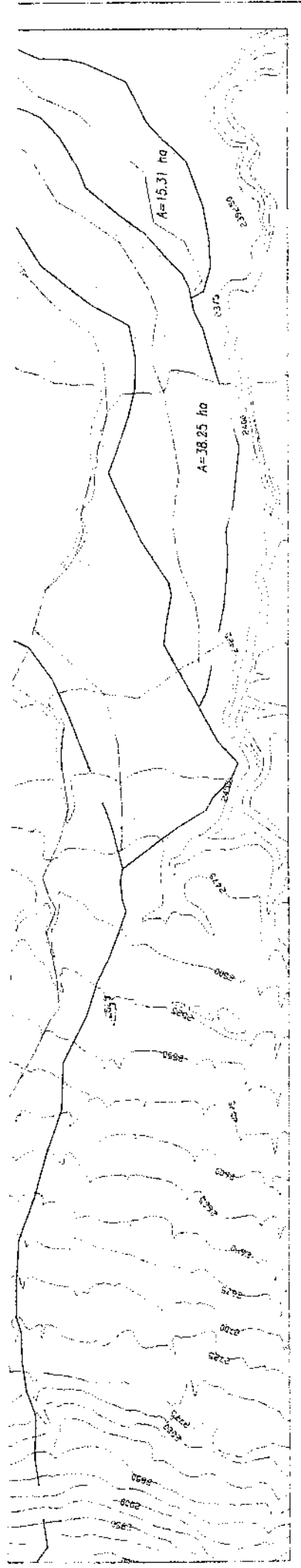
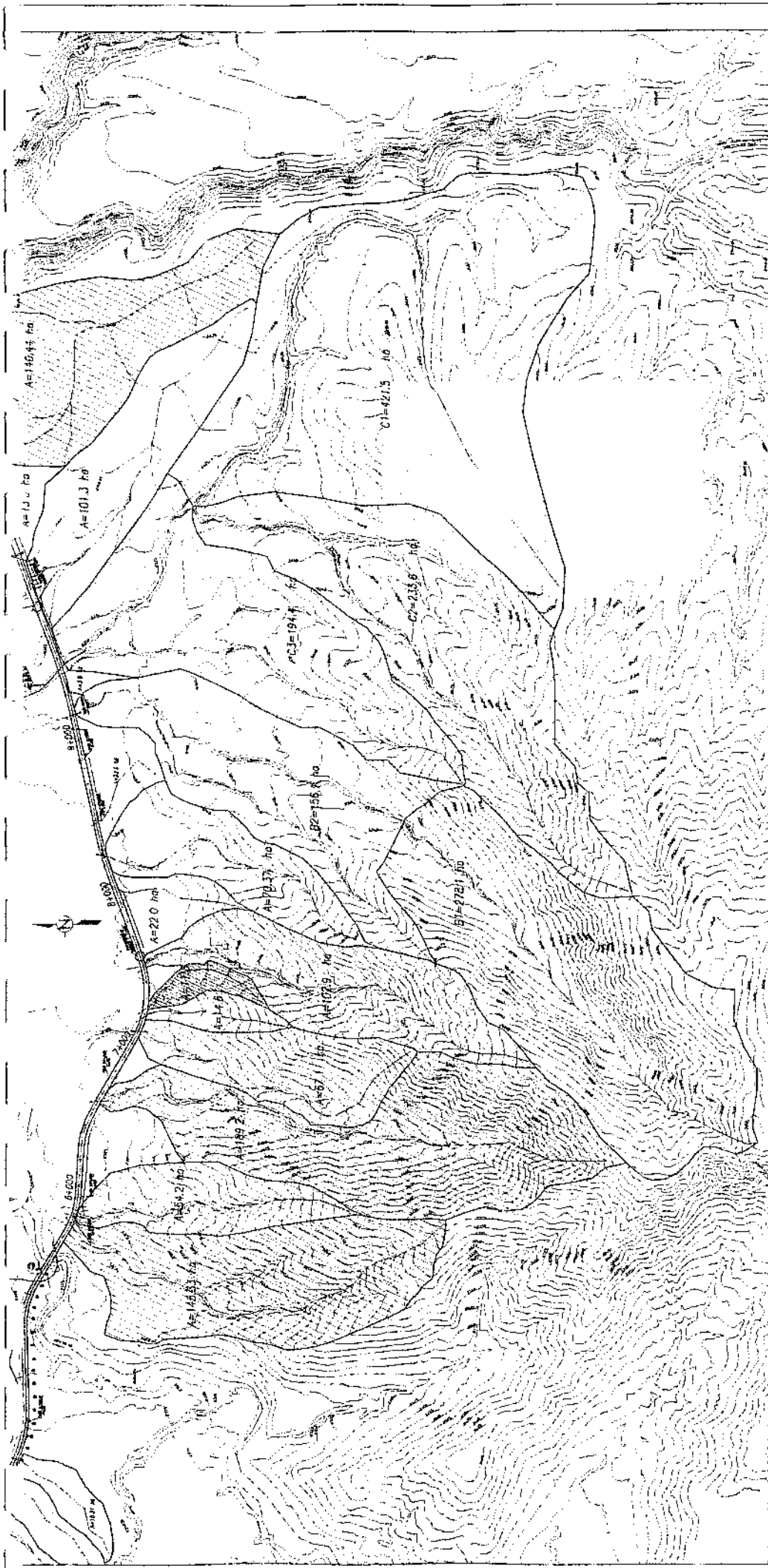


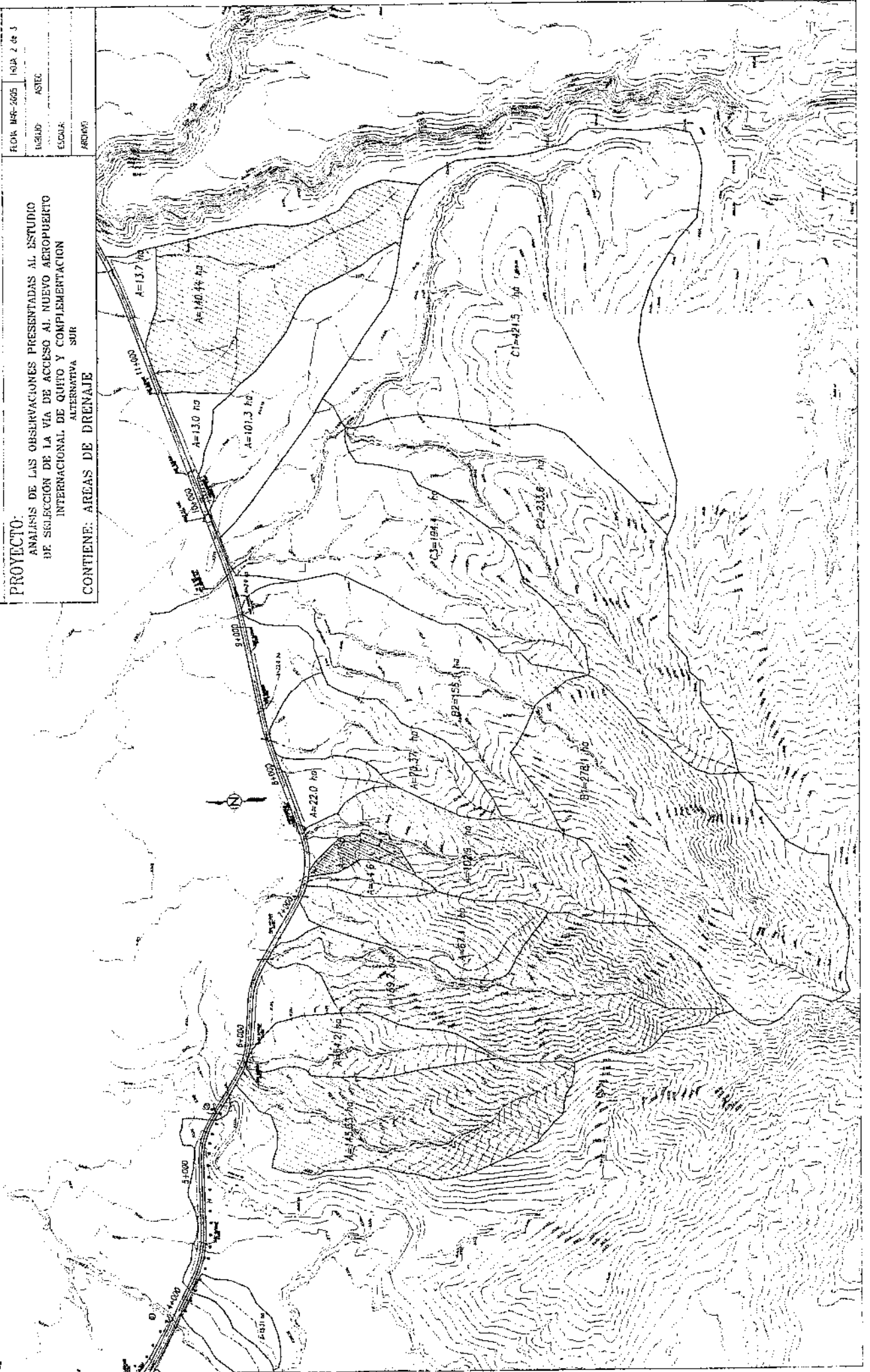
# **ANEXOS**

## **ANEXO 4.1**

### **ESTUDIO HIDROLÓGICO CUADROS Y FIGURAS**

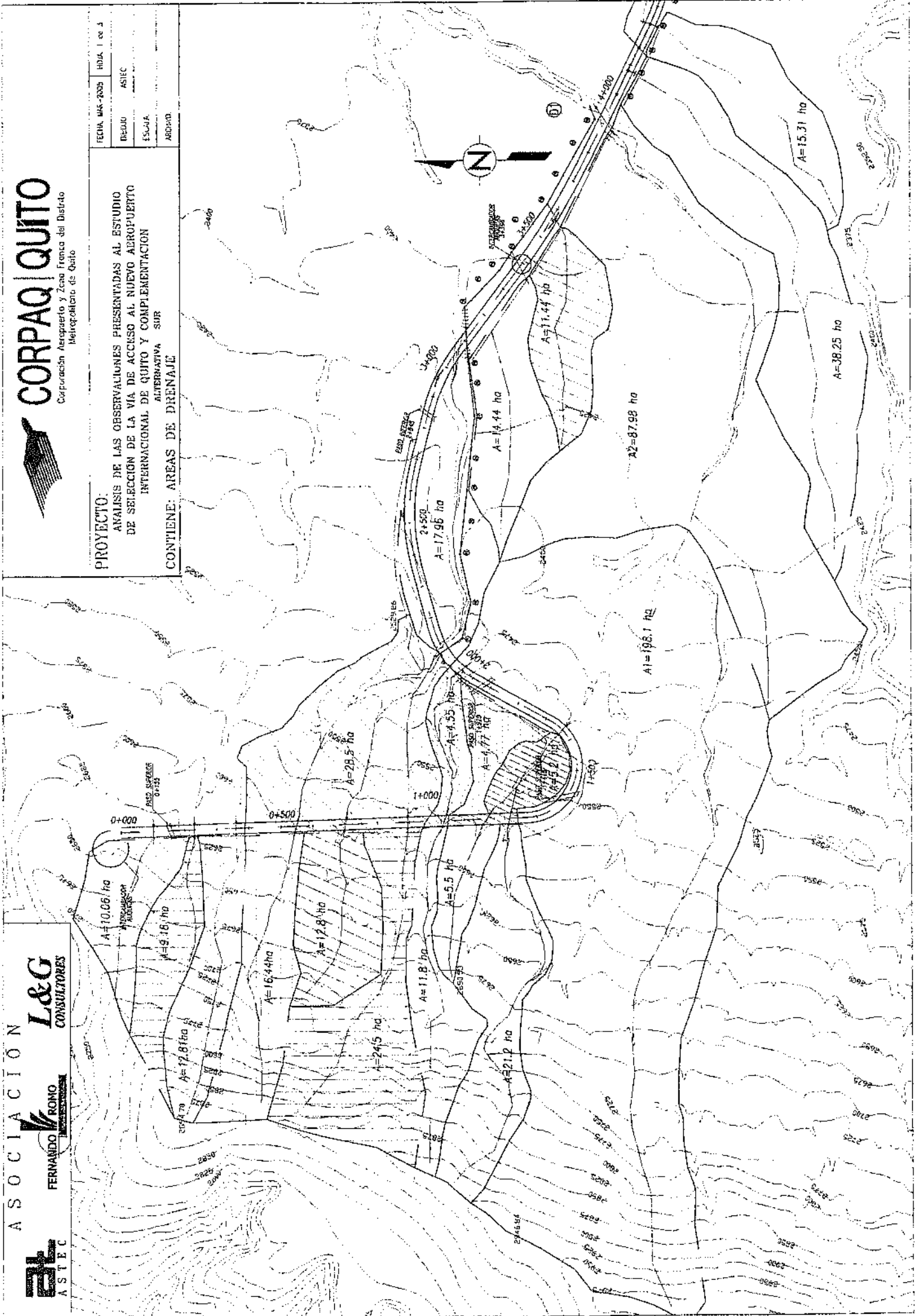


**PROYECTO:**  
 ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES PRESENTADAS AL ESTUDIO  
 DE SELECCION DE LA VIA DE ACCESO AL NUEVO AEROPUERTO  
 INTERNACIONAL DE QUITO Y COMPLEMENTACION  
 ALTERNATIVA SUR  
**CONTIENE: AREAS DE DRENAJE**



FECHA: MAR-2005 H.O.A.: 1 de 3  
 DISEÑO: AS/EC  
 E.S.A./A:  
 ABOGADO:

**PROYECTO:**  
 ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES PRESENTADAS AL ESTUDIO  
 DE SELECCION DE LA VIA DE ACCESO AL NUEVO AEROPUERTO  
 INTERNACIONAL DE QUITO Y COMPLEMENTACION  
 ALTERNATIVA SUR  
**CONTIENE: AREAS DE DRENAJE**

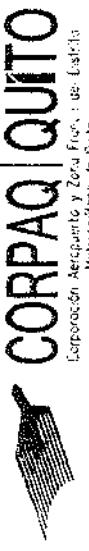




FERNANDO ROMO  
CONSULTORES

L&G  
CONSULTORES

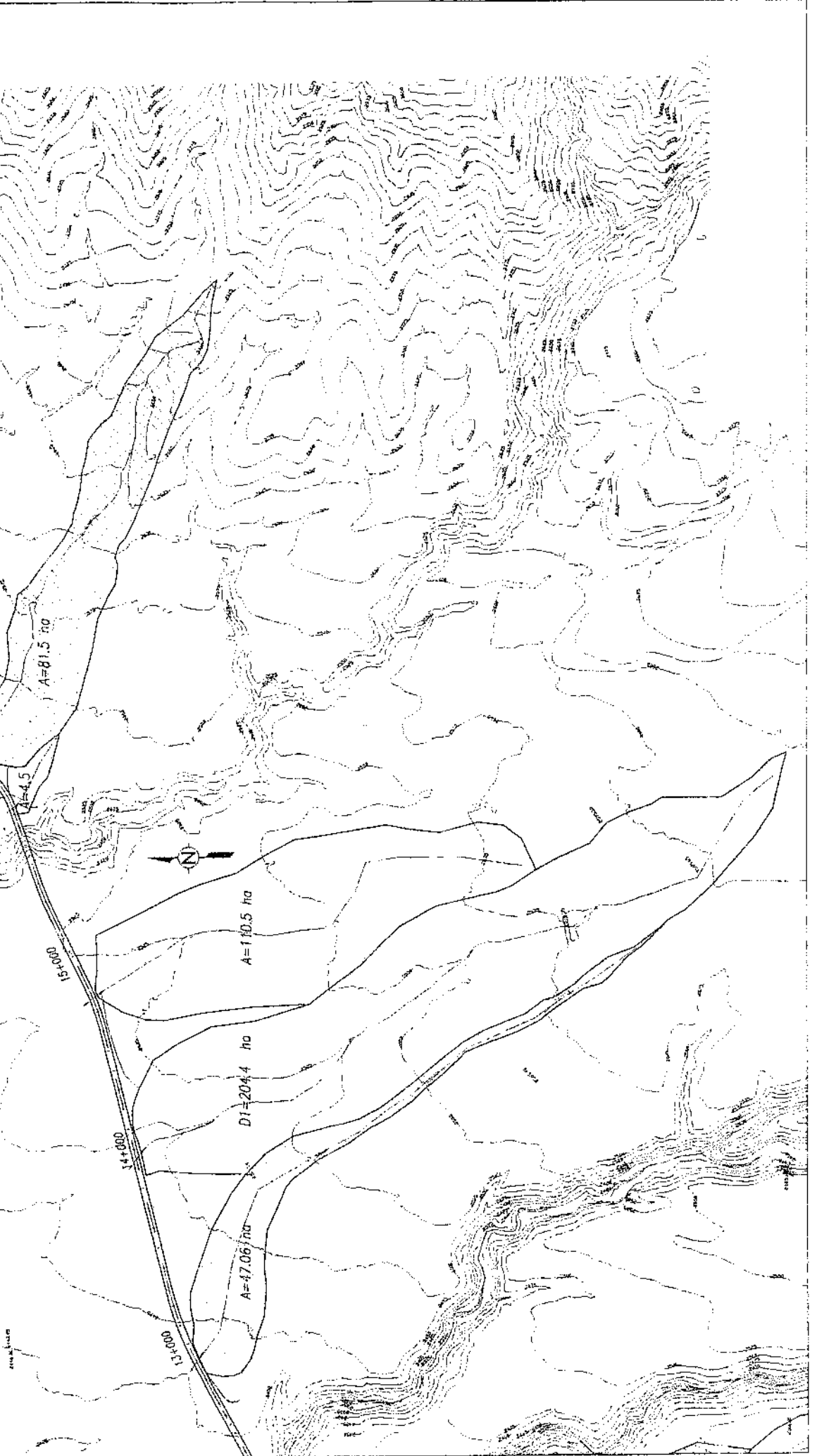
ASOCIACION



Corporación Aeropuerto y Zona Franca de Quito  
Metropolitano de Quito

FECHA: 14/07-2005	HOJA: 3 de 3
ESTUDIO: ASIC	
ESCALA:	
PROYECTO:	

**PROYECTO:**  
ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES PRESENTADAS AL ESTUDIO DE SELECCION DE LA VIA DE ACCESO AL NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL DE QUITO Y COMPLEMENTACION ALTERNATIVA SUR  
**CONTIENE: AREAS DE DRENAJE**



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E HIDROLÓGICAS DE LAS SUBCUENCAS APORTANTES AL ESCURRIMIENTO EN ALCANTARILLAS  
ALTERNATIVA AEROPUERTO SUR

ÁREA ha	Descripción	Abscisa	USO DEL SUELO(%)		CN (H-II-J) CALCULADO	PENDIENTE CUENCA(%)	LONGITUD CAUCE (km)	COTA MAX. m.s.n.m.	COTA MIN. m.s.n.m.	tiempo de concent. (min)	Intensidad (mm/h)	Factor de disminución de Intensidad	Intensidad Promedio (mm/h)	Coeficiente de escurrimiento	Caudal Pico (Met. Racional) (m <sup>3</sup> /s)	Caudal Pico (Hidro.U.Sint.) (m <sup>3</sup> /s)
			Impermeable	Terreno descub.												
10.1	Alcantarilla	0+100	50	10	88	33.0	0.50	2635	6	121.13	1.00	121.13	0.690	1.87		
9.2	Alcantarilla	0+230	50	10	88	64.3	0.42	2895	4	147.23	1.00	147.23	0.690	2.07		
12.8	Alcantarilla	0+350	50	10	88	30.9	0.89	2895	10	99.45	1.00	99.45	0.690	1.95		
16.4	Alcantarilla	0+550	50	10	88	31.4	0.87	2673	10	100.52	1.00	100.52	0.690	2.53		
12.8	Alcantarilla	0+700	50	10	88	22.6	0.58	2730	8	107.56	1.00	107.56	0.690	2.04		
24.5	Alcantarilla	0+855	50	10	88	28.0	1.01	2873	12	93.37	1.00	93.37	0.690	3.51		
11.8	Alcantarilla	1+010	50	10	88	30.0	1.10	2905	7	92.01	1.00	92.01	0.690	1.66		
5.5	Alcantarilla	1+140	50	10	88	23.5	0.49	2690	12	113.99	1.00	113.99	0.690	1.20		
21.2	Alcantarilla	1+215	50	10	88	26.9	1.30	2920	15	84.64	1.00	84.64	0.690	2.75		
31.9	Alcantarilla	1+640	50	10	88	25.2	1.55	2920	19	76.11	1.00	76.11	0.690	4.65		
16.4	Alcantarilla	2+005	50	10	88	26.6	1.60	2920	18	78.09	1.00	78.09	0.690	2.45		
82.24	Alcantarilla	2+090	50	10	88	27.1	1.57	2900	17.2	79.02	1.00	79.02	0.690	12.45		
98.2	Alcantarilla	3+110	50	10	88	19.1	2.62	2900	21	72.02	1.00	72.02	0.690	13.55		
14.4	Alcantarilla	3+385	50	10	88	8.1	0.80	2465	18	76.61	1.00	76.61	0.690	1.70		
11.4	Alcantarilla	3+580	50	10	88	6.9	0.89	2437	18	77.74	1.00	77.74	0.690	1.70		
265.2	Alcantarilla	3+910	50	10	88	15.2	4.06	2975	49	43.13	0.97	42.03	0.690	23.04	25.32	
38.3	bejante	4+080	50	10	88	2.9	1.72	2435	56	39.41	1.00	39.41	0.690	2.89		
15.3	bejante	4+240	0	100	65	1.4	0.88	2395	52	41.45	1.00	41.45	0.628	1.11		
0	bejante	4+720	0	100	86	6.2	0.45	2363	14	86.90	1.00	86.90	0.628	0.15		
5.5	Alcantarilla	5+280	0	100	86	7.7	0.66	2350	15	83.20	1.00	83.20	0.628	0.80		
145.3	Alcantarilla	5+750	10	30	84	18.1	2.70	2780	37	51.74	1.00	51.74	0.586	12.25		
54.2	Alcantarilla	5+840	10	30	84	24.4	1.78	2725	23	69.24	1.00	69.24	0.586	6.02		
189.2	Alcantarilla	6+580	10	30	84	21.3	3.42	3050	41	48.40	1.00	48.40	0.586	14.51		
67.1	Alcantarilla	7+085	10	30	84	22.0	2.02	2775	27	62.80	1.00	62.80	0.586	6.86		
14.6	Alcantarilla	7+180	50	10	88	27.8	0.88	2575	11	97.69	1.00	97.69	0.690	2.73		
11.6	Alcantarilla	7+230	50	10	88	22.7	0.85	2625	12	94.28	1.00	94.28	0.690	2.10		
102.9	Alcantarilla	7+505	10	30	84	23.6	2.69	2975	33	56.17	1.00	56.17	0.586	9.41		
22.0	Alcantarilla	8+025	50	10	88	18.8	0.81	2500	12	92.48	1.00	92.48	0.690	3.90		
70.4	Alcantarilla	8+230	10	30	84	18.4	1.93	2700	26	60.94	1.00	60.94	0.586	6.98		
17.6	Alcantarilla	8+450	50	10	88	9.5	0.65	2410	14	86.03	1.00	86.03	0.690	2.90		
5.0	Alcantarilla	8+045	50	10	88	10.4	0.50	3155	11	96.06	1.00	96.06	0.690	0.92		
434.3	Alcantarilla	9+135	10	30	84	14.6	5.63	2345	73	32.64	0.97	31.80	0.586	22.49	16.67	
849.5	Alcantarilla	9+430	10	30	84	12.2	5.49	3000	79	30.95	0.97	30.14	0.586	41.70	20.87	
101.3	Alcantarilla	9+870	10	30	84	5.7	2.35	2490	59	38.14	1.00	38.14	0.586	6.29		
140.4	Alcantarilla	10+530	10	30	84	4.6	2.40	2515	67	34.78	1.00	34.78	0.586	7.96		
11.4	Alcantarilla	11+950	50	10	88	3.4	0.74	2450	27	62.93	1.00	62.93	0.690	1.38		
47.1	Alcantarilla	12+900	50	10	88	4.5	3.20	2595	75	32.17	1.00	32.17	0.690	2.90		
204.4	Alcantarilla	13+950	50	10	88	3.5	3.85	2625	88	26.23	0.97	25.56	0.690	10.01		
110.5	Alcantarilla	14+770	50	10	88	2.9	2.40	2580	74	32.61	1.00	32.61	0.690	6.90		
4.5	Alcantarilla	15+790	50	10	88	6.0	0.42	2545	13	90.48	1.00	90.48	0.690	0.78		
81.5	Alcantarilla	16+230	50	10	88	8.1	2.84	2750	51	42.51	1.00	42.51	0.690	6.64		

Promedio.

AEROPUERTO

$$I = \frac{556667^{0.06}}{f^{1.06}} \left[ \ln(V+3) \right]^{1.06} \left[ \ln T \right]^{1.06}$$

0.6600

87

Proyecto :ACCESO AL NUEVO AEROPUERTO-ALTERNATIVA SUR

Fecha : 24-MARZO-2005

REPORTE PROGRAMA HIDRO1

D A T O S

Información General

Intervalo de tiempo : .0833 [horas]  
 Número de subcuencas : 8  
 Número de tramos de río : 3  
 Número de reservorios : 0  
 Dato para las subcuencas: Precipitación total  
 Método para pérdidas : S.C.S.  
 Método para el H.U. : Triangular (SCS)  
 Método para el tránsito : Muskingum-Cunge

Información de subcuencas:

Subcuenca	Precipitación	Duración	dvt{*}	# de curva
#	[mm]	[dt]	[dt]	(Huff)
1=A1	44.00	10	0	3
2=A2	44.00	10	0	3
3=B1	39.00	15	0	3
4=B2	39.00	15	0	3
5=C1	40.00	16	0	3
6=C2	40.00	16	0	3
7=C3	40.00	16	0	3
8=D1	42.00	19	0	3

{\*} dvt=Desfase de tiempo relativo al inicio de la simulación

Parámetros para el SCS

Subcuenca	Curva CN	Abstracc.Iniciales
#	#	(coef. $\alpha$ )
1=A1	88	0.20
2=A2	88	0.20
3=B1	84	0.20
4=B2	84	0.20
5=C1	84	0.20
6=C2	84	0.20
7=C3	88	0.20
8=D1	88	0.20

Datos para el H.U. Triangular (SCS)

Subcuenca	Area	Curva CN	Long.Cauce	Pendiente
#	[Km2]	#	[Km]	[%]
1	1.98	88	2.61	22.00
2	0.88	88	2.16	5.00
3	2.78	84	3.13	21.00
4	1.56	84	3.10	15.00
5	4.22	84	5.11	6.00
6	2.34	84	3.96	16.00
7	1.94	88	2.93	13.00
8	2.04	88	3.85	4.00

Información de tramos de río

Datos para el tránsito (Muskingum-Cunge)

Tramo	Veloc.media	Long.Tramo	Parámetro X	Parámetro K
#	[m/s]	[Km]		[h]
1	4.00	1.48	0.25	0.13
2	5.80	2.40	0.25	0.15
3	4.00	1.36	0.25	0.12

Proceso de simulación:

Rutina	Elemento	Código de impresión
Hidrograma	1	1



Tránsito	1	1
Hidrograma	2	1
Combinación	1	1
Hidrograma	3	1
Tránsito	2	1
Hidrograma	4	1
Combinación	2	1
Hidrograma	5	1
Hidrograma	6	1
Combinación	3	1
Tránsito	3	1
Hidrograma	7	1
Combinación	4	1
Hidrograma	8	1

### RESULTADOS

#### CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 1=A1

Método: Huff

Método: S.C.S.

Precipitación total = 44.00 [mm]

Precipitación efectiva = 22.92 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.00	0.00
0.08	0.26
0.17	1.60
0.25	4.64
0.33	9.28
0.42	14.61
0.50	18.79
0.58	20.53
0.67	19.84
0.75	17.43
0.83	14.20
0.92	10.67
1.00	7.29
1.08	4.71
1.17	2.86
1.25	1.69
1.33	1.06

Caudal pico = 20.53 [m3/s]

Tiempo pico = 0.58 [h]

Volumen = 4.5197E+04 [m3]

#### CALCULO DEL HIDROGRAMA TRANSITADO: TRAMO DE RIO 1

Método: Muskingum-Cunge

Tiempo [h]	Hidrog. Entrada [m3/s]	Hidrog. Salida [m3/s]
0.00	0.00	0.00
0.08	0.26	0.00
0.17	1.60	0.02
0.25	4.64	0.24
0.33	9.28	1.21
0.42	14.61	3.48
0.50	18.79	7.18
0.58	20.53	11.77
0.67	19.84	15.98

0.75	17.43	18.61
0.83	14.20	19.19
0.92	10.67	17.97
1.00	7.29	15.56
1.08	4.71	12.50
1.17	2.86	9.30
1.25	1.69	6.50
1.33	1.06	4.30
1.42	0.69	2.74
1.50	0.41	1.73

Caudal pico de entrada = 20.53 [m3/s]  
Tiempo pico de entrada = 0.58 [h]  
Volumen de entrada = 4.5197E+04 [m3]

Caudal pico de salida = 19.19 [m3/s]  
Tiempo pico de salida = 0.83 [h]  
Volumen de salida = 4.5193E+04 [m3]

**CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 2=A2**

Método: H u f f

Método: S.C.S.

Precipitación total = 44.00 [mm]

Precipitación efectiva = 22.92 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.00	0.00
0.08	0.04
0.17	0.25
0.25	0.71
0.33	1.42
0.42	2.32
0.50	3.31
0.58	4.34
0.67	5.28
0.75	5.90
0.83	6.13
0.92	6.01
1.00	5.65
1.08	5.15
1.17	4.60
1.25	4.04
1.33	3.44
1.42	2.78
1.50	2.09
1.58	1.41
1.67	0.87
1.75	0.51
1.83	0.30
1.92	0.18

Caudal pico = 6.13 [m3/s]  
Tiempo pico = 0.83 [h]  
Volumen = 2.0085E+04 [m3]

**SUMA DE LOS DOS ULTIMOS HIDROGRAMAS: COMBINACION N° 1**

Tiempo [h]	Hidrog. (A) [m3/s]	Hidrog. (B) [m3/s]	Hidrog. (A+B) [m3/s]
0.00	0.00	0.00	0.00
0.08	0.04	0.00	0.04

0.17	0.25	0.02	0.26
0.25	0.71	0.24	0.35
0.33	1.42	1.21	2.63
0.42	2.32	3.48	5.80
0.50	3.31	7.18	10.49
0.58	4.34	11.77	16.11
0.67	5.28	15.98	21.26
0.75	5.90	18.61	24.51
0.83	6.13	19.19	25.32
0.92	6.01	17.97	23.99
1.00	5.65	15.56	21.21
1.08	5.15	12.50	17.65
1.17	4.60	9.30	13.90
1.25	4.04	6.50	10.54
1.33	3.44	4.30	7.74
1.42	2.78	2.74	5.52
1.50	2.09	1.73	3.83
1.58	1.41	1.11	2.52
1.67	0.87	0.69	1.56
1.75	0.51	0.37	0.88
1.83	0.30	0.15	0.45
1.92	0.18	0.06	0.25
2.00	0.12	0.03	0.15

Caudal pico de (A) = 6.13 [m3/s]  
Tiempo pico de (A) = 0.83 [h]  
Volumen de (A) = 2.0085E+04 [m3]

Caudal pico de (B) = 19.19 [m3/s]  
Tiempo pico de (B) = 0.83 [h]  
Volumen de (B) = 4.5193E+04 [m3]

Caudal pico de (A+B) = 25.32 [m3/s]  
Tiempo pico de (A+B) = 0.83 [h]  
Volumen de (A+B) = 6.5278E+04 [m3]

**CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 3=B1**

Método: Huff

Método: S.C.S.

Precipitación total = 39.00 [mm]

Precipitación efectiva = 12.71 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.08	0.00
0.17	0.08
0.25	0.45
0.33	1.32
0.42	2.74
0.50	4.68
0.58	6.96
0.67	9.16
0.75	10.79
0.83	11.65
0.92	11.69
1.00	11.06
1.08	9.94
1.17	8.55
1.25	7.03
1.33	5.50

1.42	4.17
1.50	3.12
1.58	2.34
1.67	1.73
1.75	1.25
1.83	0.93
1.92	0.71
2.00	0.53

Caudal pico = 11.69 [m3/s]

Tiempo pico = 0.92 [h]

Volumen = 3.5107E+04 [m3]

**CALCULO DEL HIDROGRAMA TRANSITADO: TRAMO DE RIO 2**

Método: Muskingum-Cunge

Tiempo [h]	Hidrog. Entrada [m3/s]	Hidrog. Salida [m3/s]
0.08	0.00	0.00
0.17	0.08	0.00
0.25	0.45	0.00
0.33	1.32	0.05
0.42	2.74	0.29
0.50	4.68	0.88
0.58	6.96	1.94
0.67	9.16	3.48
0.75	10.79	5.42
0.83	11.65	7.49
0.92	11.69	9.30
1.00	11.06	10.57
1.08	9.94	11.16
1.17	8.55	11.08
1.25	7.03	10.43
1.33	5.50	9.37
1.42	4.17	8.06
1.50	3.12	6.64
1.58	2.34	5.28
1.67	1.73	4.09
1.75	1.25	3.13
1.83	0.93	2.36
1.92	0.71	1.75
2.00	0.53	1.30
2.08	0.37	0.97
2.17	0.22	0.73
2.25	0.09	0.53
2.33	0.00	0.36
2.42	0.00	0.21

Caudal pico de entrada = 11.69 [m3/s]

Tiempo pico de entrada = 0.92 [h]

Volumen de entrada = 3.5107E+04 [m3]

Caudal pico de salida = 11.16 [m3/s]

Tiempo pico de salida = 1.08 [h]

Volumen de salida = 3.5106E+04 [m3]

**CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 4=B2**

Método: Huff

Método: S.C.S.

Precipitación total = 39.00 [mm]

Precipitación efectiva = 12.71 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
------------	---------------

0.08	0.00
0.17	0.03
0.25	0.19
0.33	0.55
0.42	1.15
0.50	1.96
0.58	2.95
0.67	4.01
0.75	4.96
0.83	5.63
0.92	5.93
1.00	5.91
1.08	5.61
1.17	5.14
1.25	4.57
1.33	3.97
1.42	3.33
1.50	2.69
1.58	2.10
1.67	1.59
1.75	1.16
1.83	0.81
1.92	0.58
2.00	0.42
2.08	0.32
2.17	0.24

Caudal pico = 5.93 [m3/s]

Tiempo pico = 0.92 [h]

Volumen = 1.9839E+04 [m3]

**SUMA DE LOS DOS DOS ULTIMOS HIDROGRAMAS: COMBINACION N° 2**

Tiempo [h]	Hidrog. (A) [m3/s]	Hidrog. (B) [m3/s]	Hidrog. (A+B) [m3/s]
0.08	0.00	0.00	0.00
0.17	0.03	0.00	0.03
0.25	0.19	0.00	0.19
0.33	0.55	0.05	0.60
0.42	1.15	0.29	1.44
0.50	1.96	0.88	2.85
0.58	2.95	1.94	4.89
0.67	4.01	3.48	7.50
0.75	4.96	5.42	10.39
0.83	5.63	7.49	13.11
0.92	5.93	9.30	15.23
1.00	5.91	10.57	16.47
1.08	5.61	11.16	16.77
1.17	5.14	11.08	16.21
1.25	4.57	10.43	15.00
1.33	3.97	9.37	13.34
1.42	3.33	8.06	11.39
1.50	2.69	6.64	9.34
1.58	2.10	5.28	7.38
1.67	1.59	4.09	5.68
1.75	1.16	3.13	4.29
1.83	0.81	2.36	3.18
1.92	0.58	1.75	2.33
2.00	0.42	1.30	1.72
2.08	0.32	0.97	1.29
2.17	0.24	0.73	0.97

2.25	0.17	0.53	0.71
2.33	0.11	0.36	0.47
2.42	0.06	0.21	0.27
Caudal pico de (A)	=	5.93 [m3/s]	
Tiempo pico de (A)	=	0.92 [h]	
Volumen de (A)	=	1.9839E+04 [m3]	
Caudal pico de (B)	=	11.16 [m3/s]	
Tiempo pico de (B)	=	1.08 [h]	
Volumen de (B)	=	3.5106E+04 [m3]	
Caudal pico de (A+B)	=	16.77 [m3/s]	
Tiempo pico de (A+B)	=	1.08 [h]	
Volumen de (A+B)	=	5.4945E+04 [m3]	

**CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 5=C1**

Método: Huff

Método: S.C.S.

Precipitación total = 40.00 [mm]

Precipitación efectiva = 13.28 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.08	0.00
0.17	0.01
0.25	0.08
0.33	0.26
0.42	0.56
0.50	0.97
0.58	1.49
0.67	2.08
0.75	2.73
0.83	3.41
0.92	4.10
1.00	4.80
1.08	5.51
1.17	6.22
1.25	6.95
1.33	7.65
1.42	8.22
1.50	8.62
1.58	8.81
1.67	8.83
1.75	8.71
1.83	8.48
1.92	8.18
2.00	7.85
2.08	7.49
2.17	7.13
2.25	6.76
2.33	6.37
2.42	5.95
2.50	5.50
2.58	5.05
2.67	4.59
2.75	4.13
2.83	3.68
2.92	3.22
3.00	2.76

3.08	2.31
3.17	1.86
3.25	1.44
3.33	1.07
3.42	0.78
3.50	0.56
3.58	0.41
3.67	0.30
3.75	0.23
3.83	0.17

Caudal pico = 8.83 [m3/s]  
 Tiempo pico = 1.67 [h]  
 Volumen = 5.5965E+04 [m3]

**CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 6=C2**

Método: Huff  
 Método: S.C.S.

Precipitación total = 40.00 [mm]  
 Precipitación efectiva = 13.28 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.08	0.00
0.17	0.03
0.25	0.18
0.33	0.54
0.42	1.16
0.50	2.02
0.58	3.08
0.67	4.31
0.75	5.60
0.83	6.77
0.92	7.63
1.00	8.10
1.08	8.19
1.17	7.97
1.25	7.51
1.33	6.93
1.42	6.27
1.50	5.55
1.58	4.80
1.67	4.03
1.75	3.26
1.83	2.54
1.92	1.89
2.00	1.36
2.08	0.98
2.17	0.71
2.25	0.53
2.33	0.41
2.42	0.31
2.50	0.24

Caudal pico = 8.19 [m3/s]  
 Tiempo pico = 1.08 [h]  
 Volumen = 3.0945E+04 [m3]

**SUMA DE LOS DOS ULTIMOS HIDROGRAMAS: COMBINACION N° 3**

Tiempo [h]	Hidrog. (A) [m3/s]	Hidrog. (B) [m3/s]	Hidrog. (A+B) [m3/s]
0.08	0.00	0.00	0.00

0.17	0.03	0.01	0.04
0.25	0.18	0.08	0.26
0.33	0.54	0.26	0.80
0.42	1.16	0.56	1.71
0.50	2.02	0.97	2.99
0.58	3.08	1.49	4.57
0.67	4.31	2.08	6.39
0.75	5.60	2.73	8.33
0.83	6.77	3.41	10.18
0.92	7.63	4.10	11.73
1.00	8.10	4.80	12.90
1.08	8.19	5.51	13.70
1.17	7.97	6.22	14.19
1.25	7.51	6.95	14.46
1.33	6.93	7.65	14.57
1.42	6.27	8.22	14.49
1.50	5.55	8.62	14.16
1.58	4.80	8.81	13.62
1.67	4.03	8.83	12.87
1.75	3.26	8.71	11.97
1.83	2.54	8.48	11.02
1.92	1.89	8.18	10.07
2.00	1.36	7.85	9.21
2.08	0.98	7.49	8.47
2.17	0.71	7.13	7.84
2.25	0.53	6.76	7.29
2.33	0.41	6.37	6.76
2.42	0.31	5.95	6.27
2.50	0.24	5.50	5.74
2.58	0.16	5.05	5.21
2.67	0.09	4.59	4.68
2.75	0.04	4.13	4.17
2.83	0.00	3.68	3.68
2.92	0.00	3.22	3.22
3.00	0.00	2.76	2.76
3.08	0.00	2.31	2.31
3.17	0.00	1.86	1.86
3.25	0.00	1.44	1.44
3.33	0.00	1.07	1.07
3.42	0.00	0.78	0.78
3.50	0.00	0.56	0.56
3.58	0.00	0.41	0.41
3.67	0.00	0.30	0.30
3.75	0.00	0.23	0.23

Caudal pico de (A) = 8.19 [m3/s]  
Tiempo pico de (A) = 1.08 [h]  
Volumen de (A) = 3.0945E+04 [m3]

Caudal pico de (B) = 8.83 [m3/s]  
Tiempo pico de (B) = 1.67 [h]  
Volumen de (B) = 5.5965E+04 [m3]

Caudal pico de (A+B) = 14.57 [m3/s]  
Tiempo pico de (A+B) = 1.33 [h]  
Volumen de (A+B) = 8.6910E+04 [m3]

**CALCULO DEL HIDROGRAMA TRANSITADO: TRAMO DE RIO 3**

Método: Muskingum-Cunge

Tiempo Hidrog.Entrada Hidrog.Salida



[h]	[m3/s]	[m3/s]
0.08	0.00	0.00
0.17	0.04	0.00
0.25	0.26	0.00
0.33	0.80	0.05
0.42	1.71	0.23
0.50	2.99	0.66
0.58	4.57	1.43
0.67	6.29	2.54
0.75	8.33	3.96
0.83	10.18	5.65
0.92	11.73	7.48
1.00	12.90	9.30
1.08	13.70	10.92
1.17	14.19	12.23
1.25	14.46	13.19
1.33	14.57	13.84
1.42	14.49	14.24
1.50	14.16	14.44
1.58	13.62	14.44
1.67	12.87	14.22
1.75	11.97	13.78
1.83	11.02	13.13
1.92	10.07	12.33
2.00	9.21	11.43
2.08	8.47	10.51
2.17	7.84	9.64
2.25	7.29	8.86
2.33	6.78	8.18
2.42	6.27	7.58
2.50	5.74	7.03
2.58	5.21	6.51
2.67	4.68	5.98
2.75	4.17	5.45
2.83	3.68	4.93
2.92	3.22	4.41
3.00	2.76	3.91
3.08	2.31	3.44
3.17	1.86	2.98
3.25	1.44	2.52
3.33	1.07	2.07
3.42	0.78	1.64
3.50	0.56	1.26
3.58	0.41	0.94
3.67	0.30	0.69
Caudal pico de entrada =		14.57 [m3/s]
Tiempo pico de entrada =		1.33 [h]
Volumen de entrada =		8.6910E+04 [m3]
Caudal pico de salida =		14.44 [m3/s]
Tiempo pico de salida =		1.58 [h]
Volumen de salida =		8.6902E+04 [m3]

CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 7=C3

Método: Huff

Método: S.C.S.

Precipitación total = 40.00 [mm]

Precipitación efectiva = 18.10 [mm]  
 Método: H. J. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.08	0.00
0.17	0.11
0.25	0.55
0.33	1.42
0.42	2.77
0.50	4.55
0.58	6.63
0.67	8.60
0.75	10.11
0.83	10.97
0.92	11.16
1.00	10.75
1.08	9.86
1.17	8.65
1.25	7.26
1.33	5.83
1.42	4.53
1.50	3.44
1.58	2.61
1.67	1.99
1.75	1.51
1.83	1.11
1.92	0.83
2.00	0.64
2.08	0.49
2.17	0.36
2.25	0.24

Caudal pico = 11.16 [m3/s]

Tiempo pico = 0.92 [h]

Volumen = 3.5131E+04 [m3]

**SUMA DE LOS DOS ULTIMOS HIDROGRAMAS: COMBINACION N° 4**

Tiempo [h]	Hidrog. (A) [m3/s]	Hidrog. (B) [m3/s]	Hidrog. (A+B) [m3/s]
0.08	0.00	0.00	0.00
0.17	0.11	0.00	0.11
0.25	0.55	0.00	0.55
0.33	1.42	0.05	1.47
0.42	2.77	0.23	2.99
0.50	4.55	0.66	5.21
0.58	6.63	1.43	8.06
0.67	8.60	2.54	11.14
0.75	10.11	3.96	14.07
0.83	10.97	5.65	16.62
0.92	11.16	7.48	18.65
1.00	10.75	9.30	20.05
1.08	9.86	10.92	20.78
1.17	8.65	12.23	20.87
1.25	7.26	13.19	20.45
1.33	5.83	13.84	19.67
1.42	4.53	14.24	18.77
1.50	3.44	14.44	17.88
1.58	2.61	14.44	17.05
1.67	1.99	14.22	16.21

1.75	1.51	13.78	15.29
1.83	1.11	13.13	14.25
1.92	0.83	12.33	13.16
2.00	0.64	11.43	12.07
2.08	0.49	10.51	11.00
2.17	0.36	9.64	9.99
2.25	0.24	8.36	9.10
2.33	0.13	8.18	8.31
2.42	0.05	7.58	7.63
2.50	0.00	7.03	7.03
2.58	0.00	6.51	6.51
2.67	0.00	5.98	5.98
2.75	0.00	5.45	5.45
2.83	0.00	4.93	4.93
2.92	0.00	4.41	4.41
3.00	0.00	3.91	3.91
3.08	0.00	3.44	3.44
3.17	0.00	2.98	2.98
3.25	0.00	2.52	2.52
3.33	0.00	2.07	2.07
3.42	0.00	1.64	1.64
3.50	0.00	1.26	1.26

Caudal pico de (A) = 11.16 [m3/s]  
Tiempo pico de (A) = 0.92 [h]  
Volumen de (A) = 3.5131E+04 [m3]

Caudal pico de (B) = 14.44 [m3/s]  
Tiempo pico de (B) = 1.58 [h]  
Volumen de (B) = 8.6902E+04 [m3]

Caudal pico de (A+B) = 20.87 [m3/s]  
Tiempo pico de (A+B) = 1.17 [h]  
Volumen de (A+B) = 1.2203E+05 [m3]

**CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 8=D1**

Método: Huff

Método: S.C.S.

Precipitación total = 42.00 [mm]

Precipitación efectiva = 19.46 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.08	0.00
0.17	0.02
0.25	0.09
0.33	0.24
0.42	0.50
0.50	0.85
0.58	1.29
0.67	1.82
0.75	2.40
0.83	3.03
0.92	3.69
1.00	4.37
1.08	5.06
1.17	5.69
1.25	6.22
1.33	6.60
1.42	6.83

1.50	6.91
1.58	6.88
1.67	6.75
1.75	6.52
1.83	6.24
1.92	5.91
2.00	5.57
2.08	5.20
2.17	4.84
2.25	4.46
2.33	4.08
2.42	3.68
2.50	3.26
2.58	2.82
2.67	2.36
2.75	1.92
2.83	1.53
2.92	1.18
3.00	0.90
3.08	0.68
3.17	0.51
3.25	0.39
3.33	0.30

Caudal picò = 6.91 [m3/s]  
 Tiempo picò = 1.50 [h]  
 Volumen = 3.9740E+04 [m3]



ASOCIACION



L&G  
CONSULTORES



CORPAQ QUITO

Corporación Aeropuerto y Zona Franca del Estrado  
Municipalidad de Quito

**PROYECTO:**

ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES PRESENTADAS AL ESTUDIO  
DE SELECCION DE LA VIA DE ACCESO AL NUEVO AEROPUERTO  
INTERNACIONAL DE QUITO Y COMPLEMENTACION

ALTERNATIVA VAREHIZA  
CONTIENE: AREAS DE DRENAJE

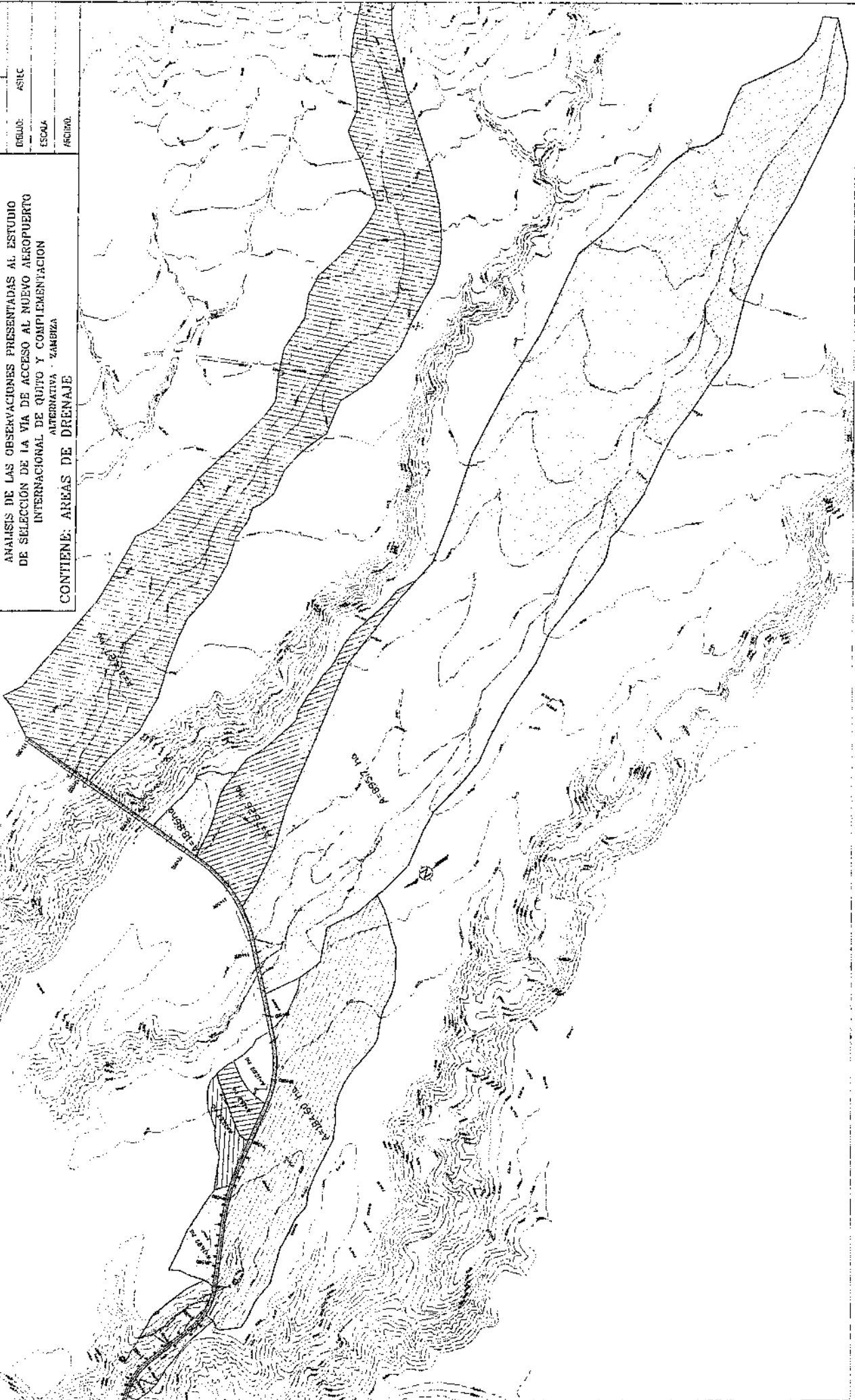
FECHA: 04-2006

HOJA: 2 de 2

DIBUJO: ASSTEC

ESCALA:

ARCHIVO:



ASOCIACION

**L&G**  
CONSULTORES



**ASTEC**



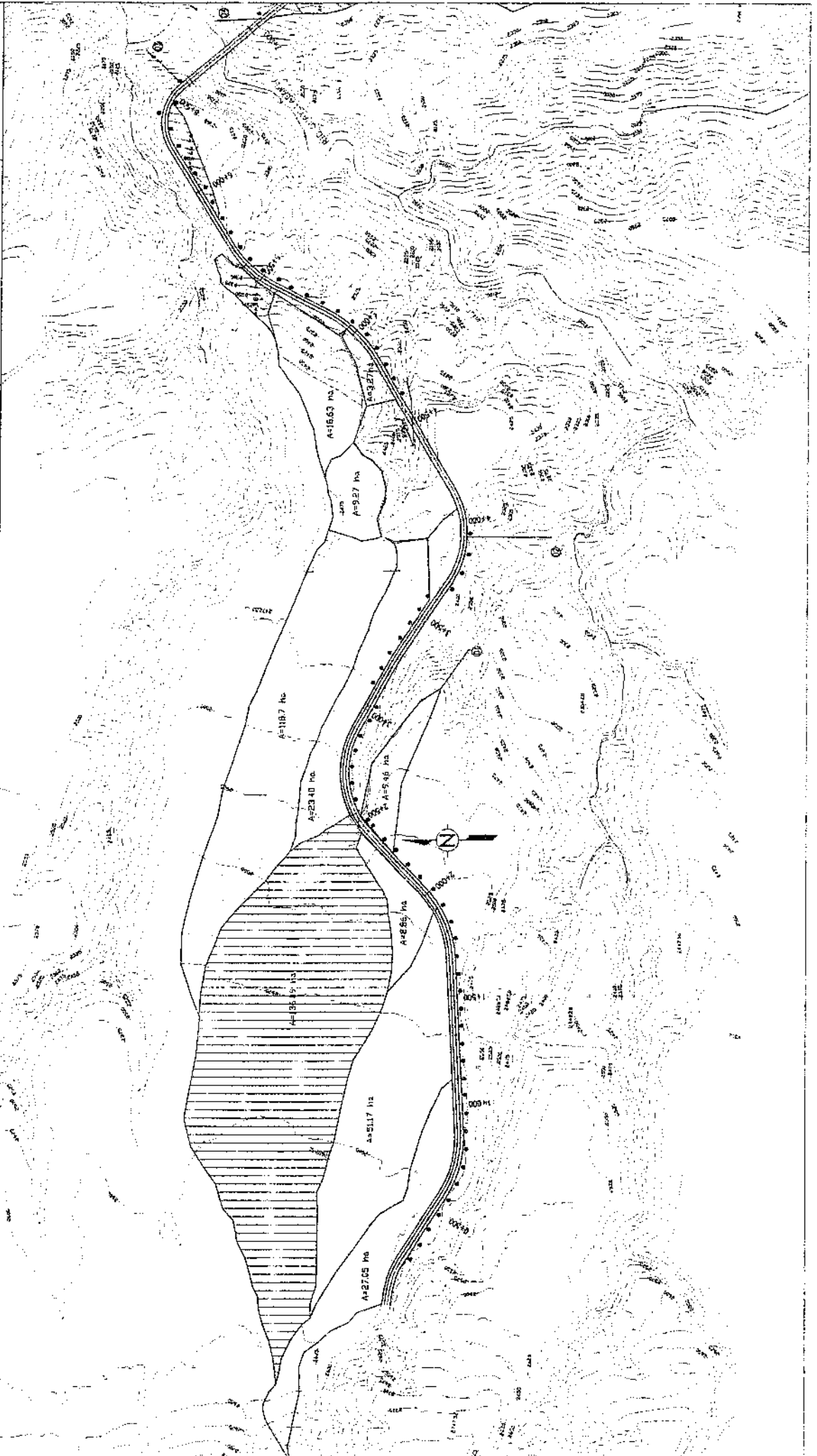
**CORPAQ QUITO**  
Corporación Aeropuertos y Zona Franca del Distrito Metropolitano de Quito

**PROYECTO:**

ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES PRESENTADAS AL ESTUDIO DE SELECCIÓN DE LA VÍA DE ACCESO AL NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL DE QUITO Y COMPLEMENTACIÓN ALTERNATIVA ZAMBEIZA

CONTIENE ÁREAS DE DRENAJE

FLDA. 104-2025 HUA. 1 de 2  
DISEÑO ASTEC  
ESCALA  
ASCIADO



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E HIDROLÓGICAS DE LAS SUBCUENCAS APORTANTES AL ESCURRIMIENTO EN ALCANTARILLAS ALTERNATIVA ZAMBIZA

Período de retorno: 50 años

AREA ha	Descripción	Abscisa	USO DEL SUELO(%)		CN (II-III) CALCULADO	PENDIENTE CUENCA(%)	LONGITUD CAUCE (km)	COTA MIN. m.s.n.m.	COTA MAX. m.s.n.m.	tiempo de concent. (min)	Intensidad (mm/h)	Factor de disminución de intensidad	Intensidad Promedio (mm/h)	Coeficiente de escurrimiento	Caudal Pico (m3/s)
			Impermeable	Terreno descubierta											
27.1	Bajante	1+120	60	30	10	7.7	2.00	2573	2726	36	52.39	1.00	52.39	0.72	2.26
51.2	Bajante	1+620	60	10	10	4.3	2.00	2540	2626	75	32.12	1.00	32.12	0.38	1.38
8.9	Bajante	2+375	40	50	10	6.3	0.80	2520	2570	21	72.26	1.00	72.26	0.68	0.96
230.2	Alcantarilla	2+470	60	30	10	4.9	2.86	2500	2640	61	37.45	0.97	36.49	0.72	13.40
118.7	Alcantarilla	4+510	60	30	10	7.6	3.08	2350	2585	52	41.90	1.00	41.90	0.72	9.92
18.6	Bajante	5+040	40	50	10	18.6	0.70	2340	2470	11	97.49	1.00	97.49	0.68	2.73
3.8	Bajante	5+600	40	50	10	51.4	0.35	2285	2445	4	150.46	1.00	150.46	0.68	0.87
2.0	Bajante	7+280	0	100	0	60.4	0.24	2215	2360	3	172.55	1.00	172.55	0.81	0.59
239.7	Alcantarilla y descarga D5	8+320	60	30	10	3.5	3.65	2275	2410	91	27.77	0.97	27.06	0.72	10.35
10.8	Alcantarilla	9+500	0	100	0	2.4	0.66	2367	2383	31	57.50	1.00	57.50	0.61	1.05
10.1	Alcantarilla	9+800	0	100	0	1.7	0.73	2373	2385	41	48.85	1.00	48.85	0.61	0.83
1.7	Alcantarilla	10+300	0	100	0	1.7	0.30	2380	2385	20	73.21	1.00	73.21	0.61	0.21
5.3	Alcantarilla	10+500	0	100	0	5.7	0.44	2370	2395	15	84.83	1.00	84.83	0.61	0.76
899.9	Alcantarilla	10+850	10	50	40	2.8	9.90	2350	2525	262	11.31	0.97	11.01	0.59	12.88
3.8	Alcantarilla y Bajante	11+100	0	100	0	6.7	0.33	2390	2412	11	97.13	1.00	97.13	0.61	0.63
76.3	Alcantarilla	11+560	60	30	10	1.9	3.19	2410	2470	107	24.47	1.00	24.47	0.72	3.72
18.9	Alcantarilla	12+150	60	30	10	1.6	0.95	2415	2430	44	46.54	1.00	46.54	0.72	1.75
414.3	Alcantarilla	13+060	10	50	40	4.8	8.08	2390	2760	169	16.73	0.97	16.29	0.59	8.78
Promedio: 87															

AEROPUERTO

$$I = \frac{55.6667^{0.9}}{I^{1.6}} \cdot [ln(I + 3)]^{1.65} \cdot [ln 7]^{0.1}$$

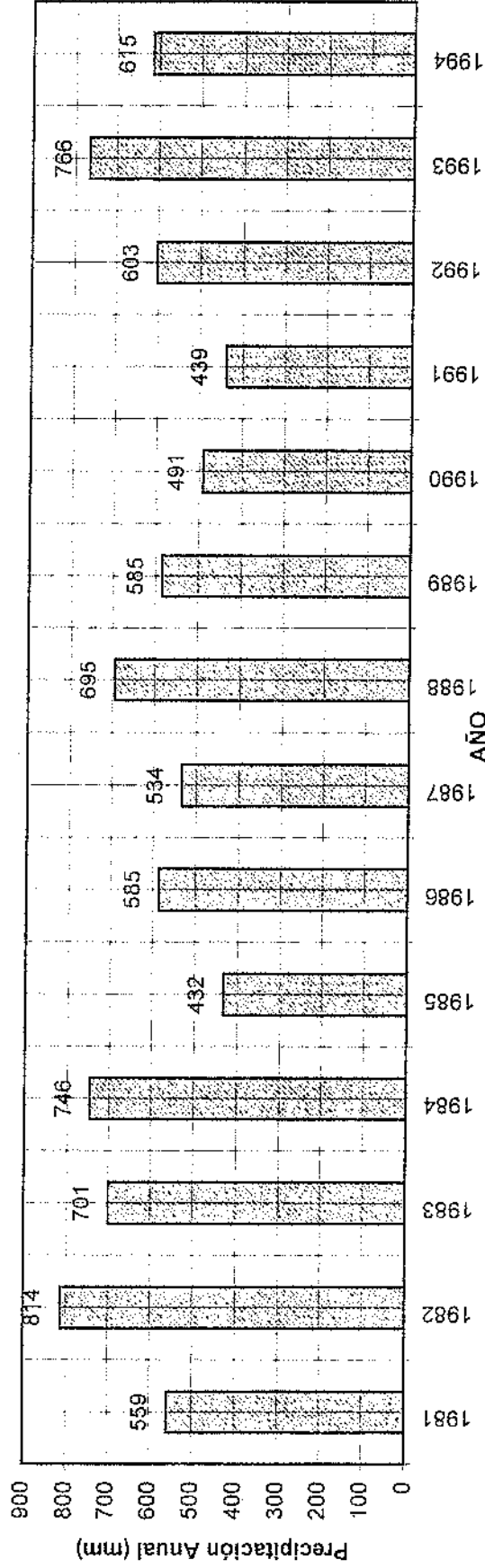
0.65

PRECIPITACIONES ANUALES EN ESTACIONES METEOROLOGICAS Y PLUVIOMETRICAS DE LA ZONA

UNIDAD: mm

ESTACION	NOMBRE	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	PROMEDIO	PROMEDIO(82-91)
M341	GUAYLLABAMBA	380.9	700	619	696	377.5	482.2	317.5	695	520	402	45	361	720	539	490	485
M343	EL QUINCHE-PICHINCHA	507.2	448.3	280	573	254.6	246.1	121.6	243.8	187	178	96	98	173	164	255	263
M344	CANGAHUA	614.1	772.3	710	736	419.5	651	596.9	847.3	739	708	687	480	942	761	690	686
M345	CALDERON	506.5	838	683	583	509.7	543.1	660	593.4	739	422	401	320	746	503	575	597
M346	YARUQUINAMHI	743.3	1019.3	898	1110	564.4	917.3	727.9	949.9	607	611	753	543	1111	1007	826	816
M347	PUEMBO	604.5	1108.6	1015	782	468	670.1	779.2	838.4	716	624	650	425	906	716	736	765
	PROMEDIO	559	814	701	746	432	585	534	685	585	491	439	603	766	615	612	602

Nota: ( ) Datos interpolados

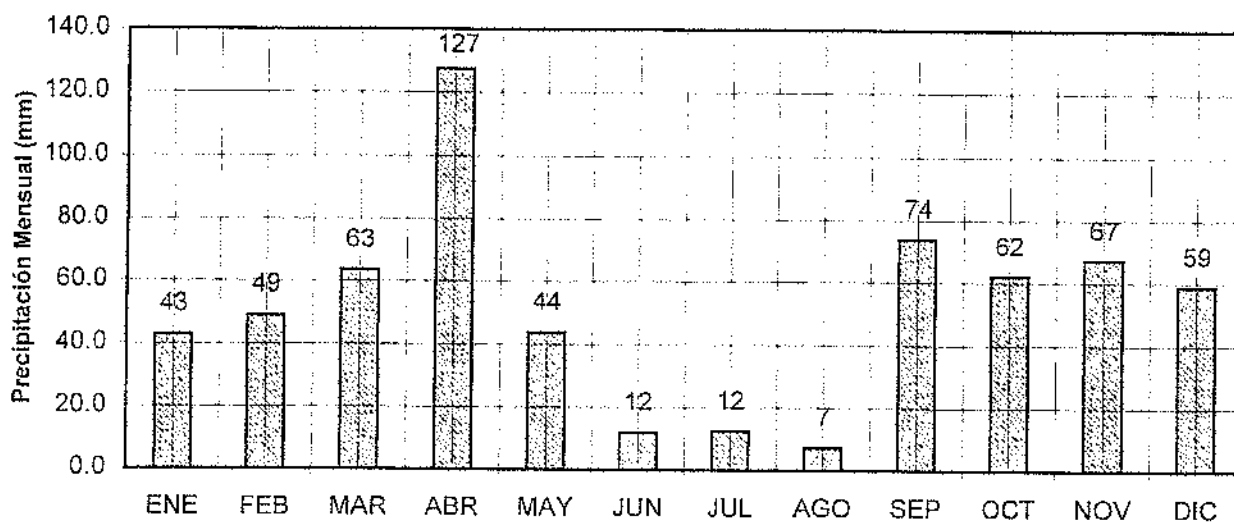




**DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION DENTRO DEL AÑO**  
**ESTACION REPRESENTATIVA: CALDERON**  
**CODIGO: M345**

ANO:	1988(*)	1984(*)	1983(*)	PROMEDIO
ENE	33.9	38.6	56.2	42.9
FEB	41.6	69.4	36.1	49.0
MAR	0.0	60.3	130.1	63.5
ABR	155.7	73.4	153.0	127.4
MAY	17.2	46.6	67.5	43.8
JUN	15.1	7.5	12.9	11.8
JUL	23.4	13.5	0.3	12.4
AGO	17.1	0.0	4.4	7.2
SEP	75.9	144.3	0.0	73.7
OCT	74.6	47.4	63.8	61.9
NOV	91.0	70.0	40.6	67.2
DIC	46.9	11.7	117.8	58.8
TOTAL	593.4	582.7	682.7	619.6

Nota:(\*)años aceptados con igual precipitación anual a la media





ASOCIACIÓN

L&G  
CONSULTORES



Ciudad de Quito, Municipio de Quito

Corporación Asesoría y Zona Urbana del Distrito

**PROYECTO:**

ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES PRESENTADAS AL ESTUDIO DE SELECCIÓN DE LA VÍA DE ACCESO AL NUEVO ADROCUENTO INTERNACIONAL DE QUITO Y COMPLEMENTACIÓN ALTERNATIVA NOROCCIDENTAL

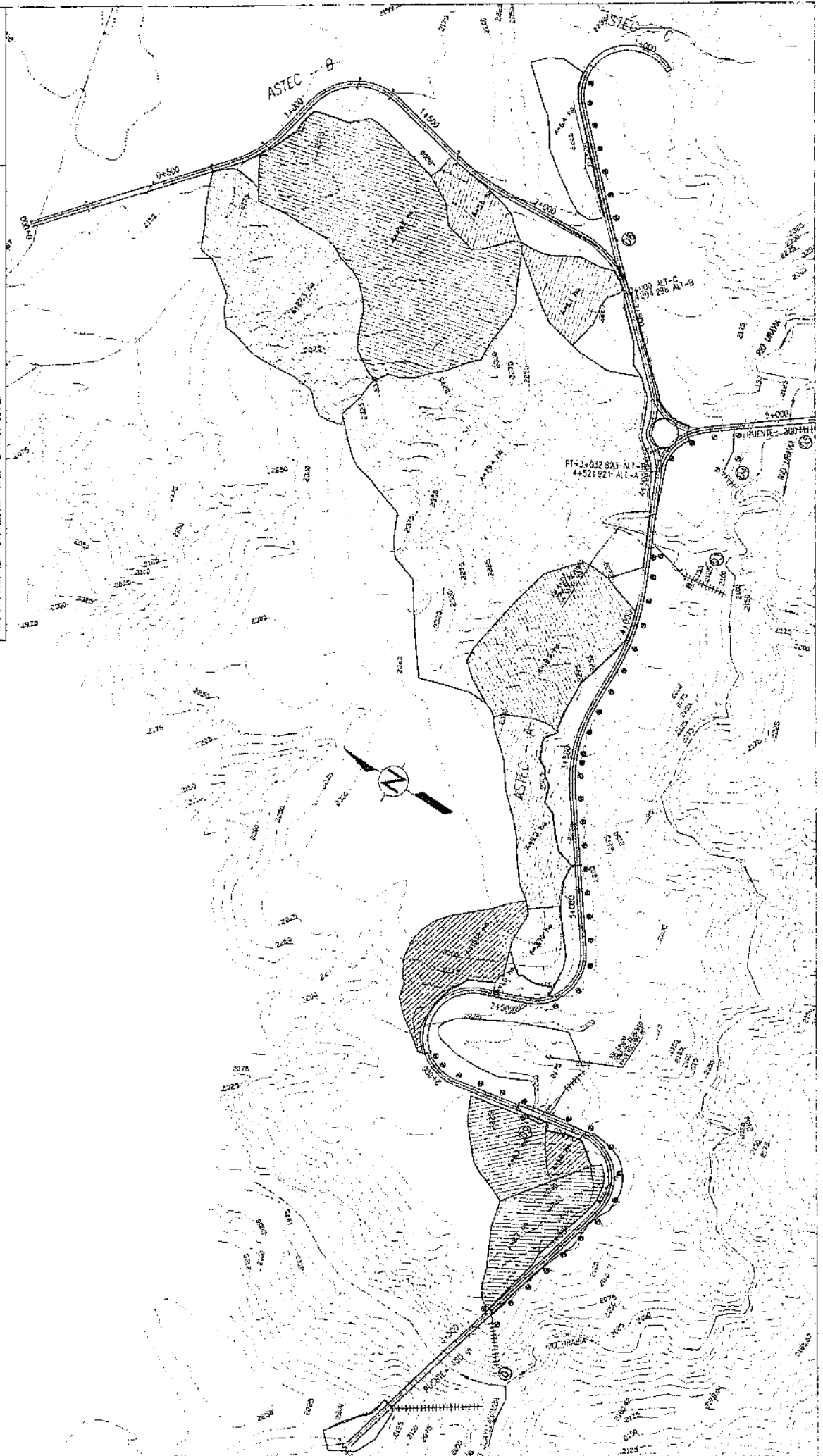
CONTIENE: ÁREAS DE DRENAJE

FECHA: MAR-2000 02:14:3

DISEÑO: AS T E C

ESCALA:

PROYECTO:





ASOCIACIÓN



L&G  
CONSULTORES

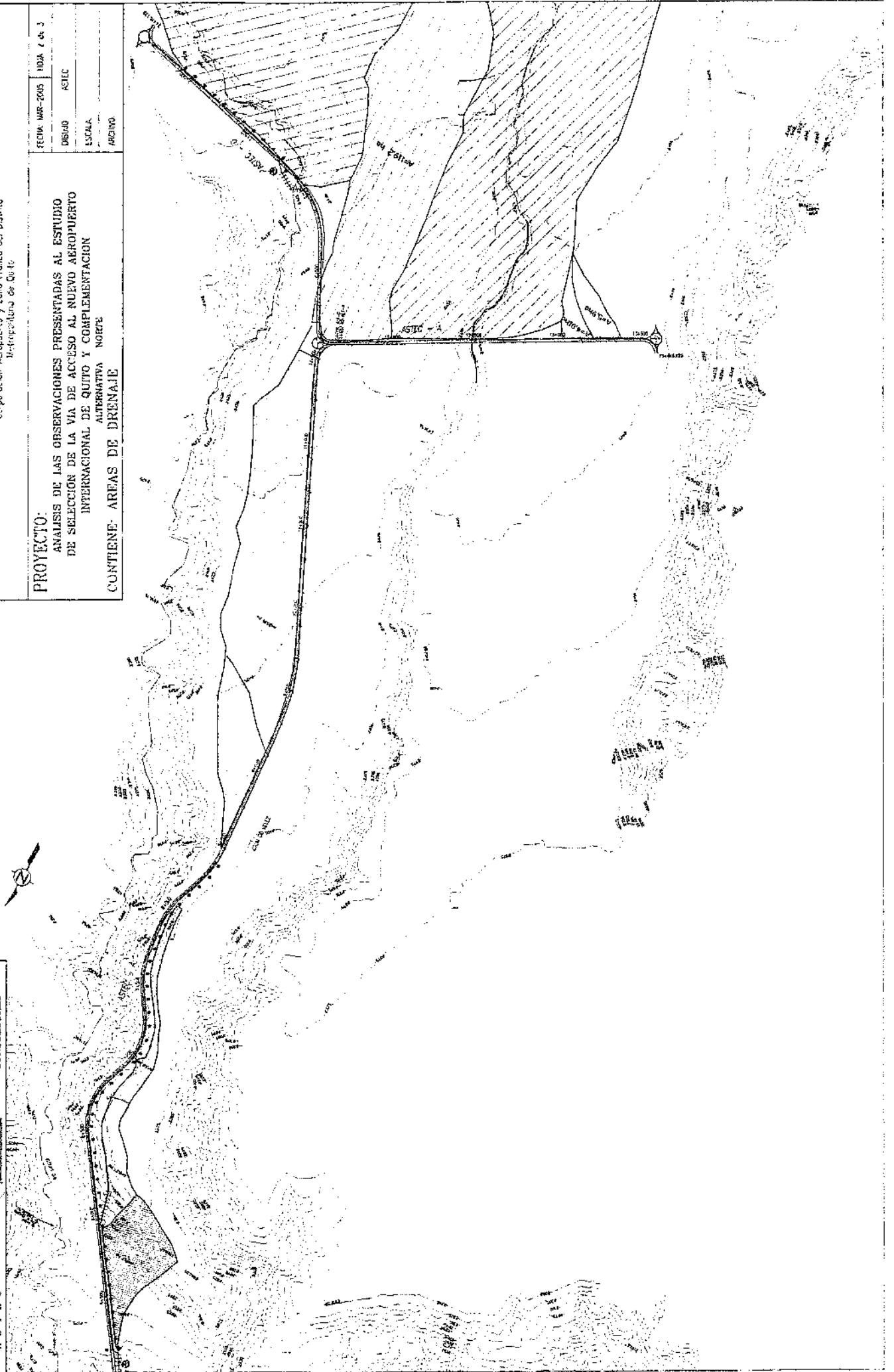


**CORPAQ QUITO**

Corporación Aeropuerto y Zona Franca del Distrito  
Metropolitano de Quito

FECHA	MAR-2005	HORA	7:05 J
DIBUJO	ASTEC		
ESCALA			
PROYECTO			

**PROYECTO:**  
 ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES PRESENTADAS AL ESTUDIO  
 DE SELECCION DE LA VIA DE ACCESO AL NUEVO AEROPUERTO  
 INTERNACIONAL DE QUITO Y COMPLEMENTACION  
 ALTERNATIVA NORTE  
 CONTIENE: AREAS DE DRENAJE

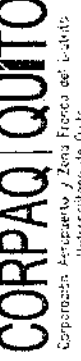




TEL: 02 222 1111

L & G CONSULTORES

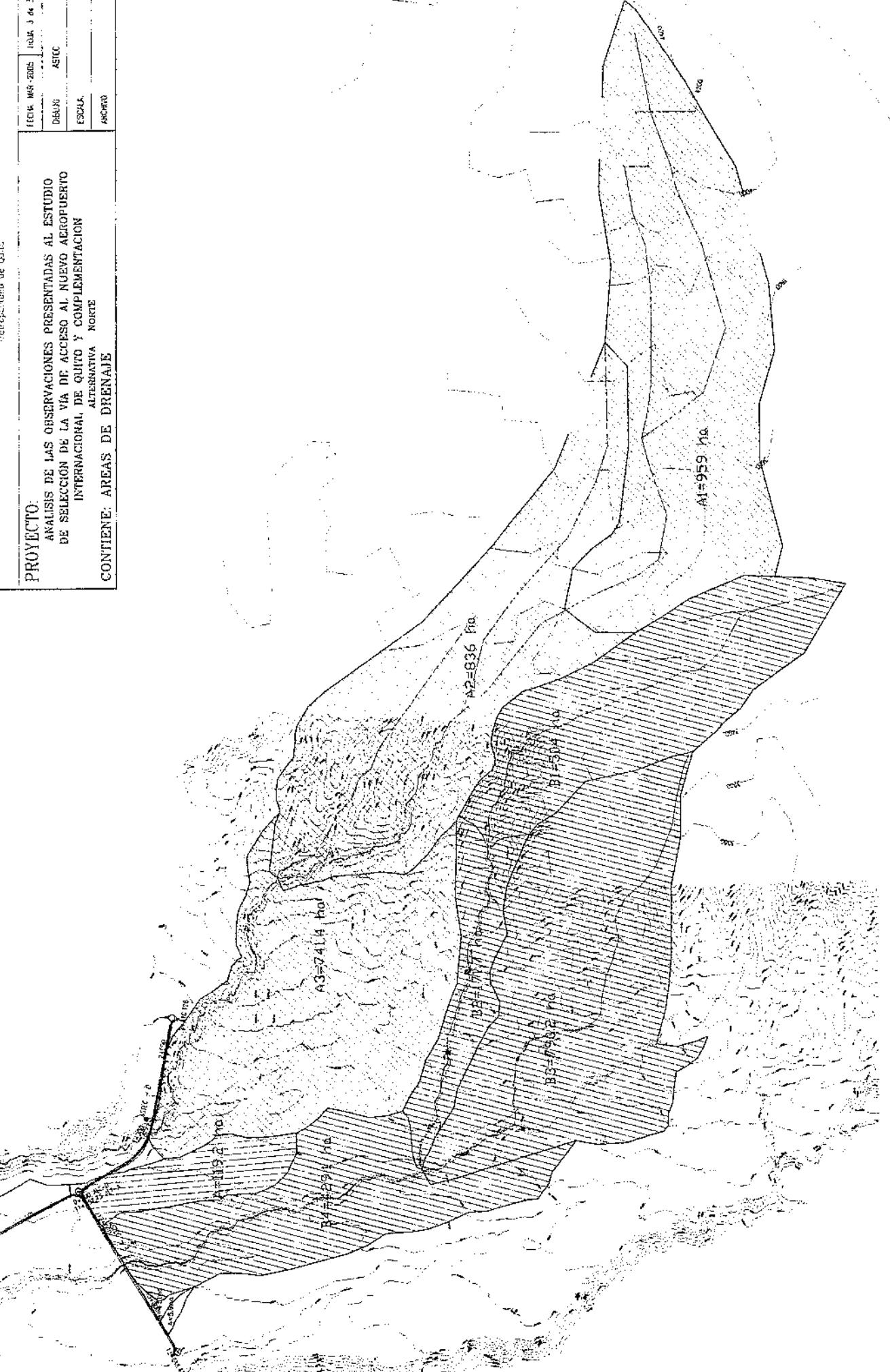
ASOCIACION



Corporación Acropuerto y Zona Franca del Distrito Metropolitano de Quito

**PROYECTO:**  
**ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES PRESENTADAS AL ESTUDIO DE SELECCION DE LA VIA DE ACCESO AL NUEVO ACROPUERTO INTERNACIONAL DE QUITO Y COMPLEMENTACION ALTERNATIVA NOROCCIDENTAL**  
**CONTIENE: AREAS DE DRENAJE**

FECHA: MAR-2005	HOJA: 3 de 3
DIBUJO: AS/EC	
ESCALA:	
ASCIERTO:	





Proyecto : ACCESO AL NUEVO AEROPUERTO-ALTERNATIVA NORTE

Fecha : 24-MARZO-2005

REPORTE PROGRAMA HIDRO1

D A T O S

Información General

Intervalo de tiempo : .25 [horas]  
 Número de subcuencas : 7  
 Número de tramos de río : 4  
 Número de reservorios : 0  
 Dato para las subcuencas: Precipitación total  
 Método para pérdidas : S.C.S.  
 Método para el H.G. : Triangular (SCS)  
 Método para el tránsito : Muskingum-Cunge

Información de subcuencas:

Subcuenca #	Precipitación [mm]	Duración [dt]	dvt(*) [dt]	# de curva (Huff)
1=A1	47.00	14	0	3
2=A2	47.00	14	0	3
3=A3	47.00	14	0	3
4=B1	46.20	12	0	3
5=B2	46.20	12	0	3
6=B3	46.20	12	0	3
7=B4	46.20	12	0	3

{\*} dvt=Desfase de tiempo relativo al inicio de la simulación  
 Parámetros para el SCS

Subcuenca #	Curva CN #	Abstracc. Iniciales (coef. c)
1	72	0.20
2	78	0.20
3	83	0.20
4	72	0.20
5	78	0.20
6	78	0.20
7	83	0.20

Datos para el H.U. Triangular (SCS)

Subcuenca #	Area [Km <sup>2</sup> ]	Curva CN #	Long. Cauce [Km]	Pendiente [%]
1=A1	9.59	72	8.00	18.00
2=A2	8.36	78	8.00	12.00
3=A3	7.41	83	5.50	7.00
4=B1	5.04	72	5.50	15.00
5=B2	1.72	78	4.10	9.00
6=B3	7.90	78	6.20	13.00
7=B4	4.30	83	5.40	3.00

Datos para el Flujo Base (FB)

Subcuenca #	FB Inicial [m <sup>3</sup> /s]	FB al t pico [m <sup>3</sup> /s]	FB al t base [m <sup>3</sup> /s]
1	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00

5	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00

Información de tramos de río  
 Datos para el tránsito (Muskingum-Cunge)

Tramo #	Veloc.media [m/s]	Long.Tramo [Km]	Par metro X	Par metro K
1	5.00	5.00	0.25	0.36
2	4.30	3.80	0.25	0.32
3	3.60	3.80	0.25	0.38
4	2.90	3.70	0.25	0.46

Proceso de simulación

Rutina	Elemento	Código de impresión
Hidrograma	1	1
Tránsito	1	1
Hidrograma	2	1
Combinación	1	1
Tránsito	2	1
Hidrograma	3	1
Combinación	2	1
Hidrograma	4	1
Tránsito	3	1
Hidrograma	5	1
Combinación	3	1
Hidrograma	6	1
Combinación	4	1
Tránsito	4	1
Hidrograma	7	1
Combinación	5	1

**R E S U L T A D O S**

CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 1=A1

Método: Huff

Método: S.C.S.

Tiempo [h]	Hieto.Total [mm/h]	Hieto.Efectivo [mm/h]
0.00	0.00	0.00
0.25	30.38	0.00
0.50	32.59	0.00
0.75	31.04	2.23
1.00	27.05	4.96
1.25	21.74	5.62
1.50	16.05	4.94
1.75	10.70	3.62
2.00	6.24	2.21
2.25	3.01	1.09
2.50	1.16	0.43
2.75	0.66	0.24
3.00	1.27	0.47
3.25	2.55	0.96
3.50	3.57	1.38

Precipitación total = 47.00 [mm]  
 Precipitación efectiva = 7.03 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.50	0.00
0.75	0.07
1.00	0.36
1.25	0.98
1.50	1.93
1.75	3.14
2.00	4.53
2.25	5.83
2.50	6.74
2.75	7.13
3.00	7.05
3.25	6.63
3.50	6.03
3.75	5.35
4.00	4.62
4.25	3.85
4.50	3.07
4.75	2.33
5.00	1.65
5.25	1.15
5.50	0.81
5.75	0.59
6.00	0.44
6.25	0.31
6.50	0.20

Caudal pico = 7.13 [m3/s]  
 Tiempo pico = 2.75 [h]  
 Volumen = 6.7451E+04 [m3]

**CALCULO DEL HIDROGRAMA TRANSITADO: TRAMO DE RIO 1**

Método: Muskingum-Cunge

Tiempo [h]	Hidroq. Entrada [m3/s]	Hidroq. Salida [m3/s]
0.50	0.00	0.00
0.75	0.07	0.00
1.00	0.36	0.01
1.25	0.98	0.07
1.50	1.93	0.31
1.75	3.14	0.82
2.00	4.53	1.63
2.25	5.83	2.71
2.50	6.74	3.98
2.75	7.13	5.23
3.00	7.05	6.22
3.25	6.63	6.79
3.50	6.03	6.91
3.75	5.35	6.68
4.00	4.62	6.21
4.25	3.85	5.60
4.50	3.07	4.91
4.75	2.33	4.17
5.00	1.65	3.41
5.25	1.15	2.67
5.50	0.81	1.98



5.75	0.59	1.43
6.00	0.44	1.02
6.25	0.31	0.74
6.50	0.20	0.54
6.75	0.11	0.39
7.00	0.03	0.26
7.25	0.00	0.16
7.50	0.00	0.08
7.75	0.00	0.03
8.00	0.00	0.01
Caudal pico de entrada =		7.13 [m3/s]
Tiempo pico de entrada =		2.75 [h]
Volumen de entrada =		6.7451E+04 [m3]
Caudal pico de salida =		6.91 [m3/s]
Tiempo pico de salida =		3.50 [h]
Volumen de salida =		6.7447E+04 [m3]

**CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 2 = A2**

Método: Huff

Método: S.C.S.

Precipitación total = 47.00 [mm]

Precipitación efectiva = 11.90 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.25	0.00
0.50	0.03
0.75	0.27
1.00	0.90
1.25	1.99
1.50	3.49
1.75	5.31
2.00	7.27
2.25	8.96
2.50	10.02
2.75	10.39
3.00	10.14
3.25	9.47
3.50	8.56
3.75	7.53
4.00	6.43
4.25	5.30
4.50	4.14
4.75	3.10
5.00	2.19
5.25	1.51
5.50	1.05
5.75	0.76
6.00	0.56
6.25	0.41
6.50	0.28
6.75	0.16
7.00	0.06
Caudal pico =	10.39 [m3/s]
Tiempo pico =	2.75 [h]

Volumen = 9.9267E+04 [m3]

SUMA DE LOS DOS ULTIMOS HIDROGRAMAS: COMBINACION N° 1

Tiempo	Hidrog. (A)	Hidrog. (B)	Hidrog. (A+B)
0.25	0.00	0.00	0.00
0.50	0.03	0.00	0.03
0.75	0.27	0.00	0.27
1.00	0.90	0.01	0.91
1.25	1.99	0.07	2.06
1.50	3.49	0.31	3.80
1.75	5.31	0.82	6.13
2.00	7.27	1.63	8.90
2.25	8.96	2.71	11.67
2.50	10.02	3.98	14.00
2.75	10.39	5.23	15.62
3.00	10.14	6.22	16.36
3.25	9.47	6.79	16.25
3.50	8.56	6.91	15.47
3.75	7.53	6.68	14.21
4.00	6.43	6.21	12.64
4.25	5.30	5.60	10.90
4.50	4.14	4.91	9.05
4.75	3.10	4.17	7.27
5.00	2.19	3.41	5.60
5.25	1.51	2.67	4.17
5.50	1.05	1.98	3.03
5.75	0.76	1.43	2.18
6.00	0.56	1.02	1.58
6.25	0.41	0.74	1.15
6.50	0.28	0.54	0.82
6.75	0.16	0.39	0.55
7.00	0.06	0.26	0.32
7.25	0.00	0.16	0.16
7.50	0.00	0.08	0.08
7.75	0.00	0.03	0.03

Caudal pico de (A) = 10.39 [m3/s]  
 Tiempo pico de (A) = 2.75 [h]  
 Volumen de (A) = 9.9267E+04 [m3]

Caudal pico de (B) = 6.91 [m3/s]  
 Tiempo pico de (B) = 3.50 [h]  
 Volumen de (B) = 6.7447E+04 [m3]

Caudal pico de (A+B) = 16.36 [m3/s]  
 Tiempo pico de (A+B) = 3.00 [h]  
 Volumen de (A+B) = 1.6671E+05 [m3]

CALCULO DEL HIDROGRAMA TRANSITADO: TRAMO DE RIO 2

Método: Muskingum-Cunge

Tiempo [h]	Hidrog. Entrada [m3/s]	Hidrog. Salida [m3/s]
0.25	0.00	0.00
0.50	0.03	0.00
0.75	0.27	0.00
1.00	0.91	0.05

1.25	2.06	0.28
1.50	3.80	0.85
1.75	6.13	1.89
2.00	8.90	3.49
2.25	11.67	5.64
2.50	14.00	8.22
2.75	15.62	10.87
3.00	16.36	13.21
3.25	16.25	14.95
3.50	15.47	15.91
3.75	14.21	16.05
4.00	12.64	15.50
4.25	10.90	14.42
4.50	9.05	12.99
4.75	7.27	11.33
5.00	5.60	9.55
5.25	4.17	7.78
5.50	3.03	6.11
5.75	2.18	4.64
6.00	1.58	3.43
6.25	1.15	2.50
6.50	0.82	1.82
6.75	0.55	1.32
7.00	0.32	0.94
7.25	0.16	0.64
7.50	0.08	0.40
7.75	0.03	0.22
8.00	0.01	0.12
8.25	0.00	0.05
8.50	0.00	0.02
Caudal pico de entrada =	16.36 [m3/s]	
Tiempo pico de entrada =	3.00 [h]	
Volumen de entrada =	1.6671E+05 [m3]	
Caudal pico de salida =	16.05 [m3/s]	
Tiempo pico de salida =	3.75 [h]	
Volumen de salida =	1.6671E+05 [m3]	

**CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 3=A3**

Método: Huff

Método: S.C.S.

Precipitación total = 47.00 [mm]

Precipitación efectiva = 17.42 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.25	0.00
0.50	0.13
0.75	0.91
1.00	2.41
1.25	4.70
1.50	7.67
1.75	10.81
2.00	13.37
2.25	14.87
2.50	15.20

2.75	14.49
3.00	13.03
3.25	11.13
3.50	9.08
3.75	7.06
4.00	5.29
4.25	3.91
4.50	2.87
4.75	2.04
5.00	1.43
5.25	1.04
5.50	0.77
5.75	0.55
6.00	0.36
6.25	0.18
6.50	0.05
6.75	0.00

Caudal pico = 15.20 [m3/s]  
Tiempo pico = 2.50 [h]  
Volumen = 1.2908E+05 [m3]

SUMA DE LOS DOS ULTIMOS HIDROGRAMAS: COMBINACION N° 2

Tiempo [h]	Hidrog. (A) [m3/s]	Hidrog. (B) [m3/s]	Hidrog. (A+B) [m3/s]
0.25	0.00	0.00	0.00
0.50	0.18	0.00	0.18
0.75	0.91	0.00	0.92
1.00	2.41	0.05	2.46
1.25	4.70	0.28	4.98
1.50	7.67	0.85	8.52
1.75	10.81	1.89	12.71
2.00	13.37	3.49	16.86
2.25	14.87	5.64	20.51
2.50	15.20	8.22	23.41
2.75	14.49	10.87	25.36
3.00	13.03	13.21	26.24
3.25	11.13	14.95	26.08
3.50	9.08	15.91	24.99
3.75	7.06	16.05	23.11
4.00	5.29	15.50	20.79
4.25	3.91	14.42	18.33
4.50	2.87	12.99	15.86
4.75	2.04	11.33	13.37
5.00	1.43	9.55	10.98
5.25	1.04	7.78	8.82
5.50	0.77	6.11	6.88
5.75	0.55	4.64	5.19
6.00	0.36	3.43	3.79
6.25	0.18	2.50	2.69
6.50	0.05	1.82	1.87
6.75	0.00	1.32	1.32
7.00	0.00	0.94	0.94
7.25	0.00	0.64	0.64
7.50	0.00	0.40	0.40
7.75	0.00	0.22	0.22
8.00	0.00	0.12	0.12

8.25	0.00	0.05	0.05
8.50	0.00	0.02	0.02
Caudal pico de (A)	=	15.20 [m3/s]	
Tiempo pico de (A)	=	2.50 [h]	
Volumen de (A)	=	1.2908E+05 [m3]	
Caudal pico de (B)	=	16.05 [m3/s]	
Tiempo pico de (B)	=	3.75 [h]	
Volumen de (B)	=	1.6671E+05 [m3]	
Caudal pico de (A+B)	=	26.24 [m3/s]	
Tiempo pico de (A+B)	=	3.00 [h]	
Volumen de (A+B)	=	2.9579E+05 [m3]	

**CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 4=B1**

Método: Huff

Método: S.C.S.

Precipitación total = 46.20 [mm]

Precipitación efectiva = 6.79 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.50	0.00
0.75	0.10
1.00	0.45
1.25	1.09
1.50	1.98
1.75	3.00
2.00	3.85
2.25	4.29
2.50	4.30
2.75	4.00
3.00	3.55
3.25	3.03
3.50	2.48
3.75	1.89
4.00	1.36
4.25	0.91
4.50	0.59
4.75	0.41
5.00	0.29
5.25	0.20
5.50	0.12
5.75	0.04
6.00	0.00

Caudal pico = 4.30 [m3/s]

Tiempo pico = 2.50 [h]

Volumen = 3.4134E+04 [m3]

**CALCULO DEL HIDROGRAMA TRANSITADO: TRAMO DE RIO 3**

Método: Muskingum-Cunge

Tiempo	Hidrog. Entrada	Hidrog. Salida
--------	-----------------	----------------

[h]	[m3/s]	[m3/s]
0.50	0.00	0.00
0.75	0.10	0.00
1.00	0.45	0.01
1.25	1.09	0.09
1.50	1.98	0.36
1.75	3.00	0.87
2.00	3.85	1.62
2.25	4.29	2.52
2.50	4.30	3.37
2.75	4.00	3.93
3.00	3.55	4.14
3.25	3.03	4.02
3.50	2.48	3.70
3.75	1.89	3.25
4.00	1.36	2.74
4.25	0.91	2.18
4.50	0.59	1.65
4.75	0.41	1.17
5.00	0.29	0.81
5.25	0.20	0.55
5.50	0.12	0.38
5.75	0.04	0.26
6.00	0.00	0.17
6.25	0.00	0.09
6.50	0.00	0.04
6.75	0.00	0.01
7.00	0.00	0.01
Caudal pico de entrada =		4.30 [m3/s]
Tiempo pico de entrada =		2.50 [h]
Volumen de entrada =		3.4134E+04 [m3]
Caudal pico de salida =		4.14 [m3/s]
Tiempo pico de salida =		3.00 [h]
Volumen de salida =		3.4132E+04 [m3]

**CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 5=B2**

Método: Huff

Método: S.C.S.

Precipitación total = 46.20 [mm]

Precipitación efectiva = 11.81 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.25	0.00
0.50	0.04
0.75	0.21
1.00	0.60
1.25	1.18
1.50	1.88
1.75	2.48
2.00	2.80
2.25	2.81
2.50	2.56
2.75	2.17

3.00	1.70
3.25	1.24
3.50	0.86
3.75	0.60
4.00	0.42
4.25	0.28
4.50	0.20
4.75	0.14
5.00	0.09
5.25	0.04

Caudal pico = 2.81 [m3/s]  
Tiempo pico = 2.25 [h]  
Volumen = 2.0074E+04 [m3]

SUMA DE LOS DOS ULTIMOS HIDROGRAMAS: COMBINACION N° 3

Tiempo [h]	Hidrog. (A) [m3/s]	Hidrog. (B) [m3/s]	Hidrog. (A+B) [m3/s]
0.25	0.00	0.00	0.00
0.50	0.04	0.00	0.04
0.75	0.21	0.00	0.21
1.00	0.60	0.01	0.60
1.25	1.18	0.09	1.27
1.50	1.88	0.36	2.24
1.75	2.48	0.87	3.35
2.00	2.80	1.62	4.42
2.25	2.81	2.52	5.33
2.50	2.56	3.37	5.93
2.75	2.17	3.93	6.10
3.00	1.70	4.14	5.84
3.25	1.24	4.02	5.26
3.50	0.86	3.70	4.56
3.75	0.60	3.25	3.85
4.00	0.42	2.74	3.15
4.25	0.28	2.18	2.46
4.50	0.20	1.65	1.85
4.75	0.14	1.17	1.31
5.00	0.09	0.81	0.90
5.25	0.04	0.55	0.59
5.50	0.00	0.38	0.38
5.75	0.00	0.26	0.26
6.00	0.00	0.17	0.17
6.25	0.00	0.09	0.09
6.50	0.00	0.04	0.04

Caudal pico de (A) = 2.81 [m3/s]  
Tiempo pico de (A) = 2.25 [h]  
Volumen de (A) = 2.0074E+04 [m3]

Caudal pico de (B) = 4.14 [m3/s]  
Tiempo pico de (B) = 3.00 [h]  
Volumen de (B) = 3.4132E+04 [m3]

Caudal pico de (A+B) = 6.10 [m3/s]  
Tiempo pico de (A+B) = 2.75 [h]  
Volumen de (A+B) = 5.4206E+04 [m3]

CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 6 = B3

Método: H u f f

Método: S.C.S.

Precipitación total = 46.20 [mm]

Precipitación efectiva = 11.81 [mm]

Metodo: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.25	0.00
0.50	0.14
0.75	0.75
1.00	2.11
1.25	4.19
1.50	6.80
1.75	9.40
2.00	11.22
2.25	11.90
2.50	11.53
2.75	10.44
3.00	9.01
3.25	7.44
3.50	5.80
3.75	4.25
4.00	2.98
4.25	1.97
4.50	1.29
4.75	0.88
5.00	0.62
5.25	0.42
5.50	0.24
5.75	0.09

Caudal pico = 11.90 [m3/s]

Tiempo pico = 2.25 [h]

Volumen = 9.3112E+04 [m3]

SUMA DE LOS DOS ULTIMOS HIDROGRAMAS: COMBINACION N° 4

Tiempo [h]	Hidrog. (A) [m3/s]	Hidrog. (B) [m3/s]	Hidrog. (A+B) [m3/s]
0.25	0.00	0.00	0.00
0.50	0.14	0.04	0.17
0.75	0.75	0.21	0.97
1.00	2.11	0.60	2.71
1.25	4.19	1.27	5.46
1.50	6.80	2.24	9.04
1.75	9.40	3.35	12.75
2.00	11.22	4.42	15.64
2.25	11.90	5.33	17.23
2.50	11.53	5.93	17.46
2.75	10.44	6.10	16.54
3.00	9.01	5.84	14.85
3.25	7.44	5.26	12.70
3.50	5.80	4.56	10.35
3.75	4.25	3.85	8.11
4.00	2.98	3.15	6.14
4.25	1.97	2.46	4.43
4.50	1.29	1.85	3.13



4.75	0.88	1.31	2.19
5.00	0.62	0.90	1.51
5.25	0.42	0.59	1.01
5.50	0.24	0.38	0.63
5.75	0.09	0.26	0.36
6.00	0.00	0.17	0.17
6.25	0.00	0.09	0.09
6.50	0.00	0.04	0.04
Caudal pico de (A)	=	11.90 [m3/s]	
Tiempo pico de (A)	=	2.25 [h]	
Volumen de (A)	=	9.3112E+04 [m3]	
Caudal pico de (B)	=	6.10 [m3/s]	
Tiempo pico de (B)	=	2.75 [h]	
Volumen de (B)	=	5.4206E+04 [m3]	
Caudal pico de (A+B)	=	17.46 [m3/s]	
Tiempo pico de (A+B)	=	2.50 [h]	
Volumen de (A+B)	=	1.4732E+05 [m3]	

**CALCULO DEL HIDROGRAMA TRANSITADO: TRAMO DE RIO 4**

Método: Muskingum-Cunge

Tiempo [h]	Hidrog. Entrada [m3/s]	Hidrog. Salida [m3/s]
0.25	0.00	0.00
0.50	0.17	0.00
0.75	0.97	0.00
1.00	2.71	0.11
1.25	5.46	0.60
1.50	9.04	1.78
1.75	12.75	3.82
2.00	15.64	6.67
2.25	17.23	9.97
2.50	17.46	13.02
2.75	16.54	15.26
3.00	14.85	16.41
3.25	12.70	16.44
3.50	10.35	15.55
3.75	8.11	13.98
4.00	6.14	12.00
4.25	4.43	9.89
4.50	3.13	7.86
4.75	2.19	6.01
5.00	1.51	4.46
5.25	1.01	3.24
5.50	0.63	2.31
5.75	0.36	1.61
6.00	0.17	1.08
6.25	0.09	0.69
6.50	0.04	0.41
6.75	0.01	0.24
7.00	0.01	0.13
7.25	0.00	0.07
7.50	0.00	0.03
Caudal pico de entrada	=	17.46 [m3/s]
Tiempo pico de entrada	=	2.50 [h]
Volumen de entrada	=	1.4732E+05 [m3]
Caudal pico de salida	=	16.44 [m3/s]

Tiempo pico de salida = 3.25 [h]  
 Volumen de salida = 1.4731E+05 [m3]

**CALCULO DEL HIDROGRAMA: SUBCUENCA 7 = B4**

Método: Huff

Método: S.C.S.

Precipitación total = 46.20 [mm]

Precipitación efectiva = 17.09 [mm]

Método: H. U. Triangular (SCS)

Tiempo [h]	Caudal [m3/s]
0.25	0.00
0.50	0.08
0.75	0.36
1.00	0.89
1.25	1.65
1.50	2.58
1.75	3.62
2.00	4.70
2.25	5.72
2.50	6.44
2.75	6.79
3.00	6.80
3.25	6.54
3.50	6.11
3.75	5.57
4.00	5.00
4.25	4.42
4.50	3.80
4.75	3.13
5.00	2.41
5.25	1.73
5.50	1.17
5.75	0.76
6.00	0.49
6.25	0.33
6.50	0.22
6.75	0.16

Caudal pico = 6.80 [m3/s]

Tiempo pico = 3.00 [h]

Volumen = 7.3479E+04 [m3]

**SUMA DE LOS DOS ULTIMOS HIDROGRAMAS: COMBINACION N° 5**

Tiempo [h]	Hidrogr. (A) [m3/s]	Hidrogr. (B) [m3/s]	Hidrogr. (A+B) [m3/s]
0.25	0.00	0.00	0.00
0.50	0.08	0.00	0.08
0.75	0.36	0.00	0.36
1.00	0.89	0.11	1.00
1.25	1.65	0.60	2.26
1.50	2.58	1.78	4.36
1.75	3.62	3.82	7.43
2.00	4.70	6.67	11.38
2.25	5.72	9.97	15.69

2.50	6.44	13.02	19.46
2.75	6.79	15.26	22.05
3.00	6.80	16.41	23.21
3.25	6.54	16.44	22.98
3.50	6.11	15.55	21.65
3.75	5.57	13.98	19.56
4.00	5.00	12.00	17.01
4.25	4.42	9.89	14.31
4.50	3.90	7.86	11.66
4.75	3.13	6.01	9.13
5.00	2.41	4.46	6.87
5.25	1.73	3.24	4.97
5.50	1.17	2.31	3.48
5.75	0.76	1.61	2.38
6.00	0.49	1.08	1.58
6.25	0.33	0.69	1.02
6.50	0.22	0.41	0.64
6.75	0.16	0.24	0.40
7.00	0.10	0.13	0.23
7.25	0.05	0.07	0.12
7.50	0.02	0.03	0.05
7.75	0.00	0.02	0.02
Caudal pico de (A)	=	6.80 [m3/s]	
Tiempo pico de (A)	=	3.00 [h]	
Volumen de (A)	=	7.3479E+04 [m3]	
Caudal pico de (B)	=	16.44 [m3/s]	
Tiempo pico de (B)	=	3.25 [h]	
Volumen de (B)	=	1.4732E+05 [m3]	
Caudal pico de (A+B)	=	23.21 [m3/s]	
Tiempo pico de (A+B)	=	3.00 [h]	
Volumen de (A+B)	=	2.2079E+05 [m3]	

## **ANEXO 8.1**

### **DISEÑO PRE-PRELIMINAR DE INTERCAMBIADORES Y PASOS TÍPICOS**

## REDISEÑO Y MÉTODO CONSTRUCTIVO PARA TALUD DE CORTE CON ALTURAS SUPERIORES A 20 M

### INTRODUCCION

En el tramo entre las abscisas 0+071 a 1+340 (L = 1269m) y salvo en los tramos de quebradas, se ha planificado la ejecución de cortes del talud en algunos sectores, de inclinación 3:4 o 0,75: 1 (x:y).

El mayor corte en el tramo está ubicada en 0+840 con altura en el eje de la vía de  $h = 42,76$  m; en la lateral derecha el corte sobrepasa los 55 m. Cabe señalar que el largo de los tramos con alturas de corte en el eje mayores a 8m es de 520m

Una vez que en el tramo antes indicado han comenzado los trabajos de remoción, se ha observado en 0+840 que en su constitución geológica existen varios niveles de estratos de arenas volcánicas finas, sueltas e interdigitadas con capas de suelos loesicos (limos arenosos de plasticidad media) y capas blancas de lapilli. Cabe señalar que estos estratos inestables (por ser fácilmente erosionables por el viento y lluvia) también afloran en el Tramo 2 y causan problemas en la vía por acumulación de materiales e inestabilización de los sectores superiores de la ladera.

Los estratos que han podido ser observados en 0+840 tienen forma lenticular, de un espesor máximo de 1,50m y longitudes variadas entre 10 a 30m. Estos estratos arenosos sin embargo pueden tener longitudes mayores, de las mismas altura y espesor que los observables en el afloramiento del Tramo 2. Se espera también encontrar estratos de lapilli (gravas de pómez) con comportamiento aproximadamente similar a los estratos de arenas volcánicas finas y sueltas.

Los estratos de arena y lapilli pueden ser fácilmente erosionadas por los vientos y la lluvia, lo que unido a un talud de pendiente única pronostica que estos materiales caerán directamente sobre el espaldón y calzada derecha (lado occidental) de la avenida y además inestabilizaran los estratos de Cangahua suprayacentes, como sucede en el Tramo 2.

Por estas razones se ha considerado necesario sugerir a la Empresa de Obras Publicas Municipales, EMOP-Q, para que se tomen medidas oportunas sobre el diseño del corte del talud y otras obras de protección, para minimizar este problema que se producirá a corto plazo.

Para un total conocimiento geológico del talud, es necesario que se efectúe un sondeo exploratorio (con SPT cada metro y muestreo continuo; L = 35m) que permita conocer el espesor y posición de los estratos de arenas y lapilli. De no ser posible la ejecución de este sondeo por la proximidad de los trabajos en el sector, la planificación aquí efectuada podrá ser modificada conforme avanza la construcción y se conoce el espesor y características de las capas de arena fina.

Las soluciones avizoradas (talud de corte con bermas de 3m de ancho y cada 8m de altura) no incrementan significativamente el volumen de corte y son de ejecución fácil y de procedimiento similar al proceso de remoción diseñado originalmente.

## ASPECTOS GEOTECNICOS

Los estratos de cangahuas (limos arenosos de plasticidad media a baja) han sido estudiados en Quito en los proyectos:

- " Peligrosidad de terrenos inestables en Quito", CODIGEM-DHA/UNDRO, Quito, 1993;
- "Métodos geológicos y geodésicos de ingeniería en el registro y documentación de deslizamientos en un área macrodeslizada al NE de Quito", Universidad de Hannover - EPN, Quito, 1996;

En EE.UU. se los ha investigado según la publicación (no editada) "Fractures an Failure Mechanics in loess and applications to rock mechanics" R.J. Lutton, USA Corps of Engineers, Vicksburg, 1969

Las cangahuas son suelos loesicos por su correspondencia en origen y comportamiento mecánico con los suelos de esa denominación.

De las publicaciones de investigaciones hechas en Quito, se ha extractado las siguientes características geotécnicas de las cangahuas:

- Permeabilidad vertical superior a la horizontal;
- Suelo colapsible;
- Valores fisico- mecánicos:
  - o Densidad :           entre 1.25 a 1.7 T/m<sup>3</sup>,           valor medio 1.4 T/m<sup>3</sup>
  - o Cohesión media:    entre 6 a 12 T/m<sup>2</sup>;           valor medio 10 T/m<sup>2</sup>
  - o Angulo de fricción;   entre 21° a 42°;           valor medio 25°

## REDISEÑO DEL TALUD DE CORTE

Se ha planificado la ejecución (en el tramo de corte más alto: h = 55m) de 6 bermas de una altura de 8 m con banquetas de 3m de ancho y talud 3:8 (1:2,6) en sentido x:y Para los tramos de menor altura, el numero de bermas disminuirá en forma proporcional.

La planificación de este talud con bermas no se aparta de los lineamientos iniciales, por lo tanto no se incrementaran las superficies a expropiar.

- **Altura crítica**

La Cangahua, en condiciones de bajo contenido de humedad es un suelo cohesivo y friccionante, por lo que se ha empleado la ecuación

$$H_c = 4c (\text{tg}^2(45 + \phi/2))^{0.5}/\gamma$$

Valores para el cálculo:

Cohesión:	2 T/m <sup>2</sup>
Densidad:	1.4 T/m <sup>3</sup>
Angulo de fricción:	20°

Con dichos valores se obtiene que  $H_c = 8.16\text{m} \approx 8.00\text{ m}$

Los valores empleados en el cálculo están del lado de la seguridad.

Los valores físico-mecánicos han sido disminuidos para el caso probable de humedecimiento prolongado.

- **Factor de seguridad (FS)**

Para el caso de ejecución del talud con bermas de 3m de ancho, 8m de altura y talud 3:8, se ha utilizado el programa computacional Bslope (Método de Bishop Simplificado) y con la presencia de un evento sísmico de 0,15g de aceleración horizontal y 0,08g de aceleración vertical, se ha obtenido que el FS = 1,35 para el caso del círculo de deslizamiento más crítico. En anexo se encuentra el protocolo de cálculo electrónico utilizado.

Para condición estática el FS es superior a 1,45

Cabe señalar que la superficie de falla en las cangahuas es planar y de geometría propia y característica de ese suelo loesico, pero el error cometido con el método de la superficie circular, es menores al 5%

En el análisis no se ha considerado la existencia de un nivel freático (por la muy poca probabilidad geológica de existencia) ni se ha incluido la presencia de estratos de arena que posiblemente si existen en el interior del talud.

## OBRAS PARA EL CONTROL DE LA EROSION

- **Protección de las bermas**

El suelo donde serán construidas las bermas, es mayoritariamente del tipo ML-MH y SM de SUQS, es decir, limos arenosos a arenas limosas de plasticidad media a alta, (cangahuas) de permeabilidad media a alta ( $K < 1 \times 10^{-3}$  cm/s) y de plasticidad nula en las arenas y alta permeabilidad ( $K < 1 \times 10^{-2}$  cm/s). Las cangahuas además se caracterizan por ser colapsibles

Por esta característica geotécnica, es indispensable la protección de las bermas contra el humedecimiento excesivo que se produce en época de lluvias.

Se ha considerado adecuado cubrir las bermas (construidas con pendiente transversal al eje del Proyecto, del 5% hacia el exterior) con un replantillo ( $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ ) de espesor  $e = 5\text{cm}$  y captación del drenaje por medio de una cuneta pequeña de hormigón simple ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) y sección trapezoidal, de 20cm de base, 30cm de altura; paredes con talud 1:1 y de espesor  $e = 5 \text{ cm}$  y cuyo eje iría paralelo al talud y a 1 m desde el filo externo de la berma, como indica el diseño anexo.

Las cunetas de los diferentes niveles tendrían una gradiente longitudinal del 5% e irían conectadas a un colector-disipador que las conecte y cuya descarga (con diseño rompe-energías) sería la quebrada o la alcantarilla más próxima.

#### - Estratos de arenas y lapilli

Los estratos de arena y lapilli, por su casi inexistente cohesión, son materiales fácilmente erosionables por el viento y la lluvia.

El viento que azota la ladera tiene rafales de velocidades (medidas con anemómetro de bolsillo) superiores a 10 m/s y viento permanente de velocidad variable desde calma (0 m/s) hasta un máximo de 6 m/s

Las lluvias que caen en épocas invernales en el sector, se caracterizan por ser eventuales pero pueden ser de gran intensidad ( $I_{30}$  alto) y corta duración, las cuales "lavan" con facilidad los materiales granulares finos y medios (arenas y lapilli) sueltos e inestabilizan el talud.

Un método que puede asegurar la estabilización a bajo costo y técnicamente realizable de las capas de arena suelta y/o lapilli, es con una capa de 5cm de concreto ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) lanzado con maquina o colocado manualmente, sobre la superficie excavada del sector arenoso o de lapilli y soportada con una malla electrosoldada y varillas o anclajes clavados en el suelo.

La capa de hormigón (por su posición inclinada) podría soportarse sola pero por seguridad debe ser anclada con varillas corrugadas de 25 mm y de 1m de largo, clavadas en el suelo en una cantidad de 1 varilla cada 2 m<sup>2</sup> de hormigón. El número de varillas por m<sup>2</sup> de hormigón podrá cambiar en función de las condiciones del suelo del talud: a mejor condición, menor número de anclajes.

En los sectores donde las arenas y lapilli se encuentren muy sueltos, los anclajes podrían ser de tipo pasivos, con tirante de varilla corrugada de 25 mm de diámetro colocadas en el centro de una perforación (elaborada manualmente o con maquinaria liviana) de 15 cm de diámetro, 6m de longitud y perpendicular al talud. El número aproximado de anclajes sería de 1 cada 3m<sup>2</sup> de superficie hormigonada.

La protección propuesta ha sido probada satisfactoriamente en otros sectores de la ciudad de Quito.

Los aspectos favorables adicionales a la protección sugerida, son:



- Facilidad constructiva;
- Costo bajo;
- Permite el embellecimiento del recalce con la siembra de plantas sobre la pantalla de protección, mediante dispositivos (tipo canales-macetros) de costo muy bajo y fácil instalación.
  
- **Protección vegetal**

Para contrarrestar la erosión de los taludes con suelo (no en los sectores arenosos) así como por aspectos estéticos y ecológicos, se considera indispensable sembrar vegetación autóctona en los taludes, de tipo higuierillas, retamas, sigse, chilca, pencos y otros adecuados para la zona seca y ventosa. Sobre este aspecto se podría contratar en forma puntual un especialista en este tipo de cultivo.

## **METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS DE PROTECCION**

### **Protección de los sectores del talud donde afloran arenas y/o lapilli**

Luego de que se ha efectuado el corte del talud y se ha elaborado la berma, se procederá a ubicar los niveles de arena y/o lapilli a ser protegidos.

Con el contingente de varios peones se procederá a cortar el talud en fragmentos rectangulares a un nivel mayor en al menos 20cm desde el contacto arena (lapilli) – cargahua y en todos los sentidos (arriba, abajo y a los lados) hasta una profundidad de 5 cm

Luego, se colocara la malla electrosoldada en la excavación, sobresaliendo desde el fondo 2,5cm se clavara las varillas corrugadas de 25mm en el suelo como elementos de sujeción del hormigonado y la malla. Antes del hormigonado se instalaran tubos ranurados de PVC (1 tubo cada 2 m<sup>2</sup>) con el sector ranurado (y protegido con geotextil no tejido) en el interior. Los tubos servirán de desagüe de eventuales filtraciones y podrán ser de 10 cm de diámetro y 15 cm de largo total, de los cuales 5cm serán ranurados con sierra de cortar hierro (e=0,5mm).

Con equipo o manualmente se cubrirá la malla electrosoldada con 5 cm de espesor de hormigón de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ . La placa de hormigón debe cubrir muy bien los límites de la excavación para evitar el ingreso de aguas de lluvia.

### **Cunetas en bermas y Replantiillo de protección**

En forma manual se efectuaran las cunetas a las dimensiones indicadas en el plano adjunto y se procederá a colocar el replantiillo de hormigón y a impermeabilizar la cuneta con el mismo material.

### **Transporte de materiales**

El ancho de las bermas permite el ingreso de equipos pequeños (gallinetas, palas Bobcat) por lo que el transporte de cemento, áridos, agua y mallas podrá ser resuelto con

maquinaria o manualmente, por lo que se recomienda que estos trabajos sean desarrollados contemporáneamente con la remoción de los suelos y la elaboración de las bermas.

#### Plantación de especies autóctonas

Una vez terminados los trabajos con hormigón sobre las bermas y los recalces del talud, se procederá a plantar los arbustos y vegetales (chilcas, sigse, retamas, pencos, etc) que hayan sido seleccionados por un experto en el tema.

La plantación deberá hacerse en las épocas de lluvias, es decir por el mes de octubre aproximadamente, por lo que esta planificación de los trabajos necesita de la ejecución inmediata de 2 actividades:

- 1.- Selección por parte de un experto, de los vegetales protectores más adecuados contra la erosión;
- 2.- Construcción inmediata de viveros de las especies seleccionadas.

**ESPECIFICACIÓN ESPECIAL PARA CONSTRUCCIÓN DE RELLENOS CON  
ALTURA EN EL EJE SUPERIOR A 20 METROS Y LOCALIZADOS EN  
QUEBRADAS CON CAUCES ANCHOS**

En las Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes MOP – 001 – F 0003, sección 303; 303 – 1.01: “Descripción”, señala: *“Estos trabajos consistirán en excavación, transporte, desecho, colocación, manipuleo, humedecimiento y compactación del material necesario a remover en zonas de corte y a colocar en zonas de relleno para lograr la construcción de la obra básica, estructuras de drenaje y todo trabajo de movimiento de tierras que no sea incluido en la subsección 301-2 y que sea requerido para la construcción del camino de acuerdo con los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador”.*

De conformidad con lo señalado anteriormente, el rubro excavación está completo cuando se ha realizado el retiro del suelo de su estado natural, transportado e incorporado en la construcción de rellenos y para el caso complementa esta en la sección 304 Excavación en Préstamo, (numerales 304 – 1.01 a 304 - 1.04), y luego con las instrucciones de la sección 305, (numerales 305 – 1.01 a 1.05) en los que establece: descripción, procedimiento de trabajo, medición y pago. Se complementa las instrucciones con la sección 305: compactación (numerales 305 – 2.01 a 305 – 2.05).

En las secciones antes indicadas se describen los componentes generales aplicables a todo tipo de relleno.

Sin embargo, en el caso de movimiento de tierras en proyectos localizados a media ladera, por restricciones ecológicas ya no se puede, ni es permitido, el bote a media ladera, sino que, con base al diagrama de masas, el diseño del movimiento de tierras se lo hace mediante compensaciones longitudinales que implican, por una parte, transporte a lo largo de la traza de la vía y relleno de cauces especialmente de quebradas, con rellenos que tienen alturas considerables en su eje, son profundas y determinan un procedimiento constructivo especial y que en la práctica tiene las siguientes fases, por la imposibilidad física de construir un acceso que permita en forma directa colocar el producto de la excavación en la zona de relleno:

- Fase 1: Excavación de suelo original y transporte hasta el borde del acantilado.
- Fase 2: Empuje del suelo en estado suelto depositado en el borde hasta el pie del acantilado
- Fase 3: Transporte del suelo suelto acumulado al pie del acantilado (Fondo de la quebrada en proceso de relleno) a la Zona de Relleno.
- Fase 4: Operación de hidratación o airación y compactación

De conformidad con las condiciones y disposiciones de las Especificaciones vigentes, el rubro excavación normal en suelo 303 – 2(2) comprende y está terminado con la ejecución de las fases 1 y 4.

El Equipo utilizado en la Fase 1 es variable en función de la distancia y proceso constructivo adoptado.

- a. Para excavación y transporte de hasta 50 metros se utiliza tractor de orugas equipado de hoja tapadora angulable.
- b. Desde 50m. a 500m. con camino piloto de 5.0 metros de ancho, la primera alternativa sería el uso de retroexcavadora y volquetas para transportar el suelo hasta el borde superior del cauce y luego empujarlo con tractor equipado de cuchilla hacia el fondo del acantilado.
- c. Superada la distancia de 500m (distancia de transporte libre de pago) desde un ancho en corte de 20m. o más, se utilizará Mototrailla con tractor empujador hasta una distancia de 2000m. y hasta alcanzar el ancho de la obra básica.
- d. Para transporte a mayores distancias es conveniente el uso de volquetas fuera de camino y retroexcavadora para cargarlas.

El dimensionamiento del número de unidades dependerá del volumen que, en cada caso debe ser excavado y del plazo disponible (Cronograma de Trabajo) para lo cual se utilizará el programa Project Management o el Primavera.

El Equipo utilizado en la fase 2 es un bulldozer, el cual es suficiente para empujar, o sea, para realizar el traslado del suelo del borde superior al pie del acantilado.

En la fase 3, en la que también existe transporte de suelo suelto que debe trasladarse a la zona de relleno, el equipo utilizado esta integrado por: un bulldozer empujador que,

para este caso, se considera como un medio de carga, y un mototrailla que es el medio de transporte.

En las fases 2 y 3, en el movimiento de suelo suelto (que se considera movimiento adicional), la utilización del bulldozer es del 100%.

La fase 3 tiene igual condición que la fase 2, en cuanto a la utilización del bulldozer y además debe incluirse el uso de una mototrailla.

La longitud de transporte será la correspondiente a la suma de las distancias parciales, entre el sitio de excavación o corte y el lugar de relleno, cualquiera sea el medio de transporte utilizado.

El equipo caminero ubicado al fondo del cauce de la quebrada que será utilizado en la ejecución del relleno estará integrado por el siguiente equipo: en la fase inicial, hasta tener espacio para la operación de las mototraillas, se empleará bulldozer y rodillo pata de cabra en el acondicionamiento de la primera camada o capa horizontal. En las fases posteriores, dependiendo de la distancia de transporte del suelo y de las facilidades de acceso a la zona de relleno desde el pie del acantilado, el uso de mototraillas es el aconsejado para reducir costos, junto con un tanquero, un compactador rodillo pata de cabra y de ser necesario un tractor empujador.

Si la distancia de transporte es superior a 1,5 km, se estudiará la conveniencia de utilizar volquetes, lo que conlleva la necesidad de emplear adicionalmente equipo de carga y de tendido (pala o retroescavadoras, tractor o motoniveladora, tanquero y compactador autopropulsado).

Sin embargo, cabe insistir que se observará durante todo el proceso constructivo las condiciones que imponen las Especificaciones relativas a los espesores que deben tener cada uno de las camadas o capas de relleno y el correspondiente valor de densidad que debe obtenerse en función de la altura relativa de la capa de relleno.

La construcción de rellenos con valores, en el eje, considerados altos, independientemente de las características topográficas que pueden requerir de obras

especiales, debe ser efectuada siguiendo las normas constructivas que en general pueden resumirse como se indica a continuación:

- i. Localización topográfica del sitio de relleno, con todas sus características respecto a: la ubicación e implantación de la correspondiente obra de drenaje, que será preferentemente en suelo natural, aunque generalmente esta ubicación no coincida con el cauce del accidente geográfico (cauce o quebrada) que se salvará con el relleno.

Cuando se implanta la obra de drenaje en suelo firme (excavado en suelo natural), permite construir una trinchera (cajón) que alojará al elemento de drenaje (tubería u obra de hormigón), consiguiendo de esta forma un adecuado confinamiento y menores valores de asentamiento de la obra ante los esfuerzos geostáticos debidos a las capas superiores de relleno.

De presentarse algún tramo que no esté en corte, se preparará un terraplén con relleno de material seleccionado, debidamente compactado, de dimensiones suficientes en alto y ancho que permita, mediante excavación, preparar el tramo de trinchera que alojará parcialmente al elemento de drenaje.

- ii. Es importante considerar la pendiente longitudinal del cauce natural de la quebrada, ya que el relleno debe ser construido progresivamente en tongadas o capas horizontales sin importar que éstos segmentos o franjas no cubran la superficie total en la base del relleno.

La condición anotada se mantendrá estrictamente hasta que se haya alcanzado la cota de la subrasante.

- iii. Conforme progresa en altura el relleno, se construirán dos tipos de bermas:
  - a) En los flancos de la quebrada, es decir, a uno y otro lado de la zona de relleno, en suelo natural (en corte) se construirán bermas (gradas) en todo el ancho del relleno en esa cota, con dimensiones que permitan una cómoda operación del equipo mecánico (Bermas aproximadamente de 3.0m de ancho).

Estas bermas, que se construirán de acuerdo a las condiciones locales, deben ser construidas escalonadamente y en sentido vertical, separadas en no más de 12 m aproximadamente.

Estas bermas aseguran el adecuado confinamiento del suelo de relleno con el suelo natural y evitan la formación de un plano de falla continuo entre suelos con distinta densidad, que se formaría siguiendo el perfil transversal del cauce que aloja al relleno.

- iv. En los taludes de relleno tanto superior (aguas arriba) como inferior (aguas abajo), también se construirán bermas de 3 a 4 m de ancho, dependiendo de la altura del relleno, que se establece estén separadas en alturas entre 12 y 15 m.
- v. Por tratarse de rellenos de gran altura, en los niveles inferiores se produce asentamientos por consolidación del suelo, por lo que es importante que en un mismo estrato del relleno, el suelo colocado sea lo más homogéneo posible para que, en caso de producirse movimientos verticales, el asentamiento sea lo más uniforme posible en todo el espesor de la capa de relleno.
- vi. Las obras de encausamiento, tanto de entrada como de salida, que generalmente son disipadores de energía con un diseño especial, deben tener en las paredes laterales la dimensión suficiente para que el agua, por salpicadura, no humedezca el suelo del relleno.
- vii. Finalmente, el drenaje del agua superficial que se escurre por los taludes de relleno se recogerá en cunetas revestidas a lo largo de las bermas, las que a su vez llegarán al sitio final de descarga mediante cunetas y disipadores revestidos, construidos sobre el suelo natural en los extremos de la zona de relleno, a lo largo de la traza inclinada que forma el relleno con el contacto del tramo del cauce de la quebrada.

El agua permanente que pueda escurrir por el sitio de Relleno, tenga o no cauce definido, les conviene canalizarlo provisionalmente, utilizando tubería que este de

acuerdo con el caudal y de material que resista una altura prudente de relleno, hasta que el líquido pueda ser conducido por la obra de drenaje definitiva.

Esta tubería para el encausamiento provisional, generalmente no es recuperable, pero ayuda mucho a progresar con el relleno, mientras se construye el drenaje definitivo.

Equipo:

a. Construcción de Camino Piloto

Siendo esta la vía por la que se transportarán volúmenes muy significativos del suelo producto de excavación, para ser depositados en la zona de construcción del Relleno, sus condiciones geométricas deben ser las que mejor puedan conseguirse, considerando que se trata de un camino de corta duración. El equipo con el que se construye el camino piloto será un Bulldozer de aproximadamente 300 HP.

El ancho de esta vía debe ser la que permita el cruce de dos máquinas empleadas para el transporte de suelo, que preferentemente serán mototraillas (las más comunes tipo DW21 de  $21\text{ y}^3$  o DW31 de  $31\text{ y}^3$ ) que a más de su gran capacidad de carga en volumen, giran en curvas de radio pequeño (7 – 8m) y pueden desarrollar hasta 20 Km/h. Este medio de transporte tiene la ventaja de depositar el suelo en camadas de poco espesor, paralelo a la superficie en que se deposita, lo que permite iniciar el proceso de compactación en forma inmediata.

Si en una primera etapa de construcción del Relleno por las condiciones topográficas de la sección transversal del sitio de relleno, no es posible depositar el suelo, producto de la excavación, en forma directa en el sitio de relleno, cualquier método de trabajo es válido para conseguir que el suelo alcance el sitio de Relleno, es decir, que se logre vencer la diferencia de nivel entre la cota del punto al cual puede llegar volquetas o mototraillas que transportan el suelo y la cota de construcción de Relleno.

En todo caso esta situación debe solucionarse de manera práctica, para lo cual si existe la posibilidad, se construirá en la ladera que constituye parte del cauce que se esta relleno o utilizando el banco de material vertido desde la parte superior de



este accidente, un camino que permita a los medios de transporte llegar a depositar el suelo en el sitio requerido sin operación de empuje a carga extras.

En el caso de uso de Mototraillas en longitudes mayores a 500m, conviene utilizar motoniveladora y tanquero para la conformación del camino. De ser posible el empleo del equipo descrito, este es el procedimiento que da el mejor rendimiento para distancias de transporte hasta 700 a 2000m. El complemento de Traillas será para empuje un Buldozer de 300 HP.

Para distancias mayores a 1000m., el transporte del suelo de excavación se hará utilizando volquetas, de la mayor capacidad posible, es preferible que sean de 10m<sup>3</sup> o más, incluso pueden utilizarse las consideradas fuera de vía (tipo bañera), que son de 18 a 20m<sup>3</sup> de capacidad.

La utilización de volquetas para el transporte conlleva la necesidad de disponer de un medio de carga de capacidad que permita cerrar el circuito de transporte, es decir que no queden volquetas en espera y que así mismo la cargadora no espere, lo mejor es que siempre haya una volqueta esperando mientras termina la carga de la anterior. El tipo de cargadora que mejor se acomoda a este trabajo por su versatilidad es el payloeder que deberá ser aproximadamente de 2,5 a 3 y<sup>3</sup> de capacidad de carga.

Una opción, aunque reduce el rendimiento de la fase excavación, es el empleo de excavadora, con la que se puede realizar también la fase de carga.

El transporte de suelo de excavación con volquetas, en el sitio de relleno requiere el disponer de Equipo de Tendido adicional sea este un Buldozer o una motoniveladora para que una vez que se tenga el suelo en camadas del espesor especificado, se inicie la fase de compactación.

Este proceso, aunque requiere de mayor número de maquinas en el ciclo total, consigue mejores rendimientos si las distancias de transporte son superiores a los 1000m.

Debe considerarse las exigencias del Cronograma de Trabajo para dimensionar su número y características del equipo a ser empleado, tanto en la fase de excavación como en la de transporte.

En todos los casos se debe considerar el equipo para compactación constituido por tanquero y pata de cabra preferiblemente autopropulsada.

## **ANEXO 9.1**

### **DISEÑO PRE-PRELIMINAR DE PAVIMENTO**

## **ANEXO 10.1**

**DISEÑO PRE-PRELIMINAR DE  
ESTRUCTURAS ESPECIALES, PUENTES Y  
OTRO TIPO D ESTRUCTURAS  
CUADROS Y FIGURAS**

ALTERNATIVA AEROPUERTO NORTE  
CALCULO DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS ESPECIALES

DATOS												CONSTRUCCION											
Descripción	Abscisa	Caudal Pendiente (l/s)	Coefficiente de Manning	Materia	Alto Base (m)	Y (m)	Area Molada m <sup>2</sup>	Radio Htera. Hacia K (m)	V (m/s)	Rapidez artificial	Circunferencia Rectangular (m)	Proble	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Longitud alto (m)	Pendiente (%)	tipo	alto gradiente (m)	ancho alto (m)	Nota		
Alcantarilla y descarga	C+180	0.47	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.25	0.22	1.20	0.18	2.02	0.0340	1.2	24	0.6	0.8	2.7	0.67	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Descarga D1	0+550	2.58	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.28	0.34	0.26	0.16	1.52	0.054	0.8	10	1.2	1.0	15.2	0.90	Escalaada	0.2	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla	1+450	0.40	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.52	0.62	0.50	0.31	2.07	0.1708	0.8	14.5	0.8	1.0	17	0.59	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla y D2	1+655	1.23	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.55	0.66	0.64	0.21	0.92	0.1858	0.8	15	1.2	1.0	28	0.42	Escalaada	0.2	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla	2+070	1.37	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.37	0.44	0.38	0.24	1.77	0.0928	0.8	23	0.7	0.8	13	0.77	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Eguate	2+650	0.09	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.81	0.73	0.72	0.15	2.29	0.2799	0.8	13	0.9	0.8	16	1.60	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla	3+150	1.62	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.26	0.34	0.28	0.34	1.18	0.0541	0.8	10	0.6	0.8	10	0.37	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Bajante	3+555	0.40	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.66	1.04	1.00	2.84	0.44	0.2802	0.8	10	0.6	0.8	10	0.37	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Caja	3+010	3.45	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.74	1.03	3.62	4.55	0.68	0.02812	1.0	200	2.4	1.5	130	0.58	Escalaada	0.6	4	13	Con expansión	
Alcantarilla	4+250	17.38	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.46	0.55	0.51	1.79	0.28	0.1308	0.8	15	0.8	1.0	75	1.03	Escalaada	0.2	1.5	2	De impacto	
Descarga D1	4+280	17.75	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.74	1.03	3.62	4.55	0.68	0.02812	1.0	200	2.4	1.5	130	0.58	Escalaada	0.6	4	13	Con expansión	
Caja	4+010	1.03	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.46	0.55	0.51	1.79	0.28	0.1308	0.8	15	0.8	1.0	75	1.03	Escalaada	0.2	1.5	2	De impacto	
Descarga D4	4+850	1.28	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.74	1.03	3.62	4.55	0.68	0.02812	1.0	200	2.4	1.5	130	0.58	Escalaada	0.6	4	13	Con expansión	
Descarga D5	5+180	0.81	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.46	0.55	0.51	1.79	0.28	0.1308	0.8	15	0.8	1.0	75	1.03	Escalaada	0.2	1.5	2	De impacto	
Bajante	5+550	2.10	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.74	0.89	0.60	2.40	0.56	0.2808	0.8	30	0.8	1.0	151	0.50	Escalaada	0.2	1.5	2	De impacto	
Bajante	7+020	1.10	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.48	0.58	0.54	1.84	0.29	0.1588	0.8	30	0.8	1.0	12	2.07	110	Escalaada	0.2	2	2	De impacto
Alcantarilla	8+574	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	8+755	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	9+180	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	9+300	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	9+500	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	9+700	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	9+900	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	10+100	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	10+300	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	10+500	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	10+700	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	10+900	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	11+250	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	11+500	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	11+750	0.82	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	12+007	0.69	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.48	0.44	1.87	0.28	0.1115	0.8	30	0.8	1.0	24	2.2	110	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto
Alcantarilla	13+614	0.69	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.35	0.43	0.37	1.54	0.24	0.0889	0.8	41	0.8	1.0	170	0.67	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla	13+840	0.69	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.37	0.44	0.38	1.57	0.24	0.0916	0.8	41	0.8	1.0	170	0.67	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
TRAMO F																							
Alcantarilla	0+700	0.49	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.28	0.34	0.28	1.34	0.18	0.0531	0.8	35	0.8	1.0	60	0.63	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla	0+420	0.40	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.28	0.34	0.28	1.34	0.18	0.0531	0.8	35	0.8	1.0	60	0.63	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla	0+500	0.02	0.022	Acero Corrugado	1.8	0.64	1.15	1.72	3.34	0.52	0.2333	0.8	35	0.8	1.0	60	0.63	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla	0+812	7.48	0.022	Acero Corrugado	1.8	0.65	1.19	1.70	3.41	0.52	0.2421	0.8	35	0.8	1.0	60	0.63	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla	1+230	0.40	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.28	0.34	0.28	1.34	0.18	0.0531	0.8	35	0.8	1.0	60	0.63	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla	1+350	0.40	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.28	0.34	0.28	1.34	0.18	0.0531	0.8	35	0.8	1.0	60	0.63	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla	1+660	1.35	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.65	0.60	3.64	2.31	0.32	0.1048	0.8	35	0.8	1.0	60	0.63	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla	2+107	0.78	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.36	0.47	0.41	1.52	0.25	0.1026	0.8	35	0.8	1.0	60	0.63	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	
Alcantarilla	2+605	0.70	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.37	0.44	0.38	1.57	0.24	0.0916	0.8	35	0.8	1.0	60	0.63	Escalaada	0.1	1.5	2	De impacto	

ALTERNATIVA AEROPUERTO NORTE  
CALCULO DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS ESPECIALES

Descripción	Abscisa	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Pendiente (%)	Coeficiente de Manning	Material	Diámetro o Base (m)		Alto (m)	Y/D	V (m/s)	Área Mojada (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Rugosidad artificial	K	Chequer (1) Rectangular (2)	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Longitud (m)	Radio (m)	pendiente (%)	Tipo	Curva de salida al pie de la tubería		Nota		
						1	2																	arco (m)	altura (m)			
<b>CONEXIÓN</b>																												
DATOS		4.67	1.0	0.015	Hormigón	1.2	1.2	0.78	0.84	1.12	3.07	0.37	4.03	0.027			1.3	2.0										
<b>TRAMO C</b>																												
Academia	0+300	0.4	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.28	0.34	0.25	1.34	0.15	1.52	0.654	0.039			0.8	2.5										
Academia	1+020	0.99	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.45	0.54	0.49	1.76	0.29	1.84	0.720	0.022			0.8	2.5										
Academia	1+025	28.34	1.0	0.022	Acero Corrugado Cable	2.4	1.03	2.40	4.22	7.54	0.60	3.23	0.551	0.018			0.7	1.0										
Academia	1+200	1.76																1.2	1.4	1.30	5.5	0.7	Escalada	0.2	2	1	1	Curva salida
<b>TRAMO D</b>																												
<b>Procedo</b>																												



CORPORACION AEROPUERTO Y ZONA FRANCA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

COLECTOR AEROPUERTO NORTE N°2

ALTERNATIVA AEROPUERTO NORTE

Coefficiente de Escorrentía = 0.60  
 Período de retorno = 25 años  
 Coeficiente de rugosidad (n) = 0.01 Plástico  
 0.013 Hormigón simple  
 0.015 Hormigón armado

$$V = \frac{55.0677}{7.48} \cdot (100 + 3) \cdot (1.47)^{1.49}$$

DESCRIPCION DEL TRAMO	POTD	CAUDAL PLUVIAL	CAUDAL	AREA	CAUDAL PLUVIAL		CAUDAL	DISEÑO DE COLECTOR	TIPO DE COLECTOR	COTAS		PROFUNDIDAD		TIPO DE TUBERIA
					Q (l/s)	Q (m³/s)				ARRIBA	ABAJA	ARRIBA	ABAJA	
AREPUNDAENTE	P16	16.00	2.01	18.48	0.81	0.028	1.00	0.34	0.53	0.21	2223.500	2223.500	2.00	4.92
AREPUNDAENTE	P17	30.00	0.32	15.34	0.81	0.028	1.00	0.34	0.53	2.1	2223.500	2223.500	2.00	4.92
AREPUNDAENTE	P18	30.00	0.32	15.34	0.81	0.028	1.00	0.34	0.53	2.1	2223.500	2223.500	2.00	4.92
AREPUNDAENTE	P19	30.00	0.32	15.34	0.81	0.028	1.00	0.34	0.53	2.1	2223.500	2223.500	2.00	4.92
AREPUNDAENTE	P20	30.00	0.32	15.34	0.81	0.028	1.00	0.34	0.53	2.1	2223.500	2223.500	2.00	4.92
AREPUNDAENTE	P21	30.00	0.32	15.34	0.81	0.028	1.00	0.34	0.53	2.1	2223.500	2223.500	2.00	4.92
AREPUNDAENTE	P22	30.00	0.32	15.34	0.81	0.028	1.00	0.34	0.53	2.1	2223.500	2223.500	2.00	4.92
AREPUNDAENTE	P23	30.00	0.32	15.34	0.81	0.028	1.00	0.34	0.53	2.1	2223.500	2223.500	2.00	4.92
AREPUNDAENTE	P24	30.00	0.32	15.34	0.81	0.028	1.00	0.34	0.53	2.1	2223.500	2223.500	2.00	4.92
AREPUNDAENTE	P25	30.00	0.32	15.34	0.81	0.028	1.00	0.34	0.53	2.1	2223.500	2223.500	2.00	4.92



**CORPORACION AEROPUERTO Y ZONA FRANCA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**  
**COLECTOR AEROPUERTO NORTE Nº3**  
**ALTERNATIVA AEROPUERTO NORTE**

Coefficiente de escorrentía = 0.58  
 Periodo de retorno = 25 años  
 Coeficiente de rugosidad (n) = 0.01 Pábitado  
 0.013 Hormigón simple  
 0.015 Hormigón armado

$$Q = \frac{1.486 \cdot A \cdot i^{0.77}}{n} \left( \frac{L}{48.3} \right)^{0.487}$$

CALLE	ESPERO		AREA		CAPITAL PLUVIAL		CAUDAL		DISEÑO		DISEÑO DE COLECTOR										PERFIL		CALLE									
	VE	VA	F	A	VE	VA	Q (m³/s)	Q (m³/s)	D (mm)	S (‰)	L (m)	RE	RA	RE	RA	RE	RA	RE	RA	RE	RA	RE		RA	RE	RA	RE	RA	RE	RA	RE	RA
AV. BOLIVAR	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

El presente estudio es propiedad de la Corporación Aeropuerto y Zona Franca del Distrito Metropolitano de Quito.

**CORPORACION AEROPUERTO Y ZONA FRANCA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**  
**COLECTOR AEROPUERTO NORTE N°4**  
**ALTERNATIVA AEROPUERTO NORTE**

Coefficiente de Escurritalia = 0.80  
 Periodo de retorno = 25 años  
 Coeficiente de rugosidad (r) = 0.013 Manning simple  
 0.015 Manning ancha

$$I = 35 \frac{665000}{L^2} \left[ \frac{100}{L} \right]^2$$

CALLE	DESCRIPCION DEL TRAMO		AREA				CAUDAL PLUVIAL				CAUDAL				DISEÑO DE COLECTOR						COTAS				PROFUNDIDAD		TIPO DE TUBERIA																
	PZ	PT	L (m)	A (m²)	Perc. A. Urb.	Acum. A. Urb.	A/C	Tc (seg)	I (m/s²)	Urb. (m)	Tc (seg)	Op (m)	J (%)	Ataca (m²)	P (m)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m³/s)	DE V.D. Y V.P. (m/s)	Permite (m)	Radio (m)	Módulo (m/s)	disa (m/s)	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA		AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ARRIBA			
AEROPUERTO NORTE	P12	P13	80.00	4.27	4.27	3.42	3.42	172	339	1187	1187	0.010	3.70	0.50	1.18	0.1500	5.66	1.28	0.25	0.60	2.47	0.20	1.2	0.18	0.81	1.1	0.82	2175.109	2175.554	2175.336	2175.990	1.79	1.75									2.56	PLAST
ASERAMOS NORTE	P13	P14	80.00	4.32	4.32	3.67	3.67	119	322	1218	1218	0.010	2.20	0.70	1.83	0.1500	4.69	1.252	0.10	0.75	0.47	0.24	1.3	0.18	0.82	1.1	0.82	2175.554	2175.434	2175.660	2175.803	1.75	1.81									2.56	PLAST
ALBARRANILLO	P14	P15	80.00	0.94	4.91	3.98	3.98	110	375	1724	1724	0.010	1.60	0.60	2.51	0.2000	3.42	1.719	0.30	0.65	0.91	0.31	1.5	0.23	0.75	1.1	0.74	2175.930	2176.006	2176.660	2176.803	2.01	2.01									0.90	PLAST
AEROPUERTO NORTE	P15	P16	80.00	0.18	5.07	4.06	4.06	114	318	1281	1281	0.010	0.80	0.50	4.81	0.7000	2.88	1.372	0.50	0.75	0.62	0.42	1.7	0.21	0.98	1.1	0.92	2176.006	2176.236	2177.280	2177.323	2.11	2.03									0.40	PLAST
AEROPUERTO NORTE	P16	P17	30.00	0.18	5.23	4.10	4.10	110	306	1287	1275.5	0.010	0.85	0.50	2.61	0.7000	2.65	1.332	0.50	0.75	0.62	0.41	1.7	0.24	0.95	1.1	0.92	2176.236	2176.467	2177.510	2177.553	2.12	2.17									0.40	PLAST

**CORPORACION AEROPUERTO Y ZONA FRANCA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**  
**COLECTOR AEROPUERTO NORTE Nº5**  
**ALTERNATIVA AEROPUERTO NORTE**

Coefficiente de Escorrentía = 0.02  
 Periodo de retorno = 25 años  
 Coeficiente de rugosidad (n) = 0.15 Plástico  
 0.015 Hierro galvanizado  
 0.015 Hormigón armado

$$I = 55.6607 \cdot \log^{-1.487} \left( \frac{L + 17.046}{36.5} \right)$$

DESCRIPCION DEL TERCIO	POZO		AREA		CAUDAL LOCAL		CAUDAL		DISEÑO DE COLECTOR		TIEMPO DE FILTRO	AREA Y MCDAS. MUESTRAS	FAC. CORR. H2O	FAC. CORR. SUELO	FAC. CORR. VELOC.	FAC. CORR. TOTAL	COSTAS		PROXIMIDAD		TIPO USUARIO	
	CE	A	L	Pracal	Acum. A. (m)	A.C.	Tc	J	Q (lts/s)	DISEÑO							D	Q	VELOCIDAD	PROFUNDIDAD		ABAJOS
AEROPUERTO NORTE	P67	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P68	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P69	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P70	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P71	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P72	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P73	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P74	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P75	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P76	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P77	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P78	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P79	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P80	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P81	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P82	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P83	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P84	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P85	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P86	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P87	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40
AEROPUERTO NORTE	P88	05.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	237.45	237.45	1.75	1.85	2.40



CORPORACION AEROPUERTO Y ZONA FRANCA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

COLECTOR AEROPUERTO NORTE N°6

ALTERNATIVA AEROPUERTO NORTE

Coefficiente de Escorrentía = 0.59

Período de retorno = 25 años

Coefficiente de rugosidad (n) = 0.01 Plástico

0.013 Hormigón simple

0.015 Hormigón armado

$$Q = \frac{55.66 Q^{0.77}}{L^{0.047}} [L^{0.77}]$$

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO	POZO		AREA		CAUDAL PLUVIAL			CAUDAL DISEÑO			DISEÑO DE COLECTOR				COTAS				PROFUNDIDAD		TIPO DE TUBERÍA								
	DE	A	Perímetro A (ft)	Acum A (ft)	A/C	Tc (min)	I (l/s)	I (ft)	Qp (ft)	Q (l/s)	D (calculado) m	D adaptado m	B o D	h	J %	TIEMPO DE FLUJO	Y m	Y diseño (m)	ARRIBA	ABAJO		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
Aeropuerto Norte	P106	P105	80.00	1.60	0.94	5.60	122	339	339	339	0.29	0.30	0.010	0.30	8.30	0.56	0.73	0.22	5.76	2244.44	2237.44	2242.48	2235.84	1.79	1.60	0.40	0.40	5.64	5.64
Aeropuerto Norte	P105	P104	80.00	4.20	3.42	5.26	119	432	1135	1135	0.72	0.70	0.030	0.70	6.90	0.40	0.74	0.52	3.08	2244.44	2231.84	2235.44	2228.92	2.60	2.03	0.40	0.40	5.52	5.52
Aeropuerto Norte	P104	P103	80.00	4.20	5.50	5.65	116	422	1801	1801	0.68	0.64	0.030	0.60	5.00	0.40	0.74	0.67	3.10	2231.84	2227.73	2229.72	2225.72	2.23	2.01	0.10	0.10	4.00	4.00
Aeropuerto Norte	P103	P102	80.00	4.20	8.14	6.06	113	314	2587	2587	1.04	1.00	0.029	1.00	4.90	0.36	0.76	0.76	3.43	2227.73	2223.84	2225.62	2221.70	2.11	2.14			3.92	3.92
Aeropuerto Norte	P102	P101	80.00	4.20	10.86	6.42	110	307	3326	3326	1.12	1.10	0.028	1.10	4.90	0.33	0.74	0.79	3.73	2223.84	2219.957	2221.70	2217.78	2.14	2.18	0.10	0.10	3.92	3.92
Aeropuerto Norte	P101	P100	80.00	4.20	13.34	6.75	108	301	4006	4006	1.20	1.20	0.028	1.20	4.90	0.31	0.70	0.84	3.93	2219.957	2216.069	2217.63	2213.76	2.28	2.31			3.92	3.92
Aeropuerto Norte	P100	D6	80.00	4.20	15.81	7.06	106	295	4667	4667	1.27	1.20	0.028	1.20	4.90	0.31	0.78	0.94	4.04	2216.069	2212.181	2213.76	2209.84	2.31	2.34			3.92	3.92



ALTERNATIVA AEROPUERTO SUR  
CALCULO DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS ESPECIALES

DATOS		CONDUCCION																Cuenca distribuidor al Pie de rampa								
Descripcion	Asesiva	Caudal (m³/s)	Coeficiente de pendiente	Material	Diámetro o Base (m)	Alto (m)	Y (m)	TETA	Area Hojada m²	Radio m.	Horas de flujo	Velocidad (m/s)	K	Coeficiente de rugosidad	Circular (m)	Rectangular (m)	Proyete	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Longitud (m)	Alto pendiente (%)	tipo	grado de encajonamiento	Cuenca distribuidor al Pie de rampa	
Alcantarilla	0-1100	1.87	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.44	0.53	3.0916289	0.48	1.74	0.28	3.85	0.1264	0.034	0.034	1.7	41	1.2	1.2	4	4	1.60	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	0-220	2.07	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.44	0.56	3.2716254	0.52	1.81	0.24	3.87	0.1471	0.033	0.033	1.7	41	1.2	1.2	4	4	1.60	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	0-430	1.55	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.45	0.61	2.8425781	0.49	1.76	0.20	3.85	0.1381	0.033	0.033	1.7	41	1.2	1.2	4	4	1.60	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	0-650	2.53	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.52	0.62	3.221614	0.50	1.93	0.31	4.14	0.1712	0.032	0.032	1.7	41	1.2	1.2	4	4	1.60	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	0-885	3.51	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.54	0.65	3.3917281	0.52	1.99	0.31	4.23	0.1764	0.031	0.031	1.7	41	1.2	1.2	4	4	1.60	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	1-010	1.88	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.61	0.78	3.75527256	0.78	2.25	0.45	4.48	0.2372	0.028	0.028	1.6	55	1.3	1.2	5	5	1.00	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	1-140	1.20	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.49	2.77871976	0.44	1.67	0.26	3.72	0.1126	0.034	0.034	1.7	84	1.2	1.2	6	6	1.00	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	1-215	2.75	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.34	0.41	2.45013368	0.34	1.48	0.23	3.38	0.0893	0.036	0.036	1.7	82	1.2	1.2	8	8	1.00	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	1-410	4.35	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.55	0.65	3.3419275	0.64	2.01	0.32	4.23	0.1852	0.031	0.031	1.7	73	1.2	1.2	7	7	1.00	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	2-025	2.45	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.5	0.53	0.60	3.23165477	0.55	2.45	0.38	4.84	0.1735	0.030	0.030	1.7	55	1.4	1.4	5	5	1.00	Escalonada 0.5	Encajonada	
Alcantarilla	2-050	1.85	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.51	0.61	3.1845532	0.58	1.91	0.33	4.11	0.1672	0.032	0.032	1.7	51	1.2	1.2	5	5	1.00	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	3-110	0.50	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.41	0.49	2.77561976	0.44	1.67	0.26	3.72	0.1127	0.034	0.034	1.7	110	1.2	1.2	110	110	0.68	Escalonada 0.6	4 2.8 11 Con encajonada	
Alcantarilla	3-235	1.70	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.42	0.50	2.9231135	0.45	1.69	0.27	3.78	0.1153	0.034	0.034	1.7	60	1.2	1.2	60	60	0.68	Escalonada 0.6	4 2.8 11 Con encajonada	
Alcantarilla	3-450	1.70	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.42	0.50	2.9231135	0.45	1.69	0.27	3.78	0.1153	0.034	0.034	1.7	60	1.2	1.2	60	60	0.68	Escalonada 0.6	4 2.8 11 Con encajonada	
Alcantarilla	4-200	2.82	3.1	0.015	Hormigon	1.5	1.5	0.83	4.42835487	1.80	3.00	0.48	7.01	0.2559	0.025	0.025	2.0	65	1.2	1.2	65	65	0.68	Escalonada 0.5	Encajonada	
Alcantarilla	4-650	2.82	3.1	0.015	Hormigon	1.5	1.5	0.83	4.42835487	1.80	3.00	0.48	7.01	0.2559	0.025	0.025	2.0	65	1.2	1.2	65	65	0.68	Escalonada 0.5	Encajonada	
Alcantarilla	4-850	1.51	3.0	0.015	Hormigon	1.5	1.5	0.83	4.42835487	1.80	3.00	0.48	7.01	0.2559	0.025	0.025	2.0	65	1.2	1.2	65	65	0.68	Escalonada 0.5	Encajonada	
Alcantarilla	7-105	0.85	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.5	0.65	1.04	3.82118525	1.39	2.94	0.44	5.28	0.2561	0.027	0.027	1.7	65	1.7	1.4	4	2	0.49	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	7-150	2.73	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.45	0.66	3.3419275	0.64	2.01	0.32	4.23	0.1852	0.031	0.031	1.7	86	1.2	1.2	86	86	0.43	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	7-250	2.10	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.47	0.58	3.02152554	0.52	1.81	0.29	3.57	0.1417	0.032	0.032	1.7	75	1.2	1.2	75	75	0.25	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	7-505	9.41	4.0	0.015	Hormigon	1.5	1.3	0.76	0.89	4.23535455	1.28	3.29	0.39	7.14	0.3507	0.027	0.027	2.3	70	1.2	1.2	70	70	0.68	Escalonada 0.6	4 2.8 11 Con encajonada
Alcantarilla	8-025	3.57	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.70	0.84	3.86452635	0.85	2.38	0.38	4.55	0.2837	0.028	0.028	1.9	65	1.4	1.5	4	2	0.54	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	8-250	6.98	3.0	0.022	Acero Corrugado	1.5	0.78	1.19	4.37555033	1.50	3.28	0.46	4.85	0.3222	0.025	0.025	1.4	45	1.4	1.5	4	2	0.54	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	8-450	2.50	3.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.63	0.76	3.69793768	0.75	2.20	0.34	3.84	0.2285	0.030	0.030	1.4	40	1.4	1.5	4	2	0.54	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	8-045	0.62	3.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.32	0.38	2.45255997	0.31	1.44	0.22	2.84	0.0716	0.037	0.037	1.5	40	1.5	1.6	4	2	0.54	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	8-135	16.67	1.5	0.015	Hormigon	1.5	1.9	0.86	1.52	4.42835487	2.89	4.84	0.56	5.71	0.3867	0.023	0.023	1.5	55	2.4	1.6	4	2	0.54	Escalonada 0.2	Encajonada
Alcantarilla	9-420	20.87	3.0	0.022	Acero Corrugado	1.5	0.64	0.65	4.23526455	0.78	2.78	0.40	5.17	0.2346	0.028	0.028	1.0	299	1.2	1.2	299	299	0.68	Escalonada 0.6	4 2.8 11 Con encajonada	
Alcantarilla	10-650	7.66	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.5	0.77	1.18	4.28246987	1.44	3.21	0.45	5.37	0.2346	0.028	0.028	1.6	69	1.6	1.6	69	69	0.68	Escalonada 0.6	4 2.8 11 Con encajonada	
Alcantarilla	11-350	1.38	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.55	0.66	3.3419275	0.61	2.61	0.32	4.12	0.1858	0.031	0.031	1.6	55	1.6	1.6	55	55	0.68	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	12-650	2.50	5.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.52	0.64	3.28154477	0.61	1.63	0.31	4.87	0.1745	0.031	0.031	1.9	60	1.2	1.2	6	6	1.00	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	13-1650	10.01	3.0	0.015	Hormigon	1.4	1.3	0.76	1.68	4.23535455	1.63	3.88	0.43	5.354	0.256	0.026	0.026	2.0	90	1.2	1.2	90	90	0.68	Escalonada 0.6	4 2.8 11 Con encajonada
Alcantarilla	14-770	6.90	2.0	0.022	Acero Corrugado	1.8	0.92	1.12	3.92823438	1.68	3.48	0.51	4.89	0.2240	0.027	0.027	1.2	55	1.2	1.2	55	55	0.68	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	15-1750	0.78	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.27	0.32	2.16860226	0.25	1.31	0.19	2.98	0.0260	0.033	0.033	1.7	40	1.2	1.2	40	40	0.68	Escalonada 0.2	Encajonada	
Alcantarilla	16-250	2.64	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.5	0.67	1.01	3.85542945	1.28	2.88	0.44	5.24	0.2477	0.027	0.027	1.7	65	1.2	1.2	65	65	0.68	Escalonada 0.2	Encajonada	

**CORPORACION AEROPUERTO Y ZONA FRANCA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**  
**COLECTOR AEROPUERTO SUR N°1**  
**ALTERNATIVA AEROPUERTO SUR**

Coefficiente de Escorrentía  $K = 0.88$   
 Periodo de retorno  $T = 50$  años  
 Coeficiente de rugosidad (n)  $n = 0.013$  Píscico  
 $n = 0.013$  Manning - simple  
 $n = 0.015$  Manning - armado

$$f = \frac{15.000 \cdot T^{0.25}}{V^{0.58}}$$

CALLE	DESCRIPCION DEL TRAZO			CALCAL PLUVIAL			ESQUEMA DE DISTRIBUCION										COSTAS			PROFUNDIDAD			Módulo										
	DE	A	L	AC	I	Qp (lit)	ES	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL		AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...



**CORPORACION AEROPUERTO Y ZONA FRANCA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**  
**COLECTOR AEROPUERTO SUR N°2**  
**ALTERNATIVA AEROPUERTO SUR**

Coefficiente de Escorrentía = 0.55  
 Período de retorno = 25 años  
 Coeficiente de rugosidad (n) = 0.01 Plástico  
 3.519 Manning's roughness coefficient (n) (ft<sup>1.48</sup>/s)

ESTACION DEL TRAMO	AREA		CARGA PLUVIAL		CAPITAL		ESTADO DE COLECTOR				TEJIDO		PROYECTOS		PROYECTADO	ESTADO	
	ESTACION	AREA	AREA	UP (L/S)	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO			ESTADO
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ALTERNATIVA SUR  
RAPIDA EN CANAL  
5+440  
CALCULOS HIDRAULICOS

Caudal de diseño: 13.1 m<sup>3</sup>/s

Caudal(m <sup>3</sup> /s)	13.10	
Inclinación:	34.21	°
Concentración media de aire	0.450	
αc/λa	0.09	
Ancho	2.1	
q	6.12	
Calado crítico	1.4	
Alto de la grada	0.50	
Longitud de la grada	0.74	
dc/h chanson	0.74	
dc/h calculado	2.76	
Skimming flow	SI	
k(rugosidad)	0.41	
sen(βeta)	0.66	
Froude*	9.80	
Calado al inicio de aireación(Ya)	0.73	m
Longitud de transición de aire(La)	19.6	m
Area mojada	1.561	m <sup>2</sup>
Perímetro mojado	3.599	
Radio hidráulico	0.434	
velocidad(Va)	8.387	m/s
Froude Fr <sub>s</sub>	3.14	
Diferencia de Alto en Inicio de aireación	11.004	
velocidad sin pérdidas	14.686	
Velocidad teorica < Velocidad calculada	OK	
Viscosidad cinemática	0.00000114	m <sup>2</sup> /s
Reynolds	12766234	
4R/k	4.2	
f	0.272	
n de manning equivalente	0.051	
CON AIRE		
tc	0.1464	
n de manning equivalente	0.037	
Calado sin aire en Zona aireada		
Ywn/Ya	0.68	0.000
Ywn=	0.576	
Ancho B=	2.141	
Area mojada sin aire	1.233	
Perímetro mojado	3.293	
Radio hidráulico	0.375	
velocidad de movimiento sin aire	10.62	
Froude	4.47	
Calado con aire en Zona aireada		
y90=	1.05	m

inclinación δ(°)	concentración media
75	0.715
60	0.675
45	0.618
30	0.41
22.5	0.302
34.210	0.391
15	0.245
7.5	0.137

CUENCO DE PROTECCION EN CAUCE

BASE 2.1 m  
Caudal 13.10 m<sup>3</sup>/s  
Calado al inicio 0.58

CALCULO DE RAPIDA

Caudal específico q1	6.12	
Basa utilizada	2.14	m
Velocidad	10.62	m/s
Caudal específico q2	6.12	m <sup>3</sup> /s/m
Froud en 1	4.47	
Calado Contratado cc	0.58	

Cálculo del calado conjugado sin expansión		
d2	3.36	m
longitud de colchón	15	m

(Pavlovski)

Cálculo del calado conjugado con expansión		
Ancho de entrada	2.14	
Ancho de salida escogido	4.00	
Froud en 1	4.47	
b/B	0.54	
y1	0.58	
y2 calculado	2.7	
η = y2/y1	4.7	
Valor Ajustado = 0	0.00	OK
Caudal específico	3.27	
Froud en 2	0.24	
Velocidad	1.22	m/s
Carga de energía	0.08	m
Energía en 2	2.76	
Longitud de colchón	11	m

(Pavlovski)

ALTERNATIVA SUR  
RAPIDA EN CANAL  
3+900  
CALCULOS HIDRAULICOS

Caudal de diseño: 17.8 m<sup>3</sup>/s

Caudal(m <sup>3</sup> /s)	17.85	
Inclinación:	32.60	°
Concentración media de aire	0.450	
$\lambda c/\lambda a$	0.09	
Ancho equiv.	2.4	
q	7.37	
Calado crítico	1.7	
Alto de la grada	0.50	
Longitud de la grada	0.78	
dc/h chanson	0.76	
dc/h calculado	3.33	
Skimming flow	SI	
k(rugosidad)	0.42	
sen(teta)	0.54	
Froude*	11.73	
Calado al inicio de aireación(Ya)	0.83	m
Longitud de transición de aire(La)	22.6	m
Area mojada	2.023	m <sup>2</sup>
Perímetro mojado	4.092	
Radio hidráulico	0.494	
velocidad(Va)	8.824	m/s
Froude Fr <sub>a</sub>	3.09	
Diferencia de Alto en inicio de aireación	12.159	
velocidad sin pérdidas	15.438	
Velocidad teórica < Velocidad calculada	OK	
Viscosidad cinemática	0.00000114	m <sup>2</sup> /s
Reynolds	15303001	
4R/k	4.7	
f	0.268	
n de manning equivalente	0.052	
CON AIRE		
fc	0.1464	
n de manning equivalente	0.038	
Calado sin aire en Zona aireada		
Ywn/Ya	0.69	0.000
Ywn=	0.663	
Ancho B=	2.423	
Area mojada sin aire	1.606	
Perímetro mojado	3.748	
Radio hidráulico	0.428	
velocidad de movimiento sin aire	11.12	
Froude	4.36	
Calado con aire en Zona aireada		
y90=	1.20	m

inclinación φ(°)	concentración media
75	0.715
60	0.675
45	0.618
30	0.41
22.5	0.302
32.600	0.379
15	0.245
7.5	0.137

CUENCO DE PROTECCION EN CAUCE

BASE 2.4 m  
Caudal 17.85 m<sup>3</sup>/s  
Calado al inicio 0.66

CALCULO DE RAPIDA

Caudal específico q1	7.37	
Base utilizada	2.42	m
Velocidad	11.12	m/s
Caudal específico q2	7.37	m <sup>3</sup> /s/m
Froude en 1	4.36	
Calado Contratado dc	0.66	

Cálculo del calado conjugado sin expansión		
d2	3.77	m
longitud de colchón	16	m
Cálculo del calado conjugado con expansión		
Ancho de entrada	2.42	
Ancho de salida escogido	4.00	
Froude en 1	4.36	
b/B	0.61	
y1	0.66	
y2 calculado	3.2	
$\beta = y2/y1$	4.8	
Valor Ajustado = 0	0.00	OK
Caudal específico	4.46	
Froude en 2	0.25	
Velocidad	1.42	m/s
Carga de energía	0.10	m
Energía en 2	3.25	
Longitud de colchón	13	m

(Pavlovski)

(Pavlovski)

ALTERNATIVA ZAMBIZA  
CALCULO DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS ESPECIALES

DATOS										CONDUCCION										Rápida					
Descripción	Abscisa	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Pendiente (%)	Coefficiente de Manning	Materia	Díametro o Base (m)	Alto (m)	YID (m)	Y (m)	Área Mojada m <sup>2</sup>	Perímetro mojado, m	Radio Hítora (m)	V diseño (m/s)	K	rugosidad artificial	Circular (●) Rectangular (■)	troude	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	longitud (m)	alto pendiente (%)	lpp	alto grada (m)	
Belante	1+150	2.25	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.60	0.96	0.97	2.66	0.37	0.37	2.32	0.3050	0.027	●	0.8	15	1.1	1.0	14	10	0.71	Escalera	0.1
Belante	2+300	0.66	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.45	0.54	0.49	1.76	0.28	0.28	1.94	0.1304	0.033	●	0.2	15	0.8	0.8	56	25	0.46	Escalera	0.1
Alcantarilla y Descarga D1	2+470	13.40	5.0	0.015	Hormigón	1.50	1.50	0.68	1.02	3.54	0.43	0.43	3.52	0.3048	0.027	■	2.7	785	2.2	1.5	217	150	0.69	Escalera	0.5
Descarga D2	3+920	1.10																	0.8	1.0	400	200	0.50	Escalera	0.1
Alcantarilla	4+510	9.92	3.0	0.022	Acero Corrugado	1.20	0.70	1.26	1.53	3.57	0.53	0.53	3.18	0.2827	0.026	●	..	221	1.9	1.3	78	40	0.53	Escalera	0.3
Belante	5+340	2.73	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	1.00	1.20	1.13	3.77	0.30	0.30	2.04	0.3700	0.024	●	0.6	15	1.1	0.8	45	45	1.00	Escalera	0.1
Belante	5+600	0.87	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.2	0.42	0.59	0.45	1.69	0.27	0.27	1.86	0.1177	0.034	●	0.8	15	0.7	0.8	14	14	1.00	Escalera	0.1
Descarga Colector D3	6+660	5.34																	1.5	1.2	242	175	0.72	Escalera	0.6
Descarga Colector D4	7+040	1.62																	0.9	1	200	200	1.00	Escalera	0.1
Belante	7+260	0.69	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.20	0.34	0.41	0.34	1.49	0.23	0.23	1.69	0.0902	0.036	●	0.8	15	0.6	0.6	25	25	1.00	Escalera	0.1
Alcantarilla y descarga D5	8+320	10.35	3.0	0.015	Hormigón	1.40	1.40	0.60	1.12	3.64	0.43	0.43	6.59	0.3653	0.026	■	2.0	808	1.9	1.3	235	100	0.43	Escalera	0.6
Alcantarilla	8+500	1.05	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.20	0.47	0.56	0.62	1.81	0.29	0.29	1.98	0.1414	0.033	●		40							
Alcantarilla	9+800	0.63	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.20	0.41	0.49	0.44	1.67	0.26	0.26	1.86	0.1122	0.034	●		40							
Alcantarilla	10+300	0.21	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.20	0.20	0.24	0.16	1.11	0.14	0.14	1.25	0.0283	0.043	●		40							
Alcantarilla	10+500	0.76	4.0	0.022	Acero Corrugado	1.20	0.27	0.32	0.26	1.31	0.19	0.19	2.98	0.0513	0.039	●		40							
Alcantarilla	10+850	12.88	3.7	0.022	Acero Corrugado	1.60	0.60	1.44	2.16	3.99	0.65	0.65	5.85	0.3074	0.024	●	1.5	820	2.1	1.5	70	25	0.36	Escalera	0.5
Alcantarilla y Sepante	11+100	0.63	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.20	0.34	0.41	0.34	1.49	0.23	0.23	1.69	0.0843	0.040	●	0.6	33	0.6	0.6	145	45	0.31	Escalera	0.1
Alcantarilla	11+560	3.72	2.0	0.022	Acero Corrugado	1.30	0.75	0.88	1.07	2.72	0.39	0.39	3.44	0.2875	0.027	●		40							
Alcantarilla	12+160	1.75	1.0	0.022	Acero Corrugado	1.20	0.65	0.78	0.78	2.25	0.35	0.35	2.24	0.2868	0.029	●		40							
Alcantarilla	13+060	8.78	2.1	0.015	Hormigón	1.40	1.40	0.60	1.12	3.64	0.43	0.43	6.51	0.3704	0.026	■	1.7	60							
TOTAL																									

CORPORACION AEROPUERTO Y ZONA FRANCA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

COLECTOR ZAMBIZA N°1

ALTERNATIVA ZAMBIZA

Coefficiente de Escorrentía = 0.65

Período de retorno = 25 años

Coefficiente de rugosidad (n) = 0.01 Plástico

0.013 Herrerón simple

0.016 Herrerón armado

$$Q = \frac{1.49}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \quad [m^3/s]$$

$$Q = \frac{1.49}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \quad [m^3/s]$$

CATEG	DESCRIPCION DEL TRAMO		AREA	CAUDAL PLUVIAL				CAUDAL DISEÑO (Q1)	DISEÑO (Q1)	D (caudal)	B o D ad. (caudal)	S	TIUBERIA LLENA				TIEMPO DE VIA	Area Y Margen	Pendiente	Radio Hidra	Caudal (m³/s)	Velocidad (m/s)	Vitrificación	COSTO	COTAS		PROFUNDIDAD		TIPO DE TUBERIA						
	P1	P2		A	l	l	l						l	P	Rn	V									C	Q	Q	Q		Q	Q	Q	Q	Q	Q
ZAMBIZA	P1	P2	80.00	0.23	0.91	0.50	12.00	88	238	115	0.33	0.40	0.010	0.50	0.13	1.26	0.10	1.51	1.31	0.88	0.97	0.23	0.67	0.7	0.11	0.07	1.1	1.60	2578.550	2578.150	2578.60	2578.40	1.75	1.75	PLAST
ZAMBIZA	P2	P3	80.00	0.23	1.14	0.52	12.99	92	251	141	0.32	0.40	0.010	0.52	0.13	1.26	0.10	1.52	1.31	0.88	0.95	0.23	0.68	0.7	0.11	0.07	1.1	1.60	2578.550	2577.750	2578.40	2578.00	1.75	1.75	PLAST
ZAMBIZA	P3	P4	80.00	0.23	1.36	0.76	13.73	97	224	138	0.31	0.40	0.010	0.50	0.13	1.26	0.10	1.52	1.31	0.88	0.72	0.23	0.10	0.8	0.12	0.68	1.1	1.72	2577.750	2577.350	2578.00	2578.60	1.75	1.75	PLAST
ZAMBIZA	P4	P5	80.00	0.23	1.69	0.87	14.63	78	218	191	0.27	0.40	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.58	0.23	0.11	0.8	0.13	0.61	1.0	1.95	2578.150	2578.850	2578.80	2578.20	1.75	1.75	PLAST
ZAMBIZA	P5	P6	80.00	0.23	1.97	1.00	15.50	76	212	212	0.42	0.45	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.60	0.30	0.12	0.8	0.14	0.67	1.0	1.95	2578.850	2578.550	2578.10	2578.70	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P6	P7	80.00	0.23	2.65	1.12	16.28	75	208	233	0.43	0.50	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.68	0.35	0.16	0.8	0.14	0.67	1.0	1.95	2578.550	2578.150	2578.10	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P7	P8	80.00	0.23	2.21	1.20	17.01	75	411	351	0.41	0.50	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.65	0.32	0.13	0.9	0.13	0.73	1.1	1.93	2578.150	2578.750	2578.30	2578.90	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P8	P9	80.00	0.23	2.50	1.37	17.78	72	189	373	0.46	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.68	0.35	0.16	0.8	0.14	0.78	1.1	1.95	2578.750	2578.350	2578.50	2578.50	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P9	P10	80.00	0.23	2.73	1.50	18.52	75	155	282	0.47	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.77	0.35	0.16	1.1	0.15	0.65	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P10	P11	80.00	0.23	2.55	1.92	19.27	69	181	311	0.48	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.64	0.35	0.16	1.1	0.22	0.78	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P11	P12	80.00	0.23	3.10	1.71	20.00	67	188	329	0.49	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.78	0.37	0.15	1.0	0.15	0.69	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P12	P13	80.00	0.23	30.48	18.75	20.78	68	184	308	0.48	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.77	0.35	0.16	1.1	0.22	0.78	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P13	P14	80.00	0.23	22.59	18.86	20.88	65	193	346	0.49	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.64	0.35	0.16	1.1	0.22	0.78	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P14	P15	80.00	0.23	30.91	17.05	21.45	64	182	310	0.49	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.64	0.35	0.16	1.1	0.22	0.78	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P15	P16	80.00	0.23	31.13	17.13	21.49	64	181	308	0.49	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.64	0.35	0.16	1.1	0.22	0.78	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P16	P17	80.00	0.23	31.37	17.25	21.78	63	180	308	0.49	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.64	0.35	0.16	1.1	0.22	0.78	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P17	P18	80.00	0.23	31.61	17.38	22.05	64	178	308	0.49	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.64	0.35	0.16	1.1	0.22	0.78	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P18	P19	80.00	0.23	31.82	17.50	22.41	64	177	307	0.49	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.64	0.35	0.16	1.1	0.22	0.78	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P19	P20	80.00	0.23	32.05	17.63	22.72	63	176	306	0.49	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.64	0.35	0.16	1.1	0.22	0.78	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P20	P21	80.00	0.23	32.28	17.75	23.03	61	175	308	0.49	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.64	0.35	0.16	1.1	0.22	0.78	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST
ZAMBIZA	P21	P22	80.00	0.23	32.50	17.88	23.29	61	174	308	0.49	0.60	0.010	0.50	0.20	1.57	0.12	1.77	347	0.75	0.64	0.35	0.16	1.1	0.22	0.78	1.1	2.01	2578.350	2578.30	2578.70	2578.30	1.65	1.65	PLAST

**CORPORACION AEROPUERTO Y ZONA FRANCA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**  
**COLECTOR ZAMBIZA N°1**  
**ALTERNATIVA ZAMBIZA**

Coefficiente de Escorrente = 0.65

Periodo de retorno = 25 años

Coefficiente de rugosidad (n) = 0.015 Manning simple

0.015 Manning armado

$$V = \frac{1.49 R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

$$Q = V \cdot A$$

Tabla 1. Datos de entrada de la alternativa Zambiza.

CALLE	POZO DE	DESCRIPCION DEL TRAMO		AREA			CAUDAL FLUVIAL			DISEÑO DE COLECTOR										COTAS			PROFUNDIDAD		TIPO DE TUBERIA															
		L	A	Parcial	Acum.	A.T.C.	Tc	Imp. Longitud	Imp. Inclinación	CP (m)	CP (ft)	CAUDAL (m³/s)	CAUDAL (cfs)	D	B o D	adeposado	alt. m	n	%	J	Afsecc.	P	Rh	V		Q	TIEMPO DE FLUJO	Y	Area	Perimetro	Radio	Veloc. Obsv.	Vel. diseño	TERRENO	COLECTOR	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA
ZAMBIZA	P22	89.00	81.40	0.23	81.59	48.18	33.67	62	172	7650	7849.9	1.43	1.53	0.027	7.09	2.25	4.50	0.5009	6.17	13969	0.22	0.64	0.95	1.44	3.4	0.42	0.67	0.8	5.50	2923.359	2617.750	2550.10	2514.50	3.25	3.25	5.00	HORMA			
ZAMBIZA	P23	80.00	84.13	0.23	84.13	45.37	23.72	62	172	7643	7032.1	1.43	1.53	0.027	7.09	2.25	4.50	0.5009	6.17	13969	0.22	0.62	0.93	1.40	3.4	0.42	0.67	0.8	5.45	2517.750	2512.148	2514.50	2508.80	3.25	3.25	5.00	HORMA			
ZAMBIZA	P24	81.00	81.35	0.23	81.35	45.39	24.00	61	171	7616	7416.9	1.43	1.53	0.027	7.09	2.25	4.50	0.5009	6.17	13969	0.22	0.62	0.93	1.40	3.4	0.42	0.67	0.8	5.45	2514.15	2508.550	2609.90	2603.30	3.25	3.25	5.00	HORMA			
ZAMBIZA	P25	89.00	81.69	0.23	81.69	46.54	24.22	61	170	7559	7699.9	1.43	1.53	0.027	7.09	2.25	4.50	0.5009	6.17	13969	0.22	0.62	0.93	1.40	3.4	0.42	0.67	0.8	5.45	2508.550	2503.950	2503.30	2497.70	3.25	3.25	5.00	HORMA			
ZAMBIZA	P26	80.00	84.61	0.23	84.61	46.54	24.44	61	169	7562	7492.1	1.43	1.53	0.027	7.09	2.25	4.50	0.5009	6.17	13969	0.22	0.62	0.93	1.40	3.4	0.42	0.67	0.8	5.45	2497.70	2492.10	2492.10	2486.50	3.25	3.25	5.00	HORMA			
ZAMBIZA	P27	80.00	85.04	0.23	85.04	46.72	24.65	61	168	7572	7655.9	1.43	1.53	0.027	7.09	2.25	4.50	0.5009	6.17	13969	0.22	0.62	0.93	1.40	3.4	0.42	0.67	0.8	5.45	2486.50	2480.90	2480.90	2475.30	3.25	3.25	5.00	HORMA			
ZAMBIZA	P28	70.00	85.23	0.20	85.23	48.89	24.97	62	166	7647	7647.0	1.42	1.53	0.027	7.50	2.26	4.62	0.5009	6.17	13969	0.16	0.52	0.93	1.40	3.4	0.42	0.68	0.9	5.45	2475.30	2469.70	2469.70	2464.10	3.25	3.25	5.00	HORMA			

Nota 1. Se ha considerado una pérdida adicional en colectores de 96 mm de diámetro.  
 Nota 2. Cálculo realizado con 10 cm de hormigón de alto de gruta.

CORPORACION AEROPUERTO Y ZONA FRANCA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

COLECTOR ZAMBIZA N°2

ALTERNATIVA ZAMBIZA

Coefficiente de Especificidad = 0.80

Periodo de retorno = 25 años

Coefficiente de rugosidad (n) = 0.015 Fickard

= 0.016 Hornonigh amarrak

$$I = \frac{25 \cdot (0.657)^{0.16}}{100 \cdot (3)^{0.16}} \cdot (1.7)^{0.16}$$

DESCRIPCION DEL TRAMO	AREA		CAUDAL PLUVIAL				CAUDAL DISEÑO (q1) (lit/s)	DISEÑO DE COLECTOR			TIPO DE COLECTOR			COTAS			PROFUNDIDAD			T-PO DE TUBERIA								
	L Parcela (m²)	Acum. (m²)	Tc (min)	I (mm/h)	Qp (lit/s)	Q (lit/s)		J (%)	Altecsa (m)	P (m)	Rh (m)	V (m/s)	q (m³/s)	Radio (m)	Velocidad (m/s)	Y y D (m)	Area (m²)	Perimetro (m)	Radio (m)		Y y D (m)	Arriba (m)	Abajo (m)	Salto (m)				
ZAMBIZA P28	80.00	1.50	5.50	5.52	1.62	1.63	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	0.42	0.15	0.35	0.37	1.0	4.08	2379.550	2472.551	2475.800	2471.231	1.75	5.00	PLAST	
ZAMBIZA P29	80.00	3.28	5.88	5.88	3.31	3.32	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	0.61	0.05	0.5	0.69	1.1	5.07	2372.550	2457.549	2471.200	2455.800	1.75	5.00	PLAST	
ZAMBIZA P31	80.00	0.28	1.18	0.95	5.57	1.17	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	0.72	0.22	0.65	0.69	1.1	5.32	2467.550	2481.750	2486.600	2466.000	1.75	5.00	PLAST	
ZAMBIZA P32	80.00	0.28	1.41	1.15	5.65	1.15	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	1.50	0.30	0.9	0.68	1.10	4.71	2461.750	2458.150	2460.000	2464.300	1.75	5.00	PLAST	
ZAMBIZA P33	80.00	0.28	1.72	1.38	6.13	1.12	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	0.65	0.22	0.67	0.11	0.63	1.0	5.82	2455.150	2450.550	2454.300	2448.700	1.85	5.00	PLAST
ZAMBIZA P34	80.00	0.28	2.02	1.60	6.37	1.11	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	0.69	0.24	0.68	0.11	0.69	1.1	6.15	2450.550	2444.950	2448.700	2443.100	1.85	5.00	PLAST
ZAMBIZA P35	80.00	0.28	2.28	1.81	6.59	1.09	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	0.71	0.28	0.70	0.12	0.66	1.1	6.47	2444.950	2438.350	2443.100	2437.500	1.85	5.00	PLAST
ZAMBIZA P36	80.00	0.28	2.58	2.06	6.81	1.08	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	0.75	0.31	0.70	0.12	0.66	1.1	6.79	2438.350	2431.750	2437.500	2431.900	1.85	5.00	PLAST
ZAMBIZA P37	80.00	0.28	2.84	2.27	7.07	1.06	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	0.83	0.32	0.70	0.12	0.66	1.1	7.11	2431.750	2425.150	2431.900	2426.300	1.85	5.00	PLAST
ZAMBIZA P38	80.00	0.28	3.12	2.50	7.30	1.05	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	0.92	0.33	0.70	0.12	0.66	1.1	7.43	2425.150	2418.550	2426.300	2421.700	1.85	5.00	PLAST
ZAMBIZA P39	80.00	0.28	3.40	2.72	7.54	1.04	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	1.05	0.40	0.70	0.12	0.66	1.1	7.75	2418.550	2411.950	2418.550	2415.100	1.85	5.00	PLAST
ZAMBIZA P40	80.00	0.28	3.68	2.95	7.77	1.02	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	1.20	0.40	0.70	0.12	0.66	1.1	8.07	2411.950	2405.350	2411.950	2408.500	1.85	5.00	PLAST
ZAMBIZA P41	80.00	0.28	3.95	3.17	8.00	1.01	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	1.35	0.40	0.70	0.12	0.66	1.1	8.39	2405.350	2398.750	2405.350	2398.500	1.85	5.00	PLAST
ZAMBIZA P42	80.00	0.28	4.23	3.38	8.23	1.00	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	1.50	0.40	0.70	0.12	0.66	1.1	8.71	2398.750	2392.150	2398.750	2392.000	1.85	5.00	PLAST
ZAMBIZA P43	80.00	0.28	4.51	3.59	8.46	0.99	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	1.65	0.40	0.70	0.12	0.66	1.1	9.03	2392.150	2385.550	2392.150	2385.500	1.85	5.00	PLAST
ZAMBIZA P44	80.00	0.28	4.79	3.81	8.69	0.98	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	1.80	0.40	0.70	0.12	0.66	1.1	9.35	2385.550	2378.950	2385.550	2378.500	1.85	5.00	PLAST
ZAMBIZA P45	80.00	0.28	5.07	4.02	8.92	0.97	0.010700	0.07	0.94	0.0769	4.71	333	0.28	0.28	1.95	0.40	0.70	0.12	0.66	1.1	9.67	2378.950	2372.350	2378.950	2372.000	1.85	5.00	PLAST











ALTERNATIVA ZAMBIZA  
 RAPIDA EN CANAL  
 2+470  
 CALCULOS HIDRAULICOS

Caudal de diseño:	13.45	m <sup>3</sup> /s
Caudal(m <sup>3</sup> /s)	13.45	
Inclinación:	34.60	°
Concentración media de aire	0.420	
$\lambda c/\lambda a$	0.11	
Ancho equiv.	2.2	
$q$	6.22	
Calado crítico	1.4	
Alto de la grada	0.50	
Longitud de la grada	0.72	
dc/h chanson	0.74	
dc/h calculado	2.81	
Skimming flow	SI	
krugosidad)	0.41	
sen( $\theta$ )a)	0.57	
Froude*	9.98	
Calado al inicio de aireación(Ya)	0.73	m
Longitud de transición de aire(La)	19.7	m
Area mojada	1.588	m <sup>2</sup>
Perímetro mojado	3.632	
Radio hidráulico	0.437	
velocidad(Va)	8.468	m/s
Froude Fr <sub>a</sub>	3.16	
Diferencia de Alto en inicio de aireación	11.214	
velocidad sin pérdidas	14.825	
Velocidad teórica < Velocidad calculada	OK	
Viscosidad cinemática	0.00000114	m <sup>2</sup> /s
Reynolds	12994202	
4R/k	4.3	
f	0.272	
n de manning equivalente	0.051	
CON AIRE		
fc	0.1550	
n de manning equivalente	0.036	
Calado sin aire en Zona aireada		
Ywn/Ya	0.70	
Ywn=	0.593	0.000
Ancho B=	2.163	
Area mojada sin aire	1.283	
Perímetro mojado	3.349	
Radio hidráulico	0.383	
velocidad de movimiento sin aire	10.49	
Froude	4.35	
Calado con aire en Zona aireada		
y90=	1.02	m

Inclinación $\theta$ (°)	concentración media
75	0.715
60	0.675
45	0.618
30	0.41
22.5	0.302
34.600	0.394
15	0.245
7.5	0.137

OBRAS DE PROTECCION EN EL CAUCE  
 CUENCO DE PROTECCION EN CAUCE  
 CUENCO N°1

BASE	2.16	m
Caudal	13.45	m <sup>3</sup> /s
Calado al inicio	0.59	

CALCULO DE RAPIDA

Caudal específico q1	6.22	
Base utilizada	2.16	m
Velocidad	10.49	m/s
Caudal específico q2	6.22	m <sup>3</sup> /s/m
Froud en 1	4.35	
Calado Contratado dc	0.59	

Cálculo del calado conjudago sin expansión.		
d2	3.36	m
longitud de colchón	14	m
Cálculo del calado conjudago con expansión		
Ancho de entrada	2.16	
Ancho de salida escogido	4.00	
Froud en 1	4.35	
b/B	0.54	
y1	0.59	
y2 calculado	2.7	
$\beta = y2/y1$	4.6	
Valor Ajustado = 0	0.00	OK
Caudal específico	3.36	
Froud en 2	0.24	
Velocidad	1.24	m/s
Carga de energía	0.08	m
Energía en 2	2.78	
Longitud de colchon	11	m

(Pavlovski)

(Pavlovski)

ALTERNATIVA ZAMBIZA  
 RAPIDA EN CANAL  
 3+820  
 CALCULOS HIDRAULICOS  
 Caudal de diseño: 1.1 m<sup>3</sup>/s

Caudal(m <sup>3</sup> /s)	1.1	
Inclinación:	26.52	°
Concentración media de aire	0.350	
$\lambda c/\lambda a$	0.17	
Ancho equiv.	0.8	
q	1.38	
Calado crítico	0.3	
Alto de la grada	0.10	
Longitud de la grada	0.20	
d <sub>ch</sub> chanson	0.82	
d <sub>ch</sub> calculado	3.13	
Skimming flow	SI	
k(rugosidad)	0.09	
sen( $\theta$ )	0.45	
Froude*	24.72	
Calado al inicio de aireación(Y <sub>a</sub> )	0.29	m
Longitud de transición de aire(L <sub>a</sub> )	8.0	m
Area mojada	0.229	m <sup>2</sup>
Perimetro mojado	1.371	
Radio hidráulico	0.167	
velocidad(V <sub>a</sub> )	4.806	m/s
Froude Fr <sub>a</sub>	2.86	
Diferencia de Alto en inicio de aireación	3.581	
velocidad sin pérdidas	8.378	
Velocidad teórica < Velocidad calculada	OK	
Viscosidad cinemática	0.00000114	m <sup>2</sup> /s
Reynolds	2815886	
4R/k	7.5	
f	0.253	
n de manning equivalente	0.042	
CON AIRE		
fc	0.1752	
n de manning equivalente	0.035	
Calado sin aire en Zona aireada		
Y <sub>wn</sub> /Y <sub>a</sub>	0.74	
Y <sub>wn</sub> =	0.250	0.000
Ancho B=	0.795	
Area mojada sin aire	0.199	
Perimetro mojado	1.295	
Radio hidráulico	0.153	
velocidad de movimiento sin aire	5.54	
Froude	3.54	
Calado con aire en Zona aireada		
y <sub>90</sub> =	0.38	m

Inclinación $\theta$ (°)	concentración media
75	0.715
60	0.675
45	0.618
30	0.41
22.5	0.302
26.520	0.333
15	0.245
7.5	0.137

OBRAS DE PROTECCION EN EL CAUCE  
 CUENCO DE PROTECCION EN CAUCE  
 CUENCO N°1

BASE	0.79	m
Caudal	1.10	m <sup>3</sup> /s
Calado al inicio	0.25	

CALCULO DE RAPIDA

Caudal específico q1	1.38	
Base utilizada	0.79	m
Velocidad	5.54	m/s
Caudal específico q2	1.38	m <sup>3</sup> /s/m
Froud en 1	3.54	
Calado Controlado de	0.25	

Cálculo del calado conjudago sin expansion		
d2	1.13	m
longitud de colchón	5	m
Cálculo del calado conjudago con expansion		
Ancho de entrada	0.79	
Ancho de salida escogido	1.00	
Froud en 1	3.54	
b/B	0.79	
y1	0.25	
y2 calculado	1.0	
$\beta = y2/y1$	4.2	
Valor Ajustado = 0	0.00	OK
Caudal específico	1.10	
Froud en 2	0.33	
Velocidad	1.05	m/s
Carga de energía	0.06	m
Energía en 2	1.10	
Longitud de colchón	4	m

(Pavlovski)

(Pavlovski)

ALTERNATIVA ZAMBIZA  
RAPIDA EN ALCANTARILLA 4+510  
CALCULOS HIDRAULICOS

Caudal(m3/s)	9.92	
Inclinación:	27.90	°
Concentración media de aire	0.350	
$\lambda_c/\lambda_a$	0.17	
Ancho equiv.	1.9	
q	5.18	
Calado crítico	1.2	
Alto de la grada	0.30	
Longitud de la grada	0.57	
dc/h chanson	0.81	
dc/h calculado	3.90	
Skimming flow	SI	
k(rugosidad)	0.27	
sen(teta)	0.47	
Froude*	17.71	
Calado al inicio de aireación(Ya)	0.69	m
Longitud de transición de aire(La)	18.8	m
Area mojada	1.318	m2
Perímetro mojado	3.291	
Radio hidráulico	0.400	
velocidad(Va)	7.526	m/s
Froude Fr <sub>a</sub>	2.90	
Diferencia de Alto en inicio de aireación	8.908	
velocidad sin pérdidas	13.139	
Velocidad teórica < Velocidad calculada	OK	
Viscosidad cinemática	0.00000114	m2/s
Reynolds	10572153	
4R/k	6.0	
f	0.259	
n de manning equivalente	0.049	
CON AIRE		
fc	0.1752	
n de manning equivalente	0.040	
Calado sin aire en Zona aireada		
Ywn/Ya	0.73	0.600
Ywn=	0.592	
Ancho B=	1.915	
Area mojada sin aire	1.133	
Perímetro mojado	3.099	
Radio hidráulico	0.366	
velocidad de movimiento sin aire	8.75	
Froude	3.63	
Calado con aire en Zona aireada		
y90=	0.91	m
<b>CUENCO N°1</b>		
BASE	1.92	m
Caudal	9.92	m <sup>3</sup> /s
Caudal específico q1	5.18	
Base utilizada	1.92	m
Velocidad	8.75	m/s
Caudal específico q2	5.18	m3/s/m
Froud en 1	3.63	
Calado Contratido dc	0.59	
Cálculo del calado conjugado sin expansión		
d2	2.78	m
longitud de colchón	12	m (Pavlovski)
Cálculo del calado conjugado con expansión		
Ancho de entrada	1.92	
Ancho de salida escogido	4.00	
Froud en 1	3.63	
b/B	0.48	
y1	0.59	
y2 calculado	2.1	
$\eta = y2/y1$	3.6	
Valor Ajustado = 0	0.00	OK
Caudal específico	2.48	
Froud en 2	0.25	
Velocidad	1.15	m/s
Carga de energía	0.07	m
Energía en 2	2.22	
Longitud de colchón	9	m (Pavlovski)

inclinación	concentración
$\phi(^{\circ})$	media
75	0.715
60	0.675
45	0.618
30	0.41
22.5	0.302
27.900	0.343
15	0.245
7.5	0.137

ALTERNATIVA ZAMBIZA

RAPIDA EN CANAL

6+560

CALCULOS HIDRAULICOS

Caudal(m3/s)	5.34	
Inclinación:	35.75	°
Concentración media de aire	0.500	
$\lambda_c/\lambda_a$	0.07	
Ancho equiv.	1.5	
q	3.57	
Calado crítico	0.8	
Alto de la grada	0.50	
Longitud de la grada	0.69	
dc/h chanson	0.72	
dc/h calculado	1.61	
Skimming flow	SI	
k(rugosidad)	0.41	
sen(teta)	0.58	
Froude*	5.77	
Calado al inicio de aireación(Ya)	0.51	m
Longitud de transición de aire(La)	13.2	m
Area mojada	0.762	m2
Perímetro mojado	2.514	
Radio hidráulico	0.303	
velocidad(Va)	7.011	m/s
Froude Fr <sub>s</sub>	3.14	
Diferencia de Alto en inicio de aireación	7.730	
velocidad sin pérdidas	12.309	
Velocidad teórica < Velocidad calculada	OK	
Viscosidad cinemática	0.00000114	m2/s
Reynolds	7452944	
4R/k	3.0	
f	0.282	
n de manning equivalente	0.049	

Inclinación	concentración
$\delta(^{\circ})$	media
75	0.715
60	0.675
45	0.618
30	0.41
22.5	0.302
35.750	0.403
15	0.245
7.5	0.137

CON AIRE		
fc	0.1320	
n de manning equivalente	0.033	

Calado sin aire en Zona aireada		
Ywn/Ya	0.65	
Ywn=	0.382	-0.051
Ancho B=	1.495	
Area mojada sin aire	0.570	
Perímetro mojado	2.258	
Radio hidráulico	0.253	
velocidad de movimiento sin aire	9.36	
Froude	4.84	

Calado con aire en Zona aireada		
y90=	0.76	m

CUENCO N°1

BASE	1.50	m
Caudal	5.34	m <sup>3</sup> /s

Caudal específico q1	3.57	
Base utilizada	1.50	m
Velocidad	9.36	m/s
Caudal específico q2	3.57	m3/s/m
Froud en 1	4.84	
Calado Contratido dc	0.38	

Cálculo del calado conjudago sin expansión		
d2	2.43	m

longitud de colchón 11 m (Pavlovski)

Cálculo del calado conjudago con expansión		
--	--	--

Ancho de enrada	1.50	
Ancho de salida escogido	3.00	
Froud en 1	4.84	
b/B	0.50	
y1	0.38	
y2 calculado	1.9	
$\eta=y2/y1$	4.9	

Valor Ajustado = 0	0.09	OK
--------------------	------	----

Caudal específico	1.78	
Froud en 2	0.22	
Velocidad	0.94	m/s
Carga de energía	0.05	m
Energía en 2	1.93	
Longitud de colchón	8	m (Pavlovski)

ALTERNATIVA ZAMBIZA  
 RAPIDA EN CANAL  
 7+040  
 CALCULOS HIDRAULICOS

Caudal(m3/s)	1.62	
Inclinación:	45.00	°
Concentración media de aire	0.618	
$\lambda c/\lambda a$	0.04	
Ancho equiv.	0.9	
q	1.75	
Calado crítico	0.4	
Alto de la grada	0.10	
Longitud de la grada	0.10	
dc/h chanson	0.59	
dc/h calculado	3.94	
Skimming flow	SI	
k(rugosidad)	0.07	
sen(teta)	0.71	
Froude*	35.27	
Calado al inicio de aireación(Ya)	0.28	m
Longitud de transición de aire(La)	8.5	m
Area mojada	0.260	m2
Perimetro mojado	1.489	
Radio hidráulico	0.175	
velocidad(Va)	6.225	m/s
Froude Fr <sub>1</sub>	3.75	
Diferencia de Alto en inicio de aireación	5.983	
velocidad sin pérdidas	10.829	
Velocidad teórica < Velocidad calculada	OK	
Viscosidad cinemática	0.00000114	m2/s
Reynolds	3817876	
4R/k	9.9	
f	0.250	
n de manning equivalente	0.042	
CON AIRE		
fc	0.0980	
n de manning equivalente	0.025	
Calado sin aire en Zona aireada		
Ywn/Ya	0.63	
Ywn=	0.197	0.000
Ancho B=	0.928	
Area mojada sin aire	0.183	
Perimetro mojado	1.322	
Radio hidráulico	0.138	
velocidad de movimiento sin aire	8.85	
Froude	5.36	
Calado con aire en Zona aireada		
y90=	0.52	m
CUENCO N°1		
BASE	0.93	m
Caudal	1.62	m <sup>3</sup> /s
Caudal específico q1	1.75	
Base utilizada	0.93	m
Velocidad	8.85	m/s
Caudal específico q2	1.75	m3/s/m
Froud en 1	6.36	
Calado Contratido dc	0.20	
Cálculo del calado conjudago sin expansión		
d2	1.68	m
longitud de colchón	7	m
Cálculo del calado conjudago con expansión		
Ancho de entrada	0.93	
Ancho de salida escogido	2.00	
Froud en 1	6.36	
b/B	0.46	
y1	0.20	
y2 calculado	1.3	
H=y2/y1	6.4	
Valor Ajustado = 0	0.00	OK
Caudal específico	0.81	
Froud en 2	0.18	
Velocidad	0.64	m/s
Carga de energía	0.02	m
Energía en 2	1.28	
Longitud de colchón	5	m

Inclinación	concentración
$\phi$ (°)	media
75	0.715
60	0.675
45	0.618
30	0.41
22.5	0.302
45.000	0.473
15	0.245
7.5	0.137

(Pavlovski)

(Pavlovski)



ALTERNATIVA ZAMBIZA  
RAPIDA EN CANAL  
B+320

CALCULOS HIDRAULICOS

Caudal(m <sup>3</sup> /s)	10.35	
Inclinación:	23.16	°
Concentración media de aire	0.300	
$\lambda c/\lambda a$	0.22	
Ancho equiv.	1.9	
q	5.31	
Calado crítico	1.2	
Alto de la grada	0.50	
Longitud de la grada	1.17	
dc/h chanson	0.86	
dc/h calculado	2.40	
Skimming flow	SI	
k(rugosidad)	0.46	
sen(teta)	0.39	
Froude*	8.68	
Calado al inicio de aireación(Ya)	0.76	m
Longitud de transición de aire(La)	19.4	m
Area mojada	1.482	m <sup>2</sup>
Perímetro mojado	3.470	
Radio hidráulico	3.427	
velocidad(Va)	6.979	m/s
Froude Fr <sub>a</sub>	2.56	
Diferencia de Alto en inicio de aireación	7.630	
velocidad sin pérdidas	12.229	
Velocidad teórica < Velocidad calculada	OK	
Viscosidad cinemática	0.0000114	m <sup>2</sup> /s
Reynolds	10461960	
4R/k	3.7	
f	0.270	
n de manning equivalente	0.051	
CON AIRE		
fc	0.1896	
n de manning equivalente	0.042	
Calado sin aire en Zona aireada		
Ywn/Ya	0.73	0.360
Ywn=	0.662	
Ancho B=	1.948	
Area mojada sin aire	1.269	
Perímetro mojado	3.271	
Radio hidráulico	0.394	
velocidad de movimiento sin aire	8.03	
Froude	3.15	
Calado con aire en Zona aireada		
y90=	0.95	m
CUENCO N°1		
BASE	1.95	m
Caudal	10.35	m <sup>3</sup> /s
Caudal específico q1	5.31	
Base utilizada	1.95	m
Velocidad	8.03	m/s
Caudal específico q2	5.31	m <sup>3</sup> /s/m
Froud en 1	3.15	
Calado Contratido dc	0.66	
Cálculo del calado conjudago sin expansión		
d2	2.64	m
longitud de colchón	11	m (Pavlovski)
Cálculo del calado conjudago con expansión		
Ancho de entrada	1.95	
Ancho de salida escogido	3.00	
Froud en 1	3.15	
b/B	0.65	
y1	0.66	
y2 calculado	2.3	
$\beta = y2/y1$	3.5	
Valor Ajustado = 0	-0.31	OK
Caudal específico	3.45	
Froud en 2	0.32	
Velocidad	1.51	m/s
Carga de energía	0.12	m
Energia en 2	2.40	
Longitud de colchón	9	m (Pavlovski)

inclinación	concentración
$\phi(^{\circ})$	media
75	0.715
60	0.675
45	0.618
30	0.41
22.5	0.302
23.160	0.307
15	0.245
7.5	0.137

ALTERNATIVA ZAMBIZA  
 RAPIDA EN CANAL  
 ALCANTARILLA 10+850  
 CALCULOS HIDRAULICOS

Caudal(m3/s)	12.88	
Inclinación:	20.00	°
Concentración media de aire	0.300	
$\lambda_c/\lambda_a$	0.22	
Ancho equiv.	2.1	
q	6.06	
Calado crítico	1.4	
Alto de la grada	0.50	
Longitud de la grada	1.37	
dc/h chanson	0.89	
dc/h calculado	2.74	
Skimming flow	SI	
k(rugosidad)	0.47	
sen(teta)	0.34	
Froude*	10.28	
Calado al inicio de aireación(Ya)	0.87	m
Longitud de transición de aire(La)	22.1	m
Area mojada	1.853	m2
Perímetro mojado	3.869	
Radio hidráulico	0.479	
velocidad(Va)	6.953	m/s
Froude Fr <sub>a</sub>	2.38	
Diferencia de Alto en inicio de aireación	7.560	
velocidad sin pérdidas	12.173	
Velocidad teórica < Velocidad calculada	OK	
Viscosidad cinemática	0.00000114	m2/s
Reynolds	11683315	
4R/k	4.1	
f	0.266	
n de manning equivalente	0.051	

inclinación $\alpha(^{\circ})$	concentración media
75	0.715
60	0.675
45	0.618
30	0.41
22.5	0.302
20.000	0.283
15	0.245
7.5	0.137

CON AIRE

fc	0.1896	
n de manning equivalente	0.043	

Calado sin aire en Zona aireada

Ywn/Ya	0.73	
Ywn=	0.783	0.145
Ancho B=	2.127	
Area mojada sin aire	1.623	
Perímetro mojado	3.653	
Radio hidráulico	0.444	
velocidad de movimiento sin aire	7.94	
Froude	2.90	

Calado con aire en Zona aireada

y90=	1.09	m
------	------	---

CUENCO N°1

BASE	2.13	m
Caudal	12.88	m <sup>3</sup> /s

Caudal específico q1	6.06	
Base utilizada	2.13	m
Velocidad	7.94	m/s
Caudal específico q2	6.06	m3/s/m
Froud en 1	2.90	
Calado Contratido dc	0.76	

Cálculo del calado conjudago sin expansión

d2	2.77	m
longitud de colchón	11	m

(Pavlovski)

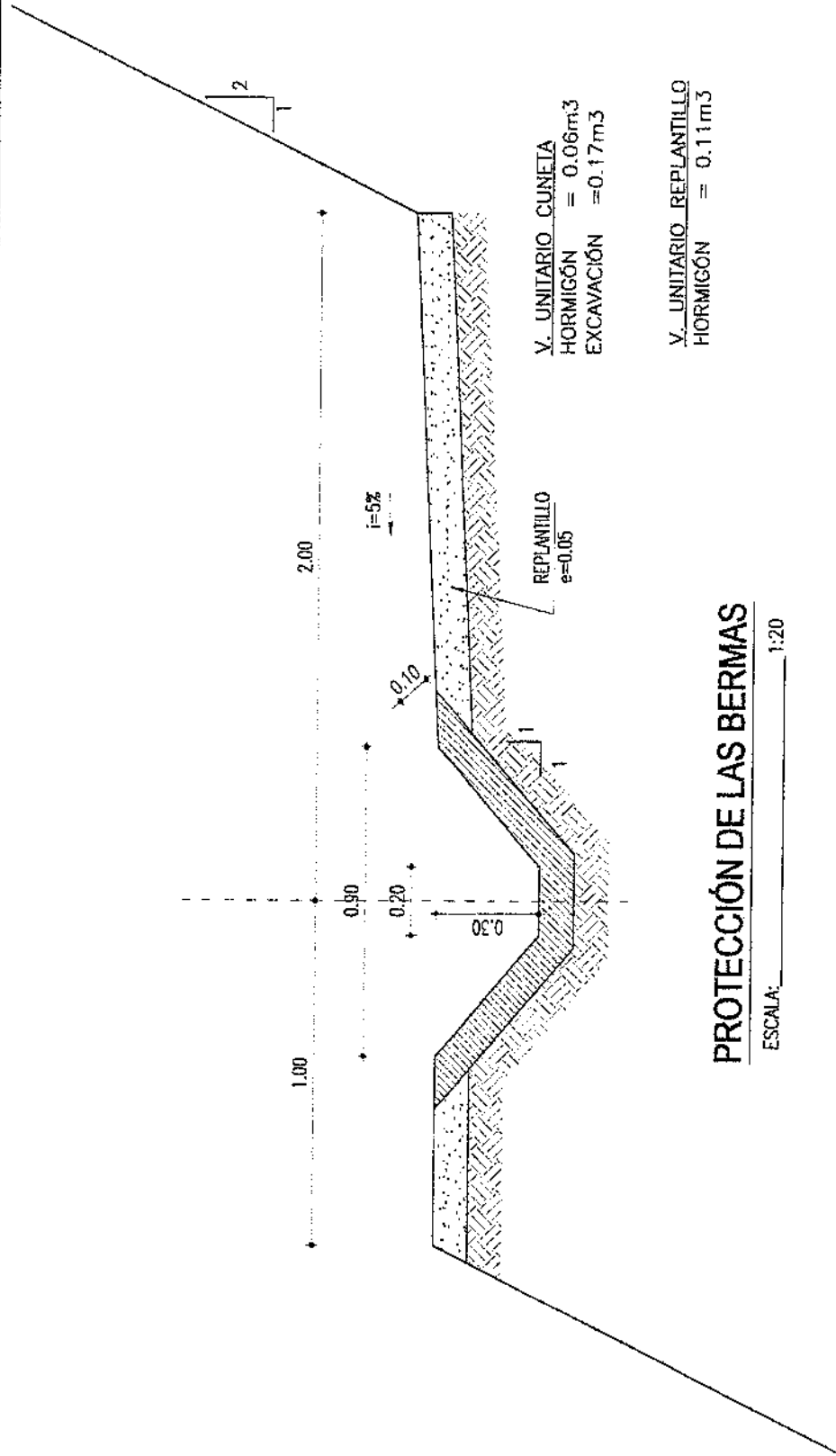
Cálculo del calado conjudago con expansión

Ancho de entrada	2.13	
Ancho de salida escogido	4.00	
Froud en 1	2.90	
b/B	0.53	
y1	0.76	
y2 calculado	2.3	
$\bar{r}=y2/y1$	3.0	
Valor Ajustado = 0	-0.08	OK
Caudal específico	3.22	
Froud en 2	0.30	
Velocidad	1.42	m/s
Carga de energía	0.10	m
Energía en 2	2.37	
Longitud de colchón	9	m

(Pavlovski)

# **ANEXO 18.1**

## **MÉTODOS CONSTRUCTIVOS**

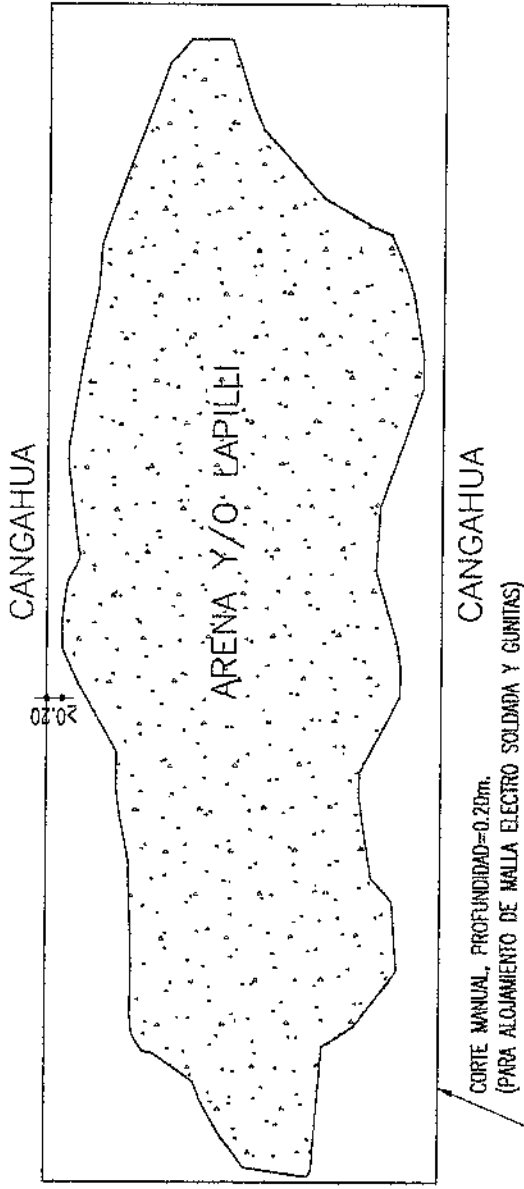
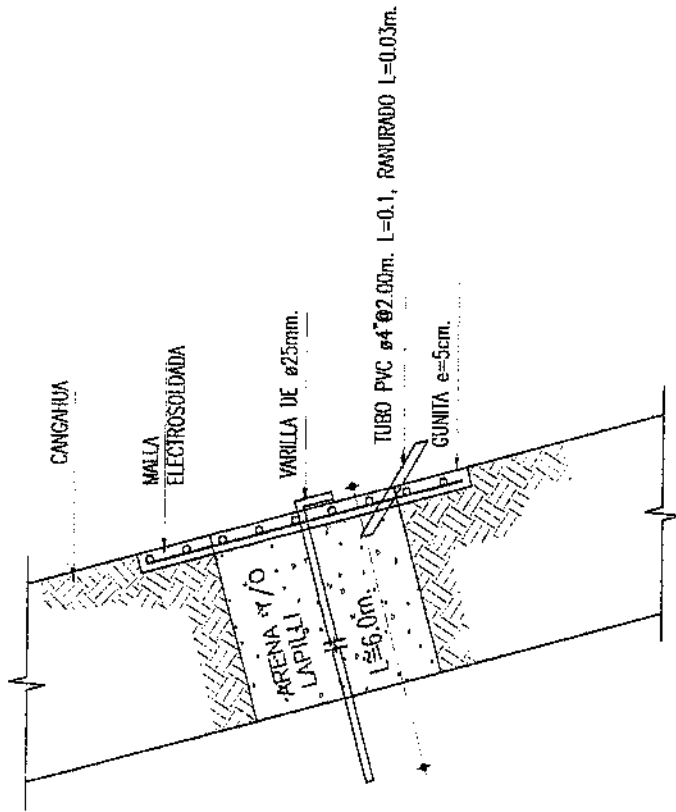


V. UNITARIO CUNETTA  
 HORMIGÓN = 0.06m<sup>3</sup>  
 EXCAVACIÓN = 0.17m<sup>3</sup>

V. UNITARIO REPLANTILLO  
 HORMIGÓN = 0.11m<sup>3</sup>

### PROTECCIÓN DE LAS BERMAS

ESCALA: 1:20



## ESQUEMA PARA RECALCE DE SECTORES EROSIONABLES

ASOCIACIÓN



**CORPAQ QUITO**  
 Corporación Asociada y Zona Franca del Distrito Metropolitano de Quito

PROYECTO

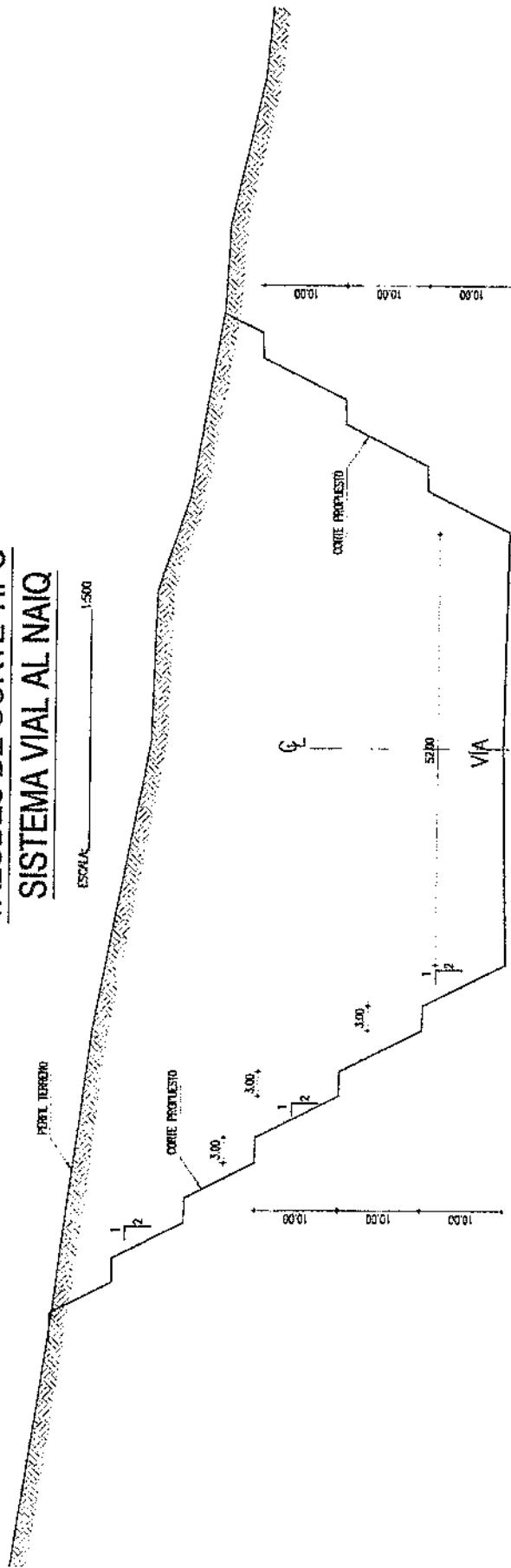
ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES PRESENTADAS AL ESTUDIO DE SELECCIÓN DE LA VÍA DE ACCESO AL NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL DE QUITO Y COMPLEMENTACIÓN

COMPLETO

ESQUEMA PARA RECÁLCE DE SECTORES EROSIONABLES

FECHA: 5/11/03  
 ESCALA: 2/4  
 DIBUJO: ASTEC - MT  
 A.D.: DETALLES.dwg

# TALUDES DE CORTE TIPO SISTEMA VIAL AL NAIQ



FECHA: 1-5-00  
 PERIODO: 3/4  
 PUNTAJE: ASTEC - HP  
 A.D.: REALES-649

TALUDES DE CORTE TIPO  
 SISTEMA VIAL AL NAIQ

ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES PRESENTADAS AL  
 ESTUDIO DE SELECCIÓN DE LA VÍA DE ACCESO AL NUEVO  
 AEROPUERTO INTERNACIONAL DE QUITO Y COMPLEMENTACIÓN

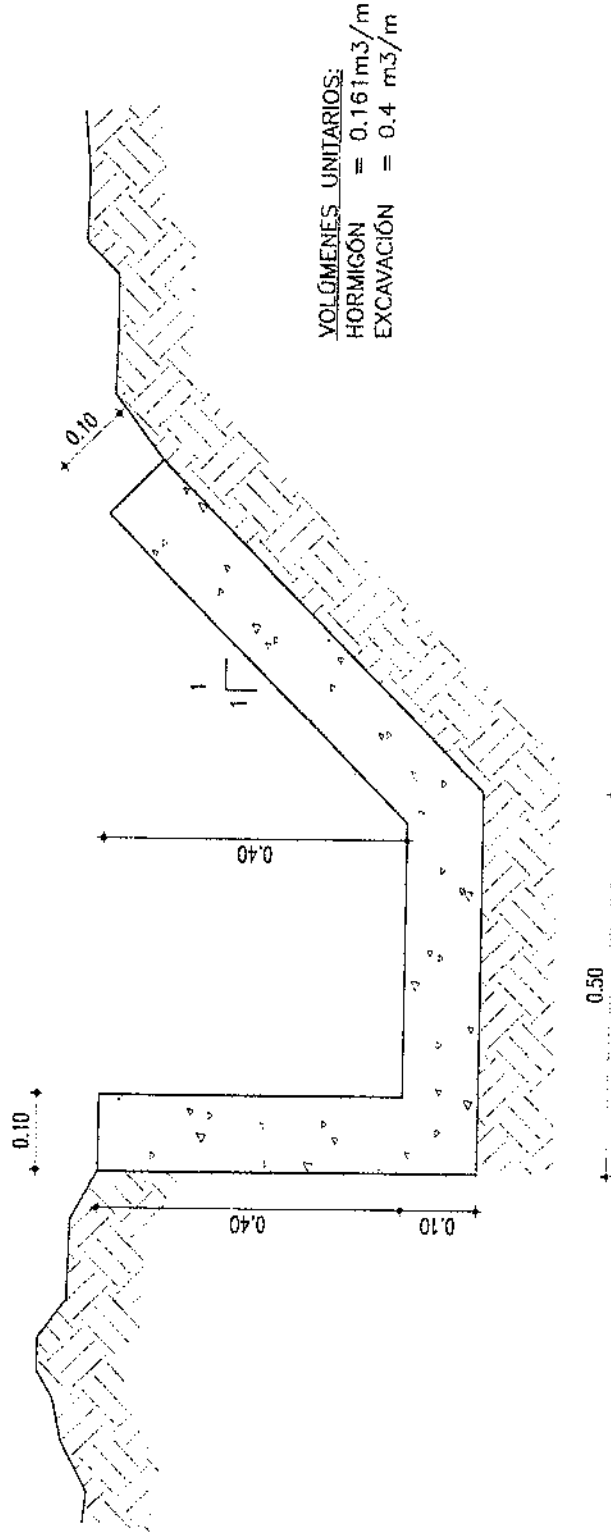


ASOCIACIÓN



# CUNETAS DE CORONACIÓN (TIPO)

ESCALA: 1:10



VOLUMENES UNITARIOS:  
 HORMIGÓN = 0.16 m<sup>3</sup>/m  
 EXCAVACIÓN = 0.4 m<sup>3</sup>/m

ASOCIACIÓN



**CORPAQ QUITO**  
 Corporación Aeroportuaria y Zona Franca del Distrito Metropolitano de Quito

ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES PRESENTADAS AL ESTUDIO DE SELECCIÓN DE LA VÍA DE ACCESO AL NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL DE QUITO Y COMPLEMENTACIÓN

CUNETAS DE CORONACIÓN TIPO