Neiva,

Señora
CARMEN PERDOMO TOVAR,
AUTOS Y TAXIS S.A.S
correo electrónico carmenperdomot1315@hotmail.com

asunto: Notificación por medio electrónico de la resolución No. E-3576 de 17 NOV 2026, referente a la aprobación de obras de la concesión de aguas superficiales.

Por medio de la presente; y en concordancia con lo establecido en el artículo 56 de la ley 1437 de 2011, me permito remitir el acto administrativo mencionado en el asunto. La notificación electrónica quedará surtida a partir de la fecha y hora en que el usuario acceda al acto administrativo, fecha y hora que será certificada a través de la Empresa de Servicios Postales S.A.

Cordialmente,

JUAN CARLOS ORTIZ CUELLAR
Subdirector de Regulación y Calidad Ambiental

Proyectó: Cbahamon
Profesional Especializado SRCA

RESOLUCIÓN No.
(17 NOV 2026) E - 3576

POR MEDIO DE LA CUAL SE MODIFICA LA RESOLUCION No. 3946 DEL 30 DE DICIEMBRE DE 2021 POR LA CUAL SE APRUEBAN UNOS DISEÑOS Y PLANOS DE OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE CAUDALES DE LA CORRIENTE RÍO TUNE, QUEBRADA LA GUAGUA Y SUS PRINCIPALES TRIBUTARIOS

EL SUBDIRECTOR DE REGULACION Y CALIDAD AMBIENTAL DE LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA EN EJERCICIO DE LAS FUNCIONES SEÑALADAS EN LA LEY 99 DE 1993, Y EN ESPECIAL LAS CONFERIDAS POR LA DIRECCION GENERAL SEGÚN RESOLUCIONES Nos. 4041 de 2017, MODIFICADA BAJO LAS RESOLUCIÓN Nos. 104 de 2019, 466 DE 2020, 2747 DE 2022 Y 864 de 2024,

CONSIDERANDO

En atención al Radicado CAM No. 2026-E 24734 del 02 de octubre de 2026, presentado por Carmen Perdomo Tovar, identificada con C.C No. 26.515.119 de Íquira (Huila), propietaria y apoderada del predio LT Las Casas (matrícula inmobiliaria No. 200-293229), titular de la concesión de aguas superficiales de la Quebrada Nilo junto con Autos y Taxis S.A.S. (NIT 901.243.720-6), en cumplimiento al Artículo Décimo de la Resolución CAM No. 2445 del 26 de agosto de 2026, presenta los cálculos y diseños de la obra de control de caudal propuesta para el predio LT Las Casas (Vertedero triangular de pared delgada).

1. ANTECEDENTES

Mediante Resolución CAM No. 3946 del 30 de diciembre de 2021, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM reglamentó los usos y aprovechamientos de las aguas superficiales de uso público del río Tune, quebrada La Guagua y sus principales tributarios, localizados en los municipios de Teruel y Palermo (Huila). En dicha reglamentación se incluyeron 164 usuarios, con caudales asignados de 945,09 L/s en época de verano y 1.435,82 L/s en época de invierno.

Para la Quebrada Nilo, la cual se encuentra ubicado en la Vereda Nilo del municipio de Palermo, con coordenadas desembocadura X: 841702.63 y Y: 808043.77; donde la distribución de caudales establecida en el cuadro de reparto corresponde a los siguientes valores:

Tramo	Caudal en verano (L/s)	Caudal en invierno (L/s)
Quebrada Nilo – Tramo I	43,86	15,39
Quebrada Nilo – Tramo II	255,94	260,94

Tabla 1 Caudales en los tramos de la Quebrada Nilo

La reglamentación establece, además, módulos de consumo para los diferentes usos del recurso hídrico, de acuerdo con los sistemas de conducción y aplicación, así:

Módulos de consumo

1. Sector agrícola – conducción y aplicación por superficie

Uso o cultivo	Módulo (L/s/ha)
Cacao, caña y pancoger	1,75
Plátano	1,83
Frutales y cítricos	1,33
Pasifloras, uvas y papaya	1,25
Maíz tecnificado (grano) y arroz	2,00
Pastos	1,25

Tabla 2 Módulos de consumo según el tipo de Uso o Cultivo

2. Sector agrícola – conducción por manguera y aplicación por aspersión

Uso o cultivo	Módulo (L/s/ha)
Cacao, caña y pancoger	1,12
Plátano	1,18
Frutales y cítricos	0,86
Pasifloras, uvas y papaya	0,80
Maíz tecnificado (grano) y arroz	1,28
Pastos	0,80

Tabla 3 Módulos de consumo según el tipo de Uso o Cultivo

3. Sector pecuario

Actividad	*Módulo de consumo*
Producción piscícola	3,50 L/s/ha
Vacunos	0,00058 L/s/animal
Porcícola	0,00021 L/s/animal
Caprinos u ovinos	0,00003 L/s/animal
Equinos	0,00046 L/s/animal
Aves	0,00003 L/s/animal

Tabla 4 Módulos de consumo según la actividad pecuaria

4. Consumo humano

Uso	*Módulo de consumo*
Consumo humano	186,67 L/habitante-día (aproximadamente 0,0022 L/s por habitante)

Tabla 5 Módulo de consumo para uso domestico

Actuaciones administrativas del trámite de concesión

Mediante radicado VITAL No. 3100002651511925001 y radicado CAM No. 2025-E 8313 del 31 de marzo de 2025, la señora CARMEN PERDOMO TOVAR solicitó concesión de aguas superficiales de la quebrada Nilo, en beneficio del predio denominado LT LAS CASAS, identificado con matrícula inmobiliaria No. 200-293229, ubicado en la vereda Nilo, municipio de Palermo (Huila). La captación se proyectó en las coordenadas planas 838340 E – 807798 N, para los usos agrícola y piscícola.

Como soporte de la solicitud, aportaron, entre otros documentos, el Formulario Único Nacional de Concesión de Aguas Superficiales, certificado de tradición, autorización del copropietario, certificado de uso del suelo, Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) no simplificado y documentación técnica correspondiente al manejo de las actividades acuícolas, incluyendo planos de localización de estanques, sistemas de tratamiento, fosa de mortalidad y puntos de vertimiento.

De acuerdo con el certificado de tradición expedido el 28 de marzo de 2025, el predio cuenta con un área de 4 ha 5.244 m² 99 cm² y registra como titulares del derecho real de dominio a Carmen Perdomo Tovar y AUTOS Y TAXIS S.A.S. Esta última otorgó poder a la solicitante el 8 de febrero de 2025 para adelantar el trámite ante la CAM. Se precisa que el inmueble corresponde a una de las matrículas inmobiliarias derivadas de la subdivisión del predio matriz identificado anteriormente como Lote Alsacia Villa Maita, actualmente como "Santa Gertrudis Peña".

NOTA: El predio identificado actualmente como "Santa Gertrudis Peña", anteriormente denominado Lote "Alsacia Villa Maita", corresponde a la matrícula inmobiliaria No. 200-7292, la cual figura con Folio Cerrado debido a un proceso de subdivisión. Como resultado de esta desagregación se generaron seis nuevas matrículas inmobiliarias: 200-293225, 200-293226, 200-293227, 200-293228, **200-293229** y 200-293230, que constituyen los lotes derivados del predio matriz. De esta

manera se confirma que el inmueble original fue fraccionado y que la matrícula **200-293229** corresponde al predio conocido como "LT Las Casas", el cual se identifica con una de las matrículas derivadas mencionadas.

Mediante Auto de Inicio No. 115 del 8 de julio de 2025, la CAM dio apertura al trámite bajo el expediente PCA-00148-25, cuya notificación se efectuó mediante radicado CAM No. 2025-S 19634 del 11 de julio de 2025. Posteriormente, se realizaron las actuaciones de publicación y fijación del aviso correspondiente, sin que se presentaran oposiciones a la solicitud.

En cuanto al uso del suelo, mediante radicado CAM No. 2025-S 31053 del 21 de octubre de 2025, se solicitó al municipio de Palermo información sobre la compatibilidad de los usos agrícolas y piscícolas proyectados en el predio. En respuesta, mediante radicado CAM No. 2025-E 27385 del 23 de octubre de 2025, se allegó certificado de uso del suelo, en el cual se identificó el predio dentro de la zonificación ZMIUAC (Zona de Manejo Integrado de Uso Agropecuario Conservacionista) y se indicó su aptitud para el desarrollo de actividades piscícolas.

El 15 de septiembre de 2025 la DTN realizo la visita técnica al predio LT LAS CASAS, en compañía de la solicitante, con el propósito de verificar las condiciones del sitio y la información aportada al trámite.

Mediante Memorando DTN No. 3113-2025 del 29 de diciembre de 2025, la Dirección Territorial Norte remitió a la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental el Informe de Visita y Concepto Técnico No. 3832, en el cual se conceptuó técnicamente viable otorgar concesión de aguas superficiales de la quebrada Nilo, en el punto de captación ubicado en las coordenadas 838340 E – 807798 N, por un caudal de 3,31 L/s, destinado a los usos agrícola, piscícola y doméstico en beneficio del predio LT LAS CASAS. En consecuencia, la concesión fue otorgada mediante Resolución CAM No. 2445 del 26 de agosto de 2026, conforme a la siguiente distribución:

CÓDIGO PREDIO	PREDIO	TITULARES	USOS	CAUDAL (LPS)
1D2Da	LT Las Casas	Carmen Perdomo Tovar y Autos y Taxis S.A.S.	Agrícola (caña 0,46 ha; pastos 0,47 ha), piscícola (0,54 ha) y doméstico (10 personas)	3,31

Tabla 6 distribución y usos del predio Res. 2445 de 2026

Finalmente mediante Radicado CAM No. 2026-E 24734 del 2 de octubre de 2026, la señora **CARMEN PERDOMO TOVAR**, identificada con cédula de ciudadanía No. 26.515.119 de Íquira (Huila), dirección de notificación la Calle 25 Sur 29 - 35, teléfono de contacto 3142135027 y correo electrónico carmenperdomot1315@hotmail.com; En calidad de propietaria y apoderada del predio **LT LAS CASAS**, identificado con matrícula inmobiliaria No. 200-293229, titular de la concesión de aguas superficiales de la quebrada Nilo junto con AUTOS Y TAXIS S.A.S. (NIT 901.243.720-6), presentó los cálculos y diseños de la obra de control de caudal propuesta para el predio, correspondiente a un **vertedero triangular de pared delgada**, en cumplimiento de lo establecido en los artículos décimo y Decimo Primero de la Resolución CAM No. 2445 del 26 de agosto de 2026.

*(...)**ARTICULO DÉCIMO**. Para la captación, conducción, reparto, distribución y control del caudal asignado por derivaciones a sus costas, el beneficiario deberá presentar en un término de 60 días después de quedar ejecutoriada la resolución, los planos y diseño estructural e hidráulico de una obra de control de caudal. Esta estructura debe garantizar físicamente que la captación se limite estrictamente al caudal de diseño autorizado. En caso de presentarse caudales de diseño mayores al concesionado, el sistema debe contar con una estructura que retorne los excesos de agua a la fuente hídrica, lo anterior en cumplimiento con lo descrito en el Decreto No. 1076 de 2015. **(...)***

*(...)**ARTICULO DÉCIMO PRIMERO.** Será de obligatorio cumplimiento el diseño e instalación de un sistema de medición de caudal debidamente localizado, que permita a la autoridad ambiental realizar el seguimiento, control y verificación de los volúmenes de agua captados. **(...)***

ASPECTOS TECNICOS EVALUADOS

Mediante Radicado CAM No. 2026-E 24734 del 02 de octubre de 2026, presentan los cálculos y diseños de la obra de control de caudal propuesta (Vertedero triangular de pared delgada), en cumplimiento los Artículos Décimo y Decimo Primero de la Resolución CAM No. 2445 de 2026.

El decreto 1076 de 2015 que retoma el articulado del Código de recursos naturales y el Decreto 1541 de 1978 establece las siguientes precisiones:

DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.1.
Obras hidráulicas. Al tenor de lo dispuesto por el artículo 119 del Decreto - Ley 2811 de 197 4, las disposiciones de esta sección tienen por objeto promover, fomentar, encauzar y hacer obligatorio el estudio, construcción y funcionamiento de obras hidráulicas para cualquiera de los usos del recurso hídrico y para su defensa y conservación, sin perjuicio de las funciones, corresponden al Ministerio de Obras Públicas (Decreto 1541 de 1978, art. 183).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.2.

Presentación de planos e imposición de obligaciones. Los beneficiarios de una concesión o permiso para el uso de aguas o el aprovechamiento de cauces están obligados a presentar a la Autoridad Ambiental competente para su estudio aprobación y registro, los planos de las obras necesarias para la captación, control, conducción, almacenamiento o distribución del

caudal o el aprovechamiento del cauce. En la resolución que autorice la ejecución de las obras se impondrá la titular del permiso o concesión la obligación de aceptar y facilitar la supervisión que llevará a cabo la Autoridad Ambiental competente para verificar el cumplimiento de las obligaciones a su cargo. (Decreto 1541 de 1978, art. 184).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.5.

Aprobación de planos y de obras, trabajos o instalaciones. Las obras, trabajos o instalaciones a que se refiere la presente sección, requieren dos aprobaciones:

a. La de los planos, incluidos los diseños finales de ingeniería, memorias técnicas y descriptivas, especificaciones técnicas y plan de operación; aprobación que debe solicitarse y obtenerse antes de empezar la construcción de las obras, trabajos e instalaciones.

b. La de las obras, trabajos o instalaciones una vez terminada su construcción y antes de comenzar su uso, y sin cuya aprobación éste no podrá ser iniciado. (Decreto 1541 de 1978, art. 188).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.6.

Obligaciones de proyectos de obras hidráulicas, públicas o privadas para utilizar aguas o sus cauces o lechos. Los proyectos de obras hidráulicas, públicas o privadas para utilizar aguas o sus cauces o lechos deben incluir los estudios, planos y presupuesto de las obras y trabajos necesarios para la conservación o recuperación de las aguas y sus lechos o cauces, acompañados de una memoria, planos y presupuesto deben ser sometidos a aprobación y registro por la Autoridad Ambiental competente. (Decreto 1541 de 1978, art. 191).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.7.

Obligaciones para proyectos que incluyan construcciones como presas, diques, compuertas, vertederos, pasos de vías públicas. Los proyectos que incluyen construcciones como presas, diques, compuertas, vertederos, pasos de vías públicas, en cuya construcción sea necesario garantizar a terceros contra posibles perjuicios que puedan ocasionarse por deficiencia de diseños, de localización o de ejecución de la obra, deberán ir acompañados además de los que se requieren en el artículo 2.2.3.2.19.5, letra a) de este Decreto, de una memoria técnica detallada sobre el cálculo estructural e hidráulico de las obras. (Decreto 1541 de 1978, art. 192).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.8.

Planos y escalas. Los planos exigidos por esta sección se deberán presentar por triplicado en planchas de 100 x 70 centímetros y a las siguientes escalas: a. Para planos generales de localización; escala 1:10.000 hasta 1:25.000 preferiblemente deducidos de cartas geográficas del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", b. Para localizar terrenos embalsables, irrigables y otros similares para la medición planimétrica y topográfica, se utilizarán escalas: 1: 1 .000 hasta 1: 5.000; c. Para perfiles escala horizontal 1:1.000 hasta

1:2.000 y escala vertical de 1:50 hasta 1:200 d. Para obras civiles, de 1:25 hasta 1:100, y e. Para detalles de 1:10 hasta 1:50 (Decreto 1541 de 1978, art. 194).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.9.

Estudio, aprobación y registro de los planos. Los planos acompañados de las memorias descriptivas y cálculos hidráulicos y estructurales serán presentados a la Autoridad Ambiental competente y una vez aprobados por ésta, tanto el original como los duplicados, con la constancia de la aprobación serán registrados en la forma prevista en el capítulo 4 del presente título Para el estudio de los planos y memorias descriptivas y cálculos estructurales que presenten los usuarios conforme a esta sección, así como para la aprobación de las obras una vez construidas, la Autoridad Ambiental competente-podrá solicitar la colaboración del Ministerio de Transporte y del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER.

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.15.

De los profesionales. Los proyectos a que se refiere la presente sección serán realizados y formados por profesionales idóneos titulados de acuerdo con lo establecido en las normas legales vigentes. (Decreto 1541 de 1978, art. 201).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.16.

Construcción de obras. Aprobados los planos y memorias técnicas por la Autoridad Ambiental competente los concesionarios o permisionarios deberán construir las obras dentro del término que se fije; una vez construidas las someterá a estudio para su aprobación. (Decreto 1541 de 1978, art. 202).

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

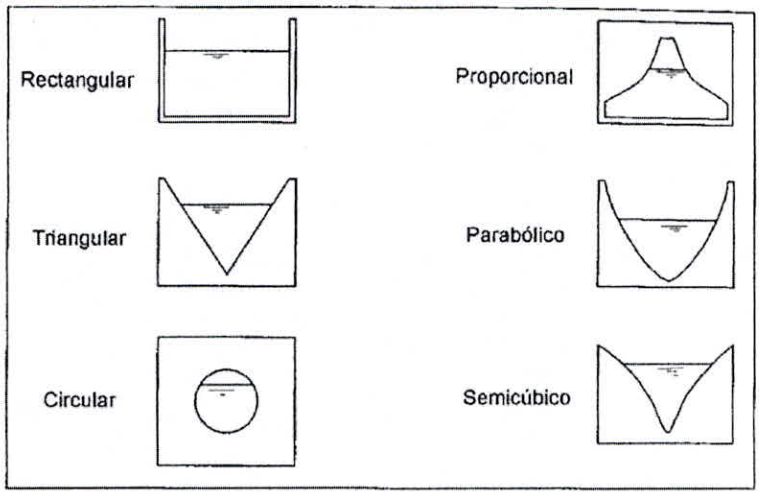
El solicitante presenta lo siguiente:

El Ingeniero Civil Julian David Aristizábal Yusty, de C&A Ingeniería del Recurso Hídrico S.A.S., identificado con Cédula de Ciudadanía No. 1.075.261.419 de Neiva (H.) y con matrícula profesional COPNIA No. 70202-434798 TLM, presenta como obra para la medición y control de caudal un vertedero triangular de pared delgada, anexando las memorias de cálculo hidráulico y estructural y el respectivo plano. El diseño fue revisado por el Ing. Bairo Antonio Rojas Beltrán, Ingeniero Ambiental – Esp. en Ingeniería de Recursos Hídricos (M.P. 70238-276283 TLM).

Descripción de la obra hidráulica:

Cuando la descarga del líquido se efectúa por encima de un muro o una placa y a superficie libre, la estructura hidráulica en la que ocurre se llama vertedero; éste puede presentar diferentes formas según las finalidades a que se destine. Los vertederos pueden clasificarse de diferentes maneras según su forma, el espesor de la pared, el tipo de descarga y el número de contracciones laterales. Los más utilizados por su facilidad de construcción y calibración son los rectangulares y los triangulares; pueden ser de pared gruesa o delgada, siendo el de pared delgada el más común para mediciones en corrientes superficiales. Pueden trabajar en descarga libre o parcialmente sumergida, siendo preferible la condición de descarga libre.

Figura 1 Formas de vertedero



Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado, López 2003

FIGURA 1 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

Los vertederos más utilizados por su facilidad de construcción y calibración son los rectangulares y los triangulares. Los vertederos pueden ser de pared gruesa o delgada; el más común para mediciones en corrientes superficiales es el de pared delgada. Pueden trabajar en descarga libre o parcialmente sumergida, pero es preferible la condición de descarga libre.

Caudal concesionado según resolución 2445 del 26 de agosto del 2026.

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES QUEBRADA NILO												
CÓDIGO	PREDIO	NOMBRE PREDIO TITULAR DE LA CONCESIÓN DE AGUAS	AREA PREDIO (Ha)	USO AGRICOLA (Has)				USO PECUARIO		Domestico	CAUDAL ASIGNADO (Lps)	
				Básico		Transitorio		Acuicultura (Has)				
				Caña – Cacao - Pancoger		Pastos / Jardines		Piscicola				
				Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno		Verano	Invierno
(8Da2Da) Octava Derivación "a" Segunda Derecha "a" – (Coordenadas de Captación: 838340E - 807798N)												
1D2Da	LT LAS CASAS	Carmen Perdomo Tovar y Autos Taxis S.A.S.	4,52	0.46	0.46	0.47	0.47	0.54	0.54	10	3,31	3,31

FIGURA 2 Cuadro de distribución de caudales Resolución No. 2445 del 26 de agosto de 2026

Metodología Cálculos Hidráulicos Ecuación
General de los vertederos

Para el diseño del vertedero de pared delgada se tiene en cuenta la ecuación general del gasto, que sale del principio de conservación de la energía (ecuación de Bernoulli) y principio de continuidad para una línea de corriente entre los puntos O y 1, tal como se observa en la siguiente figura.

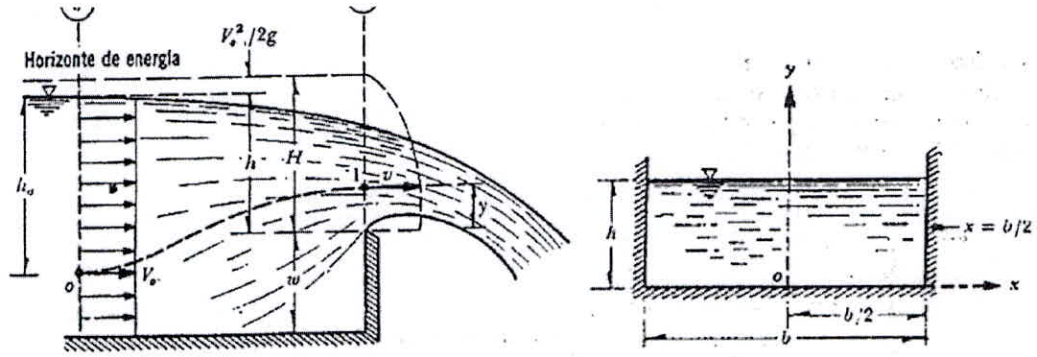


FIGURA 3 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

$$H = h + \frac{Vo^2}{2g}$$

$$Si\ w\ es\ muy\ grande\ \ \frac{Vo^2}{2g}\ es\ despreciable\ y\ H = h$$

$$H = h + \frac{Vo^2}{2g} \sim 0$$

$$x = f(y) representa\ la\ ecuacion que\ define\ la\ formula\ de\ vertedero$$

aplicando Bernulli entre el punto 0 y el punto 1 se tiene

$$h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = h_0 - h + \frac{V^2}{2g}$$

$$\sim 0 \qquad V^2$$

$$H: h + \frac{V_0^2}{2g} = y + \frac{V^2}{2g}$$

$$V = \sqrt{2(h-y)}$$

$$dA = 2 * \mu * x * dy$$

μ = *coeficiente empirico que considere el efecto de contraccion de la laminavertiente*

$$dQ = V * dA$$

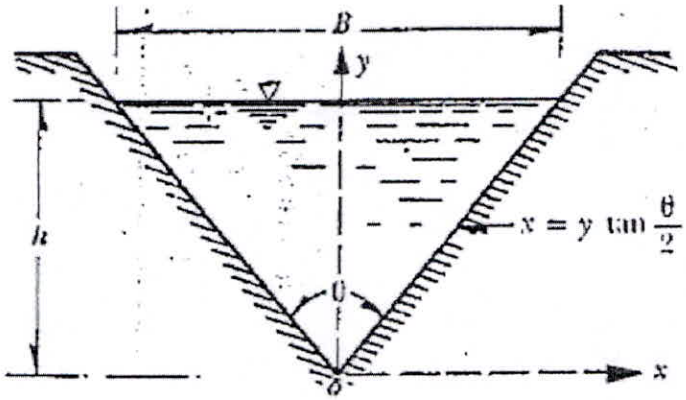
$$dQ = 2 * \sqrt{2g}.\mu.dQ = 2 * \sqrt{2g}.\mu.x\sqrt{h-y}.dy$$

$$dQ = 2 * \sqrt{2g}.\mu.\int_0^h x\sqrt{h-y}.dy$$

La anterior formula es la ecuación general del gasto para un vertedor de pared delgada, la cual es posible integrar si se conoce la forma del vertedor. Para este caso, debido a que el caudal no es elevado, se determina un vertedero triangular de pared delgada.

Vertedero triangular de pared delgada

Los vertederos triangulares se recomiendan para el aforo de gastos inferiores a 30 L/s y cargas superiores a 6 cm y hasta 60 cm. Su precisión es mejor que la del rectangular, para gastos pequeños.



Fuente: Hidráulica General, Sotelo 1997

FIGURA 4 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

formula para el vertedero triangular de pared delgada:

$$Q = 2 * \sqrt{2g}.\mu.\int_0^h x\sqrt{h-y}.dy$$

$$x = y * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$Q = -2.\sqrt{2g}.\mu.\tan\left(\frac{\theta}{2}\right).\int_0^h y.(h-y)^{\frac{1}{2}}.dy$$

La integral se resuelve por sustitución:

$$h - y = z$$

$$dy = -dz$$

$$Q = -2.\sqrt{2g}.\mu.\tan\left(\frac{\theta}{2}\right).\int_{h}^{0}(h-z).z^{\frac{1}{2}}.dz$$

$$Q = -2.\sqrt{2g}.\mu.\tan\left(\frac{\theta}{2}\right).\left[\frac{h.z^{3/2}}{3/2} - \frac{z^{5/2}}{5/2}\right]_{h}^{0}$$

$$Q = -2.\sqrt{2g}.\mu.\tan\left(\frac{\theta}{2}\right).\left(-\frac{2}{3}.h^{\frac{5}{2}} + \frac{2}{5}.h^{\frac{5}{2}}\right)$$

$$Q = -2.\sqrt{2g}.\mu.\tan\left(\frac{\theta}{2}\right).\left(-\frac{4}{15}.h^{\frac{5}{2}}\right)$$

Se obtiene finalmente, la ecuación general para los vertederos triangulares de pared delgada.

$$\boxed{Q = \frac{8}{15}.\sqrt{2g}.\mu.tan\frac{\emptyset}{2} * h^{\frac{5}{2}}}$$

FIGURA 5 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

El coeficiente de descarga o gasto μ o C se puede calcular a través de las siguientes fórmulas experimentales. La fórmula de la Universidad Católica de Chile es la de mayor aplicación para los ángulos del vertedero triangular y requiere determinar las constantes μ y K a través de las gráficas que se presentan más adelante.

Tabla 1 Fórmulas experimentales para determinar los coeficientes de gasto μ o C

Autor	*Fórmula*	*Límites de aplicación*	*Observaciones*
Universidad Católica de Chile (Ref. 24).	$C = \frac{8}{15}\sqrt{2g}\,\tan(\theta/2)\,\mu K$	Vale para $15° \leq \theta \leq 120°$ La profundidad w no tiene influencia en el coeficiente de gasto.	μ, coeficiente experimental que depende de h y θ según la Fig. 7.9. K es otro coeficiente que depende de B/h según la Fig. 7.10 y vale 1 si $B/h \geq 5$ para $\theta = 90°$ y si $B/h \geq 2.75$ para $\theta = 45°$.
Gourley y Crimp (Ref. 31).	$C = \frac{1.32\,\tan(\theta/2)}{h^{0.48}}$	Vale para ángulos θ de 45°, 60° y 90° y para profundidades w grandes.	Esta fórmula, substituida en la ecuación (7.11b), conduce a la ecuación: $Q = 1.32\,\tan(\theta/2)\,h^{2.48}$
Hegly (1921) (Ref. 31).	$\mu = \left[0.5812 + \frac{0.00375}{h}\right]\left\{1 + \left[\frac{h}{B(h+w)}\right]^2\right\}$	Vale para $\theta = 90°$ $0.10\text{ m} \leq h \leq 0.50\text{ m}$ y profundidades w pequeñas	Es de las fórmulas más precisas para vertedores con ángulo en el vértice $\theta = 90°$.
Barr (1909) (Ref. 22).	$\mu = 0.565 + \frac{0.0087}{h^{0.5}}$	Vale para $\theta = 90°$ con cargas $0.05\text{ m} \leq h \leq 0.25\text{ m}$ $w \geq 3h$ $B \geq 8h$	El valor medio $\mu = 0.593$ que resulta de esta fórmula corresponde bastante al resultado de Thompson (1861) y que substituido en la Ec. (7.11a), conduce a la ecuación: $Q = 1.42\,h^{2.5}$
Koch (1923) Yarnall (1926)	$\mu = 0.58$	Vale para $\theta = 90°$ con cargas muy grandes. $w \geq 3h$ $B \geq 8h$	No se limita con precisión el rango de validez.
Heyndrickx (Ref. 30).	$\mu = [0.5775 + 0.214\,h^{1.58}] \times \left\{1 + \left[\frac{h}{B(h+w)}\right]^2\right\}$	Vale para $\theta = 60°$ y cargas normales.	Es bastante precisa.

Fuente: Hidráulica General, Sotelo 1997

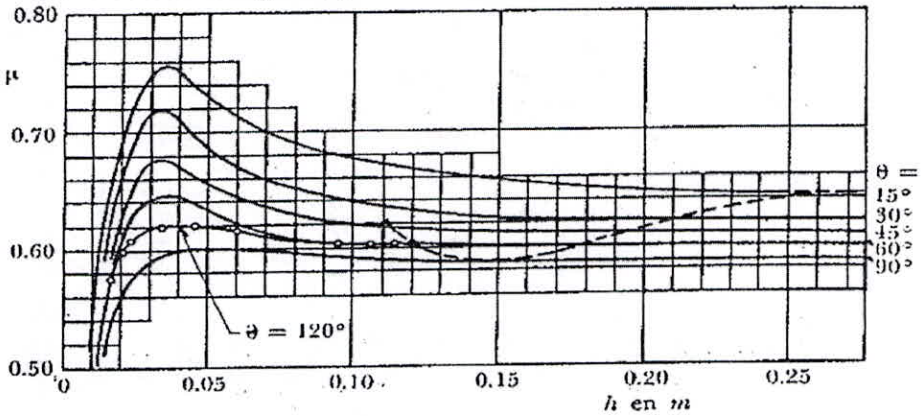
FIGURA 6 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

DISEÑO VERTEDERO TRIANGULAR DE PARED DELGADA

Teniendo en cuenta que la obra de control debe contar con un vertedero de excesos para garantizar el caudal asignado al predio LT Las Casas mediante Resolución CAM No. 2445 de 2026, se procede a diseñar el vertedero triangular para el caudal
otorgado a este predio.

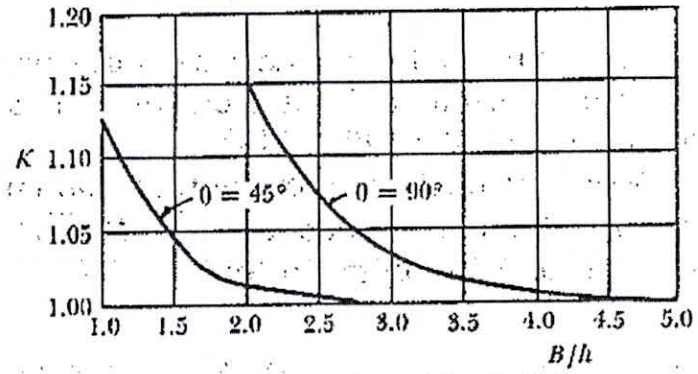
Caudal de diseño = 3.31 L/s
Para el vertedero triangular de pared delgada con ángulo de 90° se adopta la fórmula de la Universidad Católica de Chile para calcular el coeficiente de descarga, para lo cual se determinan las constantes μ y K con las siguientes gráficas.

Figura 4 Coeficiente de gasto μ para la fórmula de la Universidad Católica de Chile



Fuente: Hidráulica General, Sotelo 1997

Figura 5 Valores de K para la fórmula de la Universidad Católica



Fuente: Hidráulica General, Sotelo 1997

FIGURA 7 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

Los valores de entrada para determinar la carga del vertedero son: Q = 3.31 L/s, μ = 0.62, θ = 90° y g = 9.81 m/s². Al despejar h de la ecuación general del vertedero triangular se obtiene h = 0.0874 m, con un ancho de lámina en la cresta B = 0.1748 m y una relación B/h = 2.00 > 0,5 (OK).

Con esta relación se determina en la gráfica de K un valor K = 1.15 y en la gráfica de μ un valor μ = 0.59. Con estas constantes se calcula el coeficiente de descarga del vertedero triangular, C = 8/15·√(2g)·tan(θ/2)·μ·K = 1.60. Con el coeficiente de descarga ajustado se obtiene un caudal de 3.62 L/s para h = 0.0874 m, siendo necesario iterar la carga del vertedero hasta encontrar la h que genere el caudal real deseado.

Estas ecuaciones están correlacionadas y se debe iterar hasta encontrar el valor deseado; con h = 0.0843 m se obtiene Q = C·h^(5/2) = 1.60 × (0.0843)^(5/2) = 0.00331 m³/s = 3.31 L/s, tal como se resume en la siguiente tabla.

Tabla 3 Diseño Vertedero Triangular de pared delgada

Diseño vertedero triangular		
Variable	**Medida**	**Unidad**
Caudal de diseño (Q)	0.00331	m^3/s
	3.31/s	L/s
Coeficiente de descarga Teórico (μ)	0.59	-
Gravedad de la tierra (g)	9.81	m/s^2
Ángulo (ɵ)	90	°
Carga del vertedero Teórico (h)	0.087	m
	8.7	cm
Ancho Lámina Cresta Vertedero (B)	0.1748	m
Relación B/h	2.0	>0,5 Ok.
Constante (k)	1.15	-
Coeficiente de descarga Calculado (C)	1.60	m
Carga del vertedero Calculado (h)	0.084	m
	8.4	cm

Fuente: Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

FIGURA 8 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

Los anteriores cálculos permiten definir que con una carga (h) de 0.0843 m o 8.4 cm aproximadamente en el vertedero triangular, se obtiene el caudal requerido para el predio LT Las Casas.

Para efectos de garantizar mayor estabilidad, el vertedero triangular de pared delgada, con ángulo de 90°, se proyecta con una lámina en HR de 6 mm empotrada 4 cm en concreto reforzado y anclada mediante varilla soldada, tal como se observa en la siguiente figura.

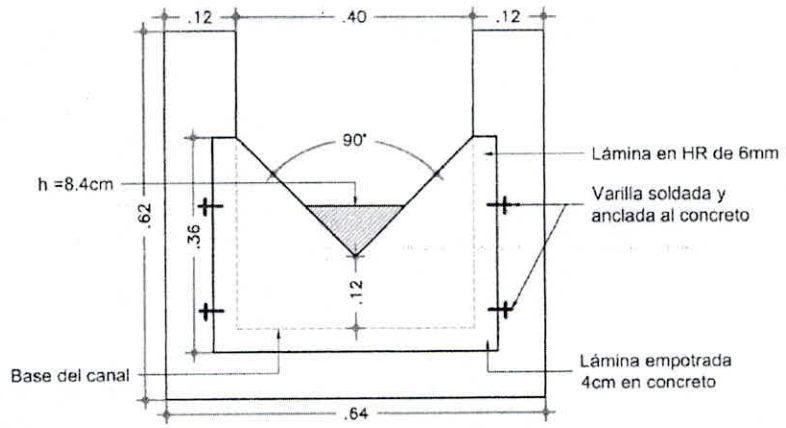


FIGURA 9 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

Localización de la Regleta de Aforo o Limnímetro

El medidor de la altura de carga (h) debe de ser instalado detrás de la escotadura, a una distancia mayor o igual a 5*h para que no se vea afectado por la curva de descenso del agua a medida que se acerca a la misma. El cero del medidor fija el nivel en el punto más bajo de la escotadura.

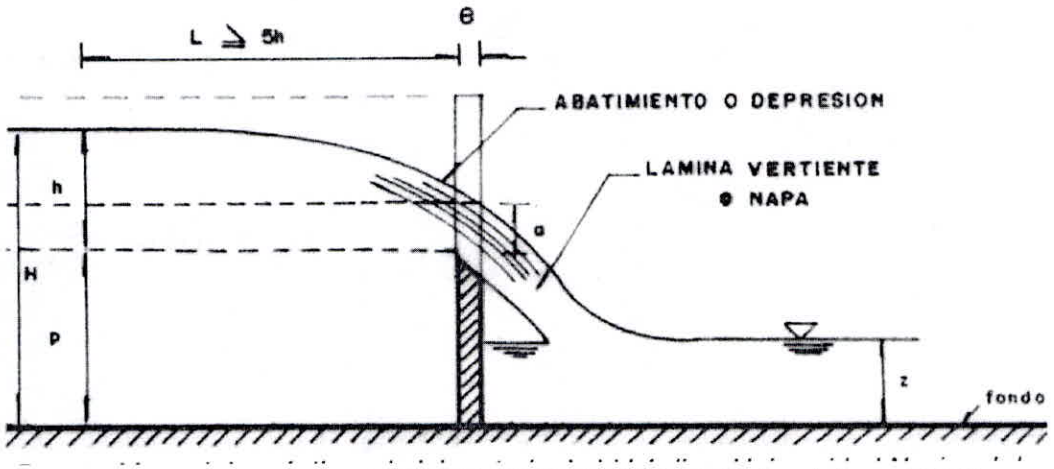


FIGURA 10 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

En este sentido, el Limnímetro o regleta se debe localizar a una distancia $L \geq 5 \times h = 5 \times 0.0843$ m = 0.42 m, es decir, mínimo a 0.42 metros del vertedero triangular de pared delgada. La regleta se localizará a 0.60 m del vertedero para garantizar la estabilidad del flujo en la medición de la carga hidráulica.

Curva de calibración de caudal

Con base en la ecuación de flujo libre que establece la relación entre profundidad y caudal en el vertedero. Se determina una altura o carga del vertedero (h) de 8.4 cm para el caudal de 3.31 L/s. De igual manera, se calcula para cada centímetro de la regleta el caudal que pasaría por el vertedero. Esto con el fin de tener una tabla tabulada que permita en cualquier momento conocer el caudal que pasa por la obra hidráulica proyectada.

Tabla 2 Altura Limnímetro vs caudal

h		Q	
cm	m	m^3/s	L/s
1.0	0.01	0.00002	0.016
2.0	0.02	0.00009	0.09
3.0	0.03	0.00025	0.25
4.0	0.04	0.00051	0.51
5.0	0.05	0.00090	0.90
6.0	0.06	0.00141	1.41
7.0	0.07	0.00208	2.08
8.0	0.08	0.00290	2.90
8.4	0.084	0.00331	3.31
9.0	0.09	0.00389	3.89
10.0	0.1	0.00507	5.07
11.0	0.11	0.00643	6.43
12.0	0.12	0.00800	8.00
13.0	0.13	0.00977	9.77
14.0	0.14	0.01175	11.75
15.0	0.15	0.01397	13.97

Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

FIGURA 11 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

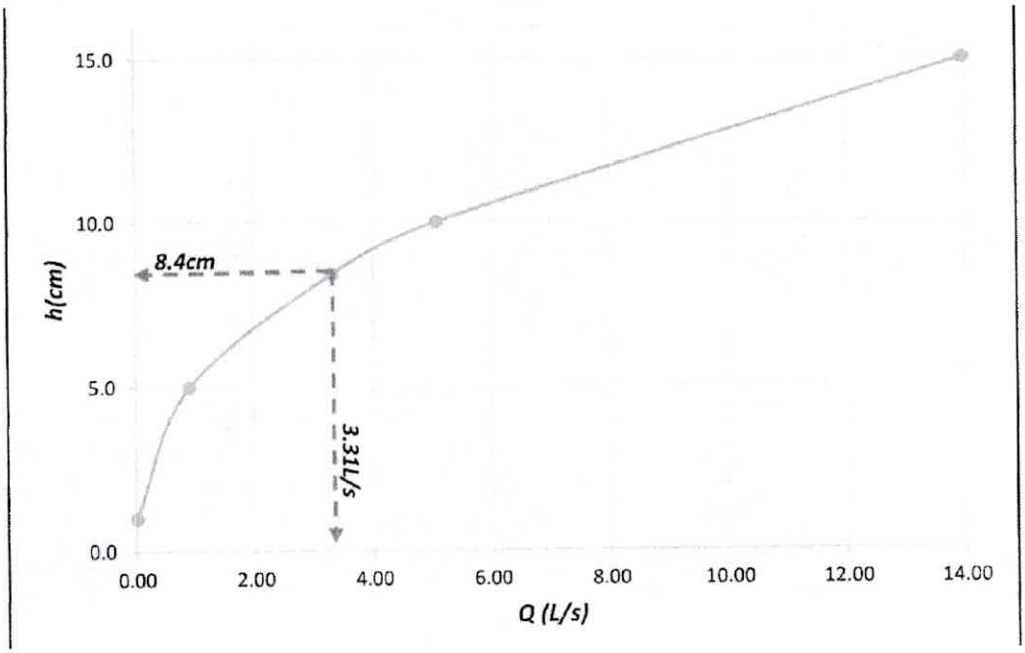


FIGURA 12 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

Como se observa en la gráfica anterior, con una medida de 8.4 cm en la regleta, se obtiene el caudal concesionado al predio LT Las Casas. Si la carga hidráulica disminuye de igual manera disminuye el caudal ingresado. Por el contrario, si h aumenta el caudal aumentará. Para efectos de evitar que el caudal que ingrese al predio LT Las Casas sea > 3.31 L/s, el agua excedente será dirigida mediante un vertedero de excesos con conexión en tubería PVC de 2" en un trayecto de 1.92 m hasta el canal comunero. Esta medida garantiza que el agua excedente sea entregada al canal comunero para su uso por otros predios aguas abajo, en cumplimiento del Artículo Décimo de la Resolución CAM No. 2445 de 2026.

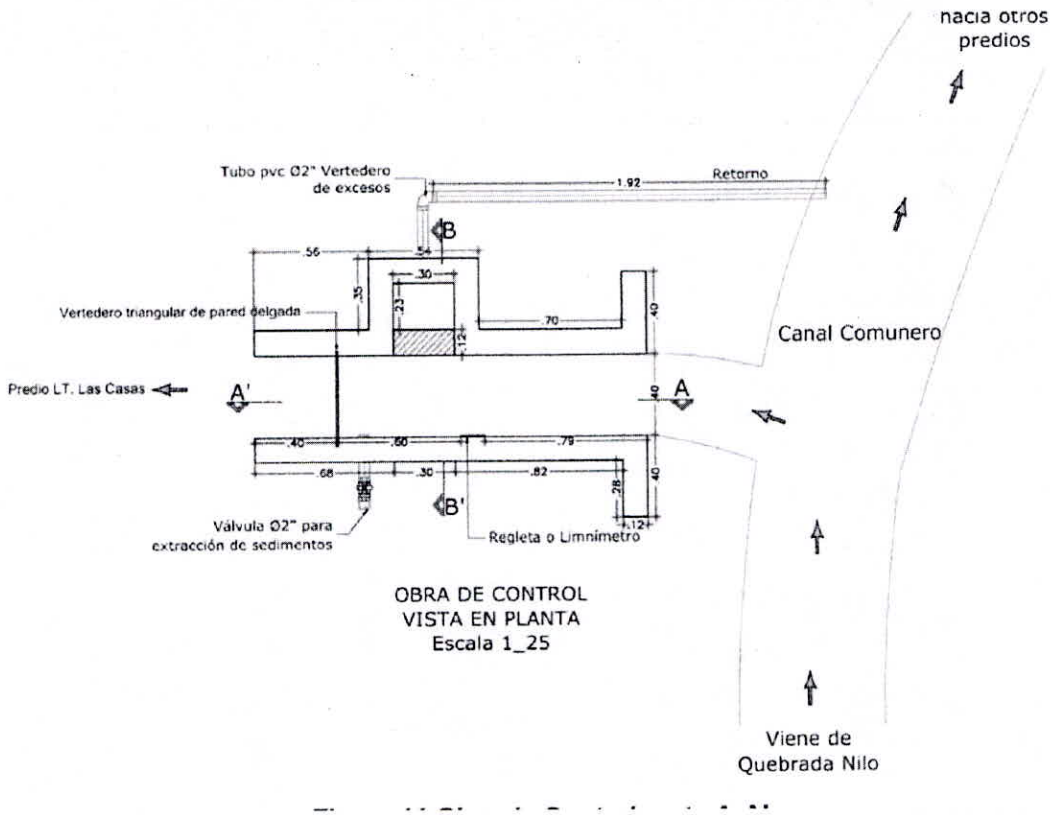
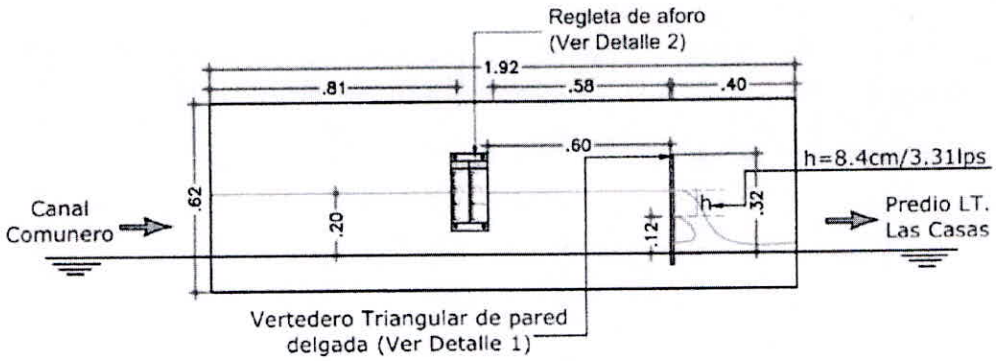


FIGURA 13 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.



Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

FIGURA 14 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

Tabla 3 Diseño Vertedero Triangular de pared delgada

Diseño vertedero triangular		
Variable	**Medida**	**Unidad**
Caudal de diseño (Q)	0.00331	m^3/s
	3.31/s	L/s
Coeficiente de descarga Teórico (μ)	0.59	-
Gravedad de la tierra (g)	9.81	m/s^2
Ángulo (ɵ)	90	°
Carga del vertedero Teórico (h)	0.087	m
	8.7	cm
Ancho Lámina Cresta Vertedero (B)	0.1748	m
Relación B/h	2.0	>0,5 Ok.
Constante (k)	1.15	-
Coeficiente de descarga Calculado (C)	1.60	m
Carga del vertedero Calculado (h)	0.084	m
	8.4	cm

Fuente: Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

FIGURA 15 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

ASPECTOS ESTRUCTURALES

El vertedero triangular de pared delgada, así como la regleta se diseñan de acuerdo a los cálculos hidráulicos realizados en el capítulo anterior. La estructura será construida en concreto reforzado de 3000psi y acero de fy=420 Mpa o 60000PSI y demandará las siguientes cantidades:

REQUERIMIENTO DE MATERIALES

Tabla 4 Requerimiento concreto

CONCRETO OBRA DE CONTROL			
Descripción	**Área (m^2)**	**Altura (m)**	**Volumen (m^3)**
Placa	1,48	0,120	0,178
Muro Izq	0,2600	0,500	0,130
Muro Der	0,3500	0,500	0,175
Muro Vert	0,0360	0,234	0,008
TOTAL			**0,49**

Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

Tabla 5 Cantidad de materiales requeridos

Tipo de concreto	Resistencia Psi (lb/pulg2)	Resistencia (kg/cm2)	Materiales para 0,49 m^3 de concreto				
			Cemento (kg)	Bolsas (50kg)	Arena (m^3)	Grava (m^3)	Agua (L)
1.:2:3	3000	210	152,22	3,04	0,27	0,41	88,38

Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

FIGURA 16 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

Tabla 6 Cantidad de hierro

Tipo	ϕ	Longitud (m)	Cantidad	Separación (m)	Log. Total (m)	Peso Unit (kg/m)	Peso Parcial (kg)
1	1/4"	1,62	10	0,15	16,20	0,25	4,05
2	1/4"	1,87	3	0,15	5,61	0,25	1,40
3	1/4"	0,7	6	0,15	4,20	0,25	1,05
4	1/4"	0,43	2	0,15	0,86	0,25	0,22
5	1/4"	1,42	2	0,15	2,84	0,25	0,71
6	1/4"	2,68	1	0,15	2,68	0,25	0,67
7	1/4"	2,25	3	0,15	6,75	0,25	1,69
8	1/4"	2	3	0,15	6,00	0,25	1,50
9	1/4"	3,38	1	0,15	3,38	0,25	0,85
10	1/4"	2,98	3	0,15	8,94	0,25	2,24
Total					**57,46**		**14,37**

Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

FIGURA 17 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

UBICACIÓN ESPACIAL DEL PROYECTO

NOMBRE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS PLANAS DE ORIGEN BOGOTÁ	
	LATITUD	LONGITUD	E	N
Punto de Captación	2°51'25,68" N	75°31'52,91" W	838340	807798
Punto Obra de control	2°51'21,48" N	75°31'45,42" W	838571	807669

Fuente: Coordenadas punto captación según Resolución CAM No. 2445 del 26 de agosto de 2026 obra de control según memoria de cálculo Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026; coordenadas geográficas punto de captación y MAGNA-SIRGAS, origen Bogotá.

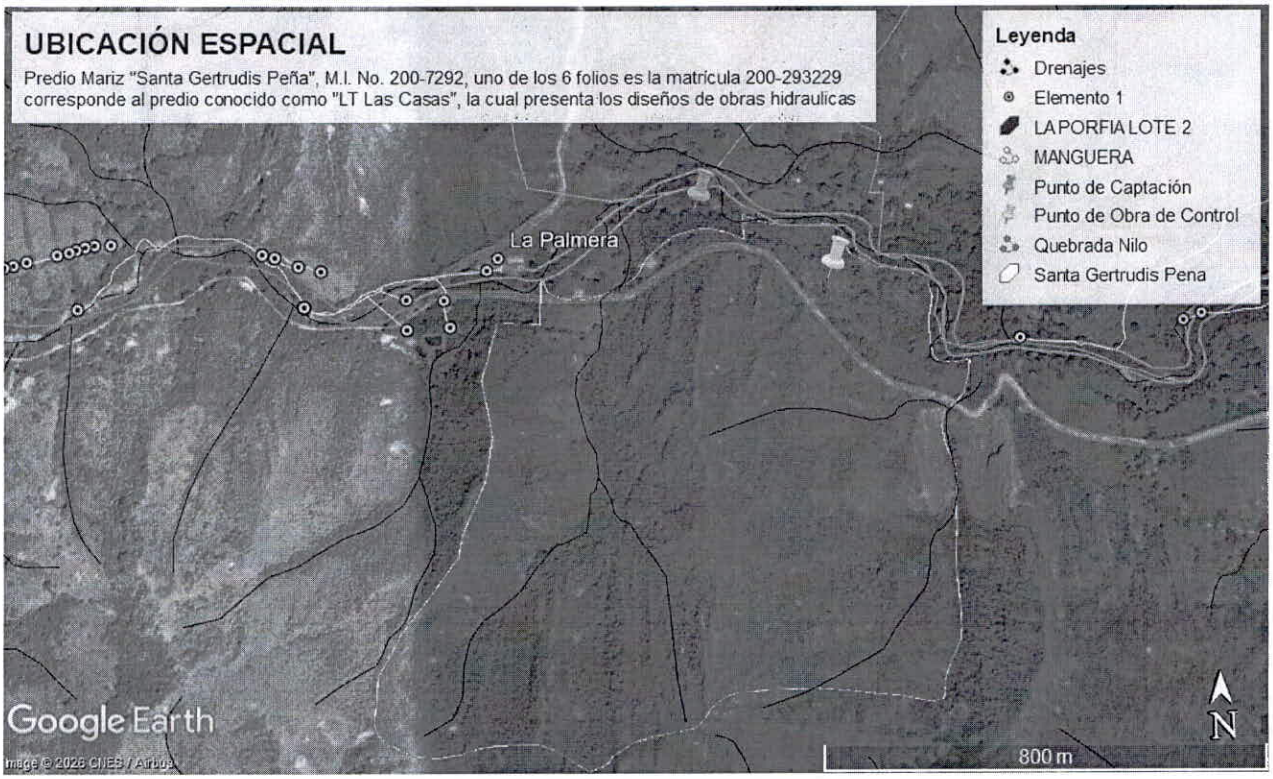


Ilustración 1 Ubicación espacial Fuente: Google Earth.



Ilustración 2 ubicación espacial de la obra de control de caudal. – Fuente: C&A Ingehídrico S.A.S

3. CONCEPTO TÉCNICO

Que verificados los documentos que acompañan el Radicado CAM No. 2026-E 24734 del 02 de octubre de 2026, presentados por Carmen Perdomo Tovar (C.C No. 26.515.119 de Íquira), propietaria y apoderada del predio LT Las Casas,

ubicado en la vereda Nilo del municipio de Palermo (Huila), en cumplimiento al Artículo Décimo de la Resolución CAM No. 2445 del 26 de agosto de 2026, se encuentra que:

- Presenta plano de localización general a escala 1:25.000, el cual cumple con las escalas exigidas en el artículo 2.2.3.2.19.8 del Decreto 1076 de 2015.
- Presenta plano de vistas, cortes y perfil de la obra de control de caudal, el cual cumple con el artículo 2.2.3.2.19.8 contemplado en el Decreto 1076 de 2015.
- Presenta memoria de responsabilidad, certificado COPNIA de vigencia y antecedentes disciplinarios, cédula y tarjeta profesional de los profesionales responsables del diseño, en cumplimiento con el artículo 2.2.3.2.19.15 del Decreto 1076 de 2015.
- Cumple con el caudal de diseño asignado mediante la Resolución CAM No. 2445 del 26 de agosto de 2026 (3,31 L/s).
- Verificados los planos, se observa que presentan la escala requerida en el Decreto 1076 de 2015 y se observa con claridad la información y detalles de los diseños de las obras proyectadas.
- Contempla estructura de retorno de excesos y regleta de aforo (limnímetro) con curva de calibración, en cumplimiento de los Artículos Décimo y Décimo Primero de la Resolución CAM No. 2445 de 2026.
- De acuerdo con la memoria de cálculo y la cartografía IGAC allegadas, se estableció que el proyecto no se encuentra dentro de la faja de 30 m de cota máxima de inundación correspondiente a la ronda hídrica, cumpliendo lo señalado en el artículo 83 del Decreto 2811 de 1974.

Por lo anteriormente expuesto, el profesional especializado de la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental mediante concepto técnico No. 3974 de fecha 13 de octubre de 2026, se permite conceptuar:

(…)"En cumplimiento a la Resolución CAM No. 2445 del 26 de agosto de 2026, se considera técnicamente VIABLE aprobar los diseños y planos presentados para el predio LT Las Casas, correspondiente a una obra hidráulica para la medición y control del caudal concesionado tipo vertedero triangular de pared delgada, con ángulo de 90°, con las siguientes características de diseño:. (….):"

Que de conformidad con el Decreto 1076 de 2015 y al Artículo 31 de la Ley 99 de 1993, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, es competente para la aprobación de los planos.

Que la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental en ejercicio de la facultad otorgada por la Dirección General según resoluciones Nos. 4041 de 2017, modificada bajo las resoluciones Nos. 104 de 2019, 466 de 2020, 2747 de 2022, 864 de 2024 acoge en todas sus partes el concepto técnico No. 3974 de fecha 13 de octubre de 2026, emitido por el profesional especializado de la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la Corporación y

en consecuencia

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: Modificar la Resolución CAM No. 2445 del 26 de agosto de 2026 mediante la cual se otorgó la concesión de aguas y la 3946 del 30 de diciembre de 2021, Reglamentación del uso y aprovechamiento de las aguas de la corriente hídrica río Tune, quebrada La Guagua y sus principales tributarios, localizados en los municipios de Teruel y Palermo (Huila), en el departamento del Huila, en el sentido de aprobar los diseños y planos presentados por Carmen Perdomo Tovar, identificada con C.C No. 26.515.119 de Íquira (Huila) y autos y taxis s.a.s. (nit 901.243.720-6) para el predio LT Las Casas, correspondiente a una obra hidráulica para la medición y control del caudal concesionado tipo vertedero triangular de pared delgada, con ángulo de 90°, con las siguientes características de diseño:

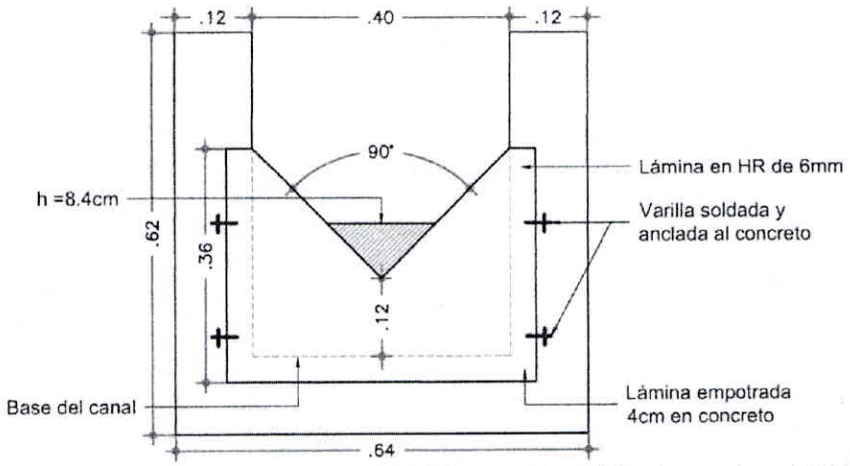


FIGURA 18 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

Tabla 2 Altura Limnímetro vs caudal

h		Q	
cm	m	m^3/s	L/s
1.0	0.01	0.00002	0.016
2.0	0.02	0.00009	0.09
3.0	0.03	0.00025	0.25
4.0	0.04	0.00051	0.51
5.0	0.05	0.00090	0.90
6.0	0.06	0.00141	1.41
7.0	0.07	0.00208	2.08
8.0	0.08	0.00290	2.90
8.4	0.084	0.00331	3.31
9.0	0.09	0.00389	3.89
10.0	0.1	0.00507	5.07
11.0	0.11	0.00643	6.43
12.0	0.12	0.00800	8.00
13.0	0.13	0.00977	9.77
14.0	0.14	0.01175	11.75
15.0	0.15	0.01397	13.97

Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

FIGURA 19 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

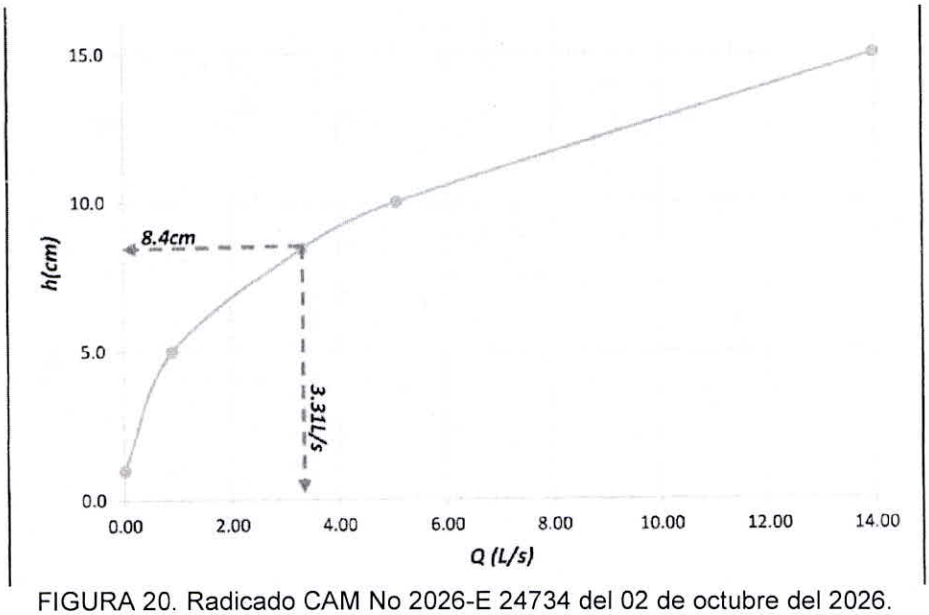


FIGURA 20. Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

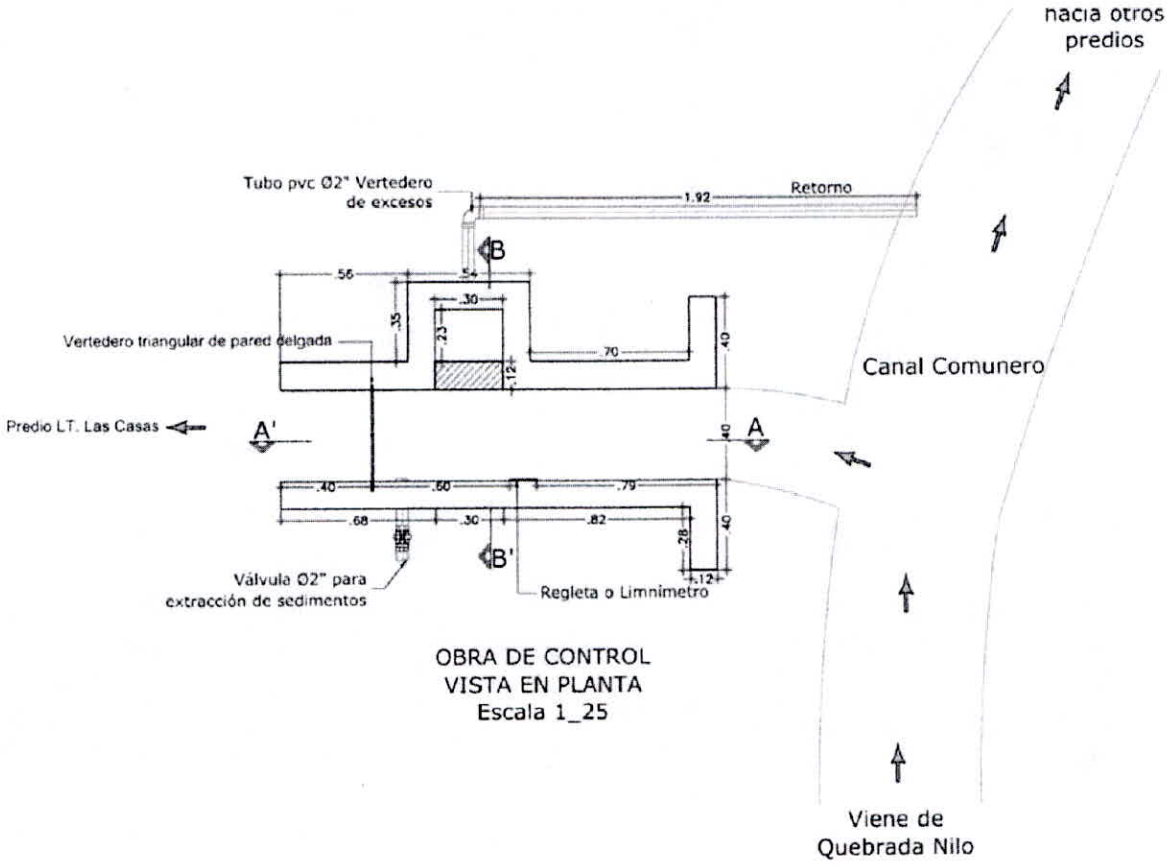
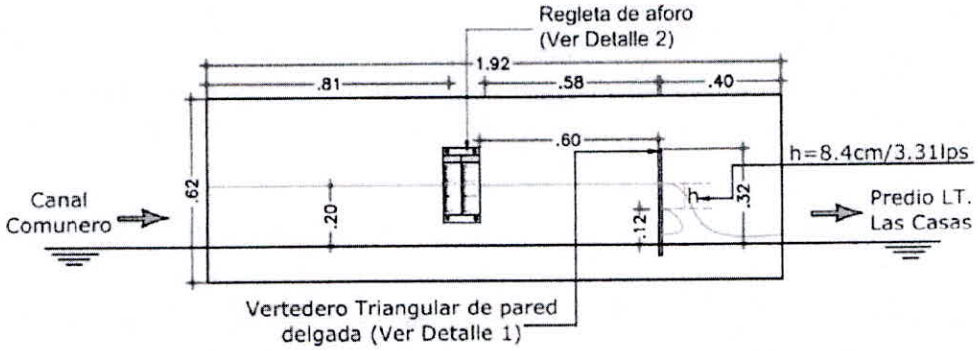


FIGURA 21 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.



Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

FIGURA 22 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

Tabla 3 Diseño Vertedero Triangular de pared delgada

Diseño vertedero triangular		
Variable	**Medida**	**Unidad**
Caudal de diseño (Q)	0.00331	m^3/s
	3.31/s	L/s
Coeficiente de descarga Teórico (μ)	0.59	-
Gravedad de la tierra (g)	9.81	m/s^2
Ángulo (ɵ)	90	°
Carga del vertedero Teórico (h)	0.087	m
	8.7	cm
Ancho Lámina Cresta Vertedero (B)	0.1748	m
Relación B/h	2.0	>0,5 Ok.
Constante (k)	1.15	-
Coeficiente de descarga Calculado (C)	1.60	m
Carga del vertedero Calculado (h)	0.084	m
	8.4	cm

Fuente: Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

FIGURA 23 Radicado CAM No 2026-E 24734 del 02 de octubre del 2026.

ARTICULO SEGUNDO: Los vertederos triangulares están diseñados conforme a estándares hidráulicos y principios de medición de caudales; sin embargo, los valores obtenidos a partir de sus ecuaciones corresponden a condiciones teóricas ideales. En la práctica, factores como la rugosidad del material, variaciones en la instalación, sedimentación, turbulencias, cambios en la velocidad del flujo y condiciones ambientales pueden afectar la precisión de la medición. Por ello, es fundamental realizar una calibración in situ para ajustar los coeficientes de la ecuación de calibración a las condiciones reales de operación, mediante aforos directos, comparaciones con dispositivos de medición de referencia o ajustes en los parámetros basados en mediciones continuas.

ARTICULO TERCERO: Dado que la medición del caudal se basa en la relación entre el nivel del agua y la ecuación del vertedero triangular, cualquier desviación detectada durante la calibración in situ debe reflejarse en la escala de nivel, para asegurar que la lectura corresponda al caudal real y garantizar una operación precisa del sistema.

ARTICULO CUARTO: Los demás permisos, concesiones y/o autorizaciones ambientales que requiera el proyecto para la construcción de las obras hidráulicas, incluido, de ser el caso, el Permiso de Ocupación de Cauce exigido en el Artículo Décimo Tercero de la Resolución CAM No. 2445 de 2026, deberán solicitarse previamente al inicio de estas.

ARTICULO QUINTO: Finalmente, una vez notificada la resolución de aprobación de los planos y memorias técnicas presentados por los titulares del predio LT Las

Casas, se deberán construir las obras conforme a los diseños y planos aprobados, dentro del término de ciento veinte (120) días, debiendo instalar los elementos necesarios que permitan conocer en cualquier momento la cantidad de agua que se derive, según aforos y curva de calibración, conforme al Artículo Décimo Primero de la Resolución CAM No. 2445 de 2026.

ARTICULO SEXTO: Remitir a los usuarios copia de los planos y diseños aprobados, la cual deberá adjuntarse como anexo a la resolución mediante la cual se otorga la aprobación correspondiente.

ARTICULO SEPTIMO: Las obras de control y medición de caudal deben ser diseñadas y construidas por un profesional idóneo con matrícula vigente (Técnico en obras civiles, Ingeniero Civil, Ingeniero Agrícola o Maestro certificado por el SENA), conforme a la Ley 842 de 2003, para garantizar su funcionalidad, precisión y cumplimiento del Decreto 1076 de 2015.

ARTICULO OCTAVO: Una vez verificada la documentación técnica de las obras de control y medición, se deberá notificar a los usuarios su aprobación y entregar copia de los planos de la obra aprobada.

ARTICULO NOVENO: Los usuarios deberán comprometerse a realizar y entregar una curva de calibración actualizada de la obra de control y medición cada dos (2) años, con el fin de garantizar la precisión en la medición del caudal y asegurar el correcto funcionamiento de la infraestructura conforme a las condiciones operativas y técnicas establecidas.

ARTICULO DECIMO: El incumplimiento de las obligaciones señaladas en la presente Resolución dará lugar a la imposición de las sanciones señaladas en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2009 modificado por la ley 2387 de 2024, previo proceso sancionatorio adelantado por la Entidad ambiental.

ARTICULO DECIMO PRIMERO: Notificar el contenido de la presente Resolución a la señora Carmen Perdomo Tovar, identificada con C.C No. 26.515.119 de Íquira (Huila), AUTOS Y TAXIS S.A.S. (NIT 901.243.720-6), email. carmenperdomot1315@hotmail.com conformidad con los términos establecidos en la Ley 1437 de 2011, informándole que contra la misma procede el recurso de reposición dentro de los diez días siguientes a la notificación de la Resolución.

NOTIFÍQUESE, Y CÚMPLASE

JUAN CARLOS ORTIZ CUELLAR
Subdirector de Regulación y Calidad Ambiental

Cbahamon.
Profesional Especializado SRCA