CONTRATO NO. FONTUR INFRAST-PNNCHI-CCON-001-2025

"REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS COMPLEMENTARIOS DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA ECOTURÍSTICA PARA SECTOR LA PAILA, SENDERO PLANTAS DEL CAMINO, UBICADO DENTRO DEL PNN CHINGAZA – CUNDINAMARCA EN MARCO DEL PROYECTO FNTP- 2024-175".

INFORME SENDERO-PASARELA

MARZO 2026

JAM INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE S.A.S
NIT 830.084.684.-9

PATRIMONIO NATURAL FONDO PARA LA BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS

Cra. 42 No. 22A-03 Bogotá D.C., Colombia
+57 3118538700
+57 1 2440222
info@jam.com
geobioingenieria2@jamingenieria.com

HOJA DE CONTROL

ENTIDAD	RESPONSABLE	EJEMPLARES

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN	RAZÓN DE LA ACTUALIZACIÓN	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
1	Versión inicial	18-02-2026	
2	Atención observaciones interventoría	13-03-2026	

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

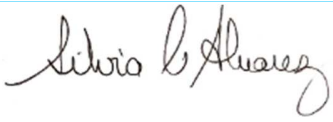
Elaborado por: Ing. Ivan Mauricio Guevara	Revisado por: Ing. Silvia Cristina Álvarez	Aprobado por: Ing. Ricardo Palacios
Cargo: Diseñador estructural	Cargo: Director de Consultoría	Cargo: Director de Interventoría
 Firma:	 Firma:	Firma:
Fecha elaborada: 16-03-2026	Fecha Revisado:17-03-2026	Fecha Aprobado:

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES 5
1.1 INTRODUCCION 5
1.2 DESCRIPCION DE LA PASARELA 5
1.3 CARACTERISTICAS DEL USO DEL SUELO 6
1.4 MATERIALES 7
1.5 NORMAS 8
1.6 METODOLOGÌA 8
1.7 CARGAS 9
1.8 COMBINACIONES 9
2 DISEÑO DE PASARELA 10
2.1 ESFUERZOS ADMISIBLE MADERA Y COEFICIENTE DE MODIFICACIÒN 10
2.2 EVALUACIÒN DE CARGAS VIGA MADERA V-01 S=5X14 cm. 12
2.3 DISEÑO VIGA 01 5X14 CM 13
2.4 EVALUACIÒN DE CARGAS VIGA MADERA V-02 S=4X14 cm. 14
2.5 DISEÑO VIGA 01 4X14 CM 15
3 DISEÑO DE CIMENTACIÒN PASARELA 16
3.1 CALCULO DE REACCIONES 16
4 DISEÑO DE CONEXIONES 17
4.1 UNIÒN ENTRE VIGAS DE MADERA V-2 A V-1 17
4.2 UNIÒN ENTRE VIGAS MADERA PLASTICA A PILOTES MADERA PLASTICA 18
5 DISEÑO DE BARANDA TIPO 19
5.1 EVALUACIÒN DE CARGAS SEGÚN B.4.2.2 NSR-10 19
5.2 SOLICITACIONES 20
- MOMENTOS (Kg.m) 20
- CORTANTES (kg) 20
- AXIALES (kg) 21
5.3 DISEÑO PARAL MADERA 8X8 cm 22
5.4 DISEÑO PASA MANOS MADERA 4X8 cm 23

5.5 DISEÑO DE CONEXIONES BARANDA 24
- CONEXIÓN A CORTANTE VIGA 4X8 A COLUMNA 8X8 EN MADERA (CXB-1) 24
- CONEXIÓN A MOMENTO PLACA BASE BARANDA-CXB-2 26

6 CONCLUSIONES 28

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

El presente estudio fue elaborado por GUEVARA ÁLVAREZ INGENIEROS LTDA., en desarrollo del proyecto de diseño estructural contratado por JAM INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE, en el marco del CONTRATO NO. FONTUR INFRAST-PNNCHI-CCON-001-2025 cuyo objetivo es REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS COMPLEMENTARIOS DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA ECOTURÍSTICA PARA SECTOR LA PAILA, SENDERO PLANTAS DEL CAMINO, UBICADO DENTRO DEL PNN CHINGAZA – CUNDINAMARCA EN MARCO DEL PROYECTO FNTP- 2024-175.

1.2 DESCRIPCION DE LA PASARELA

El sendero peatonal, concebido como una pasarela destinada a la circulación de los usuarios entre las diferentes estructuras del proyecto, se clasifica como un área de circulación peatonal de uso común. Su diseño estructural y arquitectónico responde a criterios de integración con el entorno natural, empleando una estructura en madera que armoniza con el paisaje y con las demás edificaciones existentes.

La estructura está conformada por tramos modulares de 1.98 × 0.95 m y se resuelve mediante un sistema estructural de tipo aporticado. Este sistema está compuesto por vigas principales de madera con sección de 0.05 × 0.14 m, dispuestas con una separación de 1.98 m entre apoyos, las cuales garantizan la adecuada transmisión de cargas hacia los elementos portantes. Sobre estas vigas se apoya el entablado en madera de 3.5 cm de espesor y 1.20 m de longitud. Complementariamente, la estructura incorpora viguetas de madera dispuestas en el sentido corto, con sección transversal de 0.04 × 0.14 m y una longitud de 0.85 m, encargadas de aportar rigidez al conjunto.

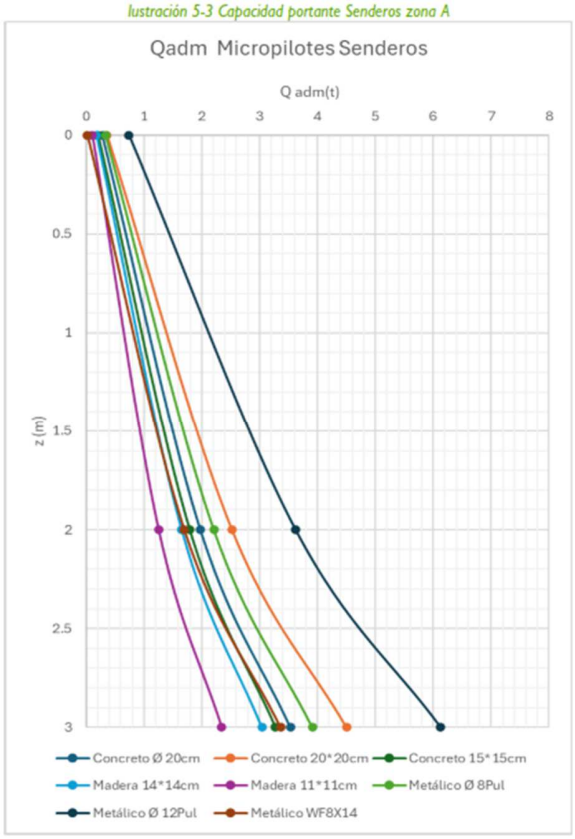
Cada tramo de la pasarela se dispone con una separación de 2 cm entre sí, permitiendo la dilatación natural del material y contribuyendo al correcto comportamiento estructural y funcional del conjunto. La base de la pasarela de madera se apoya directamente sobre soportes y pilotes en madera plástica de sección cuadrada min 10x10 cm y 1.60m como mínimo de empotramiento, los cuales se encuentran distanciados cada 2m. En su totalidad, el sistema estructural asegura estabilidad, resistencia y coherencia formal con el entorno donde se emplaza.

1.3 CARACTERISTICAS DEL USO DEL SUELO

Por su uso y de acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, la estructura se clasifica en el grupo I, correspondiente a la categoría de estructuras de ocupación normal, al cual le corresponde un coeficiente de importancia igual a uno (I=1.0)

Según la NSR-10 la zona donde se proyecta construir el sendero peatonal se encuentra ubicado sobre zona de amenaza sísmica Intermedia y de acuerdo con los resultados del estudio geotécnico, el perfil del suelo fue clasificado como tipo C. En función de las condiciones geotécnicas del terreno y del nivel de humedad presente, se recomienda la implementación de un sistema de cimentación mediante micropilotes en madera plástica. Estos elementos deberán garantizar la adecuada transmisión de las cargas estructurales al suelo competente, así como ofrecer un comportamiento resistente y durable frente a la exposición continua a condiciones de humedad, asegurando la estabilidad y vida útil de la estructura.

Ilustración 5-3 Capacidad portante Senderos zona A



Fuente: Estudio Geotécnico

1.4 MATERIALES

Madera Pino Patula ES 6:

Los elementos principales de la pasarela como son: vigas y viguetas, se diseñaron en madera Pino Patula, las cuales se encuentran clasificadas dentro del grupo de maderas ES6, según título G de la NSR-10, y de acuerdo con la tabla G.2.2-1 de la NSR-10 estas deben cumplir con los siguientes esfuerzos básicos admisibles:

Densidad Básica	430Kg/m3
Esfuerzo Admisible Flexión	12.50 MPa
Esfuerzo Admisible Tensión	9 MPa
Esfuerzo admisible Compresión paralela a Fibra	10 MPa
Esfuerzo admisible compresión perpendicular a Fibra	1.5 MPa
Esfuerzo admisible cortante	1.30 MPa
Módulo de elasticidad promedio	9000 MPa
Módulo de elasticidad percentil 5	6500 MPa
Módulo de elasticidad mínimo	3564 MPa
Contenido de humedad	<=12%

Madera Plástica:

Los elementos de cimentación Pilotes y vigas de soporte de la pasarela, son de madera plástica, encaminados a contribuir en un cambio ambiental y a minorar los efectos producidos por el cambio climático a través de la recuperación y transformación del material postindustrial, domiciliario e institucional como lo son los polipropilenos, polietilenos de alta y baja densidad.

Esfuerzo Admisible a Flexión	19.51 MPa
Esfuerzo admisible a la Compresión	6.51 MPa
Esfuerzo Admisible a cortante	8.00 MPa
Módulo de elasticidad mínimo	13513 MPa

Acero estructural:

Para el diseño de las conexiones se tuvo en cuenta las siguientes resistencias:

Ángulos y platinas ASTM A-36	Fy:250MPa
Pernos ASTM A325	
Clavos de alambre de acero.	

1.5 NORMAS

El diseño de la estructura y todos sus elementos constitutivos, fue realizado cumpliendo con los requerimientos establecidos por el REGLAMENTO COLOMBIANO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTES, correspondiente a:

Norma: NSR-10 (Reglamento de Construcciones Sismo- Resistentes).
Ley: 400 de 1997 y posteriores decreto complementarios y reglamentarios.
Decreto 1: 33 de 1998 (nacional)
Decreto 2: 34 de 1999
Decreto 3: 2809 del 2000

1.6 METODOLOGÌA

Para la elaboración del diseño estructural de la pasarela se realizará, en primera instancia, la revisión integral de los planos arquitectónicos y estructurales preliminares, con el fin de definir el esquema resistente, la modulación y la configuración del sistema aporticado propuesto. A partir de esta información se adoptará de la información preliminar un predimensionamiento inicial de los elementos en madera (tablero, viguetas, vigas principales), considerando criterios geométricos, constructivos y de viabilidad técnica.

Posteriormente, se desarrollará el proceso de cálculo estructural mediante hojas de cálculo en Excel, en las cuales se analizarán los elementos individuales y se efectuará su análisis conforme a la metodología de diseño por cargas aferentes (áreas y longitudes tributarias). La determinación de cargas se realizará identificando la carga muerta, correspondiente al peso propio de los elementos estructurales y no estructurales permanentes, y la carga viva, asociada al uso peatonal del sendero según lo establecido por la normativa aplicable.

La distribución de cargas se efectuará por aferencia, asignando a cada elemento la porción de carga que le corresponde según su ancho o longitud tributaria. En el caso de las vigas, se calcularán las cargas lineales a partir del ancho tributario del sendero; estas cargas serán posteriormente transferidas a los elementos que conforman la cimentación. Con las solicitaciones obtenidas, se procederá a la verificación estructural de los elementos de madera, evaluando su comportamiento a flexión y cortante, y comprobando que los esfuerzos actuantes no superen los esfuerzos admisibles del material. Asimismo, se verificarán los criterios de servicio, particularmente en lo referente a deformaciones admisibles.

Finalmente, una vez dimensionados y verificados los elementos de la superestructura, se determinarán las cargas transmitidas a los apoyos y se realizará la comprobación de la capacidad

portante admisible de los pilotes de madera plástica, verificando que estos sean capaces de soportar de manera segura las cargas axiales provenientes de la estructura, garantizando la estabilidad global del sistema.

1.7 CARGAS

Para el análisis estructural de la pasarela se adaptan las cargas correspondientes al uso previsto de la estructura, diferenciando entre carga viva y carga muerta, conforme a los criterios normativos establecidos en la NSR-10 aplicables para áreas de circulación peatonal.

En cuanto a la carga viva, se asumió un valor de 0.5 Ton/m² (5.0 kN/m²), correspondiente a senderos y áreas de tránsito peatonal de uso común. Esta carga representa la acción variable generada por la presencia y circulación de personas sobre la pasarela. Dicho valor se considera uniformemente distribuido sobre la superficie del tablero y se emplea para determinar las solicitaciones máximas en viguetas, vigas principales y apoyos mediante el método de áreas y longitudes aferentes.

Respecto a la carga muerta, se considera el peso propio de todos los elementos estructurales y no estructurales permanentes que conforman la pasarela, incluyendo tablero, viguetas, vigas principales y barandas. El cálculo se realiza a partir del volumen de cada elemento y el peso específico del material (madera ES6=0.43 Ton/m^3), obteniendo cargas distribuidas por unidad de área o longitud según corresponda.

La combinación de estas cargas permite establecer las solicitaciones de diseño para la verificación a flexión, cortante y deformaciones, garantizando que los elementos estructurales cumplan con los requisitos de resistencia y servicio establecidos por la normativa vigente.

1.8 COMBINACIONES

Las combinaciones utilizadas en el diseño estructural de la pasarela corresponden a las combinaciones para estado límite de servicio y el diseño estructural se realiza mediante el método de esfuerzos admisibles.

COMBINACIÓN= CM+CV (Carga Muertas más Cargas Vivas).

2 DISEÑO DE PASARELA

2.1 ESFUERZOS ADMISIBLE MADERA Y COEFICIENTE DE MODIFICACIÒN.

MADERAS DE ACUERDO AL TITLO G DE LA NSR-10

ESFUERZOS ADMISIBLES (MPa)

GRUPO	Fb	Ft	Fc	Fp	Fv
ES1	29.5	21	23	6	2
ES2	28.5	20	22	4.3	2
ES3	23	17	19	3.8	1.6
ES4	17	12	15	2.8	1.5
ES5	15	11	13	2	1.1
ES6	12.5	9	10	1.5	1.3

MODULOS DE ELASTICIDAD LONGITUDINAL (MPa)

GRUPO	E 0.5	E 0.05	Emin
ES1	18000	13250	7130
ES2	18000	13250	7130
ES3	14000	11000	5500
ES4	12500	10000	5000
ES5	11200	8250	4435
ES6	9000	6500	3564

COEFICIENTES DE MODIFICACION

Por Duracion de la carga CD

DURACION	Permanente

Duracion	Fb	Ft	Fc	Fp	Fv	Tipica carga diseño
Permanente	0.9	0.9	0.9	1	0.9	muerta
10 años	1	1	1	1	1	viva ocupacion
2 meses	1.15	1.15	1.15	1	1.15	
7 Dias	1.25	1.25	1.25	1	1.25	construccion
Diez Minutos	1.6	1.6	1.6	1	1.6	viento y terremoto
Impacto	2	2	2	1	2	impacto

Fb	0.90
Ft	0.90
Fc	0.90
Fp	1.00
Fv	0.90

Por Contenido de Humedad

Tabla G 2.2-4
Condiciones a considerar para la escogencia de Módulos de Esfuerzos Admisibles y de Elasticidad

Durante la construcción	En servicio	Esfuerzos admisibles	Módulos de elasticidad
CH c > 19% * CH c > 19% CH c ≤ 12% CH c ≤ 12%	CH s > 19% * CH s ≤ 12% CH s ≤ 12% CH s > 19%	CH > 19% * CH = 12% CH = 12% CH > 19%	CH > 19% * CH = 12% CH = 12% CH = 12%

* Solo si:
a) Espesor de la Madera no excede de 50 mm.
b) La carga total de diseño se aplique cuando CH<12% y las cargas no origine esfuerzos efectivos mayores a los admisibles en condición verde

Construccion
CH < =12%
Servicio
CH < =12%

Esfuerzos		CH < =12%	CH > 19%		Utilizar
Flexion	Fb	1.000	0.800	Fb	1.00
tension	Ft	1.000	0.800	Ft	1.00
compresion paralela	Fc	1.000	0.750	Fc	1.00
compresion perpendicular	Fp	1.000	0.600	Fp	1.00
cortante	Fv	1.000	0.850	Fv	1.00
Elasticidad	E0.5	1.000	0.850	E0.5	1.00
	E0.05	1.000	0.850	E0.05	1.00
	Emin	1.000	0.850	Emin	1.00

Por Temperatura

Parametro	Condicion Servicio	Temperatura °C		
		< = 37.8 °	37.8 °a 51.7°	**51.7° a 65°**
Ft, E0.5, E0.05, E min	Humedo Seco	1.000	0.900	0.900
	Seco	1.000	0.800	0.700
Fb, Fv, Fc, Fc paralela	Humedo	1.000	0.700	0.500

< = 37.8 °	Humedo
Fb	1.00
Ft	1.00
Fc	1.00
Fp	1.00
Fv	1.00
E0.5	1.00
E0.05	1.00
Emin	1.00

ESFUERZOS ADMISIBLES A

GRUPO	**Fb**	Ft	Fc	Fp	Fv
ES1	**26.55**	18.9	20.7	6	1.8
ES2	**25.65**	18	19.8	4.3	1.8
ES3	**20.7**	15.3	17.1	3.8	1.44
ES4	**15.3**	10.8	13.5	2.8	1.35
ES5	**13.5**	9.9	11.7	2	0.99
ES6	**11.25**	8.1	9	1.5	1.17

MODULOS DE ELASTICIDAD LONGITUDINAL A UTILIZAR (MPa)

GRUPO	**E´ 0.5**	**E´0.05**	**Emin**
ES1	18000.00	13250.00	7130.00
ES2	18000.00	13250.00	7130.00
ES3	14000.00	11000.00	5500.00
ES4	12500.00	10000.00	5000.00
ES5	11200.00	8250.00	4435.00
ES6	9000.00	6500.00	3564.00

2.2 EVALUACIÒN DE CARGAS VIGA MADERA V-01 S=5X14 cm.

SENDERO SECCIÒN TIPO
CARGAS SOBRE VIGA DE MADERA V-1 S=5 X14 cm

EVALUACION DE CARGAS

Carga Muerta Adicional piso (CM)

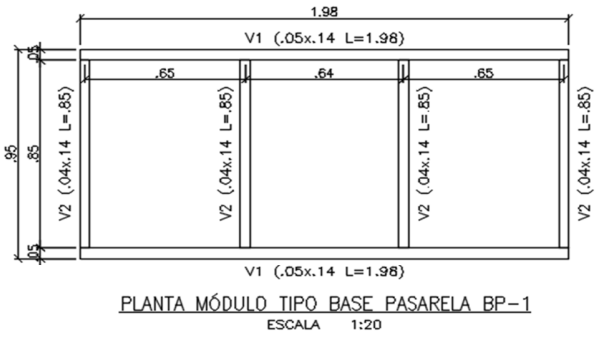
	espesor (m)		Densidad Kg/m3			
Entablado de madera Espesor 3.5 mm	0.035	x	430.00	=	15.05	Kg/m2
	Área (m2)	Densidad Kg/m3	cant.ml			
Maderas V-2 s=4 x 14 cm	0.0056	X 430	X 3.40	=	3.45	Kg/m2
TOTAL					18.50	Kg/m2

Carga Muerta Adicional pasamanos-baranda (CM)

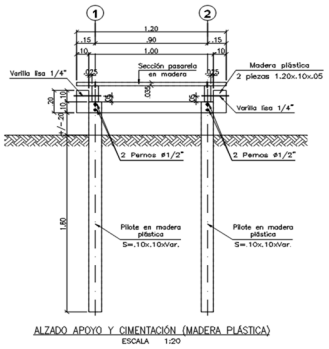
	Área (m2)	Densidad Kg/m3	cant.			
Pasamanos madera s= 4 X8 cm	0.0032	X 430	X 2	=	2.75	Kg/ml
Paral madera S= 8 x 8x 100 cm	0.0064	X 430	X 3	=	4.13	Kg/ml
TOTAL					6.88	Kg/ml

Carga Viva (CV)

500 Kg/m²



PLANTA MÓDULO TIPO BASE PASARELA BP-1
ESCALA 1:20



ALZADO APOYO Y CIMENTACIÓN (MADERA PLÁSTICA)
ESCALA 1:20

CARGAS SOBRE VIGA V-1

TIPO	LONG. AFERENTE (m)	CM (Kg/m)	CV (Kg/m)
V-1	0.60	17.98	300.00

2.3 DISEÑO VIGA 01 5X14 CM

DISEÑO DE VIGAS EN MADERA V-01

I. *MADERA: GEOMETRÍA Y PROPIEDADES.*

MADERA: **GRUPO:** ES6

ρ= 430 Kg/m³
E= 917744591.68 Kg/m²

σ_{ADM}= 114.7 Kg/cm²
τ_{ADM}= 82.6 Kg/cm²
$\delta_{ADM\ CT}$= 0.66 cm
$\delta_{ADM\ CV}$= 0.55 cm

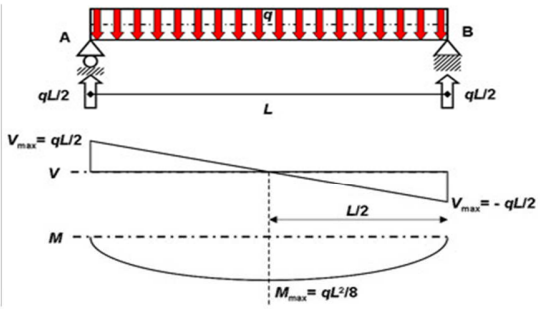
L= 1.980 m
b= 5.00 cm
h= 14.00 cm

PP= 3.01 Kg/m
I= 1143.33 cm⁴

II. *DETERMINACIÒN DE LAS CARGAS PARA DISEÑO,*

CV= 300.0 Kg/m
CM= 21.0 Kg/m
W= 0.00 Kg/m

q_U =	**320.99 Kg/m**
$V_{MÀX}$=	**317.78 Kg**
$M_{MÀX}$=	**157.30 Kg*m**



III. *FLEXIÓN.*

M Nominal $F'_b \frac{bd^2}{6}$

M Nominal **187.37 Kg*m** Cumple Mn> Mu

IV. *CORTE.*

$$\tau = \frac{3*V_{MÁX}}{2*b*h}$$

τ= *6.81 Kg/cm²* < τ Admisible, Cumple

V. *DEFORMACIÓN.*

Cargas totales

$$\delta = \frac{5*W_U*L^4}{384*E*I}$$

δ= *0.61 cm*
< δ Admisible, Cumple

Cargas vivas

$$\delta = \frac{5*W_U*L^4}{384*E*I}$$

δ= *0.54 cm*
< δ Admisible, Cumple

2.4 EVALUACIÒN DE CARGAS VIGA MADERA V-02 S=4X14 cm.

SENDERO SECCIÒN TIPO
CARGAS SOBRE VIGA DE MADERA V-2 S=4X14 cm

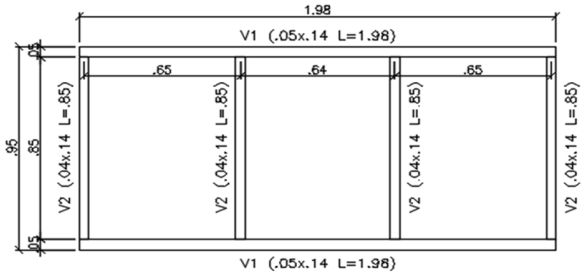
EVALUACION DE CARGAS

Carga Muerta Adicional piso (CM)

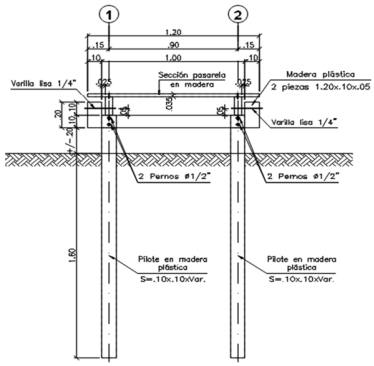
	espesor (m)		Densidad Kg/m3			
Entablado de madera Espesor 3.5 mm	0.035	x	430.00	=	15.05	Kg/m2

Carga Viva (CV)

500 Kg/m²



PLANTA MÓDULO TIPO BASE PASARELA BP-1
ESCALA 1:20



ALZADO APOYO Y CIMENTACIÓN (MADERA PLÁSTICA)
ESCALA 1:20

CARGAS SOBRE VIGA DE MADERA V-2

TIPO	LONG. AFERENTE (m)	CM (Kg/m)	CV (Kg/m)
V-2	0.14	2.11	70.00

2.5 DISEÑO VIGA 01 4X14 CM

DISEÑO DE VIGAS EN MADERA V-02

I. *MADERA: GEOMETRÍA Y PROPIEDADES.*

MADERA: **GRUPO:** ES6

ρ= 430 Kg/m³
E= 917744591.68 Kg/m²

σ_{ADM}= 114.7 Kg/cm²
τ_{ADM}= 82.6 Kg/cm²
$\delta_{ADM\,CT}$= 0.28 cm
$\delta_{ADM\,CV}$= 0.24 cm

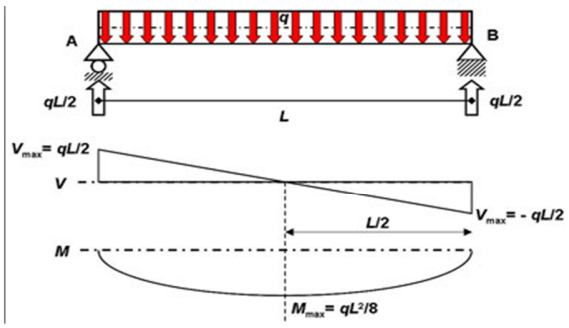
L= 0.850 m
b= 4.00 cm
h= 14.00 cm

PP= 2.41 Kg/m
I= 914.67 cm⁴

II. *DETERMINACIÒN DE LAS CARGAS PARA DISEÑO,*

CV= 70.0 Kg/m
CM= 4.5 Kg/m
W= 0.00 Kg/m

q_U =	**74.52 Kg/m**
$V_{MÀX}$=	**31.67 Kg**
$M_{MÀX}$=	**6.73 Kg*m**



III. *FLEXIÓN.*

M Nominal $F'_b \frac{bd^2}{6}$

M Nominal **149.90 Kg*m** Cumple Mn> Mu

IV. *CORTE.*

$$\tau = \frac{3*V_{MÁX}}{2*b*h}$$

τ= *0.85 Kg/cm²* < τ Admisible, Cumple

V. *DEFORMACIÓN.*

Cargas totales

$$\delta = \frac{5*W_U*L^4}{384*E*I}$$

δ= *0.01 cm*
< δ Admisible, Cumple

Cargas vivas

$$\delta = \frac{5*W_U*L^4}{384*E*I}$$

δ= *0.01 cm*
< δ Admisible, Cumple

3 DISEÑO DE CIMENTACIÒN PASARELA

3.1 CALCULO DE REACCIONES

Avaluo de Cargas:									Ton
Viga madera	0.05	x	0.14	x	2	x	0.43	=	0.006
Piso pasarela	0.035	x	0.95	x	0.6	x	0.43	=	0.009
Modulo	0.10	x	0.14	x	0.6	x	0.43	=	0.004
Barandas	0.1	x	0.14	x	2	x	0.43	=	0.012
								CM =	0.030
								CV =	0.600
								CR =	0.630

Teniendo en cuenta los resultados de las reacciones y de la imagen de capacidad portante para micropilotes senderos suministrado por el estudio de suelos, se determina que el micropilote adecuado para los senderos es el correspondiente a Micropilote de madera plástica de 10x10 con una profundidad de empotramiento mínimo de 1.60 m, la cual arroja una capacidad portante de 1.0 Ton.

VERIFICACION DE PILOTES							
Qadmisible pilotes en madera plastica a1.6m=1 Ton						Vu	0.630 T
Qadm	1	T	>	0.630	T	Cumple	

CHEQUEO DE PILOTES -MADERA PLÀSTICA							
PILOTE -MADERA PLÀSTICA	Secciòn=	100 mm	X	100 mm			
Solicitaciòn	Esfuerzo actuante		Esfuerzo resistente			fc =	P
	Mpa		Mpa				A
Compresión	0.630		6.51	cumple			

4 DISEÑO DE CONEXIONES

4.1 UNIÒN ENTRE VIGAS DE MADERA V-2 A V-1

UNIONES CLAVADAS SEGÚN G.6.7 NSR-10

CONEXIÓN 1 A CORTANTE UNION ENTRE VIGAS DE MADERA V-2 A V-1

SOLICITACIONES:

V_u: 310.67 N

MATERIALES:

Clavos Ø4.19 mm X l=1 1/2"

Angulo A-36 Fy = 25.49 kg/mm² 250008.87 kN/m² Fu = 41.81 kg/mm² 410014.98 kN/m²

ESFUERZO DE DISEÑO:

DISEÑO DE CLAVOS

Son: 2.00 ϕ = 4.19 Área = 13.79 mm²

Tornillos a cortante: 2.00

Tornillos aplastamiento: 2.00

Ø4.19 mm X l=1 1/2" Diametro 4.19 mm Qadmin 504.00 N Cantidad 2.00

Longitud 38.10 mm

P 1134.00 > 310.67 N **OK**

Pes 504.00

CD 0.90

CM 1.00

CT 1.00

CP 1.00

CAG 1.00

CF 1.00

CPRE 1.00

CPL 1.25

Tabla G.6.9-1
Carga admisible en unión de cortante simple, en N, (CH ≤ 19%)

Longitud		d	Carga admisible en, N			ℓ/d	Penetraciones mínimas						
				DB > 0.56 DB < 0.70	DB > 0.4 DB < 0.56		5d	6d	8d	10d	11d	16d	20d
mm	Pulg.	(mm)	DB > 0.70				mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
31.75	1 1/4	1.83	300	236	161	17.3	9.2	11.0	14.6	18.3	20.1	29.3	36.6
38.10	1 1/2	2.1	368	289	201	18.1	10.5	12.6	16.8	21.0	23.1	33.6	42.0
50.80	2	2.77	536	420	299	18.3	13.9	16.6	22.2	27.7	30.5	44.3	55.4
63.50	2 1/2	3.05	608	475	339	20.8	15.3	18.3	24.4	30.5	33.6	48.8	61.0
76.20	3	3.76	786	615	443	20.3	18.8	22.6	30.1	37.6	41.4	60.2	75.2
88.90	3 1/2	4.19	895	699	504	21.2	21.0	25.1	33.5	41.9	46.1	67.0	83.8
101.60	4	5.16	1140	889	645	19.7	25.8	31.0	41.3	51.6	56.8	82.6	103.2
127.00	5	5.59	1249	974	708	22.7	28.0	33.5	44.7	55.9	61.5	89.4	111.8
152.40	6	6.05	1365	1064	774	25.2	30.3	36.3	48.4	60.5	66.6	96.8	121.0
177.80	7	7.21	1657	1291	943	24.7	36.1	43.3	57.7	72.1	79.3	115.4	144.2
203.20	8	7.21	1658	1291	943	28.2	36.1	43.3	57.7	72.1	79.3	115.4	144.2

DISEÑO DE ANGULO:

Angulo 2" x 3/16"

N= 50.80 mm B= 100.00 mm t= 4.76 mm

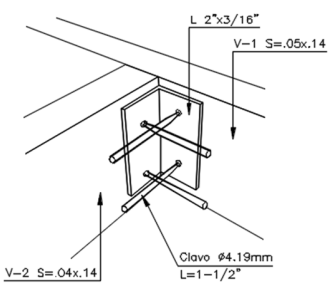
Distancia horizontal al borde:

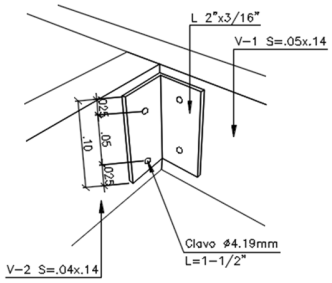
C = 25.00 mm S = 50.00 mm

A_{gv} = 357.19 mm² Agt= 119.06 mm²

Anv= 315.91 mm² Ant= 101.52 mm²

Aplastamiento:	$\Sigma\phi P_p$ =	30034.13 N	>	466.01 N		**OK**
Fluencia a cortante:	$\Sigma\phi P_f$ =	65561.37 N	>	466.01 N		**OK**
Fractura a cortante:	$\Sigma\phi P_{fr}$ =	80669.68 N	>	466.01 N		**OK**
Bloque de cortante:	$\Sigma\phi P_b$ =	82199.82 N	>	466.01 N		**OK**





4.2 UNIÒN ENTRE VIGAS MADERA PLASTICA A PILOTES MADERA PLASTICA

CONEXIÓN 2 A CORTANTE UNION ENTRE VIGAS Y PILOTE

SOLICITACIONES:

V_u: 4676.10 N

MATERIALES:

Pernos A-325 Rn = 330.00 N/mm2 Según tabla F.2.8 (NSR-10)

ESFUERZO MAXIMO DE DISEÑO:

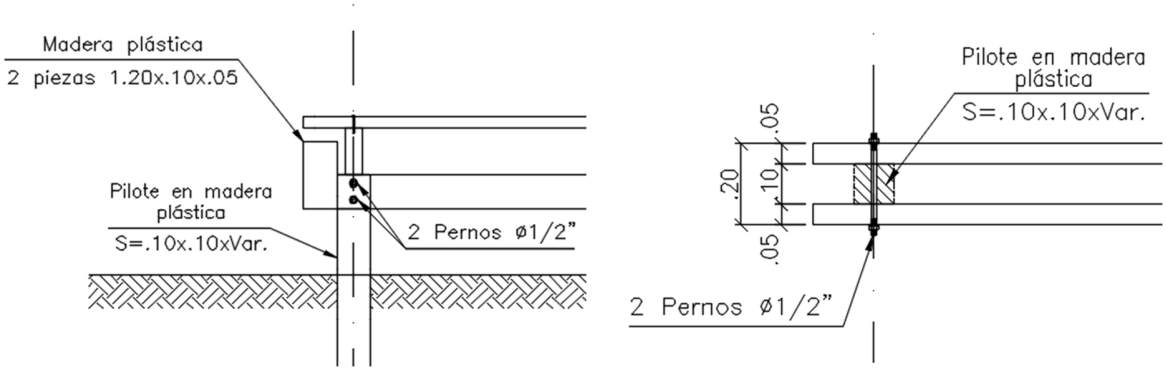
Pernos

Son: 2.00 ϕ = 1/2" Área = 126.68 mm²

Pernos a cortante: 2.00

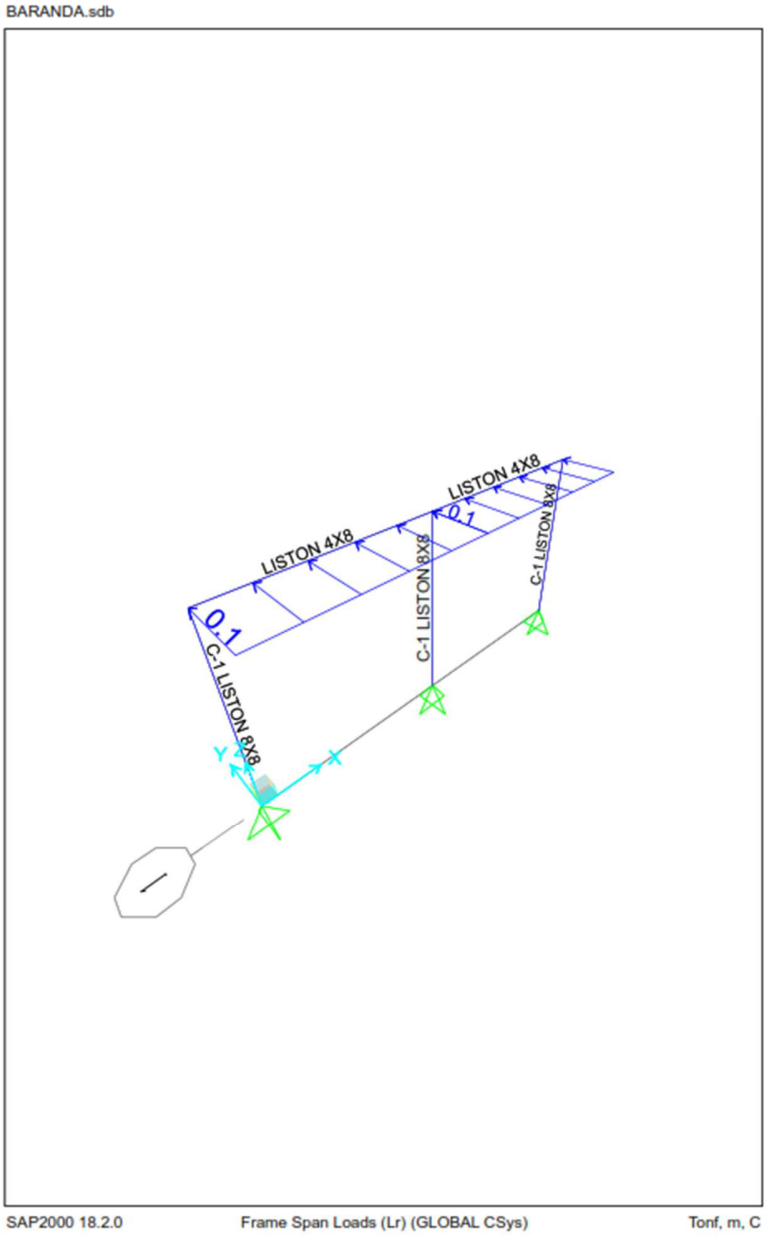
DISEÑO DE PERNOS:

Cortante: $\Sigma\phi P_v$ = 125410.10 N > 4676.10 N **OK**



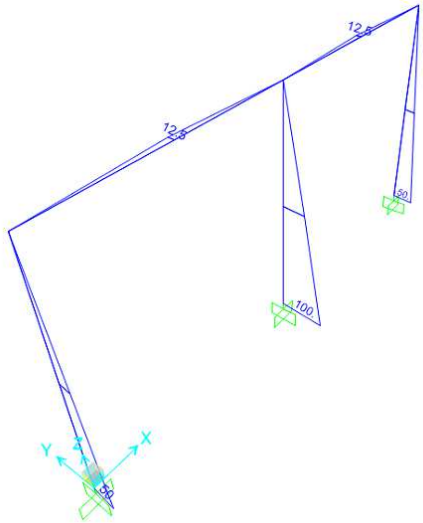
5 DISEÑO DE BARANDA TIPO

5.1 EVALUACIÒN DE CARGAS SEGÚN B.4.2.2 NSR-10

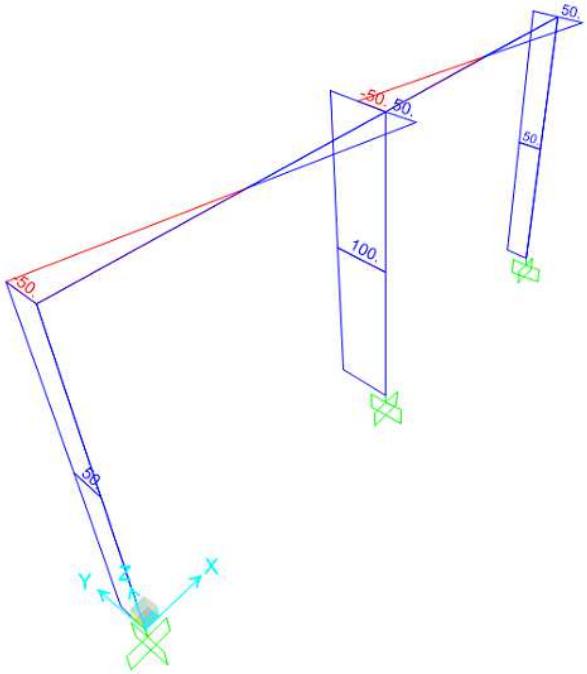


5.2 SOLICITACIONES

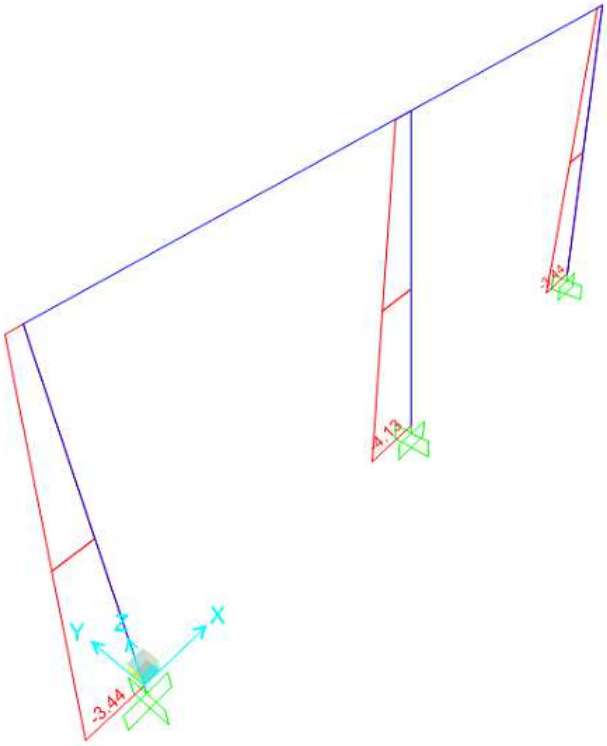
- MOMENTOS (Kg.m)



- CORTANTES (kg)



- AXIALES (kg)



5.3 DISEÑO PARAL MADERA 8X8 cm

DISEÑO DE PARAL BARANDA

I. *MADERA: GEOMETRÍA Y PROPIEDADES.*

MADERA: **GRUPO:** ES6

ρ= 430 Kg/m³
E= 917744591.68 Kg/m²

σ_{ADM}= 127.5 Kg/cm²
τ_{ADM}= 91.8 Kg/cm²
δ_{ADM}= 0.3 cm

L= 1.000 m
b= 8.00 cm
h= 8.00 cm

PP= 2.75 Kg/m
I= 341.33 cm⁴

II. *DETERMINACIÒN DE LAS CARGAS PARA DISEÑO,*

CV= 100.00 Kg/m
CM= 2.75 Kg/m
W= 0.00 Kg/m

q_U =	**100.00 Kg/m**
$V_{MÀX}$=	**100.00 Kg**
$M_{MÀX}$=	**100.00 Kg*m**

Voladizo con carga puntual en el extremo
Esfuerzos aplicados



Reacciones	$R_B = P$
Esfuerzos cortantes	$T_{AB} = -P$
Momentos Flectores	$M_{AB} = -Px$ $M_B = -PL$

III. *FLEXIÓN.*

M Nominal $F'_b \frac{bd^2}{6}$

M Nominal **108.77 Kg*m** Cumple Mn> Mu

IV. *CORTE.*

$\tau = \frac{3*V_{MÁX}}{2*b*h}$

τ= *2.34 Kg/cm²* < τ Admisible, Cumple

V. *DEFORMACIÓN.*

$\delta = \frac{P*L^3}{3*E*I}$

δ= *0.01 cm* < δ Admisible, Cumple

5.4 DISEÑO PASA MANOS MADERA 4X8 cm

DISEÑO DE BARANDAS EN MADERA

I. *MADERA: GEOMETRÍA Y PROPIEDADES.*

MADERA: **GRUPO:** ES6

ρ= 430 Kg/m³
E= 917744591.68 Kg/m²

σ_{ADM}= 127.5 Kg/cm²
τ_{ADM}= 91.8 Kg/cm²
δ_{ADM}= 0.3 cm

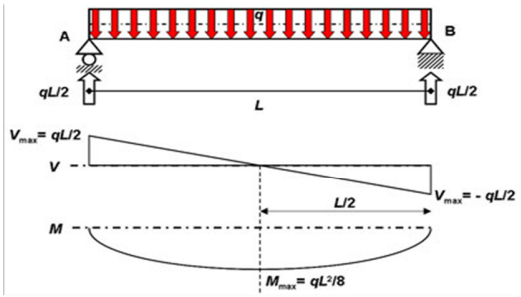
L= 1.000 m
b= 4.00 cm
h= 8.00 cm

PP= 1.38 Kg/m
I= 170.67 cm⁴

II. *DETERMINACIÒN DE LAS CARGAS PARA DISEÑO,*

CV= 100.00 Kg/m
CM= 1.38 Kg/m
W= 0.00 Kg/m

q_U =	**100.00 Kg/m**
$V_{MÀX}$=	**50.00 Kg**
$M_{MÀX}$=	**12.50 Kg*m**



III. *FLEXIÓN.*

M Nominal $F_b' \frac{bd^2}{6}$

M Nominal **54.38 Kg*m** Cumple Mn> Mu

IV. *CORTE.*

$\tau = \frac{3*V_{MÁX}}{2*b*h}$

τ= *2.34 Kg/cm²* < τ Admisible, Cumple

V. *DEFORMACIÓN.*

$\delta = \frac{5*W_U*L^4}{384*E*I}$

δ= *0.08 cm* < δ Admisible, Cumple

5.5 DISEÑO DE CONEXIONES BARANDA

- CONEXIÓN A CORTANTE VIGA 4X8 A COLUMNA 8X8 EN MADERA (CXB-1)

CONEXIÓN A CORTANTE VIGA MADERA 8X8 A 4X8 A MADERA
CONEXIÓN BARANDA S

SOLICITACIONES:

V: 1500.00 N

MATERIALES:

Madera	ES6	F´v =	1.17	MPa				
Angulo	A-36		Fy =	25.31	kg/mm²	Fu =	40.77	kg/mm²
				248215.17	kN/m²		399831.39	kN/m²
Pernos	A-325							
Soldadura	E-70XX							

ESFUERZO MAXIMO DE DISEÑO:

Pernos

Son: 2.00 ϕ = 1/4" Área = 32.17 mm²
Pernos a cortante: 2.00
Pernos aplastamiento: 2.00

Angulo 2*2*1/8
N= 50.80 mm B= 80.00 mm t= 3.18 mm

DISEÑO DE PERNOS:

Cortante:	$\Sigma\phi P_v$ =	15924.10	N	>	1500.00 N	**OK**

DISEÑO DE ANGULO:

Distancia horizontal al borde:

C = 40.00 mm S = 0.00 mm

A_{gv} = 254.00 mm² Agt= 127.00 mm²
Anv= 241.32 mm² Ant= 114.32 mm²

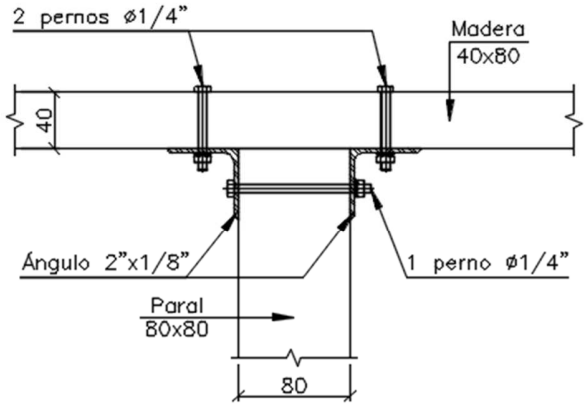
Aplastamiento:	$\Sigma\phi P_p$ =	29824.07	N	>	1500.00 N	**OK**
Fluencia a cortante:	$\Sigma\phi P_f$ =	34715.20	N	>	1500.00 N	**OK**
Fractura a cortante:	$\Sigma\phi P_{fr}$ =	38219.37	N	>	1500.00 N	**OK**
Bloque de cortante:	$\Sigma\phi P_b$ =	68381.52	N	>	1500.00 N	**OK**

CHEQUEO DEL ELEMENTO DE MADERA

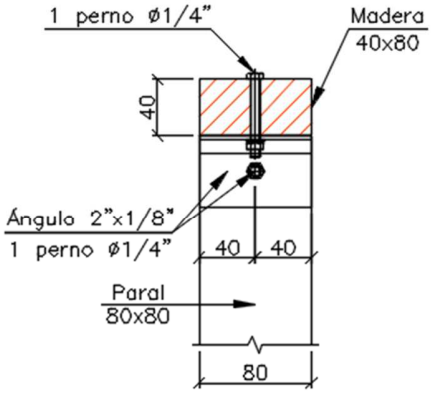
Dimensiones de la madera:

Ancho (b) = 80.00 mm Alto (d) = 80.00 mm
Alto cargado (de)= 40.00 mm

fv=((3V)/(2bd$_e$))*(d/d$_e$)^2= 0.938 MPa < 1.17 Mpa **OK**



CONEXIÓN CXB-1 – ALZADO
ESCALA 1:5
(Medidas en mm)



CONEXIÓN CXB-1 – VISTA FRONTAL
ESCALA 1:5
(Medidas en mm)

- CONEXIÓN A MOMENTO PLACA BASE BARANDA-CXB-2

1. Solicitaciones:

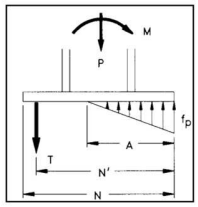


Diagrama de carga

P_{DEAD} :	41.3 N	P_{LIVE} :	0.0 N	P_u :	49.6 N
M_{DEAD} :	0.0 N-mm	M_{LIVE} :	1000000.0 N-mm	M_u :	1600000.0 N-mm

2. Geometría:

Columnas:

H (mm): 80

b_f (mm): 80

3. MATERIALES

Angulo	A36	Fy:	250 N/mm²	21
Perno	A325			

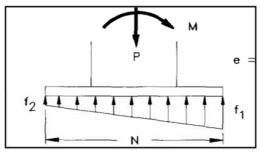
4. GEOMETRÍA DE LA PLACA BASE:

N (mm): 80 **B (mm):** 50.8

B_{FINAL} (mm) 50.8

5. CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS BAJO LA PLACA BASE:

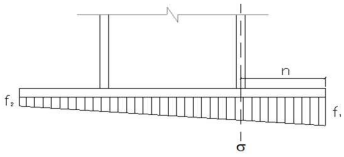
$$f_{1,2} = \frac{P}{B\,N} \pm \frac{M\,c}{I}$$



f_1 = 29.54

f_2 = -29.52

6. CÁLCULO DEL MOMENTO EN LA SECCIÓN CRÍTICA:



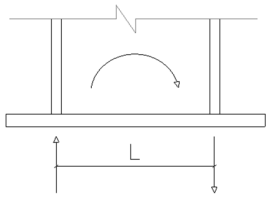
n :	2	(mm)
σ :	28.06	(N/mm²)
M_{plu} :	58.10	(N-mm)

7. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA PLATINA:

$$t_p = \sqrt{\frac{4M_{plu}}{0.90F_y}}$$

t_p : 1.02 mm — **Placa base de 1/8 " (t =3.18mm)**

8. DISEÑO DE PERNOS:



M_u : 1600000 N-mm — **Fu:** 620 MPa

L : 40 mm — **f'c:** 21 MPa

T=C : 40000.0 N

9. CÁLCULO DEL ESPESOR DEL PERNO:

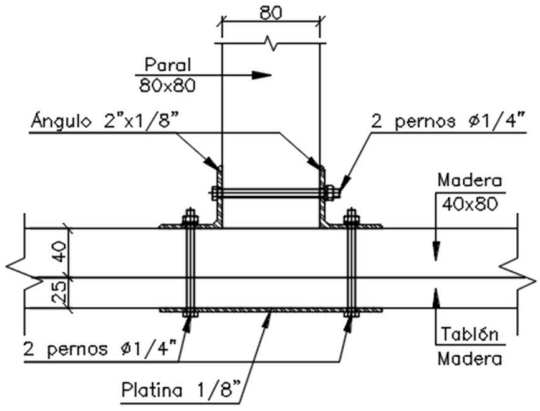
$$A_g = \frac{T_u}{0.75\ \varphi_t\ F_u}$$

T_u : 20000.0 N — **Cant.:** 2

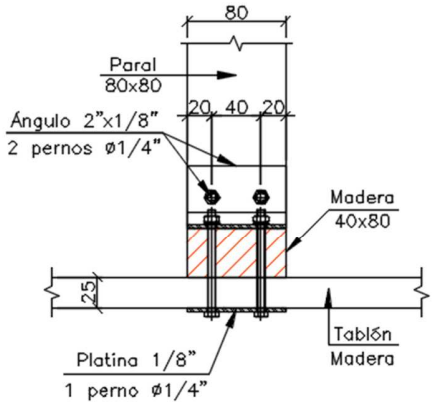
φt : 0.75

F_u : 620 MPa

A_g : 57.35 mm² — **Utilizar pernos Ø 3/8 "**



CONEXIÓN CXB–2 – ALZADO
ESCALA 1:5
(Medidas en mm)



CONEXIÓN CXB–2 – VISTA FRONTAL
ESCALA 1:5
(Medidas en mm)

6 CONCLUSIONES

Para el desarrollo estructural de la pasarela se recibieron los diseños arquitectónicos, los cuales fueron base para determinar la composición de los elementos que conforman la pasarela. El análisis y diseño se desarrolló conforme a los lineamientos establecidos en la NSR-10, realizando las respectivas verificaciones de capacidad y desempeño de cada uno de los elementos estructurales.

Se verificó el cumplimiento estructural de los elementos en madera Pino Pátula grado estructural ES6, conforme a las recomendaciones de material expuestas en las diferentes mesas de trabajo realizadas, garantizando que los esfuerzos actuantes no superen las capacidades admisibles del material.

Para la cimentación de la pasarela se utilizará pilotes en madera plástica de 10x10 cm a 1.6 metros de profundidad de empotramiento, los cuales soportan adecuadamente la carga de la estructura y permiten una correcta transferencia de cargas al suelo de implantación.