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-ESCALERAS

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	17-03-2026	

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 ESCALERA-SENDERO 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 escalera-sendero 10
2.1 ESFUERZOS ADMISIBLE MADERA Y COEFICIENTE DE MODIFICACIÒN. 10
2.2 EVALUACIÒN DE CARGAS VIGA GUALDERA MADERA S=4X19 cm 12
2.3 ESTRUCTURACIÓN MODELO ESCALERA 13
- 2.3.1 NODOS 13
- 2.3.2 ELEMENTOS TIPO FRAME 14
- 2.3.3 APLIACIÓN DE CARGA VIVA 15
- 2.3.4 SOLICITACIONES 16
- MOMENTOS Y CORTANTES 16
- REACCIONES (CM+CV) 17
2.4 DISEÑO VIGA GUALDERA 4X19 cm 18
2.5 EVALUACIÒN DE CARGAS PASO EN MADERA (TABLONES S=4X14 cm) 19
2.6 DISEÑO PASO EN MADERA (TABLÓN 4X14 CM) 20
2.7 DISEÑO BARANDA-PASA MANOS INTERNO EN MADERA S=4X10 cm 21
2.8 DISEÑO BARANDA-ELEMENTOS INTERMEDIOS EXTERNO EN MADERA S=4X8 cm 22
3 DISEÑO DE CIMENTACIÒN ESCALERA 23
3.1 CALCULO DE REACCIONES 23
4 DISEÑO DE CONEXIONES 25

4.1 UNIÒN ENTRE VIGAS DE MADERA PLASTICA Y PILOTES MADERA PLÁSTICA.. 25
4.2 UNIÒN ENTRE VIGAS GUALDERA MADERA A PILOTES MADERA PLASTICA 26
4.3 UNIÒN ENTRE VIGAS MADERA BARANDAS A PILOTES MADERA PLASTICA 27
4.4 UNIÒN ENTRE PASO MADERA A VIGA GUALDERA 28
5 CONCLUSIONES 29

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 ESCALERA-SENDERO

La Escalera peatonal, al igual que la pasarela hace parte del sendero peatonal, 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 1.20 libres × 5.30 m y se resuelve mediante un sistema estructural de tipo aporticado. Este sistema está compuesto por vigas principales de madera (vigas gualderas) con sección de 0.04 × 0.19 m, dispuestas con una separación de 1.40 m entre apoyos, las cuales garantizan la adecuada transmisión de cargas hacia los elementos portantes. Sobre estas vigas se apoya los pasos de la escalera en madera de 4 cm de espesor y 1.20 m de longitud.

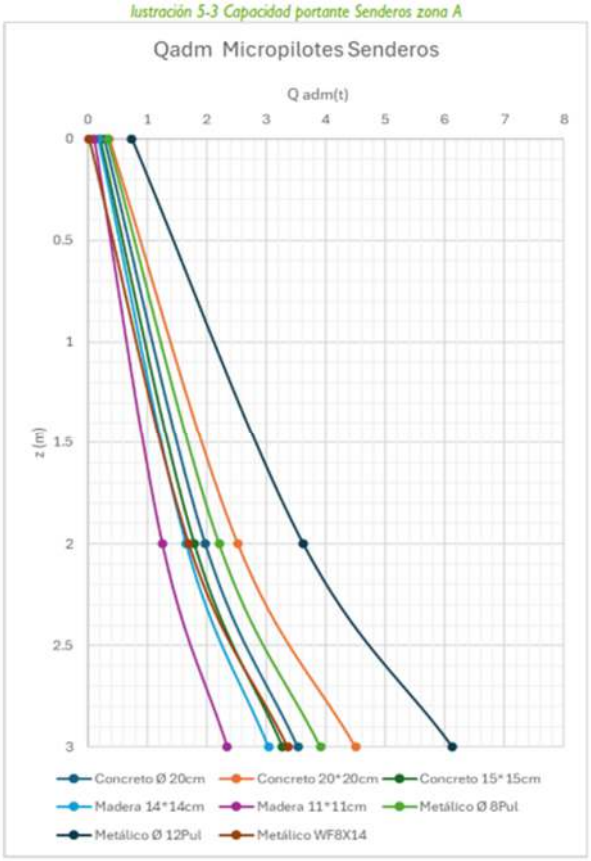
Las vigas gualderas en madera de la escalera se apoya directamente sobre soportes y pilotes en madera plástica de sección cuadrada min 10x10 cm y 1.60m como mínimo de empotramiento, los cuales se encuentran distanciados cada 1.40 m. Los pilotes también funcionan como parales de la baranda los cuales también reciben las cargas horizontales provenientes de los elementos en madera que conforman la baranda. 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 escalera 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 escalera-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 vigas principales,etc.), 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 gualderas, se creo un modelo en el software ETABS, con el cual se determinaron las solicitaciones mas críticas. Para el resto de los elementos se calcularon las cargas lineales a partir del ancho tributario de la escañera; 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 y las cargas a flexión proveniente de las barandas, garantizando la estabilidad global del sistema.

1.7 CARGAS

Para el análisis estructural de la escalera-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 escalera. Dicho valor se considera uniformemente distribuido sobre la superficie del tablero y se emplea para determinar las solicitaciones máximas en 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 escalera, incluyendo tablero, 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 ESCALERA-SENDERO

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
Fb, Fv, Fc, Fc paralela	Seco	1.000	0.800	0.700
	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

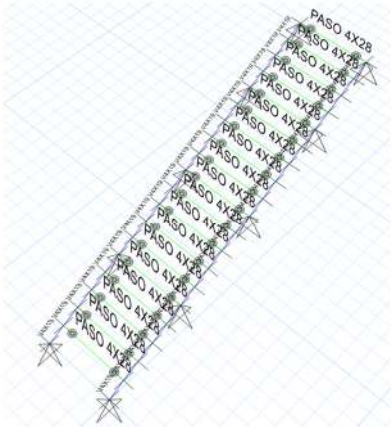
ESFUERZOS ADMISIBLES A

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

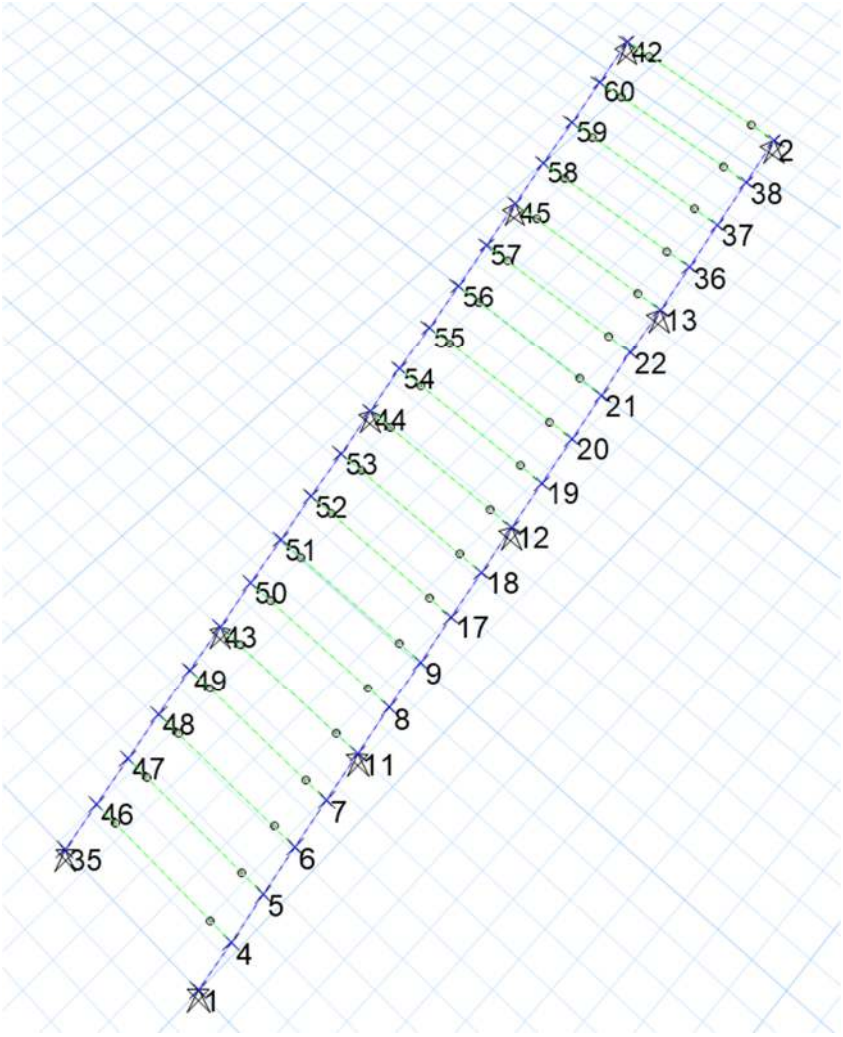
2.2 EVALUACIÒN DE CARGAS VIGA GUALDERA MADERA S=4X19 cm.

ESCALERA SECCIÒN TIPO CARGAS SOBRE VIGA DE MADERA (VIGA GUALDERA S=4 X19 cm)
EVALUACION DE CARGAS
Carga Viva (CV)
500 Kg/m²

CARGAS VIGA TABLON HUELLA

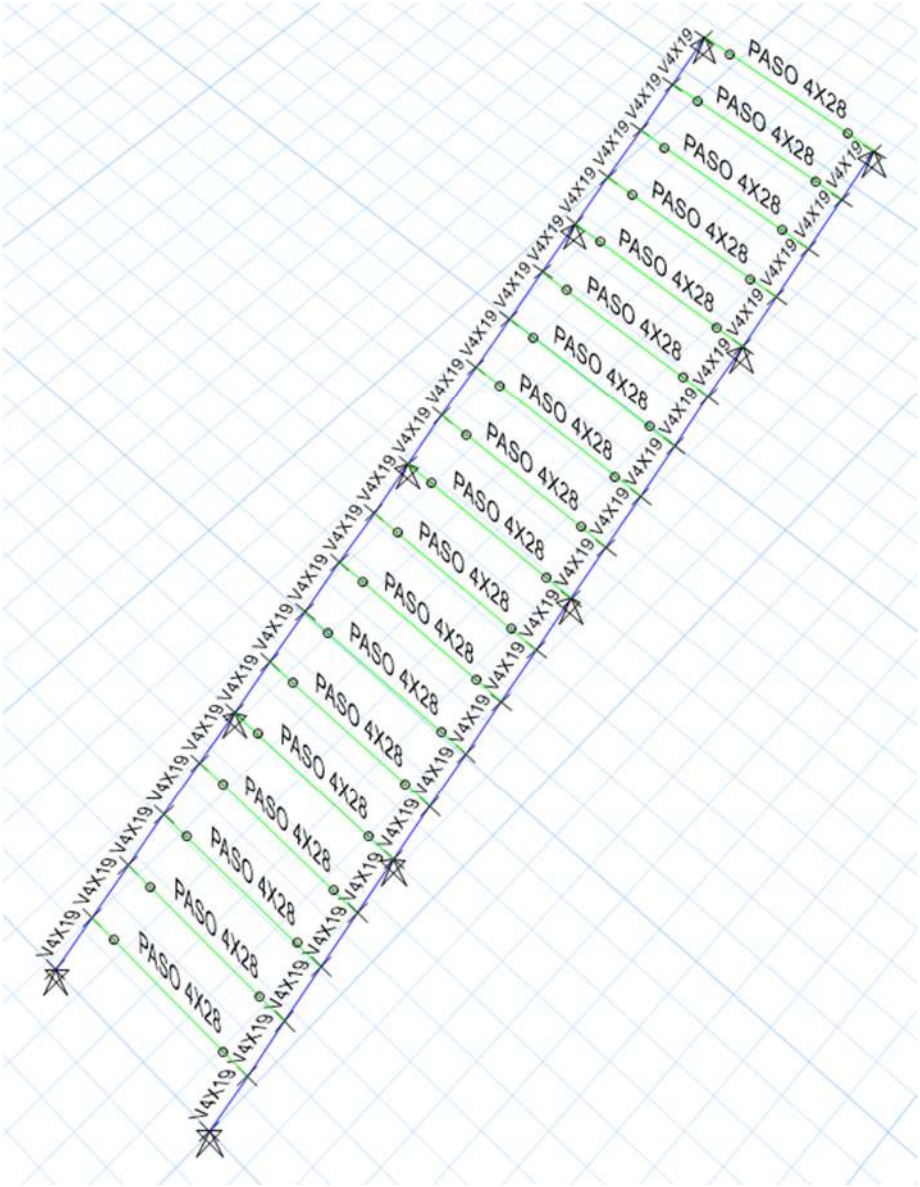
TIPO	LONG. AFERENTE (m)	CM (Kg/m)	CV (Kg/m)
HUELLA	0.28	0.00	140.00

2.3 ESTRUCTURACIÓN MODELO ESCALERA

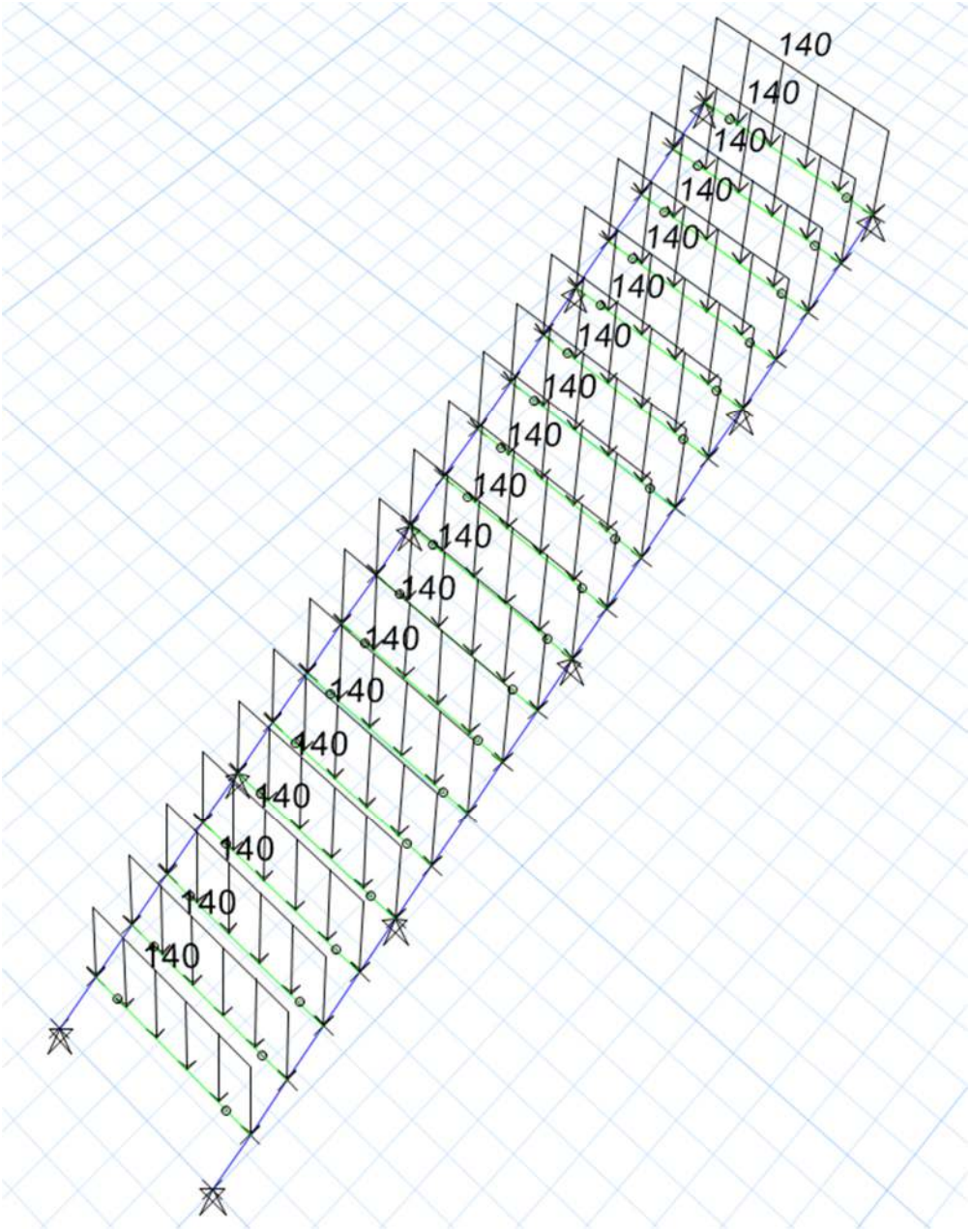
- 2.3.1 NODOS



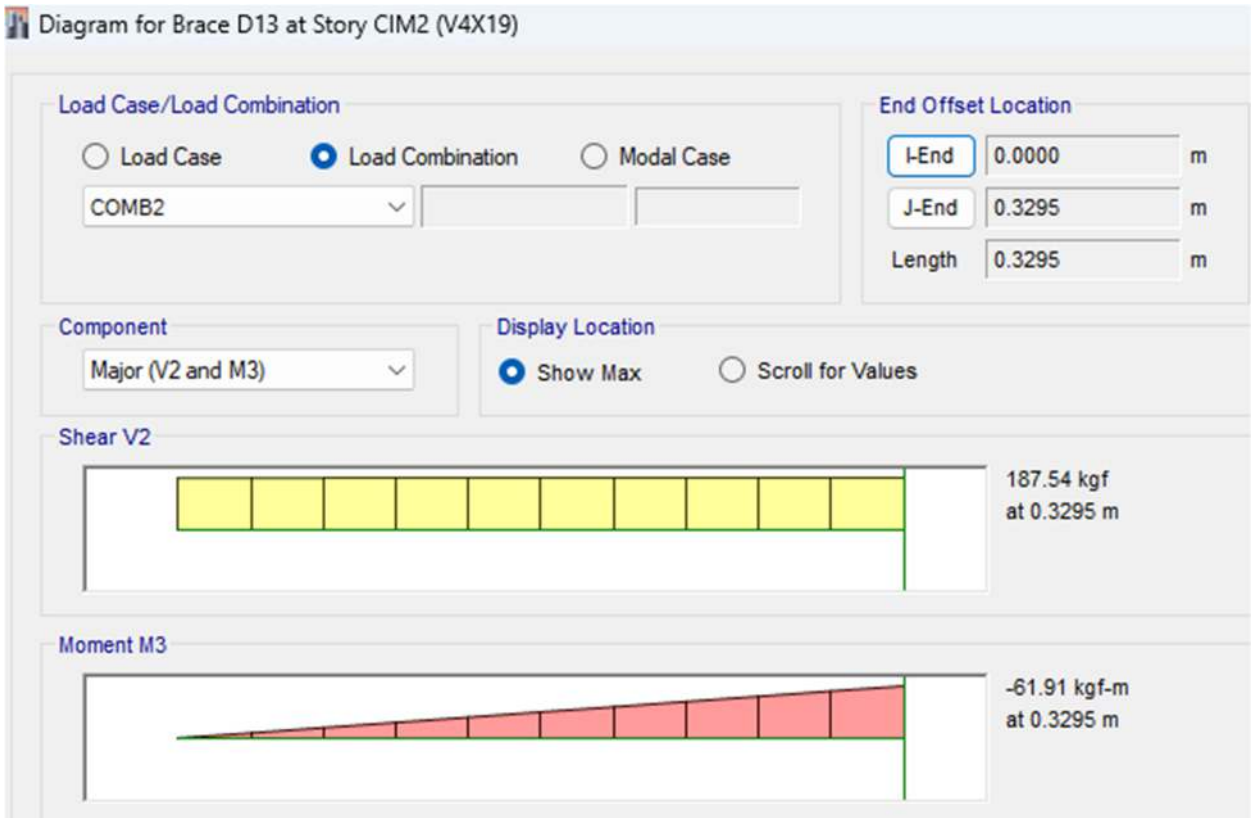
- 2.3.2 ELEMENTOS TIPO FRAME

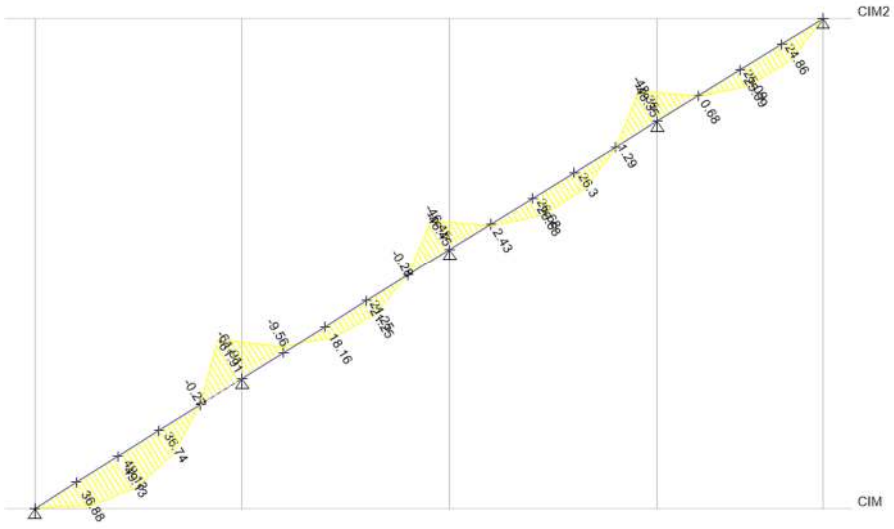


- 2.3.3 APLIACIÓN DE CARGA VIVA

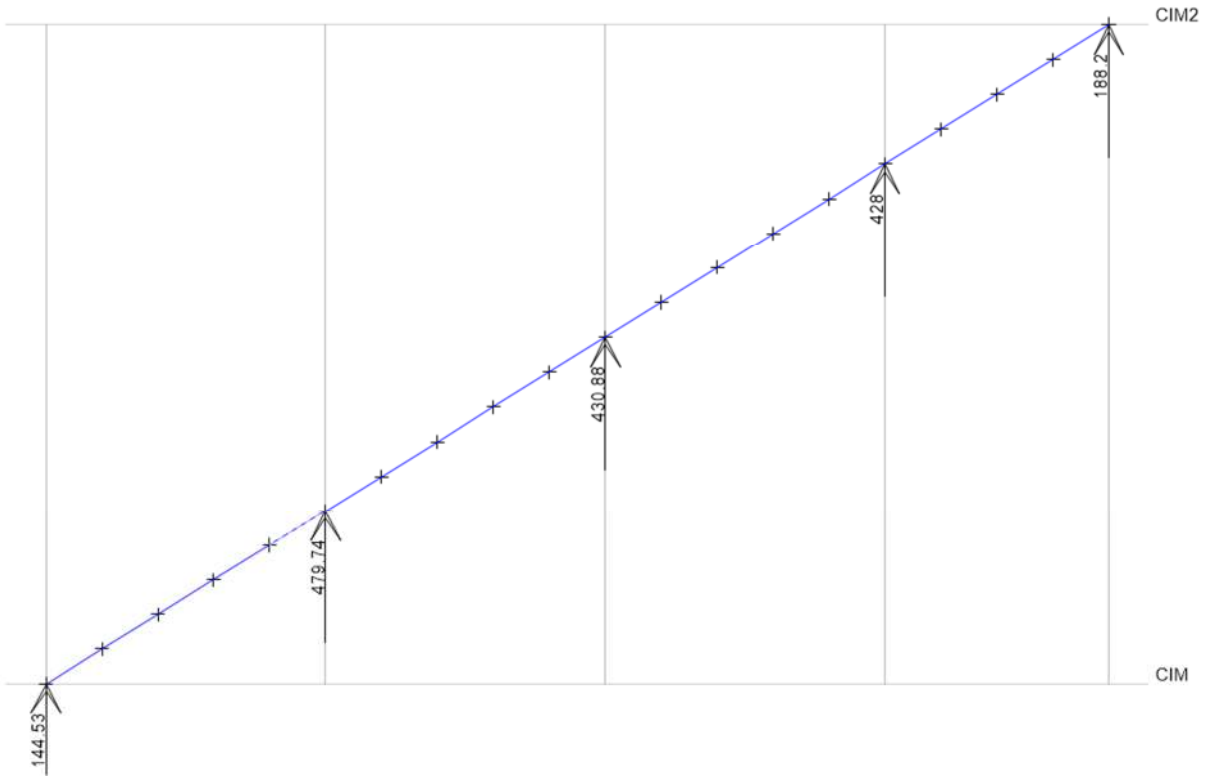


- 2.3.4 SOLICITACIONES
- MOMENTOS Y CORTANTES





- REACCIONES (CM+CV)



2.4 DISEÑO VIGA GUALDERA 4X19 cm

DISEÑO DE VIGAS EN MADERA (VIGA GUALDERA S=4X19)

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
$\delta_{ADM\ CT}$= 0.47 cm
$\delta_{ADM\ CV}$= 0.39 cm

L= 1.400 m
b= 4.00 cm
h= 19.00 cm

PP= 3.27 Kg/m
I= 2286.33 cm⁴

II. *DETERMINACIÒN DE LAS CARGAS PARA DISEÑO,*

$V_{MÀX}$=	**187.54 Kg**	VER IMAGEN MODELO
$M_{MÀX}$=	**61.91 Kg*m**	VER IMAGEN MODELO

III. *FLEXIÓN.*

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

M Nominal **276.09 Kg*m** Cumple Mn> Mu

IV. *CORTE.*

$$\tau = \frac{3*V_{MÁX}}{2*b*h}$$

τ= *3.70 Kg/cm²* < τ Admisible, Cumple

V. *DEFORMACIÓN.*

Cargas totales

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

δ= *0.0021 cm*
< δ Admisible, Cumple

Cargas vivas

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

δ= *0.044 cm*
< δ Admisible, Cumple

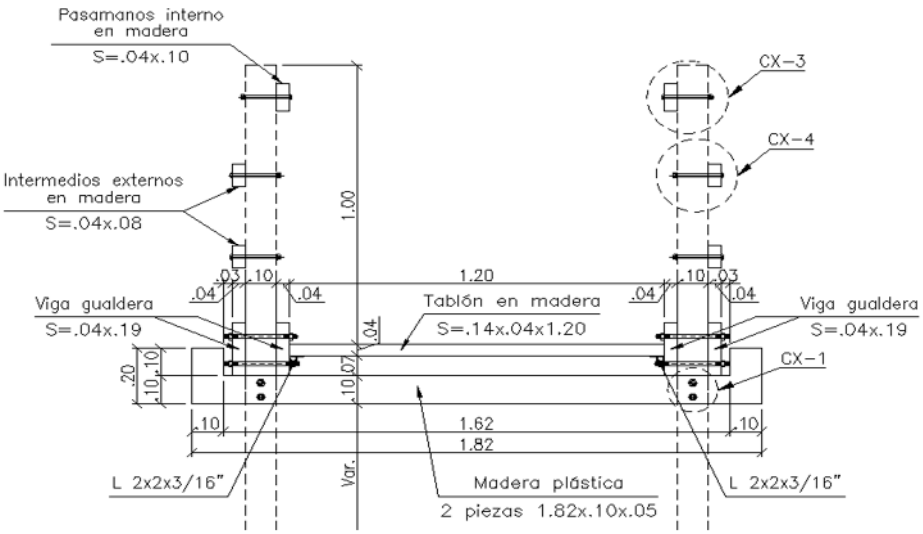
2.5 EVALUACIÒN DE CARGAS PASO EN MADERA (TABLONES S=4X14 cm).

ESCALERA SECCIÒN TIPO
CARGAS SOBRE PASO EN MADERA (Tablón S=4 X14 cm)

EVALUACION DE CARGAS

Carga Viva (CV)

500 Kg/m²



CARGAS SOBRE VIGA DE MADERA V-2

TIPO	LONG. AFERENTE (m)	CM (Kg/m)	CV (Kg/m)
Tablon S=4x14	0.14	0.00	70.00

2.6 DISEÑO PASO EN MADERA (TABLÓN 4X14 CM)

DISEÑO DE TABLON EN MADERA S=4X14

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
$\delta_{ADM\ CT}$= 0.40 cm
$\delta_{ADM\ CV}$= 0.33 cm

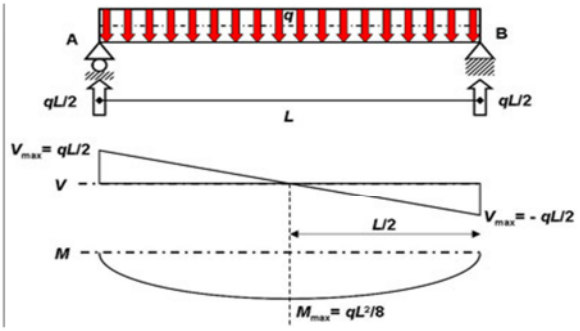
L= 1.200 m
b= 14.00 cm
h= 4.00 cm

PP= 2.41 Kg/m
I= 74.67 cm⁴

II. *DETERMINACIÒN DE LAS CARGAS PARA DISEÑO,*

CV= 70.0 Kg/m
CM= 2.4 Kg/m
W= 0.00 Kg/m

q_U =	72.41 Kg/m
$V_{MÀX}$=	43.44 Kg
$M_{MÀX}$=	13.03 Kg*m



III. *FLEXIÓN.*

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

M Nominal **42.83 Kg*m** Cumple Mn> Mu

IV. *CORTE.*

$$\tau = \frac{3*V_{MÁX}}{2*b*h}$$

τ= *1.16 Kg/cm²* < τ Admisible, Cumple

V. *DEFORMACIÓN.*

Cargas totales

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

δ= *0.29 cm*
< δ Admisible, Cumple

Cargas vivas

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

δ= *0.28 cm*
< δ Admisible, Cumple

2.7 DISEÑO BARANDA-PASA MANOS INTERNO EN MADERA S=4X10 cm

DISEÑO DE PASAMANOS INTERNO 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}= 0.47 cm

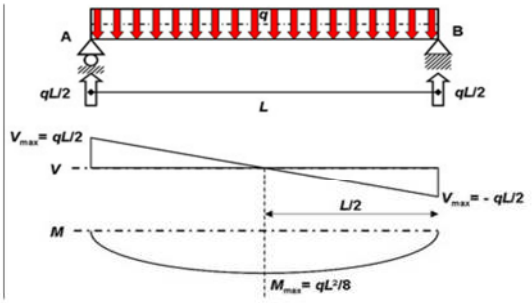
L= 1.400 m
b= 10.00 cm
h= 4.00 cm

PP= 1.72 Kg/m
I= 53.33 cm⁴

II. *DETERMINACIÒN DE LAS CARGAS PARA DISEÑO,*

CV= 100.00 Kg/m
CM= 1.72 Kg/m
W= 0.00 Kg/m

q_U =	100.00 Kg/m
$V_{MÁX}$=	70.00 Kg
$M_{MÁX}$=	24.50 Kg*m



III. *FLEXIÓN.*

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

M Nominal 33.99 Kg*m Cumple Mn> Mu

IV. *CORTE.*

$\tau = \frac{3*V_{MÁX}}{2*b*h}$

τ= 2.63 Kg/cm² < τ Admisible, Cumple

V. *DEFORMACIÓN.*

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

δ= 0.02 cm < δ Admisible, Cumple

2.8 DISEÑO BARANDA-ELEMENTOS INTERMEDIOS EXTERNO EN MADERA S=4X8 cm

DISEÑO DE INTERMEDIOS EXTERNOS 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}= 0.5 cm

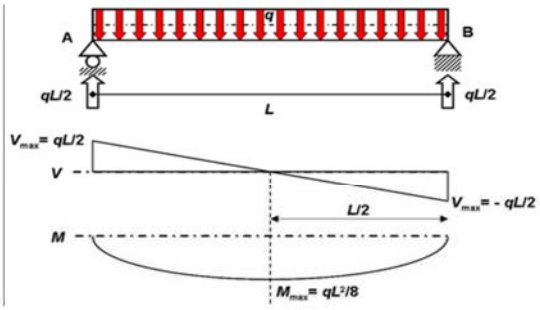
L= 1.400 m
b= 8.00 cm
h= 4.00 cm

PP= 1.38 Kg/m
I= 42.67 cm⁴

II. *DETERMINACIÒN DE LAS CARGAS PARA DISEÑO,*

CV= 83.33 Kg/m
CM= 1.38 Kg/m
W= 0.00 Kg/m

q_U =	**83.33 Kg/m**
$V_{MÁX}$=	**58.33 Kg**
$M_{MÁX}$=	**20.42 Kg*m**



III. *FLEXIÓN.*

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

M Nominal **27.19 Kg*m** Cumple Mn> Mu

IV. *CORTE.*

$$\tau = \frac{3*V_{MÁX}}{2*b*h}$$

τ= 2.73 Kg/cm² < τ Admisible, Cumple

V. *DEFORMACIÓN.*

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

δ= 0.02 cm < δ Admisible, Cumple

3 DISEÑO DE CIMENTACIÒN ESCALERA

3.1 CALCULO DE REACCIONES

CIMENTACIÓN CARGA ADMISIBLE PILOTES 10x10x160 cm

Avaluo de Cargas:

											Densidad (t/m3)		aferencia		Ton
Vigas gualderas en madera	0.04	x	0.19	x	2	x	0.43	x	1.40	=	0.009
Pasamanos interna madera	0.04	x	0.10	x	1	x	0.43	x	1.40	=	0.002
Barandas externas madera	0.04		0.08		2		0.43		1.40	=	0.004
Paso pasarela	0.04		0.6		1		0.43		1.40	=	0.014
Apoyo madera plástica	0.05	x	0.10	x	2	x	0.43		1.00	=	0.004
Peso propio pilote	0.1	x	0.1	x	1	x	0.43		3.00	=	0.013
										CM =	0.047
Carga viva Escalera			0.6				0.5		1.40	CV =	0.420
										CR =	0.467

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 0.467 T

Qadm 1 T > 0.467 T Cumple

CHEQUEO DE PILOTES -MADERA PLÀSTICA

PILOTE -MADERA PLÁSTICA Secciòn= 100 mm X 100 mm

Solicitaciòn	Esfuerzo actuante Mpa	Esfuerzo resistente Mpa		fc = P/A
Compresión	0.467	6.51	cumple	

DISEÑO DE PILOTE MADERA PLASTICA COMO PARAL BARANDA

I. *MADERA: GEOMETRÍA Y PROPIEDADES.*

ρ= 430 Kg/m³
E= 1377942518.60 Kg/m²

σ_{ADM}= 198.9 Kg/cm²
τ_{ADM}= 81.6 Kg/cm²
δ_{ADM}= 0.4 cm

L= 1.500 m
b= 10.00 cm
h= 10.00 cm

S= 1.400 m
PP= 4.30 Kg/m
I= 833.33 cm⁴

II. *DETERMINACIÒN DE LAS CARGAS PARA DISEÑO,*

CV= 100.00 Kg/m
CM= 4.30 Kg/m
W= 0.00 Kg/m

q_U =	100.00 Kg/m
$V_{MÁX}$=	140.00 Kg
$M_{MÁX}$=	210.00 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 331.58 Kg*m Cumple Mn> Mu

IV. *CORTE.*

$\tau = \frac{3*V_{MÁX}}{2*b*h}$

τ= 2.10 Kg/cm² < τ Admisible, Cumple

V. *DEFORMACIÓN.*

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

δ= 0.01 cm < δ Admisible, Cumple

4 DISEÑO DE CONEXIONES

4.1 UNIÒN ENTRE VIGAS DE MADERA PLASTICA Y PILOTES MADERA PLÁSTICA

CONEXIÓN 1 A CORTANTE- UNION ENTRE VIGAS MADERA PLASTICA Y PILOTE MADERA PLASTICA

SOLICITACIONES:

V_u: 10585.53 N

MATERIALES:

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

ESFUERZO MAXIMO DE DISEÑO:

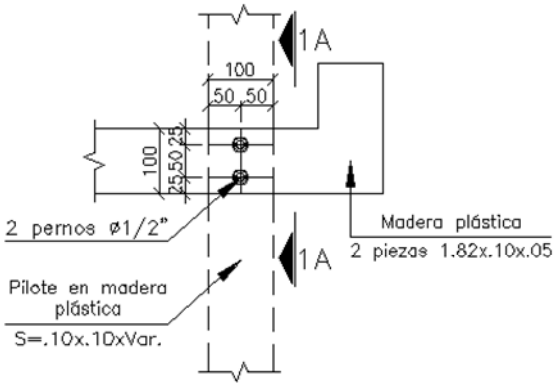
Pernos

Son: 2.00 ϕ = 1/2" Área = 126.68 mm²

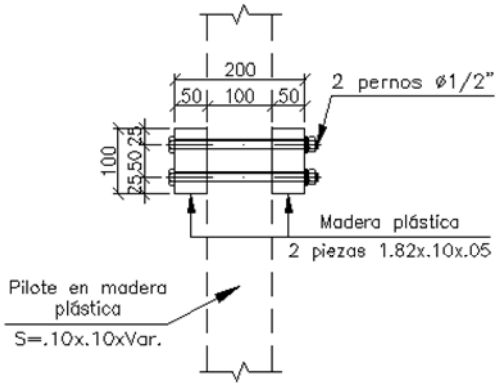
Pernos a cortante: 2.00

DISEÑO DE PERNOS:

Cortante: $\Sigma\phi P_v$ = 62705.05 N > 10585.53 N **OK**



CONEXIÓN CX-1 – ALZADO
ESCALA 1:10
(Medidas en mm)



CORTE 1A-1A
ESCALA 1:10
(Medidas en mm)

4.2 UNIÒN ENTRE VIGAS GUALDERA MADERA A PILOTES MADERA PLASTICA

CONEXIÓN 2 A CORTANTE- UNION ENTRE VIGA GUALDERA MADERA S=4X19 Y PILOTE MADERA PLASTICA

SOLICITACIONES:

V_u: 7057.02 N

MATERIALES:

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

ESFUERZO MAXIMO DE DISEÑO:

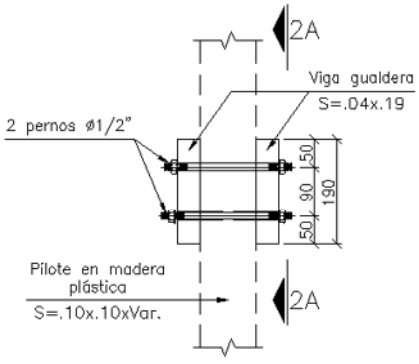
Pernos

Son: 2.00 ϕ = 1/2" Área = 126.68 mm²

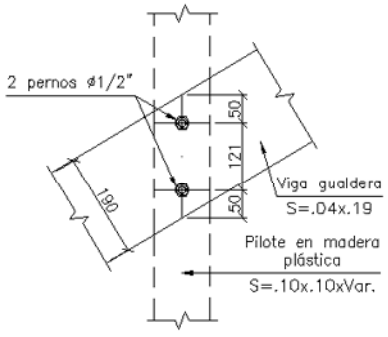
Pernos a cortante: 2.00

DISEÑO DE PERNOS:

Cortante: $\Sigma\phi P_v$ = 62705.05 N > 7057.02 N **OK**



CONEXIÓN CX-2 – ALZADO
ESCALA 1:10
(Medidas en mm)



CORTE 2A–2A
ESCALA 1:10
(Medidas en mm)

4.3 UNIÒN ENTRE VIGAS MADERA BARANDAS A PILOTES MADERA PLASTICA

CONEXIÓN 3 Y 4 A CORTANTE- UNION ENTRE VIGA PASAMANOS EN MADERA Y PILOTE MADERA PLASTICA

SOLICITACIONES:

V_u: 2100.00 N

MATERIALES:

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

ESFUERZO MAXIMO DE DISEÑO:

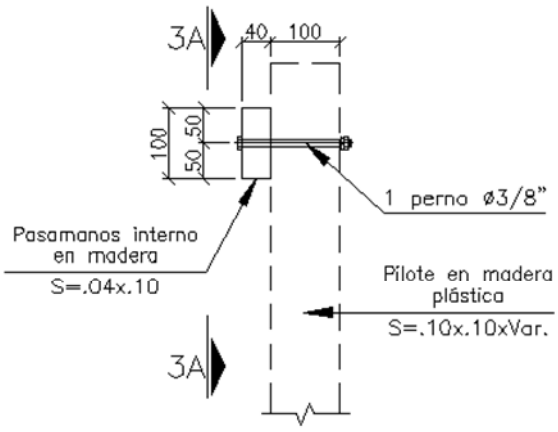
Pernos

Son: 2.00 ϕ = 3/8" Área = 71.33 mm²

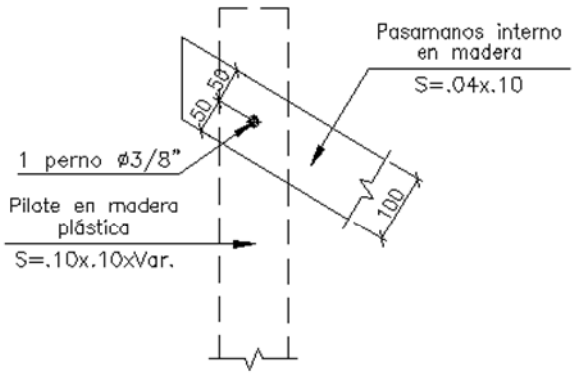
Pernos a cortante: 1.00

DISEÑO DE PERNOS:

Cortante: $\Sigma\phi P_v$ = 17654.32 N > 2100.00 N **OK**



CONEXIÓN CX-3 – ALZADO
ESCALA 1:10
(Medidas en mm)



CORTE 3A-3A
ESCALA 1:10
(Medidas en mm)

4.4 UNIÒN ENTRE PASO MADERA A VIGA GUALDERA

CONEXIÓN 5 A CORTANTE UNION ENTRE PASO EN MADERA A VIGA GUALDERA 4X19

SOLICITACIONES:

V_u: 1303.34 N

MATERIALES:

Angulo	A-36	Fy =	25.49 kg/mm²	Fu =	41.81 kg/mm²
			250008.87 kN/m²		410014.98 kN/m²
Pernos	A-325	Rn =	330.00 N/mm2	Según tabla F.2.8 (NSR-10)	

ESFUERZO MAXIMO DE DISEÑO:

Pernos

Son: 2.00 ϕ = 3/8" Área = 71.33 mm²

Pernos a cortante: 2.00
Pernos aplastamiento: 1.00

Angulo 2" X 3/16"
N= 50.80 mm B= 101.60 mm t= 4.76 mm

DISEÑO DE PERNOS:

Cortante:	$\Sigma\phi P_v$ =	35308.63	N	>	1303.34 N	**OK**

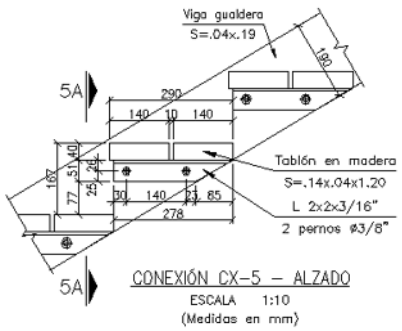
DISEÑO DE PLATINA:

Distancia horizontal al borde:

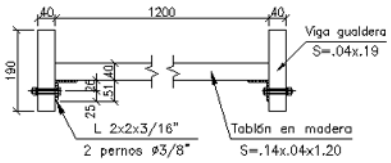
C = 25.00 mm S = 0.00 mm

A_{gv} =	238.13	mm²	Agt=	238.13	mm²
Anv=	238.13	mm²	Ant=	185.18	mm²

Aplastamiento:	$\Sigma\phi P_p$ =	34155.76 N	>	1303.34 N		**OK**
Fluencia a cortante:	$\Sigma\phi P_f$ =	66610.35 N	>	1303.34 N		**OK**
Fractura a cortante:	$\Sigma\phi P_{fr}$ =	81072.89 N	>	1303.34 N		**OK**
Bloque de cortante:	$\Sigma\phi P_b$ =	90329.04 N	>	1303.34 N		**OK**



CONEXIÓN CX-5 – ALZADO
ESCALA 1:10
(Medidas en mm)



CORTE 5A–5A
ESCALA 1:10
(Medidas en mm)

5 CONCLUSIONES

Para el desarrollo estructural de la escalera-sendero se recibieron los diseños arquitectónicos, los cuales fueron base para determinar la composición de los elementos que conforman la escalera. 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 escalera 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.