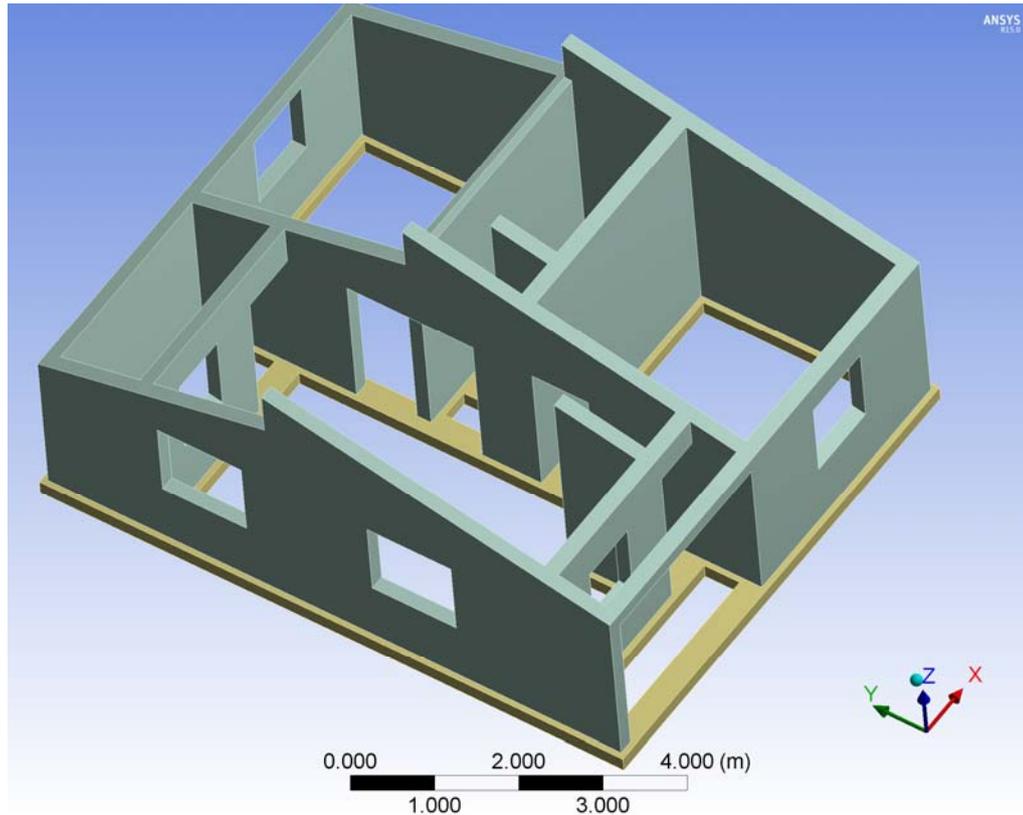


## MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

Vivienda con bloque BlockFast® en área de muy alta sismicidad. Ecuador



Ingeniero redactor:

**David Ramírez Bertelli**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos | 16496

Chartered Engineer MICE | 71023885

**ice**  
Institution of Civil Engineers

**saice**

Septiembre 2017

## Índice

1. Introducción.....	3
2. Documentación de partida.....	3
3. Descripción de la estructura.....	3
4. Normativa utilizada .....	6
5. Valores característicos de las acciones .....	6
6. Combinación de acciones.....	7
7. Sismo .....	7
8. Software utilizado .....	8
9. Análisis tenso-deformacional.....	8
9.1. Materiales .....	8
9.2. Modelo de cálculo .....	8
9.3. Mallado.....	10
9.4. Estado Límite Último de Rotura.....	11
9.5. Desplazamientos .....	13
9.6. Deriva.....	14
10. Cortante basal .....	14
11. Conclusión del cálculo del sistema BlockFast con refuerzos metálicos.....	14
12. Cimentación.....	15
13. Cubierta.....	18

## 1. Introducción

El objetivo del presente documento consiste en analizar el comportamiento estructural (resistente y deformacional) del sistema constructivo Block Fast ® aplicado a una vivienda ubicada en Ecuador. La vivienda se encuentra en un área de muy alta sismicidad (0.50.g) con un terreno natural de apoyo de calidad media.

Como se demuestra seguidamente, el comportamiento de la estructura es adecuado, asegurando una total estabilidad incluso en el caso de evento sísmico más desfavorable.

## 2. Documentación de partida

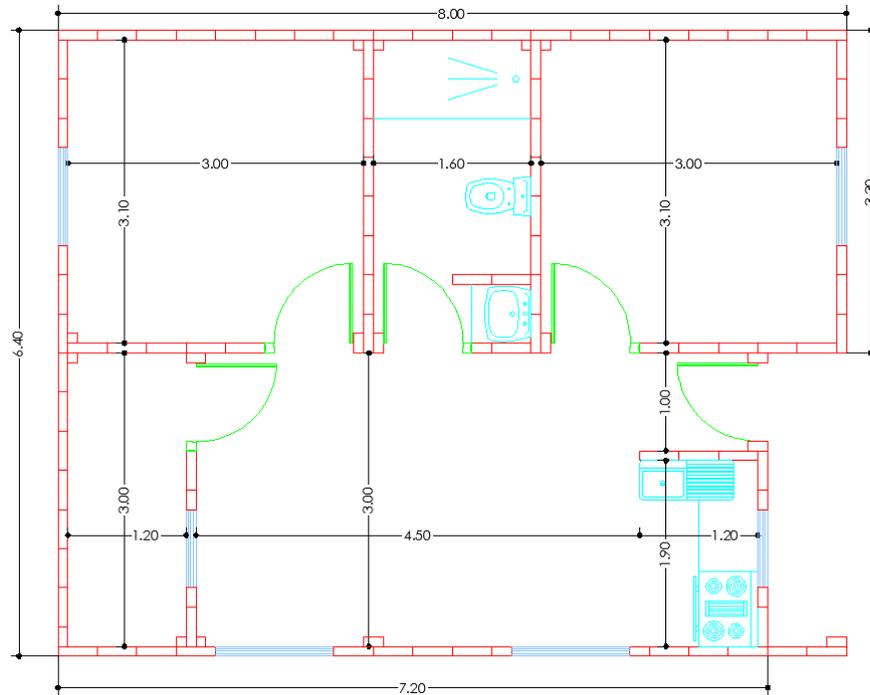
Los siguientes son los principales archivos que han sido revisados y considerados para la realización del presente estudio:

- Vivienda Toda una Vida 08-07-2017-2 (DWG)
- Características Técnicas Sistema BlockFast (PDF)
- Ensayo Bloques Individuales (JPG)
- INF.038.2016 (PDF)
- Obra N° 1376 Muestra N°-1259-2015 8\_7\_2015 3350 BLOQUE DE HORMIGON (PDF)
- Obra N° 1376. Muestra N°-1089-2016.27\_9\_2016.3056.BLOQUE DE HORMIGON (PDF)
- Plano Rigidizador Tubos (PDF)

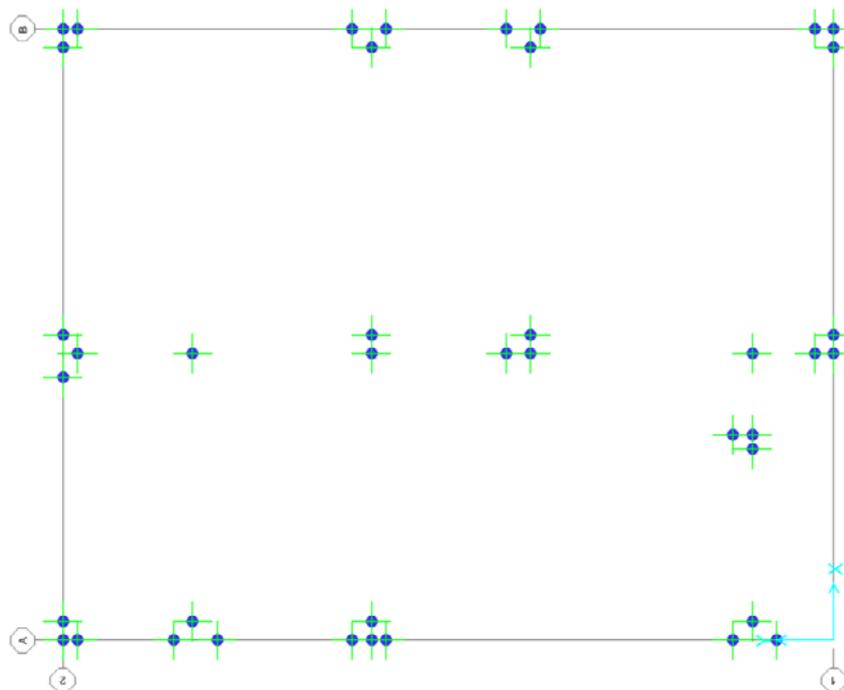
## 3. Descripción de la estructura

La vivienda tiene una altura máxima de 3.60 m y una cubierta a dos aguas. La estructura básicamente está constituida por muros (0.20 m de espesor) de mampostería estructural reforzada mediante perfiles tubulares (S-235) de 45 mm diámetro y 1.50 mm de espesor, dichos perfiles quedarán

empotrados en las vigas de cimentación. Se muestra a continuación una planta de la estructura (6.40 x 8.00 m<sup>2</sup>):

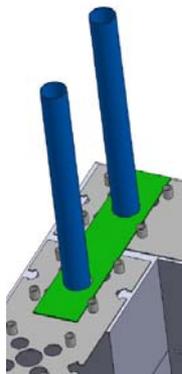


Se muestra a continuación una planta de los perfiles tubulares de refuerzo (41 uds):

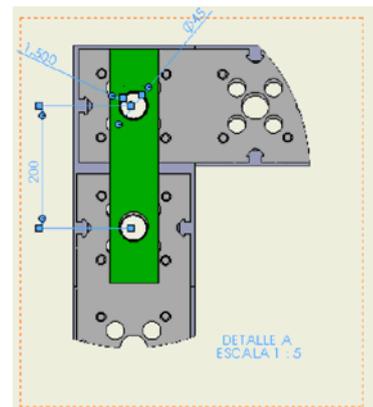


Tal y como se puede ver se han colocado perfiles tubulares en los encuentros (en T y en esquina) principales entre muros. Además se han colocado 4 perfiles tubulares más asociados al machón interior del muro oeste. Cada pareja de perfiles tubulares contiguos se unirá entre sí mediante pletinas cuya equidistancia será de 0.80 m a excepción de los machones del muro oeste donde la separación será de 0.40 m. Mostramos a continuación la planta y una vista en 3D de las pletinas.

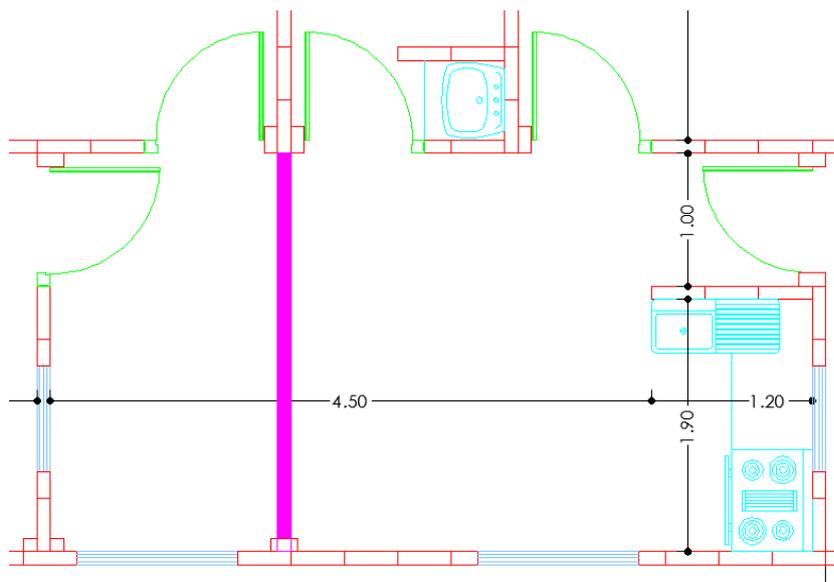
Vista 3D



Planta



Además se ha colocado un perfil HEA-100 (S-235) bajo el ventanal del comedor (ver viga de color magenta en la siguiente imagen):



#### 4. Normativa utilizada

Se resume a continuación la normativa utilizada en el cálculo:

- CPE INEN-NEC-SE-VIVIENDA 26-10.
- NEC-11. Norma ecuatoriana de la construcción.
- CPE INEN-NEC-SE-CG 26-1, para estimación de cargas generales.
- CPE INEN-NEC-SE-DS 26-2, para estimación de cargas sísmicas.
- NEC-SE-DS. Norma ecuatoriana de la construcción. Cargas sísmicas.
- NEC-SE-MP. Norma ecuatoriana de la construcción. Mampostería estructural.
- ACI 318-14. Building Code Requirements for Structural Concrete.
- EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural (España).

#### 5. Valores característicos de las acciones

Se resumen a continuación los valores adoptados en el cálculo.

- Bloques de hormigón. Densidad aparente seca: 2 148 Kg/m<sup>3</sup>
- Cubierta: 15 kg/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga de uso en cubierta: 70 kg/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga de sismo: según lo descrito en el apartado 7 siguiente.
- Sobrecarga de viento: Conforme a la NEC-11, estos son los parámetros principales empleados para el cálculo:
  - i. Basic wind speed: 50.0 m/s
  - ii. Categoría del terreno: Categoría B

## 6. Combinación de acciones

Se muestra a continuación la combinatoria introducida en el modelo:

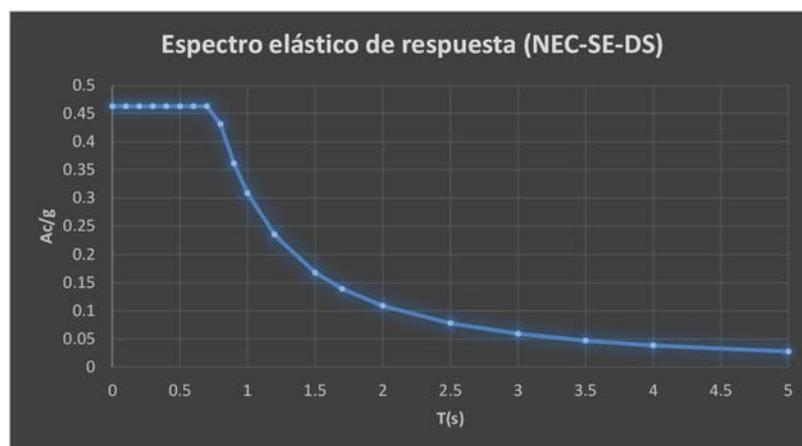
Load combination	Equation	Primary load
$U = 1.4D$	(5.3.1a)	D
$U = 1.2D + 1.6L + 0.5(Lr \text{ or } S \text{ or } R)$	(5.3.1b)	L
$U = 1.2D + 1.6(Lr \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.5W)$	(5.3.1c)	Lr or S or R
$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(Lr \text{ or } S \text{ or } R)$	(5.3.1d)	W
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$	(5.3.1e)	E
$U = 0.9D + 1.0W$	(5.3.1f)	W
$U = 0.9D + 1.0E$	(5.3.1g)	E

## 7. Sismo

Se resumen a continuación los principales valores considerados para la obtención del espectro elástico de respuesta (NEC-SE-DS)

- Factor de zona  $\rightarrow Z = 0.50 \text{ g}$
- Tipo de suelo  $\rightarrow D$
- $F_a = 1.12$ .  $F_d = 1.11$ .  $F_s = 1.40$
- Razón entre la aceleración espectral  $S_a (T = 0.1 \text{ s})$  y el PGA  $\rightarrow 2.48$
- Factor de importancia  $\rightarrow 1$
- Factor R  $\rightarrow 3$ .

Con los datos anteriores se ha obtenido el siguiente espectro elástico de respuesta:



## 8. Software utilizado

Se ha utilizado el programa Ansys Professional ® (número de licencia 664524) para realizar un estudio en 3D de la interacción entre el muro BlockFast y los tubos de refuerzo metálicos que son necesarios para cumplir a nivel tensional y deformacional con la normativa vigente.

Ansys está considerado como el líder mundial en el cálculo por el método de los elementos finitos. Adicionalmente, para el cálculo de la cimentación y cubierta se ha empleado el software Cype Cad ®, el cual tiene implementada tanto la normativa ecuatoriana de la edificación como la americana.

## 9. Análisis tenso-deformacional

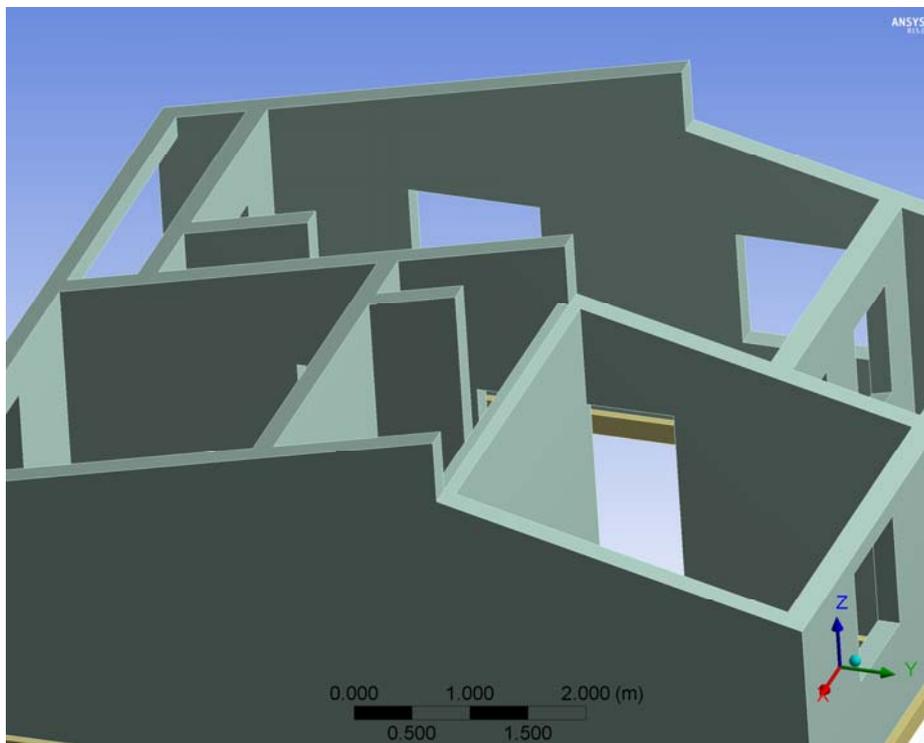
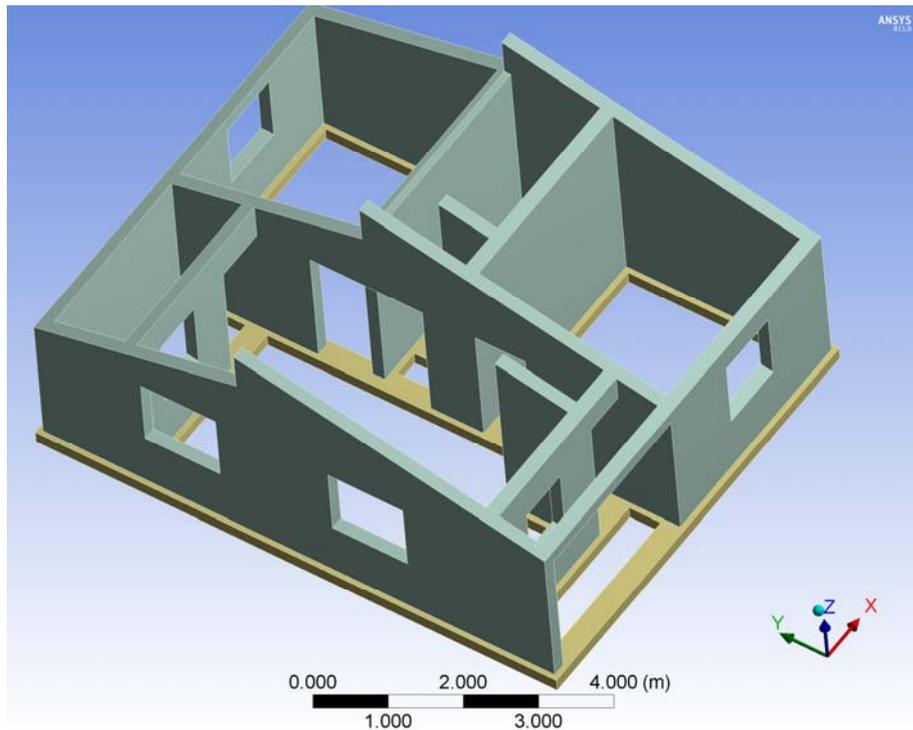
### 9.1. Materiales

Se resumen a continuación las principales características del sistema Block Fast:

- Módulo de elasticidad → 1 777 MPa
- Resistencia a compresión → 5.99 MPa
- Módulo de elasticidad transversal →  $0.4 E = 710.8 \text{ MPa}$
- Coeficiente de Poisson → 0.25
- Momento de rotura a flexión por metro lineal → 0.375 t m

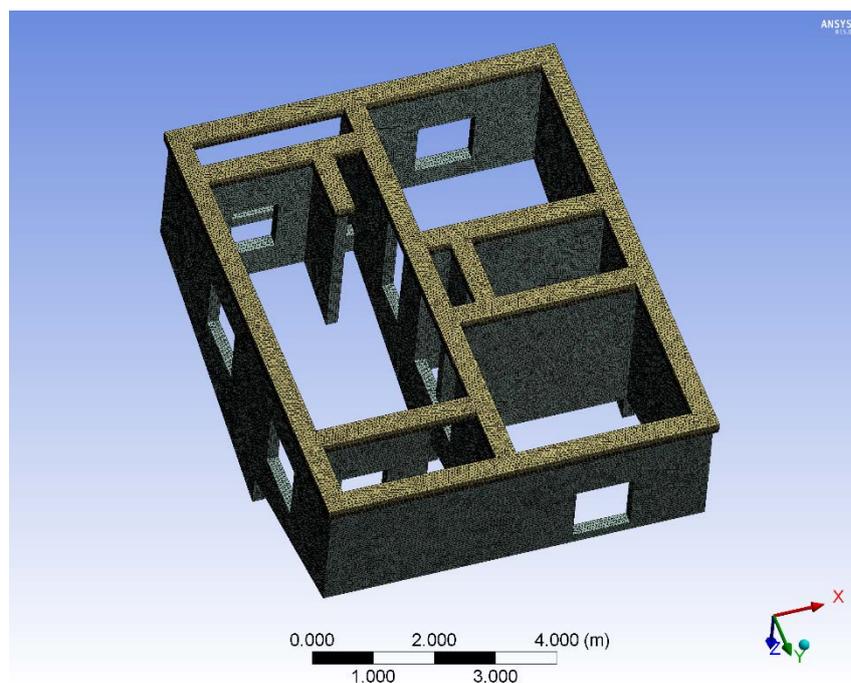
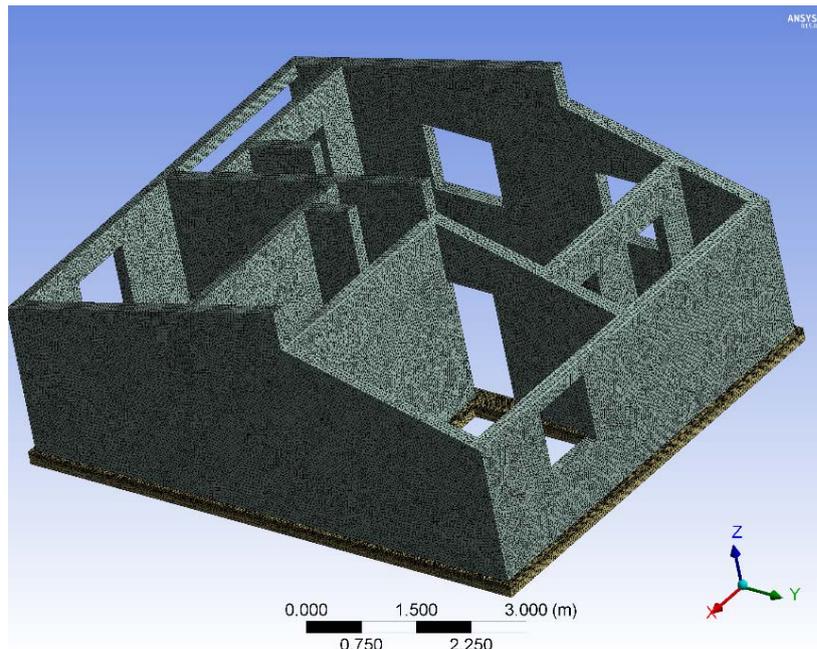
### 9.2. Modelo de cálculo

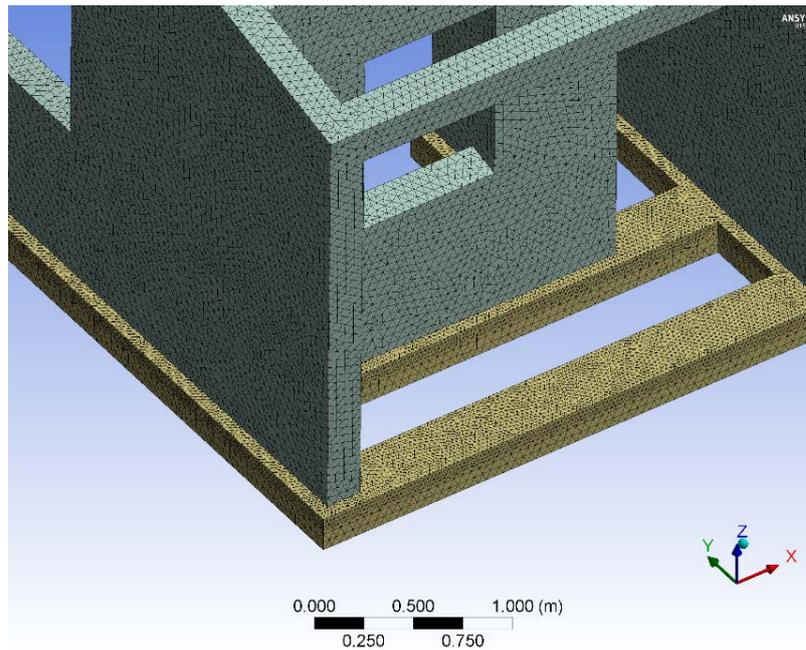
Se ha generado un 3D de la vivienda mediante un modelo de elementos finitos utilizando el programa ANSYS. Se muestran a continuación varias imágenes en 3D del modelo generado:



### 9.3. Mallado

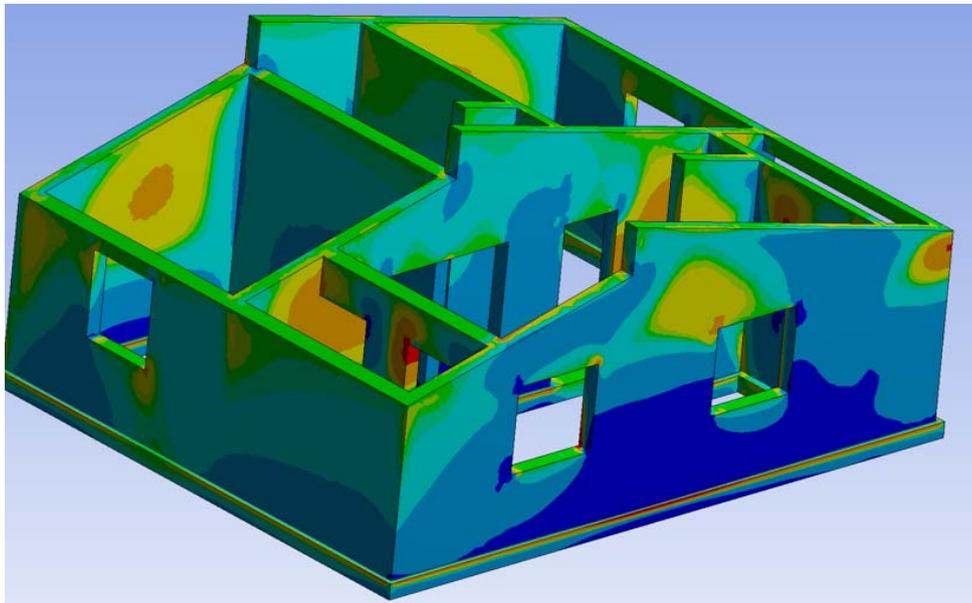
Se ha optado por un mallado de densidad variable, de tal forma que la densidad de nodos cambia de unas regiones a otras. Pretendemos acumular un mayor número de ellos en las zonas donde se esperan fuertes variaciones de las variables a analizar (tensiones y desplazamientos). Se muestra a continuación el mallado utilizado en el cálculo:

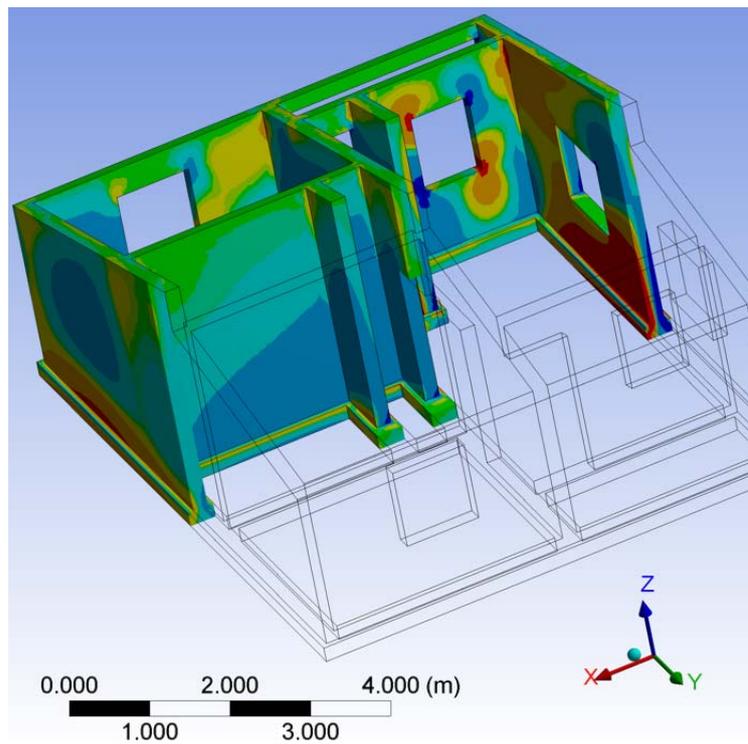
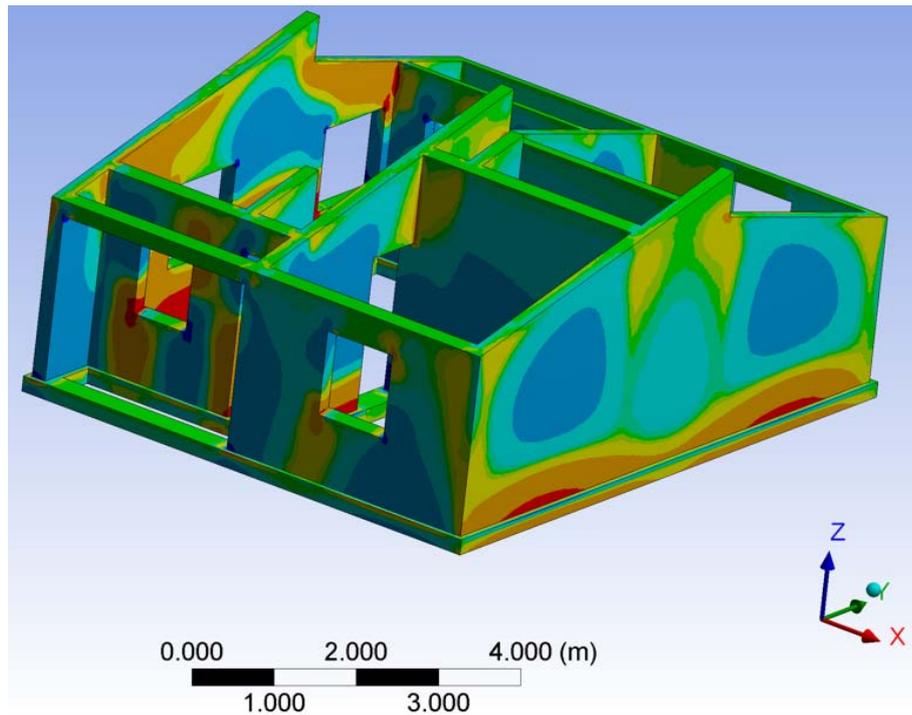


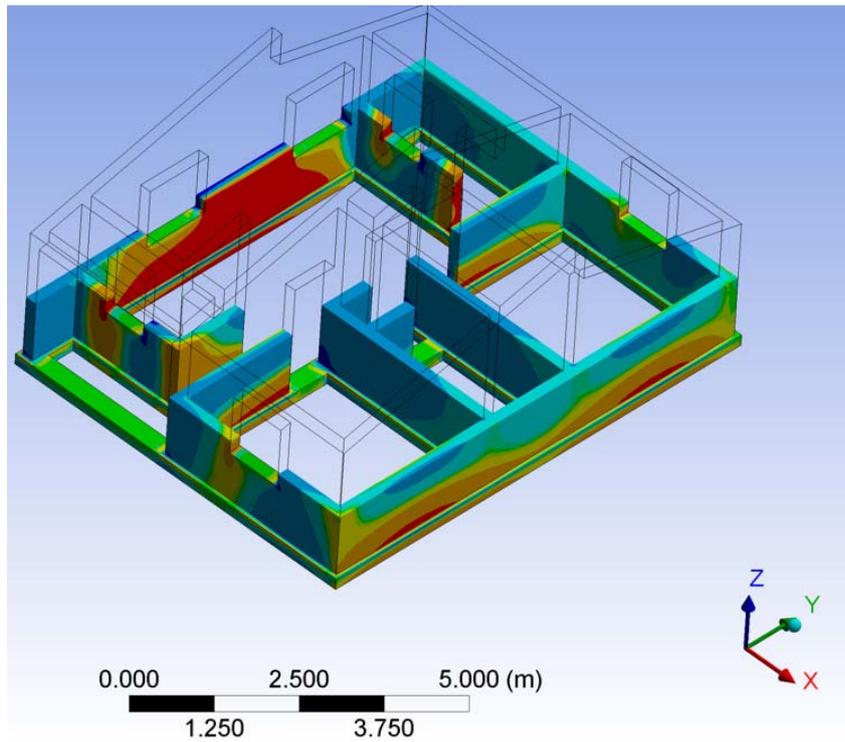


#### 9.4. Estado Límite Último de Rotura

Se ha realizado un estudio en estado límite último, en ningún caso se supera el momento resistente de la sección ( $0.375 / 0.8 = 0.30 \text{ t m/m}$ ):

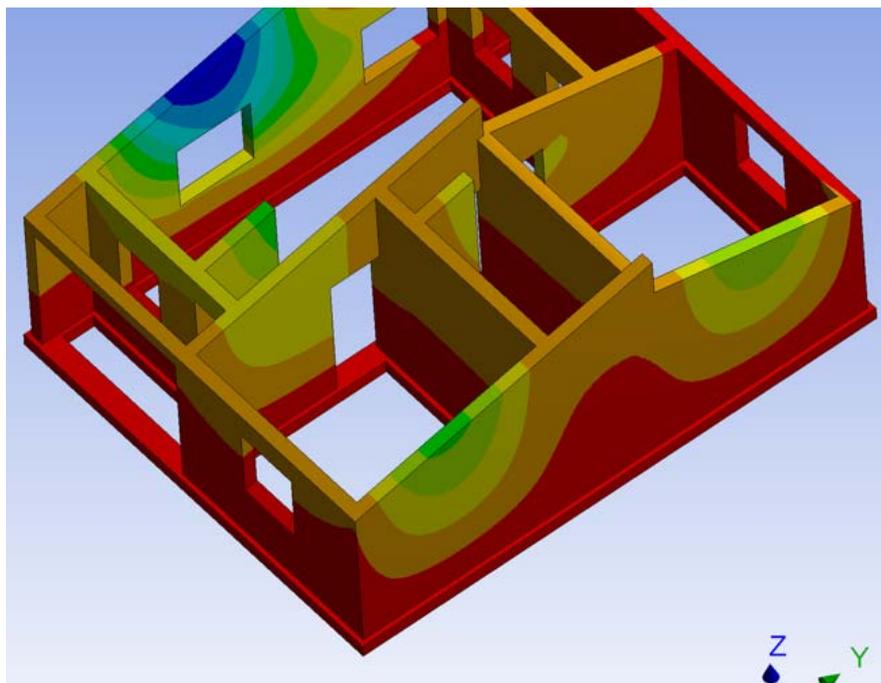






### 9.5. Desplazamientos

Se ha realizado un análisis de los máximos desplazamientos perpendiculares a cada uno de los muros, el máximo valor obtenido es de 0.72 mm:



## 9.6. Deriva

La deriva máxima para cualquier piso no excederá los límites establecidos en la tabla siguiente, en la cual la deriva máxima se expresa como un porcentaje de la altura de piso (art. 5 de la NEC-SE-DS):

Estructuras de:	$\Delta_M$ máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

En nuestro caso, tal y como se puede ver en el apartado anterior, el desplazamiento máximo en la cabeza del muro y perpendicular al mismo tiene un valor de 0.72 mm, lo que implica una deriva inferior al 0.01

## 10. Cortante basal

Se resumen a continuación los valores obtenidos del cortante basal:

	Cortante basal (t)	
	Fx	Fy
Sismo X	12.54	4.33
Sismo Y	4.73	11.9

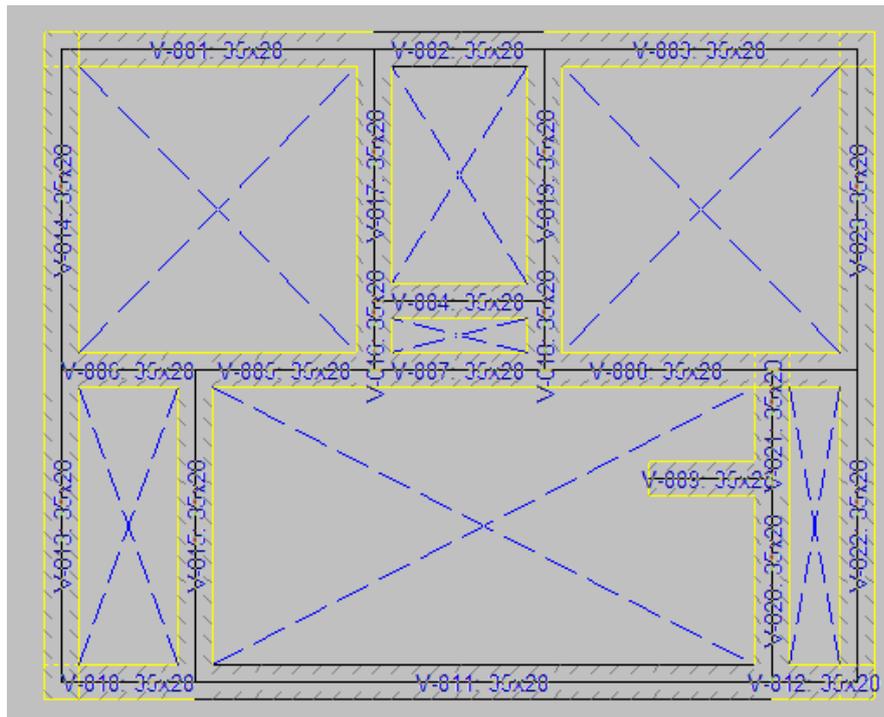
## 11. Conclusión del cálculo del sistema BlockFast con refuerzos metálicos

La conclusión del análisis realizado es que el diseño presentado es válido con las hipótesis de cálculo consideradas, resumimos a continuación las principales:

- Factor de zona  $\rightarrow Z = 0.50$  g
- Tipo de suelo  $\rightarrow D$

## 12. Cimentación

La cimentación se compone de un sistema bidireccional de vigas de sección 35x20 cm (bxh) bajo todos los muros con el fin de conseguir una adecuada trabazón y arriostamiento en el plano de apoyo, así como dotar de rigidez al conjunto frente a asientos diferenciales. El armado longitudinal lo forman 4Ø3/8" y el armado transversal son cercos Ø8 c/10 cm. El esquema en planta es el siguiente:



Se adjuntan seguidamente los listados de comprobaciones realizados con el programa Cype Cad ® y su factor de cumplimiento. Como se puede observar el diseño es válido:

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA															Estado	
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>at</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>s1</sub>	TV <sub>s2</sub>	T,Disp <sub>sl</sub>	T,Disp <sub>sl</sub>	T,Geom. <sub>sl</sub>		T,Arm <sub>sl</sub>
V-004: B11 - B10	Cumple	Cumple	'1.350 m' η = 12.4	'0.675 m' η = 62.6	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPL E η = 62.6
V-016: B7 - B11	Cumple	Cumple	'0.202 m' η = 8.8	'0.202 m' η = 29.7	'0.350 m' η = 16.3	'0.350 m' η = 8.5	η = 57.8	'0.202 m' η = 89.1	N.P. <sup>(4)</sup>	'0.350 m' η = 17.4	N.P. <sup>(4)</sup>	'0.350 m' Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	CUMPL E η = 89.1
V-018: B9 - B10	Cumple	Cumple	'0.202 m' η = 8.7	'0.202 m' η = 28.8	'0.350 m' η = 17.7	'0.350 m' η = 9.2	η = 57.8	'0.202 m' η = 88.1	N.P. <sup>(4)</sup>	'0.350 m' η = 18.7	N.P. <sup>(4)</sup>	'0.350 m' Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	CUMPL E η = 88.1

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA															Estado	
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xSt</sub>	TV <sub>ySt</sub>	T,Disp. <sub>sl</sub>	T,Disp. <sub>st</sub>	T,Geom. <sub>sl</sub>		T,Arm. <sub>sl</sub>
V-021: B16 - B15	Cumple	Cumple	'0.750 m' η = 9.1	'0.375 m' η = 34.3	'0.000 m' η = 11.6	'0.000 m' η = 6.0	'0.000 m' η = 58.0	'0.000 m' η = 79.3	N.P. <sup>(4)</sup>	'0.000 m' η = 12.5	N.P. <sup>(4)</sup>	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	<b>CUMPLE</b> η = 79.3

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA															Estado	
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xSt</sub>	TV <sub>ySt</sub>	T,Disp. <sub>sl</sub>	T,Disp. <sub>st</sub>	T,Geom. <sub>sl</sub>		T,Arm. <sub>st</sub>
V-007: B13 - B9	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' η = 3.3	'0.000 m' η = 25.4	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 25.4				
V-008: B9 - B6	Cumple	'0.148 m' Cumple	'2.125 m' η = 9.7	'2.125 m' η = 55.7	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 55.7				
V-017: B11 - B4	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 7.1	'0.144 m' η = 34.4	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 34.4				
V-019: B10 - B8	Cumple	Cumple	'0.148 m' η = 7.0	'0.148 m' η = 39.6	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 39.6				
V-020: B14 - B16	Cumple	Cumple	'1.552 m' η = 4.6	'1.552 m' η = 18.9	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 18.9				
V-022: B3 - B6	Cumple	Cumple	η = 1.9	η = 15.2	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 15.2				
V-023: B6 - B2	Cumple	'0.000 m' Cumple	η = 1.2	η = 9.4	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 9.4				

**Notación:**

-: -

x: Distancia al origen de la barra

η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)

N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)

T<sub>c</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.

T<sub>st</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.

T<sub>sl</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.

TNM<sub>x</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.

TV<sub>x</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua

TV<sub>y</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua

TV<sub>xSt</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.

TV<sub>ySt</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.

T,Disp.<sub>sl</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.

T,Disp.<sub>st</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.

T,Geom.<sub>sl</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.

T,Arm.<sub>sl</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.

**Comprobaciones que no proceden (N.P.):**

<sup>(1)</sup> No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

<sup>(2)</sup> La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

<sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.

<sup>(4)</sup> No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN				Estado
	SC,sup.	SC,Lat.Der.	SC,inf.	SC,Lat.Izq.	
V-004: B11 - B10	x: 0.675 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-016: B7 - B11	x: 0.35 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-018: B9 - B10	x: 0.35 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-021: B16 - B15	x: 0.375 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b>

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN					Estado
	SC,sup.	SC,Lat.Der.	SC,inf.	SC,Lat.Izq.	-	
V-007: B13 - B9	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-008: B9 - B6	x: 2.125 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.688 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-017: B11 - B4	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.419 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-019: B10 - B8	x: 0.463 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.419 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-020: B14 - B16	x: 1.7 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.508 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-022: B3 - B6	x: 2.8 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-023: B6 - B2	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>

**Notación:**

-: -

x: Distancia al origen de la barra

$\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

SC,sup.: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior

SC,Lat.Der.: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha

SC,inf.: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior

SC,Lat.Izq.: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda

**Comprobaciones que no proceden (N.P.):**

<sup>(1)</sup> No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

<sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

En cuanto a las tensiones transmitidas al terreno, todas quedan por debajo de 1 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que las consideramos admisibles:

Situaciones persistentes o transitorias					
Pórtico	Viga		Tensión media (kp/cm <sup>2</sup> )	Tensión en bordes (kp/cm <sup>2</sup> )	Estado
	Tramo	Dimensión			
1	V-001: B1-B4	35x20	0.81	0.82	Cumple
1	V-002: B4-B8	35x20	0.81	0.82	Cumple
1	V-003: B8-B2	35x20	0.81	0.82	Cumple
2	V-004: B11-B10	35x20	0.63	0.64	Cumple
3	V-005: B13-B7	35x20	0.80	0.80	Cumple
4	V-006: B5-B13	35x20	0.80	0.80	Cumple
4	V-007: B13-B9	35x20	0.73	0.75	Cumple
4	V-008: B9-B6	35x20	0.75	0.76	Cumple
5	V-009: <-B16	35x20	0.86	0.88	Cumple
6	V-010: B0-B12	35x20	0.80	0.80	Cumple
6	V-011: B12-B14	35x20	0.81	0.82	Cumple
6	V-012: B14-B3	35x20	0.81	0.82	Cumple
7	V-013: B0-B5	35x20	0.80	0.80	Cumple
7	V-014: B5-B1	35x20	0.80	0.80	Cumple
8	V-015: B12-B13	35x20	0.80	0.80	Cumple
9	V-016: B7-B11	35x20	0.73	0.73	Cumple
9	V-017: B11-B4	35x20	0.81	0.81	Cumple
10	V-018: B9-B10	35x20	0.72	0.72	Cumple
10	V-019: B10-B8	35x20	0.81	0.81	Cumple
11	V-020: B14-B16	35x20	0.81	0.81	Cumple
11	V-021: B16-B15	35x20	0.65	0.66	Cumple
12	V-022: B3-B6	35x20	0.81	0.81	Cumple
12	V-023: B6-B2	35x20	0.81	0.81	Cumple

### 13. Cubierta

La cubierta es una estructura metálica sencilla y liviana, formada por correas metálicas G-100x50x15x2 sobre las que apoya una chapa metálica de 3 mm de espesor

### Datos de la obra

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 10.00 kg/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga del cerramiento: 70.00 kg/m<sup>2</sup>

Con cerramiento en laterales

- Peso del cerramiento: 10.00 kg/m<sup>2</sup>

### Normas y combinaciones

Perfiles conformados	AISI/NASPEC-2007 (LRFD) ASCE 7
Perfiles laminados	AISC 360-10 (LRFD) ASCE 7
Desplazamientos	Acciones características

### Datos de viento

Normativa: Norma Técnica CPE-INEN-NEC-SE-CG-26-1 (Ecuador)

- Velocidad básica del viento: 120.00 km/h
- Profundidad del edificio: 6.40 m

### Datos de nieve

Nieve genérica.

Carga superficial: 20.00 kg/m<sup>2</sup>

### Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico kp/cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad kp/cm <sup>2</sup>
Acero conformado	ASTM A 36 36 ksi	2548	2069317

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: G 100x50x15x2	Límite flecha: L / 250
Separación: 1.00 m	Tipo de fijación: Fijación rígida
Tipo de Acero: A36	

### Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 88.72 %

En Sevilla, septiembre de 2017

El Ingeniero redactor,



Fdo. David Ramírez Bertelli

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos | 16496

Chartered Engineer MICE