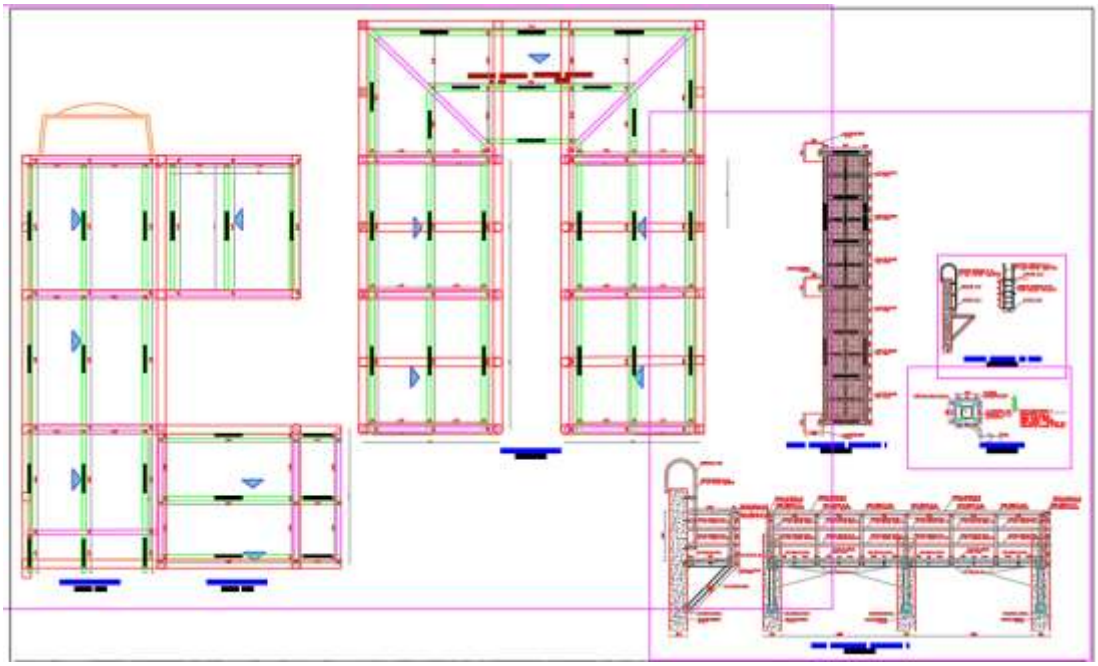
INFORME REVISION ESTRUCTURAL CAMBIO TEJA DE CUBIERTA Y PLATAFORMAS DE EQUIPOS EN PEREIRA RISARALDA



ING GABRIEL ANGULO J

REVISOR ESTRUCTURAL

MAT 2520251849 CND

FEBRERO DE 2026 REV-0

GENERALIDADES.

1- OBJETIVO

El objeto de esteinforme es revisar los diseños estructurales de la cubierta y plataformas, con detalles constructivos basados en la norma actual para edificios NSR10.en la ciudad de Pereira departamento del Risaralda en el Instituto de medicina legal.

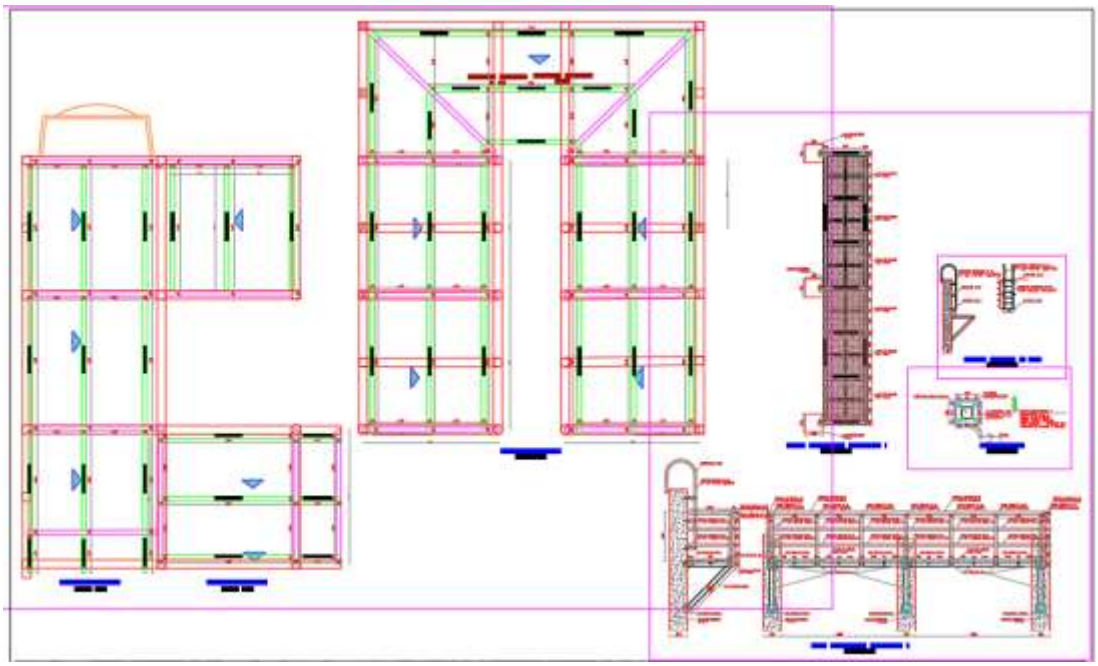


Fgura-1 Localización general

2- ALCANCE

El presente informe es la inspeccion y valoración de la estructura metalica de cubierta y plataformas, bajo las normas de diseño vigentes en Colombia NSR10.
Para la revisión por parte de esta consultoría se solicitaron los siguientes documentos
-Memorias de cálculo con entrada de datos y diseños de la estructura de cubierta y plataformas

Asi mismo se solicito peso de equipos y su distribución y tipo de teja para cambiar
-Planos arquitectónicos completos con cortes y fachadas donde se definan claramente las implantaciones y niveles de las diferentes torres. (NO SE ENTREGO O NO HAY)
-Planos estructurales completos donde figuren plantas, cortes y niveles estructurales.
Una vez recibido estos documentos se procedió a la revisión estructural, conforme a las normas exigidas por el código de diseño sísmico de edificios.NSR10
-Estudio de suelos completos con ensayos de laboratorio y recomendaciones de cimentación.(NO SE ENTREGO)
Básicamente el sistema estructural planteado por el diseñador para soportar las cargas verticales (carga muerta y carga viva) estáticas y de viento.
En su tipología básica la estructura presenta una cubierta de varias aguas tal como se muestra a continuación:



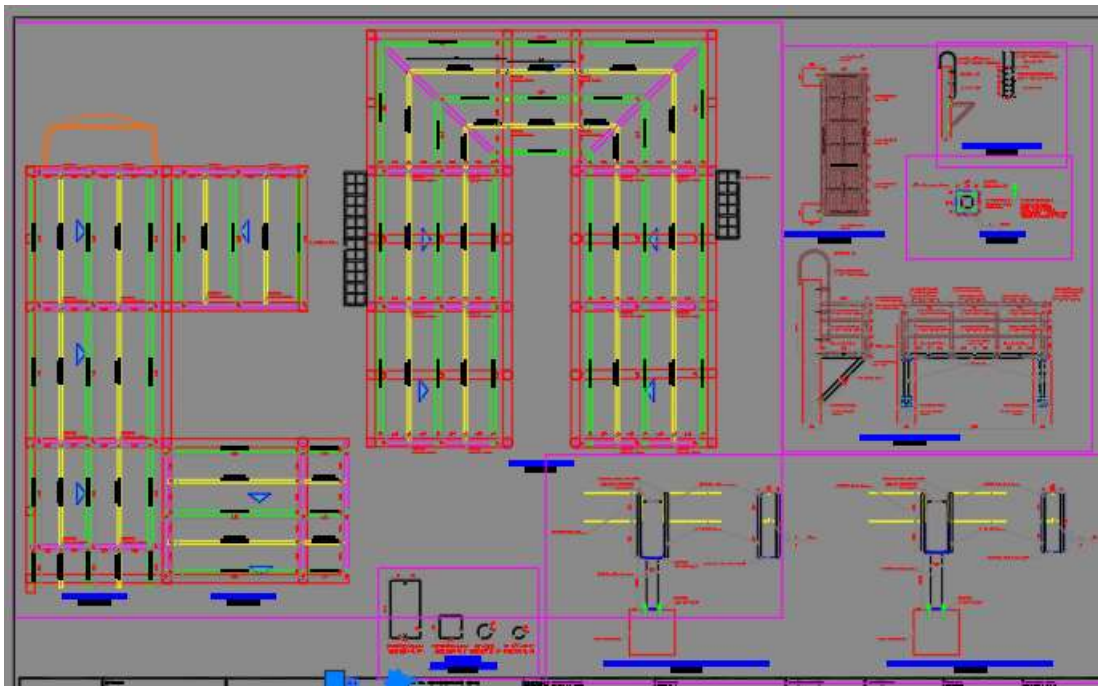


Figura-2 Tipología de la estructura, de las memorias de cálculo.

A.10.1 — PROPÓSITO Y ALCANCE

A.10.1.1 — GENERAL — El presente Capítulo establece los criterios y procedimientos que se deben seguir para evaluar la vulnerabilidad sísmica y adicionar, modificar o remodelar el sistema estructural de edificaciones existentes diseñadas y construidas con anterioridad a la vigencia de la presente versión del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes.

A.10.1.2 — PROPÓSITO — Una edificación que se intervenga siguiendo los requisitos aquí presentados debe ser capaz de resistir temblores pequeños sin daño, temblores moderados sin daño estructural, pero con algún daño en elementos no estructurales, y temblores fuertes sin colapso.

A.10.1.3 — ALCANCE — Los requisitos dados en este Capítulo deben ser utilizados para llevar a cabo la evaluación del comportamiento sísmico y el diseño de la intervención, reparación o refuerzo de la estructura de edificaciones existentes antes de la vigencia de la presente versión del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes que se modifiquen o rehabiliten en el territorio nacional.

3- NORMAS Y REGLAMENTOS APLICABLES.

Portland cement Association-PCA 1992/1984
Norma ICONTEC
Normas colombiana de diseño Sísmico de Edificios NSR10.
Normas AWS D1.1. Para soldaduras y procedimientos

AISC American Institute of Steel Construction 2002
ACI 318-19 American concrete institute

4- MATERIALES UTILIZADOS PARA LA VALORACION

NSR- 10: C.8.5 - Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad para el concreto (1440 kg/m3 < Wc < 2560 kg/m3) puede tomarse como:

$$\mathbf{E_c = Wc^{1.5} 0.043 \sqrt{f'_c} \ en\ MPa}$$

Para concreto de densidad normal, Ec puede tomarse como: $\mathbf{E_c = 4700\sqrt{f'_c}\ en\ MPa}$

En caso de que no se disponga de este valor experimental, para concretos cuya masa unitaria varíe entre 1400 y 2460 kg/m3, puede tomarse como:

$\mathbf{E_c = Wc^{1.5} 0.047 \sqrt{f'_c}\ en\ MPa}$ (Para agregado grueso de origen igneo)

$\mathbf{E_c = Wc^{1.5} 0.041 \sqrt{f'_c}\ en\ MPa}$ (Para agregado grueso de origen metamorfico)

$\mathbf{E_c = Wc^{1.5} 0.031 \sqrt{f'_c}\ en\ MPa}$ (Para agregado grueso de origen sedimentario) (Valor medio, sin distinguir por tipo de agregado)

$\mathbf{E_c = Wc^{1.5} 0.034 \sqrt{f'_c}\ en\ MPa}$

f'c	Wc	MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO			
(Mpa)	(Mpa)	$Wc^{1.5}0.031\sqrt{f'_c}$	$Wc^{1.5}0.034\sqrt{f'_c}$	$Wc^{1.5}0.041\sqrt{f'_c}$	$Wc^{1.5}0.047\sqrt{f'_c}$
21	2400.00	16702.76	18319.15	22090.75	25323.54
28	2400.00	19286.68	21153.14	25508.20	29241.10
35	2400.00	21563.17	23649.93	28519.03	32692.55
50	2400.00	25772.92	28267.07	34086.76	39075.07

5- ***Cuando no se disponga del valor de la masa unitaria del concreto, puede utilizarse:***

$\mathbf{E_c = 5500\sqrt{f'_c}\ en\ MPa}$ (Para agregado grueso de origen igneo)

$\mathbf{E_c = 4700\sqrt{f'_c}\ en\ MPa}$ (Para agregado grueso de origen metamórfico)

$\mathbf{E_c = 3600\sqrt{f'_c}\ en\ MPa}$ (Para agregado grueso de origen sedimentario)

$\mathbf{E_c = 3900\sqrt{f'_c}\ en\ MPa}$ (Valor medio, sin distinguir por tipo de agregado)

f'c	MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO			
(Mpa)	$3600\sqrt{f'_c}$	$3900\sqrt{f'_c}$	$4700\sqrt{f'_c}$	$5500\sqrt{f'_c}$
21	16497.27	17872.05	21538.11	25204.17

PARA EL PRESENTE PROYECTO SE UTILIZO CONCRETO DE 21 MPa E=17872 MPa

PARA EL PRESENTE PROYECTO SE UTILIZO CONCRETO DE 28 MPa E=20637 MPa

ACERO DE REFUERZO

Las barras de refuerzo deben ser corrugadas, de acero de baja aleación que cumplan con la norma NTC-2289.

Barras de refuerzo corrugado: Fy: 420 [MPa]

En el momento que es colocado el concreto, el refuerzo debe estar libre de barro, aceite u otros recubrimientos no metálicos que reduzcan la adherencia; tal como se indica en C.7.4.1.

El refuerzo debe colocarse con precisión y estar adecuadamente asegurado antes de colocar el concreto, y debe fijarse para evitar su desplazamiento dentro de las tolerancias aceptables.

	Tolerancia en d	Tolerancia en el recubrimiento especificado del concreto
d ≤ 200 mm	± 10 mm	- 10 mm
d > 200 mm	± 13 mm	- 13 mm

Excepto que la tolerancia para la distancia libre al fondo de las cimbras debe ser menos 6 mm. Además, la tolerancia para el recubrimiento tampoco debe exceder menos 1/3 del recubrimiento del concreto especificado en los planos y especificaciones.

Acero estructural

Perfiles estructurales

Tubería acero al carbón SCH 40 ASTM A53 GrB
Resistencia a la fluencia $F_y = 296\ MPa\ (53\ ksi)$
Perfiles originales ASTM A572 Gr.50 o A36
Resistencia a la fluencia $F_y = 350\ MPa\ (53\ ksi)$

Resistencia última a la tensión $F_u = 422\ MPa$
Módulo de elasticidad $E = 200\ GPa$
Tubos cuadrados de 150x150 ASTM A500 Grado C
Peso unitario $\gamma_{steel} = 78.50\ kN/m^3$

Pletinas y perfilería menor

Calidad del acero	ASTM A36 (NTC 1920)
Resistencia a la fluencia	$F_y = 250\ MPa$
Resistencia última a la tensión	$F_u = 400\ MPa$
Módulo de elasticidad	$E = 200\ GPa$
Peso unitario	$\gamma_{steel} = 76.97\ kN/m^3$

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS DEL ACERO

Cimientos:	7.5	[cm]
Cimientos sobre solado	5.0	[cm]
Losas entrepiso:	2.5	[cm]
Muros de corte:	3.5	[cm]

6- REVISION CARGAS DE LA ESTRUCTURA

En el ultimo comunicado el conctratista presenta el siguiente avaluo de cargas muertas y vivas

En la condición actual, la carga muerta (DL) es de 0.063 T/m². Con la adecuación propuesta, que contempla el reemplazo de la teja existente por un sistema más liviano, la sustitución del cielo raso y el retiro de equipos apoyados sobre la cubierta, la carga muerta se reduce a 0.055 T/m², lo que representa una disminución absoluta de 0.008 T/m² y **una reducción relativa del 12.7%** respecto a la condición existente:

$$\frac{0.063 - 0.055}{0.063} \times 100 = 12.7\%$$

Desde el punto de vista estructural, esta reducción implica que la adecuación alivia el sistema resistente actual, razón por la cual no se requiere ningún tipo de refuerzo en cerchas, columnas, vigas ni cimentaciones para ejecutar la intervención propuesta.

En relación con la posible instalación de paneles solares, se precisa que esta corresponde a una opción futura, no vinculante ni garantizada. En caso de que se decida implementar, la carga muerta pasaría de 0.063 T/m² (estado actual) a 0.070 T/m², lo que equivale a un incremento absoluto de 0.007 T/m² y **un incremento relativo del 11.1%** respecto a la condición existente:

$$\frac{0.070 - 0.063}{0.063} \times 100 = 11.1\%$$

Este escenario más exigente fue adoptado de manera conservadora para el diseño de las correas nuevas y la verificación de las correas existentes, comprobándose que ambas cumplen con los criterios de resistencia y servicio establecidos por la normativa vigente. En todo caso, este incremento controlado no implica la necesidad de reforzar los elementos estructurales principales (cerchas, columnas y sistema portante), ya que las cargas globales se mantienen dentro de rangos admisibles para la estructura.

Cabe señalar que las cargas empleadas en esta evaluación son valores aproximados y deliberadamente conservadores, definidos por encima de los pesos típicos indicados en fichas técnicas, con el fin de cubrir posibles variaciones por tolerancias de fabricación, errores de producción, humedad, suciedad, accesorios adicionales y condiciones de montaje. Finalmente, aunque la teja propuesta es más liviana, su fabricante exige menores luces entre apoyos, por lo que se proyecta la instalación de correas adicionales para reducir la separación entre ellas, garantizando un comportamiento estructural adecuado, control de deformaciones y una correcta transmisión de cargas hacia la estructura principal.

Son cargas sobre valoradas

CARGAVIVA

Carga viva (Lr) ..... 0.100 T/m^2

CARGA POR SISMO

No la comtempla

CARGAD E VIENTO

Carga viento (Lw) ..... 0.040 T/m^2

7- REVISION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

El contratista hace revision de correas y plantea q no es necesario revisar las cerchas principals

8- CONCLUSIONES

- . No presenta un analisis de carga real conforme a las fichas técnicas de diseño.En una revisión y cambio de cargas se deben valorar las cargas reales para plantear el diseño q se requiera
- La teja a colocar es según la ficha técnica ,la siguiente tabla

KingRoof® - Ficha técnica

Sistemas de paneles aislados

Peso del panel (Kg./m²)

Espesor de acero (CAL)	18	30	40	50	60	80	100
28/28	7,01	7,46	7,85	8,22	8,6	9,36	9,92
26/28	7,78	8,16	8,54	8,92	9,30	10,06	10,62
24/28	8,85	9,27	9,65	10,03	10,41	11,17	11,72

El diseñador en su analisis toma 5 Kg/m^2 y deberia ser 7,85 Kg/m^2 ,

- Las cubiertas metálicas se deben valorar y revisar para cargas sísmicas, el concepto empleado por el diseñador de q es un elemento no estructural no esta de acuerdo con la norma NSR10.Se cita el numeral de la norma q contempla q si se deben considerar para las cubiertas metálicas de edificaciones las cargas sísmicas , y mas aun cuando Pereira esta en zona de riesgo sísmico alto

A.3.6.8 — DIAFRAGMAS — En las zonas de amenaza sísmica intermedia y alta, en el diseño de los pisos y cubiertas que actúan como diafragmas debe tenerse en cuenta lo siguiente:

A.3.6.8.1 — La deflexión en el plano del diafragma no debe exceder la deflexión permisible de los elementos que estén adheridos a él. La deflexión permisible debe ser aquella que permita a los elementos adheridos mantener su integridad estructural bajo las fuerzas impuestas.

A.3.6.8.2 — Los diafragmas de piso o de cubierta deben diseñarse para que sean capaces de resistir las fuerzas causadas por la aceleración en cada nivel, expresada como una fracción de la gravedad, determinada por medio de la siguiente ecuación:

$$a_i = A_s + \frac{(S_a - A_s)h_i}{h_{eq}} \qquad h_i \le h_{eq}$$

$$a_i = S_a \frac{h_i}{h_{eq}} \qquad h_i \ge h_{eq} \qquad \text{(A.3.6-3)}$$

Las cubiertas metálicas deben diseñarse considerando cargas sísmicas para garantizar la seguridad estructural. Aunque ligeras, las fuerzas inerciales generadas por un terremoto pueden

superar las cargas de diseño por viento. El acero estructural proporciona ductilidad y flexibilidad, pero requiere un diseño sismorresistente que cumpla normativas locales (como NSR-10).
Aspectos clave para el diseño sísmico de cubiertas metálicas:

- **Ductilidad y Tenacidad:** El acero permite deformaciones sin colapso inmediato, absorbiendo energía sísmica gracias a su alta ductilidad y tenacidad.
- **Diseño Sismorresistente (NSR-10, ASTM):** Es obligatorio cumplir con las normativas nacionales que aseguran que columnas y vigas estén conectadas estratégicamente para resistir cargas laterales.
- **Geometría Regular:** Se recomienda el uso de figuras geométricas regulares, ya que poseen mayor estabilidad frente a movimientos sísmicos.
- **Compatibilidad de Deformaciones:** Es fundamental considerar cómo interactúa la estructura de la cubierta con los muros (mampostería, por ejemplo) para asegurar que el sistema global resista la demanda sísmica.
- **Conexiones Seguras:** Las uniones entre elementos estructurales de la cubierta son puntos críticos que deben ser diseñados para evitar el colapso.
- **Influencia de la Masa:** Aunque el acero es ligero, se debe calcular la fuerza sísmica, ya que la masa total, aunque pequeña, afecta la respuesta de la estructura.

El cumplimiento de estas normas es fundamental en regiones sísmicas para prevenir el colapso y daños graves en las construcciones.

- . Se evaluo unicamente las correas metálicas existentes y no las cerchas principales, según la norma se deben evaluar todos los elementos que componen la estructura al plantear un cambio de cargas, no se puede evaluar unicamente las correas y decir q las cerchas cumplen se debe demostrar con el debido análisis de diseño
- Se complementaron los diseños de conexiones para las correas y sus elementos pero no analisa para las diferentes combinaciones.
- La estructura cumple sobradamente con las deformaciones para cargas vivas de elementos de cubierta
- Asi mismo para las plataformas el nivel de esfuerzos entregados no supera el 41% de la relación de capacidad del elemento, se cita lo entregado por el diseñador

Table: Steel Design 1 - Summary Data - AISC 360-16, Part 1 of 2

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType
1	PTE100x100-3.0mm	Beam	No Messages	0.180522	PMM
2	PTE100x100-3.0mm	Beam	No Messages	0.404489	PMM
3	PTE100x100-3.0mm	Beam	No Messages	0.180522	PMM
4	PTE100x100-3.0mm	Beam	No Messages	0.38138	PMM
5	PTE100x100-3.0mm	Brace	No Messages	0.375754	PMM
6	PTE100x100-3.0mm	Brace	No Messages	0.375754	PMM
7	PTE100x100-3.0mm	Beam	No Messages	0.047195	PMM
8	PTE100x100-3.0mm	Beam	No Messages	0.047195	PMM

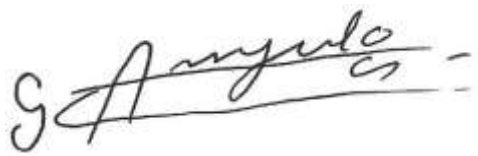
- Asi mismo en el diseño de las placas de apoyo y conexiones se deben revisar para varias combinaciones de carga

- Conforme a los resultados anteriores especificados y revisados por esta consultoria no se aprueba la solucion planteada , pues se deben realizar varios ajustes para su aprobacion

9- RECOMENDACIONES

- Realizar el diseño de la cubierta en un modelo en 3D donde se contemplen todos los elementos de la misma, donde se aprecien las pendientes y las respectivas aplicaciones de carga contemplando cargas estaticas y dinamicas con sus respectivas combinaciones dadas en el titulo B de la NSR10.
- Realizar una revision de las paltaformas para ajustar un nivel de relacion de esfuerzos cercano al 70% y verificaando q cumpla deformaciones y deflexiones
- Si bien hicieron los ensayos de nucleos de concreto no se presenta evalucion de las vigas de concreto reforzadas con la nueva impletacion de apoyo de los pedestales metalicos.Se recomienda hacer la respectiva valoracion de estas vigas
- Realizar ensayos de esclerometria y radiografia para saber refuerzo longitudinal de vigas y flejes de vigas de concreto , para su respectiva evaluacion de la nueva propuesta

Cualquier inquietud o aclaracion adicional a este comunicado esta consultoria lo atendera con mucho gusto
Sin otro particular



Gabriel Angulo Jaramillo
Especialista estructural
Mat. 2520251849 CND


REPUBLICA DE COLOMBIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería
y Arquitectura
INGENIERO CIVIL
18/08/94
ANGULO JARAMILLO
GABRIEL
79.153.436
ESCUELA COL DE INGENIE

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3648708

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que GABRIEL ANGULO JARAMILLO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 79153490, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-51849 desde el 18 de Agosto de 1994, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 149.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los treinta (30) días del mes de Mayo del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.