida a carga SISMO S11 – Vista del muro del Evangelio



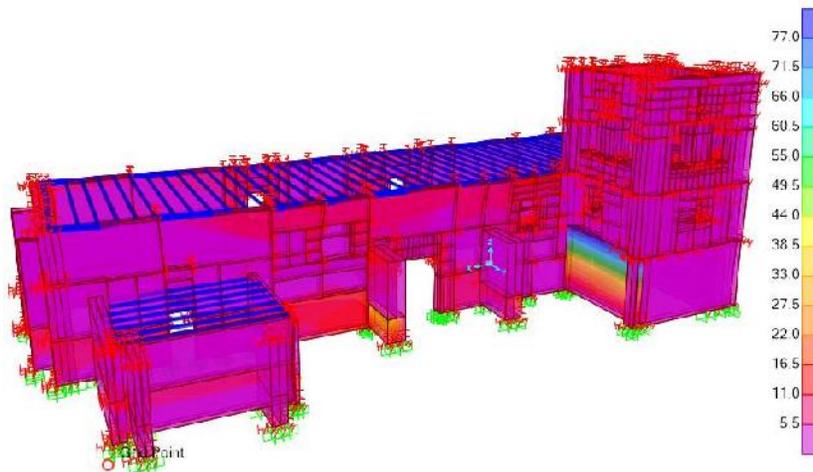
Fuente: Propia.

Figura 150 Estructura del templo reforzada con empaste con polipropileno sometida a carga SISMO S22 – Vista frontal



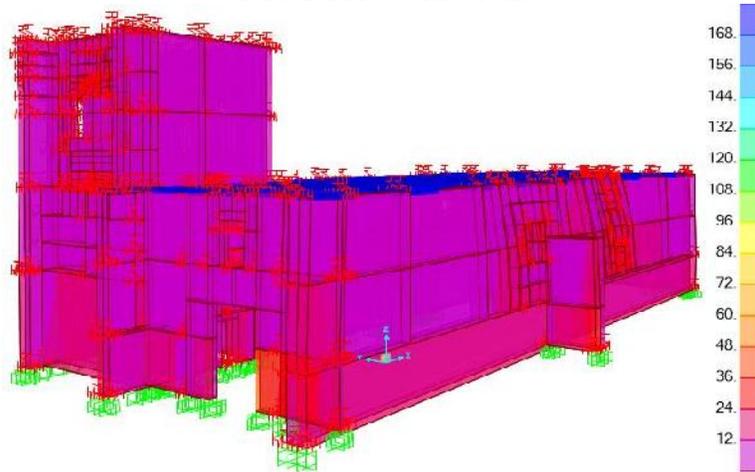
Fuente: Propia.

Figura 151 Estructura del templo reforzada con empaste con polipropileno sometida a carga SISMO S22 – Vista del muro del Evangelio



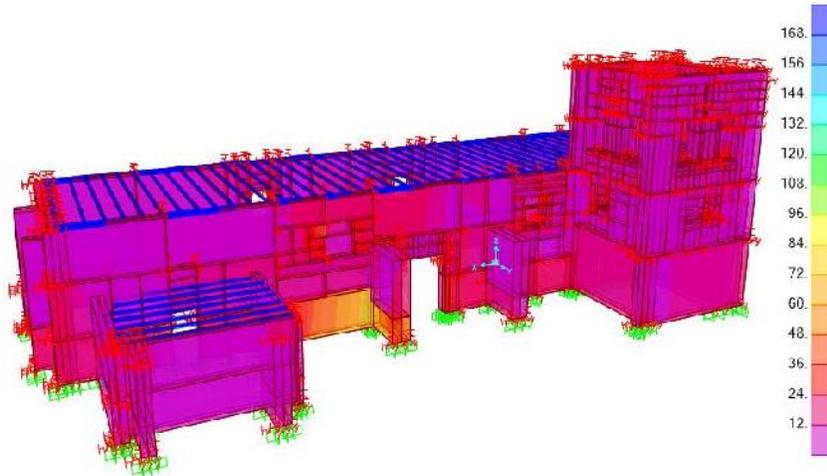
Fuente: Propia.

Figura 152 Estructura del templo reforzada con empaste con polipropileno sometida a carga SISMO S33 – Vista frontal



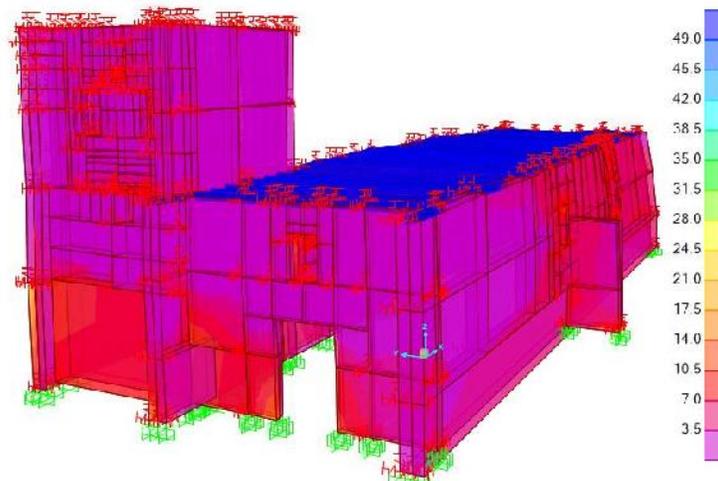
Fuente: Propia.

Figura 153 Estructura del templo reforzada con empaste con polipropileno sometida a carga SISMO S33 – Vista del muro del Evangelio



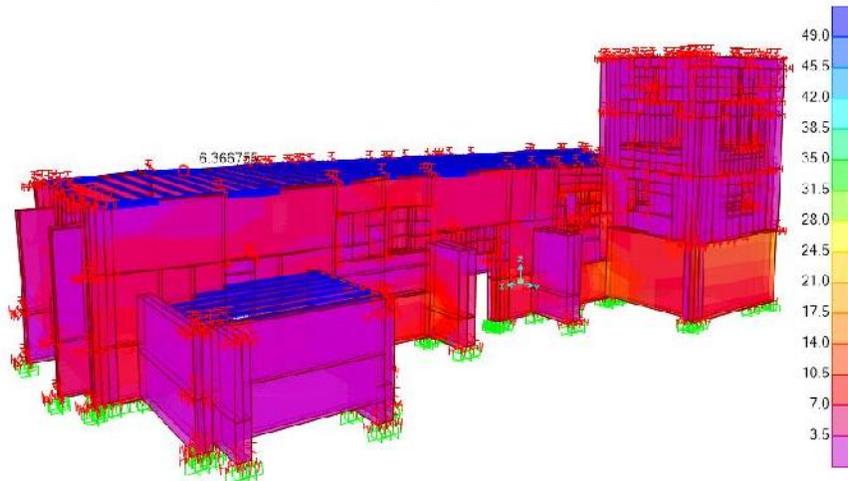
Fuente: Propia.

Figura 154 Estructura rigidizada del templo sometida a carga SISMO S11 – vista frontal



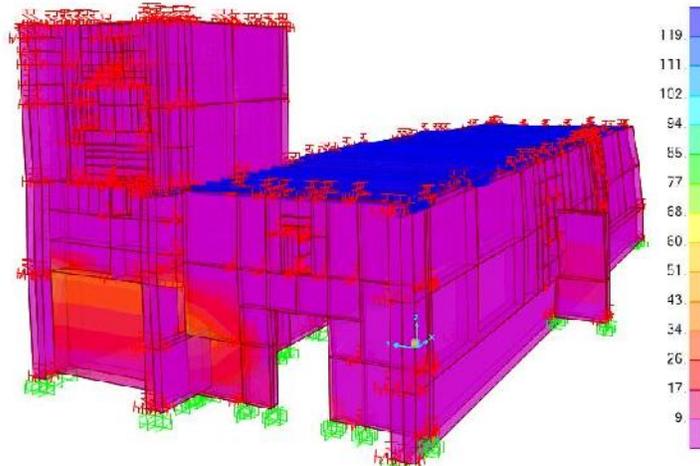
Fuente: Propia.

Figura 155 Estructura rigidizada del templo sometida a carga SISMO S11 – vista del muro del Evangelio



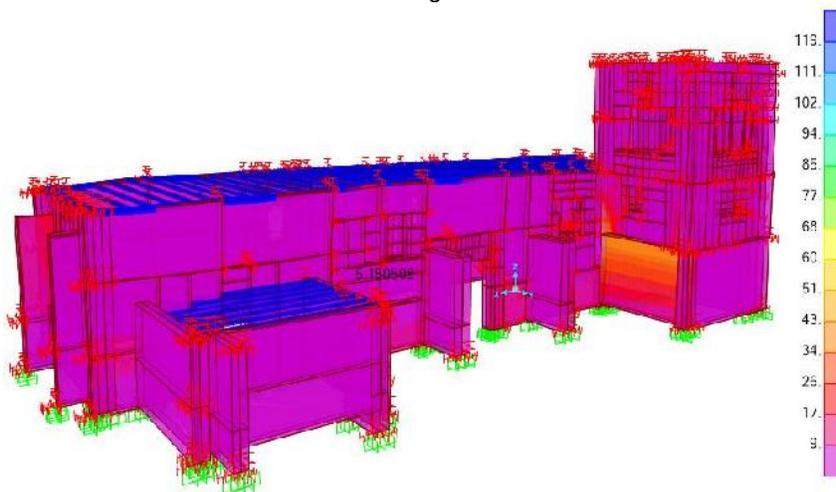
Fuente: Propia.

Figura 156 Estructura rigidizada del templo sometida a carga SISMO S22 – vista frontal



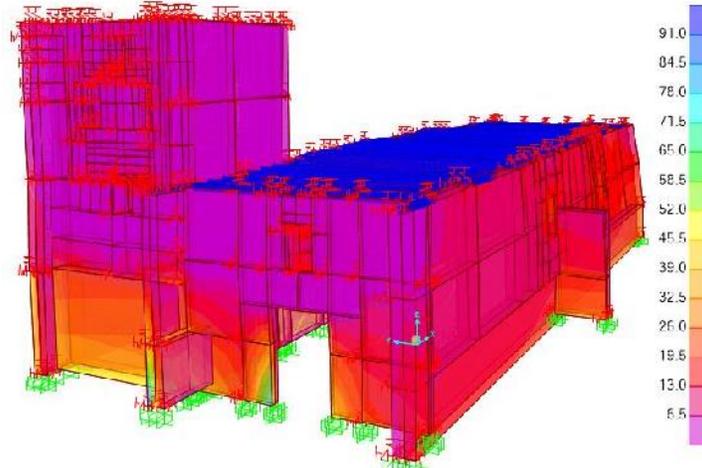
Fuente: Propia.

Figura 157 Estructura rigidizada del templo sometida a carga SISMO S22 – vista del muro del Evangelio



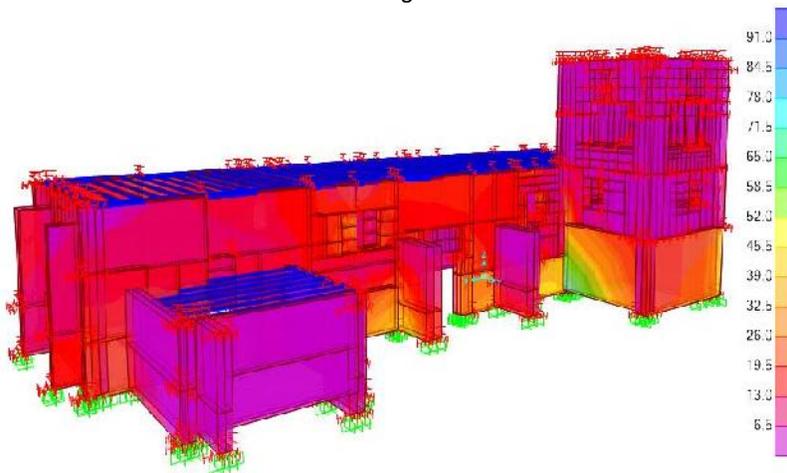
Fuente: Propia.

Figura 158 Estructura rigidizada del templo sometida a carga SISMO S33 – vista frontal



Fuente: Propia.

Figura 159 Estructura rigidizada del templo sometida a carga SISMO S33 – vista del muro del Evangelio



Fuente: Propia.

3.6.4.2.2. Tabla de esfuerzos en los muros de adobe de la estructura del templo San Cosme y San Damián de Lares posterior a una intervención estructural de restauración en las direcciones X y Y



Tabla 101 Esfuerzos del templo en la zona del muro sometido a carga tipo SISMO (S11)

ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN				
Esfuerzos en el muro (Kg /cm²)				
Tipo de carga SISMO S11				
Zona del templo			Estructura más empastado Kg/cm²	Estructura rigidizada Kg/cm²
Muro Testero	1	Zona superior central	1.250	1.010
	2	Ventana	3.000	12.010
Muro del evangelio	3	Puerta de la Sacristía	27.650	16.040
	4	1er ventana	23.040	7.000
	5	Puerta lateral	1.860	3.240
	6	2da ventana	14.230	6.870
	7	Zona superior central	10.880	7.180
	8	Extremo libre	4.090	1.050
	9	1er contrafuerte	3.230	1.400
	10	2do contrafuerte	0.430	0.390
Muro de Pies	11	Puerta principal	0.830	2.140
	12	Ventana	2.980	4.610
	13	Zona superior central	0.700	0.210
Muro de la Epístola	14	1era ventana	17.500	12.130
	15	2da ventana	2.820	8.450
	16	Zona superior central	9.080	7.200
	18	Contrafuerte	3.980	3.370
Muros de sacristía	19	Muro X1	0.820	0.450
	20	Muro Y1	0.770	0.350
	21	Muro Y2	0.640	0.430
Muro de la Torre	23	Ventana superior	0.250	1.020
	24	Ventana intermedia derecha	0.620	0.320
	25	Ventana intermedia izquierda	0.130	0.130
	26	Ventana inferior	0.088	1.340
	27	Zona superior muro Y1	0.510	0.140
	28	Ventana superior	0.033	0.290
	29	Ventana intermedia derecha	0.290	0.950
	30	Ventana intermedia izquierda	0.330	0.310
	31	Ventana inferior	0.520	2.870
	32	Zona superior muro Y2	1.920	0.890
	33	Ventana superior	0.022	0.290
	34	Ventana intermedia derecha	0.460	0.170
	35	Ventana intermedia izquierda	0.087	0.920
	36	Ventana inferior	2.010	4.150
	37	Zona superior muro X2	0.420	0.460

Fuente: Propia.



Tabla 102 Esfuerzos del templo en la zona del muro sometido a carga tipo SISMO (S22)

ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN				
Esfuerzos en el muro (Kg /cm²)				
Tipo de carga SISMO S22				
	Zona del templo		Estructura más empastado Kg/cm²	Estructura rigidizada Kg/cm²
Muro Testero	1	Zona superior central	1.180	1.570
	2	Ventana	12.710	29.100
Muro del evangelio	3	Puerta de la Sacristía	9.550	10.650
	4	1er ventana	13.760	4.670
	5	Puerta lateral	2.130	1.720
	6	2da ventana	2.130	3.990
	7	Zona superior central	5.740	7.670
	8	Extremo libre	1.330	0.680
	9	1er contrafuerte	6.840	1.650
	10	2do contrafuerte	1.030	0.960
Muro de Pies	11	Puerta principal	2.280	7.900
	12	Ventana	3.100	13.760
	13	Zona superior central	2.280	0.800
Muro de la Epístola	14	1era ventana	4.680	3.910
	15	2da ventana	5.390	2.560
	16	Zona superior central	4.990	6.620
	18	Contrafuerte	5.320	2.340
Muros de sacristía	19	Muro X1	2.710	1.580
	20	Muro Y1	2.290	1.330
	21	Muro Y2	1.880	1.460
Muro de la Torre	23	Ventana superior	1.280	0.750
	24	Ventana intermedia derecha	1.890	1.230
	25	Ventana intermedia izquierda	0.460	2.720
	26	Ventana inferior	2.500	0.680
	27	Zona superior muro Y1	0.079	0.320
	28	Ventana superior	0.210	0.240
	29	Ventana intermedia derecha	0.260	0.190
	30	Ventana intermedia izquierda	0.065	0.170
	31	Ventana inferior	0.210	1.700
	32	Zona superior muro Y2	0.890	0.830
	33	Ventana superior	0.210	0.870
	34	Ventana intermedia derecha	2.120	2.300
	35	Ventana intermedia izquierda	0.790	2.140
	36	Ventana inferior	2.740	3.480
	37	Zona superior muro X2	0.230	0.600

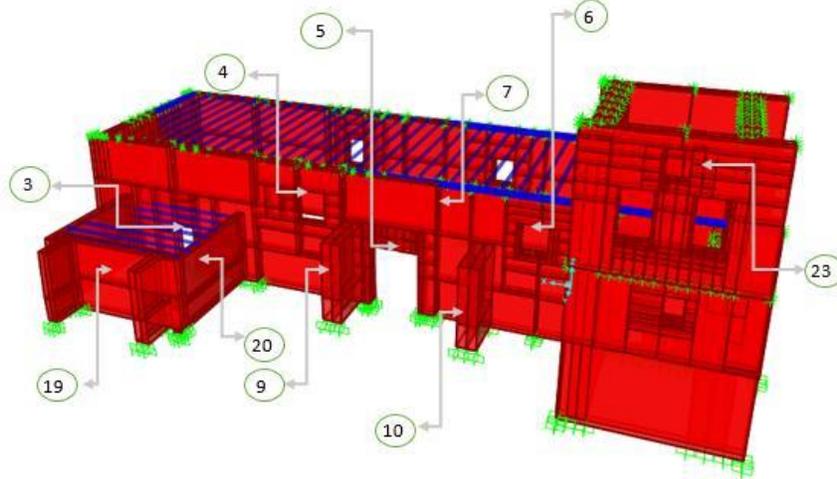
Fuente: Propia.

Tabla 103 Esfuerzos del templo en la zona del muro sometido a carga tipo SISMO (S33)

ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN				
Esfuerzos en el muro (Kg /cm²)				
Tipo de carga SISMO S33				
		Zona del templo	Estructura más empastado Kg/cm²	Estructura rigidizada Kg/cm²
Muro Testero	1	Zona superior central	0.560	2.010
	2	Ventana	2.060	8.400
Muro del evangelio	3	Puerta de la Sacristía	27.660	41.270
	4	1er ventana	28.140	15.870
	5	Puerta lateral	1.040	1.170
	6	2da ventana	2.420	5.660
	7	Zona superior central	10.880	21.440
	8	Extremo libre	1.810	1.590
	9	1er contrafuerte	12.970	5.240
	10	2do contrafuerte	2.570	2.800
Muro de Pies	11	Puerta principal	0.610	0.960
	12	Ventana	1.870	3.010
	13	Zona superior central	0.210	0.098
Muro de la Epístola	14	1era ventana	12.980	23.820
	15	2da ventana	5.610	21.970
	16	Zona superior central	3.110	18.670
	18	Contrafuerte	12.780	5.420
Muros de sacristía	19	Muro X1	0.240	0.160
	20	Muro Y1	0.250	0.094
	21	Muro Y2	0.110	0.049
Muro de la Torre	23	Ventana superior	0.180	0.096
	24	Ventana intermedia derecha	0.190	0.087
	25	Ventana intermedia izquierda	0.230	1.710
	26	Ventana inferior	0.630	3.630
	27	Zona superior muro Y1	0.250	1.060
	28	Ventana superior	0.066	0.740
	29	Ventana intermedia derecha	0.059	1.220
	30	Ventana intermedia izquierda	0.053	0.210
	31	Ventana inferior	0.380	1.210
	32	Zona superior muro Y2	1.070	1.790
	33	Ventana superior	0.190	0.400
	34	Ventana intermedia derecha	0.072	0.430
	35	Ventana intermedia izquierda	0.780	0.850
	36	Ventana inferior	4.120	7.780
	37	Zona superior muro X2	0.440	1.590

Fuente: Propia.

Figura 160 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro del Evangelio



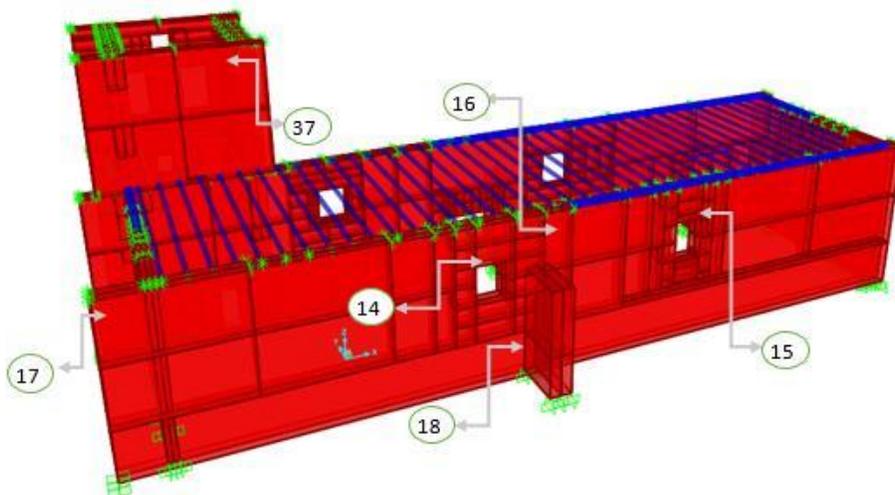
Fuente: Propia.

Figura 161 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista frontal



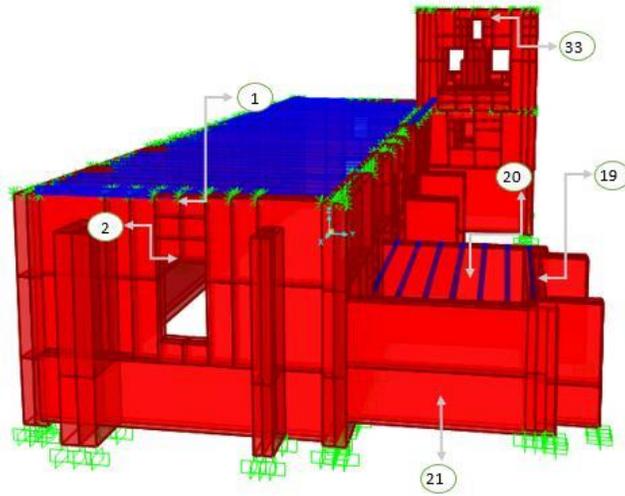
Fuente: Propia.

Figura 162 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro de la Epístola



Fuente: Propia

Figura 163 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista posterior



Fuente: Propia

3.6.4.2.3. Tabla de esfuerzos en el sobrecimiento de la estructura del templo San Cosme y San Damián de Lares posterior a una intervención estructural de restauración en las direcciones X y Y

Tabla 104 Esfuerzos del templo en el sobrecimiento sometido a carga tipo SISMO (S11)

ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN				
Esfuerzos en el sobrecimiento (Kg /cm²)				
Tipo de carga SISMO S11				
Zona del templo			Estructura más empastado Kg/cm²	Estructura rigidizada Kg/cm²
Muro Testero	1	Extremo derecho	2.080	2.970
	2	1er contrafuerte	2.000	2.960
	3	2do contrafuerte	3.430	4.530
	4	Extremo izquierdo	3.570	4.890
Muro del evangelio	5	Extremo izquierdo	0.200	0.280
	6	Puerta de la Sacristía	5.640	7.810
	7	Puerta lateral	1.580	1.390
	8	Zona central	6.870	1.010
	9	Extremo libre	3.390	10.050
	10	1er contrafuerte	10.270	8.230
	11	2do contrafuerte	1.390	1.540
	12	Puerta de la Torre	4.680	19.730
Muro de Pies	13	Puerta (lado derecho)	11.800	11.840
	14	Puerta (lado izquierdo)	5.490	19.750
	15	Extremo derecho	8.280	6.840
	16	Extremo izquierdo	4.410	0.850
	17	Extremo libre	0.180	0.250



Muro de la Epístola	18	Parte central	2.110	7.150
	19	Contrafuerte	1.090	6.590
	20	Extremo derecho	3.010	6.420
Muros de sacristía	21	Muro X1	0.850	0.520
	22	Muro Y2	0.150	0.200
	23	1er contrafuerte	0.950	0.530
	24	2do contrafuerte	1.110	0.700
Muro de la Torre	25	Muro X1 (lado derecho)	3.030	8.550
	26	Muro X1 (lado izquierdo)	3.440	5.530
	27	Muro Y1 (lado derecho)	3.390	10.050
	28	Muro Y1 (lado izquierdo)	2.730	9.870
	29	Muro Y2 (lado derecho)	3.620	17.430
	30	Muro Y2 (lado izquierdo)	0.330	0.410

Fuente: Propia.

Tabla 105 Esfuerzos del templo en la zona del sobrecimiento sometido a carga tipo SISMO (S22)

ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN				
Esfuerzos en el sobrecimiento (Kg /cm²)				
Tipo de carga SISMO S22				
Zona del templo			Estructura más empastado Kg/cm²	Estructura rigidizada Kg/cm²
Muro Testero	1	Extremo derecho	1.980	3.030
	2	1er contrafuerte	1.940	2.900
	3	2do contrafuerte	3.200	4.430
	4	Extremo izquierdo	2.330	3.540
Muro del evangelio	5	Extremo izquierdo	0.160	0.220
	6	Puerta de la Sacristía	5.830	8.380
	7	Puerta lateral	1.370	1.450
	8	Zona central	7.270	13.110
	9	Extremo libre	1.300	6.800
	10	1er contrafuerte	3.150	2.160
	11	2do contrafuerte	1.390	1.130
	12	Puerta de la Torre	1.680	12.750
Muro de Pies	13	Puerta (lado derecho)	10.900	10.370
	14	Puerta (lado izquierdo)	4.560	15.580
	15	Extremo derecho	6.490	5.860
	16	Extremo izquierdo	2.360	0.750
Muro de la Epístola	17	Extremo libre	0.270	0.300
	18	Parte central	3.360	2.200
	19	Contrafuerte	3.860	2.550
	20	Extremo derecho	2.780	5.620
Muros de sacristía	21	Muro X1	0.570	0.350
	22	Muro Y2	0.110	0.130
	23	1er contrafuerte	0.420	0.330
	24	2do contrafuerte	0.720	0.490
	25	Muro X1 (lado derecho)	2.980	9.530



Muro de la Torre	26	Muro X1 (lado izquierdo)	1.380	7.170
	27	Muro Y1 (lado derecho)	1.300	6.800
	28	Muro Y1 (lado izquierdo)	1.130	8.290
	29	Muro Y2 (lado derecho)	1.220	9.250
	30	Muro Y2 (lado izquierdo)	0.170	0.480

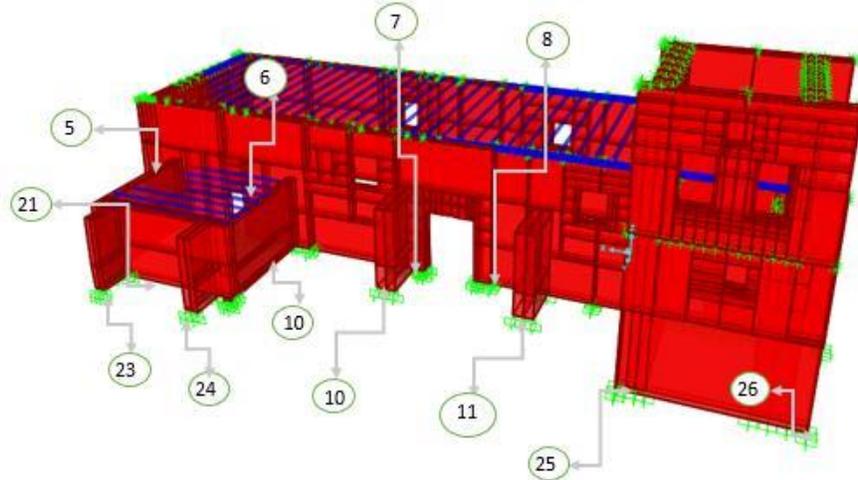
Fuente: Propia.

Tabla 106 Esfuerzos del templo zona del sobrecimiento sometido a carga tipo SISMO (S33)

ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN				
Esfuerzos en el sobrecimiento (Kg /cm²)				
Tipo de carga SISMO S33				
Zona del templo			Estructura más empastado Kg/cm²	Estructura rigidizada Kg/cm²
Muro Testero	1	Extremo derecho	9.840	13.090
	2	1er contrafuerte	7.840	11.600
	3	2do contrafuerte	12.280	17.320
	4	Extremo izquierdo	16.140	21.490
Muro del evangelio	5	Extremo izquierdo	0.550	0.720
	6	Puerta de la Sacristía	26.910	40.960
	7	Puerta lateral	4.430	4.240
	8	Zona central	36.770	56.790
	9	Extremo libre	17.580	49.490
	10	1er contrafuerte	39.570	39.870
	11	2do contrafuerte	7.260	9.770
	12	Puerta de la Torre	24.560	87.100
Muro de Pies	13	Puerta (lado derecho)	44.790	47.720
	14	Puerta (lado izquierdo)	23.820	82.820
	15	Extremo derecho	35.160	28.660
	16	Extremo izquierdo	1.990	1.480
Muro de la Epístola	17	Extremo libre	0.730	0.750
	18	Parte central	9.880	34.350
	19	Contrafuerte	9.170	33.580
	20	Extremo derecho	18.080	33.410
Muros de sacristía	21	Muro X1	2.360	1.320
	22	Muro Y2	0.380	0.540
	23	1er contrafuerte	4.640	2.530
	24	2do contrafuerte	4.820	3.020
Muro de la Torre	25	Muro X1 (lado derecho)	13.250	43.530
	26	Muro X1 (lado izquierdo)	17.510	30.080
	27	Muro Y1 (lado derecho)	17.580	49.490
	28	Muro Y1 (lado izquierdo)	11.940	45.690
	29	Muro Y2 (lado derecho)	19.530	81.290
	30	Muro Y2 (lado izquierdo)	1.000	1.320

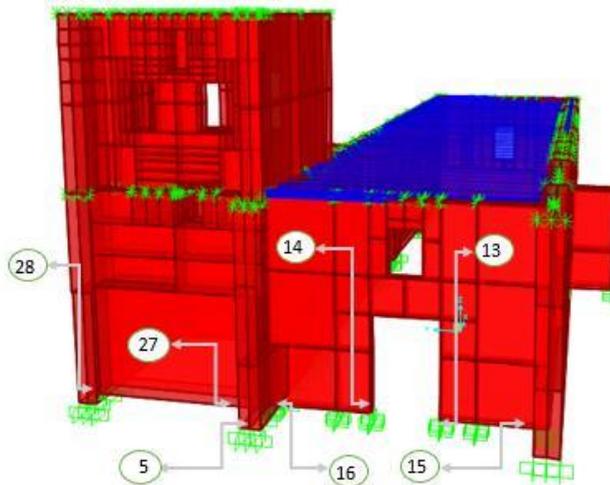
Fuente: Propia.

Figura 164 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro del Evangelio



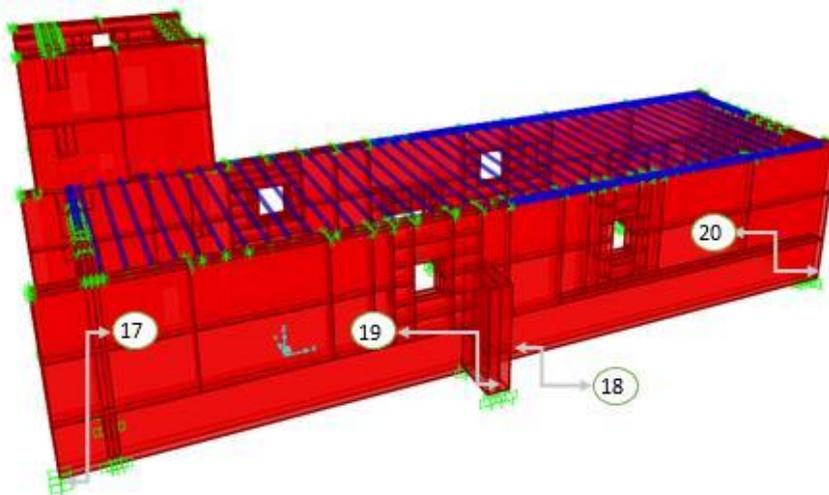
Fuente: Propia.

Figura 165 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista frontal



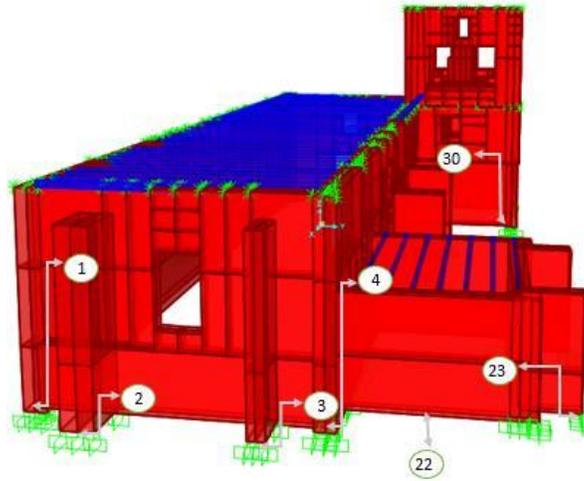
Fuente: Propia.

Figura 166 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro de la Epístola



Fuente: Propia

Figura 167 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista posterior



Fuente: Propia

3.6.4.2.4. Tabla de esfuerzos en el encuentro de los muros y el sobrecimiento de la estructura del templo San Cosme y San Damián de Lares posterior a una intervención estructural de restauración en las direcciones X y Y

Tabla 107 Esfuerzos del templo en el encuentro del muro y sobrecimiento, sometido a carga tipo SISMO (S11)

ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN				
Esfuerzos en la unión muro- sobrecimiento (Kg /cm2)				
Tipo de carga SISMO S11				
Zona del templo			Estructura más empastado Kg/cm2	Estructura rigidizada Kg/cm2
Muro Testero	1	Zona central	2.010	4.500
	2	Extremo derecho	7.690	4.420
	3	1er contrafuerte	6.400	3.830
	4	2do contrafuerte	4.070	4.600
	5	Extremo izquierdo	0.350	0.260
Muro del evangelio	6	Extremo izquierdo	3.890	4.410
	7	Puerta de la Sacristía	27.650	16.040
	8	Puerta lateral	15.000	11.190
	9	Zona central	20.840	16.410
	10	Extremo libre	0.520	1.680
	11	1er contrafuerte	2.160	2.380
	12	2do contrafuerte	0.490	0.660
Muro de Pies	13	Puerta (lado derecho)	13.420	12.510
	14	Puerta (lado izquierdo)	2.900	13.460
	15	Extremo derecho	2.860	2.580
	16	Extremo izquierdo	0.710	2.290



Muro de la Epístola	17	Extremo libre	0.540	0.270
	18	Unión con el muro de Pies	0.370	0.460
	19	Parte central	2.530	4.610
	20	Contrafuerte	17.300	12.700
	21	Extremo derecho	0.440	0.260
Muros de sacristía	22	Muro X1	5.290	3.240
	23	Muro Y1	9.900	4.900
	24	Muro Y2	0.260	0.150
	25	1er contrafuerte	0.190	0.140
	26	2do contrafuerte	0.210	0.110
Muro de la Torre	27	Muro X1	0.720	1.000
	28	Muro Y1	0.550	1.710
	29	Muro Y2	2.210	13.430

Fuente: Propia.

Tabla 108 Esfuerzos del templo en el encuentro del muro y sobrecimiento, sometido a carga tipo SISMO (S22)

ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN				
Esfuerzos en la unión muro- sobrecimiento (Kg /cm2)				
Tipo de carga SISMO S22				
Zona del templo			Estructura más empaste Kg/cm2	Estructura rigidizada Kg/cm2
Muro Testero	1	Zona central	2.400	5.440
	2	Extremo derecho	10.550	12.820
	3	1er contrafuerte	11.110	12.070
	4	2do contrafuerte	9.740	13.660
	5	Extremo izquierdo	0.420	0.500
Muro del evangelio	6	Extremo izquierdo	10.320	12.420
	7	Puerta de la Sacristía	9.550	10.650
	8	Puerta lateral	21.550	12.960
	9	Zona central	6.390	8.370
	10	Extremo libre	0.980	3.820
	11	1er contrafuerte	0.690	0.740
	12	2do contrafuerte	0.450	0.410
Muro de Pies	13	Puerta (lado derecho)	15.790	6.140
	14	Puerta (lado izquierdo)	4.250	10.520
	15	Extremo derecho	3.300	2.230
	16	Extremo izquierdo	0.950	3.760
Muro de la Epístola	17	Extremo libre	1.040	0.630
	18	Unión con el muro de Pies	0.190	0.470
	19	Parte central	2.260	4.110
	20	Contrafuerte	68.020	25.780
	21	Extremo derecho	0.540	0.440
Muros de sacristía	22	Muro X1	8.670	8.830
	23	Muro Y1	8.210	4.220
	24	Muro Y2	0.340	0.380
	25	1er contrafuerte	0.250	0.160



Muro de la Torre	26	2do contrafuerte	0.180	0.140
	27	Muro X1	0.630	0.650
	28	Muro Y1	0.730	4.460
	29	Muro Y2	2.580	6.850

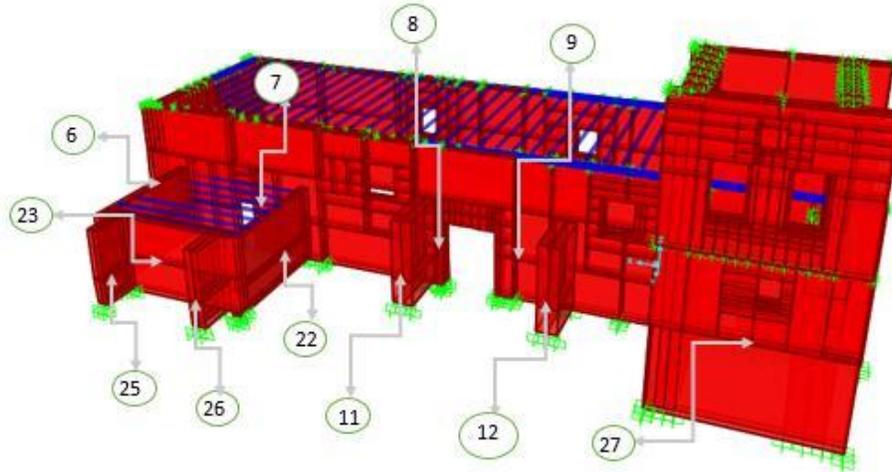
Fuente: Propia.

Tabla 109 Esfuerzos del templo en el encuentro del muro y sobrecimiento, sometido a carga tipo SISMO (S33)

ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN				
Esfuerzos en la unión muro- sobrecimiento (Kg /cm2)				
Tipo de carga SISMO S33				
Zona del templo			Estructura más empaste Kg/cm2	Estructura rigidizada Kg/cm2
Muro Testero	1	Zona central	2.840	7.480
	2	Extremo derecho	10.010	13.220
	3	1er contrafuerte	7.870	11.650
	4	2do contrafuerte	12.320	17.400
	5	Extremo izquierdo	0.410	0.460
Muro del evangelio	6	Extremo izquierdo	15.980	21.040
	7	Puerta de la Sacristía	27.660	41.270
	8	Puerta lateral	168.540	91.990
	9	Zona central	40.870	56.250
	10	Extremo libre	0.790	2.130
	11	1er contrafuerte	8.780	8.400
Muro de Pies	12	2do contrafuerte	1.960	2.530
	13	Puerta (lado derecho)	40.920	45.110
	14	Puerta (lado izquierdo)	15.560	71.350
	15	Extremo derecho	7.370	6.730
Muro de la Epístola	16	Extremo izquierdo	1.570	4.440
	17	Extremo libre	0.800	0.670
	18	Unión con el muro de Pies	1.010	1.330
	19	Parte central	6.720	11.060
	20	Contrafuerte	10.270	34.350
Muros de sacristía	21	Extremo derecho	0.420	0.500
	22	Muro X1	2.060	1.290
	23	Muro Y1	2.890	1.990
	24	Muro Y2	0.120	0.064
	25	1er contrafuerte	0.170	0.100
Muro de la Torre	26	2do contrafuerte	0.170	0.100
	27	Muro X1	1.560	3.610
	28	Muro Y1	1.580	7.120
	29	Muro Y2	6.930	31.670

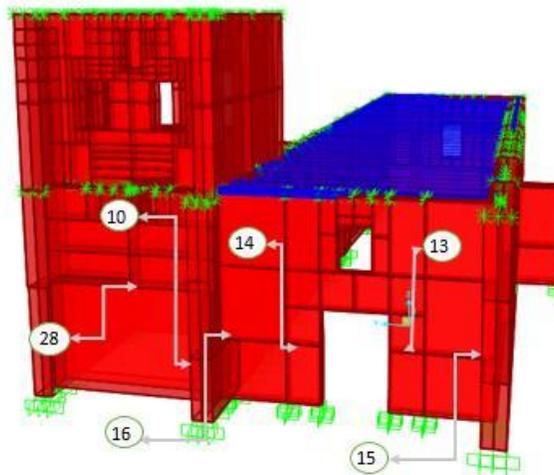
Fuente: Propia.

Figura 168 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro del Evangelio



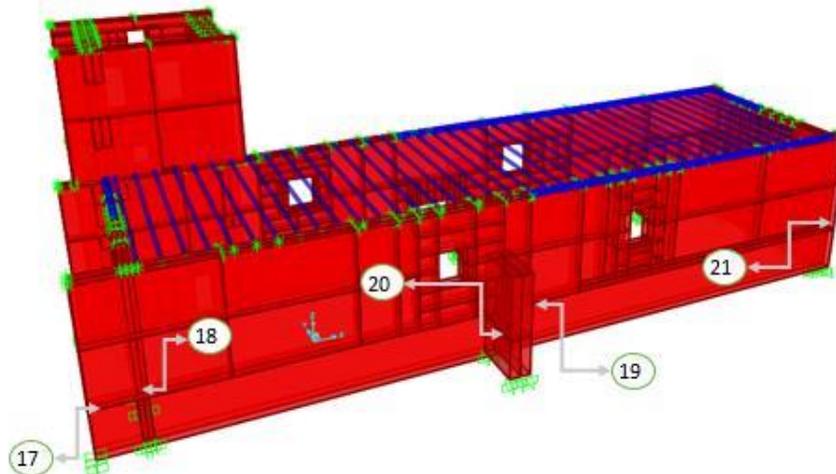
Fuente: Propia.

Figura 169 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista frontal



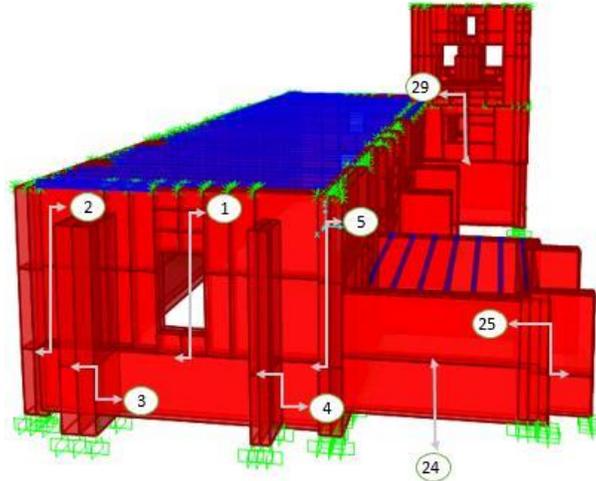
Fuente: Propia.

Figura 170 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista del muro de la Epístola



Fuente: Propia

Figura 171 Zonas del Templo modelado en SAP2000 - Vista posterior



Fuente: Propia

3.6.4.3. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN AL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES

Para generar una propuesta de intervención del templo San Cosme y San Damián de Lares se ha tenido en cuenta las características de las distintas patologías presentes en su estructura, en sus muros, cómo en su sobrecimiento. Estas tipologías de daño nos dan una idea de la elección de tipos de intervención posibles para el templo.

Se tomó en cuenta la inclusión de nuevos materiales contemporáneos cómo las fibras de polipropileno para mejorar la rigidez de los muros de la edificación, así como las técnicas tradicionales de restauración utilizadas en estructuras de similar características.

Para la intervención de la estructura del templo San Cosme y San Damián es obligatorio la exploración e interpretación de las zonas a intervenir. Antes de toda intervención en los muros y sobrecimientos se realizará exploraciones en los mismos, de acuerdo a ello se podrá realizar calzadura, desmontaje y/o recomposición. Se procederá a la restitución de la cobertura con el sistema de par y nudillo y teja colonial. Y finalmente la reintegración de los acabados y las obras de arte.

3.6.4.3.1. Tablas de acciones de intervención al templo San Cosme y San Damián de Lares

❖ Muro de Pies

Tabla 110 Acciones de intervención en el muro de Pies

Muro de Pies		
Zona	Intervención	Nº de acciones
SOBRECIMIENTO	-Recomposición en sectores del sobrecimiento donde se requiera. -Consolidación del sobrecimiento con mortero de cal y cemento.	2
MURO	-Restitución de la parte superior del muro con nuevas piezas, de similares características. -Labores de calzadura de muro en los encuentros con otros.	2
REVESTIMIENTOS	-Consolidación integral del muro con mortero de fibras de polipropileno para protegerlo de las acciones de la intemperie.	1

Fuente: Propia

❖ Muro de la Epístola

Tabla 111 Acciones de intervención en el Muro de la Epístola

Muro de la Epístola		
Zona	Intervención	Nº de acciones
SOBRECIMIENTO	-Recomposición en los sectores donde se requiera de acuerdo a la evaluación. -Consolidación del sobrecimiento con mortero de cal y cemento.	2
MUROS	-Restitución de la parte superior del muro en toda su longitud con nuevas piezas, de similares características. -Restitución de contrafuertes, manteniendo las características constructivas del templo. -Labores de calzadura de muro en los encuentros con otros.	3
REVESTIMIENTOS	-Consolidación integral del muro con mortero de fibras de polipropileno para protegerlo de las acciones de la intemperie.	1

Fuente: Propia

❖ Muro del Evangelio:

Tabla 112 Acciones de intervención en el Muro del Evangelio

Muro del Evangelio		
Zona	Intervención	Nº de acciones
SOBRECIMIENTO	-Recomposición en los sectores donde se requiera de acuerdo a la evaluación. -Consolidación del sobrecimiento con mortero de cal y cemento.	2
MUROS	-Retiro de la vegetación que crece en el muro. -Restitución de la parte superior del muro en toda su longitud con nuevas piezas, de similares características. -Labores de calzadura de muro en los encuentros con otros.	3
REVESTIMIENTOS	-Consolidación integral del muro con mortero de fibras de polipropileno para protegerlo de las acciones de la intemperie.	1

Fuente: Propia

❖ Muro Testero

Tabla 113 Acciones de intervención en el Muro Testero

Muro Testero		
Zona	Intervención	Nº de acciones
SOBRECIMIENTO	-Realización del calzado en los sectores donde se requiera. -Consolidación del sobrecimiento con mortero de cal y cemento.	2
MUROS	-Restitución de la parte superior del muro con nuevas piezas, de similares características. -Labores de calzadura de muro en los encuentros con otros.	2
REVESTIMIENTOS	-Consolidación integral del muro y contrafuertes adosados con mortero de fibras de polipropileno para protegerlo de las acciones de la intemperie.	1

Fuente: Propia

❖ Torre Campanario

Tabla 114 Acciones de intervención en la Torre del Campanario

Torre del Campanario		
Zona	Intervención	Nº de acciones
SOBRECIMIENTO	-Realización del calzado del sobrecimiento. -Recomposición en los sectores donde se requiera de acuerdo a la evaluación. -Consolidación del sobrecimiento con mortero de cal y cemento.	3



MUROS	-Restitución de las gradas que llevan al campanario. -Calzadura en los arcos del campanario. -Restitución de unidades de adobe en pésimas condiciones con nuevas piezas, de similares características en zonas donde se requieran previo estudio. -Labores de calzadura de muro en los encuentros con otros.	4
REVESTIMIENTOS	-Consolidación integral del muro con mortero de fibras de polipropileno para protegerlo de las acciones de la intemperie.	1
COBERTURA	-Restitución de la estructura del techo bajo las mismas características constructivas de la existente, cambiando algunas piezas de madera en mal estado.	1

Fuente: Propia

3.6.4.3.2. Sistema de evacuación de aguas pluviales

Se propone la construcción de una red de recolección superficial de aguas pluviales la que se ubicará junto a las verederas de laja de piedra que circundarán el templo San Cosme y San Damián de Lares, así como una red de drenaje con tubería cribada en las aéreas verdes del templo.

3.6.4.3.3. Edificaciones del albergue parroquial

Se propone el retiro de los servicios higiénicos, duchas, internado escolar y comedor escolar de la parroquia, los que están adosados al muro del evangelio, ya que desvirtúan la importancia del templo como patrimonio y causa problemas de deterioro al muro correspondiente.



CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA

INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES - ANÁLISIS CUALITATIVO

4.1.1. RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES

Se logró identificar las diferentes patologías que presentan los muros del templo, siendo en su mayoría agrietamientos de distintas magnitudes en toda el área del muro y pérdida de la cubierta de los muros generando degradación del mortero de los muros así como del sobrecimiento. La causa principal de estas patologías es la humedad constante de la zona y el mal manejo de las aguas pluviales de los techos, lo cual empeora la situación de los muros. La falta de mantenimiento es otro causante de las lesiones en los muros. Luego de registrar las patologías se clasificaron de acuerdo a presencia de fisuras y su incidencia en la estructura.

Tabla 115 Niveles de patologías del templo

Zona del templo	Patología
Muro de pies	Media
Muro de la epístola	Media
Muro del evangelio	Media
Muro testero	Media
Muro de la sacristía	Media
Techo	Media
Torre del campanario	Alta

Fuente: Propia

4.1.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL NIVEL DE DAÑO DE LOS MUROS DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES

Se analizaron las distintas grietas y fisuras presentes en los muros del templo, y de acuerdo a su apertura, geometría y dirección. Se pudo catalogar el nivel de daño presente en cada uno de los muros de adobe. La presencia de grietas y fisuras, dependiendo de su magnitud, tiene relación directa con la disminución de la capacidad de carga vertical en los muros del templo.

Tabla 116 Estado de daño de los muros del templo

Zona del Templo	Estado de daño	Características principales
Muro testero	Moderado	-Fisuras horizontales: mortero descascarado en las juntas de la base del muro. -Fisuración diagonal y descascaramiento en el borde a compresión. Las fisuras se extienden hacia arriba varias hiladas -Fisuración diagonal en partes superiores del muro.
Muro de pies		
Muro de la sacristía		
Muro de la epístola		
Muro del evangelio		
Torre del campanario	Severo	-Fisuración en escalera muy pronunciado. -Borde inferior comienza a desintegrarse.

Fuente: Propia

4.1.1. CUADRO RESUMEN DEL ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES

Tabla 117 Cuadro resumen de la evaluación cualitativa de la estructura actual del templo San Cosme y San Damián de Lares

CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN CUALITATIVA								
ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES								
INDICADORES		UND	TOTAL	TOTAL AFECTADO	OBSERVACIÓN	TABLA O FIGURA		
Presencia de daño en elementos no estructurales	Puertas	und	3	2	Madera deteriorada. Puerta principal y de la capilla abierta, ubicadas en el muro de Pies.	Figura 74		
	Ventanas	und	5	5	Marcos de madera deteriorados	Figuras 75 y 76		
	Piso	m	325.03	213.3	Madera machimbrada en buenas condiciones. Durmientes, severamente afectados por la humedad	Figura 77		
ASPECTOS DE LA ESTRUCTURA	Presencia de daño en elementos estructurales	Cimiento	Muro de la Epístola	m	31.70	31.70	Degradación del mortero de tierra	-
			Muro del Evangelio	m	31.70	17.10	Degradación del mortero de tierra	-
			Muro de Pies	m	7.69	-	Degradación del mortero de tierra	-
			Muro Testero	m	7.98	3.28	Degradación del mortero de tierra	-
			Torre	m	18.41	5.61	Degradación del mortero de tierra	-
			Sacristía	m	16.27	5.82	Degradación del mortero de tierra	-
		Sobrecimiento	Muro de la Epístola	m	31.70	31.70	Degradación del mortero de tierra	Figura 75
			Muro del Evangelio	m	31.70	14.77	Degradación del mortero de tierra	Figura 78
			Muro de Pies	m	7.69	2.68	Degradación del mortero de tierra	Figura 74
			Muro Testero	m	7.98	3.20	Degradación del mortero de tierra	Figura 79
			Torre	m	18.41	12.47	Degradación del mortero de tierra	Figura 83
			Sacristía	m	16.27	7.93	Degradación del mortero de tierra	Figura 80
	Humedad en muros	Muro de la Epístola	m2	156.68	17.64	Humedad por filtración y capilaridad	Anexo 7	
		Muro del Evangelio	m2	152.81	12.07	Humedad por filtración	Anexo 7	
		Muro de Pies	m2	56.03	-	-	-	
		Muro Testero	m2	55.32	-	-	-	
		Torre	m2	111.16	40.00	Humedad en los sobrecimiento	Anexo 7	
		Sacristía	m2	67.56	-	-	-	



ASPECTOS FUNCIONALES	Presencia de fisuras y grietas	Estructura del techo		m2	246.00	246.00	Pares y nudillos deformados, cubierta de calamina deteriorada	Figuras 81 y 82
		Fisuras en muros	Muro de la Epístola	m2	156.68	15.00	Fisuras a nivel de embarres en muros	Tablas 64 y 65
			Muro del Evangelio	m2	152.81	18.00	Fisuras a nivel de embarres en muros	Tablas 66 y 67
			Muro de Pies	m2	56.03	15.00	Fisuras a nivel de embarres en muros	Tabla 62
			Muro Testero	m2	55.32	12.00	Fisuras a nivel de embarres en muros	Tabla 68
			Torre	m2	111.16	45.00	Fisuras a nivel de embarres en muros	Tablas 69 y 70
			Sacristía	m2	67.56	10.00	Fisuras a nivel de embarres en muros	Tabla 63
		Grietas en muros	Muro de la Epístola	m2	156.68	11.36	Grietas en los muros de adobe	Tablas 64 y 65
			Muro del Evangelio	m2	152.81	10.92	Grietas en los muros de adobe	Tablas 66 y 67
			Muro de Pies	m2	56.03	7.62	Grietas en los muros de adobe	Tabla 62
			Muro Testero	m2	55.32	4.22	Grietas en los muros de adobe	Tabla 68
			Torre	m2	111.16	73.34	Grietas en los muros de adobe	Tablas 69 y 70
	Sacristía		m2	67.56	10.00	Grietas en los muros de adobe	Tabla 63	
	Integridad y presencia de contrafuertes	Muro de la Epístola	Und	2	-	Ausencia de 2 contrafuertes x colapso (cimientos existentes)	Anexo 7	
		Muro del Evangelio	Und	2	-	Contrafuertes con mortero de tierra degradado	Anexo 7	
Muro de Pies		Und	-	-	La prolongación de los muros Epístola y Evangelio semejan dos contrafuertes.	Anexo 7		
Muro Testero		Und	2	2	Presentan degradación el mortero de tierra	Anexo 7		
Sacristía		Und	2	2	Contrafuertes en buen estado de conservación	Anexo 7		
Mal funcionamiento de servicios	De agua	gl	1	0	Sistema regular	-		
	De desagüe	gl	1	1	Generó filtraciones en el muro de la Epístola (instalaciones deficientes)	-		
	De luz	gl	1	0	Sistema inadecuado (Instalaciones expuestas)	-		
	Perturbación de vías de escape	Obstáculos en las vías de escape	-	0	0	No se encontraron obstáculos	Figura 11	
		Puertas clausuradas	-	3	1	Ubicada en el muro del Evangelio, ahora convertida en un altar.	Figuras 10, 11 y 77	

Fuente: Propia

4.2. ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES - ANÁLISIS CUANTITATIVO

4.2.1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ADOBE COLONIAL

La resistencia a compresión de los adobes coloniales del Templo San Cosme y San Damián de Lares son casi la mitad de la resistencia mínima establecida en la norma E080 de adobe (12 Kg/cm²), esto debido al paso del tiempo y a su exposición a condiciones críticas del medio ambiente de Lares.

Tabla 118 F'ó de los adobes ensayados

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE COLONIAL	
Adobe	f'ó (kg/cm ²)
Adobe colonial	6.76

Fuente: Propia

4.2.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE COMPRESIÓN DE LOS PRISMAS DE ADOBE COLONIAL

En el ensayo de los prismas de adobe colonial se obtuvo, un esfuerzo admisible a compresión de 1.08 kg/cm², valor igual a la mitad de lo mencionado en la norma de adobe E. 080 Adobe (2 Kg/cm²).

Tabla 119 Esfuerzo admisible a compresión de los prismas de adobe colonial

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ADOBE COLONIAL		
Adobe	f'm (kg/cm ²)	Esfuerzo admisible a compresión en el muro (kg/cm ²)
Adobe colonial	4..28	1.08

Fuente: Propia

4.2.3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA DE ADOBE COLONIAL

4.2.3.1. Granulometría del material conformante del adobe colonial

Se observó una gran cantidad de agregado grueso, a comparación del adobe convencional. Se presenta pequeñas piedras de canto rodado y también fracciones de piedra pizarra, típica de la zona de Lares.

El material fino de adobe colonial está bien graduado. A comparación del material grueso, cuyos tamaños varían de manera notoria. Se encontró gran cantidad de arcillas así como limos arenosos.

4.2.3.2. Límites de plasticidad

Con los datos de límite plástico y límite líquido en el Abaco de Casagrande determinamos que ambas muestras están conformadas por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad y limos inorgánicos de mediana compresibilidad.

4.2.4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SOBRECIMIENTO DE PIEDRA

- ❖ Estos son los valores característicos del sobrecimiento de piedra que se emplean en el modelamiento del templo San Cosme y San Damián de Lares encontrados basándose en la investigación: Cálculo y análisis de estructuras de adobe. España. Universidad de Málaga.

Tabla 120 Característica del sobrecimiento de piedra

Características del sobrecimiento de Piedra	
Característica	Valor
Resistencia a compresión	$f_c = 300 \frac{kg}{cm^2} = 30MPa$
Módulo de Young	$E_s = 140000 \frac{kg}{cm^2} = 14000MPa$
Coefficiente de Poisson	$\mu = 0,20$
Densidad	$\delta_s = 2800 \frac{kg}{m^3}$

Fuente: Cálculo y análisis de estructuras de adobe. España.

4.2.5. RESULTADOS DEL ESPESOR MÍNIMO DE LOS MUROS DE ADOBE DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES

Los espesores de los muros del templo San Cosme y San Damián de Lares son variables en todos los casos, en la nave del templo el muro de mayor espesor es el de la Epístola con 1.51 m, en la torre el muro Y1 con 2.67m y en la sacristía con 1.10m. Los espesores mínimos que propone la norma son aproximadamente la tercera parte de los espesores reales del templo.

Tabla 121 Espesor de los muros del templo

CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE LOS MUROS DEL TEMPLO			
Muro	Espesor mínimo (cm)	Espesor del muro (cm)	Cumple
Muro del Evangelio	34.30	131.00	ok
Muro de la Epístola	34.30	151.00	ok
Muro de Pies	34.30	74.00	ok
Muro Testero	34.30	114.00	ok
Muros de la Torre			
X1	62.25	130.00	ok
Y1	62.25	267.00	ok
Y2	62.25	151.00	ok
Muro de la Sacristía			
X1	19.30	110.00	ok
Y1	19.30	86.00	ok
Y2	19.30	110.00	ok

Fuente: Propia

4.2.6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CARGA CRÍTICA EN LOS MUROS DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES

Se determinó la carga crítica en toneladas de cada muro que conforma la estructura del templo, luego se compararon con las magnitudes del metrado de cargas, es decir sus sollicitaciones actuales; teniendo como resultado que en la nave del templo, el muro de Pies es el que excede su carga crítica por una magnitud considerable (42.83 Tn). En el caso de la torre, la diferencia entre su carga crítica y la actual es reducida (27.32 Tn). Finalmente la sacristía una carga actual muy por debajo de su carga crítica.

Tabla 122 Carga crítica en los muros del templo

CÁLCULO DE LA CARGA CRÍTICA DE LOS MUROS DEL TEMPLO		
Muro	Carga Crítica (Tn)	Carga actual del muro (Tn)
Muro del Evangelio	1385.76	915.25
Muro de la Epístola	2108.07	887.86
Muro de Pies	56.37	99.20
Muro Testero	197.98	145.77
Muros de la Torre	738.07	710.75
Muro de la Sacristía	1069.1	168.64

Fuente: Propia.



4.2.7. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES

4.2.7.1. Frecuencias y periodos del templo San Cosme y San Damián de Lares en caso modal

Tras realizar el análisis estructural del templo en el software, se obtuvieron distintas magnitudes de periodos y frecuencias, se observó que la tendencia en los periodos de los cinco primeros modos fue descendente, siendo el mayor periodo de 2.76 s en el primer modo.

En cambio, las frecuencias fueron en aumento, siendo la más baja 0.36 en el primer modo.

Tabla 123 Periodos y frecuencias del modelo del templo actual con carga tipo MODAL

PERIODOS Y FRECUENCIAS DEL MODELO DEL TEMPLO ACTUAL CON CARGA TIPO MODAL		
Modo	Periodo (T)	Frecuencia (F)
Primer modo	2.9390	0.3400
Segundo modo	2.2171	0.4510
Tercer modo	1.6768	0.5963
Cuarto modo	1.1939	0.8375
Quinto modo	1.0200	0.9790

Fuente: Propia

4.2.7.1.1. Comparación de periodos obtenidos en el software y periodo calculado

Los periodos determinados con el software son concordantes con los presentados por la estructura, es así que la estructura sin refuerzo presenta un desplazamiento de 10.54 cm, con periodos de vibración de 2.93 s y para la estructura rigidizada un desplazamiento de 4.81 cm, presenta periodos de 2.96 s. Existe consistencia entre periodos y consistencia de rigidez de la estructura.

Teniendo los datos de masa (281435.27 Kg/s), y el periodo promedio del software (1.64 Kg/s); y si consideramos que por definición la rigidez es toda fuerza que genera un desplazamiento, tendremos que para una basal de 538371 kg la rigidez es del orden de 5.17×10^6 Kg/m teniendo un periodo de 1.46 s.

De otro lado los periodos determinados en el software para las primeras 6 formas modales nos arrojan un periodo promedio de 1.64 s. Por consiguiente los periodos calculados asistidos por software se aproximan en 88.42 % al periodo calculado.

Al haber validado los periodos de vibración determinados manualmente y en el software, implícitamente se están validando los desplazamientos laterales y por ende las fuerzas internas.

❖ Periodos obtenidos del software para caso MODAL

Tabla 124 Periodos del modelo del templo en el software

PERIODOS SAP	
Modo de vibración	Periodo (s)
1	2.94
2	2.22
3	1.68
4	1.19
5	1.02
6	0.79
promedio	1.64

Fuente: Propia

❖ Periodo calculado

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Donde:

$$k = \frac{V}{\Delta}$$

$$k = \frac{538,371}{0.1054}$$

$$k = 5.17 \times 10^6 \text{ Kg/m}$$

Entonces:

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{281435.27}{5.17 \times 10^6}}$$

$$T = 1.46 \text{ s}$$

4.2.8. DESPLAZAMIENTOS RECUPERADOS OBTENIDOS EN LAS DIRECCIONES X y Y DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES SOMETIDOS A CARGA TIPO SISMO

4.2.8.1. Desplazamientos recuperados en dirección x

Se seleccionaron los desplazamientos con mayor magnitud en la dirección X de las distintas zonas del templo. En el modelo de la estructura actual del templo, los mayores desplazamientos se presentan en el muro del Evangelio, específicamente en la parte superior central con 10.54 cm y en la primera ventana con 8.9 cm.

Tabla 125 Desplazamientos laterales recuperados para carga tipo SISMO en la dirección X

DESPLAZAMIENTOS RECUPERADOS (cm)			
Tipo de carga SISMO			
Zona del templo			Estructura actual
			X
Muro Testero	3	1er contrafuerte	3.9755
Muro del evangelio	5	Extremo libre	0.3081
	7	1era ventana	8.9089
	10	Parte superior central	10.5471
Muro de Pies	15	Ventana	4.7591
Muro de la Epístola	18	1era ventana	2.6911
	20	Parte superior central	3.6591
Muros de sacristía	22	Muro X1	0.0804
Muro de la Torre	27	Muro X1	1.6341
	28	Muro Y1	2.6938
	29	Muro Y2	2.6037
	30	Muro X2	2.6557

Fuente: Propia

4.2.8.2. Desplazamientos recuperados en dirección Y

Se seleccionaron los desplazamientos con mayor magnitud en la dirección Y de las distintas zonas del templo. En el modelo de la estructura actual del templo, los mayores desplazamientos se presentan en el muro Testero, específicamente en la parte superior central con 5.6 cm y en el ventanal con 4.89 cm.

Tabla 126 Desplazamientos laterales recuperados para carga tipo SISMO en la dirección Y

DESPLAZAMIENTOS RECUPERADOS (cm)			
Tipo de carga SISMO			
Zona del templo			Estructura actual
			Y
Muro Testero	1	Parte superior central	5.6097
	2	Ventanal	4.8947
	3	Primer contrafuerte	2.8378
	4	Segundo contrafuerte	4.4350
Muro del evangelio	5	Extremo libre	1.0156
	6	Puerta de la Sacristía	0.5147
	13	Puerta de la Torre	0.5221
Muro de Pies	14	Puerta principal	1.1289
	15	Ventana	1.5729
	16	Parte superior central	1.4915
Muro de la Epístola	17	Extremo libre	2.6416
Muros de sacristía	26	Segundo contrafuerte	0.4046
Muro de la Torre	27	Muro X1	1.5447
	28	Muro Y1	1.9535
	29	Muro Y2	4.0078
	30	Muro X2	1.4592

Fuente: Propia

4.2.9. REACCIONES EN LOS APOYOS OBTENIDOS EN LAS DIRECCIONES X y Y DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES SOMETIDO A CARGA TIPO SISMO

4.2.9.1. Reacciones en los apoyos en dirección X

Se seleccionaron las reacciones con mayor magnitud en la dirección X de las distintas zonas del templo. En el modelo de la estructura actual del templo, las mayores reacciones en los apoyos se presentan en Torre, en el muro Y1 (lado derecho) con 160.95 Tn y en el muro Y2 (extremo izquierdo) con 203.8 Tn.

Tabla 127 Reacciones en los apoyos para carga tipo SISMO en dirección X

REACCIONES EN LOS APOYOS EN KG			
Tipo de carga SISMO			
Zona del templo			Estructura actual
			X
Muro Testero	4	Extremo izquierdo	100,247.47
Muro del evangelio	6	Puerta sacristía (lado derecho)	7,543.37
	10	Extremo derecho	9,305.49



	12	Segundo contrafuerte	12,849.66
	13	Puerta torre (lado derecho)	12,060.74
	14	Puerta torre (lado izquierdo)	28,416.47
Muro de Pies	16	Puerta principal (lado izquierdo)	8,128.30
	18	Extremo izquierdo	44,661.68
Muro de la Epístola	20	Contrafuerte	35,955.60
Muros de sacristía	26	Muro Y2 (extremo derecho)	26,672.14
Muro de la Torre	30	Muro X1 (extremo derecho)	22,254.96
	32	Muro Y1 (extremo derecho)	160,950.20
	33	Muro Y1 (extremo izquierdo)	81,911.14
	35	Muro Y2(extremo izquierdo)	203,800.40

Fuente: Propia

4.2.9.2. Reacciones en los apoyos en dirección Y

En el modelo de la estructura actual del templo, las mayores reacciones en los apoyos en la dirección Y se presentan en la Torre, en el muro Y1 (lado derecho) con 160.95 Tn y en el muro Y2 (extremo derecho) con 211.61 tn.

Tabla 128 Reacciones en los apoyos para carga tipo SISMO en dirección Y

REACCIONES EN LOS APOYOS EN KG			
Tipo de carga SISMO			
Zona del templo			Estructura actual kg
			Y
Muro Testero	1	Primer contrafuerte	58,697.85
	2	Segundo contrafuerte	15,040.18
	3	Extremo derecho	61,997.69
	4	Extremo izquierdo	69,667.83
Muro del evangelio	5	Extremo izquierdo	5,430.38
	8	Puerta lateral (lado derecho)	2,967.91
	10	Extremo derecho	12,758.71
	13	Puerta torre (lado derecho)	9,247.84
Muro de Pies	14	Puerta torre (lado izquierdo)	5,065.65
	16	Puerta principal (lado izquierdo)	3,678.89
Muro de la Epístola	18	Extremo izquierdo	9,526.43
	19	Extremo izquierdo	48,294.18
Muros de sacristía	21	Extremo derecho	71,438.22
	24	Muro Y1 (extremo derecho)	10,593.30
	26	Muro Y2 (extremo derecho)	10,015.70
Muro de la Torre	27	Muro Y2(extremo izquierdo)	15,567.43
	30	Muro X1 (extremo derecho)	22,254.96
	31	Muro X1 (extremo izquierdo)	12,950.58
	32	Muro Y1 (extremo derecho)	160,950.20
	33	Muro Y1 (extremo izquierdo)	81,911.14
	34	Muro Y2 (extremo derecho)	211,619.14



4.2.10. ESFUERZOS OBTENIDOS EN LAS DIRECCIONES X y Y DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES, SOMETIDO A ESFUERZOS S11, S22 Y S33

4.2.10.1. Esfuerzos en los muros

4.2.10.1.1. Esfuerzos en los muros sometidos a esfuerzos S11

Se seleccionaron los esfuerzos con mayor magnitud de las distintas zonas del templo. En el modelo de la estructura actual del templo, los mayores esfuerzos se presentan en el muro del Evangelio, en la puerta de la Sacristía con 27.18 Kg/cm² y en la primera ventana del mismo muro con 22.11 Kg/cm².

❖ Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en los muros del Templo sometidos a esfuerzos S11

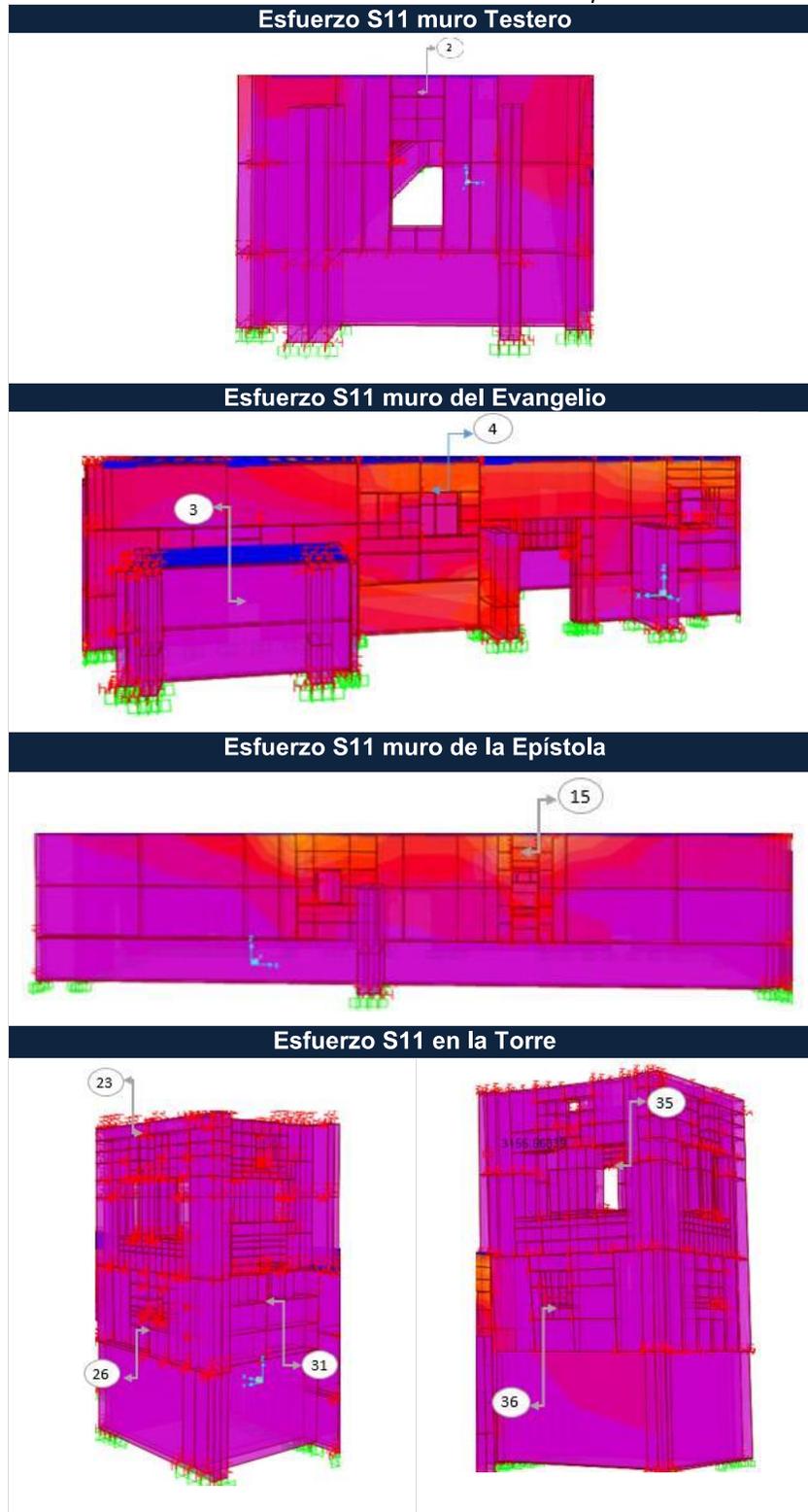
Tabla 129 Esfuerzos del templo zona del muro sometido a carga tipo SISMO (S11)

ESFUERZOS EN EL MURO (kg/cm²)			
Tipo de carga SISMO S11			
Zona del templo			Estructura actual Kg/cm²
Muro Testero	2	Ventana	2.910
Muro del evangelio	3	Puerta de la Sacristía	27.180
	4	1er ventana	22.110
Muro de la Epístola	15	2da ventana	2.640
Muro de la Torre	23	Ventana superior muro X1	0.250
	26	Ventana inferior muro X1	0.095
	31	Ventana inferior muro Y1	0.500
	35	Ventana intermedia izquierda muro Y2	0.078
	36	Ventana inferior muro Y2	1.930

Fuente: Propia.

❖ Tabla de los esfuerzos obtenidos en los muros del Templo sometidos a esfuerzos S11

Tabla 130 Esfuerzos S11 en el templo



Fuente: Propia

4.2.10.1.2. Esfuerzos en los muros sometidos a esfuerzos S22

Se seleccionaron los esfuerzos con mayor magnitud de las distintas zonas del templo. En el modelo de la estructura actual del templo, los mayores esfuerzos se presentan en la primera ventana del muro del Evangelio, con 13.01 Kg/cm² y en la ventana del muro Testero con 11.92 Kg/cm².

❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en los muros del Templo sometidos a esfuerzos S22**

Tabla 131 Esfuerzos del templo zona del muro sometido a carga tipo SISMO (S22)

ESFUERZOS EN EL MURO (Kg /cm ²)			
Tipo de carga SISMO S22			
Zona del templo			Estructura actual Kg/cm ²
Muro Testero	2	Ventana	11.920
Muro del evangelio	4	1er ventana	13.010
	9	1er contrafuerte	6.150
Muro de Pies	11	Puerta principal	1.980
	12	Ventana	2.920
Muro de la Epístola	15	2da ventana	4.920
	18	Contrafuerte	4.970
Muro de la Torre	26	Ventana inferior muro X1	2.340
	31	Ventana inferior muro Y1	0.200
	35	Ventana intermedia izquierda muro Y2	0.760

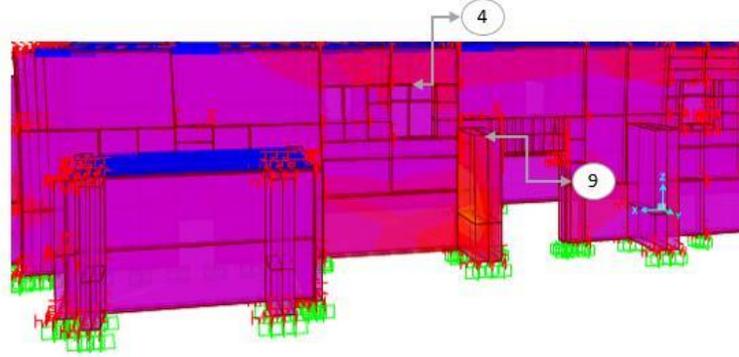
Fuente: Propia.

❖ **Tabla de los esfuerzos obtenidos en los muros del Templo sometidos a esfuerzos S22**

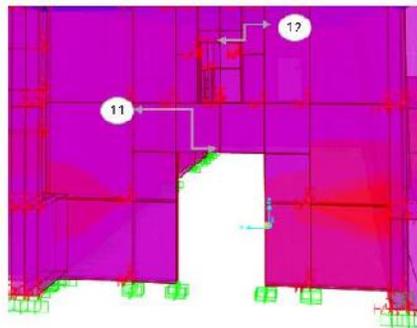
Tabla 132 Esfuerzos S22 en el templo



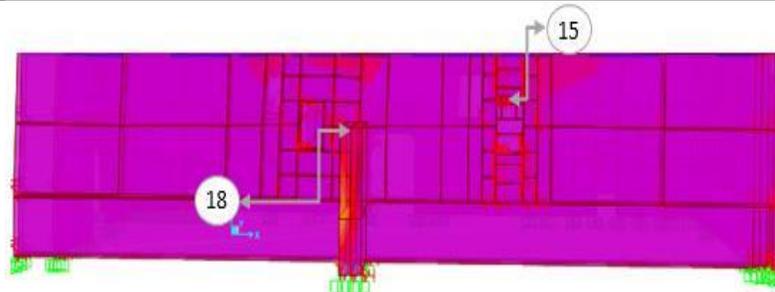
Esfuerzo S22 muro del Evangelio



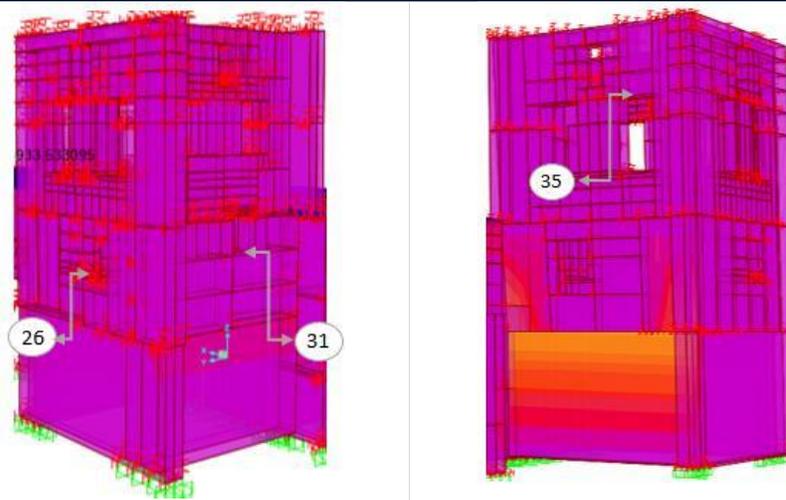
Esfuerzo S22 muro de Pies



Esfuerzo S22 muro de la Epístola



Esfuerzo S22 en la Torre



Fuente: Propia

4.2.10.1.3. Esfuerzos en los muros sometidos a esfuerzos S33

En el modelo de la estructura actual del templo, los mayores esfuerzos se presentan en la puerta de la Sacristía del muro del Evangelio, con 30.44 Kg/cm² y en la primera ventana del muro de la Epístola con 11.82 Kg/cm².

❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en los muros del Templo sometidos a esfuerzos S33**

Tabla 133 Esfuerzos del templo zona del muro sometido a carga tipo SISMO (S33)

ESFUERZOS EN EL MURO (Kg /cm²)			
Tipo de carga SISMO S33			
Zona del templo			Estructura actual Kg/cm²
Muro Testero	1	Zona superior central	0.500
	2	Ventana	1.990
Muro del evangelio	3	Puerta de la Sacristía	30.440
	6	2da ventana	2.400
	7	Zona superior central	10.740
	9	1er contrafuerte	11.830
Muro de Pies	12	Ventana	1.580
Muro de la Epístola	14	1era ventana	11.820
	15	2da ventana	5.100
	16	Zona superior central	2.910
	18	Contrafuerte	12.190
Muro de la Torre	25	Ventana intermedia izquierda muro X1	0.210
	26	Ventana inferior muro X1	0.580
	29	Ventana intermedia derecha muro Y1	0.056
	31	Ventana inferior muro Y1	0.360
	36	Ventana inferior muro Y2	3.930
	37	Zona superior muro X2	0.430

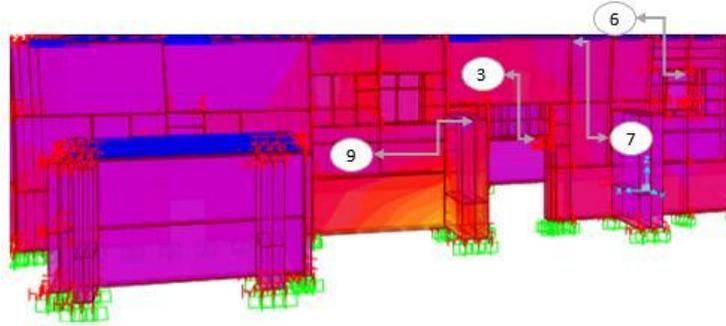
Fuente: Propia.

❖ **Tabla de los esfuerzos obtenidos en los muros del Templo sometidos a esfuerzos S33**

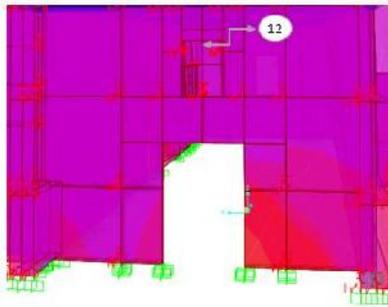
Tabla 134 Esfuerzos S33 en el templo



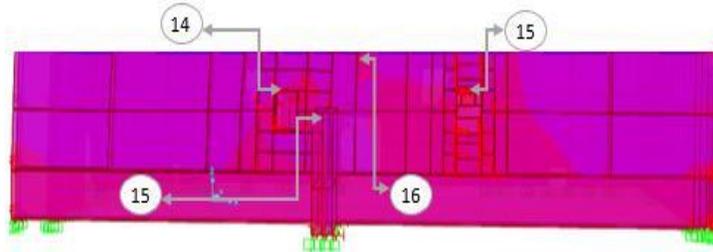
Esfuerzo S33 muro del Evangelio



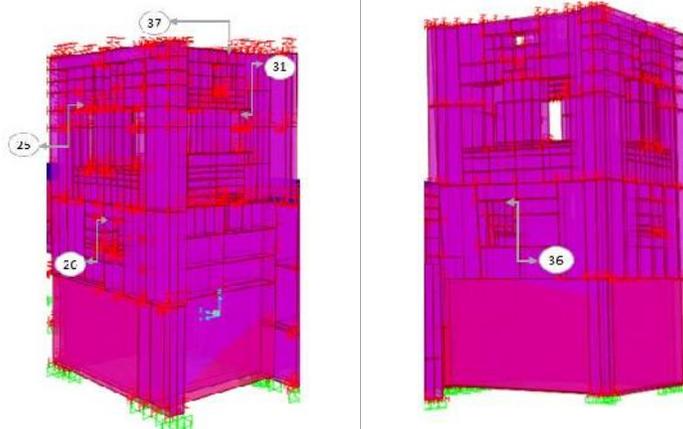
Esfuerzo S33 muro de Pies



Esfuerzo S33 muro de la Epístola



Esfuerzo S33 en la Torre



Fuente: Propia.

4.2.10.2. Esfuerzos en el sobrecimiento de los muros del Templo

4.2.10.2.1. Esfuerzos en el sobrecimiento de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S11

En el modelo de la estructura actual del templo, los mayores esfuerzos se presentan en el sobrecimiento del muro del Evangelio, en la zona central con 7.08 Kg/cm² y en el sobrecimiento de la puerta (lado izquierdo) del muro de Pies con 5.23 Kg/cm².

❖ Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en los sobrecimientos de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S11

Tabla 135 Esfuerzos del templo zona del sobrecimiento sometido a carga tipo SISMO (S11)

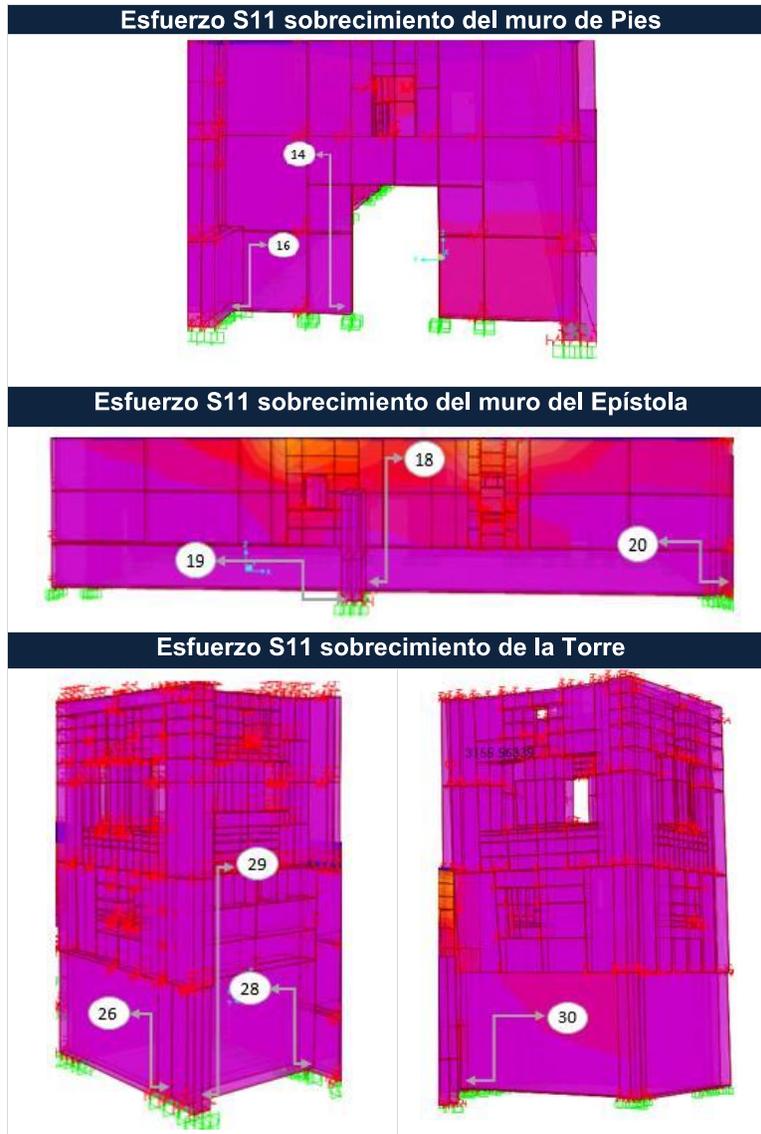
ESFUERZOS EN EL SOBRECIMIENTO (Kg /cm²)			
Tipo de carga SISMO S11			
Zona del templo			Estructura actual Kg/cm²
Muro del evangelio	8	Zona central	7.080
	9	Extremo libre	3.430
	12	Puerta de la Torre	4.860
Muro de Pies	14	Puerta (lado izquierdo)	5.230
	16	Extremo izquierdo	4.200
Muro de la Epístola	18	Parte central	2.010
	19	Contrafuerte	1.100
	20	Extremo derecho	2.910
Muro de la Torre	26	Muro X1 (lado derecho)	3.090
	28	Muro Y1 (lado derecho)	3.430
	29	Muro Y1 (lado izquierdo)	2.740
	30	Muro Y2 (lado derecho)	3.790

Fuente: Propia

❖ Tabla de los esfuerzos obtenidos en los sobrecimientos de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S11

Tabla 136 Esfuerzos S11 en el sobrecimiento del templo





4.2.10.2.2. Esfuerzos en el sobrecimiento de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S22

En el modelo de la estructura actual del templo, los mayores esfuerzos se presentan en el sobrecimiento del muro del Evangelio, en la zona central con 7.45 Kg/cm^2 y en el sobrecimiento de la puerta (lado izquierdo) del muro de Pies con 4.36 Kg/cm^2 .

- ❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en los sobrecimientos de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S22**

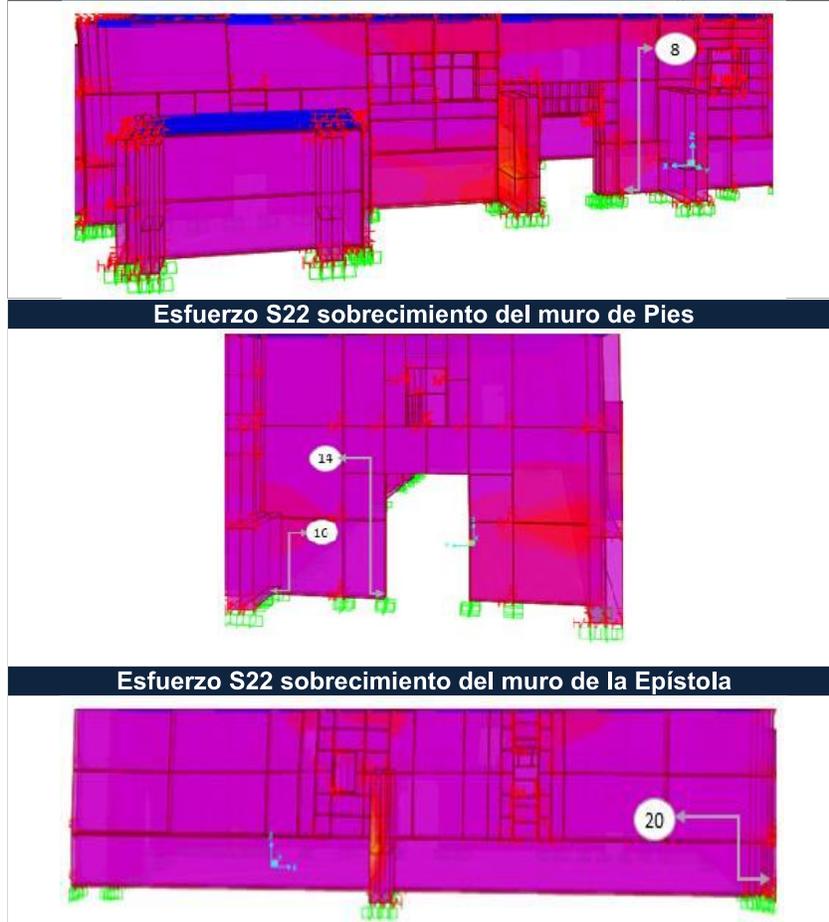
Tabla 137 Esfuerzos del templo zona del sobrecimiento sometido a carga tipo SISMO (S22)

ESFUERZOS EN EL SOBRECIMIENTO (Kg /cm2)			
Tipo de carga SISMO S22			
Zona del templo			Estructura actual Kg/cm2
Muro del evangelio	8	Zona central	7.450
	9	Extremo libre	1.290
	12	Puerta de la Torre	1.730
Muro de Pies	14	Puerta (lado izquierdo)	4.360
	16	Extremo izquierdo	2.120
Muro de la Epístola	20	Extremo derecho	2.600
Muro de la Torre	26	Muro X1 (lado derecho)	3.010
	27	Muro X1 (lado izquierdo)	1.520
	28	Muro Y1 (lado derecho)	1.290
	29	Muro Y1 (lado izquierdo)	1.130
	30	Muro Y2 (lado derecho)	1.380

Fuente: Propia.

❖ Tabla de los esfuerzos obtenidos en los sobrecimientos de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S22

Tabla 138 Esfuerzos S22 en el sobrecimiento del templo
Esfuerzo S22 sobrecimiento del muro del Evangelio





Fuente: Propia

4.2.10.2.3. Esfuerzos en el sobrecimiento de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S33

En el modelo de la estructura actual del templo, los mayores esfuerzos se presentan en el sobrecimiento del muro del Evangelio, en la zona central con 37.39 Kg/cm² y en el sobrecimiento de la puerta de la Sacristía ubicada en el mismo muro con 29.70Kg/cm².

❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en los sobrecimientos de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S33**

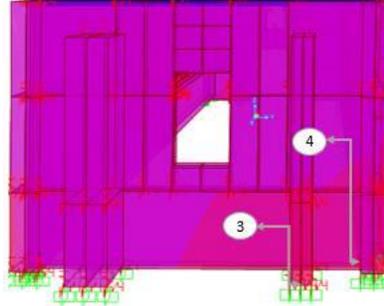
Tabla 139 Esfuerzos del templo zona del sobrecimiento sometido a carga tipo SISMO (S33)

ESFUERZOS EN EL SOBRECIMIENTO (Kg /cm²)			
Tipo de carga SISMO S33			
Zona del templo			Estructura actual Kg/cm²
Muro Testero	3	2do contrafuerte	11.600
	4	Extremo izquierdo	15.270
Muro del evangelio	6	Puerta de la Sacristía	29.700
	8	Zona central	37.390
	9	Extremo libre	17.900
	12	Puerta de la Torre	25.660
Muro de Pies	14	Puerta (lado izquierdo)	22.900
Muro de la Epístola	18	Parte central	9.410
	19	Contrafuerte	8.430
Muro de la Torre	26	Muro X1 (lado derecho)	13.370
	27	Muro X1 (lado izquierdo)	18.450
	28	Muro Y1 (lado derecho)	17.900
	29	Muro Y1 (lado izquierdo)	11.890
	30	Muro Y2 (lado derecho)	20.540

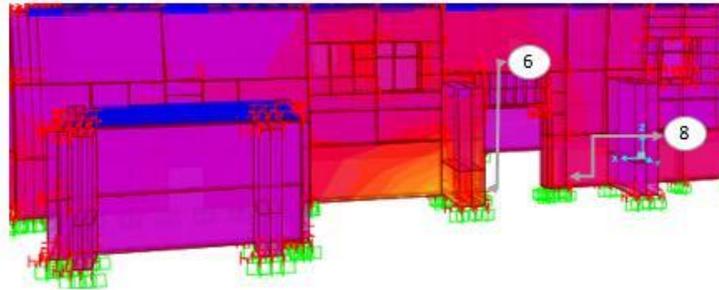
❖ **Tabla de los esfuerzos obtenidos en los sobrecimientos de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S33**

Tabla 140 Esfuerzos S33 en el sobrecimiento del templo

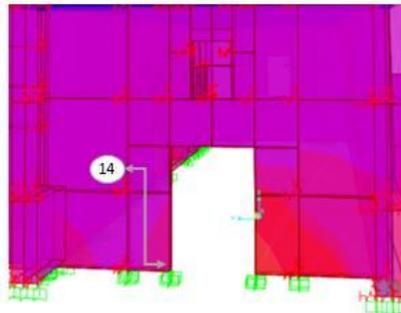
Esfuerzo S33 sobrecimiento del muro Testero



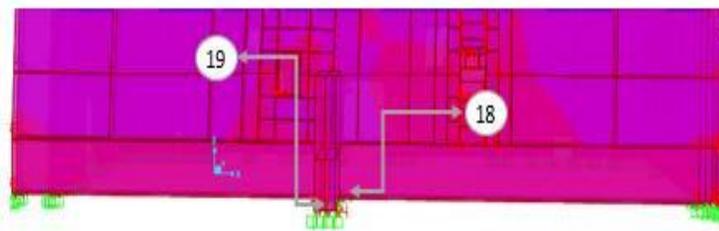
Esfuerzo S33 sobrecimiento del muro del Evangelio



Esfuerzo S33 sobrecimiento del muro de Pies



Esfuerzo S33 sobrecimiento del muro de la Epístola





Fuente: Propia

4.2.10.3. Esfuerzos en la unión muro - sobrecimiento del Templo

4.2.10.3.1. Esfuerzos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S11

En el modelo de la estructura actual del templo, los mayores esfuerzos se presentan en la unión del muro del Evangelio, en la puerta de la sacristía con 27.18 Kg/cm² y en la unión presente en el contrafuerte del muro de la Epístola con 17.54 Kg/cm².

❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S11**

Tabla 141 Esfuerzos del templo, encuentro del muro y sobrecimiento, sometido a carga tipo SISMO (S11)

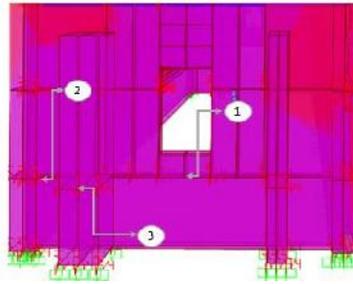
ESFUERZOS EN LA UNIÓN MURO- SOBRECIMIENTO (Kg /cm²)			
Tipo de carga SISMO S11			
Zona del templo			Estructura actual Kg/cm²
Muro Testero	1	Zona central	1.850
	2	Extremo derecho	7.250
	3	1er contrafuerte	6.030
Muro del evangelio	7	Puerta de la Sacristía	27.180
Muro de Pies	14	Puerta (lado izquierdo)	2.590
Muro de la Epístola	20	Contrafuerte	17.540
Muro de la Torre	29	Muro Y2	2.200

Fuente: Propia.

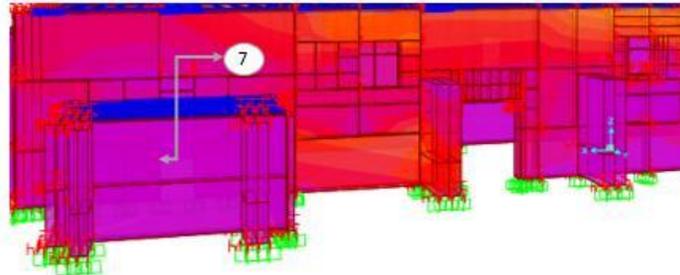
❖ **Tabla de los mayores esfuerzos obtenidos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S11**

Tabla 142 Esfuerzos S11 en la unión muro -sobrecimiento del templo

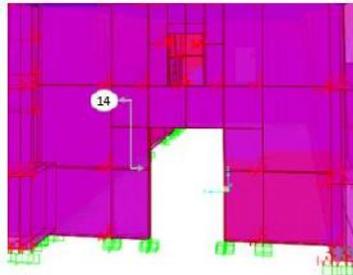
Esfuerzo S11 en la unión muro - sobrecimiento del muro Testero



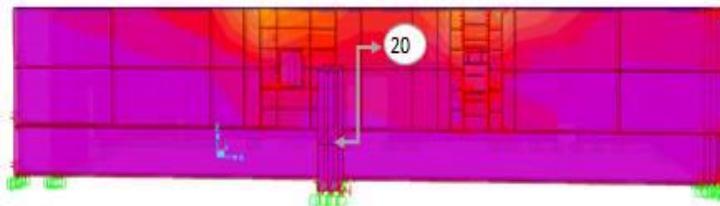
Esfuerzo S11 en la unión muro - sobrecimiento del muro del Evangelio



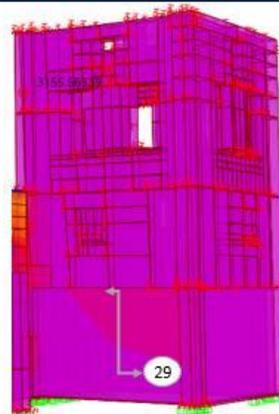
Esfuerzo S11 en la unión muro - sobrecimiento del muro de Pies



Esfuerzo S11 en la unión muro - sobrecimiento del muro de la Epístola



Esfuerzo S11 en la unión muro - sobrecimiento de la torre



4.2.10.3.2. Esfuerzos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S22

En el modelo de la estructura actual del templo, los mayores esfuerzos se presentan en la unión del muro del Evangelio, en la puerta lateral con 21.54 Kg/cm² y en la unión presente en el contrafuerte del muro de la Epístola con 70.63 Kg/cm².

❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S22**

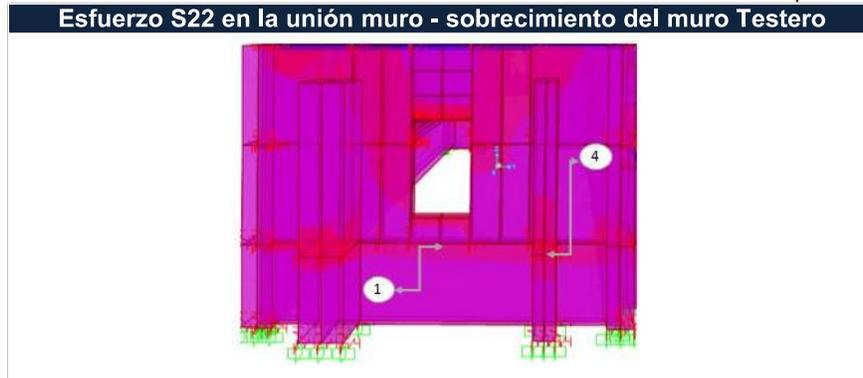
Tabla 143 Esfuerzos del templo, encuentro del muro y sobrecimiento, sometido a carga tipo SISMO (S22)

ESFUERZOS EN LA UNIÓN MURO- SOBRECIMIENTO (Kg /cm²)			
Tipo de carga SISMO S22			
Zona del templo			Estructura actual Kg/cm²
Muro Testero	1	Zona central	2.250
	4	2do contrafuerte	10.030
Muro del evangelio	6	Extremo izquierdo	10.610
	8	Puerta lateral	21.540
	9	Zona central	6.420
	10	Extremo libre	0.900
Muro de Pies	13	Puerta (lado derecho)	14.840
	14	Puerta (lado izquierdo)	4.230
	16	Extremo izquierdo	0.860
Muro de la Epístola	20	Contrafuerte	70.630
Muro de la Torre	28	Muro Y1	0.650
	29	Muro Y2	2.570

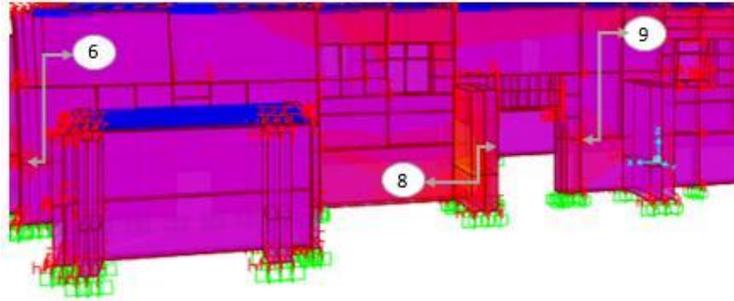
Fuente: Propia.

❖ **Tabla de los mayores esfuerzos obtenidos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S22**

Tabla 144 Esfuerzos S22 en la unión muro -sobrecimiento del templo
Esfuerzo S22 en la unión muro - sobrecimiento del muro Testero



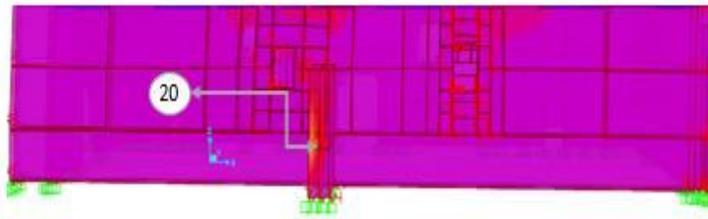
Esfuerzo S22 en la unión muro - sobrecimiento del muro del Evangelio



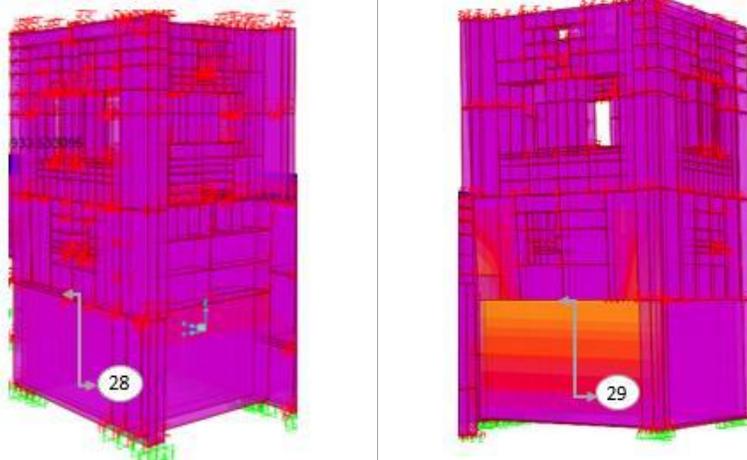
Esfuerzo S22 en la unión muro - sobrecimiento del muro de Pies



Esfuerzo S22 en la unión muro - sobrecimiento del muro de la Epístola



Esfuerzo S22 en la unión del muro - sobrecimiento de la Torre



Fuente: Propia

4.2.10.3.3. Esfuerzos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S33

En el modelo de la estructura actual del templo, los mayores esfuerzos se presentan en la unión del muro del Evangelio, en la puerta lateral con 168.38 Kg/cm² y en la unión presente en la puerta (lado derecho) del muro de Pies con 38.96 Kg/cm².

❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S33**

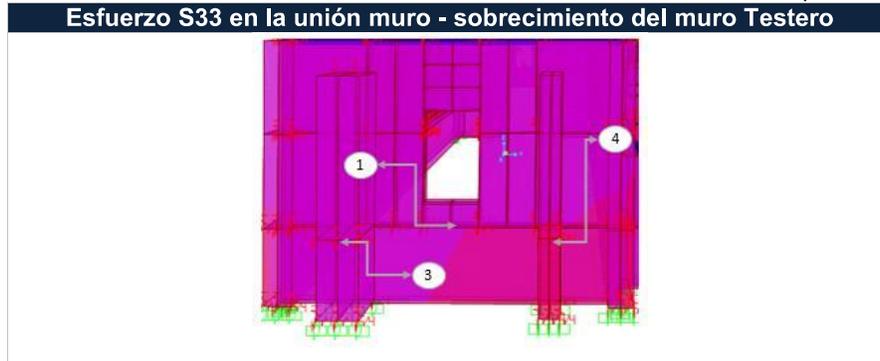
Tabla 145 Esfuerzos del templo, encuentro del muro y sobrecimiento, sometido a carga tipo SISMO (S33)

ESFUERZOS EN LA UNIÓN MURO- SOBRECIMIENTO (Kg /cm²)			
Tipo de carga SISMO S33			
Zona del templo			Estructura actual Kg/cm²
Muro Testero	1	Zona central	2.630
	3	1er contrafuerte	7.660
	4	2do contrafuerte	11.640
Muro del evangelio	6	Extremo izquierdo	15.120
	7	Puerta de la Sacristía	30.440
	8	Puerta lateral	168.380
Muro de Pies	13	Puerta (lado derecho)	38.960
	14	Puerta (lado izquierdo)	14.580
	16	Extremo izquierdo	1.420
Muro de la Epístola	19	Parte central	6.260
	20	Contrafuerte	10.030
Muro de la Torre	28	Muro Y1	1.520
	29	Muro Y2	6.730

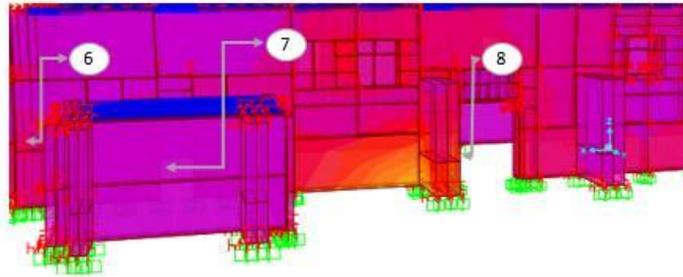
Fuente: Propia.

❖ **Tabla de los mayores esfuerzos obtenidos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S33**

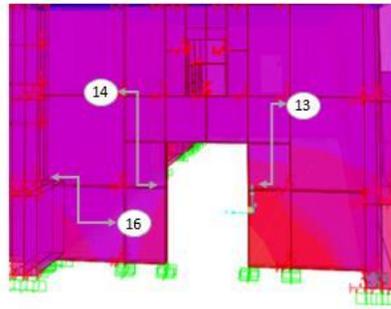
Tabla 146 Esfuerzos S33 en la unión muro -sobrecimiento del templo
Esfuerzo S33 en la unión muro - sobrecimiento del muro Testero



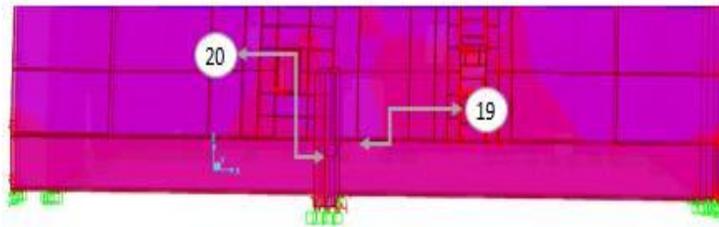
Esfuerzo S33 en la unión muro - sobrecimiento del muro del Evangelio



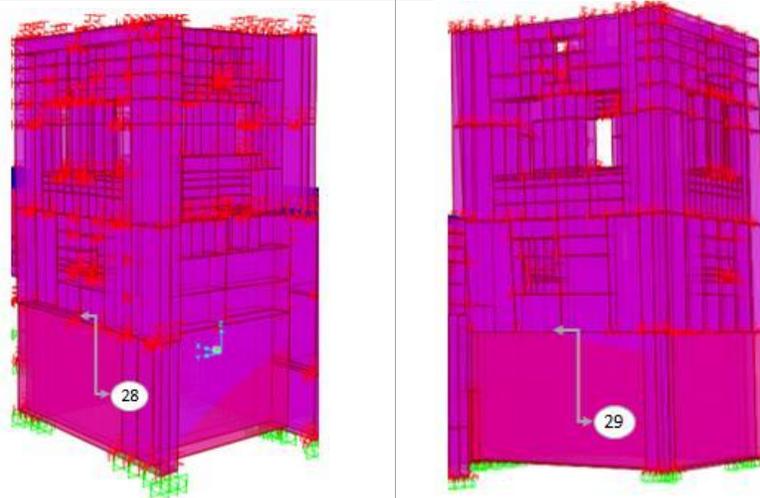
Esfuerzo S33 en la unión muro - sobrecimiento del muro de Pies



Esfuerzo S33 en la unión muro - sobrecimiento del muro de la Epístola



Esfuerzo S33 en la unión del muro - sobrecimiento de la Torre



Fuente: Propia

4.2.11. CUADRO RESUMEN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES

Tabla 147 Resumen de la evaluación cuantitativa de la estructura actual del templo

CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN CUANTITATIVA								
ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES								
INDICADORES		UND.	CALCULADO	NORMADO	OBSERVACIÓN		TABLA O FIGURAS	
					Se cumple	No se cumple		
ESFUERZO AXIAL	Nave del templo	Muro de la Epístola	kg/cm2	1.725	1.08		X	Tabla 85
		Muro del Evangelio	kg/cm2	1.665	1.08		X	Tabla 85
		Muro de pies	kg/cm2	1.778	1.08		X	Tabla 85
		Muro testero	kg/cm2	1.719	1.08		X	Tabla 85
	Torre	kg/cm2		1.08		X	Tabla 85	
	Sacristía	kg/cm2	2.946	1.08		X	Tabla 85	
ESPESOR MÍNIMO DE MUROS	Nave del templo	Muro de la Epístola	cm	151.00	34.30mas norma de adobe	X		Tabla 84
		Muro del Evangelio	cm	131.00	34.30	X		Tabla 84
		Muro de pies	cm	74.00	34.30	X		Tabla 84
		Muro testero	cm	114.00	34.30	X		Tabla 84
	Torre	Muro x1	cm	130.00	62.25	X		Tabla 84
		Muro y1	cm	267.00	62.25	X		Tabla 84
		Muro y1	cm	151.00	62.25	X		Tabla 84
	Sacristía	Muro x1	cm	110.00	19.30	X		Tabla 84
		Muro y1	cm	86.00	19.30	X		Tabla 84
		Muro y2	cm	110.00	19.30			Tabla 84
CARGA CRÍTICA EN LOS MUROS	Nave del templo	Muro de la Epístola	tn	2108.07	887.86	X		Tabla 87
		Muro del Evangelio	tn	1385.76	915.25	X		Tabla 87
		Muro de pies	tn	56.37	99.20		X	Tabla 87
		Muro testero	tn	197.98	145.77	X		Tabla 87
	Torre	tn	738.07	710.75	X		Tabla 87	
	Sacristía	tn	1069.1	168.64	X		Tabla 87	
DESPLAZAMIENTO MÁXIMO LATERAL	En x	Muro de la Epístola	cm	3.65	3.43		X	Tabla 125
		Muro del Evangelio	cm	10.54	3.43		X	Tabla 125
		Muro de Pies	cm	4.75	3.43		X	Tabla 125
		Muro Testero	cm	3.97	3.43		X	Tabla 125
		Torre	cm	2.69	6.23	X		Tabla 125
		Sacristía	cm	0.086	1.93	X		Tabla 125

En y	Muro de la Epístola	cm	2.64	3.43	X		Tabla 126
	Muro del Evangelio	cm	1.01	3.43	X		Tabla 126
	Muro de Pies	cm	1.57	3.43	X		Tabla 126
	Muro Testero	cm	5.60	3.43		X	Tabla 126
	Torre	cm	4.00	6.23		X	Tabla 126
	Sacristía	cm	0.40	1.93	X		Tabla 126

Fuente: Propia

4.2.12. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL NIVEL DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LA ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES

El nivel de seguridad estructural del templo San Cosme y San Damián de Lares se evaluó en base a cuatro características estudiadas en la presente tesis: la calidad de las unidades de adobe que conforman el muro, el espesor mínimo de los muros y los desplazamientos y periodos de la estructura del templo. En la tabla 148 se compararon los valores representativos de cada nivel de seguridad estructural Aceptable, Bajo y de Peligro con los valores hallados en la investigación. Se puede observar que la única característica en la cual el templo cumple con un nivel Aceptable es la de espesor mínimo de los muros. Concluyendo que el templo San Cosme y San Damián de Lares presenta un nivel de seguridad estructural de Peligro.

Tabla 148 Análisis del nivel de seguridad del templo

ANÁLISIS DEL NIVEL DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN				
Característica	Nivel	Valores	Valores hallados	Observaciones
Calidad del adobe	Aceptable	$X \geq 12 \text{ kg/cm}^2$	-	Valor resultante del ensayo de compresión
	Bajo	$12 \text{ kg/cm}^2 \geq X \geq 8 \text{ kg/cm}^2$	-	
	De peligro	$X \leq 8 \text{ cm}$	6.76 Kg/cm ²	
Espesor mínimo de los muros	Aceptable	$X \geq 34.30 \text{ cm}$	151 cm	Espesor máximo de muro
	Bajo	$34.30 \text{ cm} \geq X \geq 20 \text{ cm}$	-	
	De peligro	$X \leq 20 \text{ cm}$	-	
Desplazamientos laterales	Aceptable	$X \leq 4 \text{ cm}$	-	Desplazamiento mayor
	Bajo	$4 \text{ cm} \leq X \leq 8 \text{ cm}$	-	
	De peligro	$X \geq 8 \text{ cm}$	10.54 cm	
Periodos de la estructura	Aceptable	$X \leq 0.7 \text{ s}$	-	Periodo promedio
	Bajo	$0.7 \text{ s} \leq X \leq 1.2 \text{ s}$	-	
	De peligro	$X \geq 1.2 \text{ s}$	1.64 s	

4.3. ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN NORMADA - ANÁLISIS CUANTITATIVO

4.3.1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ADOBE COLONIAL CON EMPASTADO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO

Al reforzar las unidades de adobe con empastado de fibras de polipropileno, se observó un incremento en su respuesta a compresión; mejorando en un 32% con respecto al adobe colonial simple.

Tabla 149 $f'o$ de los adobes ensayados

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE COLONIAL	
Adobe	$f'o$ (kg/cm ²)
Adobe colonial más empastado	8.93

Fuente: Propia

4.3.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE COMPRESIÓN DE LOS PRISMAS DE ADOBE COLONIAL CON EMPASTADO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO

Los prismas de adobe colonial reforzados con el empaste de fibras de polipropileno aumentaron su resistencia a compresión mínimamente (1.47 kg/cm²) a comparación de los prismas de adobe colonial simple, aun no pudiendo alcanzar el valor establecido en la norma adobe E. 080 (2 kg/cm²).

Tabla 150 Esfuerzo admisible a compresión de los prismas de adobe colonial

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ADOBE COLONIAL		
Adobe	$f'm$ (kg/cm ²)	Esfuerzo admisible a compresión en el muro (kg/cm ²)
Adobe colonial más empastado	5.86	1.47

Fuente: Propia

4.3.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CARGA CRÍTICA EN LOS MUROS DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN

Se determinó la carga crítica en toneladas de cada muro que conforma la estructura del templo reforzados con el empaste de fibras de polipropileno, luego se compararon con las magnitudes del metrado de cargas, es decir sus solicitaciones actuales; teniendo como resultado que en la nave del templo, el muro de Pies es el que excede su carga crítica por 34.62Tn. Obteniendo cargas críticas mayores en un 13 % a la de los muros sin empaste.

Tabla 151 Carga crítica en los muros del templo

CÁLCULO DE LA CARGA CRÍTICA DE LOS MUROS DEL TEMPLO		
Muro	Carga Crítica (Tn)	Carga actual del muro (Tn)
Muro del Evangelio	1592.83	915.25
Muro de la Epístola	2423.07	887.86
Muro de Pies	64.80	99.20
Muro Testero	227.56	145.77
Muros de la Torre	848.36	710.75
Muro de la Sacristía	1228.85	168.64

Fuente: Propia.

4.3.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN

4.3.4.1. Frecuencias y periodos del templo San Cosme y San Damián de Lares en caso modal

Luego de realizar el análisis estructural del templo en el software, se obtuvieron distintas magnitudes de periodos y frecuencias, pudiendo observarse que la tendencia en los periodos de los cinco primeros modos es descendente, siendo más bajo en el modelo de la estructura rigidizada del templo, con un periodo de 0.52 s en el quinto nodo. En cambio, las frecuencias fueron en aumento, siendo la mayor 1.9 en el modelo de la estructura rigidizada del templo en el quinto modo.

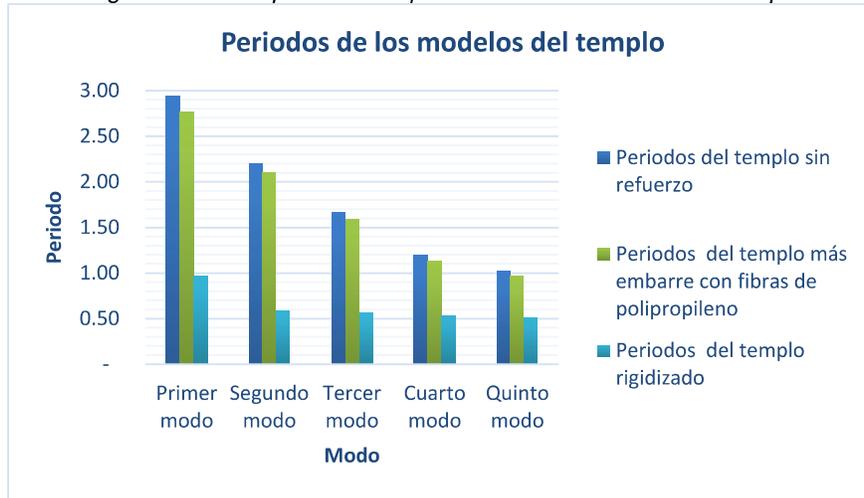
Tabla 152 Periodos y frecuencias del modelo del templo más empaste con fibras de polipropileno con carga tipo MODAL

Modo	Periodo (T)	Frecuencia (F)
Primer modo	2.7625	0.3619
Segundo modo	2.1090	0.4730
Tercer modo	1.5820	0.6310

Cuarto modo	1.1330	0.8820
Quinto modo	0.9663	1.0347

Fuente: Propia

Figura 154 Comparación de periodos de los modelos del templo



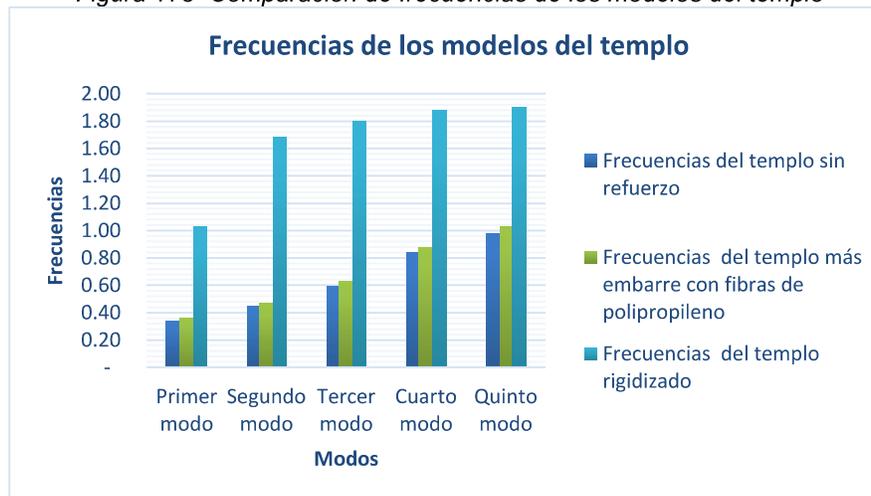
Fuente: Propia

Tabla 153 Periodos y frecuencias del modelo del templo rigidizado con carga tipo MODAL

PERIODOS Y FRECUENCIAS DEL MODELO DEL TEMPLO RIGIDIZADO CON CARGA TIPO MODAL		
Modo	Periodo (T)	Frecuencia (F)
Primer modo	0.9660	1.0340
Segundo modo	0.5920	1.6860
Tercer modo	0.5550	1.7990
Cuarto modo	0.5320	1.8770
Quinto modo	0.5240	1.9070

Fuente: Propia

Figura 173 Comparación de frecuencias de los modelos del templo



Fuente: Propia

4.3.5. DESPLAZAMIENTOS RECUPERADOS OBTENIDOS EN LAS DIRECCIONES X y Y DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL DE RESTAURACIÓN SOMETIDOS A CARGA TIPO SISMO

4.3.5.1. Desplazamientos recuperados en dirección x

Se seleccionaron los desplazamientos con mayor magnitud en la dirección X de las distintas zonas del templo y se compararon en los dos modelos del templo posterior a una intervención estructural.

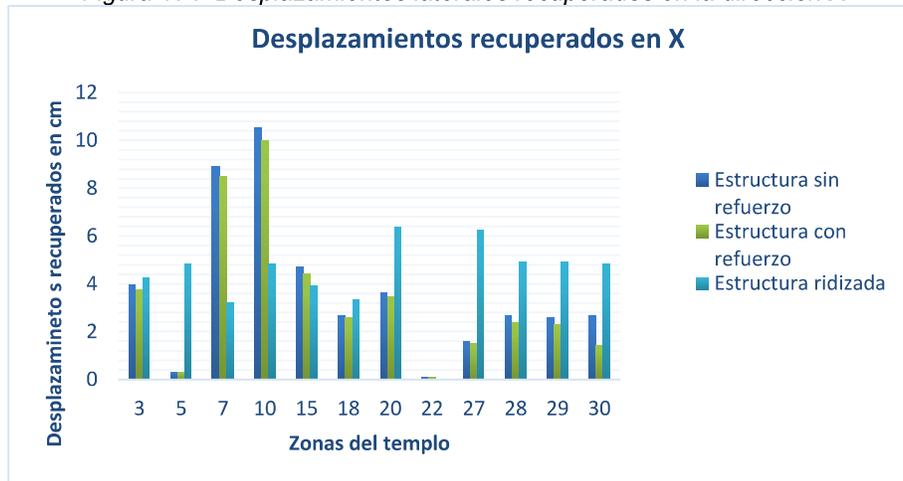
En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, los mayores desplazamientos se presentan en el muro del Evangelio, específicamente en la parte superior central con 10.03 cm y en la primera ventana con 8.5 cm. En el modelo de la estructura rigidizada del templo, los mayores desplazamiento están en la parte superior del muro de la Epístola con 6.34 cm y en el muro X1 de la Torre con 6.23 cm.

Tabla 154 Desplazamientos laterales recuperados para carga tipo SISMO en la dirección X

DESPLAZAMIENTOS RECUPERADOS (cm)				
Tipo de carga SISMO				
Zona del templo			Estructura más empaste	Estructura rigidizada
			X	X
Muro Testero	3	1er contrafuerte	3.7795	4.2774
Muro del evangelio	5	Extremo libre	0.2928	4.8145
	7	1era ventana	8.5030	3.2168
	10	Parte superior central	10.0305	4.8145
Muro de Pies	15	Ventana	4.4598	3.9346
Muro de la Epístola	18	1era ventana	2.5794	3.3199
	20	Parte superior central	3.4612	6.3482
Muros de sacristía	22	Muro X1	0.0864	0.0486
Muro de la Torre	27	Muro X1	1.4861	6.2348
	28	Muro Y1	2.4150	4.9110
	29	Muro Y2	2.3255	4.9492
	30	Muro X2	1.4300	4.8145

Fuente: Propia

Figura 174 Desplazamientos laterales recuperados en la dirección X



Fuente: Propia

4.3.5.2. Desplazamientos recuperados en dirección Y

En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, los mayores desplazamientos se presentan en el muro del Evangelio, específicamente en la parte superior central con 5.12 cm y en el ventanal con 4.52 cm. En el modelo de la estructura rigidizada del templo, los mayores desplazamientos están en la parte superior central del mismo muro con 18.62 cm y en su ventanal con 14.87 cm.

Tabla 155 Desplazamientos laterales recuperados para carga tipo SISMO en la dirección Y

DESPLAZAMIENTOS RECUPERADOS (cm)				
Tipo de carga SISMO				
Zona del templo			Estructura más empaste	Estructura rigidizada
			Y	Y
Muro Testero	1	Parte superior central	5.1298	18.6221
	2	Ventanal	4.5220	14.8748
	3	Primer contrafuerte	2.5712	11.4885
	4	Segundo contrafuerte	4.1374	11.3921
Muro del evangelio	5	Extremo libre	0.9795	5.0291
	6	Puerta de la Sacristía	0.5153	0.7603
	13	Puerta de la Torre	0.5074	1.3558
Muro de Pies	14	Puerta principal	1.1598	3.0750
	15	Ventana	1.6168	5.1564
	16	Parte superior central	1.5458	5.2403
Muro de la Epístola	17	Extremo libre	2.3714	5.0291
Muros de sacristía	26	Segundo contrafuerte	0.3845	0.2796
Muro de la Torre	27	Muro X1	1.5101	5.0816
	28	Muro Y1	1.8740	5.2596
	29	Muro Y2	3.7295	6.4914
	30	Muro X2	1.4300	5.0816

Figura 175 Desplazamientos laterales recuperados en la dirección Y



Fuente: Propia.

4.3.6. REACCIONES EN LOS APOYOS OBTENIDOS EN LAS DIRECCIONES X y Y DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES SOMETIDO A CARGA TIPO SISMO

4.3.6.1. Reacciones en los apoyos en dirección X

Se seleccionaron los desplazamientos con mayor magnitud en la dirección X de las distintas zonas del templo y se compararon en los dos modelos del templo posterior a una intervención estructural. En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, las mayores reacciones en los apoyos se presentan en la torre, específicamente en el muro Y1 (lado derecho) con 173 Kg y en el muro Y2 (extremo izquierdo) con 194.09Kg. En el modelo de la estructura rigidizada del templo, las mayores reacciones en los apoyos se presentan en el muro Y1 (lado izquierdo) con 1'278,088.9 Kg y en el muro Y2 (extremo izquierdo) con 449.258 Kg.

Tabla 156 Reacciones en los apoyos para carga tipo SISMO en dirección X

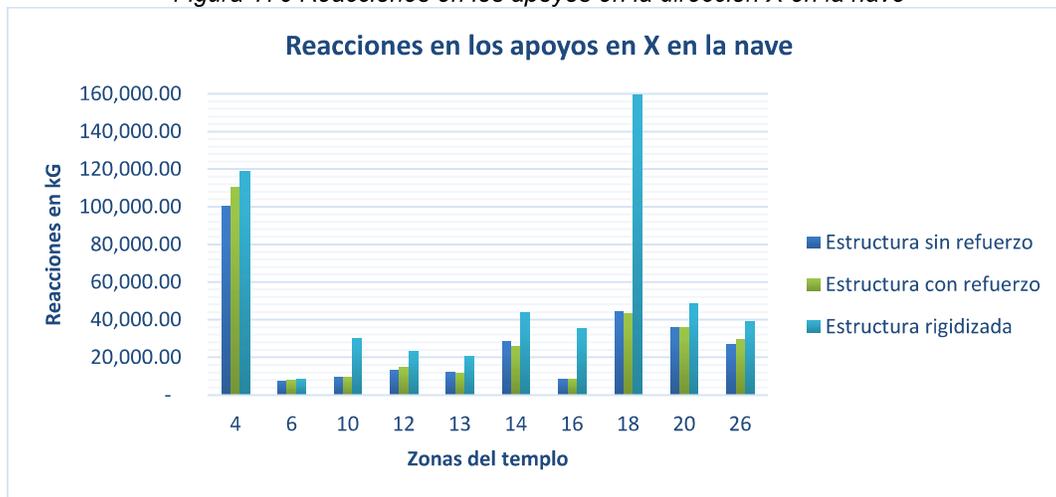
REACCIONES EN LOS APOYOS en Kg				
Tipo de carga SISMO				
Zona del templo			Estructura más empastado kg	Estructura rigidizada kg
			X	X
Muro Testero	4	Extremo izquierdo	110,089.71	118,508.78
	6	Puerta sacristía (lado derecho)	7,782.20	8,662.16
Muro del evangelio	10	Extremo derecho	9,252.24	30,200.10
	12	Segundo contrafuerte	14,744.69	23,455.20
	13	Puerta torre (lado derecho)	11,440.18	20,874.52



	14	Puerta torre (lado izquierdo)	26,219.81	43,799.70
Muro de Pies	16	Puerta principal (lado izquierdo)	8,662.50	35,575.65
	18	Extremo izquierdo	43,342.02	159,322.24
Muro de la Epístola	20	Contrafuerte	35,851.63	48,819.60
Muros de sacristía	26	Muro Y2 (extremo derecho)	29,958.03	39,028.67
Muro de la Torre	30	Muro X1 (extremo derecho)	22,308.08	53,123.06
	31	Muro X1 (extremo izquierdo)	12,667.86	55,694.26
	32	Muro Y1 (extremo derecho)	173,005.22	1,278,088.93
	33	Muro Y1 (extremo izquierdo)	82,020.76	250,033.12
	35	Muro Y2(extremo izquierdo)	194,098.71	449,258.51

Fuente: Propia.

Figura 176 Reacciones en los apoyos en la dirección X en la nave



Fuente: Propia.

Figura 177 Reacciones en los apoyos en la dirección X en la torre



Fuente: Propia.

4.3.6.2. Reacciones en los apoyos en dirección Y

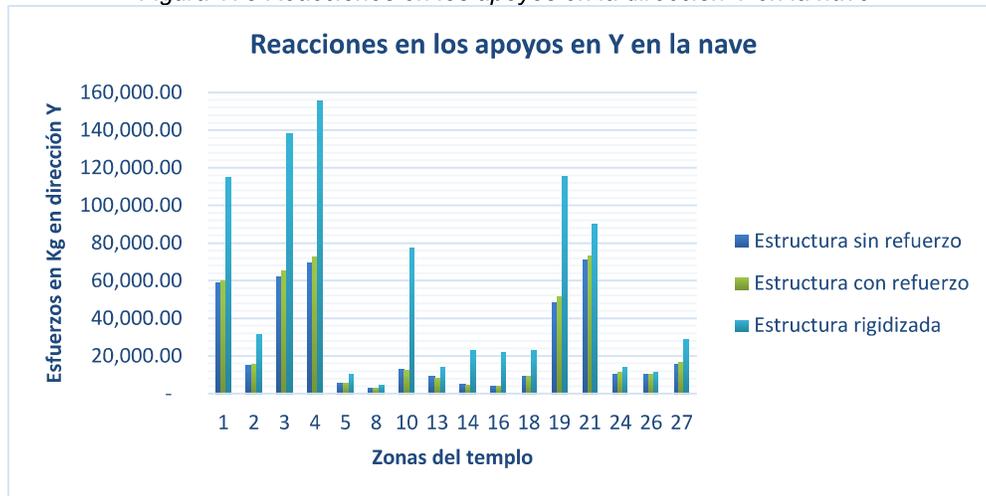
En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, las mayores reacciones en los apoyos se presentan en la torre, específicamente en el muro Y1 (lado derecho) con 199.77 Kg y en el muro Y2 (extremo derecho) con 1'723,925.93 Kg. En el modelo de la estructura rigidizada del templo, las mayores reacciones en los apoyos se presentan en el muro Y1 (lado derecho) con 484,827.87 Kg y en el muro Y2 (extremo derecho) con 2'560,050.11 Kg.

Tabla 157 Reacciones en los apoyos para carga tipo SISMO en dirección Y

REACCIONES EN LOS APOYOS en Kg				
Tipo de carga SISMO				
Zona del templo			Estructura más empastado kg	Estructura rigidizada kg
			Y	Y
Muro Testero	1	Primer contrafuerte	60,189.46	114,867.05
	2	Segundo contrafuerte	15,747.85	32,148.42
	3	Extremo derecho	65,357.53	138,402.61
	4	Extremo izquierdo	72,964.29	155,501.02
Muro del evangelio	5	Extremo izquierdo	5,638.27	10,272.26
	8	Puerta lateral (lado derecho)	2,893.13	4,356.86
	10	Extremo derecho	12,407.28	77,052.85
	13	Puerta torre (lado derecho)	8,387.69	13,936.67
Muro de Pies	14	Puerta torre (lado izquierdo)	4,560.42	23,194.26
	16	Puerta principal (lado izquierdo)	4,015.78	21,865.19
Muro de la Epístola	18	Extremo izquierdo	9,493.46	23,227.03
	19	Extremo izquierdo	51,476.03	115,563.37
Muros de sacristía	21	Extremo derecho	73,278.05	89,879.30
	24	Muro Y1 (extremo derecho)	11,252.30	13,752.42
	26	Muro Y2 (extremo derecho)	10,280.32	11,456.61
Muro de la Torre	27	Muro Y2(extremo izquierdo)	16,873.15	28,523.61
	30	Muro X1 (extremo derecho)	32,731.25	91,308.60
	31	Muro X1 (extremo izquierdo)	15,862.41	58,887.42
	33	Muro Y1 (extremo izquierdo)	173,220.84	484,827.87
	34	Muro Y2 (extremo derecho)	1,723,925.93	2,560,050.11

Fuente: Propia

Figura 178 Reacciones en los apoyos en la dirección Y en la nave



Fuente: Propia.

Figura 179 Reacciones en los apoyos en la dirección Y en la torre



Fuente: Propia

4.3.7. ESFUERZOS OBTENIDOS EN LAS DIRECCIONES X y Y DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES, SOMETIDO A ESFUERZOS S11, S22 Y S33

4.3.7.1. Esfuerzos en los muros

4.3.7.1.1. Esfuerzos en los muros sometidos a esfuerzos S11

Se seleccionaron los esfuerzos con mayor magnitud de las distintas zonas del templo y se compararon en los dos modelos del templo posterior a una intervención estructural sometidos a esfuerzos S11. En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, los mayores esfuerzos se presentan en el muro del

Evangelio, específicamente en la puerta de la Sacristía con 27.65 Kg/cm² y en la primera ventana del mismo muro con 23.04 Kg/cm². En el modelo de la estructura rigidizada del templo, los mayores esfuerzos se presentan en la ventana del muro Testero, con 12.01 Kg/cm² y en la puerta de la sacristía del muro del Evangelio con 16.04 Kg/cm².

❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en los muros del Templo sometidos a esfuerzos S11**

Tabla 158 Esfuerzos del templo zona del muro sometido a carga tipo SISMO (S11)

ESFUERZOS EN EL MURO (Kg /cm ²)				
Tipo de carga SISMO S11				
Zona del templo			Estructura más empaste Kg/cm ²	Estructura rigidizada Kg/cm ²
Muro Testero	2	Ventana	3.000	12.010
Muro del evangelio	3	Puerta de la Sacristía	27.650	16.040
	4	1er ventana	23.040	7.000
Muro de la Epístola	15	2da ventana	2.820	8.450
Muro de la Torre	23	Ventana superior muro X1	0.250	1.020
	26	Ventana inferior muro X1	0.088	1.340
	31	Ventana inferior muro Y1	0.520	2.870
	35	Ventana intermedia izquierda muro Y2	0.087	0.920
	36	Ventana inferior muro Y2	2.010	4.150

Fuente: Propia.

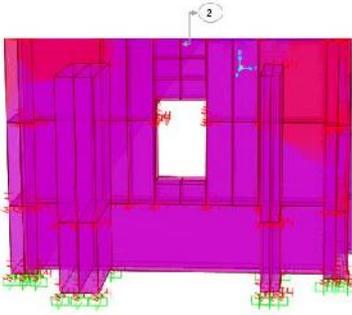
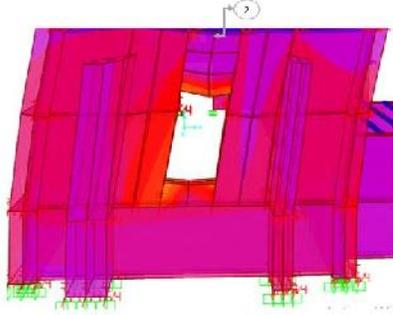
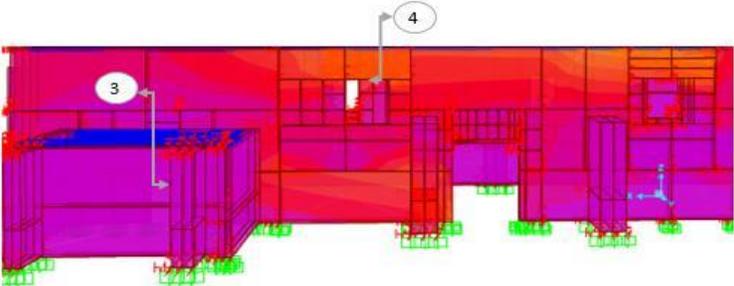
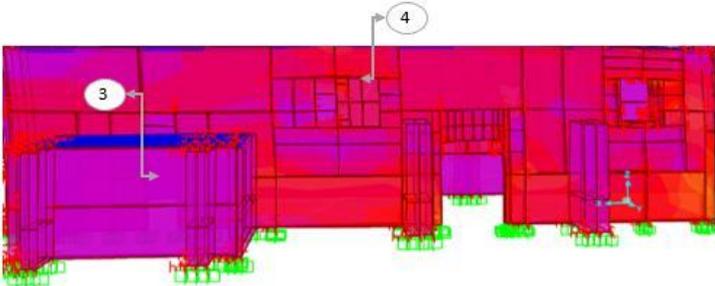
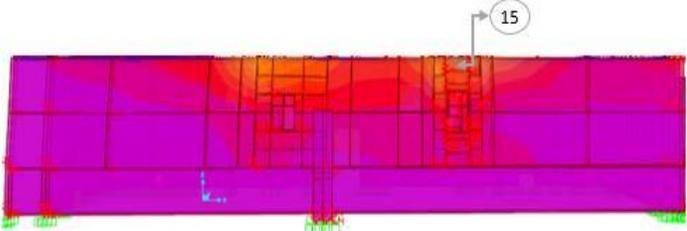
Figura 180 Esfuerzos S11 en el muro

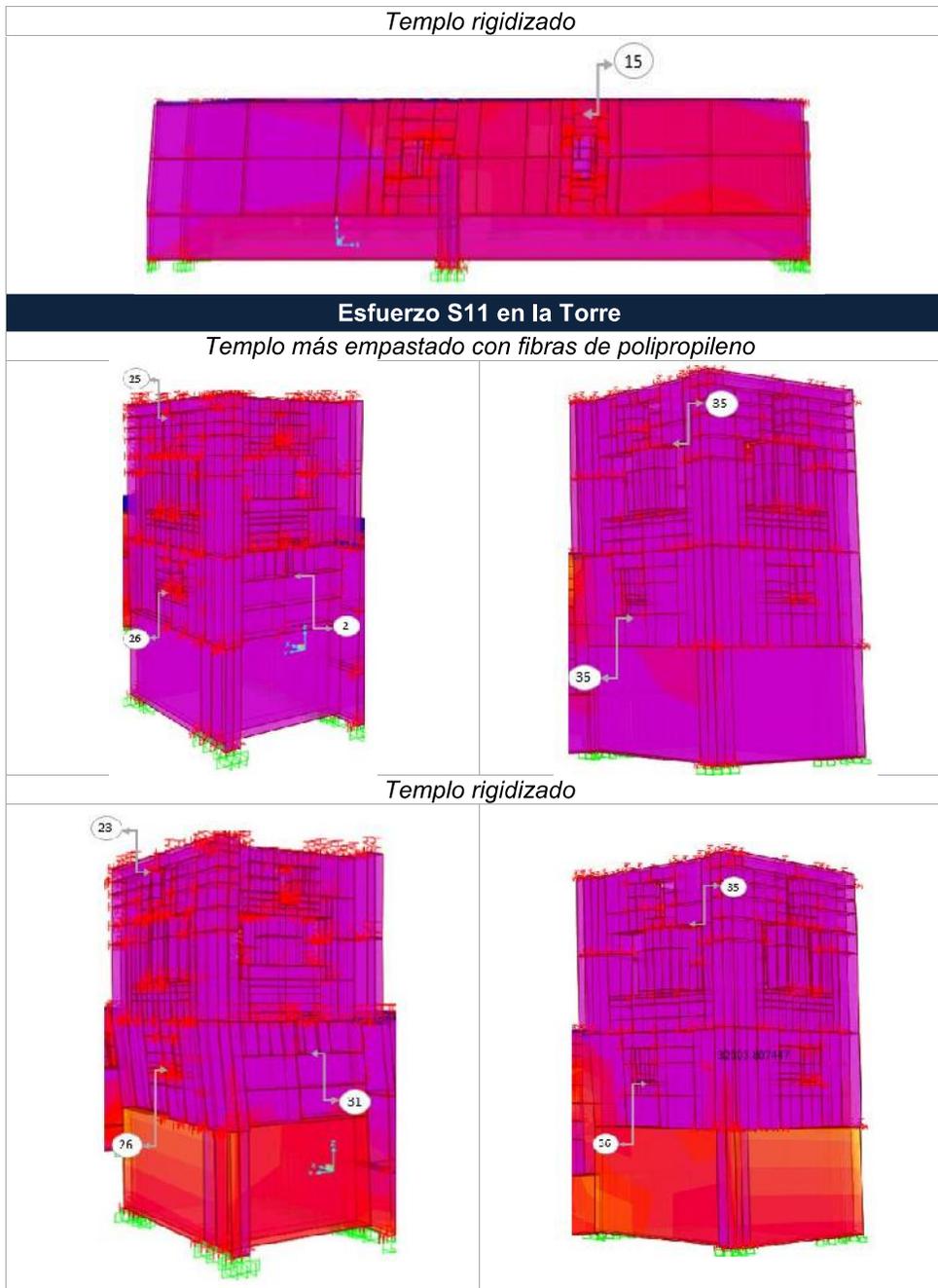


Fuente: Propia.

- ❖ **Tabla comparativa de los esfuerzos obtenidos en los muros del Templo posterior a una intervención estructural sometidos a esfuerzos S11**

Tabla 159 Esfuerzos S11 en el muro templo

Esfuerzo S11 muro Testero	
<i>Templo más empastado con fibras de polipropileno</i>	<i>Templo rigidizado</i>
	
Esfuerzo S11 muro del Evangelio	
<i>Templo más empastado con fibras de polipropileno</i>	
	
<i>Templo rigidizado</i>	
	
Esfuerzo S11 muro de la Epístola	
<i>Templo más empastado con fibras de polipropileno</i>	
	



4.3.7.1.2. Esfuerzos en los muros sometidos a esfuerzos S22

Se seleccionaron los esfuerzos con mayor magnitud de las distintas zonas del templo y se compararon en los dos modelos del templo posterior a una intervención estructural sometidos a esfuerzos S22.

En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, los mayores esfuerzos se en la primera ventana del muro del Evangelio, con 13.76 Kg/cm² y en la ventana del muro Testero con

12.71 Kg/cm². En el modelo de la estructura rigidizada del templo, los mayores esfuerzos se presentan en la ventana del muro Testero, con 29.1 Kg/cm² y en la ventana del muro de Pies con 13.76 Kg/cm².

❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en los muros del Templo sometidos a esfuerzos S22**

Tabla 160 Esfuerzos del templo zona del muro sometido a carga tipo SISMO (S22)

ESFUERZOS EN EL MURO (Kg /cm ²)				
Tipo de carga SISMO S22				
Zona del templo			Estructura más empastado Kg/cm ²	Estructura rigidizada Kg/cm ²
Muro Testero	2	Ventana	12.710	29.100
	4	1er ventana	13.760	4.670
Muro del evangelio	9	1er contrafuerte	6.840	1.650
	11	Puerta principal	2.280	7.900
Muro de Pies	12	Ventana	3.100	13.760
	15	2da ventana	5.390	2.560
Muro de la Epístola	18	Contrafuerte	5.320	2.340
	26	Ventana inferior muro X1	2.500	0.680
Muro de la Torre	31	Ventana inferior muro Y1	0.210	1.700
	35	Ventana intermedia izquierda muro Y2	0.790	2.140

Fuente: Propia.

Figura 181 Esfuerzos S22 en el muro

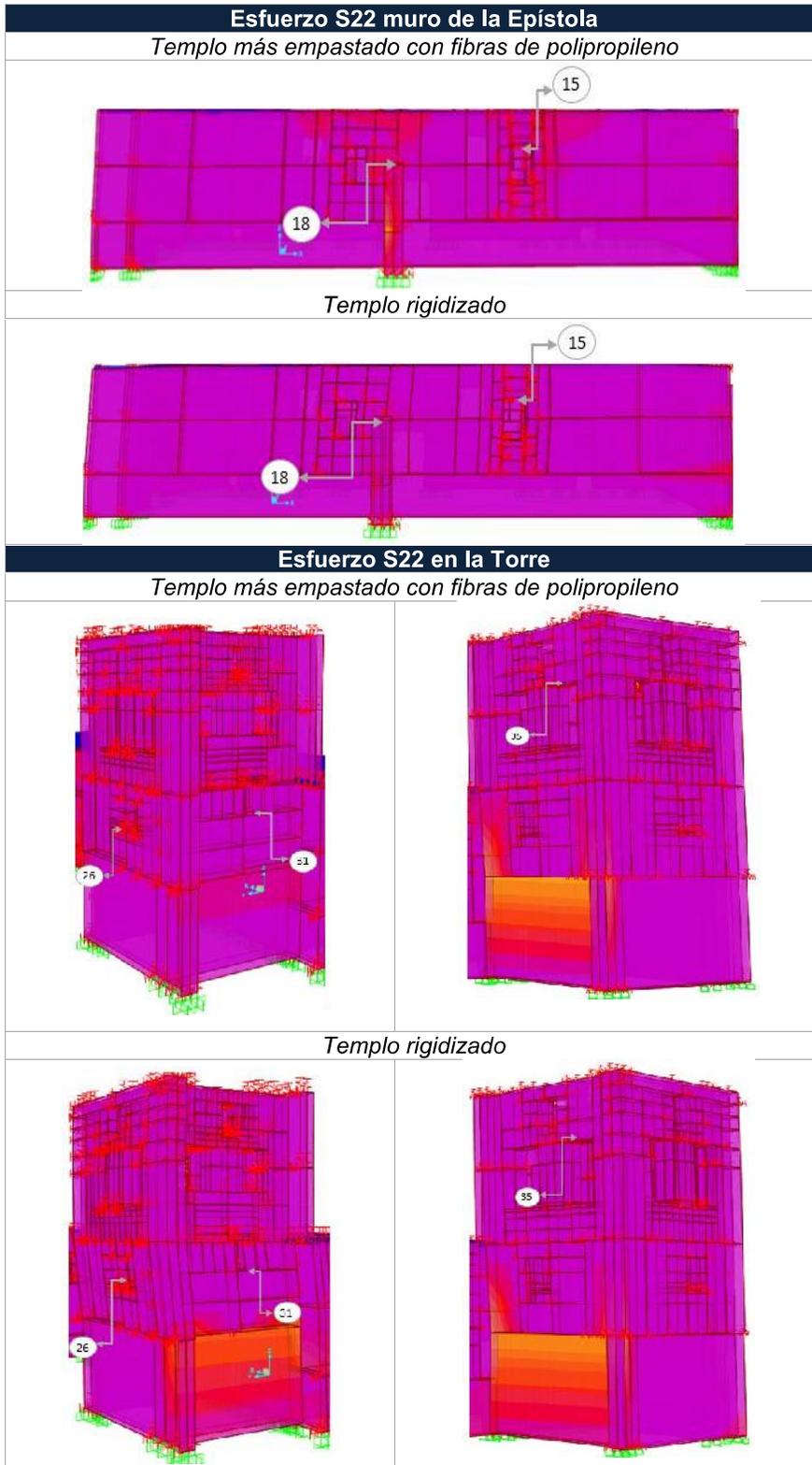


Fuente: Propia.

❖ **Tabla comparativa de los esfuerzos obtenidos en los muros del Templo posterior a una intervención estructural sometidos a esfuerzos S22**

Tabla 161 Esfuerzos S22 en el templo

Esfuerzo S22 muro Testero	
<i>Templo más empastado con fibras de polipropileno</i>	<i>Templo rigidizado</i>
Esfuerzo S22 muro del Evangelio	
<i>Templo más empastado con fibras de polipropileno</i>	
<i>Templo rigidizado</i>	
Esfuerzo S22 muro de Pies	
<i>Templo más empastado con fibras de polipropileno</i>	<i>Templo rigidizado</i>



Fuente: Propia

4.3.7.1.3. Esfuerzos en los muros sometidos a esfuerzos S33

En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, los mayores esfuerzos se presentan en la puerta de la Sacristía del muro del Evangelio, con 27.66 Kg/cm² y en la primera ventana del muro de la Epístola con 12.98 Kg/cm². En el modelo de la estructura rigidizada del templo, los mayores esfuerzos se tienen en la puerta de la Sacristía del muro del Evangelio, con 41.27 Kg/cm² y en la segunda ventana del muro de Pies con 21.97 Kg/cm².

❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en los muros del Templo sometidos a esfuerzos S33**

Tabla 162 Esfuerzos del templo zona del muro sometido a carga tipo SISMO (S33)

ESFUERZOS EN EL MURO (Kg /cm²)				
Tipo de carga SISMO S33				
Zona del templo			Estructura más empastado Kg/cm²	Estructura rigidizada Kg/cm²
Muro Testero	1	Zona superior central	0.560	2.010
	2	Ventana	2.060	8.400
Muro del evangelio	3	Puerta de la Sacristía	27.660	41.270
	6	2da ventana	2.420	5.660
	7	Zona superior central	10.880	21.440
	9	1er contrafuerte	12.970	5.240
Muro de Pies	12	Ventana	1.870	3.010
	15	2da ventana	5.610	21.970
	16	Zona superior central	3.110	18.670
	18	Contrafuerte	12.780	5.420
Muro de la Torre	25	Ventana intermedia izquierda muro X1	0.230	1.710
	26	Ventana inferior muro X1	0.630	3.630
	29	Ventana intermedia derecha muro Y1	0.059	1.220
	31	Ventana inferior muro Y1	0.380	1.210
	36	Ventana inferior muro Y2	4.120	7.780
	37	Zona superior muro X2	0.440	1.590

Fuente: Propia.

Figura 182 Esfuerzos S33 en el muro

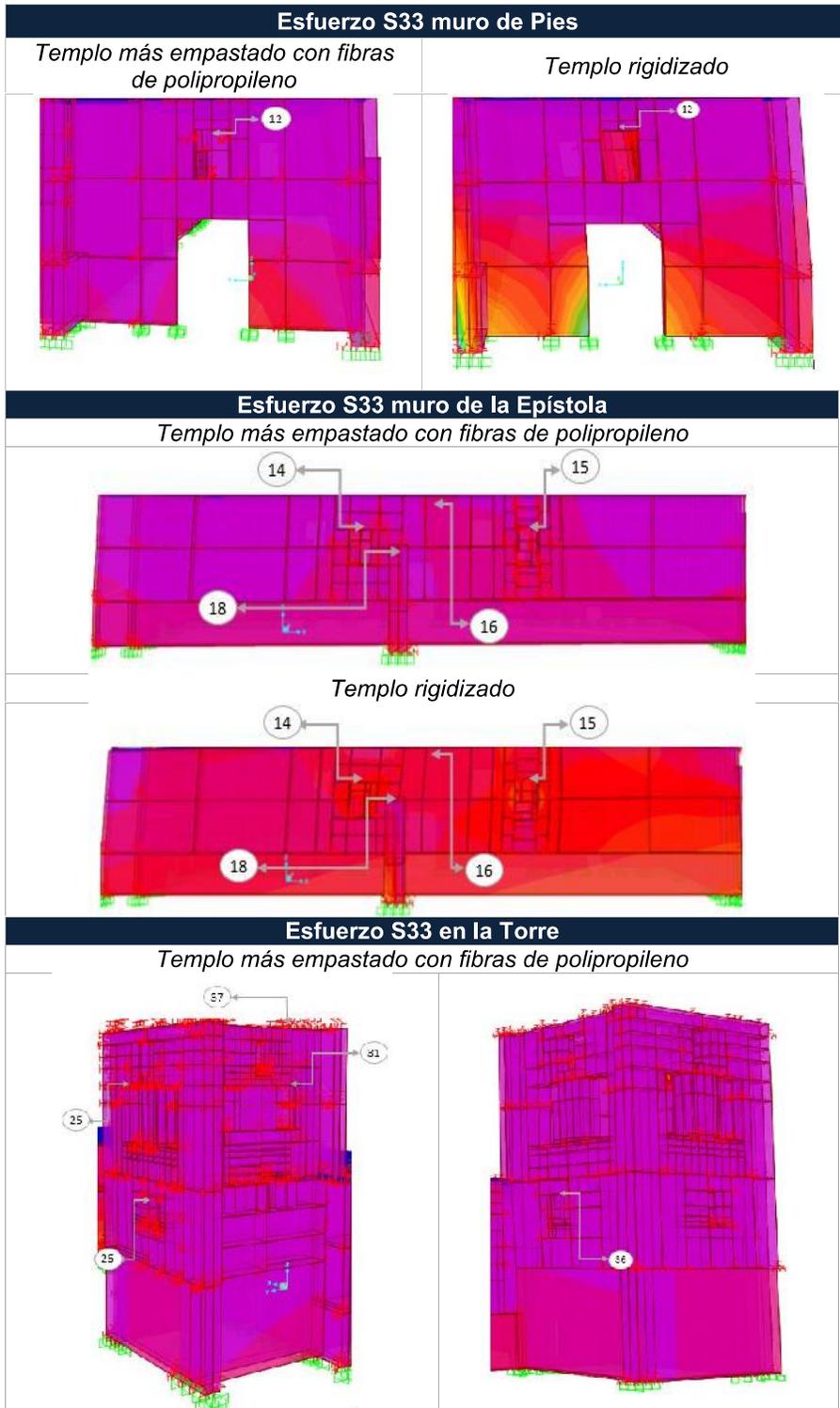


Fuente: Propia.

❖ **Tabla comparativa de los esfuerzos obtenidos en los muros del Templo posterior a una intervención estructural sometidos a esfuerzos S33**

Tabla 163 Esfuerzos S33 en el templo

Esfuerzo S33 muro Testero	
Templo más empastado con polipropileno	Templo rigidizado
Esfuerzo S33 muro del Evangelio	
Templo más empastado con fibras de polipropileno	Templo rigidizado





Fuente: Propia.

4.3.7.2. Esfuerzos en el sobrecimiento de los muros del Templo

4.3.7.2.1. Esfuerzos en el sobrecimiento de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S11

En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, los mayores esfuerzos que presentan en el sobrecimiento del muro del Evangelio son en la zona central con 6.87 Kg/cm² y en el sobrecimiento de la puerta (lado izquierdo) del muro de Pies con 5.49 Kg/cm². En el modelo de la estructura rigidizada del templo, los mayores esfuerzos se presentan en el sobrecimiento de la puerta de la torre del muro del Evangelio, con 19.73 Kg/cm² y en el sobrecimiento de la puerta (lado izquierdo) del muro de Pies con 19.75 Kg/cm².

❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en los sobrecimientos de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S11**

Tabla 164 Esfuerzos del templo zona del sobrecimiento sometido a carga tipo SISMO (S11)

ESFUERZOS EN EL SOBRECIMIENTO (Kg /cm ²)				
Tipo de carga SISMO S11				
Zona del templo		Estructura más empastado Kg/cm ²	Estructura rigidizada Kg/cm ²	
Muro del evangelio	8	Zona central	6.870	1.010
	9	Extremo libre	3.390	10.050
	12	Puerta de la Torre	4.680	19.730
Muro de Pies	14	Puerta (lado izquierdo)	5.490	19.750
	16	Extremo izquierdo	4.410	0.850
Muro de la Epístola	18	Parte central	2.110	7.150
	19	Contrafuerte	1.090	6.590

Muro de la Torre	20	Extremo derecho	3.010	6.420
	26	Muro X1 (lado derecho)	3.030	8.550
	28	Muro Y1 (lado derecho)	3.390	10.050
	29	Muro Y1 (lado izquierdo)	2.730	9.870
	30	Muro Y2 (lado derecho)	3.620	17.430

Fuente: Propia

Figura 183 Esfuerzos S11 en el sobrecimiento



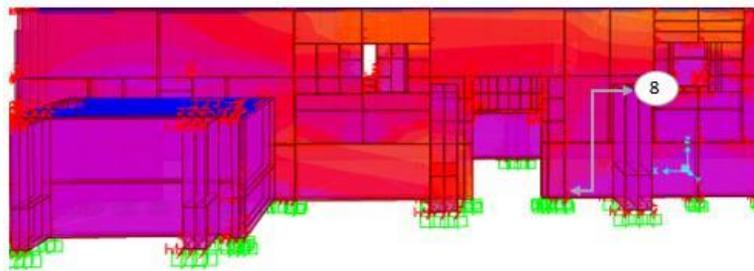
Fuente: Propia

❖ **Tabla comparativa de los esfuerzos obtenidos en el sobrecimiento del Templo posterior a una intervención estructural a esfuerzos S11**

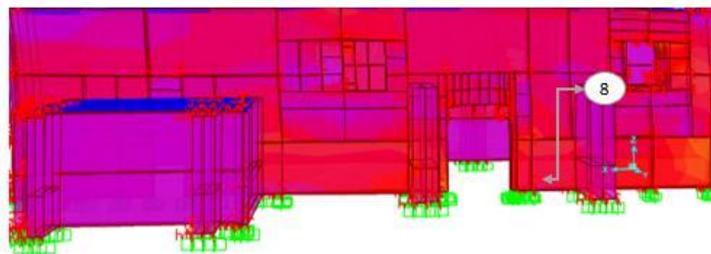
Tabla 165 Esfuerzos S11 en el sobrecimiento del templo

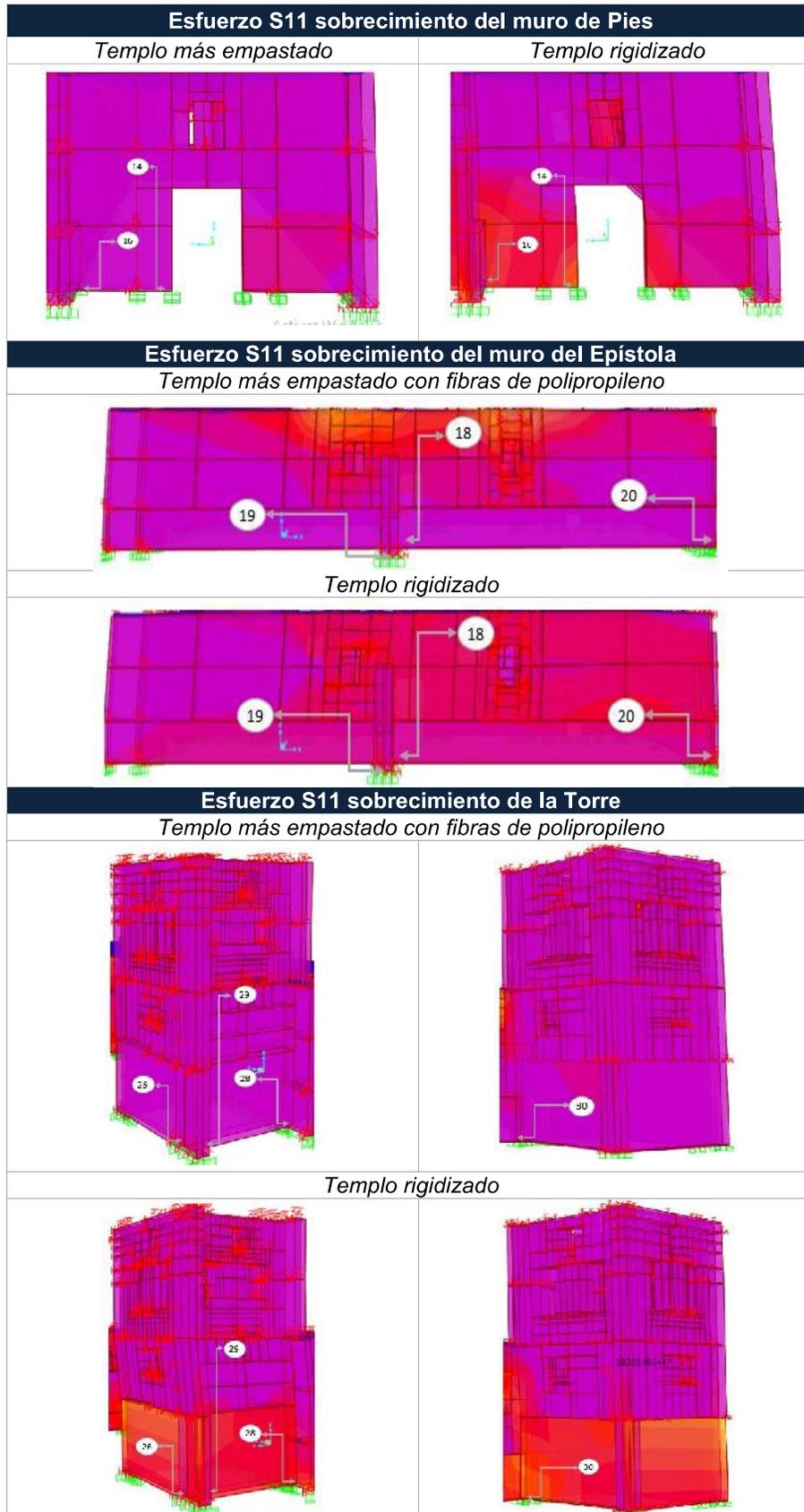
Esfuerzo S11 sobrecimiento del muro del Evangelio

Templo más empastado con fibras de polipropileno



Templo rigidizado





Fuente: Propia.

4.3.7.2.2. Esfuerzos en el sobrecimiento de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S22

En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, los mayores esfuerzos se presentan en el sobrecimiento del muro del Evangelio, en la zona central con 7.27 Kg/cm² y en el sobrecimiento de la puerta (lado izquierdo) del muro de Pies con 4.56 Kg/cm². En el modelo de la estructura rigidizada del templo, los mayores esfuerzos se presentan también en el sobrecimiento del muro del Evangelio, en la zona central con 13.11 Kg/cm² y en el sobrecimiento de la puerta (lado izquierdo) del muro de Pies con 15.58 Kg/cm².

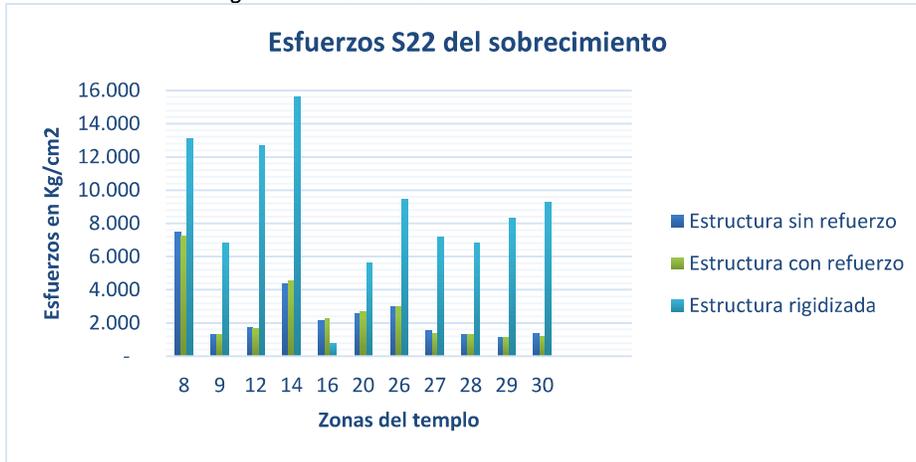
❖ Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en los sobrecimientos de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S22

Tabla 166 Esfuerzos del templo zona del sobrecimiento sometido a carga tipo SISMO (S22)

ESFUERZOS EN EL SOBRECIMIENTO (Kg /cm²)				
Tipo de carga SISMO S22				
Zona del templo			Estructura más empastado Kg/cm²	Estructura rigidizada Kg/cm²
Muro del evangelio	8	Zona central	7.270	13.110
	9	Extremo libre	1.300	6.800
	12	Puerta de la Torre	1.680	12.750
Muro de Pies	14	Puerta (lado izquierdo)	4.560	15.580
	16	Extremo izquierdo	2.360	0.750
Muro de la Epístola	20	Extremo derecho	2.780	5.620
Muro de la Torre	26	Muro X1 (lado derecho)	2.980	9.530
	27	Muro X1 (lado izquierdo)	1.380	7.170
	28	Muro Y1 (lado derecho)	1.300	6.800
	29	Muro Y1 (lado izquierdo)	1.130	8.290
	30	Muro Y2 (lado derecho)	1.220	9.250

Fuente: Propia.

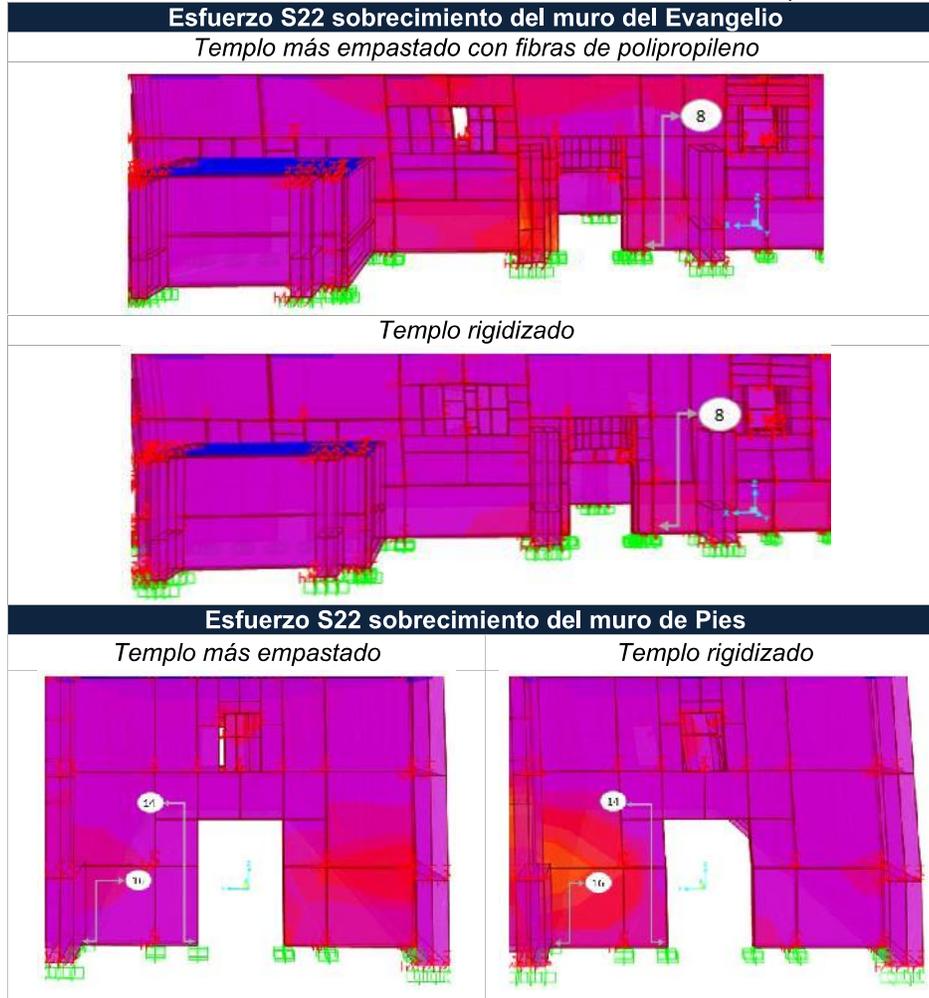
Figura 184 Esfuerzos S22 en el sobrecimiento



Fuente: Propia

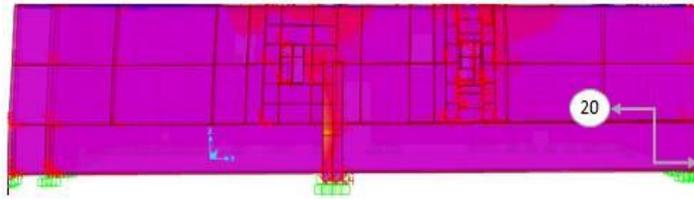
❖ **Tabla comparativa de los esfuerzos obtenidos en el sobrecimiento del Templo posterior a una intervención estructural a esfuerzos S22**

Tabla 167 Esfuerzos S22 en el sobrecimiento del muro del templo

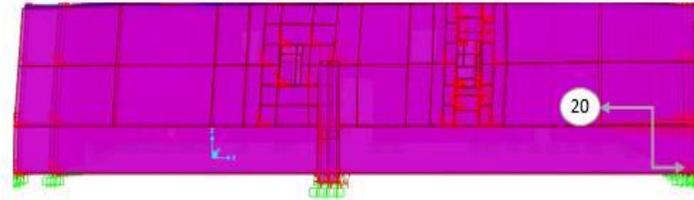


Esfuerzo S22 sobrecimiento del muro de la Epístola

Templo más empastado con fibras de polipropileno

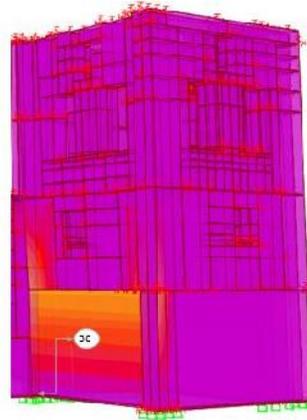
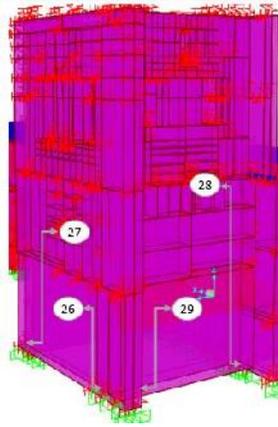


Templo rigidizado

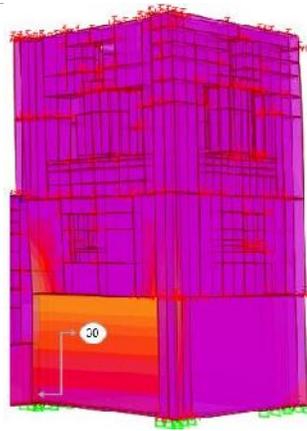


Esfuerzo S22 sobrecimiento de la Torre

Templo más empastado con fibras de polipropileno



Templo rigidizado



Fuente: Propia.

4.3.7.2.3. Esfuerzos en el sobrecimiento de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S33

En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, los mayores esfuerzos se presentan en el sobrecimiento del muro del Evangelio, en la zona central con 36.77Kg/cm² y en el sobrecimiento de la puerta de la Sacristía ubicada en el mismo muro con 26.91 Kg/cm². En el modelo de la estructura rigidizada del templo, los mayores esfuerzos se presentan en el sobrecimiento de la puerta (lado izquierdo) del muro de Pies, con 82.82 Kg/cm² y en el sobrecimiento de la puerta de la torre ubicada en el muro del Evangelio con 87.10 Kg/cm².

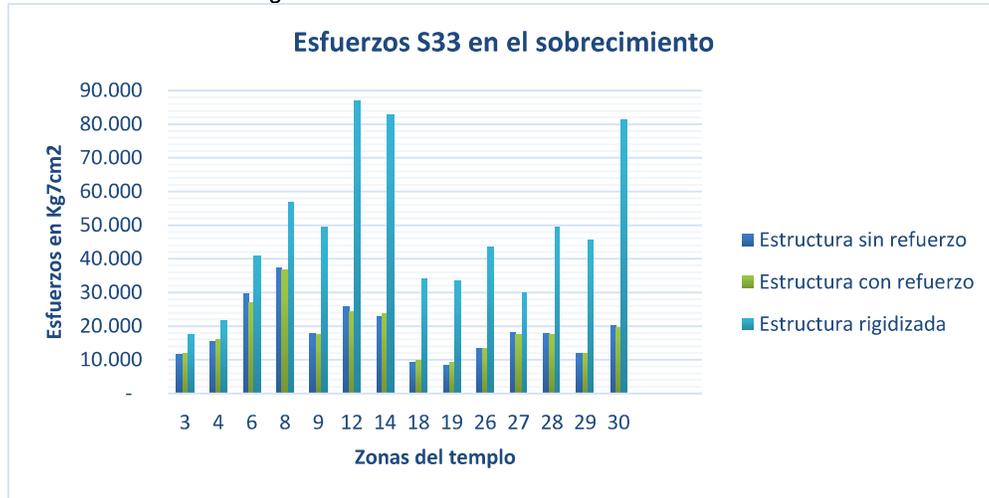
❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en los sobrecimientos de los muros del Templo sometidos a esfuerzos S33**

Tabla 168 *Esfuerzos del templo zona del sobrecimiento sometido a carga tipo SISMO (S33)*

ESFUERZOS EN EL SOBRECIMIENTO (Kg /cm²)				
Tipo de carga SISMO S33				
Zona del templo			Estructura más empastado Kg/cm²	Estructura rigidizada Kg/cm²
Muro Testero	3	2do contrafuerte	12.280	17.320
	4	Extremo izquierdo	16.140	21.490
Muro del evangelio	6	Puerta de la Sacristía	26.910	40.960
	8	Zona central	36.770	56.790
	9	Extremo libre	17.580	49.490
	12	Puerta de la Torre	24.560	87.100
Muro de Pies	14	Puerta (lado izquierdo)	23.820	82.820
Muro de la Epístola	18	Parte central	9.880	34.350
	19	Contrafuerte	9.170	33.580
Muro de la Torre	26	Muro X1 (lado derecho)	13.250	43.530
	27	Muro X1 (lado izquierdo)	17.510	30.080
	28	Muro Y1 (lado derecho)	17.580	49.490
	29	Muro Y1 (lado izquierdo)	11.940	45.690
	30	Muro Y2 (lado derecho)	19.530	81.290

Fuente: Propia.

Figura 185 Esfuerzos S33 en el sobrecimiento

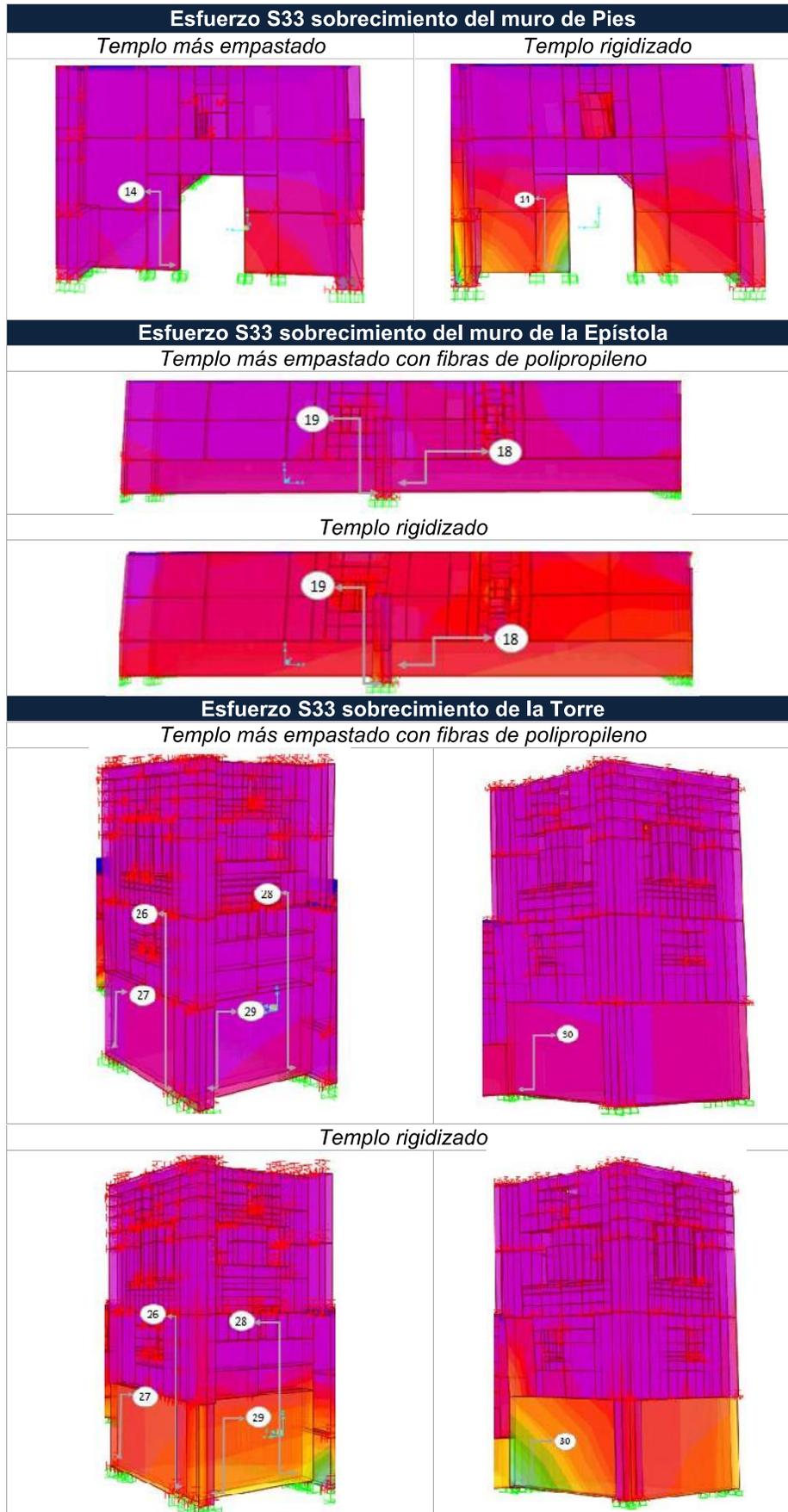


Fuente: Propia.

❖ **Tabla comparativa de los esfuerzos obtenidos en el sobrecimiento del Templo posterior a una intervención estructural a esfuerzos S33**

Tabla 169 Esfuerzos S33 en el sobrecimiento del templo

Esfuerzo S33 sobrecimiento del muro Testero	
Templo más empastado	Templo rigidizado
Esfuerzo S33 sobrecimiento del muro del Evangelio	
Templo más empastado con fibras de polipropileno	Templo rigidizado



4.3.7.3. Esfuerzos en la unión muro - sobrecimiento del Templo

4.3.7.3.1. Esfuerzos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S11

En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, los mayores esfuerzos se presentan en la unión del muro-sobrecimiento del muro del Evangelio, en la puerta de la sacristía con 27.65 Kg/cm² y en la unión presente en el contrafuerte del muro de la Epístola con 17.30 Kg/cm². En el modelo de la estructura rigidizada del templo, los mayores esfuerzos se presentan también en la unión del muro del Evangelio, en la puerta de la sacristía con 16.04 Kg/cm² y en la unión presente en el contrafuerte del muro de la Epístola con 13.46 Kg/cm².

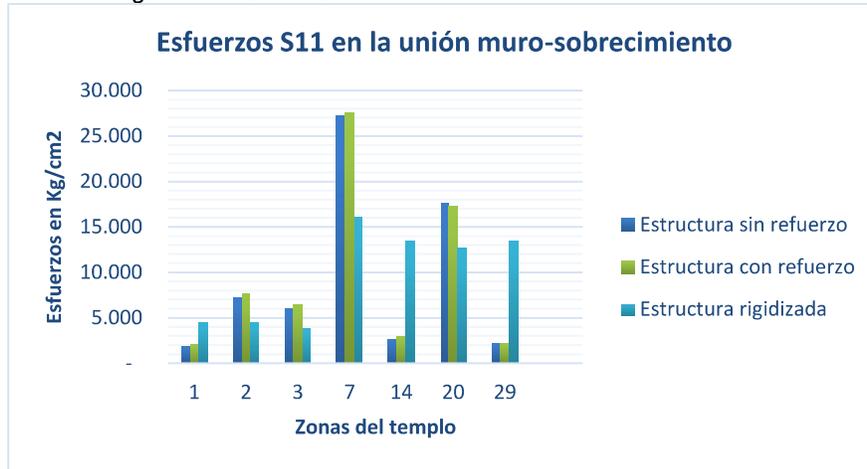
❖ Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S11

Tabla 170 Esfuerzos del templo, encuentro del muro y sobrecimiento, sometido a carga tipo SISMO (S11)

ESFUERZOS EN LA UNIÓN MURO- SOBRECIMIENTO (Kg /cm²)				
Tipo de carga SISMO S11				
Zona del templo			Estructura más empastado Kg/cm²	Estructura rigidizada Kg/cm²
Muro Testero	1	Zona central	2.010	4.500
	2	Extremo derecho	7.690	4.420
	3	1er contrafuerte	6.400	3.830
Muro del evangelio	7	Puerta de la Sacristía	27.650	16.040
Muro de Pies	14	Puerta (lado izquierdo)	2.900	13.460
Muro de la Epístola	20	Contrafuerte	17.300	12.700
Muro de la Torre	29	Muro Y2	2.210	13.430

Fuente: Propia.

Figura 186 Esfuerzos S11 en la unión muro - sobrecimiento

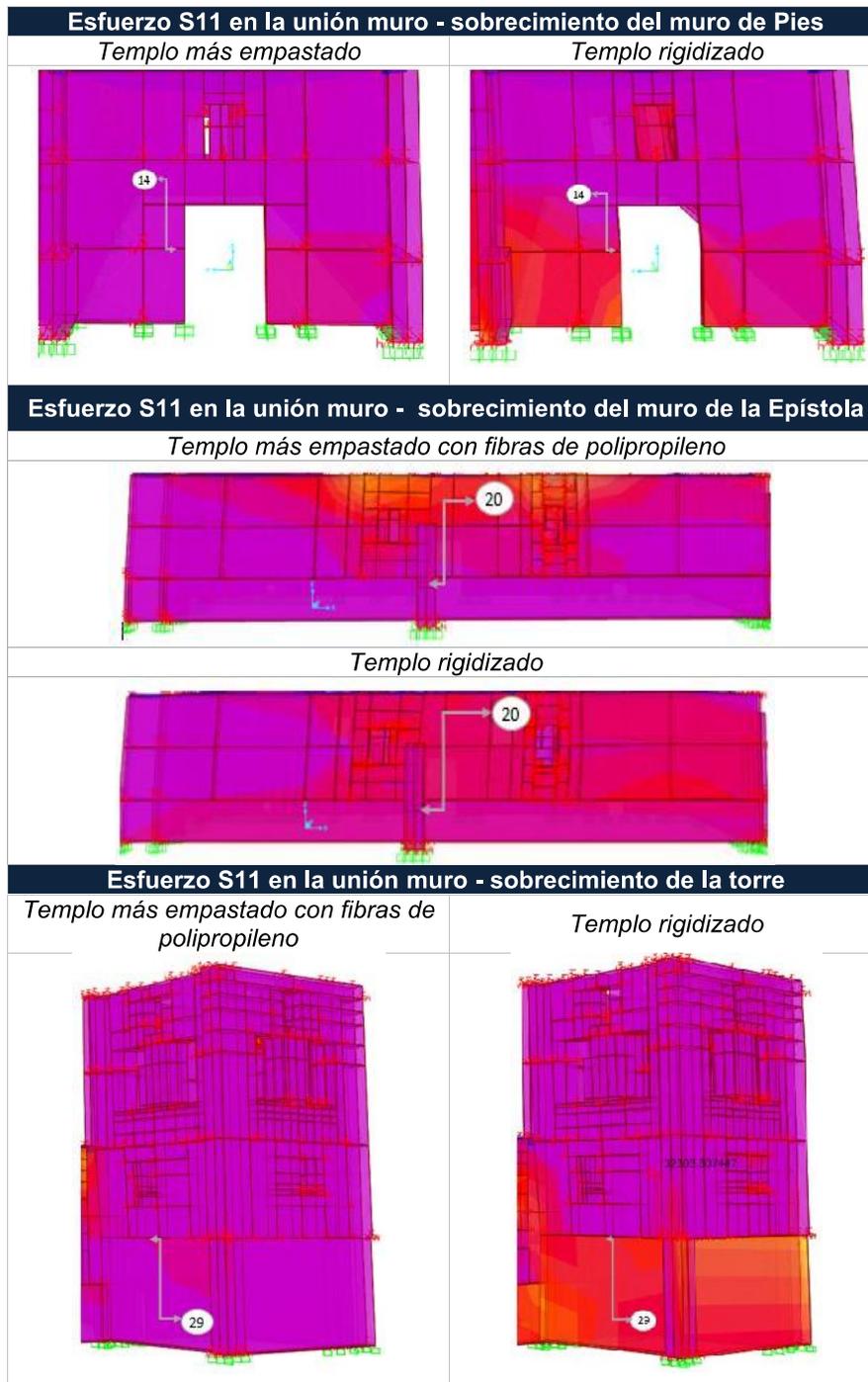


Fuente: Propia.

❖ Tabla comparativa de los mayores esfuerzos obtenidos en la unión muro - sobrecimiento del Templo posterior a una intervención estructural sometidos a esfuerzos S11

Tabla 171 Esfuerzos S11 en la unión muro -sobrecimiento del templo

Esfuerzo S11 en la unión muro - sobrecimiento del muro Testero	
Templo más empastado	Templo rigidizado
Esfuerzo S11 en la unión muro - sobrecimiento del muro del Evangelio	
Templo más empastado con fibras de polipropileno	
Templo rigidizado	



Fuente: Propia

4.3.7.3.2. Esfuerzos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S22

En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, los mayores esfuerzos se presentan en la unión del muro-sobrecimiento del muro del Evangelio, en la puerta lateral con 21.55 Kg/cm² y en la unión presente en el contrafuerte del muro de la Epístola

con 68.02 Kg/cm². En el modelo de la estructura rigidizada del templo, los mayores esfuerzos se presentan también en la unión del muro del Evangelio, en la puerta lateral con 12.96 Kg/cm² y en la unión presente en el contrafuerte del muro de la Epístola con 25.78 Kg/cm².

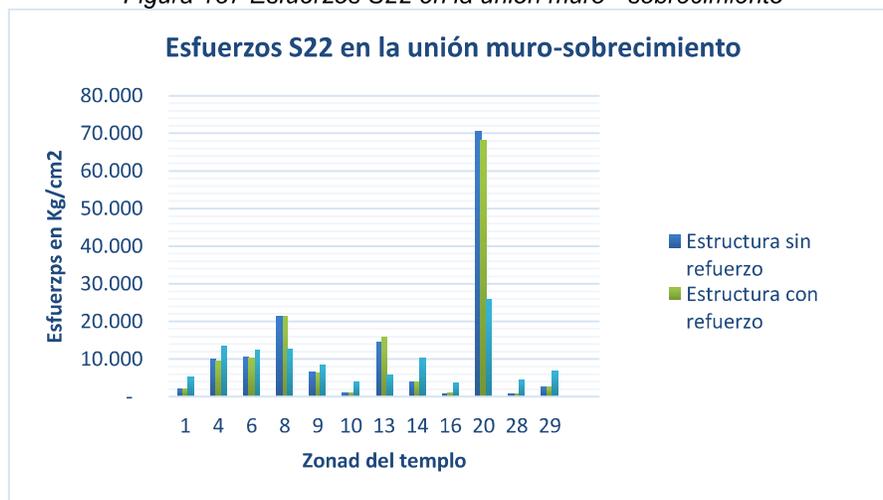
❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S22**

Tabla 172 Esfuerzos del templo, encuentro del muro y sobrecimiento, sometido a carga tipo SISMO (S22)

ESFUERZOS EN LA UNIÓN MURO- SOBRECIMIENTO (Kg /cm²)				
Tipo de carga SISMO S22				
Zona del templo			Estructura más empastado Kg/cm²	Estructura rigidizada Kg/cm²
Muro Testero	1	Zona central	2.400	5.440
	4	2do contrafuerte	9.740	13.660
Muro del evangelio	6	Extremo izquierdo	10.320	12.420
	8	Puerta lateral	21.550	12.960
	9	Zona central	6.390	8.370
	10	Extremo libre	0.980	3.820
Muro de Pies	13	Puerta (lado derecho)	15.790	6.140
	14	Puerta (lado izquierdo)	4.250	10.520
	16	Extremo izquierdo	0.950	3.760
Muro de la Epístola	20	Contrafuerte	68.020	25.780
Muro de la Torre	28	Muro Y1	0.730	4.460
	29	Muro Y2	2.580	6.850

Fuente: Propia.

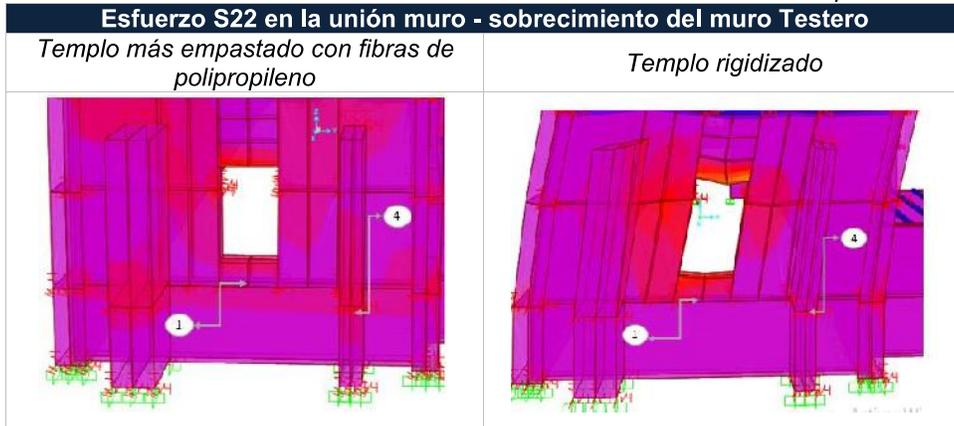
Figura 187 Esfuerzos S22 en la unión muro - sobrecimiento



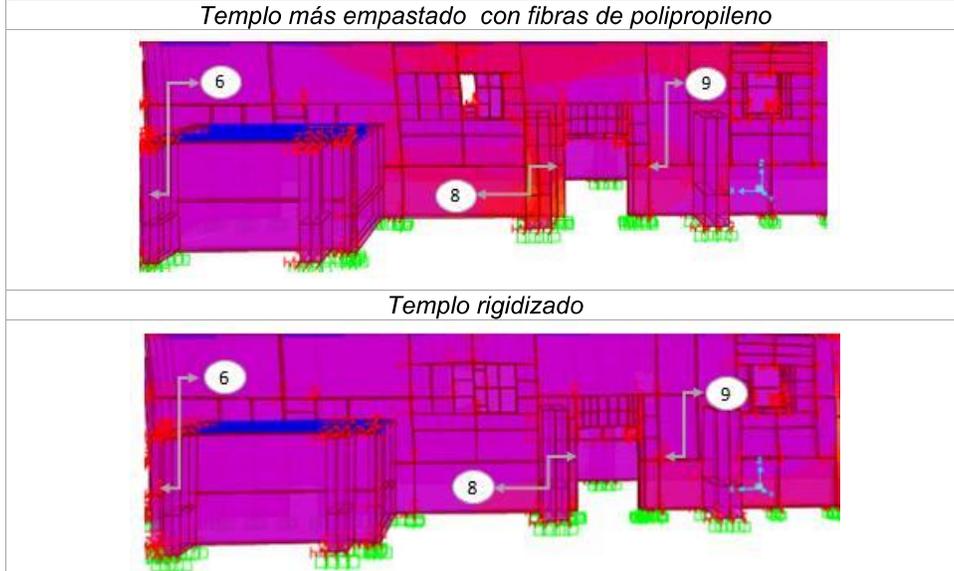
Fuente: Propia.

- ❖ **Tabla comparativa de los mayores esfuerzos obtenidos en la unión muro - sobrecimiento del Templo posterior a una intervención estructural sometidos a esfuerzos S22**

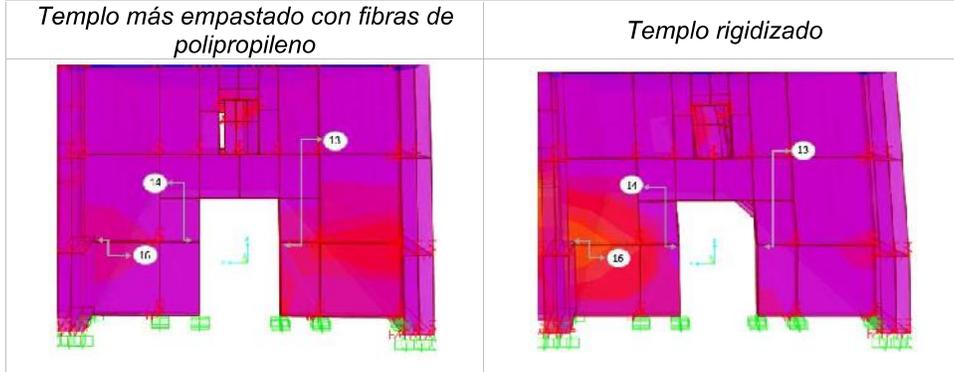
Tabla 173 Esfuerzos S22 en la unión muro -sobrecimiento del templo
Esfuerzo S22 en la unión muro - sobrecimiento del muro Testero

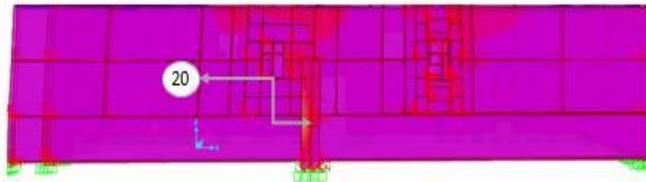
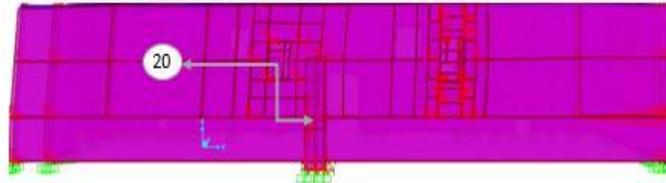
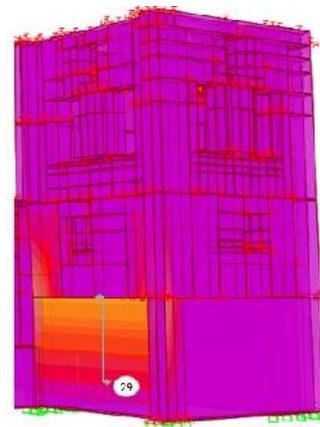
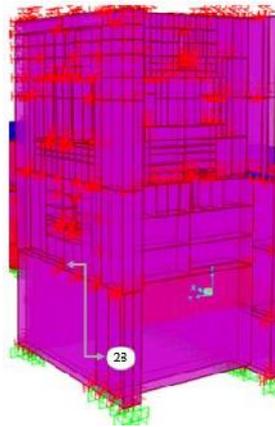
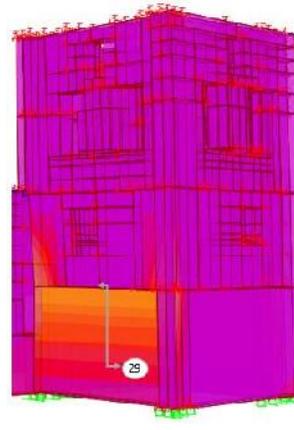
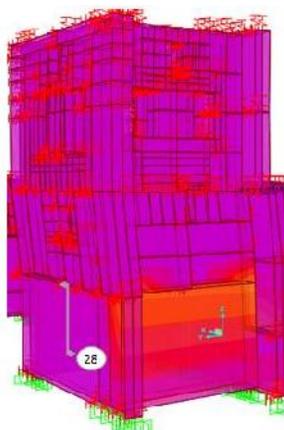


Esfuerzo S22 en la unión muro - sobrecimiento del muro del Evangelio



Esfuerzo S22 en la unión muro - sobrecimiento del muro de Pies



Esfuerzo S22 en la unión muro - sobrecimiento del muro de la Epístola*Templo más empastado con fibras de polipropileno**Templo rigidizado***Esfuerzo S22 en la unión muro - sobrecimiento de la Torre***Templo más empastado con fibras de polipropileno**Templo rigidizado**Fuente: Propia***4.3.7.3.3. Esfuerzos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S33**

En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno, los mayores esfuerzos se presentan también en la unión del muro-sobrecimiento del muro del Evangelio, en la puerta lateral con

168.54 Kg/cm² y en la unión presente en la puerta (lado derecho) del muro de Pies con 40.92 Kg/cm². En el modelo de la estructura rigidizada del templo, los mayores esfuerzos se presentan en la unión del muro del Evangelio, en la puerta lateral con 91.99 Kg/cm² y en la unión presente en la puerta (lado izquierdo) del muro de Pies con 71.35 Kg/cm².

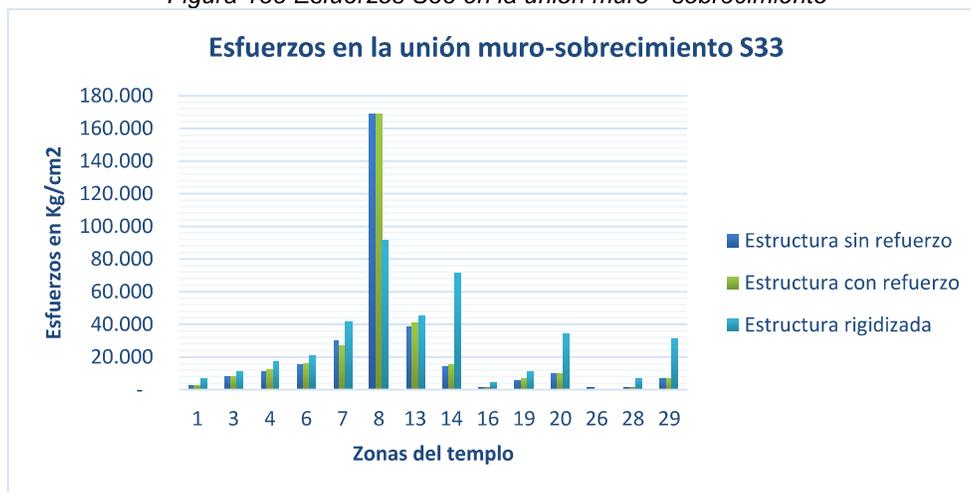
❖ **Tabla resumen de los mayores esfuerzos obtenidos en la unión muro - sobrecimiento del Templo sometidos a esfuerzos S33**

Tabla 174 Esfuerzos del templo, encuentro del muro y sobrecimiento, sometido a carga tipo SISMO (S33)

ESFUERZOS EN LA UNIÓN MURO- SOBRECIMIENTO (Kg /cm ²)				
Tipo de carga SISMO S33				
Zona del templo			Estructura más empastado Kg/cm ²	Estructura rigidizada Kg/cm ²
Muro Testero	1	Zona central	2.840	7.480
	3	1er contrafuerte	7.870	11.650
	4	2do contrafuerte	12.320	17.400
Muro del evangelio	6	Extremo izquierdo	15.980	21.040
	7	Puerta de la Sacristía	27.660	41.270
	8	Puerta lateral	168.540	91.990
Muro de Pies	13	Puerta (lado derecho)	40.920	45.110
	14	Puerta (lado izquierdo)	15.560	71.350
	16	Extremo izquierdo	1.570	4.440
Muro de la Epístola	19	Parte central	6.720	11.060
	20	Contrafuerte	10.270	34.350
Muro de la Torre	28	Muro Y1	1.580	7.120
	29	Muro Y2	6.930	31.670

Fuente: Propia.

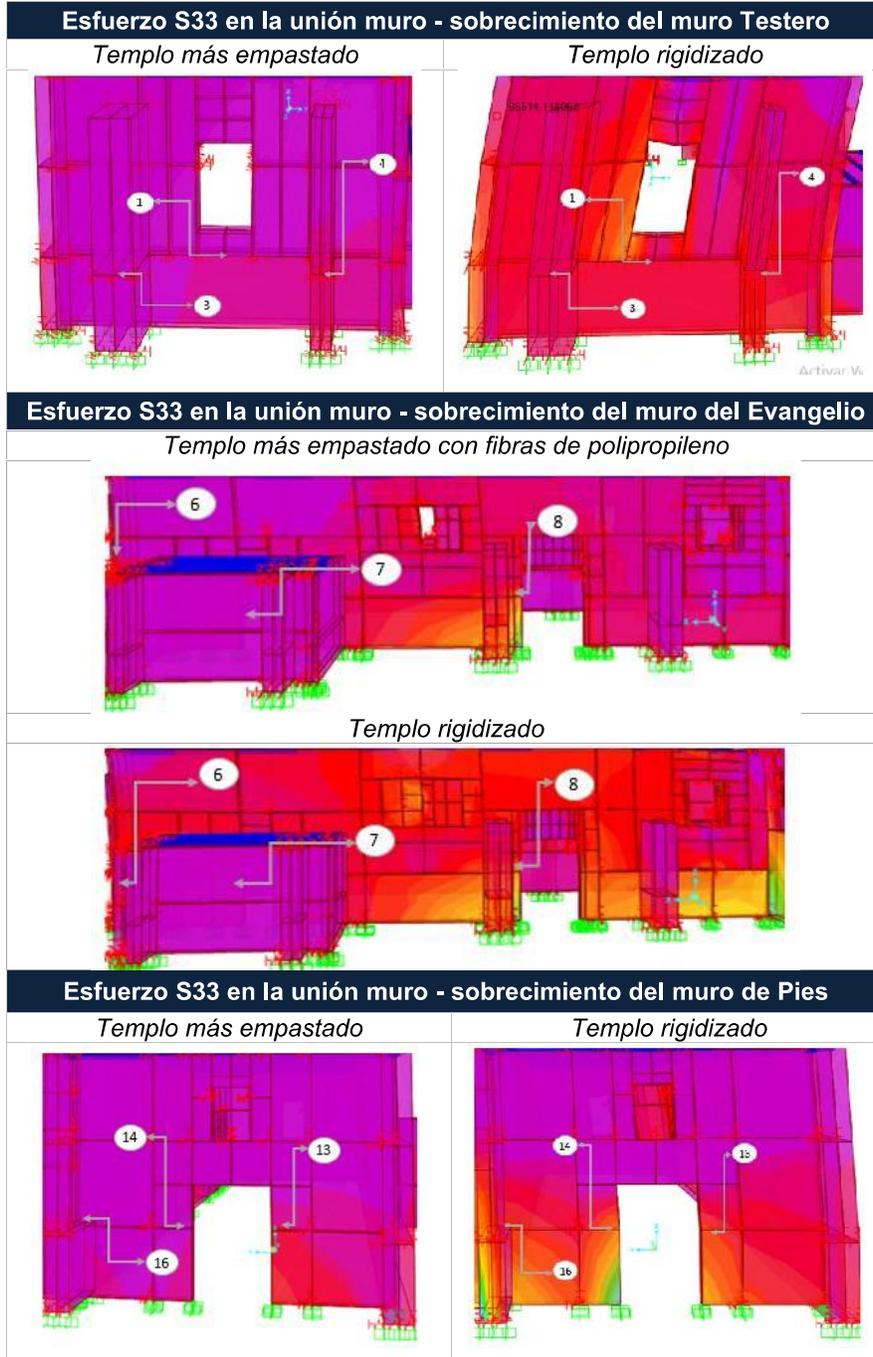
Figura 188 Esfuerzos S33 en la unión muro - sobrecimiento



Fuente: Propia.

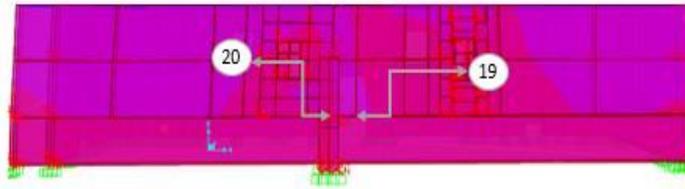
- ❖ **Tabla comparativa de los mayores esfuerzos obtenidos en la unión muro - sobrecimiento del Templo posterior a una intervención estructural sometidos a esfuerzos S33**

Tabla 175 Esfuerzos S33 en la unión muro -sobrecimiento del templo

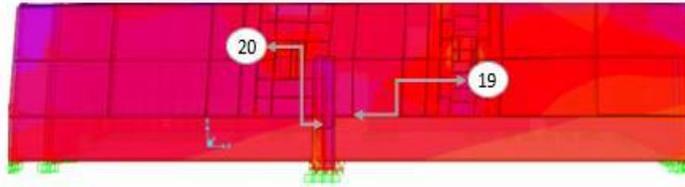


Esfuerzo S33 en la unión muro - sobrecimiento del muro de la Epístola

Templo más empastado con fibras de polipropileno

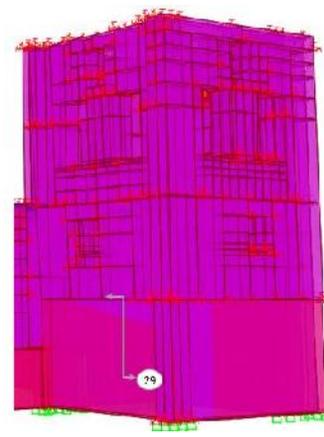
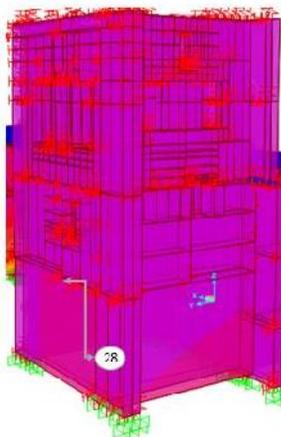


Templo rigidizado

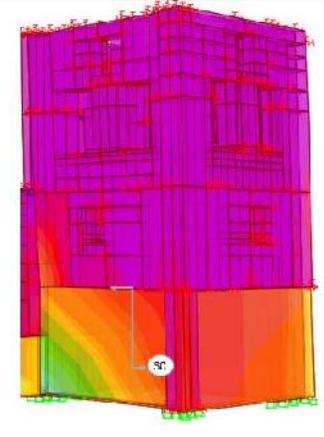
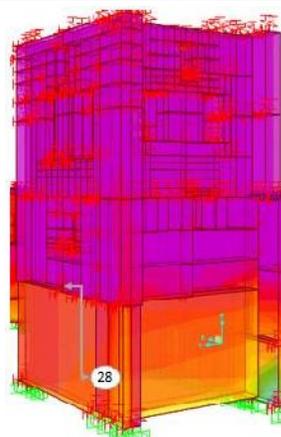


Esfuerzo S33 en la unión del muro - sobrecimiento de la Torre

Templo más empastado con fibras de polipropileno



Templo rigidizado



Fuente: Propia

4.3.8. CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LA ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN NORMADA



Tabla 176 Cuadro resumen de la evaluación cuantitativa del templo posterior a una intervención normada

CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN CUANTITATIVA									
ESTRUCTURA DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DEL DISTRITO DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL NORMADA									
INDICADORES			UND	CALCULADO	NORMADO	OBSERVACIÓN		TABLA O FIGURAS	
						SI	NO		
CARGA CRÍTICA EN	Nave del templo	Muro de la Epístola	tn	2423.07	887.86	X		Tabla 98	
		Muro del Evangelio	tn	1592.83	915.25	X		Tabla 98	
		Muro de pies	tn	64.80	99.20		X	Tabla 98	
		Muro testero	tn	227.56	145.77	X		Tabla 98	
		Torre	tn	848.36	710.75	X		Tabla 98	
		Sacristía	tn	1228.85	168.64	X		Tabla 98	
DESPLAZAMIENTO MÁXIMO LATERAL	En x	Muro del templo con empaste de fibras de polipropileno	Muro de la Epístola	cm	3.46	3.43		X	Tabla 154
			Muro del Evangelio	cm	10.03	3.43		X	Tabla 154
			Muro de Pies	cm	4.45	3.43		X	Tabla 154
			Muro Testero	cm	3.77	3.43		X	Tabla 154
			Torre	cm	2.4	6.23	X		Tabla 154
			Sacristía	cm	0.086	1.93	X		Tabla 154
		Muros del templo con diafragma rígido	Muro de la Epístola	cm	6.34	3.43		X	Tabla 154
			Muro del Evangelio	cm	4.81	3.43		X	Tabla 154
			Muro de pies	cm	3.93	3.43		X	Tabla 154
			Muro testero	cm	4.27	3.43		X	Tabla 154
			Torre	cm	6.23	6.23	X		Tabla 154
			Sacristía	cm	0.048	1.93	X		Tabla 154
	En y	Muro del templo con empaste de fibras de polipropileno	Muro de la Epístola	cm	2.37	3.43	X		Tabla 155
			Muro del Evangelio	cm	5.03	3.43		X	Tabla 155
			Muro de Pies	cm	1.61	3.43	X		Tabla 155
			Muro Testero	cm	5.12	3.43		X	Tabla 155
			Torre	cm	3.72	6.23	X		Tabla 155
			Sacristía	cm	0.38	1.93	X		Tabla 155
		Muros del templo con diafragma rígido	Muro de la Epístola	cm	5.02	3.43		X	Tabla 155
			Muro del Evangelio	cm	5.02	3.43		X	Tabla 155
			Muro de Pies	cm	5.24	3.43		X	Tabla 155
			Muro Testero	cm	11.48	3.43		X	Tabla 155
			Torre	cm	6.49	6.23		X	Tabla 155
			Sacristía	cm	0.27	1.93	X		Tabla 155

Fuente: Propia

4.3.9. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL NIVEL DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LA ESTRUCTURA ACTUAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES POSTERIOR A UNA INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

El nivel de seguridad estructural del templo San Cosme y San Damián de Lares posterior a una intervención estructural se evaluó en base a tres características estudiadas en la presente tesis: la calidad de las unidades de adobe que conforman el muro y los desplazamientos y periodos de la estructura del templo. Se compararon los valores representativos de cada nivel de seguridad estructural Aceptable, Bajo y de Peligro con los valores hallados en la investigación. En el modelo de la estructura del templo más empaste con fibras de polipropileno y en el modelo de la estructura rigidizada del templo se puede observar que el periodo y la calidad del adobe se encuentra en un nivel Aceptable y Bajo respectivamente; en cambio, los valores de algunos desplazamientos aún se mantienen. Podemos concluir que el templo San Cosme y San Damián de Lares posterior a una intervención estructural incrementó su nivel de seguridad estructural a una condición Baja.

Tabla 177 Análisis del nivel de seguridad del templo con fibras de polipropileno

ANÁLISIS DEL NIVEL DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN MÁS EMPASTE DE FIBRAS DE POLIPROPILENO				
Característica	Nivel	Valores	Valores hallados	Observaciones
Calidad del adobe	Aceptable	$X \geq 12 \text{ kg/cm}^2$	-	Valor resultante del ensayo de compresión
	Bajo	$12 \text{ kg/cm}^2 \geq X \geq 8 \text{ kg/cm}^2$	8.93 Kg/cm ²	
	De peligro	$X \leq 8 \text{ cm}$	-	
Desplazamientos laterales	Aceptable	$X \leq 4 \text{ cm}$	-	Desplazamiento mayor
	Bajo	$4 \text{ cm} \leq X \leq 8 \text{ cm}$	-	
	De peligro	$X \geq 8 \text{ cm}$	10.03 cm	
Periodos de la estructura	Aceptable	$X \leq 0.7 \text{ s}$	0.67 s	Periodo promedio
	Bajo	$0.7 \text{ s} \leq X \leq 1.2 \text{ s}$	-	
	De peligro	$X \geq 1.2 \text{ s}$	-	

Fuente: Propia

Tabla 178 Análisis del nivel de seguridad del templo rigidizado

ANÁLISIS DEL NIVEL DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN RIGIDIZADO				
Característica	Nivel	Valores	Valores hallados	Observaciones
Calidad del adobe	Aceptable	$X \geq 12 \text{ kg/cm}^2$	-	Valor resultante del ensayo de compresión
	Bajo	$12 \text{ kg/cm}^2 \geq X \geq 8 \text{ kg/cm}^2$	8.93 Kg/cm ²	
	De peligro	$X \leq 8 \text{ cm}$	-	
Desplazamientos laterales	Aceptable	$X \leq 4 \text{ cm}$	-	Desplazamiento mayor
	Bajo	$4 \text{ cm} \leq X \leq 8 \text{ cm}$	11.48 cm	
	De peligro	$X \geq 8 \text{ cm}$	-	
Periodos de la estructura	Aceptable	$X \leq 0.7 \text{ s}$	0.63 s	Periodo promedio
	Bajo	$0.7 \text{ s} \leq X \leq 1.2 \text{ s}$	-	
	De peligro	$X \geq 1.2 \text{ s}$	-	

Fuente: Propia

4.3.10. RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN AL TEMPLO

Para generar una propuesta de intervención del templo San Cosme y San Damián de Lares se propone realizar trabajos de consolidación y recomposición en la cimentación y sobrecimientos, restitución del acceso lateral en el muro del evangelio, la recuperación del nivel del techo en general. Los muros de la Torre son los que precisan el mayor número de acciones de intervención (7), debido a la de gran cantidad de daño presente.

Tabla 179 Acciones de intervención en el Templo San Cosme y San Damián de Lares

ACCIONES DE INTERVENCIÓN EN EL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES				
Zona del templo	Lugar	Intervención	Nº de acciones	Nº total de acciones
Muro de Pies	Sobrecimiento	Recomposición Consolidación	2	5
	Muro	Restitución Calzadura	2	
	Revestimiento	Consolidación	1	
Muro de la Epístola	Sobrecimiento	Recomposición Consolidación	2	6
	Muro	Restitución Restitución de contrafuertes Calzadura	3	
	Revestimiento	Consolidación	1	
Muro del Evangelio	Sobrecimiento	Recomposición Consolidación	2	6



	Muro	Retiro vegetación Restitución Calzadura	3	
	Revestimiento	Consolidación	1	
Muro Testero	Sobrecimiento	Recomposición Consolidación	2	5
	Muro	Restitución Calzadura	2	
	Revestimiento	Consolidación	1	
Torre del Campanario	Sobrecimiento	Calzadura Consolidación Recomposición	3	7
	Muro	Restitución Calzadura Colocación de llaves	3	
	Revestimiento	consolidación	1	

Fuente: Propia



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

En la presente tesis se evaluó el nivel de seguridad estructural del templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares frente a sus solicitaciones actuales y posterior a una propuesta de intervención estructural normada, mediante su análisis estructural.

5.1. CONTRASTE DE RESULTADOS CON REFERENTES DEL MARCO TEÓRICO

- ❖ **¿Hasta qué punto está permitido el uso de materiales como el concreto o concreto armado en los procesos de restauración del patrimonio histórico?**

El tratamiento que se le da al patrimonio histórico no es el mismo que se le da a las estructuras contemporáneas, las prescripciones utilizadas para esto difieren a las que usualmente se utilizan para el ejercicio de diseño de estructuras de concreto armado. Para intervenir las estructuras coloniales, existen lineamientos y cartas internacionales, que han ido avanzado con el tiempo, dando mayores opciones para utilizar materiales modernos, pero hay principios que se siguen manteniendo desde la Carta de Atenas (1931). No se puede utilizar tecnología moderna que modifique sustancialmente su aspecto, el comportamiento de la estructura que se está atendiendo. El uso de tecnologías se refiere a la que se pueda remover cuando aparezca un mejor y más eficiente producto tecnológico.

- ❖ **¿Los términos de restauración e intervención son propios de la ingeniería civil o de la arquitectura?**

Estos términos han sido dispuestos por Cartas y Normas Internacionales para todos los técnicos involucrados en la atención del patrimonio, así como la Carta de Cracovia del 2000; En esta se nos da a conocer la incursión de la multidisciplinariedad en la conservación y restauración de monumentos históricos. Obviamente se presenta más en el léxico de los arquitectos, pero no es una cosa particular de esa profesión, en medida



que los arquitectos trabajan más en ese en trabajos de atención al patrimonio.

❖ **¿Por qué es necesaria la colocación de una viga arrocabe en las estructuras de adobe?**

En la medida de que el adobe y la madera de la estructura del techo tienen diferentes rigideces, y el hecho de colocar los pares y nudillos en contacto directo con el muro de adobe, implica colocar cargas concentradas, que van a dañar el muro. Esta viga arrocabe va a permitir una distribución de cargas más uniforme generando menores daños al muro.

❖ **¿De qué manera aportaría la colocación de contrafuertes en los muros del templo a incrementar la rigidez en los mismos?**

Los contrafuertes representan elementos de arriostre vertical de los muros de adobe del templo, cuyo trabajo es el de garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos. Su función es evitar que los muros de adobe se deformen debido a las fuerzas a las que están sometidas, es por eso que es importante garantizar la suficiente adherencia entre este y sus elementos de arriostre.

❖ **¿Cuál es el objetivo de introducir en el modelo de la estructura del templo con condiciones del tipo diafragma rígido para este tipo de estructuras?**

Estando conscientes de que lograr en la obra física real la condición de diafragma rígido que permite el modelo, no es 100 % posible; la intención de haber efectuado este tercer análisis ha sido con el objetivo de evaluar la probable modificación de los parámetros dinámicos y de respuesta de la estructura de análisis; condición que se ha comprobado en la etapa de análisis de datos. Sin embargo este tercer análisis es estrictamente teórico. Qué podrá lograrse en algún porcentaje con la implementación en obra de diferentes alternativas de rigidización como tensores mecánicos, llaves de madera, u algún otro procedimiento no invasivo, seguramente evaluado para otros alcances de investigación.

❖ **¿Son eficientes las consideraciones de diseño estructural sismoresistente planteadas en las construcciones coloniales?**



Existen varias investigaciones, tal como se menciona en el marco teórico, que nos indican que las que las estructuras deben cumplir ciertas condiciones para que su comportamiento sismoresistente mejore: debe tener simetría en su distribución de masas, tener un peso mínimo en sus pisos más altos, continuidad en su planta como en su elevación, deformación limitada, buena práctica constructiva.

Con esto podemos ver que las construcciones coloniales presentan grandes deficiencias en su diseño estructural. En particular los templos, presentan estructuras asimétricas.

5.2. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS EN LA INVESTIGACIÓN

❖ ¿A qué se debe el incremento de los desplazamientos para la estructura rigidizada del templo en la tabla 154?

Como se puede observar en la figura 174, los más altos desplazamiento están referidos a en Muro de la Epístola en la parte superior central, que corresponde a uno de los muros más largos en la vista en planta de la estructura del templo en análisis. Este desplazamiento recuperado es del orden 6.35 cm. Esta situación es debido al alto valor de la relación largo - ancho que se ve en la vista en planta de la nave del templo.

Por otro lado se observa un desplazamiento alto correspondiente al muro de la torre, en la parte superior de la estructura, producto de la falta de continuidad del muro por la existencia de don vanos inferiores.

El efecto de rigidización incluido en el modelo le ha sobreimpuesto condiciones de borde excepcionales a la estructura, donde los efectos de discontinuidad e irregularidad en planta se han evidenciado en mayor medida.

❖ ¿Por qué se tienen desplazamientos altos en el sentido Y en el modelo de la estructura del templo rigidizado?

Este desplazamiento alto, sobre todo presente en el Muro Testero, están directamente relacionados a la irregularidad en planta de la nave, teniendo una relación longitud alto de 4.12. (Tabla 155)



Del mismo modo, los incrementos en desplazamiento laterales del muro de la Torre, son porque se ha supuesto que en el modelo del templo hay una combinación de un diafragma a la altura de techo de la nave y uno a la altura del techo de la torre.

❖ **¿Por qué existen valores de reacciones altos en los muros de la torre tanto para el análisis en X como en Y en las tablas 156 y 157?**

Sabemos que las reacciones son el producto de las cargas aplicadas sobre el nudo de análisis, en ese sentido, en la medida que en el muro Y1 (extremo izquierdo) y en el muro Y2 (extremo derecho) concurren el Muro del Evangelio y el Muro de Pies, tomando en cuenta que el peso de estos muros es del orden de 371.05 Tn y 248.08 Tn respectivamente. Las magnitudes de reacción deberán ser lo suficientemente correspondientes.

❖ **¿Por qué los valores más altos de los esfuerzos de S11 de carga sísmica están referidos al Muro Testero y al Muro del Evangelio?**

Como se observa en las tablas 129 y 158, los sectores que han presentado más alto esfuerzo son sectores aledaños a vanos tanto como ventanas y puertas. De acuerdo al marco teórico los cambios bruscos de rigidez en los elementos estructurales justamente generan concentraciones altas de esfuerzo.

❖ **¿Dónde se ubica el mayor esfuerzo S22 por carga sísmica?**

Nuevamente en el muro testero, cercano a la ventana asociado a el cambio brusco de rigidez por la presencia de vano. (Tabla 131 y 160)

❖ **¿Dónde se ubican los valores de esfuerzo S33 más altos?**

Se ubican en la puerta de la Sacristía del Muro del Evangelio, parte alta. Este esfuerzo es el mayor entre S11, S22 y S33. Y ha sido identificado en la parte superior de los muros más largos, al cual se le ha impuesto una condición de diafragma rígido en la etapa de análisis estructural del modelo matemático equivalente a la estructura real del templo. (Tabla 133 y 162)

❖ **¿Para qué análisis entre S11, S22 y S33 se desarrollan los mayores niveles de esfuerzo en el modelo de la estructura rigidizada del templo y por qué?**

Los mayores valores de esfuerzo ocurren para el análisis S33 en el Muro del Evangelio para la puerta lateral a una altura 4.35 m (Tabla 162), donde la condición de discontinuidad es más compleja ya que existe discontinuidad de rigidez y discontinuidad de material.

❖ **¿Qué magnitud de esfuerzos se desarrollan al nivel del sobrecimiento para el análisis S11, S22 y S33?**

Los mayores valores esfuerzos encontrados pertenecen al modelo de la estructura rigidizada del templo, para los tres análisis S11, S22 Y S33, encontrando dichos esfuerzos en las puertas del muro del Evangelio (Tablas 164, 166 y 168), son estos sectores de la estructura, donde debido a la falta de continuidad de la geometría de la estructura, producto de la existencia de vanos, se obtienen estos valores de esfuerzos altos.

5.3. COMENTARIO DE LA DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Al principio de la investigación, se pudo deducir que a partir de los daños presentes los muros del templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares, el nivel de seguridad de su estructura era de Peligro, y que era posible incrementarlo, atendiendo sus patologías mediante una propuesta de intervención estructural normada. Tras el modelamiento del templo en el SAP200, en su estado actual y posterior a la intervención estructural, y comparando las magnitudes de las fuerzas, esfuerzos y desplazamientos de cada modelo, se pudo comprobar la hipótesis principal de la investigación: “Con la aplicación de la propuesta de intervención estructural al templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares mediante una técnica normalizada es posible subir su nivel de seguridad estructural de Peligro a un nivel Bajo”, obteniendo en el templo un nivel de seguridad Bajo posterior a la intervención estructural propuesta.

5.4. APOORTE DE LA INVESTIGACIÓN

- Identificación de las patologías y construcción de tablas para el registro de patologías para estructuras de adobe semejantes al templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares, con el objetivo de caracterizar sus patologías e identificar el comportamiento defectuoso



de los muros que conforman su estructura, para posteriormente plantear acciones de solución.

- En virtud de las evidencias presentes en el interior de los muros de adobe y alrededor de los vanos del templo, ha sido posible especular cuales son las condiciones de esfuerzo y deformación o sollicitaciones de servicio que pudieran estar generando este tipo de daño.
- Se consiguió dar un nuevo uso a la fibra de polipropileno, reemplazando a la paja que forma parte del empaste de barro utilizado comúnmente en nuestro medio para este tipo de estructuras. Esto hace que no se modifique el esquema de trabajo del personal encargado del acabado de muros de adobe, haciendo posible su aplicación en otras edificaciones de albañilería de adobe.
- Se logró incrementar la resistencia y por tanto la seguridad estructural, utilizar tecnología contemporánea sin modificar los usos comunes que se tiene en la atención a este tipo de estructuras. Los empastes usualmente se realizan con paja, cuya resistencia es prácticamente nula. Sin embargo, esta resistencia a la tracción se incrementa con la fibra con la resistencia a la tracción es 300 Kg/cm².
- Se logró incrementar la resistencia a la compresión de las unidades de adobe que conforman los muros del templo generando que se amplíe el tiempo para evacuar el lugar, se ha podido generar mayores rangos de deformación en la estructura gracias a la colocación del empaste de fibras de polipropileno que confinan el comportamiento del conjunto; uso de la tecnología para intervenciones en edificaciones coloniales.
- Haber podido caracterizar los materiales componentes de adobe del siglo XVII, estudiando su granulometría, límites plásticos y pesos volumétricos, ya que en nuestra región existen 256 iglesias de la misma época.

5.5. INCORPORACIÓN DE TEMAS NUEVOS QUE SE HAN PRESENTADO DURANTE EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN QUE NO ESTABA CONSIDERADO DENTRO DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Durante el desarrollo de la investigación se pudo ver la aplicación de distintos softwares para el modelamiento de estructuras de albañilería



de este tipo, como el SAP200, ANSYS, etc. Pero no se encontró uno que modele el comportamiento unidad - mortero de un muro de albañilería de adobe.

- Cómo se acopian testigos, muestras representativas, inalteradas para Respecto a la obtención de muestras a analizar, se debe cumplir tres requisitos:
 - Ser representativa, para ello deben efectuarse muestreos en cantidad suficiente como para asegurar estadísticamente que son indicadores fieles del resto del conjunto analizado.
 - El muestreo debe ser adecuado a la técnica a emplear para su estudio, el tamaño y forma de los testigos debe ser compatible con el instrumental que se va a utilizar.
 - Dentro de lo posible, el muestreo debe realizarse en lugares no visibles, esto porque, según sea la técnica de ensayo, en cuanto a la magnitud del objeto a intervenir, será imprescindible contar con una muestra del mismo, que deberá ser extraída y dejará visible su negativo.
- La normatividad que rige a las estructuras patrimoniales no nos proporcionan límites en el comportamiento de su estructura, es decir, no nos dan magnitudes de desplazamientos laterales o periodos máximos que estas deban cumplir. Esto se debe a que cada monumento histórico posee características estructurales únicas, lo que hace muy complicada la generalización de magnitudes permisibles de desplazamientos laterales y periodos.



CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

- ❖ **CONCLUSIÓN N° 1:** Se ha verificado la hipótesis general planteada en esta investigación, cuyo enunciado es el siguiente: “Con la aplicación de la propuesta de intervención estructural de restauración al templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares mediante una técnica normalizada es posible incrementar su nivel de seguridad estructural de una condición de Peligro a una condición Baja”. Las características estructurales en las que se basa la seguridad estructural como la resistencia y estabilidad mejoraron tras la intervención estructural de restauración, haciendo que las condiciones de uso del templo por parte de los pobladores de Lares brinde seguridad.
- ❖ **CONCLUSIÓN N° 2:** Se comprobó la sub hipótesis “A partir de una investigación en laboratorio e investigaciones exploratorias será posible determinar las características de los componentes del muro del templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares” es verdadera. Se pudo realizar ensayos de compresión axial a las muestras obtenidas de unidades de adobe del templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares para conocer sus propiedades mecánicas; y se recopiló información de investigaciones sobre las características del sobrecimiento conforme las tablas 118, 119 y 120.
- ❖ **CONCLUSIÓN N° 3:** Se comprobó la sub hipótesis “Las magnitudes de fuerzas y esfuerzos determinan desplazamientos laterales mayores a 8 cm y periodos de vibración mayores a 1.2 s en los muros del templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares lo que evidencia el nivel de seguridad estructural de Peligro” es verdadera conforme la tabla 148. Tras el análisis estructural del templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares en su estado actual, se pudo verificar que los desplazamientos laterales en los muros, mucho mayores a los establecido en la norma E.030, son producto de los esfuerzos del templo.
- ❖ **CONCLUSIÓN N° 3:** Se comprobó la sub hipótesis “La identificación y catalogación de deterioro actual de los muros nos permitirán caracterizar las patologías estructurales del templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares según el libro “Patología de la Construcción y Restauo



de Obras de Arquitectura” de Enrique Zanni” es verdadera conforme las tablas 53, 54, 55, 56, 57, 58 y 59. Las diversas fisuras presentes en los muros del templo son producto de los esfuerzos internos y externos a los que se ve sometida la estructura del templo, los agentes externos y la falta de mantenimiento también contribuyeron en la degradación de los muros del templo generando la disminución de sus propiedades mecánicas.

- ❖ **CONCLUSIÓN N° 5:** Se comprobó que la sub hipótesis “En atención de los lineamientos de las cartas de restauración será posible identificar el método de intervención más adecuado para elevar el grado nivel de seguridad estructural en el templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares” es verdadera. Teniendo en cuenta las normas internacionales de restauración se concluyó que los tipos de intervención más adecuados para la restauración del templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares es la consolidación y la restitución, ya que se adecuan mejor a las deficiencias que presenta el templo conforme la tabla 179.
- ❖ **CONCLUSIÓN N° 6:** Se llegó a comprobar que la sub hipótesis “Posterior a la propuesta de intervención estructural de restauración mediante una técnica normalizada, la magnitud de las fuerzas y esfuerzos determinan desplazamientos laterales menores a 8 cm y periodos de vibración menores a 1.2 s en los muros del templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares lo que evidencia que el nivel de seguridad estructural se incrementó a una condición de baja” es verdadera, ya que comparando las magnitudes de los desplazamientos que presenta el templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares en su estado actual y posterior a la propuesta de intervención estructural, se puede observar que en el segundo caso son menores conforme las tablas 177 y 178, lo que significa daños moderados en la estructura, pero permaneciendo estable y afirmando la seguridad de ocupantes.



RECOMENDACIONES

- ❖ **RECOMENDACIÓN N° 1:** Se recomienda realizar mayor investigación sobre cómo los materiales modernos pueden ser utilizados en las intervenciones de restauración, optimizando la estructura y respetando todas sus características arquitectónicas.
- ❖ **RECOMENDACIÓN N° 2:** Se recomienda realizar la restitución de las piezas conformantes de la estructura de techo del templo San Cosme y San Damián del distrito de Lares, La nueva estructuración y cobertura deberá ofrecer una pendiente uniforme para evitar problemas de filtraciones de agua al interior del templo.
- ❖ **RECOMENDACIÓN N° 3:** Se recomienda restituir los contrafuertes originales del templo para incrementar la rigidez de los muros, estos fueron retirados a lo largo del tiempo y solo se tiene como evidencia de ellos sus sobrecimientos, lo que garantiza que no se alterará la arquitectura original del templo.
- ❖ **RECOMENDACIÓN N° 3:** Se recomienda realizar el refuerzo de los sobrecimientos mediante la consolidación de sus elementos, el mortero utilizado para sus uniones han ido perdiendo sus propiedades físicas (resistencia); utilizando un mortero parecido al original (1 carretilla de cal y 3 de arena gruesa y cemento 1/10 en volumen).
- ❖ **RECOMENDACIÓN N° 4:** En lo referente a la evacuación de las aguas pluviales, se recomienda una red de recolección de las mismas, así como drenaje con tubería cribada de las aéreas verdes llevando las aguas a un desagüe exterior.

Para una mejor protección de los muros exteriores del templo de la humedad y las precipitaciones de la zona, se recomienda la construcción de una vereda perimetral.
- ❖ **RECOMENDACIÓN N°5:** Se recomienda realizar más investigaciones sobre el comportamiento del adobe en edificaciones coloniales, así como ensayos al mortero que los une, para conocer sus características físico mecánicas, por ejemplo el ensayos para medir la adherencia ladrillo-mortero: Tracción indirecta (ensayo brasileño).



- ❖ **RECOMENDACIÓN N°6:** A fin de ampliar la investigación se recomienda caracterizar el suelo de cimentación para implementar un estudio interacción suelo/estructura.
- ❖ **RECOMENDACIÓN N°7:** Se recomienda a la Universidad Andina del Cusco implementar el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil con aparatos para realizar ensayos de albañilería simple como pilas, muretes, muros no reforzados, etc.; ensayos de carga lateral cíclica en muros armados y confinados; y ensayos pseudo-dinámicos y dinámicos.



GLOSARIO



GLOSARIO

- **Abocinado:** [vano, portada] Que tiene un ancho que aumenta o disminuye progresivamente.
- **Adobe:** bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.
- **Alabeo:** pérdida de linealidad tanto en vertical como en horizontal. Si la deformación se produce en un solo sentido, las roturas serán parecidas al desplome. En el caso de alabeos en el eje axial del muro, provocaran sollicitaciones de tracción sobre una de sus caras, y compresión en la opuesta.
- **Albañilería:** tipo de construcción que se materializa en base a unir unidades (ladrillos o bloques), de tamaño típico.
- **Análisis estructural:** Proceso de determinación de los efectos de las acciones en los elementos estructurales (Barras, uniones) basado en determinadas hipótesis.
- **Arriostre:** elemento que impide el libre desplazamiento del borde de muro. Puede ser vertical u horizontal.
- **Arriostramiento:** es la acción de rigidizar o estabilizar una estructura mediante el uso de elementos que impidan el desplazamiento o deformación de la misma.
- **Contrafuerte:** arriostre vertical construido con este fin.
- **Desplazamiento lateral:** movimiento lateral de la estructura producido por la actuación de fuerzas laterales, acciones verticales asimétricas o por la asimetría de las propiedades de la estructura.
- **Ductilidad:** es una propiedad que presentan algunos materiales, los cuales bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse plásticamente de manera sosteniblemente sin romperse. Los materiales no dúctiles se califican como frágiles. Aunque los materiales dúctiles también pueden llegar a romperse bajo el esfuerzo adecuado, esta rotura sólo sucede tras producirse grandes deformaciones.
- **Esfuerzo admisible:** el esfuerzo admisible es lo máximo al que puede ser sometido un material.



- **Evaluación:** determinación sistemática del mérito, el valor y el significado de algo o alguien en función de unos criterios respecto a un conjunto de normas.
- **ICOMOS:** Organización internacional no gubernamental dedicada a la conservación de los sitios y monumentos del mundo.
- **Inestabilidad:** condición de una estructura o elemento estructural bajo la carga alcanzada, en la cual se produce un incremento continuo de deformaciones y una disminución de su capacidad resistente.
- **Ménsula:** Elemento arquitectónico que sobresale de un plano vertical y sirve para sostener alguna cosa.
- **Módulo de elasticidad:** relación entre el esfuerzo normal y l deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción p compresión menores que el límite de proporcionalidad de material.
- **Mortero:** material de la unión de adobes. Puede ser barro con paja o con arena, o barro con otros componentes como asfalto, cemento, cal, yeso, bosta, etc.
- **Pandeo:** puede definirse como una flexión lateral inducida por exceso de compresión en un muro.
- **Patologías estructurales:** Se entiende por patología al estudio del comportamiento anómalo de las estructuras en construcción o en servicio, para determinar sus causas y su repercusión en cuanto a la seguridad, así como estimar la vida residual y decidir en su caso la reparación, refuerzo o demolición de las mismas
- **Peligro:** el peligro refiere a cualquier situación, que puede ser una acción o condición, que ostenta el potencial de producir un daño sobre una determinada persona o cosa.
- **Resistencia:** capacidad de la estructura o de un elemento estructural para resistir los efectos de las acciones. Ella se determina mediante un proceso de cálculo usando resistencias especificadas del material, dimensiones y formulas derivadas de principios aceptados de la mecánica estructural o por ensayos de campo o de laboratorio considerando las deferencias de condiciones entre ellos
- **Riesgo:** es la probabilidad de que suceda un evento, impacto o consecuencia adversos. Se entienden también como la medida de la



posibilidad y magnitud de los impactos adversos, siendo la consecuencia del peligro, y está en la relación con la frecuencia con que se presente el evento.

- **Rigidez:** resistencia a la deformación de la estructura, de una barra o de un elemento , medida como la relación entre la sollicitación aplicada y la correspondiente deformación
- **Seguridad estructural:** es la estabilidad, resistencia y condiciones de servicio que presentan las edificaciones tanto en sus elementos estructurales como en su conformación en conjunto con el entorno, el objetivo de un análisis de este tipo.
- **Vigas collar o soleras:** son elementos de uso obligatorio que generalmente conectan a los entresijos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su plano, actúan como elemento de arriostre horizontal



REFERENCIAS

**REFERENCIAS**

- ATC-40. (1996). *Desempeño sísmico en edificaciones esenciales*. Estados Unidos.
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. (2006). *Documento Básico de Seguridad Estructural (SE)*. España
- CSI. (2013). *Manual de referencia de análisis para SAP2000*. España.
- DE LA TORRE, S. (2003). *Cálculo y análisis de estructuras de adobe*. España. Universidad de Málaga, Escuela Universitaria Politécnica.
- ESQUIVEL, Y. (2009). *Tesis "Sistema de Refuerzo Estructural en Monumentos Históricos de la región Cusco"*. Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Expediente Técnico "Puesta En Valor Del Monumento Colonial Religioso, Templo San Cosme Y San Damián De Lares - Provincia De Calca Y Departamento Del Cusco" (2009)
- FERNÁNDEZ, C. (2007). *Refuerzo de suelos con fibras sintéticas*. España Asociación técnica de carreteras.
- HURTADO, E. (2014). *Fichas de lesiones típicas de daños por terremotos en inmuebles*. Chile. Dirección de arquitectura de Chile.
- ICOMOS. (1965). *Carta internacional sobre la conservación y restauración de monumentos y sitios históricos*. Italia.
- ICOMOS. (1999). *Principios de que deben regir la conservación de las estructuras históricas en madera*. México.
- MELÍ, R. (2002). *Ingeniería estructural de los Edificios Históricos*. Primera Edición. México D.F. Fundación ICA.
- MONJO, J. (1998). *Tratado de rehabilitación, Teoría e historia de la rehabilitación*. España. Universidad Politécnica de Madrid.
- Norma Técnica E 0.80 Adobe. (2006). Lima.
- Norma Técnica E 0.30 Diseño sismo resistente. (2006). Lima.
- Norma Técnica E 0.70 Albañilería. (2006). Lima.
- Proyecto de restauración del templo San Carlos Borroneo. Chihuahua. México
- TERÁN, J. (2004). *Consideraciones Que Se Deben De Tomar En Cuenta Para La Restauración Arquitectónica*. Chile. Revista Conserva.



- TORREALVA, D. y BLANCO, A. (2011). *La Intervención Estructural en Monumentos Históricos. El caso de la Reconstrucción de la Catedral de Arequipa*. Departamento de Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- SAFINA. M. (2003). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico*. España. Universidad Politécnica de Catalunya.
- SALAZAR. (2001). *Resistencia de Materiales*. Colombia. Universidad nacional de Colombia.
- ZANNI, E. (2008). *Patologías de la construcción y restauro de obras de arquitectura*. Colombia. Editorial Brujas

PÁGINAS WEB:

- <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6226/15CAPITULO6.pdf?sequence=15>
- <http://patologiasestructurasconcreto.blogspot.com/p/definicion-patologia-estructural.html>
- http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000155/lecciones/ec1/1_4.htm



ANEXO 1

PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRÁFICO

*Muro del evangelio
vista del interior*



*Altar mayor del templo
San Cosme y San
Damián de Lares*

*San Cosme y San
Damián en el altar
mayor del templo*





*Techo de la torre del
campanario*

*Muro de la epístola
parte exterior.*



*Ventanas del muro del
evangelio.*

*Vista del exterior
del templo*



*Vista del interior
del templo*

*Vista del interior
del templo
durante la
intervención de
restauración por
parte del
Ministerio de
Cultura*

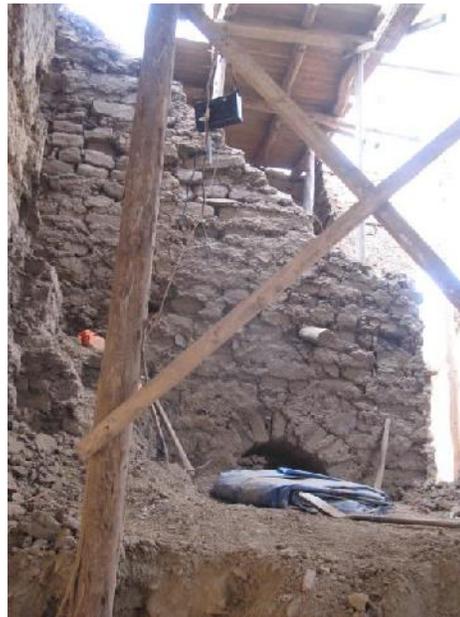


Proceso de restauración por parte del Ministerio de Cultura



Puerta habilitada del Evangelio

Trabajos de restitución de muros



Vista del exterior del templo posterior a la intervención de restauración por parte del Ministerio de Cultura



Vista del sobrecimiento de la torre luego de intervenida

Sistema de drenaje de aguas pluviales del templo





ANEXO 2

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE

UNIDADES DE ADOBE

COLONIAL



Templo: San Cosme y San Damián de Lares

Ubicación: Distrito de Lares, Provincia de Calca, Cusco

Nombre: Alexandra Mónica González Vargas

Fuente del material: Templo San Cosme y San Damián de Lares

Fecha:

Lugar: Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE

Adobe Colonial

<u>MUESTRA N°</u>	6
<u>HORA DE ENSAYO</u>	10:40
Datos	
<i>Dimensiones:</i>	10.3 X 10 X 10.5 cm
<i>Área :</i>	103 cm ²
<i>Carga de ensayo:</i>	807 Kg
<i>Resistencia a la compresión:</i>	7.835 Kg/cm ²
<i>Observaciones :</i>	Se observaron las primeras fisuras a los 7 segundos de empezado el ensayo con una carga de 350 kg

Muestra antes del ensayo



Muestra después del ensayo





Templo: San Cosme y San Damián de Lares

Ubicación: Distrito de Lares, Provincia de Calca, Cusco

Nombre: Alexandra Mónica González Vargas

Fuente del material: Templo San Cosme y San Damián de Lares

Fecha:

Lugar: Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE

Adobe Colonial

<u>MUESTRA N°</u>	2
<u>HORA DE ENSAYO</u>	11:53
Datos	
<i>Dimensiones:</i>	10.2 X 10 X 11 cm
<i>Área :</i>	102 cm ²
<i>Carga de ensayo:</i>	793 Kg
<i>Resistencia a la compresión:</i>	7.775 Kg/cm ²
<i>Observaciones :</i>	Se observaron las primeras fisuras a los 10 segundos de empezado el ensayo con una carga de 497 kg

Muestra antes del ensayo

Muestra después del ensayo





UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Templo: San Cosme y San Damián de Lares

Ubicación: Distrito de Lares, Provincia de Calca, Cusco

Nombre: Alexandra Mónica González Vargas

Fuente del material: Templo San Cosme y San Damián de Lares

Fecha:

Lugar: Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE

Adobe Colonial

	<u>MUESTRA N°</u>	3
	<u>HORA DE ENSAYO</u>	12:03
Datos		
	<i>Dimensiones:</i>	10.1 X 10.3 X 10 cm
	<i>Área :</i>	104.03 cm ²
	<i>Carga de ensayo:</i>	810 Kg
	<i>Resistencia a la compresión:</i>	7.786 Kg/cm ²
	<i>Observaciones :</i>	Se observaron las primeras fisuras a los 12 segundos de empezado el ensayo con una carga de 482 kg

Muestra antes del ensayo

Muestra después del ensayo





Templo: San Cosme y San Damián de Lares

Ubicación: Distrito de Lares, Provincia de Calca, Cusco

Nombre: Alexandra Mónica González Vargas

Fuente del material: Templo San Cosme y San Damián de Lares

Fecha:

Lugar: Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE

**Adobe convencional más embarrado con fibra de polipropileno -
Mortero con 6.25 gr de fibra**

<u>MUESTRA N°</u>	A-01
<u>HORA DE ENSAYO</u>	11:03

Datos

<i>Dimensiones:</i>	10.1 X 10.2 X 10.5 cm
<i>Área :</i>	103.02 cm ²
<i>Carga de ensayo:</i>	955 Kg
<i>Resistencia a la compresión:</i>	9.270 Kg/cm ²
<i>Observaciones :</i>	Se observaron las primeras fisuras con una carga de 437kg

Muestra antes del ensayo

Muestra después del ensayo



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**Templo:** San Cosme y San Damián de Lares**Ubicación:** Distrito de Lares, Provincia de Calca, Cusco**Nombre:** Alexandra Mónica González Vargas**Fuente del material:** Templo San Cosme y San Damián de Lares**Fecha:****Lugar:** Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE****Adobe convencional más embarrado con fibra de polipropileno -
Mortero con 6.25 gr de fibra**

<u>MUESTRA N°</u>	A-02
<u>HORA DE ENSAYO</u>	11:09

Datos

<i>Dimensiones:</i>	10.3 X 10.2 X 10 cm
<i>Área :</i>	105.06 cm ²
<i>Carga de ensayo:</i>	987 Kg
<i>Resistencia a la compresión:</i>	9.395 Kg/cm ²
<i>Observaciones :</i>	Se observaron las primeras fisuras con una carga de 512kg

Muestra antes del ensayo**Muestra después del ensayo**



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Templo: San Cosme y San Damián de Lares

Ubicación: Distrito de Lares, Provincia de Calca, Cusco

Nombre: Alexandra Mónica González Vargas

Fuente del material: Templo San Cosme y San Damián de Lares

Fecha:

Lugar: Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE

Adobe convencional más embarrado con fibra de polipropileno - Mortero con 12.5 gr de fibra

<u>MUESTRA N°</u>	B-01
<u>HORA DE ENSAYO</u>	11:23

Datos

<i>Dimensiones:</i>	10 .4X 10.2 X 10.2 cm
<i>Área :</i>	104.04 cm ²
<i>Carga de ensayo:</i>	1050 Kg
<i>Resistencia a la compresión:</i>	10.092 Kg/cm ²
<i>Observaciones :</i>	Se observaron las primeras fisuras con una carga de 510 kg

Muestra antes del ensayo

Muestra después del ensayo





UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Templo: San Cosme y San Damián de Lares

Ubicación: Distrito de Lares, Provincia de Calca, Cusco

Nombre: Alexandra Mónica González Vargas

Fuente del material: Templo San Cosme y San Damián de Lares

Fecha:

Lugar: Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE

Adobe convencional más embarrado con fibra de polipropileno - Mortero con 12.5 gr de fibra

<u>MUESTRA N°</u>	B-02
<u>HORA DE ENSAYO</u>	11:13

Datos

<i>Dimensiones:</i>	14.75 X 14.7 X 29.8 cm
<i>Área :</i>	103.515 cm ²
<i>Carga de ensayo:</i>	1020 Kg
<i>Resistencia a la compresión:</i>	9.854 Kg/cm ²
<i>Observaciones :</i>	Se observaron las primeras fisuras con una carga de 510 kg

Muestra antes del ensayo

Muestra después del ensayo





ANEXO 3

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE

PILAS DE ADOBE COLONIAL



Templo: San Cosme y San Damián de Lares

Ubicación: Distrito de Lares, Provincia de Calca, Cusco

Nombre: Alexandra Mónica González Vargas

Fuente del material: Templo San Cosme y San Damián de Lares

Fecha: 19/04/2016

Lugar: Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE

Adobe Colonial

<u>MUESTRA N°</u>	A1
<u>HORA DE ENSAYO</u>	11:17

Datos

<i>Dimensiones:</i>	14.75 X 14.7X 29.8 cm
<i>Área :</i>	216.83 cm ²
<i>Carga de ensayo:</i>	950 Kg
<i>Resistencia a la compresión (f'm):</i>	4.38 Kg/cm ²
<i>Esfuerzo admisible a compresión del muro:</i>	1.10 Kg/cm ²
<i>Observaciones :</i>	

Muestra antes del ensayo

Muestra después del ensayo





Templo: San Cosme y San Damián de Lares

Ubicación: Distrito de Lares, Provincia de Calca, Cusco

Nombre: Alexandra Mónica González Vargas

Fuente del material: Templo San Cosme y San Damián de Lares

Fecha: 19/04/2016

Lugar: Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE

Adobe Colonial

<u>MUESTRA N°</u>	A2
<u>HORA DE ENSAYO</u>	11:21

Datos

<i>Dimensiones:</i>	15.2 X 15.1 X 29.8 cm
<i>Área :</i>	229.52 cm ²
<i>Carga de ensayo:</i>	960 Kg
<i>Resistencia a la compresión (f'm):</i>	4.18 Kg/cm ²
<i>Esfuerzo admisible a compresión del muro:</i>	1.05 Kg/cm ²
<i>Observaciones :</i>	

Muestra antes del ensayo

Muestra después del ensayo





Templo: San Cosme y San Damián de Lares

Ubicación: Distrito de Lares, Provincia de Calca, Cusco

Nombre: Alexandra Mónica González Vargas

Fuente del material: Templo San Cosme y San Damián de Lares

Fecha: 19/04/2016

Lugar: Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE CON EMPASTADO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO

Adobe Colonial

<u>MUESTRA N°</u>	1
<u>HORA DE ENSAYO</u>	11:25

Datos

<i>Dimensiones:</i>	15.95 X 14.45 X 29.5 cm
<i>Área :</i>	230.48 cm ²
<i>Carga de ensayo:</i>	1130 Kg
<i>Resistencia a la compresión (f'm):</i>	4.90 Kg/cm ²
<i>Esfuerzo admisible a compresión del muro:</i>	1.23 Kg/cm ²
<i>Observaciones :</i>	

Muestra antes del ensayo

Muestra después del ensayo





UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Templo: San Cosme y San Damián de Lares

Ubicación: Distrito de Lares, Provincia de Calca, Cusco

Nombre: Alexandra Mónica González Vargas

Fuente del material: Templo San Cosme y San Damián de Lares

Fecha: 19/04/2016

Lugar: Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE CON EMPASTADO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO

Adobe Colonial

	<u>MUESTRA N°</u>	3
	<u>HORA DE ENSAYO</u>	11:37

Datos

<i>Dimensiones:</i>	15 X 14.4 X 28 cm
<i>Área :</i>	216 cm ²
<i>Carga de ensayo:</i>	1170 Kg
<i>Resistencia a la compresión (f'm):</i>	5.42 Kg/cm ²
<i>Esfuerzo admisible a compresión del muro:</i>	1.35 Kg/cm ²
<i>Observaciones :</i>	

Muestra antes del ensayo

Muestra después del ensayo





ANEXO 4

METRADO DE CARGAS

METRADO DE CARGAS DEL TEMPLO SAN COSME Y SAN DAMIÁN DE LARES

- **Cálculos del metrado de cargas del templo San Cosme y San Damián**

El metrado de las cargas del templo se realizó suponiendo distintos niveles, dependiendo de la altura de los muros de la zona del templo estudiada, para obtener una carga más precisa. Se dividió al templo en tres zonas: La Nave, constituida por los muros de la Epístola, el Evangelio, el muro Testero y el muro de Pies. La Sacristía y la Torre.

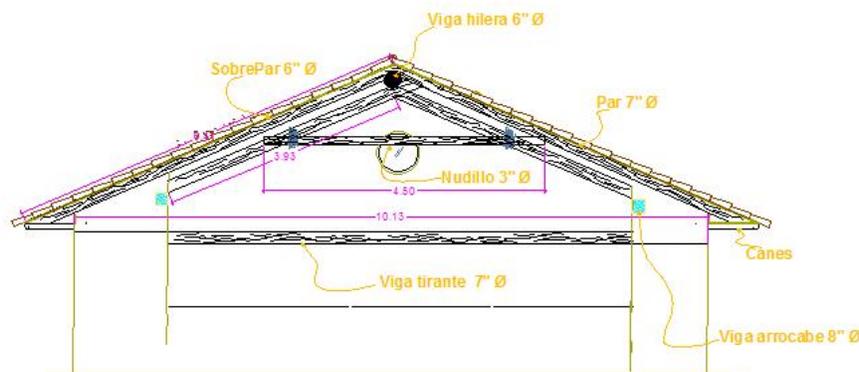
- **Análisis del metrado de cargas del templo San Cosme y San Damián**

En el metrado del templo se consideró el sobrecimiento de piedra y el muro de adobe, así como las cargas del techo (estructura de madera de eucalipto y la cubierta de calamina o teja). Se utilizó el método de áreas de influencia.

La carga resultante es la suma de la suma de las tres zonas en las que se dividió el templo para la obtención de un resultado más preciso. Se obtuvo 2760.88 toneladas como peso total del templo.

➤ **Metrado de los techo – Nave**

Figura 189 Estructura de techo de la nave



Fuente: Propia

Tabla 180 Metrado cargas estructura de techo de la nave

Muro	Peso volumétrico (tn/m3)	Ø	Área (m2)	Cantidad	Peso (Tn/m)	Longitud	Peso (Tn/m2)
Par	1.1	0.18	0.025	2.00	0.05	10.13	0.55

Sobre par	1.1	0.15	0.018	2.00	0.04	10.13	0.41
Nudillo	1.1	0.08	0.005	1.00	0.01	10.13	0.05
Viga tirante	1.1	0.18	0.025	1.00	0.03	10.13	0.28
Correa	1.1		0.004	5.00	0.02	10.13	0.22
Viga Hilera	1.1	0.15	0.018	1.00	0.02	10.13	0.20
							1.71

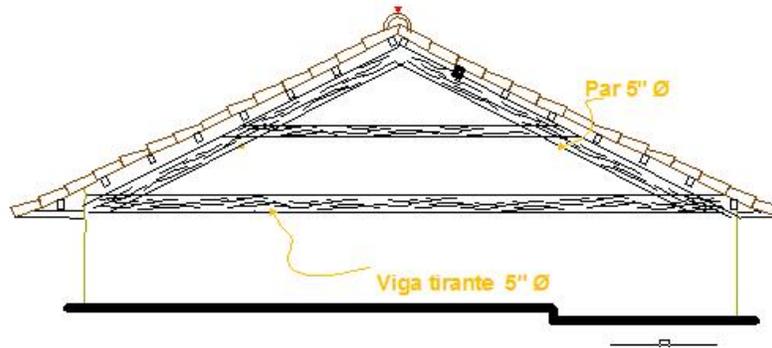
Fuente: Propia

Peso calamina	2.15	kg/m ²
	0.00215	Tn/m ²

Cargas de techo	1.7084	Tn/m ²
------------------------	---------------	-------------------

➤ **Metrado de los techo – Sacristía**

Figura 190 Estructura de techo de la sacristía



Fuente: Propia

Tabla 181 Metrado cargas estructura de techo de la sacristía

Muro	Peso volumétrico (tn/m ³)	Ø	Área (m ²)	Cantidad	Peso (Tn/m)	Longitud	Peso (Tn/m ²)
Par	1.1	0.15	0.018	2.00	0.04	7.65	0.31
Nudillo	1.1	0.08	0.005	1.00	0.01	7.65	0.04
Viga tirante	1.1	0.15	0.018	1.00	0.02	7.65	0.15
Correa	1.1		0.004	5.00	0.02	7.65	0.16
Viga Hilera	1.1	0.15	0.018	1.00	0.02	7.65	0.15
							0.82

Fuente: Propia

Peso Teja artesanal	160	kg/m ²
	0.16	Tn/m ²

Cargas de techo	0.975	Tn/m ²
------------------------	--------------	-------------------

➤ **Metrado de los techo – Torre**

Tabla 182 Metrado cargas estructura de techo de la torre

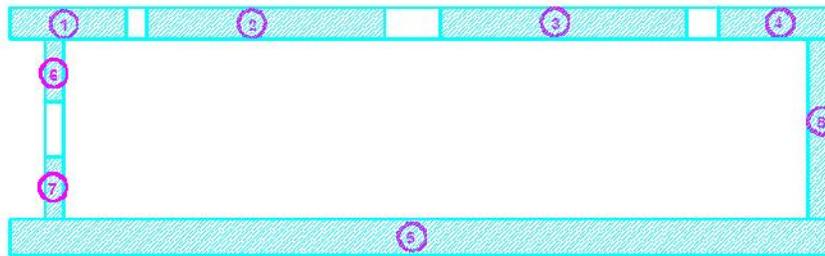
Muro	Peso volumétrico (tn/m3)	∅	Área (m2)	Cantidad	Peso (Tn/m)	Longitud	Peso (Tn/m2)
Par	1.1	0.13	0.013	40.00	0.56	8.8	4.90
Nudillo	1.1	0.08	0.005	1.00	0.01	8.8	0.04
							4.95

Fuente: Propia

Peso calamina	160	kg/m2
	0.16	Tn/m2
Cargas de techo	5.109	Tn/m2

➤ **Metrado de cargas – Nave**

Figura 191 Planta primer nivel - Nave



Fuente: Propia

• **Primer Nivel**

Tabla 183 Metrado cargas primer nivel nave

Nº	Muro	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Peso (Tn/m2)
1 - 4	Evangelio	2.8	1.31	3.67
5	Epístola	2.8	1.51	4.23
6 - 7	Pies	2.8	0.75	2.10
8	Testero	2.8	1.14	3.19

Fuente: Propia

- **Cargas directas**

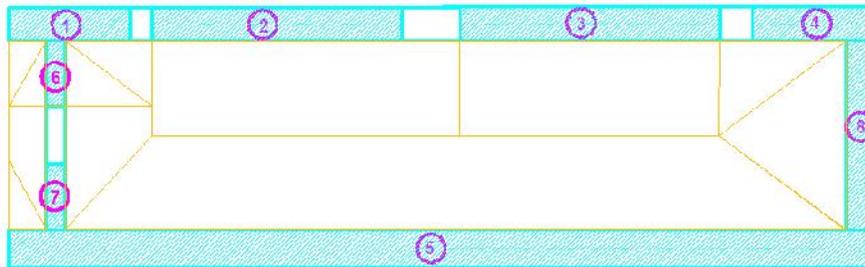
Tabla 184 Metrado cargas directas primer nivel nave

Nº	Muro	Peso (tn/m2)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1 - 4	Evangelio	3.67	2.00	7.34
5	Epístola	4.23	2.00	8.46
6 - 7	Pies	2.10	2.00	4.20
8	Testero	3.19	2.00	6.38

n°	Zona de puertas	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1	Evangelio	2.80	1.31	0.25	0.917
2	Evangelio	2.80	1.31	0.00	0
3	Evangelio	2.80	1.31	0.00	0
4	Evangelio	2.80	1.31	0.00	0
6	Pies	2.80	0.75	0.00	0
7	Pies	2.80	0.75	0.00	0

Fuente: Propia

Figura 192 Áreas de influencia - Planta primer nivel – Nave



Fuente: Propia

Tabla 185 Cargas primer nivel nave

Cargas Nave - primer nivel					
Carga directa					Pi (tn)
N°	Longitudes de influencia (m)			P directa (tn)	
	Muro	ventanas	Puerta		
1	4.81		0.86	36.07	36.07
2	9.88			72.48	72.48
3	10.25			75.19	75.19
4	4.86			35.65	35.65
5	34.28			289.87	289.87
6	2.57			10.79	10.79
7	2.56			10.75	10.75
8	7.44			47.50	47.50
					578.32

Fuente: Propia

• Segundo Nivel

Figura 193 Planta segundo nivel – Nave



Fuente: Propia

Tabla 186 Medrado cargas segundo nivel nave

N°	Muro	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Peso (Tn/m2)
1 - 2	Evangelio	1.74	1.31	2.28
3	Epístola	1.74	1.51	2.63
4 - 5	Pies	1.74	0.75	1.31
6	Testero	1.74	1.14	1.98

Fuente: Propia

- Cargas directas

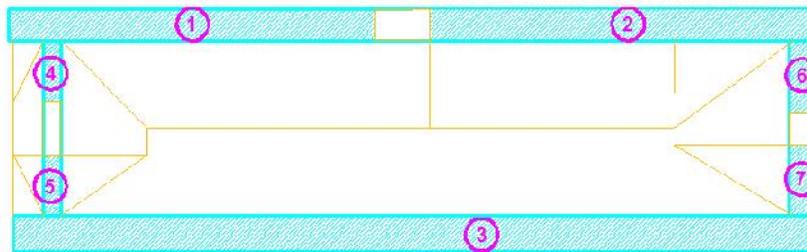
Tabla 187 Medrado cargas directas segundo nivel nave

N°	Muro	Peso (tn/m2)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1 - 2	Evangelio	2.28	1.86	4.24
3	Epístola	2.63	1.86	4.89
4 - 5	Pies	1.31	1.86	2.43
6 - 7	Testero	1.98	1.86	3.69

N°	Zona de puertas - ventana	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1	Evangelio	1.74	1.31	0.62	1.41
4	Pies	1.74	0.75	0.62	0.81
6	Testero	1.74	1.14	0.96	1.90

Fuente: Propia

Figura 194 Áreas de influencia - Planta segundo nivel – Nave



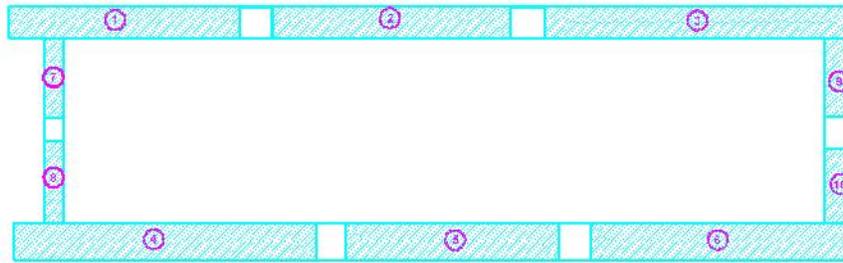
Fuente: Propia

Tabla 188 Cargas segundo nivel nave

Cargas Nave - segundo nivel					
Carga directa					
N°	Longitudes de influencia (m)			P directa (tn)	Pi (tn)
	Muro	ventanas	Puerta		
1	15.56		2.3	69.22	69.22
2	16.42			69.62	69.62
3	34.09			166.60	166.60
4	2.58		2.29	8.12	8.12
5	2.56			6.21	6.21
6	3.12	1.33		14.04	14.04
7	3			11.07	11.07
					344.87

• Tercer Nivel

Figura 195 Planta tercer nivel – Nave



Fuente: Propia

Tabla 189 Medrado cargas tercer nivel nave

N°	Muro	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Peso (Tn/m2)
1 - 3	Evangelio	1.74	1.31	2.28
4 - 6	Epístola	1.74	1.51	2.63
7 - 8	Pies	1.74	0.75	1.31
9 - 10	Testero	1.74	1.14	1.98

Fuente: Propia

- Cargas directas

Tabla 190 Medrado cargas directas tercer nivel nave

N°	Muro	Peso (tn/m2)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1 - 3	Evangelio	2.28	3.00	6.84
4 - 6	Epístola	2.63	3.00	7.88
7 - 8	Pies	1.31	3.00	3.92
9 - 10	Testero	1.98	3.00	5.95

N°	Zona de puertas - ventana	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1	Evangelio	1.74	1.31	1.26	2.87
3	Evangelio	1.74	1.31	1.26	2.87
4	Epístola	1.74	1.51	1.35	3.55
6	Epístola	1.74	1.51	1.35	3.55
8	Pies	1.74	0.75	1.57	2.05
10	Testero	1.74	1.14	1.74	3.45

Fuente: Propia

- Cargas indirectas

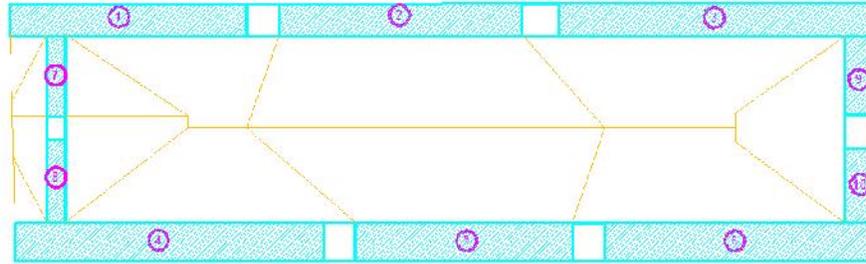
WD =	1.7084
WL =	0.1

Tabla 191 Medrado cargas indirectas tercer nivel nave

N°	Muro	Área de influencia (m2)	PD = AI*WD	PL = AI*WL
1	Evangelio	20.28	34.65	2.03
2	Evangelio	44.15	75.43	4.42
3	Evangelio	31.84	54.40	3.18
4	Epístola	27.82	47.53	2.78
5	Epístola	43.3	73.98	4.33
6	Epístola	28.94	49.44	2.89
7	Pies	10.28	17.56	1.03
8	Pies	15.43	26.36	1.54
9	Testero	6.61	11.29	0.66
10	Testero	11.94	20.40	1.19

Fuente: Propia

Figura 196 Áreas de influencia - Planta tercer nivel – Nave



Fuente: Propia

Tabla 192 Cargas tercer nivel nave

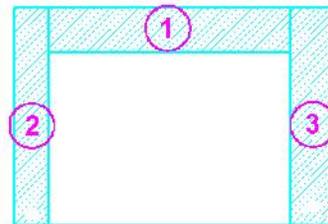
Cargas Nave - tercer nivel						
N°	Carga directa			P directa (tn)	Carga Indirecta	Pi (tn)
	Longitudes de influencia (m)				PD + 025PL	
	Muro	ventanas	Puerta			
1	9.37	1.31		67.84	35.15	102.99
2	9.65			65.99	76.53	142.52
3	12.52	1.43		89.72	55.19	144.91
4	12.27	1.22		101.04	48.22	149.27
5	8.65			68.18	75.06	143.24
6	10.67	1.3		88.71	50.17	138.88
7	3.21			12.57	17.82	30.39
8	3.33	0.9		6.19	26.75	32.94
9	3.12			18.57	11.46	30.02
10	3.00	1.33		22.44	20.70	43.14
						958.30

Fuente: Propia.

➤ **Metrado de cargas – Sacristía**

- **Primer Nivel**

Figura 197 Planta primer nivel – Sacristía



Fuente: Propia

Tabla 193 Metrado cargas primer nivel sacristía

N°	Muro	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Peso (Tn/m2)
1	Sacristía	2.8	1.11	3.11
2	Sacristía	2.8	0.86	2.41
3	Sacristía	2.8	1.10	3.08

Fuente: Propia

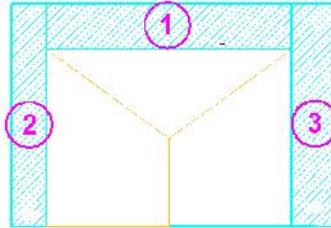
- **Cargas directas**

Tabla 194 Medrado cargas directas primer nivel sacristía

N°	Muro	Peso (tn/m2)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1	Sacristía	3.11	1.70	5.28
2	Sacristía	2.41	1.70	4.09
3	Sacristía	3.08	1.70	5.24

Fuente: Propia

Figura 198 Áreas de influencia - Planta primer nivel – Sacristía



Fuente: Propia

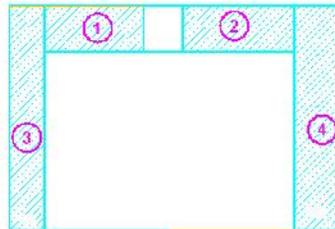
Tabla 195 Cargas primer nivel sacristía

Cargas sacristía- primer nivel					
Carga directa					
N°	Longitudes de influencia (m)			P directa (tn)	Pi (tn)
	Muro	ventanas	Puerta		
1	6			31.70	31.70
2	5.42			22.19	22.19
3	5.42			28.38	28.38
					82.27

Fuente: Propia

• Segundo Nivel

Figura 199 Planta segundo nivel – Sacristía



Fuente: Propia

Tabla 196 Medrado cargas segundo nivel sacristía

N°	Muro	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Peso (Tn/m2)
1	Sacristía	1.74	1.11	1.93
2	Sacristía	1.74	1.11	1.93
3	Sacristía	1.74	0.86	1.50
4	Sacristía	1.74	1.10	1.91

Fuente: Propia

- Cargas directas

Tabla 197 Medrado cargas directas segundo nivel sacristía

N°	Muro	Peso (tn/m2)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1	Sacristía	1.93	1.97	3.80
2	Sacristía	1.93	1.97	3.80
3	Sacristía	1.50	1.97	2.95

4	Sacristía	1.91	1.97	3.77
---	-----------	------	------	------

N°	Zona de puertas - ventana	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1	Sacristía	1.74	0.95	2.56	4.23

Fuente: Propia

- Cargas indirectas

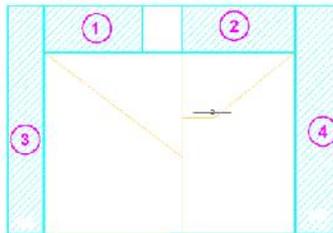
WD =	0.975
WL =	0.1

Tabla 198 Metrado cargas indirectas segundo nivel sacristía

N°	Muro	Área de influencia (m2)	PD = AI*WD	PL= AI*WL
1	Sacristía	4.09	3.99	0.41
2	Sacristía	2.66	2.59	0.27
3	Sacristía	10.17	9.92	1.02
4	Sacristía	9.8	9.56	0.98

Fuente: Propia

Figura 200 Áreas de influencia - Planta segundo nivel – Sacristía



Fuente: Propia

Tabla 199 Cargas segundo nivel sacristía

Cargas Sacristía - Segundo nivel						
N°	Carga directa			Carga Indirecta		Pi (tn)
	Longitudes de influencia (m)			P directa (tn)	PD + 025PL	
	Muro	ventanas	Puerta			
1	2.36	0.95		13.00	4.09	17.09
2	2.69			10.24	2.66	12.90
3	5.42			15.98	10.17	26.15
4	5.42			20.44	9.80	30.24
						86.38

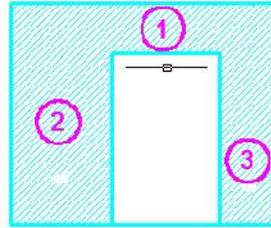
Fuente: Propia



Metrado de cargas – Torre

• Primer Nivel

Figura 201 Planta primer nivel – Torre



Fuente: Propia

Tabla 200 Medrado cargas primer nivel torre

N°	Muro	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Peso (Tn/m2)
1	Torre	2.8	1.30	3.64
2	Torre	2.8	2.67	7.48
3	Torre	2.8	1.51	4.23

Fuente: Propia

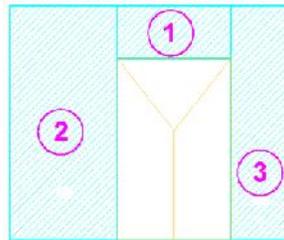
- Cargas directas

Tabla 201 Medrado cargas directas primer nivel sacristía

N°	Muro	Peso (tn/m2)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1	Torre	3.64	3.67	13.36
2	Torre	7.48	3.67	27.44
3	Torre	4.23	3.67	15.52

Fuente: Propia

Figura 202 Áreas de influencia - Planta primer nivel – Torre



Fuente: Propia

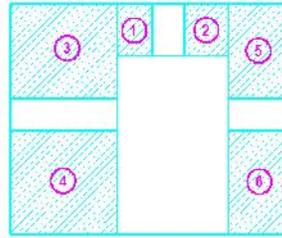
Tabla 202 Cargas primer nivel torre

N°	Carga directa			P directa (tn)	Pi (tn)
	Longitudes de influencia (m)				
	Muro	ventanas	Puerta		
1	2.82			37.67	37.67
2	5.79			158.86	158.86
3	5.79			89.84	89.84
					286.37

Fuente: Propia

• Segundo Nivel

Figura 203 Planta segundo nivel – Torre



Fuente: Propia

Tabla 203 Metrado cargas segundo nivel torre

N°	Muro	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Peso (Tn/m2)
1	Torre	1.74	1.34	2.33
2	Torre	1.74	1.34	2.33
3	Torre	1.74	2.67	4.65
4	Torre	1.74	2.67	4.65
5	Torre	1.74	1.51	2.63
6	Torre	1.74	1.51	2.63

Fuente: Propia

- Cargas directas

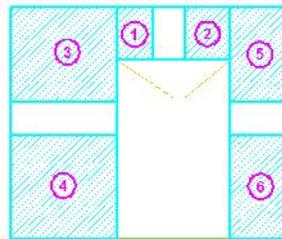
Tabla 204 Metrado cargas directas segundo nivel torre

N°	Muro	Peso (tn/m2)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1	Torre	2.33	4.32	10.07
2	Torre	2.33	4.32	10.07
3	Torre	4.65	4.32	20.07
4	Torre	4.65	4.32	20.07
5	Torre	2.63	4.32	11.35
6	Torre	2.63	4.32	11.35

N°	Zona de puertas - ventana	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1	Torre	1.74	1.34	3.18	7.41
3	Torre	1.74	2.67	3.18	14.77
5	Torre	1.74	1.57	3.18	8.69

Fuente: Propia

Figura 204 Áreas de influencia - Planta segundo nivel – Torre



Fuente: Propia

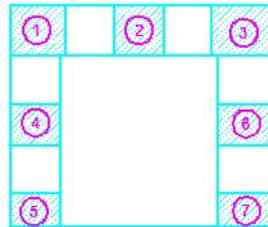
Tabla 205 Cargas segundo nivel torre

Cargas torre - segundo nivel					
Carga directa					
N°	Longitudes de influencia (m)			P directa (tn)	Pi (tn)
	Muro	ventanas	Puerta		
1	0.89	0.8		14.90	14.90

2	1.12			11.28	11.28
3	2.37	0.81		59.53	59.53
4	2.61			52.38	52.38
5	2.37	0.81		33.94	33.94
6	2.61			29.62	29.62
					201.65

• Tercer Nivel

Figura 205 Planta tercer nivel – Torre



Fuente: Propia

Tabla 206 Medrado cargas tercer nivel torre

N°	Muro	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Peso (Tn/m2)
1	Torre	1.74	1.34	2.33
2	Torre	1.74	1.34	2.33
3	Torre	1.74	1.34	2.33
4	Torre	1.74	1.46	2.54
5	Torre	1.74	1.46	2.54
6	Torre	1.74	1.51	2.63
7	Torre	1.74	1.51	2.63

Fuente: Propia

- Cargas directas

Tabla 207 Medrado cargas directas tercer nivel torre

N°	Muro	Peso (tn/m2)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1	Torre	2.33	4.35	10.14
2	Torre	2.33	4.35	10.14
3	Torre	2.33	4.35	10.14
4	Torre	2.54	4.35	11.05
5	Torre	2.54	4.35	11.05
6	Torre	2.63	4.35	11.43
7	Torre	2.63	4.35	11.43

N°	Zona de puertas - ventana	Peso volumétrico (tn/m3)	Ancho (m)	Altura (m)	Peso (Tn/m)
1	Torre	1.74	1.29	2.23	5.01
3	Torre	1.74	1.25	2.23	4.85
4	Torre	1.74	1.28	2.23	4.97
5	Torre	1.74	1.25	2.23	4.85
6	Torre	1.74	1.28	2.23	4.97
7	Torre	1.74	1.25	2.23	4.85

Fuente: Propia

- Cargas indirectas

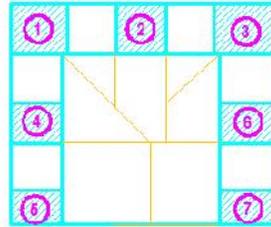
WD =	5.109
WL =	0.1

Tabla 208 Metrado cargas indirectas tercer nivel torre

N°	Muro	Área de influencia (m2)	PD = AI*WD	PL= AI*WL
1	Torre	1.01	5.16	0.10
2	Torre	2.72	13.90	0.27
3	Torre	0.89	4.55	0.09
4	Torre	2.74	14.00	0.27
5	Torre	5.02	25.65	0.50
6	Torre	2.4	12.26	0.24
7	Torre	3.89	19.87	0.39

Fuente: Propia

Figura 206 Áreas de influencia - Planta segundo nivel – Torre



Fuente: Propia

Tabla 209 Cargas tercer nivel torre

Cargas torre						
N°	Carga directa			P directa (tn)	Carga Indirecta PD + 025PL	Pi (tn)
	Longitudes de influencia (m)					
	Muro	ventanas	Puerta			
1	1.47	1.29		21.37	5.19	26.55
2	1.33			13.49	13.96	27.45
3	1.67	1.25		23.00	4.57	27.57
4	1.08	1.28		18.29	14.07	32.36
5	0.89	1.25		15.90	25.77	41.67
6	1.08	1.28		18.70	12.32	31.02
7	0.88	1.25		16.12	19.97	36.09
						222.72

Fuente: Propia

• Resumen de cargas

Tabla 210 Resumen de cargas de los muros de la Nave

Muro de la Nave	Pi (tn)
Muro de Pies	99.20 Tn
Muro de la Epístola	887.86 Tn
Muro Testero	145.77 Tn
Muro del Evangelio	915.25 Tn

Zona	Pi (tn)
Nave	1881.49
Sacristía	168.64
Torre	710.75

Carga total templo Tn
2760.88



ANEXO 5

FICHA TÉCNICA

FIBRA DE POLIPROPILENO



Hoja Técnica
Edición 1, 22.01.08 JR
Sikafiber © PE

Sikafiber® PE

Fibra de Polipropileno para el refuerzo de concreto.

Descripción

General

Sikafiber PE, es un refuerzo de fibra de polipropileno modificada que evita el agrietamiento de concretos y morteros.

Sikafiber PE está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados.

Durante la mezcla Sikafiber PE se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto o mortero formando una red tridimensional muy uniforme.

Usos

Losas de concreto (placas, pavimentos, techos, etc)

Mortero y concreto proyectado. (Shotcrete).

Paneles de fachada.

Elementos prefabricados.

Revestimientos de canales.

Ventajas

La adición de Sikafiber PE, sustituye a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del concreto, aportando las siguientes ventajas:

- Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación.
- Aumento importante del índice de tenacidad del concreto.
- Mejora la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad.
- En mayor cuantía mejora la resistencia a la tracción y a la compresión.
- La acción del Sikafiber PE es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.

Datos Básicos

Aspecto

Fibra

Color

Crema

Presentación

Bolsa de 600 gr

Almacenamiento

Un año en un lugar seco y bajo techo, en envases bien cerrados.

Modo de Empleo

Se agrega, en planta o a pie de obra directamente a la mezcla de concreto o mortero. No disolver en el agua de amasado. Una vez añadido el Sikafiber PE basta con prolongar el mezclado al menos 5 minutos.

Dosificación

El Sikafiber PE se empleará para todo tipo de concretos hasta $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ se debe usar 600 gr por m^3 de concreto y para concretos de alta resistencia mayores a $f'c = 300 \text{ kg/m}^2$ se colocará 1 kg/m^3

Usar de 2 a 8 Kg. En caso de mezcla de shotcrete

Datos Técnicos

Densidad real

Aprox. 0,91 kg/l .

Absorción de agua

Ninguna.

Módulo de elasticidad

15,000 kg/cm^2

Alargamiento de rotura

20 - 30 %

Resistencia a tracción

300 - 350 kg/cm^2

Resistencia química

Inerte a los álcalis del cemento, ácidos en general, agua de mar, residuos alimentarios y ganaderos, aceites vegetales. No se pudre y es resistente a hongos y bacteria.

Durabilidad

Indefinida.





ANEXO 6

ENSAYO DE COMPRESIÓN

TRIAxIAL NO DRENADO

Unconsolidated-Undrained Triaxial
Compression Test on Cohesive Soils
(Quick Undrained)



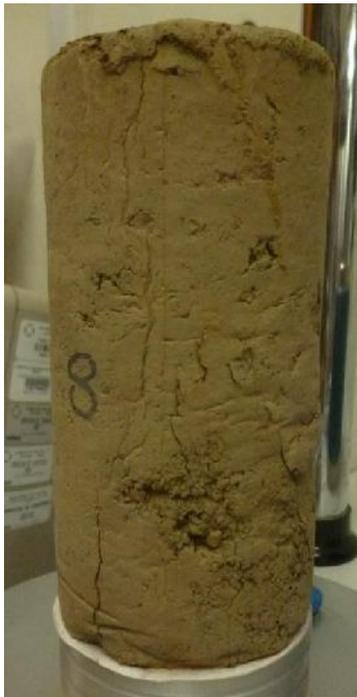
Client	Templo San Cosme Lares Calca	Lab Ref	Dpto FQ-DDC-Cusco
Project	RestTemplo San Cosme	Job	JSMM08-14
Borehole		Sample	JSMM08-14

Conditions at Failure

Failure Criterion	Maximum Deviator Stress		
Compressive Strength	7.960 kg/cm ²	Major Principal Stress	7.964 kg/cm ²
Axial Strain	0.71%	Minor Principal Stress	0.003 kg/cm ²
Deviator Stress Correction Applied	0.0000kg/cm ²	Final Moisture Content	5.5 %
Final Unit Weight	18.65 kN/m ³		

Shear Conditions

Rate of Axial Strain	0.98%/min	Cell Pressure	0.003kg/cm ²
-----------------------------	-----------	----------------------	-------------------------



Tested By and Date:	03/09/14
Checked By and Date:	Ing. Julio C sierra
Approved By and Date:	Ing. Julio C sierra



ANEXO 7

PLANOS DE ARQUITECTURA

DEL TEMPLO SAN COSME Y

SAN DAMIÁN