

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**USO DE LOS GEOSINTÉTICOS EN DEFENSAS
RIBEREÑAS DE RÍOS DE SELVA BAJA**

TOMO II

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JESÚS LUIS TORRES FERNÁNDEZ

Lima- Perú

2012

© 2012, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir la tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

jtorresf@uni.pe - jltorresfernandez@gmail.com
995192690

ANEXO A
REGISTRO DE EMERGENCIAS

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS	ii
ANEXO A REGISTROS DE EMERGENCIAS.....	1
A.1 COMPENDIOS ESTADÍSTICOS	1
A.2 PROCESAMIENTO DE DATOS	8

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° A.1. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 1995. Fuente, INDECI.	1
Cuadro N° A.2. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 1996. Fuente, INDECI.	2
Cuadro N° A.3. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 1997. Fuente, INDECI.	2
Cuadro N° A.4. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 1998. Fuente, INDECI.	3
Cuadro N° A.5. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 1999. Fuente, INDECI.	3
Cuadro N° A.6. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2000. Fuente, INDECI.	4
Cuadro N° A.7. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2001. Fuente, INDECI.	4
Cuadro N° A.8. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2002. Fuente, INDECI.	5
Cuadro N° A.9. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2003. Fuente, INDECI.	5
Cuadro N° A.10. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2004. Fuente, INDECI.	6
Cuadro N° A.11. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2005. Fuente, INDECI.	6
Cuadro N° A.12. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2006. Fuente, INDECI.	7
Cuadro N° A.13. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2007. Fuente, INDECI.	7
Cuadro N° A.14. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2008. Fuente, INDECI.	8
Cuadro N° A.15 Registro de inundaciones en el Perú por departamentos (1995 - 2008). Fuente, INDECI.	8
Cuadro N° A.16. Registro de inundaciones registradas en los distritos de los departamentos pertenecientes a la región selva baja. Fuente, INDECI.	9

ANEXO A REGISTROS DE EMERGENCIAS

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) en concordancia con la Ley del Sistema Estadístico Nacional, elabora y publica anualmente estadísticas oficiales referidas a la Prevención y Atención de Desastres que se desarrollan en el Sistema Nacional de Defensa Civil (SINADEC). Estas publicaciones son denominadas Compendios Estadísticos y están disponibles en la página web oficial del INDECI en donde actualmente se encuentran publicados los comprendidos entre los años 1995 y 2008.

A.1 COMPENDIOS ESTADÍSTICOS

Los Compendios estadísticos referidos en la presente tesis son los correspondientes al periodo 1995 – 2008, de estos se extrajo los Resúmenes de emergencia nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos.

Cuadro N° A.1. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 1995. Fuente, INDECI.

DEPARTAMENTO	TOTAL	AMAZONAS	ANCASH	PURIMACH	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	GALLAGO	CUSCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	IICA	JUNIN	LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LIMA	LORETO	MORON	MOQUEGUA	PASCO	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	UCAYALI	TUMBES	PIURA
TOTAL NACIONAL	383	12	25	4	40	20	4	11	25	10	18	18	10	6	3	102	13	3	11	8	10	23	2	8	6	7
ACCIDENTE ACUATICO	1											1					1									
ACCIDENTE AEREO	1																									
ACCIDENTE TERRESTRE	2	1														1										
ALUD	3		1						1												1					
ALUVION	2		1						1																	
ATENTADOS	4				2											2										
DERRAME DE SUSTANCIAS	3	1														2										
DERRUMBE VIVIENDA	41							3								37										
DESPLAZAMIENTO	8		3			2										1	1				1	1	2			1
EPIDEMIA	10	1							1	1			1				1	1			1	1	2			
GRANIZADA	3				1	1													1							
HELADA	1																					1				
HUAYCO	34	3	4		3	4			2	2	1	2	1			8			1	2	3					
INCENDIO URBANO	70		8		6	4		8			4		1			40	2	1				7				
INCENDIO FORESTAL	28							1	18					4							1					1
INUNDACION	27		3			3					3	4	1			2	5	1	2	1		1			1	1
LLUVIAS INTENSAS	25		2		3					3	3	1	1						4		3	4				
NEVADAS	4			2	2																					
SISMOS	61	3	8	1	1	1	1	1	1	1	2	10	3	1	3	10	1		3	1		1	1	3	5	3
VIENTOS FUERTES	57	2		1	23	3	1		2	3	2			2			1	2				1	8	1	3	2
OTROS	2	1			1																					

ELABORACION: DIRECCION DE ESTADISTICA - DND/INDECI
DESAS95/SMC/osa

FUENTE: COMPENDIO ESTADISTICO DE PREVENCIÓN Y ATENCION DE DESASTRE 1995

Cuadro N° A.4. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 1998. Fuente, INDECI.

DEPARTAMENTO / DESASTRE	TOTAL	AMAZONAS	ANCASSH	APURIMAC	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	CALLAO	CUSCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	ICA	JUNIN	LA LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LIMA	LORETO	MORONA BALSAS	MOQUEGUA	PASCO	PIURA	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	TUMBES	UCAYALI
		TOTAL NACIONAL	687	44	50	9	24	7	31	7	45	10	21	14	14	72	64	49	58	1	2	7	66	14	18	11
ACCIDENTE ACUATICO	1	1											1													
ACCIDENTE AEREO	1												1													
ACCIDENTE TERRESTRE	1										1															
ALUDES	2		1			1																				
ALUVIONES	6	1	1						5															1		
DERRUMBES	7	1			1		1									3							1			
DESPLAZAMIENTOS	38	2	2		1		4		4	1	8		3		1	4	4			1	2	1		1	1	
EMBRALSES	1										1															
GRANIZADAS	15			2			1		3	1									1			7				
HELADAS	5	3	1				1																			
HUAYCOS	134	6	15	3	14		12		9	8	1		4	13	2	17	11			2	1	2	4	10		1
INCENDIOS FORESTALES	22	2							4						4		1				7		2		1	1
INCENDIOS URBANOS	29	5					4	1	1					1	1	2	9					1	2			1
INUNDACIONES	358	13	26	2	8	4	8	1	13	9	11	13	3	45	56	23	25		1	3	51	7	24	4	9	4
LLUVIAS INTENSAS	38	8	1		1	2			1		2		2	13	1		2	1		1	4					1
SISMOS (EPICENTRO)	1																						1			
TORMENTAS ELECTRICAS	3				1																					
VANDALISMO	3			2																						
VIENTOS FUERTES	23	5	1	2			2		5				1									1	1	1		1

Fuente: Direcciones Regionales de Defensa Civil - Dirección Nacional de Operaciones
Elaboración Oficina de Estadística e Informática

FUENTE: COMPENDIO ESTADISTICO DE PREVENCIÓN Y ATENCION DE DESASTRE 1998

Cuadro N° A.5. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 1999. Fuente, INDECI.

DEPARTAMENTO / DESASTRE	TOTAL	AMAZONAS	ANCASSH	APURIMAC	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	CALLAO	CUSCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	ICA	JUNIN	LA LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LIMA	LORETO	MORONA BALSAS	MOQUEGUA	PASCO	PIURA	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	TUMBES	UCAYALI	
		TOTAL NACIONAL	623	14	39	13	65	14	39	7	20	10	14	14	13	40	14	58	47	4	7	1	18	14	18	7	4
ALUDES	1		1																								
ALUVIONES	4						1		1	1														1			
DERRUMBES	6			1												4	1										
DERRUMBES DE VIVIENDA	3															3											
DESPLAZAMIENTO	27	4	3		1		8		3		1											1	2			2	
GRANIZADAS	9		1	3					3	1																	
HELADAS	6				5																						
HUAYCO	67	2	8	2	3	3	3		1	1	1	5	3	8		17						1					
INCENDIOS FORESTALES	16			1					7						3			1									
INCENDIOS URBANOS	33		1					7					1			10	3					4		3		4	
INUNDACIONES	292	5	14	1	44	8	21		3	3	9	14	8	38	4	21	42	3	5	1	9	8	10	2	4	19	
LLUVIAS INTENSAS	25		1		8	2								5	7					2							
MARETAS (MAREJADAS)	2																										
SISMOS (EPICENTRO)	6				4	1							1														
TORMENTAS ELECTRICAS	8	1								1																4	
VIENTOS FUERTES	28	4		5		2	4		2	3	3		2									2					

Fuente: Direcciones Regionales de Defensa Civil - Dirección Nacional de Operaciones
Elaboración Oficina de Estadística e Informática

FUENTE: COMPENDIO ESTADISTICO DE PREVENCIÓN Y ATENCION DE DESASTRE 1999

Cuadro N° A.6. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2000. Fuente, INDECI.

DEPARTAMENTO \ FENOMENO	TOTAL	AMAZONAS	ANCASH	APURIMAC	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	CALLAO	CUSCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	ICA	JUNIN	LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LIMA	LORETO	MORDEDIOS	MOQUEGUA	PASCO	PIURA	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	TUMBES	UCAYALI
TOTAL NACIONAL	1118	86	25	8	61	15	74	31	28	66	54	10	42	19	11	182	279	3	13	8	10	30	40	13	5	3
ACCIDENTE TERRESTRE	4		1							1	1									1						
ALUVION	1				1				1																	
DERRUMBE DE CERROS	1				1																					
DERRUMBE DE VIVIENDA	45	2				1	4	1							37											
DESPLAZAMIENTO	74	18	6	3	2	3	9	3	9	2		4	3	2	1			1	1	4	1	1		1		
EPIDEMIA	1																1									
EXPLOSION	3				1										2											
GRANIZADA	3					1		1																		
HELADA	29				11		2		7					1	1				3		1	3				
HUAYCO	55	2	1	1	2	3	7			19	1	2	7	3	1	4			2							
INCENDIO FORESTAL	21	1		1	2		10		4													1	1			
INCENDIO URBANO	298	18	4		10		2	27		1	10		3	1	1	118	86				4		12		1	
INUNDACION	208	8	2	3	2	1	11		8	8	8	1	14	10	5	9	72	2	1	2	3	22	12		4	3
LLUVIA INTENSA	159	13	9		29	6	9		1	23	27	3	10		1	3	1		1	5				8	11	
MARETAZO	4											3							1							
NEVADA	3				1				2																	
TORRENTE ELECTRICA	2													1												
VIENTO FUERTE	177	29	2		1	19		1	3	5		4								1		2	8			
OTROS	30					4		1				1				8	16									

Incluye frías, plaga de Insectos

FUENTE: Direcciones Regionales de Defensa Civil - Dirección Nacional e Operaciones - INDECI
ELABORACION: Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

FUENTE: COMPENDIO ESTADISTICO DE PREVENCIÓN Y ATENCION DE DESASTRE 2000

Cuadro N° A.7. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2001. Fuente, INDECI.

DEPARTAMENTO \ FENOMENO	TOTAL	AMAZONAS	ANCASH	APURIMAC	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	CALLAO	CUSCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	ICA	JUNIN	LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LIMA	LORETO	MORDEDIOS	MOQUEGUA	PASCO	PIURA	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	TUMBES	UCAYALI	
TOTAL NACIONAL	1110	36	15	41	193	46	59	26	74	19	17	2	16	16	13	105	102	6	28	7	26	50	105	71	6	31	
DERRUMBE DE CERROS	2				1								1														
DERRUMBE DE VIVIENDA	22							1		1				1	19												
DESPLAZAMIENTO	75	2	5	5	1	7	7		23	5		2	2		3				1	5	4		2	1			
EPIDEMIA	3	3																									
EXPLOSION	1																1										
GRANIZADA	15				9					4			1									1					
HELADA	4				1				2																		
HUAYCO	39	1	4	3	4		2		6	5		1	6		2					1					4		
INCENDIO FORESTAL	5				1				1							2										1	
INCENDIO URBANO	229	3	1	1	7	5	8	24	6	1	4			1	5	61	39				15		32	24	21	12	
INUNDACION	239	9	1	4	15	4	15		24	4	5	2	8	2	5	15	10	5	1		5	32	24	21	3	16	
LLUVIA INTENSA	146	6	2	11	52	4	7		7	1	2		2				1		6			14	13	17	1		
MARETAZO	1							1																			
NEVADA	2				2																						
SISMO (EPICENTRO)	5				1	3							1														
SISMO (*)	199				6	102	12												20			2		27			
TORRENTE ELECTRICA	11				4	2					1			1			1									2	
VIENTO FUERTE	128	12	1	10		3	22		3	3				2	3		31	1		1	2	1	32			1	
OTROS	17		1											1		2	11						2				

Incluye erosión ribereña, colapso de filtración de agua.

(*) Incluye sismos sentidos en otros distritos colindantes con los epicentros de los sismos principales

FUENTE: Direcciones Regionales de Defensa Civil - Dirección Nacional e Operaciones - INDECI
ELABORACION: Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

FUENTE: COMPENDIO ESTADISTICO DE PREVENCIÓN Y ATENCION DE DESASTRE 2001

Cuadro N° A.8. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2002. Fuente, INDECI.

DEPARTAMENTO \ FENOMENO	TOTAL	AMAZONAS	ANCASSH	APURIMAC	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	CALLAO	CUSCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	ICA	JUNIN	LA LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LIMA	LORETO	MORDE DIOS	MOQUEGUA	PASCO	PIURA	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	TUMBES	UCAYALI
TOTAL NACIONAL	1376	68	16	54	73	39	141	25	63	45	14	2	27	18	9	114	144	8	52	12	46	112	192	39	11	52
ALUVION	1		1																							
ATENTADO (TERRORISMO)	1																1									
COLAPSO DE VIVIENDA	80	1			1		2	6				3				32				2		1	1	1		
CONTAMINACIÓN DE AGUA	1																									
DERRAME SUST. NOCIVO	1																		1							
DERRAME DE CERRO	3			1					1														1			
DESPLAZAMIENTO	32	3	1	1		1	5		2	2	3		3	1		4			1	1			3			1
EXPLOSIÓN	3				1																1					
GRANIZADA	11					5				1									1			4				
HELADA	12			1																			11			
HUAYCO	28	1	3	3			2	2		1		2				11			1	1	1					
INCENDIO FORESTAL	6	1		1					3						1											
INCENDIO URBANO	395	14	2		6	4	30	21	5	1	3		4	6	1	53	82	2	10	2	15	14	105	6	2	27
INUNDACION	138	7	4	5	3	5	16		17	1			9	1	2	5	4	4	1	2	14	5	7	1	8	13
LLUVIA INTENSA	122	1	2	3	14	3	27		2	5	4	1	3	9	3	4	1		16	1	1	5	8	7	1	1
MARETAZO (MAREJADA)	1							1																		
NEVADA	251			41	37	16			21	34			1						15			67		19		
RIADA (CRECIDA DE RIO)	1													1												
SEQUIA	1				1																					
SISMO (EPICENTRO)	6				2																		1	3		
SISMO (*)	3				1														1			1				
TORMENTA ELECTRICA	7				4		1						1									1				
VIENTO FUERTE	291	41	2	1	1	3	59		3	1	2	1	1		1	1	72	2	5	3	14	3	85	2	9	
OTRO	13				1				1	1						1	3	4								1

(*) Incluye sismos sentidos en otros distritos colindantes con los epicentros de los sismos principales
Incluye erosión ribereña, rotura de tubería de agua y accid. acuático.
FUENTE: Direcciones Regionales de Defensa Civil - Dirección Nacional e Operaciones - INDECI
ELABORACION: Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

FUENTE: COMPENDIO ESTADISTICO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRE 2002

Cuadro N° A.9. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2003. Fuente, INDECI.

DEPARTAMENTO \ FENOMENO	TOTAL	AMAZONAS	ANCASSH	APURIMAC	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	CALLAO	CUSCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	ICA	JUNIN	LA LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LIMA	LORETO	MORDE DIOS	MOQUEGUA	PASCO	PIURA	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	TUMBES	UCAYALI	
TOTAL NACIONAL	3316	202	23	253	88	162	198	30	226	149	100	23	72	31	7	243	285	166	49	42	138	315	276	27	21	190	
ALUD	3		2			1																					
ALUVION	2						2																				
ATENTADO (TERRORISMO)	1												1														
COLAPSO DE VIVIENDA	116	9		13		21	1	5	6	2	3	1		2	1	38	2			8	3	1					
CONTAMINACION AMBIENTAL	2																										
DERRAME SUST. NOCIVA	6							2								3								1			
DERRUMBE DE CERRO	53		1	2		3	5		5	2	2		2	1		14	1	1	2	2	6	2	1			1	
DESPLAZAMIENTO	138	13	4	11	4	9	10		16	11	8	2	4	1		5	20	1		5	5	6				3	
EPIDEMIA	2																				2						
EXPLOSIÓN	6					1								1		5										1	
GRANIZADA	80			2	3	1	4		2	4			4						3	2		25					
HELADA	73			4	4	4			15	3	1								13	1		23		5			
HUAYCO	89	10	1	6		1	8		14	3	5		5	2		8					2	1		2		1	
INCENDIO FORESTAL	26			3	1				10										3			4	2			3	
INCENDIO URBANO	1137	63	9	88	21	36	62	20	56	37	49	11	10	8	8	153	124	10	8	12	65	77	138	6	9	81	
INUNDACION	470	11	1	11	1	36	7	3	59	8	7		7	1		13	22	140		4	3	64	42	1	31		
LLUVIA INTENSA	388	29	1	76	3	25	62		11	47	5	2	21	2		2	6	1	3	1	2	45	25	1	6	10	
MARETAZO (MAREJADA)	6		1	3							1			1								1					
NEVADA	16			10		1			4													1					
RIADA (CRECIDA DE RIO)	20	3		3					8				2						1	1		2					
SEQUIA	5																									5	
SISMO (*)	16			9					4										3								
SISMO (EPICENTRO)	19			3	7				2			1							1			1		4			
TORMENTA ELECTRICA	11		1		1	1			2	2												3				1	
VIENTO FUERTE	615	63	1	28	40	22	49		10	32	19	3	14	12			67	5	12	4	30	61	66	2	5	50	
OTRO	64	1	1						2	1	2	2				2	21	2			1					29	

(*) Incluye sismos sentidos en otros distritos colindantes con los epicentros de los sismos principales
Incluye erosión ribereña, rotura de tubería de agua y accid. acuático.
FUENTE: Direcciones Regionales de Defensa Civil - Dirección Nacional e Operaciones - INDECI
ELABORACION: Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

FUENTE: COMPENDIO ESTADISTICO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRE 2003

Cuadro N° A.10. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2004. Fuente, INDECI.

DEPARTAMENTO FENOMENO	TOTAL	AMAZONAS	ANCASSH	APURIMAC	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	CALLAO	CUSCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	ICA	JUNIN	LA LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LIMA	LORETO	MORDE DIOS	MOQUEGUA	PASCO	PIURA	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	TUMBES	UCAYALI	
	TOTAL NACIONAL	4040	282	58	236	115	256	259	54	212	265	146	31	101	43	51	279	369	38	53	96	212	432	215	49	29	159
ACTIVIDAD VOLCANICA	1					1	1																				
ALUD	1																										
ALUVION	8					1	1		1	1			2														
AVALANCHA	1																										
COLAPSO DE VIVIENDA	163	14	1	8	1	13	10	4	13	12	7	1	8	1	1	48			1	3	10					1	
CONTAMINACION AGUA	8	1								1	1																
DERRAME DE SUBST. NOCIVAS	5		1			1	1													1							
DERRUMBE DE CERRO	18	1	1	1	3	1			1	2			1							2	1						
DESGLAZAMIENTO	100	19	8	8	3	4	7		18	6	1	1	8							1	5		10	4			
EPIDEMIA	19	13							1							8											
EPFITOTIA	1					1																					
EPIDOTIA	1	1																									
EXPLOSION	7		1														2	2									
GRAMAZADA	41	1	4	1	8	1	7		2	4	1		6							1							
HELADA	438	28	15	68	25	44	88		8	35	11	1	5	7	2				4	17	8	87			18		
HUAYCO	60	4	1	1		4			6	7	6	2	3	3						7		1			1		
INCENDIO FORESTAL	8								3																		
INCENDIO URBANO	1484	62	14	63	16	65	84	48	75	48	88	20	18	17	10	188	202	16	12	31	86	132	127	6	8	88	
INUNDACION	234	7	2	4	2	7	6		29	10	11	1	20	1					11	26	12	2	1	5	44	20	2
LLUVIA INTENSA	425	75	4	48	23	10	38		6	38	17		16	7					2	3	7	9	16	1	83	14	4
MARETAZO (MAREJADA)	2								2																		
NEVADA	85			8	16				43	11												4		3			
PLAGA	1										1																
RIADA (CRECIDA DE RIO)	20	1							1														16				
SEQUIA	218	3		5	4	91				42	1		1		22						21				13	12	
SISMO (*)	6			1	1				1											2		1				1	
SISMO (EPICENTRO)	6				2								1	1												1	
TORRENTA ELECTRICA	14		1	2	4				1	3					1							1	2			1	
VIENTO FUERTE	695	48	9	28	10	17	65		8	43	20		15	7	8	1	64	2	3	10	78	41	48	3	3	32	
OTRO	88	3		2	1	2	1	2					8			2	8	41	1	1	1		1	2	2	15	

(*) Incluye sismos sentidos en otros distritos colindantes con los epicentros de los sismos principales
Incluye eraslon ribereña, naufragio, derrame de petróleo, deslizo, instalación de gases botijos, aniego, reptación.
FUENTE: Direcciones Regionales de Defensa Civil - Dirección Nacional e Operaciones - INDECI
LABORACION: Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

FUENTE: COMPENDIO ESTADISTICO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRE 2004

Cuadro N° A.11. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2005. Fuente, INDECI.

DEPARTAMENTO FENOMENO	TOTAL	AMAZONAS	ANCASSH	APURIMAC	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	CALLAO	CUSCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	ICA	JUNIN	LA LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LIMA	LORETO	MORDE DIOS	MOQUEGUA	PASCO	PIURA	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	TUMBES	UCAYALI
	TOTAL NACIONAL	4773	294	60	562	110	448	395	57	215	265	301	49	76	69	17	269	303	65	86	9	191	256	278	48	46
ALUVION	15	1	1		5				6				1							1						
ATENTADO (TERRORISMO)	1			1																						
AVALANCHA	1																									
CAMBIO CLIMATICOS (EL NIÑO)	2																				2					
COLAPSO DE VIVIENDA	157			4		25	4		22	10	31		4	3		13			2		16	2			1	
CONTAMINACION AGUA	4	1		2																						
CONTAMINACION SUELO	1																									
DERRAME SUBST. NOCIVAS	4			1		1			1					1												
DERRUMBE DE CERRO	61	1				17	7		1	3		2	1				17		1		2	1	1			7
DEFORESTACION	1									1																
DESGLAZAMIENTO	89	11	1	5	4	8	16	1	9	4	2		2	10			2	6	2	2	1	7	6			
EPIDEMIA	7	1							1											5						
EXPLOSION	4			1													2	1								
GRAMAZADA	73	1	15		11	2			8	8	24		1	5												
HELADA	298	7		66	22	12			12	81	19		1	1	4				13		4	41			13	
HUAYCO	48	2	1	10	2	3	4		2	4	6	1	3	1					1		1	1	3			1
INCENDIO FORESTAL	66	3	4	7	1	1	1		16	2			5						1	3	1	3	4	2		12
INCENDIO URBANO	1982	77	24	158	18	123	117	62	95	83	142	23	18	19	9	208	202	67	12	3	80	112	114	14	10	194
INUNDACION	134	8		15	3	8	13	1	10	8	7	1	4	1		7	6	5	1	1	8	8	23			8
LLUVIA INTENSA	391	86	7	84	11	12	86		6	20	18		5	17	1		2	1	10		10	8	15	3	2	1
MARETAZO (MAREJADA)	2		1																							
NEVADA	162			7	17	108			3	8	5											3		4		
PLAGA	1										1															
RIADA (CRECIDA DE RIO)	37								2	2	1		2													
SEQUIA	224	1	8	96		67			7	8		5	2		1	1					17				8	1
SISMO(*)	261	66	7	4	16	4	27	1	4	7		9	2	8			10	7	4	16		4	5	59	6	4
TORRENTA ELECTRICA	18			2		1				1	1											8				
VIENTO FUERTE	704	37	6	105	11	62	103		12	46	40		28	1	2		58	3	4		36	35	50		27	48
OTRO	81	2				1	8	2	2	1	2	8		2		4	19		1				3		1	7

Incluye eraslon ribereña, naufragio, desprendimiento de talud, colapso de puente, colapso de techo, incidencia aérea, etc.
Incluye sismos sentidos en otros distritos colindantes con los epicentros de los sismos principales (total 113 sismos)
FUENTE: Direcciones Regionales de Defensa Civil - Dirección Nacional e Operaciones - INDECI
LABORACION: Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

FUENTE: COMPENDIO ESTADISTICO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRE 2005

Cuadro N° A.12. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2006. Fuente, INDECI.

DEPARTAMENTO FENOMENO	DEPARTAMENTO																										
	TOTAL	AMAZONAS	ANCASH	APURIMAC	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	CALLAO	CUSCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	ICA	JUNIN	LA LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LIMA	LORETO	MORONA BALSAS	MOQUEGUA	PASCO	PIURA	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	TUMBES	UCAYALI	
TOTAL NACIONAL	4495	202	71	568	147	281	398	60	296	109	354	25	69	74	50	318	316	19	66	127	156	246	68	25	39	393	
ACTIVIDAD VOLCANICA	8				1														7								
ALUIVION	14																										
AVALANCHA	12																										
CAMBIO CLIMATICO (EL NINO)	13																				3						
COLAPSO DE VIVIENDA	202	2		11		4	21		21	2	94			2	1	15				8	19					1	
CONTAMINACION AGUA	1																										
CONTAMINACION AIRE	1																										
DERRAME BUST. MOCIVAS	2																										
DERRUMBE DE CERRO	60	6		14		62	5		1	8	2	3				32			1	2	16		1	3		1	
DESPLAZAMIENTO	1																										
DESLIZAMIENTO	58	27		13	2	10	24		24	2	11			2	3	1	18		1	2	6	4			4	6	
EPIDEMIA	8																										
EXPLOSION	6																										
GRAMIZADA	98			32	2	5			3	1	1															1	
HELADA	177			33	23	13			12	22	21										7					45	
HUAYCO	73			3	2	23	14		3		12		1	2	3	1	7				1						
INCENDIO FORESTAL	21			1																						3	
INCENDIO URBANO	1738	66	25	121	24	58	89	51	138	39	107	11		8	18	14	241	204		11	37	58	89	57	15	11	242
INUNDACION	148	5		23	3	10	39	3	48	3	39			11	7		10	28		2	7	14	32		2	50	
LLUVIA INTENSA	736	64	38	169	69	70	112		8	16	27			11	36	13	2			1	25	30	35	2	18	3	16
MAREJAZO (MAREJADA)	12			1	2				2	2																	
NEVADA	11				4																						
RIADA (CRECIDA DE RIO)	37	4							2	2	3			1	2											22	
SEQUIA	74			1	66	2	1		2	2																1	
SISMO (*)	32			1	1	4	1		2	3	4					14										2	1
TORMENTA ELECTRICA	34																										
VIENTO FUERTE	844	31	2	34	12	26	88		10	13	36			28	2	3	1	51		1	3	23	14	35	14	6	69
OTRO	45			1	2	1	1		5																	2	11

Incluye erosión ribereña, naufragio, debilitamiento de pilar, fallas geológicas, intoxicación, etc.
Incluye sismos sentidos en otros distritos colindantes con los epicentros de los sismos principales
FUENTE: Direcciones Regionales de Defensa Civil - Dirección Nacional e Operaciones - INDECI

Elaboración: Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

FUENTE: COMPENDIO ESTADISTICO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRE 2006

Cuadro N° A.13. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2007. Fuente, INDECI.

DEPARTAMENTO FENOMENO	DEPARTAMENTO																										
	TOTAL	AMAZONAS	ANCASH	APURIMAC	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	CALLAO	CUSCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	ICA	JUNIN	LA LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LIMA	LORETO	MORONA BALSAS	MOQUEGUA	PASCO	PIURA	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	TUMBES	UCAYALI	
TOTAL NACIONAL	4536	206	105	638	148	83	268	17	431	206	353	51	70	70	32	269	292	26	88	137	271	328	122	61	33	228	
ACTIVIDAD VOLCANICA	2																										
ALUIVION	2	1																									
COLAPSO DE VIVIENDA	236						2	58		1	12	58				1	17				23	26	10				
CONTAMINACION AGUA	2																										
DERRUMBE DE CERRO	67	3		3	1		7	2		1	10					3	15		3	5	9						
DESLIZAMIENTO	126	19		3	11				24	2	3			3	6		5	11			3	5	10			12	
EPIDEMIA	1																										
EXPLOSION	3																										
GRAMIZADA	138			7	100	2	5																				
HELADA	636			2	1	84	76	12	17		19	52	33								30	19	17	106		44	
HUAYCO	88			4		5	1		2		8	4	4														
INCENDIO FORESTAL	17																										
INCENDIO URBANO	1597	60	32	96	13	17	88	16	116	39	126	6		30	16	16	160	200	12	28	9	108	51	34	8	2	137
INUNDACION	172	14		19		10	12		17	10	25	4		8	2	1	11	19		5	1	9	16	20	53	2	
LLUVIA INTENSA	126	40	51	170	30	6	85		20		8			1	2	8	2			8	16	38	25	2	12	6	10
MAREJAZO (MAREJADA)	1																										
NEVADA	11				3	7																					
PLACA	16																										
RIADA (CRECIDA DE RIO)	61	2																									
SEQUIA	23																										
SISMO (*)	200	2		22	4	15			8	47	5	31				62										1	
TORMENTA ELECTRICA	65			1	5	3																					
VIENTO FUERTE	617	59	6	64	11	10	52		28	34	48			4	7	9		45		3	11	60	48	19	28	55	
OTRO	221	2		1	8	1			180																		

Incluye erosión ribereña, ahorración agua, caída de árbol, caída meteorito, volcadura omnibus, rotura tubería matriz, etc.
Incluye sismos sentidos en otros distritos colindantes con los epicentros de los sismos principales

FUENTE: Direcciones Regionales de Defensa Civil - Dirección Nacional e Operaciones - INDECI
Elaboración: Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

FUENTE: COMPENDIO ESTADISTICO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRE 2007

Cuadro N° A.14. Resumen de emergencias producidas a nivel nacional por departamento y tipo de fenómenos durante el año 2008. Fuente, INDECI.

REGION \ FENOMENO	TOTAL	AMAZONAS	ANCASH	APURIMAC	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	CALLAO	CUSCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	ICA	JUNIN	LA LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LIMA	LORETO	MADRE DE DIOS	MOQUEGUA	PASCO	PIURA	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	TUMBES	UCAYALI
TOTAL NACIONAL	4545	169	87	508	150	367	363	35	203	158	339	22	166	18	64	317	313	21	191	110	221	241	226	42	107	107
ACTIVIDAD VOLCANICA	3																									
ALLUVION	5										1		1						3							1
COLAPSO DE VIVIENDA	243	1	1	46		4	14	2	10	19	77					38			1	4						1
CONTAMINACION AGUA	1																			36	7	6	4			1
CRECIDA DE RIO	68	1									1	1			8	6						25		4	6	1
DERRUMBE	66	6	3	3		4	11				2		1						6	1	1	1			1	1
DEBILZAMIENTO	128	29	6	16		2	18		8	2	3	1	6	3	5	2	6		1	1	7	3	3	3		6
EROSIONES	8	4																								
EXPLOSION	5						1				1										3					
GRABAZADA	84		1	28			38	1	9		7		3						1			2				2
HELADA	437	2	1	63	42	43	1		33	19	26		33		4	10			60		6	69				
HUAYCO	69	3	2				3		4	2	22	1	8			1	3									1
INCENDIO FORESTAL	46		1	11		1			6						4							4	3	2		14
INCENDIO URBANO	1460	37	24	114	16	82	33	32	78	45	90	7	66	6	8	216	208	6	19	21	76	88	112	3	11	45
INUNDACION	342	11	3	9	1	4	14	1	3	4	48	6	7	1	4	41	6	1	2	22	2	22	2	1	1	31
LLUVIA	899	51	36	51	52	73	242		25	17	12	3	16	8	29	1	7	1	60	12	89	4	28	7	38	
MAREJADA (MARETAZO)	1											1														
NEVADA	3			1	1																					
PLAGAS	1																									
ROQUA	4			2	2																					
SEISMOS	24		1	2	6				2	1		2			7				2	1						
TEMPESTAD	10		1	1					5	1				1												
VENTOS FUERTES	732	25	6	138	2	105	25		18	46	41		21		3	2	64	2	37	35	22	38	64		31	24
OTROS	20	2		1	1				7						1	1	1	1			1	1	1			3

Incluye contabilización de cauce de río, afloramiento aguas subterráneas, acobardisito, hundimiento.
FUENTE: Divisiones Regionales de Defensa Civil - Dirección Nacional e Operaciones - INDECI
Elaboración: Oficina de Estadística y Telemática del INDECI

FUENTE: COMPENDIO ESTADISTICO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRE 2008

A.2 PROCESAMIENTO DE DATOS

Teniendo como información cuadros presentados en el ítem A.1. se desarrollo un cuadro resumen de las inundaciones por departamento durante el periodo 1995 – 2008.

Cuadro N° A.15 Registro de inundaciones en el Perú por departamentos (1995 - 2008). Fuente, INDECI.

DEPARTAMENTO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TOTAL
AMAZONAS	0	1	12	13	5	5	9	7	11	7	8	5	14	11	108
ANCASH	3	1	12	26	14	2	1	4	1	2	0	0	0	3	69
APURIMAC	0	0	0	2	1	3	4	5	11	4	15	23	19	6	93
AREQUIPA	3	1	42	6	44	2	15	3	1	2	2	3	0	1	125
AYACUCHO	3	4	1	4	8	1	4	5	36	7	6	10	10	4	103
CAJAMARCA	0	3	5	6	21	11	15	18	7	6	13	39	12	14	170
CALLAO	0	1	0	1	0	0	0	0	3	0	1	3	0	1	10
CUSCO	0	2	35	13	3	8	24	17	59	29	10	46	17	3	286
HUANCAVELICA	0	0	1	9	3	8	4	1	6	10	6	3	10	4	65
HUANUCO	3	2	1	11	9	8	5	0	7	11	7	39	25	48	176
ICA	4	4	0	13	14	1	2	0	0	1	1	0	4	8	50
JUNIN	1	5	4	3	8	14	8	9	7	20	4	11	8	7	107
LA LIBERTAD	0	1	0	45	36	10	2	1	1	1	1	7	2	0	107
LAMBAYEQUE	0	0	1	55	4	5	5	2	0	0	0	0	0	1	73
LIMA	2	2	1	23	21	9	15	5	13	11	7	10	11	4	134
LORETO	5	4	24	25	42	72	19	4	22	26	5	28	19	41	336
MADRE DE DIOS	1	40	8	0	30	20	5	4	140	12	5	5	5	6	281
MOQUEGUA	2	1	5	1	5	1	1	1	0	2	1	2	1	1	24
PASCO	1	1	4	3	1	2	0	2	4	1	1	7	9	2	38
PIURA	0	0	5	51	9	3	5	14	3	5	6	14	8	22	145
PUNO	0	2	17	7	8	22	32	5	64	44	6	32	20	2	261
SAN MARTIN	1	9	15	24	10	12	24	7	42	20	23	9	53	22	
TACNA	0	1	11	4	2	0	21	1	1	2	0	2	0	1	46
TUMBES	1	0	10	9	4	4	3	8	0	0	0	0	0	1	40
UCAYALI	0	4	10	4	19	3	16	13	31	11	6	50	25	31	223

Cuadro N° A.16. Registro de inundaciones registradas en los distritos de los departamentos pertenecientes a la región selva baja. Fuente, INDECI.

DEP.	PROVINCIA	DISTRITO	CENT. POBLA	LONG.	LAT.	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TOTAL			
LORETO	ALTO AMAZONAS	BALSAPUERTO	BALSAPUERTO	-78.58	-5.84	2														1	3		
		BARRANCA	BARRANCA	-78.68	-4.83					1	1	1									1	5	
		CAHUAPANAS	SANTA MARIA C.	-78.98	-5.27								1	2							1	5	
		JEBEROS	JEBEROS	-78.28	-5.29					1											1	2	
		LAGUNAS	LAGUNAS	-75.68	-5.23					1	1											2	5
		MANBERICHE	BORJA	-77.54	-4.47					1	1			2							1	5	
		MORONA	PUERTO AMERICA	-77.05	-4.73					1	1	1											3
		PASTAZA	ANDOAS	-78.40	-2.91								1									1	2
		SANTA CRUZ	SANTA CRUZ	-75.88	-5.51					1													1
		TENIENTE CESAR L. H.	SHUCSHUYACU	-75.87	-6.03					1		1										1	5
		YURIMAGUAS	YURIMAGUAS	-78.11	-5.89					1		1										1	12
		NAUTA	NAUTA	-73.58	-4.51					1	1	1										1	4
		PARINARI	PARINARI	-74.48	-4.56					1		2										1	5
		TIGRE	INTUTU	-74.76	-3.49																		0
		TROMPETEROS	VILLA TROMPETEROS	-74.87	-3.78					1		1											3
	URARINAS	CONCORDIA	-74.77	-4.56							1	1	1	1	1						2	8	
	PEBAS	PEBAS	-71.88	-3.32																		4	
	RAMON CASTILLA	RAMON CASTILLA	-70.51	-3.91							1	1										3	
	SAN PABLO	SAN PABLO DE LORETO	-71.10	-4.02																		2	
	YAVARI	ISLANDIA	-68.98	-4.38							1											2	
	ALTO NANAY	SANTA MARIA DE NANAY	-73.70	-3.89							1	1	1								1	4	
	FERNANDO LORES	TAMSHIYACU	-73.15	-4.01							1	1	1								1	5	
	INDIANA	INDIANA	-73.04	-3.50									1									2	
	IQUITOS	IQUITOS	-73.28	-3.75							1											12	
	LAS AMAZONAS	FRANCISCO DE ORELLANA	-72.77	-3.42							1											2	
	MAZAN	MAZAN	-73.11	-3.50									1									4	
	NAPO	SANTA CLOTILDE	-73.68	-2.49							1	1										5	
	PUNCHANA	PUNCHANA	-73.24	-3.73							2	1	1									6	
	PUTUMAYO	EL ESTRECHO	-72.68	-2.45																		3	
	TORRES CALISANA	PANTOJA	-75.18	-0.97							1											2	
	YAQUERANA	ANGAMOS	-72.88	-5.15																		0	
	ALTO TAPICHE	SANTA ELENA	-74.08	-6.04							1	1										2	
	CAPELO	FLOR DE PUNGA	-74.18	-5.40																		3	
	EMILIO SAN MARTIN	TAMANCO	-74.28	-5.79							2											4	
	JENARO HERRERA	JENARO HERRERA	-73.67	-4.90																		0	
	MAQUIA	SANTA ISABEL	-74.55	-5.79									1	1								3	
	PUNAHUA	BRETANA	-74.35	-5.27							1	1	1	1								6	
	REQUENA	REQUENA	-73.85	-5.08							1	1										7	
	SAQUINA	BAGAZAN	-73.88	-4.75																		3	
	SOPLIN	CURINA	-73.68	-6.01																		1	
	TAPICHE	IBERIA	-74.19	-5.88																		0	
	CONTAMANA	CONTAMANA	-75.01	-7.35																		2	
	INAHUAYA	INAHUAYA	-75.28	-7.12							1											3	
	PADRE MARQUEZ	TIRUNTAN	-74.91	-7.93																		2	
	PAMPA HERMOSA	PAMPA HERMOSA	-75.29	-7.19									1	1								3	
SARAYACU	DOS DE MAYO	-75.12	-6.40																		3		
VARGAS GUERRA	ORELLANA	-75.18	-6.91																		3		
DEPARTAMENTOS	MANU	FITZCARRALD	FITZCARRALD	-72.39	-11.75																1		
		MADRE DE DIOS	BOCA DE COLORADO	-70.39	-12.82																	9	
		MANU	MANU	-70.93	-12.27																	7	
	TAHUAMANU	IBERIA	IBERIA	-80.54	-11.30																	0	
		INAPARI	INAPARI	-80.58	-10.94																	1	
		TAHUAMANU	SAN LORENZO	-80.32	-11.46																	1	
	TAMBOPATA	INAMBARI	INAMBARI-MAZUCO	-70.37	-13.10																	3	
		LABERINTO	LABERINTO	-80.59	-12.72																	5	
		LAS PIEDRAS	PLANCON-LAS PIEDRAS	-80.15	-12.28																	0	
	TAMBOPATA	PUERTO MALDONADO	-80.18	-12.80																	15		
	RAYMONDI	ATALAYA	-73.78	-10.73																	8		
	UCAYALI	ATALAYA	SEPAHUA	SEPAHUA	-73.04	-11.15																2	
			TAHUANIA	BOLOGNESI	-73.98	-10.10																2	
			YURUA	BREU	-72.78	-9.54																	1
		CORONEL PORTILLO	CALLARIA	PUCALLPA	-74.53	-8.38																	42
CAMPOVERDE			CAMPO VERDE	-74.80	-8.46																	2	
IPARIA			IPARIA	-74.44	-9.31																	5	
MABISEA			MABISEA	-74.31	-8.80																	8	
NUEVA REQUENA			NUEVA REQUENA	-74.67	-8.31																	5	
YARINACOCCHA			PUERTO CALLAO	-74.57	-8.35																	12	
PADRE ABAD		CURIMANA	CURIMANA	-75.15	-8.46																	4	
		IRAZOLA	SAN ALEJANDRO	-75.21	-8.83																	4	
		PADRE ABAD	AGUAYTIA	-75.51	-9.04																	10	
PURUS		PURUS	ESPERANZA	-70.71	-9.77																15		

ANEXO B
HIDROLOGÍA

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS	ii
LISTA DE FIGURAS	vi
ANEXO B HIDROLOGÍA	1
B.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS	1
B.1.1 Estación Iñapari	1
B.1.2 Estación Iberia	6
B.1.3 Estación Puerto Maldonado	11
B.1.4 Estación Quince Mil	16
B.2 PRECIPITACIÓN DE DISEÑO	21
B.3 PARAMETROS HIDROLÓGICOS DE INGRESO	22
B.4 Tormenta de Diseño IILA – UNI – SENAMHI	23
B.4.1 Subzona 123 ₃	23
B.4.2 Subzona 123 ₅	25
B.4.3 Subzona 123 ₁₂	27
B.5 RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDROLÓGICO	30

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° B.1 Registro de Precipitaciones Máximas Mensuales Anuales – Estación Iñapari. Fuente, Elaboración Propia.	1
Cuadro N° B.2. Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales – Estaciones Iñapari. Fuente, Elaboración Propia.	2
Cuadro N° B.3. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.	2
Cuadro N° B.4. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.	3
Cuadro N° B.5. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Pearson III. Fuente, Elaboración Propia.	3
Cuadro N° B.6. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.	3
Cuadro N° B.7. Variables de la Prueba de Ajuste Kolmogorov – Smirnov. Fuente, Elaboración Propia.	4
Cuadro N° B.8. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.	4
Cuadro N° B.9. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.	4
Cuadro N° B.10. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Log Pearson III. Fuente, Elaboración Propia.	5
Cuadro N° B.11. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.	5
Cuadro N° B.12. Cuadro Comparativo para las distribuciones Normal, Log Normal, Log Pearson III y Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.	5
Cuadro N° B.13 Registro de Precipitaciones Máximas Mensuales Anuales – Estación Iberia. Fuente, Elaboración Propia.	6
Cuadro N° B.14. Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales – Estaciones Iberia. Fuente, Elaboración Propia.	7
Cuadro N° B.15. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.	7
Cuadro N° B.16. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.	8

Cuadro N° B.17. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Pearson III. Fuente, Elaboración Propia.	8
Cuadro N° B.18. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.....	8
Cuadro N° B.19. Variables de la Prueba de Ajuste Kolmogorov – Smirnov. Fuente, Elaboración Propia.	9
Cuadro N° B.20. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.	9
Cuadro N° B.21. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.	9
Cuadro N° B.22. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Log Pearson III. Fuente, Elaboración Propia.	10
Cuadro N° B.23. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.	10
Cuadro N° B.24. Cuadro Comparativo para las distribuciones Normal, Log Normal, Log Pearson III y Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.	10
Cuadro N° B.25. Registro de Precipitaciones Máximas Mensuales Anuales – Estación Puerto Maldonado. Fuente, Elaboración Propia.	11
Cuadro N° B.26. Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales – Estaciones Puerto Maldonado. Fuente, Elaboración Propia.	12
Cuadro N° B.27. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.....	13
Cuadro N° B.28. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.....	13
Cuadro N° B.29. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Pearson III. Fuente, Elaboración Propia.	13
Cuadro N° B.30. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.....	14
Cuadro N° B.31. Variables de la Prueba de Ajuste Kolmogorov – Smirnov. Fuente, Elaboración Propia.	14
Cuadro N° B.32. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.	14
Cuadro N° B.33. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.....	15

Cuadro N° B.34. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Log Pearson III. Fuente, Elaboración Propia.	15
Cuadro N° B.35. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.	15
Cuadro N° B.36. Cuadro Comparativo para las distribuciones Normal, Log Normal, Log Pearson III y Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.	15
Cuadro N° B.37 Registro de Precipitaciones Máximas Mensuales Anuales – Estación Quince Mil. Fuente, Elaboración Propia.	16
Cuadro N° B.38. Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales – Estaciones Quince Mil. Fuente, Elaboración Propia.	17
Cuadro N° B.39. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.....	17
Cuadro N° B.40. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.....	18
Cuadro N° B.41. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Pearson III. Fuente, Elaboración Propia.	18
Cuadro N° B.42. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.....	18
Cuadro N° B.43. Variables de la Prueba de Ajuste Kolmogorov – Smirnov. Fuente, Elaboración Propia.	19
Cuadro N° B.44. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.	19
Cuadro N° B.45. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.....	19
Cuadro N° B.46. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Log Pearson III. Fuente, Elaboración Propia.	20
Cuadro N° B.47. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.	20
Cuadro N° B.48. Cuadro Comparativo para las distribuciones Normal, Log Normal, Log Pearson III y Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.....	20
Cuadro N° B.49. Precipitación máxima en 24 horas en las estaciones Quincemil, Puerto Maldonado, Iberia e Iñapari. Fuente, Elaboración Propia.	21
Cuadro N° B.50. Precipitación de Diseño. Fuente, Elaboración Propia.....	21
Cuadro N° B.51. Características Principales de las subcuencas del río Madre de Dios. Fuente, Elaboración Propia.	22

Cuadro N° B.52. Tramos del modelamiento para el transito hidrológico. Fuente, Elaboración Propia	22
Cuadro N° B.53. Generación de valores del Hietograma Unitario – Zona 123 ₃ . Fuente, Elaboración propia.....	25
Cuadro N° B.54. Generación de valores del Hietograma Unitario – Zona 123 ₅ . Fuente, Elaboración propia.....	27
Cuadro N° B.55. Generación de valores del Hietograma Unitario – Zona 123 ₁₂ . Fuente, Elaboración propia.	29
Cuadro N° B.56. Porcentajes de subzonas por subcuencas del rio Madre de Dios. Fuente, Elaboración propia.....	30
Cuadro N° B.57. Resultados de simulación en la cuenca del río Madre de Dios usando el programa HEC-HMS versión 3.5. Fuente, Elaboración Propia.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura N° B.1. Curvas IDF según el método del IILA-SENAMHI-UNI. Fuente Reglamento Nacional de Edificaciones, OS 060.....	23
Figura N° B.2. Hietograma Unitario – Zona 123 ₃ . Fuente, Elaboración propia.....	24
Figura N° B.3. Hietograma Unitario – Zona 123 ₅ . Fuente, Elaboración propia.....	26
Figura N° B.4. Hietograma Unitario – Zona 123 ₁₂ . Fuente, Elaboración propia.....	28
Figura N° B.5. Esquema del Modelo Hidrológico planteado en software HEC HMS v3.5. Fuente, HEC HMS.....	31

ANEXO B HIDROLOGÍA

B.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS

B.1.1 Estación Iñapari.

Las características generales como nombre oficial, ubicación geográfica (latitud y longitud), ubicación política (departamento, provincia, distrito) y altitud (msnm), de la estación se muestran a continuación:

Estación	IÑAPARI/000590/DRE-12	Dpto	Madre de Dios
Latitud	10° 57'	Prov	Tahuamanu
Longitud	69° 36'	Dist	Iñapari
Altitud	273 msnm		

Los registros de precipitación medidos en la estación de interés se presentan en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Cuadro N° B.1 Registro de Precipitaciones Máximas Mensuales Anuales – Estación Iñapari. Fuente, Elaboración Propia.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Pmax (mm)
1965	49.0	30.0	33.0	42.5	19.0	25.0	19.0	14.5	67.5	34.0	30.0	73.0	73.00
1966	54.5	33.8	33.5	59.9	35.0	12.0	48.8	0.7	65.0	109.7	49.8	33.0	109.70
1967	18.6	78.2	63.4	31.4	26.6	11.8	1.2	36.4	12.6	60.2	56.2	38.8	78.20
1968	26.2	29.2	22.8	26.7	35.4	6.7	52.8	12.8	28.4	34.4	31.9	25.3	52.80
1969	24.0	46.0	32.3	40.7	25.5	17.4	30.0	30.0	70.4	74.9	50.6	69.0	74.90
1970	30.6	15.2	32.6	23.2	30.8	46.4	13.2	15.8	36.4	34.1	25.4	41.0	46.40
1972	37.2	47.2	27.1	38.8	25.5	17.4	8.0	30.0	32.0	97.0	50.0	50.0	97.00
1973	62.0	37.0	18.0	24.0	16.0	12.0	8.0	12.0	8.0	30.0	71.0	38.0	71.00
1974	50.0	89.0	52.0	58.0	29.0	32.0	5.0	13.0	32.0	32.0	50.0	45.0	89.00
1975	45.0	115.0	54.0	46.0	25.0	55.0	18.4	23.0	53.0	11.0	100.0	32.0	115.0
1996	20.0	52.0	54.0	46.0	42.0	4.0	S/D	25.0	23.0	43.0	S/D	S/D	54.0
1997	S/D	S/D	S/D	41.0	14.0	7.0	0.0	22.0	25.0	27.0	41.0	25.0	41.0
1999	42.6	45.6	S/D	55.4	19.2	19.4	8.4	0.0	19.2	9.3	44.3	46.2	55.4
2000	52.3	26.3	23.4	15.4	24.4	11.4	17.3	23.4	30.3	47.3	35.4	20.5	52.3
2001	47.2	S/D	51.2	25.2	49.2	11.3	6.2	0.0	39.2	S/D	39.2	46.5	51.2
2002	32.7	43.2	37.0	42.0	35.0	5.0	S/D	0.0	31.0	44.0	S/D	S/D	44.0
2004	55.0	20.0	12.0	35.0	11.0	3.6	11.0	16.0	S/D	45.0	45.0	43.0	55.0
2005	42.0	32.3	40.0	15.0	27.0	20.0	6.0	0.0	28.0	44.0	45.0	35.0	45.0

Cuadro N° B.2. Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales – Estaciones Iñapari. Fuente, Elaboración Propia.

AÑO	Pmax (mm)	Log P
1965	73.0	1.86332286
1966	109.7	2.04020663
1967	78.2	1.89320675
1968	52.8	1.72263392
1969	74.9	1.87448182
1970	46.4	1.66651798
1972	97.0	1.98677173
1973	71.0	1.85125835
1974	89.0	1.94939001
1975	115.0	2.06069784
1996	54.0	1.73239376
1997	41.0	1.61278386
1999	55.4	1.74350976
2000	52.3	1.71850169
2001	51.2	1.70926996
2002	44.0	1.64345268
2004	55.0	1.74036269
2005	45.0	1.65321251
Promedio (mm)	66.94	1.803443
Desv Estand (mm)	22.98	0.140298
C.V.	0.34	0.077795
Coef. Asimetría	0.90	0.507763
k = CS/6		0.08462723
N	18	18

Cuadro N° B.3. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	P	w	z	P (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	66.94
5	0.2000	1.79412	0.841	86.28
10	0.1000	2.14597	1.282	96.40
20	0.0500	2.44775	1.645	104.75
25	0.0400	2.53727	1.751	107.18
50	0.0200	2.79715	2.054	114.15
100	0.0100	3.03485	2.327	120.41
200	0.0050	3.25525	2.576	126.15
500	0.0020	3.52551	2.879	133.09

Cuadro N° B.4. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	P	w	z	log P	P (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	1.80344303	63.60
5	0.2000	1.79412	0.841	1.921497962	83.46
10	0.1000	2.14597	1.282	1.983267365	96.22
20	0.0500	2.44775	1.645	2.034263355	108.21
25	0.0400	2.53727	1.751	2.049116043	111.97
50	0.0200	2.79715	2.054	2.091642139	123.49
100	0.0100	3.03485	2.327	2.129886989	134.86
200	0.0050	3.25525	2.576	2.164884496	146.18
500	0.0020	3.52551	2.879	2.207292456	161.17

Cuadro N° B.5. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Pearson III. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	P	w	z	KT	Log P	P (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	-0.084	1.7916552	61.89
5	0.2000	1.79412	0.841	0.806	1.9165713	82.52
10	0.1000	2.14597	1.282	1.322	1.9889840	97.50
20	0.0500	2.44775	1.645	1.776	2.0525796	112.87
25	0.0400	2.53727	1.751	1.913	2.0717655	117.97
50	0.0200	2.79715	2.054	2.316	2.1283860	134.40
100	0.0100	3.03485	2.327	2.695	2.1814787	151.87
200	0.0050	3.25525	2.576	3.054	2.2319019	170.57
500	0.0020	3.52551	2.879	3.507	2.2954022	197.43

Cuadro N° B.6. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	K'	P* (mm)	K (Chow 1953)	K (usado)	P** (mm)
$B(1-\ln(\ln(T/T-1)))/a$					
2	-0.1461	63.58	-0.1643	-0.1643	63.16
5	0.9376	88.49	0.7195	0.7195	83.47
10	1.6551	104.98	1.3046	1.3046	96.92
20	2.3433	120.79	1.8658	1.8658	109.82
25	2.5616	125.81	2.0438		113.91
50	3.2341	141.27	2.5923	2.5923	126.52
100	3.9017	156.61	3.1367	3.1367	139.03
200	4.5668	171.90	3.6791		151.49
500	5.4443	192.06	4.3947		167.94

Cuadro N° B.7. Variables de la Prueba de Ajuste Kolmogorov – Smirnov. Fuente, Elaboración Propia.

Media	66.94
D.S.	22.983
Coef. Asim	0.901
N	18.00
Var Coef Asi	0.333
D.S. Coef As	0.577

Media	1.803
D.S.	0.140
Coef. Asim	0.508
N	18.00
Var Coef Asi	0.333
D.S. Coef As	0.577
k	0.085

Cuadro N° B.8. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.

NORMAL							
Intervalo	Probabilidad	z	LS(mm)	N° datos	frec. Rango	Frec.Acum	Δ
1.0	0.143	-1.06757	42.4034	1	0.0556	0.0556	0.0873
2.0	0.286	-0.56595	53.9319	6	0.3333	0.3889	0.1032
3.0	0.429	-0.18001	62.8017	3	0.1667	0.5556	0.1270
4.0	0.571	0.18001	71.0760	1	0.0556	0.6111	0.0397
5.0	0.714	0.56595	79.9458	3	0.1667	0.7778	0.0635
6.0	0.857	1.06757	91.4744	1	0.0556	0.8333	0.0238
7.0	1.000			3	0.1667	1.0000	0.0000
18.0000						Max D	0.1270

Cuadro N° B.9. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.

		Log LS		LN				
Intervalo	Probabilidad	z	LS (mm)	LS (mm)	N° datos	frec. Rango	frec. Acum	Δ
1.0	0.143	-1.06757	1.6537	45.0469	3	0.1667	0.1667	0.0238
2.0	0.286	-0.56595	1.7240	52.9714	4	0.2222	0.3889	0.1032
3.0	0.429	-0.18001	1.7782	60.0050	3	0.1667	0.5556	0.1270
4.0	0.571	0.18001	1.8287	67.4060	0	0.0000	0.5556	0.0159
5.0	0.714	0.56595	1.8828	76.3563	3	0.1667	0.7222	0.0079
6.0	0.857	1.06757	1.9532	89.7886	2	0.1111	0.8333	0.0238
7.0	1.000				3	0.1667	1.0000	0.0000
18.0000						Max D	0.1270	

Cuadro N° B.10. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Log Pearson III.
Fuente, Elaboración Propia.

Intervalo	Probabilidad	z	Kt	Log LS		N° datos	frec. Rango	Frec.Acum	Δ
				LS (mm)	LP III				
1.0	0.143	-1.06757	-1.043	1.6570	45.40	3	0.1667	0.1667	0.0238
2.0	0.286	-0.56595	-0.615	1.7171	52.13	2	0.1111	0.2778	0.0079
3.0	0.429	-0.18001	-0.259	1.7671	58.50	5	0.2778	0.5556	0.1270
4.0	0.571	0.18001	0.096	1.8169	65.60	0	0.0000	0.5556	0.0159
5.0	0.714	0.56595	0.501	1.8738	74.78	2	0.1111	0.6667	0.0476
6.0	0.857	1.06757	1.067	1.9531	89.77	3	0.1667	0.8333	0.0238
7.0	1.000					3	0.1667	1.0000	0.0000
18.0000								Max D	0.1270

Cuadro N° B.11. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Gumbel.
Fuente, Elaboración Propia.

Intervalo	Probabilidad	T	ym	K	Gumbel		N° datos	frec. Rango	Frec.Acum	Δ
					CL (mm)					
1.0	0.143	1.167	-0.6657	-1.0241	43.40	1	0.0556	0.0556	0.0873	
2.0	0.286	1.400	-0.2254	-0.6553	51.88	4	0.2222	0.2778	0.0079	
3.0	0.429	1.750	0.1657	-0.3277	59.41	5	0.2778	0.5556	0.1270	
4.0	0.571	2.333	0.5805	0.0198	67.39	0	0.0000	0.5556	0.0159	
5.0	0.714	3.500	1.0892	0.4459	77.19	3	0.1667	0.7222	0.0079	
6.0	0.857	7.000	1.8698	1.0998	92.21	2	0.1111	0.8333	0.0238	
7.0	1.000					3	0.1667	1.0000	0.0000	
18.0000								Max D	0.1270	

Cuadro N° B.12. Cuadro Comparativo para las distribuciones Normal, Log Normal, Log Pearson III y Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.

Prueba Kolgomorov-Smirnov para la Distribución:

Normal	0.1270	La distribución de datos pueden ser Normal
Log Normal	0.1270	La distribución de datos pueden ser Log Normal
Log Pearson III	0.1270	
Gumbel	0.1270	

Min D = 0.1270 → Normal Log Normal Log Pearson III Gumbel
 0.1270 → Normal Log Normal Log Pearson III Gumbel

T (años)	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel (K*)	Gumbel (Chow 1953)	Diseño
2	66.9	63.6	61.9	63.6	63.2	61.9
5	86.3	83.5	82.5	88.5	83.5	82.5
10	96.4	96.2	97.5	105.0	96.9	97.5
20	104.8	108.2	112.9	120.8	109.8	112.9
25	107.2	112.0	118.0	125.8	113.9	118.0
50	114.1	123.5	134.4	141.3	126.5	134.4
100	120.4	134.9	151.9	156.6	139.0	151.9
200	126.1	146.2	170.6	171.9	151.5	170.6
500	133.1	161.2	197.4	192.1	167.9	197.4
Maximo Registrado:		115.00 mm				

B.1.2 Estación Iberia.

Las características generales como nombre oficial, ubicación geográfica (latitud y longitud), ubicación política (departamento, provincia, distrito) y altitud (msnm), de la estación se muestran a continuación:

Estación	IBERIA/000591/DRE-12	Dpto	Madre d
Latitud	11°21'	Prov	Tahuam
Longitud	69°35'	Dist	Iberia
Altitud	345 msnm		

Los registros de precipitación medidos en la estación de interés se presentan en el Cuadro N° B.13.

Cuadro N° B.13 Registro de Precipitaciones Máximas Mensuales Anuales – Estación Iberia. Fuente, Elaboración Propia.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Pmax (mm)
1960	245.0	185.5	215.0	239.0	73.0	41.0	0.0	150.5	62.0	234.5	246.0	196.0	246.00
1961	111.0	96.0	292.0	177.0	105.5	93.3	1.0	3.0	31.0	160.5	261.6	345.1	345.10
1962	329.0	164.4	298.7	217.0	27.2	31.8	12.0	17.6	43.6	29.8	87.0	341.0	341.00
1963	232.5	280.0	215.1	114.0	31.0	69.0	0.0	99.0	63.0	128.0	138.0	126.0	280.00
1965	253.5	72.0	229.0	286.0	6.7	28.0	8.5	7.5	108.5	215.5	133.5	229.0	286.00
1966	102.0	139.5	66.5	217.0	103.5	13.5	27.5	7.5	119.0	131.0	144.0	112.0	217.00
1967	55.5	131.0	302.0	85.0	50.3	7.0	48.5	25.0	59.0	85.5	63.0	140.0	302.00
1968	131.0	314.0	104.0	38.0	15.0	35.0	17.0	31.0	30.0	83.0	130.0	84.0	314.00
1969	112.0	186.0	190.0	147.0	71.0	26.0	6.0	10.0	64.0	56.0	89.0	133.0	190.00
1970	61.0	179.0	279.0	259.0	119.0	62.0	10.0	42.0	38.0	136.0	175.0	142.0	279.00
1971	209.0	226.0	179.0	269.0	74.0	58.0	21.0	90.0	83.0	200.0	260.0	75.0	269.00
1972	247.0	421.0	303.0	161.0	138.0	66.0	41.0	171.0	164.0	193.0	113.0	234.0	421.00
1973	180.0	251.0	227.0	148.0	62.0	245.0	25.0	139.0	81.0	142.0	294.0	246.0	294.00
1974	207.0	S/D	142.0	114.0	29.0	11.0	33.0	36.0	62.0	56.0	267.0	217.0	267.00
1994	186.4	198.4	181.5	254.1	165.3	13.6	0.3	32.1	154.2	S/D	S/D	S/D	254.10

Cuadro N° B.14. Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales – Estaciones Iberia. Fuente, Elaboración Propia.

AÑO	Pmax (mm)	Log P
1960	246.0	2.39093511
1961	345.1	2.53794496
1962	341.0	2.53275438
1963	280.0	2.44715803
1965	286.0	2.45636603
1966	217.0	2.33645973
1967	302.0	2.48000694
1968	314.0	2.49692965
1969	190.0	2.2787536
1970	279.0	2.4456042
1971	269.0	2.42975228
1972	421.0	2.6242821
1973	294.0	2.46834733
1974	267.0	2.42651126
1994	254.1	2.40500467
Promedio (mm)	287.01	2.450454
Desv Estand (mm)	55.52	0.083304
C.V.	0.19	0.033995
Coef. Asimetría	0.68	-0.036923
$k = CS/6$		-0.00615386
N	15	15

Cuadro N° B.15. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	P	w	z	P (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	287.01
5	0.2000	1.79412	0.841	333.73
10	0.1000	2.14597	1.282	358.18
20	0.0500	2.44775	1.645	378.36
25	0.0400	2.53727	1.751	384.24
50	0.0200	2.79715	2.054	401.07
100	0.0100	3.03485	2.327	416.21
200	0.0050	3.25525	2.576	430.06
500	0.0020	3.52551	2.879	446.84

Cuadro N° B.16. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	P	w	z	log P	P (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	2.45045401	282.13
5	0.2000	1.79412	0.841	2.520550362	331.55
10	0.1000	2.14597	1.282	2.557226592	360.77
20	0.0500	2.44775	1.645	2.587505995	386.82
25	0.0400	2.53727	1.751	2.596324934	394.75
50	0.0200	2.79715	2.054	2.621575249	418.38
100	0.0100	3.03485	2.327	2.644283529	440.84
200	0.0050	3.25525	2.576	2.665063666	462.45
500	0.0020	3.52551	2.879	2.690243836	490.05

Cuadro N° B.17. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Pearson III. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	P	w	z	KT	Log P	P (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	0.006	2.4509666	282.47
5	0.2000	1.79412	0.841	0.843	2.5206953	331.66
10	0.1000	2.14597	1.282	1.278	2.5568912	360.49
20	0.0500	2.44775	1.645	1.635	2.5866254	386.03
25	0.0400	2.53727	1.751	1.738	2.5952603	393.79
50	0.0200	2.79715	2.054	2.034	2.6199209	416.79
100	0.0100	3.03485	2.327	2.300	2.6420194	438.55
200	0.0050	3.25525	2.576	2.542	2.6621758	459.38
500	0.0020	3.52551	2.879	2.834	2.6865159	485.87

Cuadro N° B.18. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	K*	P* (mm)	K (Chow 1953)	K (usado)	P** (mm)
$B(1-\ln(\ln(T/T-1)))/a$					
2	-0.1506	278.65	-0.1643	-0.1643	277.89
5	0.8879	336.31	0.7195	0.7195	326.96
10	1.5755	374.49	1.3046	1.3046	359.45
20	2.2350	411.11	1.8658	1.8658	390.61
25	2.4442	422.73	2.0438		400.50
50	3.0887	458.51	2.5923	2.5923	430.95
100	3.7285	494.03	3.1367	3.1367	461.17
200	4.3659	529.42	3.6791		491.29
500	5.2068	576.12	4.3947		531.02

Cuadro N° B.19. Variables de la Prueba de Ajuste Kolmogorov – Smirnov.
Fuente, Elaboración Propia.

Media	287.01
D.S.	55.524
Coef. Asim	0.677
N	15.00
Var Coef Asi	0.400
D.S. Coef As	0.632

Media	2.450
D.S.	0.083
Coef. Asim	-0.037
N	15.00
Var Coef Asi	0.400
D.S. Coef As	0.632
k	-0.006

Cuadro N° B.20. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.

NORMAL								
Intervalo	Probabilidad	z	LS(mm)	N° datos	frec. Rango	Frec.Acum	Δ	
1.0	0.143	-1.06757	227.7374	2	0.1333	0.1333	0.0095	
2.0	0.286	-0.56595	255.5895	2	0.1333	0.2667	0.0190	
3.0	0.429	-0.18001	277.0183	2	0.1333	0.4000	0.0286	
4.0	0.571	0.18001	297.0084	4	0.2667	0.6667	0.0952	
5.0	0.714	0.56595	318.4372	2	0.1333	0.8000	0.0857	
6.0	0.857	1.06757	346.2893	2	0.1333	0.9333	0.0762	
7.0	1.000			1	0.0667	1.0000	0.0000	
				15.0000	Max D		0.0952	

Cuadro N° B.21. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.

Log LS LN								
Intervalo	Probabilidad	z	Log LS	LN LS (mm)	N° datos	frec. Rango	frec. Acum	Δ
1.0	0.143	-1.06757	2.3615	229.8908	2	0.1333	0.1333	0.0095
2.0	0.286	-0.56595	2.4033	253.1095	1	0.0667	0.2000	0.0857
3.0	0.429	-0.18001	2.4355	272.5576	3	0.2000	0.4000	0.0286
4.0	0.571	0.18001	2.4654	292.0449	3	0.2000	0.6000	0.0286
5.0	0.714	0.56595	2.4976	314.4847	3	0.2000	0.8000	0.0857
6.0	0.857	1.06757	2.5394	346.2473	2	0.1333	0.9333	0.0762
7.0	1.000				1	0.0667	1.0000	0.0000
				15.0000	Max D		0.0857	

Cuadro N° B.22. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Log Pearson III.
Fuente, Elaboración Propia.

Intervalo	Probabilidad	z	Kt	Log LS		N° datos	frec. Rango	Frec.Acum	Δ
				LS (mm)	LP III				
1.0	0.143	-1.06757	-1.068	2.3615	229.86	2	0.1333	0.1333	0.0095
2.0	0.286	-0.56595	-0.562	2.4037	253.31	1	0.0667	0.2000	0.0857
3.0	0.429	-0.18001	-0.174	2.4360	272.87	3	0.2000	0.4000	0.0286
4.0	0.571	0.18001	0.186	2.4659	292.38	3	0.2000	0.6000	0.0286
5.0	0.714	0.56595	0.570	2.4979	314.73	3	0.2000	0.8000	0.0857
6.0	0.857	1.06757	1.067	2.5393	346.19	2	0.1333	0.9333	0.0762
7.0	1.000					1	0.0667	1.0000	0.0000
15.0000								Max D	0.0857

Cuadro N° B.23. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Gumbel.
Fuente, Elaboración Propia.

Intervalo	Probabilidad	T	ym	K	Gumbel		N° datos	frec. Rango	Frec.Acum	Δ
					CL (mm)					
1.0	0.143	1.167	-0.6657	-1.0241	230.15	230.15	2	0.1333	0.1333	0.0095
2.0	0.286	1.400	-0.2254	-0.6553	250.63	250.63	1	0.0667	0.2000	0.0857
3.0	0.429	1.750	0.1657	-0.3277	268.82	268.82	2	0.1333	0.3333	0.0952
4.0	0.571	2.333	0.5805	0.0198	288.11	288.11	4	0.2667	0.6000	0.0286
5.0	0.714	3.500	1.0892	0.4459	311.77	311.77	2	0.1333	0.7333	0.0190
6.0	0.857	7.000	1.8698	1.0998	348.08	348.08	3	0.2000	0.9333	0.0762
7.0	1.000						1	0.0667	1.0000	0.0000
15.0000								Max D	0.0952	

Cuadro N° B.24. Cuadro Comparativo para las distribuciones Normal, Log Normal, Log Pearson III y Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.

Prueba Kolgomorov-Smirnov para la Distribución:

Normal	0.0952	La distribución de datos pueden ser Normal
Log Normal	0.0857	La distribución de datos pueden ser Log Normal
Log Pearson III	0.0857	
Gumbel	0.0952	

Min D = **0.0857** → Log Normal Log Pearson III
0.0952 → Gumbel

T (años)	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel (K*)	Gumbel (Chow 1953)	Diseño
2	287.0	282.1	282.5	278.7	277.9	282.5
5	333.7	331.6	331.7	336.3	327.0	331.66
10	358.2	360.8	360.5	374.5	359.4	360.49
20	378.4	386.8	386.0	411.1	390.6	386.03
25	384.2	394.8	393.8	422.7	400.5	393.79
50	401.1	418.4	416.8	458.5	430.9	416.79
100	416.2	440.8	438.6	494.0	461.2	438.55
200	430.1	462.4	459.4	529.4	491.3	459.38
500	446.8	490.1	485.9	576.1	531.0	485.87
Maximo Registrado:		421.00 mm				

B.1.3 Estación Puerto Maldonado.

Las características generales como nombre oficial, ubicación geográfica (latitud y longitud), ubicación política (departamento, provincia, distrito) y altitud (msnm), de la estación se muestran a continuación:

Estación	Puerto Maldonado/140604/DRE-12	Dpto	Madre de Dios
Latitud	12°35'	Prov	Tambopata
Longitud	69°12'	Dist	Tambopata
Altitud	256		

Los registros de precipitación medidos en la estación de interés se presentan en el Cuadro N° B.25.

Cuadro N° B.25. Registro de Precipitaciones Máximas Mensuales Anuales – Estación Puerto Maldonado. Fuente, Elaboración Propia.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Pmax (mm)
1961	214.3	226.2	272.2	67.4	122.1	85.6	53.1	3.8	130.7	196.7	149.8	363.0	363.00
1962	284.3	343.3	235.7	71.2	49.0	10.0	34.0	131.0	44.0	88.0	121.0	491.0	491.00
1963	270.0	312.0	177.0	60.0	20.0	42.0	6.0	11.0	78.0	74.0	200.0	183.0	312.00
1964	320.0	253.0	252.0	77.0	112.0	16.0	71.0	17.0	84.0	196.0	166.0	259.0	320.00
1965	372.0	219.0	494.0	395.0	37.0	4.0	99.0	87.0	155.0	151.0	89.0	329.0	494.00
1966	283.0	184.0	212.0	198.0	420.0	59.0	38.0	70.0	57.0	82.0	117.0	228.5	420.00
1967	160.0	209.0	292.0	33.0	27.0	83.0	42.0	90.0	177.0	201.0	267.0	105.0	292.00
1968	252.0	488.0	389.0	63.0	67.0	187.0	99.0	41.0	123.0	164.0	220.0	438.0	488.00
1969	202.0	201.0	259.0	94.0	215.0	91.0	50.0	28.0	25.0	101.0	231.0	262.0	262.00
1970	234.0	310.0	152.0	215.0	120.0	47.0	61.0	8.0	24.0	148.0	S/D	371.0	371.00
1971	459.0	263.0	260.0	139.0	47.0	78.0	74.0	135.0	29.0	116.0	194.0	208.0	459.00
1972	230.0	322.0	202.0	117.0	90.0	97.0	209.0	283.0	107.0	265.0	283.0	411.0	411.00
1973	395.0	256.0	167.0	56.0	95.0	41.0	69.0	99.5	46.0	189.5	273.0	209.5	395.00
1974	237.0	164.1	263.8	282.5	2.0	140.0	24.0	178.0	81.0	223.5	198.0	181.0	282.50
1975	437.5	455.0	318.0	S/D	51.0	93.8	80.0	139.0	297.4	86.0	343.5	242.0	455.00
1976	327.0	98.6	299.8	103.5	98.0	31.0	5.0	44.0	170.0	271.0	177.0	296.0	327.00
1977	167.0	442.0	180.0	171.0	43.0	25.0	78.0	109.0	247.0	99.0	299.0	309.0	442.00
1978	283.0	458.0	204.0	195.0	141.0	S/D	115.3	0.0	96.0	136.3	282.8	457.3	458.00
1979	418.0	345.9	498.0	238.3	161.0	S/D	13.0	20.0	50.4	59.0	194.0	381.0	498.00
1980	396.0	486.4	321.0	163.2	111.2	30.0	7.4	52.6	47.0	284.0	242.0	177.8	486.40
1981	527.9	617.6	290.8	234.6	237.0	23.0	S/D	33.0	113.2	229.0	248.5	464.1	617.60
1982	596.0	602.0	559.0	357.0	144.0	113.0	273.0	69.0	216.0	223.5	338.0	237.5	602.00
1983	476.7	548.0	336.0	146.0	106.0	175.0	14.0	15.0	23.0	228.0	174.4	394.0	548.00
1984	535.5	622.0	398.0	395.6	27.1	110.4	18.8	16.0	9.2	442.0	317.0	149.0	622.00
1985	701.0	201.0	46.0	192.0	83.0	5.0	43.5	24.0	201.0	59.0	467.0	399.0	701.00
1986	338.6	603.8	528.8	185.4	194.6	13.0	22.0	132.0	53.7	237.8	238.8	242.5	603.80
1987	591.6	72.9	117.0	147.0	164.0	44.2	34.0	40.1	40.5	166.6	197.6	228.8	591.60
1988	366.2	456.0	192.6	99.5	134.0	15.0	7.0	3.0	S/D	75.0	249.0	251.8	456.00
1989	101.8	183.8	283.0	68.4	34.0	22.0	82.0	11.0	130.0	141.0	366.0	0.0	366.00
1990	185.0	346.8	125.3	177.6	71.3	61.5	117.0	50.0	135.9	435.0	146.0	206.5	435.00
1993	376.5	237.4	307.9	254.1	115.0	2.8	60.0	69.6	21.1	324.0	167.6	186.3	376.50
1994	128.5	176.5	168.8	212.8	196.0	69.0	68.2	S/D	140.8	328.0	311.8	438.1	438.10
1999	210.4	315.3	244.6	S/D	72.6	83.0	18.0	1.7	205.0	74.4	197.9	202.7	315.30
2000	283.0	337.2	399.8	75.1	66.8	115.3	9.7	10.6	104.7	40.2	408.3	238.7	408.30
2001	299.2	218.0	346.6	106.4	152.7	69.0	44.5	54.5	73.6	245.4	322.5	399.7	399.70
2002	117.0	409.0	178.6	215.9	166.3	163.8	164.5	97.9	24.8	155.9	340.8	510.7	510.70
2003	397.8	396.1	401.8	215.7	63.7	166.7	2.6	119.5	151.4	347.0	228.0	373.7	401.80
2005	262.4	343.5	187.1	110.8	48.9	59.1	25.3	14.2	25.8	156.7	231.2	339.3	343.50

Cuadro N° B.26. Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales – Estaciones Puerto Maldonado. Fuente, Elaboración Propia.

AÑO	Pmax (mm)	Log P
1961	363.0	2.55990663
1962	491.0	2.69108149
1963	312.0	2.49415459
1964	320.0	2.50514998
1965	494.0	2.69372695
1966	420.0	2.62324929
1967	292.0	2.46538285
1968	488.0	2.68841982
1969	262.0	2.41830129
1970	371.0	2.56937391
1971	459.0	2.66181269
1972	411.0	2.61384182
1973	395.0	2.5965971
1974	282.5	2.45101845
1975	455.0	2.6580114
1976	327.0	2.51454775
1977	442.0	2.64542227
1978	458.0	2.66086548
1979	498.0	2.69722934
1980	486.4	2.68699357
1981	617.6	2.79070729
1982	602.0	2.77959649
1983	548.0	2.73878056
1984	622.0	2.79379038
1985	701.0	2.84571802
1986	603.8	2.78089311
1987	591.6	2.77202817
1988	456.0	2.65896484
1989	366.0	2.56348109
1990	435.0	2.63848926
1993	376.5	2.57576498
1994	438.1	2.64157325
1999	315.3	2.49872397
2000	408.3	2.61097938
2001	399.7	2.60173415
2002	510.7	2.70816586
2003	401.8	2.60400993
2005	343.5	2.53592674
Promedio (mm)	441.15	2.632485
Desv Estand (mm)	105.82	0.104214
C.V.	0.24	0.039588
Coef. Asimetría	0.48	-0.040065
k = CS/6		-0.00667755
N	38	38

Cuadro N° B.27. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	P	w	z	P (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	441.15
5	0.2000	1.79412	0.841	530.20
10	0.1000	2.14597	1.282	576.79
20	0.0500	2.44775	1.645	615.26
25	0.0400	2.53727	1.751	626.46
50	0.0200	2.79715	2.054	658.54
100	0.0100	3.03485	2.327	687.38
200	0.0050	3.25525	2.576	713.78
500	0.0020	3.52551	2.879	745.77

Cuadro N° B.28. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	P	w	z	log P	P (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	2.632484572	429.03
5	0.2000	1.79412	0.841	2.720175955	525.02
10	0.1000	2.14597	1.282	2.766058361	583.52
20	0.0500	2.44775	1.645	2.80393826	636.70
25	0.0400	2.53727	1.751	2.81497086	653.09
50	0.0200	2.79715	2.054	2.846559308	702.36
100	0.0100	3.03485	2.327	2.874967641	749.84
200	0.0050	3.25525	2.576	2.900963843	796.09
500	0.0020	3.52551	2.879	2.93246454	855.98

Cuadro N° B.29. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Pearson III. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	P	w	z	KT	Log P	P (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	0.007	2.6331804	429.71
5	0.2000	1.79412	0.841	0.843	2.7203722	525.26
10	0.1000	2.14597	1.282	1.277	2.7656024	582.91
20	0.0500	2.44775	1.645	1.634	2.8027422	634.95
25	0.0400	2.53727	1.751	1.737	2.8135251	650.92
50	0.0200	2.79715	2.054	2.033	2.8443132	698.74
100	0.0100	3.03485	2.327	2.297	2.8718940	744.55
200	0.0050	3.25525	2.576	2.539	2.8970438	788.94
500	0.0020	3.52551	2.879	2.830	2.9274048	846.07

Cuadro N° B.30. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	K*	P* (mm)	K (Chow 1953)	K (usado)	P** (mm)
B(1-ln(ln(T/T-1)))/a					
2	-0.1525	425.01	-0.1643	-0.1643	423.77
5	0.8879	535.11	0.7195	0.7195	517.29
10	1.5755	607.88	1.3046	1.3046	579.21
20	2.2350	677.67	1.8658	1.8658	638.60
25	2.4442	699.81	2.0438		657.44
50	3.0887	768.01	2.5923	2.5923	715.48
100	3.7285	835.71	3.1367	3.1367	773.09
200	4.3659	903.17	3.6791		830.49
500	5.2068	992.16	4.3947		906.22

Cuadro N° B.31. Variables de la Prueba de Ajuste Kolmogorov – Smirnov. Fuente, Elaboración Propia.

Media	441.15
D.S.	105.824
Coef. Asim	0.477
N	38.00
Var Coef Asi	0.158
D.S. Coef As	0.397

Media	2.632
D.S.	0.104
Coef. Asim	-0.040
N	38.00
Var Coef Asi	0.158
D.S. Coef As	0.397
k	-0.007

Cuadro N° B.32. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.

NORMAL							
Intervalo	Probabilidad	z	LS(mm)	N° datos	frec. Rango	Frec.Acum	Δ
1.0	0.143	-1.06757	328.1778	7	0.1842	0.1842	0.0414
2.0	0.286	-0.56595	381.2615	5	0.1316	0.3158	0.0301
3.0	0.429	-0.18001	422.1030	6	0.1579	0.4737	0.0451
4.0	0.571	0.18001	460.2023	7	0.1842	0.6579	0.0865
5.0	0.714	0.56595	501.0437	5	0.1316	0.7895	0.0752
6.0	0.857	1.06757	554.1275	2	0.0526	0.8421	0.0150
7.0	1.000			6	0.1579	1.0000	0.0000
38.0000						Max D	0.0865

Cuadro N° B.33. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Log Normal.
Fuente, Elaboración Propia.

Intervalo	Probabilidad	z	Log LS		N° datos	frec. Rango	frec. Acum	Δ	
			LN	LS (mm)					
1.0	0.143	-1.06757	2.5212	332.0695	7	0.1842	0.1842	0.0414	
2.0	0.286	-0.56595	2.5735	374.5458	4	0.1053	0.2895	0.0038	
3.0	0.429	-0.18001	2.6137	410.8893	5	0.1316	0.4211	0.0075	
4.0	0.571	0.18001	2.6512	447.9653	5	0.1316	0.5526	0.0188	
5.0	0.714	0.56595	2.6915	491.4329	7	0.1842	0.7368	0.0226	
6.0	0.857	1.06757	2.7437	554.2939	4	0.1053	0.8421	0.0150	
7.0	1.000				6	0.1579	1.0000	0.0000	
38.0000							Max D		0.0414

Cuadro N° B.34. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Log Pearson III.
Fuente, Elaboración Propia.

Intervalo	Probabilidad	z	Kt	Log LS		N° datos	frec. Rango	Frec. Acum	Δ
				LP III	LS (mm)				
1.0	0.143	-1.06757	-1.068	2.5211	332.00	7	0.1842	0.1842	0.0414
2.0	0.286	-0.56595	-0.561	2.5740	374.96	4	0.1053	0.2895	0.0038
3.0	0.429	-0.18001	-0.174	2.6144	411.53	6	0.1579	0.4474	0.0188
4.0	0.571	0.18001	0.186	2.6519	448.66	4	0.1053	0.5526	0.0188
5.0	0.714	0.56595	0.570	2.6919	491.96	7	0.1842	0.7368	0.0226
6.0	0.857	1.06757	1.067	2.7436	554.16	4	0.1053	0.8421	0.0150
7.0	1.000					6	0.1579	1.0000	0.0000
38.0000							Max D		0.0414

Cuadro N° B.35. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Gumbel.
Fuente, Elaboración Propia.

Intervalo	Probabilidad	T	ym	K	Gumbel		N° datos	frec. Rango	Frec. Acum	Δ
					CL (mm)					
1.0	0.143	1.167	-0.6657	-1.0241	332.77		7	0.1842	0.1842	0.0414
2.0	0.286	1.400	-0.2254	-0.6553	371.81		4	0.1053	0.2895	0.0038
3.0	0.429	1.750	0.1657	-0.3277	406.48		4	0.1053	0.3947	0.0338
4.0	0.571	2.333	0.5805	0.0198	443.25		6	0.1579	0.5526	0.0188
5.0	0.714	3.500	1.0892	0.4459	488.34		6	0.1579	0.7105	0.0038
6.0	0.857	7.000	1.8698	1.0998	557.54		5	0.1316	0.8421	0.0150
7.0	1.000						6	0.1579	1.0000	0.0000
38.0000							Max D		0.0414	

Cuadro N° B.36. Cuadro Comparativo para las distribuciones Normal, Log Normal, Log Pearson III y Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.

Prueba Kolgomorov-Smirnov para la Distribución:

Normal	0.0865	La distribución de datos pueden ser Normal
Log Normal	0.0414	La distribución de datos pueden ser Log Normal
Log Pearson III	0.0414	
<u>Gumbel</u>	<u>0.0414</u>	

Min D = **0.0414** → **Log Normal** **Log Pearson III** **Gumbel**
0.0414 → **Log Normal** **Log Pearson III** **Gumbel**

T (años)	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel (K*)	Gumbel (Chow 1953)	Diseño
2	441.2	429.0	429.7	425.0	423.8	429.7
5	530.2	525.0	525.3	535.1	517.3	525.26
10	576.8	583.5	582.9	607.9	579.2	582.91
20	615.3	636.7	635.0	677.7	638.6	634.95
25	626.5	653.1	650.9	699.8	657.4	650.92
50	658.5	702.4	698.7	768.0	715.5	698.74
100	687.4	749.8	744.6	835.7	773.1	744.55
200	713.8	796.1	788.9	903.2	830.5	788.94
500	745.8	856.0	846.1	992.2	906.2	846.07
Maximo Registrado:		701.00 mm				

B.1.4 Estación Quince Mil.

Las características generales como nombre oficial, ubicación geográfica (latitud y longitud), ubicación política (departamento, provincia, distrito) y altitud (msnm), de la estación se muestran a continuación:

Estación	QUINCEMIL/000	Dpto	Cuzco
Latitud	13°13' S	Prov	Quispicanchis
Longitud	70°45' W	Dist	Urcos
Altitud	850		

Los registros de precipitación medidos en la estación de interés se presentan en el Cuadro N° B.37.

Cuadro N° B.37 Registro de Precipitaciones Máximas Mensuales Anuales – Estación Quince Mil. Fuente, Elaboración Propia.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Pmax (mm)
1972													230.80
1973													155.00
1974													192.00
1975													264.20
1976													206.50
1977													187.30
1978													130.20
1979													270.00
1980													270.00
1981													200.00
1982													175.40
1983													183.80
1984													276.20
1985													172.20
1986													224.00
1987													198.90
1988													175.40
1989													160.00
1990													235.50
1991													166.10

Cuadro N° B.38. Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales – Estaciones Quince Mil. Fuente, Elaboración Propia.

AÑO	Pmax (mm)	Log P
1972	230.8	2.3632358
1973	155.0	2.1903317
1974	192.0	2.28330123
1975	264.2	2.42193281
1976	206.5	2.31492006
1977	187.3	2.27253778
1978	130.2	2.11461098
1979	270.0	2.43136376
1980	270.0	2.43136376
1981	200.0	2.30103
1982	175.4	2.24402959
1983	183.8	2.26434551
1984	276.2	2.44122367
1985	172.2	2.23603315
1986	224.0	2.35024802
1987	198.9	2.29863478
1988	175.4	2.24402959
1989	160.0	2.20411998
1990	235.5	2.37199091
1991	166.1	2.22036963
Promedio (mm)	203.68	2.299983
Desv Estand (mm)	42.55	0.090568
C.V.	0.21	0.039378
Coef. Asimetría	0.39	0.013173
k = CS/6		0.00219552
N	20	20

Cuadro N° B.39. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	P	w	z	P (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	203.67
5	0.2000	1.79412	0.841	239.48
10	0.1000	2.14597	1.282	258.22
20	0.0500	2.44775	1.645	273.68
25	0.0400	2.53727	1.751	278.19
50	0.0200	2.79715	2.054	291.09
100	0.0100	3.03485	2.327	302.69
200	0.0050	3.25525	2.576	313.30
500	0.0020	3.52551	2.879	326.16

Cuadro N° B.40. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Normal. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	P	w	z	log P	P (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	2.299982627	199.52
5	0.2000	1.79412	0.841	2.376191533	237.79
10	0.1000	2.14597	1.282	2.41606601	260.65
20	0.0500	2.44775	1.645	2.448985843	281.18
25	0.0400	2.53727	1.751	2.458573813	287.46
50	0.0200	2.79715	2.054	2.48602601	306.21
100	0.0100	3.03485	2.327	2.510714502	324.13
200	0.0050	3.25525	2.576	2.533306712	341.43
500	0.0020	3.52551	2.879	2.560682648	363.65

Cuadro N° B.41. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Log Pearson III. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	P	w	z	KT	Log P	P (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	-0.002	2.2997838	199.43
5	0.2000	1.79412	0.841	0.841	2.3761328	237.76
10	0.1000	2.14597	1.282	1.283	2.4161930	260.73
20	0.0500	2.44775	1.645	1.649	2.4493244	281.40
25	0.0400	2.53727	1.751	1.756	2.4589839	287.73
50	0.0200	2.79715	2.054	2.061	2.4866657	306.67
100	0.0100	3.03485	2.327	2.336	2.5115920	324.78
200	0.0050	3.25525	2.576	2.589	2.5344278	342.32
500	0.0020	3.52551	2.879	2.895	2.5621323	364.87

Cuadro N° B.42. Cálculo de Precipitaciones Máximas en 24 Horas Anuales usando una distribución Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.

T (años)	K*	P* (mm)	K (Chow 1953)	K (usado)	P** (mm)
$B(1-\ln(\ln(T/T-1)/a))$					
2	-0.1525	197.18	-0.1643	-0.1643	196.68
5	0.8879	241.46	0.7195	0.7195	234.29
10	1.5755	270.72	1.3046	1.3046	259.19
20	2.2350	298.78	1.8658	1.8658	283.07
25	2.4442	307.68	2.0438		290.65
50	3.0887	335.11	2.5923	2.5923	313.98
100	3.7285	362.33	3.1367	3.1367	337.15
200	4.3659	389.45	3.6791		360.23
500	5.2068	425.24	4.3947		390.68

Cuadro N° B.43. Variables de la Prueba de Ajuste Kolmogorov – Smirnov.

Fuente, Elaboración Propia.

Media	203.68
D.S.	42.552
Coef. Asim	0.386
N	20.00
Var Coef Asi	0.300
D.S. Coef As	0.548

Media	2.300
D.S.	0.091
Coef. Asim	0.013
N	20.00
Var Coef Asi	0.300
D.S. Coef As	0.548
k	0.002

Cuadro N° B.44. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Normal. Fuente, Elaboración Propia.

NORMAL								
Intervalo	Probabilidad	z	LS(mm)	N° datos	frec. Rango	Frec.Acum	Δ	
1.0	0.143	-1.06757	158.2473	2	0.1000	0.1000	0.0429	
2.0	0.286	-0.56595	179.5925	5	0.2500	0.3500	0.0643	
3.0	0.429	-0.18001	196.0150	3	0.1500	0.5000	0.0714	
4.0	0.571	0.18001	211.3350	3	0.1500	0.6500	0.0786	
5.0	0.714	0.56595	227.7575	1	0.0500	0.7000	0.0143	
6.0	0.857	1.06757	249.1027	2	0.1000	0.8000	0.0571	
7.0	1.000			4	0.2000	1.0000	0.0000	
20.0000					Max D		0.0786	

Cuadro N° B.45. Prueba Kolmogorov - Smirnov para distribución Log Normal.

Fuente, Elaboración Propia.

Log LS LP III										
Intervalo	Probabilidad	z	Kt	Log LS	LP III	LS (mm)	N° datos	frec. Rango	Frec.Acum	Δ
1.0	0.143	-1.06757	-1.067	2.2033	159.71	159.71	2	0.1000	0.1000	0.0429
2.0	0.286	-0.56595	-0.567	2.2486	177.25	177.25	5	0.2500	0.3500	0.0643
3.0	0.429	-0.18001	-0.182	2.2835	192.08	192.08	3	0.1500	0.5000	0.0714
4.0	0.571	0.18001	0.178	2.3161	207.06	207.06	3	0.1500	0.6500	0.0786
5.0	0.714	0.56595	0.564	2.3511	224.44	224.44	1	0.0500	0.7000	0.0143
6.0	0.857	1.06757	1.068	2.3967	249.29	249.29	2	0.1000	0.8000	0.0571
7.0	1.000						4	0.2000	1.0000	0.0000
20.0000					Max D		0.0786			

Cuadro N° B.46. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Log Pearson III.
Fuente, Elaboración Propia.

Intervalo	Probabilidad	z	Kt	Log LS	LP III	N° datos	frec. Rango	Frec.Acum	Δ
				LS (mm)	LS (mm)				
1.0	0.143	-1.06757	-1.067	2.2033	159.71	2	0.1000	0.1000	0.0429
2.0	0.286	-0.56595	-0.567	2.2486	177.25	5	0.2500	0.3500	0.0643
3.0	0.429	-0.18001	-0.182	2.2835	192.08	3	0.1500	0.5000	0.0714
4.0	0.571	0.18001	0.178	2.3161	207.06	3	0.1500	0.6500	0.0786
5.0	0.714	0.56595	0.564	2.3511	224.44	1	0.0500	0.7000	0.0143
6.0	0.857	1.06757	1.068	2.3967	249.29	2	0.1000	0.8000	0.0571
7.0	1.000					4	0.2000	1.0000	0.0000
20.0000								Max D	0.0786

Cuadro N° B.47. Prueba Kolgomorov - Smirnov para distribución Gumbel.
Fuente, Elaboración Propia.

Intervalo	Probabilidad	T	ym	K	Gumbel	N° datos	frec. Rango	Frec.Acum	Δ
					GL (mm)				
1.0	0.143	1.167	-0.6657	-1.0241	160.09	3	0.1500	0.1500	0.0071
2.0	0.286	1.400	-0.2254	-0.6553	175.79	4	0.2000	0.3500	0.0643
3.0	0.429	1.750	0.1657	-0.3277	189.73	2	0.1000	0.4500	0.0214
4.0	0.571	2.333	0.5805	0.0198	204.52	3	0.1500	0.6000	0.0286
5.0	0.714	3.500	1.0892	0.4459	222.65	1	0.0500	0.6500	0.0643
6.0	0.857	7.000	1.8698	1.0998	250.47	3	0.1500	0.8000	0.0571
7.0	1.000					4	0.2000	1.0000	0.0000
20.0000								Max D	0.0643

Cuadro N° B.48. Cuadro Comparativo para las distribuciones Normal, Log Normal, Log Pearson III y Gumbel. Fuente, Elaboración Propia.

Prueba Kolgomorov-Smirnov para la Distribución:

Normal	0.0786	La distribución de datos pueden ser Normal
Log Normal	0.0786	La distribución de datos pueden ser Log Normal
Log Pearson III	0.0786	
Gumbel	0.0643	

Min D = 0.0643 → Gumbel
0.0786 → Normal Log Normal Log Pearson III

T (años)	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel (K*)	Gumbel (Chow 1953)	Diseño
2	203.7	199.5	199.4	197.2	196.7	197.2
5	239.5	237.8	237.8	241.5	234.3	241.46
10	258.2	260.7	260.7	270.7	259.2	270.72
20	273.7	281.2	281.4	298.8	283.1	298.78
25	278.2	287.5	287.7	307.7	290.6	307.68
50	291.1	306.2	306.7	335.1	314.0	335.11
100	302.7	324.1	324.8	362.3	337.1	362.33
200	313.3	341.4	342.3	389.5	360.2	389.45
500	326.2	363.6	364.9	425.2	390.7	425.24
Maximo Registrado:		276.20 mm				

B.2 PRECIPITACIÓN DE DISEÑO

Del análisis estadístico realizado para las estaciones meteorológicas y de la verificación del mejor ajuste por el método de Kolmogorov – Smirnov, se elaboró el Cuadro N° B.49, que presenta en resumen todos estos resultados.

Cuadro N° B.49. Precipitación máxima en 24 horas en las estaciones Quincemil, Puerto Maldonado, Iberia e Iñapari. Fuente, Elaboración Propia.

Periodo de Retorno (años)	Quincemil	Puerto Maldonado	Iberia	Iñapari
	Distribución de Probabilidades			
	Gumbel	Log Pearson III	Log Pearson III	Log Pearson III
2	196.68	429.71	282.47	61.89
10	259.19	582.91	360.49	97.5
25	290.65	650.92	393.79	117.97
50	313.98	698.74	416.79	134.4
100	337.15	744.55	438.55	151.87
500	390.68	846.07	485.87	197.43

Del Cuadro N° B.49, se puede notar claramente que la precipitación en Iñapari es sensiblemente inferior a la precipitación en las estaciones Quincemil y Puerto Maldonado. Quincemil se encuentra dentro del área tributaria del estudio. Puerto Maldonado se encuentra 40 km al Este de Puerto Laberinto en línea recta, casi dentro de la cuenca. Por lo tanto se recomienda que se empleen las estaciones de Quincemil y Puerto Maldonado en la estimación de precipitaciones en las cuencas que aportan flujos a Puerto Rosario. Finalmente se considero interpolar Quince Mil y Puerto Maldonado para obtener la precipitación de diseño para el modelo, ver Cuadro N° B.50.

Cuadro N° B.50. Precipitación de Diseño. Fuente, Elaboración Propia.

Periodo de Retorno (años)	Quincemil (mm)	Puerto Maldonado (mm)	P _{Promedio} Diseño (mm)
2	196.68	429.71	313.20
10	259.19	582.91	421.05
25	290.65	650.92	470.79
50	313.98	698.74	506.36
100	337.15	744.55	540.85
500	390.68	846.07	618.38

B.3 PARAMETROS HIDROLÓGICOS DE INGRESO

En el modelo hidrológico se han considerado 11 subcuencas cuyos parámetros se presentan en el

Cuadro N° B.51. En las confluencias se ha empleado conectores (Junctions, que significa confluencias en Inglés) y además se ha agregado los canales de tránsito (Reach-1 a Reach-6) con las características de los curso de agua por los que se producen los tránsitos los cuales se presentan en el Cuadro N° B.52.

Cuadro N° B.51. Características Principales de las subcuencas del rio Madre de Dios. Fuente, Elaboración Propia.

Cuenca	Area de la Cuenca (km ²)	Perimetro (km)	Maxima Longitud (km)	Longitud del Cauce (km)	Pendiente del Cauce (m/m)
C-1	4,265.40	416.70	355.00	175.20	0.00
C-2	6,546.10	400.90	250.70	98.70	0.01
C-3	8,111.00	534.90	235.10	137.70	0.01
C-4	18,363.00	739.80	334.90	28.10	0.01
C-5	6,653.20	408.30	180.60	104.90	0.00
C-6	3,281.50	307.70	128.20	64.40	0.00
C-7	3,636.70	312.50	155.40	63.20	0.01
C-8	2,011.70	308.90	113.80	58.40	0.00
C-9	1,197.40	167.30	76.10	62.10	0.00
C-10	1,052.90	170.60	66.70	36.70	0.00
C-11	389.40	113.60	24.10	20.70	0.00

Cuadro N° B.52. Tramos del modelamiento para el transito hidrológico. Fuente, Elaboración Propia.

Nombre	L (km)	Cmax (m.s.n.m.)	C min (m.s.n.m.)	S (m/m)	Ancho (m)
Reach-1	180.6	335	280	0.0003	0.16
Reach-2	128.2	280	235	0.0004	0.25
Reach-3	76.1	235	218	0.0002	0.23
Reach-4	66.7	218	197	0.0003	0.24
Reach-5	113.8	361	197	0.0014	0.23
Reach-6	24.1	197	193	0.0002	0.5

La distribución espacial de las subcuencas del se muestran Figura N° B.5 y en el Plano 200.01.

B.4 TORMENTA DE DISEÑO IILA – UNI – SENAMHI

La determinación de la tormenta de diseño se realizó mediante el método del Bloque Alterno utilizando las relaciones IDF definidas en el Estudio Regional “Hidrología del Perú” – IILA – UNI – SENAMHI. Los parámetros que definen las relaciones IDF se encuentran sectorizadas en zonas, según la Figura N° B.1.



Figura N° B.1. Curvas IDF según el método del IILA-SENAMHI-UNI. Fuente Reglamento Nacional de Edificaciones, OS 060.

En este caso, la cuenca del río Madre Dios se encuentra en la zona 123, específicamente en las subzonas 123₃, 123₅ y 123₁₂, tal como se muestra en el Plano 200.01. El cálculo de los parámetros que definen las relaciones IDF para cada subzona se describen a continuación.

B.4.1 Subzona 123₃

Los parámetros de subzona se determinaron de acuerdo a los criterios descritos en la Norma de Drenaje OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

**CALCULO DEL HIETOGRAMA DE DISEÑO
SEGÚN LAS FORMULAS DEL IILA - SENAMHI - UNI**

$$i(t, T) = a(1 + K \times \text{Log}(T))(t + b)^{n-1}$$

Donde:

i = Intensidad de precipitación	(mm/hr)
a = Parametro de intensidad	(mm)
K = Parametro de Función, K'_g	(adimensional)
b = Parametro	(hora)
n = Parametro de Duración	(adimensional)
t = Duración de Lluvia	(hora)
T = Periodo de Retomo	años

Altitud =	1000	
Región =	123 ₃	
a =	29.550	mm
K =	0.553	
b =	0.300	hr
t =	15.60	hr
T =	25	años
n =	0.405	
E_g =	78.00	
Tr	50	años
I =	10.1	mm/hr
P =	305.9	mm

El procesamiento de la información se muestra en el Cuadro N° B.53, y el resultado de la misma se expresa en la Figura N° B.2. Los hietogramas unitarios de cada subzona se obtuvieron mediante el método de los Bloques Alternos.

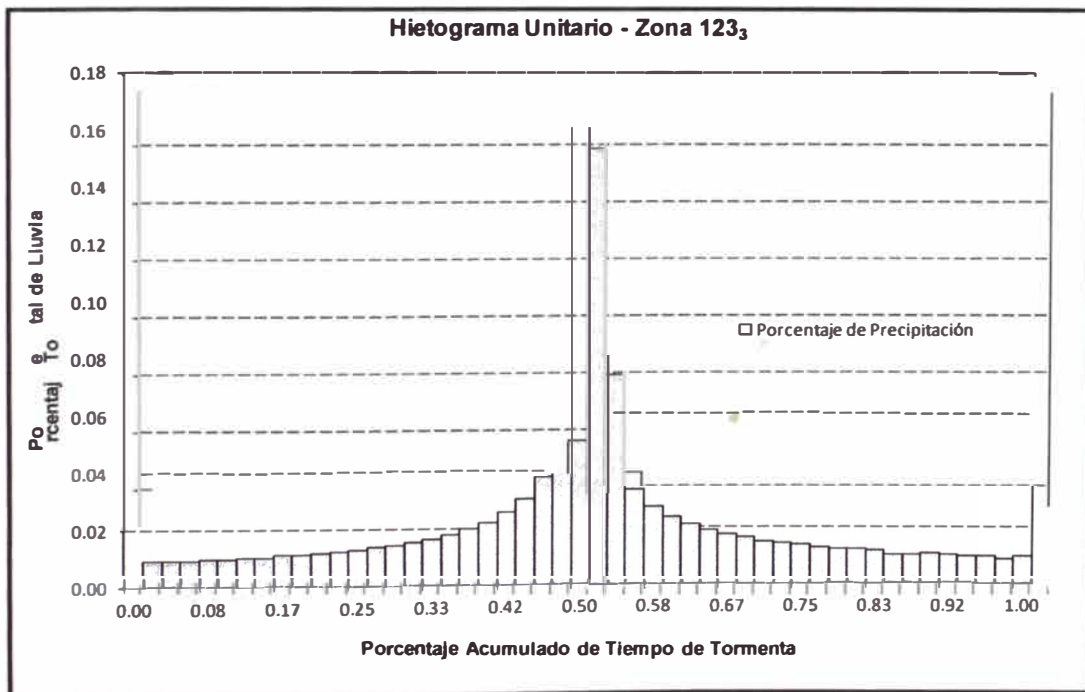


Figura N° B.2. Hietograma Unitario – Zona 123₃. Fuente, Elaboración propia.

Cuadro N° B.53. Generación de valores del Hietograma Unitario – Zona 123₃.
Fuente, Elaboración propia.

Duración (hora)	Intensidad (mm/hora)	Profundidad Acumulada (mm)	Profundida incremental (mm)	Tiempo (hora)	Precipitación (mm)	Porcentaje Precipitación (%)	Duración Precipitación (%)	Porcentaje Acumulado (%)
0.0	117.32				0	0.00	0.00	0.00%
0.5	65.45	32.73	32.73	0 - 0.5	1.81	0.01	0.02	0.88%
1.0	49.03	49.03	16.31	0.5 - 1	1.82	0.01	0.04	1.76%
1.5	40.40	60.60	11.57	1 - 1.5	1.85	0.01	0.06	2.66%
2.0	34.92	69.84	9.24	1.5 - 2	1.91	0.01	0.08	3.59%
2.5	31.06	77.65	7.81	2 - 2.5	2.00	0.01	0.10	4.56%
3.0	28.17	84.51	6.86	2.5 - 3	2.12	0.01	0.13	5.59%
3.5	25.90	90.65	6.14	3 - 3.5	2.11	0.01	0.15	6.61%
4.0	24.06	96.24	5.59	3.5 - 4	2.31	0.01	0.17	7.73%
4.5	22.54	101.43	5.19	4 - 4.5	2.25	0.01	0.19	8.82%
5.0	21.25	106.25	4.82	4.5 - 5	2.41	0.01	0.21	9.98%
5.5	20.14	110.77	4.52	5 - 5.5	2.50	0.01	0.23	11.20%
6.0	19.17	115.02	4.25	5.5 - 6	2.57	0.01	0.25	12.44%
6.5	18.32	119.08	4.06	6 - 6.5	2.86	0.01	0.27	13.83%
7.0	17.56	122.92	3.84	6.5 - 7	2.96	0.01	0.29	15.26%
7.5	16.88	128.60	3.68	7 - 7.5	3.14	0.02	0.31	16.78%
8.0	16.27	130.16	3.56	7.5 - 8	3.38	0.02	0.33	18.42%
8.5	15.71	133.54	3.38	8 - 8.5	3.68	0.02	0.35	20.21%
9.0	15.21	136.89	3.36	8.5 - 9	4.06	0.02	0.38	22.17%
9.5	14.74	140.03	3.14	9 - 9.5	4.52	0.02	0.40	24.37%
10.0	14.31	143.10	3.07	9.5 - 10	5.19	0.03	0.42	26.88%
10.5	13.91	146.06	2.96	10 - 10.5	6.14	0.03	0.44	29.86%
11.0	13.54	148.94	2.88	10.5 - 11	7.81	0.04	0.46	33.65%
11.5	13.20	151.80	2.86	11 - 11.5	11.57	0.06	0.48	39.26%
12.0	12.88	154.56	2.76	11.5 - 12	32.73	0.16	0.50	55.14%
12.5	12.57	157.13	2.57	12 - 12.5	16.31	0.08	0.52	63.05%
13.0	12.29	159.77	2.64	12.5 - 13	9.24	0.04	0.54	67.53%
13.5	12.02	162.27	2.50	13 - 13.5	6.86	0.03	0.56	70.86%
14.0	11.77	164.78	2.51	13.5 - 14	5.59	0.03	0.58	73.57%
14.5	11.53	167.19	2.41	14 - 14.5	4.82	0.02	0.60	75.90%
15.0	11.31	169.65	2.47	14.5 - 15	4.25	0.02	0.63	77.97%
15.5	11.09	171.90	2.25	15 - 15.5	3.84	0.02	0.65	79.83%
16.0	10.89	174.24	2.35	15.5 - 16	3.56	0.02	0.67	81.56%
16.5	10.70	176.55	2.31	16 - 16.5	3.36	0.02	0.69	83.18%
17.0	10.51	178.67	2.12	16.5 - 17	3.07	0.01	0.71	84.67%
17.5	10.33	180.78	2.11	17 - 17.5	2.88	0.01	0.73	86.07%
18.0	10.16	182.88	2.10	17.5 - 18	2.76	0.01	0.75	87.41%
18.5	10.00	185.00	2.12	18 - 18.5	2.64	0.01	0.77	88.69%
19.0	9.85	187.15	2.15	18.5 - 19	2.51	0.01	0.79	89.91%
19.5	9.70	189.15	2.00	19 - 19.5	2.47	0.01	0.81	91.11%
20.0	9.56	191.20	2.05	19.5 - 20	2.35	0.01	0.83	92.24%
20.5	9.42	193.11	1.91	20 - 20.5	2.12	0.01	0.85	93.27%
21.0	9.29	195.09	1.98	20.5 - 21	2.10	0.01	0.88	94.29%
21.5	9.16	196.94	1.85	21 - 21.5	2.15	0.01	0.90	95.34%
22.0	9.04	198.88	1.94	21.5 - 22	2.05	0.01	0.92	96.33%
22.5	8.92	200.70	1.82	22 - 22.5	1.96	0.01	0.94	97.29%
23.0	8.80	202.40	1.70	22.5 - 23	1.94	0.01	0.96	98.23%
23.5	8.69	204.22	1.81	23 - 23.5	1.70	0.01	0.98	99.06%
24.0	8.59	206.16	1.95	23.5 - 24	1.95	0.01	1.00	100.00%
		Total	206.16	Total	206.16			

B.4.2 Subzona 123₅

Los parámetros de subzona se determinaron de acuerdo a los criterios descritos en la Norma de Drenaje OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

**CALCULO DEL HIETOGRAMA DE DISEÑO
SEGÚN LAS FORMULAS DEL IILA - SENAMHI - UNI**

$$I(t, T) = a(1 + K \times \text{Log}(T))(t + b)^{n-1}$$

Donde:

i = Intensidad de precipitación	(mm/hr)
a = Parametro de intensidad	(mm)
K = Parametro de Función, K'_g	(adimensional)
b = Parametro	(hora)
n = Parametro de Duración	(adimensional)
t = Duración de Lluvia	(hora)
T = Periodo de Retomo	años

Altitud =	2300	
Región =	123 ₅	
a =	9.200	mm
K =	0.553	
b =	0.400	hr
t =	15.60	hr
T =	25	años
n =	0.353	
E_g =	24.00	
Tr	50	años
l =	2.71	mm/hr
P =	50.09	mm

El procesamiento de la información se muestra en el Cuadro N° B.54, y el resultado de la misma se expresa en la Figura N° B.3. Los hietogramas unitarios de cada subzona se obtuvieron mediante el método de los Bloques Alternos.

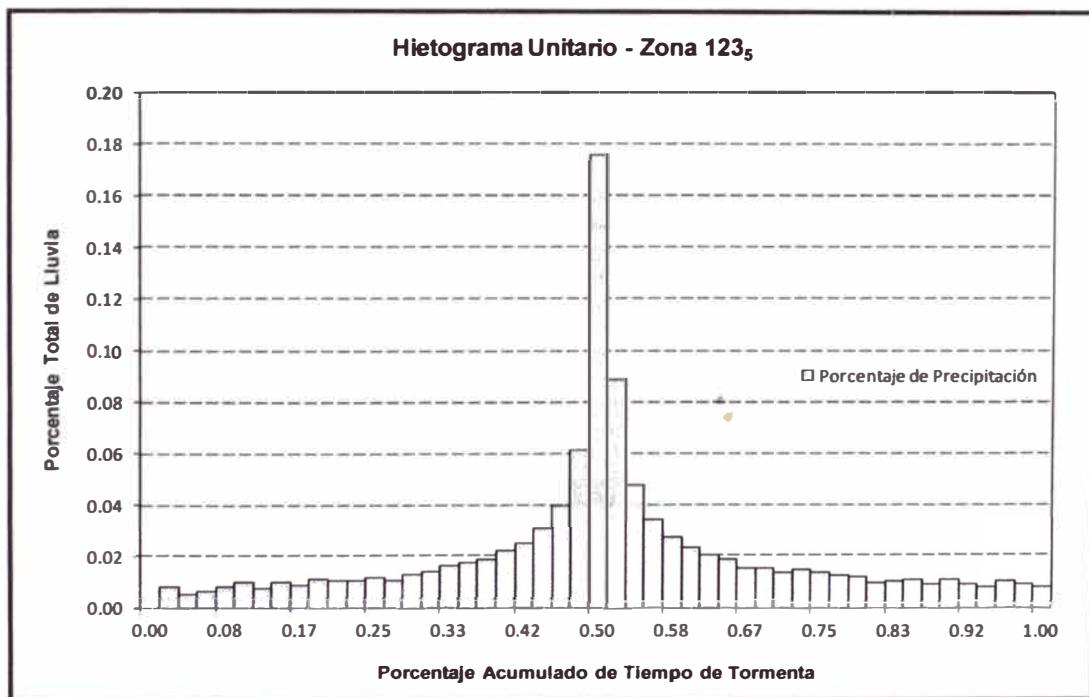


Figura N° B.3. Hietograma Unitario – Zona 123₅. Fuente, Elaboración propia.

Cuadro N° B.54. Generación de valores del Hietograma Unitario – Zona 123₅.

Fuente, Elaboración propia.

Duración (hora)	Intensidad (mm/hora)	Profundidad Acumulada (mm)	Profundida incremental (mm)	Tiempo (hora)	Precipitación (mm)	Porcentaje Precipitación (%)	Duración Precipitación (%)	Porcentaje Acumulado (%)
0.0	32.28				0	0.00	0.00	0.00%
0.5	19.10	9.55	9.55	0 - 0.5	0.45	0.01	0.02	0.84%
1.0	14.35	14.35	4.80	0.5 - 1	0.29	0.01	0.04	1.38%
1.5	11.78	17.67	3.32	1 - 1.5	0.37	0.01	0.06	2.06%
2.0	10.13	20.26	2.59	1.5 - 2	0.45	0.01	0.08	2.89%
2.5	8.96	22.40	2.14	2 - 2.5	0.53	0.01	0.10	3.87%
3.0	8.08	24.24	1.84	2.5 - 3	0.43	0.01	0.13	4.66%
3.5	7.40	25.90	1.66	3 - 3.5	0.53	0.01	0.15	5.64%
4.0	6.84	27.36	1.46	3.5 - 4	0.47	0.01	0.17	6.51%
4.5	6.38	28.71	1.35	4 - 4.5	0.59	0.01	0.19	7.60%
5.0	5.99	29.95	1.24	4.5 - 5	0.57	0.01	0.21	8.66%
5.5	5.66	31.13	1.18	5 - 5.5	0.59	0.01	0.23	9.73%
6.0	5.37	32.22	1.09	5.5 - 6	0.63	0.01	0.25	10.89%
6.5	5.11	33.22	1.00	6 - 6.5	0.58	0.01	0.27	11.97%
7.0	4.89	34.23	1.01	6.5 - 7	0.70	0.01	0.29	13.26%
7.5	4.69	35.18	0.95	7 - 7.5	0.77	0.01	0.31	14.67%
8.0	4.50	36.00	0.82	7.5 - 8	0.89	0.02	0.33	16.31%
8.5	4.34	36.89	0.89	8 - 8.5	0.95	0.02	0.35	18.05%
9.0	4.19	37.71	0.82	8.5 - 9	1.00	0.02	0.38	19.88%
9.5	4.05	38.48	0.77	9 - 9.5	1.18	0.02	0.40	22.06%
10.0	3.92	39.20	0.73	9.5 - 10	1.35	0.02	0.42	24.55%
10.5	3.80	39.90	0.70	10 - 10.5	1.66	0.03	0.44	27.61%
11.0	3.70	40.70	0.80	10.5 - 11	2.14	0.04	0.46	31.55%
11.5	3.59	41.29	0.58	11 - 11.5	3.32	0.06	0.48	37.68%
12.0	3.50	42.00	0.72	11.5 - 12	9.55	0.18	0.50	55.28%
12.5	3.41	42.63	0.63	12 - 12.5	4.80	0.09	0.52	64.13%
13.0	3.33	43.29	0.66	12.5 - 13	2.59	0.05	0.54	68.91%
13.5	3.25	43.88	0.59	13 - 13.5	1.84	0.03	0.56	72.30%
14.0	3.18	44.52	0.65	13.5 - 14	1.46	0.03	0.58	74.99%
14.5	3.11	45.10	0.57	14 - 14.5	1.24	0.02	0.60	77.28%
15.0	3.04	45.60	0.51	14.5 - 15	1.09	0.02	0.63	79.29%
15.5	2.98	46.19	0.59	15 - 15.5	1.01	0.02	0.65	81.16%
16.0	2.92	46.72	0.53	15.5 - 16	0.82	0.02	0.67	82.68%
16.5	2.86	47.19	0.47	16 - 16.5	0.82	0.02	0.69	84.19%
17.0	2.81	47.77	0.58	16.5 - 17	0.73	0.01	0.71	85.53%
17.5	2.76	48.30	0.53	17 - 17.5	0.80	0.01	0.73	87.00%
18.0	2.71	48.78	0.48	17.5 - 18	0.72	0.01	0.75	88.32%
18.5	2.66	49.21	0.43	18 - 18.5	0.66	0.01	0.77	89.55%
19.0	2.62	49.78	0.57	18.5 - 19	0.65	0.01	0.79	90.74%
19.5	2.58	50.31	0.53	19 - 19.5	0.51	0.01	0.81	91.67%
20.0	2.54	50.80	0.49	19.5 - 20	0.53	0.01	0.83	92.64%
20.5	2.50	51.25	0.45	20 - 20.5	0.58	0.01	0.85	93.71%
21.0	2.46	51.66	0.41	20.5 - 21	0.48	0.01	0.88	94.60%
21.5	2.42	52.03	0.37	21 - 21.5	0.57	0.01	0.90	95.65%
22.0	2.39	52.58	0.55	21.5 - 22	0.49	0.01	0.92	96.55%
22.5	2.35	52.88	0.29	22 - 22.5	0.41	0.01	0.94	97.31%
23.0	2.32	53.36	0.48	22.5 - 23	0.55	0.01	0.96	98.32%
23.5	2.29	53.82	0.45	23 - 23.5	0.48	0.01	0.98	99.22%
24.0	2.26	54.24	0.42	23.5 - 24	0.42	0.01	1.00	100.00%
		Total	54.24	Total	54.24			

B.4.3 Subzona 123₁₂

Los parámetros de subzona se determinaron de acuerdo a los criterios descritos en la Norma de Drenaje OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

**CALCULO DEL HIETOGRAMA DE DISEÑO
SEGÚN LAS FORMULAS DEL IILA - SENAMHI - UNI**

$$i(t, T) = a(1 + K \times \text{Log}(T))(t + b)^{n-1}$$

Donde:

- i = Intensidad de precipitación (mm/hr)
- a = Parametro de intensidad (mm)
- K = Parametro de Función, K'_g (adimensional)
- b = Parametro (hora)
- n = Parametro de Duración (adimensional)
- t = Duración de Lluvia (hora)
- T = Periodo de Retomo años

Altitud =	400	
Región =	123 ₁₂	
a =	34.530	mm
K =	0.553	
b =	0.200	hr
t =	15.60	hr
T =	25	años
n =	0.432	
E_g =	75.00	
T_r	50	años
i =	12.77	mm/hr
P =	395.32	mm

El procesamiento de la información se muestra en el Cuadro N° B.55, y el resultado de la misma se expresa en la Figura N° B.4. Los hietogramas unitarios de cada subzona se obtuvieron mediante el método de los Bloques Alternos.

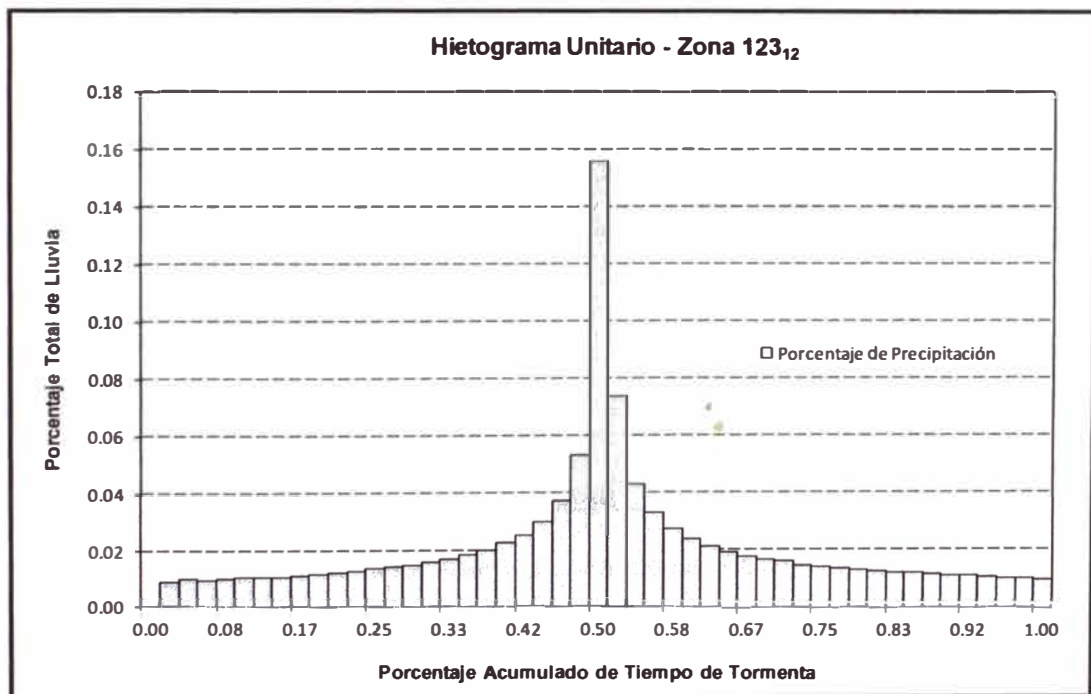


Figura N° B.4. Hietograma Unitario – Zona 123₁₂. Fuente, Elaboración propia.

Cuadro N° B.55. Generación de valores del Hietograma Unitario – Zona 123₁₂.
Fuente, Elaboración propia.

Duración (hora)	Intensidad (mm/hora)	Profundidad Acumulada (mm)	Profundida incremental (mm)	Tiempo (hora)	Precipitación (mm)	Porcentaje Precipitación (%)	Duración Precipitación (%)	Porcentaje Acumulado (%)
0.0	167.07				0	0.00	0.00	0.00%
0.5	82.01	41.01	41.01	0 - 0.5	2.32	0.01	0.02	0.88%
1.0	60.38	60.38	19.38	0.5 - 1	2.60	0.01	0.04	1.87%
1.5	49.54	74.31	13.93	1 - 1.5	2.47	0.01	0.06	2.81%
2.0	42.80	85.60	11.29	1.5 - 2	2.59	0.01	0.08	3.80%
2.5	38.10	95.25	9.65	2 - 2.5	2.74	0.01	0.10	4.84%
3.0	34.59	103.77	8.52	2.5 - 3	2.74	0.01	0.13	5.88%
3.5	31.85	111.48	7.71	3 - 3.5	2.80	0.01	0.15	6.95%
4.0	29.64	118.56	7.08	3.5 - 4	2.92	0.01	0.17	8.06%
4.5	27.81	125.15	6.58	4 - 4.5	3.11	0.01	0.19	9.24%
5.0	26.25	131.25	6.11	4.5 - 5	3.22	0.01	0.21	10.47%
5.5	24.92	137.06	5.81	5 - 5.5	3.28	0.01	0.23	11.71%
6.0	23.76	142.56	5.50	5.5 - 6	3.58	0.01	0.25	13.08%
6.5	22.73	147.75	5.19	6 - 6.5	3.66	0.01	0.27	14.47%
7.0	21.82	152.74	5.00	6.5 - 7	3.91	0.01	0.29	15.96%
7.5	21.01	157.58	4.84	7 - 7.5	4.08	0.02	0.31	17.51%
8.0	20.27	162.16	4.58	7.5 - 8	4.44	0.02	0.33	19.19%
8.5	19.60	166.60	4.44	8 - 8.5	4.84	0.02	0.35	21.03%
9.0	18.99	170.91	4.31	8.5 - 9	5.19	0.02	0.38	23.00%
9.5	18.42	174.99	4.08	9 - 9.5	5.81	0.02	0.40	25.21%
10.0	17.91	179.10	4.11	9.5 - 10	6.58	0.03	0.42	27.72%
10.5	17.43	183.02	3.91	10 - 10.5	7.71	0.03	0.44	30.65%
11.0	16.98	186.78	3.77	10.5 - 11	9.65	0.04	0.46	34.31%
11.5	16.56	190.44	3.66	11 - 11.5	13.93	0.05	0.48	39.61%
12.0	16.17	194.04	3.60	11.5 - 12	41.01	0.16	0.50	55.20%
12.5	15.81	197.63	3.58	12 - 12.5	19.38	0.07	0.52	62.56%
13.0	15.47	201.11	3.49	12.5 - 13	11.29	0.04	0.54	66.86%
13.5	15.14	204.39	3.28	13 - 13.5	8.52	0.03	0.56	70.10%
14.0	14.84	207.76	3.37	13.5 - 14	7.08	0.03	0.58	72.79%
14.5	14.55	210.98	3.22	14 - 14.5	6.11	0.02	0.60	75.11%
15.0	14.28	214.20	3.22	14.5 - 15	5.50	0.02	0.63	77.20%
15.5	14.02	217.31	3.11	15 - 15.5	5.00	0.02	0.65	79.10%
16.0	13.77	220.32	3.01	15.5 - 16	4.58	0.02	0.67	80.84%
16.5	13.53	223.25	2.92	16 - 16.5	4.31	0.02	0.69	82.48%
17.0	13.31	226.27	3.03	16.5 - 17	4.11	0.02	0.71	84.04%
17.5	13.09	229.08	2.80	17 - 17.5	3.77	0.01	0.73	85.48%
18.0	12.89	232.02	2.95	17.5 - 18	3.60	0.01	0.75	86.84%
18.5	12.69	234.77	2.74	18 - 18.5	3.49	0.01	0.77	88.17%
19.0	12.50	237.50	2.74	18.5 - 19	3.37	0.01	0.79	89.45%
19.5	12.32	240.24	2.74	19 - 19.5	3.22	0.01	0.81	90.68%
20.0	12.15	243.00	2.76	19.5 - 20	3.01	0.01	0.83	91.82%
20.5	11.98	245.59	2.59	20 - 20.5	3.03	0.01	0.85	92.97%
21.0	11.82	248.22	2.63	20.5 - 21	2.95	0.01	0.88	94.09%
21.5	11.66	250.69	2.47	21 - 21.5	2.74	0.01	0.90	95.13%
22.0	11.51	253.22	2.53	21.5 - 22	2.76	0.01	0.92	96.18%
22.5	11.37	255.83	2.60	22 - 22.5	2.63	0.01	0.94	97.18%
23.0	11.23	258.29	2.47	22.5 - 23	2.53	0.01	0.96	98.14%
23.5	11.09	260.62	2.32	23 - 23.5	2.47	0.01	0.98	99.08%
24.0	10.96	263.04	2.43	23.5 - 24	2.43	0.01	1.00	100.00%
		Total	263.04	Total	263.04			

La asignación de los hietogramas unitarios se realizo considerando el porcentaje de área que ocupa por las subzonas en cada subcuenca., ver

Cuadro N° B.56.

Cuadro N° B.56. Porcentajes de subzonas por subcuencas del río Madre de Dios. Fuente, Elaboración propia.

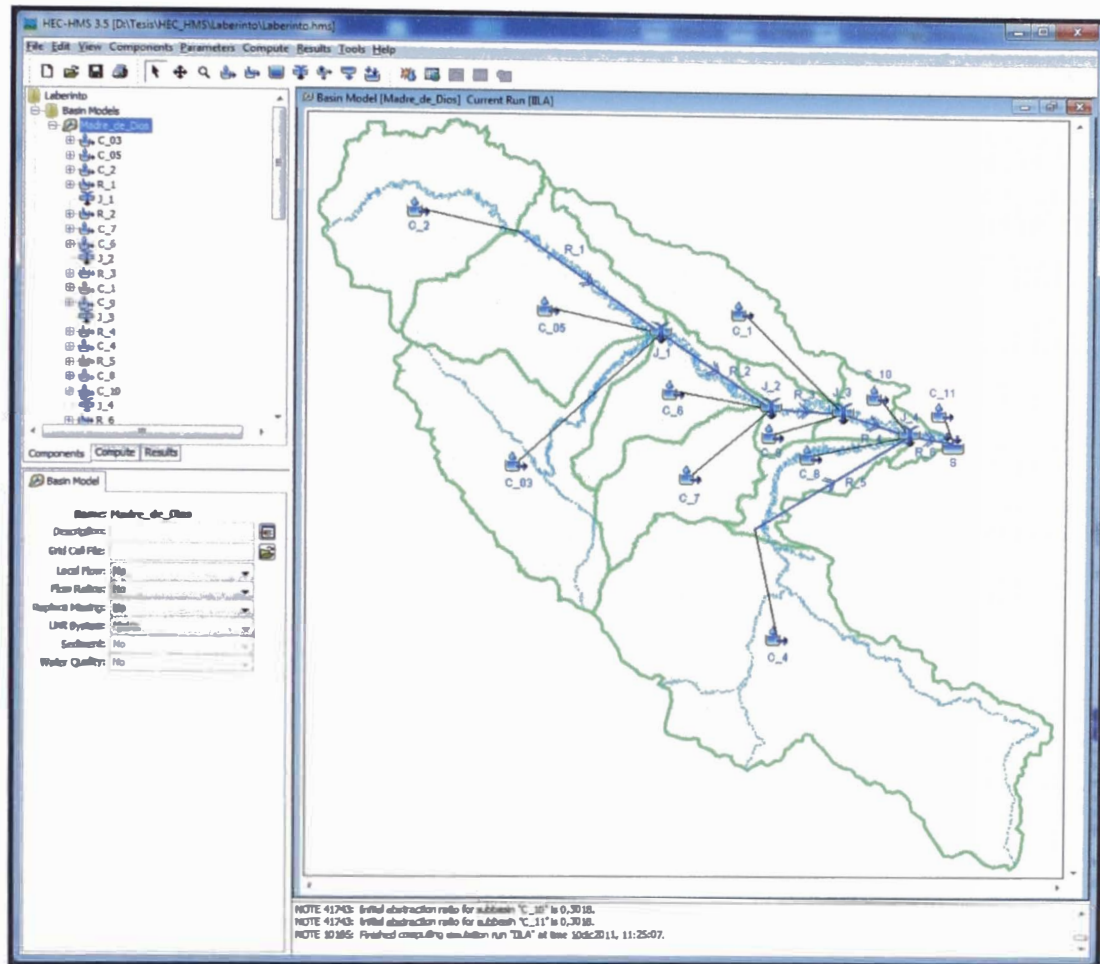
SUBCUENCA	ZONA	AREA SUBCUENCA	AREA DE ZONA EN SUBCUENCA	PROCENTAJE
C_01	123-12	4265.46	4265.46	100.00
C_02	123-12	6546.13	4785.39	73.10
C_02	123-3	6546.13	1760.74	26.90
C_03	123-5	8109.59	499.34	6.16
C_03	123-12	8109.59	254.04	3.13
C_03	123-3	8109.59	7356.21	90.71
C_04	123-5	18363.05	4554.24	24.80
C_04	123-3	18363.05	13808.80	75.20
C_05	123-12	6651.80	2968.33	44.62
C_05	123-3	6651.80	3683.47	55.38
C_06	123-12	3281.45	1752.57	53.41
C_06	123-3	3281.45	1528.88	46.59
C_07	123-12	3636.57	623.87	17.16
C_07	123-3	3636.57	3012.70	82.84
C_08	123-12	2011.62	918.06	45.64
C_08	123-3	2011.62	1093.56	54.36
C_09	123-12	1197.43	1197.43	100.00
C_10	123-12	1052.96	1052.96	100.00
C_11	123-12	389.38	389.38	100.00

B.5 RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDROLÓGICO

El Modelamiento Hidrológico de la cuenca del río Madre de Dios se realizó con la ayuda del programa HEC-HMS versión 3.5., este es un programa desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos que permite construir modelos precipitación – escorrentía empleando diferentes métodos de infiltración e hidrogramas unitarios. Este programa, que es de uso libre, permite simular el tránsito de avenidas generado por lluvias y estimar caudales pico. El esquema del modelamiento hidrológico de la cuenca del río Madre de Dios se presenta en la Figura N° B.5.

Los resultados obtenidos del Modelamiento Hidrológico para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años de precipitación, se presentan en la Cuadro N° B.57.

Figura N° B.5. Esquema del Modelo Hidrológico planteado en software HEC HMS v3.5. Fuente, HEC HMS.



Los resultados obtenidos del Modelamiento Hidrológico para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años de precipitación, se presentan en la Cuadro N° B.57.

Cuadro N° B.57. Resultados de simulación en la cuenca del río Madre de Dios usando el programa HEC-HMS versión 3.5. Fuente, Elaboración Propia.

Periodo de Retorno, T (años)	Caudal, Q (m ³ /s)
2	13,881
10	21,621
25	26,482
50	28,386
100	31,265

ANEXO C
HIDRÁULICA

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
ANEXO C HIDRÁULICA	1
C.1 PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE INGRESO	1
C.2 SECCIONES DEL MODELAMIENTO	2
C.3 PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE SALIDA	9
C.4 CÁLCULO DE LAS PROFUNDIDADES DE SOCAVACIÓN	9
C.5 CÁLCULO DE SOBREELEVACIÓN DEL NIVEL EN CURVAS.....	10

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° C.1. Parámetros Hidráulicos usados en el Modelo. Fuente, Elaboración Propia.....	1
Cuadro N° C.2. Parámetros obtenidos del Modelo. Fuente, Elaboración Propia.....	9
Cuadro N° C.3. Profundidades de Socavación. Fuente, Elaboración Propia.....	9

LISTA DE FIGURAS

Figura N° C.1. Esquema del Modelo Hidráulico del río Madre Dios en el tramo de la zona de estudio. Fuente, HEC-RAS.....	1
Figura N° C.2. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+350. Fuente, Elaboración Propia.....	2
Figura N° C.3. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+400. Fuente, Elaboración Propia.....	3
Figura N° C.4. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+450. Fuente, Elaboración Propia.....	4
Figura N° C.5. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+450. Fuente, Elaboración Propia.....	5
Figura N° C.6. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+100. Fuente, Elaboración Propia.....	6
Figura N° C.7. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+150. Fuente, Elaboración Propia.....	7
Figura N° C.8. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+200. Fuente, Elaboración Propia.....	8

ANEXO C HIDRÁULICA

C.1 PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE INGRESO

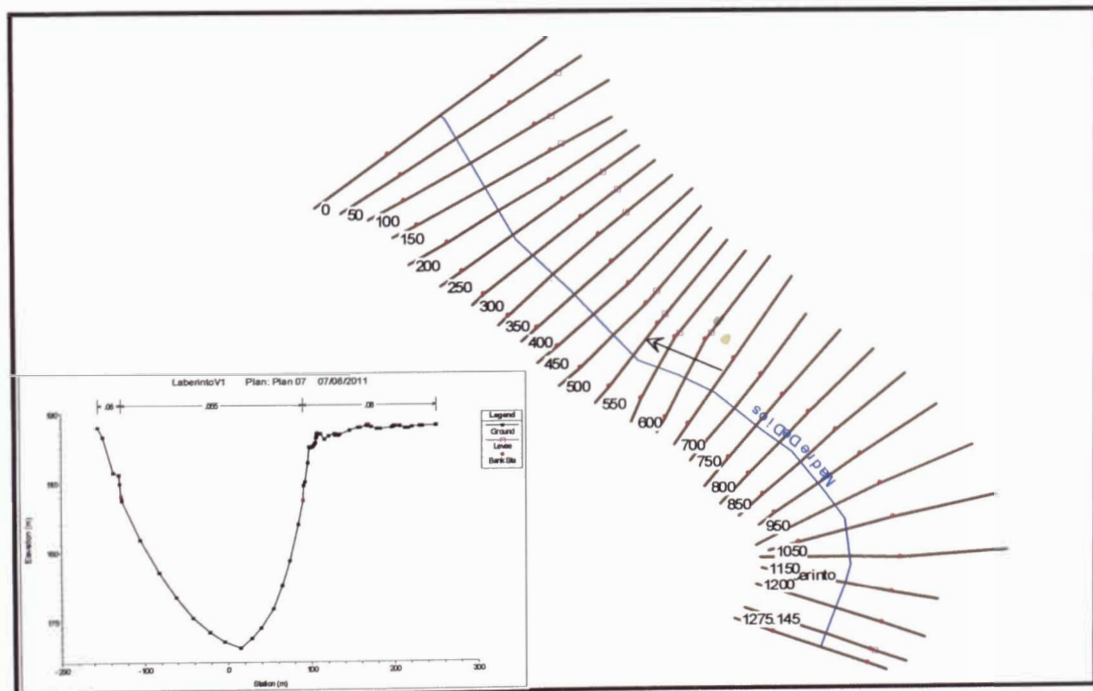
El modelo hidráulico ha sido planteado bajo las siguientes condiciones planteadas en el ítem. 3.5 y contempla los parámetros mostrados en el Cuadro N° C.1.

Cuadro N° C.1. Parámetros Hidráulicos usados en el Modelo. Fuente, Elaboración Propia.

Parámetros		Valor
Caudal	Caudal	6619 m ³ /s
Coeficiente de Rugosidad Manning	cauce principal	n = 0.055
	planicie de inundación	n = 0.08
Condición de Borde Pendiente	Aguas arriba	S= 0.00031
	Aguas abajo	S= 0.000508
Régimen del flujo	Régimen del flujo	Subcrítico

La Modelo Hidráulico visto en planta presentado en la Figura N° C.1, en este se puede observar que el alineamiento avanza en dirección contraria a la corriente ya que el programa requiere que la información sea ingresada en este sentido.

Figura N° C.1. Esquema del Modelo Hidráulico del río Madre Dios en el tramo de la zona de estudio. Fuente, HEC-RAS.



C.2 SECCIONES DEL MODELAMIENTO

Figura N° C.2. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+350. Fuente, Elaboración Propia.

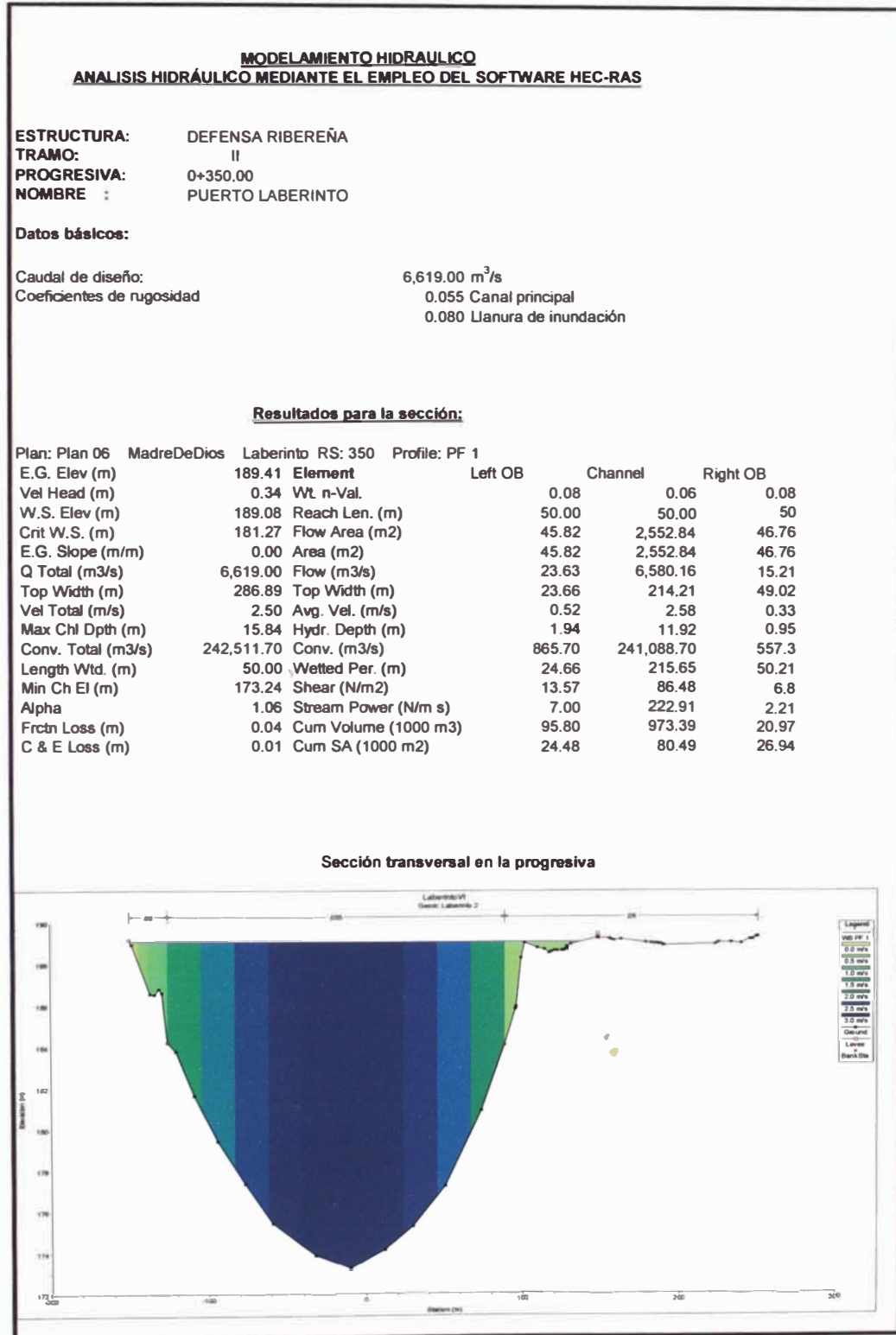


Figura N° C.3. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+400. Fuente, Elaboración Propia.

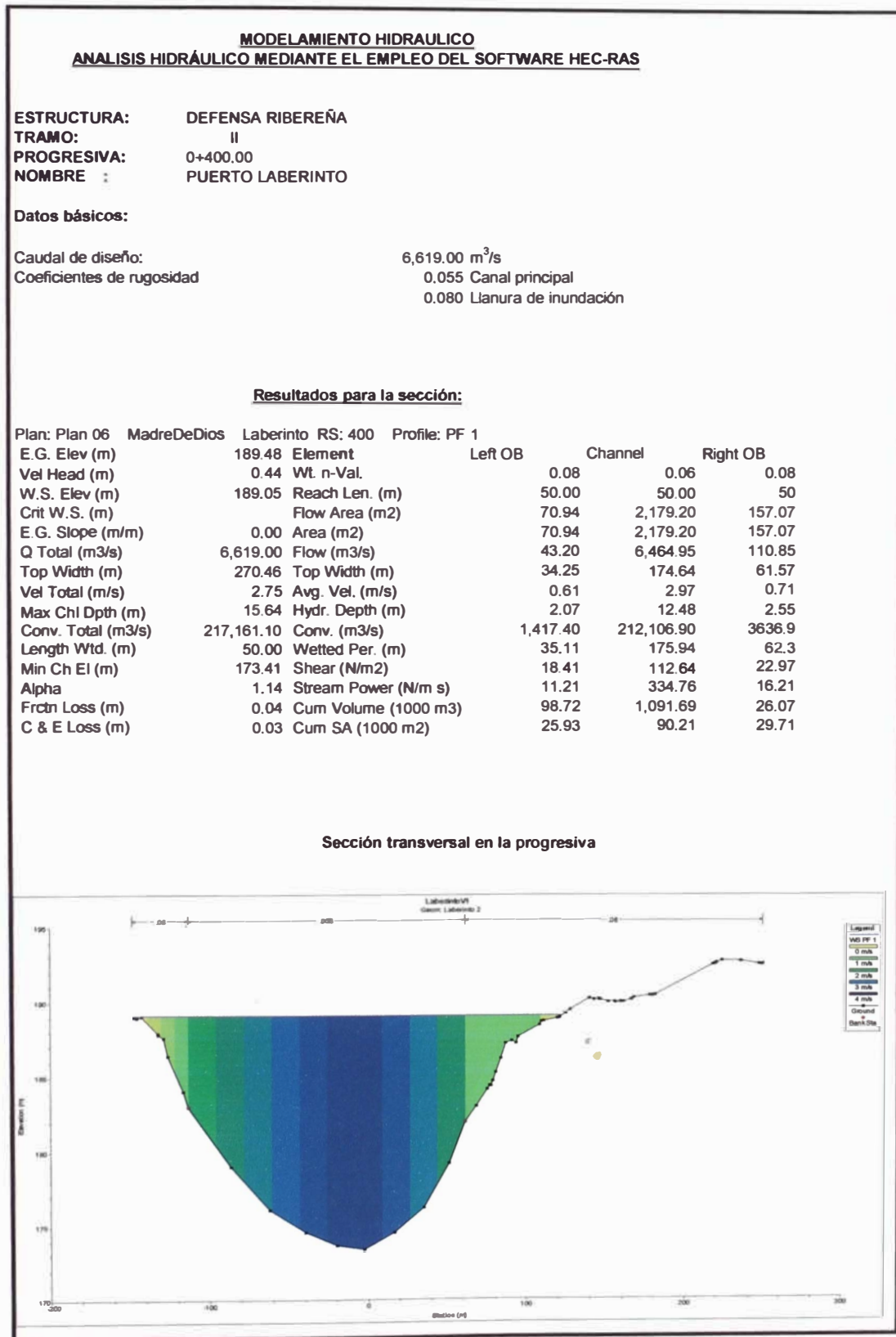


Figura N° C.4. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+450. Fuente, Elaboración Propia.

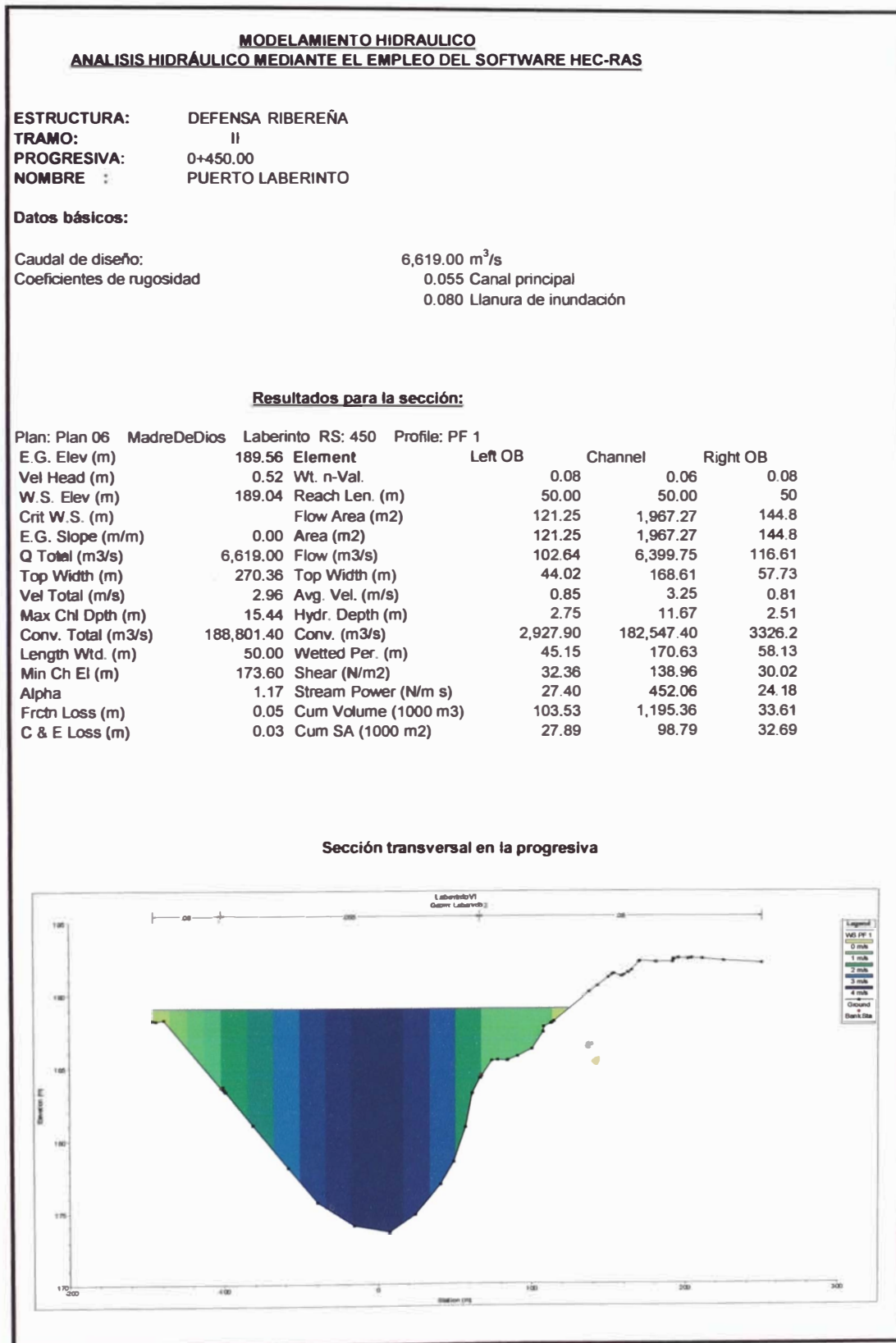


Figura N° C.5. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+450. Fuente, Elaboración Propia.

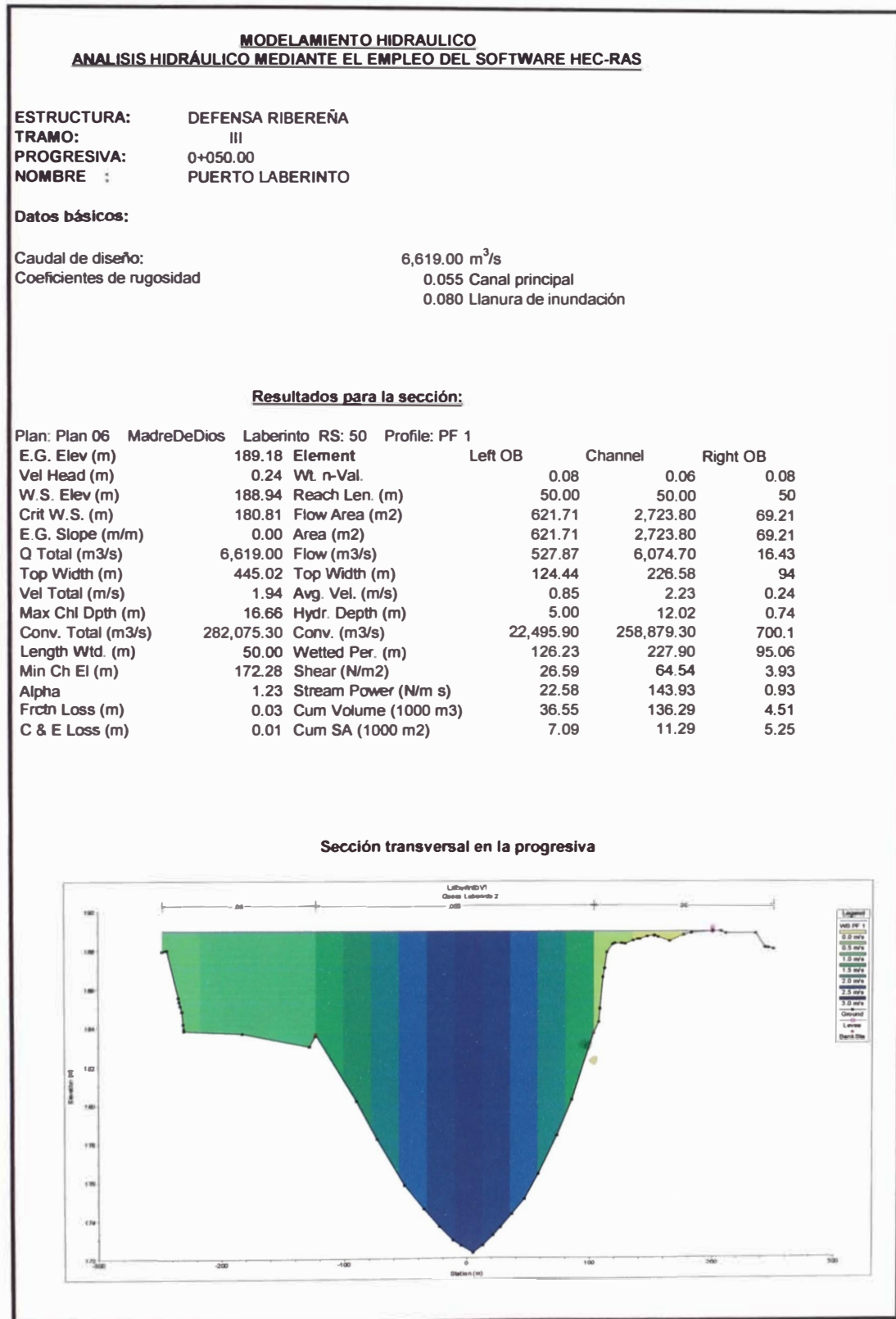


Figura N° C.6. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+100. Fuente, Elaboración Propia.

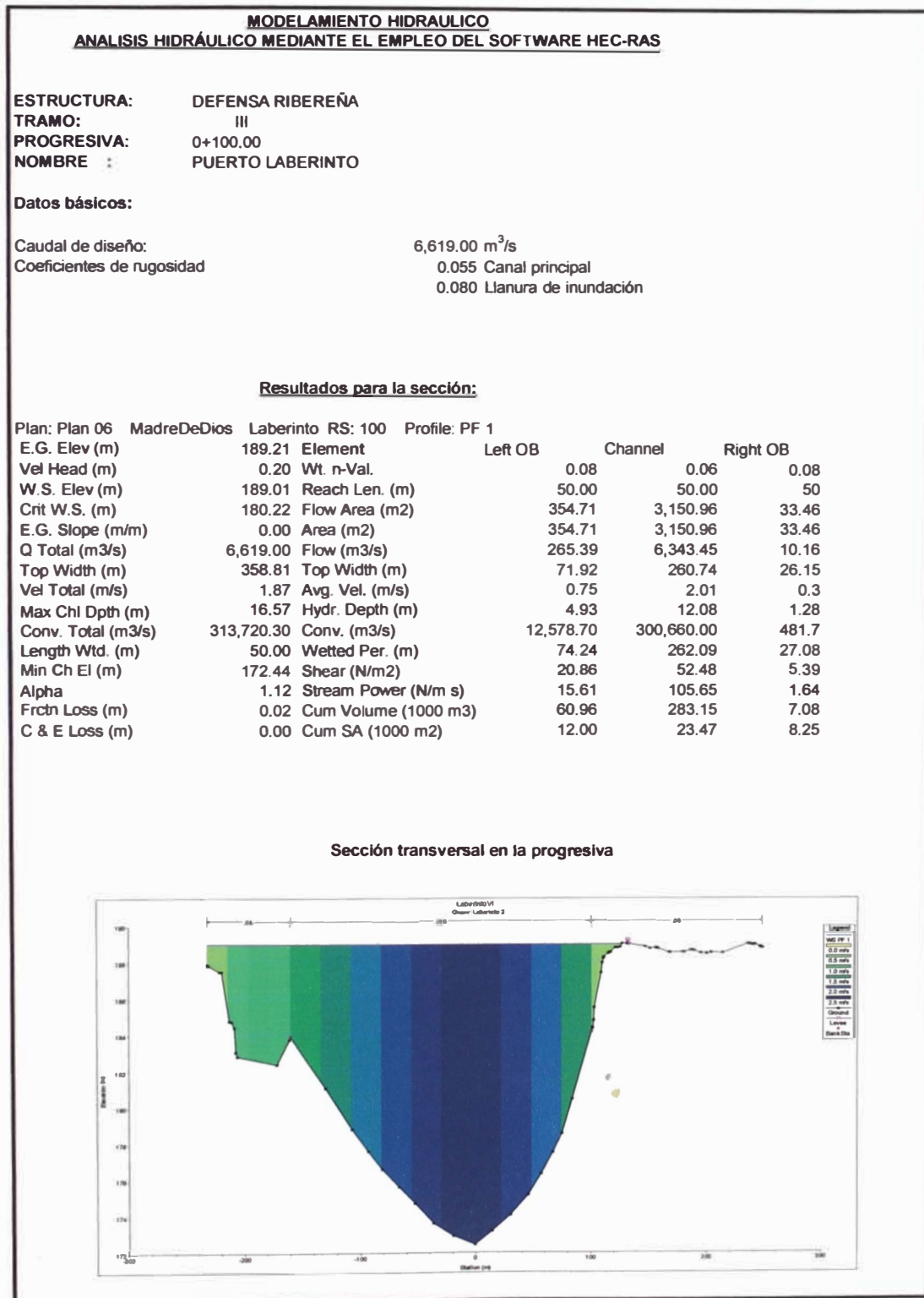


Figura N° C.7. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+150. Fuente, Elaboración Propia.

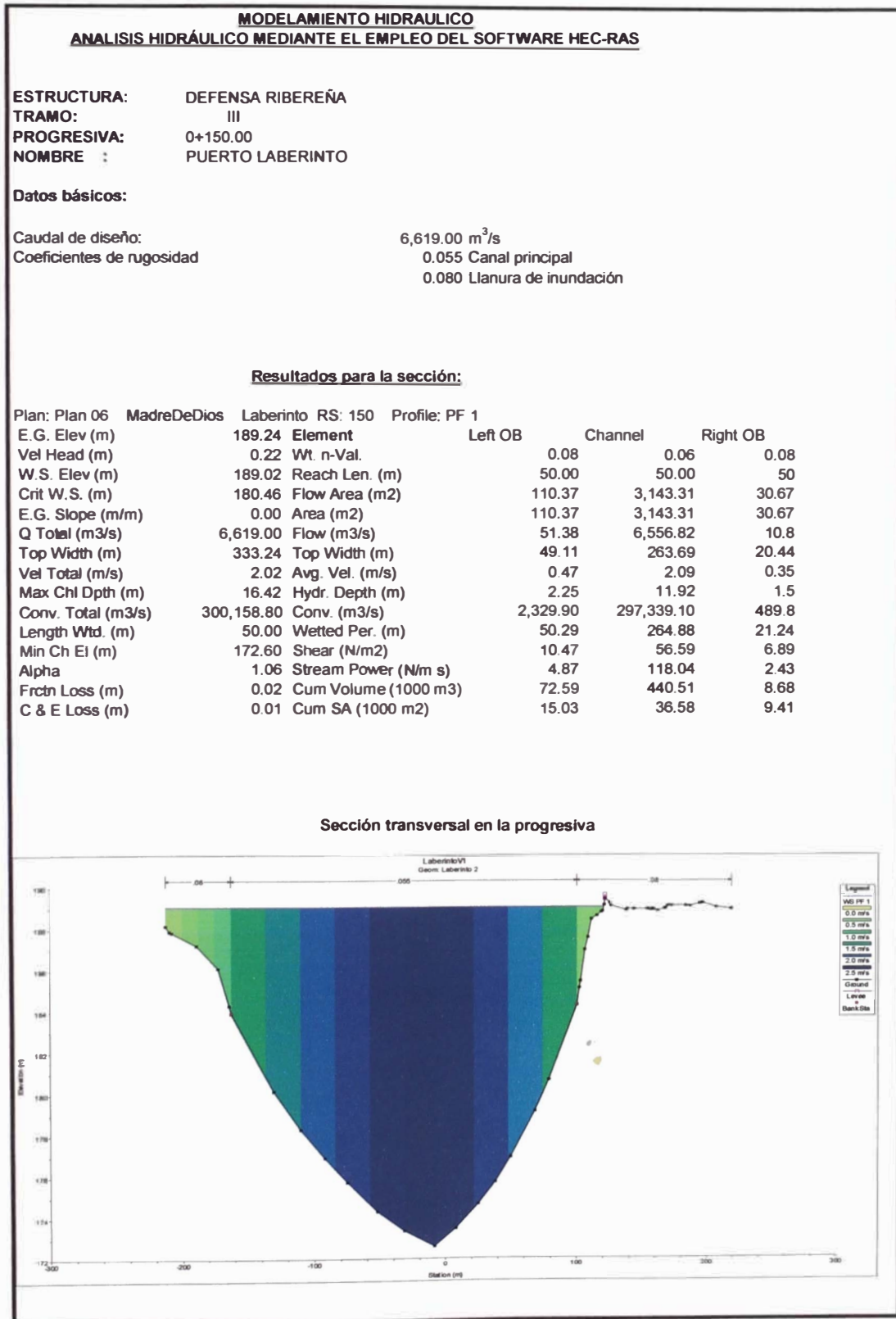
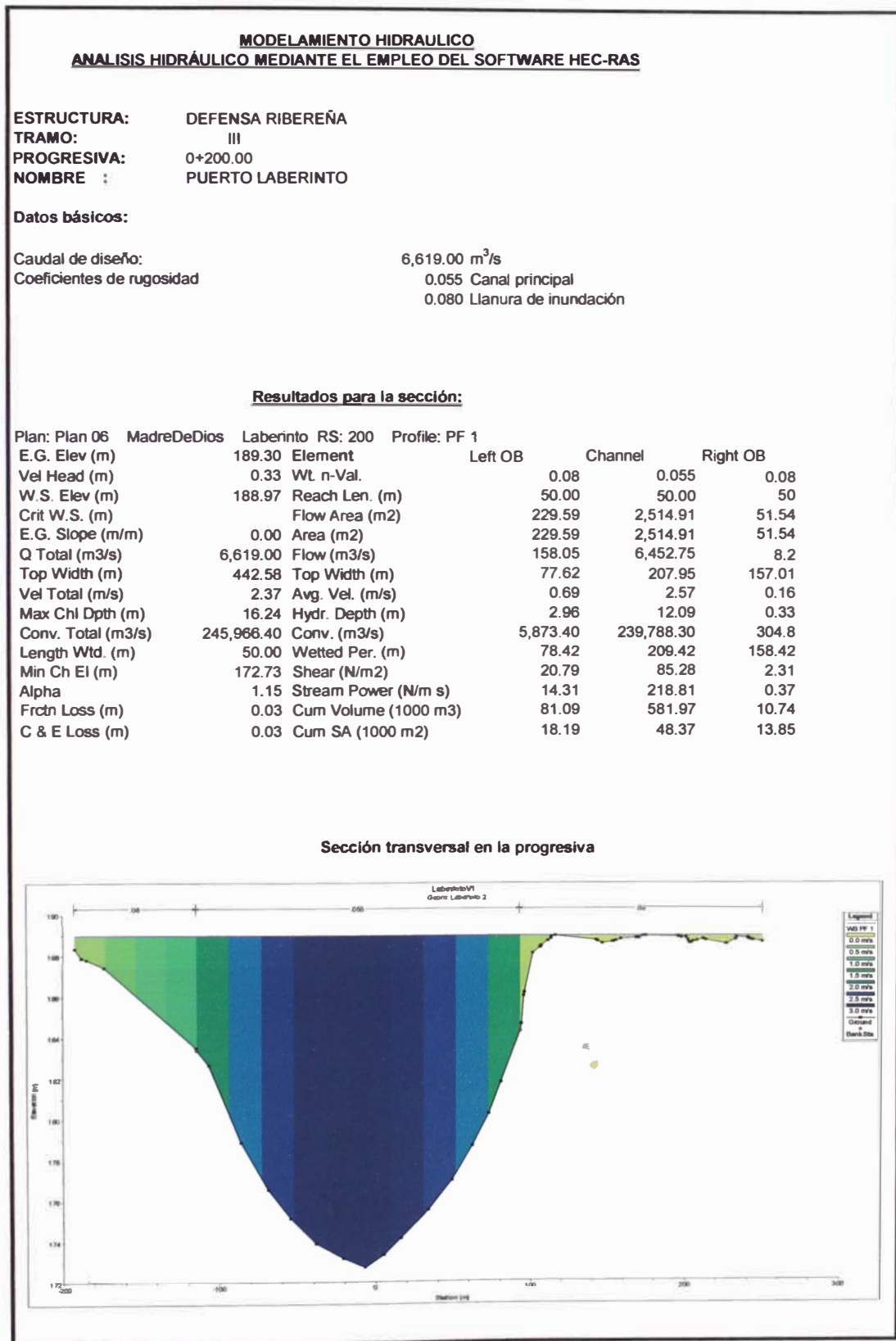


Figura N° C.8. Modelamiento Hidráulico – Progresiva 0+200. Fuente, Elaboración Propia.



C.3 PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE SALIDA

Los resultados del Modelamiento Hidráulico, se presentan en el Cuadro N° C.2, este además presenta la relación que existe entre el alineamiento del río y de cada tramo crítico.

Cuadro N° C.2. Parámetros obtenidos del Modelo. Fuente, Elaboración Propia.

Tramo	Alineamiento		Nivel de Agua (msnm)	Nivel de Fondo (msnm)	Area Hidráulica (m ²)	Perimetro Mojado (m)	Velocidad de Flujo (m/s)	Número de Froude --
	Río Madre de Dios	Tramo Crítico						
	(m)	(m)						
II	0+450	0+050	188.94	173.6	223.32	547.98	2.96	0.21
	0+400	0+080	189.01	173.41	2406.95	277.83	2.75	0.18
	0+350	0+150	189.02	173.24	2645.4	294.56	2.5	0.19
III	0+200	0+030	189.97	172.73	2795.97	453.7	2.37	0.24
	0+150	0+080	189.08	172.6	3824.32	339.54	2.02	0.24
	0+100	0+140	189.05	172.44	3539	368.28	1.87	0.27
	0+050	0+190	188.94	172.28	3414.95	455.069	1.94	0.21

Como se puede apreciar en el Cuadro N° C.2 , los niveles de agua no superan los 190 msnm, asimismo las velocidades se encuentran en un rango de 2 a 3 m/s. En todas las secciones el régimen del flujo es subcrítico.

C.4 CÁLCULO DE LAS PROFUNDIDADES DE SOCAVACIÓN

Con los valores obtenido del modelamiento hidráulico (ver Cuadro N° C.2), se modeló la socavación mediante la expresiones de Listchvan-Levediev y la erosión general transitoria, considerando el tamaño de partícula representativa del lecho del río, valor que se estimó en 0.00015 m. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro N° C.3.

Cuadro N° C.3. Profundidades de Socavación. Fuente, Elaboración Propia.

Tramo	Alineamiento		Método	
	Río Madre de Dios	Tramo Crítico	Listchvan Lebediev	Ecuación General Transitoria
	(m)	(m)	(m)	(m)
II	0+450	0+050	14.4	73.02
	0+400	0+080	10.18	85.16
	0+350	0+150	11.48	87.73
III	0+200	0+030	21.78	78.92
	0+150	0+080	16.3	52.17
	0+100	0+140	18.77	57.47
	0+050	0+190	21.56	34.85

Las profundidades de socavación obtenidas con el método de la erosión general transitoria, no representan la socavación existente de este río, debido a que si

estas se hubieran producido, el talud sobre el cual se apoya el embarcadero de Laberinto hubiera colapsado. La profundidad estimada, para las condiciones hidráulicas modeladas, será de 10.18 m

C.5 CÁLCULO DE SOBREELEVACIÓN DEL NIVEL EN CURVAS

La sobreelevación en desarrollada en los sectores curvos del tramo del río analizado fue determinado mediante las ecuaciones del Vórtice Libre y la Segunda Ley de Newton.

$$E_0 = y_0 + \frac{v_0^2}{2g}$$

$E =$	10.62	m	Energía Especifica en la sección
$y_0 =$	10.00	m	Tirante en la sección
$v_0 =$	3.50	m/s	Velocidad en la sección
$g =$	9.81	m ² /s	Aceleración de la gravedad

$$y = E - \frac{v_z^2}{2g}$$

$y =$	10.07	m	Tirante en la sección
$E =$	10.62	m	Energía especifica
$v_z =$	3.29	m/s	Velocidad
$g =$	9.81	m ² /s	gravedad

$$v_z = \frac{C}{r_0 - r_i} \ln\left(\frac{r_0}{r_i}\right)$$

$v_z =$	3.29	m/s	Velocidad promedio
$C =$	1287.92		Constante de circulación
$r_0 =$	500.00	m	Radio externo
$r_i =$	300.00	m	Radio Interno

$$Q = C \left(E - \frac{C^2}{2gr_0r_i} \right) \ln\left(\frac{r_0}{r_i}\right)$$

$C =$	1,287.92		Constante
$Q =$	6,619.00	m ³ /s	Caudal de diseño
$E =$	10.62	m	Energía Especifica en la sección
$g =$	9.81	m ² /s	Aceleración de la gravedad
$b =$	200.00	m	Ancho de canal
$r =$	400.00	m	Radio de la curva al eje
$r_0 =$	500.00	m	Radio externo
$r_i =$	300.00	m	Radio Interno

$C = 1,287.92$		Constante
$Q = 6,619.00$	m^3/s	Caudal de diseño
$E = 10.62$	m	Energía Especifica en la sección
$g = 9.81$	m^2/s	Aceleración de la gravedad
$b = 200.00$	m	Ancho de canal
$r = 400.00$	m	Radio de la curva al eje
$r_o = 500.00$	m	Radio externo
$r_i = 300.00$	m	Radio Interno

$$\Delta h = \frac{C^2}{2gr_o^2r_i^2} (r_o^2 - r_i^2)$$

VORTICE LIBRE

$\Delta h = 0.60$	m	Sobreelevación
$C = 1,287.92$		Constante
$g = 9.81$	m^2/s	Aceleración de la gravedad
$r_o = 500.00$	m	Radio externo
$r_i = 300.00$	m	Radio Interno

$$\Delta h = \frac{v_z^2 b}{gr_o}$$

SEGUNDA LEY DE NEWTON

$\Delta h = 0.44$	m	Sobreelevación
$v_z = 3.29$	m/s	Velocidad promedio
$b = 200.00$	m	Ancho del Canal
$g = 9.81$	m^2/s	Aceleración de la gravedad
$r_o = 500.00$	m	Radio externo

$$\Delta h = 2.30 \frac{v_z^2}{g} \log\left(\frac{r_o}{r_i}\right)$$

GRASHOF

$\Delta h = 0.56$	m	Sobreelevación
$v_z = 3.29$	m/s	Velocidad promedio
$g = 9.81$	m^2/s	Aceleración de la gravedad
$r_o = 500.00$	m	Radio externo
$r_i = 300.00$	m	Radio Interno

Finalmente se determino que la sobreelevación de diseño es 0.60m, con este valor se diseñaron los tablestacados de madera mencionados en el ítem 5.4.

ANEXO D
GEOLOGÍA

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	iii
ANEXO D GEOLOGÍA.....	1
D.1 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL	1
D.1.1 Geomorfología Regional	1
D.2 ESTRATIGRAFÍA REGIONAL	3
D.2.1 Depósitos Inconsolidados	3
D.2.2 Formación Madre de Dios.....	4
D.3 EVALUACIÓN GEOMORFOLÓGICA LOCAL.....	4
D.3.1 Geomorfología Local.....	4
D.3.2 Litología Local.....	7
D.3.3 Geodinámica externa.....	7

LISTA DE FIGURAS

Figura N° D.1. Cuadrángulo de Laberinto. Fuente IGN.....	3
--	---

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Foto N° D.1. Farallón de arcilla, en dirección aguas abajo.....	5
Foto N° D.2. Farallón de arcilla, se aprecia la estratigrafía del mismo.	5
Foto N° D.3. Playa aguas abajo, cerca al puente de concreto y a la capitania.....	6
Foto N° D.4. Zona III, Malecón, Puerto Rosario de laberinto, se observan los sacos de polipropileno con arena, para disminuir la erosión.	6
Foto N° D.5. Farallón Arcilloso.....	10
Foto N° D.6. En las épocas de mayor avenida los niveles de Inundación sobrepasan los niveles del malecón	10

ANEXO D GEOLOGÍA

D.1 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

D.1.1 Geomorfología Regional

Regionalmente, las unidades geomorfológicas donde se ubica el Proyecto se desarrolla en el Flanco Sub andino y la Cordillera Oriental, quedando más al este la Llanura de Madre de Dios. La región presenta clima tropical, estando cubierta por vegetación. El modelamiento de los terrenos se debe principalmente por la erosión de los ríos y por tectonismo.

Cordillera Oriental: Es la unidad geomorfológico comprende un vasto territorio al este de nuestra patria; está conformada cerros de topografía abrupta , por las laderas y crestas marginales de esta cordillera, que han sido disectadas por ríos y quebradas que descienden formando valles amplios. En el área, está constituida principalmente por rocas sedimentarias y metamórficas. Su altitud varían entre 1,000 y 4,000 msnm.

Flanco Subandino: Es la parte intermedia entre la Cordillera Oriental y la Llanura Amazónica; topográficamente constituye las estribaciones mas orientales de la cordillera, conformando una estrecha faja de colinas de relieve moderado de formas redondeadas.

Los ríos y quebradas conforman abanicos y terrazas altas donde la selección del material es escasa, siendo a partir de allí nuevamente removidos por las lluvias y de los ríos. Este flanco también es conocido como la Pre Cordillera, siendo su basamento rocas de edad mesozoicas, estando estas rocas cubiertas por materiales de origen aluvial, coluvial mayormente.

Terrazas fluviales: Las terrazas han sido formadas por la socavación y erosión del propio cauce por los ríos, esta erosión se refiere a periodos de rejuvenecimiento que modifican el nivel de base del río.

Las terrazas a su vez están vinculadas a los movimientos de la faja de levantamiento de la faja cordillerana, los mismos que han estado aun en el cuaternario.

Valles Fluviales: Se emplazan en la mayor parte del trazo y conforman los cursos inferiores de los ríos, presentan pendientes suaves, con fondo plano

rellenado por depósitos fluviales inconsolidados. Están conformados por gravas, arenas y limos con cantos rodados de formas sub redondeadas a redondeados de composición heterogénea.

Los ríos que forman los principales valles fluviales son el Araza, Nusiniscato, Camanti e Inambari.

Lomadas: Son relieves de topografía ondulada, elevaciones que no sobrepasan los 30 m sobre el nivel de base local, con pendientes de 8 a 15% y cimas amplias y redondeadas formadas a partir de la disección parcial de terrazas y colinas. Se caracterizan por una débil red de drenaje cuyo origen está relacionado con el tipo de material litológico en que se han desarrollado. En conjunto dan una configuración redondeada de contornos suaves, amplias cimas, donde la pendiente es menor de 8 %, aumentando en las laderas donde llega hasta 15 %.

La erosión actual en las lomadas es poco notable, debido a la suave topografía de sus cimas y a la densa cobertura vegetal, constituyendo una de las unidades más estables para planificar proyectos de desarrollo.

Colinas altas: Se caracterizan por presentar una topografía accidentada, con pendientes empinadas (25 - 50 %), cuya altura de sus ondulaciones fluctúan entre los 80 m y 300 m sobre un nivel de base local. Presenta una litología conformada por rocas sedimentarias de variada litología, constituido principalmente por lutitas, areniscas, arcillitas. Se encuentran sometidos básicamente a la acción erosiva (halo y termo clastismo) de los agentes físicos corrosivos de la zona.

Colinas alta: Se caracterizan por presentar una topografía accidentada, con pendientes empinadas (25 - 50 %), cuya altura de sus ondulaciones fluctúan entre los 80 m y 300 m sobre un nivel de base local. Presenta una litología conformada por rocas sedimentarias de variada litología, constituido principalmente por lutitas, areniscas, arcillitas. Se encuentran sometidos básicamente a la acción erosiva (halo y termo clastismo) de los agentes físicos corrosivos de la zona.

Las elevaciones del terreno no sobrepasan los 80 m sobre el nivel de base local, drenaje espaciado, donde la dinámica es poco significativa, debido a la densa cobertura vegetal que la protege, variando sus pendientes desde 15 hasta 25 %.

Litológicamente están representadas por sedimentos continentales terciarios constituidos por lutitas plásticas y areniscas arcillosas de color marrón rojizo, con algunas concreciones calcáreas. En algunos sectores se caracteriza por tener topografía más accidentada que en otras con cimas sub-redondeadas y procesos hidro-erosivos más intensos, donde la acción de las lluvias erosiona gradualmente las laderas, de modo que las zonas depresionadas intercolinosas se van ensanchando, debido a la acumulación del material erosionado y al poco transporte de las corrientes superficiales. En la Figura N° D.1. se aprecia parte del cuadrángulo de Laberinto.



Figura N° D.1. Cuadrángulo de Laberinto. Fuente IGN.

D.2 ESTRATIGRAFÍA REGIONAL

El Cuaternario está representado por depósitos inconsolidados de origen fluvial, coluvial, aluvial, observados a lo largo de la cuenca del río Madre de Dios.

D.2.1 Depósitos Inconsolidados

Estos depósitos tienen amplio desarrollo en el área de estudio. Son principalmente: fluviales, aluviales y coluviales. Los depósitos fluviales y aluviales se encuentran en los valles de los ríos y se extienden hacia el oeste a la llanura o pampa costanera. Están constituidos por cantos rodados, guijarros y gravas con matriz arenosa y arcillo-arenosa. Su espesor o potencia varía de

pocos metros (en la cabecera de los valles) a decenas de metros (en la pampa o llanura).

Los depósitos coluviales se hallan en las pequeñas quebradas, laderas y pie de los taludes. Están compuestos por gravas en matriz arenosa y areno arcillosa.

D.2.2 Formación Madre de Dios

Pertenece al Terciario Superior - Cuaternario (Plioceno - Pleistoceno). Se encuentra sobreyaciendo a los depósitos inconsolidados y se caracteriza por presentar a la base depósitos de conglomerados con clastos de arcillas y líticos, arenas de grano medio, limos y arcillas hacia el tope.

Topográficamente, en estas áreas se han desarrollado relieves suaves, su desarrollo morfotectónico durante el Cenozoico ha dado lugar a la formación de colinas, llanuras aluviales y planicies. Hidrográficamente comprende la sub-cuenca del Río Acre y la Cuenca del Río Madre de Dios, los cuales tienen su origen en los Andes y partes levantadas de la Amazonia. El sistema fluvial actual está relacionado a depósitos recientes los cuales se hallan conformando las terrazas.

D.3 EVALUACIÓN GEOMORFOLÓGICA LOCAL

D.3.1 Geomorfología Local

La zona de estudio se ubica dentro de la unidad geomorfológica denominada Llano Amazónico o Llanura Amazónica, caracterizándose por ser una superficie que está alcanzando la etapa final del ciclo erosivo, donde actúa la fuerza pluvial y fluvial como principales factores erosivos, los que originan fenómenos de inundaciones y derrumbes, comprometiendo los sitios de los poblados y obras civiles. En base al análisis fisiográfico, se han determinado tres geoformas que predominan en el área de estudio, las cuales son el resultado de la interacción de los agentes erosivos y climáticos. Este análisis, ha permitido establecer que en el área estudiada se identifique tres zonas específicas a evaluar, las que se describen a continuación.

Tramo I.- Cerro Colorado

Esta zona conocida como cerro Colorado se encuentra conformado por taludes que han sufrido una fuerte erosión fluvial, observándose en sus orillas

socavamiento debido a que de los meandros al aumentar sus dimensiones generan una permanente acción erosiva facilitada por las características del suelo, que fácilmente cede ante la acción hidrodinámica del río.

También se ha observado que el talud que sirve de base en el reservorio de agua potable, presenta socavación y frente a ella se observa de la misma manera depósitos de material granular.



Foto N° D.1. Farallón de arcilla, en dirección aguas abajo.

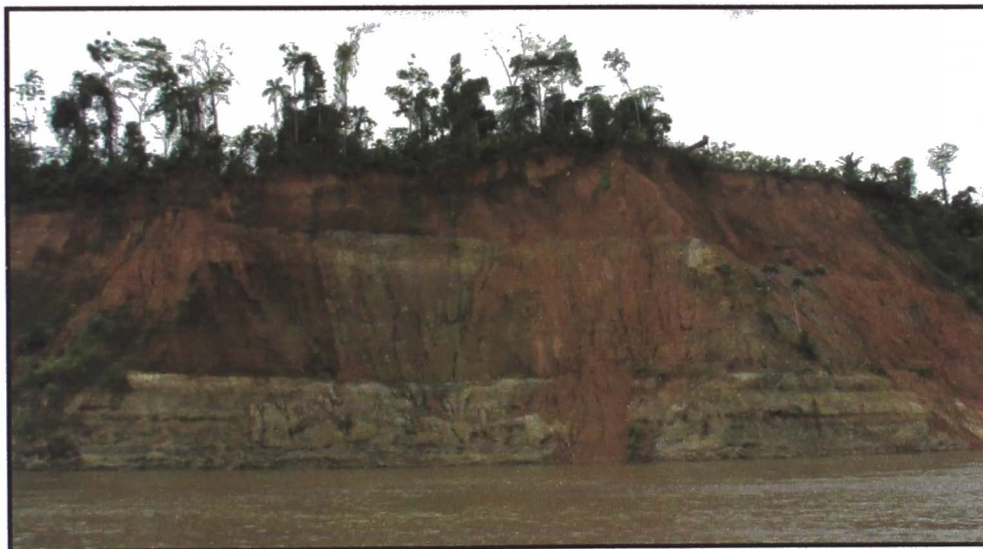


Foto N° D.2. Farallón de arcilla, se aprecia la estratigrafía del mismo.

Tramo II.- La Marina

Esta zona denominada como la marina, están formadas por tierras de topografía casi plana con ligeras microondulaciones y debido a su poca diferencia de nivel con respecto al río, sufren inundaciones durante la época de creciente.



Foto N° D.3. Playa aguas abajo, cerca al puente de concreto y a la capitanía.

Tramo III.- Malecón

En la ribera del río en su margen derecha se encuentra el Malecón que separa las casas de Laberinto y la rivera del río. Acá se observó la disturbación antrópica de la rivera ya que se ha construido una defensa ribereña rústica conformada por sacos de polipropileno rellenos con arena usados para disminuir el riesgo de pérdida del Malecón y de viviendas por la erosión. Esta zona posee una topografía llana con pendientes promedio de 2 a 5% que corresponden a la llanura amazónica.

Por otro lado, el paisaje colinoso que se observa posee pendiente moderada y está formado por colinas constituidas por materiales aluviales como arenas, arcillas y limos.



Foto N° D.4. Zona III, Malecón, Puerto Rosario de laberinto, se observan los sacos de polipropileno con arena, para disminuir la erosión.

D.3.2 Litología Local

Lo conforman depósitos fluviales, aluviales y coluviales. Con el nombre de depósitos fluviales se describe una mezcla de cantos, gravas y arenas en proceso de deposición por los ríos. Ocupan el fondo de los valles y se restringen a fajas alargadas situadas en los márgenes de los ríos.

Los depósitos aluviales lo conforman materiales limos arenosos con clastos angulosos a subangulosos. Los depósitos coluviales dentro los cuales se hallan los suelos residuales lo constituyen las laderas las mismas que se hallan cubiertas por la vegetación. Este análisis, ha permitido realizar la descripción de tres zonas específicas a evaluar, las que se describen a continuación.

Tramo I.- Cerro Colorado

Las características litológicas de los taludes se caracterizan por estar constituidas por materiales aluviales recientes y antiguos, acumulados durante las épocas de mayor aporte del río. El material predominante de los taludes es la arcilla, material que permite que estos taludes se mantengan casi verticales. La parte superior de los taludes posee un color anaranjado esto debido a la presencia de óxido de hierro y la parte inferior de color beige debido a la presencia de mayor porcentaje de arena.

Tramo II.- La Marina

Las características litológicas en la zona de la marina, la conforma una terraza aluvial constituida por depósitos de arenas y materiales finos de color beige. No se ha identificado en esta zona afloramiento alguno de naturaleza ígnea.

Tramo III.- Malecón

El suelo de fundación de esta zona lo conforma un depósito aluvial que se encuentran constituidos por arenas, arcillas, y limos de color marrón claro, con pseudo estratificación horizontal y cruzada, poco consolidada, variando de media húmeda a húmeda.

D.3.3 Geodinámica externa

Los fenómenos más notorios de geodinámica externa son la erosión fluvial del río, la producción de derrumbes de masas de suelo de los taludes.

En esta parte se menciona los procesos de movimiento superficial de terrenos, que actualmente ocurren en diferentes magnitudes, incidiendo en aquellas áreas que son deforestadas ó removidos por actividad minera principalmente.

Por el análisis efectuado se han identificado 2 tipos de procesos según el agente modelador: Uno originado directamente por acción hídrica, como la erosión de riberas, erosión laminar y solifluxión de suelos y otro, referido a la acción gravitacional como deslizamientos y reptación de suelos. En el área en estudio se ha podido identificar los siguientes procesos geodinámica externa.

Socavamiento o Erosión de Riberas

Fenómeno que se manifiesta como erosión fluvial activa y consiste en el retroceso de riberas que son más vulnerables a la acción de las corrientes sobrecargadas de materiales, las cuales socavan las bases de las orillas, facilitando la caída de zonas ribereñas más altas.

Deslizamientos

Procesos que ocurren en laderas con fuertes pendientes donde se dan movimientos en masa por sobre saturación hídrica de materiales superficiales de distinta permeabilidad, favorecidos en algunos casos por fenómenos geotectónicos como fallamientos y hundimientos.

Reptación de suelos

Proceso que se manifiesta por lentos descensos del material superficial, se produce en laderas de lomadas y colinas deforestadas, cuando suelos arcillosos no muy impermeables pero bastante plásticos se sobre saturan y se desprenden por gravedad dejando cicatrices a manera de anfiteatros, hasta encontrar su nivel de equilibrio.

Este fenómeno puede ocasionar deslizamientos mayores si se desforesta masivamente laderas de colinas con fuertes pendientes donde predominan materiales arcillosos muy plásticos.

Erosión laminar

Es un proceso visible de la erosión, especialmente cuando se concentra en surcos; su presencia es implícita en las áreas afectadas por abarrancamientos, desarrollándose también en todas las zonas de pendientes pronunciadas, incluso

en áreas poco inclinados. Su acción está directamente relacionada a la cubierta vegetal que pueda contener el área afectada; a mayor cubierta vegetal es menor la acción erosiva de la lluvia, en la zona en estudio por ser escasa la cubierta vegetal estos procesos son evidentes.

Derrumbes

Es la caída repentina de una porción de suelo o roca por pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante. No presenta planos o superficies definidas de deslizamiento.

Este fenómeno suele estar condicionado por la presencia de discontinuidades o grietas, generalmente ocurren en taludes de fuerte pendiente.

La fuerza de la gravedad; socavamiento del pie de talud inferior, modificación o corte de un talud natural; presencia de zonas de debilidad (fallas, fracturas, etc.); precipitaciones pluviales e infiltración del agua, provocando la presión hidrostática del agua acumulada; movimientos sísmicos; fuertes vientos; sobre uso de explosivos o uso indebido de ellos; resistencia física inadecuada de los materiales.

Asentamiento

Es el descenso o movimiento vertical de una porción de suelo o roca a causa de fenómenos cársticos, depresión de la napa freática, labores mineras o también a fenómenos de licuación de arenas o por una deficiente compactación.

También, asentamientos se pueden producir por disolución de rocas calcáreas, circulación de aguas subterráneas; extracción de aguas subterráneas, petróleo y minerales; extracción o remoción del subsuelo; falta de sustentación en perforaciones mineras; excavación de túneles o cavernas artificiales; cavernas naturales.

Erosión de laderas

Es un término bastante amplio que involucra varios fenómenos que pueden, a mayor detalle, ser articularizados (erosión en zanjas profundas, remoción de escombros de talud, erosión en mantos). En términos generales se entiende por erosión de laderas todos los procesos que ocasionan el desgaste y traslado de los materiales de superficie (suelo o roca) por el continuo ataque de agentes

erosivos tales como, agua de lluvias, escurrimiento superficial, vientos, etc. que tienden a degradar la superficie natural del terreno.

Las laderas desprovistas de cobertura vegetal, depósitos inconsolidados; intensas precipitaciones pluviales; componente vertical y horizontal de la fuerza erosiva de la corriente; erosión difusa y en surcos; pendientes moderadas a fuertes de la ladera. En la Foto N° D.5. se puede apreciar la fuerte pendiente del talud entre 70 a 80°.



Foto N° D.5. Farallón Arcilloso.

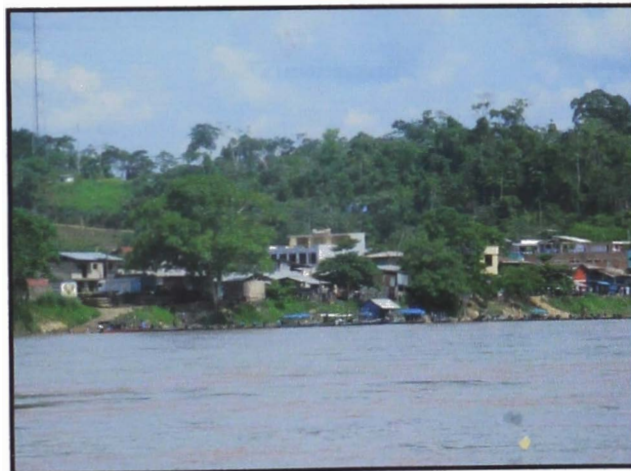


Foto N° D.6. En las épocas de mayor avenida los niveles de Inundación sobrepasan los niveles del malecón

ANEXO E
GEOTÉCNIA

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	iv
ANEXO E GEOTÉCNIA.....	1
E.1 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA	1
E.1.1 Generalidades	1
E.1.2 Ensayos de Laboratorio	1
E.2 ANÁLISIS DE INGENIERÍA	1
E.2.1 Método de Cálculo	1
E.2.2 Criterios de Diseño	3
E.2.3 Condiciones del Proyecto	3
E.2.4 Condiciones del Análisis de Estabilidad	3
E.3 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.....	4
E.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES.....	6
E.4.1 Sección Tipo I – (Tramo III - Malecón)	6
E.4.2 Sección Tipo II – (Tramo II - La Marina).....	11
E.1.1 Sección Tipo III – (Tramo I - Cerro Colorado)	15

LISTA DE FIGURAS

Figura N° E.1. Análisis estático del talud considerando la acción de la presión de poros. Fuente, SLIDE.....	6
Figura N° E.2. Análisis pseudo - estático del talud considerando la acción de la presión de poros. Fuente, SLIDE.....	7
Figura N° E.3. Análisis estático del talud considerando la acción de la presión de poros (talud 2.5H:1V). Fuente, SLIDE.....	8
Figura N° E.4. Figura N° E-1 Análisis pseudo- estático del talud considerando la acción de la presión de poros (talud 2.5H: 1V). Fuente, SLIDE.....	8
Figura N° E.5. Análisis estático del talud incluyendo geobolsas y considerando la acción de la presión de poros (talud 2.5H:1V). Fuente, SLIDE.....	9
Figura N° E.6. Análisis pseudo- estático del talud incluyendo geobolsas y considerando la acción de la presión de poros (talud 2.5H:1V). Fuente, SLIDE.....	9
Figura N° E.7. Análisis estático del talud incluyendo geobolsas, bajo condiciones de talud completamente sumergidos (talud 2.5H:1V inundado). Fuente, SLIDE.....	10
Figura N° E.8. Análisis pseudo- estático del talud incluyendo geobolsas, talud completamente sumergidos (talud 2.5H:1V inundado). Fuente, SLIDE.....	10
Figura N° E.9. Análisis estático de estabilidad del talud y considerando la acción de la presión de poros (talud natural). Fuente, SLIDE.....	11
Figura N° E.10. Análisis pseudo- estático del talud y considerando la acción de la presión de poros (talud natural). Fuente, SLIDE.....	12
Figura N° E.11. Análisis estático del talud incluyendo el uso de geobolsas y considerando la acción de la presión de poros (talud natural). Fuente, SLIDE.....	12
Figura N° E.12. Análisis pseudo - estático del talud incluyendo el uso de geobolsas y considerando la acción de la presión de poros (talud natural). Fuente, SLIDE.....	13
Figura N° E.13. Análisis estático del talud con geobolsas, bajo condiciones de talud completamente sumergidos (talud natural inundado). Fuente, SLIDE.....	14

Figura N° E.14. Análisis pseudo- estático del talud incluyendo geobolsas, bajo condiciones de talud completamente sumergidos (talud natural inundado). Fuente, SLIDE.	14
Figura N° E.15. Análisis estático del talud considerando una $C= 45\text{Kpa}$ y la acción de la presión de poros. Fuente, SLIDE.	15
Figura N° E.16. Análisis pseudo- estático del talud considerando una $C= 45\text{Kpa}$ y la acción de la presión de poros. Fuente, SLIDE.	16
Figura N° E.17. Análisis estático del talud incluyendo geobolsas, considerando una $C= 45\text{Kpa}$ y la acción de la presión de poros. Fuente, SLIDE.....	16
Figura N° E.18. Análisis pseudo- estático del talud incluyendo geobolsas, considerando una $C= 45\text{Kpa}$ y la acción de la presión de poros. Fuente, SLIDE.....	17

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Foto N° E.1. Zona a proteger (TRAMO III – Sección I - Malecón).....	5
Foto N° E.2. Zona a proteger (TRAMO II – Sección II - La Marina).....	5
Foto N° E.3. Zona a proteger (TRAMO I – Sección III - Cerro Colorado).....	5

ANEXO E GEOTÉCNIA

E.1 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

E.1.1 Generalidades

Para el análisis de estabilidad de taludes de la zona de estudio, se ha recopilado la información del estudio geotécnico desarrollado por especialistas del PEMD, dentro de un programa de exploración de campo, consistente en la excavación de calicatas y/o trincheras, que han sido distribuidos adecuadamente en toda la extensión del terreno, y la extracción de muestras de suelos para su respectivo análisis de laboratorio.

E.1.2 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio de las muestras de suelos extraídas, fueron realizados en el Laboratorio Geotécnico de la zona. Los ensayos estándar y especiales fueron realizados con la finalidad de identificar y clasificar las muestras de suelo siguiendo los criterios del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y obtener sus parámetros de resistencia cortante.

E.2 ANÁLISIS DE INGENIERÍA

E.2.1 Método de Cálculo

Para el análisis de estabilidad de los taludes de la zona de estudio se tomaron en cuenta los siguientes factores: geometría del talud, parámetros geotécnicos, cargas dinámicas por acción de los sismos, condiciones de flujo de agua, entre otros. Aunque no todos estos factores se pueden cuantificar en un modelo matemático; el factor de seguridad calculado asumiendo superficies probables de falla, permite tener una idea del comportamiento real del talud.

En el análisis de estabilidad de taludes se utilizó el método de equilibrio límite, que se basa en evaluar la resistencia al deslizamiento de un talud, tomando en cuenta ciertas hipótesis en relación al mecanismo de falla, condiciones de equilibrio, nivel freático, resistencia cortante, etc. El método de equilibrio límite supone que en el caso de una superficie de falla las fuerzas actuantes y resistentes son iguales a lo largo de la superficie de falla, esta condición equivale a un factor de seguridad de 1.0; sin embargo, existen valores de factores de seguridad mínimos para considerar que un talud es estable, los cuales varían

según las condiciones de análisis. Según el US Army Corps of Engineers los factores de seguridad mínimos requeridos.

La evaluación pseudo-estática tiene limitaciones. Las estructuras de tierra y taludes se comportan como cuerpos deformables y su respuesta a la excitación sísmica depende de los materiales de la estructura, de la geometría, de la naturaleza del movimiento, etc., como se evidenció en ensayos a escala natural y en las observaciones de la respuesta durante los sismos pasados. Otro inconveniente es que las fuerzas de inercia horizontales no actúan permanentemente en una dirección, por el contrario, fluctúan tanto en magnitud como en dirección. En consecuencia, si el factor de seguridad toma valores menores que la unidad, no necesariamente el talud sufrirá una súbita inestabilidad, pudiendo simplemente sufrir algunas deformaciones de tipo permanente.

El programa SLIDE utilizado en el presente estudio es un programa de estabilidad de taludes en dos dimensiones para la evaluación del factor de seguridad o probabilidad de falla, de superficies de falla circulares o no circulares en taludes de suelo o roca. Pueden ser modeladas cargas externas, aguas freáticas y refuerzos en una variedad de maneras. Los análisis pueden realizarse con parámetros determinísticos o probabilísticos.

El análisis para calcular el factor de seguridad se lleva a cabo bi-dimensionalmente usando el concepto de equilibrio límite y empleando el método de Spencer para el caso de falla circular y bloque. El programa puede ser usado para buscar la superficie potencial de falla más crítica o el factor de seguridad puede ser determinado para una superficie específica de falla. El programa SLIDE está programado para manipular:

- Métodos de búsqueda para la superficie crítica, para superficies de falla circulares y no circulares
- Materiales múltiples; materiales anisotrópicos, Mohr-Coulomb no lineales.
- Análisis Probabilístico – calcula probabilidad de falla, índice de confiabilidad.
- Análisis Sensitivo.

- Nivel freático – superficies piezométricas, factores R_u , mallas de presión de poros, análisis con elementos finitos del nivel freático, factor B_{bar} (exceso de presión de poros).
- Grietas de tensión (seca o llena con agua)
- Cargas externas – lineales, distribuidas o sísmicas.
- Refuerzos – Uñas de suelos, cuerdas de anclaje, geotextiles, pilotes. Zonas de resistencia infinita (exclusión de superficies de falla).
- Análisis regresivo de fuerza de refuerzo requerida para un factor de seguridad dado.
- Vista de cualquiera o todas las superficies de falla por búsqueda.
- Pueden imprimirse resultados de análisis detallados para superficies de falla individuales.

E.2.2 Criterios de Diseño

Los factores de seguridad mínimos requeridos para considerar un talud estable, valores que son sugeridos por el US Army Corps of Engineers (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos). Estos factores de seguridad pueden servir como criterios de diseño para la evaluación del comportamiento estático y pseudo-estático del talud del presente estudio.

E.2.3 Condiciones del Proyecto

Para llevar a efecto el análisis de estabilidad se consideraron las siguientes condiciones del proyecto:

- La configuración actual de los taludes fue obtenida de la información topográfica, sobre las cuales se han elaborado los perfiles estratigráficos correspondientes..
- Se han analizados 7 secciones representativas de los taludes en condiciones actuales y con su alternativa de solución, como también 3 secciones consideradas como críticas con la finalidad de realizar la evaluación integral del área del proyecto.

E.2.4 Condiciones del Análisis de Estabilidad

Se tomaron en cuenta las siguientes condiciones para el análisis de estabilidad:

- Se considera que las propiedades de los materiales que conforman el perfil del talud son homogéneas e isotrópicas y que el colapso se produciría como resultado de fallas simultáneas a lo largo de la superficie de deslizamiento. Cada material tiene sus propiedades y características físicas y mecánicas que fueron determinadas en la exploración geotécnica.
- Se considera tipos de fallas de superficie circular como mecanismos de falla de los taludes investigados. El método de análisis de falla circular adoptado es el de Spencer, este método se encuentra implementados en el programa de cómputo utilizado.
- El análisis es aproximado a un estado de deformación plana, esto es, análisis bidimensional. Para el caso analizado las condiciones in-situ reflejan aproximadamente este estado.
- Se ha tratado de asumir las condiciones reales de campo, es decir, se incluyen el efecto gravitatorio de los diferentes materiales, el efecto dinámico de los sismos y la influencia del nivel freático. No se consideran ni el efecto del tiempo ni de la meteorización de los materiales.

E.3 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Los datos recibidos para el predimensionamiento de la alternativa de protección del talud, contra la erosión originada en la zona, fueron los siguientes:

Angulo de fricción interna del suelo	: $\phi = 14^\circ$
Cohesión	: C=90 KPa
Peso volumétrico	: 18 kN/m ³

(*) La cohesión estimada para el análisis de los tramos I y II (La Marina y Malecón) fue de C = 23Kpa y para el Tramo III de C= 45Kpa. Estos valores han sido estimados considerando la situación más conservadora a las que serán sometidos los taludes, teniendo en cuenta la perdida de cohesión por intermedio de los factores externos (filtración de agua originadas por el rio madre de Dios, precipitaciones, saturación del talud y la liberación del la presión de poros) que afectan con el tiempo las condiciones actuales del talud.

Adicionalmente se ha considerado para la evaluación, las fotos y la topografía de los tramos.



Foto N° E.1. Zona a proteger (TRAMO III – Sección I - Malecón).



Foto N° E.2. Zona a proteger (TRAMO II – Sección II - La Marina).

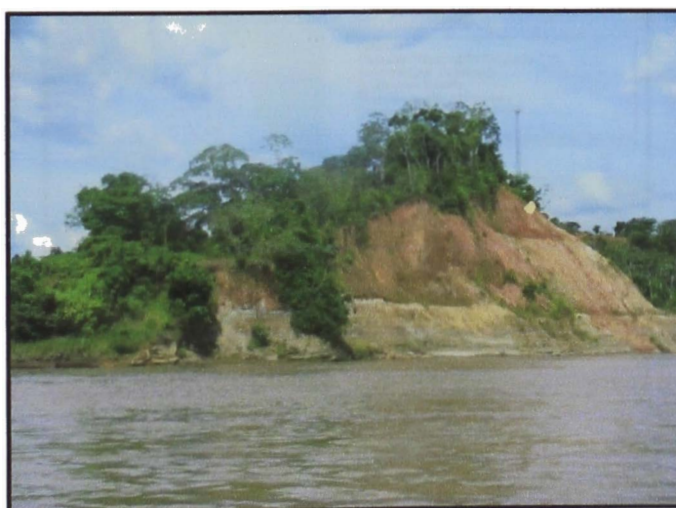


Foto N° E.3. Zona a proteger (TRAMO I – Sección III - Cerro Colorado).

E.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

El presente análisis se ha realizado tomando en consideración, el comportamiento de los taludes en condiciones totalmente sumergidas (saturación del talud) y parcialmente sumergidas con la acción de la presión de poros sobre el talud (condición crítica, la cual se presenta debido al descenso del nivel de agua después de una avenida extrema).

Para el análisis de los distintos tramos se ha tomado en consideración tres tipos de secciones representativas, cada una de ellas para los tramos en estudio.

E.4.1 Sección Tipo I – (Tramo III - Malecón)

ESTADO ACTUAL (TALUD SIN PROTECCIÓN): El presente análisis se considerara la presión de poros actuando en el talud natural (situación más crítica a la que es sometida el talud, la cual se presenta cuando ocurre un descenso del nivel de agua). El talud presenta una inclinación natural de aproximadamente 25° (2H:1V).

Análisis Estático: Tras haber realizado el análisis estático, se obtuvo un valor por encima de 1.5, factor de seguridad mínimo requerido para garantizar la estabilidad del talud evaluado.

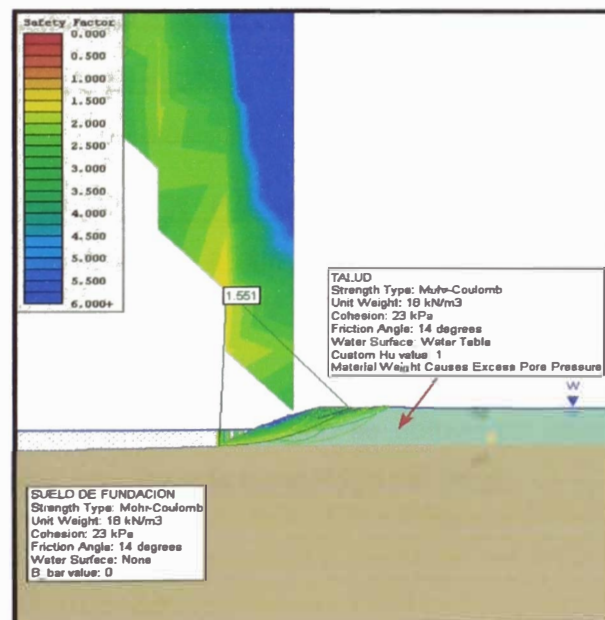


Figura N° E.1. Análisis estático del talud considerando la acción de la presión de poros. Fuente, SLIDE.

Análisis Pseudo-Estático: Considerando la norma de diseño sismo resistente E030, la zona de evaluación corresponde a un factor de zona de 0.30, el cual nos da una aceleración sísmica para la evaluación de 0.15.

Tras haber realizado un análisis pseudo-estático y observar que el valor obtenido se encuentra por debajo de 1.1, factor de seguridad mínimo requerido para garantizar la estabilidad del talud bajo la acción de un efecto sísmico, se puede decir entonces que el talud es inestable bajo estas condiciones.

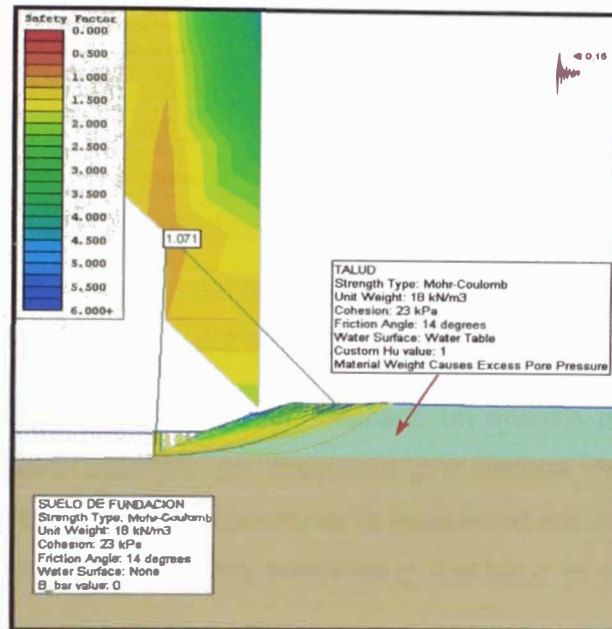


Figura N° E.2. Análisis pseudo - estático del talud considerando la acción de la presión de poros. Fuente, SLIDE.

ALTERNATIVA (TALUD SIN PROTECCIÓN): Debido a que el sistema se muestra inestable se procedió a buscar la estabilidad del mismo, perfilando el talud. Perfilando el talud en 2.5H: 1V y con la presión de poros actuando sobre él, se tendrá:

Análisis Estático: Del análisis realizado se obtuvieron valores por encima del requerido para poder garantizar la estabilidad del talud.

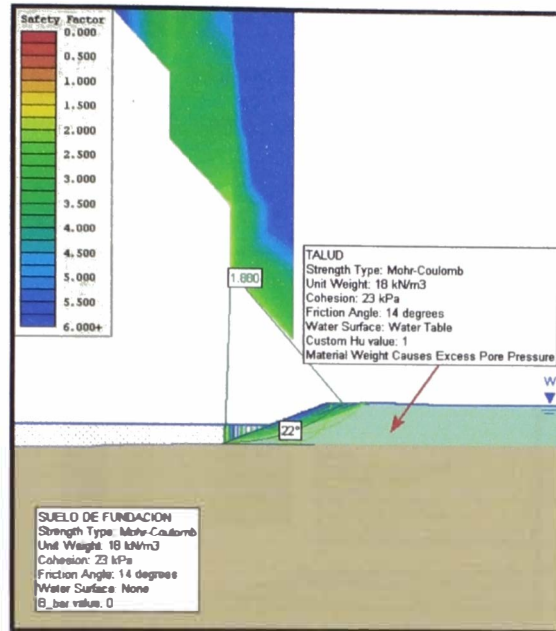


Figura N° E.3. Análisis estático del talud considerando la acción de la presión de poros (talud 2.5H:1V). Fuente, SLIDE.

Análisis Pseudo-Estática: Tras haber realizado un análisis pseudo- estático y observar que el valor obtenido se encuentra por encima de 1.1, factor de seguridad mínimo requerido para garantizar la estabilidad del talud bajo la acción de un efecto sísmico, se puede decir entonces que el talud es estable bajo estas condiciones.

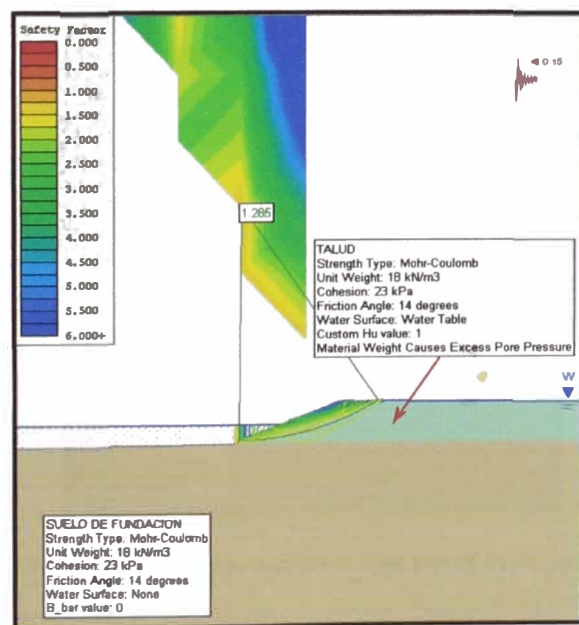


Figura N° E.4. Figura N° E-1 Análisis pseudo- estático del talud considerando la acción de la presión de poros (talud 2.5H: 1V). Fuente, SLIDE.

ALTERNATIVA: (TALUD CON PROTECCIÓN): Analizando el corte del talud con 2.5H: 1V, perfil en el cual el talud es estable, e incluyendo la protección de la geobolsas y bajo las mismas condiciones, se obtuvo lo siguiente:

Análisis estático:

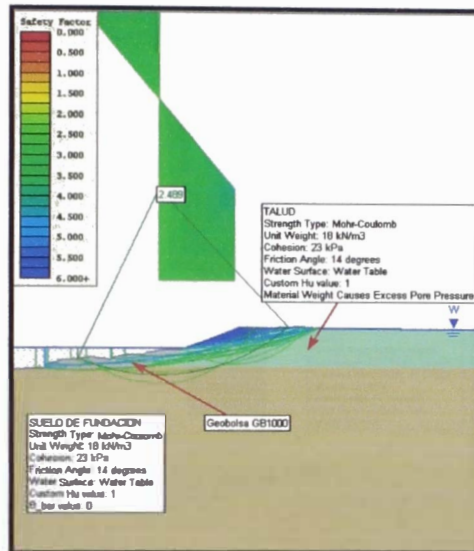


Figura N° E.5. Análisis estático del talud incluyendo geobolsas y considerando la acción de la presión de poros (talud 2.5H:1V). Fuente, SLIDE.

Análisis Pseudo-Estático:

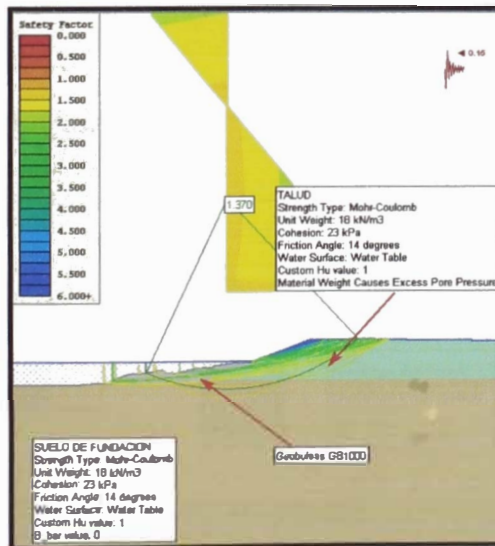


Figura N° E.6. Análisis pseudo- estático del talud incluyendo geobolsas y considerando la acción de la presión de poros (talud 2.5H:1V). Fuente, SLIDE.

Se observa tanto en el análisis estático como pseudo estático (Figura N° E.5 y Figura N° E.6) una mayor estabilidad debido a que las geobolsas ayudan a

disipar las líneas de falla que son proyectadas desde el talud, debido al peso que transmiten, contrarrestando los efectos de las líneas falla. Así también se procedió a realizar el análisis en condiciones en que el talud se encuentra totalmente sumergido, con el talud saturado e incluyendo las geobolsas como parte de la solución.

Análisis Estático:

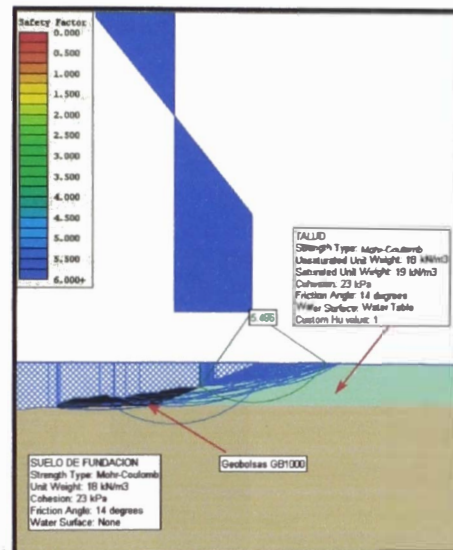


Figura N° E.7. Análisis estático del talud incluyendo geobolsas, bajo condiciones de talud completamente sumergidos (talud 2.5H:1V inundado). Fuente, SLIDE.

Análisis Pseudo-Estático:

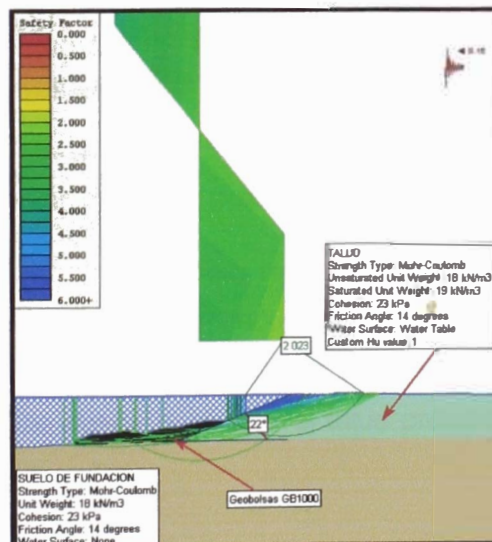


Figura N° E.8. Análisis pseudo-estático del talud incluyendo geobolsas, talud completamente sumergidos (talud 2.5H:1V inundado). Fuente, SLIDE.

E.4.2 Sección Tipo II – (Tramo II - La Marina).

En este análisis, solo se considero el tramo “La Marina” debido a que el tramo “Malecón” fue anteriormente analizado e incluido en la Sección Tipo I.

ESTADO ACTUAL (TALUD SIN PROTECCIÓN): _análisis considerando la presión de poros actuando sobre el talud natural (situación más crítica a la que es sometida el talud, la cual se presenta cuando ocurre un descenso del nivel de agua). El talud natural presenta una inclinación de aproximadamente 14°.

Análisis Estático: Tras haber realizado el análisis estático, se obtuvo un valor por encima de 1.5, factor de seguridad mínimo requerido para garantizar la estabilidad del talud evaluado.

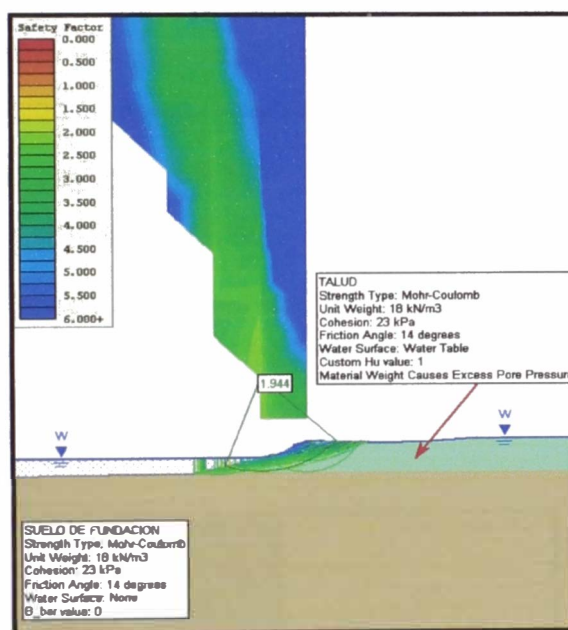


Figura N° E.9. Análisis estático de estabilidad del talud y considerando la acción de la presión de poros (talud natural). Fuente, SLIDE.

Análisis Pseudo-Estático: Tras haber realizado un análisis pseudo- estático y observar que el valor obtenido se encuentra por encima de 1.1, factor de seguridad mínimo requerido para garantizar la estabilidad del talud bajo la acción de un efecto sísmico, se puede decir que el talud presenta estabilidad en estas condiciones.

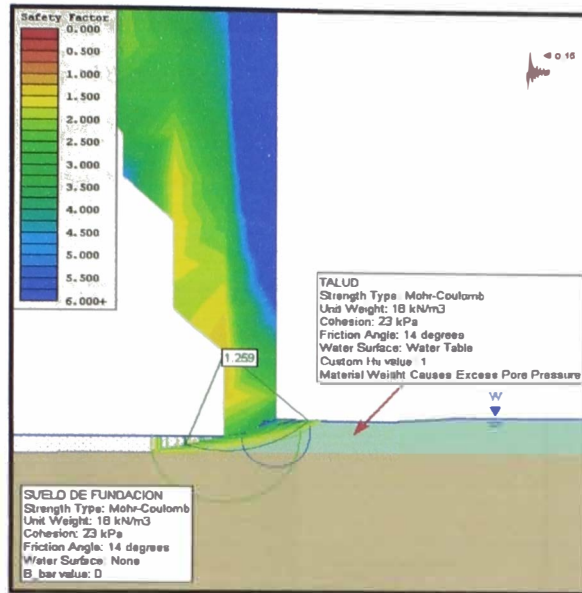


Figura N° E.10. Análisis pseudo- estático del talud y considerando la acción de la presión de poros (talud natural). Fuente, SLIDE.

ALTERNATIVA (TALUD CON PROTECCIÓN): Incluyendo la protección de las geobolsas y bajo las mismas condiciones, se observo los siguientes resultados.

Análisis estático: Luego de haber realizado el análisis estático al talud, se obtuvo un valor por encima de 1.5, factor de seguridad mínimo requerido para garantizar la estabilidad del talud evaluado, así también pudo observarse que la línea de falla es del tipo superficial.

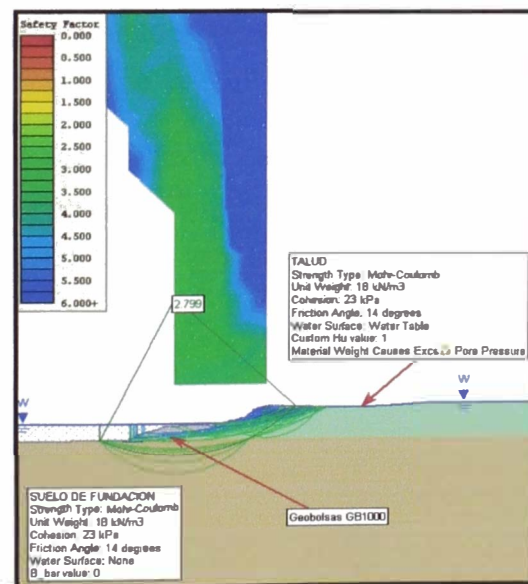


Figura N° E.11. Análisis estático del talud incluyendo el uso de geobolsas y considerando la acción de la presión de poros (talud natural). Fuente, SLIDE.

Análisis Pseudo-Estático: Tras haber realizado un análisis pseudo-estático y observar que el valor obtenido se encuentra por encima de 1.1, factor de seguridad mínimo requerido para garantizar la estabilidad del talud bajo la acción de un efecto sísmico, se puede decir que el talud presenta estabilidad en estas condiciones.

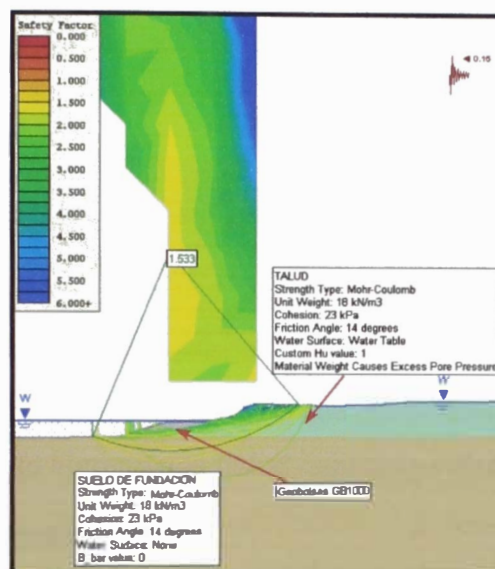


Figura N° E.12. Análisis pseudo - estático del talud incluyendo el uso de geobolsas y considerando la acción de la presión de poros (talud natural).

Fuente, SLIDE.

Así también se procedió a realizar el análisis e condiciones en que el talud se encuentra totalmente sumergido, saturado e incluyendo las geobolsas como parte de la solución.

Análisis Estático: Luego de haber realizado el análisis estático al talud, se obtuvo un valor por encima de 1.5, factor de seguridad mínimo requerido para garantizar la estabilidad del talud evaluado.

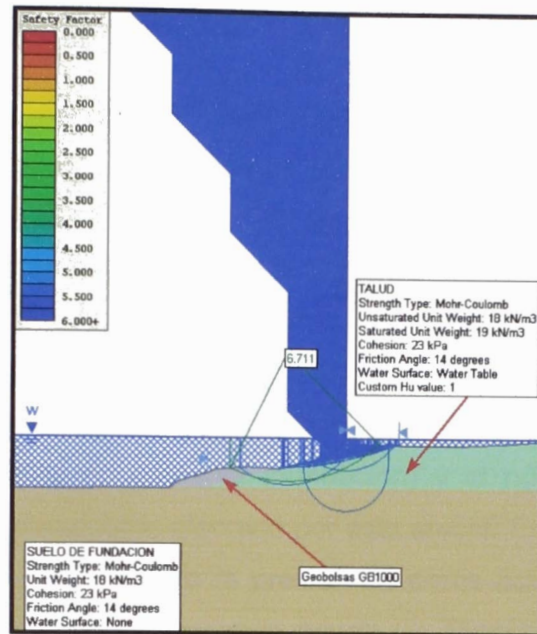


Figura N° E.13. Análisis estático del talud con geobolsas, bajo condiciones de talud completamente sumergidos (talud natural inundado). Fuente, SLIDE.

Análisis Pseudo- Estático:

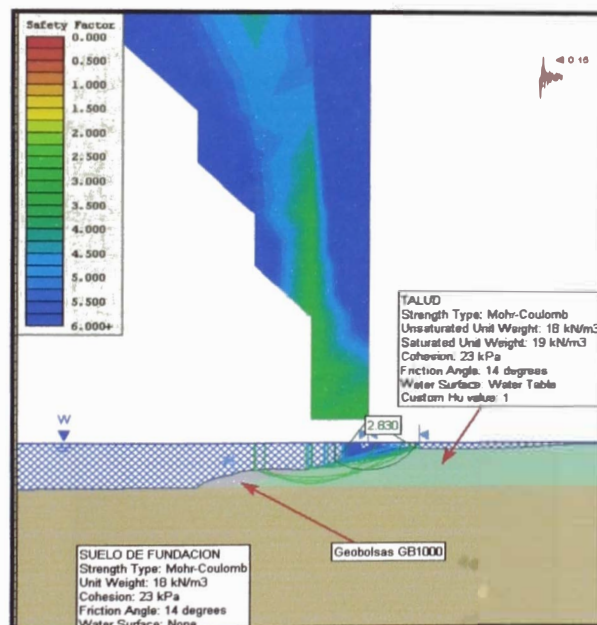


Figura N° E.14. Análisis pseudo- estático del talud incluyendo geobolsas, bajo condiciones de talud completamente sumergidos (talud natural inundado).

Fuente, SLIDE.

Como puede apreciarse en el Figura N° E.13 y Figura N° E.14 el talud resulta estable considerándolo totalmente sumergido.

E.1.1 Sección Tipo III – (Tramo I - Cerro Colorado)

ESTADO ACTUAL (TALUD SIN PROTECCIÓN): El análisis de esta sección se estimó una cohesión de 45Kpa, valor menor al proporcionado como dato ($C=90\text{Kpa}$), pues se considera la pérdida de la cohesión en un tiempo estimado debido a factores externos (filtración de agua originadas por el río madre de Dios, precipitaciones, saturación del talud y la liberación de la presión de poros). La cohesión estimada en este tramo es mayor a la de los otros dos debido a que el nivel de filtración del agua es menor que el presentado por los dos anteriores (el talud no presenta inundación) y el núcleo arcilloso que lo conforma no es completamente afectado por este efecto. Estado actual (talud sin protección): análisis considerando la presión de poros actuando sobre el talud natural (situación a presentarse cuando ocurre un descenso del nivel de agua después de ocurrida una avenida extrema).

Análisis Estático: Tras haber realizado el análisis estático, se obtuvo un factor de seguridad de 1.816, el cual es mayor al mínimo requerido para garantizar la estabilidad del talud.

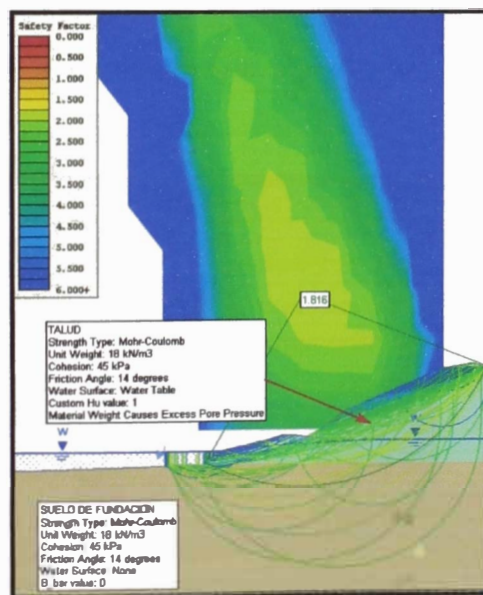


Figura N° E.15. Análisis estático del talud considerando una $C=45\text{Kpa}$ y la acción de la presión de poros. Fuente, SLIDE.

Análisis Pseudo- Estático: Tras haber realizado el análisis pseudo- estático, se obtuvo un factor de seguridad de 1.279, el cual es mayor al mínimo requerido para garantizar la estabilidad del talud.

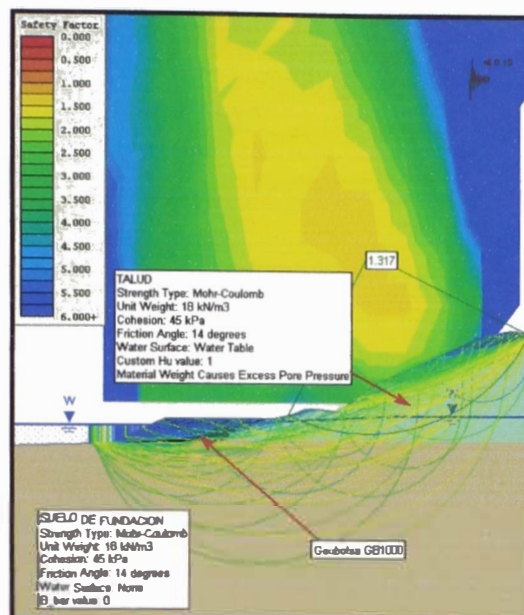


Figura N° E.18. Análisis pseudo- estático del talud incluyendo geobolsas, considerando una $C=45\text{Kpa}$ y la acción de la presión de poros. Fuente, SLIDE.

Análisis Pseudo- Estático: Tras haber realizado el análisis pseudo- estático, se obtuvo un factor de seguridad de 1.317, el cual es mayor al mínimo requerido para garantizar la estabilidad del talud.

ANEXO F

DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	ii
ANEXO F DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS	1
F.1 PARÁMETROS DE DISEÑO	1
F.2 DISEÑO DE GEOBOLSAS	1
F.1.1 Reporte de Cálculos	3
F.3 DISEÑO DE GEOCELDAS	4
F.3.1 Estabilidad del Sistema de Protección	4
F.3.2 Relleno de las Geoceldas	5
F.3.3 Metodología de Cálculo	5
F.3.4 Descripción de la Hoja de Reporte.....	7
F.3.5 Reporte de Cálculos	11

ANEXO F DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS

F.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Para la evaluación y diseño de las alternativas para el control de erosión que se presentan por efecto del flujo agua del río Madre de Dios, se ha considerado el empleo de la siguiente información:

Parámetros Geotécnicos

- Angulo de fricción del suelo : ϕ : 14°
- Inclinación del talud : 2.5:1 (H: V)
- Peso Volumétrico del suelo : 1.8 ton/m³
- Cohesión del suelo : 23Kpa

Parámetros Hidráulicos

- Caudal de diseño : 6600 m³/s
- Ancho del cauce : 250 m
- Pendiente : 0.04%
- Coeficiente de rugosidad : 0.050

F.2 DISEÑO DE GEOBOLSAS

La evaluación para el diseño de geobolsas se ha realizado considerando una equivalencia con el cálculo del diámetro medio del enrocado. Para el cálculo del diámetro medio de roca que asegure la estabilidad bajo las condiciones hidráulicas que se presentan en el río Madre de Dios, se ha considerado la expresión del Ing. Rubén Terán Diseño publicada en su libro Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas.

$$D_b = \left(\frac{b}{\omega} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right) \left(\frac{1}{f} \right)$$

Donde D_b es el diámetro de roca mínimo que garantiza estabilidad, b

- D_b Diámetro de roca mínimo que garantiza estabilidad.
- v Velocidad media.
- ω Densidad relativa del material.
- F Factor de talud.
- B 1.4 para nuestros ríos

De la formula descrita se pueden obtener los valores de omega (ω) o densidad relativa del material. De la siguiente expresión calculamos omega:

$$\omega = \frac{(\gamma_s - \gamma)}{(\gamma)}$$

El factor de talud puede obtenerse haciendo uso de la siguiente expresión:

$$f = \sqrt{\frac{(1 - \text{sen}^2 \alpha)}{(\text{sen}^2 \phi)}}$$

Una vez obtenido el diámetro de la roca se puede obtener un peso referencial considerando el cuerpo del material como el de una esfera.

Otra manera para determinar el diámetro de la roca a emplear para la protección es considerando la siguiente expresión:

Formula obtenida del libro Control de erosión en zonas tropicales, por Ing. Jaime Suarez Díaz, Donde el peso es directamente en función de la velocidad.

$$w = 13.75 \cdot 10^{-3} \cdot (v^6)$$

F.1.1 Reporte de Cálculos

PRIMER METODO

b= 1.2 constante para nuestros rios
 V= 5.29 m/s
 g= 2500 p.e. roca
 ga= 1000 p.e. agua
 z= 1.5 33.69 °
 phi = 40 ° angulo de fricción interna del mat. De enrocado
 a = 33.69 ° angulo de talud de enrocado.

w= 1.5
$$\omega = \frac{(\gamma_s - \gamma)}{(\gamma)}$$

f= 1.29
$$f = \sqrt{\frac{(1 - \text{sen}^2 \alpha)}{(\text{sen}^2 \phi)}}$$

Db = 0.9 m
$$D_b = \left(\frac{b}{\omega}\right) \cdot \left(\frac{v^2}{2g}\right) \cdot \left(\frac{1}{f}\right)$$

SEGUNDO METODO

v= 5.29 M/seg
 W= 301 kg

$$w = 13.75 \cdot 10^{-3} \cdot (v^6)$$

Considerando el peso de la roca como una esfera
 Obtenemos el Radio

r= 0.3 m
 Db= 0.6 m

Considerando el mayor diametro obtenido

Db= 0.9 m

El peso de la piedra con diametro Db será:

w = 1255.7025 Kg

CALCULO DE LA GEOBOLSA

Geometria

Considerando una Geobolsa de dimensiones 1.0x2.3x4.5m

Considerando un peso especifico del material de relleno de 1800Kg/m3

El peso de la Geobolsa será:

$$w = 10.35 \cdot (\gamma_s)$$

W = 18630 Kg > 1255.7025 Ok!

F.3 DISEÑO DE GEOCELDAS

Para el diseño de una geocelda indentada, se debe de tomar en consideración, evaluar la topografía de la zona sobre la cual se va a colocar el sistema. Una vez evaluada la topografía se deberá de identificar sobre qué medio o entorno se va a diseñar la protección. Para realizar la protección se ha considerado tanto la información topográfica como los parámetros geotécnicos e hidráulicos obtenidos para el estudio.

Se analizo la sección tipo correspondiente al sector del Malecón, la Marina y Cerro Colorado. El diseño obtenido para los trabajos en seco, considera colocar una Geocelda indentada de dimensiones 508x475x75mm, esta geocelda se apoyara sobre el talud perfilado con una inclinación de 2.5H:1V.

Con el objetivo de anclar la geocelda indentada al talud; el diseño contempla la colocación de estacas estarán distribuidas en la proporción necesaria para garantizar la estabilidad del sistema.

Adicionalmente para el diseño de las geoceldas se han colocado transversalmente a la sección del talud, tendones de poliéster y otros accesorios adicionales que aseguran la estabilidad, flexibilidad y resistencia al sistema. Este sistema permitirá controlar las velocidades erosivas y esfuerzos de corte hidráulico que se presenten.

La geocelda utilizada ha sido diseñada considerando que deberá de ser izada por una grúa la cual sostendrá a las geoceldas indentadas desde sus extremos a través de una barra de izaje. Las geoceldas indentadas a emplear serán sometidas a flexión y a tensión.

F.3.1 Estabilidad del Sistema de Protección

La estabilidad del sistema es función de la resistencia del revestimiento, en cuanto a:

- Desplazamiento por traslación bajo un esfuerzo cortante de lindero considerable o una pendiente
- Excesiva de los taludes laterales y la capacidad de resistencia a un empuje hidrostático (generalmente asociado a cambios importantes de la pendiente longitudinal)
- Choque hidrodinámico, y saltos hidráulicos.

- Donde sea necesario, se puede agregar una serie de anclajes adicionales para incrementar la resistencia del revestimiento al deslizamiento y al empuje.

F.3.2 Relleno de las Geoceldas

El concreto vaciado puede proporcionar una protección dura y duradera para los canales y estructuras hidráulicas expuestas a fuerzas hidrodinámicas importantes. Los revestimientos protectores convencionales de concreto reforzado son mayormente rígidos y para funcionar de manera efectiva deben contar con diversas juntas de construcción y expansión. Se requiere a menudo de una base granular estable selecta a fin de minimizar la posibilidad de formación de vacíos debajo del refuerzo. Un desplazamiento no controlado de los materiales de base puede provocar rajaduras en la estructura y, en casos extremos, un levantamiento y desplazamiento del revestimiento. Aumenta la probabilidad de daños si ocurren deformaciones estacionales o de larga duración de la subrasante. Estos factores pueden incrementar de manera significativa el costo total de los revestimientos convencionales.

F.3.3 Metodología de Cálculo

La elección de la forma más adecuada de la geocelda se basará en el análisis de estabilidad del bloque central, superior y de la punta del inferior, tal como se muestra en la Figura N° F.1.

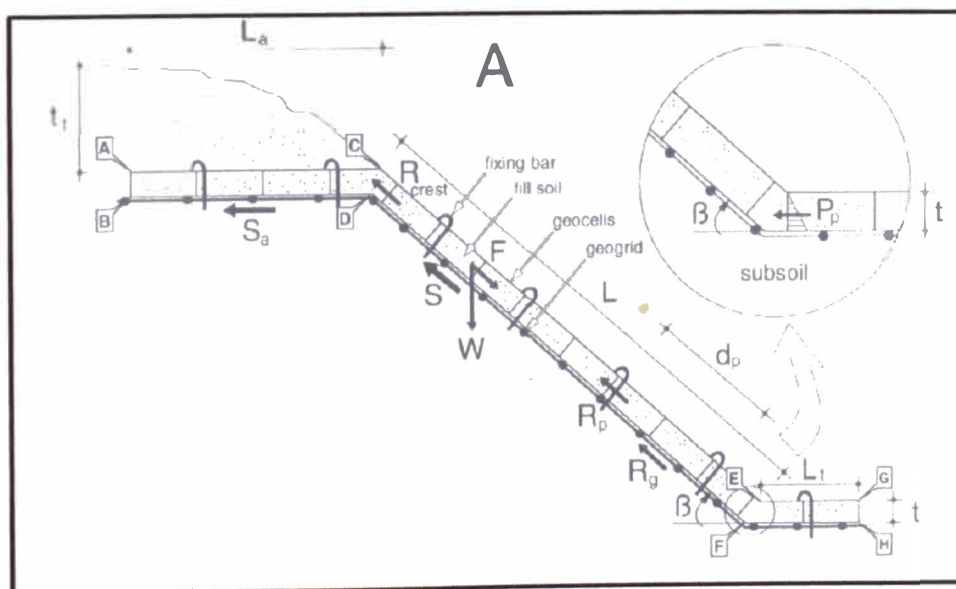


Figura N° F.1. Esquema de estabilidad Geoceldas – Suelo. TENAX TENWEB.

Las Fuerzas mostradas en la Figura N° F.1 se detallan continuación:

$$R_{tot} = S + \frac{R_{crest}}{FS_j} + \frac{R_p}{FS_j} + R_g + P_p$$

Donde:

W = Peso del bloque central.

F = Peso de deslizamiento a lo largo del talud.

R_{tot} = Esfuerzo resistente global.

S = Fuerza de rozamiento a lo largo del talud.

R_{crest} = Resistencia en la cresta proporcionada por todas las uniones.

R_p = Resistencia adicional proporcionada por los pernos de fijación

P_p = Resistencia pasiva proporcionada por las geoceldas al pie del talud.

FS_g = Factor de seguridad global. Se recomienda que sea > 1.5.

$$S = \gamma L t \cos\beta \tan\phi_i$$

Donde:

Y = Peso unitario del Relleno

L = Longitud del Talud

t = Altura de las geoceldas

$$R_{crest} = n_j J_{min}$$

Donde:

n_j = número de uniones por unidad de ancho de geoceldas

J_{min} = Mínima fuerza en las uniones

FS_j = Factor de seguridad. Se recomienda que sea > 1.5.

$$R_p = b J_p$$

Donde:

b = número de pernos fijados por unidad de ancho

P_p = Resistencia de corte de las geoceldas antes bajo el punto de aplicación de los pernos fijados.

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma t^2 = \frac{1}{2} \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \gamma t^2$$

Donde:

K_p = Esfuerzo pasivo

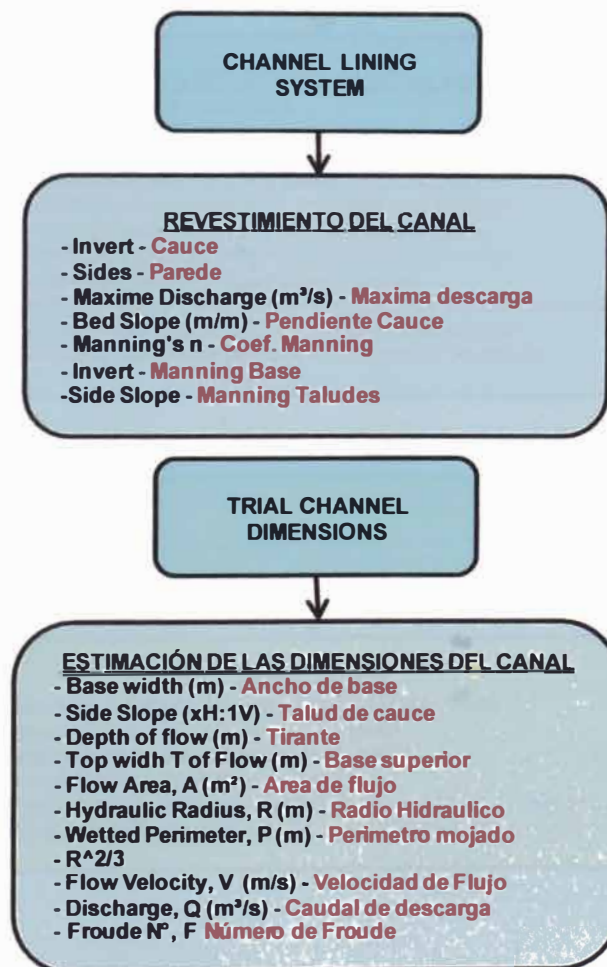
γ = Peso unitario del Relleno

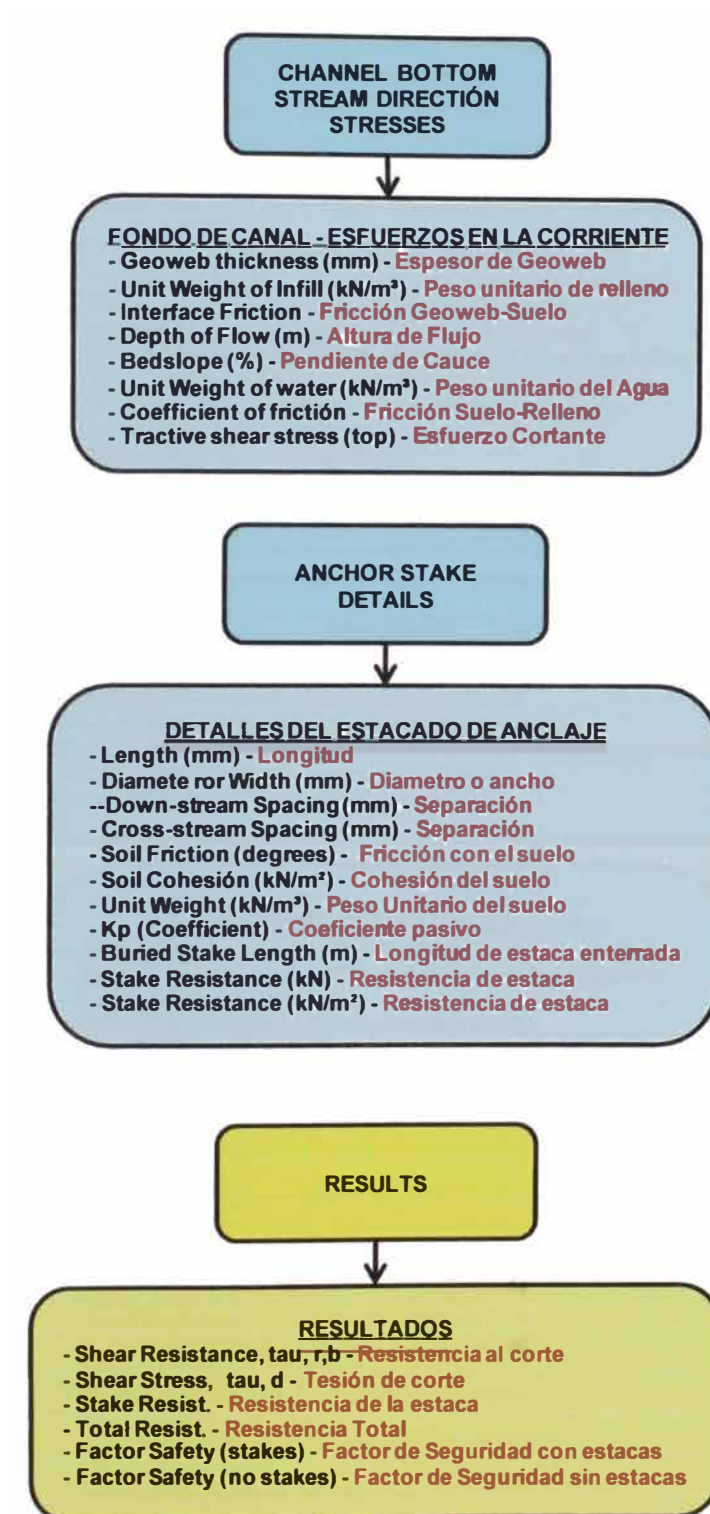
t = Altura de las geoceldas

ϕ = Angulo de fricción del suelo

$$FS_g = \frac{R_{tot}}{F}$$

F.3.4 Descripción de la Hoja de Reporte





**CHANNEL SIDE
SLOPES - ENTIRE
SLOPE**

TALUD DEL CANAL - PENDIENTE

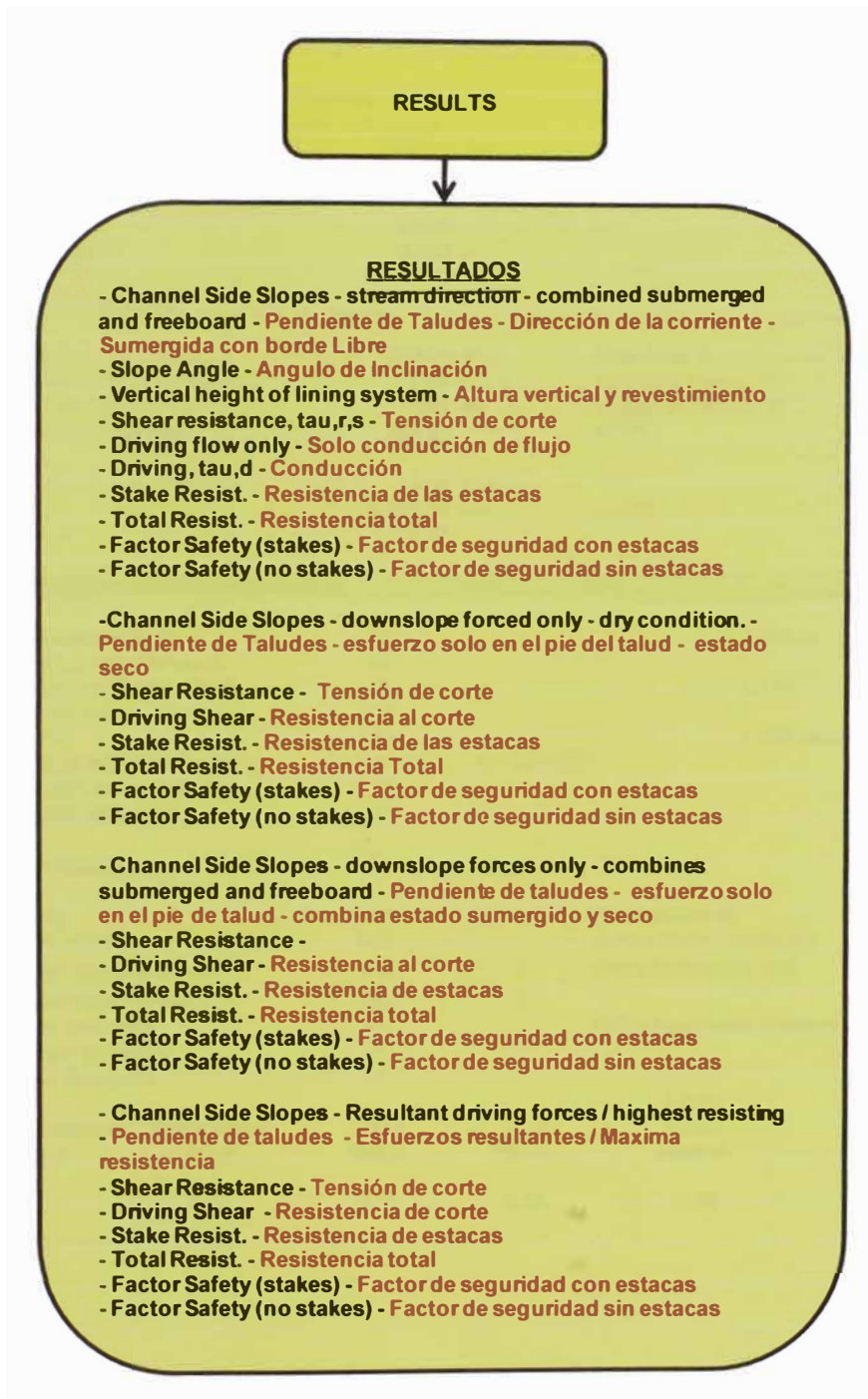
- Side Slope Angle - **Ángulo de inclinación de los lados**
- Slope Length (m) - **Longitud del lado inclinado**
- Interface Friction (degrees) - **Ángulo de Fricción**
- Cells Size (GW20V, DW30V or GW40V) - **Tamaño de celdas**
- Web Thickness (mm) - **Espesor de Geocelda tipo Web**
- Infill Unit Weight (kN/m³) - **Peso unitario del relleno**
- Infill type - **Tipo de relleno**
- Slope (xH:1V) - **Talud de ribera**
- Vert. Height (m) - **Altura vertical**
- Infill Wt (kN/m) - **Peso unitario del relleno**

CÁLCULOS

- Factored Geoweb Tensile (kN/m) - **Factor de tensión**
- Driving Force (kN/m) - **Esfuerzo manejado**
- Resisting Force (kN/m) - **Resistencia forzada**
- Driving Shear Stress (kN/m²) - **Esfuerzo cortante**
- Resisting Shear Stress (kN/m²) - **Resistencia al esfuerzo cortante**
- Net Driving (kN/m²) - **Resistencia de la Red**
- Factor of Safety - **Factor de Seguridad**

DETALLES DEL ESTACADO DE ANCLAJE

- Max. Geoweb Length (m) - **Maximo longitud de Geoweb**
- Max. Downslope Spacing (mm) - **Maximo espaciamento**
- Length (mm) - **Longitud**
- Diameter or Width (mm) - **Diametro o ancho**
- Down-stream Spacing (mm) - **Separación**
- Cross-stream Spacing (mm) - **Separación**
- Soil Friction (degrees) - **Ángulo de fricción del suelo**
- Soil Cohesion (kN/m²) - **Cohesión del suelo**
- Unit Weight (kN/m³) - **Peso unitario del Suelo**
- Kp - **Coeficiente Pasivo**
- Buried Stake Length (m) - **Longitud de estaca enterrada**
- Stake Resistance (kN) - **Resistencia de estaca**
- Number of Rows of Stakes - **Número de filas de estacas**
- Stake Resistance (kN/m) - **Resistencia de estaca**
- Stake Resistance (kN/m²) - **Resistencia de estaca**
- Total Resistance (kN/m²) - **Resistencia Total**
- Resisting Force (kN/m) - **Esfuerzo resistente**
- Factor of Safety - **Factor de Seguridad**
- Maximum Available F.S. - **Maximo disponible**
- Tendon (kN) - **Tendon**
- Spacing in cells (m) - **Espaciamento de celdas**
- Reduction Factor - **Factor de reducción**
- Tendon Resistance (kN/m) - **Resistencia de Tendon**



F.3.5 Reporte de Cálculos

Project: Puerto Rosario en Laberinto **Date:** 19-Nov-2009
Section: Km 0+000 - Tramo Malecón

English or Metric (E or M) **M** Coefficient, Cm 1.00 Gravity 9.806

Channel Lining System

Invert: GW with mortar
Sides: GW with mortar
Maximum Discharge 6600.00 ms
Bed Slope 0.04 %
Manning's n
Invert (base) 0.020
Side Slopes (talud) 0.020

Channel Dimensions

Base Width 'b'	250.00 m	Flow Area, A	1885.62
Side Slope (xH:1V)	2.50	Hydraulic Radius, R	6.549
Depth of Flow (y)	7.046 m	Wetted Perimeter, P	287.94
Top Width 'T' of Flow line	285.23	R ² /3	3.500
Flow Velocity, V	3.50 m/s		
Discharge, Q	6,600.00 ms	<- Ok!	
Froude No., F	0.42		

Channel Bottom - stream direction stresses

Geoweb Thickness (mm)	75	0.075 m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m)	23	
Interface Friction (Geoweb/Infill)	10	0.175
Depth of Flow (m)	7.05	
Bedslope (%)	0.04	0.000 radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m)	9.81	<—WATER
Coefficient of Friction (Infill/Soil)	0.18	
Tractive shear stress (top)	0.03	

Anchor Stake Details

Length (mm)	450	Kp (Coefficient)	1.64	
Diameter or Width (mm)	12.7	Buried Stake Length (m)	0.38	
Down-stream Spacing (mm)	1016	2	Stake Resistance (kN)	0.31
Cross-stream Spacing (mm)	950	2		
Soil Friction (degrees)	14		Stake Resistance (kN/sq.m)	0.32
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23			
Unit Weight (kN/cu.m)	18			

Shear Resistance tau,r,b	Shear stress tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.17	0.03	0.32	0.49	17.55	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope							
Side Slope Angle	21.80			Slope (xH:1V)	2.50		
Slope Length (m)	10.37			Vert. Height (m)	3.9		
Interface Friction (degrees)	10						
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V						
Web Thickness (mm)	75						
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23			Infill Wt (kN/m)	17.9		
Infill type	mortar						
Calculations							
Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0						
Driving Force (kN/m)	6.6						
Resisting Force (kN/m)	2.9			Shear Only			
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64						
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28						
Net Driving (kN/sq.m)	0.36						
Factor of Safety	0.44			Shear Only			
Anchor Stake Details							
Max. Geoweb Length (m)	2.9						
Max. Downslope Spacing (mm)	2926						
Length (mm)	750						
Diameter or Width (mm)	12.7						
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK			2		
Cross-stream Spacing (mm)	950				2		
Soil Friction (degrees)	14						
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23						
Unit Weight (kN/cu.m)	18						
Kp (Coefficient)	1.64						
Buried Stake Length (m)	0.68						
Stake Resistance (kN)	0.59			Single Stake			
Number of Rows of Stakes	11						
Stake Resistance (kN/m)	6.4			Resultant			
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61			Net Resultant			
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89						
Resisting Force (kN/m)	9.3			Shear,Stakes			
Factor of Safety	1.40			Shear,Stakes			
Maximum Available F.S.	1.56			Anchored Geoweb			
Tendon	9.30	kN		PET			
Spacing in cells	0.32	m		1			
Reduction Factor	2.94						
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m					
Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard							
Slope Angle	21.80			Vertical height of lining system	3.85		
Shear resistance tau _{r,s}	0.06	Driving flow only	0.01	Driving tau _d	0.01	Stake Resist.	0.61
						Total Resist.	0.67
						Factor Safety (stakes)	51.89
						Factor Safety (no stakes)	4.78
							766.49
Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition							
Shear resistance	0.28	Driving Shear	0.64	Stake Resist.	0.61	Total Resist.	0.89
						Factor Safety (stakes)	1.40
						Factor Safety (no stakes)	0.44
						FS (Tendon)	15.87
Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard							
Shear resistance	0.06	Driving Shear	0.14	Stake Resist.	0.61	Total Resist.	0.67
						Factor Safety (stakes)	4.79
						Factor Safety (no stakes)	0.44
						FS (Tendon)	70.69
Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting							
Shear resistance	0.06	Driving Shear	0.14	Stake Resist.	0.61	Total Resist.	0.67
						Factor Safety (stakes)	4.77
						Factor Safety (no stakes)	0.44
						FS (Tendon)	70.39

Project: Puerto Rosario en Laberinto Date: 19-Nov-2009
Section: Km 0+020 - Tramo Malecón

English or Metric (E or M) M Coefficient, Cm 1.00 Gravity 9.806

Channel Lining System

Invert: GW with mortar
Sides: GW with mortar
Maximum Discharge 6600.00 ms
Bed Slope 0.04 %
Manning's n
Invert (base) 0.020
Side Slopes (talud) 0.020

Channel Dimensions

Base Width 'b' 250.00 m Flow Area, A 1885.62
Side Slope (xH:1V) 2.50 Hydraulic Radius, R 6.549
Depth of Flow (y) 7.046 m Wetted Perimeter, P 287.94
Top Width 'T' of Flow line 285.23 R²/3 3.500

Flow Velocity, V 3.50 m/s
Discharge, Q 6,600.00 ms <- Ok!
Froude No., F 0.42

Channel Bottom - stream direction stresses

Geoweb Thickness (mm) 75 0.075 m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m) 23
Interface Friction (Geoweb/Infill) 10 0.175
Depth of Flow (m) 7.05
Bedslope (%) 0.04 0.000 radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m) 9.81 <---WATER
Coefficient of Friction (Infill/Soil) 0.18
Tractive shear stress (top) 0.03

Anchor Stake Details

Length (mm) 450 Kp (Coefficient) 1.64
Diameter or Width (mm) 12.7 Buried Stake Length (m) 0.38
Down-stream Spacing (mm) 1016 2 Stake Resistance (kN) 0.31
Cross-stream Spacing (mm) 974 2 Stake Resistance (kN/sq.m) 0.31
Soil Friction (degrees) 14
Soil Cohesion (kN/sq.m) 23
Unit Weight (kN/cu.m) 18

Shear Resistance tau,r,b	Shear stress tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.17	0.03	0.31	0.48	17.27	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope						
Side Slope Angle	21.80		Slope (xH:1V)	2.50		
Slope Length (m)	18.1		Vert. Height (m)	6.7		
Interface Friction (degrees)	10					
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V					
Web Thickness (mm)	75					
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23		Infill Wt (kN/m)	31.2		
Infill type	mortar					
Calculations						
Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0					
Driving Force (kN/m)	11.6					
Resisting Force (kN/m)	5.1		Shear Only			
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64					
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28					
Net Driving (kN/sq.m)	0.36					
Factor of Safety	0.44		Shear Only			
Anchor Stake Details						
Max. Geoweb Length (m)	2.9					
Max. Downslope Spacing (mm)	2926					
Length (mm)	750					
Diameter or Width (mm)	12.7					
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK		2		
Cross-stream Spacing (mm)	950			2		
Soil Friction (degrees)	14					
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23					
Unit Weight (kN/cu.m)	18					
Kp (Coefficient)	1.64					
Buried Stake Length (m)	0.68					
Stake Resistance (kN)	0.59		Single Stake			
Number of Rows of Stakes	20					
Stake Resistance (kN/m)	11.6		Resultant			
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61		Net Resultant			
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89					
Resisting Force (kN/m)	16.7		Shear,Stakes			
Factor of Safety	1.44		Shear,Stakes			
Maximum Available F.S.	1.53		Anchored Geoweb			
Tendon	9.30	kN	PET			
Spacing in cells	0.32	m	1			
Reduction Factor	2.94					
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m				
Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard						
Slope Angle	21.80		Vertical height of lining system	6.72		
Shear resistance tau,r,s	0.16	Driving flow only	Driving tau,d	0.01	Stake Resist.	0.61
					Total Resist.	0.77
					Factor Safety (stakes)	58.19
						761.22
					Factor Safety (no stakes)	11.84
Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition						
Shear resistance	0.28	Driving Shear	0.64	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
						0.89
					Factor Safety (stakes)	1.40
					FS (Tendon)	15.87
					Factor Safety (no stakes)	0.44
Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard						
Shear resistance	0.16	Driving Shear	0.35	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
						0.77
					Factor Safety (stakes)	2.17
					FS (Tendon)	28.35
					Factor Safety (no stakes)	0.44
Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting						
Shear resistance	0.16	Driving Shear	0.35	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
						0.77
					Factor Safety (stakes)	2.17
					FS (Tendon)	28.33
					Factor Safety (no stakes)	0.44

Project: Puerto Rosario de Laberinto Date: 19-Nov-2009
Section: Km 0+040 - Tramo Malecón

English or Metric (E or M) M Coefficient, Cm 1.00 Gravity 9.806

Channel Lining System

Invert: GW with mortar
Sides: GW with mortar
Maximum Discharge 6600.00 ms
Bed Slope 0.04 %
Manning's n
Invert (base) 0.020
Side Slopes (talud) 0.020

Channel Dimensions

Base Width 'b' 250.00 m Flow Area, A 1885.62
Side Slope (xH:1V) 2.50 Hydraulic Radius, R 6.549
Depth of Flow (y) 7.046 m Wetted Perimeter, P 287.94
Top Width 'T' of Flow line 285.23 R²/3 3.500
Flow Velocity, V 3.50 m/s
Discharge, Q 6,600.00 ms <- Ok!
Froude No., F 0.42

Channel Bottom - stream direction stresses

Geoweb Thickness (mm) 75 0.075 m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m) 23
Interface Friction (Geoweb/Infill) 10 0.175
Depth of Flow (m) 7.05
Bedslope (%) 0.04 0.000 radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m) 9.81 <---WATER
Coefficient of Friction (Infill/Soil) 0.18
Tractive shear stress (top) 0.03

Anchor Stake Details

Length (mm) 450 Kp (Coefficient) 1.64
Diameter or Width (mm) 12.7 Buried Stake Length (m) 0.38
Down-stream Spacing (mm) 1016 2 Stake Resistance (kN) 0.31
Cross-stream Spacing (mm) 974 2 Stake Resistance (kN/sq.m) 0.31
Soil Friction (degrees) 14
Soil Cohesion (kN/sq.m) 23
Unit Weight (kN/cu.m) 18

Shear Resistance tau,r,b	Shear stress tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.17	0.03	0.31	0.48	17.27	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope						
Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50			
Slope Length (m)	9.4	Vert. Height (m)	3.5			
Interface Friction (degrees)	10					
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V					
Web Thickness (mm)	75					
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	16.2			
Infill type	mortar					
Calculations						
Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0					
Driving Force (kN/m)	6.0					
Resisting Force (kN/m)	2.7	Shear Only				
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64					
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28					
Net Driving (kN/sq.m)	0.36					
Factor of Safety	0.44	Shear Only				
Anchor Stake Details						
Max. Geoweb Length (m)	2.9					
Max. Downslope Spacing (mm)	2926					
Length (mm)	750					
Diameter or Width (mm)	12.7					
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	2			
Cross-stream Spacing (mm)	950		2			
Soil Friction (degrees)	14					
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23					
Unit Weight (kN/cu.m)	18					
Kp (Coefficient)	1.64					
Buried Stake Length (m)	0.68					
Stake Resistance (kN)	0.59	Single Stake				
Number of Rows of Stakes	10					
Stake Resistance (kN/m)	5.8	Resultant				
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61	Net Resultant				
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89					
Resisting Force (kN/m)	8.5	Shear,Stakes				
Factor of Safety	1.41	Shear,Stakes				
Maximum Available F.S.	1.58	Anchored Geoweb				
Tendon	9.30	kN	PET			
Spacing in cells	0.32	m	1			
Reduction Factor	2.94					
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m				
Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard						
Slope Angle	21.80	Vertical height of lining system				
		3.49				
Shear resistance tau,r,s	Driving flow only	Driving tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.04	0.01	0.01	0.61	0.65	50.34	3.04
					767.79	
Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition						
Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)	
0.28	0.64	0.61	0.89	1.40	0.44	
				FS (Tendon)		
				15.87		
Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard						
Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)	
0.04	0.09	0.61	0.65	7.30	0.44	
				FS (Tendon)		
				111.36		
Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting						
Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)	
0.04	0.09	0.61	0.65	7.23	0.44	
				FS (Tendon)		
				110.21		

Project:	<u>Puerto Rosario de Laberinto</u>			Date:	19-Nov-2009
Section:	<u>Km 0+060 - Tramo Malecón</u>				
English or Metric (E or M)	M	Coefficient, Cm		Gravity	
		1.00		9.806	
Channel Lining System					
Invert:	GW with mortar				
Sides:	GW with mortar				
Maximum Discharge	6600.00	ms			
Bed Slope	0.04	%			
Manning's n					
Invert (base)	0.020				
Side Slopes (talud)	0.020				
Final Channel Dimensions					
Base Width 'b'	250.00	m	Flow Area, A	1885.62	
Side Slope (xH:1V)	2.50		Hydraulic Radius, R	6.549	
Depth of Flow (y)	7.046	m	Wetted Perimeter, P	287.94	
Top Width 'T' of Flow line	285.23		R ² /3	3.500	
Flow Velocity, V	3.50	m/s			
Discharge, Q	6,600.00	ms	<- Ok!		
Froude No., F	0.42				
Channel Bottom - stream direction stresses					
Geoweb Thickness (mm)	75		0.075	m	
Unit Weight of Infill (kN/cu.m)	23				
Interface Friction (Geoweb/Infill)	10		0.175		
Depth of Flow (m)	7.05				
Bedslope (%)	0.04		0.000	radians	
Unit Weight of Water (kN/cu.m)	9.81	<--WATER			
Coefficient of Friction (Infill/Soil)	0.18				
Tractive shear stress (top)	0.03				
Anchor Stake Details					
Length (mm)	450		Kp (Coefficient)	1.64	
Diameter or Width (mm)	12.7		Buried Stake Length (m)	0.38	
Down-stream Spacing (mm)	1016	2	Stake Resistance (kN)	0.31	
Cross-stream Spacing (mm)	974	2			
Soil Friction (degrees)	14		Stake Resistance (kN/sq.m)	0.31	
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23				
Unit Weight (kN/cu.m)	18				
Shear Resistance tau,r,b	0.17	Shear stress tau,d	0.03	Stake Resist.	0.31
				Total Resist.	0.48
				Factor Safety (stakes)	17.27
				Factor Safety (no stakes)	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope						
Side Slope Angle	21.80		Slope (xH:1V)	2.50		
Slope Length (m)	11		Vert. Height (m)	4.1		
Interface Friction (degrees)	10					
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V					
Web Thickness (mm)	75					
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23		Infill Wt (kN/m)	19.0		
Infill type	mortar					
Calculations						
Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0					
Driving Force (kN/m)	7.0					
Resisting Force (kN/m)	3.1		Shear Only			
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64					
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28					
Net Driving (kN/sq.m)	0.36					
Factor of Safety	0.44		Shear Only			
Anchor Stake Details						
Max. Geoweb Length (m)	2.9					
Max. Downslope Spacing (mm)	2926					
Length (mm)	750					
Diameter or Width (mm)	12.7					
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	2			
Cross-stream Spacing (mm)	950		2			
Soil Friction (degrees)	14					
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23					
Unit Weight (kN/cu.m)	18					
Kp (Coefficient)	1.64					
Buried Stake Length (m)	0.68					
Stake Resistance (kN)	0.59		Single Stake			
Number of Rows of Stakes	12					
Stake Resistance (kN/m)	7.0		Resultant			
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61		Net Resultant			
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89					
Resisting Force (kN/m)	10.1		Shear, Stakes			
Factor of Safety	1.43		Shear, Stakes			
Maximum Available F.S.	1.58		Anchored Geoweb			
Tendon	9.30	kN	PET			
Spacing in cells	0.32	m	1			
Reduction Factor	2.94					
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m				
Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard						
Slope Angle	21.80		Vertical height of lining system	4.09		
Shear resistance tau, r, s	0.07	Driving flow only	Driving tau, d	0.01	Stake Resist.	0.61
					Total Resist.	0.69
					Factor Safety (stakes)	52.75
					Factor Safety (no stakes)	5.74
						765.77
Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition						
Shear resistance	0.28	Driving Shear	0.64	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
					0.89	
					Factor Safety (stakes)	1.40
					FS (Tendon)	15.87
					Factor Safety (no stakes)	0.44
Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard						
Shear resistance	0.07	Driving Shear	0.17	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
					0.69	
					Factor Safety (stakes)	4.05
					FS (Tendon)	58.81
					Factor Safety (no stakes)	0.44
Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting						
Shear resistance	0.07	Driving Shear	0.17	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
					0.69	
					Factor Safety (stakes)	4.04
					FS (Tendon)	58.64
					Factor Safety (no stakes)	0.44

Project: Puerto Rosario de Laberinto Date: 19-Nov-2009
Section: Km 0+080 - Tramo Malecón

English or Metric (E or M) M Coefficient, Cm 1.00 Gravity 9.806

Channel Lining System

Invert: GW with mortar
Sides: GW with mortar
Maximum Discharge 6600.00 ms
Bed Slope 0.04 %
Manning's n
Invert (base) 0.020
Side Slopes (talud) 0.020

Channel Dimensions

Base Width 'b'	250.00 m	Flow Area, A	1885.62
Side Slope (xH:1V)	2.50	Hydraulic Radius, R	6.549
Depth of Flow (y)	7.046 m	Wetted Perimeter, P	287.94
Top Width 'T' of Flow line	285.23	R ² /3	3.500
Flow Velocity, V	3.50 m/s		
Discharge, Q	6,600.00 ms	<- Ok!	
Froude No., F	0.42		

Channel Bottom - stream direction stresses

Geoweb Thickness (mm)	75	0.075 m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m)	23	
Interface Friction (Geoweb/Infill)	10	0.175
Depth of Flow (m)	7.05	
Bedslope (%)	0.04	0.000 radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m)	9.81	<-WATER
Coefficient of Friction (Infill/Soil)	0.18	
Tractive shear stress (top)	0.03	

Anchor Stake Details

Length (mm)	450	Kp (Coefficient)	1.64
Diameter or Width (mm)	12.7	Buried Stake Length (m)	0.38
Down-stream Spacing (mm)	1016	Stake Resistance (kN)	0.31
Cross-stream Spacing (mm)	974		
Soil Friction (degrees)	14	Stake Resistance (kN/sq.m)	0.31
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		

Shear Resistance tau,r,b	Shear stress tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.17	0.03	0.31	0.48	17.27	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope

Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50
Slope Length (m)	11.5	Vert. Height (m)	4.3
Interface Friction (degrees)	10		
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V		
Web Thickness (mm)	75		
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	19.8
Infill type	mortar		

Calculations

Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0		
Driving Force (kN/m)	7.4		
Resisting Force (kN/m)	3.2	Shear Only	
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64		
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28		
Net Driving (kN/sq.m)	0.36		
Factor of Safety	0.44	Shear Only	

Anchor Stake Details

Max. Geoweb Length (m)	2.9		
Max. Downslope Spacing (mm)	2926		
Length (mm)	750		
Diameter or Width (mm)	12.7		
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	2
Cross-stream Spacing (mm)	950		2
Soil Friction (degrees)	14		
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		
Kp (Coefficient)	1.64		
Buried Stake Length (m)	0.68		
Stake Resistance (kN)	0.59	Single Stake	
Number of Rows of Stakes	13		
Stake Resistance (kN/m)	7.5	Resultant	
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61	Net Resultant	
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89		
Resisting Force (kN/m)	10.8	Shear,Stakes	
Factor of Safety	1.47	Shear,Stakes	
Maximum Available F.S.	1.61	Anchored Geoweb	
Tendon	9.30	kN	PET
Spacing in cells	0.32	m	1
Reduction Factor	2.94		
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m	

Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard

Slope Angle	Vertical height of lining system					
21.80	4.27					
Shear resistance tau,r,s	Driving flow only	Driving tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.08	0.01	0.01	0.61	0.69	53.36	6.42
					765.26	

Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.28	0.64	0.61	0.89	1.40	0.44
				FS (Tendon)	
				15.87	

Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.08	0.19	0.61	0.69	3.66	0.44
				FS (Tendon)	
				52.51	

Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.08	0.19	0.61	0.69	3.65	0.44
				FS (Tendon)	
				52.39	

Project:	<u>Puerto Rosario de Laberinto</u>		Date:	19-Nov-2009	
Section:	<u>Km 0+100 - Tramo Malecón</u>				
English or Metric (E or M)	M		Coefficient, Cm	1.00	
				Gravity 9.806	
Channel Lining System					
Invert:	GW with mortar				
Sides:	GW with mortar				
Maximum Discharge	6600.00 ms				
Bed Slope	0.04 %				
Manning's n					
Invert (base)	0.020				
Side Slopes (talud)	0.020				
Trial Channel Dimensions					
Base Width 'b'	250.00 m	Flow Area, A	1885.62		
Side Slope (xH:1V)	2.50	Hydraulic Radius, R	6.549		
Depth of Flow (y)	7.046 m	Wetted Perimeter, P	287.94		
Top Width 'T' of Flow line	285.23	R ² /3	3.500		
Flow Velocity, V	3.50 m/s				
Discharge, Q	6,600.00 ms	<- Ok!			
Froude No., F	0.42				
Channel Bottom - stream direction stresses					
Geoweb Thickness (mm)	75		0.075 m		
Unit Weight of Infill (kN/cu.m)	23				
Interface Friction (Geoweb/Infill)	10		0.175		
Depth of Flow (m)	7.05				
Bedslope (%)	0.04		0.000 radians		
Unit Weight of Water (kN/cu.m)	9.81	<---WATER			
Coefficient of Friction (Infill/Soil)	0.18				
Tractive shear stress (top)	0.03				
Anchor Stake Details					
Length (mm)	450		Kp (Coefficient)	1.64	
Diameter or Width (mm)	12.7		Buried Stake Length (m)	0.38	
Down-stream Spacing (mm)	1016	2	Stake Resistance (kN)	0.31	
Cross-stream Spacing (mm)	974	2			
Soil Friction (degrees)	14		Stake Resistance (kN/sq.m)	0.31	
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23				
Unit Weight (kN/cu.m)	18				
Shear Resistance tau,r,b	Shear stress tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.17	0.03	0.31	0.48	17.27	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope

Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50
Slope Length (m)	13.2	Vert. Height (m)	4.9
Interface Friction (degrees)	10		
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V		
Web Thickness (mm)	75		
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	22.8
Infill type	mortar		

Calculations

Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0		
Driving Force (kN/m)	8.5		
Resisting Force (kN/m)	3.7	Shear Only	
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64		
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28		
Net Driving (kN/sq.m)	0.36		
Factor of Safety	0.44	Shear Only	

Anchor Stake Details

Max. Geoweb Length (m)	2.9		
Max. Downslope Spacing (mm)	2926		
Length (mm)	750		
Diameter or Width (mm)	12.7		
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	2
Cross-stream Spacing (mm)	950		2
Soil Friction (degrees)	14		
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		
Kp (Coefficient)	1.64		
Buried Stake Length (m)	0.68		
Stake Resistance (kN)	0.59	Single Stake	
Number of Rows of Stakes	14		
Stake Resistance (kN/m)	8.1	Resultant	
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61	Net Resultant	
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89		
Resisting Force (kN/m)	11.9	Shear, Stakes	
Factor of Safety	1.40	Shear, Stakes	
Maximum Available F.S.	1.53	Anchored Geoweb	
Tendon	9.30	kN	PET
Spacing in cells	0.32	m	1
Reduction Factor	2.94		
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m	

Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard

Slope Angle		Vertical height of lining system			Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
21.80		4.90				
Shear resistance tau,r,s	Driving flow only	Driving tau,d	Stake Resist.	Total Resist.		
0.11	0.01	0.01	0.61	0.72	55.08	8.35
					763.82	

Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.28	0.64	0.61	0.89	1.40	0.44
				FS (Tendon)	
				15.87	

Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.11	0.25	0.61	0.72	2.91	0.44
				FS (Tendon)	
				40.32	

Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.11	0.25	0.61	0.72	2.90	0.44
				FS (Tendon)	
				40.26	

Project:	<u>Puerto Rosario de Laberinto</u>			Date:	19-Nov-2009
Section:	<u>Km 0+120 - Tramo Malecón</u>				
English or Metric (E or M)	M	Coefficient, Cm		Gravity	
		1.00		9.806	
Channel Lining System					
Invert:	GW with mortar				
Sides:	GW with mortar				
Maximum Discharge	6600.00	ms			
Bed Slope	0.04	%			
Manning's n					
Invert (base)	0.020				
Side Slopes (talud)	0.020				
Channel Dimensions					
Base Width 'b'	250.00	m	Flow Area, A	1885.62	
Side Slope (xH:1V)	2.50		Hydraulic Radius, R	6.549	
Depth of Flow (y)	7.046	m	Wetted Perimeter, P	287.94	
Top Width 'T' of Flow line	285.23		R ² /3	3.500	
Flow Velocity, V	3.50	m/s			
Discharge, Q	6,600.00	ms	<- Ok!		
Froude No., F	0.42				
Channel Bottom - stream direction stresses					
Geoweb Thickness (mm)	75		0.075	m	
Unit Weight of Infill (kN/cu.m)	23				
Interface Friction (Geoweb/Infill)	10		0.175		
Depth of Flow (m)	7.05				
Bedslope (%)	0.04		0.000	radians	
Unit Weight of Water (kN/cu.m)	9.81	<---WATER			
Coefficient of Friction (Infill/Soil)	0.18				
Tractive shear stress (top)	0.03				
Anchor Stake Details					
Length (mm)	450		Kp (Coefficient)	1.64	
Diameter or Width (mm)	12.7		Buried Stake Length (m)	0.38	
Down-stream Spacing (mm)	1016	2	Stake Resistance (kN)	0.31	
Cross-stream Spacing (mm)	974	2			
Soil Friction (degrees)	14		Stake Resistance (kN/sq.m)	0.31	
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23				
Unit Weight (kN/cu.m)	18				
Shear Resistance tau,r,b	0.17	Shear stress tau,d	0.03	Stake Resist.	0.31
				Total Resist.	0.48
				Factor Safety (stakes)	17.27
				Factor Safety (no stakes)	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope

Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50
Slope Length (m)	18.22	Vert. Height (m)	6.0
Interface Friction (degrees)	10		
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V		
Web Thickness (mm)	75		
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	28.0
Infill type	mortar		

Calculations

Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0	
Driving Force (kN/m)	10.4	
Resisting Force (kN/m)	4.6	Shear Only
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64	
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28	
Net Driving (kN/sq.m)	0.36	
Factor of Safety	0.44	Shear Only

Anchor Stake Details

Max. Geoweb Length (m)	2.9		
Max. Downslope Spacing (mm)	2926		
Length (mm)	750		
Diameter or Width (mm)	12.7		
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	2
Cross-stream Spacing (mm)	950		2
Soil Friction (degrees)	14		
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		
Kp (Coefficient)	1.64		
Buried Stake Length (m)	0.68		
Stake Resistance (kN)	0.59		Single Stake
Number of Rows of Stakes	18		
Stake Resistance (kN/m)	10.5		Resultant
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61		Net Resultant
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89		
Resisting Force (kN/m)	15.0		Shear,Stakes
Factor of Safety	1.45		Shear,Stakes
Maximum Available F.S.	1.55		Anchored Geoweb
Tendon	9.30	kN	PET
Spacing in cells	0.32	m	1
Reduction Factor	2.94		
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m	

Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard

Slope Angle	21.80	Vertical height of lining system	6.02										
Shear resistance tau,r,s	0.14	Driving flow only	0.01	Driving tau,d	0.01	Stake Resist.	0.61	Total Resist.	0.75	Factor Safety (stakes)	57.22	Factor Safety (no stakes)	10.76
											762.03		

Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition

Shear resistance	0.28	Driving Shear	0.64	Stake Resist.	0.61	Total Resist.	0.89	Factor Safety (stakes)	1.40	Factor Safety (no stakes)	0.44
								FS (Tendon)	15.87		

Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard

Shear resistance	0.14	Driving Shear	0.32	Stake Resist.	0.61	Total Resist.	0.75	Factor Safety (stakes)	2.35	Factor Safety (no stakes)	0.44
								FS (Tendon)	31.23		

Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting

Shear resistance	0.14	Driving Shear	0.32	Stake Resist.	0.61	Total Resist.	0.75	Factor Safety (stakes)	2.34	Factor Safety (no stakes)	0.44
								FS (Tendon)	31.21		

Project: Puerto Rosario de Laberinto
Section: Km 0+140 - Tramo Malecón **Date:** 19-Nov-2009

English or Metric (E or M) **M** Coefficient, Cm 1.00 Gravity 9.806

Channel Lining System

Invert: GW with mortar
Sides: GW with mortar
Maximum Discharge 6600.00 ms
Bed Slope 0.04 %
Manning's n
Invert (base) 0.020
Side Slopes (talud) 0.020

Channel Dimensions

Base Width 'b'	250.00 m	Flow Area, A	1885.62
Side Slope (xH:1V)	2.50	Hydraulic Radius, R	6.549
Depth of Flow (y)	7.046 m	Wetted Perimeter, P	287.94
Top Width 'T' of Flow line	285.23	R^2/3	3.500
Flow Velocity, V	3.50 m/s		
Discharge, Q	6,600.00 ms	<- Ok!	
Froude No., F	0.42		

Channel Bottom - stream direction stresses

Geoweb Thickness (mm)	75	0.075 m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m)	23	
Interface Friction (Geoweb/Infill)	10	0.175
Depth of Flow (m)	7.05	
Bedslope (%)	0.04	0.000 radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m)	9.81	<---WATER
Coefficient of Friction (Infill/Soil)	0.18	
Tractive shear stress (top)	0.03	

Anchor Stake Details

Length (mm)	450	Kp (Coefficient)	1.64
Diameter or Width (mm)	12.7	Buried Stake Length (m)	0.38
Down-stream Spacing (mm)	1016	Stake Resistance (kN)	0.31
Cross-stream Spacing (mm)	974		
Soil Friction (degrees)	14	Stake Resistance (kN/sq.m)	0.31
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		

Shear Resistance tau,r,b	Shear stress tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.17	0.03	0.31	0.48	17.27	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope						
Side Slope Angle	21.80		Slope (xH:1V)	2.50		
Slope Length (m)	11.1		Vert. Height (m)	4.1		
Interface Friction (degrees)	10					
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V					
Web Thickness (mm)	75					
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23		Infill Wt (kN/m)	19.1		
Infill type	mortar					
Calculations						
Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0					
Driving Force (kN/m)	7.1					
Resisting Force (kN/m)	3.1		Shear Only			
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64					
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28					
Net Driving (kN/sq.m)	0.36					
Factor of Safety	0.44		Shear Only			
Anchor Stake Details						
Max. Geoweb Length (m)	2.9					
Max. Downslope Spacing (mm)	2926					
Length (mm)	750					
Diameter or Width (mm)	12.7					
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK		2		
Cross-stream Spacing (mm)	950			2		
Soil Friction (degrees)	14					
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23					
Unit Weight (kN/cu.m)	18					
Kp (Coefficient)	1.64					
Buried Stake Length (m)	0.68					
Stake Resistance (kN)	0.59		Single Stake			
Number of Rows of Stakes	12					
Stake Resistance (kN/m)	7.0		Resultant			
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61		Net Resultant			
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89					
Resisting Force (kN/m)	10.1		Shear,Stakes			
Factor of Safety	1.42		Shear,Stakes			
Maximum Available F.S.	1.57		Anchored Geoweb			
Tendon	9.30	kN	PET			
Spacing in cells	0.32	m	1			
Reduction Factor	2.94					
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m				
Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard						
Slope Angle	21.80		Vertical height of lining system	4.12		
Shear resistance tau, r, s	0.08	Driving flow only	Driving tau, d	0.01	Stake Resist.	0.61
					Total Resist.	0.69
					Factor Safety (stakes)	52.87
						765.67
					Factor Safety (no stakes)	5.88
Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition						
Shear resistance	0.28	Driving Shear	0.64	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
					Factor Safety (stakes)	1.40
					Factor Safety (no stakes)	0.44
					FS (Tendon)	15.87
Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard						
Shear resistance	0.08	Driving Shear	0.17	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
					Factor Safety (stakes)	3.96
					Factor Safety (no stakes)	0.44
					FS (Tendon)	57.39
Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting						
Shear resistance	0.08	Driving Shear	0.17	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
					Factor Safety (stakes)	3.95
					Factor Safety (no stakes)	0.44
					FS (Tendon)	57.23

Project: Puerto Rosario en Laberinto Date: 19-Nov-2009
Section: Km 0+180 - Tramo Malecón

English or Metric (E or M) M Coefficient, Cm 1.00 Gravity 9.806

Channel Lining System

Invert: GW with mortar
Sides: GW with mortar
Maximum Discharge 6600.00 ms
Bed Slope 0.04 %
Manning's n
Invert (base) 0.020
Side Slopes (talud) 0.020

Channel Dimensions

Base Width 'b' 250.00 m Flow Area, A 1885.62
Side Slope (xH:1V) 2.50 Hydraulic Radius, R 6.549
Depth of Flow (y) 7.046 m Wetted Perimeter, P 287.94
Top Width 'T' of Flow line 285.23 R^2/3 3.500
Flow Velocity, V 3.50 m/s
Discharge, Q 6,600.00 ms <- Ok!
Froude No., F 0.42

Channel Bottom - stream direction stresses

Geoweb Thickness (mm) 75 0.075 m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m) 23
Interface Friction (Geoweb/Infill) 10 0.175
Depth of Flow (m) 7.05
Bedslope (%) 0.04 0.000 radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m) 9.81 <---WATER
Coefficient of Friction (Infill/Soil) 0.18
Tractive shear stress (top) 0.03

Anchor Stake Details

Length (mm) 450 Kp (Coefficient) 1.64
Diameter or Width (mm) 12.7 Buried Stake Length (m) 0.38
Down-stream Spacing (mm) 1016 2 Stake Resistance (kN) 0.31
Cross-stream Spacing (mm) 974 2 Stake Resistance (kN/sq,m) 0.31
Soil Friction (degrees) 14
Soil Cohesion (kN/sq,m) 23
Unit Weight (kN/cu.m) 18
Shear Resistance tau,r,b Shear stress tau,d Stake Resist. Total Resist. Factor Safety (stakes) Factor Safety (no stakes)
0.17 0.03 0.31 0.48 17.27 6.22

Channel Side Slopes - Entire slope

Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50
Slope Length (m)	14.6	Vert. Height (m)	5.4
Interface Friction (degrees)	10		
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V		
Web Thickness (mm)	75		
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	25.2
Infill type	mortar		

Calculations

Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0	
Driving Force (kN/m)	9.4	
Resisting Force (kN/m)	4.1	Shear Only
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64	
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28	
Net Driving (kN/sq.m)	0.36	
Factor of Safety	0.44	Shear Only

Anchor Stake Details

Max. Geoweb Length (m)	2.9		
Max. Downslope Spacing (mm)	2926		
Length (mm)	750		
Diameter or Width (mm)	12.7		
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	
Cross-stream Spacing (mm)	950	2	
Soil Friction (degrees)	14		
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		
Kp (Coefficient)	1.64		
Buried Stake Length (m)	0.68		
Stake Resistance (kN)	0.59	Single Stake	
Number of Rows of Stakes	16		
Stake Resistance (kN/m)	9.3	Resultant	
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61	Net Resultant	
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89		
Resisting Force (kN/m)	13.4	Shear,Stakes	
Factor of Safety	1.43	Shear,Stakes	
Maximum Available F.S.	1.55	Anchored Geoweb	
Tendon	9.30	kN	PET
Spacing in cells	0.32	m	1
Reduction Factor	2.94		
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m	

Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard

Slope Angle		Vertical height of lining system			Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
21.80		5.42				
Shear resistance tau,r,s	Driving flow only	Driving tau,d	Stake Resist.	Total Resist.		
0.13	0.01	0.01	0.61	0.74	56.18	9.59
					762.89	

Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.28	0.64	0.61	0.89	1.40	0.44
				FS (Tendon)	
				15.87	

Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.13	0.29	0.61	0.74	2.58	0.44
				FS (Tendon)	
				35.06	

Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.13	0.29	0.61	0.74	2.58	0.44
				FS (Tendon)	
				35.02	

Project:	<u>Puerto Rosario en Laberinto</u>		Date:	19-Nov-2009	
Section:	<u>Km 0+180 - Tramo Malecón</u>				
English or Metric (E or M)	M	Coefficient, Cm	1.00	Gravity	
				9.806	
Channel Lining System					
Invert:	GW with mortar				
Sides:	GW with mortar				
Maximum Discharge	6600.00	ms			
Bed Slope	0.04	%			
Manning's n					
Invert (base)	0.020				
Side Slopes (talud)	0.020				
Triangular Channel Dimensions					
Base Width 'b'	250.00	m	Flow Area, A	1885.62	
Side Slope (xH:1V)	2.50		Hydraulic Radius, R	6.549	
Depth of Flow (y)	7.046	m	Wetted Perimeter, P	287.94	
Top Width 'T' of Flow line	285.23		R ^{2/3}	3.500	
Flow Velocity, V	3.50	m/s			
Discharge, Q	6,600.00	ms	<- Ok!		
Froude No., F	0.42				
Channel Bottom - stream direction stresses					
Geoweb Thickness (mm)	75		0.075	m	
Unit Weight of Infill (kN/cu.m)	23				
Interface Friction (Geoweb/Infill)	10		0.175		
Depth of Flow (m)	7.05				
Bedslope (%)	0.04		0.000	radians	
Unit Weight of Water (kN/cu.m)	9.81	<---WATER			
Coefficient of Friction (Infill/Soil)	0.18				
Tractive shear stress (top)	0.03				
Anchor Stake Details					
Length (mm)	450		Kp (Coefficient)	1.64	
Diameter or Width (mm)	12.7		Buried Stake Length (m)	0.38	
Down-stream Spacing (mm)	1016	2	Stake Resistance (kN)	0.31	
Cross-stream Spacing (mm)	974	2			
Soil Friction (degrees)	14		Stake Resistance (kN/sq.m)	0.31	
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23				
Unit Weight (kN/cu.m)	18				
Shear Resistance tau,r,b	0.17	Shear stress tau,d	0.03	Stake Resist.	0.31
				Total Resist.	0.48
				Factor Safety (stakes)	17.27
				Factor Safety (no stakes)	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope						
Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50			
Slope Length (m)	11.1	Vert. Height (m)	4.1			
Interface Friction (degrees)	10					
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V					
Web Thickness (mm)	75					
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	19.1			
Infill type	mortar					
Calculations						
Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0					
Driving Force (kN/m)	7.1					
Resisting Force (kN/m)	3.1	Shear Only				
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64					
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28					
Net Driving (kN/sq.m)	0.36					
Factor of Safety	0.44	Shear Only				
Anchor Stake Details						
Max. Geoweb Length (m)	2.9					
Max. Downslope Spacing (mm)	2926					
Length (mm)	750					
Diameter or Width (mm)	12.7					
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	2			
Cross-stream Spacing (mm)	950		2			
Soil Friction (degrees)	14					
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23					
Unit Weight (kN/cu.m)	18					
Kp (Coefficient)	1.64					
Buried Stake Length (m)	0.68					
Stake Resistance (kN)	0.59	Single Stake				
Number of Rows of Stakes	12					
Stake Resistance (kN/m)	7.0	Resultant				
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61	Net Resultant				
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89					
Resisting Force (kN/m)	10.1	Shear,Stakes				
Factor of Safety	1.42	Shear,Stakes				
Maximum Available F.S.	1.57	Anchored Geoweb				
Tendon	9.30	kN	PET			
Spacing in cells	0.32	m	1			
Reduction Factor	2.94					
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m				
Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard						
Slope Angle	21.80	Vertical height of lining system		4.12		
Shear resistance $\tau_{u,r,s}$	0.08	Driving flow only	0.01	Driving $\tau_{u,d}$	0.01	Stake Resist.
						0.61
						0.69
						52.87
						5.88
						765.67
Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition						
Shear resistance	0.28	Driving Shear	0.64	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
						0.89
						1.40
						FS (Tendon)
						15.87
Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard						
Shear resistance	0.08	Driving Shear	0.17	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
						0.69
						3.96
						FS (Tendon)
						57.39
Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting						
Shear resistance	0.08	Driving Shear	0.17	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
						0.69
						3.95
						FS (Tendon)
						57.23

Project: PUERTO ROSARIO DE LABERINTO Date: 19-Nov-2009
Section: Km 0+200 - Tramo Malecón

English or Metric (E or M) M Coefficient, Cm 1.00 Gravity 9.806

Channel Lining System

Invert: GW with mortar
Sides: GW with mortar
Maximum Discharge 6600.00 ms
Bed Slope 0.04 %
Manning's n
Invert (base) 0.020
Side Slopes (talud) 0.020

Channel Dimensions

Base Width 'b'	250.00 m	Flow Area, A	1885.62
Side Slope (xH:1V)	2.50	Hydraulic Radius, R	6.549
Depth of Flow (y)	7.046 m	Wetted Perimeter, P	287.94
Top Width 'T' of Flow line	285.23	R ^{2/3}	3.500
Flow Velocity, V	3.50 m/s		
Discharge, Q	6,600.00 ms	<- Ok!	
Froude No., F	0.42		

Channel Bottom - stream direction stresses

Geoweb Thickness (mm)	75	0.075 m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m)	23	
Interface Friction (Geoweb/Infill)	10	0.175
Depth of Flow (m)	7.05	
Bedslope (%)	0.04	0.000 radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m)	9.81	<--WATER
Coefficient of Friction (Infill/Soil)	0.18	
Tractive shear stress (top)	0.03	

Anchor Stake Details

Length (mm)	450	Kp (Coefficient)	1.64
Diameter or Width (mm)	12.7	Buried Stake Length (m)	0.38
Down-stream Spacing (mm)	1016	2 Stake Resistance (kN)	0.31
Cross-stream Spacing (mm)	974	2 Stake Resistance (kN/sq.m)	0.31
Soil Friction (degrees)	14		
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		
Shear Resistance tau,r,b	0.17	Stake Resist.	0.31
Shear stress tau,d	0.03	Total Resist.	0.48
		Factor Safety (stakes)	17.27
		Factor Safety (no stakes)	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope

Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50
Slope Length (m)	9.2	Vert. Height (m)	3.4
Interface Friction (degrees)	10		
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V		
Web Thickness (mm)	75		
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	15.9
Infill type	mortar		

Calculations

Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0	
Driving Force (kN/m)	5.9	
Resisting Force (kN/m)	2.6	Shear Only
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64	
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28	
Net Driving (kN/sq.m)	0.36	
Factor of Safety	0.44	Shear Only

Anchor Stake Details

Max. Geoweb Length (m)	2.9		
Max. Downslope Spacing (mm)	2926		
Length (mm)	750		
Diameter or Width (mm)	12.7		
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	2
Cross-stream Spacing (mm)	950		2
Soil Friction (degrees)	14		
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		
Kp (Coefficient)	1.64		
Buried Stake Length (m)	0.68		
Stake Resistance (kN)	0.59		Single Stake
Number of Rows of Stakes	10		
Stake Resistance (kN/m)	5.8		Resultant
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61		Net Resultant
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89		
Resisting Force (kN/m)	8.4		Shear,Stakes
Factor of Safety	1.43		Shear,Stakes
Maximum Available F.S.	1.60		Anchored Geoweb
Tendon	9.30	kN	PET
Spacing in cells	0.32	m	1
Reduction Factor	2.94		
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m	

Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard

Slope Angle		Vertical height of lining system			Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
21.80		3.42				
Shear resistance tau,r,s	Driving flow only	Driving tau,d	Stake Resist.	Total Resist.		
0.03	0.01	0.01	0.61	0.65	49.98	2.63
					768.09	

Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)	
0.28	0.64	0.61	0.89	1.40	0.44	
					FS (Tendon)	
					15.87	

Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)	
0.03	0.08	0.61	0.65	8.37	0.44	
					FS (Tendon)	
					128.61	

Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)	
0.03	0.08	0.61	0.65	8.25	0.43	
					FS (Tendon)	
					126.84	

Project: Puerto Rosario de Laberinto Date: 19-Nov-2009
Section: Km 0+220 - Tramo Malecón

English or Metric (E or M) **M** Coefficient, Cm 1.00 Gravity 9.806

Channel Lining System

Invert: GW with mortar
Sides: GW with mortar
Maximum Discharge 6600.00 ms
Bed Slope 0.04 %
Manning's n
Invert (base) 0.020
Side Slopes (talud) 0.020

Channel Dimensions

Base Width 'b'	250.00 m	Flow Area, A	1885.62
Side Slope (xH:1V)	2.50	Hydraulic Radius, R	6.549
Depth of Flow (y)	7.046 m	Wetted Perimeter, P	287.94
Top Width 'T' of Flow line	285.23	R^2/3	3.500
Flow Velocity, V	3.50 m/s		
Discharge, Q	6,600.00 ms	<- Ok!	
Froude No., F	0.42		

Channel Bottom - stream direction stresses

Geoweb Thickness (mm)	75	0.075 m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m)	23	
Interface Friction (Geoweb/Infill)	10	0.175
Depth of Flow (m)	7.05	
Bedslope (%)	0.04	0.000 radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m)	9.81	<---WATER
Coefficient of Friction (Infill/Soil)	0.18	
Tractive shear stress (top)	0.03	

Anchor Stake Details

Length (mm)	450	Kp (Coefficient)	1.64
Diameter or Width (mm)	12.7	Buried Stake Length (m)	0.38
Down-stream Spacing (mm)	1016	Stake Resistance (kN)	0.31
Cross-stream Spacing (mm)	974		
Soil Friction (degrees)	14	Stake Resistance (kN/sq.m)	0.31
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		
Shear Resistance tau,r,b	0.17	Shear stress tau,d	0.03
Stake Resist.	0.31	Total Resist.	0.48
		Factor Safety (stakes)	17.27
		Factor Safety (no stakes)	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope

Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50
Slope Length (m)	12	Vert. Height (m)	4.5
Interface Friction (degrees)	10		
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V		
Web Thickness (mm)	75		
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	20.7
Infill type	mortar		

Calculations

Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0	
Driving Force (kN/m)	7.7	
Resisting Force (kN/m)	3.4	Shear Only
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64	
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28	
Net Driving (kN/sq.m)	0.36	
Factor of Safety	0.44	Shear Only

Anchor Stake Details

Max. Geoweb Length (m)	2.9		
Max. Downslope Spacing (mm)	2928		
Length (mm)	750		
Diameter or Width (mm)	12.7		
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	
Cross-stream Spacing (mm)	950	2	
Soil Friction (degrees)	14		
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		
Kp (Coefficient)	1.64		
Buried Stake Length (m)	0.68		
Stake Resistance (kN)	0.59	Single Stake	
Number of Rows of Stakes	13		
Stake Resistance (kN/m)	7.5	Resultant	
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61	Net Resultant	
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89		
Resisting Force (kN/m)	10.9	Shear,Stakes	
Factor of Safety	1.42	Shear,Stakes	
Maximum Available F.S.	1.56	Anchored Geoweb	
Tendon	9.30	kN	PET
Spacing in cells	0.32	m	1
Reduction Factor	2.94		
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m	

Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard

Slope Angle	Vertical height of lining system					
21.80	4.46					
Shear resistance tau,r,s	Driving flow only	Driving tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.09	0.01	0.01	0.61	0.70	53.91	7.05
					764.79	

Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.28	0.64	0.61	0.89	1.40	0.44
				FS (Tendon)	
				15.87	

Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.09	0.21	0.61	0.70	3.37	0.44
				FS (Tendon)	
				47.82	

Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.09	0.21	0.61	0.70	3.36	0.44
				FS (Tendon)	
				47.73	

Project: Puerto Rosario de Laberinto Date: 19-Nov-2009
Section: Km 0+240 - Tramo Malecón

English or Metric (E or M) **M** Coefficient, Cm 1.00 Gravity 9.806

Channel Lining System

Invert: GW with mortar
Sides: GW with mortar
Maximum Discharge 6600.00 ms
Bed Slope 0.04 %
Manning's n
Invert (base) 0.020
Side Slopes (talud) 0.020

Channel Dimensions

Base Width 'b'	250.00 m	Flow Area, A	1885.62
Side Slope (xH:1V)	2.50	Hydraulic Radius, R	6.549
Depth of Flow (y)	7.046 m	Wetted Perimeter, P	287.94
Top Width 'T' of Flow line	285.23	R ² /3	3.500
Flow Velocity, V	3.50 m/s		
Discharge, Q	6,600.00 ms	<- Ok!	
Froude No., F	0.42		

Channel Bottom - stream direction stresses

Geoweb Thickness (mm)	75	0.075 m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m)	23	
Interface Friction (Geoweb/Infill)	10	0.175
Depth of Flow (m)	7.05	
Bedslope (%)	0.04	0.000 radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m)	9.81	<---WATER
Coefficient of Friction (Infill/Soil)	0.18	
Tractive shear stress (top)	0.03	

Anchor Stake Details

Length (mm)	450	Kp (Coefficient)	1.64
Diameter or Width (mm)	12.7	Buried Stake Length (m)	0.38
Down-stream Spacing (mm)	1016	Stake Resistance (kN)	0.31
Cross-stream Spacing (mm)	974		
Soil Friction (degrees)	14	Stake Resistance (kN/sq.m)	0.31
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		

Shear Resistance tau,r,b	Shear stress tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.17	0.03	0.31	0.48	17.27	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope

Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50
Slope Length (m)	12.4	Vert. Height (m)	4.6
Interface Friction (degrees)	10		
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V		
Web Thickness (mm)	75		
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	21.4
Infill type	mortar		

Calculations

Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0	
Driving Force (kN/m)	7.9	
Resisting Force (kN/m)	3.5	Shear Only
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64	
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28	
Net Driving (kN/sq.m)	0.36	
Factor of Safety	0.44	Shear Only

Anchor Stake Details

Max. Geoweb Length (m)	2.9		
Max. Downslope Spacing (mm)	2926		
Length (mm)	750		
Diameter or Width (mm)	12.7		
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	2
Cross-stream Spacing (mm)	950		2
Soil Friction (degrees)	14		
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		
Kp (Coefficient)	1.64		
Buried Stake Length (m)	0.68		
Stake Resistance (kN)	0.59		Single Stake
Number of Rows of Stakes	14		
Stake Resistance (kN/m)	8.1		Resultant
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61		Net Resultant
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89		
Resisting Force (kN/m)	11.6		Shear,Stakes
Factor of Safety	1.46		Shear,Stakes
Maximum Available F.S.	1.60		Anchored Geoweb
Tendon	9.30	kN	PET
Spacing in cells	0.32	m	1
Reduction Factor	2.94		
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m	

Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard

Slope Angle		Vertical height of lining system					
21.80		4.60					
Shear resistance tau,r,s	Driving flow only	Driving tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)	
0.10	0.01	0.01	0.61	0.71	54.33	7.51	
					764.45		

Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.28	0.64	0.61	0.89	1.40	0.44
				FS (Tendon)	15.87

Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.10	0.22	0.61	0.71	3.19	0.44
				FS (Tendon)	44.86

Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.10	0.22	0.61	0.71	3.18	0.44
				FS (Tendon)	44.78

Project:	<u>PROYECTO SECTOR LABERINTO</u>			Date:	19-Nov-2009
Section:	<u>Km 0+080 - La Marina</u>				
English or Metric (E or M)	M	Coefficient, Cm		Gravity	
		1.00		9.806	
Channel Lining System					
Invert:	GW with mortar				
Sides:	GW with mortar				
Maximum Discharge	6600.00	ms			
Bed Slope	0.04	%			
Manning's n					
Invert (base)	0.020				
Side Slopes (talud)	0.020				
Trial Channel Dimensions					
Base Width 'b'	250.00	m	Flow Area, A	1885.62	
Side Slope (xH:1V)	2.50		Hydraulic Radius, R	6.549	
Depth of Flow (y)	7.046	m	Wetted Perimeter, P	287.94	
Top Width 'T' of Flow line	285.23		R ^{2/3}	3.500	
Flow Velocity, V	3.50	m/s			
Discharge, Q	6,600.00	ms	<- Ok!		
Froude No., F	0.42				
Channel Bottom - stream direction stresses					
Geoweb Thickness (mm)	75			0.075	m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m)	23				
Interface Friction (Geoweb/Infill)	10			0.175	
Depth of Flow (m)	7.05				
Bedslope (%)	0.04			0.000	radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m)	9.81		<- WATER		
Coefficient of Friction (Infill/Soil)	0.18				
Tractive shear stress (top)	0.03				
Anchor Stake Details					
Length (mm)	450		Kp (Coefficient)	1.64	
Diameter or Width (mm)	12.7		Buried Stake Length (m)	0.38	
Down-stream Spacing (mm)	1016	2	Stake Resistance (kN)	0.31	
Cross-stream Spacing (mm)	974	2			
Soil Friction (degrees)	14		Stake Resistance (kN/sq.m)	0.31	
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23				
Unit Weight (kN/cu.m)	18				
Shear Resistance tau,r,b		Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.17	Shear stress tau,d	0.31	0.48	17.27	6.22
	0.03				

Channel Side Slopes - Entire slope

Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50
Slope Length (m)	10.8	Vert. Height (m)	4.0
Interface Friction (degrees)	10		
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V		
Web Thickness (mm)	75		
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	18.6
Infill type	mortar		

Calculations

Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0	
Driving Force (kN/m)	6.9	
Resisting Force (kN/m)	3.1	Shear Only
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64	
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28	
Net Driving (kN/sq.m)	0.36	
Factor of Safety	0.44	Shear Only

Anchor Stake Details

Max. Geoweb Length (m)	2.9		
Max. Downslope Spacing (mm)	2926		
Length (mm)	750		
Diameter or Width (mm)	12.7		
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	
Cross-stream Spacing (mm)	950		
Soil Friction (degrees)	14		
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		
Kp (Coefficient)	1.64		
Buried Stake Length (m)	0.68		
Stake Resistance (kN)	0.59	Single Stake	
Number of Rows of Stakes	12		
Stake Resistance (kN/m)	7.0	Resultant	
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61	Net Resultant	
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89		
Resisting Force (kN/m)	10.0	Shear,Stakes	
Factor of Safety	1.45	Shear,Stakes	
Maximum Available F.S.	1.60	Anchored Geoweb	
Tendon	9.30	kN	PET
Spacing in cells	0.32	m	1
Reduction Factor	2.94		
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m	

Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard

Slope Angle		Vertical height of lining system				
21.80		4.01				
Shear resistance tau,r,s	Driving flow only	Driving tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.07	0.01	0.01	0.61	0.68	52.49	5.45
					765.99	

Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.28	0.64	0.61	0.89	1.40	0.44
				FS (Tendon)	
				15.67	

Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.07	0.16	0.61	0.68	4.25	0.44
				FS (Tendon)	
				61.99	

Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.07	0.16	0.61	0.68	4.23	0.44
				FS (Tendon)	
				61.78	

Project: PROYECTO SECTOR LABERINTO Date: 19-Nov-2009
Section: Km 0+100- La Marina

English or Metric (E or M) M Coefficient, Cm 1.00 Gravity 9.806

Channel Lining System

Invert: GW with mortar
Sides: GW with mortar
Maximum Discharge 6600.00 ms
Bed Slope 0.04 %
Manning's n
Invert (base) 0.020
Side Slopes (talud) 0.020

Channel Dimensions

Base Width 'b' 250.00 m Flow Area, A 1885.62
Side Slope (xH:1V) 2.50 Hydraulic Radius, R 6.549
Depth of Flow (y) 7.046 m Wetted Perimeter, P 287.94
Top Width 'T' of Flow line 285.23 R²/3 3.500

Flow Velocity, V 3.50 m/s
Discharge, Q 6,600.00 ms <- Ok!
Froude No., F 0.42

Channel Bottom - stream direction stresses

Geoweb Thickness (mm) 75 0.075 m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m) 23
Interface Friction (Geoweb/Infill) 10 0.175
Depth of Flow (m) 7.05
Bedslope (%) 0.04 0.000 radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m) 9.81 <---WATER
Coefficient of Friction (Infill/Soil) 0.18
Tractive shear stress (top) 0.03

Anchor Stake Details

Length (mm) 450 Kp (Coefficient) 1.64
Diameter or Width (mm) 12.7 Buried Stake Length (m) 0.38
Down-stream Spacing (mm) 1016 2 Stake Resistance (kN) 0.31
Cross-stream Spacing (mm) 974 2 Stake Resistance (kN/sq.m) 0.31
Soil Friction (degrees) 14
Soil Cohesion (kN/sq.m) 23
Unit Weight (kN/cu.m) 18

Shear Resistance tau,r,b	Shear stress tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.17	0.03	0.31	0.48	17.27	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope						
Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50			
Slope Length (m)	10.8	Vert. Height (m)	4.0			
Interface Friction (degrees)	10					
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V					
Web Thickness (mm)	75					
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	18.6			
Infill type	mortar					
Calculations						
Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0					
Driving Force (kN/m)	6.9					
Resisting Force (kN/m)	3.1	Shear Only				
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64					
Resisting Sheer Stress (kN/sq.m)	0.28					
Nat Driving (kN/sq.m)	0.36					
Factor of Safety	0.44	Shear Only				
Anchor Stake Details						
Max. Geoweb Length (m)	2.9					
Max. Downslope Spacing (mm)	2926					
Length (mm)	750					
Diameter or Width (mm)	12.7					
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	2			
Cross-stream Spacing (mm)	950		2			
Soil Friction (degrees)	14					
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23					
Unit Weight (kN/cu.m)	18					
Kp (Coefficient)	1.64					
Buried Stake Length (m)	0.68					
Stake Resistance (kN)	0.59	Single Stake				
Number of Rows of Stakes	12					
Stake Resistance (kN/m)	7.0	Resultant				
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61	Net Resultant				
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89					
Resisting Force (kN/m)	10.0	Shear,Stakes				
Factor of Safety	1.45	Shear,Stakes				
Maximum Available F.S.	1.60	Anchored Geoweb				
Tendon	9.30	kN	PET			
Spacing in cells	0.32	m	1			
Reduction Factor	2.94					
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m				
Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard						
Slope Angle	21.80	Vertical height of lining system	4.01			
Shear resistance tau,r,s	0.07	Driving flow only	0.01	Driving tau,d	0.01	Stake Resist.
						0.61
						0.68
						52.49
						765.99
						5.45
Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition						
Sheer resistance	0.28	Driving Shear	0.64	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
						0.89
						1.40
						FS (Tendon)
						15.87
Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard						
Shear resistance	0.07	Driving Shear	0.16	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
						0.68
						4.25
						FS (Tendon)
						61.99
Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting						
Shear resistance	0.07	Driving Shear	0.16	Stake Resist.	0.61	Total Resist.
						0.68
						4.23
						FS (Tendon)
						61.78

Project:	<u>PROYECTO SECTOR LABERINTO</u>			Date:	19-Nov-2009
Section:	<u>Km 0+120 - La Marina</u>				
English or Metric (E or M)	M	Coefficient, Cm		Gravity	
		1.00		9.806	
Channel Lining System					
invert:	GW with mortar				
Sides:	GW with mortar				
Maximum Discharge	6600.00	ms			
Bed Slope	0.04	%			
Manning's n					
Invert (base)	0.020				
Side Slopes (talud)	0.020				
Channel Dimensions					
Base Width 'b'	250.00	m	Flow Area, A	1885.62	
Side Slope (xH:1V)	2.50		Hydraulic Radius, R	6.549	
Depth of Flow (y)	7.046	m	Wetted Perimeter, P	287.94	
Top Width 'T' of Flow line	285.23		R ² /3	3.500	
Flow Velocity, V	3.50	m/s			
Discharge, Q	6,600.00	ms	<- Ok!		
Froude No., F	0.42				
Channel Bottom - stream direction stresses					
Geoweb Thickness (mm)	75			0.075	m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m)	23				
Interface Friction (Geoweb/Infill)	10			0.175	
Depth of Flow (m)	7.05				
Bedslope (%)	0.04			0.000	radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m)	9.81		<---WATER		
Coefficient of Friction (Infill/Soil)	0.18				
Tractive shear stress (top)	0.03				
Anchor Stake Details					
Length (mm)	450		Kp (Coefficient)	1.64	
Diameter or Width (mm)	12.7		Buried Stake Length (m)	0.38	
Down-stream Spacing (mm)	1016	2	Stake Resistance (kN)	0.31	
Cross-stream Spacing (mm)	974	2			
Soil Friction (degrees)	14		Stake Resistance (kN/sq.m)	0.31	
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23				
Unit Weight (kN/cu.m)	18				
Shear Resistance tau,r,b	Shear stress tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.17	0.03	0.31	0.48	17.27	6.22

Channel Side Slopes - Entire slope

Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50
Slope Length (m)	14.4	Vert. Height (m)	5.3
Interface Friction (degrees)	10		
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V		
Web Thickness (mm)	75		
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	24.8
Infill type	mortar		

Calculations

Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0	
Driving Force (kN/m)	9.2	
Resisting Force (kN/m)	4.1	Shear Only
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64	
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28	
Net Driving (kN/sq.m)	0.36	
Factor of Safety	0.44	Shear Only

Anchor Stake Details

Max. Geoweb Length (m)	2.9		
Max. Downslope Spacing (mm)	2926		
Length (mm)	750		
Diameter or Width (mm)	12.7		
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	
Cross-stream Spacing (mm)	950	2	
Soil Friction (degrees)	14		
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		
Kp (Coefficient)	1.64		
Buried Stake Length (m)	0.68		
Stake Resistance (kN)	0.59	Single Stake	
Number of Rows of Stakes	16		
Stake Resistance (kN/m)	9.3	Resultant	
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61	Net Resultant	
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89		
Resisting Force (kN/m)	13.4	Shear,Stakes	
Factor of Safety	1.45	Shear,Stakes	
Maximum Available F.S.	1.56	Anchored Geoweb	
Tendon	9.30	kN	PET
Spacing in cells	0.32	m	1
Reduction Factor	2.94		
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m	

Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard

Slope Angle	Vertical height of lining system					
21.80	5.35					
Shear resistance tau,r,s	Driving flow only	Driving tau,d	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.12	0.01	0.01	0.61	0.74	56.04	9.43
					763.02	

Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.28	0.64	0.61	0.89	1.40	0.44
					FS (Tendon)
					15.87

Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.12	0.28	0.61	0.74	2.62	0.44
					FS (Tendon)
					35.67

Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting

Shear resistance	Driving Shear	Stake Resist.	Total Resist.	Factor Safety (stakes)	Factor Safety (no stakes)
0.12	0.28	0.61	0.74	2.62	0.44
					FS (Tendon)
					35.63

Project: PROYECTO SECTOR LABERINTO Date: 19-Nov-2009
Section: Km 0+140 - La Marina

English or Metric (E or M) M Coefficient, Cm 1.00 Gravity 9.806

Channel Lining System

Invert: GW with mortar
Sides: GW with mortar
Maximum Discharge 6600.00 ms
Bed Slope 0.04 %
Manning's n
Invert (base) 0.020
Side Slopes (talud) 0.020

Trial Channel Dimensions

Base Width 'b' 250.00 m Flow Area, A 1885.62
Side Slope (xH:1V) 2.50 Hydraulic Radius, R 6.549
Depth of Flow (y) 7.046 m Wetted Perimeter, P 287.94
Top Width 'T' of Flow line 285.23 R²/3 3.500
Flow Velocity, V 3.50 m/s
Discharge, Q 6,600.00 ms <- Okl
Froude No., F 0.42

Channel Bottom - stream direction stresses

Geoweb Thickness (mm) 75 0.075 m
Unit Weight of Infill (kN/cu.m) 23
Interface Friction (Geoweb/Infill) 10 0.175
Depth of Flow (m) 7.05
Bedslope (%) 0.04 0.000 radians
Unit Weight of Water (kN/cu.m) 9.81 ←-WATER
Coefficient of Friction (Infill/Soil) 0.18
Tractive shear stress (top) 0.03

Anchor Stake Details

Length (mm) 450 Kp (Coefficient) 1.64
Diameter or Width (mm) 12.7 Buried Stake Length (m) 0.38
Down-stream Spacing (mm) 1016 2 Stake Resistance (kN) 0.31
Cross-stream Spacing (mm) 974 2 Stake Resistance (kN/sq.m) 0.31
Soil Friction (degrees) 14
Soil Cohesion (kN/sq.m) 23
Unit Weight (kN/cu.m) 18
Shear Resistance tau,r,b Shear stress tau,d Stake Resist. Total Resist. Factor Safety (stakes) Factor Safety (no stakes)
0.17 0.03 0.31 0.48 17.27 6.22

Channel Side Slopes - Entire slope

Side Slope Angle	21.80	Slope (xH:1V)	2.50
Slope Length (m)	12.82	Vert. Height (m)	4.8
Interface Friction (degrees)	10		
Cell Size (GW20V, GW30V or GW40V)	GW40V		
Web Thickness (mm)	75		
Infill Unit Weight (kN/cu.m)	23	Infill Wt (kN/m)	22.1
Infill type	mortar		

Calculations

Factored Geoweb Tensile (kN/m)	1.0	
Driving Force (kN/m)	8.2	
Resisting Force (kN/m)	3.6	Shear Only
Driving Shear Stress (kN/sq.m)	0.64	
Resisting Shear Stress (kN/sq.m)	0.28	
Net Driving (kN/sq.m)	0.36	
Factor of Safety	0.44	Shear Only

Anchor Stake Details

Max. Geoweb Length (m)	2.9		
Max. Downslope Spacing (mm)	2926		
Length (mm)	750		
Diameter or Width (mm)	12.7		
Down-stream Spacing (mm)	1016	OK	
Cross-stream Spacing (mm)	950		
Soil Friction (degrees)	14		
Soil Cohesion (kN/sq.m)	23		
Unit Weight (kN/cu.m)	18		
Kp (Coefficient)	1.64		
Buried Stake Length (m)	0.68		
Stake Resistance (kN)	0.59	Single Stake	
Number of Rows of Stakes	14		
Stake Resistance (kN/m)	8.1	Resultant	
Stake Resistance (kN/sq.m)	0.61	Net Resultant	
Total Resistance (kN/sq.m)	0.89		
Resisting Force (kN/m)	11.8	Shear,Stakes	
Factor of Safety	1.43	Shear,Stakes	
Maximum Available F.S.	1.56	Anchored Geoweb	
Tendon	9.30	kN	PET
Spacing in cells	0.32	m	1
Reduction Factor	2.94		
Tendon Resistance (kN/m)	9.88	kN/m	

Channel Side Slopes - stream direction - combined submerged and freeboard

Slope Angle	21.80	Vertical height of lining system	4.76										
Shear resistance tau,r,s	0.10	Driving flow only	0.01	Driving tau,d	0.01	Stake Resist.	0.61	Total Resist.	0.72	Factor Safety (stakes)	54.73	Factor Safety (no stakes)	7.97
											764.11		

Channel Side Slopes - downslope forces only - dry condition

Shear resistance	0.28	Driving Shear	0.64	Stake Resist.	0.61	Total Resist.	0.89	Factor Safety (stakes)	1.40	Factor Safety (no stakes)	0.44
								FS (Tendon)	15.87		

Channel Side Slopes - downslope forces only - combined submerged and freeboard

Shear resistance	0.10	Driving Shear	0.24	Stake Resist.	0.61	Total Resist.	0.72	Factor Safety (stakes)	3.03	Factor Safety (no stakes)	0.44
								FS (Tendon)	42.28		

Channel Side Slopes - resultant driving forces/highest resisting

Shear resistance	0.10	Driving Shear	0.24	Stake Resist.	0.61	Total Resist.	0.72	Factor Safety (stakes)	3.02	Factor Safety (no stakes)	0.44
								FS (Tendon)	42.22		

ANEXO G

PROCESOS CONSTRUCTIVOS

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	iii
ANEXO G PROCESOS CONSTRUCTIVOS	1
G.1 SECCIÓN TIPO I	1
G.2 SECCIÓN TIPO II	6
G.3 SECCIÓN TIPO III	7
G.3.1 Protección de Fondo	9
G.3.2 Protección de Talud	12

LISTA DE FIGURAS

Figura N° G.1. Sección Tipo I. Fuente, Elaboración Propia.	1
Figura N° G.2. Esquema del proceso de dragado en la Sección Tipo I. Fuente, Elaboración Propia.	2
Figura N° G.3. Sección Tipo II. Fuente, Elaboración Propia.	6
Figura N° G.4. Sección Tipo III. Fuente, Elaboración Propia.	7
Figura N° G.5. Esquema del proceso de dragado en la Sección Tipo III. Fuente, Elaboración Propia.	8
Figura N° G.6. Material dragado y llenado de geobolsas. Fuente, Elaboración Propia.	10
Figura N° G.7. Rampa de acceso a barcazas. Fuente, Elaboración Propia.	10
Figura N° G.8. Volteo de geobolsas desde las barcazas. Fuente, Elaboración Propia.	10
Figura N° G.9. Colocación de las geoceldas con el apoyo de la grúa. Fuente, Elaboración Propia.	11
Figura N° G.10. Perfilado y excavación para el muerto de anclaje. Fuente Andex.	13
Figura N° G.11. Colocación de geotextil. Fuente Andex.	13
Figura N° G.12. Colocación de geoceldas. Fuente Andex.	13
Figura N° G.13. Estacado de las geoceldas. Fuente Andex.	14
Figura N° G.14. Engrapado de las geoceldas. Fuente Andex.	14
Figura N° G.15. Colocación de mortero en la geocelda. Fuente Andex.	15

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Foto N° G.1. Despliegue de la geobolsa en la tolva del camión. Fuente Andex.	2
Foto N° G.2. Extracción y Disposición del material de Relleno. Fuente Andex.	3
Foto N° G.3. Cierre de las geobolsas por personal calificado. Fuente Andex.	3
Foto N° G.4. Ubicación del volquete sobre la posición de volteo. Fuente Andex.	4
Foto N° G.5. Deslizamiento de la geobolsa. Fuente Andex.	4
Foto N° G.6. Volteada sobre el cauce del río. Fuente Andex.	5
Foto N° G.7. Retiro del volquete. Fuente Andex.	5
Foto N° G.8. Proceso constructivo.	6
Foto N° G.9. Sistema de protección culminado.	6
Foto N° G.10. Área destinada para almacén de materiales.	9
Foto N° G.11. Vista de la rampa de acceso al río Madre de Dios.	9
Foto N° G.12. Barcaza con geoceldas prefabricadas.	12
Foto N° G.13. Instalación de geoceldas prefabricadas.	12
Foto N° G.14. Proceso constructivo en talud. Fuente Andex.	15

ANEXO G PROCESOS CONSTRUCTIVOS

G.1 SECCIÓN TIPO I

Se plantean tres soluciones (I, II y III) para la protección de los taludes del río Madre de Dios (zona Fundición), los cuales se aplicarán a cada tramo crítico, según las condiciones topográficas, geotécnicas e hidráulicas. En la Cuadro N° G.1 se puede apreciar la solución seleccionada por cada tramo crítico.

Cuadro N° G.1. Uso de Sección Tipo por Tramo. Fuente, Elaboración Propia.

Tramo Crítico	Sección Tipo		
	I	II	III
Cerro Colorado	x		
La Marina	x		
Malecón		X	x

Con el fin de controlar la erosión en el cerro colorado se ha propuesto una solución tipo en base a la colocación de geobolsas tal como se muestra en la Figura N° G.1.

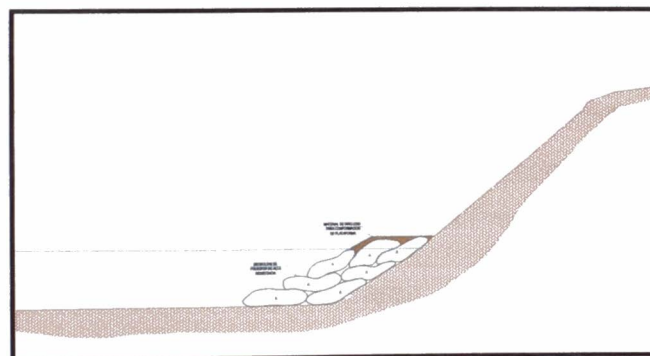


Figura N° G.1. Sección Tipo I. Fuente, Elaboración Propia.

La solución comprende, la colocación de geobolsas al volteo desde la orilla de la marina en el inicio del cerro colorado en dirección aguas arriba del río Madre de Dios. Las geobolsas serán colocadas bordeando el contorno del talud del cerro colorado formando así un camino de acceso el cual se desarrollara a lo largo de la protección.

Cabe señalar que el proceso de voltear las geobolsas es similar al proceso de enrocado al volteo. Para detallar el proceso constructivo es necesario antes describir los equipos a emplear:

- 01 Draga.
- 01 Barcazas

- 01 Cargador frontal.
- 01 Excavadora sobre orugas.
- 02 Camiones Volquetes de 10m³.

Para la construcción de la protección se hará uso de una draga la cual se apoyara sobre una barcaza y se encargara de extraer el material del fondo del cauce del río madre de Dios conduciendo el material a través de un sistema de tuberías hasta un punto de acopio ubicado en la orilla del sector la Marina. La draga debe permanecer en constante funcionamiento con el objetivo de acopiar la mayor cantidad de material posible. El esquema de dicho proceso se puede apreciar en la Figura N° G.2.

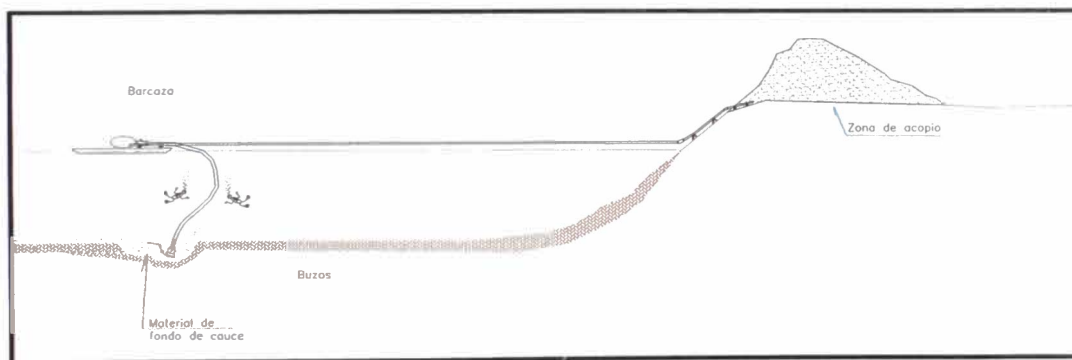


Figura N° G.2. Esquema del proceso de dragado en la Sección Tipo I.

Fuente, Elaboración Propia.

Una vez acopiado el material se ubicaran estratégicamente los camiones volquetes de 10m³; sobre la tolva de los camiones se desplegara las geobolsas de poliéster de alta resistencia de 10m³ de dimensiones 450x230x100cm. El proceso de despliegue de las geobolsas encima de la tolva de los camiones se muestra en la Foto N° G.1.



Foto N° G.1. Despliegue de la geobolsa en la tolva del camión. Fuente Andex.

Una vez realizado el despliegue de las geobolsas se produce el llenado de las mismas con la ayuda de la excavadora. La excavadora tomara el material de la zona ubicada para el acopio del material obtenido mediante el proceso de dragado del fondo del cauce del río Madre de Dios. En la Foto N° G.2. se puede apreciar el proceso de llenado de las Geobolsas.



Foto N° G.2. Extracción y Disposición del material de Relleno. Fuente Andex

Una vez realizado el llenado de las geobolsas, personal asignado se encarga de realizar el sellado de las geobolsas, dejándolas listas para ser utilizadas tal como se muestra en la Foto N° G.3.



Foto N° G.3. Cierre de las geobolsas por personal calificado. Fuente Andex.

Una vez realizado el cierre de las geobolsas, los camiones volquetes se dirigirán al punto asignado a la orilla de la playa del sector de la marina en donde comenzaran a realizar el camino de acceso a través del contorno del cerro colorado.

En la Foto N° G.4, Foto N° G.5, Foto N° G.6 y Foto N° G.7, se muestra el proceso de volteo de las geobolsas, la cual tiene la siguiente secuencia:

- El camión volquete se ubica sobre la posición donde iniciara trabajos.
- Una vez ubicado el camión, este comienza a levantar la tolva con el objetivo de iniciar el desplazamiento de la geobolsa.
- La geobolsa es volteada sobre el cauce del río.
- Una vez terminado el proceso de voltear la geobolsa sobre el cauce del río los camiones vuelven a su posición inicial para ser llenados nuevamente con las geobolsas siguiendo el mismo procedimiento mostrado.



Foto N° G.4. Ubicación del volquete sobre la posición de volteo. Fuente Andex.



Foto N° G.5. Deslizamiento de la geobolsa. Fuente Andex.



Foto N° G.6. Volteada sobre el cauce del río. Fuente Andex.



Foto N° G.7. Retiro del volquete. Fuente Andex.

Debido a que las geobolsas son lanzadas al cauce del río, estas sufrirán un reacomodo conforme se vaya realizando el proceso de volteo. Para contemplar la solución propuesta, el proceso de volteo debe de repetirse hasta que las geobolsas aparezcan por encima del nivel agua que se presente durante su construcción.

Conforme se vaya avanzando y colocando las geobolsas con el apoyo de un cargador frontal se colocara una capa de arena la cual servirá para nivelar la parte superior por donde transitaran los volquetes.

El desarrollo de esta actividad debe llevar a formar una sección como la propuesta al inicio de este informe.

Las Foto N° G.8 y Foto N° G.9, puede visualizar la idea del procedimiento constructivo que se espera seguir para proteger el contorno del Cerro Colorado en la zona afectada.



Foto N° G.8. Proceso constructivo.



Foto N° G.9. Sistema de protección culminado.

Una vez culminada la protección, esta permitirá proteger al talud del cerro colorado contra los efectos erosivos del río Madre de Dios, es importante reconocer que este sector es el más afectado por la acción erosiva del flujo y que la erosión puede afectar la cimentación del abastecimiento de agua y la antena de comunicaciones.

G.2 SECCIÓN TIPO II

Otra de las soluciones planteadas es la alternativa de combinar las geoceldas con las geobolsas tal como se muestra en la Figura N° G.3.

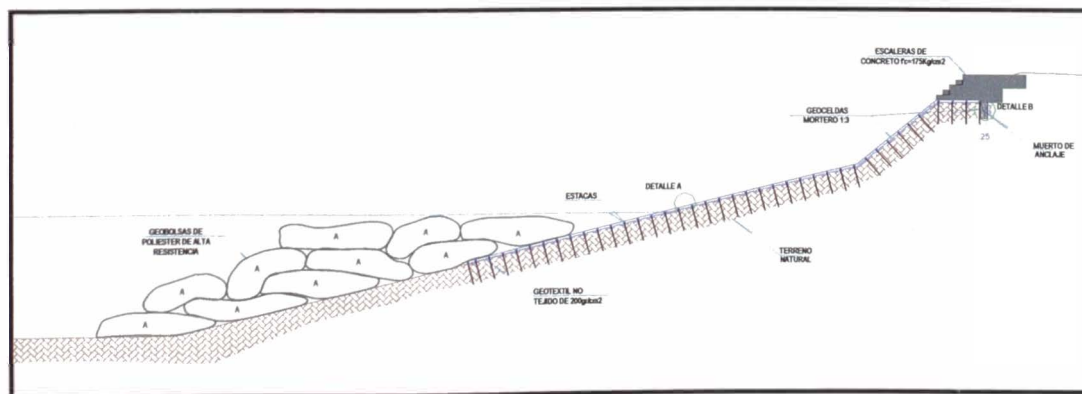


Figura N° G.3. Sección Tipo II. Fuente, Elaboración Propia.

Con el fin de controlar la erosión sobre los taludes del tramo la marina se ha propuesto una solución tipo en base a la solución y a los procesos constructivos ya propuestos para el tramo anterior. La colocación de un sistema conformado por geoceldas las cuales serán empleadas para proteger los taludes en seco y

las geobolsas para las zonas donde el talud se encuentre sumergido tal como se muestra en la Figura N° G.3.

G.3 SECCIÓN TIPO III

Con el fin de controlar la erosión sobre los taludes del tramo la marina y el tramo malecón se ha propuesto una solución tipo en base a la colocación de un sistema conformado por geoceldas las cuales serán empleadas para proteger los taludes en seco y las geobolsas para las zonas donde el talud se encuentre sumergido tal como se muestra en la Figura N° G.4Figura N° G.3.

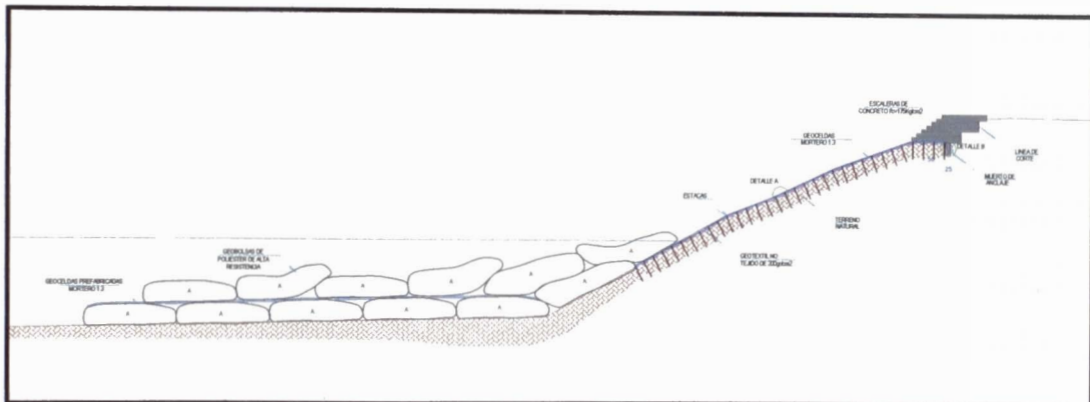


Figura N° G.4. Sección Tipo III. Fuente, Elaboración Propia.

La solución comprende, la colocación de una primera capa de geobolsas las cuales serán lanzadas desde camiones Volquetes ubicados encima de barcazas. Las geobolsas serán lanzadas al volteo, sobre ellas se colocaran geoceldas prefabricadas tal como se muestra en la Figura N° G.4. Una vez colocadas las geoceldas, se colocara una capa adicional de geobolsas las cuales tendrán como objetivo proteger el fondo contra la socavación.

Para proteger los taludes que no se encuentran todo el tiempo sumergidos bajo el agua se emplearan para su protección geoceldas las cuales estarán rellenas de mortero en proporción 1:3. Estas geoceldas irán tendidas en el talud desde la parte superior del mismo hasta una profundidad similar al nivel mínimo de agua proyectado para el cauce del río.

Cabe señalar que el proceso de voltear las geobolsas es similar al proceso de enrocado al volteo. Para detallar el proceso constructivo es necesario antes describir los equipos a emplear:

- 01 Draga

- 02 Barcazas
- 01 Cargador frontal
- 01 Excavadora sobre orugas
- 04 Camiones Volquetes de 10 m³
- 01 Grúa.

Para la construcción de la protección se hará uso de una draga la cual se apoyara sobre una barcaza y se encargara de extraer el material del fondo del cauce del río madre de Dios, transportando el material a través de un sistema de tuberías hasta un punto de acopio ubicado en la orilla del tramo denominado, el Malecón. El esquema de dicho proceso se puede apreciar en la Figura N° G.5.

Se deberá de acondicionar un sector de la Av. Inambari de tal manera que en ella se puedan separar zonas para el acopio de material y la elaboración de celdas prefabricadas.

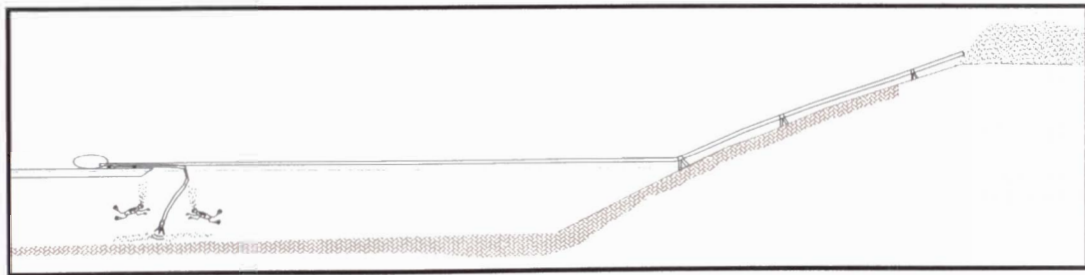


Figura N° G.5. Esquema del proceso de dragado en la Sección Tipo III. Fuente, Elaboración Propia.

Considerar además zona de almacén de materiales y accesorios a emplear durante la etapa de construcción del proyecto.

Se deberá de considerar una rampa de acceso (Foto N° G.11) para conectar los equipos y maquinarias con las barcazas, para poder generar la protección para control de erosión.



Foto N° G.10. Área destinada para almacén de materiales.

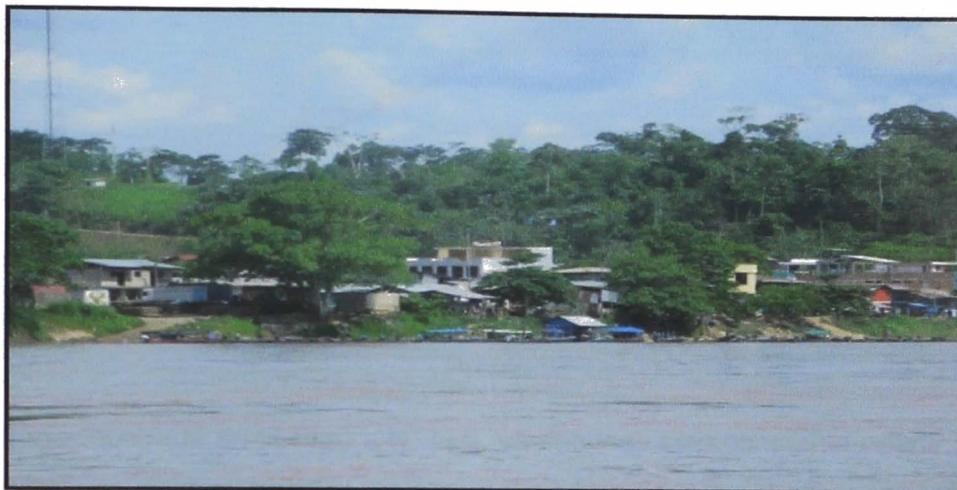


Foto N° G.11. Vista de la rampa de acceso al río Madre de Dios.

Debido al régimen hidrológico del río Madre de Dios, el diseño de las defensas Ribereñas deben de efectuarse en dos partes, estas son: protección de fondo y de talud.

G.3.1 Protección de Fondo

Para la protección del fondo contra la socavación, se ha colocado un sistema mixto compuesto por geobolsas las cuales serán rellenas con el material obtenido del fondo del cauce. Para la colocación de la protección de fondo se han considerado dos pasos a seguir:

Paso 1: Colocación de las geobolsas.

El proceso de llenado de las bolsas será similar al planteado en el tramo I Cerro Colorado, la excavadora se encargara de tomar el material acopiado y lo depositara sobre la geobolsa que se encuentra desplegada sobre la tolva del camión.

Una vez desarrollado el proceso de cerrado de la geobolsa sobre la tolva del camión, este se dirigirá a la rampa de acceso en donde lo estará esperando la barcaza. Cuando el camión se encuentra situado sobre la barcaza esta se desplazara hacia el lugar en donde se realizara el volteo de las geobolsas.

En la Figura N° G.6 ,Figura N° G.7, Figura N° G.8 se aprecia la secuencia descrita para realizar el volteo de Geobolsas mediante el uso de barcasas

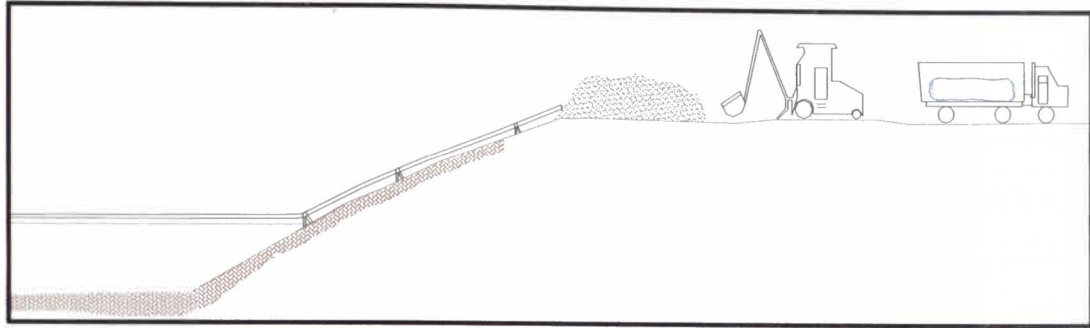


Figura N° G.6. Material dragado y llenado de geobolsas. Fuente, Elaboración Propia.

La draga mostrada en la Figura N° G.6, se encuentra en constante operación, a su vez la excavadora toma el material acopiado producto del dragado y llena la geobolsa que se encuentra encima del camión. El material dragado debe de ser acomodado con la ayuda de un cargador frontal.

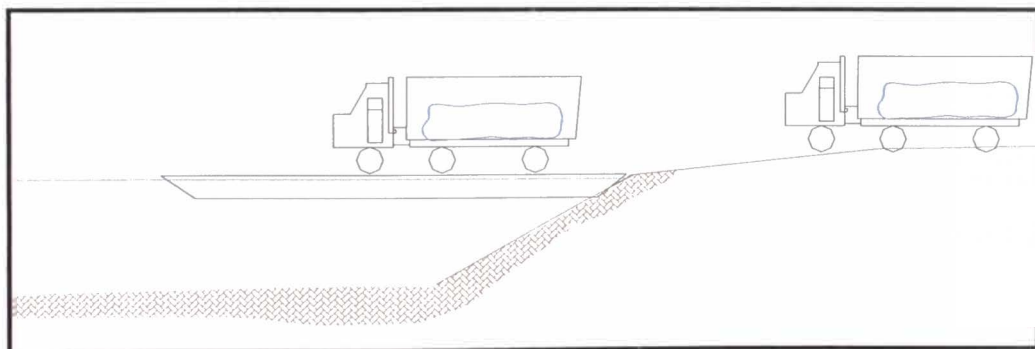


Figura N° G.7. Rampa de acceso a barcazas. Fuente, Elaboración Propia.

Una vez cargado los camiones volquete por las geobolsas, estos se dirigirán a la rampa de acceso en donde las barcazas se encontraran a la espera para trasladarlos a los puntos de trabajo.

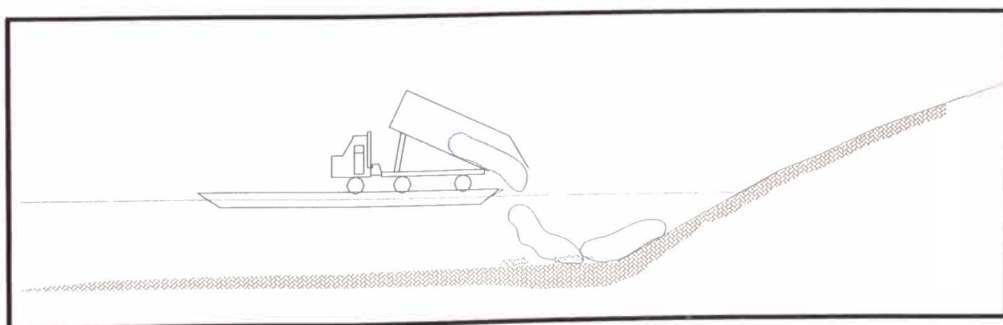


Figura N° G.8. Volteo de geobolsas desde las barcazas. Fuente, Elaboración Propia.

Una vez posicionada la barcaza, se da inicio al proceso del lanzamiento de las geobolsas por volteo desde los camiones volquetes tal como se muestra en la Figura N° G.8.

Ya colocada la primera capa de geobolsas sobre el fondo del cauce se procede a colocar la capa de geoceldas prefabricadas. Para ello las geoceldas han sido prefabricadas de acuerdo a las especificaciones dadas.

Paso 2: Colocación de las Geoceldas.

Para su colocación en campo se necesitara el empleo de una grúa la cual será colocada encima de una barcaza. En la Figura N° G.9, se puede apreciar el esquema en mención:

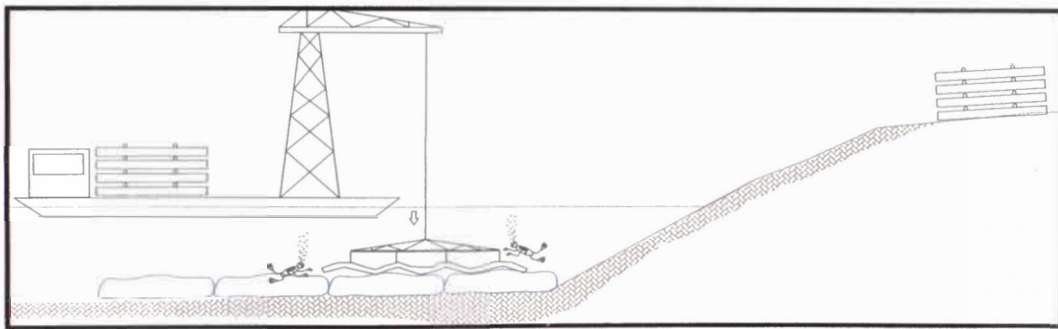


Figura N° G.9. Colocación de las geoceldas con el apoyo de la grúa. Fuente, Elaboración Propia.

De la imagen mostrada se puede apreciar que las geoceldas prefabricadas están colocadas sobre el talud en su posición asignada; la grúa toma las geoceldas y las apila en la barcaza, una vez realizada esta operación la grúa se encargara de colocar las geoceldas sobre las geobolsas ya colocadas por volteo sobre el fondo del cauce.

Esta operación debe de realizarse hasta cubrir el área proyectada. En la que se deberá considerar una rampa de acceso (Foto N° G.11) para conectar los equipos y maquinarias con las barcasas, para poder generar la protección para control de erosión.



Foto N° G.12. Barcaza con geoceldas prefabricadas.

En la Foto N° G.12 se aprecia la barcaza con las geoceldas prefabricadas y la grúa la cual se encargara de colocar el sistema sobre la zona a proteger.



Foto N° G.13. Instalación de geoceldas prefabricadas.

En la Foto N° G.13 muestra la colocación de las geoceldas sobre el talud a proteger. Las fotos mostradas permitirán tener una idea más clara del trabajo a realizar. Una vez terminado la colocación de las geoceldas se vuelve a colocar una capa mas de geobolsas de de poliéster de alta resistencia siguiendo el procedimiento mencionado en el “paso I”. Una vez colocado el sistema en el fondo se trabaja la protección del talud.

G.3.2 Protección de Talud

Para realizar la protección del talud del tramo denominado malecón se ha tomado en consideración perfilar el talud existente considerando una inclinación de talud de 2.5H:1V. Una vez obtenida la inclinación deseada se procede a

realizar el trazo respectivo para limitar la zanja correspondiente para la colocación del muerto de anclaje, tal como se muestra en la Figura N° G.10.



Figura N° G.10. Perfilado y excavación para el muerto de anclaje. Fuente Analex.

Una vez realizada la zanja se procede a tender el Geotextil no tejido a lo largo del talud hasta los niveles indicados, ver Figura N° G.11.

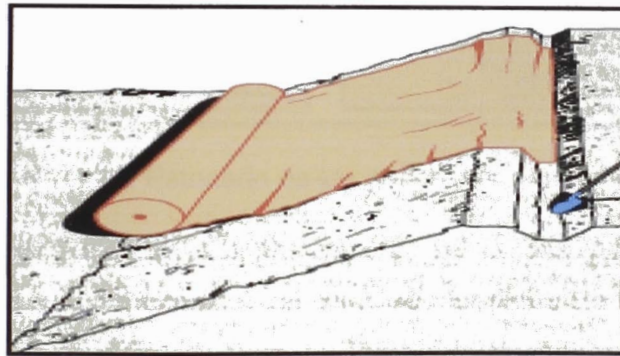


Figura N° G.11. Colocación de geotextil. Fuente Analex.

Una vez colocado el geotextil, tendido sobre el talud, se procederá a colocar las geoceldas las cuales serán fijadas al talud según lo especificado en los planos de diseño. En la Figura N° G.12 se muestra el procedimiento descrito anteriormente.

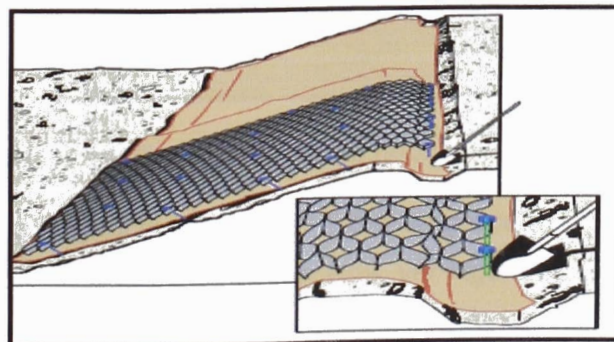


Figura N° G.12. Colocación de geoceldas. Fuente Analex.

Para fijar las geoceldas sobre el talud a recubrir, se deberá seguir los siguientes procesos:

- Anclajes, estacas rectas o clavijas con gancho en forma de J (permanentes o provisionales), ver Figura N° G.13.
- Llenar varias celdas perimetrales, Figura N° G.13.
- Otros métodos aceptables pueden también utilizarse.

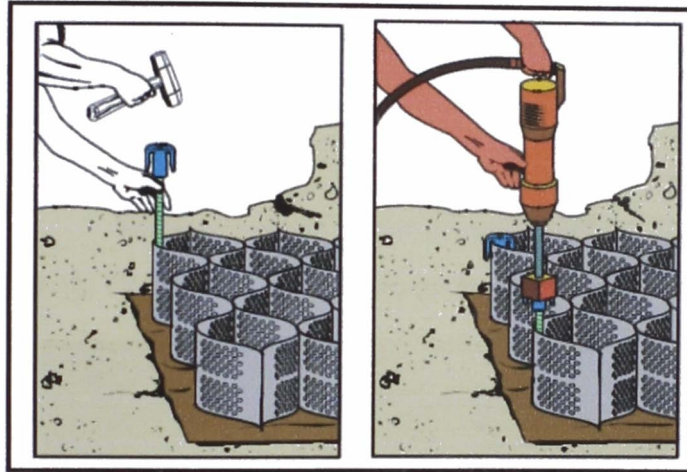


Figura N° G.13. Estacado de las geoceldas. Fuente Andex.

Las planchas de geocelda adyacentes deberán ser unidas mediante el proceso de engrapado (manual o mecánico), tal como se muestra en la Figura N° G.14.



Figura N° G.14. Engrapado de las geoceldas. Fuente Andex.

Una vez colocada la geocelda sobre el talud se procede a vaciar el relleno de mortero y a tenderlo a lo largo de la geocelda, ver Figura N° G.15. Seguidamente se debe de realizar el curado respectivo con los métodos convencionales como son agua, curadores químicos etc.

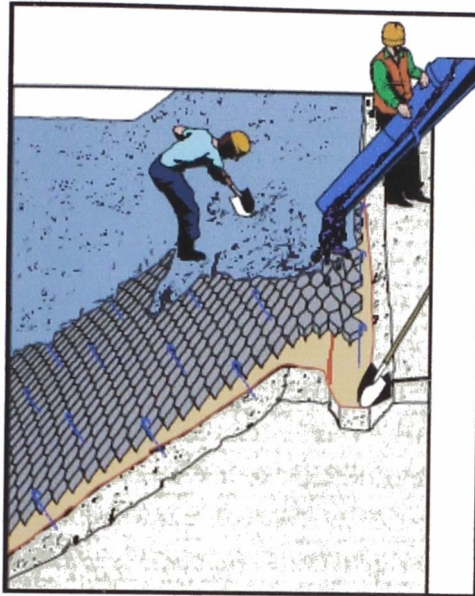


Figura N° G.15. Colocación de mortero en la geocelda. Fuente Andex.



Foto N° G.14. Proceso constructivo en talud. Fuente Andex.

La Foto N° G.14 muestra una idea del proceso constructivo con geoceldas, de la foto se aprecia el tendido del Geotextil sobre el talud. La geocelda se apoya sobre el Geotextil y es fijado al talud por medio de estacas y accesorios.

Las especificaciones técnicas de las Secciones Típicas usadas en las soluciones por tramos se presentan en los planos 300.03, 300.04 y 300.05, además los procesos constructivos descritos anteriormente se muestran además en los planos 300.06 y 300.07.

ANEXO H
PLANOS