

7. CONCLUSIONES

- ❖ El esfuerzo admisible por aplastamiento es directamente proporcional al área neta cargada tanto en los apoyos como en los puntos sometidos a la aplicación de cargas.
- ❖ El valor del modulo de elasticidad (E) varia inversamente proporcional al contenido de humedad (CH%), estando este por debajo del punto de saturación de la fibra (PSF).
- ❖ Después de efectuar la prueba de carga en laboratorio, se puede comprobar experimentalmente la elasticidad del material, Guadua, ya que al descargar las armaduras se observo la recuperación inmediata de sus deflexiones.
- ❖ Aunque en anteriores investigaciones se hace una comparación de la Guadua con la madera, por medio de los módulos de elasticidad (E), catalogándola de esta forma en el Grupo C según el Manual de diseño para maderas del grupo andino, no se pueden utilizar los esfuerzos admisibles dados por este grupo, ya que son bastante diferentes a los esfuerzos admisibles que proporciona la Guadua, en este caso se estaría subestimando las características mecánicas de la Guadua como material de construcción.

ESFUERZOS ADMISIBLES		
Esfuerzos	Investigaciones Guadua (MPa)	NSR-98 (MPa)
Tensión paralela a la fibra	26.4	7.5
Compresión paralela a la fibra	14.0	8.0
Compresión perpendicular a la fibra		1.5
Flexión	6.0	10.0
Cortante paralelo a la fibra	1.1	0.8

TABLA N° 30. Esfuerzos admisibles en la Guadua.

- ❖ En el caso de las armaduras con excentricidad de sus diagonales, se generan momentos torsores en los elementos de Guadua, y a la vez momentos flectores en los pasadores, lo anterior es provocado por la asimetría del modelo.
- ❖ Se observan que en los elementos sometidos a torsión se puede presentar un retardo en la falla por corte paralelo a la fibra (rajadura).
- ❖ Ningún elemento de las armaduras fallo por compresión o tensión axial pura, ya que sus esfuerzos máximos en carga de rotura se encuentran muy por debajo de los esfuerzos admisibles obtenidos en investigaciones.

COMPARACION ESFUERZO ADMISIBLE – ESFUERZO ULTIMO		
	TENSION (MPa)	COMPRESION (MPa)
ESFUERZO ADMISIBLE	26.4	25.1
ESFUERZO ULTIMO	6.46	6.46

TABLA N° 60. Comparación esfuerzos admisibles - ultimo.

- ❖ La gran mayoría de las fallas se presento por rajadura de la Guadua, lo que quiere decir que fueron inducidas por esfuerzos de corte paralelos a la fibra, ya que los esfuerzos últimos (σ_{ULT}) son mayores que el esfuerzo admisible por corte ($\sigma_{ADM} = 1.1$ MPa).
- ❖ La inyección de mortero en los cañutos que corresponden al punto de aplicación de las cargas perpendiculares y a los apoyos evita la falla local por aplastamiento del cañuto en dirección de la sección transversal. Sin embargo las perforaciones taladradas para verter el mortero, inducen una falla por superposición de las fibras en los elementos solicitados a compresión, ya que el presentarse una discontinuidad en el medio de transmisión provoca una concentración de esfuerzos alrededor del orificio.
- ❖ El tipo de unión mas utilizado en las construcciones existentes es la unión tipo Simón Vélez, sin embargo, al analizar la relación resistencia / peso para cada modelo de armadura, se obtiene que la anteriormente mencionada no es la mas eficiente. Los valores de resistencia / peso son los siguientes:

MODELO	RESISTENCIA / PESO
2	30
4	25.6
1	25.2
3	21.1
6	15.8
5	4.6

TABLA N° 61. Relación resistencia / peso.

- ❖ El comportamiento sesgado que presentan las curvas de deflexión de los modelos de armaduras con excentricidad, se debe al momento torsor que se genera. Esta torsión, no es completamente igual en los dos lados de la armadura en el momento de la prueba de carga debido a las pequeñas diferencias de distribución de secciones de la Guadua (variación de diámetros y espesores de pared en distintos elementos) y pesos en la armadura (diferencia de pesos por volúmenes inyectados a los entrenudos), sin embargo, como se observa en la Tabla N° 58, los momentos torsores son igualmente distribuidos sobre la estructura en condiciones geométricas ideales.
- ❖ El comportamiento relativamente homogéneo que tienen las curvas de deflexión de los modelos de armaduras sin excentricidad se debe a que por su constitución en un solo plano, están sometidas solamente a esfuerzos axiales de compresión y tensión.

- ❖ Por esta razón, las deflexiones de las armaduras sin excentricidad son menores que las deflexiones en las armaduras con excentricidad. Comparando para una carga de 1400 kgf en los modelos:

MODELO	DEFLEXION (m)
1	0.087
2	0.051
3	0.073
4	0.035
5	-
6	0.038

TABLA N° 62. Deflexión (1400 kgf).

- ❖ Se puede decir que los accesorios en las uniones dan cierta rigidez a la estructura, ya que los modelos 2 al 6 sufren deflexiones menores que el modelo 1, que no contiene aditamentos metálicos en su tipo de unión.
- ❖ El tipo de pasador utilizado en este trabajo es de 5/8" debido a que es el más empleado en construcciones de Guadua y además es recomendado por algunos autores.
- ❖ La analogía que se ha dado entre la Guadua y el grupo C de maderas no es representativa para todos los casos, dado que los esfuerzos de tensión y compresión son menores a los esfuerzos admisibles que presenta el material. Es importante aclarar que la Guadua no es una madera por cual es necesario seguir investigando las características inherentes al material.

8. RECOMENDACIONES

- ❖ Es recomendable utilizar un mortero aligerado para los cañutos que se deban inyectar, ya que al reducir el peso propio de la estructura, esta puede ofrecer unas cargas de servicio mayores y a la vez se puede obtener una relación resistencia – peso mayor.
- ❖ En el manejo del material se recomienda un secado natural, en pie y a la sombra, debido a esto se mantienen estables las características mecánicas de la Guadua y se evita la fisuración longitudinal en las varas.
- ❖ Es necesario inmunizar la Guadua utilizando el método más viable de acuerdo con su aplicación constructiva para preservarlo ante el ataque de plagas.
- ❖ Es conveniente colocar a presión un tapón de Guadua en las perforaciones de inyección del mortero, con el fin de evitar la discontinuidad en el medio de transmisión de esfuerzos que se presenta por el efecto de retracción por fraguado del mortero. Dicho tapón puede ser elaborado con una broca de copa sierra.
- ❖ Para posteriores investigaciones se recomienda hacer un estudio detallado de la unión tipo mecánica modificada involucrando su resistencia, el calibre de la pletina y cantidad de tornillos mas adecuados y eficientes.
- ❖ En los casos en los que se hace necesario rellenar con mortero los cañutos correspondientes a los apoyos o lugares que soportan carga puntual, para evitar el aplastamiento por compresión perpendicular a la fibra, es recomendable confinar la Guadua por medio de una abrazadera con el fin de evitar la rajadura causada por los esfuerzos que induce el bloque de mortero.
- ❖ En el momento de la construcción es importante tener en cuenta la correcta localización de los tabiques, es decir, que los pasadores empleados en las uniones siempre queden en medio de dos tabiques y de esta forma quede confinado el relleno de mortero, si el tipo de unión lo solicita.
- ❖ La resistencia de los tabiques es otro aspecto que debe ser investigado a fondo, debido a la carencia de conocimientos en su comportamiento.