	GESTIÓN DE CONTRATACIÓN		F-GC-28
	LISTA CHEQUEO PAGO DE ACTAS - CONTRATOS PRESTACIÓN DE SERVICIOS Y CONSULTORÍA		Versión 07 2022-11-04

# CONTRATO Y AÑO	C.E. 046 DE 2022	Acta N°	Df y final	1. VALOR INICIAL (incluido IVA)	20.825.000
				2. VALOR ADICIÓN (+)	\$0
CONTRATISTA	QUASAR INGENIEROS CONSULTORES SAS			3. VALOR TOTAL (1+2)	20.825.000
NIT O CC:		810005052-0		4. VALOR ACTAS ANTERIORES (-)	\$0
CDP (#, rubro y fecha)	00347 DE 2022/08/12 R RUBRO 2320101001030812			5. VALOR PRESENTE ACTA (-)	20.825.000
RP (#, rubro y fecha)	001172 DE 2022/09/12, RUBRO 2320101001030812			6. VALOR NO EJECUTADO (3-4-5)	0

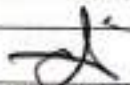
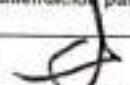
OBJETO DEL CONTRATO: ESTUDIOS Y DISEÑOS BOCATOMAS LOS CANOS Y RAPAITO Y TRAMO TUBERIA DE CONDUCCIÓN CERCANO A LA BOCATOMA LOS CANO EN EL MUNICIPIO DE SUPIA

TIPO DE RECURSOS	PROPIOS	CENTRO DE COSTOS y PROCEDIMIENTO
------------------	---------	----------------------------------

DOCUMENTO VERIFICADOS		# FOLIOS
1- Acta original		X
2- Autoliquidaciones an Salud, Pensiones y Riesgos profesionales del personal empleado y del contratista (Personas naturales) o Certificado de Cumplimiento del Artículo 50 de la Ley 789/02 (Personas jurídicas).		X
3- Tarjeta profesional y certificado de la Junta Central de contadores con fecha de expedición no mayor a tres meses (aplica cuando el certificado de parafiscales lo firma el Revisor Fiscal e el Contador).		X
4- Factura (Régimen Común) o Factura equivalente (régimen simplificado)		X
5- Pagos SENA y ICBF.		N/A
6- Evaluación del Supervisor Formato F-GC-18 (Solo aplica para el acta final)		X
7- Planillas de pago con firma de los trabajadores (cuando se cuente con personal a cargo).		X
8- Informe de actividades a cargo del Supervisor.		X
9- Certificado de paz y salvo de bienes a cargo del contratista expedido por la Sección Suministros de EMPOCALDAS S.A.E.S.P. (Aplica únicamente para acta de liquidación)		N/A
10- Certificado de paz y salvo de entrega de archivos Formato F-GD-20 (Aplica únicamente para acta de liquidación)		N/A
11- Certificado de existencia de factura electrónica como título valor		X
12- Certificado expedido por el DAFP de aprobación del curso Integridad, transparencia y lucha contra la corrupción (aplica para el acta 1)		N/A

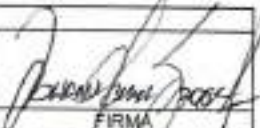
Nota: Si pasados tres (3) días después del recibo de esta documentación el Supervisor del contrato no presenta correcciones, quedará en firme y será subida al SECOP.

Secretaría General CERTIFICA que el Supervisor del Contrato entregó la documentación para ser archivada en la carpeta correspondiente.


  
 NOMBRE DE QUIEN RECIBE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

DOCUMENTOS ANEXOS CON DESTINO A TESORERÍA	
Copia del acta	X
Factura (Régimen Común) o Factura equivalente (régimen simplificado).	X
Evaluación del Supervisor F-GC-18 (Solo aplica para el acta final).	X
Informe de actividades a cargo del Supervisor.	X
Autoliquidaciones en Salud, Pensiones y Riesgos profesionales del personal empleado y del contratista (Personas naturales) o Certificado de Cumplimiento del Artículo 50 de la Ley 789/02 (Personas jurídicas).	X
Distribución por centro de costos. Formato F-GF-32 - Copia de este formato se debe entregar en Planeación y Proyectos (firma de recibido)	X
Copia del registro presupuestal	X

Fecha de presentación \_\_\_\_\_

DATOS DEL SUPERVISOR		
JOHANN MANUEL SABOGAL RAMÍREZ	INGENIERO DE ZONA OCCIDENTE	
NOMBRE	CARGO	FIRMA

DATOS PARA LA TRANSFERENCIA DE PAGOS		
CUENTA CORRIENTE	428066523	BANCO DE BOGOTA
CUENTA	TIPO DE CUENTA	BANCO

  
 2022-11-22  
 3/12/22

### ACTA DE PAGO N. 01

**CONTRATO** No. 049 DE 2022

**OBJETO** ESTUDIOS Y DISEÑOS BOCATOMAS LOS CANOS Y RAPAITO Y TRAMO DE TUBERIA DE CONDUCCION CERCANO A LA BOCATOMA LOS CANO EN EL MUNICIPIO DE SUPIA

**CONTRATISTA:** QUASAR INGENIEROS CONSULTORES SAS

**CC:** 810.005.252-0

**VALOR DEL CONTRATO:** \$ 20.825.000

### CONTROL FINANCIERO

VALOR DEL CONTRATO	\$ 20.825.000
ACTA PARCIAL n. 01	\$20.825.000
SALDO POR PAGAR	20.825.000

En Manizales (Caldas) a los veinte (20) días del mes de Diciembre de 2022, se reunieron: JOHANN MANUEL SABOGAL Ingeniero de Zona Occidente de la Empresa de Obras Sanitarias de Caldas EMPOCALDAS S.A. E.S.P., y el contratista QUASAR INGENIEROS CONSULTORES SAS, con el fin de tramitar el pago correspondiente al Contrato No. 049 de 2022. de los meses de septiembre a octubre de 2022

VALOR CORRESPONDIENTE DE LA PRESENTE ACTA DE PAGO NO.01: VEINTE MILLONES OCHOCIENTOS VEINTICINCO MIL PESOS (\$20.825.000).

El contratista se encuentra al día con los aportes de salud), pension y riesgos profesionales correspondientes al mes de Septiembre de 2022.

El supervisor del contrato certifica que el contratista cumplió con las obligaciones y actividades que desarrollan en el objeto acordado.

No siendo otro el motivo de la presente acta se firma por los que en ella intervienen.



**JOHANN MANUEL SABOGAL**  
Supervisor Zona Occidente



**JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARIAS**  
Contratista











CONSULTA EMPLEADO

RAZÓN SOCIAL	GRUPO EMPRESARIAL CONSULTORES S.A.S
IDENTIFICACION REGISTRADA	100800320
SUCURSAL	1
FECHA FINCA	2022-05-04
IDENTIFICACION CAJAFINCA	CC-110000000
NOMBRE EMPLEADO	DANIEL CAROLINA ANAS VALENZUELA
EPS	EPS SURYA
AUT	10000000
CAJA COMPENSACION	Caja de Compensación Familiar de Cables (CONTAMINARE)
UBI	001 - PONTONVA (CORPORACION DE SERVICIOS)
REQUERIDO PLANILLA	20220708
REFERENCIAL PAGO/PEN	
TPO PLANILLA	8
PERIODO PENSION	2022-05
PERIODO SALUD	2022-05
TPO COTIZACION	Dependencia
SISTEMAS COORDINADOS	En Suria
NOVEDAD PERIODO SOCIAL	
NOVEDAD PERIODO FISCAL	

IMP	Forma de Pago	IMP	Forma de Pago	TEC	TAB	TEP	TAP	VIP	Forma de Pago	VTE	VDF	SLM	Forma de Pago	Forma de Pago	ISE	Forma de Pago	Forma de Pago	LDA	Forma de Pago	Forma de Pago	MAC	Forma de Pago	Forma de Pago	AMP	VCT	Forma de Pago	Forma de Pago	PL	Forma de Pago	Forma de Pago
-----	---------------	-----	---------------	-----	-----	-----	-----	-----	---------------	-----	-----	-----	---------------	---------------	-----	---------------	---------------	-----	---------------	---------------	-----	---------------	---------------	-----	-----	---------------	---------------	----	---------------	---------------

SISTEMA GENERAL DE PENSIONES

Días Cot	ISC	Tarifa	Cot Obligatorio	Cot. Voluntario		Total	Fondo de Subsidios de Vejez	Fondo de Subsidios de Vejez	Valor Acumulados
				Afiliado	Auxiliar				
00	1.000.000	1.200.000	\$ 480.000	\$ 0	\$ 0	\$ 480.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0

SISTEMA GENERAL DE SALUD

Días Cot	ISC	Tarifa	Cot Obligatorio	LPC Adicional	Independientes C.G		Licencias de Maternidad	
					Número Autorización	Valor	Número Autorización	Valor
00	1.000.000	0.000.000	\$ 110.000	\$ 0	0	\$ 0	0	\$ 0

SISTEMA GENERAL DE RIESGOS LABORALES

Días Cot	ISC	Tarifa	Cot Obligatorio	Código de otros de riesgo
00	1.000.000	0.000.000	\$ 24.000	0

APORTES PARAFISCALES

Días Cot	Caja de Compensación Familiar			Sena		ICBF		BIVAP		MIB DE EDUCACION		
	ISC	Tarifa	Cot Obligatorio	ISC	Tarifa	Cot Obligatorio	Tarifa	Cot Obligatorio	Tarifa	Cot	Tarifa	Cot Obligatorio
00	1.000.000	0.000.000	\$ 110.000	0	0.000.000	10	0.000.000	10	0.000.000	00	0.000.000	\$ 0

TOTAL COTIZACIÓN EMPLEADO

Percepción	Salud	Riesgos	Parafiscales	Total
\$ 480.000	\$ 110.000	\$ 24.000	\$ 110.000	\$ 724.000

CONSULTA EMPLEADO

RAZÓN SOCIAL	GUARÁ BIENHECHOR CONTRA TIENE S.A.
IDENTIFICACION APORTANTE	8-1188202
ACUERDO	1
FECHA FASE	2023-09
IDENTIFICACION EMPLEADO	CC 10388394
NOMBRE EMPLEADO	JUAN DAVID TORRES CORTESIA
EPS	SALUD TOTAL S.A. ENTIDAD PROMOTORA DE SALUD
AFP	FORJEREA
CAJA COMPLEMENTARIA	Caja de Compensación Familiar de Salud COMAFAMER
AFIL	AFIL - POSITIVA COMPANIA DE SEGUROS
NOMBRE PLANILLA	244214
REFERENCIA PROYECTO	
TIPO PLANILLA	1
PERIODO RENOVACION	2023-09
PERIODO SALUD	2023-10
TIPO COTIZANTE	Dependiente
SUBTIPO COTIZANTE	SR - Sueldo
MONEDAD MONEDA LOCAL	
MONEDAD MONEDA EXTERNA	

IMP	Fecha IMP	IMP	Fecha IMP	YSL	YAL	TEP	IMP	VSP	Fecha VSP	VPS	VPT	SLI	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	OSB	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	LSA	Fecha LSA	Fecha LSA/PS	UAC	Fecha UAC Inicio	Fecha UAC Fin	AMB	VOT	Fecha VOT Inicio	Fecha VOT Fin	ES	Fecha ES Inicio	Fecha ES Fin

SISTEMA GENERAL DE PENSIONES

Días Cot	ISC	Tarifa	Cot Obligación	Cot Voluntaria		Total	Fondo de Subsidios de	Puntos de Subsidios de	VALOR MONEDA
				Afiliado	Aportante				
30	1.800.000	0.150000	\$ 24.000	0.0	0.0	\$ 24.000	0.0	0.0	0.0

SISTEMA GENERAL DE SALUD

Días Cot	ISC	Tarifa	Cot Obligación	SFC adicional	Vacaciones T.O		Licencias de Maternidad	
					Número Autorización	Valor	Número Autorización	Valor
30	1.800.000	0.340000	\$ 64.000	0.0	0	0.0	0	0.0

SISTEMA GENERAL DE RIESGOS LABORALES

Días Cot	ISC	Tarifa	Cot Obligación	Cotig de Seguro de Empleo
30	1.800.000	0.030000	\$ 5.400	0

APORTES PARAFISCALES

Días Cot	Caja de Compensación Familiar			Sena			XSEP		ESAP		MUN DE EDUCACIÓN	
	ISC	Tarifa	Cot Obligación	ISC	Tarifa	Cot Obligación	Tarifa	Cot Obligación	Tarifa	Cot	Tarifa	Cot Obligación
30	1.800.000	0.240000	\$ 44.000	0	0.000000	0.0	0.000000	0.0	0.000000	0.0	0.000000	0.0

TOTAL COTIZACIÓN EMPLEADO

Pensión	Salud	Riesgos	Parafiscales	Total
\$ 24.000	\$ 64.000	\$ 5.400	\$ 44.000	\$ 137.400







### CONSULTA EMPLEADO

NOMBRE COM.	GRUPO EMPRESARIAL CONSULTORES S.A.S
IDENTIFICACION EMPORTE	889 0000312
REGISTRO	1
FECHA PRD	2023-10-15
IDENTIFICACION EMPLEADO	CC-404622091
NOMBRE EMPLEADO	MARIA CAMILA GOMEZ INFANTE
EPS	EPS DUHA
AFI	PCOVIDES
Caja de Compensación Familiar de Empleo CONTRATADOS	
CAJ	CAJ - PORTUARIA COMPANIA DE SERVICIOS
VALOR PLANILLA	240000
REFERENCIA PASAPORTE	
TIPO PLANILLA	E
PERIODO PENSION	2023-11
PERIODO SALUD	2023-12
TIPO CONTRATO	Departista
SUBTIPO CONTRATO	En Subtipo
ACTIVIDAD ECONOMICA	842001
MONEDAD MONEDA LOCAL	
MONEDAD MONEDA EXTERNA	

IMP	Fecha	ACT	Forma	PLA	CAJ	EPS	AFI	EPS	Forma	VLS	VSP	CAJ	Forma	Forma	IMP	Forma	Forma	VAC	Forma	Forma	AFI	VCT	Forma	Forma	IMP	Forma	Forma

#### SISTEMA GENERAL DE PENSIONES

Días Cot.	R.C.	Tarifa	Cot. Obligada	Cot. Voluntaria		Total	Fondo de Solidaridad de	Fondo de Subsidios	Valor no retenido
				Afiliado	Aportes				
30	1.000.000	0.100000	1.000.000	0.0	0.0	1.000.000	0.0	0.0	0.0

#### SISTEMA GENERAL DE SALUD

Días Cot.	R.C.	Tarifa	Cot. Obligada	UPC adicional	Incapacidades E.C.		Incapacidades de Maternidad		
					Número Autorización	Valor	Número Autorización	Valor	
30	1.000.000	0.200000	1.100.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0

#### SISTEMA GENERAL DE REBAJOS LABORALES

Días Cot.	R.C.	Tarifa	Cot. Obligada	Cotigo de orden de trabajo
30	1.000.000	0.000000	0.000.000	0

#### APORTES PARAFISCALES

Días Cot.	Caja de Compensación Familiar				Caja de Pensiones				ESAP		IMP DE EDUCACION	
	R.C.	Tarifa	Cot. Obligada	R.C.	Tarifa	Cot. Obligada	Tarifa	Cot. Obligada	Tarifa	Cot.	Tarifa	Cot. Obligada
30	1.000.000	0.000000	0.000.000	0	1.000000	0.0	1.000000	0.0	0.000000	0.0	0.000000	0.0

#### TOTAL COTIZACION EMPLEADO

Pension	Salud	Rebajas	Parafiscales	Total
\$ 900.000	\$ 140.000	\$ 240.000	\$ 140.000	\$ 1.380.000








**CERTIFICACIÓN DE PAGO DE  
PARAFISCALES**

**A QUIEN PUEDA INTERESAR**

Nosotros, **JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARIAS** identificado(a) con Cédula de ciudadanía No. **10.286 753** de Manizales representante legal y **RENED FERNANDO SALAZAR** identificado con cédula de ciudadanía No. **16.137.270** de Aránzazu contador, de Quasar Ingenieros Consultores SAS Nit. 810.005.252-0 Certificamos:

Que la empresa ha cumplido durante los últimos seis (6) meses con los pagos al sistema General de Seguridad Social Integral (Salud y pensiones) y con los aportes parafiscales correspondientes a los empleados, por lo que declaro que se encuentra a paz y salvo con las empresas promotoras de salud-EPS, Sociedad Administradora de Fondos de Pensiones y Cesantías-AFP, Administradora de Riesgos Laborales-ARL, Cajas de compensación familiar, Instituto de Bienestar Familiar-ICBF y Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA y CREE, adicionalmente certifico que la empresa se encuentra a paz y salvo con el pago de salarios y honorarios del personal.

Manizales, 06 de Diciembre de 2022



**JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARIAS**  
Representante legal



**RENED FERNANDO SALAZAR**  
Contador



UNIDAD  
ADMINISTRATIVA  
ESPECIAL

**JUNTA CENTRAL  
DE CONTADORES**



Certificado No:

**F A C 7 1 A 9 1 0 E 0 7 5 F B 9**

**LA REPUBLICA DE COLOMBIA  
MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO  
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL  
JUNTA CENTRAL DE CONTADORES**

**CERTIFICA A:  
QUIEN INTERESE**

Que el contador público **RENED FERNANDO SALAZAR VALENCIA** identificado con CÉDULA DE CIUDADANÍA No 16137270 de ARANZAZU (CALDAS) Y Tarjeta Profesional No 51222-T Si tiene vigente su inscripción en la Junta Central de Contadores y desde la fecha de inscripción.

**NO REGISTRA ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS** .....

Dado en BOGOTA a los 19 días del mes de Diciembre de 2022 con vigencia de (3) Meses, contados a partir de la fecha de su expedición.

**DIRECTOR GENERAL**

ESTE CERTIFICADO DIGITAL TIENE PLENA VALIDEZ DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL ARTICULO 2 DE LA LEY 527 DE 1999, DECRETO UNICO REGLAMENTARIO 1074 DE 2015 Y ARTICULO 6 PARAGRAFO 3 DE LA LEY 962 DEL 2005

Para confirmar los datos y veracidad de este certificado, lo puede consultar en la página web [www.jcc.gov.co](http://www.jcc.gov.co) digitando el número del certificado

República de Colombia  
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

ORGANO ADMINISTRATIVO ESPECIAL **JUNTA CENTRAL DE CONTADORES** 

**51222-T**

**RENED FERNANDO SALAZAR VALENCIA**  
C.C. 16137270  
RES. INSCRIPCION 6 DEL 30/01/1997   
UNIVERSIDAD DE MANIZALES

  
**OSCAR EDUARDO FUENTES PEÑA**  
DIRECTOR GENERAL

267226 59178

República de Colombia

ORGANO ADMINISTRATIVO ESPECIAL **JUNTA CENTRAL DE CONTADORES** 

Esta tarjeta es el único documento que lo acredita como Contador Público de acuerdo con lo establecido en la Ley 43 de 1990. Es personal e intransferible.

Agradecemos a quien encuentre esta tarjeta comunicarse al PEX: (57)(1) 644 4450 o devolverla a la UAE - Junta Central de Contadores a la Cámara 16 No. 97-46 Of. 301 en Bogotá D.C.

  
FIRMA





<input type="checkbox"/> F-GC-18 Versión 4 Mayo 2013	EMPOCALDAS S.A E.S.P GESTIÓN CONTRATACIÓN		
	EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE CONTRATISTAS (Aplica para prestación de servicios y consultorías)		

NOMBRE DEL CONTRATISTA:	QUASAR INGENIEROS CONSULTORES SAS	DIRECCIÓN:	MANIZALES
NIT O CEDULA	8100052520	FECHA DE CALIFICACIÓN	2022-12-26
NUMERO DE CONTRATO:	000049/22	CALIFICACIÓN	2.8


Asigne el puntaje a cada uno de los criterios teniendo en cuenta la siguiente escala:  
 Bueno = 3. Regular = 2. Malo = 1.  
 Si no es posible evaluar alguno de los criterios propuestos coloque en la casilla de calificación N/A

**TABLA DE ASIGNACION DE PUNTAJES**

CLASIFICACIÓN	CRITERIO A EVALUAR	CALIFICACION
CALIDAD DEL SERVICIO	Cumple con el objeto del contrato conforme a los requerimientos técnicos.	3
CUMPLIMIENTO DE PLAZOS	Entrega oportuna de los documentos para perfeccionar el contrato.	3
	Entrega oportuna de documentos necesarios para el trámite de pagos.	1
	Cumplimiento en el cronograma de actividades.	3
MANEJO DEL CONTRATO	Presentación a tiempo de la afiliación de la afiliación propia y/o del personal a cargo.	3
	Cumplimiento en pago de salarios, parafiscales y seguridad social.	3
	Cumple en forma estricta y oportuna con la presentación de los informes técnicos.	3

CRITERIO DE EVALUACION	PORCENTAJE	PUNTAJE	CALIFICACIÓN X ASPECTO
Calidad de la Obra	40%	3	1.2
Cumplimiento de Plazos	30%	2.33333333333333	0.7
Manejo del Contrato	30%	3	0.9

**EVALUADOR: (INTERVENTOR)**

NOMBRE:	Jhoann Manuel Sabogal Ramirez
CARGO:	Ingeniero Interventor Zona Occidente
FIRMA:	



**QUASAR**  
INGENIEROS CONSULTORES

DESPRENDIBLE DE NOMINA

Código: GH-F-008

Versión: 01


Fecha: 07/06/2019


Página 1 de 1


**NOMINA DEL 01 DE SEPTIEMBRE AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2022**

<b>NOMBRE</b>		<b>JORGE ALONSO ARISTIZABAL</b>
<b>CEDULA</b>		<b>10.286.753</b>
<b>SALARIO BÁSICO MENSUAL</b>	\$	<b>6.000.000</b>
<b>AUXILIO MOVILIZACIÓN</b>	\$	<b>1.479.468</b>
<b>SALUD (4% MES)</b>	\$	<b>240.000</b>
<b>PENSIÓN (4% MES)</b>	\$	<b>240.000</b>
<b>DÍAS LABORADOS</b>		<b>30</b>
<b>TOTAL</b>	\$	<b>7.000.000</b>

**OBSERVACIONES:**


  
\_\_\_\_\_  
FIRMA Y CEDULA




	<b>DESPRENDIBLE DE NOMINA</b>	Código: GH-F-008
		Versión: 01
		Fecha: 07/06/2019
		Página 1 de 1

**NOMINA DEL 01 DE OCTUBRE AL 30 DE OCTUBRE DE 2022**

<b>NOMBRE</b>	JORGE ALONSO ARISTIZABAL	
<b>CEDULA</b>	10.286.753	
<b>SALARIO BÁSICO MENSUAL</b>	\$	6.000.000
<b>AUXILIO MOVILIZACIÓN</b>	\$	1.479.468
<b>SALUD (4% MES)</b>	\$	240.000
<b>PENSIÓN (4% MES)</b>	\$	240.000
<b>DÍAS LABORADOS</b>		30
<b>TOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>7.000.000</b>

<b>OBSERVACIONES:</b>

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA Y CEDULA



DESPRENDIBLE DE NOMINA

Código: GH-F-008

Versión: 01

Fecha: 07/06/2019

Página 1 de 1

NOMINA DEL 01 DE NOVIEMBRE AL 30 DE NOVIEMBRE DE 2022

NOMBRE	JORGE ALONSO ARISTIZABAL
CEDULA	10.286.753
SALARIO BÁSICO MENSUAL	\$ 6.000.000
AUXILIO MOVILIZACIÓN	\$ 1.479.468
SALUD (4% MES)	\$ 240.000
PENSIÓN (4% MES)	\$ 240.000
DÍAS LABORADOS	30
TOTAL	\$ 7.000.000

**OBSERVACIONES:**


  
FIRMA Y CEDULA





DESPRENDIBLE DE NOMINA

Código: GH-F-008

Versión: 01

Fecha: 07/06/2019

Página 1 de 1

NOMINA DEL 01 DE NOVIEMBRE AL 30 DE NOVIEMBRE DE 2022

NOMBRE	MARIA CAMILA GOMEZ ZAPATA
CEDULA	1.094.931.851
SALARIO BÁSICO MENSUAL	\$ 3.500.000
AUXILIO MOVILIZACIÓN	\$ 1.779.828
SALUD (4% MES)	\$ 140.000
PENSIÓN (4% MES)	\$ 140.000
DÍAS LABORADOS	30
TOTAL	\$ 5.000.000

**OBSERVACIONES:**


  
FIRMA Y CEDULA 1094931851



DESPRENDIBLE DE NOMINA

Código: GH-F-008

Versión: 01

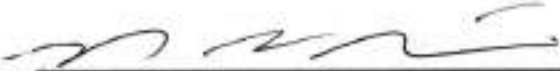
Fecha: 07/06/2019

Página 1 de 1

NOMINA DEL 01 DE SEPTIEMBRE AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2022

NOMBRE	MARIA CAMILA GOMEZ ZAPATA
CEDULA	1.094.931.851
SALARIO BÁSICO MENSUAL	\$ 3.500.000
AUXILIO MOVILIZACIÓN	\$ 1.779.828
SALUD (4% MES)	\$ 140.000
PENSIÓN (4% MES)	\$ 140.000
DÍAS LABORADOS	30
TOTAL	\$ 5.000.000

OBSERVACIONES:


  
FIRMA Y CEDULA 1094931851

	<b>DESPRENDIBLE DE NOMINA</b>	Código: GH-F-008
		Versión: 01
		Fecha: 07/06/2019
		Página 1 de 1

**NOMINA DEL 01 DE OCTUBRE AL 30 DE OCTUBRE DE 2022**

<b>NOMBRE</b>	MARIA CAMILA GOMEZ ZAPATA	
<b>CEDULA</b>	1.094.931.851	
<b>SALARIO BÁSICO MENSUAL</b>	\$	3.500.000
<b>AUXILIO MOVILIZACIÓN</b>	\$	1.779.828
<b>SALUD (4% MES)</b>	\$	140.000
<b>PENSIÓN (4% MES)</b>	\$	140.000
<b>DÍAS LABORADOS</b>		30
<b>TOTAL</b>	\$	<b>5.000.000</b>

<b>OBSERVACIONES:</b>

  
 FIRMA Y CEDULA 1094931851



DESPRENDIBLE DE NOMINA

Código: GH-F-008

Versión: 01

Fecha: 07/06/2019

Página 1 de 1

**NOMINA DEL 15 AGOSTO AL 15 DE SEPTIEMBRE DE 2022**

<b>NOMBRE</b>		DIANA CAROLINA ARIAS
<b>CEDULA</b>		1.030.569.094
<b>SALARIO BÁSICO MENSUAL</b>	\$	2.800.000
<b>AUXILIO MOVILIZACIÓN</b>	\$	1.423.355
<b>SALUD (4% MES)</b>	\$	112.000
<b>PENSIÓN (4% MES)</b>	\$	112.000
<b>DÍAS LABORADOS</b>		30
<b>TOTAL</b>	\$	4.000.000

**OBSERVACIONES:**


FIRMA Y CEDULA





DESPRENDIBLE DE NOMINA

Código: GH-F-008

Versión: 01

Fecha: 07/06/2019

Página 1 de 1

**NOMINA DEL 15 SEPTIEMBRE AL 15 DE OCTUBRE DE 2022**

<b>NOMBRE</b>	DIANA CAROLINA ARIAS
<b>CEDULA</b>	1.030.569.094
<b>SALARIO BÁSICO MENSUAL</b>	\$ 2.800.000
<b>AUXILIO MOVILIZACIÓN</b>	\$ 1.423.355
<b>SALUD (4% MES)</b>	\$ 112.000
<b>PENSIÓN (4% MES)</b>	\$ 112.000
<b>DÍAS LABORADOS</b>	30
<b>TOTAL</b>	\$ 4.000.000

**OBSERVACIONES:**


FIRMA Y CEDULA



**QUASAR**  
INGENIEROS CONSULTORES

DESPRENDIBLE DE NOMINA

Código: GH-F-008

Versión: 01

Fecha: 07/06/2019

Página 1 de 1

**NOMINA DEL 15 OCTUBRE AL 15 DE NOVIEMBRE DE 2022**

**NOMBRE**

DIANA CAROLINA ARIAS

**CEDULA**

1.030.569.094

**SALARIO BÁSICO MENSUAL** \$ 2.800.000

**AUXILIO MOVILIZACIÓN** \$ 1.423.355

**SALUD (4% MES)** \$ 112.000

**PENSIÓN (4% MES)** \$ 112.000

**DÍAS LABORADOS** 30

**TOTAL** \$ 4.000.000

**OBSERVACIONES:**


FIRMA Y CEDULA



**QUASAR**  
NEGOCIOS CONSULTORES

DESPRENDIBLE DE NOMINA

Código: GH-F-008

Versión: 01


Fecha: 07/06/2019

Página 1 de 1

**NOMINA DEL 15 DE AGOSTO AL 15 DE SEPTIEMBRE 2022**

<b>NOMBRE</b>	JUAN DAVID MORALES CASTAÑEDA	
<b>CEDULA</b>	1.053.864.014	
<b>SALARIO BÁSICO MENSUAL</b>	\$	1.600.000
<b>AUXILIO MOVILIZACIÓN</b>	\$	1.028.000
<b>SALUD (4% MES)</b>	\$	64.000
<b>PENSIÓN (4% MES)</b>	\$	64.000
<b>DÍAS LABORADOS</b>		30
<b>TOTAL</b>	\$	2.500.000

**OBSERVACIONES:**



  
FIRMA Y CEDULA

	<b>DESPRENDIBLE DE NOMINA</b>	Código: GH-F-008
		Versión: 01
		Fecha: 07/06/2019
		Página 1 de 1


**NOMINA DEL 15 DE SEPTIEMBRE AL 15 DE OCTUBRE 2022**

<b>NOMBRE</b>	JUAN DAVID MORALES CASTAÑEDA	
<b>CEDULA</b>	1.053.864.014	
<b>SALARIO BÁSICO MENSUAL</b>	\$	1.600.000
<b>AUXILIO MOVILIZACIÓN</b>	\$	1.028.000
<b>SALUD (4% MES)</b>	\$	64.000
<b>PENSIÓN (4% MES)</b>	\$	64.000
<b>DÍAS LABORADOS</b>		30
<b>TOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>2.500.000</b>

<b>OBSERVACIONES:</b>

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA Y CEDULA




	<b>DESPRENDIBLE DE NOMINA</b>	Código: GH-F-008
		Versión: 01
		Fecha: 07/06/2019
		Página 1 de 1

**NOMINA DEL 15 DE OCTUBRE AL 15 DE NOVIEMBRE 2022**

<b>NOMBRE</b>	JUAN DAVID MORALES CASTAÑEDA	
<b>CEDULA</b>	1.053.864.014	
<b>SALARIO BÁSICO MENSUAL</b>	\$	1.600.000
<b>AUXILIO MOVILIZACIÓN</b>	\$	1.028.000
<b>SALUD (4% MES)</b>	\$	64.000
<b>PENSIÓN (4% MES)</b>	\$	64.000
<b>DÍAS LABORADOS</b>		30
<b>TOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>2.500.000</b>

<b>OBSERVACIONES:</b>


---

**FIRMA Y CEDULA**

Manizales, Diciembre 20 de 2022

**EL INGENIERO DE ZONA OCCIDENTE DE EMPOCALDAS S.A  
E.S.P EN CALIDAD DE SUPERVISOR DEL CONTRATO No  
049 DE 2022**

**CERTIFICA QUE:**

El contratista QUASAR INGENIEROS CONSULTORES SAS, identificada con NIT Nro. 810-005.252-0, cumplió satisfactoriamente con las actividades estipuladas en el informe que me reporta en el Acta parcial No. 01 del contrato No. 049 de 2022 periodo comprendido entre los meses de septiembre a octubre de 2022

Para constancia se firma a los veinte (20) días del mes de Diciembre de 2022.



**JOHANN MANUEL SABOGAL RAMIREZ**

Ingeniero Zona Occidente  
Supervisor

Manizales, Diciembre 20 de 2022

Ingeniero,  
JOHANN MANUEL SABOGAL  
EMPOCALDAS S.A. E.S.P.

**REFERENCIA:** Actividades realizadas con cargo al Contrato No. 049 de 2022.

**OBJETO:** ESTUDIOS Y DISEÑOS BOCATOMAS LOS CANOS Y RAPAITO Y TRAMO DE TUBERIA DE CONDUCCION CERCANO A LA BOCATOMA LOS CANO EN EL MUNICIPIO DE SUPIA

Se envia a continuacion la relacion de las actividades realizadas comprendidas entre los meses de septiembre a octubre de 2022

- 1- Levantamiento topografico.
- 2- Caracterizacion de los fenomenos presentes
- 3- Geologia regional
- 4- Prospeccion tecnica
- 5- Ensayos de laboratorio
- 6- Calculo de obras de contencion de drenaje
- 7- Diseños hidraulicos y geotecnicos.
- 8- Diseños estructurales
- 9- Planos de detalle.
- 10- Cantidades de obra.

Cordialmente,



**JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARIAS**  
Representante Legal  
Contratista

**INFORME 4 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA  
REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y  
RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS**

<b>Elaboró</b>	Nombre	Jorge Alonso Aristizábal Arias
	Profesión	Ingeniero Civil Especialista En Geotecnia Especialista En Vías Y Transportes Especialista En Recursos Hidráulicos Magister En Gestión Del Riesgo
	Matrícula Profesional	17202-42749 CLD
	Firma	

**INFORME FINAL  
MANIZALES – CALDAS  
NOVIEMBRE DE 2022**



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>GENERALIDADES</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
1.1.1	OBJETIVO GENERAL .....	11
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
<b>2</b>	<b>LOCALIZACIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>RECOMENDACIONES DE ACCIONES INMEDIATAS</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>BOCATOMA LOS CANO:</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>BOCATOMA RAPAITO:</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3</b>	<b>TRAMO DE TUBERÍA ENTRE TANQUE Y PLANTA DE TRATAMIENTO:</b> .....	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b> .....	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>GEOLOGÍA</b> .....	<b>30</b>
<b>5.1</b>	<b>GEOLOGÍA REGIONAL</b> .....	<b>30</b>
5.1.1	ROCAS IGNEAS DEL Terciario .....	31
5.1.1.1	PÓRFIDO DACÍTICO (TD) Y PÓRFIDO ANDESÍTICO HORNBLÉNDICO (Tadh) 31	
5.1.2	ROCA METAMÓRFICA PALEOZOICO .....	31
5.1.2.1	ESQUISTOS CUARZOSERICÍTICOS (Pes) .....	31
5.1.3	ROCAS SEDIMENTARIAS DEL CENOZOICO .....	32
5.1.3.1	FORMACIÓN AMAGA .....	32
5.1.3.2	FORMACIÓN COMBIA .....	32
5.1.4	ROCAS SEDIMENTARIAS CUATERNARIO .....	33
5.1.4.1	DEPÓSITOS ALUVIALES (Qal) .....	33
<b>5.2</b>	<b>TECTÓNICA</b> .....	<b>33</b>
<b>5.3</b>	<b>ESTRATIGRAFÍA LOCAL</b> .....	<b>33</b>
5.3.1	FORMACIÓN AMAGA MIEMBRO SUPERIOR (Tos) .....	34

5.3.2	TERRAZAS ALUVIALES (Qf) .....	34
<b>5.4</b>	<b>GEOMORFOLOGÍA REGIONAL .....</b>	<b>35</b>
5.4.1	EVOLUCIÓN Y CLASIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA .....	36
5.4.2	CLASIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA .....	37
5.4.2.1	GEOFORMAS DE ORIGEN ESTRUCTURAL .....	38
5.4.2.2	GEOFORMAS DE ORIGEN FLUVIAL .....	39
<b>6</b>	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO .....</b>	<b>41</b>
6.1	DESCRIPCIÓN DE PERFORACIONES – BOCATOMA RAPAITO .....	43
6.2	DESCRIPCIÓN DE PERFORACIONES – BOCATOMA LOS CANO .....	44
6.3	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES .....	45
6.3.1	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS BOCATOMA RAPAITO .....	45
6.3.1.1	LÍMITE LÍQUIDO .....	46
6.3.1.2	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA .....	46
6.3.1.3	PESO UNITARIO DEL SUELO .....	47
6.3.1.4	ÍNDICE DE PLASTICIDAD .....	47
6.3.1.5	COHESIÓN .....	47
6.3.1.6	ÁNGULO DE FRICCIÓN .....	47
6.3.2	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS BOCATOMA LOS CANO .....	49
6.3.2.1	LÍMITE LÍQUIDO .....	50
6.3.2.2	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA .....	50
6.3.2.3	PESO UNITARIO DEL SUELO .....	51
6.3.2.4	ÍNDICE DE PLASTICIDAD .....	51
6.3.2.5	COHESIÓN .....	51
6.3.2.6	ÁNGULO DE FRICCIÓN .....	51
<b>7</b>	<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PASO ELEVADO .....</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>59</b>
8.1	OBJETIVOS Y ALCANCE .....	62



8.1.1	OBJETIVO GENERAL .....	62
8.1.2	OBJETIVO ESPECÍFICO .....	62
8.1.3	ALCANCE .....	63
<b>8.2</b>	<b>RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE .....</b>	<b>64</b>
<b>8.3</b>	<b>EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA .....</b>	<b>68</b>
<b>8.4</b>	<b>TIEMPO DE CONCENTRACIÓN .....</b>	<b>73</b>
<b>8.5</b>	<b>PERIODO DE RETORNO (TR).....</b>	<b>75</b>
<b>8.6</b>	<b>COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....</b>	<b>77</b>
<b>8.7</b>	<b>INTENSIDAD.....</b>	<b>79</b>
<b>8.8</b>	<b>MÉTODO RACIONAL PARA ESTIMACIÓN DEL CAUDAL DE ESCORRENTÍA ..</b>	<b>82</b>
8.8.1	MÉTODO RACIONAL.....	82
8.8.2	TEORÍA DEL HIDROGRAMA UNITARIO .....	85
8.8.3	MÉTODO DE BURKLI – ZIEGLER.....	88
8.8.4	MÉTODO DE MC MATH.....	90
<b>9</b>	<b>CHEQUEO HIDRÁULICO DE OBRAS PROPUESTAS .....</b>	<b>93</b>
<b>9.1</b>	<b>CHEQUEOS HIDRÁULICOS BOCATOMA LOS CANO .....</b>	<b>93</b>
9.1.1	CHEQUEO HIDRÁULICO CANAL DE DIRECCIÓN HACIA BOCATOMA 93	
9.1.2	CÁLCULO DE VERTEDERO DE REBOSE .....	95
<b>9.2</b>	<b>CHEQUEOS HIDRÁULICOS BOCATOMA RAPAITO.....</b>	<b>98</b>
9.2.1	CHEQUEO HIDRÁULICO CANAL DE DIRECCIÓN HACIA BOCATOMA 98	
9.2.2	CÁLCULO DE VERTEDERO DE REBOSE .....	100
<b>10</b>	<b>CHEQUEO GEOTÉCNICO DE OBRAS PROPUESTAS .....</b>	<b>102</b>
<b>10.1</b>	<b>MEMORIA DE CÁLCULO MURO H=1.80m BOCATOMA RAPAITO .....</b>	<b>103</b>
<b>10.2</b>	<b>MEMORIA DE CÁLCULO MURO H=4.00 m BOCATOMA RAPAITO.....</b>	<b>114</b>
<b>11</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE OBRAS PROPUESTAS .....</b>	<b>125</b>

11.1	OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA RAPAITO .....	125
11.2	OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO .....	126
ANEXO 1.	CARTERA TOPOGRÁFICA .....	131
ANEXO 2.	PLANO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	132
ANEXO 3.	REGISTRO DE SONDEOS.....	133
ANEXO 4.	ENSAYOS DE LABORATORIO .....	134
ANEXO 5.	LOCALIZACIÓN DE SONDEOS.....	135
ANEXO 6.	PLANOS DE OBRAS PROPUESTAS .....	138
ANEXO 7.	PRESUPUESTO Y CANTIDADES APROXIMADAS DE OBRA.....	139

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Ubicación general Bocatoma Los Cano .....	13
<b>Figura 2.</b>	Ubicación general Bocatoma Rapaito .....	14
<b>Figura 3.</b>	Recomendaciones Bocatoma Los Cano .....	16
<b>Figura 4.</b>	Jarillón propuesto .....	17
<b>Figura 5.</b>	Colmatación en la zona de los desarenadores .....	18
<b>Figura 6.</b>	Zona para recalzar y rellenar .....	19
<b>Figura 7.</b>	Tramo de tubería entre tanque y planta de tratamiento .....	20
<b>Figura 8.</b>	Fotografías del levantamiento Bocatoma Rapaito .....	21
<b>Figura 9.</b>	Fotografías del levantamiento Bocatoma Rapaito .....	22
<b>Figura 10.</b>	Fotografías del levantamiento Bocatoma Los Cano .....	23
<b>Figura 11.</b>	Fotografías del levantamiento Bocatoma Los Cano .....	24
<b>Figura 12.</b>	Fotografías del levantamiento Bocatoma Los Cano .....	25
<b>Figura 13.</b>	Fotografías del levantamiento Bocatoma Los Cano .....	26
<b>Figura 14.</b>	Plano del levantamiento topográfico .....	27
<b>Figura 15.</b>	Plano del levantamiento topográfico con ortofoto .....	28
<b>Figura 16.</b>	Plano del levantamiento topográfico con ortofoto .....	29
<b>Figura 17.</b>	Área a intervenir .....	30
<b>Figura 18.</b>	Clasificación de muestras – Bocatoma Rapaito .....	46
<b>Figura 19.</b>	Clasificación de muestras Bocatoma Los Cano .....	50
<b>Figura 20.</b>	Paso elevado propuesto – vista en planta .....	54
<b>Figura 21.</b>	Paso elevado propuesto – perfil longitudinal} .....	55
<b>Figura 22.</b>	Localización estación de Cenicafé respecto a la zona de estudio.	65
<b>Figura 23.</b>	Hietograma de precipitación Estación Rafael Escobar .....	66
<b>Figura 24.</b>	Cuenca Quebrada Grande.....	71
<b>Figura 25.</b>	Subcuenca de la línea de drenaje de la Bocatoma Rapaito .....	72



<b>Figura 26.</b>	Curva IDF Estación de CENICAFÉ Rafael Escobar .....	81
<b>Figura 27.</b>	Hidrograma triangular unitario .....	86
<b>Figura 28.</b>	Gráfica de la cresta del vertedero de rebose .....	97
<b>Figura 29.</b>	Gráfica de la cresta del vertedero de rebose .....	101
<b>Figura 30.</b>	Obras propuestas bocatoma Los Cano – vista en planta.....	127
<b>Figura 31.</b>	Obras propuestas bocatoma Los Cano – perfil longitudinal y sección transversal quebrada .....	128
<b>Figura 32.</b>	Obras propuestas bocatoma Rapaito – vista en planta .....	129
<b>Figura 33.</b>	Obras propuestas bocatoma Los Cano – perfil longitudinal y sección transversal quebrada .....	130
<b>Figura 34.</b>	Localización de sondeos Bocatoma Rapaito .....	136
<b>Figura 35.</b>	Localización de sondeos Bocatoma Los Cano .....	137

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Características sondeos realizados en la zona .....	41
<b>Tabla 2.</b>	Propiedades mecánicas de los depósitos de la Bocatoma Rapaito ..	48
<b>Tabla 3.</b>	Propiedades mecánicas de los depósitos de la Bocatoma Los Cano	52
<b>Tabla 4.</b>	Diseño estructural del paso elevado.....	56
<b>Tabla 5.</b>	Características de la estación de Cenicafé cercana a la zona de estudio	64
<b>Tabla 6.</b>	Promedio de precipitación total mensual multianual. Estación Rafael Escobar.	67
<b>Tabla 7.</b>	Características morfométricas de la cuenca Quebrada Grande.....	69
<b>Tabla 8.</b>	Características morfométricas de la microcuenca de la línea de drenaje de la Bocatoma Rapaito.....	70
<b>Tabla 9.</b>	Tiempo de concentración para distintos autores .....	73
<b>Tabla 10.</b>	Tiempo de concentración.....	76
<b>Tabla 11.</b>	Coefficientes de escorrentía para diferentes usos del suelo.....	78
<b>Tabla 12.</b>	Parámetros de regionalización para el cálculo de la Intensidad.....	80
<b>Tabla 13.</b>	Parámetros de regionalización para la región Andina.....	80
<b>Tabla 14.</b>	Precipitación máxima promedio anual.....	80
<b>Tabla 15.</b>	Intensidad para diferentes períodos de retorno de la Quebrada Rapaito	81
<b>Tabla 16.</b>	Intensidad para diferentes períodos de retorno de la Quebrada Rapaito	82
<b>Tabla 17.</b>	Caudales de diseño Método Racional .....	84
<b>Tabla 18.</b>	Caudales de diseño + 40% Método Racional .....	84
<b>Tabla 19.</b>	Caudales de diseño Método Hidrograma Unitario .....	87
<b>Tabla 20.</b>	Caudales de diseño+40% Método Hidrograma Unitario .....	88

<b>Tabla 21.</b>	Caudales de diseño Método Burkli-Ziegler.....	89
<b>Tabla 22.</b>	Caudales de diseño+40% Método Burkli-Ziegler.....	90
<b>Tabla 23.</b>	Caudales de diseño Método Mc Math.....	90
<b>Tabla 24.</b>	Caudales de diseño +40% Método Mc Math.....	91
<b>Tabla 25.</b>	Resumen de resultados Quebrada Grande .....	91
<b>Tabla 26.</b>	Resumen de resultados línea de drenaje de la Bocatoma Rapaito	92
<b>Tabla 27.</b>	Datos de entrada para chequeo como canal abierto .....	94
<b>Tabla 28.</b>	Chequeo hidráulico canal abierto.....	94
<b>Tabla 29.</b>	Cálculo altura de la lámina de agua.....	95
<b>Tabla 30.</b>	Valores de K y n.....	96
<b>Tabla 31.</b>	Datos de entrada para chequeo como canal abierto .....	99
<b>Tabla 32.</b>	Chequeo hidráulico canal abierto.....	99
<b>Tabla 33.</b>	Cálculo altura de la lámina de agua.....	100
<b>Tabla 34.</b>	Valores de K y n.....	100



## 1 GENERALIDADES

Las crecientes súbitas y extremas presentadas el sábado 3 de septiembre de 2022 sobre las líneas de drenaje que circundan al municipio de Supía generaron serias afectaciones sobre algunas estructuras que constituyen el sistema de acueducto del municipio.

El presente informe plantea los diseños de las obras requeridas para la rehabilitación de las bocatomas afectadas las cuales corresponden a la bocatoma Rapaito y Bocatoma Los Cano, así como toda la información recolectada y cálculos hidrológicos, hidráulicos y geotécnicos que justifican los diseños aquí adjuntos.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar los estudios y diseños de las obras requeridas para la recuperación de la infraestructura en las bocatomas Rapaito y Los Cano.

### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

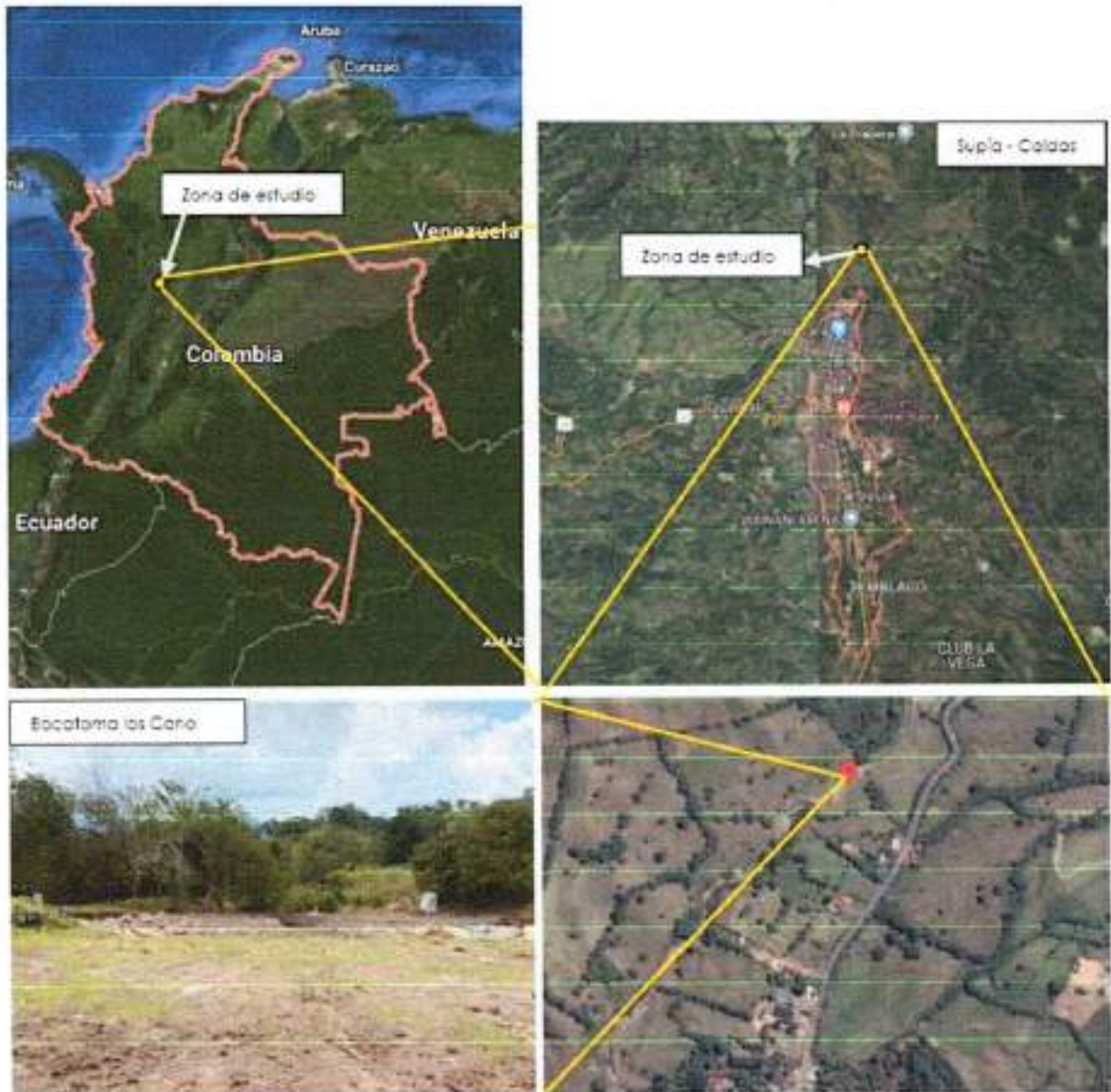
- Realizar el levantamiento topográfico detallado del sector con el fin de identificar todos los elementos de la zona, el área afectada, las obras comprometidas y en general toda la información de campo indispensable para una adecuada evaluación.
- Realizar el levantamiento topográfico actualizado por medio de drone con el fin de actualizar el modelo digital del terreno y tomar fotografías aéreas.
- Realizar la prospección geotécnica de campo, definiendo los sitios de perforación y la profundidad de los sondeos, con el fin de obtener el muestreo y posterior caracterización de los suelos presentes. También realizar los ensayos de campo y de laboratorio, a fin de obtener los parámetros físicos y propiedades de los suelos, y parámetros de resistencia al cortante, necesarios para la modelación geotécnica y diseños de las obras de estabilidad en el sitio antes reseñado.



- Realizar el análisis geológico, geomorfológico y morfométrico de la zona de estudio con el propósito de determinar la evolución de los procesos de remoción en masa y consecuentemente las zonas de riesgo.
- Realizar el diseño geotécnico, estructural e hidráulico de las obras propuestas para asegurar la estabilidad de la zona.
- Revisar y recopilar datos de meteorología teniendo en cuenta diferentes bases de datos.
- Obtener datos hidrológicos tales como estructura del modelo hidrológico, número de curva, tiempo de concentración lluvias de diseño y caudales de diseño.
- Chequear las obras hidráulicas necesarias para el control y manejo de aguas que puedan llegar a ser necesarias para tener una conducción y entrega correcta del flujo.
- Diseñar, cuantificar y valorar las obras geotécnicas y de estabilidad, necesarias y suficientes, en la zona de estudio.
- Presentar los planos detallados de las estructuras planteadas.
- Calcular las cantidades de obra requeridas para el desarrollo de las acciones propuestas.

## 2 LOCALIZACIÓN

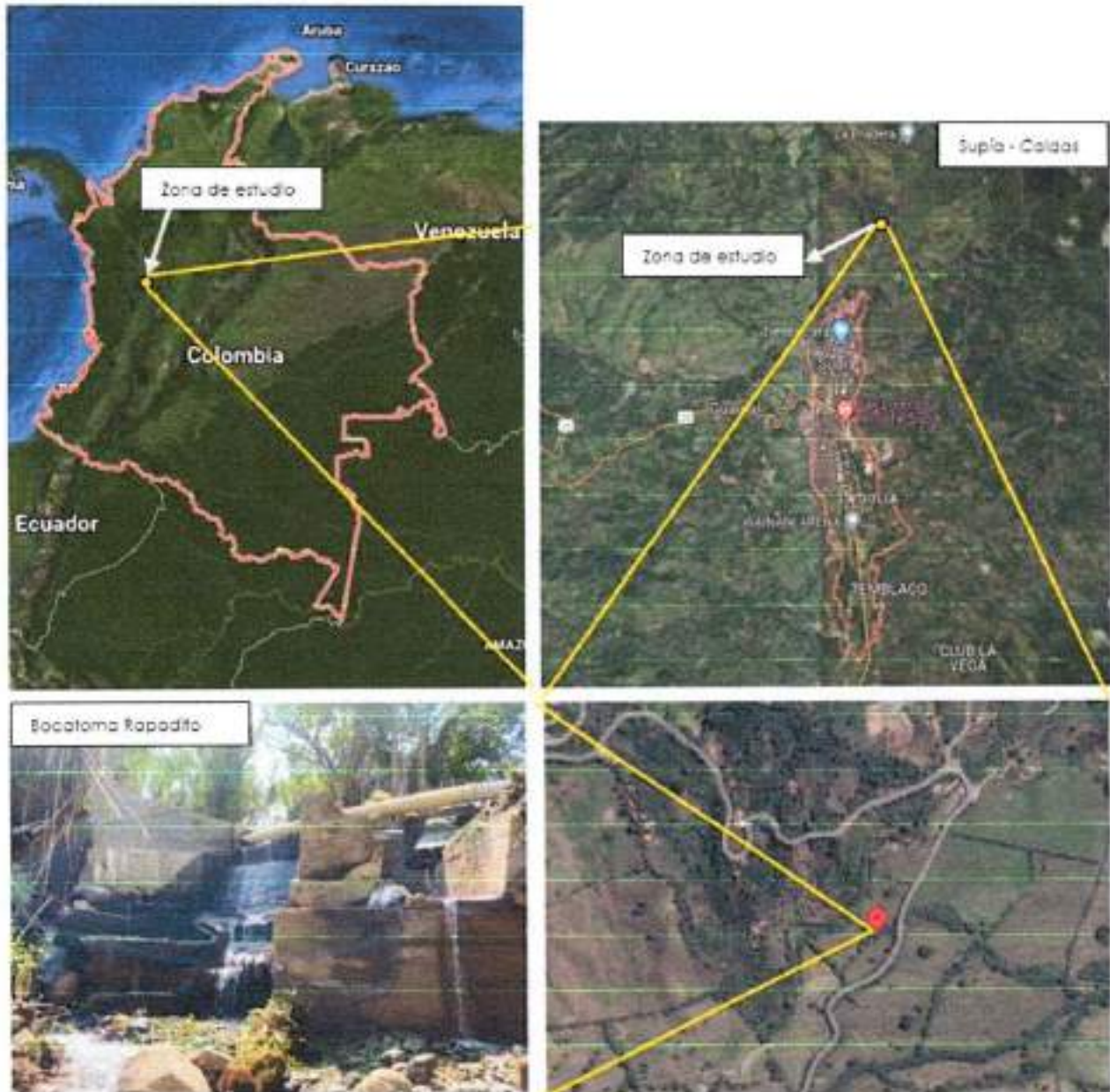
**Figura 1.** Ubicación general Bocatoma Los Cano



Fuente: (Propia, 2022)



**Figura 2.** Ubicación general Bocatoma Rapaito



Fuente: (Propia, 2022)

### 3 RECOMENDACIONES DE ACCIONES INMEDIATAS

Debido a la vulnerabilidad que presentan las estructuras visitadas producto de la creciente súbita que afectó gran parte de su integridad, se recomienda acometer una serie de obras de manera inmediata con el fin de conservar la integridad y permitir con esto que se adelanten las obras de reforzamiento de manera segura sin afectar el suministro de agua para la población. A continuación, se hace un resumen de estas obras para cada sitio visitado.

#### 3.1 BOCATOMA LOS CANO:

Para esta zona se recomienda:

- Proteger la base de la bocatoma aguas abajo, disponiendo bloques de gran tamaño existentes en el río con el fin de prevenir una mayor profundización del lecho que afecte la cimentación y genere el colapso de la estructura.
- Subir el nivel del muro de aproximación al vertedero de la bocatoma de la margen derecha, con el fin de mitigar el arrastre de sedimentos por el espaldón de la estructura actual, lo que hace que se colmate el sistema de captación de agua cruda.



**Figura 3.** Recomendaciones Bocatoma Los Cano



Fuente: (Propia, 2022)

- Para evitar al máximo la circulación del agua por la margen izquierda del río que pueda alcanzar las aletas laterales de la bocatoma en esta zona, se recomienda construir un jarillón con el mismo material del río paralelo a la orilla actual y cuya altura alcance los 3 m aproximadamente. Este jarillón debe ser construido con el mismo material del lecho del río y de sus orillas.



**Figura 4.** Jarillón propuesto



Fuente: (Propia, 2022)

- Si se siguen presentando crecientes súbitas recurrentes, se requiere entonces, hasta que se construyan las obras, que se realice la protección de la base del vertedero cuantas veces sea necesario.

### 3.2 BOCATOMA RAPAITO:

A pesar de que como se viene diciendo esta bocatoma no presenta las magnitudes de la anterior, si es necesario acometer una serie de obras de emergencia con el fin de poder preservar su integridad mientras se adelantan las obras de mitigación definitivas. Las obras a ejecutar principalmente son:

- Subir los niveles de los muros de aproximación de concreto existentes al menos 1 m, con el fin de prevenir para el caso de la orilla de la margen derecha la socavación de las paredes de la quebrada que puedan acarrear el desconfinamiento de la estructura y en el caso de la margen izquierda evitar que la creciente colmate la zona de los desarenadores. Una vez recalzado el muro de la margen derecha se debe hacer el relleno entre esta estructura y la orilla para recuperar la geometría de la ladera y con esto volver a confinar la estructura.

**Figura 5.** Colmatación en la zona de los desarenadores



Fuente: (Propia, 2022)



- En lo que tiene que ver con el vertedero, durante el evento de la creciente súbita, esta estructura sufrió fenómenos de socavación importantes y destrucción parcial de la estructura de concreto existente. Por tal motivo, se recomienda para este caso el recalce de la estructura de concreto de tal forma que no se generen protuberancias sobre la cara libre, adicionalmente, se debe rellenar el fondo del lecho en la base del vertedero con material tipo concreto ciclópeo.

**Figura 6.** Zona para recalzar y rellenar



Fuente: (Propia, 2022)

### 3.3 TRAMO DE TUBERÍA ENTRE TANQUE Y PLANTA DE TRATAMIENTO:

La solución definitiva para la reconstrucción de este tramo de tubería es la construcción de un viaducto con sistema de cables debidamente diseñado, sin embargo, de manera provisional se recomienda instalar unos muertos en concreto y con esto fijar dos hileras de cables de al menos 5/8 pulgada, hasta que se adelante la obra definitiva. Se debe tener especial cuidado al instalar la tubería colgante que no se intercepte la línea piezométrica, ya que esto afectaría de manera determinante el flujo continuo del agua hacia la planta de tratamiento.

**Figura 7.** Tramo de tubería entre tanque y planta de tratamiento



Fuente: (Propia, 2022)



#### 4 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

**Figura 8.** Fotografías del levantamiento Bocatoma Rapaito



Fuente: (Propia, 2022)



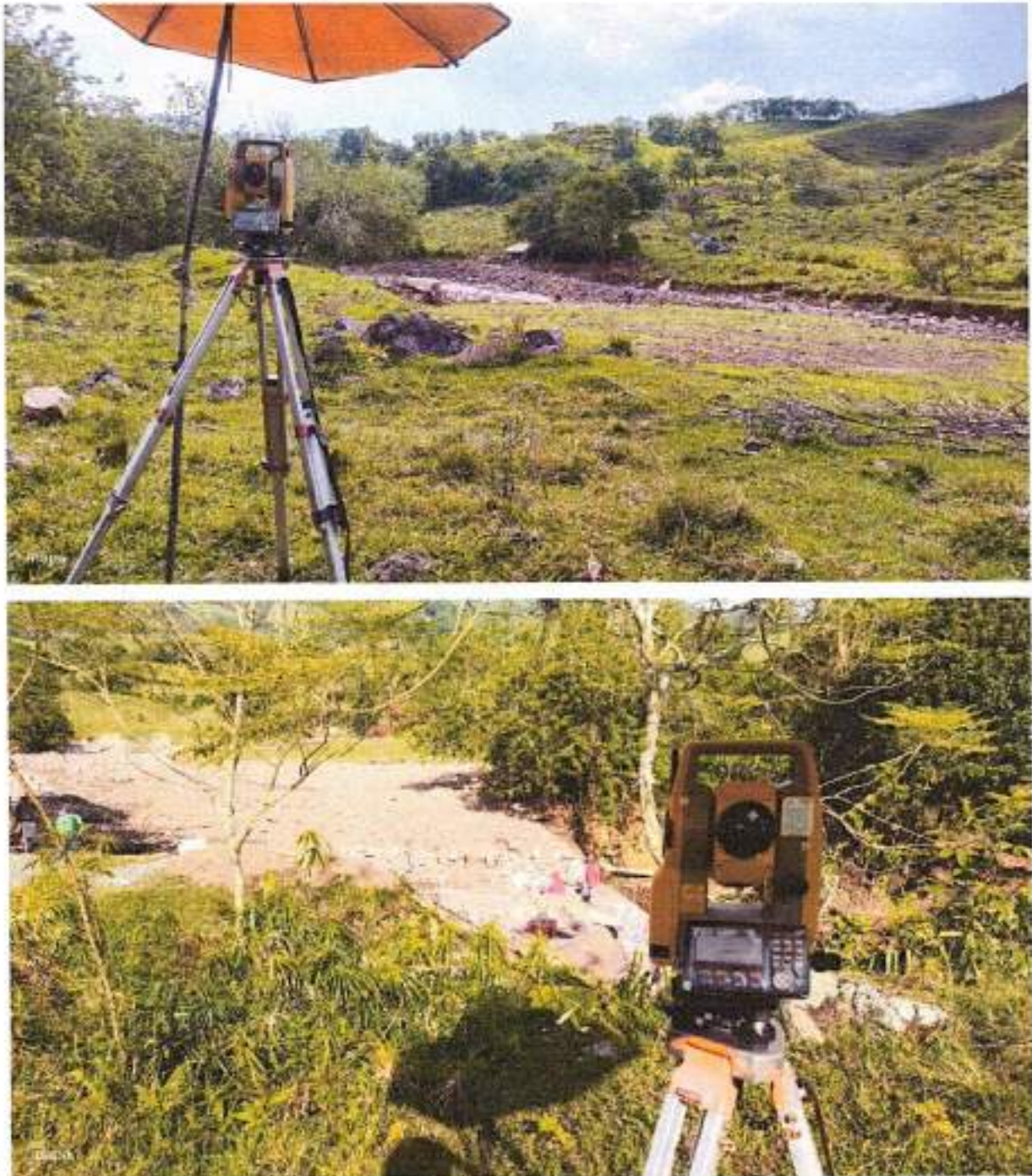
**Figura 9.** Fotografías del levantamiento Bocatoma Rapaito



Fuente: (Propia, 2022)



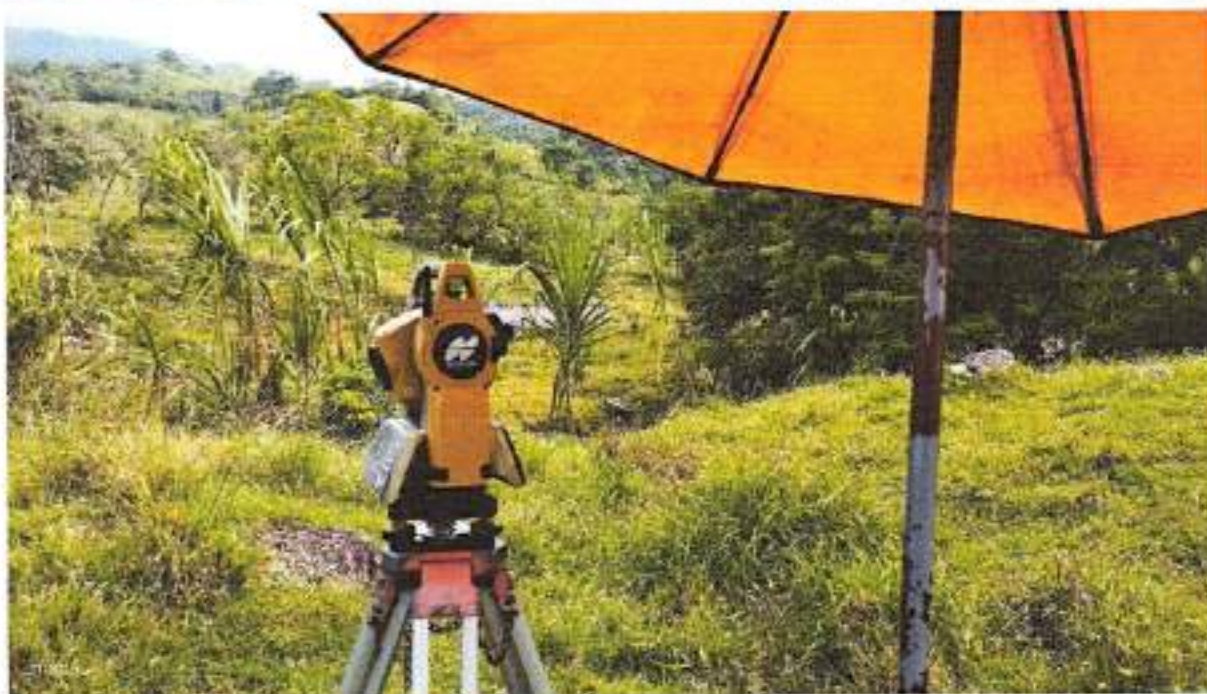
**Figura 10.** Fotografías del levantamiento Bocatoma Los Cano



Fuente: (Propia, 2022)



**Figura 11.** Fotografías del levantamiento Bocatoma Los Cano



Fuente: (Propia, 2022)



**Figura 12.** Fotografías del levantamiento Bocatoma Los Cano



Fuente: (Propia, 2022)

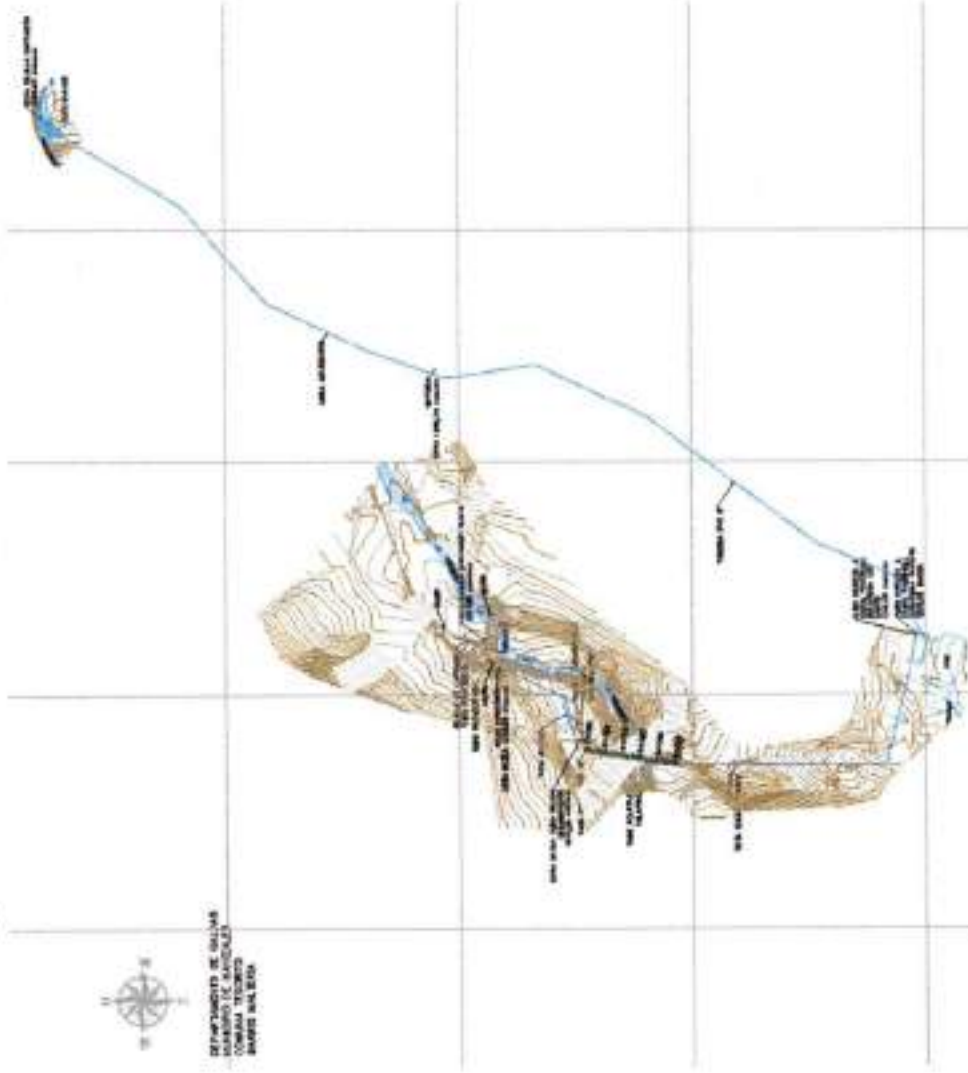


**Figura 13.** Fotografías del levantamiento Bocatoma Los Cano



Fuente: (Propia, 2022)

**Figura 14.** Plano del levantamiento topográfico



Fuente: (Propia, 2022)

<p>Carrera 21 #64-33 Edificio Multiplaza oficina 1207 Tel. 6934298 e-mail: quasaringenierosconsultores@gmail.com                  Manizales - Caldas</p>	<p>INFORME 4 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPIA, CALDAS</p> <p>Página 27</p>
--	--





**Figura 16.** Plano del levantamiento topográfico con ortofoto



Fuente: [Propia, 2022]

<p>Carrera 21 # 64-33 Edificio Multiplaza oficina 1207 Tel. 8934298 e-mail: <a href="mailto:quasaringenierosconsultores@gmail.com">quasaringenierosconsultores@gmail.com</a>                  Manizales - Caldas</p>	<p>INFORME 4 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</p> <p>Página 29</p>
--	--





## 5.1.1 ROCAS IGNEAS DEL TERCIARIO

### 5.1.1.1 PÓRFIDO DACÍTICO (TD) Y PÓRFIDO ANDESÍTICO HORNBLÉNDICO (Tadh)

Esta unidad está compuesta por Pórfidos Dacíticos (Td) y por pórfido Andesíticos de color gris claro moteado de tono blanco y verde oscuro, son rocas macizas, con textura porfíricas o afanítica, se encuentra localizado entre los municipios de Marmato entre los sectores de La Portada, Echadía y El Llano , al Oriente de Supía, en Riosucio entre los sectores de Lorenzo y Sipirra y finalmente al Norte de la Merced, los Pórfidos Andesítico hornbléndico (Tadh), constituidos por rocas de textura porfíricas que posee fenocristales de plagioclasas y de hornblenda de igual o menor dimensión, en una pasta gris clara, afanítica, se ubica entre los Municipios de Aguadas, Caramanta, Marmato, Quinchia, suroriente de Riosucio, Pacora y Filadelfia; y por último se encuentran los Pórfidos Andesítico y Dacítico de Ira.

## 5.1.2 ROCA METAMÓRFICA PALEOZOICO

### 5.1.2.1 ESQUISTOS CUARZOSERICÍTICOS (Pes)

Corresponde a rocas metamórficas constituidas por Esquistos de cuarzo sericíticos (Pes), constituidos principalmente por cuarzo, plagioclasas, moscovita, clorita, biotita, calcita, sericita, grafito, ocasionalmente clinozoisita y cloritoide o granates y como accesorios comunes: esfena, circón e ilmenita.

### 5.1.3 ROCAS SEDIMENTARIAS DEL CENOZOICO

#### 5.1.3.1 FORMACIÓN AMAGA

Definida por González H. (1976) la Formación Amagá, se divide en tres miembros: Miembro Inferior (Toi) compuesto por conglomerados que en algunos puntos constituye la base de la unidad y la ocurrencia de mantos delgados de carbón y areniscas conglomeráticas y arcillolitas arenosas; el Miembro Medio (Tom) este miembro contiene el mayor número de mantos de carbón inexplorables, se compone de arenisca con cemento Silicio-arcilloso, arcillolitas bien estratificadas que suelen contener concreciones de siderita; y, el Miembro Superior (Tos) es el más representativo, está caracterizado por la ausencia de mantos de carbón explotables, por la escasez de conglomerados, la abundancia de areniscas y la presencia de arcillolitas de color ocre, deleznable. Esta unidad aflora en Riosucio en los sectores del Salado y San Lorenzo; en Supía (veredas La Amalia, El Brasil, Panesso, Palmasola y La Trina).

#### 5.1.3.2 FORMACIÓN COMBIA

La Formación Combia (Tmc) compuesta por flujos de lava basáltica, rocas piroclásticas de composición intermedia y rocas sedimentarias de ambiente continental, se ubica en la parte central de la plancha, se extiende en una franja gruesa de norte a sur, abarcando los municipios de Támesis, Jardín, Riosucio, Caramanta, Guaticá y Quinchía.



## 5.1.4 ROCAS SEDIMENTARIAS CUATERNARIO

### 5.1.4.1 DEPÓSITOS ALUVIALES (Qal)

Estos depósitos están constituidos principalmente por gravas y arenas de variada composición, se localizan principalmente a lo largo del Río Cauca y el Río Supía.

## 5.2 TECTÓNICA

Estructuralmente a nivel regional la zona se encuentra afectada por las fallas Supía- San Lorenzo, Arcón- la Iberia, Rodas el palo, y el lineamiento Rapao – La Comparcita. Los municipios de Riosucio y Supía se localizan en una zona de amenaza sísmica alta, por la presencia de varias fallas del sistema tectónico regional Cauca- Romeral, que afecta el pie de monte de la cordillera occidental en su sector oriental.

## 5.3 ESTRATIGRAFÍA LOCAL

La zona de interés está constituida geológicamente por dos unidades litológicas que se formaron en diferentes periodos de tiempo desde el Cretácico hasta el Cuaternario, en ambientes marinos y continentales.



### 5.3.1 FORMACIÓN AMAGA MIEMBRO SUPERIOR (Tos)

Tiene un espesor de ~228 m y se caracteriza por la ausencia de mantos explotables de carbón, muestra evidencias faciales de ríos meandricos y trezados respectivamente. A nivel de muestra de mano se reconocen litoarenitas feldespáticas, wackas líticas con intercalaciones de lodolitas rojas, y areniscas masivas. (Silva y Sierra, 2008). En cuanto a sus límites geológicos, descansa discordante sobre el basamento metamórfico de la cordillera central y es cubierto discordantemente por sucesiones volcano-clásticas de la Formación Combia (Silva y Sierra, 2008).

### 5.3.2 TERRAZAS ALUVIALES (Qf)

Las terrazas son más abundantes en las riberas del Río Supía y afluentes como Quebrada Grande en el municipio de Supía, su extensión es moderada, están conformadas por partículas de gran variedad de tamaño, desde bloques de 2 m de diámetro hasta cantos y guijos, en su mayoría las rocas que lo conforman son sedimentarias e ígneas provenientes de las unidades geológicas de la zona, los materiales que se encuentran son angulosos y poco redondeados, lo que indica poco tiempo de transporte.

Estos depósitos están conformados por partículas que han sufrido transporte, y han quedado depositados formando una planicie, son matriz-soportados a clasto-soportados, esta característica depende del lugar donde aflora, los clastos heterométricos presentan poca selección de tamaño guijos hasta bloques, la matriz es arcillo arenosa de color rojizo. Las terrazas varían en espesor entre 1.5 a 5 metros acorde a la superficie que se encuentren rellenando.

## 5.4 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La zona Occidente tiene características morfológicas bien definidas; corresponde a áreas de montaña con pendientes que van de cortas a largas, cuyo basamento rocoso corresponde a rocas de tipo metamórfico como ígneo, así como rocas sedimentarias, las cuales afloran en superficie en gran parte del territorio. La localización en la zona andina les atribuye a estos municipios alta meteorización y susceptibilidad al desarrollo de procesos denudativo, factores como alta pendiente, pluviosidad, factores de origen antrópico. Entre los ambientes geomorfológicos existen condiciones morfogenéticas denudaciones, como son las laderas prolongadas con control estructural, laderas fuertemente afectadas por procesos de remoción en masa, rellenos torrenciales y de avalanchas antiguas, depósitos coluviales recientes, depósitos coluviales laterales. Entre las unidades geomorfológicas se encuentran:

- Unidad de colinas escarpadas, relacionadas principalmente a rocas ígneas porfíricas, en las cuales también se presentan fenómenos erosivos como caída de roca y flujos de lodo y escombros encausados por los drenajes que corren por las altas pendientes.
- Unidad de colinas levemente onduladas, relacionadas con rocas sedimentarias, y volcanosedimentarias, en las que ocurren procesos erosivos, rotacionales, translacionales, reptación y algunos asentamientos diferenciales.
- Unidad de colinas suavizadas, relacionadas principalmente a depósitos coluviales, con presencia de asentamientos diferenciales.



- Unidad de colinas suavizadas, asociadas a depósitos aluviales cuaternarios, con presencia de fenómenos de socavación de orillas.

#### 5.4.1 EVOLUCIÓN Y CLASIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA

Morfológicamente el área de estudio presenta un paisaje derivado de una intensa meteorización, fuerte afectación tectónica (al occidente del área) y una erosión diferencial muy significativa, actuante sobre rocas ígneas tanto efusivas como intrusivas y sedimentarias de edad Cretácica. El paisaje es principalmente montañoso, el relieve tiene una disposición longitudinal en dirección S-N con filos de topes agudos, con variaciones a subredondeados en algunas geofórmulas desarrolladas sobre rocas volcánicas de la formación Barroso y rocas sedimentarias de la formación Penderisco; las pendientes más fuertes se encuentran en donde afloran las rocas volcánicas y sedimentarias de del Grupo Cañas Gordas (Formación Penderisco).

Los terrenos de relieve bajo como llanuras volcánicas con suaves ondulaciones, están constituidas por rocas sedimentarias de la Formación Amagá y las rocas volcano-sedimentarias de la Formación Combia. El área de estudio es drenada principalmente por el Rio Cauca y sus afluentes (ríos Supía y Riosucio), al oriente de la plancha y los ríos San Juan Bravo, San Juan, Risaralda y Arroyo Hondo en la parte occidental. Por lo general estos ríos y quebradas presentan valles son profundos y estrechos y en forma de "V".



## 5.4.2 CLASIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA

La geomorfología es el estudio de las formas del relieve de la superficie terrestre; su utilización práctica permite la descripción y análisis de las formas y evolución del relieve estudiando los procesos del modelado. Su importancia en los estudios de suelos es muy clara por la estrecha relación entre la génesis de las unidades geomorfológicas y las edáficas. La geomorfología interviene en todas las etapas de los levantamientos de suelos, desde la fase de fotointerpretación de imágenes satelitales, hasta el mapeo de campo e interpretación de la génesis y evolución de los suelos en cada una de las regiones y/o departamentos del país. Las relaciones metodológicas se refieren a las modalidades utilizadas para analizar la distribución espacial y la formación del complejo geoforma-suelo. La geomorfología contribuye a mejorar el conocimiento de los suelos en términos de su geografía, de su génesis, y de su estratigrafía. En retorno, la información pedológica alimenta al dominio de la geomorfología, mejorando el conocimiento sobre los procesos morfogenéticos. Lo anterior necesita la integración de los datos geomorfológicos y pedológicos en un modelo estructural compartido para identificar y mapear las unidades geopedológicas. (Zinck A., 2012). Para el estudio, descripción y clasificación de las unidades geomorfológicas de la zona que comprende la zona de estudio, se utilizó el sistema geomorfológico planteado por el Servicio Geológico la Guía metodológica, (2012).

En la zona de estudio se pueden definir la existencia de tres elementos geomorfológicos, correspondientes al ambiente estructural y dos al ambiente fluvial.

#### 5.4.2.1 GEOFORMAS DE ORIGEN ESTRUCTURAL

Corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente las asociadas a plegamientos y fallamientos, cuya expresión morfológica está definida por la litología y la disposición estructural de las rocas aflorantes. La mayoría de las geoformas de este ambiente reconocidas en el área de estudio están íntimamente relacionadas con el levantamiento de las cordilleras Central y Occidental, y el efecto compresional de las placas oceánica continental que se marca a lo largo de las fallas del sistema Romeral, las cuales en forma escalonada ponen en contacto fallado rocas de diferente edad y composición y se caracterizan por su relieve montañoso a colinado, cuya altura y formas se deben a plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en diverso grado por los procesos de denudación. Concretamente se hace referencia a laderas estructurales y de contrapendiente en rocas metamórficas, sedimentarias, cerros estructurales, escarpes de falla, espinazos, espolones y sierras de origen estructural.



- **Cuesta (Sc)**

Este tipo de geoforma presenta gran expresión en inmediaciones del área urbana de los Municipios de Supía se desarrolla sobre rocas de edad Terciaria, como las areniscas cuarzosas pertenecientes a la Formación Amaga y rocas duras intermedias y blandas de la Formación Combia (Tmc) cuyas pendientes están alrededor de 10° con presencia de suelos residuales, esta unidad en sus laderas presenta una alta predisposición a generar procesos de movimientos en masa. Geomorfológicamente se define como una sierra asimétrica elongada, de morfología montañosa a colinada definida por el basculamiento suave entre 10° a 25° de las capas o estratos de rocas sedimentarias de la Formación Amaga, esta unidad desarrolla un drenaje dendrítico subparalelo localmente denso y están conformadas por laderas estructural de cuesta.

#### **5.4.2.2 GEOFORMAS DE ORIGEN FLUVIAL**

Las geoformas de origen fluvial son el producto de la dinámica de las corrientes en superficie, erosionando, transportando y acumulando el producto de su accionar en zonas aledañas a su recorrido en el tiempo. Los cambios de la pendiente en el perfil longitudinal de las corrientes están directamente asociados con la acumulación de los materiales transportados tanto en el fondo como en suspensión. Las formas de los depósitos se clasifican según su posición y aspecto geométrico como por ejemplo terrazas, abanicos fluviales, conos aluviales, barras longitudinales, barras puntuales, diques y aluviones propiamente dichos.



- **Cauce activo (Fpa)**

Se localiza bordeando el cauce del Río Supía, donde es limitado localmente por terrazas aluviales (Fta). Esta unidad geomorfológica que se caracteriza por ser las acumulaciones más jóvenes, relacionadas con la actividad de las corrientes fluviales en el Holoceno. Su depósito varía en granulometría y composición, de acuerdo con la dinámica de la corriente y las unidades geológicas que drenan. Esta unidad se define como una superficie de morfología plana, baja de morfología ondulada de 50 a 1000 m de amplitud, eventualmente inundable.

- **Terraza aluvial (Fta)**

Se presenta aledaña a los cauces fluviales de los ríos Cauca, San Agustín y San Juan Bravo y en las quebradas Atarraya y Sinifana, se encuentra limitada por escarpes de terraza de acumulación (Ftae) de diferente altura a lo largo del cauce de un río. Su origen es relacionado a procesos de erosión y acumulación aluvial, dentro de antiguas áreas de inundación. Su formación incluye fases de acumulación, incisión y erosión vertical. Su depósito está constituido por gravas arenas, limos y arcillas, con disminución del tamaño a medida que se aleja del cauce del río. Dicha unidad por su forma plana preferiblemente, es utilizada para la ganadería. Geomorfológicamente se define como una superficie elongada, localmente ancha (500–1000m), plana a suavemente inclinada ( $>5^\circ$ ), modelada sobre sedimentos aluviales

## 6 ESTUDIO GEOTÉCNICO

El método de prospección en la zona de estudio consistió en la realización de sondeos manuales, se realizaron en total diez (10) perforaciones estratégicamente ubicadas.

**Tabla 1.** Características sondeos realizados en la zona

Ubicación	Sondeo	Profundidad (m)	NAF (m)
Bocatoma Rapaito	1	4.50	--
	2	3.20	--
	3	3.00	--
	4	3.70	--
	5	2.60	--
Bocatoma Los Cano	6	2.70	--
	7	3.80	1.80
	8	3.90	1.70
	9	3.50	0.50
	10	2.60	--

Fuente: (Propia, 2022)

De cada una de las perforaciones se extrajeron muestras en tubos de pared delgada y en bolsa para ser ensayadas en laboratorio. Los ensayos realizados fueron los siguientes:

- **NTC 1493** — Suelos. Ensayo para determinar el límite plástico y el índice de plasticidad. (ASTM D 4318).
- **NTC 1494** — Suelos. Ensayo para determinar el límite líquido. (ASTM D 4318)
- **NTC 1495** — Suelos. Ensayo para determinar el contenido de agua. (ASTM D 2216).
- **NTC 1522** — Suelos. Ensayo para determinar la granulometría por tamizado NTC 1527.
- **NTC 1917** — Suelos. Determinación de la resistencia al corte. Método de corte directo (CD).
- **ASTM D 2166-06** — Suelos. Ensayo para determinar la resistencia a la compresión inconfiada.
- **I.N.V.E 124-07** — Análisis granulométrico por medio del hidrómetro. (ASTM D-422).



## 6.1 DESCRIPCIÓN DE PERFORACIONES – BOCATOMA RAPAITO

Una vez realizada la prospección Geotécnica en diferentes sectores de la zona de estudio se puede determinar claramente un perfil característico, el cual se describe de la superficie hacia abajo de la siguiente manera:

1. Desde el inicio de las perforaciones se encontró un material de relleno color pardo oscuro, resistencia y humedad medias, con un espesor promedio 0.50 m.
2. Superando la anterior capa se observa un suelo color pardo y amarillo claro y con presencia de fragmentos de roca, resistencia y humedad medias y un espesor promedio de 2.50 m.
3. En lo relacionado con el NAF (Nivel de Aguas Freáticas), no se detectó en ninguna de las perforaciones hechas en el lote.

Cada una de las perforaciones se describe en el anexo.

## 6.2 DESCRIPCIÓN DE PERFORACIONES – BOCATOMA LOS CANO

Una vez realizada la prospección Geotécnica en diferentes sectores de la zona de estudio se puede determinar claramente un perfil característico, el cual se describe de la superficie hacia abajo de la siguiente manera:

1. Desde el inicio de la perforación se observa un suelo color pardo oscuro y amarillento, con presencia de fragmentos de roca, resistencia media-alta, humedad media y un espesor promedio de 3.50 m.
2. En lo relacionado con el NAF (Nivel de Aguas Freáticas), se detectó en tres (3) de las perforaciones hechas en el lote, a una profundidad media de 1.70 m.

Cada una de las perforaciones se describe en el anexo.

## 6.3 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

### 6.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS BOCATOMA RAPAITO

Para la clasificación de los materiales extraídos de cada una de las perforaciones, se utilizará el sistema unificado de clasificación de suelos, el cual tiene como principal parámetro la carta de plasticidad. Por tal motivo es necesaria la determinación de los Límites de Atterberg y la realización de Granulometrías por Lavado.

- Los depósitos que conforman la zona de estudio presentan una textura limo arenosa y limo arcilloso, lo que hace que se clasifican en la carta de Casagrande como arcilla de baja plasticidad CL, limos de baja plasticidad ML y arenas limosas SM
- La humedad promedio es de 34.80%.
- El color predominante en los depósitos es el color pardo y amarillo claro.



**Figura 18.** Clasificación de muestras – Bocatoma Rapaito



Fuente: (Propia, 2022)

### 6.3.1.1 LÍMITE LÍQUIDO

Esta propiedad presenta un valor promedio de 40.60%.

### 6.3.1.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA

El valor promedio de la resistencia a la compresión inconfiada para el depósito es de 6.23 ton/m<sup>2</sup>.

### **6.3.1.3 PESO UNITARIO DEL SUELO**

El valor promedio es 1.76 ton/m<sup>3</sup> para pesos unitarios húmedos y de 1.32 ton/m<sup>3</sup> para pesos unitarios secos.

### **6.3.1.4 ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

El valor de esta propiedad presenta un valor promedio de 11.74%.

### **6.3.1.5 COHESIÓN**

El valor de esta propiedad se calculó por medio del ensayo de corte directo, arrojando un valor promedio de 3.80 Ton/m<sup>2</sup>.

### **6.3.1.6 ÁNGULO DE FRICCIÓN**

Con el ensayo de corte directo se tiene un valor promedio de 34.52 grados.

**Tabla 2.** Propiedades mecánicas de los depósitos de la Bocatoma Rapaito

Sondeo	$\gamma$ húmedo (Ton/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ seco (Ton/m <sup>3</sup> )	qu (Ton/m <sup>2</sup> )	W (%)	U (%)	Lp (%)	Ip (%)	Tamiz 200 (%)	SUCS	C (Ton/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)
Apique 1 - 1.00				27.66	30.6	23	7.6	62.56	ML		
Apique 1 - 2.00	1.825	1.277	5.90	42.9	48.4	35.3	13.1	68.9	ML		
Apique 2 - 1.60				24.74	26.4	21.9	4.5	56.38	CL		
Apique 3 - 1.40	1.52	1.26		34.32	38.2	28.4	9.8	48.11	SM	4.1	32.29
Apique 4 - 1.80	1.75	1.39		35.14	39.6	27.3	12.3	62.06	ML	3.5	36.74
Apique 5 - 0.90	1.795	1.301	8.00	38	53.3	31	22.4	77.14	MH		
Apique 5 - 1.10	1.929	1.37	4.80	40.8	47.7	35.2	12.5	60.9	ML		
<b>Promedio</b>	1.76	1.32	6.23	34.79	40.60	28.87	11.74	62.29		3.80	34.52
<b>Máximo</b>	1.93	1.39	8.00	42.90	53.30	35.30	22.40	77.14		4.10	36.74
<b>Mínimo</b>	1.52	1.26	4.80	24.74	26.40	21.90	4.50	48.11		3.50	32.29

Fuente: (Propia, 2022)



### 6.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS BOCATOMA LOS CANO

Para la clasificación de los materiales extraídos de cada una de las perforaciones, se utilizará el sistema unificado de clasificación de suelos, el cual tiene como principal parámetro la carta de plasticidad. Por tal motivo es necesaria la determinación de los Límites de Atterberg y la realización de Granulometrías por Lavado.

- Los depósitos que conforman la zona de estudio presentan una textura limo arenosa y limo arcilloso, lo que hace que se clasifican en la carta de Casagrande como arcilla de alta plasticidad CH, arcilla de baja plasticidad CL, limos de baja plasticidad ML y arenas arcillosas SC.
- La humedad promedio es de 31.17%.
- El color predominante en los depósitos es el color pardo y amarillo claro.

**Figura 19.** Clasificación de muestras Bocatoma Los Cano



Fuente: (Propia, 2022)

### 6.3.2.1 LÍMITE LÍQUIDO

Esta propiedad presenta un valor promedio de 44.98%.

### 6.3.2.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA

El valor promedio de la resistencia a la compresión inconfiada para el depósito es de 5.87 ton/m<sup>2</sup>.

### 6.3.2.3 PESO UNITARIO DEL SUELO

El valor promedio es 1.82 ton/m<sup>3</sup> para pesos unitarios húmedos y de 1.45 ton/m<sup>3</sup> para pesos unitarios secos.

### 6.3.2.4 ÍNDICE DE PLASTICIDAD

El valor de esta propiedad presenta un valor promedio de 20.55%.

### 6.3.2.5 COHESIÓN

El valor de esta propiedad se calculó por medio del ensayo de corte directo, arrojando un valor promedio de 4.10 Ton/m<sup>2</sup>.

### 6.3.2.6 ÁNGULO DE FRICCIÓN

Con el ensayo de corte directo se tiene un valor promedio de 30.22 grados.



**Tabla 3.** Propiedades mecánicas de los depósitos de la Bocatoma Los Cano

Sondeo	$\gamma$ húmedo (Ton/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ seco (Ton/m <sup>3</sup> )	qu (Ton/m <sup>2</sup> )	W (%)	U (%)	Lp (%)	Ip (%)	Tamiz 200 (%)	SUCS	C (Ton/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)
Apique 6 - 1.10	1.74	1.38		45	55.3	29.4	26	69.32	CH	5.7	30.31
Apique 7 - 1.70	1.7	1.27		41.52	50.7	27.5	23.2	73.07	CH	2.5	30.12
Apique 7 - 2.20				31	44	21	23	81.3	CL		
Apique 8 - 1.10	1.827	1.437	6.00	27.15	38.5	20.6	17.9	72.42	CL		
Apique 9 - 1.00	1.99	1.631	3.40	22	32.8	21.3	11.6	63.62	CL		
Apique 10 - 1.10	1.823	1.515	8.20	20.35	48.6	27	21.6	37.34	SC		
<b>Promedio</b>	1.82	1.45	5.87	31.17	44.98	24.47	20.55	66.18		4.10	30.22
<b>Máximo</b>	1.99	1.63	8.20	45.00	55.30	29.40	26.00	81.30		5.70	30.31
<b>Mínimo</b>	1.70	1.27	3.40	20.35	32.80	20.60	11.60	37.34		2.50	30.12

Fuente: (Propia, 2022)

## 7 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PASO ELEVADO

Para la reconstrucción del tramo de tubería afectado en este punto se recomienda instalar unos muertos en concreto ciclópeo.

Se debe tener especial cuidado al instalar la tubería colgante que no se intercepte la línea piezométrica, ya que esto afectaría de manera determinante el flujo continuo del agua hacia la planta de tratamiento.

Se propone el paso elevado de la tubería la cual cuenta con una luz de longitud aproximada a 50.00 metros, cruzando la quebrada existente en este punto.

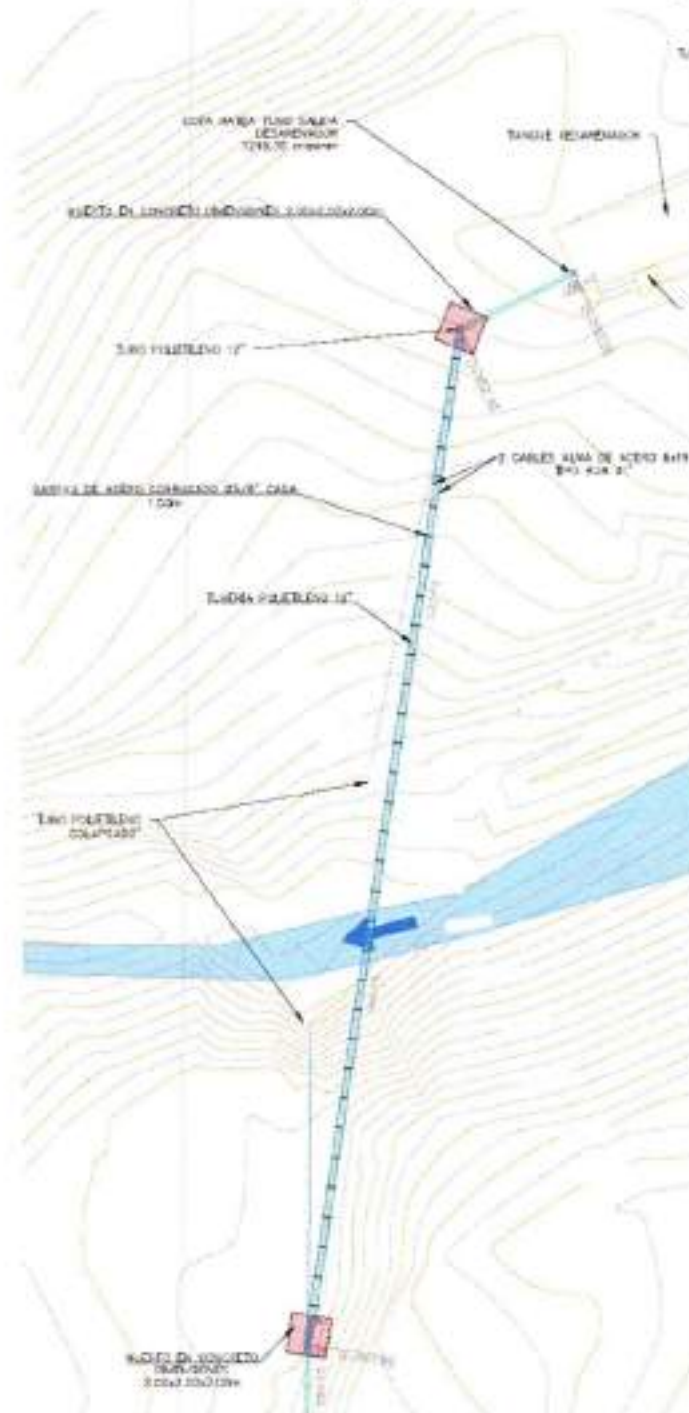
Se deberán conformar dos estructuras de gravedad en concreto ciclópeo de dimensiones 2.00 x 2.00 x 2.00m (muertos) en ambos extremos del paso elevado.

Para sostener correctamente la tubería se conformarán sobre la misma dos cables de alma de acero 6x19 tipo BOA Ø5/8", la tubería de polietileno se amarra a dichos cables mediante barras de acero corrugado de Ø5/8" las cuales se ubicarán cada 1.50 metros.

Tanto el cable como la tubería se empotra a las dos estructuras de gravedad ubicadas en cada extremo del paso elevado.

Se presenta a continuación los esquemas planta y perfil del paso elevado propuesto, así como se adjuntan en el anexo 1 del presente documento los planos de los mismo.

**Figura 20.** Paso elevado propuesto – vista en planta







**Tabla 4. Diseño estructural del paso elevado**

**CALCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CANTO APURADO 6.0x0.30 M**

**DATOS DEL PASADIZO**

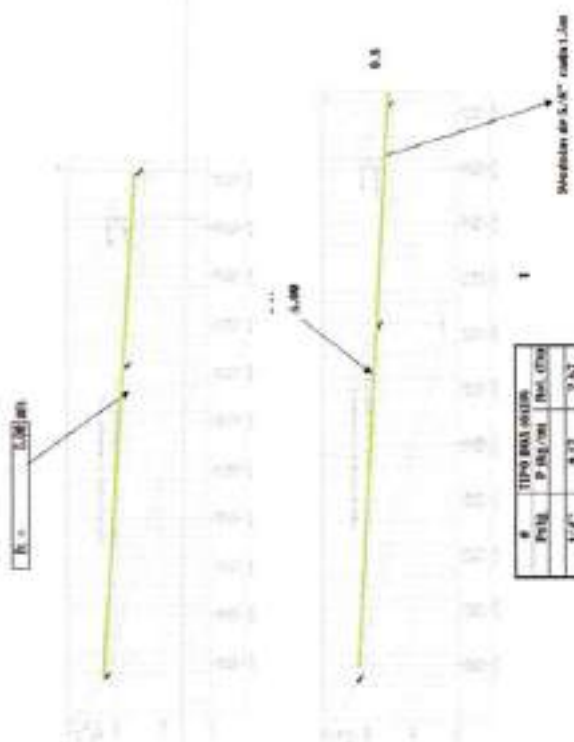
Longitud del Canto Apurado (metros)	12.00	metros
Carreteras de la Intersección	8 + 0	22.00
Nivel del eje de la tubería de agua	Mat. Fud. Caldas	1001.550.00
Nivel del eje de la tubería de alcantarillado	Mat. Fud. Caldas	1001.550.00
Nivel del canto apurado	Mat. Fud. Caldas	1001.550.00
Nivel del pavimento	Mat. Asfalto Compuesto	

**RESUMEN DE LOS COSTOS**

Costo de materiales	1.200.000.000
Costo de mano de obra	1.500.000.000
Costo de transporte	1.000.000.000
Costo de otros recursos	1.000.000.000
<b>Total</b>	<b>5.200.000.000</b>

Costo de mano de obra	1.200.000.000
Costo de materiales	1.500.000.000
Costo de transporte	1.000.000.000
Costo de otros recursos	1.000.000.000
<b>Total</b>	<b>5.200.000.000</b>

Costo de mano de obra	1.200.000.000
Costo de materiales	1.500.000.000
Costo de transporte	1.000.000.000
Costo de otros recursos	1.000.000.000
<b>Total</b>	<b>5.200.000.000</b>



φ	TIPO BARRAS	P (kg/cm)	Dist. (cm)
1.5"	1.5"	0.37	2.52
1.5"	1.5"	0.37	2.52
1.5"	1.5"	0.37	2.52
1.5"	1.5"	0.37	2.52

φ	TIPO BARRAS	P (kg/cm)	Dist. (cm)
1.5"	1.5"	0.37	2.52
1.5"	1.5"	0.37	2.52
1.5"	1.5"	0.37	2.52
1.5"	1.5"	0.37	2.52

LIBRO DE TUBERIA

Peso por metro del Sismo (P <sub>sismo</sub> )	0.600	kg/m
Peso Máximo (P <sub>max</sub> )	138.601	kg/m
Tensión mínima	8662.57	kg
TENSION MÁXIMA	9329.870	kg
Factor de seguridad a la tensión (C <sub>s</sub> )	3.600	
TENSION MÁXIMA ADMISIBLE	27989.6	kg
	28.0	Ton
Tensión máxima a la rotura (T <sub>max,rot</sub> )	40.700	Ton
Diámetro asignado de cable principal	0.625	

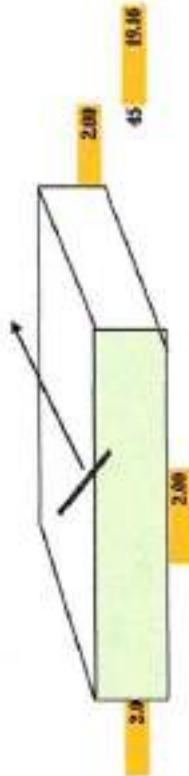
1 3/8"	5.21	75.7
1 1/2"	6.19	89.7
1 5/8"	7.26	104
1 3/4"	8.44	121
2"	11	158



**Malla de Cobrir**

1 Cable de Protección	5/8"	Tipo IBC 10/100	Cable Principal
	5/8"	Aero estabilizado	

ancho de la Cámara de Anclaje	2.000 m
largo de la cámara de Anclaje	2.000 m
alto de la cámara de Anclaje	2.000 m



**anclajes de la cámara de Anclaje**

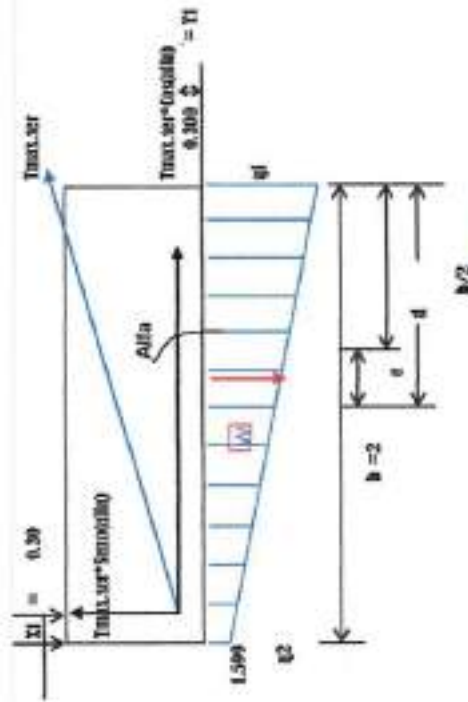
cantidad Porcentaje Alambillo (Esp. 16#)	1.50 kg/m <sup>2</sup>
peso unitario del terreno (γ <sub>t</sub> )	1700.00 kg/m <sup>3</sup>
peso unitario del concreto (γ <sub>c</sub> )	2400.00 kg/m <sup>3</sup>
cantidad del concreto (cantidad de anclaje) (γ <sub>c</sub> )	20.00 kg/m <sup>2</sup>
longitud de inyección máxima (L)	20.00 m
longitud de caída del cable principal (L <sub>ca</sub> )	4.00 m
altura de la Base al Cable de Anclaje	0.50 m
altura del Contorno al Cable de Anclaje	0.50 m

Resistencia de Terreno (E <sub>t</sub> )	0.600 Tg - m
Tensión Horizontal de Servicio Terminal (norma)	650.32 kg-m
Tensión Horizontal de Servicio Intermedio (norma)	650.32 kg-m
peso Propio de la Cámara de Anclaje (W <sub>c</sub> )	19.20 Tg
Suma de Momentos / Fuerzas Verticales (M)	1.833 m
Escentricidad de la resultante de Fuerzas (e)	-0.133 m

Presión de la Estructura sobre el Terreno (E)	0.480
Presión de la Estructura sobre el Terreno (E <sub>0</sub> )	0.148 kg/m <sup>2</sup>
Presión de la Estructura sobre el Terreno (E <sub>02</sub> )	0.347 kg/m <sup>2</sup>

**Malla de Fuerzas de Seguridad**

Factor de Seguridad al Deslizamiento (F.S.D)	1.590
Coeficiente de Perforamiento (F)	0.750
Factor de Seguridad al Deslizamiento Combinado	2.245 (OK)



Factor de Seguridad al Volteo (F.S.V)	2.000
Factor de Seguridad al Volteo Calc.	0.662 (OK)

## 8 ESTUDIO HIDROLÓGICO

La Hidrología Moderna se caracteriza por ser una rama de las ciencias de la tierra que impulsa el saber partiendo de diferentes áreas del conocimiento. En términos generales se puede decir que, desde su inicio, el estudio de la Hidrología ha tenido una base empírica, pero gracias a los avances en el entendimiento de la física de los diferentes procesos hidrológicos, y recientemente debido al uso de computadores y de los Sistemas de Información Geográfica SIG, se dispone actualmente de una Hidrología más completa que representa de forma más realista el comportamiento del ciclo del agua en cuencas hidrográficas.

En el presente informe se tienen en cuenta todos aquellos parámetros de relevancia para realizar un estudio completo que cumpla con la normativa vigente, además de realizar el cálculo y diseño de las obras hidráulicas necesarias con el fin de dar solución a la problemática de estabilidad del proyecto en general.

El objetivo básico de todo estudio hidrológico es lograr un entendimiento adecuado del comportamiento del ciclo del agua en una determinada región. En el caso del diseño de obras civiles, se quiere analizar el comportamiento de esas obras para condiciones hidrológicas extremas (UNAL, 1997).



En general, para lograr su objetivo, un estudio hidrológico utiliza información existente con la cual trata de inferir el comportamiento de los diferentes flujos y almacenamiento en la zona de interés. Normalmente este proceso de inferencia concluye con la selección de un modelo o un conjunto de modelos hidrológicos, que se utilizarán para estimar las condiciones hidrológicas críticas que se requieren para el diseño y reducir la incertidumbre. Los modelos y los valores de caudal estimados serán tan buenos como la calidad de la información utilizada. Posterior a la identificación del tipo y la cantidad de información temporal y espacial disponible, se procesa dicha información y se buscan las metodologías aplicables para los objetivos específicos y de acuerdo con las características de la zona de estudio (UNAL, 1997).

Este capítulo busca calcular la escorrentía superficial, que es el fenómeno hidrológico más importante en todo proyecto vial desde el punto de vista de la ingeniería, debido a que de esta dependen tanto la estabilidad de la obra como la seguridad y comodidad de los usuarios de esta.

Es por eso que utilizando métodos hidrometeorológicos basados en modelos probabilísticos de mayor o menor complejidad que simulan el proceso lluvia-escorrentía y acompañados de los datos históricos de lluvias y demás variables independientes medidos en la zona de estudio como las características geométricas, topográficas y de suelos, entre otros, los cuales son parámetros necesarios para realizar el estudio hidrológico e hidráulico que incluye el cálculo y diseño de las obras necesarias para cumplir con los objetivos del proyecto dando cumplimiento tanto a los requerimientos del mismo como a la normativa existente para tales fines y el respectivo diseño.



El estudio hidrológico de la zona que dará como resultado los caudales de diseño en cada uno de los puntos de interés y basado en esta información el diseño de las obras de drenaje superficial necesarias para encausar el agua colectada en la vía. Se deben tener presente las limitaciones derivadas de la calidad de la información hidrometeorológica disponible para la región, además de los diferentes resultados a los que se llega utilizando los distintos modelos hidrológicos existentes, por eso en ocasiones se analizará la información basados en más de una teoría y se aceptará su promedio.

Durante el análisis hidrológico que realizaremos en el desarrollo del presente estudio se hará uso del "Método Racional" para calcular los caudales de diseño ya que se pueden obtener datos cercanos a la realidad a partir de información limitada, aunque bajo cierto nivel de incertidumbre. El objetivo principal es realizar el estudio hidrológico de la línea de drenaje de la Bocatoma Rapaito y de la Quebrada Grande y en base a ello realizar el diseño de las obras de drenaje de escorrentía superficial para garantizar la adecuada funcionalidad y protección de las obras a realizar.

## 8.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

### 8.1.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar el estudio hidrológico de la línea de drenaje de las bocatomas Rapaito y Quebrada Grande con el fin de tener un insumo para el diseño de las obras de rehabilitación de dichas bocatomas.

### 8.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Seleccionar estaciones climatológicas que influyan en la zona de estudio.
- Analizar las variables meteorológicas e hidrológicas de las estaciones de estudio.
- Identificar las cuencas en el área de estudio.
- Determinar los volúmenes de escorrentía superficial, así como los caudales que pasan por las líneas de drenaje objeto de interés.
- Definir y elaborar en conjunto los alineamientos de las obras nuevas y el dibujo de las mismas en planta y perfil general para posteriormente verificar su funcionamiento hidráulico adecuado.

### 8.1.3 ALCANCE

- Investigación de la información cartográfica y/o fotográfica existente y de la información secundaria relacionada, como informes existentes y estadísticas.
- Elaboración del estudio hidrológico de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto para los últimos años, utilizando estudios estadísticos y probabilísticos.
- Cálculo de la capacidad hidráulica de las obras de drenaje, utilizando los caudales definidos en el estudio hidrológico.



## 8.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

Se recopiló información de las estaciones climatológicas e hidrométricas localizadas en la zona de influencia del proyecto y áreas vecinas con el objeto de lograr una descripción adecuada de las características hidrológicas de las zonas aferentes al sitio.

Cercanas al sitio de estudio, se encuentran varias estaciones meteorológicas o climáticas operadas por varias entidades, que permiten cuantificar diferentes eventos. Dichas entidades corresponden al Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ).

La mayoría de las estaciones presentan información incompleta o su información no se encuentra disponible; la estación Rafael Escobar (Supía) presentan registros de precipitación considerables. Datos de temperatura, brillo solar, evaporación, dirección del viento entre otras no se registraron en la estación mencionada.

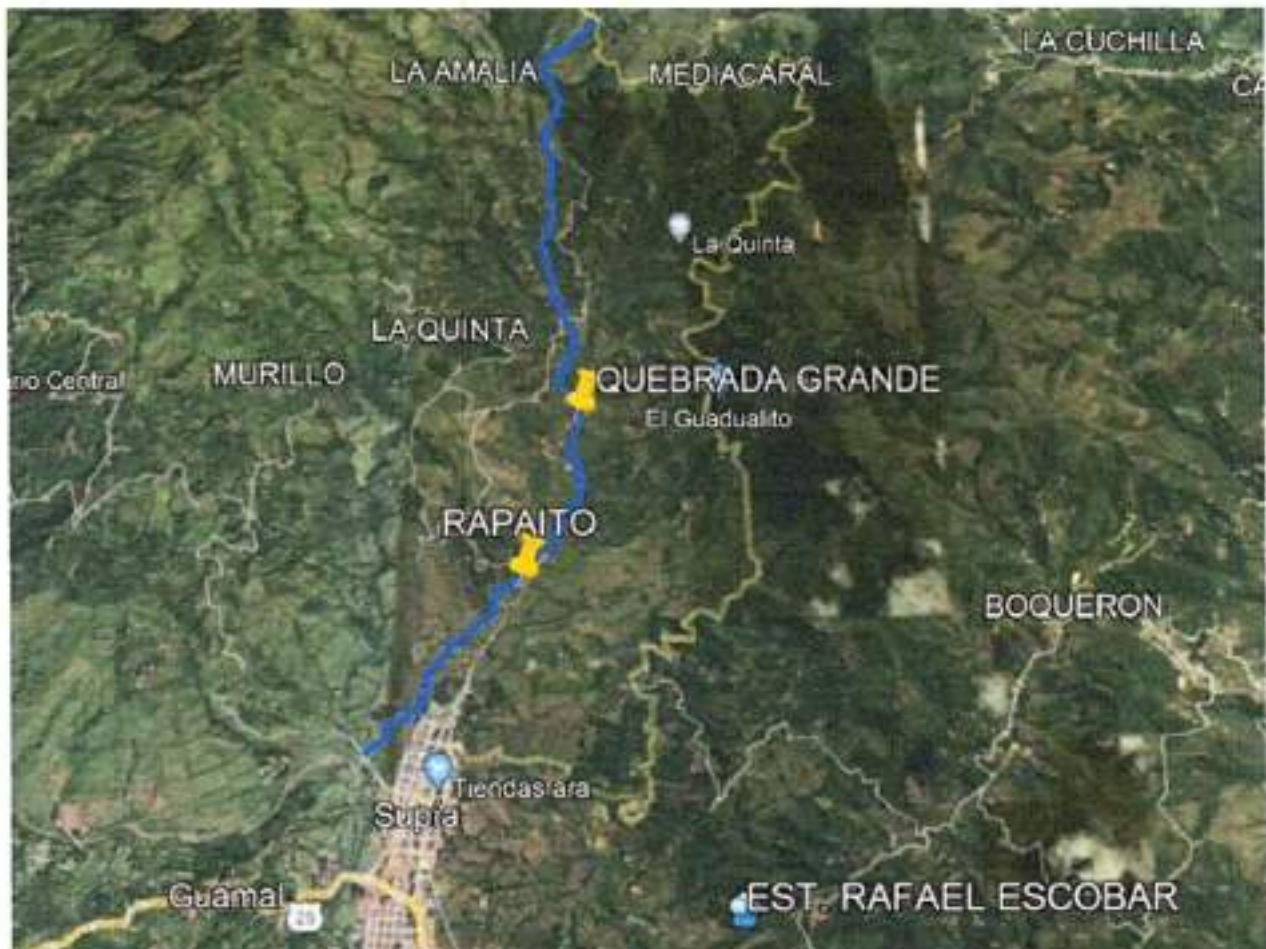
En el cuadro que se muestra a continuación se dan a conocer las características de la estación que se encuentra dispuesta cercana al tramo vial en estudio.

**Tabla 5.** Características de la estación de Cenicafé cercana a la zona de estudio

MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	ESTACION	COORDENADAS		ALTITUD (msnm)
			LATITUD	LONGITUD	
Supía	Caldas	Rafael Escobar	05° 27'	75° 38'	1307

Fuente: (Propia, 2022)

**Figura 22.** Localización estación de Cenicafé respecto a la zona de estudio

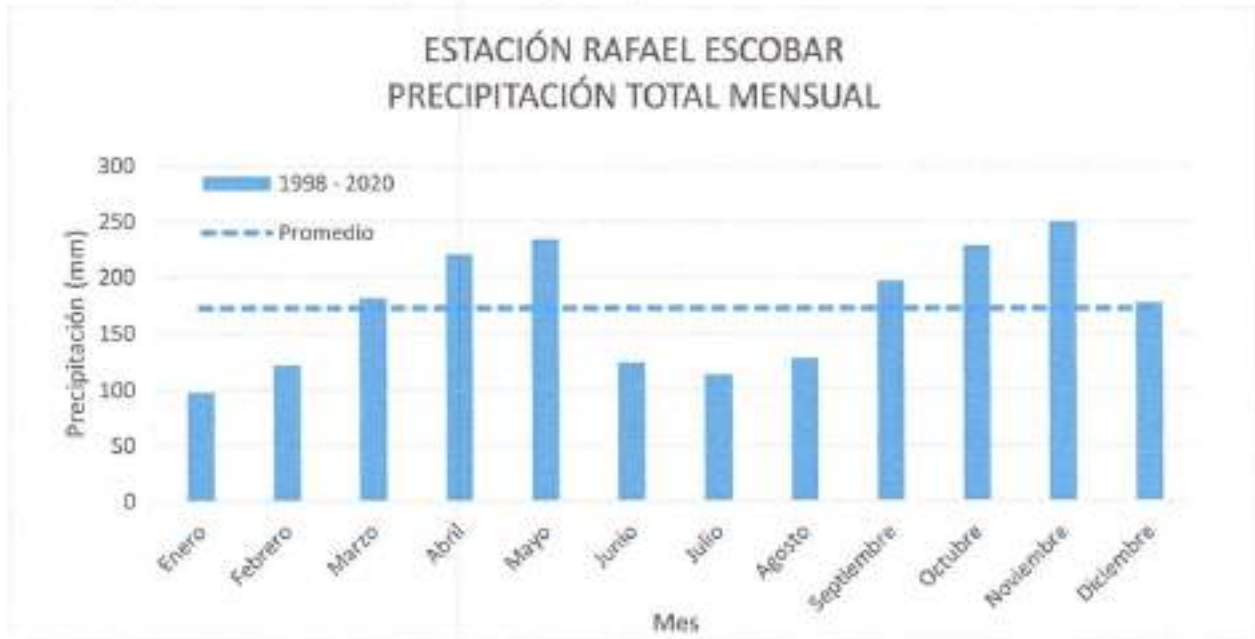


Fuente: Google Earth

Con el fin de lograr un mejor entendimiento del comportamiento de las lluvias en la zona de estudio, se presentan a continuación los hietogramas de la estación, en el cual se evidencia que dicho comportamiento es bimodal, con periodos predominantemente húmedos entre los meses de abril - mayo y entre octubre - noviembre. La precipitación media mensual multianual es de aproximadamente 173 mm y una precipitación anual de 2100 mm aproximadamente.



**Figura 23.** Hietograma de precipitación Estación Rafael Escobar



Fuente: (Propia, 2022)



**Tabla 6. Promedio de precipitación total mensual multianual, Estación Rafael Escobar.**

	1998	2000	2001	2002	2004	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	PROMEDIO
<b>Enero</b>	20	239	174	83	175	328	127	253	188	54	249	334	43	207	76	34	195	178	168	<b>164.47</b>
<b>Febrero</b>	143	189	137	114	149	175	70	309	264	165	362	233	298	303	31	108	102	116	150	<b>179.89</b>
<b>Marzo</b>	220	272	245	278	163	322	274	442	190	206	357	256	282	273	213	200	423	318	270	<b>273.89</b>
<b>Abril</b>	297	296	278	410	286	338	521	344	333	341	505	401	266	256	175	267	250	348	294	<b>326.63</b>
<b>Mayo</b>	355	332	289	230	397	391	492	557	220	356	248	340	446	276	181	225	447	392	251	<b>338.16</b>
<b>Junio</b>	79	211	200	223	51	300	179	317	259	272	209	243	209	95	24	126	236	167	122	<b>185.37</b>
<b>Julio</b>	222	138	237	103	196	124	245	431	88	432	198	37	77	43	160	141	145	109	143	<b>172.05</b>
<b>Agosto</b>	205	95	16	149	95	147	318	364	197	282	202	218	382	132	47	87	214	242	44	<b>180.84</b>
<b>Septiembre</b>	230	342	263	161	210	436	240	205	165	355	174	87	287	311	67	271	269	229	220	<b>238.00</b>
<b>Octubre</b>	342	237	221	175	278	291	488	376	325	337	523	301	321	384	289	272	282	396	426	<b>329.68</b>
<b>Noviembre</b>	348	191	356	126	358	378	362	560	271	710	446	382	361	283	214	413	313	332	289	<b>352.26</b>
<b>Diciembre</b>	213	137	183	90	123	230	409	409	154	428	633	249	297	276	14	471	264	81	323	<b>262.32</b>
<b>PPT Máxima anual</b>	73	60	66	78	78	52	75	97	80	75	77	105	75	75	76	90	79	81	58	<b>76.32</b>

Fuente: (Propia, 2022)

### 8.3 EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA

Las características físicas de una cuenca tienen una relación estrecha con el comportamiento de los caudales que transitan por ella; sin embargo, la poca información cartográfica de la que se dispone, hace que el encontrar esa relación no sea fácil y que por lo tanto su uso en estudios hidrológicos sea limitado, por otra parte no se puede garantizar que toda la información morfométrica de las cuencas utilizadas para el estudio se pueda obtener en una misma escala, lo cual aumenta el grado de incertidumbre sobre la confiabilidad de los parámetros (UNAL, 1997).

Todo estudio hidrológico requiere de una caracterización de la cuenca o zona de estudio. Las principales características se extraen a partir de la topografía disponible para la zona y son las siguientes.

- **Área de la Cuenca:** Corresponde a la superficie delimitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio; este parámetro se expresa normalmente en km<sup>2</sup>. Este valor es de suma importancia porque un error en su medición incide directamente en los resultados, por lo que se hace necesario realizar mediciones contrastadas para tener total confianza en este valor.
- **Perímetro:** Se puede considerar como la línea formada por el parteaguas o divisoria de la cuenca de estudio; este parámetro se mide en unidades de longitud y se expresa normalmente en metros o kilómetros.

- **Longitud de la corriente o cauce principal:** Corresponde a la longitud del cuerpo de agua que le da nombre a la cuenca de estudio, en este parámetro se tienen en cuenta las irregularidades y curvas del cauce; este parámetro se expresa normalmente en kilómetros.
- **Pendiente de la corriente principal:** Como su nombre lo indica, representa el desarrollo del perfil del cauce principal. Para realizar el cálculo de este parámetro se recurrió a la estimación a través del SIG, partiendo del MED generado para la zona de estudio; este parámetro se expresa normalmente en grados y/o en porcentaje. Esta característica contribuye a definir la velocidad de la escorrentía superficial de la corriente de agua, en donde a mayor pendiente, mayor velocidad del agua; este parámetro se asocia al régimen hidráulico de la corriente y a su torrencialidad.

La subcuenca objeto de estudio queda en una parte de aguas solo tiene como área aferente el área del proyecto como se muestra a continuación.

**Tabla 7.** Características morfométricas de la cuenca Quebrada Grande

<b>PRINCIPALES PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS Y FISIAGRÁFICOS</b>	<b>Quebrada Grande</b>
Área [km <sup>2</sup> ]	14.90
Longitud del cauce [km]	6.35
Pendiente media cauce (m/m)	0.19
Nacimiento - altura (m)	2410
Salida - altura (m)	1178

Fuente: (Propia, 2022)



**Tabla 8.** Características morfométricas de la microcuenca de la línea de drenaje de la Bocatoma Rapaito

<b>PRINCIPALES PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS Y FISIAGRÁFICOS</b>	<b>Quebrada de la bocatoma Rapaito</b>
Área [km <sup>2</sup> ]	0.4353
Longitud del cauce [km]	1.10
Pendiente media cauce (m/m)	0.16
Nacimiento - altura (m)	1450
Salida - altura (m)	1270

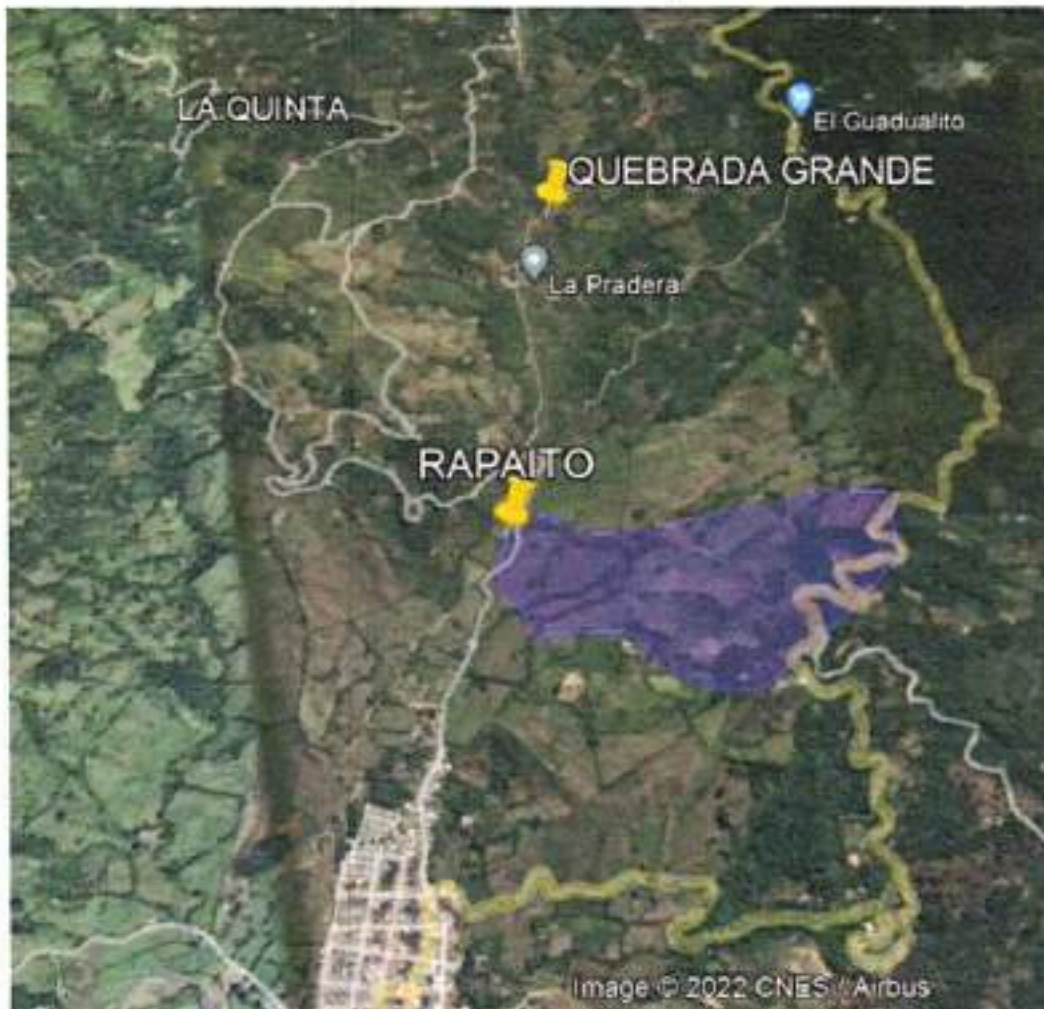
Fuente: (Propia, 2022)

**Figura 24.** Cuenca Quebrada Grande



Fuente: Google Earth

**Figura 25.** Subcuenca de la línea de drenaje de la Bocatoma Rapaito



Fuente: Google Earth



## 8.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de desagüe o punto de cierre. Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado. En la literatura científica existen varias ecuaciones empíricas para estimar el tiempo de concentración, dependiendo su uso, de que las condiciones bajo las cuales fueron obtenidas sean similares a las del sitio donde se desee aplicar, entre otras.

**Tabla 9.** Tiempo de concentración para distintos autores

AUTOR	FORMULA	RESULTADOS QUEBRADA GRANDE (minutos)	RESULTADOS L. DRENAJE BOCATOMA RAPAÍTO (minutos)
KIRPICH	$t_c = 0.06628 \left( \frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	31.05	8.59
TEMEZ	$Tc = 0.3 \left( \frac{L^{0.25}}{S} \right)^{0.76}$	41.77	11.38
JOHNSTONE Y CROSS	$t_c = 2.6 \left( \frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.5}$	105.37	45.75
GIANDOTTI	$t_c = \frac{4A^{0.5} + 1.5L}{25.3(LS)^{0.5}}$	53.30	23.98
VENTURA-HERAS	$t_c = 0.30 \left( \frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.75}$	41.31	11.45
VEN TE CHOW	$t_c = 0.273 \left( \frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.64}$	90.40	31.07
USACE (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos)	$t_c = 0.28 \left( \frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$	93.52	25.48

Fuente: Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS

Para el presente informe se asume un tiempo de concentración al arranque de 50 minutos para la Quebrada grande y de 25 minutos para la quebrada de la Bocatoma Rapaito, atendiendo la recomendación del "Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS", con el fin de tener en cuenta el tiempo inicial que tarda el agua en concentrarse en una hoyo y no sobreestimar la intensidad de precipitación que resultaría con valores calculados menores a este tiempo de concentración.

## 8.5 PERIODO DE RETORNO (TR)

El periodo de retorno es el tiempo promedio, en años, en que el valor pico de una creciente o aguacero determinado es igualado o superado por lo menos una vez a lo largo del tiempo. El criterio para definir el periodo de retorno depende de criterios económicos, tipo de proyecto, tipo de estructura, entre otros.

De acuerdo a la literatura en hidrología, para establecer caudales máximos para el diseño de obras hidráulicas de drenaje tales como cunetas, imbornales, alcantarillas, etc., se recomiendan periodos de retorno que varían entre 2 y 10 años dependiendo del tipo de obra (INVIAS, 2011), para este estudio se adoptarán los valores recomendados en la siguiente tabla:



**Tabla 10.** Tiempo de concentración

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS) <sup>1</sup>
Cunetas	5
Zanjas de Coronación <sup>2</sup>	10
Estructuras de Caída <sup>2</sup>	10
Alcantarillas de 0.90 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.90 m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10 m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50 m	100
Drenaje subsuperficial	2

Fuente: Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS

## 8.6 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Este coeficiente está determinado básicamente por el grado de permeabilidad y la pendiente del terreno. Dentro de la evaluación realizada se encontró que el terreno posee pendientes que varían alrededor del 19%; además de esto, la cobertura vegetal del lugar contará con pastizales y bosques. Se entiende que, debido a la ausencia de estructuras de manejo de aguas a lo largo del camino del agua, se tiene un tipo de suelo permeable; por tal motivo, el coeficiente de escorrentía a utilizar es de  $C=0.46$  para un periodo de retorno de 25 años,  $C= 0.49$  para un periodo de retorno de 50 años y  $C = 0.53$  para un periodo de retorno de 100 años

**Tabla 11. Coeficientes de escorrentía para diferentes usos del suelo**  
**Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional.**

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>Áreas desarrolladas</b>							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<i>Zonas verdes (jardines, parques, etc.)</i>							
<i>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50 % del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75 % del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>Áreas no desarrolladas</b>							
<i>Área de cultivos</i>							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<i>Pastizales</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Bosques</i>							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

*Nota:* Los valores de la tabla son los estándares utilizados en la ciudad de Austin, Texas. Utilizada con Autorización.

Fuente: Suarez, 2001



## 8.7 INTENSIDAD

La intensidad de la lluvia se define como el volumen o cantidad de precipitación que cae sobre un lugar en un tiempo determinado, para una frecuencia o período de retorno. El método empleado para su cálculo en el presente proyecto fue por medio de la elaboración de curvas sintéticas regionalizadas de Intensidad – Duración - Frecuencia (IDF), a partir de la ecuación de intensidad propuesta en el Manual de drenaje para carreteras (INVIAS) (2009) en la cual se utilizaron los parámetros de regionalización propuestos para la zona Andina. La ecuación propuesta está dada por la siguiente expresión:

$$i = \frac{a \cdot T^b \cdot M^d}{(t/60)^c}$$

Donde,

- i Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h)
- T Período de retorno, en años
- M Precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual (mm)
- t Duración de la lluvia, en minutos (min)
- a,b,c,d Parámetros de ajuste de la regresión.

Estos parámetros fueron regionalizados como se presentan en la siguiente tabla:

Carrera 21 #64-33 Edificio Multiplaza oficina 1207 Tel. 8934298 e-mail: quasaringenierosconsultores@gmail.com Manizales – Caldas	INFORME 4 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAÍTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPIÁ, CALDAS	Página 79
--	--	--------------

**Tabla 12.** Parámetros de regionalización para el cálculo de la Intensidad

REGIÓN	a	b	c	d
Andina (R1)	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe (R2)	24.85	0.22	0.50	0.10
Pacífico (R3)	13.92	0.19	0.58	0.20
Orinoquía (R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

Fuente: Tomado del Manual de drenaje para carreteras (INVIAS), 2011

Para la elaboración de las curvas IDF y aplicación de la ecuación planteada, inicialmente fue necesario definir para la cuenca la precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual. Cerca de la cuenca analizada se encuentran varias estaciones meteorológicas, cuyo promedio de precipitación máxima diaria (M), se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 13.** Parámetros de regionalización para la región Andina

a	0.94
b	0.18
c	0.66
d	0.83

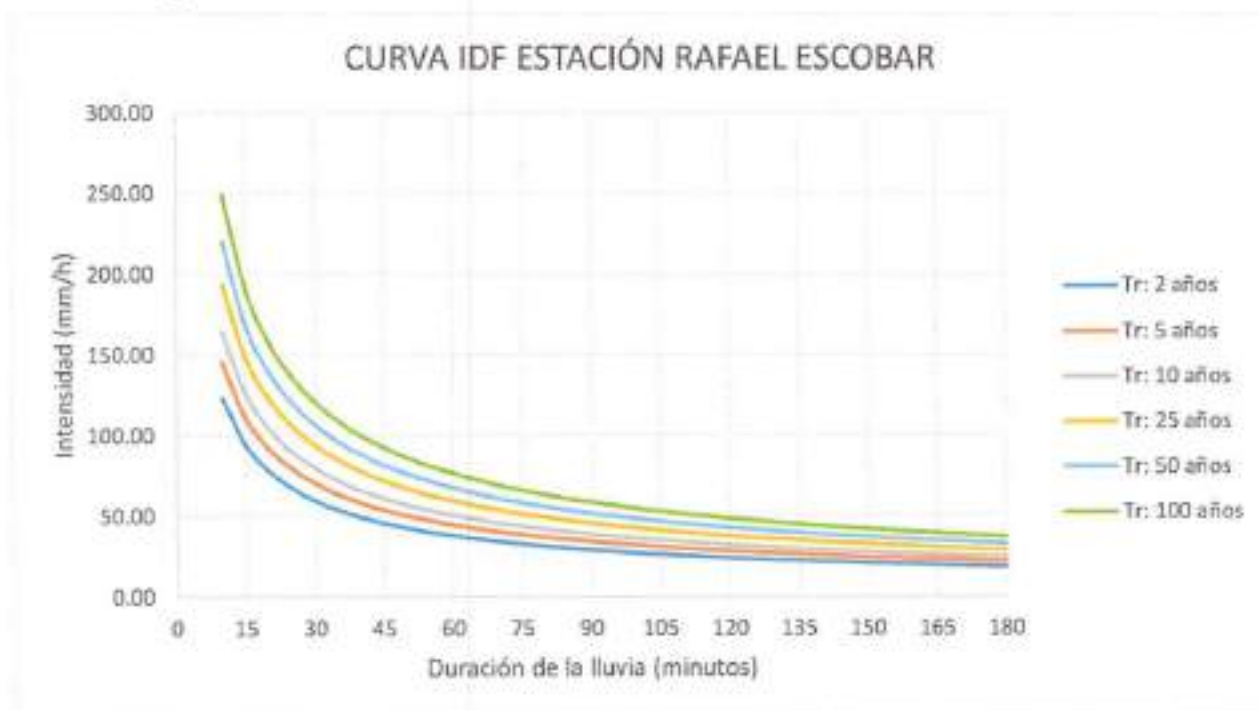
Fuente: Tomado del Manual de drenaje para carreteras (INVIAS), 2011

**Tabla 14.** Precipitación máxima promedio anual

Estación	PPT Máxima promedio anual
RAFAEL ESCOBAR	73.7

Fuente: (Propia, 2022)

**Figura 26.** Curva IDF Estación de CENICAFÉ Rafael Escobar



Fuente: Elaboración propia con base en datos CENICAFÉ

Luego de la evaluación realizada a las características hidrológicas del lugar, se tiene que para diferentes periodos de retorno con un tiempo de concentración ( $t_c$ ) de 50 minutos para la Quebrada Grande y de 25 minutos para la quebrada de la Bocatoma Rapaito se tiene:

**Tabla 15.** Intensidad para diferentes periodos de retorno de la Quebrada Rapaito

Estación	Intensidad (mm/hr)		
	Tr : 25 años	Tr : 50 años	Tr : 100 años
Rafael Escobar	67.11	76.03	86.13

Fuente: (Propia, 2022)



**Tabla 16.** Intensidad para diferentes períodos de retorno de la Quebrada Rapaito

Estación	Intensidad (mm/hr)		
	Tr : 25 años	Tr : 50 años	Tr : 100 años
Rafael Escobar	106.04	120.13	136.10

Fuente: (Propia, 2022)

## 8.8 MÉTODO RACIONAL PARA ESTIMACIÓN DEL CAUDAL DE ESCORRENTÍA

El caudal de diseño para una obra hidráulica es complejo de determinar. Las diferentes metodologías encontradas en la literatura especializada fueron desarrolladas para características y zonas muy diferentes al entorno tropical andino colombiano, generando una gran incertidumbre en las estimaciones de caudal. Con el fin de reducir esta incertidumbre, y proporcionar un rango de valores dentro del cual el ingeniero pueda seleccionar el caudal de diseño con mayor confianza, se recomienda utilizar un número amplio de métodos, eliminando los valores extremos y seleccionando un caudal medio de diseño.

### 8.8.1 MÉTODO RACIONAL

El método racional forma parte de las metodologías hidrológicas empíricas aplicada a cuencas pequeñas, que algunos autores definen entre 1 y 100 km<sup>2</sup> y que relaciona la intensidad de la lluvia máxima con un coeficiente de escorrentía propio del tipo de suelo y el área de drenaje hasta el punto en que se quiere determinar el caudal (Segura y Reyes, 1992; Chow et al., 1994, Suárez, 2001; Linsley et al., 1990, Viessman y Lewis, 2003).

Sin embargo, el método racional también es empleado en cuencas de tamaño medio si se hacen las hipótesis mínimas requeridas. Para estimar caudales máximos a través del método racional se considera que la lluvia máxima cae con una intensidad uniforme en toda la cuenca y que el valor del coeficiente de escorrentía representa toda el área de la cuenca.

El método racional se atribuye generalmente a Kuicling en 1888 y a Lloyd Davis en 1906, pero Mulvaney desde 1851 había explicado claramente en un artículo, el procedimiento a seguir para la aplicación de la siguiente expresión conocida como fórmula racional.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de la lluvia (mm/h)

A = Área de influencia

Los efectos de la lluvia y el tamaño de la cuenca son considerados en la expresión explícitamente y otros procesos son considerados implícitamente en el tiempo de concentración y el coeficiente de escorrentía. El almacenamiento temporal y las variaciones espacio-temporales de la lluvia no son tenidos en cuenta, razón por la cual no se debe aplicar en cuencas mayores. La intensidad se obtiene de las curvas IDF de la región de estudio o cercanas a la zona para una lluvia con una duración igual al tiempo de concentración  $T_c$ . (Smith y Vélez, 1997).

**Tabla 17.** Caudales de diseño Método Racional

CUENCA Nº	CAUDALES DE DISEÑO (m3/s) QUEBRADA GRANDE			CAUDALES DE DISEÑO (m3/s) LÍNEA DE DRENAJE BOCATOMA RAPAITO		
	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años
	1	127.345	153.68	188.307	5.898	7.118

Fuente: (Propia, 2022)

Como lo define la Resolución 561 de 2012 de Corpocaldas, una vez seleccionado el Caudal de Diseño para la realización de cualquier estudio de este tipo, se debe aumentar dicho caudal de manera que se tenga en cuenta el transporte de sedimentos y condiciones de torrencialidad, este incremento corresponde a un cuarenta (40%).

**Tabla 18.** Caudales de diseño + 40% Método Racional

CUENCA Nº	CAUDALES DE DISEÑO (m3/s) QUEBRADA GRANDE			CAUDALES DE DISEÑO (m3/s) LÍNEA DE DRENAJE BOCATOMA RAPAITO		
	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años
	1	178.282	215.152	263.629	8.257	9.965

Fuente: (Propia, 2022)



## 8.8.2 TEORÍA DEL HIDROGRAMA UNITARIO

Se define como hidrograma unitario, al hidrograma de escorrentía directa que resulta de una precipitación efectiva de magnitud uno (1 pulg o 1 cm, etc.), uniformemente distribuida sobre toda la cuenca, de intensidad constante y duración específica.

La teoría del hidrograma unitario considera esta respuesta como única, y característica de cada cuenca bajo las siguientes hipótesis:

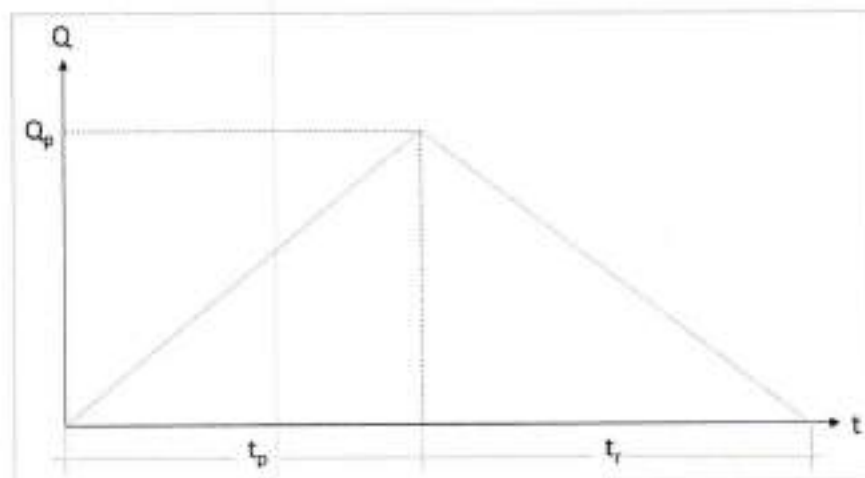
- El sistema es invariante en el tiempo, es decir, la cuenca no ha cambiado ni de vegetación, ni de cobertura, ni de condición topográfica, y estas características no cambiantes del sistema las refleja el hidrograma de escorrentía directa resultante de una lluvia de duración conocida. Así mismo la duración de dicho hidrograma es constante para cada cuenca.
- El sistema es lineal, esto es, las ordenadas correspondientes a hidrogramas de igual tiempo base, son proporcionales al total de escorrentía directa de cada hidrograma, lo que permite la superposición.
- La precipitación se distribuye uniformemente o de manera arbitraria invariable sobre toda la cuenca, con intensidad constante.

Los hidrogramas unitarios sintéticos son todos aquellos hidrogramas construidos sin registros de caudal, que relacionan sus puntos principales con características geomorfológicas o morfométricas de la cuenca. Para su construcción se han desarrollado diferentes modelos, tanto conceptuales como empíricos.

La teoría del hidrograma unitario, sintético o real, se aplica para derivar hidrogramas de escorrentía directa, producidos por lluvias de cualquier magnitud e igual duración a la del hidrograma unitario conocido.

Conociendo el hidrograma unitario de una cuenca es posible calcular el hidrograma producido por cualquier precipitación suponiendo linealidad en la relación lluvia - escorrentía. Inicialmente se analizan las metodologías más simples, las cuales emplean información geomorfológica y datos de lluvia máxima para la estimación de los caudales máximos.

**Figura 27.** Hidrograma triangular unitario



$$q_p = 0.208 * \frac{A}{t_p}$$

Donde,

$Q_p$ : Caudal pico en (m<sup>3</sup>/s/mm)

$T_p$ : Tiempo pico en horas

- $t_r = 1.67 * t_p$
- $t_p = \sqrt{t_c} + 0.6 * t_c$

Donde,

$t_r$ : Tiempo de recesión en horas

$t_p$ : Tiempo pico en horas

$t_c$ : Tiempo de concentración en horas

El Hidrograma de escurimiento directo se calcula multiplicando cada una de las ordenadas del HUT por la lluvia efectiva,  $h_e$ , expresada en mm, es decir:

$$Q_p = 0.208 * \frac{A}{t_p} * h_e$$

**Tabla 19.** Caudales de diseño Método Hidrograma Unitario

CUENCA Nº	CAUDALES DE DISEÑO (m <sup>3</sup> /s) QUEBRADA GRANDE			CAUDALES DE DISEÑO (m <sup>3</sup> /s) LÍNEA DE DRENAJE BOCATOMA RAPAITO		
	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años
	1	70.859	80.275	90.939	7.459	7.459

Fuente: (Propia, 2022)



Como lo define la Resolución 561 de 2012 de Corpocaldas, una vez seleccionado el Caudal de Diseño para la realización de cualquier estudio de este tipo, se debe aumentar dicho caudal de manera que se tenga en cuenta el transporte de sedimentos y condiciones de torrencialidad, este incremento corresponde a un cuarenta (40%).

**Tabla 20.** Caudales de diseño+40% Método Hidrograma Unitario

CUENCA Nº	CAUDALES DE DISEÑO (m3/s) QUEBRADA GRANDE			CAUDALES DE DISEÑO (m3/s) LÍNEA DE DRENAJE BOCATOMA RAPAITO		
	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años
	1	99.203	112.385	127.314	10.443	10.443

Fuente: (Propia, 2022)

### 8.8.3 MÉTODO DE BURKLI – ZIEGLER

En esta fórmula de Burkli-Ziegler debe tenerse en cuenta el tiempo de concentración de la cuenca, que se supone será el mismo de la duración de la lluvia, pues en el momento en que la obra comienza a evacuar es de suponer que la cuenca no acumulará más agua, es decir, la lluvia será de suficiente duración para permitir la llegada simultánea del agua que cae sobre toda la superficie de la cuenca a la boca o entrada de la estructura de drenaje.

$$Q = 0.0695 * C * I * S^{1/4} * A^{3/4}$$

Donde,

$Q$ : caudal máximo en  $m^3/s$  para el periodo de retorno  $Tr$  (años) dado

$C$ : coeficiente de escorrentía

$I$ : Intensidad en  $mm/h$

$S$ : Pendiente del cauce, en metros por kilómetro ( $m/km$ ).

$A$ : área de la cuenca, en  $Km^2$ .

**Tabla 21.** Caudales de diseño Método Burkli-Ziegler

CUENCA N°	CAUDALES DE DISEÑO ( $m^3/s$ ) QUEBRADA GRANDE			CAUDALES DE DISEÑO ( $m^3/s$ ) LÍNEA DE DRENAJE BOCATOMA RAPAITO		
	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años
1	60.568	73.093	89.563	4.112	7.841	9.609

Fuente: (Propia, 2022)

Como lo define la Resolución 561 de 2012 de Corpocaldas, una vez seleccionado el Caudal de Diseño para la realización de cualquier estudio de este tipo, se debe aumentar dicho caudal de manera que se tenga en cuenta el transporte de sedimentos y condiciones de torrencialidad, este incremento corresponde a un cuarenta (40%).

**Tabla 22.** Caudales de diseño+40% Método Burkli-Ziegler

CUENCA Nº	CAUDALES DE DISEÑO (m3/s) QUEBRADA GRANDE			CAUDALES DE DISEÑO (m3/s) LÍNEA DE DRENAJE BOCATOMA RAPAITO		
	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años
	1	84.795	102.331	125.388	5.757	10.978

Fuente: (Propia, 2022)

#### 8.8.4 MÉTODO DE MC MATH

La fórmula de Mc Math para el sistema métrico es la siguiente:

$$Q = 0.0915 * C * I * S^{0.20} * A^{0.80}$$

Donde,

$Q$ : caudal máximo en m<sup>3</sup>/s para el periodo de retorno  $Tr$  (años) dado

$C$ : coeficiente de escorrentía

$I$ : Intensidad en mm/h

$S$ : Pendiente del cauce, en metros por kilómetro (m/km).

$A$ : área de la cuenca, en Km<sup>2</sup>.

**Tabla 23.** Caudales de diseño Método Mc Math

CUENCA Nº	CAUDALES DE DISEÑO (m3/s) QUEBRADA GRANDE			CAUDALES DE DISEÑO (m3/s) LÍNEA DE DRENAJE BOCATOMA RAPAITO		
	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años
	1	84.795	102.331	125.388	5.757	10.978

Fuente: (Propia, 2022)



Como lo define la Resolución 561 de 2012 de Corpocaldas, una vez seleccionado el Caudal de Diseño para la realización de cualquier estudio de este tipo, se debe aumentar dicho caudal de manera que se tenga en cuenta el transporte de sedimentos y condiciones de torrencialidad, este incremento corresponde a un cuarenta (40%).

**Tabla 24.** Caudales de diseño +40% Método Mc Math

CUENCA Nº	CAUDALES DE DISEÑO (m <sup>3</sup> /s) QUEBRADA GRANDE			CAUDALES DE DISEÑO (m <sup>3</sup> /s) LÍNEA DE DRENAJE BOCATOMA RAPAITO		
	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años
1	98.177	118.481	145.176	5.635	10.745	13.167

Fuente: (Propia, 2022)

**Tabla 25.** Resumen de resultados Quebrada Grande

	CAUDALES DE DISEÑO [m <sup>3</sup> /s]			CAUDALES DE DISEÑO +40% [m <sup>3</sup> /s]		
	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años
MÉTODO RACIONAL	127.345	153.680	188.307	178.282	215.152	263.629
MÉTODO HIDROGRAMA UNITARIO	70.859	80.275	90.939	99.203	112.385	127.314
MÉTODO BURKLI-ZIEGLER	60.568	73.093	89.563	84.795	102.331	125.388
MÉTODO DE MC MATH	84.795	102.331	125.388	98.177	118.481	145.176
<b>PROMEDIO</b>	85.892	102.345	123.549	115.114	137.087	165.377

Fuente: (Propia, 2022)

**Tabla 26.** Resumen de resultados línea de drenaje de la Bocatoma Rapaito

	CAUDALES DE DISEÑO [m <sup>3</sup> /s]			CAUDALES DE DISEÑO +40% [m <sup>3</sup> /s]		
	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años
MÉTODO RACIONAL	5.898	7.118	8.722	8.257	9.965	12.211
MÉTODO HIDROGRAMA UNITARIO	7.459	7.459	7.459	10.443	10.443	10.443
MÉTODO BURKLI-ZIEGLER	4.112	7.841	9.609	5.757	10.978	13.453
MÉTODO DE MC MATH	5.757	10.978	13.453	5.635	10.745	13.167
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.807</b>	<b>8.349</b>	<b>9.811</b>	<b>7.523</b>	<b>10.533</b>	<b>12.318</b>

Fuente: (Propia, 2022)

## 9 CHEQUEO HIDRÁULICO DE OBRAS PROPUESTAS

El presente capítulo expone los chequeos hidráulicos de las obras propuestas para la rehabilitación de las bocatomas Los Cano y Rapaito las cuales se componen del vertedero de rebose y el chequeo de la altura de las paredes de dirección del flujo hacia la bocatoma.

### 9.1 CHEQUEOS HIDRÁULICOS BOCATOMA LOS CANO

#### 9.1.1 CHEQUEO HIDRÁULICO CANAL DE DIRECCIÓN HACIA BOCATOMA

Se propone que se generen paredes para direccionar correctamente las aguas hacia la bocatoma, esto mediante estructuras como muros y jarillones que serán descritos en capítulos posteriores; por ende, la altura de estos se determina mediante el chequeo hidráulico según la teoría de canales abiertos.

Por lo tanto, se plantea matemáticamente como un canal abierto, estableciendo su capacidad hidráulica a partir de la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{A}{n} * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Dónde:

- Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s).
- R: Radio hidráulico sección (m) (R=A/P).
- P: Perímetro mojado.
- S: Pendiente general del canal.



- A: Área de la sección (m).
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

Se tomará la altura de las paredes del canal como 2.00 metros y el ancho del mismo como 19.50 metros determinado a partir de la topografía.

**Tabla 27.** Datos de entrada para chequeo como canal abierto

<b>B</b>	19.50
<b>h</b>	2.00
<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	36.50
<b>P (m)</b>	23.24
<b>Rh (m)</b>	1.5703
<b>n</b>	0.04

Fuente: (Propia, 2022)

Posteriormente se realiza el cálculo de la capacidad hidráulica para ser comparada con el caudal de la quebrada el cual según el capítulo hidrológico es de 165.38 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla 28.** Chequeo hidráulico canal abierto

<b>Pendiente</b>	<b>V(m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s) Demanda</b>	<b>Q&gt;Q<sub>DEMANDA</sub></b>
1.8%	4.7	183.360	165.377	Cumple

Fuente: (Propia, 2022)

Se observa que para una altura de paredes de 2.00 metros cumple con la capacidad hidráulica requerida. Posteriormente se calcula la altura de la lámina de agua la cual se requiere como dato de entrada para el cálculo del vertedero, esta altura se determina mediante la misma ecuación de Manning despejando la altura para el caudal de diseño, por lo que se tiene que:

**Tabla 29.** Cálculo altura de la lámina de agua

Altura Lámina	Pendiente	V(m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s) Demanda	Q>Q <sub>DEMANDA</sub>
1.87	1.8%	4.7	165.38	165.38	Cumple

Fuente: (Propia, 2022)

### 9.1.2 CÁLCULO DE VERTEDERO DE REBOSE

El cálculo corresponde a la determinación de la curva de la cresta del vertedero tipo WES, para el cual se tiene la siguiente ecuación:

$$X^n = K + Hd^{n-1} + Y$$

Donde

X,Y: Coordenadas de la cresta con origen en la parte más alta de la misma

Hd: Altura de diseño de la lámina de agua (1.87 según cálculo anterior)

K, n: Parámetros que dependen de la pendiente de la cara aguas arriba

Para los valores de K y n se presenta la siguiente tabla:

<p>Carrera 21 #64-33 Edificio Multiplaza oficina 1207 Tel. 8934296 e-mail: quasaringenierosconsultores@gmail.com Manizales – Caldas</p>	<p>INFORME 4 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAÍTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPIÁ, CALDAS</p>	<p>Página 95</p>
---	---	------------------

**Tabla 30.** Valores de K y n

<i>Pendiente de la cara de aguas arriba</i>	<i>K</i>	<i>n</i>
Vertical . . . . .	<b>2.000</b>	<b>1.850</b>
3 en 1 . . . . .	<b>1.936</b>	<b>1.836</b>
3 en 2 . . . . .	<b>1.939</b>	<b>1.810</b>
3 en 3 . . . . .	<b>1.873</b>	<b>1.776</b>

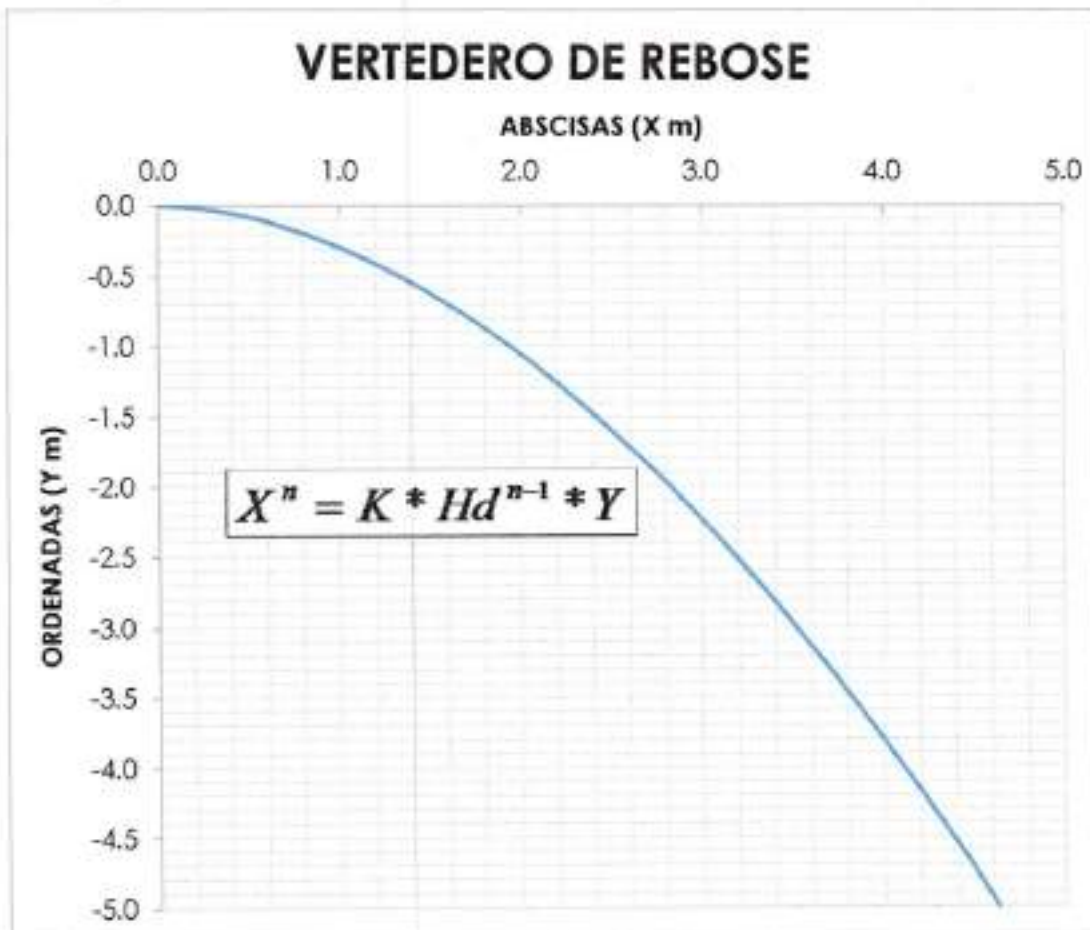
Fuente: Libro "Hidráulica de canales abiertos" Ven Te Chow

Para este caso se trabaja con una pared vertical, por lo tanto  $K=2.000$  y  $n=1.850$

Se calculan posteriormente las coordenadas para cada punto de la cresta del vertedero y se grafican las mismas.



**Figura 28.** Gráfica de la cresta del vertedero de rebose



Fuente: (Propia, 2022)

## 9.2 CHEQUEOS HIDRÁULICOS BOCATOMA RAPAITO

### 9.2.1 CHEQUEO HIDRÁULICO CANAL DE DIRECCIÓN HACIA BOCATOMA

Con el fin de direccionar correctamente las aguas hacia la bocatoma, se propone la conformación de muros en concreto ciclópeo, la altura de estos se determina mediante el chequeo hidráulico según la teoría de canales abiertos.

Por lo tanto, se plantea matemáticamente como un canal abierto, estableciendo su capacidad hidráulica a partir de la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{A}{n} * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Dónde:

- Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s).
- R: Radio hidráulico sección (m) (R=A/P).
- P: Perímetro mojado.
- S: Pendiente general del canal.
- A: Área de la sección (m).
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

Se tomará la altura de las paredes del canal como 1.50 metros y el ancho del mismo como 2.75 metros determinado a partir de la topografía.

**Tabla 31.** Datos de entrada para chequeo como canal abierto

<b>B</b>	2.75
<b>h</b>	1.50
<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	4.13
<b>P (m)</b>	5.75
<b>Rh (m)</b>	0.7174
<b>n</b>	0.04

Fuente: (Propia, 2022)

Posteriormente se realiza el cálculo de la capacidad hidráulica para ser comparada con el caudal de la quebrada el cual según el capítulo hidrológico es de 12.32 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla 32.** Chequeo hidráulico canal abierto

<b>Pendiente</b>	<b>V(m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s) Demanda</b>	<b>Q&gt;Q<sub>DEMANDA</sub></b>
3.4%	<b>3.7</b>	<b>15.238</b>	12.32	Cumple

Fuente: (Propia, 2022)

Se observa que para una altura de paredes de 1.50 metros cumple con la capacidad hidráulica requerida. Posteriormente se calcula la altura de la lámina de agua la cual se requiere como dato de entrada para el cálculo del vertedero, esta altura se determina mediante la misma ecuación de Manning despejando la altura para el caudal de diseño, por lo que se tiene que.



**Tabla 33.** Cálculo altura de la lámina de agua

Altura Lámina	Pendiente	V(m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s) Demanda	Q>Q <sub>DEMANDA</sub>
1.28	3.4%	3.7	12.32	12.32	Cumple

Fuente: (Propia, 2022)

## 9.2.2 CÁLCULO DE VERTEDERO DE REBOSE

El cálculo corresponde a la determinación de la curva de la cresta del vertedero tipo WES, para el cual se tiene la siguiente ecuación:

$$X^n = K * Hd^{n-1} * Y$$

Donde

X,Y: Coordenadas de la cresta con origen en la parte más alta de la misma

Hd: Altura de diseño de la lámina de agua (1.28 según cálculo anterior)

K, n: Parámetros que dependen de la pendiente de la cara aguas arriba

Para los valores de K y n se presenta la siguiente tabla:

**Tabla 34.** Valores de K y n

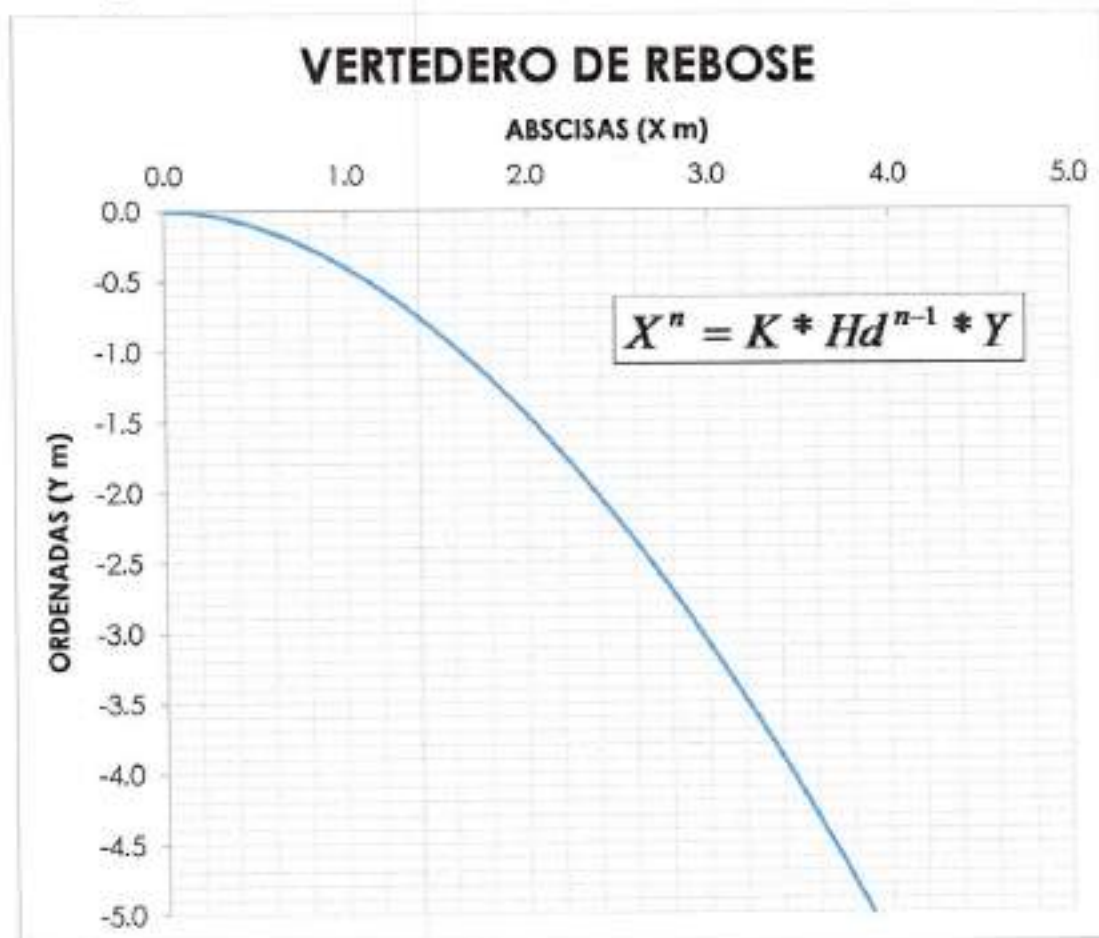
<i>Pendiente de la cara de aguas arriba</i>	<i>K</i>	<i>n</i>
Vertical . . . . .	2.000	1.850
3 en 1 . . . . .	1.936	1.836
3 en 2 . . . . .	1.939	1.810
3 en 3 . . . . .	1.873	1.776

Fuente: Libro "Hidráulica de canales abiertos" Ven Te Chow

Para este caso se trabaja con una pared vertical, por lo tanto  $K=2.000$  y  $n=1.850$

Se calculan posteriormente las coordenadas para cada punto de la cresta del vertedero y se grafican las mismas.

**Figura 29.** Gráfica de la cresta del vertedero de rebose



Fuente: (Propia, 2022)

## 10 CHEQUEO GEOTÉCNICO DE OBRAS PROPUESTAS

Se plantea para la bocatoma Rapaito la conformación de una serie de muros en concreto ciclópeo que funcionen como paredes de un canal para dirigir el flujo correctamente hacia la bocatoma, estos muros tendrán una altura total de 1.80 metros para la bocatoma Rapaito.

Adicionalmente, se propone un muro en concreto ciclópeo de altura 4.00 metros que funcione como prolongación de la aleta existente en la margen derecha aguas debajo de la bocatoma Rapaito.

A continuación, se adjuntan sus memorias de cálculo geotécnico.



## 10.1 MEMORIA DE CÁLCULO MURO H=1.80m BOCATOMA RAPAITO

MEMORIAS DE CALCULO			
PROYECTO:	Muro en ciclopeo 1.80	FECHA:	oct/22
OBRA:	BOCATOMAS SUPÍA	Rev.:	1
		Hoja:	1
		De:	11
1) DATOS DE DISEÑO:			
DISEÑO ESTRUCTURAL DE MUROS DE CONTENCIÓN EN CONCRETO		H = 1.80 m, $\alpha = 0^\circ$	
2) ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:			
▶ NORMA DE DISEÑO:		Arema 2001 y NSR-10	
▶ CARGAS:			
- SOBRECARGA (q):		0.0 T/m <sup>2</sup>	
- EMPUJE ACTIVO DEBIDO A SISMO:		TEORIA DE MONONDÉ-OKABE	
- EMPUJE ACTIVO ESTÁTICO:		TEORIA DE RANKINE	
▶ CONCRETOS:			
- f <sub>c</sub> :		175 kg/cm <sup>2</sup>	
- PESO CONCRETO:		1.9 T/m <sup>3</sup>	
▶ ACERO DE REFUERZO CONVENCIONAL:			
- F <sub>y</sub> e ≥ 1/2"		kg/cm <sup>2</sup>	
- F <sub>y</sub> e ≤ 3/8"		kg/cm <sup>2</sup>	
▶ DATOS DEL SUELO:			
- PESO RELLENO:		1.8 T/m <sup>3</sup>	
- PESO FUNDACION:		1.8 T/m <sup>3</sup>	
- COHESION:		2.0 T/m <sup>2</sup>	
- Esfuerzo maximo admisible (D+E)*:		36 T/m <sup>2</sup>	
- Esfuerzo maximo admisible (D+L+E)*:		36 T/m <sup>2</sup>	
- Esfuerzo maximo admisible (D+E+EQ)*:		33 T/m <sup>2</sup>	
- Ángulo de fricción interno del relleno $\phi$ :		30 °	
- Ángulo de fricción del material en la fundación $\delta$ :		30 °	
▶ ZONA DE AMENAZA SISMICA			
- P <sub>gs</sub> :		0.15	
Coeficiente de Aceleracion pico efectiva:		(Mapa de valores de Aa Fig A.2-2 NSR-10)	
* : Combinaciones de carga para estabilidad.			
D : Carga muerta			
L : Carga debida a la sobrecarga			
E : Presión de tierras			
EQ : Carga debida a sismo			

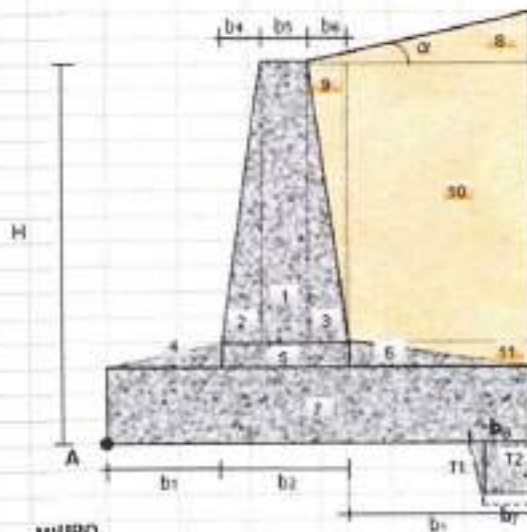
Fuente: (Propia, 2022)

### MEMORIAS DE CALCULO

PROYECTO: Muro en ciclopeo 1.80  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

FECHA: oct-22 Hoja: 2  
 Rev.: 1 De: 11

#### 3) DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS



h4	b1:	0.20	m
	b2:	0.70	m
	b3:	0.2	m
	b4:	0.00	m
	b5:	0.25	m
	b6:	0.45	m
	h1:	0.30	m
h3	h2:	0.00	m
	h3:	1.50	m
	h4:	0.00	m
h2	B:	1.10	m
	H:	1.8	m
h1	alpha:	0	°
d	base	d	0 m
		br	0 m
		be	0 m

#### MURS

ELEM.	b(x)	h(y)	X	Y	A	A.X	A.Y	peso
1	0.25	1.50	0.33	1.05	0.38	0.12	0.39	0.71
2	0.00	1.50	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.45	1.50	0.60	0.80	0.34	0.20	0.27	0.64
4	0.20	0.00	0.13	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.70	0.00	0.55	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.20	0.00	0.97	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1.10	0.30	0.55	0.15	0.33	0.18	0.05	0.63
T1	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTALES</b>					1.04	0.51	0.71	1.98

#### RELLENO

ELEM.	b(x)	h(y)	X	Y	A	A.X	A.Y	peso
8	0.65	0.00	0.88	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.45	1.50	0.75	1.30	0.34	0.25	0.44	0.61
10	0.20	1.50	1.00	1.05	0.30	0.30	0.32	0.54
11	0.20	0.00	1.03	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTALES</b>					0.64	0.55	0.75	1.15

#### PESO TOTAL

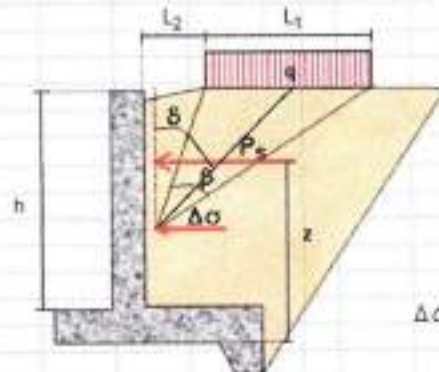
3.13

Fuente: (Propia, 2022)

**MEMORIAS DE CALCULO**

 PROYECTO: Muro en ciclopeo 1.80  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

 FECHA: oct-22 Hoja: 3  
 Rev.: 1 De: 11

**4) CÁLCULO DE PRESIÓN LATERAL DEBIDO A LA SOBRECARGA (MÉTODO ELÁSTICO)**


Sobrecarga q (Tn / m <sup>2</sup> )	0.001
L1 (m)	0.0
L2 (m)	0.0
h (m)	1.5
ψ° inclinacion muro	16.70

$$\Delta\sigma = 2.0 \frac{q}{\pi} [\beta - \text{sen } \beta \cos 2\delta]$$

Δ (m)	β/2+α (°)	α (°)	β (°)	Δσ	01	02	Ps	z	M <sub>s</sub>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
0.10	0.11	0.09	0.06	0.00	0.06	0.11	0.00	0.14	0.00
0.20	0.08	0.04	0.03	0.00	0.03	0.06	0.00	0.24	0.00
0.30	0.04	0.03	0.02	0.00	0.02	0.04	0.00	0.34	0.00
0.40	0.03	0.02	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.44	0.00
0.50	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.56	0.00
0.60	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.66	0.00
0.70	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.76	0.00
0.80	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.85	0.00
0.90	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.95	0.00
1.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	1.05	0.00
1.10	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	1.15	0.00
1.20	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.25	0.00
1.30	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.35	0.00
1.40	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.45	0.00
1.50	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01			

Ps = 0.00 Tn / m

z = 1.33 m

z: Factor que tiene en cuenta la interacción entre el suelo y el muro.

Fuente: (Propia, 2022)

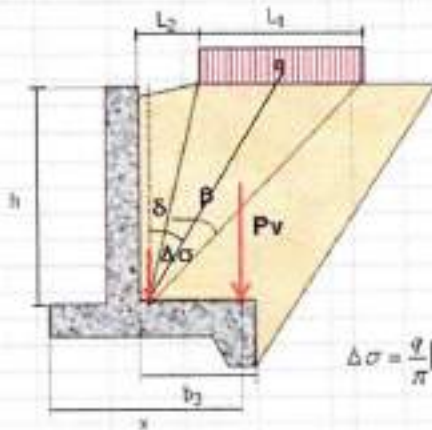


**MEMORIAS DE CALCULO**

 PROYECTO: Muro en ciclopeo 1.80  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

 FECHA: oct-22 Hoja: 4  
 Rev.: 1 De: 11

## 4) CÁLCULO DE PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LA SOBRECARGA (MÉTODO ELÁSTICO)


 Sobrecarga:  $q$  (Tn / m<sup>2</sup>)  
 L1 (m)  
 L2 (m)  
 b3 (m)  
 h (m)

$$\Delta\sigma = \frac{q}{\pi} [\beta]$$

$$\Delta\sigma = 2.0 \frac{q}{\pi} [\beta + \text{sen } \beta \cos 2\delta]$$

$\Delta$ (m)	$\beta(2+\alpha)$ (°)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	$\Delta\sigma$	$e1$	$e2$	$Pv$	$z_i$	$M_i$
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.01	0.85	89.49	-177.28	0.00	0.43	0.85	0.00	0.02	0.00
0.03	0.43	88.98	-177.10	0.00	0.21	0.43	0.00	0.03	0.00
0.04	0.29	88.47	-176.37	0.00	0.14	0.29	0.00	0.05	0.00
0.05	0.21	87.98	-175.50	0.00	0.11	0.21	0.00	0.06	0.00
0.07	0.17	87.46	-174.57	0.00	0.09	0.17	0.00	0.07	0.00
0.08	0.14	86.95	-173.61	0.00	0.07	0.14	0.00	0.09	0.00
0.09	0.12	86.44	-172.63	0.00	0.06	0.12	0.00	0.10	0.00
0.11	0.11	85.93	-171.65	0.00	0.05	0.11	0.00	0.11	0.00
0.12	0.10	85.43	-170.66	0.00	0.05	0.10	0.00	0.13	0.00
0.13	0.09	84.92	-169.67	0.00	0.04	0.09	0.00	0.14	0.00
0.15	0.08	84.42	-168.68	0.00	0.04	0.08	0.00	0.15	0.00
0.16	0.07	83.91	-167.68	0.00	0.04	0.07	0.00	0.17	0.00
0.17	0.07	83.41	-166.69	0.00	0.03	0.07	0.00	0.18	0.00
0.19	0.06	82.91	-165.69	0.00	0.03	0.06	0.00	0.19	0.00
0.20	0.06	82.41	-164.70	0.00	0.03	0.06			

$$Pv = 0.00 \text{ Tn / m}$$

$$x = 0.96 \text{ m}$$

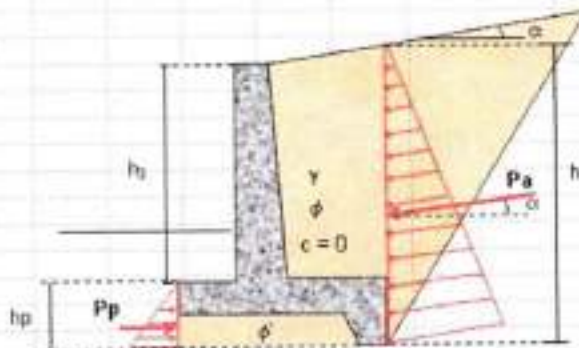
Fuente: (Propia, 2022)

**MEMORIAS DE CALCULO**

 PROYECTO: Muro en ciclopeo 1.80  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

 FECHA: oct-22 Hoja: 5  
 Rev.: 1 De: 11

## 4) PRESION DE TIERRAS ESTADO ESTATICO ( TEORIA DE RANKINE )



$\alpha$ : ang. de inclinación del relleno superior  
 $\phi$ : ang. de fricción interna del relleno  
 $c$ : Cohesión del relleno  
 $\gamma$ : peso unitario del relleno

⇒ Presion Activa de Tierra :

$$P_a : 1/2 \gamma K_a (h^2)$$

$$K_a : \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}$$

$$\begin{aligned} \alpha : & 0.0 \text{ } ^\circ & 0.00 \text{ rad} \\ \phi : & 30 \text{ } ^\circ & 0.52 \text{ rad} \\ \gamma : & 1.8 \text{ T/m}^3 \\ h' : & 1.80 \text{ m} \end{aligned}$$

⇒ Presion Pasiva de Tierra :

$$P_p : 1/2 \gamma K_p (h_p^2)$$

$$K_p : \tan^2 ( 45 + \phi/2 )$$

$$\begin{aligned} h_p : & 0.00 \text{ m} \\ \phi : & 30 \text{ } ^\circ & 0.52 \text{ rad} \end{aligned}$$

Condición Activa		Condición pasiva	
Ka	0.33	Kp	3.00
Pa	0.97 T/m	Pp	0.00 T/m

Nota: No se tuvo en cuenta el empuje pasivo para el análisis de estabilidad.

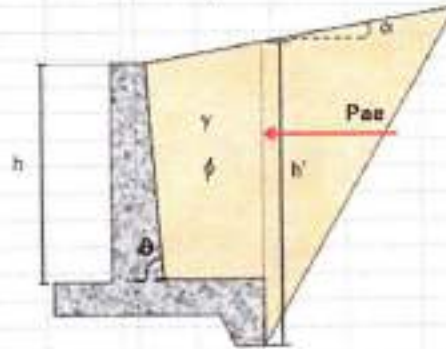
Fuente: (Propia, 2022)

### MEMORIAS DE CALCULO

PROYECTO: Muro en ciclopeo 1.80  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

FECHA: oct-22 Hoja: 6  
 Rev.: 1 De: 11

#### 5) PRESION DE TIERRAS ESTADO PSEUDO-ESTATICO ( TEORIA DE MONONOBE-OKABE )



⇒ Presion Activa de Tierra :

$$P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma h' K_{ae}$$

$$K_{ae} = \frac{(1 - A_v) \sin^2(\theta + \alpha - \psi)}{D_{ae} \cos \psi \sin^2 \theta \sin(\theta - \delta - \psi)}$$

$$D_{ae} = 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha - \psi)}{\sin(\theta - \delta - \psi) \sin(\theta + \alpha)}}$$

$$\psi = \tan^{-1} \frac{A_h}{1 - A_v}$$

$\theta$ :	90 °	1.57 rad
$\alpha$ :	0 °	0.00 rad
$\phi$ :	30 °	0.52 rad
$\delta$ :	20.0 °	0.35 rad

$h'$ :	1.80 m	$A_h$ : Se adopto de la seccion A.5.5 Requisitos sismicos para estribos y muros de contencion, aparte A.5.5.3 parrafo a. (Codigo Colombiano de diseño sismico de puentes).
$A_a$ :	0.15	
$A_h = A_a / 2$ :	0.075	
$A_v$ :	0	
$\psi$ :	4.29 °	0.07 rad

$\theta$ : ang. de inclinacion de la cara interna de la pantalla con la horizontal  
 $\alpha$ : ang. de inclinacion del relleno superior  
 $\phi$ : ang. de friccion interna del suelo de relleno  
 $\delta$ : ang. de friccion entre el suelo de relleno y la pantalla del muro.  
 $A_h$ : aceleracion horizontal del terreno debida al sismo  
 $A_v$ : aceleracion vertical del terreno debida al sismo

Para el análisis de estabilidad se considera  
 $\theta = 90^\circ$  y  $\delta = (2/3)\phi^\circ$

Condición Activa

$D_{ae}$	2.57
$K_{ae}$	0.35
$P_{ae}$	1.01 T/m

⇒  $K_{enactivo} = \Delta K = K_{ae} - K_{pa} = 0.01$

Fuente: (Propia, 2022)



**MEMORIAS DE CALCULO**

**PROYECTO:** Muro en ciclopeo 1.80  
**OBRA:** BOCATOMAS SUPIA

**FECHA:** oct-22 Hoja: 7  
**Rev.:** 1 De: 11

6) ANALISIS PARA CONDICION DE CARGAS MUERTAS Y EMPUJE (D+E)

⇒ EMPUJE DE TIERRAS :

Pa :	0.97	Ton/m	B :	1.1	m	Fv	0	Ton
Pah = Pa cos (α)	0.91	Ton/m				Fh	0	Ton
Pav = Pa sen (α)	0.33	Ton/m	h' :	1.80	m			

⇒ VOLCAMIENTO :

EBM	CARGA (Ton)		BRAZO (m)	Mx (T-m/m)	
	Hor	Vert		Mvolca	Mvolc
Pah	0.91		0.60	0.55	
Pav		0.33	1.10		0.37
1		0.71	0.33		0.23
2		0.00	0.20		0.00
3		0.64	0.60		0.38
4		0.00	0.13		0.00
5		0.00	0.55		0.00
6		0.00	0.97		0.00
7		0.63	0.55		0.34
11		0.00	1.10		0.00
12		0.00	1.10		0.00
8		0.00	0.68		0.00
9		0.61	0.75		0.46
10		0.54	1.00		0.54
11		0.00	1.03		0.00
<b>TOT.</b>	<b>0.91</b>	<b>3.46</b>		<b>0.65</b>	<b>2.32</b>

⇒ FS Volc 4.24 > 3.0  
Criterio : **ok!**

⇒ PRESIONES DE CONTACTO :

Σ Mx = Mxvolc - Mvolcam	1.77	T-m/m		
Σ Fvert :	3.46	T/m		
Xcg = Σ Mx / Σ Fvert	0.51	m		
e = B/2 - Xcg	0.037	m	<	B/6 = 0.18 m
			Criterio :	<b>ok!</b> Resultante en el tercio central!

qadm :	35.8	T/m <sup>2</sup>		Criterio :
qmax = (Σ Fvert. / B) ( 1 + 6e/B)	3.79	T/m <sup>2</sup>	<	qadm <b>ok!</b>
qmin = (Σ Fvert. / B) ( 1 - 6e/B)	2.51	T/m <sup>2</sup>	>	0 <b>ok!</b>

⇒ DESLIZAMIENTO :

φ :	30	°	0.52	rad
Froz = Σ Fv Tan φ + R <sub>0</sub> +C.B	4.20	T/m		
FS Des= Froz / Pah	4.60		>	1.6
			Criterio :	<b>ok!</b>

Fuente: (Propia, 2022)

**MEMORIAS DE CALCULO**

 PROYECTO: Muro en ciclopeo 1.00  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

 FECHA: oct-22 Hoja: 8  
 Rev.: 1 De: 11

**7) ANALISIS PARA CONDICION DE CARGAS MUERTAS, SOBRECARGA Y EMPUJE (D+L+E) :**

## ⇒ EMPUJE DE TIERRAS :

Pa :	0.97	Ton/m	B :	1.1	m
Pah = Pa cos (α)	0.91	Ton/m	h' :	1.80	m
Pav = Pa sen (α)	0.33	Ton/m			

## ⇒ VOLCAMIENTO :

ELEM	CARGA (Ton)		BRAZO (m)	M <sub>A</sub> (T-m/m)	
	Hor	Vert		Mvolca	Mantiv
Pah	0.91		0.60	0.55	
Pa	0.00		1.33	0.00	
Pav		0.33	1.10		0.37
Pv		0.00	0.96		0.00
1		0.71	0.33		0.23
2		0.00	0.20		0.00
3		0.64	0.60		0.38
4		0.00	0.13		0.00
5		0.00	0.55		0.00
6		0.00	0.97		0.00
7		0.63	0.55		0.34
t1		0.00	1.10		0.00
t2		0.00	1.10		0.00
8		0.00	0.88		0.00
9		0.61	0.75		0.46
10		0.54	1.00		0.54
11		0.00	1.03		0.00
<b>TOT.</b>	<b>0.91</b>	<b>3.48</b>		<b>0.55</b>	<b>2.32</b>

 ⇒ FS Volc 5.00 > 3.0  
 Criterio : ok!

## ⇒ PRESIONES DE CONTACTO :

Σ M <sub>A</sub> = Mantiv - Mvolcam	1.77	T-m/m	
Σ Fvert :	3.48	T/m	
Xcg = Σ M <sub>A</sub> / Σ Fvert	0.51	m	
e = B/2 - Xcg	0.04	m	< B/6 : 0.18 m
			Criterio : ok! Resultante en el tercio central!

qadm :	35.7	T/m <sup>2</sup>		Criterio :
qmax = (Σ Fvert. / B) ( 1 + 6e/B )	3.79	T/m <sup>2</sup>	<	qadm ok!
qmin = (Σ Fvert. / B) ( 1 - 6e/B )	2.51	T/m <sup>2</sup>	>	0 ok!

## ⇒ DESLIZAMIENTO :

φ :	30	°	0.52	rad
Froz = Σ Fv Tan φ + P <sub>v</sub> + C.B	4.20	T/m		
FS Des Froz / Pah	4.60		>	1.0
			Criterio :	ok!

Fuente: (Propia, 2022)

**MEMORIAS DE CALCULO**

 PROYECTO: Muro en ciclopeo 1.80  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

 FECHA: oct-22 Hoja: 9  
 Rev.: 1 De: 11

8) ANALISIS PARA CONDICION DE CARGAS MUERTAS, EMPUJE Y SISMO (D+E+EQ):

Aa : 0.15

⇒ EMPUJE DE TIERRAS :

ESTATICAS :

 Pa : 0.97 Ton/m B : 1.1 m  
 P<sub>ah</sub> = Pa cos (α) 0.91 Ton/m H : 1.8 m  
 P<sub>av</sub> = Pa sen (α) 0.33 Ton/m h' : 1.8 m

INCREMENTO POR SISMO :

 ΔP<sub>as</sub> : 1/2 γ ( h' F ΔK<sub>as</sub> ) 0.04 Ton/m ΔK<sub>as</sub> : 0.01  
 ΔP<sub>ash</sub> : ΔP<sub>as</sub> cos(α) 0.04 Ton/m  
 ΔP<sub>avv</sub> : ΔP<sub>as</sub> sen(α) 0.01 Ton/m

⇒ VOLCAMIENTO :

ELBA	CARGA (Ton)		BRAZO (m)	M <sub>a</sub> (T-m/m)	
	Hor	Vert.		Mucho	Mucho
P <sub>ah</sub>	0.91		0.60	0.55	
P <sub>av</sub>		0.33	1.10		0.37
ΔP <sub>ash</sub>	0.04		1.20	0.05	
ΔP <sub>avv</sub>		0.01	1.10		0.02
1		0.71	0.33		0.23
2		0.00	0.20		0.00
3		0.64	0.60		0.38
4		0.00	0.13		0.00
5		0.00	0.55		0.00
6		0.00	0.97		0.00
7		0.63	0.55		0.34
8		0.00	0.88		0.00
t1		0.00	1.10		0.00
t2		0.00	1.10		0.00
9		0.61	0.75		0.46
10		0.54	1.00		0.54
11		0.00	1.03		0.00
1	0.11		1.05	0.11	
2	0.00		0.80	0.00	
3	0.10		0.80	0.08	
4	0.00		0.30	0.00	
5	0.00		0.30	0.00	
6	0.00		0.30	0.00	
7	0.09		0.15	0.01	
8	0.00		1.80	0.00	
9	0.09		1.30	0.12	
10	0.08		1.05	0.09	
11	0.00		0.30	0.00	
t1	0.00		0.00		0.00
t2	0.00		0.00		0.00
TOT.	1.42	3.47		1.00	2.34

 ⇒ FS Volo: 2.3 > 2.0  
 Criterio: ok!

Fuente: (Propia, 2022)



**MEMORIAS DE CALCULO**

PROYECTO: Muro en ciclopeo 1.80  
OBRA: BOCATOMAS SUPIA

FECHA: oct-22 Hoja: 10  
Rev.: 1 De: 11

⇒ PRESIONES DE CONTACTO :

$\Sigma M_A =$ Mantivolo - Mvolcam	1.34	T-m/m
$\Sigma Fvert$	3.47	T/m
$Xcg = \Sigma M_A / \Sigma Fvert$	0.38	m
$e = B/2 - Xcg$	0.17	m

qadm (Análisis al 133%) :	43.8	T/m <sup>2</sup>	<	qadm	Criterio : ok!
qmax =	6.00	T/m <sup>2</sup>			
qmin	0.00	T/m <sup>2</sup>			

⇒ DESLIZAMIENTO :

$\phi$ :	30	°	0.52	rad
Froz = $\Sigma Fvert \tan \phi + Pp \cdot C^B$	4.21	T/m		
Pach :	1.42	T/m		
FS Des Froz / Pach	2.96	>	1.05	
Criterio :			ok!	

Fuente: (Propia, 2022)

**ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE**

PROYECTO: Muro en ciclopeo 1.80      FECHA: oct-22      Hoja: 11  
 OBRA: **BOCATOMAS SUPIA**      Rev.: 1      De: 11

**METODO DE HANSEN PARA CIMIENTOS EN TALUDES**

Para el cálculo de la capacidad de carga (R<sub>lim</sub>) se tiene en cuenta la proximidad de la obra al talud.  
 El procedimiento para este efecto corrige los factores de capacidad de carga N<sub>q</sub> y N<sub>c</sub>.

$$q_{ult} = CN_c s_c i_c + q N_q s_q i_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

\* : No se tuvieron en cuenta los factores de profundidad, debido a que el procedimiento constructivo de la cimentación no produce compresión lateral significativa (Delgado, 1996, Ingeniería de Fundaciones).  
 Siendo este procedimiento conservador.

**PARAMETROS**

β =	0	°	Angulo de inclinación del talud
φ =	30	°	Angulo de fricción del suelo
γ =	1.800	t/m <sup>3</sup>	Peso unitario del suelo
C =	2.0	t/m <sup>2</sup>	Cohesión
q =	1.8	t/m <sup>2</sup>	Sobrecarga
b =	0.0	m	Distancia horizontal desde la corona del talud a la base del muro
D =	1.0	m	Nivel de desplante
B =	1.1	m	Ancho de la base del muro
L =	9	m	Longitud del muro
e(D+E)	0.04	m	excentricidad
e(D+L+E)	0.04	m	excentricidad
e(D+E+EQ)	0.17	m	excentricidad
Pa1 (D+E)=	0.91	Ton/m	Fuerza Horizontal
Pa2 (D+L+E)=	0.91	Ton/m	Fuerza Horizontal
Pa3 (D+E+EQ)=	1.42	Ton/m	Fuerza Horizontal
ΣFv1(D+E)=	3.46	Ton/m	Fuerza vertical
ΣFv2(D+L+E)=	3.46	Ton/m	Fuerza vertical
ΣFv3(D+E+EQ)=	3.47	Ton/m	Fuerza vertical

C	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	S <sub>c</sub>	i <sub>c</sub>	q	S <sub>q</sub>	i <sub>q</sub>	γ	B'	N <sub>γ</sub>	S <sub>γ</sub>	i <sub>γ</sub>	L
2	30	18	1.07	0.97	1.80	1.06	0.97	1.80	1.03	15.07	0.96	0.9511	9
			1.07	0.96		1.05	0.96		1.03		0.96	0.9511	
			1.05	0.93		1.04	0.93		0.77		0.97	0.9043	

q <sub>ult</sub>	q <sub>adm</sub> (q <sub>ult</sub> / FS)	FS = 3
Q1(D+E) 107.44 Ton/m <sup>2</sup>	36 Ton/m <sup>2</sup>	
Q2(D+L+E) 107.22 Ton/m <sup>2</sup>	36 Ton/m <sup>2</sup>	
Q3(D+E+EQ) 98.792 Ton/m <sup>2</sup>	33 Ton/m <sup>2</sup>	

Fuente: (Propia, 2022)

## 10.2 MEMORIA DE CÁLCULO MURO H=4.00 m BOCATOMA RAPAITO

MEMORIAS DE CALCULO			
PROYECTO:	Muro en ciclopeo 4.00	FECHA:	oct-22
OBRA:	BOCATOMAS SUPIA	Rev.:	1
		Hoja:	1
		De:	11
1) DATOS DE DISEÑO:			
DISEÑO ESTRUCTURAL DE MUROS DE CONTENCIÓN EN CONCRETO		H = 4.0 m, $\alpha = 0^\circ$	
2) ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:			
▶ NORMA DE DISEÑO:		Arema 2001 y NSR-10	
▶ CARGAS:			
- SOBRECARGA (q):		0.0 T/m <sup>2</sup>	
- EMPUJE ACTIVO DEBIDO A SISMO:		TEORIA DE MONONBRE-OKABE	
- EMPUJE ACTIVO ESTÁTICO:		TEORIA DE RANKINE	
▶ CONCRETOS:			
- f <sub>c</sub> :		175 kg/cm <sup>2</sup>	
- PESO CONCRETO:		1.9 T/m <sup>3</sup>	
▶ ACERO DE REFUERZO CONVENCIONAL:			
- F <sub>y</sub> $a \geq 1/2"$		kg/cm <sup>2</sup>	
- F <sub>y</sub> $a \leq 3/8"$		kg/cm <sup>2</sup>	
▶ DATOS DEL SUELO:			
- PESO RELLENO:		1.8 T/m <sup>3</sup>	
- PESO FUNDACION:		1.8 T/m <sup>3</sup>	
- COHESION:		2.0 T/m <sup>2</sup>	
- Esfuerzo maximo admisible (D+E)*:		40 T/m <sup>2</sup>	
- Esfuerzo maximo admisible (D+L+E)*:		39 T/m <sup>2</sup>	
- Esfuerzo maximo admisible (D+E+EQ)*:		32 T/m <sup>2</sup>	
- Ángulo de fricción interno del relleno $\phi$ :		30 °	
- Ángulo de fricción del material en la fundación $\phi$ :		30 °	
▶ ZONA DE AMENAZA SISMICA:			
- P <sub>ga</sub> :		0.15	
Coeficiente de Aceleración pico efectiva:		(Mapa de valores de A <sub>a</sub> Fig A.2-2 NSR-10)	
* : Combinaciones de carga para estabilidad.			
D : Carga muerta			
L : Carga debida a la sobrecarga			
E : Presión de tierras			
EQ : Carga debida a sismo			

Fuente: (Propia, 2022)

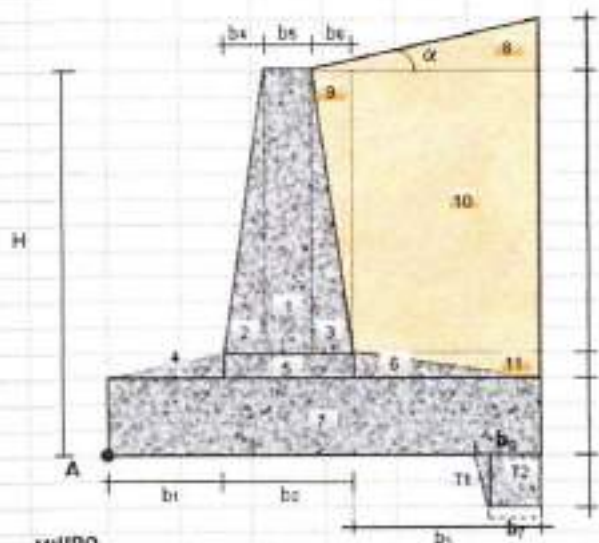


### MEMORIAS DE CALCULO

PROYECTO: Muro en ciclopeo 4.00  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

FECHA: oct-22 Hoja: 2  
 Rev.: 1 De: 11

#### 3) DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS



h4	b1:	0.35	m
	b2:	1.50	m
	b3:	0.4	m
	b4:	0.00	m
	b5:	0.30	m
	b6:	1.20	m
	h1:	0.50	m
h3	h2:	0.00	m
	h3:	3.50	m
	h4:	0.00	m
h2	B:	2.25	m
	H:	4	m
h1	α:	0	°
d	llave	d	0 m
		b1	0 m
		b2	0 m

#### MURO

ELEM.	b(x)	h(y)	X	Y	A	A.X	A.Y	peso
1	0.30	3.50	0.50	2.25	1.05	0.53	2.36	2.00
2	0.00	3.50	0.35	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.20	3.50	1.05	1.67	2.10	2.21	3.50	3.99
4	0.35	0.00	0.23	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.50	0.00	1.10	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.40	0.00	1.98	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
7	2.25	0.50	1.13	0.25	1.13	1.27	0.28	2.14
T1	0.00	0.00	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	0.00	0.00	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTALES</b>					4.28	4.00	6.14	8.12

#### RELLENO

ELEM.	b(x)	h(y)	X	Y	A	A.X	A.Y	peso
8	1.60	0.00	1.72	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.20	3.50	1.45	2.83	2.10	3.05	5.95	3.78
10	0.40	3.50	2.05	2.25	1.40	2.87	3.15	2.52
11	0.40	0.00	2.12	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTALES</b>					3.50	5.92	9.10	6.30

#### PESO TOTAL

14.42

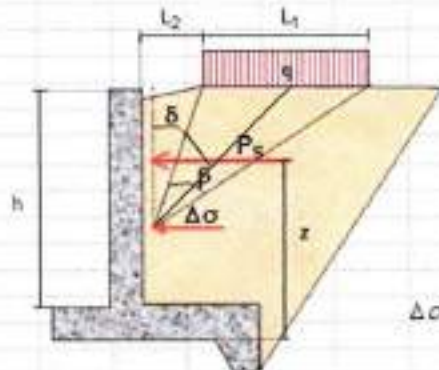
Fuente: (Propia, 2022)

**MEMORIAS DE CALCULO**

PROYECTO: Muro en ciclopeo 4.00  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

FECHA: oct-22 Hoja: 3  
 Rev.: 1 De: 11

4) CÁLCULO DE PRESIÓN LATERAL DEBIDO A LA SOBRECARGA (MÉTODO ELÁSTICO)



Sobrecarga:  $q$  (Tn / m<sup>2</sup>)    0.001  
 L1 (m)                                0.0  
 L2 (m)                                0.0  
 h (m)                                    3.5  
 $\varphi^\circ$  inclinacion muro            18.92

$$\Delta\sigma = 2.0 \frac{q}{\pi} [\beta - \text{sen } \beta \cos 2\delta]$$

$\Delta$ (m)	$\beta/2 + \alpha/2$ (°)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	$\Delta\sigma$	$01$	$02$	$P_{s0}$	$z_1$	M
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00
0.23	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.05	0.00	0.32	0.00
0.47	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.56	0.00
0.70	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.80	0.00
0.93	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	1.04	0.00
1.17	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.27	0.00
1.40	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.51	0.00
1.63	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.74	0.00
1.87	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.98	0.00
2.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.21	0.00
2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44	0.00
2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.68	0.00
2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.91	0.00
3.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.15	0.00
3.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.38	0.00
3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			

$P_s = 0.00$  Tn / m

$z = 2.90$  m

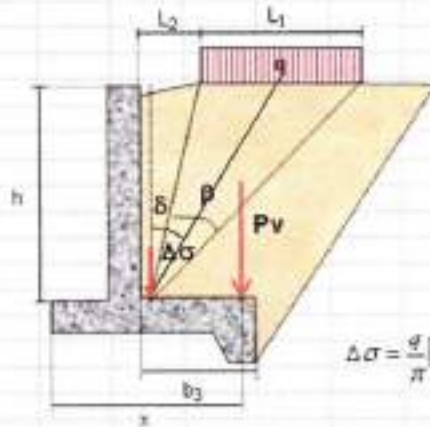
$\lambda$ : Factor que tiene en cuenta la interacción entre el suelo y el muro.

Fuente: (Propia, 2022)

**MEMORIAS DE CALCULO**

 PROYECTO: Muro en ciclopeo 4.00  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

 FECHA: oct-22 Hoja: 4  
 Rev.: 1 De: 11

**4) CÁLCULO DE PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LA SOBRECARGA (MÉTODO ELÁSTICO)**

 Sobrecarga  $q$  (Tn / m<sup>2</sup>)

 $L_1$  (m)

 $L_2$  (m)

 $b_3$  (m)

 $h$  (m)

$$\Delta\sigma = \frac{q}{\pi} [\beta]$$

$$\Delta\sigma = 2.0 \frac{q}{\pi} [\beta + \text{sen } \beta \cos 2\delta]$$

$\Delta$ (m)	$\beta/2+\alpha$ (°)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	$\Delta\sigma$	$\theta_1$	$\theta_2$	$P_4$	$z_1$	$M_1$
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
0.03	0.43	88.98	-177.10	0.00	0.21	0.43	0.00	0.04	0.00
0.05	0.21	87.96	-175.50	0.00	0.11	0.21	0.00	0.07	0.00
0.08	0.14	86.95	-173.51	0.00	0.07	0.14	0.00	0.09	0.00
0.11	0.11	85.93	-171.65	0.00	0.05	0.11	0.00	0.12	0.00
0.13	0.09	84.92	-169.67	0.00	0.04	0.09	0.00	0.15	0.00
0.16	0.07	83.91	-167.88	0.00	0.04	0.07	0.00	0.17	0.00
0.19	0.06	82.91	-166.09	0.00	0.03	0.06	0.00	0.20	0.00
0.21	0.05	81.91	-163.70	0.00	0.03	0.05	0.00	0.23	0.00
0.24	0.05	80.91	-161.73	0.00	0.02	0.05	0.00	0.25	0.00
0.27	0.04	79.92	-159.75	0.00	0.02	0.04	0.00	0.28	0.00
0.29	0.04	78.94	-157.79	0.00	0.02	0.04	0.00	0.31	0.00
0.32	0.04	77.96	-155.84	0.00	0.02	0.04	0.00	0.33	0.00
0.35	0.03	76.99	-153.91	0.00	0.02	0.03	0.00	0.36	0.00
0.37	0.03	76.02	-151.99	0.00	0.02	0.03	0.00	0.39	0.00
0.40	0.03	75.07	-150.08	0.00	0.01	0.03			

 $P_v = 0.00$  Tn / m

 $x = 1.98$  m

Fuente: (Propia, 2022)

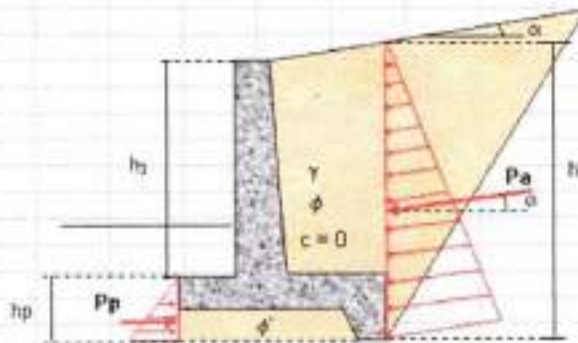


**MEMORIAS DE CALCULO**

**PROYECTO:** Muro en ciclopeo 4.00  
**OBRA:** BOCATOMAS SUPIA

**FECHA:** oct-22 **Hoja:** 5  
**Rev.:** 1 **De:** 11

4) PRESION DE TIERRAS ESTADO ESTATICO ( TEORIA DE RANKINE )



$\alpha$ : ang. de inclinación del relleno superior  
 $\phi$ : ang. de fricción interna del relleno  
 $c$ : Cohesión del relleno  
 $\gamma$ : peso unitario del relleno

⇒ Presion Activa de Tierra :

$$Pa : 1/2 \gamma Ka (h^2)$$

$$Ka : \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}$$

$\alpha$ : 0.0 °      0.00 rad  
 $\phi$ : 30 °      0.52 rad  
 $\gamma$ : 1.8 T/m<sup>3</sup>  
 $h'$ : 4.00 m

⇒ Presion Pasiva de Tierra :

$$Pp : 1/2 \gamma Kp (hp)^2$$

$$Kp : \tan^2 (45 + \phi/2)$$

$hp$ : 0.00 m  
 $\phi$ : 30 °      0.52 rad

Condición Activa		Condición pasiva	
Ka	0.33	Kp	3.00
Pa	4.80 T/m	Pp	0.00 T/m

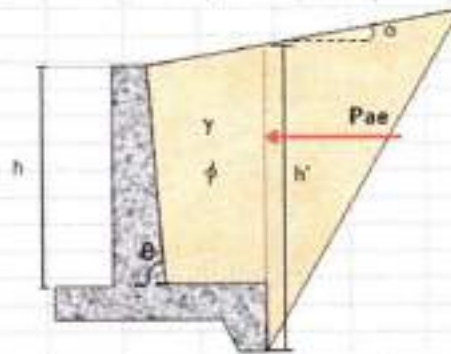
Nota: No se tuvo en cuenta el empuje pasivo para el análisis de estabilidad.

Fuente: (Propia, 2022)

**MEMORIAS DE CALCULO**

 PROYECTO: Muro en ciclopeo 4.00  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

 FECHA: oct-22 Hoja: 6  
 Rev.: 1 De: 11

**5) PRESION DE TIERRAS ESTADO PSEUDO-ESTATICO ( TEORIA DE MONONOBÉ-OKABÉ )**


⇒ Presion Activa de Tierra :

$$P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma (h')^2 K_{ae}$$

$$K_{ae} = \frac{(1 - A_v) \sin^2(\theta + \delta - \psi)}{D_{ae} \cos \psi \sin^2 \theta \sin(\theta - \delta - \psi)}$$

$$D_{ae} = 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha - \psi)}{\sin(\theta - \delta - \psi) \sin(\theta + \alpha)}}$$

$$\psi = \tan^{-1} \frac{A_h}{1 - A_v}$$

θ:	90 °	1.57 rad
α:	0 °	0.00 rad
φ:	30 °	0.52 rad
δ:	20.0 °	0.35 rad

h':	4.00 m	Ah: Se adopto de la seccion A.5.5 Requisitos sismicos para estribos y muros de contencion, aparte A.5.5.3 parafo a. (Codigo Colombiano de diseño sismico de puentes).
Aa:	0.15	
Ah = Aa/2	0.075	
Av:	0	
ψ:	4.29 °	0.07 rad

θ : ang. de inclinacion de la cara interna de la pantalla con la horizontal

α : ang. de inclinacion del relleno superior

φ : ang. de friccion interna del suelo de relleno

δ : ang. de friccion entre el suelo de relleno y la pantalla del muro.

Ah : aceleracion horizontal del terreno debida al sismo

Av : aceleracion vertical del terreno debida al sismo

Para el análisis de estabilidad se considera

$$\theta = 90^\circ \text{ y } \delta = (2/3)\theta^\circ$$

Condición Activa

Dae	2.57
Kae	0.35
Pae	5.00 T/m

⇒  $K_{sismico} = \Delta K = K_{ae} - K_a = 0.01$

Fuente: (Propia, 2022)

**MEMORIAS DE CALCULO**

 PROYECTO: Muro en ciclopeo 4.00  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

 FECHA: oct-22 Hoja: 7  
 Rev.: 1 De: 11

**6) ANALISIS PARA CONDICION DE CARGAS MUERTAS Y EMPUJE (D+E):**
**⇒ EMPUJE DE TIERRAS :**

Pa :	4.80	Ton/m	B :	2.25	m	Fv	0	Ton
Pa <sub>h</sub> = Pa cos (α)	4.51	Ton/m				Fh	0	Ton
Pa <sub>v</sub> = Pa sen (α)	1.64	Ton/m	h' :	4.00	m			

**⇒ VOLCAMIENTO :**

ELM	CARGA(Ton)		BRAZO (m)	Ma (T-m/m)	
	Hor	Vert		Mvolca	Mantiv
Pa <sub>h</sub>	4.51		1.33	6.01	
Pa <sub>v</sub>		1.64	2.25		3.69
1		2.00	0.50		1.00
2		0.00	0.35		0.00
3		3.99	1.05		4.19
4		0.00	0.23		0.00
5		0.00	1.10		0.00
6		0.00	1.98		0.00
7		2.14	1.13		2.40
t1		0.00	2.25		0.00
t2		0.00	2.25		0.00
8		0.00	1.72		0.00
9		3.78	1.45		5.48
10		2.52	2.05		5.17
11		0.00	2.12		0.00
<b>TOT.</b>	<b>4.51</b>	<b>16.06</b>		<b>6.01</b>	<b>21.93</b>

 ⇒ FS Volc 3.65 > 3.0  
 Criterio : **ok!**
**⇒ PRESIONES DE CONTACTO :**

Σ Ma = Mantivolc - Mvolcam	15.92	T-m/m		
Σ Fvert :	16.06	T/m		
Xcg = Σ Ma / Σ Fvert	0.99	m		
e = B/2 - Xcg	0.134	m	<	B/6 : 0.38 m
			Criterio :	<b>ok!</b> Resultante en el tercio central!

qadm :	39.7	T/m <sup>2</sup>		Criterio :
qmax = (Σ Fvert. / B) ( 1 + 6e/B)	9.69	T/m <sup>2</sup>	<	qadm <b>ok!</b>
qmin = (Σ Fvert. / B) ( 1 - 6e/B)	4.59	T/m <sup>2</sup>	>	0 <b>ok!</b>

**⇒ DESLIZAMIENTO :**

φ :	30	°	0.52	rad
Froz = Σ Fv Tan φ + P <sub>v</sub> +C.B	13.77	T/m		
FS Desl Froz / Pa <sub>h</sub>	3.05	>	1.6	
		Criterio :	<b>ok!</b>	

Fuente: (Propia, 2022)



**MEMORIAS DE CALCULO**

 PROYECTO: Muro en ciclopeo 4.00  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

 FECHA: oct-22 Hoja: 8  
 Rev.: 1 De: 11

7) ANALISIS PARA CONDICION DE CARGAS MUERTAS, SOBRECARGA Y EMPUJE (D+L+E) :

⇒ EMPUJE DE TIERRAS :

Pa :	4.80	Ton/m	B :	2.25	m
Pah = Pa cos (α)	4.51	Ton/m	h' :	4.00	m
Pav = Pa sen (α)	1.64	Ton/m			

⇒ VOLCAMIENTO :

ELM	CARGA(Ton)		BRAZO (m)	Mh (T-m/m)	
	Hor	Vert.		Mvoca	Mantiv
Pah	4.51		1.33	6.01	
Ps	0.00		2.90	0.00	
Pav		1.64	2.25		3.69
Pv		0.00	1.98		0.00
1		2.00	0.50		1.00
2		0.00	0.35		0.00
3		3.99	1.05		4.19
4		0.00	0.23		0.00
5		0.00	1.10		0.00
6		0.00	1.98		0.00
7		2.14	1.13		2.40
t1		0.00	2.25		0.00
t2		0.00	2.25		0.00
8		0.00	1.72		0.00
9		3.78	1.45		5.48
10		2.52	2.05		5.17
t1		0.00	2.12		0.00
<b>TOT.</b>	<b>4.51</b>	<b>16.06</b>		<b>6.01</b>	<b>21.93</b>

 ⇒ FS Volc 4.00 > 3.0  
 Criterio : ok!

⇒ PRESIONES DE CONTACTO :

$\Sigma Mh =$ Mantivolc - Mvolcam	15.92	T-m/m	
$\Sigma Fvert :$	16.06	T/m	
$Xcg = \Sigma Mh / \Sigma Fvert$	0.99	m	
$e = B/2 - Xcg$	0.13	m	< B/6 : 0.36 m
		Criterio :	ok! Resultante en el tercio central!
qadm :	39.3	T/m <sup>2</sup>	Criterio :
$qmax = (\Sigma Fvert. / B) ( 1 + 6e/B )$	9.69	T/m <sup>2</sup>	< qadm ok!
$qmin = (\Sigma Fvert. / B) ( 1 - 6e/B )$	4.59	T/m <sup>2</sup>	> 0 ok!

⇒ DESLIZAMIENTO :

$\psi :$	30	°	0.52	rad
Froz = $\Sigma Fv \tan \psi + Pp + C.B$	13.77	T/m		
FS Des Froz / Pah	3.05	>	1.8	
		Criterio :	ok!	

Fuente: (Propia, 2022)

**MEMORIAS DE CALCULO**

 PROYECTO: Muro en ciclopeo 4.00  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA

 FECHA: oct-22 Hoja: 9  
 Rev.: 1 De: 11

8) ANALISIS PARA CONDICION DE CARGAS MUERTAS, EMPUJE Y SISMO (D+E+EQ):

Aa : 0.15

⇒ EMPUJE DE TIERRAS :

ESTATICAS :

Pa : 4.80 Ton/m B : 2.25 m

 P<sub>ah</sub> = Pa cos (α) 4.51 Ton/m H : 4 m

 P<sub>av</sub> = Pa sen (α) 1.64 Ton/m h' : 4 m

INCREMENTO POR SISMO :

 ΔP<sub>ae</sub> : 1/2 γ ( h' ) ΔK<sub>ae</sub> 0.20 Ton/m ΔK<sub>ae</sub> : 0.01

 ΔP<sub>aeH</sub> : ΔP<sub>ae</sub> cos(α) 0.19 Ton/m

 ΔP<sub>aeV</sub> : ΔP<sub>ae</sub> sen(α) 0.07 Ton/m

⇒ VOLCAMIENTO :

BLM	CARGA (Ton)		BRAZO (m)	M <sub>e</sub> (T-m/m)	
	Hor	Vert.		M <sub>volca</sub>	M <sub>mov</sub>
P <sub>ah</sub>	4.51		1.33	8.01	
P <sub>av</sub>		1.64	2.25		3.69
ΔP <sub>aeH</sub>	0.19		2.67	0.50	
ΔP <sub>aeV</sub>		0.07	2.25		0.15
1		2.00	0.50		1.00
2		0.00	0.35		0.00
3		3.99	1.05		4.19
4		0.00	0.23		0.00
5		0.00	1.10		0.00
6		0.00	1.98		0.00
7		2.14	1.13		2.40
8		0.00	1.72		0.00
t1		0.00	2.25		0.00
t2		0.00	2.25		0.00
9		3.78	1.45		5.48
10		2.52	2.05		5.17
11		0.00	2.12		0.00
1	0.30		2.25	0.67	
2	0.00		1.67	0.00	
3	0.60		1.67	1.00	
4	0.00		0.50	0.00	
5	0.00		0.50	0.00	
6	0.00		0.50	0.00	
7	0.32		0.25	0.08	
8	0.00		4.00	0.00	
9	0.57		2.83	1.61	
10	0.38		2.25	0.85	
11	0.00		0.50	0.00	
t1	0.00		0.00		0.00
t2	0.00		0.00		0.00
TOT.	6.86	16.13		10.72	22.09

 ⇒ FS V<sub>olc</sub>: 2.1 > 2.0  
 Criterio : ok!

Fuente: (Propia, 2022)

**MEMORIAS DE CALCULO**
**PROYECTO:** Muro en ciclopeo 4.00  
**OBRA:** BOCATOMAS SUPIA

**FECHA:** oct-22 **Hoja:** 10  
**Rev.:** 1 **De:** 11

**⇒ PRESIONES DE CONTACTO :**
 $\Sigma M_x =$  Momento - Mvolcam 11.36 T-m/m  
 $\Sigma F_{vert} :$  16.13 T/m  
 $X_{cg} = \Sigma M_x / \Sigma F_{vert}$  0.70 m  
 $e = B/2 - X_{cg}$  0.42 m

 $q_{adm}$  (Análisis al 133%) : 42.5 T/m<sup>2</sup> **Criterio :**  
 $q_{max} =$  15.27 T/m<sup>2</sup> <  $q_{adm}$  **ok!**  
 $q_{min}$  0.00 T/m<sup>2</sup>
**⇒ DESLIZAMIENTO :**
 $\phi :$  30 ° 0.52 rad  
 $F_{roz} = \Sigma F_{ver} \tan \phi + P_r \cdot C^*B$  13.81 T/m  
 $P_{sch} :$  6.86 T/m  
 $FS_{Des} F_{roz} / P_{sch}$  2.01 > 1.05  
**Criterio : ok!**

Fuente: (Propia, 2022)



**ANEXO 1. CARTERA TOPOGRÁFICA**

MEMORIAS DE CALCULO					
PROYECTO: Muro en ciclopeo 4.00		FECHA: oct-22		Hoja: 10	
OBRA: BOCATOMAS SUPIA		Rev.: 1		De: 11	
⇒ PRESIONES DE CONTACTO :					
$\Sigma M_A =$	Mantivolo - Mvolcam	11.36	T-m/m		
$\Sigma F_{vert}$		16.13	T/m		
$X_{cg} = \Sigma M_A / \Sigma F_{vert}$		0.70	m		
$e = B/2 - X_{cg}$		0.42	m		
$q_{adm}$ (Análisis al 133%) :		42.5	T/m <sup>2</sup>		Criterio :
$q_{max} =$		15.27	T/m <sup>2</sup>	<	$q_{adm}$ <b>ok!</b>
$q_{min}$		0.00	T/m <sup>2</sup>		
⇒ DESLIZAMIENTO :					
$\phi :$		30	°	0.52	rad
$F_{roz} = \Sigma F_{vert} \tan \phi + P_p + C_B$		13.81	T/m		
$P_{ash} :$		6.86	T/m		
$FS_{Des} = F_{roz} / P_{ash}$		2.01	>	1.05	
	Criterio :				<b>ok!</b>

Fuente: (Propia, 2022)

**ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE**

PROYECTO: Muro en ciclopeo 4.00      FECHA: oct-22      Hoja: 11  
 OBRA: BOCATOMAS SUPIA      Rev.: 1      De: 11

**METODO DE HANSEN PARA CIMIENTOS EN TALUDES**

Para el cálculo de la capacidad de carga última se tiene en cuenta la proximidad de la obra al talud. El procedimiento para este efecto corrige los factores de capacidad de carga  $N_q$  y  $N_c$ .

$$q_{ult} = CN'_c s_f i_f + qN'_q s_q i_q + 0.5\gamma B' N'_q s_f i_f$$

\* : No se tuvieron en cuenta los factores de profundidad, debido a que el procedimiento constructivo de la cimentación no produce compresión lateral significativa (Delgado, 1996, Ingeniería de Fundaciones). Siendo este procedimiento conservador.

**PARAMETROS**

$\beta$ =	0	°	Angulo de inclinación del talud
$\phi$ =	30	°	Angulo de fricción del suelo
$\gamma$ =	1.800	t/m <sup>3</sup>	Peso unitario del suelo
C =	2.0	t/m <sup>2</sup>	Cohesión
q =	1.8	t/m <sup>2</sup>	Sobrecarga
b =	0.0	m	Distancia horizontal desde la corona del talud a la base del muro
D =	1.0	m	Nivel de desplante
B =	2.3	m	Ancho de la base del muro
L =	5	m	Longitud del muro
e(D+E)	0.13	m	excentricidad
e(D+L+E)	0.13	m	excentricidad
e(D+E+EQ)	0.42	m	excentricidad
Pa1 (D+E)=	4.51	Ton/m	Fuerza Horizontal
Pa2 (D+L+E)=	4.51	Ton/m	Fuerza Horizontal
Pa3 (D+E+EQ)=	6.86	Ton/m	Fuerza Horizontal
$\sum F_v1(D+E)=$	16.06	Ton/m	Fuerza vertical
$\sum F_v2(D+L+E)=$	16.06	Ton/m	Fuerza vertical
$\sum F_v3(D+E+EQ)=$	16.13	Ton/m	Fuerza vertical

C	N' <sub>c</sub>	N' <sub>q</sub>	S <sub>c</sub>	i <sub>c</sub>	q	S <sub>q</sub>	i <sub>q</sub>	$\gamma$	B'	N <sub>y</sub>	S <sub>y</sub>	i <sub>y</sub>	L
2	30	18	1.21	0.89	1.80	1.18	0.90	1.80	1.98	15.07	0.87	0.8487	5
			1.21	0.88		1.18	0.89		1.98		0.87	0.8487	
			1.13	0.79		1.11	0.80		1.41		0.92	0.7317	

$q_{ult}$	$q_{adm} (q_{ult} / FS)$	FS = 3
Q1(D+E)	118.98 Ton/m <sup>2</sup>	40 Ton/m <sup>2</sup>
Q2(D+L+E)	117.9 Ton/m <sup>2</sup>	39 Ton/m <sup>2</sup>
Q3(D+E+EQ)	95.754 Ton/m <sup>2</sup>	32 Ton/m <sup>2</sup>

Fuente: (Propia, 2022)



## 11 DESCRIPCIÓN DE OBRAS PROPUESTAS

Con el fin de rehabilitar las bocatomas afectadas de la planta de tratamiento de aguas en el municipio de Supía, Caldas, se proponen las siguientes obras.

### 11.1 OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA RAPAITO

Inicialmente se resalta que, debido al desbordamiento de la quebrada por la margen derecha de la bocatoma, la cual desconfinó el muro existente, se propone la prolongación de este muro en la margen derecha de la línea de drenaje en una longitud de 5.00 metros, esta prolongación corresponde a un muro en concreto ciclópeo de 4.00 metros de altura total.

Por otro lado, se propone sobre la bocatoma la construcción de un vertedero de rebose, este vertedero se construirá en piedra pegada en la parte inferior y el último metro de espesor en concreto ciclópeo, se resalta que, este vertedero se podrá construir sobre las estructuras existentes en la bocatoma, es decir, se conformará sin necesidad de generar demolición de las estructuras existentes. En la parte final del vertedero, aguas abajo, se propone la conformación de una llave para el control de socavación de fondo (azude) en concreto ciclópeo de dimensiones 1.50x1.00 metros la cual se ubica transversalmente en todo el ancho de la línea de drenaje.

Por último, se resalta que, aguas arriba de la bocatoma, se propone la conformación de dos muros en concreto ciclópeo los cuales ayudarán a conducir las aguas correctamente hacia la bocatoma, estos muros deberán tener una altura total de 1.80 metros.

## 11.2 OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO

Se propone sobre la bocatoma la construcción de un vertedero de rebose, este vertedero se construirá en piedra pegada en la parte inferior y el último metro de espesor en concreto ciclópeo, se resalta que, este vertedero se podrá construir sobre las estructuras existentes en la bocatoma, es decir, se conformará sin necesidad de generar demolición de las estructuras existentes. En la parte final del vertedero, aguas abajo, se propone la conformación de una llave para el control de socavación de fondo (azudes) en concreto ciclópeo de dimensiones 1.50x1.00 metros la cual se ubica transversalmente en todo el ancho de la línea de drenaje, posteriormente aguas abajo se conformará un enrocado con ligante de espesor 1.00 metro en una longitud de 10.00 metros y por último se conformará una última llave en concreto ciclópeo de igual especificaciones a la descrita previamente.

Con el fin de dirigir correctamente las aguas de la quebrada hacia el vertedero propuesto, se propone en la margen derecha el aumento en la altura del muro existente, esto mediante un aumento de 2.00 metros de altura en la zarpa del muro con concreto reforzado, para la margen izquierda aguas arriba del vertedero se propone la conformación de un jarillón con material del sitio el cual deberá ser cubierto con biomanto permanente con el fin de proteger el mismo.

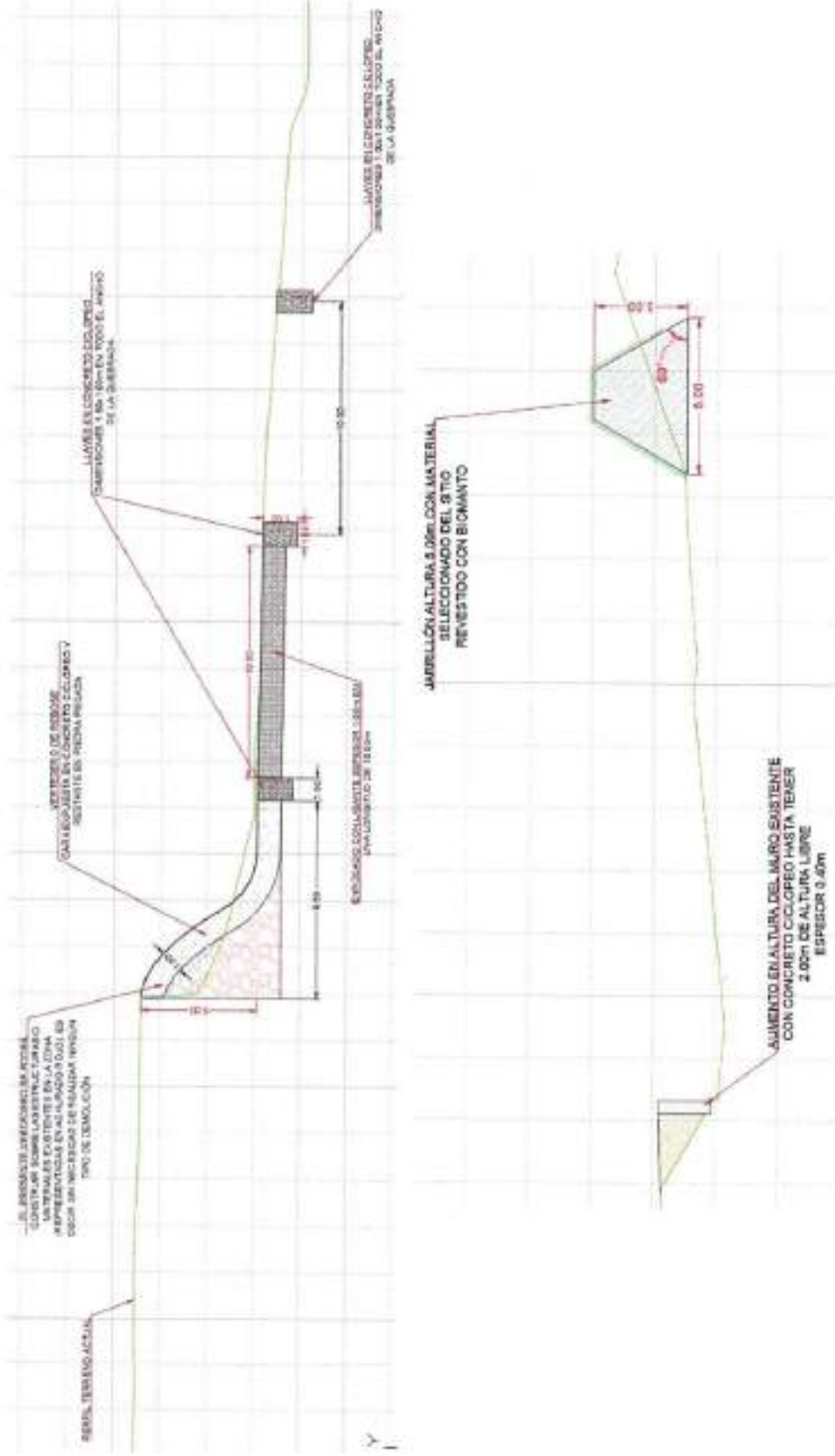
Por último y con el fin de generar una sección hidráulica homogénea, se propone un dragado en la zona tanto aguas arriba como aguas abajo del vertedero.







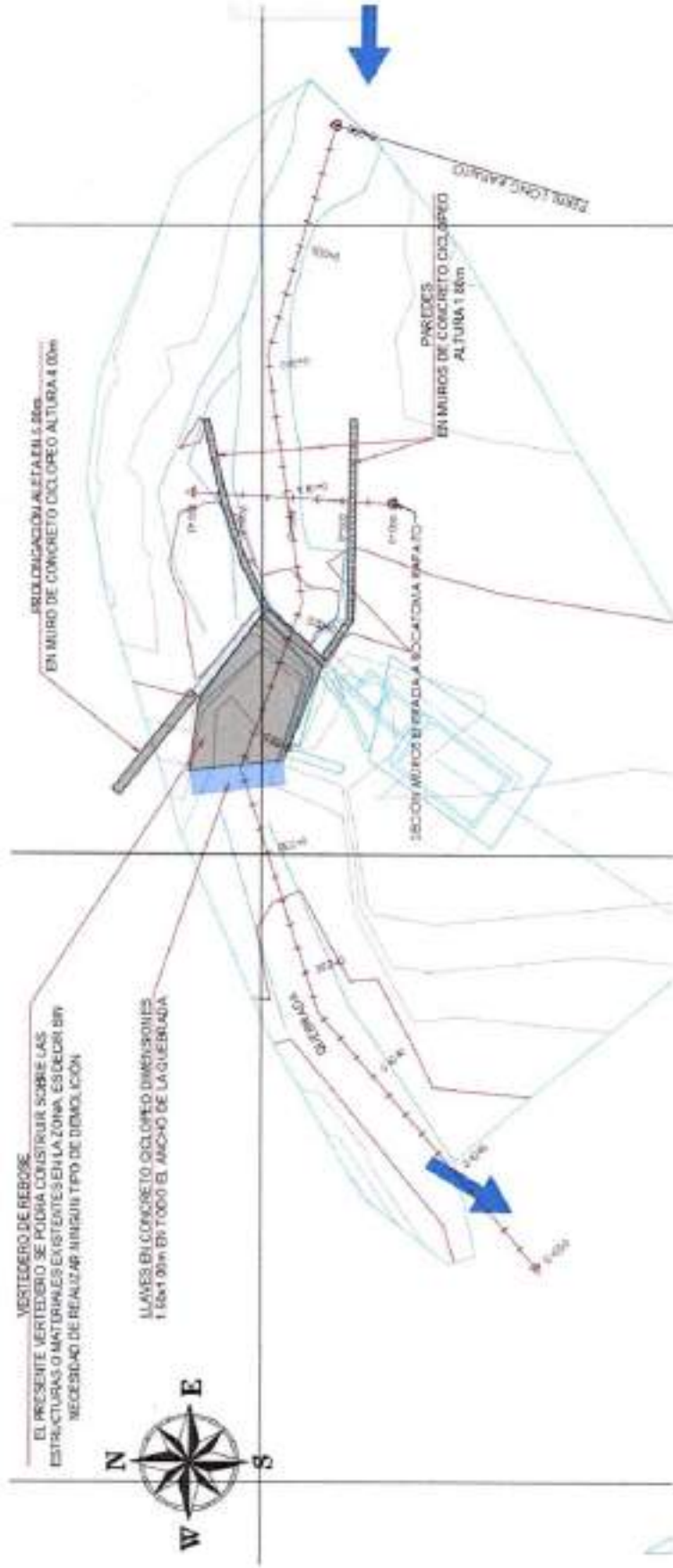
**Figura 31.** Obras propuestas bocatomas Los Cano – perfil longitudinal y sección transversal quebrada



Fuente: (Propia, 2022)

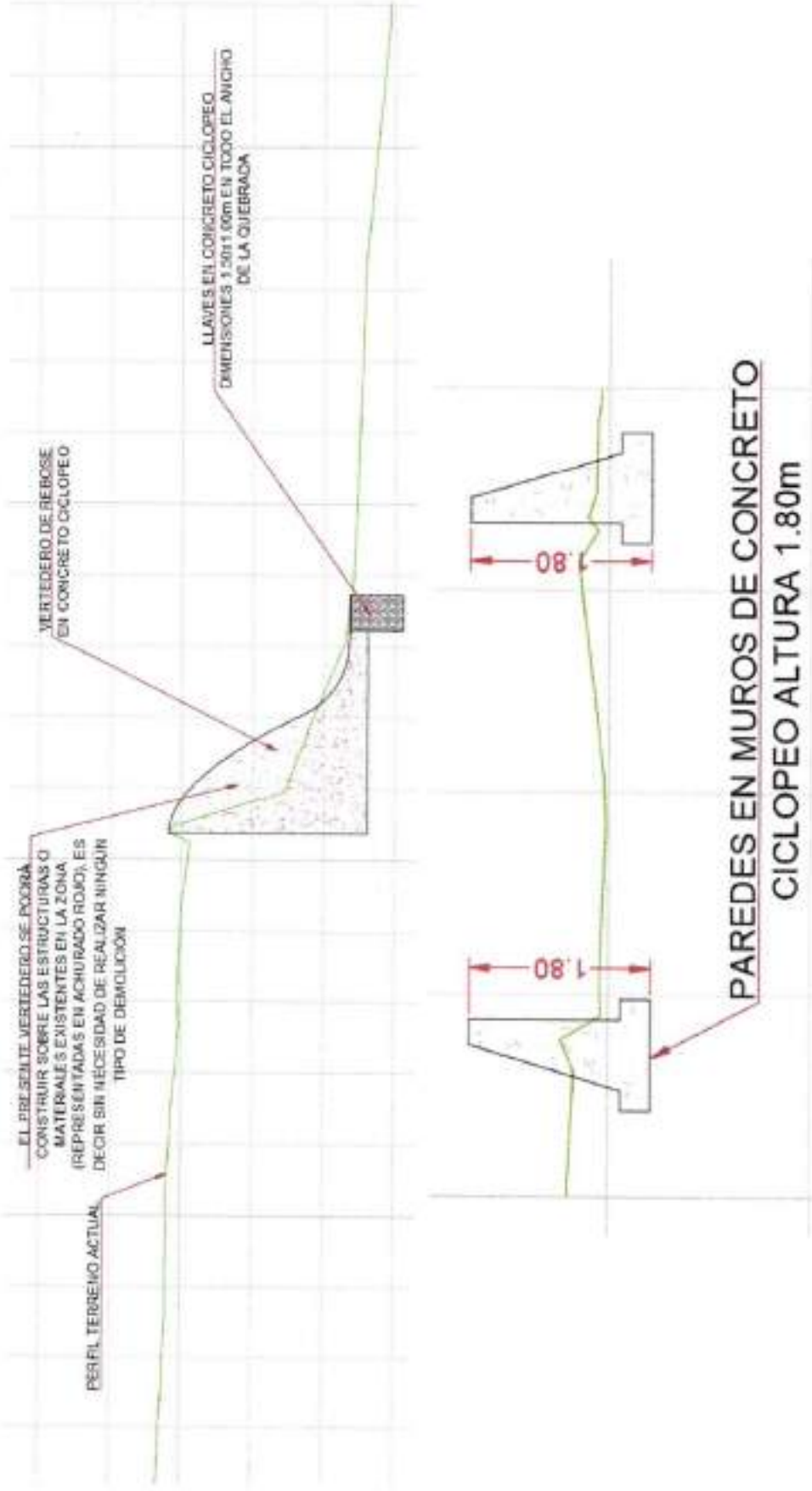
<p>Carrera 21 #64-33 Edificio Multiplaza oficina 1207 Tel. 8934298 e-mail: quasatingenierosconsultores@gmail.com Manizales – Caldas</p>	<p>INFORME 4 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAJIO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</p> <p>Página 128</p>
---	---

**Figura 32.** Obras propuestas bocatomas Rapaito – vista en planta



Fuente: (Propia, 2022)

**Figura 33.** Obras propuestas bocatomas Los Cano – perfil longitudinal y sección transversal quebrada



Fuente: (Propia, 2022)



## ANEXO 1. CARTERA TOPOGRÁFICA

ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	1096654.627	826217.4673	1270.965	D1
2	1096602.329	826176.9274	1265.887	N
3	1096648.775	826228.3036	1270.615	RIO
4	1096645.241	826228.0669	1270.804	RIO
5	1096645.976	826226.3526	1270.742	RIO
6	1096646.65	826225.9911	1270.69	RIO
7	1096647.278	826225.6755	1270.647	RIO
8	1096647.818	826225.2035	1270.591	RIO
9	1096648.135	826224.3705	1270.535	RIO
10	1096648.432	826223.565	1270.511	RIO
11	1096648.531	826223.0174	1270.527	RIO
12	1096648.794	826222.067	1270.466	RIO
13	1096648.936	826220.9433	1270.502	RIO
14	1096648.946	826219.165	1270.493	RIO
15	1096648.785	826217.6782	1270.415	RIO
16	1096650.911	826218.2752	1270.263	RIO
17	1096650.907	826219.4545	1270.259	RIO
18	1096650.957	826220.4201	1270.205	RIO
19	1096650.718	826221.4412	1270.178	RIO
20	1096650.432	826222.49	1270.182	RIO
21	1096650.058	826223.6997	1270.385	RIO
22	1096650.149	826225.5567	1270.597	RIO
23	1096649.207	826227.2966	1270.567	RIO
24	1096648.609	826229.7208	1270.787	RIO
25	1096648.108	826230.74	1270.839	RIO
26	1096646.006	826228.6811	1270.747	RIO_EJE
27	1096647.065	826227.2424	1270.645	RIO_EJE
28	1096648.471	826225.3776	1270.495	RIO_EJE
29	1096649.365	826223.4944	1270.391	RIO_EJE
30	1096649.89	826221.5305	1270.306	RIO_EJE
31	1096649.975	826219.544	1270.381	RIO_EJE
32	1096650.087	826217.1352	1270.345	RIO_EJE
33	1096649.265	826216.7315	1270.275	RIO_EJE
34	1096651.069	826216.7268	1270.383	RIO_EJE
35	1096651.171	826215.51	1270.443	RIO
36	1096651.183	826214.7001	1270.368	RIO
37	1096650.854	826213.409	1270.17	RIO
38	1096650.28	826211.6453	1270.053	RIO
39	1096649.851	826210.4557	1269.943	RIO
40	1096649.661	826209.7775	1269.803	RIO
41	1096648.026	826208.5002	1269.766	RIO

ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
42	1096647.779	826208.9248	1269.784	RIO
43	1096647.037	826209.4516	1269.955	RIO
44	1096646.791	826211.0807	1269.956	RIO
45	1096646.727	826212.0413	1270	RIO
46	1096648.131	826212.1702	1270.05	RIO
47	1096648.447	826213.2288	1270.084	RIO
48	1096648.487	826214.3563	1270.017	RIO
49	1096648.501	826215.1869	1270.054	RIO
50	1096648.509	826216.0424	1270.253	RIO
51	1096649.182	826216.6583	1270.28	RIO
52	1096650.27	826214.0179	1270.34	RIO_EJE
53	1096649.23	826213.4194	1270.093	RIO_EJE
54	1096649.839	826211.9349	1270.152	RIO_EJE
55	1096649.137	826211.4653	1270.051	RIO_EJE
56	1096648.691	826210.4042	1269.893	RIO_EJE
57	1096648.843	826209.1588	1269.803	RIO_EJE
58	1096648.89	826204.4484	1269.07	MURO
59	1096648.504	826204.3303	1269.101	MURO
60	1096647.94	826207.2115	1269.594	MURO
61	1096647.718	826207.1306	1269.575	MURO
62	1096647.741	826207.5774	1269.866	MURO
63	1096647.646	826207.4478	1269.851	MURO
64	1096647.531	826207.5209	1270.278	MURO
65	1096647.63	826207.6335	1270.285	MURO
66	1096646.694	826208.9824	1270.398	MURO
67	1096646.813	826209.1776	1270.407	MURO
68	1096646.728	826209.1434	1270.403	MURO
69	1096646.628	826209.3658	1270.407	MURO
70	1096646.406	826209.1299	1270.394	MURO
71	1096648.063	826208.223	1270.3	MURO
72	1096648.166	826208.2748	1270.305	MURO
73	1096647.758	826208.6842	1270.309	MURO
74	1096647.81	826208.7846	1270.314	MURO
75	1096647.704	826208.6888	1270.446	MURO
76	1096647.8	826208.8144	1270.452	MURO
77	1096646.945	826209.3621	1270.446	MURO
78	1096646.929	826209.2407	1270.443	MURO
79	1096646.851	826209.2486	1270.442	MURO
80	1096646.93	826209.2647	1270.444	MURO
81	1096646.715	826209.2211	1270.467	MURO
82	1096646.961	826209.3776	1270.064	MURO



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
83	1096646.805	826210.7539	1270.043	MURO
84	1096646.667	826212.5149	1270.028	MURO
85	1096646.577	826214.2852	1270.088	MURO
86	1096646.533	826214.307	1270.559	MURO
87	1096646.308	826214.2901	1270.552	MURO
88	1096652.345	826217.1143	1269.854	MURO
89	1096652.335	826217.1531	1270.714	MURO
90	1096652.114	826217.3094	1270.718	MURO
91	1096652.055	826217.2908	1270.146	MURO
92	1096652.421	826216.178	1270.021	MURO
93	1096652.481	826216.4007	1269.993	MURO
94	1096651.425	826214.2002	1270.046	MURO
95	1096651.702	826214.0975	1270.121	MURO
96	1096651.665	826213.8674	1269.737	MURO
97	1096651.635	826213.9366	1270.603	MURO
98	1096651.664	826214.0915	1270.541	MURO
99	1096650.709	826211.8657	1269.694	MURO
100	1096650.935	826211.8066	1269.675	MURO
101	1096650.914	826211.5009	1269.671	MURO
102	1096650.895	826211.5424	1270.493	MURO
103	1096650.89	826211.6663	1270.45	MURO
104	1096650.103	826209.9461	1269.625	MURO
105	1096650.12	826209.8996	1270.446	MURO
106	1096650.06	826209.7619	1270.498	MURO
107	1096650.015	826209.6287	1269.578	MURO
108	1096649.999	826209.5492	1270.452	MURO
109	1096649.833	826209.5939	1270.449	MURO
110	1096649.702	826209.7325	1269.799	MURO
111	1096652.76	826206.5456	1270.208	MURO
112	1096649.598	826210.0179	1269.873	TUBO12
113	1096649.379	826209.511	1270.171	TUBO12
114	1096651.638	826205.466	1265.608	MURO
115	1096649.26	826203.9689	1267.326	MURO
116	1096651.706	826205.5936	1265.579	MURO
117	1096648.324	826207.0545	1267.091	MURO
118	1096646.799	826203.2122	1267.392	MURO
119	1096651.795	826205.715	1266.089	MURO
120	1096647.635	826204.1854	1267.471	MURO
121	1096646.587	826205.7285	1267.505	MURO
122	1096646.377	826205.783	1268.856	VALVULA
123	1096652.359	826205.7498	1267.06	MURO

ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
124	1096652.366	826206.0361	1267.555	MURO
125	1096647.068	826206.9535	1267.614	MURO
126	1096646.803	826206.8585	1267.593	MURO
127	1096646.817	826206.8519	1267.578	MURO
128	1096650.582	826208.7562	1267.874	MURO
129	1096647.031	826207.0086	1268.5	MURO
130	1096649.948	826208.2175	1267.083	MURO
131	1096646.896	826206.842	1268.499	MURO
132	1096646.988	826207.2245	1268.495	MURO
133	1096646.975	826207.2482	1268.494	MURO
134	1096647.066	826207.2246	1268.495	MURO
135	1096647.472	826208.2416	1269.393	TUBO12
136	1096647.518	826208.1797	1269.707	TUBOLOMO
137	1096645.682	826207.1813	1269.501	TANQUE
138	1096646.292	826206.447	1269.512	TANQUE
139	1096645.511	826205.7813	1269.482	TANQUE
140	1096644.987	826206.4728	1269.484	TANQUE
141	1096645.611	826206.4572	1268.475	COTA TANQ
142	1096645.846	826206.7044	1269.399	TUBOLOMO
143	1096645.841	826206.1671	1269.255	TUBOLOMO6
144	1096645.71	826206.0346	1269.233	TUBOLOMO6
145	1096645.474	826206.2845	1268.829	TUBOBATEA6
146	1096645.345	826206.4642	1268.708	TUBOBATEA6
147	1096645.443	826205.6055	1269.051	TANQUE
148	1096644.806	826206.42	1269.076	TANQUE
149	1096644.458	826204.7954	1269.067	TANQUE
150	1096644.735	826205.5859	1268.417	TANQUE
151	1096644.686	826205.6356	1268.418	TANQUECOTA
152	1096644.302	826205.5365	1268.421	TUBOBATEA6
153	1096643.97	826205.4778	1268.974	TANQUE
154	1096644.953	826203.736	1268.937	TANQUE
155	1096644.596	826203.5645	1268.945	TANQUE
156	1096643.905	826204.6778	1268.425	TANQUECOTA
158	1096644.306	826204.4603	1267.486	TUBO6BAJA
159	1096644.199	826204.6955	1267.5	TUBO6BAJA
160	1096644.607	826203.3898	1268.957	TANQUE
161	1096643.277	826205.3246	1268.992	TANQUE
162	1096644.539	826203.48	1267.436	TANQUE
163	1096643.336	826205.3061	1267.544	TANQUE
164	1096642.887	826202.4224	1267.299	TANQUE
165	1096641.948	826204.0983	1267.422	TANQUE



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
166	1096640.26	826203.2268	1269	TANQUE
167	1096641.627	826201.2519	1268.952	TANQUE
168	1096641.747	826201.5672	1267.12	TANQUE
169	1096640.971	826201.8569	1268.941	CAJA_SALIDA
170	1096639.812	826202.3537	1269.003	CAJA_SALIDA
171	1096640.102	826201.7841	1268.937	CAJA_SALIDA
172	1096640.369	826202.3573	1268.011	TUBO6BATEA
173	1096640.04	826202.5476	1267.943	TUBO6BATEA
174	1096639.94	826202.0541	1267.885	BATEAT8 SALI
175	1096642.416	826199.9141	1269.036	CAMARA
176	1096641.785	826200.924	1269.083	CAMARA
177	1096642.876	826201.6698	1269.067	CAMARA
178	1096642.521	826200.9473	1267.132	TUBO8 BATEA
179	1096642.583	826200.8429	1267.002	TUBO12BATEA
180	1096642.956	826200.6776	1268.339	ALIVIADER6
181	1096642.465	826202.1662	1269.875	VALVULA
182	1096645.743	826203.7577	1269.158	CERRAMIENTO
183	1096640.848	826200.2702	1269.171	CERRAMIENTO
184	1096644.085	826202.6418	1269.165	CERRAMIENTO
185	1096638.473	826203.7291	1269.146	CERRAMIENTO
186	1096644.888	826207.9497	1269.679	CERRAMIENTO
187	1096642.703	826198.6943	1268.692	TOPO
188	1096643.014	826197.7971	1268.299	TOPO
189	1096645.975	826186.4333	1268.389	TOPO
190	1096656.193	826210.1398	1272.178	TOPO
191	1096653.492	826210.6212	1270.435	TOPO
192	1096642.501	826183.7758	1265.109	TOPO
193	1096647.224	826189.6671	1266.462	TOPO
194	1096644.339	826196.8095	1267.638	TOPO
195	1096646.216	826201.6274	1268.949	TOPO
196	1096646.785	826201.5232	1265.97	TOPO
197	1096645.734	826195.9658	1266.459	TUBO
198	1096645.749	826198.2279	1268.311	TOPO
199	1096646.396	826197.5127	1265.481	TOPO
200	1096640.011	826206.2093	1269.318	TOPO
201	1096643.752	826192.8588	1265.699	TOPO
202	1096644.141	826192.2007	1264.434	TOPO
203	1096642.493	826195.1835	1267.442	VALVULA
204	1096653.262	826208.5294	1270.41	TOPO
205	1096654.004	826212.2242	1270.709	TOPO
206	1096654.815	826214.4702	1271.035	TOPO



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
207	1096656.418	826211.9473	1271.636	TOPO
208	1096651.854	826211.5005	1269.3	RIO
209	1096652.57	826211.2572	1269.247	RIO
210	1096652.613	826213.9893	1270.083	RIO
211	1096653.281	826213.7147	1270.038	RIO
212	1096652.958	826215.4949	1270.081	RIO
213	1096653.544	826215.8863	1270.041	RIO
214	1096651.95	826217.6662	1270.068	RIO
215	1096652.092	826218.1231	1270.065	RIO
216	1096652.263	826217.6084	1270.732	B.RIO
217	1096652.452	826218.6487	1270.481	B.RIO
218	1096652.021	826215.6303	1270.221	B.RIO
219	1096654.179	826214.3475	1270.157	B.RIO
220	1096651.214	826212.4161	1269.311	B.RIO
221	1096653.393	826211.1328	1269.347	B.RIO
222	1096651.054	826209.3628	1269.112	B.RIO
223	1096652.23	826208.7535	1269.041	B.RIO
224	1096641.45	826184.0784	1264.601	TOPO
225	1096642.279	826187.8384	1264.035	B.RIO
226	1096645.595	826192.765	1264.644	B.RIO
227	1096649.011	826193.0697	1264.822	B.RIO
228	1096649.737	826192.9087	1264.786	TOPO
229	1096646.488	826194.0189	1264.817	B.RIO
230	1096649.924	826202.061	1265.14	B.RIO
231	1096651.619	826201.756	1265.214	B.RIO
232	1096653.182	826200.7807	1265.99	TOPO
233	1096645.65	826214.9561	1270.54	TOPO
234	1096644.466	826216.8827	1270.911	TOPO
235	1096642.154	826224.1176	1272.236	TOPO
236	1096642.871	826224.3905	1271.179	TOPO
237	1096645.095	826219.9683	1270.808	TOPO
238	1096653.263	826227.0078	1271.918	TOPO
239	1096654.75	826221.4069	1271.287	TOPO
240	1096656.516	826218.8963	1272.356	TOPO
241	1096652.527	826221.2445	1271.15	TOPO
242	1096651.155	826228.7232	1271.449	TOPO
243	1096653.632	826210.7869	1270.425	TOPO
244	1096654.535	826215.001	1270.858	TOPO
245	1096655.794	826215.2331	1271.198	TOPO
246	1096657.012	826214.7619	1272.356	TOPO
247	1096653.02	826218.8186	1270.742	TOPO

ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
248	1096575.534	826154.2512	1263.836	D3
249	1096627.994	826199.7781	1268.564	TOPO
250	1096616.164	826194.7972	1268.051	TOPO
251	1096593.686	826175.3363	1265.587	TOPO
252	1096594.138	826168.8329	1265.043	TOPO
253	1096577.535	826158.8462	1263.966	TOPO
254	1096580.044	826156.4632	1263.962	TOPO
255	1096537.58	826114.2205	1263.864	D4
256	1096566.916	826154.8815	1264.968	TOPO
257	1096574.088	826149.1595	1263.393	TOPO
258	1096556.029	826129.4244	1264.023	TOPO
259	1096554.977	826132.5839	1263.974	TOPO
260	1096554.997	826139.3907	1266.983	TOPO
261	1096448.678	826087.908	1262.798	D3
262	1096529.919	826116.5355	1266.224	D3
263	1096530.29	826112.3548	1263.671	D3
264	1096473.702	826064.604	1256.614	D3
265	1096472.463	826080.2669	1258.153	D3
266	1096421.129	826019.1192	1254.458	D5
267	1096410.033	826008.7768	1255.194	D6
268	1096432.971	826071.4526	1260.737	VENTOSA
270	1096410.033	826008.7768	1255.2	D6
271	1096463.297	825991.9629	1252.857	TOPO
272	1096469.204	826003.7411	1252.997	TOPO
273	1096466.025	825998.7201	1253.055	TOPO
274	1096459.141	825981.6187	1252.521	TOPO
275	1096455.133	825969.3115	1251.889	TOPO
276	1096450.716	825957.0455	1251.323	TOPO
277	1096447.972	825949.2979	1250.907	TOPO
278	1096441.429	825942.7241	1250.557	TOPO
279	1096409.604	825899.8611	1251.199	D7
280	1096439.695	825937.94	1250.79	TOPO
281	1096436.388	825934.04	1250.244	TOPO
282	1096432.464	825929.5835	1249.993	TOPO
283	1096418.498	825912.9167	1250.284	TOPO
284	1096415.595	825907.7718	1250.25	TOPO
285	1096419.554	825911.5059	1251.343	TOPO
286	1096412.202	825901.3457	1251.168	TOPO
287	1096417.328	825898.5711	1253.066	TOPO
288	1096411.523	825888.4284	1253.592	TOPO
289	1096407.851	825879.5952	1254.915	TOPO



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
290	1096423.454	825917.1691	1250.13	TOPO
291	1096421.315	825920.9483	1249.735	TOPO
292	1096433.262	825926.8645	1250.622	TOPO
293	1096434.844	825927.1811	1252.375	TOPO
294	1096424.911	825915.6288	1252.196	TOPO
295	1096440.16	825925.88	1253.875	TOPO
296	1096477.26	825991.3771	1253.605	TOPO
297	1096481.86	825965.5318	1253.611	TOPO
298	1096471.183	825955.7865	1252.549	TOPO
299	1096462.97	825937.3799	1253.318	TOPO
300	1096469.172	825925.8395	1254.119	TOPO
301	1096459.006	825907.4377	1255.18	TOPO
302	1096443.563	825890.8502	1255.197	TOPO
303	1096420.587	825910.8168	1251.705	TOPO
304	1096447.598	825880.2523	1257.938	TOPO
305	1096458.609	825897.6679	1257.455	TOPO
306	1096470.669	825892.5704	1260.554	TOPO
307	1096405.311	825931.6825	1248.548	B.RIO
308	1096405.613	825932.6818	1248.526	RIO
309	1096407.831	825933.3351	1248.74	B.RIO
310	1096408.064	825934.8908	1248.632	RIO
311	1096412.183	825937.2806	1248.888	B.RIO
312	1096411.983	825938.2756	1248.718	RIO
313	1096415.59	825940.8031	1249.105	B.RIO
314	1096414.631	825941.6512	1248.911	RIO
315	1096418.553	825943.1025	1249.145	B.RIO
316	1096415.896	825946.0609	1248.997	RIO
317	1096406.015	825940.4189	1249.017	B.RIO
318	1096407.104	825939.5132	1248.978	RIO
319	1096409.692	825943.5174	1249.133	B.RIO
320	1096411.359	825942.4867	1249.1	RIO
321	1096413.148	825940.8011	1248.819	RIO
322	1096413.125	825947.5578	1249.119	B.RIO
323	1096414.36	825946.6158	1249.144	RIO
324	1096421.633	825948.4361	1249.361	B.RIO
325	1096415.15	825951.7043	1249.212	B.RIO
326	1096418.019	825951.1323	1249.163	RIO
327	1096416.435	825951.797	1249.198	RIO
328	1096426.118	825961.4421	1249.585	B.RIO
329	1096422.417	825963.5929	1249.608	B.RIO
330	1096424.626	825962.2563	1249.397	RIO



**ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE**

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
331	1096423.3	825963.0638	1249.48	RIO
332	1096430.23	825968.0802	1249.677	B.RIO
333	1096427.086	825970.3056	1249.755	B.RIO
334	1096429.294	825969.136	1249.529	RIO
335	1096428.018	825969.8508	1249.542	RIO
336	1096435.052	825973.8156	1249.864	B.RIO
337	1096432.883	825976.3906	1249.996	B.RIO
338	1096434.461	825974.6934	1249.833	RIO
339	1096433.522	825975.6861	1249.704	RIO
340	1096441.052	825981.5996	1250.368	B.RIO
341	1096438.504	825983.6285	1250.363	B.RIO
342	1096440.227	825982.4492	1250.057	RIO
343	1096439.348	825983.0114	1250.281	RIO
344	1096445.28	825990.4784	1250.516	B.RIO
345	1096442.961	825992.2413	1250.564	B.RIO
346	1096444.4	825991.0676	1250.272	RIO
347	1096443.732	825991.5612	1250.363	RIO
348	1096452.137	825996.2052	1250.764	B.RIO
349	1096447.661	825999.3519	1250.825	B.RIO
350	1096450.783	825998.2734	1250.639	RIO
351	1096449.719	825998.9167	1250.614	RIO
352	1096459.976	826002.911	1251.063	B.RIO
353	1096453.214	826008.0975	1251.061	B.RIO
354	1096456.12	826005.4007	1250.827	RIO
355	1096455.485	826006.2464	1250.857	RIO
356	1096464.573	826015.3757	1251.495	B.RIO
357	1096460.594	826017.153	1251.385	B.RIO
358	1096462.98	826015.8591	1251.375	RIO
359	1096461.792	826016.1911	1251.241	RIO
360	1096465.564	826017.4894	1251.487	B.RIO
361	1096461.678	826019.3132	1251.502	B.RIO
362	1096464.089	826017.7329	1251.392	RIO
363	1096463.142	826018.4803	1251.356	RIO
364	1096463.921	826011.9045	1251.463	RIO LECHO
365	1096468.129	826008.4286	1251.706	RIO LECHO
366	1096463.724	826004.8989	1251.239	RIO LECHO
367	1096458.886	825997.1974	1251.065	RIO LECHO
368	1096456.626	825990.6059	1250.164	RIO LECHO
369	1096453.569	825990.8399	1250.206	RIO LECHO
370	1096448.717	825984.1794	1249.882	RIO LECHO
371	1096448.919	825973.0779	1249.836	RIO LECHO

ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
372	1096443.919	825966.4375	1249.791	RIO LECHO
373	1096444.29	825976.8308	1250.02	RIO LECHO
374	1096438.585	825971.5984	1249.81	RIO LECHO
375	1096438.881	825956.2959	1249.565	RIO LECHO
376	1096434.188	825958.6227	1249.116	RIO LECHO
377	1096434.34	825947.4219	1249.383	RIO LECHO
378	1096428.343	825949.2203	1248.702	RIO LECHO
379	1096428.675	825938.5123	1248.539	RIO LECHO
380	1096425.205	825940.465	1248.32	RIO LECHO
381	1096417.366	825934.7936	1248.232	RIO LECHO
382	1096417.999	825928.3599	1248.316	RIO LECHO
383	1096405.74	825927.6293	1248.236	RIO LECHO
384	1096410.66	825923.1468	1247.666	RIO LECHO
385	1096432.063	825930.1442	1248.899	RIO LECHO
386	1096434.798	825934.1603	1249.001	RIO LECHO
387	1096437.293	825936.7736	1249.067	RIO LECHO
388	1096439.459	825940.5567	1249.183	RIO LECHO
389	1096441.228	825943.9112	1249.256	RIO LECHO
390	1096443.729	825946.8988	1249.619	RIO LECHO
391	1096447.234	825952.8718	1249.666	RIO LECHO
392	1096453.072	825965.044	1250.292	RIO LECHO
393	1096451.67	825961.8841	1250.076	RIO LECHO
394	1096455.709	825972.8328	1250.479	RIO LECHO
395	1096459.659	825984.1432	1250.909	RIO LECHO
396	1096464.852	825997.2748	1251.259	RIO LECHO
397	1096467.959	826007.4578	1251.664	RIO LECHO
398	1096464.709	825996.5348	1251.047	RIO
399	1096466.905	825995.9462	1251.924	RIO
400	1096470.873	825995.7421	1252.182	RIO
401	1096473.984	825995.4146	1252.392	RIO
402	1096477.654	825995.3428	1252.592	RIO
403	1096479.559	825995.5218	1252.78	RIO
404	1096431.552	825929.1155	1248.635	MURO
405	1096428.682	825928.282	1248.517	MURO
406	1096431.581	825928.9742	1249.938	MURO
407	1096428.719	825927.9958	1249.726	MURO
408	1096431.532	825928.5278	1249.927	MURO
409	1096428.901	825927.6465	1249.691	MURO
410	1096423.535	825924.1506	1248.368	MURO
411	1096422.489	825923.9041	1248.266	MURO
412	1096423.747	825924.0672	1249.441	MURO



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
413	1096422.485	825923.6719	1249.04	MURO
414	1096423.916	825923.6444	1249.484	MURO
415	1096422.467	825923.3003	1249.018	MURO
416	1096422.624	825923.2414	1249.362	MURO
417	1096422.868	825922.9827	1249.397	MURO
418	1096414.178	825921.2173	1248.31	CAJA
419	1096414.065	825921.7515	1248.279	CAJA
420	1096413.532	825921.0083	1248.495	CAJA
421	1096413.39	825921.5248	1248.339	CAJA
422	1096414.209	825920.2328	1248.296	TUBO LOMO 12
423	1096405.697	825918.326	1247.922	MURO
424	1096406.537	825918.9342	1248.039	MURO
425	1096406.564	825918.8589	1248.314	MURO
426	1096405.827	825918.3264	1248.323	MURO
427	1096406.686	825918.557	1248.334	MURO
428	1096405.899	825918.2373	1248.721	MURO
429	1096406.671	825918.5186	1248.737	MURO
430	1096405.954	825917.9616	1248.737	MURO
431	1096406.74	825918.2093	1248.758	MURO
432	1096406.762	825918.1929	1248.748	MURO
433	1096479.397	825902.8857	1261.351	MURO
434	1096405.298	825918.4886	1247.575	CONC NUEVO
435	1096404.002	825921.1846	1247.587	CONC NUEVO
436	1096406.424	825919.1373	1247.905	CONC NUEVO
437	1096405.171	825921.6124	1247.891	CONC NUEVO
438	1096407.015	825919.505	1247.806	CONC NUEVO
439	1096405.776	825922.0313	1247.826	CONC NUEVO
440	1096407.09	825919.556	1247.821	CONC NUEVO
441	1096407.432	825919.804	1247.748	CONC NUEVO
442	1096406.176	825922.1919	1247.756	CONC NUEVO
443	1096405.823	825920.1269	1247.907	REJILLA
444	1096406.242	825919.3346	1247.9	REJILLA
445	1096405.422	825919.8984	1247.793	REJILLA
446	1096405.826	825919.1147	1247.783	REJILLA
447	1096405.191	825921.4058	1247.878	REJILLA
448	1096405.645	825920.5124	1247.891	REJILLA
449	1096404.804	825921.1906	1247.794	REJILLA
450	1096405.261	825920.3203	1247.794	REJILLA
451	1096407.015	825918.1185	1248.45	CAJA
452	1096406.707	825918.0004	1248.437	CAJA
453	1096406.975	825917.5042	1248.453	CAJA



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
454	1096407.275	825917.7002	1248.445	CAJA
455	1096406.938	825916.3659	1248.373	CAJA
456	1096407.196	825915.9585	1248.393	CAJA
457	1096407.459	825916.6396	1248.392	CAJA
458	1096407.743	825916.324	1248.412	CAJA
459	1096482.424	825910.6847	1260.301	TOPO
460	1096471.042	825916.8355	1255.336	TOPO
461	1096452.333	825941.4515	1252.931	TOPO
462	1096467.87	825957.0341	1252.309	TOPO
463	1096475.231	825946.8386	1253.826	TOPO
464	1096482.203	825938.5165	1255.291	TOPO
465	1096499.689	825916.7774	1258.901	TOPO
466	1096513.506	825906.6671	1264.538	TOPO
467	1096503.888	825901.3572	1266.964	TOPO
468	1096499.532	825899.3413	1268.772	TOPO
469	1096520.675	825912.0149	1264.051	TOPO
470	1096529.591	825932.1895	1261.206	TOPO
471	1096532.799	825936.4271	1260.795	TOPO
472	1096501.777	825947.4537	1256.084	TOPO
473	1096496.104	825925.0883	1257.355	TOPO
474	1096508.398	825955.383	1254.749	TOPO
475	1096475.471	825986.5555	1253.456	TOPO
476	1096478.725	825966.779	1252.959	TOPO
477	1096451.923	825941.2757	1252.811	TOPO
478	1096442.607	825940.4972	1251.349	TOPO
479	1096436.631	825929.5848	1252.413	TOPO
480	1096433.353	825927.046	1250.598	TOPO
481	1096429.195	825924.181	1250.075	TOPO
482	1096432.558	825922.9497	1252.849	TOPO
483	1096445.751	825886.1819	1256.607	TOPO
484	1096447.597	825880.2663	1257.855	TOPO
485	1096407.122	825871.1962	1256.665	TOPO
486	1096406.333	825904.9931	1249.178	TOPO
487	1096403.846	825946.155	1251.308	TOPO
488	1096402.372	825945.3972	1251.535	TOPO
489	1096399.916	825947.3144	1251.368	TOPO
490	1096389.774	825965.1617	1252.468	TOPO
491	1096381.613	825961.5765	1252.49	TOPO
492	1096400.704	825992.8117	1254.178	TOPO
493	1096404.248	825985.281	1252.811	TOPO
494	1096409.325	826008.9093	1255.612	TOPO

ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
495	1096411.587	826016.084	1256.508	TOPO
496	1096417.297	826014.186	1254.044	TOPO
497	1096410.424	825948.9875	1250.319	TOPO
498	1096412.744	825955.0013	1250.195	TOPO
499	1096410	825962.52	1250.724	TOPO
500	1096407.299	825984.3507	1253.771	TOPO
501	1096413.457	825983.6809	1252.412	TOPO
502	1096411.411	825993.2766	1252.04	TOPO
503	1096418.494	825987.7323	1251.648	TOPO
504	1096424.804	825978.6406	1251.449	TOPO
505	1096420.984	825979.7439	1251.335	TOPO
506	1096433.822	825981.2579	1251.777	TOPO
507	1096434.283	825980.4367	1251.718	TOPO
508	1096437.922	825985.5919	1252	TOPO
509	1096439.04	825988.7003	1251.963	TOPO
510	1096439.511	825989.7109	1251.933	TOPO
511	1096441.688	825993.6434	1252.07	TOPO
512	1096441.658	825995.5602	1252.133	TOPO
513	1096441.851	825996.3576	1252.189	TOPO
514	1096442.082	825998.0232	1252.197	TOPO
515	1096445.307	826005.7674	1252.64	TOPO
516	1096446.917	826016.2292	1252.992	TOPO
517	1096445.139	826022.1166	1252.901	TOPO
518	1096431.162	826022.6144	1254.415	TOPO
519	1096429.266	826017.578	1254.368	TOPO
520	1096440.733	826020.0194	1252.722	TOPO
521	1096430.991	826004.6247	1252.124	TOPO
522	1096421.854	825998.177	1251.998	TOPO
523	1096413.263	825993.1891	1252.016	TOPO
524	1096417.571	826009.6817	1253.662	TOPO
525	1096421.2	826015.0957	1253.921	TOPO
526	1096401.268	825946.3765	1251.541	TOPO
527	1096389.399	825961.5906	1251.811	TOPO
528	1096387.438	825966.3399	1252.58	TOPO
529	1096384.839	825968.8436	1252.574	TOPO
530	1096416.501	826014.2182	1254.23	TOPO
531	1096410.794	826018.492	1257.3	TOPO
532	1096405.228	826003.8061	1255.732	TOPO
533	1096410.273	826013.2856	1256.439	TOPO
534	1096418.946	826032.5316	1258.48	TOPO
535	1096424.749	826029.1635	1255.323	TOPO



**ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE**

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
536	1096417.362	825912.2387	1250.006	TOPO
537	1096411.623	825917.8072	1249.733	TOPO
538	1096397.96	825816.6833	1256.509	TOPO
539	1096383.636	825938.7007	1249.741	TOPO
540	1096387.483	825931.194	1247.447	TOPO
541	1096391.672	825927.8036	1245.187	TOPO
542	1096360.999	825924.3734	1245.962	TOPO
543	1096354.833	825928.9953	1249.975	TOPO
544	1096344.779	825915.4331	1248.149	TOPO
545	1096351.277	825919.5769	1247.905	TOPO
546	1096352.687	825918.6335	1245.157	TOPO
547	1096389.627	825867.7134	1252.191	TOPO
548	1096389.992	825862.168	1253.23	TOPO
549	1096355.517	825831.0236	1251.184	TOPO
550	1096382.409	825878.844	1250.327	TOPO
551	1096384.339	825873.6818	1250.795	TOPO
552	1096388.392	825872.3506	1251.009	TOPO
553	1096399.242	825894.7667	1251.297	TOPO
554	1096402.428	825899.821	1252.12	TOPO
555	1096405.905	825902.5851	1251.6	TOPO
556	1096408.814	825903.0445	1251.093	TOPO
557	1096412.012	825903.0823	1250.944	TOPO
558	1096415.875	825914.5715	1249.608	TOPO
559	1096411.073	825916.5553	1249.47	TOPO
560	1096411.498	825905.1305	1249.7	TOPO
561	1096411.253	825914.9185	1247.933	TOPO
562	1096416.71	825910.413	1249.493	TOPO
563	1096407.445	825915.2498	1248.58	MURO
564	1096409.979	825916.9418	1248.686	MURO
565	1096408.858	825903.2987	1251.563	TOPO
566	1096396.186	825933.5689	1244.608	TOPO
567	1096401.926	825941.079	1247.336	TOPO
568	1096401.562	825939.5859	1246.899	TOPO
569	1096393.871	825929.1527	1244.564	TOPO
570	1096403.434	825941.6697	1250.063	TOPO
571	1096404.772	825941.0206	1249.535	TOPO
572	1096389.384	825960.1998	1251.587	TOPO
573	1096396.057	825942.0335	1250.437	TOPO
574	1096378.298	825985.0237	1253.753	TOPO
575	1096397.098	825938.8536	1246.911	TOPO
576	1096400.392	825938.76	1247.045	TOPO



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
577	1096391.04	825930.487	1246.4	TOPO
578	1096383.498	825926.0467	1244.393	TOPO
579	1096399.644	825934.728	1244.629	B.RIO
580	1096396.636	825932.2343	1244.254	B.RIO
581	1096394.549	825928.6003	1244.104	B.RIO
582	1096395.514	825928.7686	1244.077	RIO
583	1096395.728	825928.056	1244.054	RIO
584	1096401.649	825937.0013	1246.583	TOPO
585	1096399.639	825934.7158	1244.643	B.RIO
586	1096355.092	825881.9119	1245.82	D8
587	1096413.659	825914.0863	1246.938	TOPO
588	1096412.471	825911.6693	1246.25	TOPO
589	1096412.943	825910.0331	1246.796	TOPO
590	1096408.298	825909.5042	1246.512	TOPO
591	1096405.39	825909.3469	1246.513	TOPO
592	1096402.752	825909.1416	1246.806	TOPO
593	1096383.916	825979.0299	1252.933	TOPO
594	1096377.84	825981.8416	1253.511	TOPO
595	1096343.029	825935.221	1251.943	TOPO
596	1096333.697	825916.515	1249.395	TOPO
597	1096396.736	825895.5063	1251.354	TOPO
598	1096358.758	825875.1417	1247.721	TANQUE
599	1096357.962	825875.449	1247.713	TANQUE
600	1096412.613	825915.2993	1248.704	TOPO
601	1096415.805	825906.9551	1251.326	TOPO
602	1096412.839	825903.2521	1251.191	TOPO
603	1096409.902	825902.1647	1251.014	TOPO
604	1096415.814	825913.5656	1248.81	TOPO
605	1096407.014	825915.6586	1247.285	MURO
606	1096406.856	825915.9436	1247.41	MURO
607	1096401.114	825909.0287	1246.9	MURO
608	1096401.643	825908.8085	1246.91	MURO
609	1096400.141	825906.3933	1247.498	CAJA
610	1096399.481	825907.3543	1247.475	CAJA
611	1096398.418	825906.5942	1247.466	CAJA
612	1096399.087	825905.5793	1247.481	CAJA
613	1096398.376	825906.5	1247.228	CAJA
614	1096399.055	825905.5265	1247.256	CAJA
615	1096398.091	825904.846	1247.219	CAJA
616	1096397.415	825905.7836	1247.216	CAJA
617	1096399.251	825906.433	1246.398	CAJA

ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
618	1096398.23	825905.6169	1246.396	CAJA
619	1096397.78	825905.3333	1246.386	TUBO12BATEA
620	1096398.672	825906.0288	1246.992	TUBO8 LOM
621	1096398.981	825906.9479	1246.386	TUBO 4
622	1096398.644	825906.7121	1246.464	TUBO 3
623	1096400.147	825906.7506	1246.517	TUBO PROYECT
624	1096407.126	825915.5885	1247.041	TUBO PROYECT
625	1096405.851	825915.9162	1246.69	VALVULA BATEA
626	1096404.496	825919.4369	1246.569	VENTANA
627	1096404.889	825918.9951	1246.46	VENTANA BATEA
628	1096404.6	825919.4877	1246.988	VENTANA
629	1096405.098	825918.5874	1246.988	VENTANA
630	1096400.018	825935.28	1244.875	B.RIO
631	1096404.142	825928.6108	1245.766	B.RIO
632	1096404.713	825927.8665	1246.381	MURO
633	1096404.587	825929.2927	1246.408	MURO
634	1096403.384	825936.5616	1246.586	MURO
635	1096400.358	825928.2455	1244.628	B.RIO
636	1096397.208	825932.5574	1244.157	B.RIO
637	1096398.065	825929.0756	1243.93	RIO
638	1096397.664	825930.8267	1243.935	RIO
639	1096397.373	825924.617	1243.637	B.RIO
640	1096394.03	825925.6867	1243.88	B.RIO
641	1096396.598	825924.2105	1243.631	RIO
642	1096395.545	825925.1993	1243.795	RIO
643	1096398.288	825919.8493	1243.712	B.RIO
644	1096393.197	825920.162	1243.697	B.RIO
645	1096396.502	825919.2183	1243.629	RIO
646	1096395.11	825919.5629	1243.672	RIO
647	1096391.797	825917.0572	1243.573	B.RIO
648	1096399.304	825916.0006	1243.704	B.RIO
649	1096396.012	825916.1884	1243.674	RIO
650	1096395.888	825910.7013	1243.449	B.RIO
651	1096393.959	825912.2292	1243.453	RIO
652	1096391.002	825909.2227	1243.21	B.RIO
653	1096388.155	825913.4235	1243.278	B.RIO
654	1096390.606	825910.3327	1243.134	RIO
655	1096389.154	825912.0782	1243.136	RIO
656	1096384.799	825911.4848	1242.889	B.RIO
657	1096386.688	825908.2983	1242.928	B.RIO
658	1096385.798	825909.0522	1242.807	RIO



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
659	1096385.068	825910.5916	1242.764	RIO
660	1096385.947	825908.9	1242.736	RIO
661	1096380.818	825911.2904	1242.424	B.RIO
662	1096381.476	825906.2399	1242.47	B.RIO
663	1096381.793	825909.9845	1242.576	B.RIO
664	1096379.907	825908.0204	1241.754	RIO
665	1096377.713	825910.8439	1242.282	B.RIO
666	1096376.695	825903.7798	1241.937	B.RIO
667	1096378.612	825909.8761	1241.969	RIO
668	1096375.262	825904.5044	1241.666	RIO
669	1096374.436	825907.2427	1241.937	B.RIO
670	1096367.992	825901.1387	1241.452	B.RIO
671	1096375	825905.2118	1241.759	RIO
672	1096367.553	825902.5787	1241.106	B.RIO
673	1096367.836	825905.4841	1241.494	B.RIO
674	1096368.837	825904.8281	1241.318	RIO
675	1096357.813	825901.564	1240.546	B.RIO
676	1096358.44	825904.5955	1240.737	B.RIO
677	1096357.673	825902.0285	1240.285	RIO
678	1096358.128	825903.2518	1240.503	RIO
679	1096337.48	825894.5726	1239.27	B.RIO
680	1096340.328	825892.7726	1239.495	B.RIO
681	1096338.364	825893.8795	1239.369	RIO
682	1096340.052	825893.2256	1239.117	RIO
683	1096330.088	825895.5312	1244.103	TOPO
684	1096332.951	825895.4962	1241.955	TOPO
685	1096322.836	825885.4186	1243.108	TOPO
686	1096334.623	825902.9866	1244.974	TOPO
687	1096341.677	825904.7731	1243.335	TOPO
688	1096343.532	825909.0392	1245.41	TOPO
689	1096349.914	825915.3877	1243.879	TOPO
690	1096361.233	825919.1857	1243.075	TOPO
691	1096379.082	825926.014	1244.536	TOPO
692	1096382.816	825924.7384	1244.513	TOPO
693	1096361.505	825932.7425	1249.769	TOPO
694	1096354.84	825913.116	1242.868	TOPO
695	1096342.177	825903.8659	1241.962	TOPO
696	1096391.968	825903.7361	1247.368	TOPO
697	1096397.317	825902.2388	1247.757	TOPO
698	1096383.11	825892.472	1247.206	TOPO
699	1096383.27	825886.5572	1248.779	TOPO



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
700	1096380.268	825878.2816	1249.908	TOPO
701	1096370.664	825896.6842	1246.201	TOPO
702	1096388.379	825903.1988	1247.279	TOPO
703	1096382.747	825892.3355	1247.035	TOPO
704	1096374.399	825879.4182	1247.922	TOPO
705	1096379.633	825865.5526	1251.129	TOPO
706	1096381.276	825852.6223	1252.814	TOPO
707	1096364.744	825848.7766	1250.682	TOPO
708	1096365.085	825871.7164	1246.679	TOPO
709	1096364.733	825880.4682	1246.349	TOPO
710	1096365.995	825884.7087	1246.376	TOPO
711	1096364.053	825875.2225	1246.058	TOPO
712	1096365.301	825882.0056	1246.354	TOPO
713	1096369.57	825898.5392	1245.939	TOPO
714	1096321.074	825881.469	1243.13	TOPO
715	1096341.335	825904.5211	1244.104	TOPO
716	1096354.622	825890.9137	1245.661	TOPO
717	1096362.961	825896.2241	1245.17	TOPO
718	1096367.535	825890.7592	1246.003	TOPO
719	1096400.912	825906.1384	1247.912	TOPO
720	1096357.169	825877.3938	1247.62	TANQUE
721	1096356.567	825876.0216	1247.679	TANQUE
722	1096355.671	825876.3292	1247.681	TANQUE
723	1096351.713	825865.8718	1247.688	TANQUE
724	1096351.087	825866.1465	1246.176	MURO
725	1096351.322	825866.7857	1246.023	MURO
726	1096351.981	825866.5521	1246.172	MURO
727	1096313.811	825851.9765	1239.492	TUBO LOMO
728	1096315.11	825851.8405	1238.867	TUBO LOMO
729	1096320.898	825882.6088	1243.204	TOPO
730	1096313.161	825865.0049	1243.644	TOPO
731	1096308.726	825856.1987	1244.028	TOPO
732	1096310.807	825853.0431	1241.57	TOPO
733	1096312.818	825850.2359	1241.023	TOPO
734	1096312.499	825846.4942	1241.314	TOPO
735	1096309.252	825851.0507	1241.614	TOPO
736	1096309.462	825849.9948	1241.587	TOPO
737	1096341.089	825867.4609	1243.745	TOPO
738	1096343.74	825877.5819	1244.924	TOPO
739	1096354.759	825876.9625	1246.264	TOPO
740	1096352.615	825865.2173	1245.438	TUBO LOMO

ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
741	1096349.854	825859.8951	1244.12	TUBO LOMO
742	1096298.807	825862.7929	1246.876	D9
743	1096337.746	825867.9394	1243.23	TOPO
744	1096352.524	825869.1182	1244.644	VALVULA
745	1096352.351	825869.1517	1243.743	VALVULA BATEA
746	1096351.677	825868.9089	1243.642	DESAGUE
747	1096351.947	825869.8273	1245.015	CAJA
748	1096353.002	825869.5049	1245.011	CAJA
749	1096351.545	825868.7694	1245	CAJA
750	1096352.578	825868.3894	1244.97	CAJA
751	1096352.581	825865.3164	1245.417	TUBO LOMO
752	1096352.537	825865.1372	1245.419	UNION BRIDA
753	1096349.833	825859.6744	1244.115	TUBO LOMO
754	1096351.671	825865.9698	1245.167	CAJA
755	1096351.861	825866.4229	1245.184	CAJA
756	1096351.326	825866.595	1245.186	CAJA
757	1096351.256	825866.155	1245.189	CAJA
758	1096354.788	825864.426	1247.712	TANQUE
759	1096351.604	825866.7084	1245.363	TUBO 6 LOMO
760	1096352.312	825868.5625	1244.505	TUBO 6 BATEA
761	1096351.593	825865.8037	1244.647	TANQUE
762	1096351.769	825866.2394	1245.958	TUBO REBOSE 4
763	1096355.619	825876.3928	1246.138	TANQUE
764	1096356.55	825876.1111	1246.223	TANQUE
765	1096357.097	825877.422	1246.071	TANQUE
766	1096358.582	825876.8907	1246.138	TANQUE
767	1096358.024	825875.4239	1245.964	TANQUE
768	1096358.695	825875.14	1246.023	TANQUE
769	1096354.802	825864.4033	1245.008	TANQUE
770	1096355.022	825864.8672	1245.617	TUBO 10 LOMO
771	1096337.706	825873.7454	1242.407	TOPO
772	1096336.716	825871.7407	1241.53	TOPO
773	1096336.257	825866.5479	1242.63	TOPO
774	1096337.339	825866.3562	1243.043	TOPO
775	1096347.162	825866.7138	1244.493	TOPO
776	1096357.465	825870.6123	1245.659	TUBO
777	1096361.235	825842.2113	1250.405	TOPO
778	1096379.497	825865.7941	1251.026	TOPO
779	1096364.109	825863.732	1245.879	TOPO
780	1096362.639	825860.4074	1245.727	TOPO
781	1096358.521	825851.3063	1245.788	TOPO



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
782	1096353.286	825846.3133	1245.075	TOPO
783	1096361.132	825842.1716	1250.386	TOPO
784	1096382.224	825837.733	1253.26	TOPO
785	1096383.286	825851.4565	1253.16	TOPO
786	1096378.519	825899.069	1246.621	TOPO
787	1096305.346	825886.8676	1248.984	TOPO
788	1096295.858	825897.6356	1250.628	TOPO
789	1096292.972	825878.0572	1249.39	TOPO
790	1096300.333	825871.9481	1247.89	TOPO
791	1096308.506	825866.9706	1246.81	TOPO
792	1096306.299	825869.0865	1247.605	TOPO
793	1096303.893	825861.8009	1247.176	TOPO
794	1096299.222	825864.9715	1246.767	TOPO
795	1096287.698	825875.9212	1247.614	TOPO
796	1096291.357	825866.2748	1247.652	TOPO
797	1096303.257	825858.242	1246.393	TOPO
798	1096295.688	825853.783	1245.076	TOPO
799	1096292.835	825860.3955	1245.764	TOPO
800	1096279.11	825852.312	1245.611	TOPO
801	1096277.298	825842.6261	1243.368	TOPO
802	1096287.702	825852.2282	1245.359	TOPO
803	1096292.882	825852.7071	1244.883	TOPO
804	1096296.017	825853.6886	1244.993	TOPO
805	1096290.467	825860.7746	1245.796	TOPO
806	1096290.401	825863.9339	1247.442	TOPO
807	1096266.768	825846.3544	1245.125	TOPO
808	1096267.053	825846.5699	1245.126	TOPO
809	1096267.436	825846.2319	1245.016	TOPO
810	1096265.245	825847.2338	1245.173	TOPO
811	1096288.517	825863.2493	1247.193	TOPO
812	1096265.712	825851.2044	1243.739	VENTOSA
813	1096268.154	825847.9042	1244.817	TOPO
814	1096269.889	825844.5386	1244.783	TOPO
815	1096271.297	825842.1807	1244.343	TOPO
816	1096263.278	825843.785	1246.059	TOPO
817	1096259.952	825842.2243	1246.32	TOPO
818	1096267.201	825852.915	1244.937	TOPO
819	1096268.358	825856.4405	1245.092	TOPO
820	1096268.832	825859.6401	1245.093	TOPO
821	1096268.92	825863.8108	1245.315	TOPO
822	1096258.312	825842.0682	1246.394	TOPO



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
823	1096257.368	825844.2683	1245.923	TOPO
824	1096256.727	825845.816	1245.433	TOPO
825	1096255.964	825848.695	1244.078	TOPO
826	1096256.024	825851.0423	1244.008	TOPO
827	1096255.5	825852.7962	1245.246	TOPO
828	1096254.432	825855.9263	1246.553	TOPO
829	1096253.14	825860.51	1246.535	TOPO
830	1096306.287	825836.3189	1240.563	TOPO
831	1096298.949	825832.3382	1239.252	TOPO
832	1096326.126	825837.3603	1240.431	TOPO
833	1096329.943	825835.3737	1244.007	TOPO
834	1096290.273	825830.281	1238.093	TOPO
835	1096309.494	825840.2503	1240.893	TOPO
836	1096290.173	825830.2184	1238.138	TOPO
837	1096276.067	825822.497	1237.138	TOPO
838	1096308.29	825853.0532	1241.725	TOPO
839	1096348.999	825814.359	1251.027	TOPO
840	1096306.295	825852.5777	1241.784	TOPO
841	1096301.341	825852.4378	1241.834	TOPO
842	1096296.443	825850.7098	1242.081	TOPO
843	1096293.436	825851.1791	1243.205	TOPO
844	1096289.002	825849.2982	1243.141	TOPO
845	1096287.549	825846.8763	1242.181	TOPO
846	1096267.971	825824.5104	1237.108	TOPO
847	1096285.547	825845.0662	1240.921	TOPO
848	1096284.912	825840.0949	1239.173	TOPO
849	1096281.996	825837.4105	1238.433	TOPO
850	1096267.839	825824.3879	1237.217	D10
851	1096307.02	825859.1049	1246.256	D9A
852	1096327.121	825854.8894	1238.38	TUBO
853	1096329.665	825860.9672	1239.138	TOPO
854	1096329.247	825856.6387	1239.444	TOPO
855	1096328.346	825852.0015	1239.863	TOPO
856	1096324.72	825846.8527	1239.896	TOPO
857	1096330.083	825846.092	1241.369	TOPO
858	1096333.619	825852.622	1241.113	TOPO
859	1096333.74	825861.8533	1241.809	TOPO
860	1096336.494	825856.0895	1241.733	TOPO
861	1096338.834	825851.9414	1242.535	TOPO
862	1096327.566	825861.2222	1238.335	TOPO
863	1096325.585	825855.0162	1238.107	TOPO

**ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE**

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
864	1096322.976	825845.8656	1237.247	TOPO
865	1096319.695	825846.2138	1236.705	TOPO
866	1096321.046	825850.3116	1236.776	TOPO
867	1096322.631	825853.0791	1236.673	TOPO
868	1096323.311	825857.5044	1237.352	TOPO
869	1096324.773	825860.5158	1237.832	TOPO
870	1096327.176	825863.1327	1239.028	TOPO
871	1096319.251	825836.1157	1235.877	B.RIO
872	1096319.033	825840.2894	1235.958	B.RIO
873	1096318.969	825847.4201	1236.249	B.RIO
874	1096320.56	825854.2742	1236.495	B.RIO
875	1096321.495	825859.2864	1236.889	B.RIO
876	1096318.089	825854.7416	1236.636	B.RIO
877	1096317.214	825850.2561	1236.35	B.RIO
878	1096312.327	825851.5855	1240.859	TOPO
879	1096312.541	825842.0668	1240.235	TOPO
880	1096309.012	825855.4819	1243.812	TOPO
881	1096310.396	825858.3852	1244.455	TOPO
882	1096315.241	825851.4078	1237.106	TOPO
883	1096317.016	825854.3163	1237.005	TOPO
884	1096312.75	825852.6449	1240.165	TOPO
885	1096320.496	825839.2284	1236.943	TOPO
886	1096322.375	825834.6781	1238.127	TOPO
887	1096327.351	825836.9463	1241.442	TOPO
888	1096316.327	825854.2772	1236.905	TOPO
889	1096314.888	825852.1008	1236.947	TOPO
890	1096271.054	825828.4916	1237.92	TOPO
891	1096286.112	825820.7397	1236.948	TOPO
892	1096290.402	825822.3597	1237.881	TOPO
893	1096293.356	825832.7507	1238.368	TOPO
894	1096275.835	825833.8528	1239	TOPO
895	1096278.3	825830.5773	1237.667	TOPO
896	1096279.584	825826.8286	1237.304	TOPO
897	1096273.538	825821.1012	1236.899	TOPO
898	1096296.331	825836.2099	1239.791	TOPO
899	1096275.479	825839.8135	1242.087	TOPO
900	1096269.947	825840.0485	1244.098	TOPO
901	1096262.914	825834.0731	1243.454	TOPO
902	1096199.988	825804.5494	1243.493	D11
903	1096222.86	825811.3593	1241.781	D11A
905	1096222.868	825811.3616	1241.777	D11A



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
906	1096228.517	825836.9784	1245.78	TOPO
907	1096219.876	825826.7464	1241.339	TOPO
908	1096211.101	825827.1695	1240.995	TOPO
909	1096216.921	825837.3036	1244.779	TOPO
910	1096212.541	825839.2144	1244.197	TOPO
911	1096207.608	825834.1033	1243.454	TOPO
912	1096198.25	825833.5118	1242.412	TOPO
913	1096187.992	825831.2231	1240.863	TOPO
914	1096191.648	825839.4248	1242.897	TOPO
915	1096193.367	825870.2114	1243.906	TOPO
916	1096201.956	825874.8332	1245.222	TOPO
917	1096213.983	825867.0678	1244.677	TOPO
918	1096219.167	825865.5832	1244.178	TOPO
919	1096209.624	825839.447	1242.37	TOPO
920	1096208.56	825843.4295	1241.349	TOPO
921	1096207.249	825848.5809	1240.834	TOPO
922	1096146.843	825881.7048	1239.935	D12
923	1096210.411	825855.6502	1241.304	TOPO
924	1096216.527	825852.4294	1241.828	TOPO
925	1096219.746	825854.3815	1242.171	TOPO
926	1096223.026	825856.1401	1242.257	TOPO
927	1096218.314	825860.0629	1242.31	TOPO
928	1096213.108	825859.0631	1241.612	TOPO
929	1096216.371	825857.112	1242.477	TOPO
930	1096218.834	825857.2116	1242.767	TOPO
931	1096214.195	825851.554	1241.514	TOPO
932	1096211.782	825847.7104	1240.985	TOPO
933	1096205.561	825849.7871	1241.036	TOPO
934	1096201.544	825848.8975	1240.847	TOPO
935	1096199.912	825852.594	1241.865	TOPO
936	1096201.475	825854.5026	1242.026	TOPO
937	1096201.977	825857.5488	1241.719	TOPO
938	1096202.451	825859.883	1241.404	TOPO
939	1096199.179	825860.0543	1241.453	TOPO
940	1096194.964	825858.2582	1240.909	TOPO
941	1096190.656	825856.8067	1240.339	TOPO
942	1096188.421	825855.8988	1240.269	TOPO
943	1096185.793	825854.5665	1240.356	TOPO
944	1096184.111	825852.9259	1240.307	TOPO
945	1096181.423	825851.4669	1240.463	TOPO
946	1096174.359	825849.525	1240.374	TOPO



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
947	1096169.135	825874.2986	1241.518	TOPO
948	1096172.131	825864.2627	1240.948	TOPO
949	1096189.039	825839.9556	1242.783	TOPO
950	1096189.391	825865.8547	1242.895	TOPO
951	1096180.086	825889.3058	1241.468	TOPO
952	1096191.822	825839.2943	1242.935	TOPO
953	1096168.51	825857.5485	1240.945	TOPO
954	1096176.296	825887.6609	1240.299	MALLA
955	1096173.988	825887.1503	1240.094	MALLA
956	1096171.958	825886.3177	1240.134	MALLA
957	1096166.021	825884.0333	1240.421	MALLA
958	1096164.204	825883.1764	1240.213	MALLA
959	1096182.129	825890.5908	1240.918	MALLA
960	1096184.155	825891.4002	1241.057	MALLA
961	1096169.158	825902.9561	1239.229	TUBOLOMO
962	1096170.319	825897.4406	1239.211	TUBOLOMO
963	1096165.661	825924.1977	1239.808	VALVULA
964	1096165.955	825924.9597	1239.49	VALVULA
965	1096165.586	825923.9496	1241.393	TUBO
966	1096165.161	825923.4273	1241.305	TUBO
967	1096165.299	825924.8084	1241.612	CANAL
968	1096164.061	825924.4363	1241.634	CANAL
969	1096165.607	825923.6081	1241.631	CANAL
970	1096164.416	825923.2697	1241.631	CANAL
971	1096164.231	825923.8141	1241.63	CANAL
972	1096164.152	825923.818	1241.454	CANAL
973	1096163.935	825924.3765	1241.442	CANAL
974	1096158.201	825922.1554	1241.451	CANAL
975	1096157.518	825922.4576	1241.449	CANAL
976	1096162.88	825907.1529	1240.698	CANAL
977	1096173.769	825908.6159	1239.565	TOPO
978	1096170.265	825908.347	1239.465	TOPO
979	1096167.09	825907.9286	1239.448	TOPO
980	1096164.488	825907.4072	1239.571	TOPO
981	1096166.114	825900.8566	1239.099	TOPO
982	1096168.774	825901.7966	1239.252	TOPO
983	1096170.8	825902.4139	1239.301	TOPO
984	1096174.768	825903.1952	1239.328	TOPO
985	1096175.838	825899.7001	1239.701	TOPO
986	1096173.16	825898.6315	1239.602	TOPO
987	1096171.076	825897.7415	1239.674	TOPO

ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
988	1096169.003	825896.6228	1239.941	TOPO
989	1096167.42	825895.758	1239.817	TOPO
990	1096167.084	825891.5178	1239.879	TOPO
991	1096171.011	825892.0069	1240.021	TOPO
992	1096174.156	825892.2894	1240.397	TOPO
993	1096175.269	825892.5947	1241.255	TOPO
994	1096177.603	825893.3551	1241.925	TOPO
995	1096155.366	825894.7637	1240.369	REFI
997	1096155.79	825881.1401	1239.877	TANQUE
998	1096153.839	825887.8493	1239.897	TANQUE
999	1096139.237	825883.331	1239.888	TANQUE
1000	1096141.052	825876.6813	1239.897	TANQUE
1001	1096147.646	825887.0327	1240.37	TANQUE
1002	1096159.853	825890.785	1240.378	TANQUE
1003	1096146.019	825892.2078	1240.367	TANQUE
1004	1096158.284	825895.9226	1240.358	TANQUE
1005	1096151.559	825889.5651	1240.375	RF
1006	1096157.869	825898.1605	1240.496	TANQUE
1007	1096145.012	825894.2281	1240.478	TANQUE
1008	1096137.121	825919.9261	1240.453	TANQUE
1009	1096149.831	825924.0817	1240.45	TANQUE
1010	1096157.503	825922.4863	1241.783	PARAMENTO
1011	1096151.627	825933.8641	1241.821	PARAMENTO
1012	1096154.539	825924.3262	1241.627	PARAMENTO
1013	1096156.714	825925.0445	1241.635	PARAMENTO
1014	1096164.009	825924.4225	1242.165	PARAMENTO
1015	1096151.696	825931.6712	1239.342	RF
1016	1096159.711	825901.3369	1241.95	PARAMENTO
1017	1096163.69	825902.5266	1242.016	PARAMENTO
1018	1096158.583	825905.4007	1242.009	PARAMENTO
1019	1096132.298	825938.7501	1237.97	MOJON
1020	1096150.966	825919.6789	1240.47	RF
1021	1096154.034	825909.6159	1240.601	RF
1022	1096183.146	825880.0929	1241.377	TOPO
1023	1096184.636	825874.9942	1241.761	TOPO
1024	1096192.787	825874.9749	1243.892	TOPO
1025	1096199.967	825884.4493	1243.663	TOPO
1026	1096200.415	825878.5321	1244.416	TOPO
1027	1096192.258	825908.9187	1242.611	TOPO
1028	1096186.101	825908.204	1240.892	TOPO
1029	1096185.626	825917.9989	1240.813	TOPO



ORIGEN DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS WEST ZONE				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1030	1096171.132	825911.2176	1239.682	TOPO
1031	1096184.02	825927.5451	1241.042	TOPO
1032	1096181.052	825923.8771	1240.377	TOPO
1033	1096135.017	825903.4963	1237.743	TOPO
1034	1096132.87	825916.4274	1237.77	TOPO
1035	1096141.557	825890.2532	1238.474	TOPO
1036	1096146.075	825873.7909	1238.782	TOPO
1037	1096150.788	825875.7282	1239.236	TOPO
1038	1096158.368	825878.1417	1238.92	TOPO
1738	1096404.496	825919.4369	1246.569	TOPO
1739	1096404.889	825918.9951	1246.46	TOPO
1740	1096406.087	825915.7901	1246.29	TOPO
1741	1096403.479	825921.1457	1246.569	TOPO
1742	1096403.281	825931.4469	1245.5877	RIO
1744	1096404.37	825931.5706	1248.548	MURO
1745	1096404.715	825929.2956	1248.339	MURO S
1746	1096404.832	825927.8755	1248.2065	MURO S
1747	1096404.332	825924.4163	1247.8866	MURO S
1748	1096403.501	825936.6151	1249.0214	MURO S
1749	1096400.345	825908.8752	1245.78	TOPO



## ANEXO 2. PLANO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

### ANEXO 3. REGISTRO DE SONDEOS

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DE OBRAS PARA REHABILITACION DE BOCATOMAS - SUPIA CALDAS	<b>PERFORACIÓN:</b>	Apique 1
<b>SITIO:</b>	Bocatoma Rapaiño	<b>PROF. (m):</b>	4.5
<b>SOLICITANTE:</b>	Supia	<b>FECHA:</b>	octubre 2022

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

**PERFORACIÓN MANUAL**

PROF. m	CLASIFIC. ESCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	wn. %	LIMITES ATTERBERG			GRADACIÓN			PESO UNIT. g/cm <sup>3</sup>	Com. Inc. kg/cm <sup>3</sup>
				LL %	LP %	IP %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %		
0.0		Suelo pardo oscuro con fragmentos de rocas. humedad media resistencia media									
0.1											
0.2											
0.3											
0.4											
0.5											
0.6											
0.7											
0.8											
0.9											
1.0			27.66	30.6	23	7.6	0.8	36.6	62.6		
1.1											
1.2											
1.3											
1.4											
1.5											
1.6											
1.7											
1.8											
1.9											
2.0		Suelo pardo claro con vetas amarillas con fragmentos de rocas. humedad media resistencia media	42.9	48.4	35.3	13.1	0	31.1	68.9	1.825	0.59
2.1											
2.2											
2.3											
2.4											
2.5											
2.6											
2.7											
2.8											
2.9											
3.0											
3.1											
3.2											
3.3											
3.4											
3.5											
3.6											
3.7											
3.8											
3.9											
4.0											
4.1											
4.2											
4.3											
4.4											
4.50		Fin de la perforación									





<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DE OBRAS PARA REHABILITACION DE BOCATOMAS - SUPIA CALDAS	<b>PERFORACIÓN:</b>	Apique 2
<b>SITIO:</b>	Bacafoma Rapaito	<b>PROF. (m):</b>	3.2
<b>SOLICITANTE:</b>	Supia	<b>FECHA:</b>	octubre 2022

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**PERFORACIÓN MANUAL**

PROF. m	CLASIFIC. USCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	wn.%	LIMITEs ATTERBERG			GRADACION			PESO UNIT. g/cm <sup>3</sup>	Com. Inc. kg/cm <sup>3</sup>
				LL %	LP. %	LP. %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %		
0.0		Releño pardo oscuro con escombros, humedad media resistencia media									
0.40											
1.0		Suelo pardo claro con fragmentos de roca, humedad media resistencia media									
1.40			24.74	26.4	21.9	4.5	8.7	39.4	56.4		
2.0											
3.0		Suelo amarillo claro con fragmentos de roca, humedad media resistencia media									
3.20											
		Fin de la perforación									



<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DE OBRAS PARA REHABILITACION DE BOCATOMAS - SUPIA CALDAS	<b>PERFORACIÓN:</b>	Apique 3
<b>SITIO:</b>	Bocatoma Rapallo	<b>PROF. (m):</b>	3
<b>SOLICITANTE:</b>	SUPIA	<b>FECHA:</b>	octubre 2022

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**PERFORACIÓN MANUAL**

PROF. m	CLASIFIC. USCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	wn. %	LÍMITES ATTERBERG			GRADACIÓN			PESO UNIT. g/cm <sup>3</sup>	Com. Inc. kg/cm <sup>3</sup>
				LL %	LP. %	IP. %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %		
0.0		Suelo pardo oscuro con fragmentos de roca, presenta humedad media resistencia media									
0.50											
1.0											
1.40		Suelo pardo claro con fragmentos de roca, humedad media resistencia media	34.32	38.2	28.4	9.8	19.3	32.6	48.1	1.26	
2.0											
3.0											
		fin de perforación									

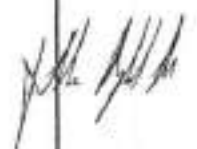


<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DE OBRAS PARA REHABILITACION DE BOCATOMAS - SUPÍA CALDAS	<b>PERFORACION:</b>	Apique 4
<b>SITIO:</b>	Bocatoma Rapaiño	<b>PROF. (m):</b>	3.7
<b>SOLICITANTE:</b>	Supía	<b>FECHA:</b>	octubre 2022

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**PERFORACIÓN MANUAL**

PROF. m	CLASIFIC. USCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	wn.%	LIMITEs ATTERBERG			GRADACIÓN			PESO UNIT. g/cm <sup>3</sup>	Com. Inc. kg/cm <sup>3</sup>
				L.L. %	L.P. %	L.P. %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %		
0.0		Relleno color pardo oscuro humedad media resistencia media									
0.30											
1.0											
1.40			35.14	39.6	27.3	12.3	6.5	31.4	62.1	1.39	
2.0		Suelo color pardo claro con fragmentos de roca, humedad media resistencia media									
2.20											
3.00											
3.70		fin de perforación									





<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DE OBRAS PARA REHABILITACIÓN DE BOCATOMAS - SUPÍA CALDAS	<b>PERFORACIÓN:</b>	Apique 5
<b>SITIO:</b>	Bocatoma Rapaifo	<b>PROF. (m):</b>	2.6
<b>SOLICITANTE:</b>	Supía	<b>FECHA:</b>	octubre 2022

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

**PERFORACIÓN MANUAL**

PROF. m	CLASIFIC. USCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	wt. %	LÍMITES ATTERBERG			GRADACIÓN			FESO UNIT. g/cm <sup>3</sup>	Com. Inc. kg/cm <sup>3</sup>
				L.L. %	L.P. %	I.P. %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %		
0.0											
0.1											
0.2											
0.3											
0.4											
0.5											
0.6											
0.7											
0.8											
0.9											
1.0			38	53.3	31	22.4	0	22.9	77.1	1.795	0.8
1.1											
1.2			40.8	47.7	35.2	12.5	0	39.1	60.9	1.929	0.48
1.3											
1.4											
1.5											
1.6											
1.7											
1.8											
1.9											
2.0											
2.1											
2.2											
2.3											
2.4											
2.5											
2.6		fin de perforación									



<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DE OBRAS PARA REHABILITACION DE BOCATOMAS - SUPÍA CALDAS	<b>PERFORACIÓN:</b>	Apique ó
<b>SITIO:</b>	Bocatoma Los Cano	<b>PROF. (m):</b>	2.7
<b>SOLICITANTE:</b>	Supía	<b>FECHA:</b>	octubre 2022

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

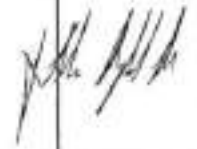
PROF. m	CLASIFIC. USCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	wn. %	LÍMITES ATTERBERG			GRADACIÓN			PESO UNIT. g/cm <sup>3</sup>	Com. Inc. kg/cm <sup>3</sup>
				L.L. %	L.P. %	I.P. %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %		
0.0											
1.0											
1.1			45	55.3	29.4	26	0	30.7	69.3	1.38	
1.20		Suelo color pardo oscuro con fragmentos de roca, humedad media y resistencia media									
2.00											
2.70											
		fin de perforación									



<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DE OBRAS PARA REHABILITACION DE BOCATOMAS - SUPIA CALDAS	<b>PERFORACION:</b>	Apique 7
<b>SITIO:</b>	Bocatoma Los Cano	<b>PROF. (m):</b>	3.8
<b>SOLICITANTE:</b>	SUPIA	<b>FECHA:</b>	octubre 2022

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

PERFORACIÓN MANUAL											
PROF. m	CLASIFIC. USCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	wn. %	LIMITE ATTERBERG			GRADACION			PESO UNIT. g/cm <sup>3</sup>	Com. Inc. kg/cm <sup>3</sup>
				LL %	LP %	LP %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %		
0.0											
1.0		Suelo color pardo oscuro con fragmentos de roca, humedad media y resistencia media									
1.7			41.52	50.7	27.5	23.2	0.9	26	73.1		
1.8	N.F.A										
1.9											
2.0		Capa de esquistos amarillentos									
2.1											
2.2			31	44	21	23	0	16.6	81.3		
3.0		Suelo de color gris claro fino plástico, humedad media-alta y resistencia media alta									
3.8		Fin de perforación									





<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DE OBRAS PARA REHABILITACION DE BOCATOMAS - SUPIA CALDAS	<b>PERFORACION:</b>	Apique 8
<b>SITIO:</b>	Bocatoma Los Cano	<b>PROF. (m):</b>	3.9
<b>SOLICITANTE:</b>	Supia	<b>FECHA:</b>	octubre 2022

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

PERFORACIÓN MANUAL											
PROF. m	CLASIFIC. USCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	wn. %	LIMITES ATTERBERG			GRADACIÓN			PESO UNIT. g/cm <sup>3</sup>	Com. Inc. kg/cm <sup>3</sup>
				LL %	LP %	LP %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %		
0.0											
1.0		Suelo de color pardo oscuro con fragmentos de roca, humedad media resistencia media	27.15	38.5	20.6	17.9	0	27.6	72.4	1.827	0.6
1.1											
1.7	N.F.A										
2.0											
2.3											
2.4											
3.0		Suelo de color pardo amarillento con fragmentos roca, humedad media-alta y resistencia media									
3.9		Fin de perforación									



<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DE OBRAS PARA REHABILITACION DE BOCATOMAS - SUPIA CALDAS	<b>PERFORACIÓN:</b>	Apique 9
<b>SITIO:</b>	Bocatoma Los Cano	<b>PROF. (m):</b>	3.5
<b>SOLICITANTE:</b>	Supia	<b>FECHA:</b>	octubre 2022

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**PERFORACIÓN MANUAL**

PROF. m	CLASIFIC. USCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	wt. %	LIMITES ATTERBERG			GRADACION			PESO UNIT. g/cm <sup>3</sup>	Com. Inc. kg/cm <sup>3</sup>
				LL %	LP %	IP %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %		
0.0											
0.50	N.F.A	Suelo pardo oscuro con escombros y fragmentos de roca, resistencia media humedad media									
0.70											
0.90											
1.0			22	32.8	21.3	11.6	12.5	23.8	63.6	1.99	0.34
2.0		Suelo color pardo amarillento con fragmentos de roca, resistencia media humedad media									
3.0											
3.00											
		fin de perforación									



<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DE OBRAS PARA REHABILITACION DE BOCATOMAS - SUPIA CALDAS	<b>PERFORACIÓN:</b>	Apique 10
<b>SITIO:</b>	Bocatama Los Cano	<b>PROF. (m):</b>	2.6
<b>SOLICITANTE:</b>	Supia	<b>FECHA:</b>	octubre 2022

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

PROF. m	CLASIFIC. USCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	wt. %	LIMITES ATTERBERG			GRADACIÓN			PESO UNIT. g/cm <sup>3</sup>	Com. Inc. kg/cm <sup>3</sup>
				LL %	LP %	IP %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %		
0.0		Suelo color pardo oscuro con fragmentos de roca, humedad media resistencia media	20.35	48.6	27	21.6	26.7	36	37.3	1.823	0.82
1.0 1.10											
2.00		Suelo color pardo amarillento con fragmentos de roca, humedad media resistencia media alta									
2.40		fin de perforación									





## ANEXO 4. ENSAYOS DE LABORATORIO

**Fecha:** oct-22      **Obra:** Bocaloma Rapallo  
**Solicitado por:**      **Localización:** Supia  
**Descripción de la muestra:**      **Barrio:**  
**Perforación:** APIQUE 1      **Muestra:** 2  
**Profundidad:** 2.0 m      **Peso Específico:** Gr/cm<sup>3</sup>

DIMENSIONES DE LA PROBETA		DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	
Dimensión	Inicial	Taza No.	
Diámetro - Do	5.50 cm	P.tara + suelo húmedo	498.6 grs
Área - Ao	23.76 cm <sup>2</sup>	P.tara + suelo seco	348.9 grs
Altura - Ho	11.50 cm	P.agua	149.7 grs
Volumen - Vo	273.24 cm <sup>3</sup>	Contenido de agua	42.9 %

Humedad (%): 42.9 %  
 Peso Unitario Húmedo: 1.825 Gr/cm<sup>3</sup>  
 Peso Unitario Seco: 1.277 Gr/cm<sup>3</sup>  
 Qu: 0.59

Deformacion Vertical	Carga Dial	Carga Axial Kg.	Deformacion Unitaria	1 - E	Área Conegida cm <sup>2</sup>	Esfuerzo Compresivo P/A
			0			0.00
10	11	1.7	0.22	0.9978	23.81	0.07
30	24	3.6	0.66	0.9934	23.92	0.15
50	36	5.4	1.1	0.989	24.02	0.22
80	48	7.2	1.77	0.9823	24.19	0.30
100	61	9.20	2.21	0.9779	24.30	0.38
150	79	11.90	3.31	0.9669	24.57	0.48
210	97	14.60	4.63	0.9537	24.91	0.59
220	81	12.20	4.86	0.9514	24.97	0.49



EJECUTO

REVISÓ

JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARRIAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especialista en Geotecnia e  
 Hidráulica

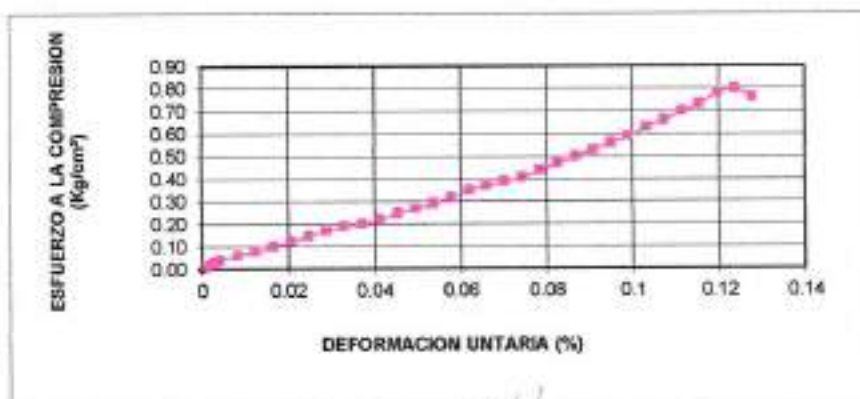
APROBÓ

Fecha: oct-22 Obra: Bocatoma Rapallo  
 Solicitado por: Localización: Supía  
 Descripción de la muestra: Color café  
 Perforación: APIQUE 5  
 Profundidad: 0.9 m Muestra: 1  
 Peso Especifico: Gr/cm<sup>3</sup>

DIMENSIONES DE LA PRUEBA		DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	
Dimensión	Inicial	Taza No.	
Diámetro - D <sub>o</sub>	6.01 cm	P.tara + suelo húmedo	136.9 grs
Área - A <sub>o</sub>	28.37 cm <sup>2</sup>	P.tara + suelo seco	99.2 grs
Altura - H <sub>o</sub>	12.31 cm	P.agua	37.7 grs
Volumen - V <sub>o</sub>	349.23 cm <sup>3</sup>	Contenido de agua	39.1 %

Humedad (%): 39.00 %  
 Peso Unitario Húmedo: 1.795 Gr/cm<sup>3</sup> 626.85  
 Peso Unitario Seco: 1.301 Gr/cm<sup>3</sup>  
 Qu: 0.80

Deformación Vert. col	Carga Del	Carga Axial kN	Carga Axial Kg	Deformación Unitaria	I - E	Área Corregida cm <sup>2</sup>	Esfuerzo Compresivo F/A
0				0			0.00
5	2.0	0.7	0.32	0.001032	0.999968	28.40	0.01
10	4.0	1.4	0.63	0.002063	0.997937	28.43	0.02
15	5.5	1.9	0.87	0.003095	0.996905	28.46	0.03
20	7.5	2.6	1.19	0.004127	0.995873	28.49	0.04
40	11.0	3.9	1.75	0.008253	0.991747	28.61	0.06
60	15.0	5.3	2.38	0.012380	0.987620	28.73	0.08
80	18.0	6.3	2.86	0.016507	0.983493	28.85	0.10
100	22.0	7.7	3.49	0.020634	0.979366	28.97	0.12
120	27.0	9.5	4.29	0.024760	0.975240	29.09	0.15
140	32.0	11.2	5.08	0.028887	0.971113	29.21	0.17
160	35.0	12.3	5.56	0.033014	0.966986	29.34	0.19
180	38.0	13.3	6.03	0.037141	0.962859	29.46	0.20
200	41.0	14.4	6.51	0.041267	0.958733	29.59	0.22
220	46.0	16.1	7.30	0.045394	0.954606	29.72	0.25
240	50.0	17.5	7.94	0.049521	0.950479	29.85	0.27
260	54.0	18.9	8.57	0.053647	0.946353	29.98	0.29
280	61.0	21.4	9.68	0.057774	0.942226	30.11	0.32
300	66.0	23.1	10.48	0.061901	0.938099	30.24	0.35
320	71.0	24.9	11.27	0.066028	0.933972	30.38	0.37
340	75.0	26.3	11.90	0.070154	0.929846	30.51	0.39
360	80.0	28.0	12.70	0.074281	0.925719	30.65	0.41
380	86.0	30.1	13.65	0.078408	0.921592	30.78	0.44
400	92.0	32.2	14.60	0.082535	0.917465	30.92	0.47
420	98.0	34.3	15.56	0.086661	0.913339	31.06	0.50
440	105.0	36.8	16.67	0.090788	0.909212	31.20	0.53
460	111.0	38.9	17.62	0.094915	0.905085	31.35	0.56
480	117.0	41.0	18.57	0.099041	0.900959	31.49	0.59
500	125.0	43.8	19.84	0.103168	0.896832	31.63	0.63
520	133.0	46.6	21.11	0.107295	0.892705	31.78	0.66
540	140.0	49.0	22.22	0.111422	0.888578	31.93	0.70
560	148.0	51.8	23.49	0.115548	0.884452	32.08	0.75
580	156.0	55.3	25.08	0.119675	0.880325	32.23	0.78
600	163.0	57.1	25.87	0.123802	0.876198	32.38	0.80
620	155.0	54.3	24.60	0.127929	0.872071	32.53	0.76



EJECUTO

REVISO

INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia y  
 Hidráulica

APROBO



**Fecha:** oct-22  
**Obra:** Bocatoma Rapallo  
**Solicitado por:**  
**Localización:** Supía  
**Descripción de la muestra:** Relleno para amarillento oscuro con gris para fragmentos de roca  
**Barrio:**  
**Perforación:** APIQUE 5  
**Muestra:** 2  
**Profundidad:** 1.1 m  
**Peso Específico:** Gr/cm<sup>3</sup>

DIMENSIONES DE LA PROBETA		DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	
Dimensión	Inicial	Taza No.	
Diámetro - Do	5.50 cm	P.tara + suelo húmedo	527 grs
Área - Ao	23.76 cm <sup>2</sup>	P.tara + suelo seco	374.3 grs
Altura - Ho	11.50 cm	P.agua	152.7 grs
Volumen - Vo	273.24 cm <sup>3</sup>	Contenido de agua	40.8 %

Humedad (%): 40.8 %  
 Peso Unitario Húmedo: 1.929 Gr/cm<sup>3</sup>  
 Peso Unitario Seco: 1.370 Gr/cm<sup>3</sup>  
 Qu: 0.48

Deformacion Vertical	Carga Dial	Carga Axial Kg.	Deformacion Unitaria	1 - E	Área Corregida cm <sup>2</sup>	Esfuerzo Compresivo P/A
			0			0.00
10	9	1.40	0.22	0.9978	23.81	0.06
30	21	3.20	0.66	0.9934	23.92	0.13
50	32	4.80	1.10	0.989	24.03	0.20
80	49	7.40	1.77	0.9823	24.19	0.31
100	63	9.50	2.21	0.9779	24.30	0.39
280	81	12.20	6.18	0.9382	25.33	0.48
300	62	9.40	6.62	0.9338	25.45	0.37



EJECUTO

*[Handwritten signature]*

REVISO

JOSÉ ALBERTO ARISTIZABAL ARÍAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia e  
 Hidráulica

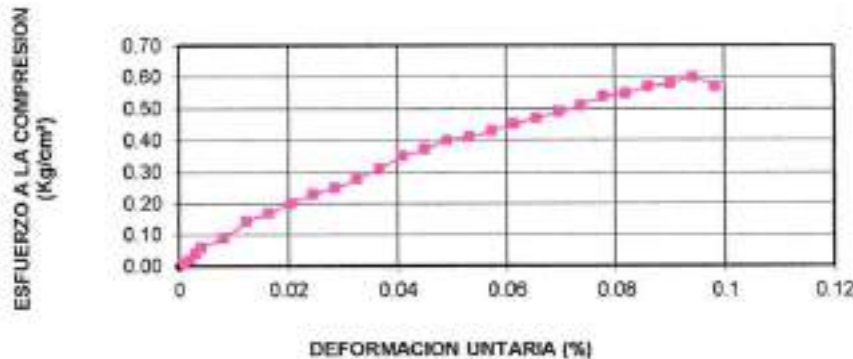
APROBÓ

**Fecha:** oct-22 **Obra:** Bocanoma Los Cano  
**Solicitado por:** **Localización:** Supia  
**Descripción de la muestra:** Color café **Barrio:**  
**Perforación:** APIQUE 8 **Muestra:** 1  
**Profundidad:** 1.1 m **Peso Específico:** Gr/cm<sup>3</sup>

DIMENSIONES DE LA PROBETA		DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	
Dimensión	Inicial	Taza No.	
Diámetro - Da	6.15 cm	P.tara + suelo húmedo	124.86 grs
Área - Ao	29.71 cm <sup>2</sup>	P.tara + suelo seco	98.2 grs
Altura - Ho	12.40 cm	P.agua	26.66 grs
Volumen - Vo	368.40 cm <sup>3</sup>	Contenido de agua	27.1 %

**Humedad (%):** 27.15 %  
**Peso Unitario Húmedo:** 1.827 Gr/cm<sup>3</sup> 673.1  
**Peso Unitario Seco:** 1.437 Gr/cm<sup>3</sup>  
**Qu:** 0.60

Deformación Vertical	Carga Del	Carga Axial lb.	Carga Axial Kg.	Deformación Unitaria	1 - E	Área Cargada cm <sup>2</sup>	Esfuerzo Compresivo P/A
				0			0.00
5	2.0	0.7	0.32	0.001024	0.998976	29.74	0.01
10	4.0	1.4	0.63	0.002048	0.997952	29.77	0.02
15	7.0	2.5	1.11	0.003073	0.996927	29.80	0.04
20	11.0	3.9	1.75	0.004097	0.995903	29.83	0.06
40	17.0	6.0	2.70	0.008194	0.991806	29.96	0.09
60	27.0	9.5	4.29	0.012290	0.987710	30.08	0.14
80	33.0	11.6	5.24	0.016387	0.983613	30.20	0.17
100	38.0	13.3	6.03	0.020484	0.979516	30.33	0.20
120	44.0	15.4	6.98	0.024581	0.975419	30.46	0.23
140	49.0	17.2	7.78	0.028677	0.971323	30.59	0.25
160	54.0	18.9	8.57	0.032774	0.967226	30.72	0.28
180	60.0	21.0	9.52	0.036871	0.963129	30.85	0.31
200	68.0	23.8	10.79	0.040968	0.959032	30.98	0.35
220	73.0	25.6	11.59	0.045065	0.954935	31.11	0.37
240	78.0	27.3	12.38	0.049161	0.950839	31.25	0.40
260	82.0	28.7	13.02	0.053258	0.946742	31.38	0.41
280	86.0	30.1	13.65	0.057355	0.942645	31.52	0.43
300	90.0	31.5	14.29	0.061452	0.938548	31.66	0.45
320	94.0	32.9	14.92	0.065548	0.934452	31.79	0.47
340	99.0	34.7	15.71	0.069645	0.930355	31.93	0.49
360	104.0	36.4	16.51	0.073742	0.926258	32.08	0.51
380	110.0	38.5	17.46	0.077839	0.922161	32.22	0.54
400	113.0	39.6	17.94	0.081935	0.918065	32.36	0.55
420	116.0	40.6	18.41	0.086032	0.913968	32.51	0.57
440	120.0	42.0	19.05	0.090129	0.909871	32.65	0.58
460	123.0	43.1	19.52	0.094226	0.905774	32.80	0.60
480	118.0	41.3	18.73	0.098323	0.901677	32.95	0.57



EJECUTO

REVISO

JORGE ALONSO ARTISTAZAR ARBAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Estructuras y  
 Materiales  
 APROBÓ

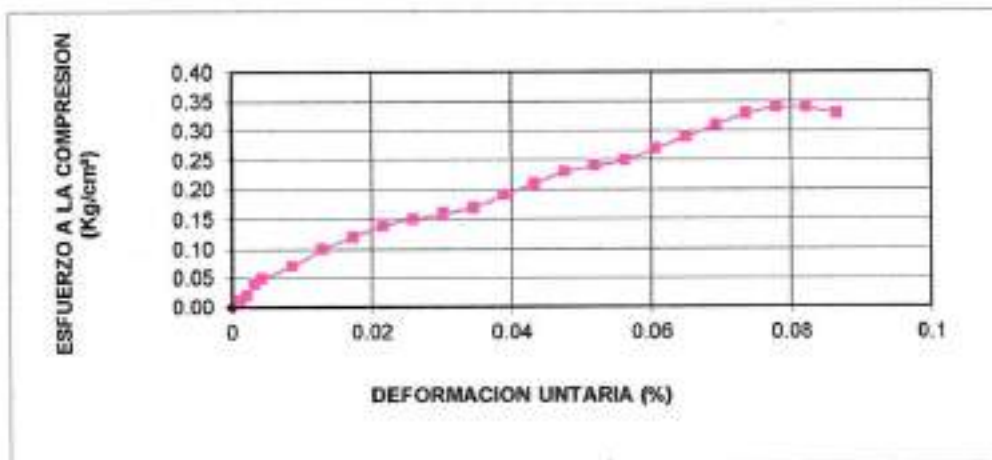


**Fecha:** oct-22  
**Solicitado por:**  
**Descripción de la muestra:** Color café  
**Perforación:** APIQUE 9  
**Profundidad:** 1.0 m  
**Obra:** Bocaloma Los Cano  
**Localización:** Supia  
**Barrio:**  
**Muestra:** 1  
**Peso Específico:** Gr/cm<sup>3</sup>

DIMENSIONES DE LA PROBETA			DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	
Dimensión	Inicial	Taza No.		
Diámetro - Do	5.70 cm	P.tara + suelo húmedo	132.74	grs
Área - Ao	25.59 cm <sup>2</sup>	P.tara + suelo seco	108.8	grs
Altura - Ha	11.73 cm	P.agua	23.94	grs
Volumen - Vo	299.35 cm <sup>3</sup>	Contenido de agua	22.0	%

Humedad (%): 22.00 %  
 Peso Unitario Húmedo: 1.990 Gr/cm<sup>3</sup> 595.74  
 Peso Unitario Seco: 1.631 Gr/cm<sup>3</sup>  
 Qu: 0.34

Deformacion Vertical	Carga Dial	Carga Axial lb	Carga Axial kg	Deformacion Unitaria	I - E	Área Corregida cm <sup>2</sup>	Esfuerzo Compresivo P/A
				0			0.00
5	2.0	0.7	0.32	0.001083	0.998917	25.55	0.01
10	4.0	1.4	0.63	0.002165	0.997835	25.58	0.02
15	6.0	2.1	0.95	0.003248	0.996752	25.60	0.04
20	8.0	2.8	1.27	0.004331	0.995669	25.63	0.05
40	12.0	4.2	1.90	0.008662	0.991338	25.74	0.07
60	16.0	5.6	2.54	0.012992	0.987008	25.86	0.10
80	20.0	7.0	3.17	0.017323	0.982677	25.97	0.12
100	23.0	8.1	3.65	0.021654	0.978346	26.08	0.14
120	25.0	8.8	3.97	0.025985	0.974015	26.20	0.15
140	27.0	9.5	4.29	0.030315	0.969685	26.32	0.16
160	29.0	10.2	4.60	0.034646	0.965354	26.44	0.17
180	32.0	11.2	5.08	0.038977	0.961023	26.56	0.19
200	36.0	12.6	5.71	0.043308	0.956692	26.68	0.21
220	38.0	13.3	6.03	0.047639	0.952361	26.80	0.23
240	40.0	14.0	6.35	0.051969	0.948031	26.92	0.24
260	43.0	15.1	6.83	0.056300	0.943700	27.04	0.25
280	46.0	16.1	7.30	0.060631	0.939369	27.17	0.27
300	50.0	17.5	7.94	0.064962	0.935038	27.29	0.29
320	54.0	18.9	8.57	0.069292	0.930708	27.42	0.31
340	57.0	20.0	9.05	0.073623	0.926377	27.55	0.33
360	59.0	20.7	9.36	0.077954	0.922046	27.68	0.34
380	60.0	21.0	9.52	0.082285	0.917715	27.81	0.34
400	58.0	20.3	9.21	0.086616	0.913384	27.94	0.33



EJECUTO

*[Handwritten signature]*

REVISÓ

JORGE ALONSO ARISTIZABAL AGUIRRE  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia e Hidráulica

APROBO

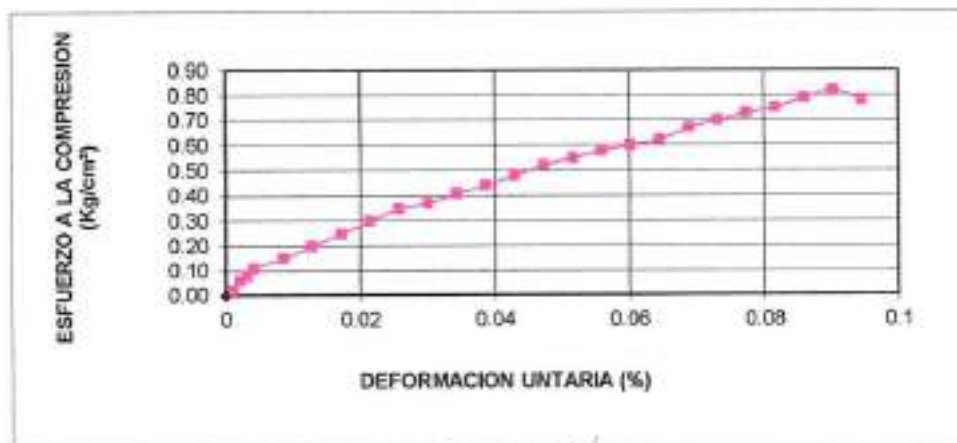


**Fecha:** oct-22  
**Solicitado por:**  
**Descripción de la muestra:** Color café  
**Perforación:** APIQUE 10  
**Profundidad:** 1.1 m  
**Obra:** Bocanama Los Cano  
**Localización:** Supía  
**Barrio:**  
**Muestra:** 1  
**Peso Específico:** Gr/cm<sup>3</sup>

DIMENSIONES DE LA PROBETA		DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	
Dimensión	Inicial	Toza No.	
Diámetro - Do	5.70 cm	P.tara + suelo húmedo	155.97 grs
Área - Ao	25.52 cm <sup>2</sup>	P.tara + suelo seco	129.6 grs
Altura - Ho	11.81 cm	P.agua	26.37 grs
Volumen - Vo	301.39 cm <sup>3</sup>	Contenido de agua	20.3 %

Humedad (%): 20.35 %  
 Peso Unitario Húmedo: 1.623 Gr/cm<sup>3</sup> 549.5  
 Peso Unitario Seco: 1.515 Gr/cm<sup>3</sup>  
 Qu: 0.82

Deformacion Vertical	Carga Del	Carga Axial lb.	Carga Axial Kg.	Deformacion Vertical	1 - E	Área Conegida cm <sup>2</sup>	Esfuerzo Compresivo P/A
				0			0.00
5	4.0	1.4	0.63	0.001075	0.998925	25.55	0.02
10	9.0	3.2	1.43	0.002151	0.997849	25.58	0.06
15	13.0	4.6	2.06	0.003226	0.996774	25.60	0.08
20	17.0	6.0	2.70	0.004301	0.995699	25.63	0.11
40	25.0	8.8	3.97	0.008603	0.991397	25.74	0.15
60	32.0	11.2	5.08	0.012904	0.987096	25.85	0.20
80	41.0	14.4	6.51	0.017206	0.982794	25.97	0.25
100	50.0	17.5	7.94	0.021507	0.978493	26.08	0.30
120	57.0	20.0	9.05	0.025809	0.974191	26.20	0.35
140	62.0	21.7	9.84	0.030110	0.969890	26.31	0.37
160	68.0	23.8	10.79	0.034412	0.965588	26.43	0.41
180	74.0	25.9	11.75	0.038713	0.961287	26.55	0.44
200	80.0	28.0	12.70	0.043014	0.956986	26.67	0.48
220	87.0	30.5	13.81	0.047316	0.952684	26.79	0.52
240	93.0	32.6	14.76	0.051617	0.948383	26.91	0.55
260	98.0	34.3	15.56	0.055919	0.944081	27.03	0.58
280	103.0	36.1	16.35	0.060220	0.939780	27.16	0.60
300	107.0	37.5	16.98	0.064522	0.935478	27.28	0.62
320	115.0	40.3	18.25	0.068823	0.931177	27.41	0.67
340	121.0	42.4	19.21	0.073124	0.926876	27.53	0.70
360	127.0	44.5	20.16	0.077426	0.922574	27.66	0.73
380	132.0	46.2	20.95	0.081727	0.918273	27.79	0.75
400	139.0	48.7	22.06	0.086029	0.913971	27.92	0.79
420	145.0	50.8	23.02	0.090330	0.909670	28.05	0.82
440	138.0	48.3	21.90	0.094632	0.905368	28.19	0.78



EJECUTÓ

REVISÓ

JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARJAN  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia y  
 Hidráulica

APROBÓ

# ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01



Solicitado por:

Obra:

Localización:

Fecha:

Bocatoma Rapalito

Supia

oct-22

Perforación:

Muestra No.:

Profundidad:

Descripción:

APIQUE 1

1

1.0 m

Color café limo de baja plasticidad

LIMITES DE ATTERBERG	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	1	2	3
DETERMINACION No.								
Número de golpes	16	26	34			-----	-----	
Recipiente No.	49	14	67			42.00	82.00	
Recipiente + suelo húmedo,grs	21.36	20.49	18.37			19.19	19.88	
Recipiente + suelo seco,grs	17.60	17.17	15.59			16.80	17.32	
Peso del agua, Grs	3.76	3.32	2.78			2.39	2.56	
Peso del recipiente, Grs	6.26	6.37	5.81			6.29	6.32	
Peso del suelo seco, Grs	11.34	10.80	9.78			10.51	11.00	
Contenido de agua, %	33.2	30.70	28.4			22.70	23.30	

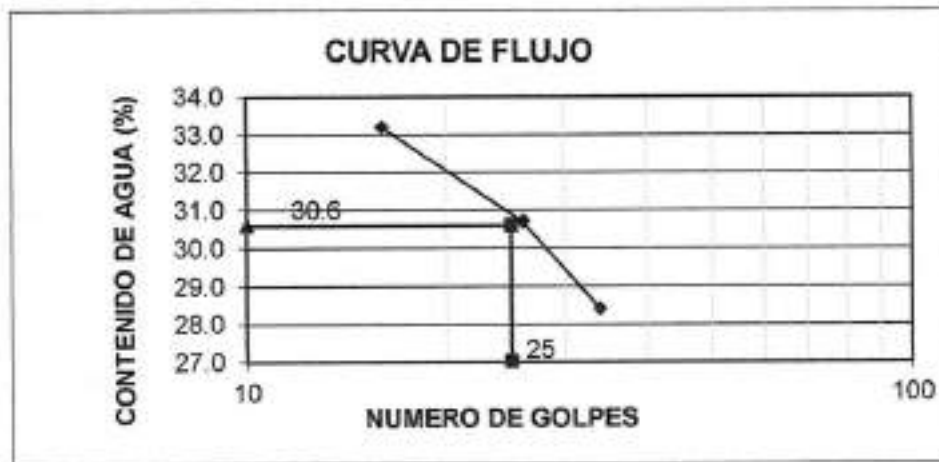
HUMEDAD NATURAL 27.66 %

GRADACION			
P1 115.1 Grs		P2 Grs	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
4	0.93	0.8%	99.19%
10	5.62	4.9%	94.31%
40	12.46	10.8%	83.48%
200	24.08	20.9%	62.56%
FONDO	72.01	62.6%	0.00%
Fracción menor del Tamiz No. 200.		62.56% %	

Límite Líquido 30.6  
 Límite Plástico 23.0  
 Índice de Plasticidad 7.6  
 Límite Contracción       

**CLASIFICACION MUESTRA**

U.S.C.S ML  
 A.A. SHO         
 INDICE DE GRUPO       



EJECUTO

*[Handwritten Signature]*

REVISO

JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARIAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia e  
 Mecánica

APROBÓ

# LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01



Solicitado por: **Perforación:** APIQUE 1  
 Obra: **Bocatoma Rapaito** **Muestra No.:** 1  
 Localización: **Supía** **Profundidad:** 2.0 m  
 Fecha: **oct-22** **Descripción:** 0

LIMITES DE ATTERBERG DETERMINACIÓN No.	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	1	2	3
Número de golpes	39	20	13					
Recipiente No.	27	63	36			54.00	73.00	
Recipiente + suelo húmedo.grs	24.98	23.75	23.00			21.44	20.66	
Recipiente + suelo seco.grs	19.04	18.01	17.47			17.56	16.88	
Peso del agua. Grs	5.94	5.74	5.53			3.88	3.78	
Peso del recipiente. Grs	6.43	6.29	6.49			6.55	6.20	
Peso del suelo seco. Grs	12.61	11.72	10.98			11.01	10.68	
Contenido de agua. %	47.10	49.00	50.40			35.20	35.40	

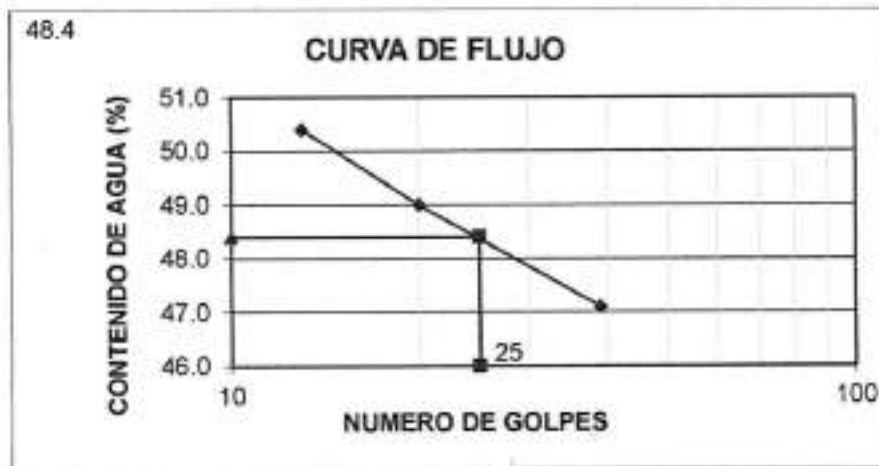
**HUMEDAD NATURAL** 42.9 %

GRADACION			
P1 418.8 Grs		P2 Grs	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
4	-		100
200	130.2	31.1	68.9
-200	288.6	68.9	
Fracción menor del Tamiz No. 200.		68.9 %	

Limite Liquido 48.4  
 Limite Plástico 35.3  
 Índice de Plasticidad 13.1  
 Limite Contracción         

**CLASIFICACION MUESTRA**

U.S.C.S ML  
 A.A. SHO           
 INDICE DE GRUPO         



EJECUTÓ

*[Handwritten Signature]*

REVISÓ

JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARIAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia y  
 Hidráulica

APROBO



# ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01



Solicitado por:

Obra:

Localización:

Fecha:

Bocaloma Rapaito

Supía

oct-22

Perforación:

Muestra No.:

Profundidad:

Descripción:

APIQUE 2

1

1.6 m

Color amarillo limo argílico de baja plasticidad

LIMITES DE ATTERBERG DETERMINACIÓN No.	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	1	2	3
Número de golpes	17	25	33			-----	-----	
Recipiente No.	57	21	54			28.00	64.00	
Recipiente + suelo húmedo,gris	24.87	19.23	20.22			16.90	16.12	
Recipiente + suelo seco,gris	20.75	16.45	17.44			14.92	14.38	
Peso del agua, Grs	4.12	2.78	2.78			1.98	1.74	
Peso del recipiente, Grs	6.32	5.95	6.21			5.89	6.44	
Peso del suelo seco, Grs	14.43	10.50	11.23			9.03	7.94	
Contenido de agua, %	28.6	26.50	24.8			21.90	21.90	

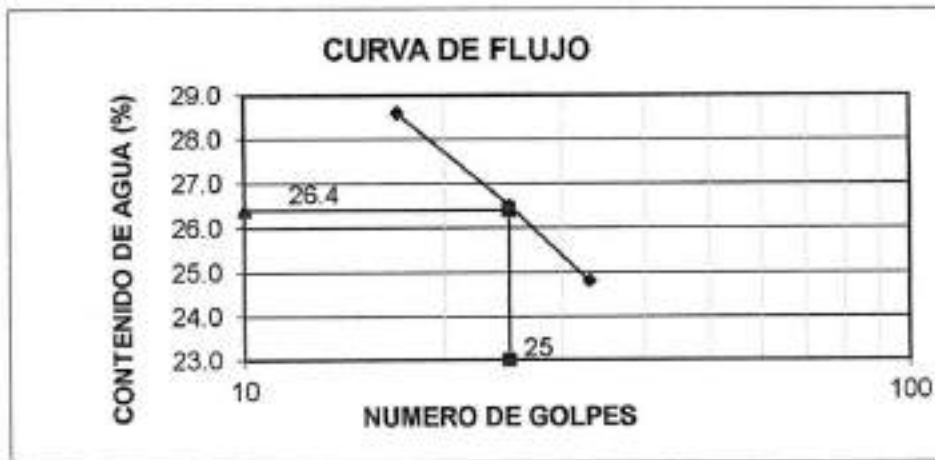
HUMEDAD NATURAL 24.74 %

GRADACION			
P1 112.3 Grs		P2 Grs	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
4	9.77	8.7%	91.30%
10	7.37	6.6%	84.74%
40	16.00	14.2%	70.49%
200	15.84	14.1%	56.38%
FONDO	63.32	56.4%	0.00%
Fracción menor del Tamiz No. 200.		56.38% %	

Límite Líquido 26.4  
 Límite Plástico 21.9  
 Índice de Plasticidad 4.5  
 Límite Contracción \_\_\_\_\_

### CLASIFICACION MUESTRA

U.S.C.S CL  
 A.A. SHO \_\_\_\_\_  
 INDICE DE GRUPO \_\_\_\_\_



EJECUTO

*[Handwritten Signature]*

REVISÓ

JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARIAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia y  
 Hidráulica

APROBÓ

# ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01



**Solicitado por:** Perforación: APIQUE 3  
**Obra:** Bocafoma Rapalito **Muestra No.:** 1  
**Localización:** Supía **Profundidad:** 1.4 m  
**Fecha:** oct-22 **Descripción:** Color café arena arcillosa

LIMITES DE ATTERBERG	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	1	2	3
DETERMINACIÓN No.								
Número de golpes	17	26	35					
Recipiente No.	60	8	82			36.00	58.00	
Recipiente + suelo húmedo,grs	25.02	22.03	24.29			20.51	20.62	
Recipiente + suelo seco,grs	19.51	17.60	19.61			17.34	17.45	
Peso del agua, Grs	5.51	4.43	4.68			3.17	3.17	
Peso del recipiente, Grs	6.24	5.98	6.32			6.24	6.21	
Peso del suelo seco, Grs	13.27	11.62	13.29			11.10	11.24	
Contenido de agua, %	41.5	38.10	35.2			28.60	28.20	

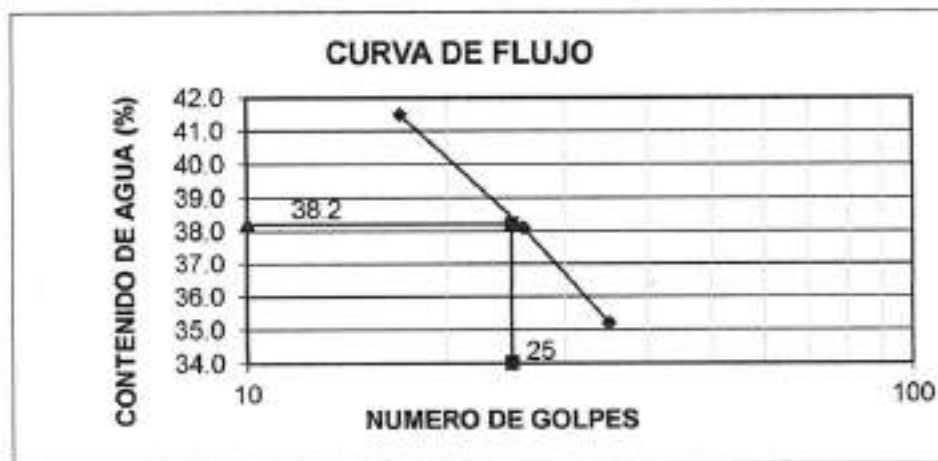
**HUMEDAD NATURAL** 34.32 %

GRADACION			
P1 104.5 Grs		P2 Grs	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
4	20.16	19.3%	80.71%
10	6.67	6.4%	74.33%
40	13.75	13.2%	61.17%
200	13.65	13.1%	48.11%
FONDO	50.27	48.1%	0.00%
Fracción menor del Tamiz No. 200.		48.11% %	

Limite Líquido 38.2  
 Limite Plástico 28.4  
 Índice de Plasticidad 9.8  
 Limite Contracción \_\_\_\_\_

**CLASIFICACION MUESTRA**

U.S.C.S SM  
 A.A. SHO \_\_\_\_\_  
 INDICE DE GRUPO \_\_\_\_\_



EJECUTO

*[Handwritten signature]*

REVISÓ

JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARIAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia y  
 Hidráulica

APROBÓ

# ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01



Solicitado por:  
**Obra:** Bocaloma Rapaito  
**Localización:** Supía  
**Fecha:** oct-22

**Perforación:** APIQUE 4  
**Muestra No.:** 1  
**Profundidad:** 1.8 m  
**Descripción:** Color café claro limo inorgánica de baja plasticidad

LIMITES DE ATTERBERG	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	1	2	3
DETERMINACIÓN No.								
Número de golpes	16	22	31			-----	-----	
Recipiente No.	11	20	95			53.00	41.00	
Recipiente + suelo húmedo.grs	22.24	23.05	25.69			21.51	21.46	
Recipiente + suelo seco.grs	17.37	18.28	20.20			18.23	18.2	
Peso del agua. Grs	4.87	4.77	5.49			3.28	3.26	
Peso del recipiente. Grs	5.94	6.39	5.91			6.24	6.21	
Peso del suelo seco. Grs	11.43	11.89	14.29			11.99	11.99	
Contenido de agua. %	42.6	40.10	38.4			27.40	27.20	

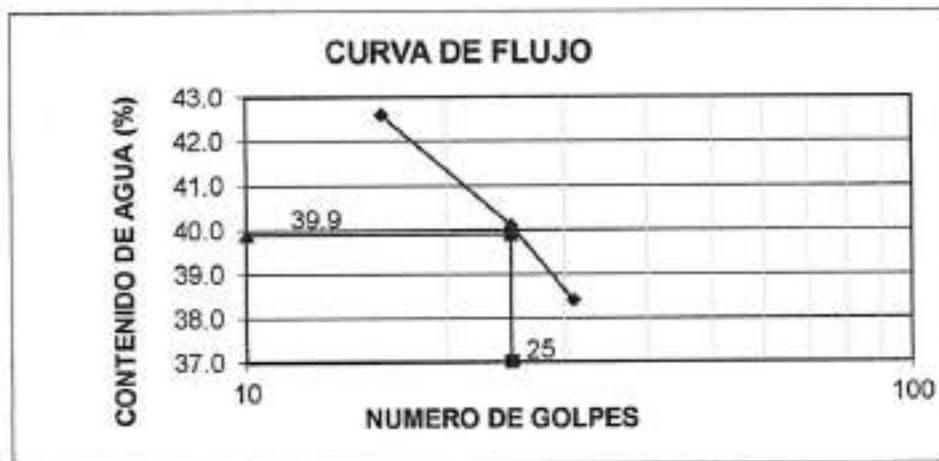
**HUMEDAD NATURAL** 35.14 %

GRADACION			
P1 82.76 Grs		P2 Grs	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
4	5.39	6.5%	93.49%
10	8.16	9.9%	83.63%
40	6.96	8.4%	75.22%
200	10.89	13.2%	62.06%
FONDO	51.36	62.1%	0.00%
Fracción menor del Tamiz No. 200.		62.06% %	

Limite Líquido 39.9  
 Limite Plástico 27.3  
 Índice de Plasticidad 12.6  
 Limite Contracción \_\_\_\_\_

**CLASIFICACION MUESTRA**

U.S.C.S ML  
 A.A. SHO \_\_\_\_\_  
 INDICE DE GRUPO \_\_\_\_\_



EJECUTO

*[Handwritten signature]*

REVISO

JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARIAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia y  
 Minería

APROBO



# ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01



Solicitado por:

Obra:

Localización:

Fecha:

Bocatoma Rapaito

Supía

oct-22

Perforación:

Muestra No.:

Profundidad:

Descripción:

APIQUE 5

1

0.9 m

Color café limo orgánico de alta plasticidad

LIMITES DE ATTERBERG DETERMINACIÓN No.	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	1	2	3
Número de golpes	15	25	32			-----	-----	
Recipiente No.	50	74	9			19.00	16.00	
Recipiente + suelo húmedo, grs	20.57	23.88	22.83			18.55	18.78	
Recipiente + suelo seco, grs	15.32	17.60	17.30			15.68	15.79	
Peso del agua, Grs	5.25	6.28	5.53			2.87	2.99	
Peso del recipiente, Grs	6.15	6.18	6.25			6.34	6.21	
Peso del suelo seco, Grs	9.17	11.42	11.05			9.34	9.58	
Contenido de agua, %	57.3	55.00	50			30.70	31.20	

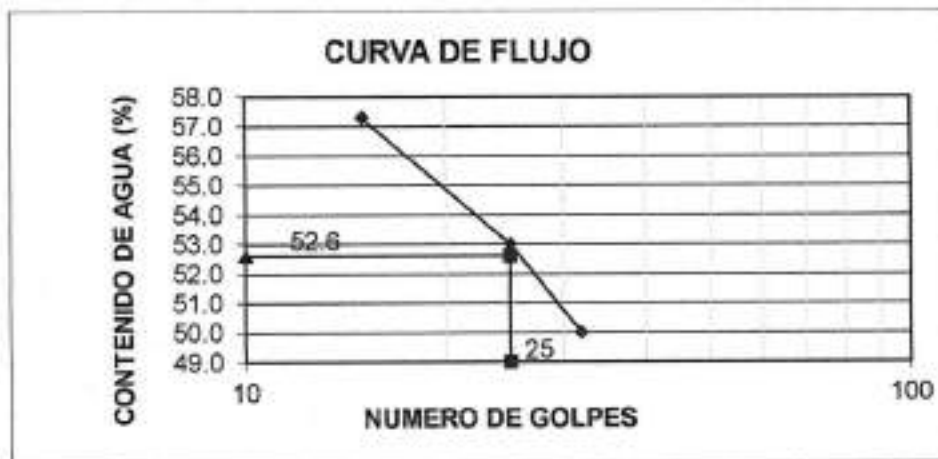
HUMEDAD NATURAL 44.84 %

GRADACION			
P1 99.2 Grs		P2 Grs	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
4	0.00	0.0%	100.00%
10	0.49	0.5%	99.51%
40	2.94	3.0%	96.54%
200	19.25	19.4%	77.14%
FONDO	76.52	77.1%	0.00%
Fracción menor del Tamiz No. 200.		77.14% %	

Límite Líquido 52.6  
 Límite Plástico 31.0  
 Índice de Plasticidad 21.7  
 Límite Contracción           

**CLASIFICACION MUESTRA**

U.S.C.S             
 A.A. SHO             
 INDICE DE GRUPO           



EJECUTO

*[Handwritten Signature]*

REVISÓ

JOSÉ ALONSO ARISTIZABAL ARIAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia y  
 Hidráulica

APROBÓ

Solicitado por: **Obra:** Bocatoma Rapallo **Perforación:** APIQUE 5  
**Localización:** Supía **Muestra No.:** 2  
**Fecha:** oct-22 **Profundidad:** 1,1 m  
**Descripción:** Relleno pardo amarillento oscuro con grs pardo fragmentos de roca

LIMITES DE ATTERBERG DETERMINACIÓN No.	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	1	2	3
Número de golpes	34	22	12			-----	-----	
Recipiente No.	25	70	1			11,00	3,00	
Recipiente + suelo húmedo, grs	21,00	22,70	21,44			19,66	18,70	
Recipiente + suelo seco, grs	16,41	17,26	16,30			16,13	15,37	
Peso del agua, Grs	4,59	5,44	5,14			3,53	3,33	
Peso del recipiente, Grs	6,61	5,96	6,03			6,05	5,96	
Peso del suelo seco, Grs	9,80	11,30	10,27			10,08	9,41	
Contenido de agua, %	46,80	48,10	50,00			35,00	35,40	

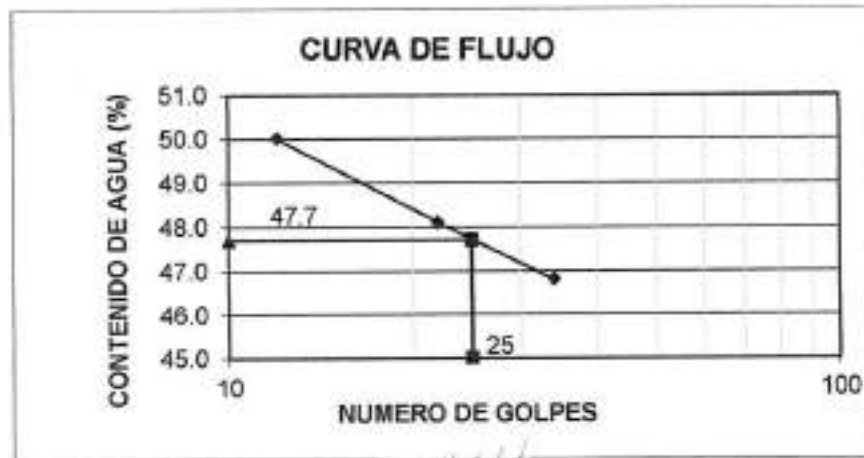
HUMEDAD NATURAL 40.8 %

GRADACION			
P1 614 Grs		P2 Grs	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
4			100
200	240.1	39.1	60.9
-200	373.9	60.9	-----
Fracción menor del Tamiz No. 200.		60.9 %	

Límite Líquido 47.7  
 Límite Plástico 35.2  
 Índice de Plasticidad 12.5  
 Límite Contracción \_\_\_\_\_

**CLASIFICACION MUESTRA**

U.S.C.S ML  
 A.A. SHO \_\_\_\_\_  
 INDICE DE GRUPO \_\_\_\_\_



EJECUTÓ

*[Handwritten signature]*

REVISÓ

JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARRIAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Graficaf y  
 Métrica

APROBÓ

# ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01



Solicitado por:  
Obra:  
Localización:  
Fecha:

Bocatama Los Cano  
Supía  
oct-22

Perforación:  
Muestra No.:  
Profundidad:  
Descripción:

APIQUE 6  
1  
1.1 m  
Color café oscuro arcilla de alta plasticidad

LIMITES DE ATTERBERG DETERMINACIÓN No.	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	1	2	3
Número de golpes	17	25	35			-----	-----	
Recipiente No.	67	7	68			89.00	52.00	
Recipiente + suelo húmedo,grs	20.88	23.41	21.91			21.23	21.65	
Recipiente + suelo seco,grs	15.34	17.32	16.48			17.88	18.15	
Peso del agua, Grs	5.54	6.09	5.43			3.35	3.50	
Peso del recipiente, Grs	5.81	6.33	6.19			6.41	6.29	
Peso del suelo seco, Grs	9.53	10.99	10.29			11.47	11.86	
Contenido de agua, %	58.1	55.40	52.8			29.20	29.50	

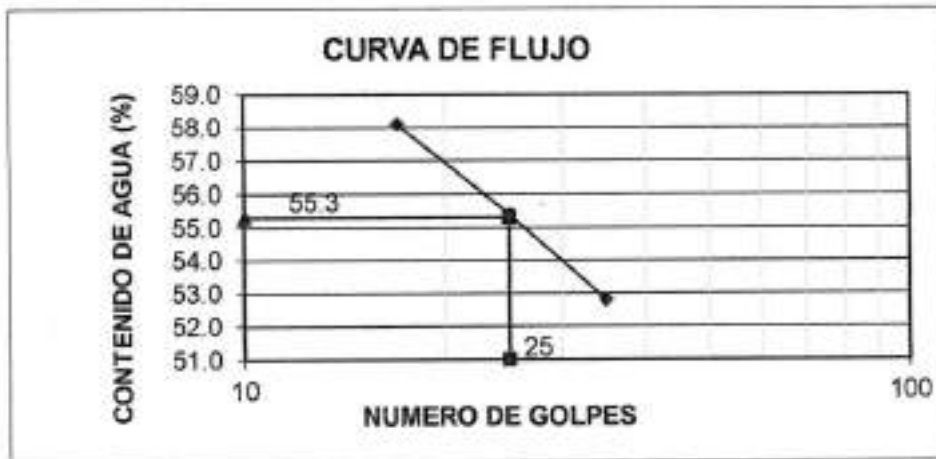
HUMEDAD NATURAL 45.00 %

GRADACION			
P1 105.59 Grs		P2 Grs	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
4	0.00	0.0%	100.00%
10	0.48	0.5%	99.55%
40	2.94	2.8%	96.76%
200	28.97	27.4%	69.32%
FONDO	73.20	69.3%	0.00%
Fracción menor del Tamiz No. 200.		69.32% %	

Límite Líquido 55.3  
Límite Plástico 29.4  
Índice de Plasticidad 26.0  
Límite Contracción \_\_\_\_\_

**CLASIFICACION MUESTRA**

U.S.C.S CH  
A.A. SHO \_\_\_\_\_  
INDICE DE GRUPO \_\_\_\_\_



EJECUTO

*[Handwritten Signature]*

REVISO

JORGE ALONSO ARISTIZABAL ABIAN  
INGENIERO CIVIL  
Especializado en Geotecnia e  
Hidrología

APROBO



# ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01



Solicitado por:

Obra:

Localización:

Fecha:

Bocafoma Los Cano

Supía

oct-22

Perforación:

Muestra No.:

Profundidad:

Descripción:

APIQUE 7

1

1.7

m

Color café oscuro arcilla inorgánica de alta plasticidad

LIMITES DE ATTERBERG DETERMINACIÓN No.	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	1	2	3
Número de golpes	15	28	35			-----	-----	
Recipiente No.	96	10	14			66.00	18.00	
Recipiente + suelo húmedo.grs	25.00	22.19	22.67			18.11	18.56	
Recipiente + suelo seco.grs	18.51	16.81	17.36			15.58	15.93	
Peso del agua. Grs	6.49	5.38	5.31			2.53	2.63	
Peso del recipiente. Grs	6.45	6.15	6.37			6.38	6.35	
Peso del suelo seco. Grs	12.06	10.66	10.99			9.20	9.58	
Contenido de agua. %	53.8	50.50	48.3			27.50	27.50	

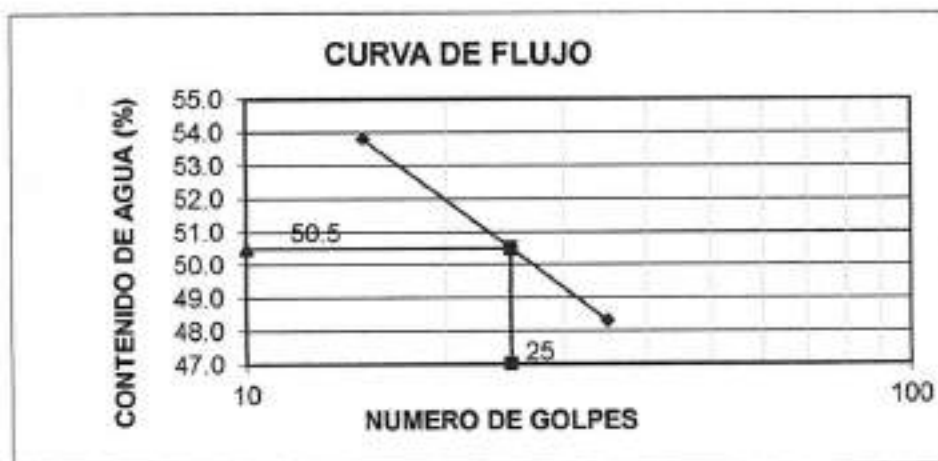
HUMEDAD NATURAL 41.52 %

GRADACION			
P1 99.74 Grs		P2 Grs	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
4	0.94	0.9%	99.06%
10	3.24	3.2%	95.81%
40	4.08	4.1%	91.72%
200	18.60	18.6%	73.07%
FONDO	72.88	73.1%	0.00%
Fracción menor del Tamiz No. 200.		73.07% %	

Límite Líquido 50.5  
 Límite Plástico 27.5  
 Índice de Plasticidad 23.0  
 Límite Contracción \_\_\_\_\_

### CLASIFICACION MUESTRA

U.S.C.S CH  
 A.A. SHO \_\_\_\_\_  
 INDICE DE GRUPO \_\_\_\_\_



EJECUTO

JORGE ALONSO ARTISTIZABAL ARIAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia e  
 Minería

REVISO

APROBO

Cra 21 64a-33 of 1207 Ed. Multiplaza Tel. 8934298

correo: quasaringenierosconsultores@gmail.com

Manizales - Caldas

# ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01



**Solicitado por:** Perforación: APIQUE 8  
**Obra:** Bocatoma Los Cano **Muestra No.:** 1  
**Localización:** Supía **Profundidad:** 1.1 m  
**Fecha:** oct-22 **Descripción:** Color Café arcilla de baja plasticidad

LIMITES DE ATTERBERG	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	1	2	3
DETERMINACION No.								
Número de golpes	17	27	35			-----	-----	
Recipiente No.	68	18	66			36.00	58.00	
Recipiente + suelo húmedo.grs	27.94	20.90	24.32			22.08	22.12	
Recipiente + suelo seco.grs	21.62	16.83	19.62			19.35	19.42	
Peso del agua. Grs	6.32	4.07	4.70			2.73	2.70	
Peso del recipiente. Grs	6.19	6.35	6.38			6.24	6.21	
Peso del suelo seco. Grs	15.43	10.48	13.24			13.11	13.21	
Contenido de agua. %	41	38.80	35.5			20.80	20.40	

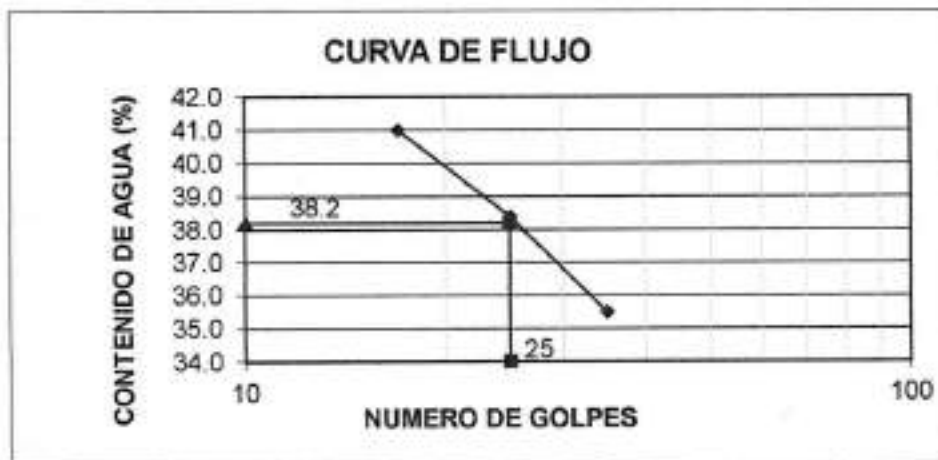
**HUMEDAD NATURAL** 31.30 %

GRADACION			
P1 98.2 Grs		P2 Grs	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
4	0.00	0.0%	100.00%
10	1.88	1.9%	98.09%
40	5.97	6.1%	92.01%
200	19.23	19.6%	72.42%
FONDO	71.12	72.4%	0.00%
Fracción menor del Tamiz No. 200.		72.42% %	

Límite Líquido 38.2  
 Límite Plástico 20.6  
 Índice de Plasticidad 17.6  
 Límite Contracción           

**CLASIFICACION MUESTRA**

U.S.C.S CL  
 A.A. SHO             
 INDICE DE GRUPO           



EJECUTO

JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARJAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia y  
 Hidráulica

REVISO

APROBO

# ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01



Solicitado por:

Obra:

Localización:

Fecha:

Bocaloma Los Cano

Supía

oct-22

Perforación:

Muestra No.:

Profundidad:

Descripción:

APIQUE 9

1

1.0 m

Color caté con pintas grises arcilla de aja plasticidad

LIMITES DE ATTERBERG DETERMINACIÓN No.	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	1	2	3
Número de golpes	15	21	34					
Recipiente No.	99	29	23			24.00	78.00	
Recipiente + suelo húmedo,grs	25.04	20.96	21.17			21.48	21.13	
Recipiente + suelo seco,grs	20.13	17.18	17.51			18.76	18.54	
Peso del agua, Grs	4.91	3.78	3.66			2.72	2.59	
Peso del recipiente, Grs	6.22	5.79	5.91			6.03	6.24	
Peso del suelo seco, Grs	13.91	11.39	11.60			12.73	12.30	
Contenido de agua, %	35.3	33.20	31.6			21.40	21.10	

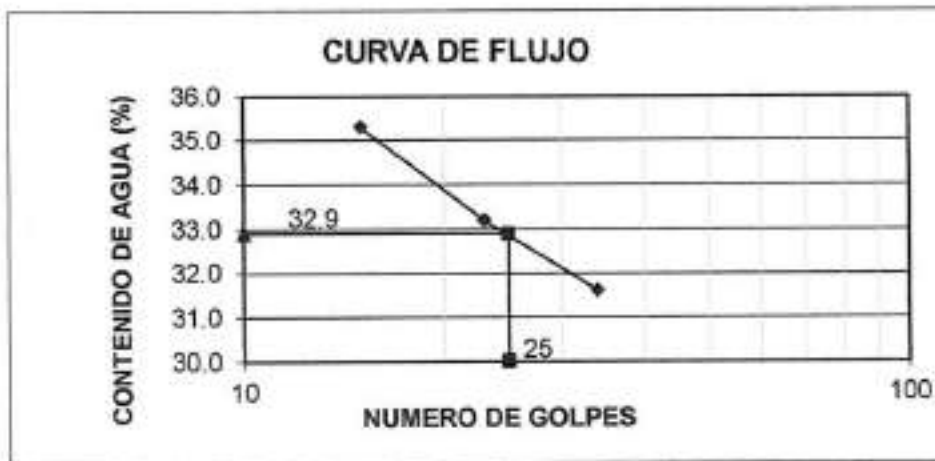
HUMEDAD NATURAL 28.52 %

GRADACION			
P1 108.8 Grs		P2 Grs	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
4	13.65	12.5%	87.45%
10	5.99	5.5%	81.95%
40	15.31	14.1%	67.88%
200	4.63	4.3%	63.62%
FONDO	69.22	63.6%	0.00%
Fracción menor del Tamiz No. 200.		63.62% %	

Límite Líquido 32.9  
 Límite Plástico 21.3  
 Índice de Plasticidad 11.7  
 Límite Contracción           

**CLASIFICACION MUESTRA**

U.S.C.S CL  
 A.A. SHO             
 INDICE DE GRUPO           



EJECUTO

JOSÉ ALONSO ARISTIZABAL ARIAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Geotecnia y  
 Hidráulica

REVISÓ

APROBÓ



# ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01



Solicitado por: **Perforación:** APIQUE 10  
 Obra: **Bocatoma Los Cano**  
 Localización: **Supía** **Muestra No.:** 1  
 Fecha: **oct-22** **Profundidad:** 1,1 m  
**Descripción:** Color café arena arcillosa

LIMITES DE ATTERBERG	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	1	2	3
DETERMINACION No.								
Número de golpes	16	25	34			-----	-----	
Recipiente No.	150	30	224			100.00	98.00	
Recipiente + suelo húmedo,grs	24.81	22.69	19.92			19.50	19.64	
Recipiente + suelo seco,grs	18.41	17.28	15.52			16.57	16.85	
Peso del agua, Grs	6.40	5.41	4.40			2.93	2.79	
Peso del recipiente, Grs	6.16	6.32	5.84			5.92	6.32	
Peso del suelo seco, Grs	12.25	10.96	9.68			10.65	10.53	
Contenido de agua, %	52.2	49.40	45.5			27.50	26.50	

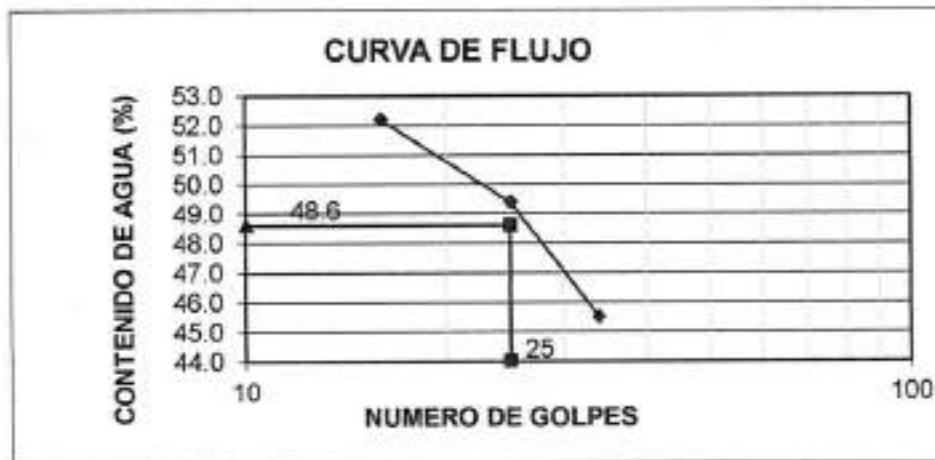
**HUMEDAD NATURAL** 40.22 %

GRADACION			
P1 129.6 Grs		P2 Grs	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
4	34.57	26.7%	73.33%
10	18.70	14.4%	58.90%
40	13.53	10.4%	48.46%
200	14.41	11.1%	37.34%
FONDO	48.39	37.3%	0.00%
Fracción menor del Tamiz No. 200.		37.34% %	

Límite Líquido 48.6  
 Límite Plástico 27.0  
 Índice de Plasticidad 21.6  
 Límite Contracción           

**CLASIFICACION MUESTRA**

U.S.C.S SC  
 A.A. SHO             
 INDICE DE GRUPO           



**EJECUTO**

JORGE ALONSO ARISTIZABAL ARSAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Especializado en Construcción  
 - Hidráulica

**REVISÓ**

**APROBÓ**

Fecha: oct-22  
 Sol elido por: Colar café claro  
 Descripción de la muestra: Colar café claro  
 Perforación: APRIQUE 3  
 Profundidad: 1.4 m

Obra: Sacaloma Espalto  
 Localización: 3, pla  
 Tipo: 1  
 Maestro: I  
 Peso Específico: 1.351 Gr/cm<sup>3</sup>

**ESFUERZO NORMAL**

Eg/cm <sup>2</sup>
0.00
0.51
1.02
2.04

**ESFUERZO TANGENCIAL**

Eg/cm <sup>2</sup>
0.41
0.73
1.67
1.70

T seco: 1.24 gr  
 γ húmedo: 1.33 gr/cm<sup>3</sup>  
 Cohesión: 0.41 Kg/cm<sup>2</sup>

Velocidad:  
 Humedad: %  
 Áng. fricción: 32.29 grados

DIMENSIONES DE LA PROBETA	
LADO (cm)	5
ALTURA (cm)	1.18
AREA (cm <sup>2</sup> )	19.6347541

**ENSAYO 1**     σ = 0.51 Kg/cm<sup>2</sup>     Carga 10 Kg

Tiempo min	Deformación vertical (mm)	Deformación horizontal (mm)	Deformación lateral (%)	Área Colegida cm <sup>2</sup>	Carga Kg	Álterno carente kg/cm <sup>2</sup>
0	0.000	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00
0.5	-0.005	0.23	0.38	19.56	2.86	0.15
1	-0.015	0.43	0.72	19.49	5.70	0.29
2	-0.020	0.64	1.40	19.36	7.34	0.37
3	-0.015	1.27	2.12	19.23	8.47	0.44
4	-0.003	1.70	2.84	19.09	9.29	0.49
5	0.025	2.12	3.56	18.96	9.80	0.52
6	0.023	2.51	4.19	18.85	10.31	0.55
7	0.038	3.38	5.63	18.59	11.12	0.60
8	0.036	4.24	7.07	18.34	11.84	0.65
9	0.036	5.08	8.47	18.10	12.45	0.69
10	0.036	5.94	9.91	17.87	12.86	0.72
11	0.036	6.81	11.35	17.63	12.86	0.73
12	0.036	7.70	12.83	17.40	12.24	0.70

**ENSAYO 2**     σ = 1.02 Kg/cm<sup>2</sup>     Carga 20 Kg

Tiempo min	Deformación vertical (mm)	Deformación horizontal (mm)	Deformación lateral (%)	Área Colegida cm <sup>2</sup>	Carga Kg	Álterno carente kg/cm <sup>2</sup>
0	0.000	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00
0.5	-0.061	0.23	0.38	19.56	3.37	0.17
1	-0.074	0.41	0.68	19.50	5.41	0.28
2	-0.137	0.81	1.35	19.37	6.37	0.43
3	-0.178	1.24	2.07	19.24	10.20	0.53
4	-0.226	1.65	2.75	19.11	11.94	0.62
5	-0.277	2.08	3.47	18.98	13.16	0.69
6	-0.333	2.51	4.19	18.85	14.08	0.75
7	-0.434	3.38	5.63	18.69	15.20	0.82
8	-0.495	4.24	7.07	18.34	15.53	0.90
9	-0.554	5.08	8.47	18.10	17.55	0.97
10	-0.607	5.94	9.91	17.87	18.06	1.01
11	-0.645	6.81	11.35	17.63	18.37	1.04
12	-0.674	7.65	12.74	17.42	18.67	1.07
13	-0.689	8.48	14.14	17.20	18.06	1.05

**ENSAYO 3**     σ = 2.04 Kg/cm<sup>2</sup>     Carga 40 Kg

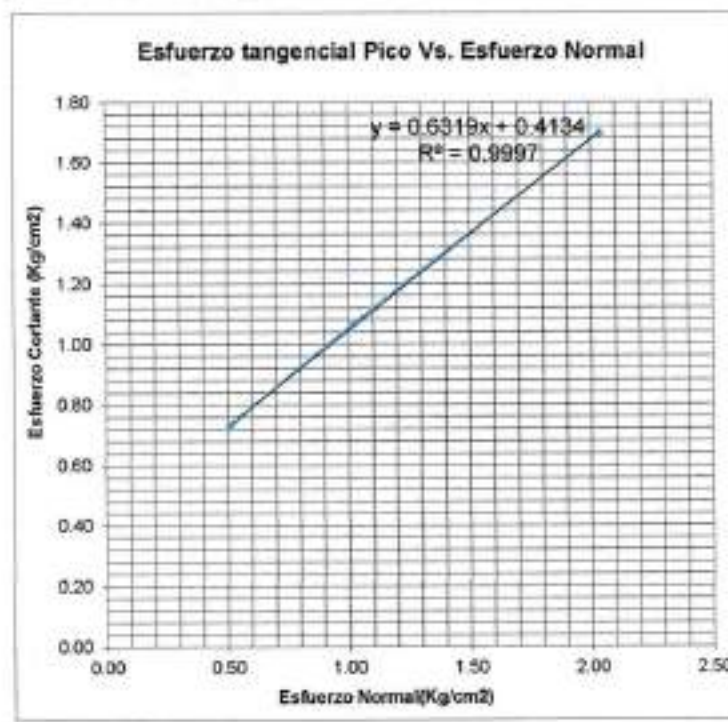
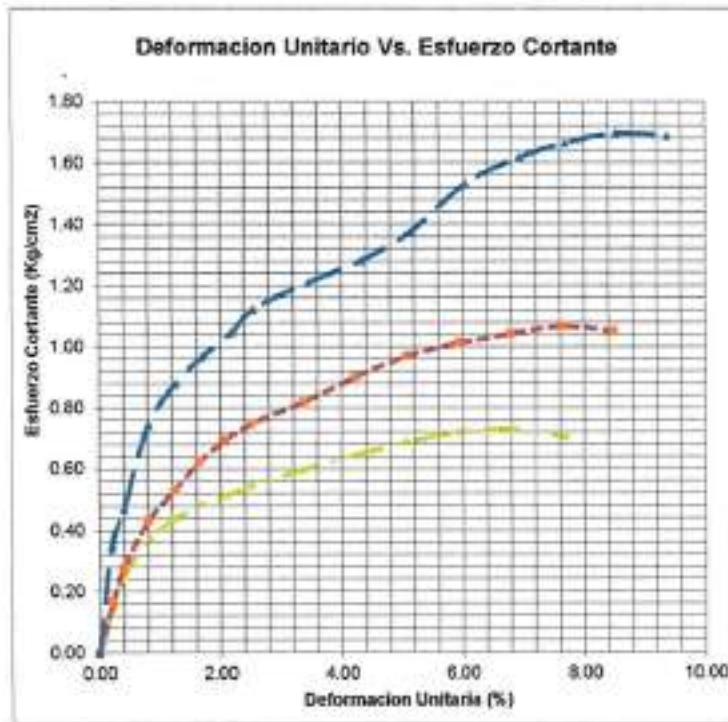
Tiempo min	Deformación vertical (mm)	Deformación horizontal (mm)	Deformación lateral (%)	Área Colegida cm <sup>2</sup>	Carga Kg	Álterno carente kg/cm <sup>2</sup>
0	0.000	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00
0.5	-0.028	0.20	0.34	19.57	4.94	0.25
1	-0.058	0.41	0.68	19.50	9.18	0.47
2	-0.122	0.81	1.35	19.37	14.39	0.74
3	-0.173	1.27	2.12	19.23	16.94	0.88
4	-0.201	1.70	2.84	19.09	18.47	0.97
5	-0.345	2.18	3.64	18.95	19.80	1.04
6	-0.389	2.54	4.23	18.84	21.12	1.12
7	-0.409	3.45	5.76	18.57	22.45	1.21
8	-0.457	4.34	7.24	18.31	23.47	1.28
9	-0.525	5.15	8.59	18.08	24.90	1.38
10	-0.587	6.05	10.08	17.84	27.35	1.53
11	-0.607	6.93	11.53	17.60	28.47	1.62
12	-0.620	7.70	12.63	17.40	28.98	1.67
13	-0.633	8.63	14.22	17.19	29.18	1.70
14	-0.648	9.37	15.62	16.98	28.67	1.69



**EJECUO**

**REVISO**

**APROBO**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SUCRE  
INGENIERO EN CIENCIAS  
Especialización en Gestión y  
Materiales



Fecha: 06/22 Obra: Escotoma Rapallo  
Solicitado por: localización: Supla  
Descripción de la muestra: Color café claro Marca:  
Perforación: ARIQUE 4 Muestra:  
Profundidad: 1.8 m Peso Específico: 1.390 g/cm<sup>3</sup>

**ESFUERZO NORMAL**

Kg/cm <sup>2</sup>
0.00
0.51
1.00
2.04

**ESFUERZO TANGENCIAL**

Kg/cm <sup>2</sup>
0.35
0.75
1.07
1.88

T seco: 1.39 gr  
y húmedo: 1.75 gr/cm<sup>3</sup>  
Cohesión: 0.35 Kg/cm<sup>2</sup>

Velocidad:  
Humedad: %  
Ang. Ricción: 36.74 grados

DIMENSIONES DE LA PROBETA	
LADO (cm)	5
ALTURA (cm)	2.18
AREA (cm <sup>2</sup> )	19.6247541

**ENSAYO 1**  $\sigma = 0.51$  Kg/cm<sup>2</sup> Carga 10 Kg

Tempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Volumen (%)	Area Corregida cm <sup>2</sup>	Carga Kg	Deformación Cosecante Kg/cm <sup>2</sup>
0	0.000	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00
0.5	-0.046	0.30	0.34	19.57	1.73	0.09
1	-0.041	0.38	0.64	19.51	3.57	0.18
2	-0.099	0.79	1.31	19.38	5.30	0.27
3	-0.145	1.22	2.03	19.24	6.12	0.32
4	-0.203	1.63	2.71	19.12	7.14	0.37
5	-0.239	2.03	3.39	18.99	8.37	0.44
6	-0.264	2.46	4.11	18.86	9.39	0.50
7	-0.295	3.30	5.50	18.61	11.12	0.60
8	-0.300	4.17	6.94	18.36	12.04	0.66
9	-0.300	5.00	8.34	18.12	12.76	0.70
10	-0.292	5.87	9.78	17.89	13.06	0.73
11	-0.287	6.73	11.22	17.65	13.27	0.75
12	-0.287	7.57	12.67	17.44	12.45	0.71

**ENSAYO 2**  $\sigma = 1.00$  Kg/cm<sup>2</sup> Carga 20 Kg

Tempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Volumen (%)	Area Corregida cm <sup>2</sup>	Carga Kg	Deformación Cosecante Kg/cm <sup>2</sup>
0	0.000	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00
0.5	-0.060	0.18	0.30	19.58	4.69	0.24
1	-0.013	0.36	0.99	19.52	7.35	0.38
2	0.018	0.76	1.07	19.39	9.90	0.51
3	-0.003	1.17	1.95	19.26	11.73	0.61
4	-0.036	1.60	2.67	19.12	13.27	0.69
5	-0.066	2.03	3.39	18.99	14.59	0.75
6	-0.086	2.44	4.06	18.87	15.10	0.80
7	-0.104	3.30	5.50	18.61	16.94	0.91
8	-0.107	4.11	6.86	18.37	17.96	0.96
9	-0.104	5.00	8.34	18.12	18.37	1.01
10	-0.091	5.84	9.74	17.89	19.18	1.07
11	-0.076	6.71	11.18	17.66	18.67	1.06

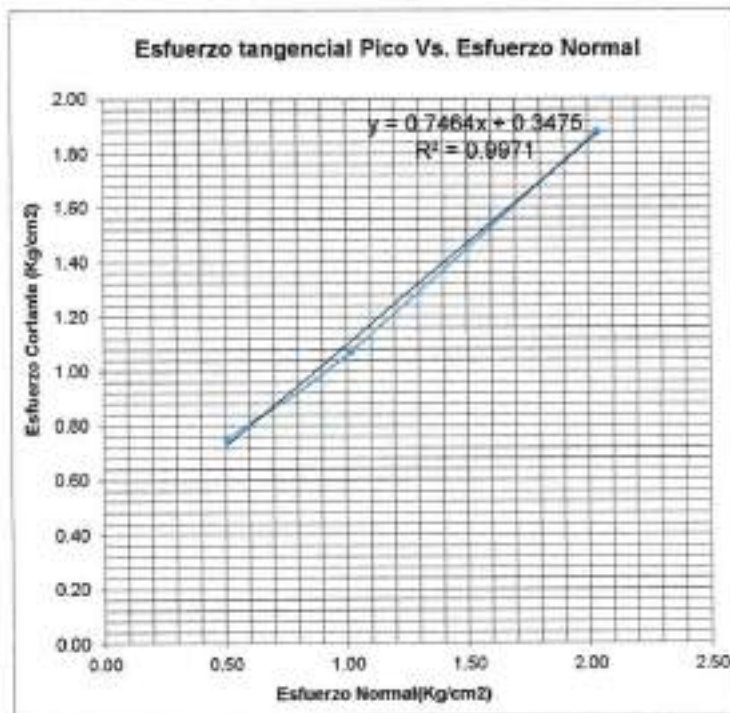
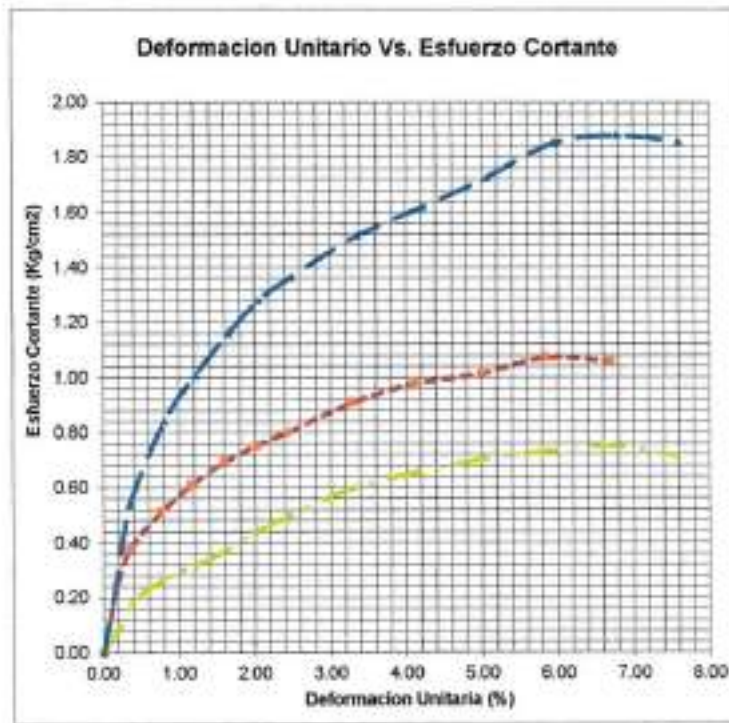
**ENSAYO 3**  $\sigma = 2.04$  Kg/cm<sup>2</sup> Carga 40 Kg

Tempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Volumen (%)	Area Corregida cm <sup>2</sup>	Carga Kg	Deformación Cosecante Kg/cm <sup>2</sup>
0	0.000	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00
0.5	-0.013	0.18	0.30	19.58	5.10	0.26
1	-0.020	0.36	0.99	19.52	10.51	0.54
2	-0.048	0.81	1.35	19.37	16.33	0.84
3	-0.099	1.22	2.03	19.24	19.39	1.01
4	-0.114	1.63	2.75	19.11	22.14	1.16
5	-0.213	2.06	3.43	18.98	24.29	1.28
6	-0.254	2.49	4.15	18.85	25.71	1.36
7	0.258	3.35	5.09	18.60	28.14	1.51
8	-0.432	4.22	7.03	18.36	29.69	1.62
9	-0.467	5.05	8.42	18.11	31.22	1.72
10	-0.493	5.94	9.91	17.87	33.06	1.85
11	-0.511	6.78	11.30	17.64	33.16	1.88
12	-0.508	7.59	12.66	17.43	32.35	1.86



*[Handwritten Signature]*  
REVISO

INGENIERO ALEXIS ARISTIZABAL ARÍAS  
INGENIERO CIVIL  
Especialista en Geotecnia y  
Minería  
APROBO




ING. ALBERTO ARIZCARRAN, ASAR  
 INGENIERO CIVIL  
 Especialista en Geotecnia y  
 Saneamiento

Fecha: 06/22      Obra: Bocanana Las Cano  
Solicitado por:      Localización: Supia  
Descripción de la muestra: Color café claro      Serie:  
Perforación: APIQUE 4      Muestra: 1  
Profundidad: 1.0 m      Peso Específico: 1.384 Gr/cm<sup>3</sup>

**ESFUERZO NORMAL**

Eg/cm <sup>2</sup>
0.00
0.51
1.02
2.04

**ESFUERZO TANGENCIAL**

Eg/cm <sup>2</sup>
0.57
0.85
1.14
1.77

T seco: 1.38 gr      Velocidad:      DIMENSIONES DE LA PROBETA  
y húmedo: 1.74 gr/cm<sup>3</sup>      Humedad: %      LADO (cm): 5  
Cohesión: 0.57 kg/cm<sup>2</sup>      Ang. fricción: 30.31 grados      ALTURA (cm): 2.18  
TIPO DE ENSAYO:      AREA (cm<sup>2</sup>): 19.6349541

**ENSAYO 1**      d = 0.51 kg/cm<sup>2</sup>      Carga: 10 kg

tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación lateral (%)	Area Corregida cm <sup>2</sup>	Carga kg	Esfuerzo Cortante kg/cm <sup>2</sup>
0	0.000	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00
0.5	-0.020	0.23	0.38	19.54	2.55	0.13
1	-0.033	0.43	0.72	19.49	4.99	0.24
2	-0.056	0.84	1.40	19.36	7.86	0.41
3	-0.071	1.24	2.07	19.24	10.10	0.52
4	-0.074	1.60	2.79	19.10	12.14	0.64
5	-0.038	2.11	3.51	18.97	13.78	0.73
6	-0.020	2.51	4.12	18.85	14.80	0.79
7	0.005	3.30	5.43	18.59	15.71	0.85
8	0.023	4.22	7.03	18.35	16.12	0.88
9	0.028	5.05	8.42	18.11	15.10	0.83

**ENSAYO 2**      d = 1.02 kg/cm<sup>2</sup>      Carga: 20 kg

tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación lateral (%)	Area Corregida cm <sup>2</sup>	Carga kg	Esfuerzo Cortante kg/cm <sup>2</sup>
0	0.000	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00
0.5	-0.028	0.20	0.34	19.57	3.88	0.20
1	-0.048	0.41	0.68	19.50	7.04	0.36
2	-0.058	0.81	1.35	19.37	11.33	0.58
3	-0.071	1.22	2.04	19.24	14.39	0.75
4	-0.091	1.65	2.75	19.11	16.63	0.87
5	-0.107	2.13	3.54	18.96	18.78	0.99
6	-0.117	2.49	4.15	18.85	19.69	1.04
7	-0.132	3.35	5.63	18.59	20.83	1.12
8	-0.142	4.22	7.03	18.35	21.22	1.14
9	-0.150	5.03	8.38	18.12	21.02	1.15
10	-0.158	5.92	9.84	17.87	20.41	1.14

**ENSAYO 3**      d = 2.04 kg/cm<sup>2</sup>      Carga: 40 kg

tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación lateral (%)	Area Corregida cm <sup>2</sup>	Carga kg	Esfuerzo Cortante kg/cm <sup>2</sup>
0	0.000	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00
0.5	-0.043	0.18	0.30	19.58	7.35	0.36
1	-0.074	0.34	0.59	19.52	11.43	0.59
2	-0.130	0.74	1.07	19.39	16.84	0.87
3	-0.178	1.22	2.03	19.24	21.33	1.11
4	-0.229	1.63	2.71	19.12	24.69	1.29
5	-0.257	2.03	3.29	18.99	27.55	1.45
6	-0.290	2.44	4.11	18.86	29.59	1.57
7	-0.335	3.33	5.55	18.60	32.14	1.73
8	-0.348	4.22	7.03	18.35	32.45	1.77
9	-0.350	5.00	8.38	18.12	31.33	1.73



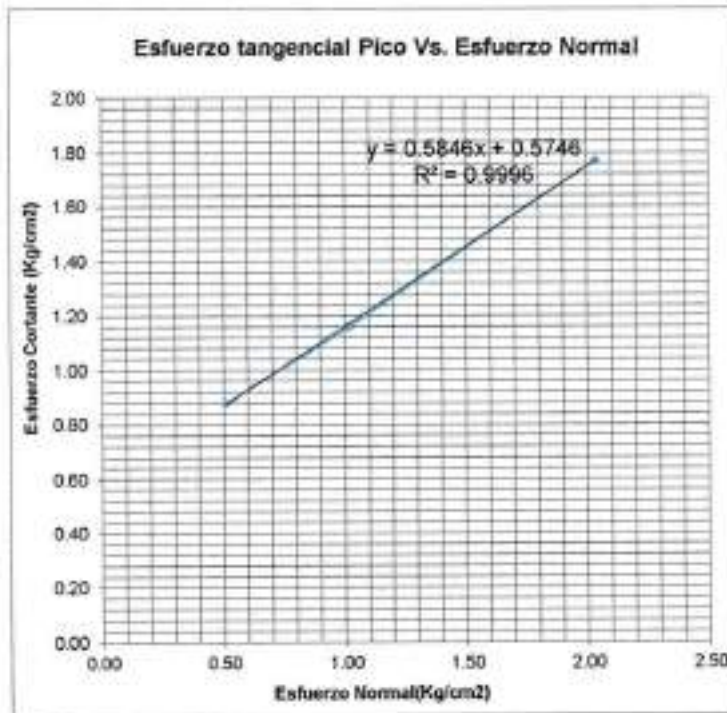
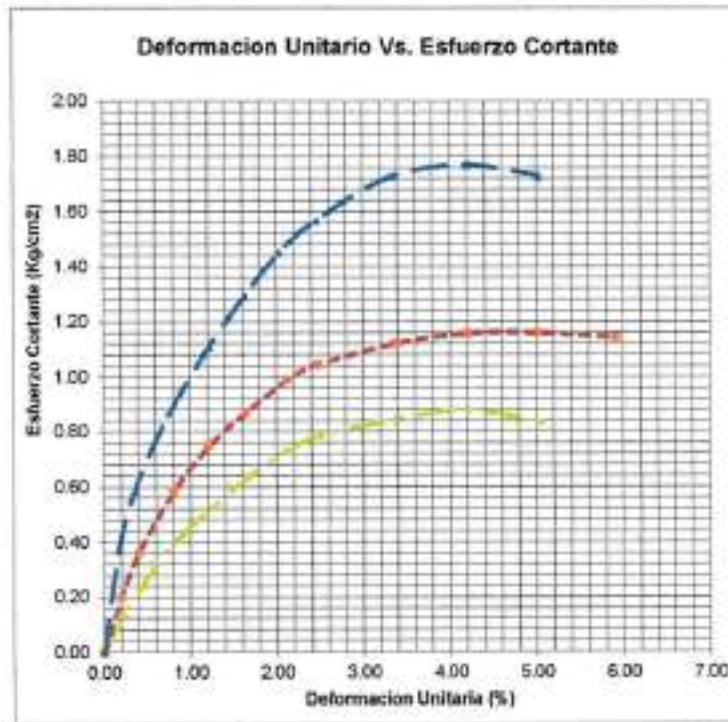
ELABORO

*[Handwritten Signature]*  
REVISO

INGE ALBERTO ARRIETA ARRIETA  
INGENIERO CIVIL  
Especializado en Geotecnia y  
Barridos

APROBO





JOSÉ ALBERTO AMTICIBARI ARSAR  
INGENIERO CIVIL  
Especializado en Estructuras y  
Biosistemas

Fecha: 04/22  
Solicitado por:  
Descripción de la muestra: Color café claro  
Perforación: APIQUE 7  
Profundidad: 1.7 m

Obra:  
Localización: Ecotoma Los Cano  
Santo:  
Muestra: 2  
Peso Específico: 1.272 G/cm<sup>3</sup>

**ESFUERZO NORMAL**

Kg/cm <sup>2</sup>
0.00
0.51
1.02
2.04

**ESFUERZO TANGENCIAL**

Kg/cm <sup>2</sup>
0.25
0.57
0.92
1.45

T seco: 1.27 gr  
y húmedo: 1.70 gr/cm<sup>3</sup>  
Cohesión: 0.25 Kg/cm<sup>2</sup>

Velocidad:  
Humedad: %  
Ang. fricción: 33.12 grados

DIMENSIONES DE LA PRUEBA	
LADO (cm)	5
ALTURA (cm)	2.18
AREA (cm <sup>2</sup> )	19.6249541

**ENSAYO 1**  $\sigma = 0.51$  Kg/cm<sup>2</sup> Carga: 10 Kg

Tempo (min)	Deformación vertical (mm)	Deformación horizontal (mm)	Deformación lateral (%)	Área Comprimida (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Índice Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00
0.5	-0.028	0.23	0.38	19.56	2.65	0.14
1	-0.097	0.46	0.76	19.49	3.78	0.19
2	-0.201	0.86	1.44	19.36	5.41	0.28
3	-0.269	1.27	2.12	19.23	6.63	0.34
4	-0.312	1.70	2.84	19.09	7.45	0.39
5	-0.432	2.11	3.51	18.97	7.74	0.41
6	-0.503	2.51	4.19	18.85	8.47	0.45
7	-0.531	3.28	5.63	18.59	9.49	0.51
8	-0.555	4.19	6.99	18.35	9.90	0.54
9	-0.574	5.05	8.42	18.11	10.31	0.57
10	-0.587	5.84	9.74	17.89	9.69	0.54

**ENSAYO 2**  $\sigma = 1.02$  Kg/cm<sup>2</sup> Carga: 20 Kg

Tempo (min)	Deformación vertical (mm)	Deformación horizontal (mm)	Deformación lateral (%)	Área Comprimida (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Índice Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00
0.5	-0.114	0.23	0.38	19.56	4.80	0.25
1	-0.185	0.46	0.76	19.49	6.63	0.34
2	-0.284	0.86	1.40	19.36	9.08	0.47
3	-0.366	1.24	2.07	19.24	10.92	0.57
4	-0.447	1.70	2.84	19.09	12.24	0.64
5	-0.483	2.06	3.43	18.98	13.27	0.70
6	-0.521	2.46	4.11	18.86	14.08	0.75
7	-0.577	3.23	5.55	18.60	15.20	0.82
8	-0.605	4.17	6.96	18.36	14.80	0.81

**ENSAYO 3**  $\sigma = 2.04$  Kg/cm<sup>2</sup> Carga: 40 Kg

Tempo (min)	Deformación vertical (mm)	Deformación horizontal (mm)	Deformación lateral (%)	Área Comprimida (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Índice Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00
0.5	-0.030	0.23	0.38	19.56	7.55	0.39
1	-0.084	0.44	0.76	19.49	10.82	0.56
2	-0.175	0.86	1.44	19.36	15.10	0.78
3	-0.244	1.27	2.12	19.23	18.47	0.96
4	-0.361	1.70	2.84	19.09	20.41	1.07
5	-0.450	2.11	3.51	18.97	22.35	1.18
6	-0.523	2.51	4.19	18.85	24.18	1.28
7	-0.544	3.28	5.63	18.59	26.22	1.41
8	-0.566	4.22	7.03	18.35	26.53	1.45
9	-0.579	5.00	8.34	18.12	26.82	1.42



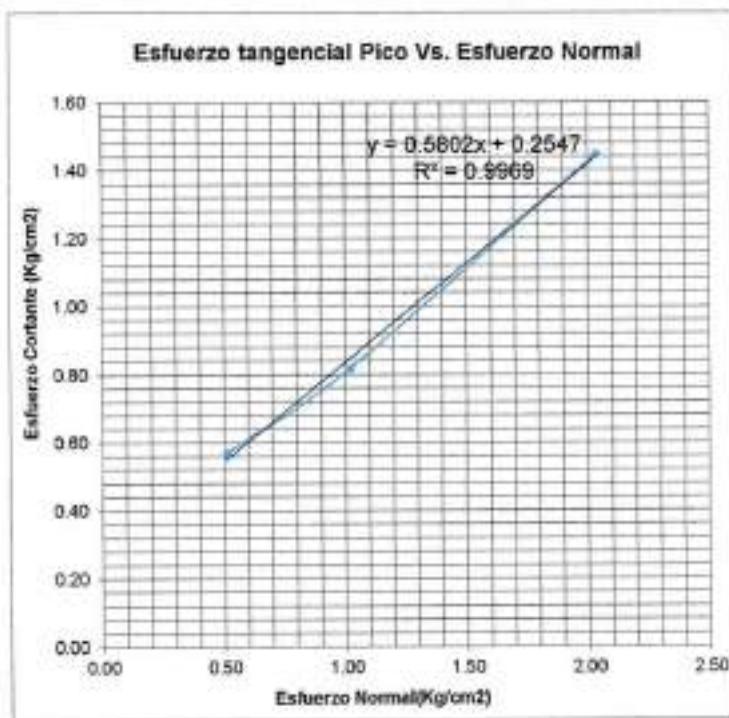
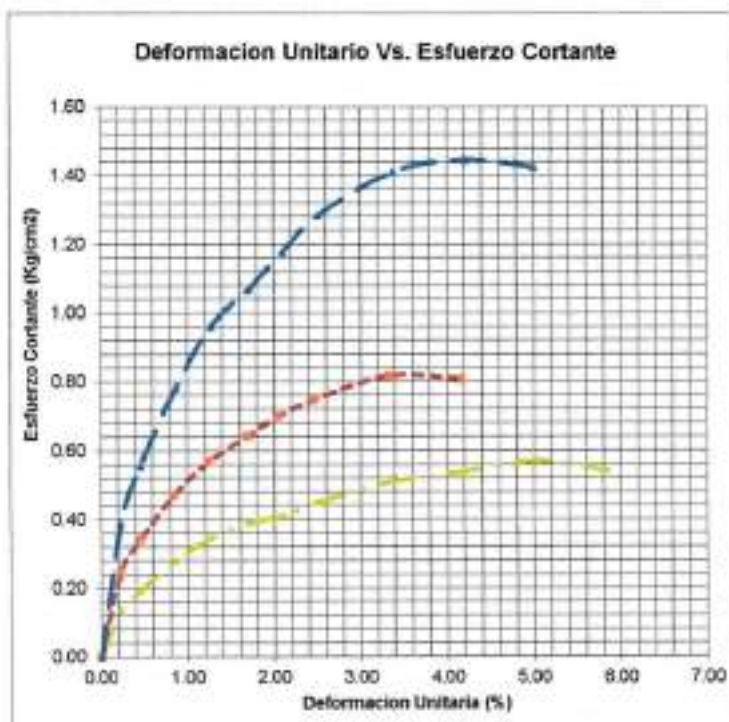
EJECUTO



REVISÓ

INGENIERO CIVIL  
Especialista en Obras y  
Barridos

APROBO

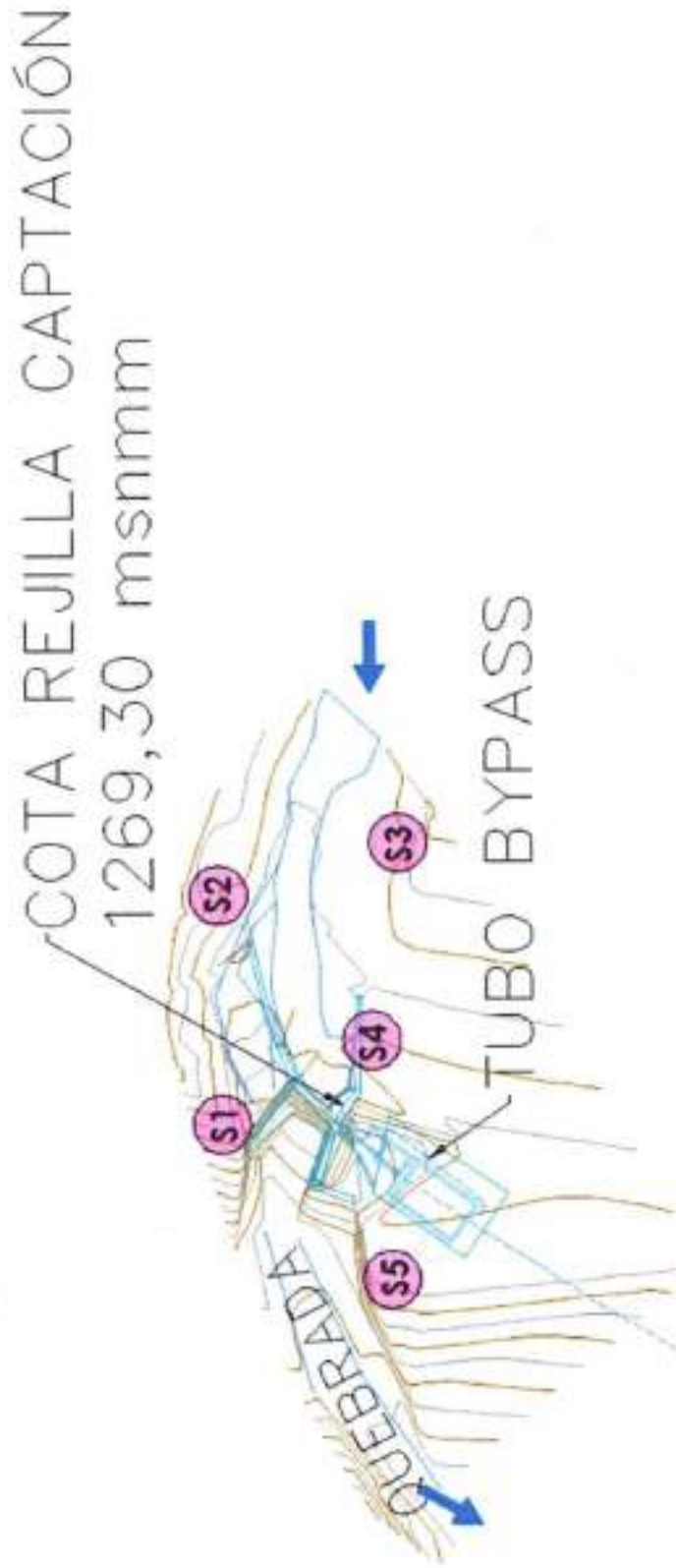


INGENIERO ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA Y ESTRUCTURAS

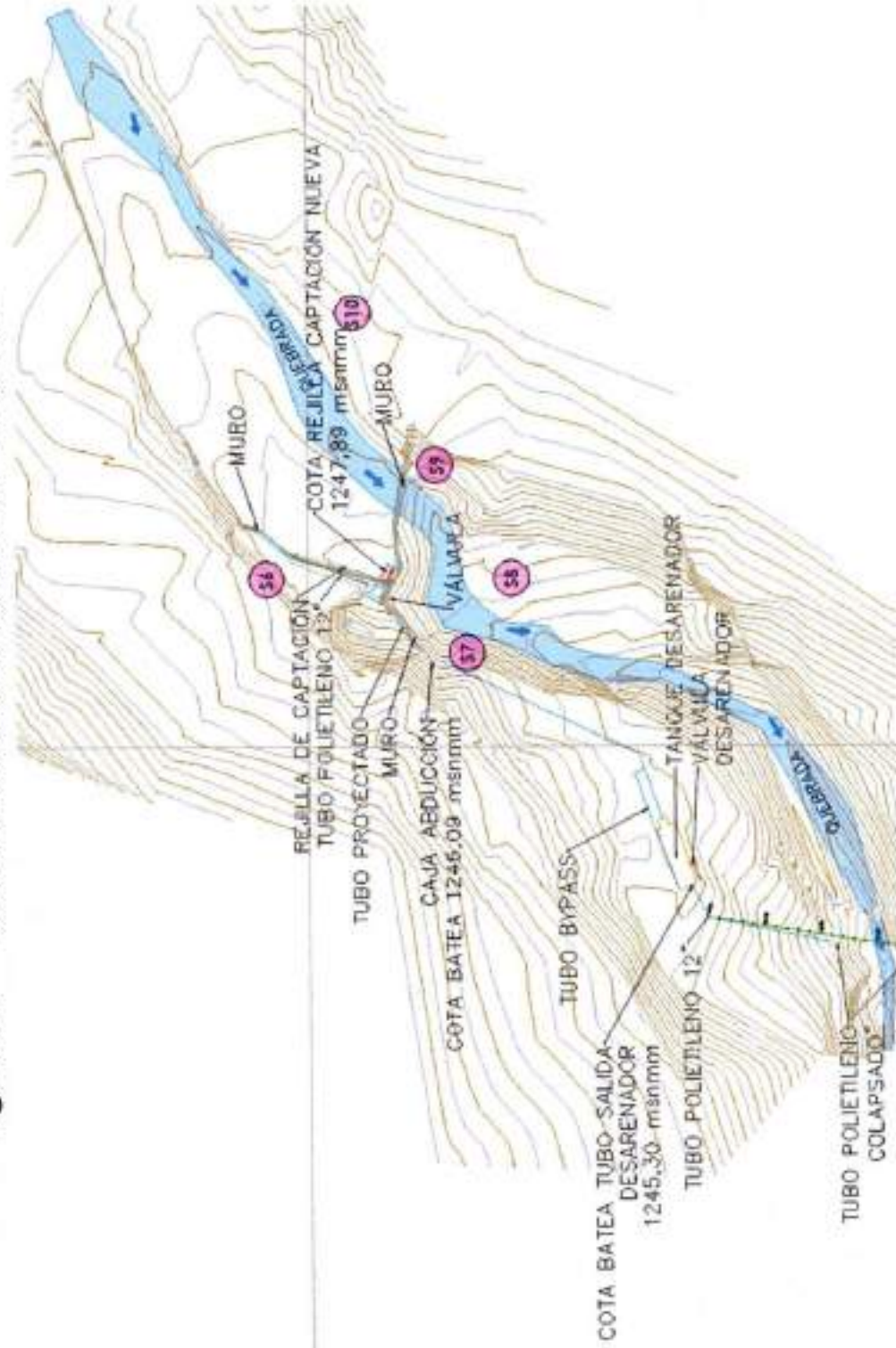


## ANEXO 5. LOCALIZACIÓN DE SONDEOS

**Figura 34.** Localización de sondeos Bocatoma Rapaito



**Figura 35.** Localización de sondeos Bocatoma Los Cano





**ANEXO 6. PLANOS DE OBRAS PROPUESTAS**

**ANEXO 7. PRESUPUESTO Y CANTIDADES APROXIMADAS DE OBRA**



FECHA DE ELABORACIÓN

miércoles, 25 de octubre de 2023

NOMBRE CONSULTORA

QUASAR INGENIEROS CONSULTORES

INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS

CANTIDADES DE OBRA

## OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>1.0</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1.1	Localización y replanteo	Ha	0.31	\$ 30,000,000	\$ 9,366,600
<b>2.0</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	Excavación mecánica en material común	M3	72.99	\$ 14,500	\$ 1,066,350
<b>3.0</b>	<b>OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN LA BOCATOMA</b>				
3.1	Uaves en concreto ciclopeo	M3	73.0	\$ 572,000	\$ 41,750,280
3.2	Muro en concreto reforzado	M3	23.9	\$ 767,500	\$ 18,309,480
3.3	Acero de refuerzo	KG	1202.7	\$ 7,000	\$ 8,419,180
3.4	Vertedero en concreto ciclopeo	M3	192.3	\$ 572,000	\$ 109,992,383
3.5	Piedra pegada para vertedero	M3	100.5	\$ 399,430	\$ 40,128,336
3.6	Enrocado con ligante	M3	259.4	\$ 402,837	\$ 104,475,776
3.7	Uenos con material del sitio	M3	52.8	\$ 25,804	\$ 1,363,070
3.8	Epóxico para anclaje a muro existente	LN	284.0	\$ 15,181	\$ 4,311,404
3.9	Jarillón de protección con material seleccionado del sitio conformado con maquinaria pesada	HR	50.0	\$ 253,000	\$ 12,650,000
3.10	Bombero permanente para Jarillón	M2	513.3	\$ 33,000	\$ 16,938,900
3.11	Dragado	HR	50.0	\$ 253,000	\$ 12,650,000
3.12	Sobreaceroa vehículo no automatiz	M3	548.5	\$ 94,834	\$ 52,015,536

COSTO DIRECTO	\$ 433,429,299.69
ADMINISTRACION (20%)	\$ 86,685,859.94
IMPREVISTOS (5%)	\$ 21,671,464.98
UTILIDADES (5 %)	\$ 21,671,464.98
IVA SOBRE UTILIDAD (19%)	\$ 4,117,578.35
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 567,575,667.94</b>

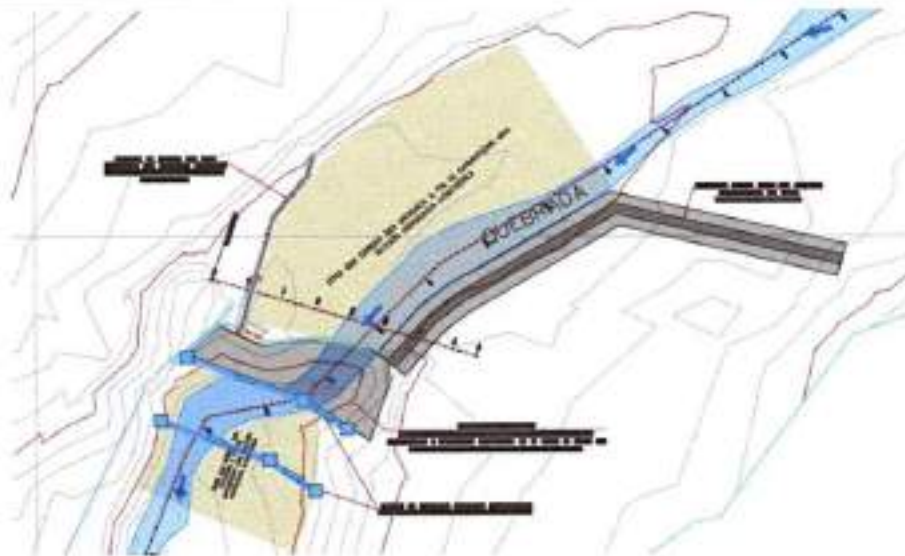


<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAJITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b>					
	<b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO</b>					
<b>FECHA:</b>	25/10/2022					
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	1.1					
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Localización y replanteo					
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	Ha					
Fecha	Localización	Dimensiones			Cantidad parcial	Cantidad acumulada
		Área	Ancho	Alto		
		0.31			0.31	0.31
Elaboró				Aprobó:		

**LOCALIZACIÓN**


<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	2.1
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Excavación mecánica en material común
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M3

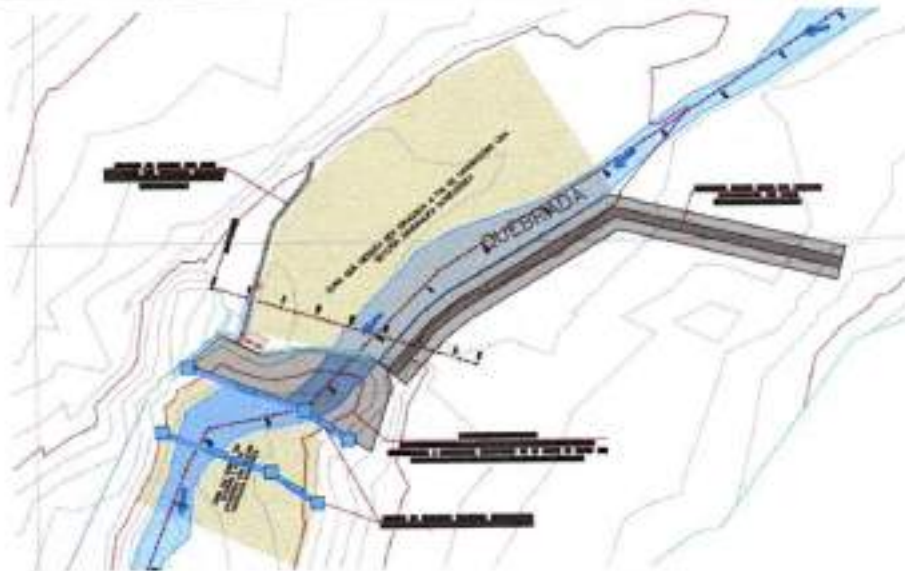
Fecha	Localización	Dimensiones			Cantidad	Cantidad acumulada
		Altura	Ancho	Longitud		
	Excavación para llaves	1.50	1.00	48.66	72.99	72.99
Elaboró				Aprobó:		

**LOCALIZACIÓN**


Nota:

<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.1
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Llaves en concreto ciclopeo
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M3

Fecha	Localización	Dimensiones			Cantidad	Cantidad acumulada
		Altura	Ancho	Longitud		
	llaves	1.50	1.00	46.66	72.99	72.99
Elaboró					Aprobó:	

**LOCALIZACIÓN**


Nota:



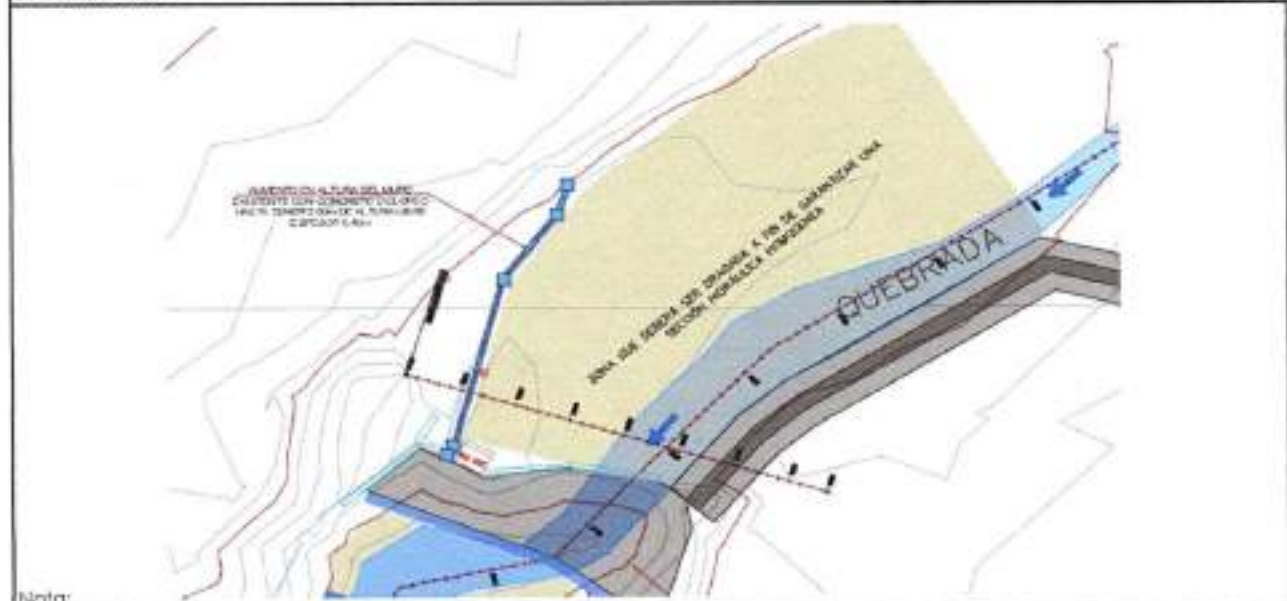
<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.2
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Muro en concreto reforzado
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M3

Fecha	Localización	Dimensiones		Cantidad	Cantidad acumulada
		Área transversal	Longitud		
	Margen derecha	0.8	28.40	22.72	22.72
					<b>23.86</b>

Nota: Se considera desperdicio del 5%

Elaboró

Aprobó:

**LOCALIZACIÓN**


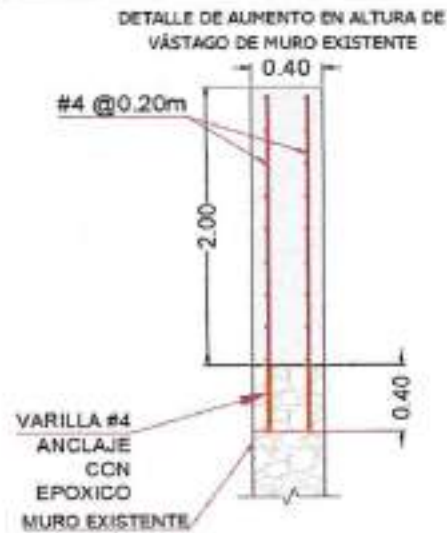
<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.3
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Acero de refuerzo
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	KG

	Localización	Dimensiones			Cantidad	Cantidad acumulada
		Peso (kg/m)	Longitud	cantidad		
refuerzo extensión de vástago	Longitudinal	1.00	28.40	18.00	511.20	511.20
	Transversal	1.00	2.05	284.00	582.20	1093.40
						<b>1202.74</b>

Nota: Se considera desperdicio del 10%

Elaboró

Aprobó:

**LOCALIZACIÓN**


Nota:

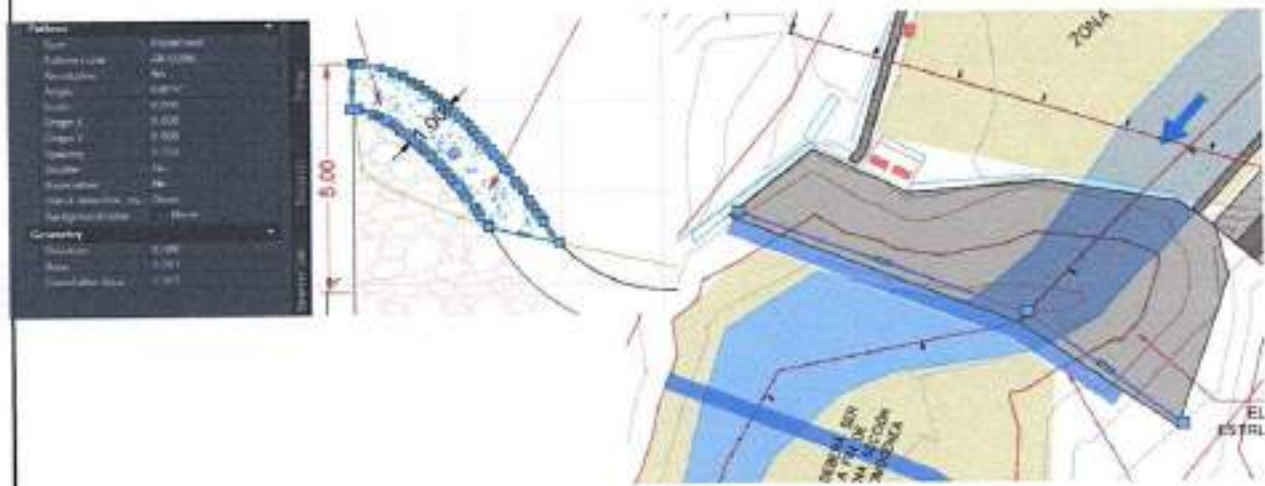
<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.4
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Verfedero en concreto ciclopeo
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M3

Fecha	Localización	Dimensiones		Cantidad	Cantidad acumulada
		Área transversal	Longitud		
	Verfedero	4.90	28.75	183.14	183.14
					<b>192.29</b>

Nota: Se considera desperdicio del 5%

Elaboró

Aprobó:

**LOCALIZACIÓN**


Nota:



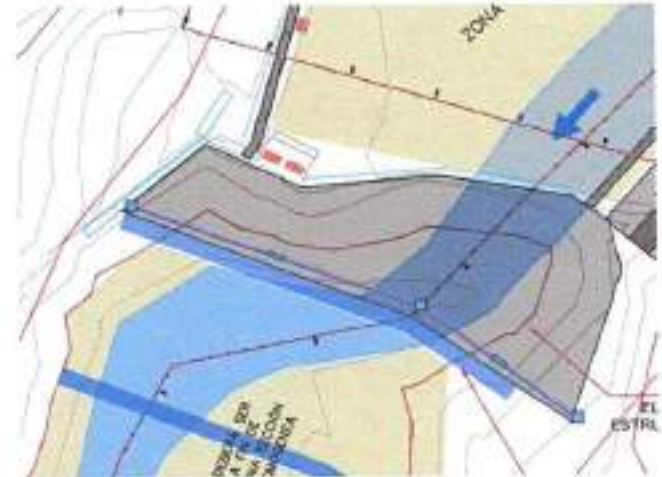
<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.5
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Piedra pegada para vertedero
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M3

Fecha	Localización	Dimensiones		Cantidad	Cantidad acumulada
		Área transversal	Longitud		
	Vertedero	2.56	26.75	95.68	95.68
					<b>100.46</b>

Nota: Se considera desperdicio del 5%

Elaboró

Aprobó:

**LOCALIZACIÓN**


Nota:

**OBJETO :**
**INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS**  
**OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO**
**FECHA:** 25/10/2022

**NÚMERO DEL ÍTEM:** 3.6

**DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:** Enrocado con ligante

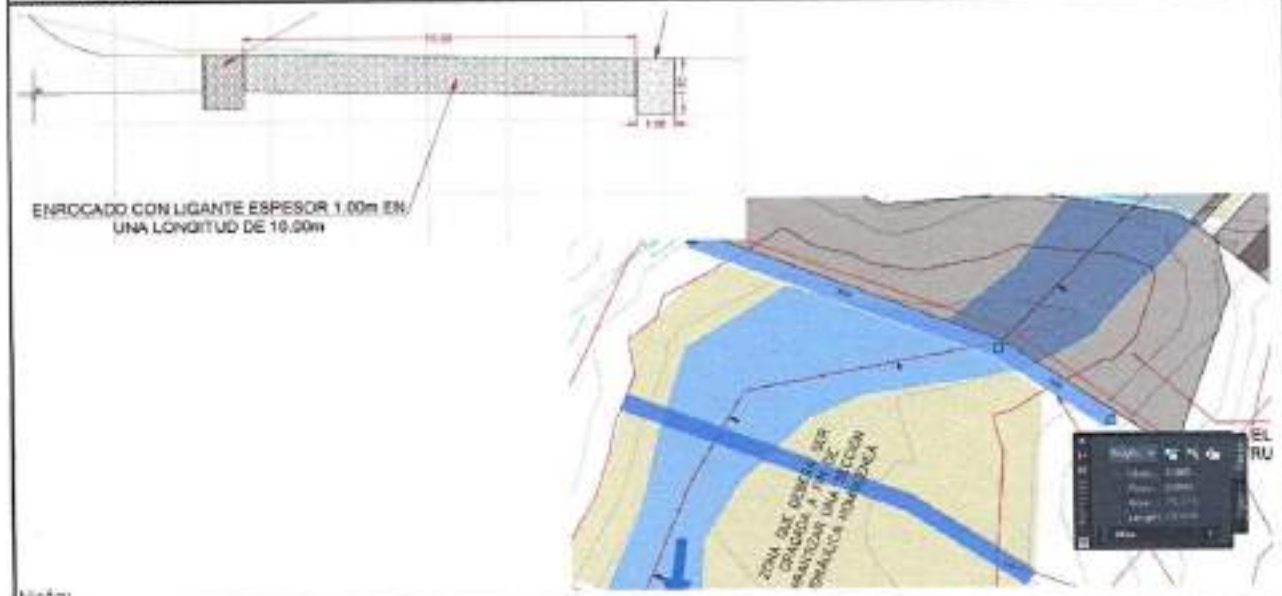
**UNIDAD DE MEDIDA:** M3

Fecha	Localización	Dimensiones			Cantidad	Cantidad acumulada
		Ancho	Longitud	Espesor		
	Enrocado	24.70	10.00	1.00	247.00	247.00
						<b>259.35</b>

Nota: Se considera desperdicio del 5%

Elaboró:

Aprobó:

**LOCALIZACIÓN**


Nota:

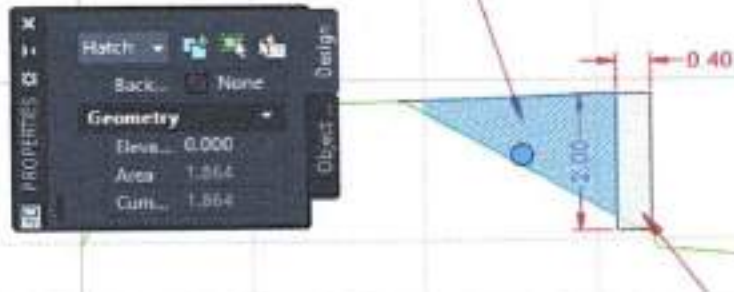
<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.7
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Llenos con material del sitio
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M3

Fecha	Localización	Dimensiones		Cantidad	Cantidad acumulada
		Área transversal	Longitud		
	Llenos para excavación temporal del muro margen derecha	1.86	28.40	52.82	52.82
					52.82

Elaboró: \_\_\_\_\_ Aprobó: \_\_\_\_\_

**LOCALIZACIÓN**

**LLENO CON MATERIAL DEL SITIO**



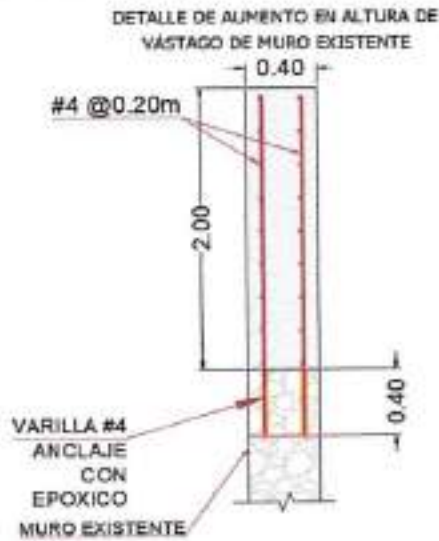
Nota:



<b>OBJETO :</b>	INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.8
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Epóxico para anclaje a muro existente
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	UN

Fecha	Localización	Dimensiones		Cantidad	Cantidad acumulada
		Cantidad			
	Epóxico para anclaje a muro existente	284.00		284.00	284.00
					284.00

Eaboró:	Aprobó:
---------	---------

**LOCALIZACIÓN**


Nota:

**OBJETO :**
**INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS**  
**OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO**
**FECHA:** 25/10/2022

**NÚMERO DEL ÍTEM:** 3.9

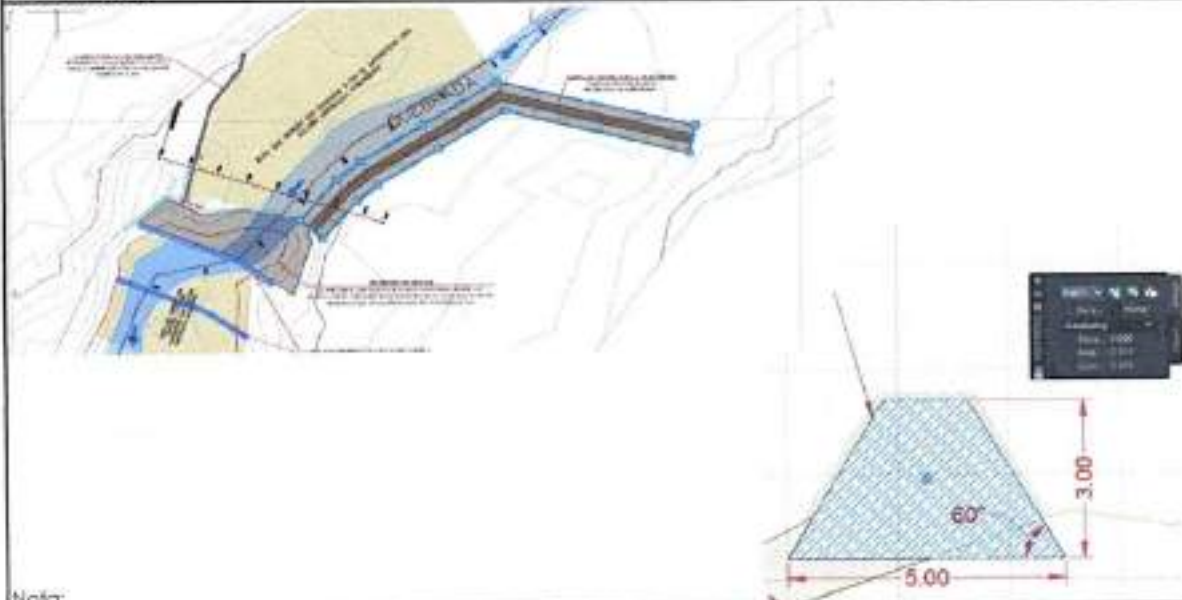
**DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:** Jarillón de protección con material seleccionado del tipo conformado con maquinaria pesada

**UNIDAD DE MEDIDA:** HR

Fecha	Localización	Cantidad	Cantidad acumulada
	Horas máquina para Jarillón margen izquierda	50.00	50.00
			50.00

Elaboró:

Aprobó:

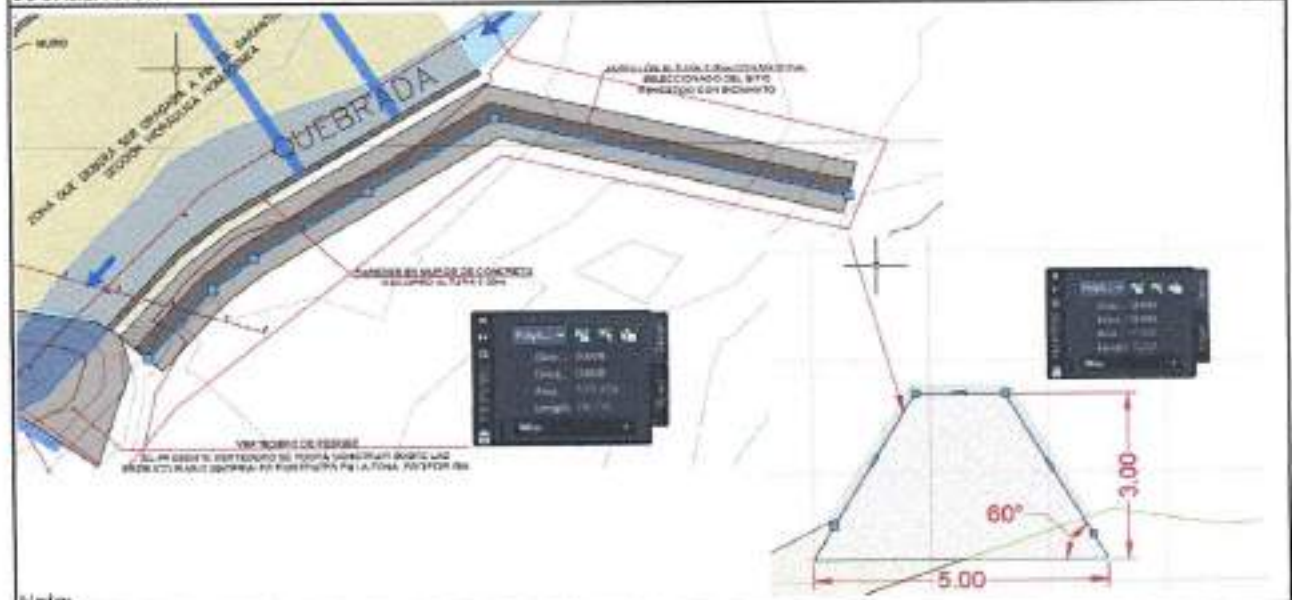
**LOCALIZACIÓN**


Nota:

<b>OBJETO:</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.10
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Biomante permanente para Jarillón
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M2

Fecha	Localización	Dimensiones		Cantidad	Cantidad acumulada
		Long transversal	Longitud		
	Sobre Jarillón margen izquierdo	7.25	70.80	513.30	513.30
					<b>513.30</b>

Elaboró: \_\_\_\_\_ Aprobó: \_\_\_\_\_

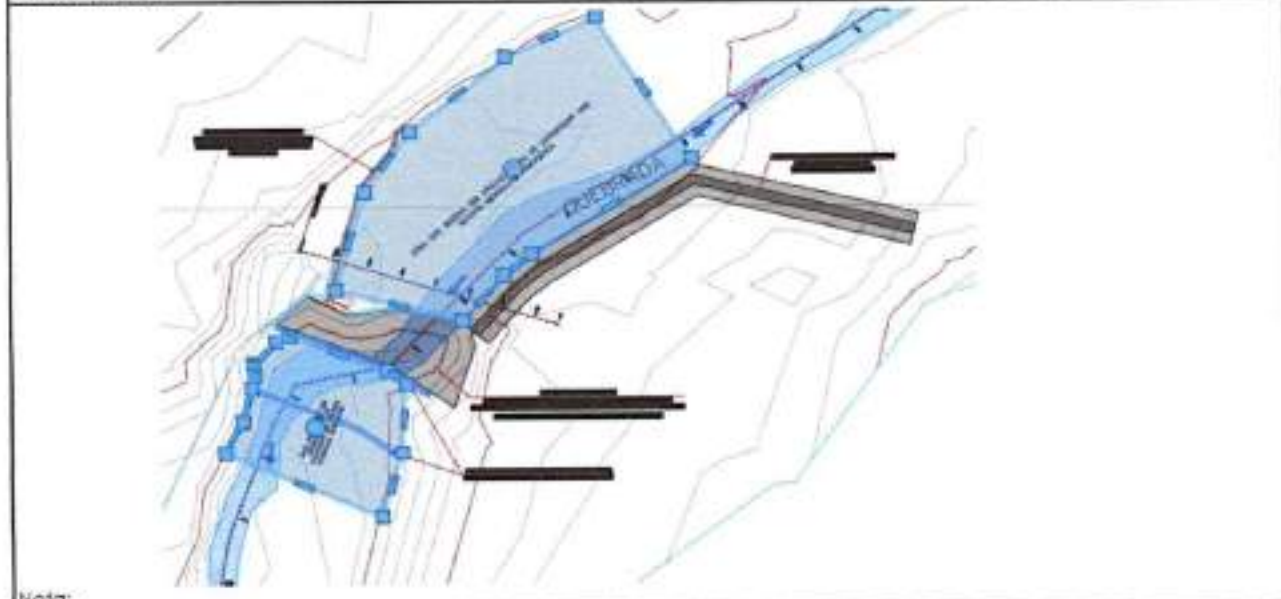
**LOCALIZACIÓN**




<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA LOS CANO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.11
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Dragado
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	HR

Fecha	Localización	Área a dragar	Cantidad	Cantidad acumulada
	aguas arriba y aguas abajo	50.00	50.00	50.00
				<b>50.00</b>

Elaboró: \_\_\_\_\_ Aprobó: \_\_\_\_\_

**LOCALIZACIÓN**


Nota:



FECHA DE ELABORACIÓN

martes, 25 de octubre de 2022

NOMBRE CONSULTORÍA

QASAR INGENIEROS CONSULTORES

**INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS**

PRESUPUESTO APROXIMADO Y CANTIDADES DE OBRA

**OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA RAPAITO**

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.0	<b>PRELIMINARES</b>				
1.1	Localización y replanteo	M0	0.02	\$ 30,000,000	\$ 513,000
2.0	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	Excavación mecánica en material común	M3	33.73	\$ 14,500	\$ 489,052
3.0	<b>OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN LA BOCATOMA</b>				
3.1	Uaves en concreto ciclopeo	M3	5.7	\$ 572,000	\$ 3,260,400
3.2	Muro en concreto ciclopeo	M3	42.0	\$ 614,000	\$ 25,796,059
3.3	Vertedero en concreto ciclopeo	M3	22.0	\$ 572,000	\$ 12,597,885
3.4	Piedra pegada para vertedero	M3	5.0	\$ 399,430	\$ 1,997,150
3.5	Uenos con material del sitio	M3	30.2	\$ 25,804	\$ 779,232
3.6	Sobreacarreo en vehículo no automotor	M3	69.7	\$ 94,834	\$ 6,613,477

COSTO DIRECTO	\$ 52,034,213
ADMINISTRACION (20%)	\$ 10,406,843
IMPREVISTOS (5%)	\$ 2,601,711
UTILIDADES (5%)	\$ 2,601,711
IVA SOBRE UTILIDAD (19%)	\$ 494,325
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 68,138,802.30</b>

<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA RAPAITO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	1.1
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Localización y replanteo
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	Ha

Fecha	Localización	Dimensiones			Cantidad parcial	Cantidad acumulada
		Área	Ancho	Alto		
		0.02			0.02	0.02
						0.02

Elaboró: \_\_\_\_\_ Aprobó: \_\_\_\_\_

**LOCALIZACIÓN**


Nota:

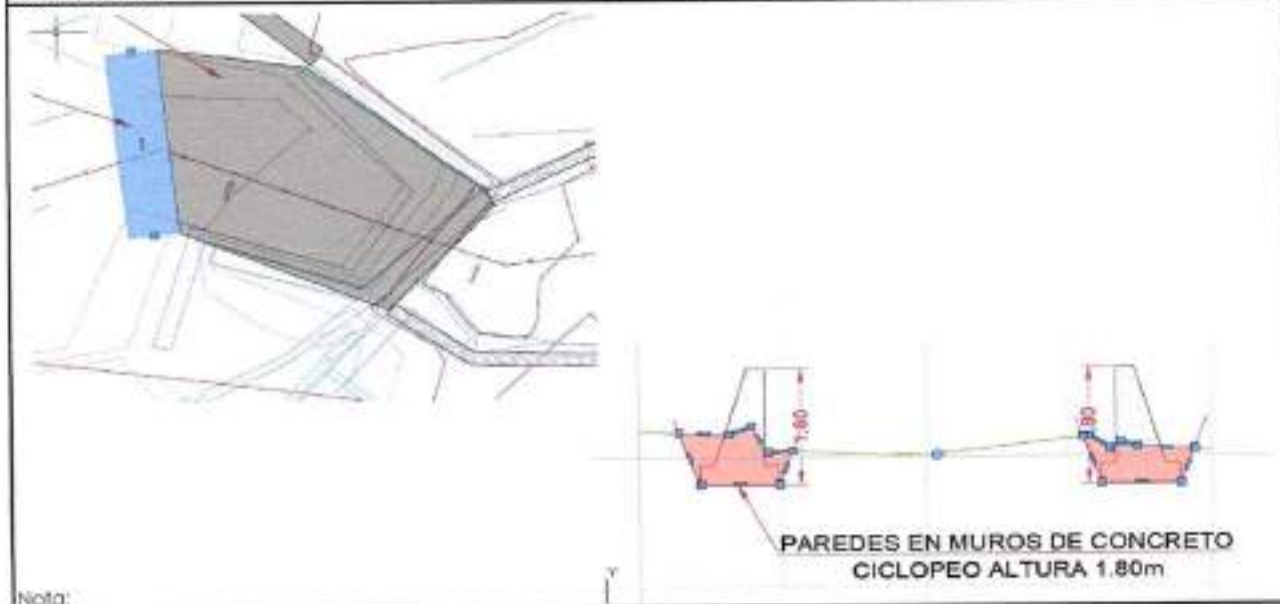


<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA RAPAITO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	2.1
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Excavación mecánica en material común
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M3

Fecha	Localización	Dimensiones			Cantidad	Cantidad acumulada
		Altura	Ancho	Longitud		
	Excavación para llaves	1.50	1.00	3.80	5.70	5.70
		Área		Longitud	Cantidad	
	Excavación para muros margen derecha	0.76		8.00	6.08	11.78
	Excavación para muros margen izquierda	0.97		9.75	9.45	21.23
	Excavación para muro margen derecha aguas abajo	2.50		5.00	12.50	33.73
						<b>33.73</b>

Elaboró:

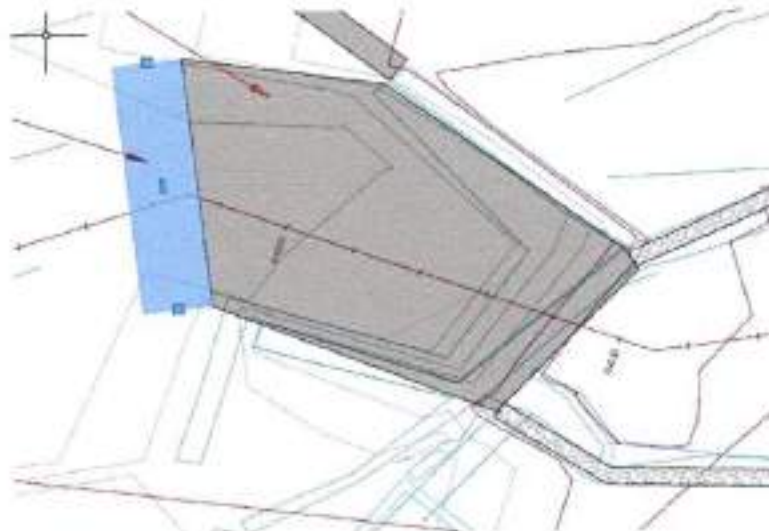
Aprobó:

**LOCALIZACIÓN**


<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA RAPAITO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.1
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Llaves en concreto ciclopeo
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M3

Fecha	Localización	Dimensiones			Cantidad	Cantidad acumulada
		Altura	Ancho	Longitud		
	lavas	1.50	1.00	3.80	5.70	5.70

Elaboró: \_\_\_\_\_ Aprobó: \_\_\_\_\_

**LOCALIZACIÓN**


Nota:

<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA RAPAITO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.2
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Muro en concreto ciclopeo
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M3

Fecha	Localización	Dimensiones		Cantidad	Cantidad acumulada
		Área transversal	Longitud		
	Margen derecha	1.05	8.00	8.40	8.40
	Margen izquierda	1.05	9.75	10.24	18.64
	Agua abajo margen derecha	4.275	5.00	21.38	40.01
					<b>42.01</b>

Nota: Se considera desperdicio del 5%

Elaboró:

Aprobó:

### LOCALIZACIÓN



**DIMENSIONES MURO EN CONCRETO CICLOPEO H=1.80m**

Nota:



<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA RAPAITO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.3
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Verfedero en concreto ciclopeo
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M3

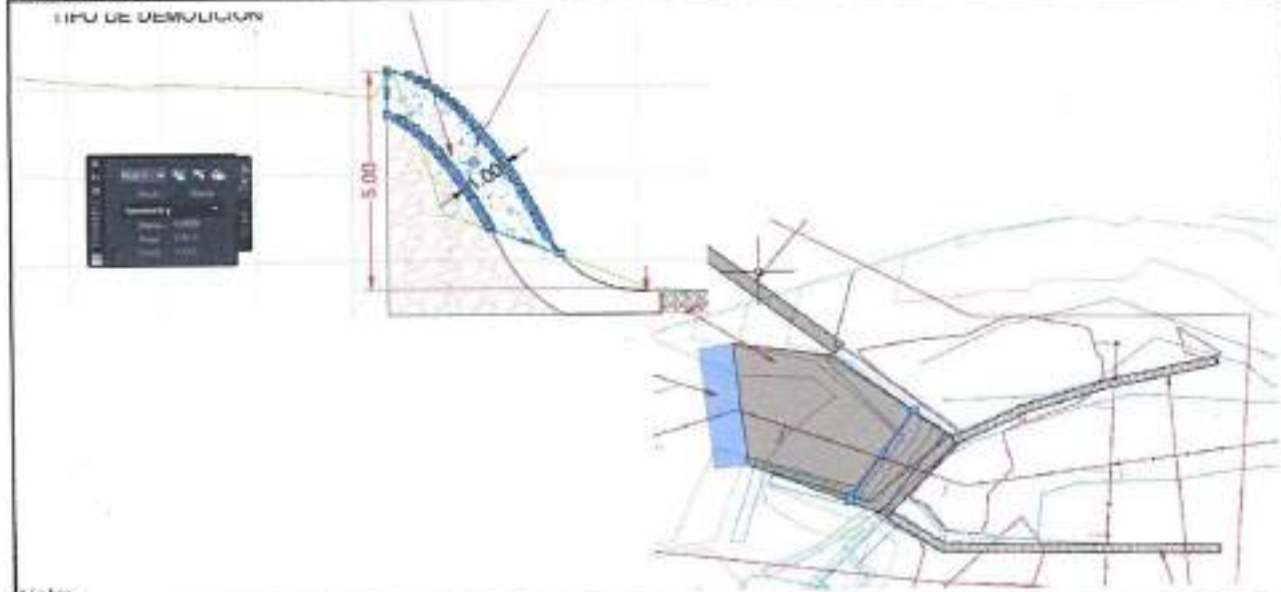
Fecha	Localización	Dimensiones		Cantidad	Cantidad acumulada
		Área transversal	Longitud		
	Verfedero	4.61	3.50	20.98	20.98
					<b>22.02</b>

Nota: Se considera desperdicio del 3%

Elaboró

Aprobó:

**LOCALIZACIÓN**



Nota:

<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA RAPAITO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.4
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Piedra pegada para vertedero
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M3

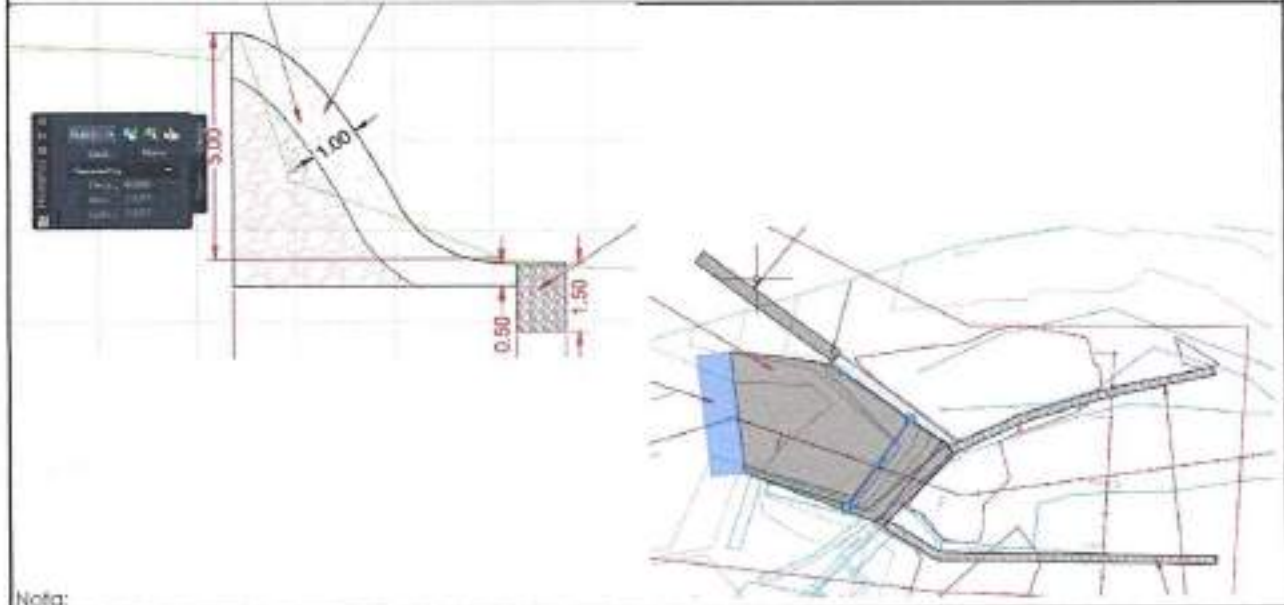
Fecha	Localización	Dimensiones		Cantidad	Cantidad acumulada
		Área transversal	Longitud		
	Vertedero	1.04	3.50	4.73	4.73
					<b>4.97</b>

Nota: Se considera desperdicio del 5%

Elaboró

Aprobó:

**LOCALIZACIÓN**



Nota:

<b>OBJETO :</b>	<b>INFORME 3 - DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS BOCATOMAS LOS CANO Y RAPAITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SUPÍA, CALDAS</b> <b>OBRAS PROPUESTAS BOCATOMA RAPAITO</b>
<b>FECHA:</b>	25/10/2022
<b>NÚMERO DEL ÍTEM:</b>	3.5
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM:</b>	Llenos con material del sitio
<b>UNIDAD DE MEDIDA:</b>	M3

Fecha	Localización	Dimensiones		Cantidad	Cantidad acumulada
		Área transversal	Longitud		
	Excavación para muros margen derecha	0.25	8.00	2.00	2.00
	Excavación para muros margen izquierda	0.33	9.75	3.22	5.22
	Excavación para muro margen derecha aguas abajo	5.00	5.00	25.00	30.22
					<b>30.22</b>

Elaboró: \_\_\_\_\_ Aprobó: \_\_\_\_\_

**LOCALIZACIÓN**
