

DISEÑO GEOMÉTRICO

PROYECTO CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DEL JARILLON DE ISLA GRANDE EN EL MUNICIPIO DE MAGANGUE - BOLIVAR

INGENIERO CIVIL

EVER OTERO. REYES

MAGANGUE - 2023

1. JARILLON

“El término dique como se usa aquí, se define como un muro de retención, cuyo propósito principal es proporcionar protección contra las inundaciones y por lo tanto a niveles estacionales altos, por tanto, está sujeta a una carga de agua durante períodos de sólo unos pocos días o semanas al año.

Los diques que están sujetos a una carga de agua durante períodos prolongados (más de los requisitos normales de protección contra inundaciones) o permanentemente deben estar diseñados con otros criterios.” (USACE, 2000).

A pesar de que los diques son similares a las pequeñas represas de tierra, difieren en los siguientes aspectos:

- (a) un dique puede saturarse por sólo un corto período de tiempo más allá el límite de saturación capilar,
- (b) la alineación del dique está dictada principalmente por las exigencias de protección de inundación, que a menudo se traduce en la construcción de cimentaciones pobres,
- (c) Los materiales de construcción se obtienen generalmente de pozos de poca profundidad o de canales excavados adyacentes al dique, que producen material de relleno que puede ser muy heterogéneo y lejos de ser ideal. La selección de la sección de un dique a menudo se basa en las propiedades del material”. (USACE, 2000)

“Hay numerosos factores que deben considerarse en el diseño de diques. Estos factores pueden variar de un proyecto a otro, y no se puede especificar paso a paso el procedimiento que cubra los detalles de un proyecto en particular. Sin embargo, es posible presentar las medidas generales y lógicas basadas en proyectos exitosos que se pueden seguir para el diseño de diques y se puede utilizar como una base para el desarrollo de procedimientos más específicos para cualquier proyecto en particular”. (USACE, 2000)

A continuación se desarrolla en detalle los elementos relacionados a un jarillón, como lo son sus partes, mecanismos de falla.

1.1 PARTES DE UN JARILLON

Las partes de las cuales se compone un jarillón dependen de los requerimientos de diseño, ya que dependiendo del sitio y de la funcionalidad de la estructura se decide que partes son importantes de colocar.

Para diseñar los jarillones se debe tener en cuenta la influencia del flujo en la estructura y el análisis geotécnico de estabilidad del talud. Las partes de los jarillones que se pueden diseñar son en general todas las que lo componen que se pueden observar en la Figura 1.

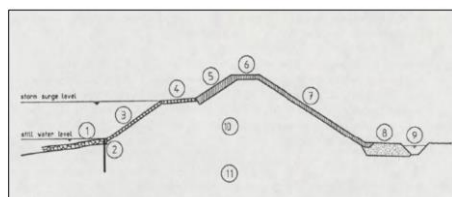


Figura 1. Sección tipo de un jarillon

Donde:

1. Protección (Riprap) de la parte baja del jarillón de las corrientes de agua. En general pueden ser geotextiles o grava. La protección de la parte baja del río hace parte del revestimiento que se le da al Jarillón, normalmente consiste en una capa de geotextil recubierta por material granular, tiene como fin evitar la erosión del río. (Ciria, 2002), en la Figura 2 se observa dicho hito.

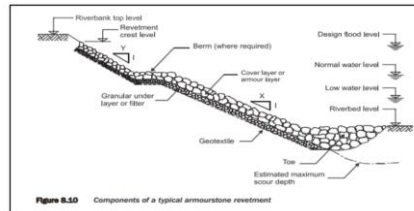


Figura 2. Protección parte baja de un jarillon

2. Pie de la estructura. Generalmente se usan troncos de madera con un recubrimiento contra la humedad o pantallas de concreto, sin embargo se ha demostrado que con solo madera cumple su función de evitar la erosión en el pie del jarillón.

Ciria (2002) Es la parte más importante de la estructura del Jarillón y su revestimiento varía de acuerdo con la erosión que pueda presentarse:

No significativa: No necesita revestimiento.

Significativo: Cama protectora contra la erosión, se ubica entre el lecho del río y el Jarillón,

Significativo: Revestimiento extendido, se usa con el fin de evitar erosión a largo plazo Gráficamente se observa en la Figura 3.

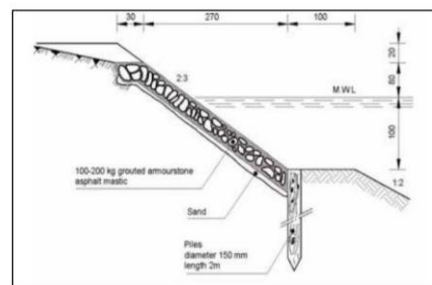


Figura 3. Típico pie de un jarillon

3. Revestimiento de la banca del río. Se puede hacer en muchos materiales como concretos o vegetación, el objetivo de este es evitar la erosión en la banca del río o cuerpo de agua debido al flujo del cauce en esta zona.
4. Berma. No todos los jarillones tienen, sin embargo aquellos que si generalmente están cubiertas de bloques de concreto.

Se ubica entre la pendiente mayor y la pendiente menor del revestimiento. Generalmente se usa un material diferente en esta zona de transición que tiene como función servir de plataforma para el mantenimiento del Jarillón además de que aportan estabilidad durante su proceso de construcción y durante su funcionamiento (Ciria, 2002). Puede haber dos tipos de berma:

Ancha: Usada como plataforma para mantenimiento.

Angosta: Usada para marcar la transición entre el lecho natural del río y el revestimiento.

El ancho de berma mínimo para la zona entre el jarillón y el río es de 12.2 m, adicionalmente existe una berma que parte del jarillón hacia zonas urbanas de un ancho de 30.5 m aunque se debe buscar que sea lo mayor posible. (USACE, 2000), en Colombia según la normatividad de la CAR el ancho de berma mínimo es de 15 m. Cabe resaltar que bajo condiciones de topográfica y geomorfológica del terreno dicho ancho de berma no puede ser respetado.

5. Pendiente superior externa. Suele cubrirse con vegetación

En algunos casos se reglamenta la pendiente que deben tener los jarillones sin embargo estos datos no están basados en datos científicos, sino que son el resultado de la experiencia, las características del material del terreno junto con el material del jarillón y de la disponibilidad económica del proyecto. Aun así las pendientes que se recomiendan se observan en la Tabla 1.

Tipos de casos		Homogéneo o modificado				Modificado homogéneo			
Propósito		Detención o almacenamiento				Almacenamiento			
Sujeto a desembalse rápido		NO				SI			
Clasificación del Suelo		GW	GC	CL	CH	GW	GC	CL	CH
		GP	GM	ML	MH	GP	GM	ML	MH
		SW	SC			SW	SC		
		SP	SM			SP	SM		
Altura de jarillón (m) y Pendiente									
0-3	U/S	P	2.5:1	2.5:1	3.5:1	P	3:1	3.5:1	4:1
	D/S		2:1	2:1	2.5:1		2:1	2.5:1	2.5:1
3-7	U/S	P	2.5:1	3:1	3:1	P	3.5:1	4:1	4:1
	D/S		2.5:1	2.5:1	3:1		2.5:1	3:1	3:1
7-10	U/S	P	3:1	3:1	3.5:1	P	3.5:1	4:1	4:1
	D/S		3:1	3:1	3:1		3:1	3.5:1	3.5:1

Tabla 1. Pendientes comunes en jarillones

En la tabla anterior U/S corresponde a la pendiente de subida y D/S a la pendiente de bajada; P corresponde a suelos permeables.

Además, Ciria (2002) propone que las pendientes deben estar en función de:

- Sismicidad del lugar, mayores pendientes para zonas con baja actividad.
- Tiempo de retención del agua, para tiempos cortos se pueden usar pendientes menores.
- De acuerdo con el riesgo de deslizamiento, es decir incorporar el concepto de estabilidad,
- Material del jarillón

6. Cresta. Generalmente cubierto con vegetación excepto en aquellos casos donde haya una vía en la parte superior del jarillón.

Los jarillones deben estar seguros para dos casos distintos, el primero es que el agua no los sobrepase, y el segundo es que el flujo a través de ellos no los afecte. Debido a eso se reglamenta que la cresta debe estar 1 m por encima del nivel del agua. (Lewis, 2002). Aunque en algunos casos se diseña para soportar ciertos niveles que lo sobrepasen, bajo esta premisa se debe considerar una estructura de control adicional.

Por otra parte la propuesta de (Ciria, 2002) es de un borde libre entre 0.3 m y 0.5 m teniendo en cuenta que este valor puede subir de acuerdo al registro histórico del río. Además da una serie de variables para analizar cómo:

- Diseño del flujo o de la corriente del río.
- Asentamiento.
- Variabilidad climática
- Oleaje producido por el viento.

Pero se propone una ecuación bastante sencilla para este cálculo siguiendo el lineamiento de Lewis (2002) en la Ecuación 1.

$$\text{Ancho de cresta (m)} = H - 1 \text{ (Ecuación 1)}$$

Esta ecuación relaciona el ancho de la cresta con la altura del Jarillón, sin embargo independientemente de la altura del jarillón el ancho de cresta recomendable es de 2 m ya que con eso se garantiza que la maquinaria que lo esté construyendo pueda moverse libremente en la cresta en caso de ser necesario, por lo tanto la dimensión de la cresta será mínimo 2 m.

Basándose en la Ecuación 9 se han hecho algunas de las alturas más comunes y sus correspondientes anchos de cresta, se observa en la Tabla 2.

Altura de jarillón (m)	Ancho de Cresta (m)
3	2
4	3
5	4
6	5
7	6
8	7
9	8

7. Vertiente interna. No necesita de una protección fuerte ya que no se espera contacto permanente del agua en ese lado, las pendientes de bajada correspondiente a la pendiente de la vertiente interna se pueden observar en la Tabla 2.
8. Drenaje. Es importante para manejar la infiltración del agua en el jarillón, usualmente encontramos tres tipos de drenajes, el objetivo de estos es controlar las líneas de flujo para disminuir las presiones de poros a lo largo del cuerpo del jarillón; en función de su geometría cambia su eficiencia como se observa en la Figura 6.
9. Filtración de la zanja, corresponde a una herramienta para recolectar el flujo superficial en la zona aferente, además del caudal que se produce en la zona del drenaje, tiene como objetivo la conducción para evitar problemas de estabilidad asociados a estos flujos.
10. Cuerpo del jarillón. Años atrás el cuerpo del jarillón o material de préstamo, estaba en función de la disponibilidad del mismo en zonas aledañas traducido esto en cantidad y distancia. Hoy en día, el material de préstamo recibe mucha más atención, debe ser cuidadosamente planificado y diseñado, debido a consideraciones tales como los aspectos medioambientales, el aumento de valor de la tierra, y un mayor reconocimiento de los efectos de las zonas de préstamo con respecto a las líneas de flujo que pueden elevar las presiones de poros, disminuyendo la estabilidad general de los jarillones. (USACE, 2000) USACE (2002), propone dos consideraciones básicas para la obtención del material de préstamo:
 - Casi cualquier tipo de suelo es adecuado para la construcción de diques, excepto suelos muy húmedos, de grano fino o suelos altamente orgánicos.

- Cuando se planifican los jarillones compactados, es necesario obtener material de préstamo con contenido de agua lo suficientemente baja para permitir la colocación y la compactación adecuada.

11. Subsuelo.

1.2 TIPOS DE JARILLONES

Las estructuras de retención de agua como los jarillones pueden ser clasificadas de varias maneras dependiendo de los parámetros que se tengan en cuenta, como:

- La composición del cuerpo del jarillón.
- La estructura impermeabilizante que se coloque en la cimentación.
- La forma de construcción.

1.3 CUERPO DEL JARILLÓN

Homogéneo: El jarillón está realizado de un solo material independiente del tipo de suelo que se utilice como se observa en la Díaz y Díaz (2009) proponen la siguiente definición, esta presa se compone únicamente de un solo material. El material que forma la presa debe ser suficientemente impermeable como para proporcionar una estanqueidad adecuada y los taludes, por exigencias de estabilidad, deben ser relativamente tendidos. Teniendo en cuenta que los taludes deben soportar los esfuerzos producidos por desembalsé rápido y los desprendimientos.

Heterogéneo: Son la combinación de dos o más materiales ubicados con propósitos específicos, hace referencia a estructuras zonificadas con las cuales se pueda controlar el flujo de agua.

Características:

- Este tipo de presas tienen componentes muy permeables, por lo que es necesario añadirles un elemento impermeabilizante.
- Este tipo de estructura resiste siempre por gravedad, pues la débil cohesión de sus materiales no les permite transmitir los empujes del agua al terreno.
- Como elemento impermeabilizante se usa normalmente arcilla (en cuyo caso siempre se ubica en el corazón del relleno) o bien una pantalla de hormigón, la cual se puede construir también en el centro de la presa.

La presa heterogénea es considerada como un dique heterogéneo si la anchura horizontal de la zona impermeable, en cualquier punto, es igual o mayor que la altura de terraplén sobre ese punto de la presa, y no menor de 3 metros.

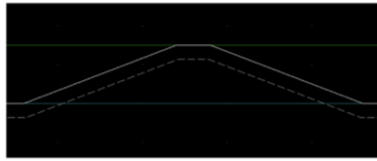
2. PARAMETROS DE DISEÑO

2.1 Ancho de Cresta

Ancho mínimo de 2m que permita el tránsito de operarios para la construcción de la estructura. Adicionalmente se trabaja con la Ecuación 1. Se cubre con vegetación si no se usa como vía.

Ancho de cresta(m) = $H-1$ H es la altura del Jarillon $H-1 = 2$, La altura del jarillon es $H = 3$ m.

2.2 Pendiente del Talud



Para mejorar las velocidades dentro de la estructura se recomienda que se construyan los jarillones con las menores pendientes.

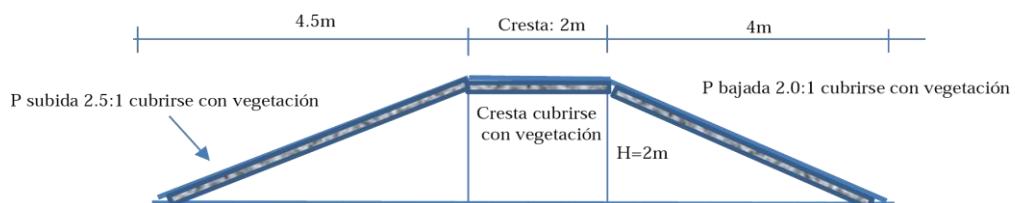
Tabla 3 Pendientes comunes de los jarillones. (Lewis, 2002)

Tipos de casos	Homogéneo o modificado				Modificado homogéneo			
Propósito	Detención o almacenamiento				Almacenamiento			
Sujeto a desembalse rápido	NO				SI			
Clasificación del Suelo	GW	GC	CL	CH	GW	GC	CL	CH
	GP	GM	ML	MH	GP	GM	ML	MH
	SW	SC			SW	SC		
	SP	SM			SP	SM		
Altura de jarillón (m) y Pendiente								
0-3	U/S	P	2.5:1	2.5:1	3.5:1	P	3:1	3.5:1
	D/S		2:1	2:1	2.5:1		2:1	2.5:1

Tipo de suelo predominante: CL ;

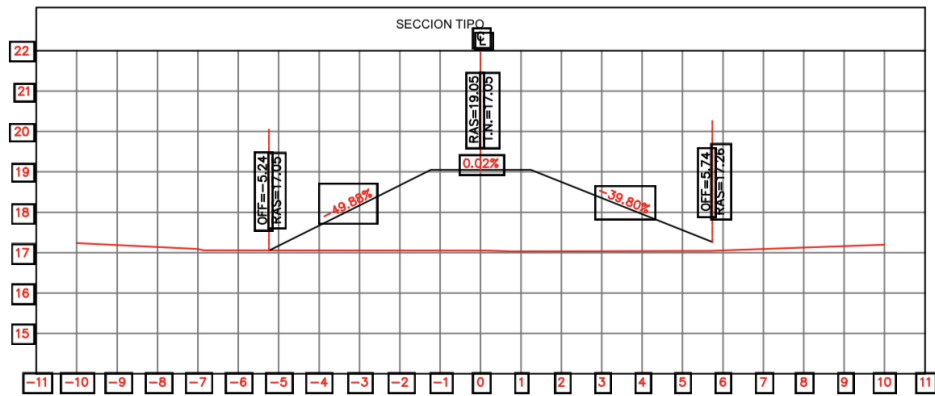
- ML Para H = 3m.
- La pendiente de subida es: 2.5:1 se puede cubrir con vegetación
- La pendiente de bajada es: 2:1 se puede cubrir con vegetación

La geometría resultante es:

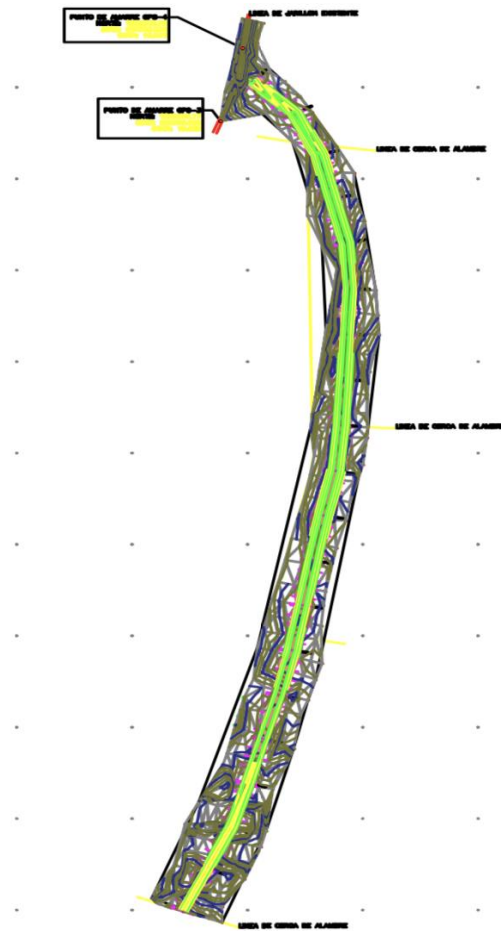


2.3 Sección Tipo del Jarillón

Con base al levantamiento topográfico y a los parámetros geotécnicos definidos se diseña la sección tipo como se muestra a continuación:



2.4 Trazado eje del jarillón



2.5 Calculo de volúmenes y cortes

MOVIMIENTOS DE TIERRA

C:\Users\DANUIL GARCES\Desktop\PLANO CICUCO 1.txt
06/MAY/23 07:23am Pagina 1
VIALIDAD 1

ESTACION	AREAS(M2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M3)		ORDENADA CURVA MASA
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN	
0+000.00	0.00	-12.49	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+050.00	0.01	-8.88	50.00	0.00	-534.38	9,465.84
0+100.00	0.12	-13.43	50.00	0.00	-557.80	8,911.96
0+150.00	0.01	-11.39	50.00	0.00	-620.57	8,295.54
0+200.00	0.00	-9.67	50.00	0.00	-526.68	7,769.29
0+250.00	0.01	-12.71	50.00	0.00	-559.73	7,209.81
0+300.00	0.02	-20.48	50.00	0.00	-829.89	6,380.65
0+350.00	0.00	-17.37	50.00	0.00	-946.37	5,434.78
0+400.00	0.09	-22.03	50.00	0.00	-985.01	4,452.43
0+450.00	0.07	-26.26	50.00	0.00	-1,207.19	3,249.89
0+500.00	0.05	-24.73	50.00	0.00	-1,274.77	1,978.67
0+550.00	0.06	-22.90	50.00	0.00	-1,190.69	791.32
0+600.00	0.08	-19.53	50.00	0.00	-1,060.82	-265.43
0+650.00	0.05	-14.83	50.00	0.00	-859.24	-1,121.00
0+700.00	0.04	-13.58	50.00	0.00	-710.44	-1,828.93
0+750.00	0.51	-15.52	50.00	0.00	-727.60	-2,540.14
0+800.00	0.01	-15.55	50.00	0.00	-776.86	-3,301.46
0+850.00	0.15	-25.71	50.00	0.00	-1,031.47	-4,328.23
0+900.00	0.03	-16.69	50.00	0.00	-1,059.84	-5,382.74
0+950.00	0.00	-13.95	50.00	0.00	-765.89	-6,147.78

TOTAL VOLUMEN CORTE = 77.46m3
TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = -16,225.24m3
COEF. ABUNDAMIENTO: 1.20

MOVIMIENTOS DE TIERRA

C:\Users\DANUIL GARCES\Desktop\PLANO CICUCO 1.txt
06/MAY/23 07:23am Pagina 1
VIALIDAD 1

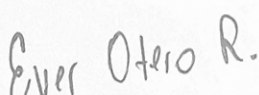
ESTACION	ELEVACIONES		ESPESORES	
	TERRENO	SUBRASANTE	CORTE	TERRAPLEN
0+000.00	17.81	19.60	----	1.79
0+050.00	18.05	19.57	----	1.52
0+100.00	17.57	19.54	----	1.97
0+150.00	17.77	19.51	----	1.75
0+200.00	17.90	19.48	----	1.58
0+250.00	17.61	19.45	----	1.84
0+300.00	16.90	19.43	----	2.52
0+350.00	17.10	19.40	----	2.29
0+400.00	16.74	19.37	----	2.63
0+450.00	16.29	19.34	----	3.05
0+500.00	16.50	19.31	----	2.81
0+550.00	16.57	19.28	----	2.71
0+600.00	16.82	19.25	----	2.44
0+650.00	17.14	19.22	----	2.08
0+700.00	17.24	19.19	----	1.96
0+750.00	16.80	19.17	----	2.36
0+800.00	16.99	19.14	----	2.14
0+850.00	16.13	19.10	----	2.98
0+900.00	16.84	19.08	----	2.23
0+950.00	17.05	19.05	----	2.00

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La influencia de las propiedades del suelo en la estabilidad de jarillones es bastante fuerte, ya que los cambios en los parámetros de resistencia generan grandes cambios en los factores de seguridad de estabilidad en la estructura. Sin embargo, la diferencia de las presiones de poros producto del análisis de flujo no genera un cambio significativo en la estabilidad de los jarillones.

El grado de compactación del material ayudara a disminuir la velocidad que producen problemas de tubificación, la compactación del material para reducir su permeabilidad

Debido al proceso de embalse que se genera en el jarillón cuando sube el nivel del agua, se deben considerar elementos de protección en la banca y margen inundable del rio.


EVER OTERO REYES
Ingeniero Civil

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CÉDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.216.978.417

OTERO REYES

APellidos
EVER DAVID

NOMBRES
Ever Otero Reyes



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO 16-NOV-1999
EL BANCO
(MAGDALENA)

LUGAR DE NACIMIENTO
1.70 O+ M

ESTATURA G.S. RH SEXO
16-ENE-2018 EL BANCO

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICIÓN

REGISTRADOR NACIONAL
JUAN CARLOS GALINDO VÁCHA



P-2102500-00977919-M-1216978417-20180212 0059485471A 1 49032274

REGISTRADOR NACIONAL DEL ESTADO CIVIL

MATRICULA PROFESIONAL

021037-0614520 ATL

R2022013476



INGENIERIA CIVIL

EVER DAVID
OTERO REYES

ID: 1216978417

CORPORACION UNIVERSIDAD
DE LA COSTA CUC



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería



**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que EVER DAVID OTERO REYES, identificado(a) con Cedula de Ciudadanía 1216978417, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 021037-0614520 ATL desde el 07 de Abril de 2022, otorgado(a) mediante Resolución Nacional R2022013476.
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 veintiseis (26) días del mes de Junio del año dos mil veintitres (2023).



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.