



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación de propiedades mecánicas de uniones de componentes de
madera de la conexión BUEEP utilizando tuercas de acoplamiento,
Chorrillos, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Cabrera Luzardo, Joel (orcid.org/0000-0002-2148-2593)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (orcid.org/0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron en su realización.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5. Procedimientos.....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIÓN.....	44
VII. RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS.....	56

Índice de tablas

Tabla 1. Número y tipos de ensayo por muestra.....	18
Tabla 2. Numero de muestras para inspección de contenido de humedad.....	18
Tabla 3. Ensayos de laboratorio.....	20
Tabla 4. Ensayo de resistencia a la extracción.....	35
Tabla 5. Ensayo de resistencia al corte.....	37
Tabla 6. Ensayo de Resistencia al cizallamiento por Compresión con la incorporación de tuerca de acople.....	40

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Isométrico de conexión BUEEP – 4E y componentes de madera.....	11
Figura 2. Mecanismos de acople de componentes de madera.....	12
Figura 3. Acople de mecanismos de acople de componentes de madera.....	12
Figura 4. Cartucho de resina Anchorfix 3030 marca Sika empleado para el anclado del acople en las muestras de madera.....	13
Figura 5. Pistola de instalación de la resina Anchorfix 3030 marca Sika empleado para el anclado del acople en las muestras de madera.....	13
Figura 6. Mapa del Perú-Lima.....	24
Figura 7. Mapa de la Región Lima	24
Figura 8. Localización del AA.HH. Santa Teresa de Chorrillos.....	24
Figura 9. Muestra -1: Varilla roscada.....	25
Figura 10. Muestra – 2: Longitud de anclaje de perno 1 ¼”	26
Figura 11. Muestra - 3: Longitud de anclaje de perno 1”	27
Figura 12. Muestra - 4: Longitud de anclaje de perno ¾”	28
Figura 13. Contenido de humedad de la Viga – 01.....	29
Figura 14. Contenido de humedad de la Viga – 02.....	30
Figura 15. Gráfico del Ensayo de Resistencia a la Extracción de la muestra – 01 (muestra patrón).....	31
Figura 16. Gráfico del Ensayo de Resistencia al corte de la muestra – 01 (muestra patrón).....	32
Figura 17. Gráfico del Ensayo de Resistencia a la Extracción de la muestra – 01 (muestra patrón).....	33
Figura 18. Muestra instalada para ensayo de extracción.....	34
Figura 19. Muestra con dispositivo de ensayo de extracción.....	34
Figura 20. Gráfico comparativo del ensayo de resistencia a la extracción.....	35
Figura 21. Ensayo de resistencia al corte en el acople.....	37
Figura 22. Posicionamiento de la muestra para ensayo.....	37
Figura 23. Gráfico comparativo del ensayo de Resistencia al Corte.....	38
Figura 24. Ensayo de resistencia al cizallamiento por compresión.....	39
Figura 25. Posicionamiento de para ensayo de muestra.....	39
Figura 26. Gráfico comparativo del ensayo de resistencia al cizallamiento por compresión.....	40

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la tuerca de acople en las uniones de los componentes de madera de las conexiones BUEEP en Chorrillos, 2022; estableciéndose realizar los ensayos de resistencia a la extracción, resistencia al corte en el acople y resistencia al cizallamiento por compresión. Formulándose la metodología: su diseño de investigación fue experimental (cuasi), su tipo de investigación fue nivel explicativo, de enfoque cuantitativo. Sus resultados según los objetivos específicos al implementar la tuerca de acople hexagonal de 3/8" de diámetro y 1 3/4" largo con longitudes de perno de anclaje de 1 1/4", 1" y 3/4" fueron: el primer objetivo específico fue determinar el aumento de resistencia a la tracción, el cual se optimizó de 4.05 ton a 4.44 ton con 3/4" de longitud de perno de anclaje, el segundo objetivo específico fue determinar la mejora de la resistencia al corte en el acople del patrón, el cual se incrementó de 3.09 ton a 4.52 ton con 1 1/4" de longitud de perno de anclaje, el tercer objetivo específico fue determinar la mejora de la resistencia al cizallamiento por compresión del patrón, el cual aumentó del 5.50 ton a 6.70 ton con 3/4" de longitud de perno de anclaje. Conclusión, la implementación de la tuerca de acople mejoró las propiedades físico mecánicas en la unión de los componentes de madera de las conexiones BUEEP.

Palabras clave: tuerca de acople, unión, mejoramiento, BUEEP, resistencia.

ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the influence of the coupling nut on the joints of the wooden components of the BUEEP connections in Chorrillos, 2022; establishing the tests of resistance to extraction, resistance to cutting in the coupling and resistance to compression shearing. Formulating the methodology: its research design was experimental (quasi), its type of research was explanatory level, with a quantitative approach. Their results based on specific objectives when implementing the 3/8" diameter, 1 3/4" long hex coupling nut with 1 1/4", 1" and 3/4" anchor bolt lengths were: The first specific objective was to determine the increase in tensile strength, which was optimized from 4.05 ton to 4.44 ton with 3/4" anchor bolt length, the second specific objective was to determine the improvement in shear strength in the pattern coupling, which was increased from 3.09 tons to 4.52 tons with 1 1/4" length of anchor bolt, the third specific objective was to determine the improvement of the compression shear strength of the pattern, which increased from 5.50 tons to 6.70 tons with 3/4" length of anchor bolt. Conclusion, the implementation of the coupling nut improved the physical-mechanical properties in the union of the wooden components of the BUEEP connections.

Keywords: coupling nut, union, improvement, BUEEP, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

Internacionalmente, previo al terremoto de Northridge, la mayoría de las conexiones de momento empleadas en el diseño de elementos de fijación se basa en los trabajos de JOHANSEN, Knud (1949). Los momentos aplicados imprevistos por movimiento del suelo severo provocados en el terremoto de Northridge conducen a abruptas fallas por división de los elementos de madera (LAM, 2022). Tras el terremoto de Northridge, se probaron 120 configuraciones de conexión viga-columna para determinar formas de aumentar el plástico capacidad de rotación de estos marcos (FEMA, 2000). Para mitigar los inconvenientes inherentes a las típicas soluciones post-Northridge y aumentar la eficiencia de signo, se desarrolló el concepto de BUEEP - bolted unstiffened and stiffened extended end-plate moment connections (Conexión de momento de placa extrema extendida atornillada sin rigidizar) (Shen, 2011). Se encontró que la conexión BUEEP logra niveles aceptables de ductilidad y alcanza una deriva de piso total de 0.04 rad según lo requerido por las disposiciones sísmicas de AISC (LEE, 2004). Para poder fijar las conexiones BUEEP, los elementos estructurales de madera deben de disponer de una varilla roscada embutida y fijada a la madera con epóxico, de manera que pueda fijarse a la conexión BUEEP mediante pernos. Sin embargo, aunque sismo-resistentemente su aplicación es efectiva, su diseño no es acorde a la manera en que se plantea el reemplazo de las conexiones al fallar; dado que las varillas roscadas además de acumular desgaste, al ingresar a la conexión impiden su retiro cuando la estructura ya se encuentra en funcionamiento.

A *nivel nacional*, teniendo en cuenta que hay una ventaja sísmica con el hecho de que una edificación de madera pesa el 25% de lo que pesaría la edificación de construirse con concreto armado (Juarez, 2020), en los informes presentados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) a razón de la información conseguida por las encuestas efectuadas por el Instituto Nacional de Información y Estadística (INEI) en el año 2017, las viviendas son: con representación de 55,8% compuestas por ladrillos o bloques de cemento, con 27.9% por adobe o tapia y con 9.5% por madera (INEI, 2017). Esto podría justificarse con que podría ser debido a la susceptibilidad de las uniones de madera resistentes a momentos a fallas por fragilidad, algunas investigaciones recientes se

han centrado en el desarrollo de madera-acero híbrido, en lugar de una estructura totalmente de madera (Andreolli et al. 2011).

A *nivel local*, el acceso a vivienda implica altos precios de adquisición, al ser los precios notablemente mayores en comparación con la media de ingresos, la misma que a su vez limita el acceso a créditos hipotecarios (RED, 2017, p.62). En las zonas cercanas a los límites de Lima, los precios de viviendas ascienden a precios promedios de S/. 900.00 por metro cuadrado, lo que en contraposición con los ingresos del 61% de las familias que ascienden a S/. 600.00 soles, creando así una situación de insuficiencia de acceso a vivienda, y por ello una deliberada necesidad de construir sus viviendas mediante la autoconstrucción. (Seminario, P. y Ruiz, M, 2011).

En Chorrillos, frente a la susceptibilidad de las uniones de madera resistentes a momentos a fallas por fragilidad, insuficiente acceso a vivienda y el desperdicio de madera estructural por desgaste de las uniones, la presente investigación busco demostrar con ensayos de laboratorio que aplicando tuercas de acople, en las uniones de las estructuras de madera, la resistencia a la tracción y la resistencia al corte de la unión de la viga de madera, y la resistencia a la compresión de la unión de la columna se conserva, aumentando la durabilidad de las estructuras de madera, reduciendo el costo y tiempo de restauración en caso de falla por fragilidad de las conexiones BUEEP. A su vez, conforme se indica en el Anexo – 10: “Relación Resistencia – Precio de madera comercial” de la presente investigación se empleará la madera capirona para la realización de los ensayos; la misma que, dentro de las agrupaciones de maderas del Reglamento nacional de edificaciones, sección E.010, forma parte del Grupo B.

Es por ello, que en la presente investigación se planteó el siguiente *Problema General*: ¿De qué manera influye la tuerca de acople en las propiedades mecánicas de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022?; como *problemas específicos*: primero ¿Cuánto influye la tuerca de acople en la resistencia a la extracción de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022?; segundo ¿Cuánto influye la tuerca de acople en la resistencia al corte en el acople de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022?; tercero ¿Cuánto influye la tuerca de

acople en la resistencia al cizallamiento por compresión de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022?

La *justificación* de la presente investigación se da planteando nuevas alternativas de solución para mejorar la unión, proponiendo usar tuerca de acople, el uso de este tipo de fijación será de beneficio para el medio ambiente; ya que, al construir edificaciones a base de madera, se estaría empleando un material renovable que genera una reducción considerable de la concentración de CO₂ resultado de la emisión constante. La *justificación social*, es fundamental que la conexión BUEEP pueda restaurarse en caso de falla y la vida útil de los componentes viga-columna de madera sea la presumida, para ello al mejorar la conservación de las propiedades mecánicas con tuerca de acople se beneficiarán los usuarios de la edificación, al conservar las propiedades mecánicas de los componentes viga-columna de madera, formando un proyecto de calidad, sostenible, innovador, eco-amigable y técnicamente viable. La *justificación ambiental*, a que permitió una nueva alternativa de solución al desperdicio de componentes estructurales de madera a causa de la pérdida de las propiedades mecánicas de los mismos; con tuerca de acople se tiene un nuevo uso al adicionarse a los componentes estructurales, dándole mayor durabilidad a la resistencia al corte, tracción y compresión. La *justificación teórica*, que por medio de esta investigación se buscó incrementar nuestros conocimientos respecto al comportamiento mecánico de las uniones de las conexiones BUEEP en estructuras de madera, por tanto, aplicaremos los conceptos de Conexiones de momento para aplicaciones sísmicas con una unión tipo tuerca de acople cuya practicidad y resistencia favorece al aspecto estructural, así como al económico para restauración de las conexiones BUEEP de la edificación, sometiendo las uniones de los componentes viga-columna de madera a esfuerzos que permitan observar los rangos de comportamiento. La *justificación económica*, se buscó reducir el costo de adquisición de nuevos componentes estructurales muy costosos al mejorar conservación de las propiedades mecánicas de las uniones con la aplicación de tuerca de acople, además del costo extra en los casos donde la varilla roscada presente desgaste en sus hilos y se tiene de desinstalar completamente la viga de madera afectando a los ambientes a los que da soporte.

En la presente investigación se fijó como *objetivo general*: Analizar cuánto influye la tuerca de acople en las propiedades mecánicas de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022. Como *objetivos específicos*; el *primero*: Determinar cuánto influye la tuerca de acople en la resistencia a la extracción de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022; *segundo*: Determinar cuánto influye la tuerca de acople en la resistencia al corte en el acople de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022; *tercero*: Determinar cuánto influye la tuerca de acople en la resistencia al cizallamiento por compresión de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.

De los problemas y objetivos fijados se formuló como *Hipótesis general*: La tuerca de acople influye positivamente en las propiedades mecánicas de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022. Como *hipótesis específicas*; *primera*: La tuerca de acople influye positivamente en la resistencia a la extracción de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022; *segunda*: La tuerca de acople influye positivamente en la resistencia al corte en el acople de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022; *tercera*: La tuerca de acople influye positivamente en la resistencia al cizallamiento por compresión de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

De manera semejante en lo que se refiere a estudios realizados como *antecedentes internacionales* según Gohlich (2015) tiene como *objetivo*: desarrollar un nuevo híbrido madera-acero resistente a momentos Conexión para uso en edificios pesados de madera de mediana altura. La *población* estudiada estuvo constituida por todas las conexiones resistentes a momentos, las muestras de la investigación fue la conexión tipo BUEEP. Los *instrumentos* empleados fueron una serie de transformadores diferenciales variables lineales para medir el movimiento total de los soportes respecto al piso fuerte, así como la rotación total de las conexiones. La *metodología* aplicada está basada en un enfoque cuantitativo experimental. Los *resultados* obtenidos son: El máximo de las derivas residuales medias máximas en el nivel fue de 1.31% y 0,59% para los marcos híbridos y solo de acero, respectivamente. Finalmente *concluye*: todas las conexiones pudieron resistir al menos un ciclo a una deriva de 0,05 rad. Carey, S (2016) tiene como *objetivo*: proporcionar información que ayudará en la planificación, diseño, y construcción para proyectos ABC utilizando diseños de pilares integrales. La *población* estudiada estuvo constituida por los puentes con pilar integral. la muestra de la investigación fue empalme mecánico del diafragma integral y la cabeza del pilote. Los *instrumentos* empleados fueron la documentación de presentación en el informe de os detalles se evaluaron en el laboratorio en función de la constructibilidad, la resistencia y la durabilidad. La *metodología* aplicada está basada en un enfoque cuantitativo experimental. Los *resultados* obtenidos son: el acoplador de barra de refuerzo tiene 17% menos fluencia que el espécimen voceado in situ. Finalmente *concluye*: se estimó que el límite elástico del detalle del acoplador de la barra de refuerzo cementada era un 17% más bajo que el detalle colado en el lugar. Domínguez, M (2015) tiene como *objetivo*: Analizar las principales configuraciones empleadas en uniones de tipo clavija en estructuras de madera y las formas en las que fallan. La *población* estudiada estuvo constituida por los tipos de unión en estructuras de madera, la muestra de la investigación fue la unión tipo clavija. Los *instrumentos* empleados fueron las fichas de laboratorio de resistencia al aplastamiento, flexión y efecto soga. La *metodología* aplicada está basada en un enfoque cuantitativo experimental. Los *resultados* obtenidos son: la rigidez del nudo incrementa con el incremento del diámetro del perno y la introducción del epoxi.

Finalmente *concluye*: Provocar efectos de fricción en el agujero donde se aloja el perno introduce tensiones tangenciales que mejoran la componente de efecto soga y, con ello, la unión del conjunto. Según Cueva y Panoluisa (2015) tiene como *objetivo*: Reducir la incertidumbre que se genera por la falta de conocimiento sobre las conexiones especiales. La *población* de estudio fue constituida por las conexiones especiales de madera, la muestra de investigación fue la madera Bulldog, Appel y Alligator. Los *instrumentos* empleados fueron el ensayo de probetas, y ensayo a conexiones de madera sometida a simple cizallamiento, carga axial y ensayo a doble. La *metodología* de investigación científico con enfoque cuantitativo, del tipo aplicada. Los *resultados* son: Los resultados de rigidez nos confirman que esta propiedad es proporcional a la densidad, es decir, a mayor densidad mayor rigidez. Finalmente *concluye*: Para las conexiones empernadas, la carga máxima es 9 veces la carga admisible y la deformación en el punto máximo, en promedio, es 8 veces la deformación en el límite elástico. Según Espinosa y Salazar (2011) en su tesis tiene como *objetivo*: Determinar las propiedades físico-mecánicas de las uniones clavadas y empernadas, sometidas a compresión, con madera tipo A, Tipo B y Tipo C: Guayacán, Eucalipto y Fernansanchez; y la aplicación de los *resultados* obtenidos del laboratorio al diseño la cubierta de la Casa Montafur N° 623 (FONSAL). La *población* de estudio tuvo conformada por uniones clavadas y empernadas, la muestra de la investigación fueron las maderas tipo A, tipo B y tipo C: Guayacán, Eucalipto y Fernansánchez. Los *instrumentos* empleados fueron ensayos de compresión en uniones empernadas y clavadas, ensayo de resistencia lateral en clavos y extracción de clavos, ensayo de probetas, flexión y cizallamiento. La *metodología* aplicada es del tipo investigativo bajo el enfoque cuantitativo. Los *resultados* obtenidos son: Desde el ángulo 0 paralelo a la fibra, las uniones empernadas pierden 0.56% de carga promedio hasta llegar a los 90 grados, siendo la final carga aplicada perpendicularmente a la fibra. Finalmente *concluye*: El ángulo de aplicación de las cargas en conexiones empernadas varia la resistencia, obteniéndose el valor máximo con carga paralela a la fibra y el mínimo con la carga perpendicular a la fibra.

En los estudios realizados como *antecedentes nacionales*, según Ordoñez y Lugo (2016), se tuvo como *objetivo*: Plantear como material de construcción a diversas maderas, siendo estas un alto recurso foresta en el Perú, comprobando mediante

ensayos experimentales su comportamiento mecánico y sísmico. *Metodología* de investigación de enfoque cuantitativo y tipo aplicada. La *población* de estudio estuvo conformada por las maderas comerciables en Perú y la muestra de la investigación fue la especie de madera pino radiata. Los *instrumentos* empleados fueron una mesa vibratoria de 1.6g de aceleración, 150 mm de amplitud y 150KN de resistencia por peso, junto con 6 transductores de aceleración horizontal y 15 de desplazamiento lineal. Obtuvo los siguientes *resultados*: Como frecuencias y periodos resultantes del modelo: se tuvo 0,087 seg como periodo fundamental del módulo verdadero, modelo analítico de 0,086 seg y aceleraciones en la que los valores de módulo de corte (G) y de elasticidad (E) resultaron adecuados para los muros paralelos al movimiento. Finalmente *concluye*: Debido al excelente comportamiento sísmico, la estructuración del sistema constructivo y la baja densidad, la madera propuesta tiene uso como material de construcción. Según Romero, C. (2016) fijó como *objetivo*: Desarrollar el diseño de la estructura de una vivienda unifamiliar compuesta principalmente de madera estructural perteneciente al grupo B. La *metodología* de investigación está basada en un enfoque cuantitativo con un tipo de estudio aplicativo. La *población* de estudio estuvo conformada por las Maderas del Grupo Andino, la muestra de la investigación fue la madera tornillo. Los *instrumentos* empleados fueron los ensayos de flexión y de muro de corte a carga lateral variable. Los *resultados* obtenidos son el desarrollo, bajo el sistema de poste-viga, de la estructura de una vivienda de madera de dos niveles. Finalmente *concluye*: Para aumentar la promoción de viviendas, se resuelve que la construcción de viviendas de madera es técnicamente viable para zonas rurales o cuyo nivel socioeconómico sea relativamente bajo. Según Alcántara, F (2019), tiene como *objetivo*: Determinar el comportamiento de las propiedades mecánicas de conexiones estructurales para viga-columna con tirafones en madera tipo Copaiba. La *metodología* es de tipo aplicada, cuyo diseño de investigación es experimental. La *población* de estudio se constituyó por las maderas recomendadas por la Norma de Clasificación Visual del Tratado de Cartagena, y se emplearon como muestras las maderas especie Tornillo, Copaiba, Capirona y Quinilla. Los *instrumentos* empleados fueron fichas de laboratorio para los ensayos de extracción directa y para los ensayos de cizallamiento o corte. El *resultado* es: El comportamiento de la unión entre la madera copaiba y Tirafón revela en la mayoría de ensayos una falla

del tipo dúctil, permitiendo con ello calificar como una unión aplicable en el ámbito estructural. Finalmente *concluye*: La carga de diseño al cizallamiento doble perpendicular en madera Copaiba, presenta valores muy similares a especies pesadas como Quinilla Colorada y Capirona.

De manera semejante en lo que se refiere a estudios realizados como *antecedentes en otros idiomas*, según Mastschuch, R. (2000) tiene como *objetivo*: investigar métodos para mejorar la ductilidad y la resistencia de las uniones atornilladas múltiples en PSL y Glulam. La *metodología desarrollada* es aplicada está orientada hacia un enfoque cuantitativo y diseño experimental. La *población* estudiada se constituyó por técnicas de refuerzo de conexiones múltiples de madera atornillada, la muestra de la investigación fueron dos tipos de varillas de refuerzo, de rosca gruesa y varillas roscadas de rosca fina. Los *instrumentos* de laboratorio que se emplearon fueron las pruebas de estática y cíclica. Los *resultados* obtenidos son: El refuerzo más prometedor era, aparentemente, el tirafondo (rosca de 4 mm) insertado perpendicularmente a la veta entre cada uno de los pernos de conexión. Finalmente *concluye que*: Para obtener valores de tensión de fluencia realistas (de rendimiento), es necesario realizar pruebas de flexión de los pernos antes de las pruebas de conexión. Según Frenette, C. (1997) en la tesis de grado tiene como *objetivo*: Investigar el comportamiento dinámico de la conexión tipo pasador y su influencia en la respuesta sísmica de un marco de madera de dos pisos. La *población* del presente estudio se constituyó por la estructura de madera con conexiones, la muestra de la investigación fue la conexión tipo pasador. Los *instrumentos* empleados fueron los ensayos cíclicos, pseudodinámicos, ensayos de mesa vibratoria, ensayos de empotramiento paralelos y perpendiculares. La *metodología* de investigación científico con enfoque cuantitativo, del tipo aplicada. Los *resultados* son: Para la rotación de la conexión, las observaciones para la simulación de 0,15g y la segunda simulación de 0,5g son similares a las de los desplazamientos relativos del último piso. Finalmente *concluye*: la respuesta dinámica de un marco de madera con conexiones de espigas semirrígidas estaba altamente controlada por la respuesta de las conexiones. Según Fairweather, R. (1992) en su tesis tiene como *objetivo*: Proporcionar a los diseñadores de edificios de madera información de diseño sobre el comportamiento de varios sistemas de conexión viga-columna. La *metodología* aplicada es del tipo investigativo con un

enfoque cuantitativo. La *población* estudiada en la presente investigación fue conformada por los tipos de conexiones de fijación mecánica, la muestra de la investigación fue las conexiones con varillas de acero epoxiado. Los *instrumentos* empleados fueron las fichas de Los ensayos empleados para la determinación de capacidad de cargas tanto en tracción, compresión, flexión y cortante. Los *resultados* De todas las conexiones, las mismas que se cargaron hasta fallar o hasta alcanzar la capacidad de ductilidad esperada de la conexión, solo la prueba Unidad 6 no tuvo falla de madera; falló en las soldaduras en el soporte lateral de acero. Finalmente *concluye*: Las conexiones dúctiles, como el cubo de acero, también se pueden construir utilizando placas de acero prefabricadas; diseñadas por capacidad para que la fluencia se de en las alas de la viga en lugar de cualquier falla de la madera.

Con respecto a los antecedentes como *artículos*, según Buchanan y Fairweather (1993) en su investigación tiene como *objetivo*: Describir el comportamiento sísmico de los edificios con estructura de madera laminada encolada (glulam) con varias conexiones nuevas que incorporan barras de acero epoxi. La *metodología* aplicada y cuyo diseño es experimental descriptiva. La *población* estudiada estuvo constituida por conexiones para diseño sísmico de edificios con estructura de madera laminada encolada (glulam), la muestra de la investigación fueron conexiones que incorporan barras de acero epoxi. Los *instrumentos* empleados fueron las fichas de laboratorios de ensayos de carga cíclica inversa. Los *resultados*: La ménsula de viga de acero, usadas para conectar vigas a las caras de una columna continua logró un excelente comportamiento a una ductilidad de ± 6.0 ; donde la división local de la brida de acero cerca de la soldadura al alma redujo la carga ligeramente en el último ciclo, no ocurriendo una falla frágil. Finalmente *concluye*: Las partes más críticas de los marcos son las conexiones. Según Rebouças, Mehdipour, Branco y Lourenço (2022) en el artículo tiene como *objetivo*: evaluar la ductilidad de las conexiones seleccionadas en base a las recomendaciones más relevantes proporcionadas por diferentes normas y guías. La *población* estuvo constituida por las conexiones de madera, la muestra de la muestra de la investigación fueron las conexiones dúctiles resistentes a momentos. Los *instrumentos* empleados fueron los ensayos monotónicos y cíclicos, resistencia y capacidad de rotación. La *metodología* aplicada es experimental. Los *resultados*

obtenidos son: De las conexiones, los sujetadores cargados lateralmente (placa de acero ranurada) tienen menor rigidez que aquellos sujetadores cargados axialmente (varillas pegadas). Finalmente *concluye*: La conexión tipo perfil de acero o sección cajón logra valores elevados de capacidad de giro y momento resistente; además, cede antes de la falla de las varillas encoladas, lo que conduce a modos de falla dúctil demostrando así que este tipo de conexión tiene un gran potencial para su aplicación en edificios con estructura de madera resistente a momentos. Según Elsevier Ltd (2016) en su Artículo de investigación tiene como *objetivo*: Elaborar y analizar un modelo espacial que muestra las posibilidades de implementación de conexiones de elementos estructurales de madera que transmiten el momento con fines de cálculo. La *población* fue constituida por conexiones de madera, las muestras de la investigación fueron las conexiones de madera resistentes a momentos. El instrumento empleado fue la simulación mediante modelados 3D FEM. La *metodología* aplicada es experimental. Los *resultados* obtenidos son: La tensión máxima de Huber-Mises-Hencky en el anclaje de acero para el modelado con material ortotrópico es aproximadamente 1,5 veces mayor que el valor correspondiente en el modelado con material isotrópico. Finalmente *concluye*: Las varillas pegadas en ángulo a las fibras se acoplan a una parte sustancial de la sección transversal para forzar la transmisión comportándose como varillas pegadas en el área de la superficie externa, lo que provoca una concentración de tensión considerable y reduce la redistribución de la carga.

En lo que se refiere a las *teorías relacionadas al tema*, en lo concerniente a la *variable 1* se tiene al Acople anclado tipo Tuerca de acople hexagonal de 3/8", para uniones de componentes de madera de la conexión BUEEP, cuyo procedimiento de diseño conforme lo establecido por el Instituto Americano de Construcción en Madera (AITC) en el capítulo 404-3 de su publicación: "Standard for radial reinforcement curved glued laminated timber members to resist radial tension" [Estándar para refuerzo radial miembros curvos de madera laminada encolada para resistir la tensión radial] (2005). Del mismo modo, el procedimiento de diseño de la conexión BUEEP se desarrolló conforme los procedimientos establecidos por el Instituto Americano de Construcción en Acero (AISC) en el capítulo 6 de su publicación "Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment

Frames for Seismic Applications” [Conexiones precalificadas para aplicaciones sísmicas para marcos de momento de acero especiales e intermedios] (2016) que proporciona una descripción detallada, requisitos de diseño y limitaciones de aplicación para conexiones resistentes a momento junto con el Diseño de Estados Límite de Acero Estructuras (CSA S16-09, 2010); y finalmente, los procedimientos para el diseño de los componentes de madera fueron los indicados por el manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (Junta del Acuerdo de Cartagena, 1984) y el manual de la Construcción de Viviendas en Madera (Corporación Chilena de la Madera, 2011).

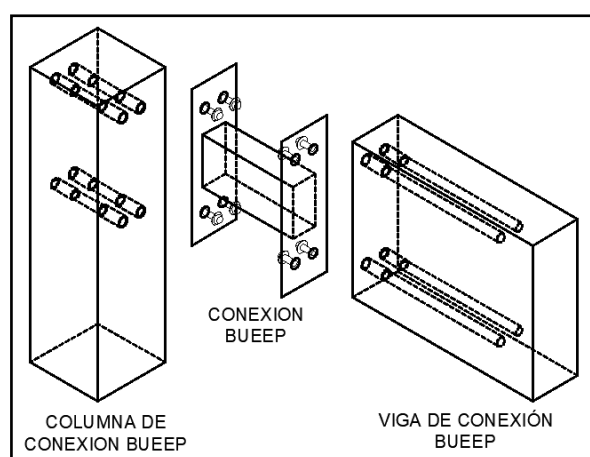


Figura 1. Isométrico de conexión BUEEP –
4E y componentes de madera

Fuente: Elaboración propia

En lo referido a *teorías relacionadas al tema de la variable 2*, que consiste en Propiedades mecánicas de uniones de componentes de madera de Conexiones BUEEP se desarrolló según los parámetros establecidos en las Normas técnicas de edificación, del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), E.010 – Madera, E.020 – Cargas, E.030 – Diseño Sismorresistente y E.060 – Concreto Armado.

En lo que se refiere a los enfoques conceptuales, los conceptos de la variable 1 concerniente a Acople anclado tipo Tuerca de acople hexagonal de 3/8", tenemos al Instituto Americano de Construcción en Madera (AITC) en el capítulo 404-3 de su publicación: "Standard for radial reinforcement curved glued laminated timber members to resist radial tensión" [Estándar para refuerzo radial miembros curvos de madera laminada encolada para resistir la tensión radial] (2005) Son un sistema de refuerzo que consta de la fijación de una barra (generalmente, pero sin limitarse

a, acero) con el uso de adhesivo de relleno de huecos estructurales termoestable para el refuerzo radial de miembros de madera en el momento de la fabricación cuando los cálculos de diseño muestran que se necesita refuerzo para resistir los esfuerzos de tracción radial; según Aceros Arequipa son barras roscadas de refuerzo aplicadas para anclajes en proyectos mineros y civiles, por sus ventajas de diseño y funcionalidad.



Figura 2. Mecanismos de acople de componentes de madera: Varilla roscada (izquierdo) y tuerca de acople con varilla roscada (derecho)

Fuente: Elaboración propia



Figura 3. Acople de mecanismos de acople de componentes de madera: Varilla roscada (izquierdo) y tuerca de acople con varilla roscada (derecho)

Fuente: Elaboración propia

El concepto de la dimensión 1 de la variable 1 concerniente a longitud de anclaje de perno, según Aceros Arequipa es la longitud en que un perno ingresa al anclaje hembra roscado, este elemento anclado que para la presente investigación es la tuerca de acoplamiento con varilla roscada también llamada adaptador integral es una pieza de acero obtenida por maquinado a partir de una barra redonda lisa, que permite la instalación del perno de anclaje en los proyectos mineros y civiles, cuando esta es adherida al componente estructural con cartuchos de resina y/o de cemento; según Hilti, la Tuerca de acoplamiento con varilla roscada también llamada Standoff Adapter que en español significa: adaptador de separador es un adaptador roscado de acero inoxidable macho-hembra para la fijación en vigas o columnas de acero aplicado principalmente como elemento de unión o fijación, serán fijadas bajo la misma metodología de la varilla roscada y cuya razón de planteamiento es determinar la viabilidad del uso combinado de ambos de manera que la sección se reduzca mínimamente posibilitando una sencilla instalación y desinstalación de las conexiones BUEEP a través de pernos.



Figura 4. Cartucho de resina Anchorfix 3030 marca Sika empleado para el anclado del acople en las muestras de madera.

Fuente: Elaboración propia



Figura 5. Pistola de instalación de la resina Anchorfix 3030 marca Sika empleado para el anclado del acople en las muestras de madera.

Fuente: Elaboración propia

En lo referente a lo enfoques *conceptuales de la variable 2*, concerniente a las Propiedades mecánicas de uniones de componentes de madera de Conexiones BUEEP, tenemos primero que las propiedades mecánicas consisten en el grupo de parámetros medibles a través ensayos mecánicos que permite anticipar el comportamiento del material frente diferentes situaciones; segundo, las propiedades mecánicas de un material son aquellas que involucran a la resistencia mecánica y a la capacidad de los materiales cuando se les aplica esfuerzos; y, tercero, las propiedades mecánicas son las propiedades que posee un material relacionadas con su capacidad de transmitir y resistir fuerzas o deformaciones (INFINITIA, 2021).

Los *conceptos de las dimensiones de la variable 2* concerniente a Propiedades mecánicas de uniones de componentes de madera de Conexiones BUEEP: Propiedades mecánicas: *Ensayo de Resistencia a la extracción*. Este ensayo se ejecuta generalmente en laboratorio a barras roscadas o conformadas que se cementan utilizando compuestos químicos de dos componentes unidos estructuralmente entre la barra y los lados del orificio pretaladrado (Paez y Hamon, 2018). Este sistema se usa para determinar la carga de diseño en resistencia a la extracción y a la tensión de las barras ancladas con adhesivos epóxicos en madera (AITC, 2005). *Ensayo de Resistencia al corte en el acople*. Según Massayuki, Matoski, Magajewski y Machado (2014) este ensayo se ejecuta generalmente en laboratorio para determinar la resistencia a corte perpendicular a la fibra, propiedad de la madera importante para varillas de madera, rodillos, poleas y cizalles. La prueba de corte consiste en aplicar y medir la tensión perpendicular de las fibras de madera, con el fin de provocar la separación de las fibras. *Ensayo de Resistencia al cizallamiento por Compresión*. Este ensayo determina el comportamiento del material sometido a un esfuerzo cortante paralelo a la fibra, progresivamente creciente a velocidad controlada, a un plano de cizalladura hasta conseguir la rotura de la muestra (FEA, 2011). Según Portal (2011), la importancia del ensayo mecánico radica al unir la madera con conectores metálicos (clavos y tornillos), porque si no se tiene resistencia adecuada cuando se hace penetrar el clavo o tornillo este ejercerá un efecto de cuña propagando la grieta haciendo una unión débil.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Según Baena (2014) El propósito fundamental de la investigación aplicada es resolver problemas, mediante planteamientos como: 1) evaluar, 2) comparar, 3) interpretar, 4) establecer precedentes y 5) determinar causalidad y sus implicaciones.

Con ello, conforme a la tipología citada, la presente investigación es de tipo aplicada, debido a que se buscó poner en práctica el diseño de conexiones BUEEP con uniones como perno de acoplamiento y mixto, analizadas en base a los antecedentes de casos similares, de manera que puedan evaluarse comparativamente la conservación de las propiedades mecánicas de la unión de los componentes estructurales de madera en base a los resultados obtenidos del laboratorio.

3.1.2. Diseño de investigación

Según Cortes e Iglesias (2004), El término diseño consiste a la estrategia con la que se pretende obtener la información requerida para responder a través de ella el planteamiento del problema, además, el término experimental consiste en realizar una acción para luego observar las consecuencias.

De este modo, el diseño del proyecto de investigación es cuasiexperimental debido a que se estableció intencionalmente diferentes tipos uniones (varilla roscada, tuerca de acoplamiento y varilla roscada con tuerca) en la unión de la viga y columna con el objetivo de analizar mediante ensayos de laboratorio la conservación de las propiedades mecánicas en las uniones con la conexión BUEEP.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Acople anclado tipo Tuerca de acople hexagonal de 3/8"

Definición conceptual: Son un sistema de refuerzo que consta de la fijación de una barra (generalmente, pero sin limitarse a, acero) con el uso de adhesivo de relleno de huecos estructurales termoestable para el refuerzo radial de miembros de madera en el momento de la fabricación cuando los cálculos de diseño muestran que se necesita refuerzo para resistir los esfuerzos de tracción radial.

Definición operacional: Las longitudes de anclaje de perno en la tuerca de acople $\frac{3}{4}$ ", 1" y $1\frac{1}{4}$ " respecto al refuerzo axial, empleándose para las 03 muestras siguientes, con el objetivo de aumentar la resistencia a la extracción, resistencia al corte en el acople y la resistencia al cizallamiento por Compresión de la unión de los componentes de madera de la conexión BUEEP, inicialmente se adquirieron vigas de madera capirona, para ver el contenido de humedad y los ensayos descritos.

Indicadores: $1\frac{1}{4}$ ", 1" y $\frac{3}{4}$ ", respecto a la longitud de anclaje de perno en la tuerca de acople

Escala de medición: Razón

Variable dependiente: Propiedades mecánicas de uniones de componentes de madera de la conexión BUEEP

Definición conceptual: Las propiedades mecánicas consisten en el grupo de parámetros medibles a través ensayos mecánicos que permite anticipar la capacidad del material de transmitir y resistir fuerzas o deformaciones cuando se les aplica esfuerzos.

Definición operacional: En la unión de los componentes de madera de la conexión BUEEP como tal, se ensayaron con tuercas de acople, las cuales influyeron en las propiedades mecánicas que resaltaron su calidad. En esta investigación se realizaron ensayos de resistencia a la extracción, resistencia al corte en el acople y resistencia al cizallamiento por compresión, en los 03 tipos de uniones preestablecidas ($\frac{3}{4}$ ", 1" y $1\frac{1}{4}$ " respecto a la longitud de

anclaje de perno en la tuerca de acople) para ver el grado de aumento de la resistencia de las muestras, previamente se adquirieron 02 vigas de madera capirona para conocer su contenido de humedad con la cual se medirán su calidad y aptitud para ser empleada en la muestras para la realización de ensayos de laboratorio.

Indicadores: Resistencia a la extracción, resistencia al corte en el acople y resistencia al cizallamiento por compresión

Escala de medición: Razón

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según Cortés e Iglesias (2004), la población se refiere al conjunto de participantes, objetos, sucesos o colectividades, los mismos que concuerdan con una serie de especificaciones como materia de estudio, las cuales dependen del planteamiento y los alcances de la investigación.

La población estará compuesta todas las casas de madera de 02 niveles para vivienda en el distrito de chorrillos y sus ensayos físicos que resulten en la madera más favorable, para los ensayos mecánicos de resistencia a la extracción, resistencia al corte en el acople y resistencia al cizallamiento por compresión.

3.3.2. Muestra

Según Pino (2007), Cuantitativamente, la muestra es una parte representativa de la población de interés a estudiar sobre el cual se recolectarán datos de los cuales se obtendrá información, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, cuyos resultados encontrados se generalicen o extrapolen a la población.

La presente investigación opto por realizar 04 muestras en cada ensayo de laboratorio de cada longitud de anclaje de perno en la tuerca de acople, de manera que en el gráfico de resultados de los ensayos de laboratorio de cada tipo de longitud de anclaje se visualice una dirección

de crecimiento promedio. En este sentido, el total de muestras a emplearse para la presente investigación es la presentada en la siguiente tabla:

Tabla 1. *Numero y tipos de ensayo por muestra*

Muestras	Resistencia a la extracción	Resistencia al corte	Resistencia al cizallamiento por compresión
1) Varilla roscada	1	1	1
2) Longitud de anclaje de perno de 1 ¼"	1	1	1
3) Longitud de anclaje de perno de 1"	1	1	1
4) Longitud de anclaje de perno de ¾"	1	1	1
Sub total	4	4	4
Total	12		

Fuente: Elaboración propia

En obediencia al artículo 2.1 Consideraciones de la Norma técnica Peruana E.010 donde se señala que en ningún caso la madera aserrada estructural debe de exceder de un contenido de humedad de 22%.

Tabla 2. *Numero de muestras para inspección de contenido de humedad*

Número de piezas por lote	Numero de piezas de la muestra	Numero de piezas no conformes para la aceptación del lote
Hasta 50	5	0
De 51 a 150	20	1
De 151 a 280	32	2
De 281 a 500	50	3
De 501 a 1200	80	5
De 1 201 a 3 200	125	7
De 3 201 a 10 000	200	10

Fuente: Manual de diseño para maderas del grupo andino

Conforme a la tabla previamente presentada, para el caso donde el lote es menor a 50 piezas, el número de piezas de muestra que corresponde para la inspección del contenido de humedad en la madera estructural es de 5 piezas de muestra. Para la presente investigación se inspecciono el contenido de humedad en una cantidad de 6 muestras.

3.3.3. Muestreo

Según Pino (2007), en las muestras no probabilísticas el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación.

Es decir, el tipo de muestreo se refiere a la técnica de selección, ese ese sentido el muestreo es no probabilístico debido a que la elección de las muestras no depende de fórmulas, sino de los principios de elección del investigador y de la conveniencia del investigador conforme a normativa vigente, Reglamento nacional de edificaciones.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Según Gallardo (2017), las técnicas de recolección de datos son reglas y aparatos que nos facilitan obtener la relación con el objeto estudiado, las mismas que para una investigación cuantitativa pueden ser múltiples, como, por ejemplo: el uso de cuestionarios cerrados, el uso de registros de datos estadísticos, la aplicación de pruebas estandarizadas, como también el uso de sistemas de mediciones fisiológicas y aparatos de precisión, etc.

En la presente investigación se emplearon fichas de registro de resultado y fichas de resultados de laboratorio del uso de aparatos de precisión en la aplicación de muestras de los ensayos de laboratorio, siendo de esta manera de tipo descriptiva e inferencial. Por otro lado, las fuentes de información empleadas para definir los lineamientos de la presente investigación fueron las establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Instrumentos de recolección de datos

Según Gallardo (2017), un instrumento de medición es aquel que registra datos observables que representan los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente. La función de la medición es establecer una correspondencia entre el “mundo real” y el “mundo conceptual”. El primero provee evidencia empírica, el segundo proporciona modelos teóricos para encontrar sentido a ese segmento del mundo real que estamos tratando de describir.

De tal manera que para la presente investigación se realizaran ensayos para la obtención de los resultados, para tal efecto se emplearon los siguientes instrumentos de recolección de datos:

- Observación experimental
- Fichas de recolección de datos (formatos)
- Fichas de resultados de laboratorio (certificados de laboratorio)

Tabla 3. *Ensayos de laboratorio*

	Técnicas	Instrumentos
Ensayos	Ensayo de contenido de humedad	Ensayo de contenido de humedad NPT 251.010
	Resistencia a la extracción	Ensayo de Laboratorio, según AITC 404-2005
	Resistencia al corte en el acople	Ensayo de Laboratorio, según NTP 251.016 2015
	Resistencia al cizallamiento por Compresión	Ensayo de Laboratorio, según NTP 251.013 2015

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad de los instrumentos

Según Gallardo (2017), el grado de confiabilidad de un instrumento de medición tiene lugar cuando su aplicación repetida al mismo individuo u objeto se obtiene valores iguales.

La confiabilidad de la presente investigación está respaldada en los laboratorios de ensayos de materiales como la madera que se emplearon para obtener los resultados precisos que se necesitan.

Validez

Según Gallardo (2017), La validez en términos generales, se refiere al grado de congruencia que tiene un instrumento cuando mide realmente la variable que pretende medir.

La presente investigación está sujeta a la validez de las normas NTP y AITC empleadas para cada tipo de ensayo, con ello la ficha de recolección de datos será validada por profesionales cuya especialidad este dentro de los alcances de la presente investigación, y presentada dentro de Instrumentos de recolección de datos (Anexo 3), junto a el Anexo 20 donde se presenta el certificado de calibración del equipo de laboratorio empleado para el ensayo de la muestra.

3.5. Procedimientos

El procedimiento inicia con el establecimiento de las Consideraciones de Diseño (Anexo 11), que tiene como objetivo indicar las bases de las deberá guiarse para el desarrollo de los concursos correspondientes, a través de la consideración de distintas normas manuales y demás información relevante. A través de descripción arquitectónica presentada en el Anexo 12 se define el diseño de la distribución de los ambientes que tendrán la vivienda de 02 pisos modelo de manera que podamos definir las posiciones distancias que tendrán las columnas, mientras que se plantea la distribución a sala, cocina, comedor, baño de visita, 03 habitaciones y 01 baño completo. A partir de los manuales de diseño de construcciones de madera del grupo andino y reglamento nacional de edificaciones se establece el diseño de la viga y columna más cargada. El Anexo 13 presenta el diseño de la viga V-01 (Eje B entre los ejes 1 y 2), debido a que es la viga más cargada. De la misma manera, en el Anexo 14 se procede con el Diseño de acople anclado de la viga V-01 (Eje B entre los ejes 1 y 2), la misma que define el diámetro de la varilla roscada que se anclaron en las distintas muestras para la realización de los ensayos de laboratorio. Continuando con el diseño de la viga, en el Anexo 16 se presenta el Procedimiento

de diseño de Conexión precalificada a momento tipo BUEEP (Bolted Unstiffened and stiffened Extended End Plate Moment Connections) 4E. El Anexo 17 y Anexo 18, concernientes a determinación de esfuerzos sísmicos y determinación de efectos de viento, respectivamente, presenta los esfuerzos laterales que deben de contemplarse para el diseño de columna central por flexo compresión presentado en el Anexo 19. La descripción de preparación de las 12 muestras con los distintos tipos de acople anclado a evaluarse en laboratorio se presenta según el diseño de muestra según Norma para refuerzo radial miembros de madera laminada curvada encolada para resistir a tracciones radial. (Anexo 15). Según las indicaciones de la Ficha de recolección de datos, para la preparación de la madera se adquirieron vigas de madera, taladro, adaptador de taladro a broca, broca de madera de 1" y 5/8", compresora de aire; para el acople anclado se adquirió varillas roscadas, mola de corte de acero, disco de corte de acero, resina epoxica, tuercas de acople, tuercas y pernos. Las muestras patrón y muestras con distintas longitudes de anclaje de perno (1 ¼", 1" y ¾") preparadas se llevaron al laboratorio para ser sometidos a ensayos de contenido de humedad, resistencia a la extracción, resistencia al corte en el acople y resistencia al cizallamiento por compresión según el NTP y AITC. Los resultados obtenidos por los ensayos de laboratorio se resumen y presentan mediante gráficos en el capítulo resultados de la presente investigación demostrando como se mejoran las propiedades mecánicas de las uniones de los componentes estructurales de madera de las conexiones BUEEP, además, de manera anexa, se presentan en el Anexo 4, 5, 6 y 7, las fichas de resultados de laboratorio de los ensayos realizados resistencia a la extracción, resistencia al corte en el acople y resistencia al cizallamiento por compresión. Como información adicional en el Anexo 21 se presenta el panel fotográfico de muestras al fallar ante los esfuerzos ejercidos en laboratorio.

3.6. Método de análisis de datos

Según Rojas (2011), consiste en efectuar el análisis de los datos, de toda la información obtenida en la investigación para su posterior interpretación; a su vez, la estadística descriptiva es el conjunto de métodos estadísticos que describen y/o caracterizan un grupo de datos y la estadística inferencial busca deducir y sacar

conclusiones acerca de situaciones generales más allá del conjunto de datos obtenidos.

De esta manera, la presente investigación contó con estadística descriptiva e inferencial que permitió una mejor interpretación de la información resultante de los ensayos de laboratorio con la finalidad de que mediante esta información se contraste con los objetivos e hipótesis previstas originalmente.

3.7. Aspectos éticos

El procedimiento de desarrollo de la presente investigación conserva una estructura de uso público orientada conforma las indicaciones universitarias, no habiendo más dirección que la designada por la institución académica. Las muestras se realizan mediante el cálculo planteado por distintos autores, lo mismos que han sido seleccionados por razones donde los procedimientos son empleados por instituciones de renombre como estatales. Es así que habiendo procedimiento de diseño valioso producto del alto valor de la información recabada es que la realización de muestras se da con eclético compromiso en que dichas muestras no serán alteradas a favor de algún tipo de interés, sino que bajo responsabilidad del autor es que dichas muestras conservaran su homogeneidad en el diseño para que la presente investigación se realice de la manera más ética posible. A su vez, respetando el aporte de otros autores de tesis, serán citados mediante la Norma ISO-690-2, siendo al final comparados por la herramienta web Turnitin que indica el grado de similitud en porcentajes.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Evaluación de propiedades mecánicas de uniones de componentes de madera de la conexión BUEEP utilizando tuercas de acoplamiento, Chorrillos, 2022.

Ubicación:

Departamento : Lima

Provincia : Lima

Distrito : Chorrillos

Ubicación : AA.HH. Santa Teresa de Chorrillos



Figura 6. Mapa del Perú-Lima

Fuente: Google Search.



Figura 7. Mapa de la Región Lima

Fuente: Google Search.

Localización:



Figura 8. Localización del AA.HH. Santa Teresa de Chorrillos

Fuente: Google Maps.

El estudio se realizó en el AA.HH. Santa Teresa de Chorrillos, donde se realizó 4 grupos de muestras con las siguientes características:

Descripción de muestra - 1:

Tipo de madera	: Capirona
Dimensiones de muestra de madera	: 8" largo x 3" ancho x 10" altura
Mecanismo para acople con estructura de madera:	Varilla roscada anclada con epoxico en la estructura de madera
Diámetro nominal de varilla roscada	: 3/8" pulgadas
Diámetro de perforación de varilla roscada	: 5/8" pulgadas
Profundidad de perforación de varilla roscada	: 8" pulgadas
Longitud de varilla roscada	: 8" + 1" para fijación de tuerca
Epoxico de anclaje	: Anchorfix 3030
Mecanismo para acople con conexión BUEEP	: Tuerca
Diámetro nominal de tuerca	: 3/8" pulgadas



Figura 9. Muestra -1: Varilla roscada

Fuente: Elaboración propia

Descripción de muestra - 2:

Tipo de madera	: Capirona
Dimensiones de muestra de madera	: 8" largo x 3" ancho x 10" altura
Mecanismo para acople con estructura de madera:	Tuerca de acople con varilla roscada anclada con epoxico en la estructura de madera
Diámetro externo de tuerca de acople	: 6/8" - Hexagonal
Diámetro de perforación de tuerca de acople	: 7/8", se usó 1" pulgada

Longitud de tuerca de acople : 1 $\frac{3}{4}$ "
 Profundidad de perforación para tuerca de acople: 1 $\frac{3}{4}$ "
 Diámetro nominal de varilla roscada : 3/8" pulgadas
 Diámetro de perforación de varilla roscada : 5/8" pulgadas
 Profundidad de perforación de varilla roscada : 8" pulgadas
 Longitud de varilla roscada : 6 $\frac{3}{4}$ "
 Longitud de penetración de varilla roscada en tuerca de acople: $\frac{1}{2}$ "
 Epoxico de anclaje : Anchorfix 3030
 Mecanismo para acople con conexión BUEEP : Perno
 Diámetro nominal de perno : 3/8" pulgadas
 Longitud de anclaje de perno acople de conexión BUEEP: 1 $\frac{1}{4}$ "



Figura 10. Muestra – 2: Longitud de anclaje de perno 1 $\frac{1}{4}$ "

Fuente: Elaboración propia

Descripción de muestra - 3:

Tipo de madera : Capirona
 Dimensiones de muestra de madera : 8" largo x 3" ancho x 10" altura
 Mecanismo para acople con estructura de madera: Tuerca de acople con varilla roscada anclada con epoxico en la estructura de madera
 Diámetro externo de tuerca de acople : 6/8" - Hexagonal
 Diámetro de perforación de tuerca de acople : 7/8", se usó 1" pulgada
 Longitud de tuerca de acople : 1 $\frac{3}{4}$ "
 Profundidad de perforación para tuerca de acople: 1 $\frac{3}{4}$ "
 Diámetro nominal de varilla roscada : 3/8" pulgadas

Diámetro de perforación de varilla roscada : 5/8" pulgadas
 Profundidad de perforación de varilla roscada : 8" pulgadas
 Longitud de varilla roscada : 7"
 Longitud de penetración de varilla roscada en tuerca de acople: 3/4"
 Epoxico de anclaje : Anchorfix 3030
 Mecanismo para acople con conexión BUEEP : Perno
 Diámetro nominal de perno de acople : 3/8" pulgadas
 Longitud de anclaje de perno de acople de conexión BUEEP: 1"



Figura 11. Muestra - 3: Longitud de anclaje de perno 1"

Fuente: Elaboración propia

Descripción de muestra - 4:

Tipo de madera : Capirona
 Dimensiones de muestra de madera : 8" largo x 3" ancho x 10" altura
 Mecanismo para acople con estructura de madera: Tuerca de acople con varilla roscada anclada con epoxico en la estructura de madera
 Diámetro externo de tuerca de acople : 6/8" - Hexagonal
 Diámetro de perforación de tuerca de acople : 7/8", se usó 1" pulgada
 Longitud de tuerca de acople : 1 3/4"
 Profundidad de perforación para tuerca de acople: 1 3/4"
 Diámetro nominal de varilla roscada : 3/8" pulgadas
 Diámetro de perforación de varilla roscada : 5/8" pulgadas
 Profundidad de perforación de varilla roscada : 8" pulgadas
 Longitud de varilla roscada : 7 1/4"

Longitud de penetración de varilla roscada en tuerca de acople: 1"
Epoxico de anclaje : Anchorfix 3030
Mecanismo para acople con conexión BUEEP : Perno
Diámetro nominal de perno de acople : 3/8" pulgadas
Longitud de anclaje de perno de acople de conexión BUEEP: 3/4"



Figura 12. Muestra - 4: Longitud de anclaje de perno 3/4"

Fuente: Elaboración propia

Trabajo de Laboratorio

Se adquirió en total 02 elementos estructurales de madera tipo viga, es por ello que, se realizó 02 ensayos de contenido de humedad para identificar la madera más favorable y así poder realizar los ensayos respectivos para su mejoramiento con los dispositivos de acople con tuerca hexagonal.

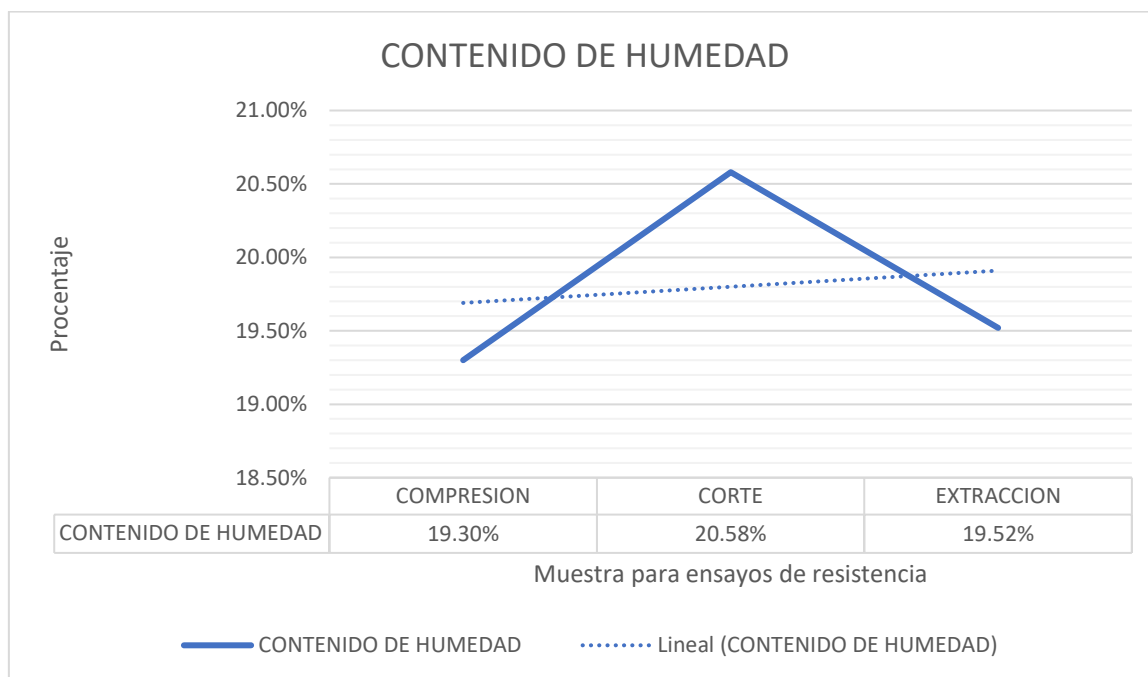


Figura 13. Contenido de humedad de la Viga - 01.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. - Según el ensayo de contenido de humedad se puede demostrar que la madera obtenida de la VIGA - 01, logró tener en promedio 19.80% de Contenido de Humedad siendo un material con un contenido de humedad menor al 22% permitido para madera aserrada conforme el capítulo E 0.10 Madera del RNE.

De acuerdo a la muestra extraída de la VIGA - 01, se pudo demostrar según el contenido de humedad en el laboratorio UNIVERSIDAD DE LIMA S.A.C. que la muestra de madera se encuentra dentro del rango permitido de contenido de humedad para el uso de maderas estructurales.

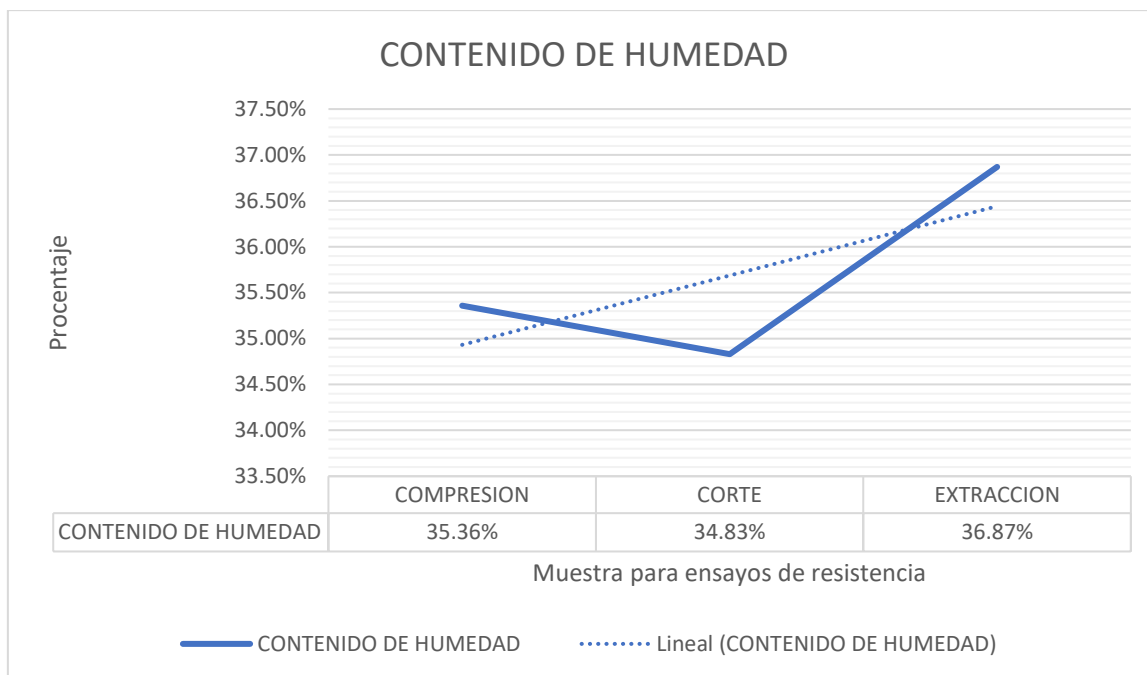


Figura 14. Contenido de humedad de la Viga - 02.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. - Según el ensayo de contenido de humedad se puede demostrar que la madera obtenida de la VIGA - 02, logró tener en promedio 35.69% de Contenido de Humedad siendo un material con un contenido de humedad mayor al 22% permitido para madera aserrada conforme el capítulo E 0.10 Madera del RNE.

De acuerdo a la muestra extraída de la VIGA - 02, se pudo demostrar según el contenido de humedad en el laboratorio (UNIVERSIDAD DE LIMA S.A.C.) que la muestra de madera no se encuentra dentro del rango permitido de contenido de humedad para el uso de maderas estructurales.

EN CONCLUSION, la muestra extraída de la VIGA – 01 se encuentra dentro del rango permitido de contenido de humedad para el uso de maderas estructurales, por ello inicialmente se procedió a preparar la Muestra – 01 y llevarla al laboratorio para realizar los ensayos objetivos de resistencia a la extracción, resistencia al corte y resistencia al cizallamiento por compresión, la cual fue considerada la muestra patrón.

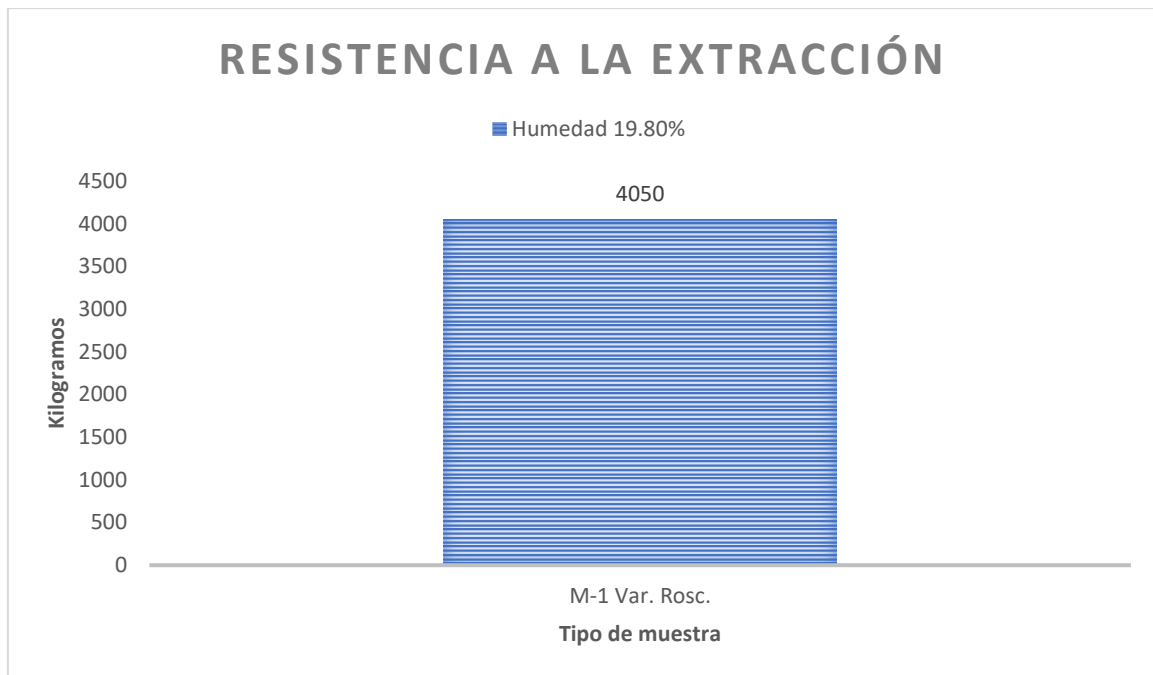


Figura 15. Grafico del Ensayo de Resistencia a la Extracción de la muestra – 01 (muestra patrón)

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. - Se puede visualizar que la muestra - 01 de la viga - 01 tiene una resistencia a la extracción de 4050 Kg, esto debido a que la limpieza de la zona perforada en la madera se efectuó de manera correcta, al extraer el polvo y sin permitir que la superficie interna de la perforación consiga un acabado liso lisa que afecte la correcta adherencia entre la varilla roscada y la madera de la viga – 01.

Se puede corroborar, a través del ensayo realizado, que la muestra – 01 con el mecanismo para acople con estructura de madera tipo varilla roscada anclada con epóxido en la estructura consigue una altamente resistencia a la extracción, esto debido a la correcta adherencia entre la varilla roscada y la estructura de madera de la viga - 01, siendo el máximo esfuerzo alcanzado a lograrse la rotura de la varilla roscada de 3/8" entre la maquina universal y el mecanismo para acople.

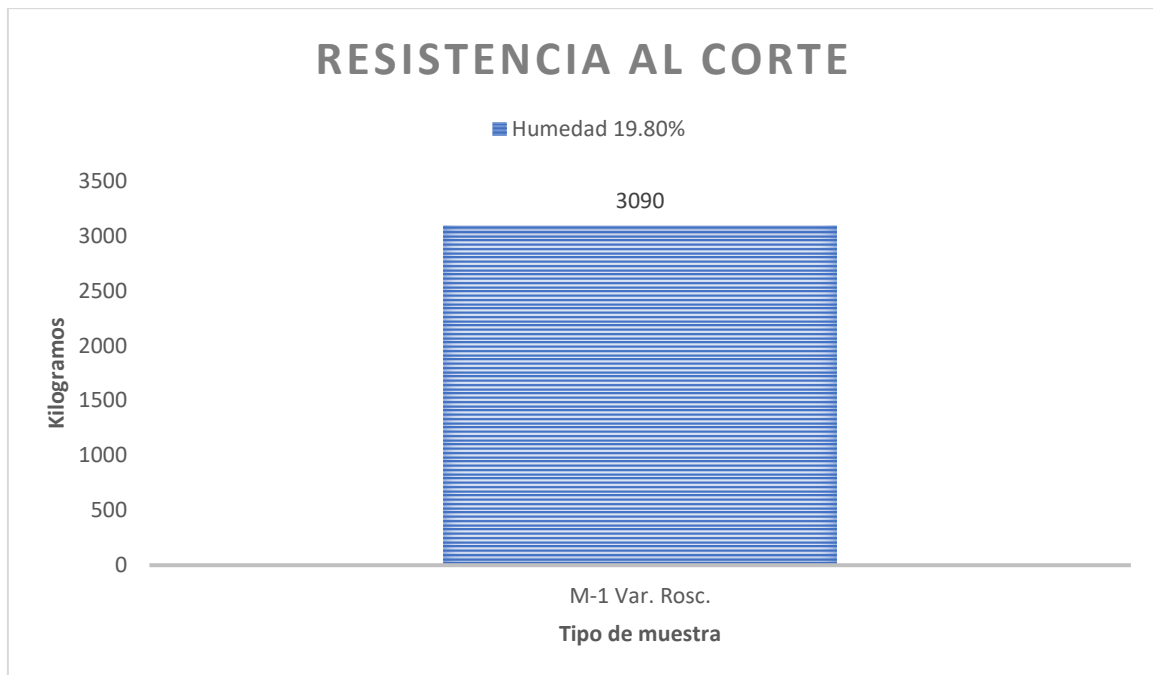


Figura 16. Grafico del Ensayo de Resistencia al corte de la muestra – 01 (muestra patrón)

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. - Se puede visualizar que la muestra - 01 de la viga -01 tiene una resistencia al corte de 3090 Kg, esto debido a que la limpieza de la zona perforada en la madera se efectuó de manera correcta, al extraer el polvo y sin permitir que la superficie interna de la perforación consiga un acabado liso lisa que afecte la correcta adherencia entre la varilla roscada y la madera de la viga – 01.

Se puede corroborar, a través del ensayo realizado, que la muestra – 01 con el mecanismo para acople con estructura de madera tipo varilla roscada anclada con epóxido en la estructura consigue una altamente resistencia al corte, esto debido a la correcta adherencia entre la varilla roscada y la estructura de madera de la viga - 01, siendo el máximo esfuerzo alcanzado al distinguirse un doblez excesivo de la en el punto donde a varilla roscada de 3/8" sale de la estructura de madera.

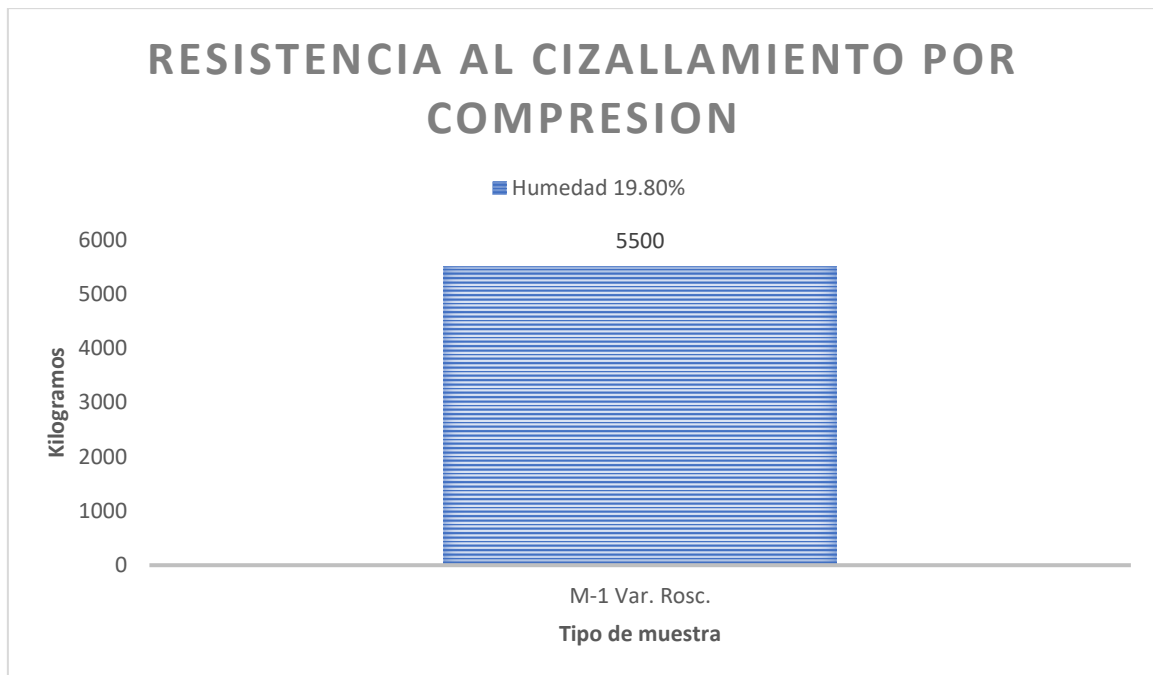


Figura 17. Grafico del Ensayo de Resistencia a la Extracción de la muestra – 01 (muestra patrón)

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. - Se puede visualizar que la muestra - 01 de la viga -01 tiene una resistencia a la extracción de 4050 Kg, esto debido a que la limpieza de la zona perforada en la madera se efectuó de manera correcta, al extraer el polvo y sin permitir que la superficie interna de la perforación consiga un acabado liso lisa que afecte la correcta adherencia entre la varilla roscada y la madera de la viga – 01.

Se puede corroborar, a través del ensayo realizado, que la muestra – 01 con el mecanismo para acople con estructura de madera tipo varilla roscada anclada con epóxido en la estructura consigue una altamente resistencia al cizallamiento por compresión, esto debido a la correcta adherencia entre la varilla roscada y la estructura de madera de la viga - 01, siendo el máximo esfuerzo alcanzado a lograrse la falla por cizalladura en la muestra de madera producida a lo largo del eje longitudinal de la varilla roscada de 3/8”

OBJETIVO ESPECIFICO 1

Determinar cuánto influye la tuerca de acople con longitud de anclaje de perno de $1\frac{1}{4}$ ", 1 " y $\frac{3}{4}$ " en la resistencia a la extracción de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.

Reseña 1: Ensayo de Resistencia a la Extracción

El ensayo consiste en que mediante el empleo de la máquina de ensayo uniaxial TOKYOKOKI SEIZOSHO se determine la resistencia a la extracción que soportan las distintas muestras a) Varilla roscada b) Tuerca de acople c/ $1\frac{1}{4}$ " de longitud de anclaje de perno c) Tuerca de acople c/ 1 " de longitud de anclaje de perno d) Tuerca de acople c/ $\frac{3}{4}$ " de longitud de anclaje de perno.

Evidencia Fotográfica



Figura 18. Muestra instalada para ensayo de extracción

Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Muestra con dispositivo de ensayo de extracción

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. *Ensayo de resistencia a la extracción*

<i>Grupo de muestra</i>	<i>Mecanismo de acople interno</i>	<i>Longitud de anclaje de perno</i>	<i>Resistencia a la Extracción</i>
1	Varilla roscada	-	4050 Kg
2	Tuerca de acople + varilla roscada	1¼"	2120 Kg
3	Tuerca de acople + varilla roscada	1"	2580 Kg
4	Tuerca de acople + varilla roscada	¾"	4440 Kg

Fuente: Elaboración propia

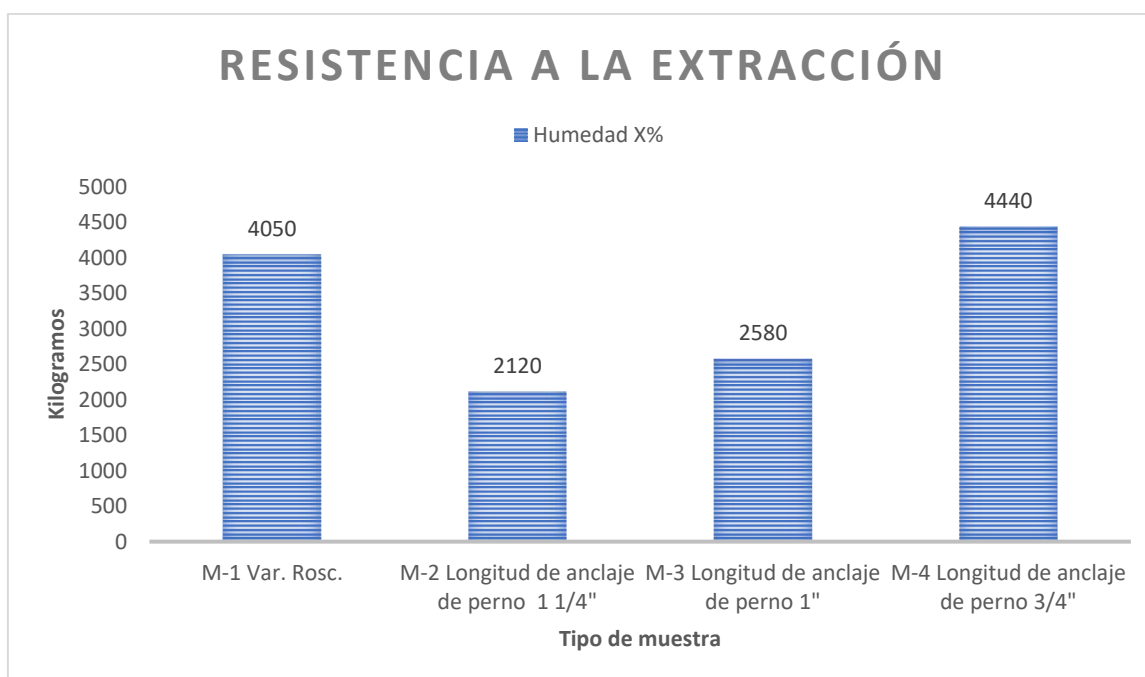


Figura 20. Gráfico comparativo del ensayo de resistencia a la extracción .

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Los ensayos de Resistencia a la Extracción con la aplicación de tuercas de acople a diferentes longitudes de anclaje de perno mostraron resultados positivos para los anclajes en madera ya que se aumentó la resistencia a la extracción de la muestra tradicional. Inicialmente se tuvo como resultado que la resistencia a la extracción de la muestra N° 01 fue de 4050 Kg, sin embargo, al incorporar tuerca de acople como mecanismo para acople con

estructura de madera se puede evidenciar un incremento de Resistencia a la Extracción de la muestra tradicional, tal es el caso que al incorporar tuerca de acople con longitud de anclaje de perno de $\frac{3}{4}$ " aumento considerablemente la Resistencia a la Extracción de 4050 Kg a un 4440 Kg (+10%), mejorando así sus propiedades mecánicas de la unión del componente de madera. Sin embargo, respecto a la evolución de los ensayos en las muestras con tuerca de acople, se evidencia que existe un incremento indirectamente proporcional con la longitud de anclaje de perno, pasando de 2120 Kg (-48%) al tener una longitud de anclaje de perno de $1\frac{1}{4}$ " a 4440 Kg (+10%) al tener una longitud de anclaje de perno de $\frac{3}{4}$ ".

OBJETIVO ESPECIFICO 2

Determinar cuánto influye la tuerca de acople con longitud de anclaje de perno de $1\frac{1}{4}$ ", 1" y $\frac{3}{4}$ " en la resistencia al corte de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.

Reseña 2: Resistencia al corte

El ensayo consiste en que mediante el empleo de la máquina de ensayo uniaxial TOKYOKOKI SEIZOSHO se determine la resistencia al corte que soportan las distintas muestras a) Varilla roscada b) Tuerca de acople c/ $1\frac{1}{4}$ " de longitud de anclaje de perno c) Tuerca de acople c/ 1" de longitud de anclaje de perno d) Tuerca de acople c/ $\frac{3}{4}$ " de longitud de anclaje de perno.

Evidencia Fotográfica



Figura 21. Ensayo de resistencia al corte en el acople

Fuente: Elaboración propia



Figura 22. Posicionamiento de la muestra para ensayo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. *Ensayo de resistencia al corte*

<i>Grupo de muestra</i>	<i>Mecanismo de acople interno</i>	<i>Longitud de anclaje de perno</i>	<i>Resistencia al corte en el acople</i>
1	<i>Varilla roscada</i>	-	3090 Kg
2	<i>Tuerca de acople + varilla roscada</i>	1 ¼"	4520 Kg
3	<i>Tuerca de acople + varilla roscada</i>	1"	3650 Kg
4	<i>Tuerca de acople + varilla roscada</i>	1 ¼"	3750 Kg

Fuente: Elaboración propia

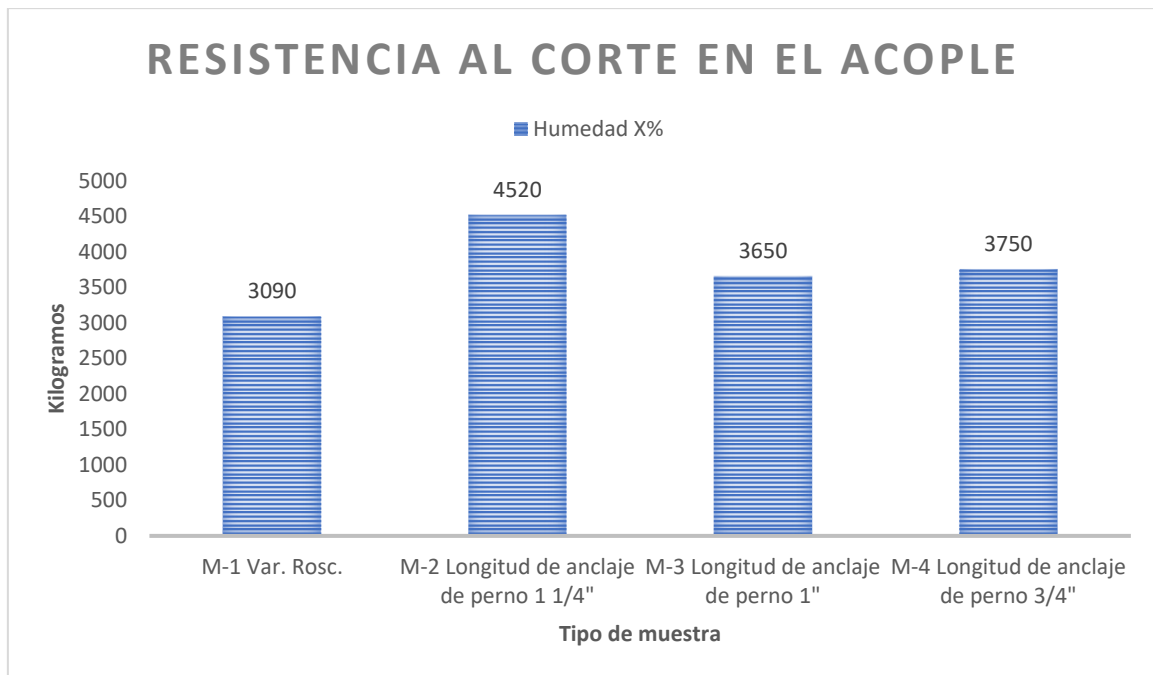


Figura 23. Gráfico comparativo del ensayo de resistencia al corte.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Los ensayos de resistencia al corte con la aplicación de tuercas de acoplamiento a diferentes longitudes de anclaje de perno mostraron resultados positivos para los anclajes en madera ya que en promedio se aumentó la resistencia al corte de la muestra patrón. Inicialmente se tuvo en la muestra N° 01 como resultado que la resistencia al corte 3090 Kg, sin embargo, al incorporar tuerca de acople como mecanismo para acople con estructura de madera se puede evidenciar que en los 03 ensayos posteriores el mínimo de los valores es superior al de Resistencia al Corte de la muestra patrón, tal es el menor de los casos que al incorporar tuerca de acople con longitud de anclaje de perno de 1" aumento la Resistencia al Corte de 3090 Kg a 3650 Kg (+18%), y en mayor de los casos donde al incorporar tuerca de acople con longitud de anclaje de perno de 1 ¼" aumento la Resistencia al Corte de 3090 Kg a 4520 Kg (+46%), mejorando así sus propiedades mecánicas de la unión del componente de madera.

OBJETIVO ESPECIFICO 3

Determinar cuánto influye la tuerca de acople con longitud de anclaje de perno de 1¼", 1" y ¾" en la resistencia al cizallamiento por compresión de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.

Reseña 3: Resistencia al cizallamiento por Compresión

El ensayo consiste en que mediante el empleo de la máquina de ensayo uniaxial TOKYOKOKI SEIZOSHO se determine la resistencia al cizallamiento por Compresión que soportan las distintas muestras a) Varilla roscada b) Tuerca de acople c/ 1 ¼" de longitud de anclaje de perno c) Tuerca de acople c/ 1" de longitud de anclaje de perno d) Tuerca de acople c/ ¾" de longitud de anclaje de perno

Evidencia Fotográfica



Figura 24. Ensayo de resistencia al cizallamiento por compresión
Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Posicionamiento de para ensayo de muestra
Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Ensayo de Resistencia al cizallamiento por Compresión con la incorporación de tuerca de acople

Grupo de muestra	Mecanismo de acople interno	Longitud de anclaje de perno	Resistencia al cizallamiento por compresión
1	Varilla roscada	-	5500 Kg
2	Tuerca de acople + varilla roscada	1 1/4"	4180 Kg
3	Tuerca de acople + varilla roscada	1"	5840 Kg
4	Tuerca de acople + varilla roscada	3/4"	6700 Kg

Fuente: Elaboración propia

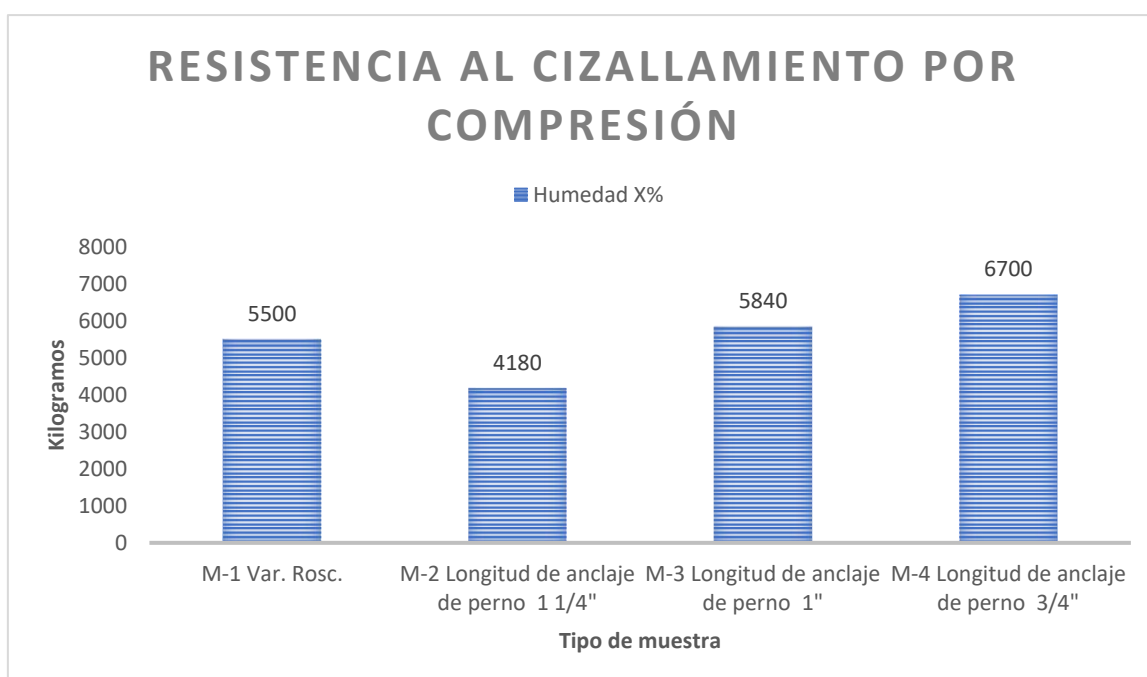


Figura 26. Gráfico comparativo del ensayo de resistencia al cizallamiento por compresión.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Los ensayos de resistencia al cizallamiento por compresión con la aplicación de tuercas de acoplamiento a diferentes longitudes de anclaje de perno mostraron resultados positivos para los anclajes en madera ya que se aumentó la resistencia al cizallamiento por compresión de la muestra patrón. Inicialmente se tuvo como resultado que la resistencia al cizallamiento por

compresión de la muestra N° 01 fue de 5500 Kg, sin embargo, al incorporar tuerca de acople como mecanismo para acople con estructura de madera se puede evidenciar un incremento de resistencia al cizallamiento por compresión de la muestra patrón, tal es el caso que al incorporar tuerca de acople con longitud de anclaje de perno de $\frac{3}{4}$ " aumento considerablemente la resistencia al cizallamiento por Compresión de 5500 Kg a un 6700 Kg (+22%), mejorando así sus propiedades mecánicas de la unión del componente de madera. Sin embargo, respecto a la evolución de los ensayos en las muestras con tuerca de acople, se evidencia que existe un incremento indirectamente proporcional entre la longitud de anclaje de perno con la tuerca de acople, pasando de 4180 Kg al tener una longitud de anclaje de perno de $1 \frac{1}{4}$ " a 6700 Kg al tener una longitud de anclaje de perno de $\frac{3}{4}$ ".

V. DISCUSION

Objetivo 1: Determinar cuánto influye la tuerca de acople con longitud de anclaje de perno de $1\frac{1}{4}$ ", 1" y $\frac{3}{4}$ " en la resistencia a la extracción de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.

Antecedente: Dewi, Karyadi y Susanto (2021) en su investigación configuro los espesores de recubrimiento con epoxico de 2 mm, 3 mm y 4 mm en el anclaje a bambu laminado, obteniendo mejoras en la fijación estructural al aumentar la resistencia a la extracción de 15.64 kN a 18.00 kN para varillas de 8mm de diámetro, de 17.30 kN a 18.64 kN para varillas de 10mm de diámetro y de 19.74 kN a 21.17 kN para varillas de 12mm de diámetro.

Resultados: en la presente investigación, la muestra – 01 presentaba una resistencia a la extracción de 4050 Kg pero al incorporar tuercas de acople con longitud de anclaje de perno de $1\frac{1}{4}$ ", 1" y $\frac{3}{4}$ ", las resistencias cambian a 2120 Kg, 2580 Kg y 4440 Kg, respectivamente. siendo el que mejor aumenta la resistencia a la extracción el de $\frac{3}{4}$ " que lo hizo llegar hasta un 4440 Kg. (Óptimo: Resultado más favorable).

Comparación: con las tuercas de acoplamiento se obtuvieron resultados similares al aumentarse la resistencia a la extracción. Por medio de los ensayos de resistencia a la extracción, se afirma la influencia que tuvo las longitudes de anclaje de perno en las tuercas de acoplamiento en la muestra patrón de madera capirona, ya que aumento progresivamente la resistencia a la extracción hasta encontrar un óptimo.

Objetivo 2: Determinar cuánto influye la tuerca de acople con longitud de anclaje de perno de $1\frac{1}{4}$ ", 1" y $\frac{3}{4}$ " en la resistencia al corte de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.

Antecedente: Cueva y Panoluisa (2015) en su investigación evaluó pernos de $\frac{1}{2}$ " para fijación de maderas Mascaray, Chanul y Guayacan, obteniendo mejoras en la resistencia del perno al aumentar la resistencia al corte de 6.432 ton a 10.200 ton.

Resultados: en la presente investigación, la muestra – 01 presentaba una resistencia al corte de 3.090 ton, pero al incorporar tuercas de acoplamiento con longitud de anclaje de perno de $1\frac{1}{4}$ ", 1" y $\frac{3}{4}$ ", las resistencias cambian a 4.52 ton,

3.65 ton y 3.75 ton, respectivamente. siendo el que mejor aumenta la resistencia al corte el de $1\frac{1}{4}$ " que lo hizo llegar hasta un 4.52 ton. (Óptimo: Resultado más favorable).

Comparación: con las tuercas de acople se obtuvieron resultados similares al aumentarse la resistencia al corte. Por medio de los ensayos de resistencia al corte, se afirma la influencia que tuvo las longitudes de anclaje de perno en las tuercas de acople en la muestra patrón de madera capirona, ya que, aunque hubo una reducción de la longitud de anclaje de perno en la tuerca de acople, la resistencia al corte fue inversamente proporcional, aumentando su resistencia al corte conforme se reducía la longitud de anclaje de perno hasta encontrar un óptimo.

Objetivo 3: Determinar cuánto influye la tuerca de acople con longitud de anclaje de perno de $1\frac{1}{4}$ ", 1" y $\frac{3}{4}$ " en la resistencia al cizallamiento por compresión de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.

Antecedente: Otero (2013) en su investigación configuro longitudes de anclaje de varillas roscadas en madera abeto y eucalipto, obteniendo mejoras en la fijación estructural al aumentar la resistencia al cizallamiento por Compresión de un 23.03 kN a 44.34 kN para madera de abeto y de un 36.64 kN a 56.77.34 kN para madera de eucalipto.

Resultados: en la presente investigación, la muestra – 01 presentaba una resistencia al cizallamiento por compresión de 5500 Kg pero al incorporar tuerca de acople con longitud de anclaje de perno de $1\frac{1}{4}$ ", 1" y $\frac{3}{4}$ ", las resistencias cambian a 4180 Kg, 5840 Kg y 6700 Kg, respectivamente. siendo el que mejor aumenta la resistencia al cizallamiento por compresión el de $\frac{3}{4}$ " que lo hizo llegar hasta un 6700 Kg. (Óptimo: Resultado más favorable).

Comparación: con las tuercas de acople se obtuvieron resultados similares al aumentarse la resistencia al cizallamiento por compresión. Por medio de los ensayos de resistencia al cizallamiento por compresión, se afirma la influencia que tuvo la longitud de anclaje del perno en la tuerca de acople en la muestra patrón de madera capirona, ya que aumento progresivamente la resistencia al cizallamiento por compresión hasta encontrar un óptimo.

VI. CONCLUSIONES

Analizar cuánto influye la tuerca de acople en las propiedades mecánicas de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.

Objetivo General, Se evaluó que, la fijación entre componentes estructurales de madera con el mecanismo de acople tipo tuerca de acople con varilla roscada anclada con epoxico, mejoran las características de la unión (del componente estructural de madera) encontrado en distrito de Chorrillos - Lima, observando su evaluación en sus propiedades físicas y mecánicas: 1) al aumentar la resistencia a la extracción; 2) al aumentar la resistencia al corte en el acople y 3) al aumentar la resistencia al cizallamiento por Compresión.

Objetivo Específico 1, Se estableció la dependencia de la longitud de anclaje de perno en la resistencia a la extracción, ya que influyeron en el aumento de 390 kg de carga máxima de la muestra de madera, pasando de 4050 kg a 4440 kg mediante la incorporación de la tuerca de acople con una longitud de anclaje de perno de $\frac{3}{4}$ ". Por lo tanto, la influencia de la tuerca de acople en la mejora de la unión, está directamente relacionada con las longitudes de anclaje de perno propuestos, con respecto a la resistencia a la extracción, el cual queda comprobado.

Objetivo Específico 2, Se estableció la dependencia de la longitud de anclaje de perno en la resistencia al corte en el acople, ya que influyó en el incremento de 1430 kg de carga máxima de la muestra de madera, pasando de 3090 kg a 4520 kg mediante la incorporación de la tuerca de acople con una Longitud de anclaje de perno de $1 \frac{1}{4}$ ". Por lo tanto, la influencia de la tuerca de acople en la mejora de la unión, está directamente relacionada con las longitudes de anclaje de perno propuestos, con respecto a la resistencia al corte en el acople, el cual queda comprobado.

Objetivo Específico 3, Se estableció la dependencia de la longitud de anclaje de perno en la resistencia al cizallamiento por compresión, ya que influyó en el incremento de 1200 kg de carga máxima de la muestra patrón, pasando de 5500 kg a 6700 kg mediante la incorporación de la tuerca de acople con una longitud de

anclaje de perno de $\frac{3}{4}$ ". Por lo tanto, la influencia de la tuerca de acople en la mejora de la unión, está directamente relacionada con las longitudes de anclaje de perno propuestos, con respecto a la resistencia al cizallamiento por compresión, el cual queda comprobado.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo Específico 1, En la presente investigación al elegirse longitudes de anclaje de perno en la tuerca de acople que iban desde un $1 \frac{1}{4}$ ", 1" y $\frac{3}{4}$ ", en todos estos casos, respectivamente, se logró la aumento en la resistencia a la extracción; para continuar con una futura Investigación recomendamos emplear una tuerca de acople de longitud mayor a $1 \frac{3}{4}$ " para verificar si continúa aumentando la óptima resistencia a la extracción, hasta encontrar el valor tope, que inicie el descenso de la resistencia a la extracción e incrementar mayor al $1 \frac{1}{4}$ ", la longitud de anclaje de perno en la tuerca de acople, para verificar si continúa aumentando la óptima resistencia a la extracción, hasta encontrar el valor tope, que inicie el descenso de la resistencia a la extracción.

Objetivo Específico 2, En la presente investigación al elegirse longitudes de anclaje de perno en la tuerca de acople que van desde un $1 \frac{1}{4}$ ", 1" hasta $\frac{3}{4}$ " se obtuvieron el incremento de la resistencia al corte en el acople comparados al original, pero al aumentarlo hasta $1 \frac{1}{4}$ " la resistencia aumento a la resistencia más alta desde el diseño original; por lo que, recomendamos emplear maderas comerciales de dimensiones estructurales comparadas entre si en base a la resistencia que otorgan por nuevo sol para determinar la madera más eficiente al obtener información de concerniente a la resistencia al corte en posibles estructuras prefabricadas comerciabiles.

Objetivo Específico 3, En la presente investigación al elegirse longitudes de anclaje de perno en la tuerca de acople que iban desde un $1 \frac{1}{4}$ ", 1" y $\frac{3}{4}$ ", en todos estos casos, respectivamente, se logró la aumento en la resistencia al cizallamiento por compresión; para continuar otra Investigación, recomendamos que la tuerca de acople sea cilíndrica y de superficie externa roscada, para obtener una mayor área de adherencia que aumente adherencia resistencia al cizallamiento por compresión, determinar el rango optimo de contenido de humedad para anclaje y comparación de formulas para el diseño de vigas reforzadas axialmente. La separación entre hilos de la carilla roscada mayor para que tengan una mejor hendidura a la cual pueda sujetarle y haya una mayor adherencia.

REFERENCIAS

- AGENCIA Federal para el Manejo de Emergencias [FEMA] (2000). Criterios de diseño sísmico recomendados para nuevos edificios de marco resistente al momento de acero [Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings] [En línea]. Junio, 2000 [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: FEMA 350 - Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings (memphis.edu)
- ALCANTARA, Fabio. Uniones estructurales con tirafones en madera copaiba (*copaifera officinalis*). Tesis (Profesional en Ingeniería civil). Lima: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4994>
- ASOCIACIÓN finlandesa de madera laminada encolada. Liimapuukäsikirja osa 1 [Manual de madera laminada 1] [En línea]. Finlandia: Elias Oy, 2011. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/Liimapuuk%C3%A4sikirja-Osa-1.pdf>
- ASOCIACIÓN Canadiense de Normas [CSA]. Limit States Design of Steel Structures [Diseño de Estados Límite de Estructuras de Acero] CAN/CSA S16-09 [en línea]. 10ma ed. Chicago: Asociación Canadiense de Normas 2018. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: https://www.cisc-icca.ca/wp-content/uploads/2018/08/Rev_LSDSS10E2P.pdf
- BAENA, Guillermina. Metodología de la Investigación” [en línea]. 1era ed. México: Grupo Editorial Patria, S.A., 2014 [Fecha de consulta: 15 de junio de 2022]. Disponible en: <https://elibro.upc.edu.elogim.com/es/ereader/upc/40362?page=4>
- BALUT, Nicolae y GIONCU, Victor. Suggestion for an Improved 'Dog-Bone' Solution [Sugerencia para una solución mejorada de “Dog-Bone”] [en línea]. 1st ed. Londres: Routledge, 2003 [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=9Dc_cs5ucdEC&oi=fnd&pg=PA129&dq=Suggestion+for+an+improved+%E2%80%99dog-bone%E2%80%99+solution&ots=y5hbVvFJL2&sig=ahX2NIOpPPzZgoXV7sgW-

UvgXsA&redir_esc=y#v=onepage&q=Suggestion%20for%20an%20improved%20%E2%80%98dog-bone%E2%80%99%20solution&f=false

BANCO de desarrollo de América latina. Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América latina [En línea] 2016 ed. Colombia, Panamericana Formas e Impresos S.A., 2017. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1090/RED%202017%20esp.pdf?sequence=13&isAllowed=y>
ISSN: 9806810015

BERNAL, César. Metodología de la Investigación. [En línea]. 4ta ed. Colombia: Editorial Géminis Ltda, 2016. [Fecha de consulta: 14 de junio de 2022]. Disponible en: <https://bookshelf.vitalsource.com/reader/books/9789586993098/pageid/5>

BILIBIO, Noe. La madera en el Perú [En línea]. Perú: Departamento académico de ciencias de la gestión-DACG. 2016. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/54211/La_Madera_en_el_Per%c3%ba%20-%20N.%20Bilibio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BRUNEAU, Michael, UANG, Chia-ming. y SABELLI, Rafael. Ductile Design of Steel Structures. [Diseño Dúctil de Estructuras de Acero] [en línea]. 2da ed. Estados Unidos: The McGraw-Hill Companies, Inc, 1998. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://aghababaie.usc.ac.ir/files/1520061838639.pdf>
ISBN: 9780071625234

BUCHANAN, Andy y FAIRWEATHER, Robert. Seismic design of glulam structures [Diseño sísmico de estructuras de gulum] [En línea]. Diciembre 1993 [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.bulletin.nzsee.org.nz/index.php/bnzsee/article/view/663>

CAREY, Samuel. Strength, durability, and application of grouted couplers for integral abutments in accelerated bridge construction projects [Resistencia, durabilidad y aplicación de acopladores cementados para pilares integrales en proyectos de construcción acelerada de puentes] Tesis. (Profesional en

ingeniería civil) Iowa. Iowa State University. 2016. Disponible en: <https://www.mobt3ath.com/uplode/book/book-44041.pdf?show=pdf&id=44041>

CORTES, Manuel e IGLESIAS, Miriam. Generalidades sobre Metodología de la Investigación [En línea]. 1era ed. México: Universidad Autónoma del Carmen, 2004. [Fecha de consulta: 14 de junio de 2022]. Disponible en: https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf

CUEVA, Graciela y PANOLUISA, Iveth. Estudio teórico-experimental de conexiones especiales de madera tipo bulldog, appel y alligator; sometida a carga axial en sentido perpendicular a la fibra. Tesis (Profesional en Ingeniería civil). Quito: Escuela Politecnica Nacional, 2015. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11732?mode=full>

DEWI, KARYADI, SUSANTO Y NINDYAWATI. Effect of Rod Diameter and Adhesive Thickness to the Pullout Strength of Threaded Steel Rod Glued in Laminated Bamboo [Efecto del Diámetro de la Varilla y del Espesor del Adhesivo en la Resistencia a la Extracción de Varillas de Acero Roscadas Pegadas en Laminado Bambú]. Universitas Negeri Malang. Indonesia. 2021. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/832/1/012024/pdf>

DOMINGUEZ, Manuel. Estudio de uniones en estructuras de madera con uso de elementos clavija. Tesis (Doctor en Ingeniería industrial). Salamanca: Universidad de Salamanca, 2015. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=76618&orden=1&info=link>

DUCTILE Moment-Resisting Timber Connections [Conexiones de madera dúctiles resistentes a momentos] por Arthur Reboças [et al] [En línea]. Febrero 2022. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/2/240>

ELSEVIER, Ltd. Modern moment resisting timber connections – theory and numerical modelling [Conexiones de madera modernas resistentes a momentos: teoría y modelado numérico] [En línea]. 2016 [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705816322883?token=09C9>

BB29EB0AC1A1B42858C133D16DD5BA898E9367271C0D5F1572B7FD8
9C8E8F7FF17B9BFAD64974FE8DFB38D669012&originRegion=us-east-
1&originCreation=20220528125435

ESPINOSA, Alejandro y SALAZAR, Andres. Propiedades físico-mecánicas de uniones clavadas y empernadas, sometidas a compresión, con madera tipo A, tipo B y tipo C: guayacan, eucalipto y fernansanchez; para el diseño estructural de la cubierta del proyecto Casa Montafur 623 (Fonsal). Tesis (Profesional en Ingeniería civil). Sangolquí: Escuela Politecnica del Ejercito, 2011. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3549>

ESTRUCTURAS y edificaciones por Mauro Andreolli [et al], Ductile Moment-resistant Steel timber Connections [Acero dúctil resistente a momentos conexiones de madera] [en línea]. Abril 2011. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/abs/10.1680/stbu.9.00098>
ISSN: 09650911

FAIRWETHER, Robert. Beam Column Connections for Multi-storey Timber Buildings [Conexiones de columna de viga para Edificios de madera de varios pisos]. Tesis (Magister en Ingeniería civil). Christchurch: Universidad de Canterbury, 1992. Disponible en: https://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/handle/10092/11999/Fairweather_thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FEDERACION DE ENSEÑANZAS DE ANDALUCIA. Ensayos destructivos en la soldadura. [en línea]. Julio, 2011. [Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8566.pdf>
ISSN: 19894023

FRENETTE, Caroline. The seismic response of a timber frame with dowel type connections [La respuesta sísmica de una estructura de madera con conexiones tipo pasador]. Tesis (Magister en Ingeniería civil). Columbia Británica: Universidad de Columbia Británica, 1997. Disponible en: <https://open.library.ubc.ca/soa/cIRcle/collections/ubctheses/831/items/1.0050203>

GALLARDO, Eliana. Metodología de la Investigación [en línea]. 1era ed. Huancayo: Universidad Continental, 2017 [Fecha de consulta: 14 de junio de 2022].

Disponible en:
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf

GUPTA, A., & Krawinkler, H. Seismic demands for performance evaluation of Steel moment resisting frame structures [Demandas sísmicas para la evaluación del desempeño del momento del acero Estructuras de Marco Resistente] [En línea]. Stanford: Universidad de Stanford, 1999. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: [title_final \(stanford.edu\)](https://stanford.edu).

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación [en línea]. 6ta ed. México: McGRAW-HILL/Interamericana Editores S.A. de C.V., 2014. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
ISBN: 978-1-4562-2396-0

INSTITUTO nacional de estadística e informática. Características de las viviendas particulares y los hogares. [En línea]. Perú: INEI, 2017 [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/parte01.pdf.

INSTITUTO canadiense de construcción en Acero. Moment connections for seismic applications [Conexiones de momento para aplicaciones sísmicas] Markham: Lakeside group inc, 2008.
ISBN: 0888111061

INSTITUTO americano de construcción en madera. Timber Construction Manual [Manual de Construcción en Madera]. 6ta ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc 2012.
ISBN 978-0-470-54509-6

INSTITUTO americano de construcción en madera. Standard for radially reinforcing curved glued laminated timber members to resist radial tension 404. [Estándar para miembros de madera laminada encolada curvada de refuerzo radial para resistir la tensión radial]. New Jersey: American Institute of Timber Construction 2005. Disponible en: <https://www.plib.org/?s=404+2005>

INSTITUTO Americano de Construcción en Acero [AISC 341-10]. Seismic Provisions for Structural Steel Buildings [Disposiciones sísmicas para acero

- estructural de Edificios]. Chicago: American Institute of Steel Construction 2010. Disponible en: <https://www.aisc.org/globalassets/aisc/publications/standards/seismic-provisions-for-structural-steel-buildings-ansi-aisc-341-16.pdf>
- KNUD, Johansen. Theory of Timber Connections [Teoría de las conexiones de madera] [en línea]. Suiza: ETH Ramistrasse 1949. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=bse-me-001:1949:9::18>
- LAM, Frank, WREDE, Michael y GU, James. Moment Resistance of Bolted Timber Connections with Perpendicular to Grain Reinforcements [Momento de resistencia de conexiones de madera atornilladas con Perpendicular a los refuerzos de grano] ICE Proceedings Structures and Buildings [en línea]. Enero 2010. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.tfguild.org/timber-frame-engineering-council/research-reports/view/151/download>
- LANDIS, Richard., KOCH, Gary (1977). An Application of Hierarchical Kappa-type Statistics in the Assessment of Majority Agreement among Multiple Observers [Una aplicación de estadísticas jerárquicas de tipo Kappa en la evaluación del acuerdo mayoritario entre múltiples observadores]. Biometrics [en línea]. Junio 1977. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/2529786>
- LEE, C., Jeon, S., Kim, J., Kim, J. y Uang, C. Seismic performance of reduced beam section steel [Desempeño sísmico de has reducido Conexiones de momento de sección de acero: Efectos de la resistencia de la zona del panel y la conexión del alma de la viga Método. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022] [en línea] Agosto, 2004. Disponible en: Seismic Performance of Reduced Beam Section Steel Moment Connections: Effects of Panel Zone Strength and Beam Web Connection Method (iitk.ac.in)
- Massayuki, Mário, MATOSKI, Adalberto, MAGAJEWSKI, Cláudio, MACHADO, Juliana. Resistencia a corte paralela a la tensión de la fibra de la madera, por medio de la prueba de punzonamiento propuesta. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2022] [en línea] Noviembre, 2013. Disponible en:

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000100003

ISSN 0718-5073

MASTSCHUCH, Richard. Reinforced multiple bolt timber connections [Uniones reforzadas de madera con pernos múltiples]. Tesis (Magister en Ingeniería civil). Columbia Británica: Universidad de Columbia Británica, 2000.

Disponible en:
<https://open.library.ubc.ca/soa/cIRcle/collections/ubctheses/831/items/1.0064044>

MINISTERIO de Vivienda, construcción y Saneamiento del Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: Macro, 2019. Disponible en:

<https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

ISBN: 9786123042462

ORDOÑEZ, Patricia y LUGO, Yessenia. Estructuras de madera aplicadas al sector de la construcción en el Perú. Tesis (Profesional en Ingeniería civil). Lima:

Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016. Disponible en:
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6834/ORDO%c3%91EZ_PATRICIA_LUGO_YESSENIA_ESTRUCTURAS_MADERA_APLICADAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OTERO D., ESTEVEZ J. y MARTIN E. Withdrawal strength of threaded steel rods glued with epoxy in Wood. [Resistencia a la extracción de varillas roscadas de acero pegadas con epoxi en madera] International Journal of Adhesion and Adhesives, Volume 44, 2013. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2013.02.008>.

ISSN 0143-7496

PAREDES, Luisa y BOCANEGRA, Carol. Influencia de la forma y tipos de maderas sobre la humedad, densidad, compresión y flexión aplicadas a la construcción de viviendas, Trujillo 2018. Tesis (Profesional en ingeniería civil). Trujillo. Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13754/Bocanegra%2>

- OLopez,%20Carol%20Martina%20-%20Paredes%20Altamirano,%20Luisa%20Onelia.pdf?sequence=11
- PAEZ, Diego y HAMON, Jeniffer. Estudio de la resistencia a tracción en anclajes estructurales posinstalados con adhesivo epóxico [En línea]. Colombia: Universidad de Medellin, 2018 [Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v17n33/1692-3324-rium-17-33-57.pdf>
- PINO, Raul. Metodología de la Investigación [en línea]. 1era ed. Lima: Editorial San Marcos de Anibal Jesús Paredes Galván, 2007. [Fecha de consulta: 14 de junio de 2022]. Disponible en: https://catalogo.upc.edu.pe/discovery/delivery/51UPC_INST:51UPC_INST/990000396470203391#13150201940003391
- PLUMIER, André. New idea for safe structures in seismic zones [Nueva idea para estructuras seguras en zonas sísmicas] [en línea]. Suiza 1990 [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=bse-re-003:1990:60::95>
- PORTAL, Leif. Propiedades mecánicas de maderas de la región de madre de dios – Perú. [en línea]. Perú, 2011. [Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://maderasdemadrededios.blogspot.com.br/>
- ROJAS, Ignacio. Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. Universidad Autónoma del Estado de México [en línea]. Diciembre 2011. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/311/31121089006.pdf>
ISSN: 16650824
- ROMERO, Christian. Diseño de una vivienda de madera de dos niveles con el sistema de poste y viga. Tesis (Profesional en Ingeniería civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7609>
- SEMINARIO, Patricia y RUIZ, Manuel. Discusión y alternativas de las políticas de vivienda en el Perú (1990 – 2007). Departamento de Arquitectura-PUCP [En línea] diciembre 2008 [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en:

https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/28696/Cuadernos_11.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ISSN: 1998-670X

SHEN, Y., Christopoulos, C., Mansour, N. y Tremblay, R. Seismic Design and Performance of Steel Moment-Resisting Frames with Nonlinear Replaceable Links [Diseño y Performance Sísmico de pórticos resistentes a momentos de acero con eslabones reemplazables no lineales]. Diario de estructura ingeniería cultural. [en línea]. Diciembre 2011. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: Seismic Design and Performance of Steel Moment-Resisting Frames with Nonlinear Replaceable Links (researchgate.net)

SHEN, Yunlu. Seismic performance of steel moment-resisting frames with nonlinear replaceable links [Rendimiento sísmico de marcos de acero resistentes a momentos con enlaces reemplazables no lineales]. Tesis (Magister en Ingeniería civil). Toronto: Universidad de Toronto 2009. Disponible en: https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/17444/1/Shen_Yunlu_2009_03_MASc_thesis.pdf

ANEXOS

Anexo 1 – Matriz de operacionalización

Evaluación de propiedades mecánicas de uniones de componentes de madera de la conexión BUEEP utilizando tuercas de acoplamiento, Chorrillos, 2022.							
Autor: Joel Cabrera Luzardo							
VARIABLES DE ESTUDIO		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES		INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
V. INDEPENDIENTE	Acople anclado	Son un sistema de refuerzo que consta de la fijación de una barra (generalmente, pero sin limitarse a, acero) con el uso de adhesivo de relleno de huecos estructurales termoestable para el refuerzo radial de miembros de madera en el momento de la fabricación cuando los cálculos de diseño muestran que se necesita refuerzo para resistir los esfuerzos de tracción radial.(AITC, 2005)	Las longitudes de anclaje de perno de la tuerca de acople ¾", 1" y 1¼" respecto al refuerzo axial, empleándose para las 03 muestras siguientes, con el objetivo de aumentar la resistencia a la extracción, resistencia al corte en el acople y la resistencia al cizallamiento por Compresión de la unión de los componentes de madera de la conexión BUEEP.	Acople anclado tipo Tuerca de acople hexagonal de 3/8"	Longitud de anclaje de perno	3/4 pulgada	Razon
						1 pulgada	Razon
						1 1/4 pulgada	Razon
V. DEPENDIENTE	Propiedades de uniones de componentes de madera de Conexiones BUEEP	Las propiedades mecánicas consisten en el grupo de parámetros medibles a través ensayos mecánicos que permite anticipar la capacidad del material de transmitir y resistir fuerzas o deformaciones cuando se les aplica esfuerzos.(INFINITIA, 2021)	Se realizaron ensayos de laboratorio en los 03 tipos de uniones preestablecidas diferenciadas en la longitud de anclaje de perno de la tuerca de acople, ¾", 1" y 1¼", para ver el grado de aumento de la resistencia de las muestras, previamente se determino el contenido de humedad de la madera con la cual se determino su calidad y aptitud para ser empleada en la muestras para la realización de ensayos de laboratorio.	PROPIEDADES FISICAS MECANICAS	Resistencia a la extraccion	Kg	Absoluta
					Resistencia al corte en el acople	Kg	Absoluta
					Resistencia al cizallamiento por Compresión	Kg	Absoluta

Anexo 2 – Matriz de consistencia

Título: Evaluación de propiedades mecánicas de uniones de componentes de madera de la conexión BUEEP utilizando tuercas de acoplamiento, Chorrillos, 2022.							
Autor: Joel Cabrera Luzardo							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Independiente				
¿De que manera influye la tuerca de acople en las propiedades mecánicas de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022?	Analizar cuánto influye la tuerca de acople en las propiedades mecánicas de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.	La tuerca de acople influye positivamente en las propiedades mecánicas de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.	VARIABLE 1: Acople anclado tipo Tuerca de acople hexagonal de 3/8"	Longitud de anclaje de perno	3/4 pulgada	Ficha de recolección de datos N° 01 (FRD-01)	Metodo: Científico Tipo de investigación: Tipo Aplicada Nivel de investigación: EXPLICATIVA (Causa- Diseño de Experimental: (Cuasi) Enfoque: Cuantitativo Poblacion: Todas las casas de madera de 02 plantas Muestra:
					1 pulgada	Ficha de recolección de datos N° 01 (FRD-01)	
					1 1/4 pulgada	Ficha de recolección de datos N° 01 (FRD-01)	
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Dependiente				
¿Cuánto influye la tuerca de acople en la resistencia a la extracción de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022?	Determinar cuánto influye la tuerca de acople en la resistencia a la extracción de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022	La tuerca de acople influye positivamente en la resistencia a la extracción de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.	VARIABLE 2: Propiedades de uniones de componentes de madera de Conexiones BUEEP	PROPIEDADES FÍSICAS MECANICAS	Resistencia a la extracción (Ton)	Ensayo de Laboratorio	03 Ensayos de resistencia a la extracción 03 Ensayo de Resistencia al corte 03 Ensayos de Resistencia al cizallamiento por compresión Muestreo; No probabilístico Tecnica
Según AITC 404-2005							
Resistencia al corte en el acople (Ton)	Ensayo de Laboratorio	según NTP 251.016 2015					
¿Cuánto influye la tuerca de acople en la resistencia al corte en el acople de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022?	Determinar cuánto influye la tuerca de acople en la resistencia al corte en el acople de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022	La tuerca de acople influye positivamente en la resistencia al corte en el acople de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.			Resistencia al cizallamiento por Compresión (Ton)	Ensayo de Laboratorio	Observación Directa Ficha de recolección de datos Ficha de laboratorio: Según NTP - AITC
¿Cuánto influye la tuerca de acople en la resistencia al cizallamiento por compresión de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022?	Determinar cuánto influye la tuerca de acople en la resistencia al cizallamiento por compresión de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022	La tuerca de acople influye positivamente en la resistencia al cizallamiento por compresión de las uniones de los componentes de madera de la conexión BUEEP, Chorrillos, 2022.				según NTP 251.013 2015	

Anexo 3 - Instrumentos de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos FRD-01: Tuercas de acoplamiento

“Evaluación de propiedades mecánicas de uniones de componentes de madera de la conexión BUEEP utilizando tuercas de acoplamiento, Chorrillos, 2022”

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Cabrera Luzardo Joel

Fecha: Lima, SEP.2022

VARIABLE INDEPENDIENTE: Tuercas de acoplamiento

OK	Longitud de Anclaje de perno en tuerca de acople
-----------	--

Tesis: Carey, S (2016) Resistencia, durabilidad y aplicación de acopladores cementados para pilares integrales en proyectos de construcción acelerada de puentes - Acople anclado

VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades mecánicas de uniones de componentes de madera de la conexión BUEEP

OK	Resistencia a la extracción
OK	Resistencia al corte en el acople
OK	Resistencia al cizallamiento por compresión

Tesis: Dewi, Karyadi y Susanto (2021) Efecto del Diámetro de la Varilla y del Espesor del Adhesivo en la Resistencia a la Extracción de Varillas de Acero Roscadas Pegadas en Laminado Bambú – Resistencia a la extracción

Tesis: Cueva y Panoluisa (2015) Estudio teórico-experimental de conexiones especiales de madera

Tesis: Otero, Estevez, Martin (2013) Resistencia a la extracción de varillas roscadas de acero pegadas con epoxi en madera – Resistencia al cizallamiento por compresión

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

<p>Apellidos: Martel Maravi Nombres: Alexander Misael Título: Ingeniero Civil Grado: Maestro N° Reg. CIP: 204647 Observaciones:</p>	<p>Firma / CIP</p>  <p>ALEXANDER MARTEL MARAVI INGENIERO CIVIL CIP. 204647</p>
<p>Apellidos: More Silupu Nombres: Jairo Título: Ingeniero Civil Grado: Profesional N° Reg. CIP: 241482 Observaciones:</p>	<p>Firma / CIP</p>  <p>Jairo Alexis More Silupu INGENIERO CIVIL Reg. CIP N°241482 Consultor de Obras R.N.P. N° C-11354</p>
<p>Apellidos: Mauricio Silva Nombres: Reynaldo Martin Título: Ingeniero Civil Grado: Profesional N° Reg. CIP: 223444 Observaciones:</p>	<p>Firma / CIP</p>  <p>REYNALDO MARTIN MAURICIO SILVA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 223444</p>

Anexo 4 - Ficha de Resultados de Laboratorio- Contenido de humedad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por
ABET Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : JOEL CABRERA LUZARDO
Obra : EVALUACION DE TUERCA DE ACOPLAMIENTO EN UNIONES DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Contenido de Humedad en Maderas
Expediente N° : 22-2655-1
Recibo N° : 79167
Fecha de emisión : 07/11/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Muestras de MADERA CAPIRONA

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.010.2020.
Procedimiento interno AT-PR-15.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo: 06/11/2022

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	PESO INICIAL (g)	PESO SECO (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
COMPRESIÓN	62,9	52,8	19,13
CORTE	70,9	58,8	20,56
TRACCIÓN	59,4	49,7	19,52

4.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. A.S.V.
J.B.P.

Ing. Oscar Miranda Hospital
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

LABORATORIO CERTIFICADO ISO 9001

Ficha de Resultados de Laboratorio de
- Contenido de humedad de Viga – 01

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por
ABET Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : JOEL CABRERA LUZARDO
Obra : EVALUACION DE TUERCA DE ACOPLAMIENTO EN UNIONES DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Contenido de Humedad en Maderas
Expediente N° : 22-2655-2
Recibo N° : 79167
Fecha de emisión : 07/11/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Muestras de MADERA CAPIRONA

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.010.2020.
Procedimiento interno AT-PR-15.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo: 06/11/2022

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	PESO INICIAL (g)	PESO SECO (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
COMPRESIÓN	73,5	54,3	35,36
CORTE	75,1	55,7	34,63
TRACCIÓN	76,7	57,5	36,87

4.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. A.S.V.
J.B.P.

Ing. Oscar Miranda Hospital
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

LABORATORIO CERTIFICADO ISO 9001

Ficha de Resultados de Laboratorio de
- Contenido de humedad de Viga – 02

Anexo 5 - Ficha de Resultados de Laboratorio- Resistencia a la extracción de cada muestra.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Comisión de Ingeniería Civil Autorizada por
ABET Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : JOEL CABRERA LUZARDO
 Obra : EVALUACION DE TUERCA DE ACOPLAMIENTO EN UNIONES DE ESTRUCTURAS DE MADERA
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Tracción en Perno de Anclaje Sobre Maderas
 Expediente N° : 22-2509-1
 Recibo N° : 79060
 Fecha de emisión : 08/11/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 02 muestras de madera Capirona.
 Muestra-1: La madera lleva en su centro una varilla roscada de 3/8" con adherencia de un epóxico y con una tuerca exagonal.
 Muestra-2: La madera lleva en su centro una varilla roscada de 3/8" con adherencia de un epóxico y una tuerca exagonal de acople con su respectivo perno de 3/8".

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de calibración: CMC-054-2022

3.0. RESULTADOS : Fecha del Ensayo : 07/11/2022

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	ESPESOR (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	UBICACIÓN DE PERNO DE ACOPLA (cm)		CARGA MÁXIMA (kg)	OBSERVACIÓN
				a	b		
MUESTRA-1	7,5	20,0	25,6	9,9	3,8	4050	La madera no presenta fisuras. Rotura de la varilla roscada.
MUESTRA-2	7,6	20,1	26,6	10,0	3,8	4440	La madera no presenta fisuras. Rotura de la varilla roscada en la parte interna.

4.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Lic. J. Basurto P. Sr. A.S.V.
 J.B.P.  Oscar Miranda Hospital
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM La Calidad es nuestro compromiso Laboratorio Certificado ISO 9001
 Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25 apartado 1301 - Perú
 (511) 381 - 3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046
 www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

Varilla roscada, Muestra-1

Longitud de anclaje de perno de 3/4", Muestras-2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Comisión de Ingeniería Civil Autorizada por
ABET Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : JOEL CABRERA LUZARDO
 Obra : EVALUACION DE TUERCA DE ACOPLAMIENTO EN UNIONES DE ESTRUCTURAS DE MADERA
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Tracción en Perno de Anclaje Sobre Maderas
 Expediente N° : 22-2537-1
 Recibo N° : 79149
 Fecha de emisión : 15/11/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 02 muestras de madera Capirona.
 Muestra-1: La madera lleva en su centro una varilla roscada de 3/8" con adherencia de un epóxico y con una tuerca exagonal.
 Muestra-2: La madera lleva en su centro una varilla roscada de 3/8" con adherencia de un epóxico y una tuerca exagonal de acople con su respectivo perno de 3/8".

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de calibración: CMC-054-2022

3.0. RESULTADOS : Fecha del Ensayo : 14/11/2022

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	ESPESOR (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	UBICACIÓN DE PERNO DE ACOPLA (cm)		CARGA MÁXIMA (kg)	OBSERVACIÓN
				a	b		
MUESTRA-1	7,4	19,5	27,1	9,5	3,6	2580	La madera no presenta fisuras. Deslizamiento de la varilla roscada y epoxico.
MUESTRA-2	7,4	19,6	26,7	9,5	3,6	2120	La madera no presenta fisuras. Deslizamiento del perno de acople y epoxico.

4.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Lic. J. Basurto P. Sr. A.S.V.
 J.B.P.  Oscar Miranda Hospital
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM La Calidad es nuestro compromiso Laboratorio Certificado ISO 9001
 Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25 apartado 1301 - Perú
 (511) 381 - 3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046
 www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

Longitud de anclaje de perno de 1", Muestras-1

Longitud de anclaje de perno de 1 1/4", Muestras-2

Anexo 6 - Ficha de Resultados de Laboratorio- Resistencia al corte en el acople de cada muestra.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
 LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por
ABET Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : JOEL CABRERA LUZARDO
 Obra : EVALUACIÓN DE TUERCA DE ACOPLAMIENTO EN UNIONES DE ESTRUCTURAS DE MADERA
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Corte en Pernos de Acople sobre Maderas
 Expediente N° : 22-2699-3
 Recibo N° : 79080
 Fecha de emisión : 08/11/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 02 muestras de madera Capirona.
 Muestra-1: La madera lleva en su centro una varilla roscada de 3/8" con adherencia de un epóxico y a ambos lados con dos tuercas exagonales.
 Muestra-2: La madera lleva en su centro una varilla roscada de 3/8" con adherencia de un epóxico y a ambos lados con tuercas exagonales de acople con sus respectivos pernos de 3/8".

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de calibración: CMC-054-2022

3.0. RESULTADOS : Fecha del Ensayo : 07/11/2022

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	ESPESOR (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	UBICACIÓN DE PERNO DE ACOPLA (cm)		CARGA MÁXIMA (kg)	OBSERVACIÓN
				a	b		
MUESTRA-1	7,5	20,2	26,1	10,98	3,85	3090	La madera no presenta fisuras. Doblez de la varilla roscada en los apoyos por flexión.
MUESTRA-2	7,5	20,1	26,0	10,69	3,71	3750	La madera no presenta fisuras. Doblez del perno y fuerza de acople en los apoyos por flexión.

4.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Lic. J. Basurto P. Sr. A.S.V. J.B.P.

NOTAS : 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25 apartado 1301 - Perú
 (511) 381 - 3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

Varilla roscada, Muestra-1

Longitud de anclaje de perno de 3/4", Muestras-2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
 LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por
ABET Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : JOEL CABRERA LUZARDO
 Obra : EVALUACIÓN DE TUERCA DE ACOPLAMIENTO EN UNIONES DE ESTRUCTURAS DE MADERA
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Corte en Pernos de Acople sobre Maderas
 Expediente N° : 22-2637-3
 Recibo N° : 79149
 Fecha de emisión : 15/11/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 02 muestras de madera Capirona.
 Muestra-1: La madera lleva en su centro una varilla roscada de 3/8" con adherencia de un epóxico y a ambos lados con dos tuercas exagonales.
 Muestra-2: La madera lleva en su centro una varilla roscada de 3/8" con adherencia de un epóxico y a ambos lados con tuercas exagonales de acople con sus respectivos pernos de 3/8".

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de calibración: CMC-054-2022

3.0. RESULTADOS : Fecha del Ensayo : 14/11/2022

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	ESPESOR (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	UBICACIÓN DE PERNO DE ACOPLA (cm)		CARGA MÁXIMA (kg)	OBSERVACIÓN
				a	b		
MUESTRA-1	7,4	19,5	27,6	9,5	3,8	3050	La madera presenta fisura en toda la longitud de la varilla roscada. Rotura de la varilla roscada.
MUESTRA-2	7,4	19,6	28,4	9,8	3,49	4520	La madera presenta fisura en toda la longitud de la varilla roscada. Rotura de la varilla roscada.

4.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Lic. J. Basurto P. Sr. A.S.V. J.B.P.

NOTAS : 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25 apartado 1301 - Perú
 (511) 381 - 3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

Longitud de anclaje de perno de 1", Muestras-1

Longitud de anclaje de perno de 1 1/4", Muestras-2

Anexo 7 - Ficha de Resultados de Laboratorio- Resistencia al cizallamiento por compresión de cada muestra.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : JOEL CABRERA LUZARDO
Obra : EVALUACION DE TUERCA DE ACOPLAMIENTO EN UNIONES DE ESTRUCTURAS DE MADERA

Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Perno de Anclaje Sobre Madera
Expediente N° : 22-2569-2
Recibo N° : 79080
Fecha de emisión : 08/11/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 02 muestras de madera Capiróna.
Muestra-1: La madera lleva en su centro una varilla roscada de 3/8" con adherencia de un epóxico y con una tuerca exagonal.
Muestra-2: La madera lleva en su centro una varilla roscada de 3/8" con adherencia de un epóxico y una tuerca exagonal de acople con su respectivo perno de 3/8".

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TOKYOKOKI SEIZOSHO
Certificado de calibración: CMC -054-2022

3.0. RESULTADOS : Fecha de Ensayo : 07/11/2022

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	ESPESOR (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	UBICACIÓN DE PERNO DE ACOPLAMIENTO (cm)		CARGA MÁXIMA (kg)	OBSERVACIÓN
				a	b		
MUESTRA-1	7,5	20,1	26,3	10,4	3,4	5500	La madera no presenta fisuras. Dobleces de la varilla roscada.
MUESTRA-2	7,4	20,1	26,7	10,6	4,0	6700	La madera presenta fisuras. La varilla roscada con epoxico se incrusta en la madera.




4.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Lic. J. Basurto P. S.R. A.S.V.

Óscar Miranda Hospital
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Varilla roscada, Muestra-1

Longitud de anclaje de perno de 3/4", Muestras-2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : JOEL CABRERA LUZARDO
Obra : EVALUACION DE TUERCA DE ACOPLAMIENTO EN UNIONES DE ESTRUCTURAS DE MADERA

Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Perno de Anclaje Sobre Madera
Expediente N° : 22-2637-2
Recibo N° : 79149
Fecha de emisión : 18/11/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 02 muestras de madera Capiróna.
Muestra-1: La madera lleva en su centro una varilla roscada de 3/8" con adherencia de un epóxico y con una tuerca exagonal.
Muestra-2: La madera lleva en su centro una varilla roscada de 3/8" con adherencia de un epóxico y una tuerca exagonal de acople con su respectivo perno de 3/8".

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TOKYOKOKI SEIZOSHO
Certificado de calibración: CMC -054-2022

3.0. RESULTADOS : Fecha de Ensayo : 14/11/2022

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	ESPESOR (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	UBICACIÓN DE PERNO DE ACOPLAMIENTO (cm)		CARGA MÁXIMA (kg)	OBSERVACIÓN
				a	b		
MUESTRA-1	7,4	19,6	26,6	9,6	3,7	5840	La madera no presenta fisuras. Dobleces de la varilla roscada.
MUESTRA-2	7,4	19,5	27,5	9,3	3,9	4180	La madera presenta fisuras. La varilla roscada con epoxico se incrusta en la madera y presenta treflado del perno.




4.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Lic. J. Basurto P. S.R. A.S.V.

Óscar Miranda Hospital
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

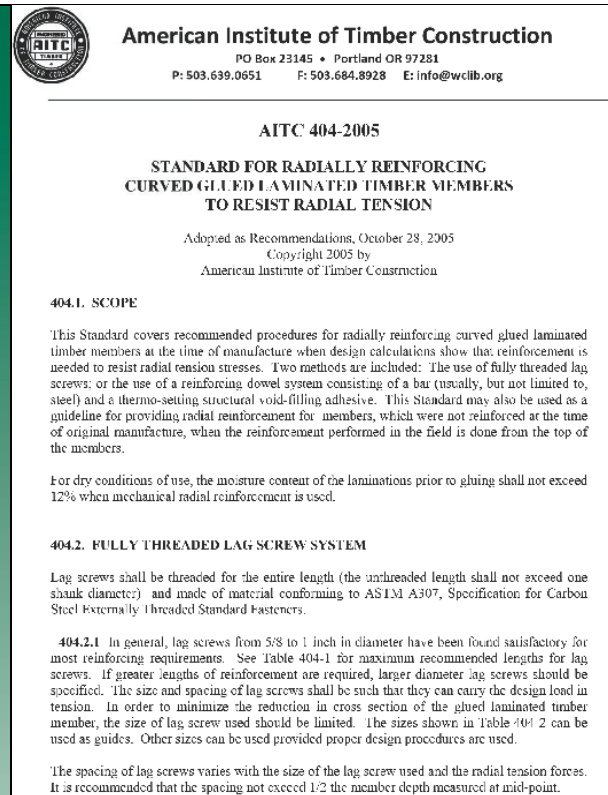
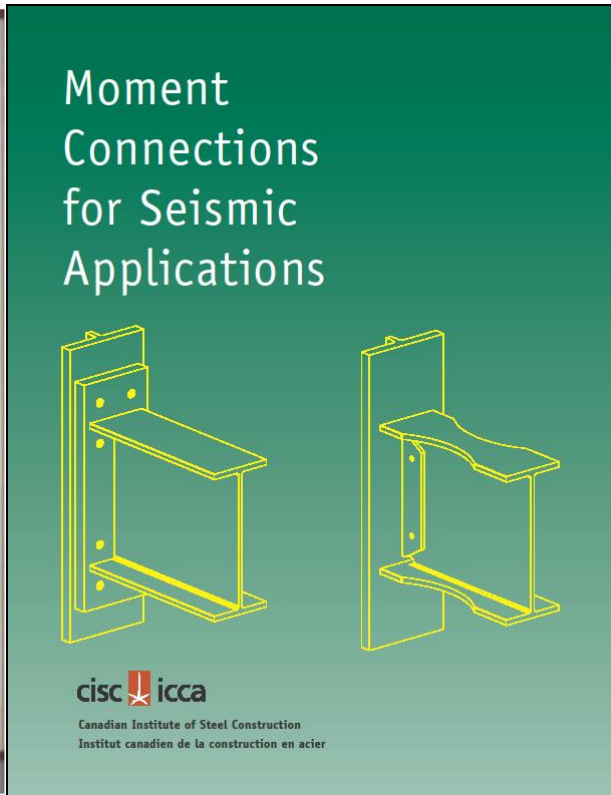
www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Longitud de anclaje de perno de 1", Muestras-1

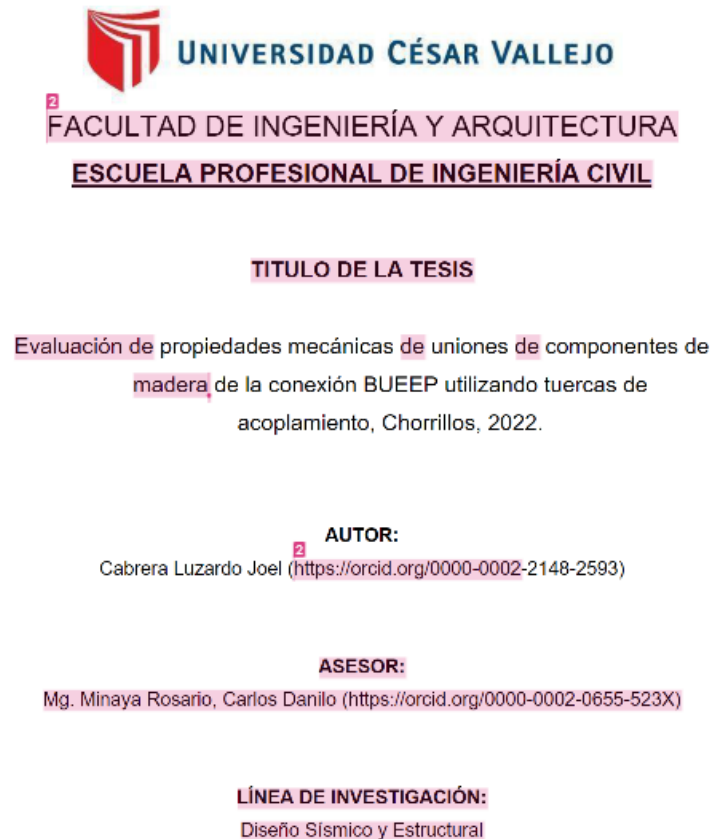
Longitud de anclaje de perno de 1 1/4", Muestras-2


Anexo 8 - Normativa



<p>Manual de diseño para maderas del grupo andino. Descripción: Contiene procedimientos de diseño para Vigas de madera (Cap. 4) y Columnas de madera (Cap. 5)</p>	<p>Conexiones de momento para aplicaciones sísmicas- AISC. Descripción: Contiene procedimientos de diseño para Conexión de sección de viga reducida (Cap. 6)</p>	<p>Norma para refuerzo radial de miembros de madera laminada curvada encolada para resistir tracción radial- AITC. Descripción: Contiene procedimientos de Fijación con epóxido</p>
--	---	--

Anexo 9 – Pantallazo del turnitin



 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TITULO DE LA TESIS

Evaluación de propiedades mecánicas de uniones de componentes de madera de la conexión BUEEP utilizando tuercas de acoplamiento, Chorrillos, 2022.

AUTOR:
Cabrera Luzardo Joel (<https://orcid.org/0000-0002-2148-2593>)

ASESOR:
Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (<https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño Sísmico y Estructural



Resumen de coincidencias ✕

20 %

Se están viendo fuentes estándar

EN Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %	>
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %	>
4	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
5	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	1 %	>
6	repositorio.lasalle.edu.co	1 %	>

Anexo 10 – Relación Resistencia – Precio de madera comercial

Se presentan los siguientes cuadros comparativos que relacionan las resistencias y precios de las opciones comerciales de madera, optando por la madera Capirona para el desarrollo de la presente investigación por tener los mayores resultados.

Tabla. Relación Flexión - Precio según tipo de madera

Maderas		Ensayo de Flexión Estática			
Tipo	Precio	Sección Rectangular		Sección Cuadrada	
		Resistencia	Efectividad	Resistencia	Efectividad
Descripción	Soles	Kg/cm2	Kg/cm2/Soles	Kg/cm2	Kg/cm2/Soles
Catahua	2.7	1275	472	925	343
Capirona	4	1175	294	888	222
Huayruro	4.8	1099	229	900	188
Cachimbo	4	842	211	806	202
Pumaquiro	6.8	1180	174	1154	170
Copaiba	4	574	144	529	132
Mohena	5.2	761	146	616	118
Pino	3	327	109	403	134
Tornillo	5.8	688	119	680	117
Utucuro	3.8	432	114	427	112
Ishpingo	5.5	542	99	416	76
Cedro	12	873	73	601	50

Fuente: Paredes y Bocanegra (2018)

Tabla. Relación Compresión paralela a la fibra - Precio según tipo de madera

Maderas		Ensayo de Compresión paralela a la Fibra			
Tipo	Precio	Sección Rectangular		Sección Cuadrada	
		Resistencia	Efectividad	Resistencia	Efectividad
Descripción	Soles	Kg/cm2	Kg/cm2/Soles	Kg/cm2	Kg/cm2/Soles
Capirona	4	447	112	579	145
Huayruro	4.8	498	104	574	120
Pino	3	372	124	248	83
Utucuro	3.8	372	98	366	96
Cachimbo	4	460	115	286	72
Pumaquiro	6.8	599	88	641	94
Copaiba	4	370	93	328	82
Catahua	2.7	204	76	216	80
Mohena	5.2	420	81	308	59
Ishpingo	5.5	429	78	298	54
Tornillo	5.8	377	65	300	52
Cedro	12	290	24	310	26

Fuente: Paredes y Bocanegra (2018)

Anexo 11 – Consideraciones de Diseño

La durabilidad y la poca capacidad de resistencia al fuego son las principales características con las cuales se asocia a la madera. Sin embargo, existen en la actualidad tratamientos que pueden ayudar a una estructura de madera a tener excelente estado de conservación y extender su tiempo de vida mucho más. Por otro lado, una estructura de madera, por la naturaleza de la misma, es más flexible que una de concreto armado debiendo de ser diseñada bajo los parámetros de las normas vigentes de la Norma E.030 y considerando los embates de un sismo de baja o alta intensidad. Para las consideraciones de diseño se establecieron las cargas de los distintos ambientes de la edificación conforme lo estipula en Reglamento Nacional de edificaciones (RNE), en su sección normativa E.020 que lleva por título Cargas, el Manual de diseño para maderas del Grupo Andino (MDM) y las fichas técnicas de los materiales prefabricados como las viguetas de Louisiana Pacific Corporation (LP), entre otros. Las cargas consideradas en el primer piso son cargas que se distribuyen en su totalidad a la superficie del terreno, por lo cual sus cargas no afectan estructuralmente a la edificación.

La Norma E.010, en el artículo 5, inciso 5.3 indica lo siguiente: “Los entablados de entrepiso deberán tener un espesor mínimo de 18 mm (3/4 pulgada), en caso de utilizarse tableros a base de madera el espesor mínimo será de 12 mm (1/2 pulgada)”. El primer techo se proyecta como un machihembrado de 3/4”. Se utilizará madera del grupo B. Se considera además el espaciamiento aproximado de 61 cm. Las viguetas del techo del primer nivel empleadas para el presente diseño son las viguetas prefabricas I-joist de la empresa Louisiana Pacific Corporation, cuyo formato tiene el peralte de 241 mm, longitudes de comerciales de 6.00 m y 8.00 m.

Anexo 12 – Descripción arquitectónica

Para el desarrollo del proyecto de investigación se planteó una vivienda unifamiliar de dos niveles sobre un terreno cuadrado de 6.45 m x 6.45 m (ver Figura X), área techada es 41.6 m² y una altura hasta la teatina de 7.24 metros. El frontis de la vivienda colinda con la vía pública, las demás zonas laterales con otras propiedades. El primer nivel de la vivienda contiene sala, cocina, comedor y baño de visita; y, en el segundo nivel: 03 habitaciones y 01 baño completo.

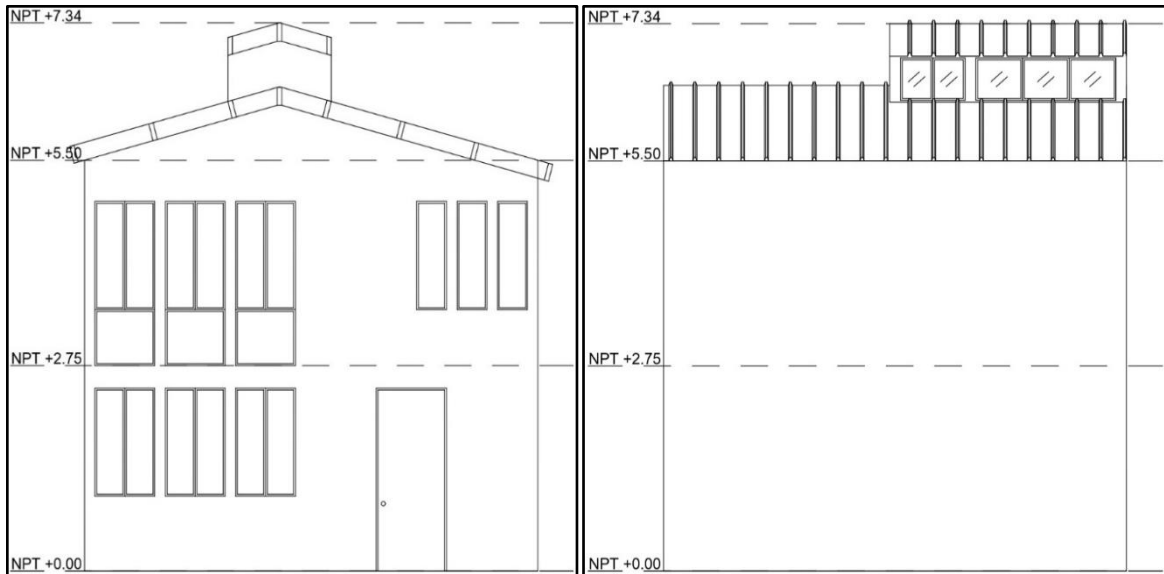


Figura. Vista de perfil frontal y derecho de edificación modelo, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

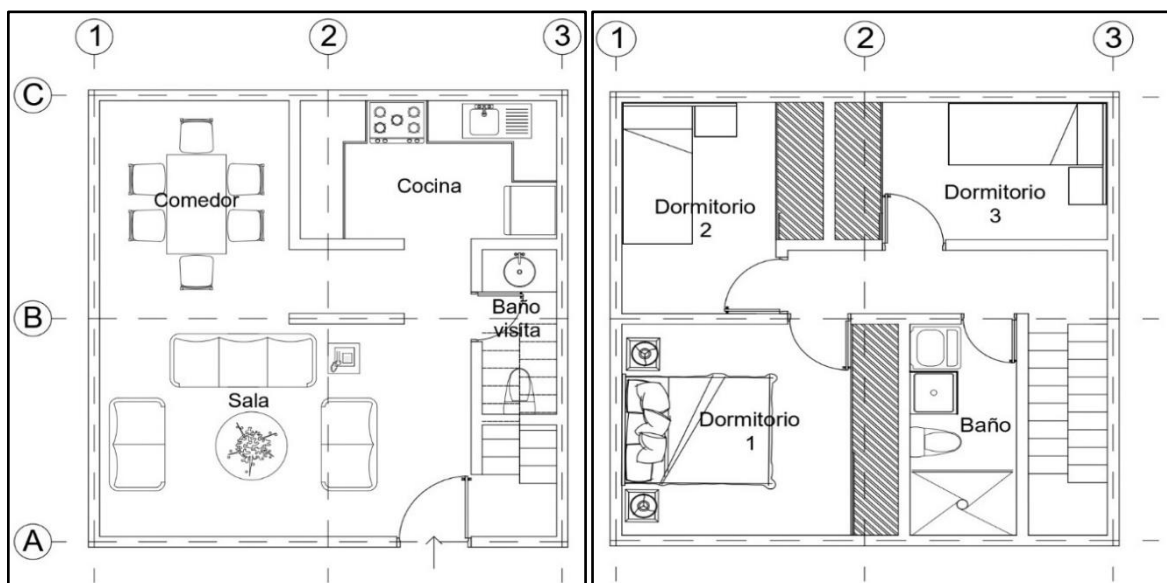


Figura. Vista de 1era y 2da planta de edificación modelo, respectivamente.

Anexo 13 – Diseño de la viga V-01 (Eje B entre los ejes 1 y 2)

A continuación, se muestra el proceso de diseño para una de las vigas más cargadas del primer piso.

Cargas vivas:

Peso tabiquería móvil	=	100.0 Kg/m ²	(RNE E0.20 Art.6.3)
Uso vivienda	=	200.0 Kg/m ²	(RNE E0.20 Art.6.1)

Cargas muertas:

Peso propio 9cmx24cm	=	21.6 Kg/m	(MDM Tab.13.1)
Peso vigueta 241mm	=	3.8 Kg/m	(LP I-joist)
Peso entablado B-1"	=	20.0 Kg/m ²	(MDM Tab.8.10)
Peso cielo raso	=	30.0 Kg/m ²	(RNE E0.20 Art.7.1)

Dimensiones preliminares:

Base	b=	9 cm	4 pulg
Altura	h=	24 cm	10 pulg
Longitud	L=	2.9 m	
Ancho tributario	=	3.15 m	

Metrado de cargas de viga principal

Cargas muertas "Wm"

Peso propio 9cmx24cm	=	21.6 Kg/m
Peso vigueta 241mm ((1/0.61)*3.8*3.1m)	=	19.3 Kg/m
Peso entablado B-1" (20*3.1m)	=	62.0 Kg/m
Peso cielo raso (30*3.1)	=	<u>93.0 Kg/m</u>
Wm	=	195.9 Kg/m

Carga viva "Wv"

Peso tabiquería móvil (100*3.1m)	=	310.0 Kg/m
Uso vivienda (200*3.1)	=	<u>620.0 Kg/m</u>
Wv	=	930.0 Kg/m

EFFECTOS MAXIMOS (VIGA DOBLEMENTE EMPOTRADA – CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA)

$$M_{max} = \frac{W_t L^2}{12} = \frac{1125.9 \times 2.9^2}{12} = 789.07 \text{ Kg} - m$$

$$V_{max} = \frac{W_t L}{2} = \frac{1125.9 \times 2.9}{2} = 1632.56 \text{ Kg}$$

CONTROL DE DEFLEXIONES

$E_{min} = 75000 \text{ Kg/cm}^2$ (Tabla 8.2 MDM)

$f_m = 150 \text{ Kg/cm}^2$ (Tabla 8.3 MDM)

$f_v = 12 \text{ Kg/cm}^2$ (Tabla 8.4 MDM)

$f_c = 28 \text{ Kg/cm}^2$ (Tabla 8.5 MDM)

Se verifica que:

$$\Delta = \frac{5WL^4}{384IE} < \frac{L}{k}$$

Donde k, para cielo raso con yeso de la tabla 8.1 Deflexiones máximas admisibles (Manual del grupo Andino), tenemos:

Deflexiones totales

Cargas permanentes + sobrecargas;

Para cargas totales: $W_{eq} = 1.8xW_m + W_v$

$$W_{eq} = 1.8x195.9 + 930$$

$$W_{eq} = 1282.60 \text{ Kg} - m$$

$K = L/300$

$$\Delta = \frac{5W_{eq}L^4}{384I_1E} < \frac{L}{k}$$

$$I_1 > \frac{5W_{eq}L^3K}{384E}$$

$$I_1 > \frac{5x1282.6x290^3x300}{384x100x75000}$$

$$I_1 > 16292.36 \text{ cm}^4$$

$K = L/350$

$$\Delta = \frac{5W_vL^4}{384I_2E} < \frac{L}{k}$$

$$I_2 > \frac{5W_vL^3K}{384E}$$

$$I_2 > \frac{5x930x290^3x350}{384x100x75000}$$

$$I_2 > 13782.33 \text{ cm}^4$$

Consideramos el mayor de los dos:

$$I_{req} = 16292.36 \text{ cm}^4$$

MODULO DE SECCION NECESARIO – PARAMETRO Z

Se verifica que:

$$Z > \frac{M}{f_m}$$

$$Z > \frac{78907 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{150 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$Z_{req} = 526.05 \text{ cm}^3$$

Características de la sección:

$$I_{(9 \times 24)} = 10368 \text{ cm}^4 \text{ (Incumple)}$$

$$Z_{(9 \times 24)} = 864 \text{ cm} \text{ (cumple)}$$

Por lo cual, se opta por elegir la sección de viga de 9 cm x 24 cm (4"x12"):

$$I_{req} = 16292.36 \text{ cm}^4 < I_{(9 \times 29)} = 18291.8 \text{ cm}^4 \text{ (Cumple)}$$

$$Z_{req} = 526.05 \text{ cm}^3 < Z_{(9 \times 29)} = 1261 \text{ cm} \text{ (Cumple)}$$

VERIFICACION POR CORTANTE "h" EN EL APOYO

$$V_h = V_{max} - W_t h$$

$$V_h = V_{max} - (W_m + W_v) x h$$

$$V_h = 1632.56 \text{ Kg} - \left(195.9 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} + 930.0 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right) x 0.29 \text{ m}$$

$$V_h = 1306.05 \text{ Kg}$$

Esfuerzo cortante

$$\tau_h = \frac{1.5 V_h}{b x h}$$

$$\tau_h = \frac{1.5 x 1306.05 \text{ Kg}}{9 x 29}$$

$$\tau_h = 7.51 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} < f_v = 12 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \text{ (Cumple)}$$

Verificación de estabilidad lateral

$$\frac{h}{b} = \frac{12''}{4''} = 3$$

Longitud de apoyo a: La reacción máxima en el apoyo será igual al corte máximo = Vmax

$$a = \frac{R}{b f_c} = \frac{1632.56 \text{ Kg}}{9 x 28} = 6.48 \text{ cm}$$

Se dispone de 7.5 cm en los apoyos, o sea la mitad del ancho de las columnas de apoyo.

USE VIGA DE SECCION 4"x12", madera grupo B

Anexo 14 - Diseño de acople anclado de la viga V-01 (Eje B entre los ejes 1 y 2)

Diámetro de perno requerido (d_ϕ)

$$M = h \times (2P_t)$$

$$\frac{M}{h} = 2\phi F_t \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\phi = 0.75$$

$$d_\phi = \sqrt{\frac{2xM_{uc}}{\pi x \phi x F_t x h}} = \sqrt{\frac{2x68.49 \text{ Kip} x \text{ in}}{3.1416x0.75x60\text{Ksi}x8\text{in}}} = 0.348 \text{ in}$$

Usar $d_\phi = 0.375 \text{ in} = 3/8''$

Verificación de diámetro de perno de prueba

$$A_b = \frac{\pi d_\phi^2}{4} = \frac{\pi x 0.375^2}{4} = 0.111 \text{ in}^2$$

$$P_t = F_t x A_b = 112.5 \text{ Ksi} x 0.111 \text{ in}^2 = 12.43 \text{ Kip}$$

$$\text{Momento nominal del perno} = M_{np} = 2 x P_t x h$$

$$M_{np} = 2 x 12.43 \text{ Kip} x 7.3\text{in} = 181.41 \text{ Kip} x \text{ in}$$

En el manual de glulam de Suecia, para que la plastificación de la barra ocurra antes de que se extraiga la barra, la longitud adecuada de anclaje de la barra, no debe ser mayor a 350 mm.

Tabla. Diámetro de perforación de acople anclado con varilla roscada y tuerca

Diámetro nominal de perno	Diámetro externo de tuerca	Diámetro mínimo perforación
Pulg	Pulg	Pulg
3/8	5/8	6/8
4/8	6/8	7/8
5/8	8/8	9/8
6/8	9/8	10/8
7/8	10/8	11/8
8/8	12/8	13/8

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, el diámetro mínimo de perforación para tuerca de acople que corresponde a pernos de 3/8" es de 6/8" y la longitud de anclaje de la barra será 350 mm.

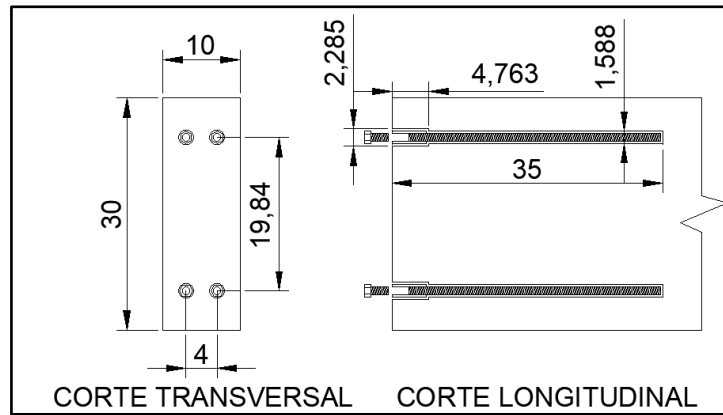


Figura. Vista de corte transversal y longitudinal de acople anclado con varilla roscada y tuerca de acople, en centímetros.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla. *Diámetro de perforación de acople anclado con varilla roscada*

Diámetro nominal de perno	Diámetro mínimo perforación
pulg	pulg
3/8	5/8
4/8	6/8
5/8	7/8
6/8	8/8
7/8	9/8
8/8	10/8

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, el diámetro mínimo de perforación varillas roscada de 3/8" es de 5/8" y la longitud de anclase de la barra será 350 mm.

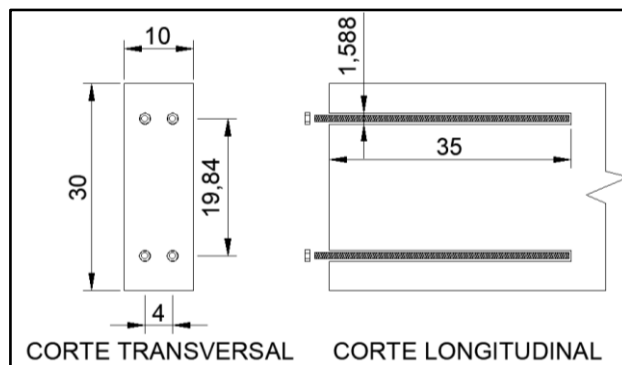


Figura. Vista de corte transversal y longitudinal de acople anclado con varilla roscada, en centímetros.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 15 - Diseño de muestra según Norma para refuerzo radial miembros de madera laminada curvada encolada para resistir a tracciones radial.

Conforme a la norma para refuerzo radial miembros de madera laminada curvada encolada para resistir a tracción radial, se diseñaron las muestras a evaluarse en laboratorio, se prepararán los especímenes de prueba conforme se indica en la sección 404.4.1.

El ancho de la madera laminada debe ser al menos 3 veces el diámetro del orificio pretaladrado (D). La longitud (L) debe ser tal que los 10 orificios para espigas se puedan perforar con al menos 8 diámetros de distancia medidos de centro a centro y la distancia final debe ser de al menos 4 diámetros medidos desde la línea central del orificio. La profundidad del agujero pre-perforado debe ser 8 veces el diámetro del agujero.

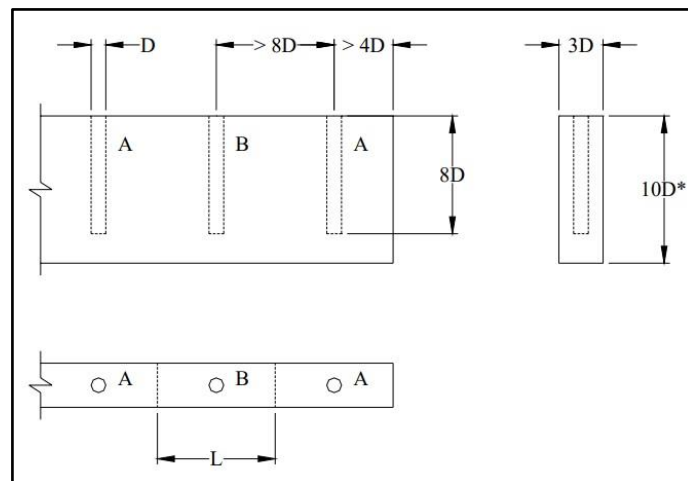


Figura. Bloque de prueba

Fuente: Norma para refuerzo radial miembros de madera laminada curvada encolada para resistir a tracciones radial.

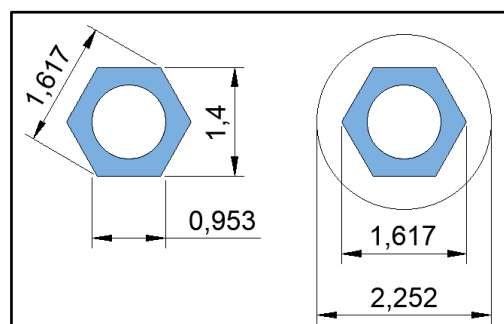


Figura. Sección transversal de la tuerca de acople en cm

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 404-4 de la norma previamente mencionada en el presente anexo encontramos, que el incremento en el contorno como espesor para la resina epoxica de es de 1/8", De manera que el diámetro de perforación es el redondeo a mayor en octavos de pulgada de 2.252 cm, por lo que, de ser 7.093 octavos, se empleara una broca para madera de 1" a lo largo de la tuerca de acople. Y conforme a la tabla 404-4, a lo largo de varilla roscada de diámetro 3/8" se empleará una broca de madera de 5/8". Debido a que el acople anclado se encuentra en el mismo eje que la viga, la dirección del acople anclado será paralelo a la fibra de la madera, por lo cual la altura mayor a 10 diámetros de perforación de la muestra debe ser considerada a lo largo de la viga, y así, el ancho de la muestra de 8" diámetro de perforación corresponde al peralte de la viga, y finalmente, la profundidad de la muestra es el ancho de la viga. Siendo las medidas de las muestras 10" de alto, 8" de ancho y 3" de espesor o profundidad, Las mismas que al momento de adquirir la viga de madera, se traduce en 8" de peralte y 3" de ancho y una longitud de cantidad de muestras por altura de la misma. La variabilidad dentro de cada muestra radica en la longitud de anclaje de perno en la tuerca de acople, a partir de ella, cambia la longitud de empalme interno entre la varilla roscada del interior y la tuerca de acople

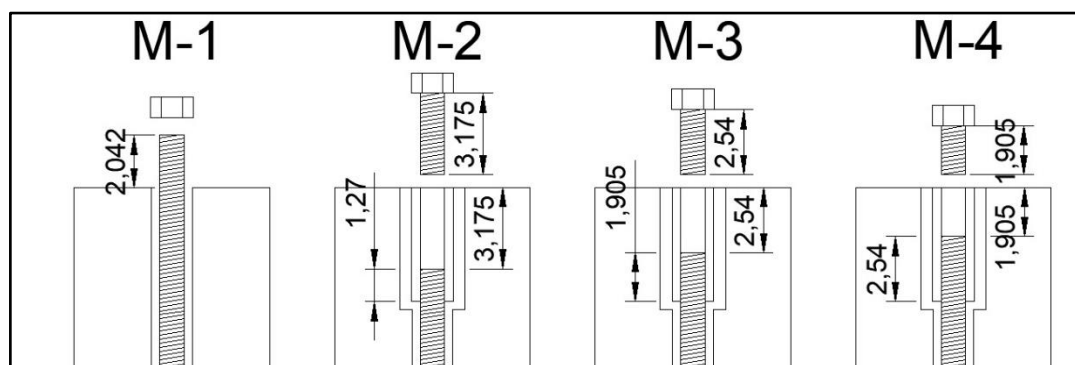


Figura. Tipos de muestras según la longitud de anclaje de perno en la tuerca de acople y empalme de varilla roscada interna.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16 – Procedimiento de diseño de Conexión precalificada a momento tipo BUEEP (Bolted Unstiffened and stiffened Extended End Plate Moment Connections) 4E

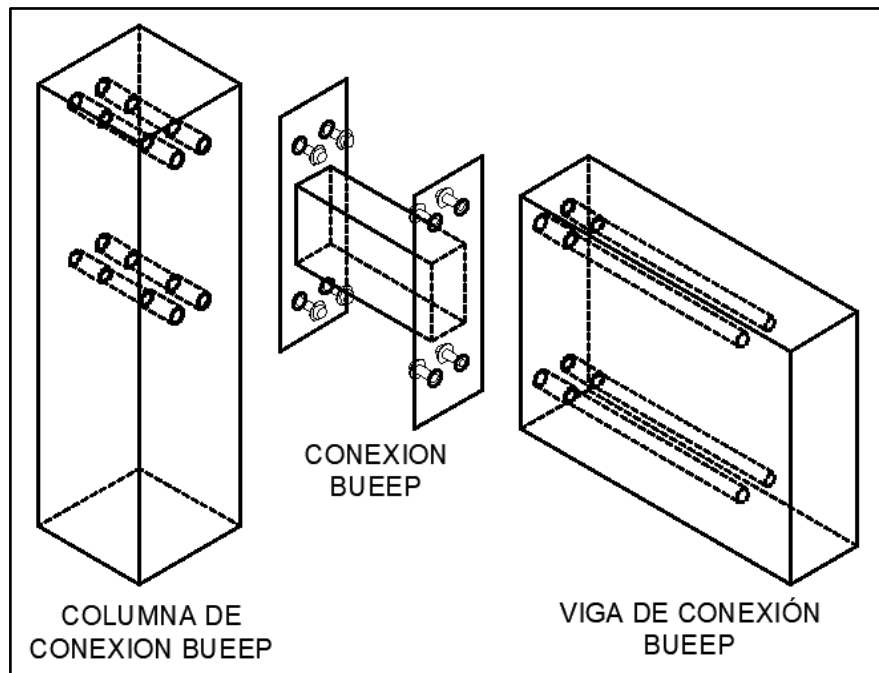


Figura. Isométrico de conexión BUEEP – 4E y componentes

Fuente: Elaboración propia

Datos:

Viga de acero = W2x4 A992 Gr 50

$$\text{Ancho del ala viga} = b_{fb} = 1.97 \text{ in}$$

$$\text{Profundidad o peralte de la viga} = d_b = 3.937 \text{ in}$$

$$\text{Espesor} = t_b = t_{wb} = 0.0985 \text{ in}$$

$$k_b = 1.02 \text{ in}$$

$$\text{Distancia de horizontal entre eje de pernos} = g_b = 1.575 \text{ in}$$

$$\text{Factor de Rigidez} = Z_b = 1.43 \text{ in}^3$$

$$\text{Esfuerzo de fluencia} = F_{yb} = 40 \text{ Ksi}$$

$$\text{Esfuerzo ultimo} = F_{ub} = 52 \text{ Ksi}$$

Varilla roscada unc G-5

$$F_{ub} = 80 \text{ Ksi}$$

$$F_t = 0.75 F_{ub} = 60 \text{ Ksi}$$

$$F_v = 0.4 F_{ub}$$

$$F_v = 0.4 \times 80 \text{ Ksi}$$

$$F_v = 32 \text{ Ksi}$$

Perno hexagonal UNC G-8

$$F_{ub} = 130 \text{ Ksi}$$

$$F_t = 0.75 F_{ub} = 97.5 \text{ Ksi}$$

$$F_v = 0.4 F_{ub}$$

$$F_v = 0.4 \times 130 \text{ Ksi}$$

$$F_v = 52 \text{ Ksi}$$

Cortante del análisis

$$V_u = 3.6 \text{ Kip}$$

- a. La geometría del enlace se determinó utilizando las sugerencias presentadas en la sección 6 del Momento Pautas de Conexiones para aplicaciones sísmicas (CISC, 2008). Esta sección recomienda un rango tanto para la ubicación como para la longitud de la bisagra de plástico, que se muestra en la ecuación (3.5). La longitud del enlace sin detalle dogbone se puede tomar como s (excluyendo la longitud a en cada extremo).

$$0.65d \leq s \leq 0.85d \quad (3.5)$$

$$0.65 \times 0.30 \text{ m} \leq s \leq 0.85 \times 0.30 \text{ m}$$

$$0.195 \text{ m} \leq s \leq 0.255 \text{ m}$$

Se opta como longitud de conexión BUEEP de 0.20 m, por lo que al descontar las conexiones BUEEP de la longitud de la viga, contamos con una longitud de viga de 2.60 m.

- b. El enlace reemplazable no lineal normal esta dimensionado para soportar el momento en su centro. El enlace se dimensionó utilizando la cláusula 13.5 de Estados Limite de Diseño de Estructuras de Acero (CSA S16-09, 2010)

Dado que la aplicación de las conexiones BUEEP plantean que en las deformaciones de concentren en las propias conexiones, El momento máximo de viga de madera se establecerá para el diseño de la conexión BUEEP y la sección de la viga se verificara de manera que en caso de fallar, falle la conexión BUEEP más la viga de madera conserve sus condiciones.

$$M_{max} = \frac{W_t L^2}{12} = \frac{1125.9 \times 2.9^2}{12} = 789.07 \text{ Kg} - m$$

$$M_{max} = 789.07 \text{ Kg} - m = 68.49 \text{ Kip} - in$$

M_{pr} = momento máximo probable en la rótula plástica (Kip-in)

$$M_{pr} = C_{pr} \times R_y \times F_y \times Z_e$$

$$\text{Modulo plastico} = R_y = 1.1$$

$$C_{pr} = 1.1$$

$$M_{pe} = 1.1 \times 1.1 \times 40 \text{ Ksix} 1.43 \text{ in}^3$$

$$M_{pe} = 69.212 \text{ Kip} \times \text{in}$$

- c. Para garantizar que todos los demás componentes permanecieran elásticos, se diseñaron para resistir fuerzas que exceden la capacidad de momento plástico máxima probable en la ubicación de la articulación plástica (centro del enlace). Este valor se estimó usando la ecuación (3.2) Conexiones de momento para aplicaciones sísmicas (CISC, 2008), y explica el endurecimiento por deformación, local sujeción y refuerzos adicionales.

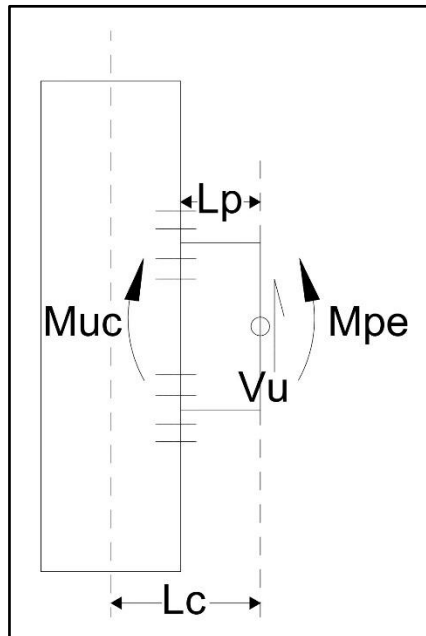


Figura. Comportamiento en cara de columna

Fuente: Elaboración propia.

- Paso 1: Calcule el momento en la cara de la columna, M_f , para determinar los tamaños de los miembros conectados.

$$M_f = M_{pr} + V_u \times S_h$$

Donde:

L_h = distancia entre las ubicaciones de las bisagras de plástico (pulg)

L_{st} = longitud del refuerzo (pulg)

S_h = distancia desde la cara de la columna hasta la rótula plástica (Pulg)

L_p = Es la Posición donde ocurre el momento en la rótula plástica

M_{uc} = momento en la cara de la columna

M_{pe} = máximo momento probable de la viga:

$$L_p = \min \left(\frac{d}{2}, 3 b_{fb} \right)$$

$$L_p = \min \left(\frac{4 \text{ in}}{2}, 3 \times 2 \text{ in} \right)$$

$$L_p = 2 \text{ in}$$

$$M_{uc} = M_{pe} + V_u \times L_p$$

$$M_{uc} = 69.212 \text{ Kip} \times \text{in} + 3.6 \text{ Kip} \times 2 \text{ in}$$

$$M_{uc} = 76.412 \text{ Kip} \times \text{in}$$

Verificación de sección de viga de madera resistiendo un esfuerzo equivalente al de la columna, superior al de la conexión BUEEP

$$\text{Mayoración por conexión BUEEP} = \frac{76.412 \text{ Kip} \times \text{in}}{68.49 \text{ Kip} \times \text{in}}$$

$$\text{Mayoración por conexión BUEEP} = 1.116$$

$$I_1 > \frac{1.116 \times 5 W_{eq} L^3 K}{384 E}$$

$$I_{BUEEP} > \frac{1.116 \times 5 \times 1282.6 \times 290^3 \times 300}{384 \times 100 \times 75000}$$

$$I_{BUEEP} > 18177.173 \text{ cm}^4$$

$$I_{req} = 18177.173 \text{ cm}^4 < I_{(9 \times 29)} = 18291.8 \text{ cm}^4 \text{ (Cumple)}$$

$$Z > \frac{M}{f_m}$$

$$Z > \frac{1.116 \times 78907 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{150 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$Z_{req} = 587.07 \text{ cm}^3$$

$$Z_{req} = 587.07 \text{ cm}^3 < Z_{(9 \times 29)} = 1261 \text{ cm}^3 \text{ (Cumple)}$$

La sección de la viga de madera de 4" x 12" es conforme

d. Diseño de placa final

$$\text{Ancho de la placa final o frontal} = b_p = b_{fp} + 1$$

$$b_p = 2 \text{ in} + 1 \text{ in} = 3 \text{ in}$$

$$b_p = 4 \text{ in}$$

- Se opta por cubrir el ancho de la viga de madera 4”
- e. Distancia para el momento de los pernos a tracción

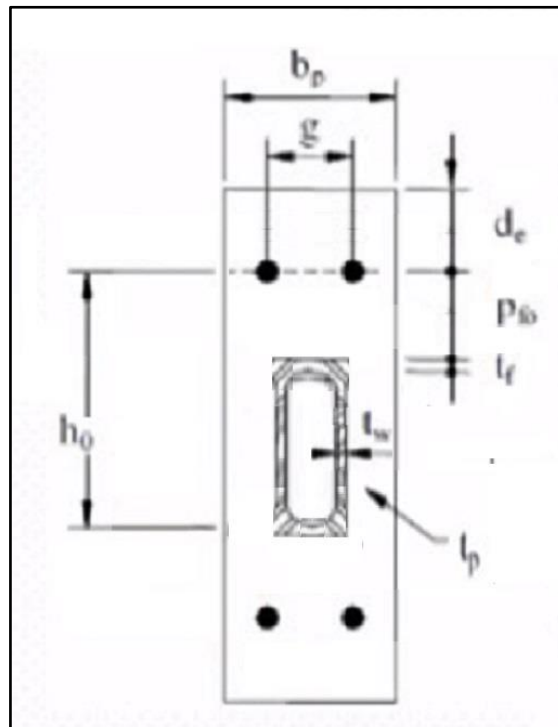


Figura. Sección transversal de conexión BUEEP

Fuente: Elaboración propia

Separacion horizontal de eje de pernos = $g = g_b = 1.575 \text{ in}$

Distancia desde la cara del ala de la viga hasta el eje de la fila de perno inferior
 $= p_{fi} = 2 \text{ in}$

Distancia desde la cara del ala de la viga hasta el eje de la fila de perno superior
 $= p_{fo} = 2 \text{ in}$

Distancia desde el eje de perno hasta el borde superior de la placa de los
 extremos de la conexión

$$d_e = 2 \text{ in}$$

Distancia para el momento del perno superior de los pernos superiores (h_0)

$$h_0 = d_b + p_{f0} - \frac{t_{fb}}{2}$$

$$h_0 = 4 \text{ in} + 2 \text{ in} - \frac{0.0985 \text{ in}}{2}$$

$$h_0 = 5.95 \text{ in}$$

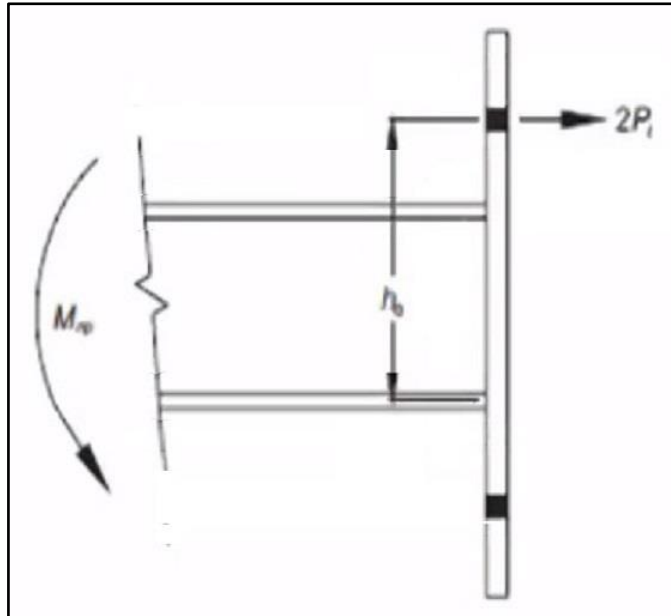


Figura. Modelo de fuerza del perno

Fuente: Elaboración propia

f. Diámetro de perno requerido (d_ϕ)

$$M = 2P_t x h_0$$

$$\frac{M}{h_0} = 2\phi F_t \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d_\phi = \sqrt{\frac{2xM_{uc}}{\pi x\phi x F_t x h_0}}$$

$$\phi = 0.75$$

$$d_\phi = \sqrt{\frac{2x76.412 \text{ Kipxin}}{3.1416x0.75x60 \text{ Ksix}5.95in}}$$

$$d_\phi = 0.43 \text{ in}$$

Usar $d_\phi = 0.5 \text{ in}$

g. Verificación de diámetro de perno de prueba

$$A_b = \frac{\pi d_\phi^2}{4}$$

$$A_b = \frac{\pi x 0.5^2}{4}$$

Área de cada perno = $A_b = 0.19635 \text{ in}^2$

Resistencia a tracción de perno = $P_t = F_t x A_b$

$$P_t = 60 \text{ Ksi} x 0.19635 \text{ in}^2$$

$$P_t = 11.781 \text{ Kip}$$

$$M_{np} = 2 \times P_t \times h_0$$

$$M_{np} = 2 \times 11.781 \text{ Kip} \times 5.95 \text{ in}$$

Momento nominal del perno = $M_{np} = 140.194 \text{ Kip} \times \text{in}$

h. Espesor de placas de los extremos de la conexión BUEEP

$$s = \frac{1}{2} \times \sqrt{b_p \times g}$$

$$s = \frac{1}{2} \times \sqrt{4 \text{ in} \times 1.575 \text{ in}}$$

$$s = 1.255 \text{ in}$$

Si P_{fi} es mayor a s entonces tomara el valor de s , mas si P_{fi} es menor que s entonces P_{fi} permanecerá con su mismo valor.

$$P_{fi} > s$$

$$P_{fi} = 1.255 \text{ in}$$

$$Y_p = \frac{b_p}{2} \times \left(h_0 \times \left(\frac{1}{P_{f0}} \right) - \frac{1}{2} \right)$$

$$Y_p = \frac{4 \text{ in}}{2} \times \left(5.95 \text{ in} \times \left(\frac{1}{1.255 \text{ in}} \right) - \frac{1}{2} \right)$$

$$Y_p = 8.482 \text{ in}$$

$$\phi_b = 0.9$$

$$t_{p \text{ req}} = \sqrt{\frac{1.1 \times \phi_b \times M_{np}}{\phi_b \times F_{yp} \times Y_p}}$$

$$F_{yp} = 50 \text{ Ksi}$$

$$F_{up} = 65 \text{ Ksi}$$

$$t_{p \text{ req}} = \sqrt{\frac{1.11 \times 0.75 \times 140.194 \text{ Kip} \times \text{in}}{0.9 \times 50 \text{ Ksi} \times 8.482 \text{ in}}}$$

$$t_{p \text{ req}} = 0.553 \text{ in}$$

Usar

$$t_p = 0.625 \text{ in}$$

ASTM A572 Gr.50

i. Fuerza mayorada de placas de los extremos de conexión

$$F_{fu} = \frac{M_{uc}}{(d_b - t_{fb})}$$
$$F_{fu} = \frac{76.412 \text{ Kipxin}}{(4 \text{ in} - 0.0985 \text{ in})}$$
$$F_{fu} = 19.585 \text{ Kip}$$

j. Comprobar la fluencia por cortante de placas de los extremos de conexión

$$\phi R_{n1} = \phi_b x (0.6 F_{yp}) x b_p x t_p$$
$$\phi R_{n1} = 0.9 x (0.6 x 50 \text{ Ksi}) x 4 \text{ in} x 0.625 \text{ in}$$
$$\phi R_{n1} = 67.5 \text{ Kip}$$

Si ϕR_{n1} es mayor que $\frac{F_{fu}}{2}$ entonces "Ok", más si ϕR_{n1} es menor que $\frac{F_{fu}}{2}$ entonces "No".

$$\frac{F_{fu}}{2} = \frac{19.585 \text{ Kip}}{2} = 9.7925 \text{ Kip}$$
$$\phi R_{n1} > \frac{F_{fu}}{2} \therefore \text{"Ok"}$$

k. Comprobar la rotura por cizallamiento de placas de los extremos de conexión

$$A_n = \left(b_p - 2x \left(d_\phi + \frac{1}{8} \text{ in} \right) \right) x t_p$$
$$A_n = \left(4 \text{ in} - 2x \left(0.5 \text{ in} + \frac{1}{8} \text{ in} \right) \right) x 0.625 \text{ in}$$
$$A_n = 1.72 \text{ in}^2$$
$$\phi R_{n2} = \phi x (0.6 x F_{up}) x A_n$$
$$\phi R_{n2} = 0.75 x (0.6 x 65 \text{ Ksi}) x 1.72 \text{ in}^2$$
$$\phi R_{n2} = 50.27 \text{ Kip}$$

Si ϕR_{n2} es mayor que $\frac{F_{fu}}{2}$ entonces "Ok", más si ϕR_{n2} es menor que $\frac{F_{fu}}{2}$ entonces "No".

$$\phi R_{n2} > \frac{F_{fu}}{2} \therefore \text{"Ok"}$$

l. Espesor de refuerzo

Dado ϕR_{n1} y ϕR_{n2} están "Ok", este paso no es requerido.

m. Comprobar la resistencia a la rotura por cizallamiento de los pernos en compresión

$$\text{Numeros de pernos en compresion} = n_b = 2$$

$$\phi R_{n3} = \phi n_b x F_v x A_b$$

$$\phi R_{n3} = 0.75 x 2 x 52 \text{ Ksi} x 0.19635 \text{ in}^2$$

$$\phi R_{n3} = 15.3153 \text{ Kip}$$

Si ϕR_{n3} es mayor que V_u entonces "Ok", más si ϕR_{n3} es menor que V_u entonces "No".

$$\phi R_{n3} > V_u \therefore \text{" Ok"}$$

n. Compruebe el aplastamiento de los pernos de compresión / el desgarró End Plate or flange column

$$t = t_p$$

$$t = 0.5 \text{ in}$$

$$n_i = 2$$

$$n_o = 2$$

$$R_{nb} = 2.4 x d_\phi x t x F_{up}$$

$$R_{nb} = 2.4 x 0.5 \text{ in} x 0.5 \text{ in} x 65 \text{ Ksi}$$

$$R_{nb} = 39 \text{ Kip} - \text{Fuerza de Carga}$$

$$L_{c_in} = p_{fi} + t_{fb} + p_{fo} - (d_\phi + \frac{1}{16} \text{ in})$$

$$L_{c_in} = 2 \text{ in} + 0.0985 \text{ in} - (0.5 \text{ in} + \frac{1}{16} \text{ in})$$

$$L_{c_in} = 1.536 \text{ in}$$

$$L_{c_out} = d_e - (\frac{d_\phi}{2} + \frac{1}{16} \text{ in})$$

$$L_{c_out} = 2 \text{ in} - (\frac{0.5 \text{ in}}{2} + \frac{1}{16} \text{ in})$$

$$L_{c_out} = 1.6875 \text{ in}$$

$$R_{n_in} = \max(L_{c_in}, 2 d_\phi) x 1.2 x t_p x F_{up}$$

$$R_{n_in} = \max(1.536 \text{ in}, 2 x 0.5 \text{ in}) x 1.2 x 0.625 \text{ in} x 65 \text{ Ksi}$$

$$R_{n_in} = \max(1.536 \text{ in}, 1 \text{ in}) x 1.2 x 0.625 \text{ in} x 65 \text{ Ksi}$$

$$R_{n_in} = 1.536 \text{ in} x 1.2 x 0.625 \text{ in} x 65 \text{ Ksi}$$

$$R_{n_in} = 74.88 \text{ Kip}$$

$$R_{n_out} = \max(L_{c_out}, 2 d_{\phi}) \times 1.2 \times t_p \times F_{up}$$

$$R_{n_out} = \max(1.6875 \text{ in}, 2 \times 0.5 \text{ in}) \times 1.2 \times 0.625 \text{ in} \times 65 \text{ Ksi}$$

$$R_{n_out} = \max(1.6875 \text{ in}, 1 \text{ in}) \times 1.2 \times 0.625 \text{ in} \times 65 \text{ Ksi}$$

$$R_{n_out} = 1.6875 \text{ in} \times 1.2 \times 0.625 \text{ in} \times 65 \text{ Ksi}$$

$$R_{n_out} = 82.266 \text{ Kip}$$

Por inspección, controles de cojinetes para los pernos internos

$$\phi R_{n4} = 2 \times \phi \times R_{nb}$$

$$\phi R_{n4} = 2 \times 0.75 \times 39 \text{ Kip}$$

$$\phi R_{n4} = 58.5 \text{ Kip}$$

Si ϕR_{n4} es mayor que V_u entonces "Ok", más si ϕR_{n4} es menor que V_u entonces "No".

$$\phi R_{n4} > V_u \therefore \text{" Ok"}$$

o. Bridas de viga a soldadura de placa frontal

No usar soldadura de filete, sino Usar soldaduras cip (junta de penetración completa) y el procedimiento de los códigos.

p. Diámetro de soldadura que une al alma de la viga con placa frontal

$$D = \frac{0.6 \times F_{yb} \times t_{wb}}{2 \times (1.392 \text{ Ksi})}$$

$$D = \frac{0.6 \times 50 \text{ Ksi} \times 0.375 \text{ in}}{2 \times (1.392 \text{ Ksi})}$$

$$D = \frac{0.6 \times 50 \text{ Ksi} \times 0.0985 \text{ in}}{2 \times (1.392 \text{ Ksi})}$$

$$D = 1.062 \text{ -Redondear a 2}$$

Expresar en dieciseisavos

Usar $\frac{2}{16} \text{ in}$ de Soldadura de filete

Anexo 17 – Determinación de esfuerzos sísmicos

En este anexo se presenta dos métodos del Reglamento Nacional de Edificaciones para determinar los esfuerzos sísmicos:

1. De acuerdo a la norma E.010

En el artículo 8, inciso 8.4 de la Norma Peruana E.010, se propone un método simplificado para hallar la fuerza cortante horizontal debida a sismos, en una vivienda de dos niveles con cobertura de teja. La fuerza es igual al producto del área techada en el nivel de análisis, resultando como el siguiente cuadro indica:

Tabla. Fuerza cortante actuante por sismo según E.010

FUERZA CORTANTE ACTUANTE POR SISMO SEGÚN E.010			
Nivel	Área Techada	Fuerza cortante	Fuerza cortante por nivel
Primer Nivel	41.6 m ²	22.0 Kg/m ²	915.2 Kg
Segundo Nivel	41.6 m ²	29.8 Kg/m ²	1239.7Kg

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la norma E.030

A continuación, se calculará la fuerza de sismo de acuerdo a la Norma E.030, para compararla con la fuerza calculada anteriormente (la que se utilizará en el diseño).

Los parámetros a considerar son los siguientes:

- Zonificación : Zona 4
- Factor de Zona “Z” : 0.10
- Clasificación de los perfiles de suelo: S3
- Factor de Suelo “S” : 1.1
- Categoría de la Edificación : C
- Factor de Edificación “U” : 1.0
- Sistemas Estructurales : Madera
- Coeficiente básico de reducción “R” : 7
- Periodo fundamental de vibración “T”:
 $7.24m/35 = 0.207$
- Periodo “TP” : 1.0
- Periodo “TL” : 1.6
- Factor de amplificación sísmica “C” : $T < TP$, por lo tanto $C = 2.5$

Por otro lado, de acuerdo a la estructuración y considerando el peso propio de cada elemento de la vivienda, calculamos el peso total de la vivienda adicionando, de acuerdo a la Norma E.030, el 25% de carga viva correspondiente a cada entrepiso.

Tabla. Metrado de cargas de la edificación

METRADO DE CARGAS DE LA EDIFICACION		
Elemento	Numero	Peso (Kg)
Vigas	24	2800
Columnas	18	1050
Viguetas	32	360
Entablado	83.2	1665
Cubierta	41.6	2910
Sobrecarga (25%CV)	41.6	3120
Total "P"		15025

Fuente: Elaboración propia

Luego, procedemos a encontrar el cortante basal y las fuerzas horizontales en cada nivel:

$$\frac{ZUCS}{R} = \frac{0.10 \times 1.0 \times 2.5 \times 1.1}{7} = 0.0393$$

$$V_{total} = 15025 \times 0.0393 = 590.48 \text{ Kg}$$

$$V_{1er \text{ Piso}} = \frac{590.48}{2} = 295.24 \text{ Kg}$$

$$V_{2do \text{ Piso}} = \frac{590.48}{2} = 295.24 \text{ Kg}$$

Finalmente, se muestra el comparativo entre las fuerzas encontradas, utilizando la Norma E.030 y el método simplificado mostrado en la Norma E.010

Tabla. Comparativo de fuerzas sísmicas según Norma

COMPARATIVO DE FUERZAS SISMICAS SEGÚN NORMA		
	Norma E.010	Norma E0.30
Primer nivel	915.2 Kg	295.24 Kg
Segundo Nivel	1239.7 Kg	295.24 Kg
Total	2154.9 Kg	590.48 Kg

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla anterior, las fuerzas calculadas de acuerdo a la Norma E.010 son mayores a las calculadas de acuerdo a la Norma E.030, por lo cual las cargas a considerar para el análisis en Sap2000 serán las obtenidas según la Norma E.010.

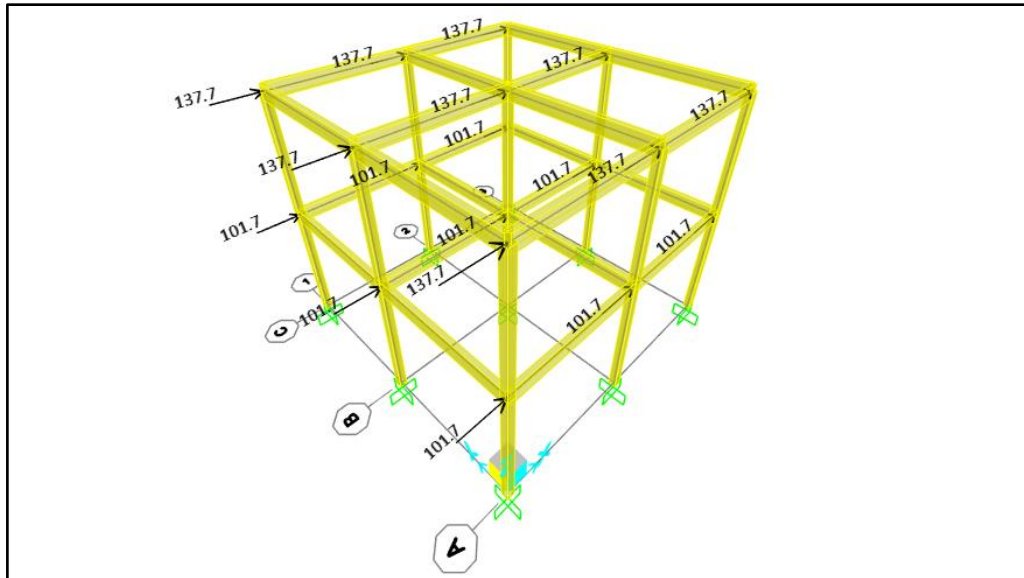


Figura. Fuerzas horizontales de sismo en la dirección X en Sap2000

Fuente: Elaboración propia

El pórtico a analizar será el ubicado en el eje 2. Como se observa, la sección de la columna es de 14 x 14 cm, tal como se muestra en la siguiente figura:

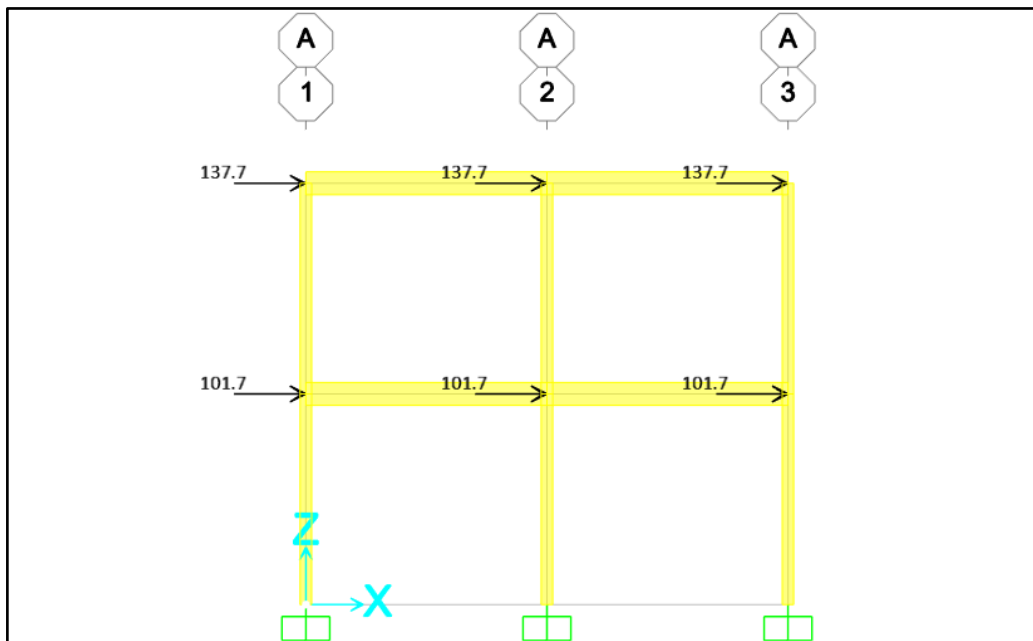


Figura. Pórtico eje 2 – Fuerzas horizontales en X en Sap2000

Fuente: Elaboración propia

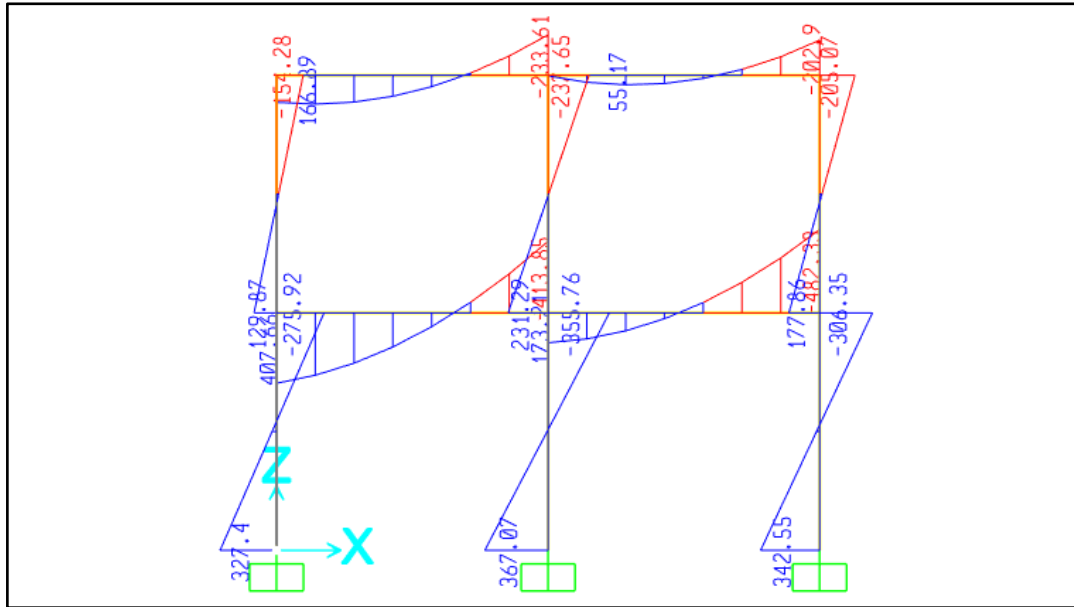


Figura. Pórtico eje 2 – Momento de diseño en columnas en Sap2000

Fuente: Elaboración propia

Debido a que es una edificación simétrica, se asume que las fuerzas sísmicas y de viento son iguales tanto en X-X como en Y-Y. Así, el Sap2000 nos brinda el momento producido en la columna debido a las cargas de sismo conforme a respectivas combinaciones de carga, las mismas que se han de considerar para el diseño de la columna.

Tabla. Combinaciones de carga con sismo – Dirección X

COMBINACIONES DE CARGA	COLUMNA CENTRAL		
	P (Kg)	V (Kg.m)	M (Kg)
D+L	6673.74	0	0
D+E	2324.77	262.85	367.07
0.75*(D+L+0.70*E)	5005.31	138.00	192.71
D+0.70*E	2324.77	183.99	256.95
CARGA DISEÑO	6673.74	262.85	367.07

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18 – Determinación de efectos de viento

La Norma E.010 propone como método simplificado para estimar las fuerzas cortantes producidas por viento en viviendas de dos niveles, el artículo 8 inciso 8.4, la misma que consiste en multiplicar el factor de 21 kg/m² por cada área proyectada (primer y segundo nivel).

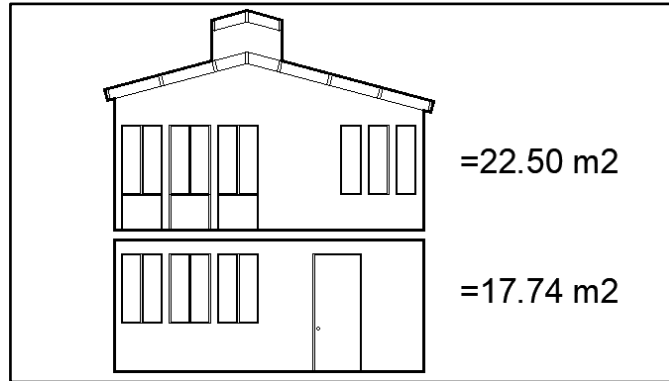


Figura. Área lateral por piso

Fuente: Elaboración propia

Tabla. Fuerzas laterales de viento

FUERZAS LATERALES DE VIENTO			
NIVEL	Dirección X (m ²)	Factor propuesto Norma E.010 (Kg/m ²)	Carga lateral Dirección X (Kg)
SEGUNDO NIVEL	22.50	21	472.50
PRIMER NIVEL	17.74	21	372.54

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se procede a obtener los efectos producidos en la estructura debido a las fuerzas laterales de viento a través del programa Sap2000.

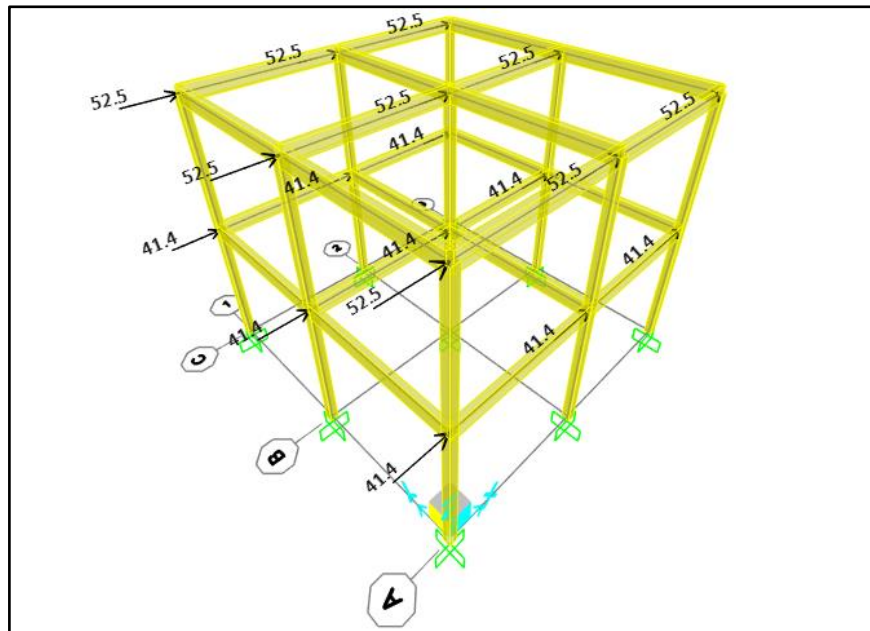


Figura. Fuerzas horizontales de viento en la dirección X en Sap 2000

Fuente: Elaboración propia

El pórtico a analizar será el ubicado en el eje 2. Como se observa, la sección de la columna es de 14 x 14 cm, tal como se muestra en la siguiente figura:

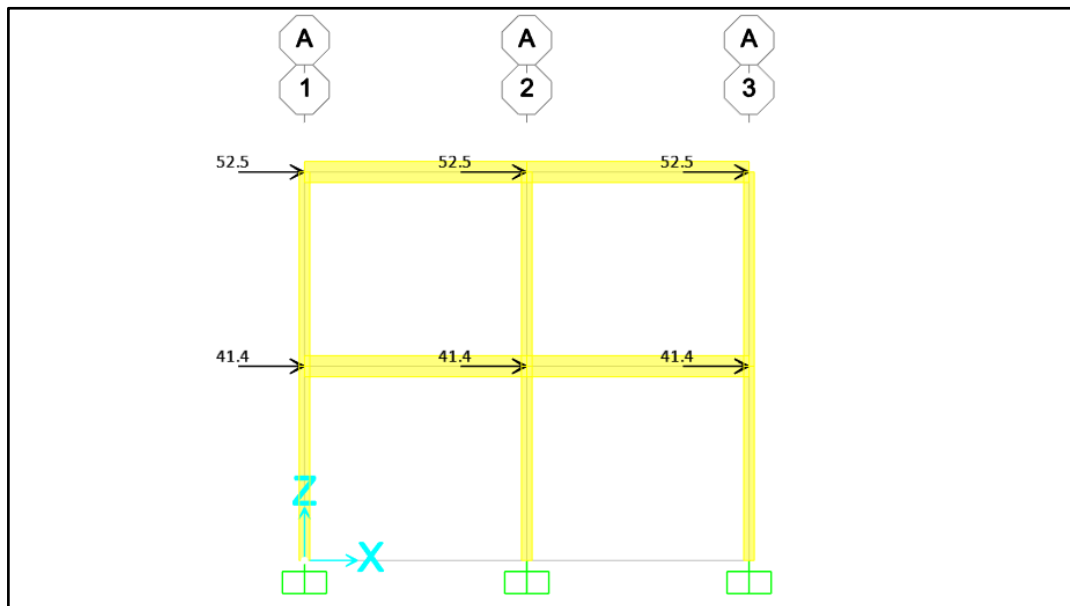


Figura. Pórtico eje 2 – Fuerzas horizontales por viento en X en Sap2000

Fuente: Elaboración propia

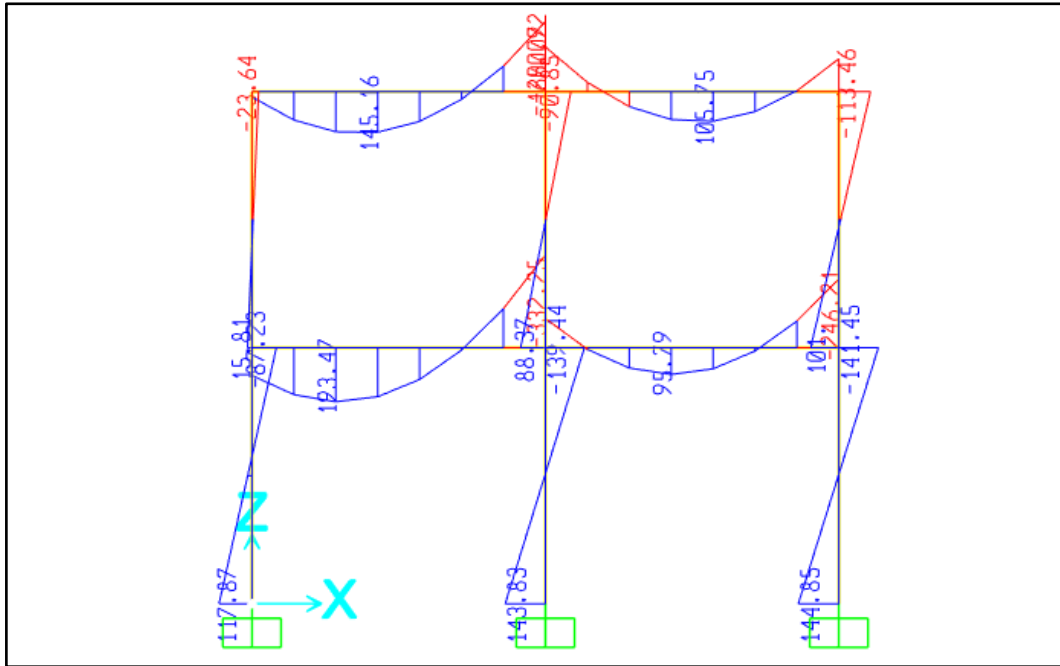


Figura. Pórtico eje 2 – Momento de diseño en columnas en Sap2000

Fuente: Elaboración propia

Debido a que es una edificación simétrica, se asume que las fuerzas sísmicas y de viento son iguales tanto en X-X como en Y-Y. Así, el Sap2000 nos brinda el momento producido en la columna debido a las cargas de sismo conforme a respectivas combinaciones de carga, las mismas que se han de considerar para el diseño de la columna.

Tabla. Combinaciones de carga con viento – Dirección X

COMBINACIONES DE CARGA	COLUMNA CENTRAL		
	P (Kg)	V (Kg.m)	M (Kg)
D+L	6673.74	0	0
0.75*(D+L+W)	5005.31	77.26	107.87
D+W	2324.77	103.01	143.83
CARGA DISEÑO	6673.74	103.01	143.83

Anexo 19 – Diseño de columna central por flexo compresión

se procederá a diseñar la columna más cargada del primer nivel, la misma que será replicada para las demás columnas de la edificación tanto para primer piso como segundo. Las columnas con sección de 14 x 14 cm pueden soportar las solicitaciones verticales, producto de las cargas de gravedad (carga muerta y viva). Sin embargo, las cargas horizontales provenientes de sismo y viento producirán momentos que no podrán ser soportados por éste.

Fuerzas de sismo en X-X (La fuerza total se divide entre el total de columnas).

De igual manera, se realiza el análisis para las cargas laterales de viento en el eje X-X.

Tabla. Resumen de efectos de sismo

Efectos de Sismo	Cortante Kg	Momento Kg.m
Fuerzas en X-X	262.85	367.07
Fuerzas en Y-Y	262.85	367.07
CARGA DE DISEÑO	262.85	367.07

Fuente: Elaboración propia

Tabla. Resumen de efectos de viento

Efectos de Viento	Cortante Kg	Momento Kg.m
Fuerzas en X-X	103.01	143.83
Fuerzas en Y-Y	103.01	143.83
CARGA DE DISEÑO	103.01	143.83

Fuente: Elaboración propia

Dado que los esfuerzos producidos por los efectos de sismo son mayores a los de viento, se opta por emplear la carga de diseño por efectos de sismo para el diseño de la columna central, la misma que se empleara para todas las columnas de la edificación, tanto primer como segundo nivel.

Estos elementos deben diseñarse para cumplir esta expresión:

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{k_m \times M}{Z \times F_m} < 1$$

Sección inicial

b = 14cm

h = 14cm

$$\text{Inercia } I = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{14 \times 14^3}{12} = 3201.333$$

$$\text{Modulo de Seccion } Z = \frac{b \times h^2}{6} = \frac{14 \times 14^2}{6} = 457.333$$

CALCULO DE ESBELTEZ

Longitud no arriostrada = 2.45 m

Factor K (caso 3) = 1.5 (tabla 7.2.3., E.010 del RNE)

Longitud efectiva (Lef) = KxL

$$L_{ef} = 1.5 \times 2.45 \text{ m} = 3.675 \text{ m}$$

De la tabla 7.2.4. de la Norma E.010 del RNE, corresponde a las maderas del grupo B, el factor de Ck para columnas de 18.34.

$$h = \frac{L_{ef}}{d} = \frac{367.5}{14} = 26.25$$

$$Ck < h < 50$$

Por lo cual, conforme lo indica en el Artículo 7.3.4. de la Norma E.010 del RNE, la columna se clasifica como columna larga.

$$N_{adm} = 0.329 \frac{E_{min} \times A}{h^2} = 0.329 * \frac{75000 \times 196}{26.25^2} = 7018.67 \text{ Kg}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_{ef}^2} = \frac{3.1416^2 \times 75000 \times 3201.33}{367.5^2} = 17545.945 \text{ Kg}$$

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5 \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - 1.5 \frac{6673.74}{17545.945 \text{ Kg}}} = 2.33$$

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{K_m \times M}{Z \times f_m} < 1$$

$$\frac{6673.74}{7018.67} + \frac{2.33 \times 367.07}{457.333 \times 100} < 1$$

$$0.97 < 1$$

La sección es apropiada, usar sección de 14cm x 14cm (6pulg x 6pulg)

Anexo 20 - Certificado de Calibración CMC – 054 – 2022



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-054-2022

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera " FIC - UNI. Ubicado en la Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.

Tipo de equipo : Máquina Universal N° 2

Capacidad del equipo : 20,000 kgf ; 50,000 kgf ; 10,000 kgf ; 5,000 kgf ; 100,000 kgf.

División de escala : 20 kgf ; 100 kgf ; 10 kgf ; 10 kgf ; 100 kgf.

Marca : TOKYOKOKI SEIZOSHO

N° de serie del equipo : 177 T 128

Código Interno UNI : MUNV-2

Panel digital : Analógico.

Número serie panel digital : N.I. Procedencia : JAPAN

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19.0°C / 67%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19.4°C / 66%

Patrón de referencia : Patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Metodo B, certificado de calibración reporte N° C-8517L1820 con Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology).

Número de páginas : 4

Fecha de calibración : 2022-06-30

Este certificado de verificación sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-07-08	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84326

Anexo 21 - Panel fotográfico de muestras al fallar

MUESTRA 1- VARILLA ROSCADA



Figura. Rotura en la varilla roscada durante el ensayo de resistencia a la extracción.

MUESTRAS CON TUERCA DE ACOPLER



Figura. Rotura en la varilla roscada antes de la tuerca de acople durante el ensayo de resistencia a la extracción. La tuerca de acople no se adhiere con el epoxico a la madera.



Figura. Durante el ensayo de resistencia a l corte la varilla roscada se deflexa creando un angulo de aproximadamente 30°.



Figura. Durante el ensayo de resistencia al corte, se deflexa frente al esfuerzo, sin embargo el angulo que se forma es de 15°.



Figura. Durante el ensayo de cizallamiento por compresion la verilla roscada se se unde dentro de la muestras, mas no cizalla la muestra sino que comienza a curvarse en el interior.



Figura. Durante el ensayo de cizallamiento por compresion la tuerca de acople se unde dentro de la muestras, produciendo cizalla en su interior.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de propiedades mecánicas de uniones de componentes de madera de la conexión BUEEP utilizando tuercas de acoplamiento, Chorrillos, 2022", cuyo autor es CABRERA LUZARDO JOEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 26 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO DNI: 06249794 ORCID: 0000-0002-0655-523X	Firmado electrónicamente por: CMINAYARO el 28- 11-2022 13:45:48

Código documento Trilce: TRI - 0455992